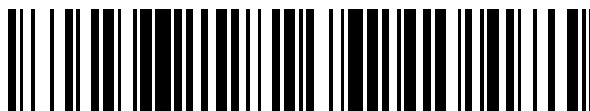


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 703**

51 Int. Cl.:

G01M 7/08 (2006.01)

G01N 19/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2012 PCT/US2012/069963**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2013 WO13090863**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2012 E 12857524 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2791642**

54 Título: **Sistema de determinación de características estructurales de un objeto**

30 Prioridad:

16.12.2011 US 201161576982 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

26.02.2020

73 Titular/es:

**PERIMETRICS, LLC (100.0%)
360 San Miguel, Suite 204
Newport Beach CA 92660, US**

72 Inventor/es:

**BERGER, JOHN;
EARTHMAN, JAMES;
GHOSH, DIPANKAR y
SHEETS, CHERILYN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 744 703 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de determinación de características estructurales de un objeto

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general a la evaluación de las propiedades estructurales de un objeto; y más específicamente se refiere a la evaluación de las características estructurales que reflejan la integridad de un objeto; después de someterse a una aplicación de energía en el mismo.

Antecedentes de la invención

10 Cuando un objeto se somete a una fuerza de impacto, se transmite una onda de tensión a través del objeto. Esta onda de tensión provoca deformaciones en la estructura interna del objeto. A medida que el objeto se deforma actúa, en parte, como un amortiguador, disipando una porción de la energía mecánica asociada con el impacto. La capacidad del objeto para disipar energía mecánica, comúnmente denominada como la "capacidad de amortiguación" del objeto, depende de varios factores, que incluyen el tipo e integridad estructural de los materiales que componen el objeto.

15 Existen instrumentos que pueden medir la capacidad de amortiguación de un objeto. Un ejemplo de un instrumento de este tipo se describe en la Patente de Estados Unidos N.º 6.120.466 ("la patente '466"), expedida el 19 de septiembre de 2000 y titulada "System and Method for Quantitative Measurements of Energy Damping Capacity". El instrumento desvelado en la patente '466 proporciona una medición objetiva, cuantitativa de la capacidad de amortiguación de un objeto, denominada como el coeficiente 17 de pérdida. La energía de una onda elástica se atenúa de manera relativamente rápida en materiales con un coeficiente de pérdida relativamente alta, mientras que la energía de una onda elástica se atenúa de manera relativamente lenta en materiales con un coeficiente de pérdida relativamente bajo.

20

La capacidad de amortiguación de un objeto es un parámetro importante en una amplia diversidad de aplicaciones. Por ejemplo, en el campo de la odontología, cuando un diente sano se somete a una fuerza de impacto, la energía mecánica asociada con el impacto se disipa principalmente por el ligamento periodontal. Los cambios en la estructura del ligamento periodontal que reducen su capacidad para disipar la energía mecánica asociada con una fuerza de impacto, y por lo tanto reducen la estabilidad dental total, pueden detectarse midiendo el coeficiente de pérdida del diente.

25

Sumario de la invención

30 La presente invención se refiere a un sistema para medir características estructurales usando una herramienta de aplicación de energía e incluye características desechables para ayudar a eliminar o minimizar la contaminación del objeto que experimenta la medición a través de la transferencia del sistema o contaminación cruzada de objetos anteriores sometidos las mediciones, sin interferir con la medición o la capacidad del sistema. El sistema proporciona un procedimiento no destructivo de medición con algún contacto con el objeto que experimenta tal medición sin la necesidad de limpiar o esterilizar en autoclave la herramienta de aplicación de energía, y al mismo tiempo sin disponer la herramienta de aplicación de energía completa. La característica desechable puede incluir una membrana que envuelve una parte del sistema que puede entrar en contacto con el objeto que experimenta la medición sin interferir con la sensibilidad, reproducibilidad, si se desea, o la operación general del instrumento hasta cualquier grado sustancial. La misma membrana puede entrar en contacto o no con el objeto y puede únicamente protegerse del resto del sistema, incluyendo el resto de la herramienta de aplicación de energía tal como la parte de la varilla de golpeo que normalmente no entra en contacto con el objeto. La característica desechable puede usarse en cualquier herramienta de aplicación de energía existente, tal como cualquier herramienta de percusión, y el sistema puede o puede no incluir una característica de manguito para entrar en contacto con el objeto a ensayarse, o una característica para ayudar al reposicionamiento.

35

40

El sistema puede incluir un dispositivo, por ejemplo, un instrumento de percusión, que puede colocarse de manera reproducible directamente en el objeto que experimenta tal medición de mediciones reproducibles, y puede incluir características desechables para ayudar a eliminar o minimizar la contaminación o contaminación cruzada de la herramienta de aplicación de energía o el objeto que experimenta la medición a través de la transferencia del sistema u objeto, o contaminación cruzada de objetos anteriores sometidos las mediciones sin limpiar o esterilizar en autoclave la herramienta de aplicación de energía antes de su uso.

45

Las características estructurales como se definen en el presente documento pueden incluir capacidades de amortiguación de vibración; capacidades de amortiguación acústica; defectos que incluyen defectos inherentes en, por ejemplo, el hueso o el material que compone el objeto; roturas, micro-roturas, fracturas, microfracturas; pérdida de sellado de cemento del objeto, por ejemplo, en el anclaje y/o base; fallo de cemento entre, por ejemplo, el objeto y anclaje y/o base; fallo de unión entre, por ejemplo, el objeto y anclaje y/o base; microfuga, por ejemplo, ya sea desde el objeto y/o entre el objeto y anclaje y/o base; lesiones; caries; integridad estructural en general o estabilidad estructural en general. Para un objeto anatómico, tal como una estructura dental, un diente natural, un diente natural que tiene una fractura debido a desgaste o trauma, un diente natural que se ha vuelto al menos parcialmente con absceso, o un diente natural que ha experimentado un procedimiento de aumento de hueso, una estructura de implante

50

55

5 dental protésico, una estructura dental, una estructura ortopédica o un implante ortopédico, tales características pueden indicar la salud del objeto, o la salud de la base subyacente a la que puede anclarse o fijarse el objeto. La salud del objeto y/o la base subyacente pueden estar también correlacionadas a densidades o densidades de hueso o un nivel de osteointegración; cualesquiera defectos, intrínsecos o de otra manera; o roturas, fracturas, microfracturas, microrroturas; pérdida de sellado de cemento; fallo de cemento; fallo de unión; microfuga; lesión; o caries. Para objetos en general, por ejemplo, estructuras compuestas poliméricas que incluyen panales en capas o estructuras compuestas metálicas; aviones, automóviles, barcos, puentes, construcciones, estructuras individuales que incluyen, pero sin limitación instalaciones de generación de potencia, estructuras de arco, u otras estructuras físicas similares; tales mediciones pueden también estar correlacionadas a cualquier integridad estructural, o estabilidad estructural, tal como defectos o roturas, incluso minúsculas fracturas o microrroturas, y así sucesivamente.

10 Adicionalmente, los cambios en la estructura del diente que reducen su capacidad para disipar la energía mecánica asociada con una fuerza de impacto, y por lo tanto reducen la estabilidad estructural del diente global, pueden detectarse por la evaluación de los datos de retorno de energía en comparación con una muestra no dañada ideal.

15 En una realización ejemplar, el dispositivo puede incluir una pieza de mano que tiene un alojamiento con un extremo abierto y una herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo, o varilla de impacto montada dentro del alojamiento para movimiento en el extremo abierto. El alojamiento tiene un eje longitudinal y la herramienta de aplicación de energía tiene una longitud con una configuración en descanso y una configuración activa.

20 En una realización, la configuración en descanso puede ser una forma retraída y la configuración activa puede ser una forma extendida cuando la herramienta de aplicación de energía se mueve axialmente a lo largo del eje longitudinal del alojamiento, retrayéndose la forma retraída desde o sustancialmente coextensiva con el extremo abierto del alojamiento. El movimiento de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo, puede efectuarse por un mecanismo de accionamiento montado dentro del alojamiento para controlar la varilla de golpeo axialmente en el alojamiento entre una posición retraída y una posición extendida durante la operación. En la posición extendida, pudiendo extenderse o sobresalir el extremo libre de la varilla de golpeo del extremo abierto del alojamiento.

25 En otra realización, la configuración en descanso puede ser una forma sustancialmente paralela al eje longitudinal del alojamiento, y la configuración activa puede ser una forma cuando la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo, o varilla de impacto montada dentro del alojamiento forma un ángulo agudo con el eje longitudinal del alojamiento, tal como, por ejemplo, balanceándose hacia adelante y hacia atrás alrededor de un punto de pivote en el eje longitudinal. Por lo tanto, la herramienta de aplicación de energía oscila de la posición sustancialmente paralela al eje longitudinal del alojamiento a una posición que hace un ángulo agudo con el eje longitudinal del alojamiento en un punto de pivote. La herramienta de aplicación de energía puede mantenerse ya sea horizontalmente o en otras posiciones durante la medición, y puede tener una porción de punta que es sustancialmente perpendicular a la porción principal de la herramienta y mantiene una longitud constante ya sea en descanso o en impacto. El movimiento de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo, puede efectuarse por un mecanismo de accionamiento montado dentro del alojamiento para controlar la varilla de golpeo de una posición sustancialmente paralela al eje longitudinal del alojamiento a una posición que hace un ángulo agudo con el eje en un punto de pivote y de vuelta de nuevo, mientras la punta oscila arriba y abajo a su vez. Usando esta realización, pueden llevarse a cabo mediciones en localizaciones que son relativamente inaccesibles tales como, por ejemplo, en el área molar de un diente del paciente.

30 El mecanismo de accionamiento puede ser un mecanismo electromecánico, y puede incluir una bobina electromagnética. En una realización, el mecanismo de accionamiento puede incluir un imán permanente asegurado al extremo trasero de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, y la bobina magnética pueden radicar axialmente detrás de este imán permanente. Junto con la parte trasera del alojamiento de pieza de mano y cualesquiera líneas de suministro eléctrico, la bobina magnética forma una unidad estructural que puede ser integralmente operacional y que puede conectarse, por ejemplo, al dispositivo restante mediante una conexión adecuadamente liberable, por ejemplo, una conexión de tipo tornillo o una conexión de tipo enchufe. Esta conexión liberable puede facilitar la limpieza, reparación y otras.

35 La herramienta de aplicación de energía, tal como la varilla de golpeo, está localizada en la parte frontal del alojamiento y el mecanismo de montaje para la varilla de golpeo puede incluir rodamientos sin fricción. Estos rodamientos pueden incluir una o más aperturas axiales de modo que las cámaras vecinas formadas por el alojamiento y la varilla de golpeo están en comunicación entre sí para el intercambio de aire.

40 En una realización, la varilla de golpeo puede tener sustancialmente una construcción en sección transversal sustancialmente constante a través de su longitud entera, con un conjunto de imán magnético permanente montado en el extremo alejado del extremo libre, como se ha indicado anteriormente. La bobina electromagnética del mecanismo de accionamiento puede estar situada detrás del otro extremo de la varilla de golpeo, también como se ha indicado anteriormente, dando como resultado un diámetro exterior relativamente pequeño para la pieza de mano. En esta realización, el diámetro exterior del alojamiento de pieza de mano puede definirse sustancialmente únicamente por la sección transversal de la varilla de golpeo, el mecanismo de montaje de la varilla de golpeo en el alojamiento, y el espesor de las paredes del alojamiento.

En una realización ejemplar de la invención, la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de percusión o varilla de golpeo puede tener una porción frontal que tiene una punta separable fijada a ella, que puede ser sustancialmente paralela a la mayoría del rodillo o sustancialmente perpendicular a la mayoría de la varilla de golpeo, y una porción trasera adyacente al mecanismo de accionamiento. La porción de punta puede entrar en contacto con una superficie de ensayo, tal como un diente del paciente u otra superficie de trabajo y puede estar conectada a la porción frontal de la varilla de golpeo a través del magnetismo. En un aspecto, el extremo de la porción frontal puede tener un imán localizado en la misma. En otro aspecto, el extremo de la porción frontal puede tener un elemento magnético para mantenerse en la punta a través de una fuerza magnética. En una realización, el imán o un elemento magnético pueden estar presentes en la porción frontal de la herramienta de aplicación de energía. En otra realización, el imán o elemento magnético pueden estar presentes en la punta separable.

En una realización de la invención, el dispositivo puede incluir una membrana que puede estar integralmente formada alrededor de la punta del conjunto de herramienta de aplicación de energía de modo que cubre sustancialmente la punta entera y el alojamiento de pieza de mano que encierra el resto del conjunto de herramienta de aplicación de energía. La punta puede ser o no separable o necesitar que sea desechable. La membrana puede elegirse para que tenga un efecto mínimo en la operación de la herramienta de aplicación de energía, tal como una varilla de golpeo. En un aspecto, la característica desechable puede incluir la membrana con ninguno o un extremo abierto que se enfrenta al mecanismo de accionamiento. La conexión a la porción frontal del conjunto de varilla de golpeo por la punta, si es separable, puede estar formada a través del imán y a medida que la punta no entra en contacto con la superficie de ensayo, puede reutilizarse. En un aspecto adicional, la membrana puede cubrir la punta entera e incluye pliegues o estrías en ambos lados del alojamiento frontal que encierra el conjunto de varilla de golpeo de modo que puede permitir que la varilla de golpeo se extienda y contraiga sin rasgar la membrana.

En otra realización de la invención, la característica desechable puede incluir una punta y membrana separadas. La membrana puede tener un interior hueco con un extremo abierto, y una forma y tamaño sustancialmente similares a la porción frontal del alojamiento de pieza de mano que encierra el conjunto de herramienta de aplicación de energía, tal como un conjunto de varilla de golpeo, de modo que puede ajustarse de manera estrecha alrededor de o fijarse al extremo delantero del alojamiento de pieza de mano que encierra el conjunto de varilla de golpeo con el extremo cerrado que se enfrenta a la punta separable que está conectada al extremo delantero de la varilla de golpeo. La membrana no cubre la punta separable de modo que la punta separable se expone al objeto que experimenta medición y por lo tanto es desechable. El conjunto desechable puede montarse en fabricación y venderse como una unidad o ensamblarse en el consultorio dental y venderse por separado. En una realización, un elemento de imán o magnético puede estar presente en el extremo delantero de la herramienta de la aplicación tal como una varilla de golpeo. En otra realización, un elemento de imán o magnético puede estar presente en la punta separable. En un aspecto, la punta separable puede estar conectada al extremo delantero del conjunto de varilla de golpeo a través de la membrana que cubre el extremo delantero del alojamiento de pieza de mano que encierra la varilla de golpeo magnéticamente mediante el imán o elemento magnético en el extremo delantero del conjunto de varilla de golpeo que también se cubre por la membrana. En otro aspecto, la punta separable puede estar conectada al extremo delantero de la varilla de golpeo a través de la membrana que cubre el extremo delantero del conjunto de varilla de golpeo magnéticamente mediante el imán o elemento magnético que está en la punta separable y por lo tanto también está expuesto y por lo tanto es desechable.

En una realización adicional de la invención, la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de percusión o varilla de golpeo puede tener una porción frontal que entra en contacto con la superficie de ensayo tal como un diente del paciente o cualquier otra superficie de trabajo, y una porción trasera adyacente al mecanismo de accionamiento. La porción frontal encerrada en un alojamiento de pieza de mano puede estar envuelta en una característica desechable, tal como una membrana, completamente, de modo que no entra en contacto con la superficie de ensayo. En una realización, la porción frontal de la varilla de golpeo puede tener una punta que puede ser perpendicular a la mayoría de la varilla de golpeo y la membrana puede tener pliegues o estrías en ambos lados de la porción frontal del alojamiento de pieza de mano que encierra el conjunto de varilla de golpeo. Los pliegues o estrías permiten que la varilla de golpeo sea oscilante de una posición sustancialmente paralela con el eje longitudinal del alojamiento de la pieza de mano a una posición que hace un ángulo agudo con el eje longitudinal del alojamiento de la pieza de mano en un punto de pivote sin rasgar la membrana. En otra realización, los pliegues o estrías pueden no ser necesarios cuando la herramienta de aplicación de energía se mueve de una posición sustancialmente paralela con el eje longitudinal del alojamiento de la pieza de mano a una posición que hace un ángulo agudo con el eje longitudinal del alojamiento de la pieza de mano en un punto de pivote si la membrana únicamente cubre la punta de la varilla de golpeo que es sustancialmente perpendicular a la mayoría de la varilla de golpeo. En una realización, en ausencia de un manguito, la membrana desechable puede retenerse por un collar. En la presencia de un manguito, el collar y el manguito pueden estar integrados y la membrana desechable puede retenerse por el manguito y collar combinados y las porciones del manguito puede cubrirse por la membrana desechable o ser desechables. En un aspecto, la membrana puede mantenerse por el manguito ya sea de manera integral o retirable y tanto el manguito entero como la membrana pueden hacerse desechables. En otro aspecto, la membrana puede mantenerse por el manguito ya sea de manera integral o retirable y únicamente la membrana puede hacerse desechable.

En un aspecto, el manguito puede cubrir la porción principal del alojamiento y la porción frontal del manguito que entra en contacto con el objeto puede ser separable del resto y esa porción separable puede ser desechable. En otro aspecto, el manguito entero que cubre la porción principal del alojamiento puede hacerse desechable.

La misma pieza de mano puede estar conectada a una fuente de alimentación externa o alimentarse por una fuente eléctrica incluida dentro del alojamiento, tal como, por ejemplo, una batería, un condensador, un transductor, una célula solar, una fuente externa y/o cualquier otra fuente apropiada.

5 En una realización, la comunicación entre el mecanismo de accionamiento y la herramienta de aplicación de energía, tal como la varilla de golpeo, puede ser mediante un cable o línea de alambre aislado eléctricamente conductor que puede enrollarse en espiral de una manera concéntrica alrededor de la varilla de golpeo y tiene propiedades de resorte-elásticas. Esto puede permitir también un requisito de espacio mínimo con respecto a la gestión de línea. Además, un resorte helicoidal, que puede formarse por el alambre enrollado en espiral, puede ayudar a evitar o prevenir la generación de bucles o torsión de la conexión del alambre.

10 En otra realización, la comunicación entre el mecanismo de accionamiento puede transmitirse inalámbricamente mediante cualesquiera conexiones inalámbricas adecuadas. El resorte helicoidal, si está presente, puede estar compuesto de alambres trenzados que tienen dos alambres individuales retorcidos o de una línea coaxial. En su condición cargada, el resorte puede estar comprimido hasta un grado tal que la fuerza de su pretensado corresponda a la fuerza friccional y se oponga a esta fuerza friccional durante el movimiento hacia delante de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo de la posición retraída a la posición extendida, o de una posición sustancialmente paralela al eje longitudinal del alojamiento a una posición que hace un ángulo agudo con el eje en un pivote.

15 La ruta pretensada del resorte por lo tanto puede ser mucho mayor que la carrera de la varilla de golpeo de modo que la potencia de resorte permanece sustancialmente constante durante toda la carrera de la varilla de golpeo. Cualquier fuerza friccional indeseable de los rodamientos del mecanismo de montaje para la varilla de golpeo durante el movimiento hacia delante puede también compensarse sustancialmente por este resorte.

20 En un aspecto, el mecanismo de accionamiento puede incluir un dispositivo de medición, por ejemplo, un sensor de fuerza piezoeléctrico, localizado en el alojamiento de pieza de mano para su acoplamiento con la herramienta de aplicación de energía, tal como la varilla de golpeo. El dispositivo de medición está adaptado para medir la deceleración de la varilla de golpeo tras el impacto con un objeto durante la operación, o cualquier vibración provocada por la varilla de golpeo en la muestra. El sensor de fuerza piezoeléctrico puede detectar cambios en las propiedades del objeto y puede cuantificar objetivamente sus características internas. Los datos transmitidos por el sensor de fuerza piezoeléctrico pueden procesarse por un programa de sistema, para analizarse adicionalmente a continuación.

25 En otro aspecto, el mecanismo de accionamiento puede incluir un transformador diferencial variable lineal adaptado para detectar y/o medir el desplazamiento de la herramienta de aplicación de energía tal como la varilla de golpeo, antes, durante y después de la aplicación de energía. El transformador diferencial variable lineal puede ser un sensor de desplazamiento lineal sin contacto. El sensor puede utilizar tecnología inductiva y por lo tanto puede medir cualquier objetivo de metal. También, la medición de desplazamiento sin contacto puede permitir que un ordenador determine la velocidad y aceleración justo antes de impactar de modo que los efectos de la gravedad pueden eliminarse de los resultados.

30 Localizado en el extremo abierto del alojamiento puede encontrarse un manguito. En una realización, el manguito puede fijar y/o rodear al menos una longitud del extremo libre del alojamiento y sobresale del alojamiento a una distancia sustancialmente coextensiva con el extremo de la varilla de golpeo en su forma extendida si la varilla de golpeo se mueve axialmente. Por lo tanto, la longitud del manguito puede ser dependiente de la longitud de la protuberancia de la varilla de golpeo extendida deseada. El extremo libre del manguito puede colocarse contra un objeto que experimenta medición. El contacto por el manguito ayuda a estabilizar la pieza de mano en el objeto. En otra realización, el manguito puede fijarse al extremo del alojamiento y ser sustancialmente perpendicular a él cuando la varilla de golpeo se mueve a partir de ser sustancialmente paralela para hacer un ángulo agudo con el eje longitudinal del alojamiento en un pivote cuando está en la operación. El manguito puede ser sustancialmente cilíndrico. En una realización adicional, el manguito puede ser una extensión del alojamiento y ser sustancialmente de una forma semi cilíndrica para permitir que la varilla de golpeo se mueva libremente cuando la varilla de golpeo se mueve de ser sustancialmente paralela para hacer un ángulo agudo con el eje longitudinal del alojamiento en la operación. Usando este sistema, pueden llevarse a cabo mediciones en localizaciones que son relativamente inaccesibles tales como, por ejemplo, en el área molar de un diente del paciente.

35 En una realización, el alojamiento puede estar ahusado hacia el extremo rodeado por el manguito de modo que el dispositivo puede tener una dimensión sustancialmente uniforme cuando el manguito está fijado. En otra realización, el alojamiento puede tener una dimensión sustancialmente uniforme y el manguito puede expandir la dimensión del extremo que rodea hasta un cierto punto. En una realización adicional, el mismo manguito puede tener un ahusado inverso hacia su extremo libre para aumentar el área de contacto plana con el objeto.

40 Durante la medición, el dispositivo puede entrar en contacto con el objeto con el extremo del manguito. La presión de contacto puede variar dependiendo del operador. Es deseable que la presión se aplique consistentemente en un cierto intervalo y que ese intervalo no sea excesivo. Un sensor, tal como un sensor de fuerza, puede incluirse en la pieza de mano para detectar esta aplicación de presión y puede acompañarse por señal visual o lectura digital. Este sensor puede emplearse también para asegurar que se obtiene alineación apropiada contra el objeto durante la medición.

- 5 En una realización ejemplar, el manguito incluye una pestaña que sobresale de una porción de su extremo de modo que cuando el extremo abierto del manguito está en contacto con al menos una porción de una superficie del objeto que experimenta la medición, la pestaña puede estar descansando sobre una porción de la parte superior del objeto. La pestaña y el manguito juntos ayudan en el posicionamiento repetible de la pieza de mano con respecto al objeto, por lo tanto los resultados son más reproducibles que sin la pestaña. Además, la pestaña puede estar adaptada para colocarse de manera repetitiva sustancialmente en la misma localización en la parte superior del objeto cada vez. En una realización, la pestaña puede ser sustancialmente paralela al eje longitudinal del manguito.
- 10 En otra realización ejemplar, el manguito puede incluir una pestaña y una característica, por ejemplo, una cresta, protuberancia u otra característica sustancialmente ortogonal a la superficie de la pestaña en el lado adaptado para enfrentarse a la superficie de un objeto. Por ejemplo, para dientes, la cresta o la protuberancia pueden anidarse entre dientes adyacentes u otra superficie ortogonal y por lo tanto ayudar a evitar cualquier movimiento lateral o vertical sustancial de la pestaña a través de la superficie del objeto y/o ayudar adicionalmente en la capacidad de repetición. La pestaña puede ser de suficiente longitud o anchura, dependiendo de la longitud o anchura de la porción superior del objeto de modo que la cresta o protuberancia pueden estar localizadas apropiadamente durante la operación. De nuevo, la pestaña y la característica también ayudan en los resultados reproducibles a diferencia de sin la pestaña.
- 15 En un aspecto, por ejemplo, si el objeto es un diente, la característica puede ser corta y de un espesor suficientemente pequeño de modo que puede adaptarse entre dientes adyacentes. En otro aspecto, por ejemplo, si el objeto es un diente, la característica puede ser corta y estar conformada para adaptarse entre las porciones superiores de dientes adyacentes. En otro aspecto más, por ejemplo, si el objeto es un diente, y la característica es para descansar con la superficie trasera o delantera del diente, puede ser de una dimensión para cubrir una porción principal de la superficie trasera o delantera mientras que la pestaña descansa en la superficie superior de un diente.
- 20 La pestaña y/o la pestaña y característica no sirven únicamente para ayudar al posicionamiento repetible del instrumento en un objeto, tal como un diente o estructura mecánica o industrial, compuestos y similares, como se ha mencionado anteriormente, sino que la pestaña y/o la pestaña y característica también sirven para ayudar a mantener el objeto, tal como un diente o estructura mecánica o industrial, compuestos y similares, como se ha mencionado anteriormente, que se mueva en direcciones distintas de la dirección paralela a la dirección de aplicación de energía o de toque. Esto ayuda a minimizar cualesquiera perturbaciones innecesarias del objeto y/o la base a la que está anclado y/o complicaciones que pueden surgir de estas otras perturbaciones durante el ensayo, contribuyendo adicionalmente por lo tanto a la sensibilidad y/o precisión de detección.
- 25 El extremo del manguito que no tiene la pestaña que sobresale del mismo puede ser plano o sustancialmente plano y la parte de la pestaña en contacto con la parte superior del objeto puede también ser plana o sustancialmente plana. La pestaña puede extenderse en una dirección sustancialmente paralela desde el extremo del manguito. En un aspecto, la pestaña puede ser integral con el manguito durante una distancia antes de sobresalir del extremo del manguito, manteniendo sustancialmente la silueta en sección transversal del manguito después de sobresalir del manguito. En otro aspecto, la pestaña puede sobresalir uniformemente de la parte superior o porción inferior del manguito, pero con una silueta en sección transversal sustancialmente diferente de la del manguito después de sobresalir del manguito.
- 30 En una realización ejemplar de la presente invención, la pestaña puede tener una superficie de contacto que refleja sustancialmente el contorno de la superficie de un objeto al que entra en contacto durante el uso para ayudar al posicionamiento de manera reproducible del dispositivo directamente en un objeto.
- 35 En una realización, la porción sobresaliente de la pestaña puede tener una sección transversal rectangular. En otra realización, la porción sobresaliente de la pestaña puede tener una porción superior ligeramente en arco. En otra realización más, la porción sobresaliente de la pestaña puede conformarse al contorno de la superficie con la que entra en contacto con el objeto.
- 40 En cualquiera de las realizaciones, las esquinas de la pestaña son suaves o redondeadas o sustancialmente suaves o redondeadas para evitar cualquier atrapamiento en el objeto en el que pueden estar descansando.
- 45 En general, el presente dispositivo puede ser útil al hacer cualesquiera mediciones mediante las cuales se genera vibración a través de la aplicación de energía, por ejemplo, el golpeo de, tal como una varilla de golpeo, en un objeto. Las ventajas son que el dispositivo puede mantenerse en contacto con el objeto durante la acción de toque, en contraste con dispositivos tradicionales que no están en contacto.
- 50 El manguito y la pestaña, y/o el manguito, la pestaña y la característica, pueden estar fabricados de cualquier material que tenga propiedades de amortiguación de vibración, amortiguación acústica o atenuación de vibración y el manguito puede ser de tal longitud de modo que cualquier vibración que viaje a través del manguito al alojamiento de la pieza de mano puede atenuarse sustancialmente. En una realización, el manguito y el extremo del alojamiento adyacente al manguito pueden estar fabricados del mismo material. En otra realización, el manguito y el extremo del alojamiento al que está fijado pueden estar fabricados de materiales que tienen propiedades de atenuación de vibración similares. En otra realización más, el manguito y el extremo del alojamiento al que está fijado pueden estar fabricados de diferentes materiales. En una realización adicional, el manguito y el extremo del alojamiento al que está fijado pueden
- 55

estar fabricados de materiales que tienen diferentes propiedades de atenuación de vibración. En una realización adicional más, el manguito puede estar fabricado de cualquier material con un revestimiento de atenuación de vibración en su superficie o superficies. En otra realización más, el manguito, pestaña y/o característica pueden estar fabricados de diferentes materiales que tienen propiedades de expansión térmica similares.

- 5 Además, el manguito y pestaña y/o el manguito, la pestaña y la característica, pueden estar fabricados de materiales reciclables, compostables o biodegradables que pueden ser especialmente útiles en aquellas realizaciones que se pretende que sean desechables después de un uso.

10 En una realización ejemplar, un dispositivo puede incluir una pieza de mano que tiene un alojamiento con un extremo abierto y una herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo, o varilla de impacto montada dentro del alojamiento para movimiento en el extremo abierto. El alojamiento tiene un eje longitudinal y la herramienta de aplicación de energía tiene una longitud con una configuración en descanso y una configuración activa. Un sensor situado dentro de dicho alojamiento adaptado para monitorizar que se aplica una fuerza apropiada cuando el manguito descansa en el objeto. Un manguito puede estar localizado en el extremo abierto del alojamiento durante una distancia, adaptado para descansar contra un objeto con al menos una porción de su extremo abierto. Un sensor, tal como un sensor de fuerza puede estar situado dentro del alojamiento, adaptado para monitorizar que se aplica una fuerza apropiada por un operador cuando el manguito descansa en un objeto que experimenta medición. El sensor también puede emplearse para asegurar que se obtiene alineación apropiada contra el objeto durante la medición, como se ha indicado anteriormente. Se describen detalles adicionales del sensor a continuación. El manguito puede tener o no una pestaña, o una pestaña con una característica fijada al mismo, como se ha indicado anteriormente.

20 En una realización ejemplar, la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de percusión o varilla de golpeo puede tener una punta separable fijada a la porción frontal y una porción trasera adyacente al mecanismo de accionamiento. La punta separable puede ser la característica desechable de la invención. La punta separable puede entrar en contacto con una superficie de ensayo, tal como un diente del paciente u otra superficie de trabajo y estar conectada a la porción frontal de la varilla de golpeo a través de magnetismo. En un aspecto, el extremo de la porción frontal puede tener un elemento de imán o magnético localizado en el mismo para sujetarse en la punta a través de la fuerza magnética. En otro aspecto, la punta separable puede tener un elemento de imán o magnético en el mismo para fijación a la porción frontal de la varilla de golpeo. La característica desechable puede usarse sin interferir con la medición o la capacidad del sistema. El sistema puede incluir o no una característica para ayudar a la capacidad de reposicionamiento.

30 En una realización, el manguito y pestaña y/o manguito y pestaña y característica para ayudar al reposicionamiento pueden estar conectados de manera extraíble al alojamiento de la pieza de mano y la característica desechable puede incluir el manguito y pestaña, y/o manguito, pestaña y característica, y la punta separable. En otra realización, la característica desechable puede incluir el manguito y pestaña, y/o manguito, pestaña y característica, y una membrana que puede estar formada integralmente alrededor de la punta separable de modo que cubre sustancialmente la punta entera. La membrana se elige para que tenga un efecto mínimo en la operación de la varilla de golpeo y la punta puede necesitarse que sea o no desechable. En un aspecto, la membrana puede cubrir la punta separable entera y la conexión al extremo delantero de la varilla de golpeo puede formarse a través de la membrana magnéticamente. En otro aspecto, la membrana puede tener aperturas en uno o ambos extremos y la conexión a la varilla de golpeo puede hacerse directamente a través de fuerzas magnéticas.

40 En otra realización, el manguito y pestaña y/o manguito y pestaña y característica pueden estar conectados de manera extraíble al alojamiento de la pieza de mano y la característica desechable puede incluir la porción del extremo delantero del manguito y pestaña, y/o porciones del extremo delantero del manguito, pestaña y característica, una punta y membrana separadas. La característica desechable puede ensamblarse durante la fabricación y venderse como una unidad, o ensamblarse en el consultorio dental y venderse de manera separada o junta. La membrana puede tener un interior hueco con uno o dos extremos abiertos, con una forma y tamaño sustancialmente similares a la porción trasera del manguito de modo que el manguito puede insertarse firmemente o fijarse a la misma y la punta puede estar conectada al extremo delantero de la varilla de golpeo a través del elemento magnético. En un aspecto, el imán o elemento magnético pueden estar presentes en el extremo delantero de la varilla de golpeo. En otro aspecto, el imán o elemento magnético pueden estar presentes en la punta separable.

50 En una realización ejemplar, el manguito, pestaña y/o característica pueden ser reutilizables. El material usado para la construcción puede ser susceptible de que experimente limpieza y/o esterilización por autoclave.

En otra realización ejemplar, el manguito, pestaña y/o característica, así como la membrana como se ha descrito anteriormente, o la punta de la varilla de golpeo y la membrana, como se ha descrito anteriormente, pueden ser desechables.

55 En una realización ejemplar adicional, la punta separable y la membrana desechable pueden estar adaptadas para su uso en cualesquiera piezas de mano de percusión comercialmente disponibles que no están adaptadas para el contacto con un objeto bajo medición, que pueden lograrse también las ventajas de la presente invención.

En otra realización ejemplar adicional más, el manguito, la punta separable y la membrana desechable pueden estar

adaptadas para su uso en cualesquiera piezas de mano de percusión comercialmente disponibles que no están adaptadas para entrar en contacto con un objeto bajo medición, de modo que pueden lograrse también las ventajas de la presente invención.

5 La evaluación de tales características estructurales anteriormente mencionadas puede hacerse en un número de procedimientos, usando un número de instrumentos, por ejemplo, un instrumento adecuado es como se describe en la Patente de Estados Unidos N.º 6.120.466 ("la patente '466"), expedida el 19 de septiembre 12000 y titulada "System and Method for Quantitative Measurements of Energy Damping Capacity". Pueden incluirse otros instrumentos y procedimientos tal como aquellos desvelados en las Patentes de Estados Unidos N.º 6.997.887 y 7.008.385. Estas mediciones pueden incluir usar un instrumento para medir, durante un intervalo de tiempo, energía reflejada del objeto como resultado del toque o de la aplicación de energía, que puede incluir crear un perfil de tiempo-energía basándose en la energía reflejada del objeto durante el intervalo de tiempo, y/o evaluar el perfil de tiempo-energía para determinar la capacidad de amortiguación del objeto. Puede usarse también un dispositivo adicional, tal como el desvelado en las Patentes de Estados Unidos N.º 4.482.324 y 4.689.011. Todos estos instrumentos y dispositivos pueden modificarse con la presente configuración de manguito para reposicionamiento repetitivo.

15 Como se ha mencionado anteriormente, el manguito en cualquiera de las realizaciones anteriormente indicadas puede ser extraíble. De acuerdo con una realización de la invención, el manguito puede ser desechable. De acuerdo con otra realización de la invención, el manguito puede ser reutilizable. En un aspecto, el manguito desechable puede esterilizarse y desecharse después de múltiples usos. En otro aspecto, el manguito puede ser para un uso, ya esté fabricado de material que pueda esterilizarse o no esterilizarse.

20 El manguito puede fijarse al alojamiento por cualesquiera modos de fijación adecuados que incluyen, pero sin limitación, ajuste roscado, ajuste por fricción, formaciones de bayoneta coincidentes, formaciones de tipo lengüeta y ranura, ajuste por presión, formaciones de perno y orificio inter-anidadas, pestillos y otras estructuras de interconexión. En una realización ejemplar, el manguito y el alojamiento pueden estar en un sistema roscado fabricado personalizado para mejor ajuste.

25 De acuerdo con otra realización de la invención, el manguito puede ajustarse a otras piezas de mano comercialmente disponibles que no están adaptadas para entrar en contacto con un objeto bajo medición, de modo que pueden lograrse también las ventajas de la presente invención.

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema y procedimiento de la presente invención no son destructivos. Esto es aplicable a un sistema que puede tener o no partes desechables y/o características para ayudar al reposicionamiento. La presente invención se refiere adicionalmente a un sistema y procedimiento para medir características estructurales que minimiza el impacto, incluso el impacto mínimo en el objeto que experimenta medición, sin comprometer la sensibilidad de la medición u operación del sistema. En una realización, el sistema incluye una herramienta de aplicación de energía que es de peso ligero y/o que puede moverse a una velocidad inferior de manera que minimiza la fuerza de impacto en el objeto durante la medición mientras que muestra o mantiene mejor sensibilidad de medición. En un aspecto, la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, puede estar fabricada de material más ligero para minimizar el peso de la pieza de mano. En otra realización, la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, puede estar fabricada más corta y/o de diámetro menor de manera que el tamaño de la pieza de mano también puede minimizarse. En una realización adicional, el sistema puede incluir un mecanismo de accionamiento que puede reducir la aceleración de la herramienta de aplicación de energía. Por ejemplo, el mecanismo de accionamiento puede incluir una bobina de accionamiento más pequeña para reducir la aceleración de la herramienta de aplicación de energía, ya sea o no peso ligero, y/o menor en longitud o diámetro, y la fuerza de impacto en el objeto durante la operación mientras mantiene sensibilidad de medición. Estas realizaciones pueden combinarse con una o más de las realizaciones anteriormente descritas, incluyendo el alojamiento de pieza de mano de peso más ligero. La velocidad de realización de la medición también puede ser deseable sin aumentar la velocidad inicial de impacto para minimizar el impacto en el objeto durante la medición. La presente invención se refiere a otro sistema y procedimiento más para medir características estructurales que tienen un mecanismo de accionamiento que puede reducir la distancia de recorrido de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, de aproximadamente 4 mm a aproximadamente 2 mm, mientras mantiene la misma velocidad inicial en contacto y por lo tanto, es posible medición más rápida sin comprometer la operación del sistema. El sistema puede tener o no partes desechables y/o características para ayudar al reposicionamiento y/o reducir el impacto con las características anteriormente mencionadas.

En cualquiera de los sistemas anteriormente mencionados, ya sea con o sin la herramienta de aplicación de energía de peso más ligero, una herramienta de aplicación de energía de diámetro más corto o más pequeño, o un mecanismo de accionamiento que puede incluir una bobina de accionamiento más pequeña para reducir la aceleración de la herramienta de aplicación de energía, si la medición ha de realizarse mientras una porción del manguito está en contacto con el objeto, la fuerza que ejerce un operador en el objeto puede también ser importante y puede necesitar monitorizarse, puesto que, por ejemplo, ya sea por fuerza insuficiente o excesiva ejercida por un operador puede complicar las mediciones, y puede incluso producir resultados menos precisos. En una realización, con cualquiera de las realizaciones de la invención anteriormente analizadas, la pieza de mano puede incluir galgas extensiométricas para medir las fuerzas aplicadas a un objeto bajo medición. Una galga extensiométrica, si está presente, puede fijarse o montarse a un voladizo entre la pieza de mano y el manguito de modo que presionar el manguito en el objeto también

deforma el voladizo que se mide por la galga extensiométrica, proporcionando de esta manera una medición de fuerza.

En otra realización, con cualquiera de las realizaciones de la invención anteriormente analizadas, la pieza de mano puede incluir elementos piezoeléctricos para medir directamente la fuerza anteriormente analizada.

5 En algunas realizaciones, pueden utilizarse múltiples galgas extensiométricas montadas a uno único o a voladizos separados. El voladizo o voladizos pueden también estar presentes, por ejemplo, en un componente separado del resto de la pieza de mano o manguito, tal como, por ejemplo, en un dispositivo de montaje.

10 En un aspecto, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida visual, tal como luces. En una realización, puede incluirse un sistema de múltiples luces. Por ejemplo, una luz verde puede indicar la cantidad correcta de fuerza mientras que una luz roja puede indicar demasiada fuerza. En otra realización, puede incluirse un sistema de una luz. Por ejemplo, sin luz puede proporcionar una señal de cantidad correcta de fuerza y una luz roja puede proporcionar una señal de demasiada fuerza. En una realización adicional, una luz roja parpadeante puede indicar demasiada fuerza.

15 En otro aspecto, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida audible. En una realización, la salida audible puede incluir un sonido de pitido para indicar demasiada fuerza. En otra realización, la salida audible puede incluir un sonido de pitido con una luz roja parpadeante para indicar demasiada fuerza. En una realización adicional, la medición de fuerza puede estar conectada a un sistema de alerta de voz para alertar demasiada fuerza. En una realización adicional más, la medición de fuerza puede estar conectada a un sistema de alerta de voz y una luz roja parpadeante para alertar demasiada fuerza.

20 Como se ha indicado anteriormente, la pieza de mano puede ser parte de un sistema que incluye hardware informatizado y software de instrumentación que puede programarse para activar, introducir y rastrear la acción y respuesta de la pieza de mano para determinar las características estructurales del objeto. El hardware puede incluir un ordenador para controlar la pieza de mano y para analizar cualesquiera datos recopilados, por ejemplo, la deceleración de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, tras el impacto con un objeto. En una realización, la pieza de mano y el hardware pueden comunicar mediante una conexión alámbrica. En otra realización, la pieza de mano y el hardware pueden comunicar mediante una conexión inalámbrica.

25 En una realización, el procedimiento de aplicación de energía de la pieza de mano puede activarse mediante un mecanismo mecánico, tal como mediante un mecanismo de interruptor. En un aspecto, un interruptor de dedo puede estar localizado en una localización conveniente en la pieza de mano para activación fácil por el operador. En otro aspecto, el mecanismo de interruptor puede activarse mediante presión aplicada al objeto a través del manguito. En otra realización, el procedimiento de aplicación de energía de la pieza de mano puede activarse mediante control de voz o control de pie.

30 Tras la activación, la varilla de golpeo se extiende a una velocidad hacia un objeto y la deceleración de la varilla de golpeo tras el impacto con el objeto puede medirse por un dispositivo de medición, por ejemplo, un sensor de fuerza piezoeléctrico, instalado en la pieza de mano, y transmitirse al resto del sistema para su análisis. En un aspecto, la varilla de golpeo puede estar programada para golpear un objeto un cierto número de veces por minuto a sustancialmente la misma velocidad y la información de deceleración se graba o compila para análisis por el sistema.

35 El manguito y/o una porción del alojamiento pueden tener también un revestimiento antimicrobiano revestido en los mismos que puede eliminar, evitar, retardar o minimizar el crecimiento de microbios, minimizando por lo tanto el uso del procedimiento de esterilización por autoclave de alta temperatura o productos químicos agresivos y puede aumentar la clase y número de materiales útiles como sustratos para fabricar tales herramientas o instrumentos.

40 Además, el instrumento puede ser útil al ayudar en la selección de material, tal como material mecánicamente biocompatible, o material biomecánicamente compatible usado en la construcción de y/o selección de un material para una estructura anatómica, por ejemplo, un implante. Para dientes saludables normales, la energía de percusión generada por la masticación se atenúa por el ligamento periodontal en la interfaz del hueso-diente natural saludable. Sin embargo, cuando un implante sustituye el diente natural debido a daño o enfermedad, el ligamento generalmente se pierde y el implante puede transmitir las fuerzas de percusión directamente en el hueso. Varios materiales tales como compuestos, oro, circonia y así sucesivamente, usados para fabricar el pilar del implante se han mostrado que son eficaces en numerosos estudios. Aunque los estudios han demostrado la supervivencia de restauraciones de implante utilizando pilares de resina compuesta, oro o circonia después de la construcción de los pilares, no se ha realizado una investigación de este tipo para medir la respuesta dinámica a carga de dichos materiales de pilar. El instrumento de la presente invención puede usarse para tales fines y puede ser útil para predecir la capacidad de adecuación o compatibilidad antes de la implantación, para elegir materiales adecuados para proteger los dientes adyacentes a los implantes. Por lo tanto, la elección de materiales puede minimizar la disparidad entre la manera en la que los implantes y los dientes naturales responden al impacto.

55 Adicionalmente, el instrumento puede ser útil al ayudar en la selección de material, tal como mecánica o químicamente durable o material compatible, usado en la construcción de y/o selección de un material para, por ejemplo, un avión, un automóvil, un barco, un puente, un edificio, cualesquiera estructuras industriales incluyendo, pero sin limitación instalaciones de generación de potencia, estructuras de arco, u otras estructuras físicas similares o material de

amortiguación adecuado para ayudar en la construcción de tales estructuras. El instrumento de la presente invención puede usarse para tales fines y puede ser útil para predecir la capacidad de adecuación de un material antes de la construcción además de la detección de roturas, fracturas, microrroturas, fallos de cemento, fallos de uniones o localización de defecto, etc., después de la construcción.

5 Además, la presente invención también es útil al distinguir entre defectos inherentes en el material que compone la estructura u objeto, y roturas o fracturas, etc., como se ha analizado anteriormente debido a trauma o desgaste o carga repetida. Los defectos inherentes en el hueso o construcción material de un implante, o una estructura física, por ejemplo, pueden incluir lesiones en el hueso, defectos similares en la construcción del implante o fabricación de polímero, compuestos o aleaciones poliméricas, o compuestos o aleaciones metálicas.

10 La estabilización del instrumento por la pestaña o la pestaña y/o característica puede minimizar también cualquier acción desigual que pueda confundir los resultados de ensayo, por ejemplo, cualesquiera defectos intrínsecos en la estructura del hueso o estructura física o industrial que pueda enmascarse por acción desigual del ensayador. Este tipo de detección de defecto es importante puesto que la localización y alcance del defecto puede impactar drásticamente la estabilidad del implante o estructuras físicas o industriales. En general cuando se detectan lesiones, por ejemplo, en un implante, tal como un defecto crestal o apical, la estabilidad del implante puede verse afectada si están presentes tanto el defecto crestal como el apical. En el pasado, no había otra manera de recoger este tipo de información distinta de los procedimientos de radiación intensiva costosos. Con la presente invención, este tipo de información puede recogerse, y puede hacerse de una manera no obstructiva.

20 En general, la presente invención representa adicionalmente una nueva forma de precisión de la determinación de riesgo en salud dental o integridad estructural de estructuras físicas y una oportunidad para diagnosticar de una nueva manera. La presente invención proporciona la administración de energía cinética a la muestra, tasas de carga y desplazamiento que pueden determinarse por la muestra, deceleración medida tras impacto y análisis de respuesta mecánica dinámica para predicción más precisa de roturas, fracturas, microrroturas, microfracturas; pérdida de sellado de cemento; fallo de cemento; fallo de unión; microfuga; lesiones; caries; integridad estructural en general; estabilidad estructural en general o localización de defecto.

25 Además, pueden ser posibles múltiples indicadores de integridad estructural, tal como LC (coeficiente de pérdida) y ERG (gráfico de retorno de energía) así como cargas de percusión en una dirección crítica. El presente sistema proporciona una manera conveniente y fácil de proporcionar carga bucal y son posibles otras direcciones de carga tal como la dirección lingual para ensayar las propiedades estructurales anteriormente mencionadas.

30 La carga bucal es importante en que típicamente es el tipo más peligroso de carga encontrada por, por ejemplo, un diente. En general, la carga vertical induce tensiones relativamente bajas en los dientes. Sin embargo, el movimiento de trabajo y/o no trabajo produce una carga lateral como resultado del movimiento lateral de la mandíbula y geometrías inclinadas de las superficies oclusales de los dientes y restauraciones. Esta carga lateral puede inducir concentraciones de tensión mucho más altas en las superficies externa e interna y por debajo del margen. Por lo tanto, usando el sistema de la presente invención, tales ensayos pueden realizarse fácilmente. En resumen, el sistema no está únicamente adaptado para detección de estabilidad estructural, integridad, roturas, etc., de una estructura de implante dental protésico, una estructura dental, una estructura ortopédica, o un implante ortopédico, sino que también puede estar adaptado para su uso en el procedimiento de construcción y sustitución real a través del ensayo bajo tensiones que pueden encontrarse más tarde después de la implantación.

40 La carga natural típicamente es pulsátil (a diferencia de, por ejemplo, sinusoidal). El aspecto muscular, cardiovascular, correr, saltar, apretar / bruxismo, y así sucesivamente, todo puede producir carga, por ejemplo, carga pulsátil. La carga de percusión es pulsátil y por lo tanto fisiológica. La carga de percusión puede usarse para medir propiedades visco-elásticas y detectar daño en una estructura.

45 Como se ha mencionado anteriormente, la presente invención proporciona la facilidad y velocidad de aplicación y puede emplearse para detectar y determinar microfuga, caries recurrente grave, poste/acumulación sueltos, caries en el post espacio, si el diente no puede restaurarse, caries grave, exposición cerca de la pulpa, roturas en el esmalte y la dentina, fractura de aleación interna, o incluso cualquier desajuste de bioingeniería, cualquier defecto que pueda crear movimiento en la estructura, y así sucesivamente de una manera no destructiva. Esto también se cumple en las estructuras industriales o físicas anteriormente indicadas.

50 Además, como se ha indicado anteriormente, la presente invención también contribuye a la precisión de la localización de detección de defectos, roturas, micro-roturas, fracturas, microfractura, fuga, lesiones, pérdida de sellado de cemento; microfuga; caries; integridad estructural en fallo de cemento; fallo de unión; estabilidad general o estructural en general.

55 La presente invención puede ejemplificarse adicionalmente por la siguiente descripción detallada de las realizaciones y dibujos mostrados a continuación.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una realización de un sistema de la presente invención;

La Figura 1a y 1b muestra realizaciones ilustrativas de la pestaña de la presente invención;
 La Figura 2a ilustra una vista en perspectiva lateral de una realización de un manguito y pestaña de la presente invención;
 5 La Figura 2b ilustra una vista en perspectiva de extremo de una realización de un manguito y pestaña de la presente invención;
 La Figura 2c ilustra una vista en sección transversal en perspectiva de una realización de un manguito y pestaña de la presente invención;
 La Figura 2d ilustra una vista en sección transversal de extremo de una realización de un manguito y pestaña de la presente invención;
 10 La Figura 2e ilustra una vista en sección transversal lateral de una realización de un manguito y pestaña de la Figura 2a de la presente invención;
 La Figura 3 muestra una vista lateral en perspectiva de una realización de un manguito de la presente invención;
 La Figura 3a muestra una vista lateral de la realización de un manguito de la Figura 3;
 La Figura 3b muestra una vista lateral de otra realización de un manguito de la presente invención;
 15 La Figura 3c muestra una vista en sección transversal del manguito de la Figura 3b visto desde el extremo del manguito;
 La Figura 3d muestra una vista en sección transversal del manguito de la Figura 3a visto desde el extremo del manguito para fijarse a la pieza de mano;
 Las Figuras 4a-b ilustran realizaciones del manguito de la pieza de mano de la presente invención;
 20 La Figura 5 ilustra una vista en sección transversal longitudinal de una realización de una pieza de mano de la presente invención;
 La Figura 6 ilustra una vista en sección transversal tomada a lo largo de las líneas III-III de la Figura 5 de la presente invención;
 La Figura 7a ilustra una vista lateral de una realización del manguito y pestaña de cualquiera de las Figuras 2a-d cuando se sitúan en un objeto;
 25 Las Figuras 7b y c ilustran realizaciones de una vista superior y vista frontal, respectivamente, de las realizaciones de un manguito y pestaña de la presente invención durante la operación;
 Las Figuras 8 ilustran otra realización del manguito y pestaña de la presente invención;
 Las Figuras 8a y 8b ilustran la realización de manguito y pestaña de la Figura 8 durante la operación;
 30 La Figura 9 ilustra un diagrama de flujo de un programa de software en una realización de la invención;
 Las Figuras 10, 10 a, 11 y 11a muestran gráficos de un estudio *in vitro* de densidades de hueso de cuatro implantes de titanio roscados que usan el sistema y procedimiento de la presente invención;
 La Figura 12 muestra la fuerza que se aplica durante el impacto por la varilla de golpeo de un instrumento de la presente invención;
 35 La Figura 13 muestra la respuesta dinámica del objeto tras el impacto por la varilla de golpeo del instrumento de la presente invención;
 Las Figuras 14 y 15 muestran las fórmulas usadas al calcular el coeficiente de pérdida y gráficos de retorno de energía de una situación ideal;
 La Figura 16 muestra un instrumento de la presente invención;
 40 La Figura 16a muestra el coeficiente de pérdida y gráficos de retorno de energía generados después del impacto por la varilla de golpeo de la presente invención y cómo lo compara con el ajuste ideal;
 La Figura 16b muestra los gráficos de una estructura normal y anormal después de numerosa medición y cómo se compara con el ajuste ideal;
 Las Figuras 17a-h representan un diente ensayado con el sistema y procedimiento de la presente invención y otros procedimientos existentes;
 45 Las Figuras 18 y 18a-f muestran un procedimiento de repetición en un diente diferente al de las Figuras 17, 17a-h;
 Las Figuras 19, 19a-c representan 3 dientes ensayados con el sistema y procedimiento de la presente invención y otros procedimientos existentes;
 50 Las Figuras 20, 20a-f muestran un diente y su perfil de respuesta de percusión de tiempo antes y después de trabajo dental, usando el sistema de la presente invención;
 Las Figuras 21 y 21a-b muestran perfiles de rayos X y respuesta de percusión de tiempo usando el sistema de la presente invención del mismo diente;
 Las Figuras 22 y 22a muestran el perfil de respuesta de percusión visual y de tiempo usando el sistema de la presente invención del mismo diente;
 55 Las Figuras 23 muestran datos a partir del análisis de elementos finito, usando una varilla de vidrio para simular un diente y una curva creada por impacto en un modelo de elementos finito;
 Las Figuras 24 y 24b muestran una placa laminada de compuesto sin defectos y una muestra laminada de compuesto con un defecto colocado en el centro de la muestra entre capas, respectivamente;
 60 Las Figuras 24a y c muestran gráficos de respuesta de percusión para los compuestos de 24 y 24b, respectivamente, usando Análisis de Elementos Finito;
 Las Figuras 25 y 25a muestran una medición de repetición de compuestos de las Figuras 24 y 24b;
 La Figura 26 muestra una imagen de una realización del sistema de la presente invención;
 Las Figuras 26a-b muestran el dispositivo de medición del sistema de la presente invención;
 65 Las Figuras 27 y 28 muestran perfiles de respuesta de percusión de tiempo generados por el sistema y procedimiento de la presente invención;

- La Figura 29 muestra un diagrama esquemático de una realización del sistema e instrumento de la presente invención;
- La Figura 30 muestra la vista en sección transversal del extremo delantero de una realización de la herramienta de aplicación de energía de la presente invención con punta separable y membrana;
- 5 La Figura 30a y 30b muestra la vista trasera y vista frontal de una punta con imán de retención de la realización de la Figura 30;
- La Figura 31 muestra la vista en sección transversal del extremo delantero de otra realización de la herramienta de aplicación de energía de la presente invención con la localización de punta separable, membrana y fijación de manguito mostradas;
- 10 La Figura 32 muestra la vista en sección transversal del extremo delantero de una realización adicional de la herramienta de aplicación de energía de la presente invención con punta separable, membrana y manguito con localizaciones de fijación de pestaña mostradas;
- La Figura 33 muestra la vista en sección transversal de otra realización más de la herramienta de aplicación de energía con membrana plegada y con punta separable;
- 15 La Figura 34 muestra una vista en sección transversal de una pieza de mano de la presente invención que incluye el extremo delantero de la Figura 32;
- La Figura 34a muestra la vista en despiece de la pieza de mano de la Figura 34;
- La Figura 34b y b1 muestra la vista en despiece del extremo delantero la Figura 34;
- 20 La Figura 34c muestra la vista superior de la Figura 34 sin las cubiertas;
- Las Figuras 35 a, b y c muestran la pieza de mano de la Figura 34 en diversas vistas;
- Las Figuras 36, a, b, c, y d muestran la vista en despiece detallada de la Figura 34;
- Las Figuras 37, 37a y 37b muestran otra realización de la pieza de mano de la presente invención que tiene una punta perpendicular con o sin una membrana desechable;
- La Figura 38 muestra una vista superior de montaje de galga extensiométrica; y
- 25 La Figura 38a muestra una vista de perfil lateral de un montaje de galga extensiométrica que ilustra la dirección de deflexión.

Descripción detallada de la invención

La descripción detallada expuesta a continuación se pretende como una descripción de los sistemas, dispositivos y procedimientos actualmente ejemplificados proporcionados de acuerdo con aspectos de la presente invención y no se pretende que represente las únicas formas en las que puede prepararse o utilizarse la presente invención. Ha de entenderse, en su lugar, que las mismas o equivalentes funciones y componentes pueden conseguirse por diferentes realizaciones que también se pretende que estén abarcadas dentro del espíritu y alcance de la invención.

30

A menos que se defina de otra manera, todos los términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que el entendido comúnmente para un experto en la materia al que pertenece la presente invención. Aunque pueden usarse cualesquiera procedimientos, dispositivos y materiales similares o equivalentes a aquellos descritos en el presente documento en la práctica o ensayo de la invención, los procedimientos, dispositivos y materiales ejemplares se describen ahora.

35

Todas las publicaciones mencionadas en el presente documento se incorporan en el presente documento por referencia para el fin describir y desvelar, por ejemplo, los diseños y metodologías que se describen en las publicaciones que pueden usarse en relación con la invención actualmente descrita. Las publicaciones anteriormente enumeradas o analizadas, a continuación y a través de todo el texto se proporcionan únicamente para su divulgación antes de la fecha de presentación de la presente solicitud. Nada en el presente documento ha de interpretarse como una admisión de que los inventores no tienen derecho a anteceder tal divulgación por medio de la invención anterior.

40

La presente invención puede usarse para probar objetos de prácticamente cualquier tamaño y forma, para obtener información sobre sus características estructurales. Tales características estructurales no incluyen únicamente las características físicas de un objeto o la base a la que puede anclarse el objeto, sino también información en cuanto a sus localizaciones, compatibilidad o capacidad de adecuación de un material para su uso en trabajo dental antes del trabajo real, si una estructura dental puede restaurarse antes del trabajo real, si un procedimiento restaurativo es satisfactorio, cuando la estructura dental que se sometió a cualquier procedimiento ha sido remodelada, la soldadura de la estructura dental antes y después del trabajo dental, y combinaciones de los mismos.

45

50

Las características estructurales como se definen en el presente documento pueden incluir capacidades de amortiguación de vibración; capacidades de amortiguación acústica; defectos que incluyen defectos inherentes en, por ejemplo, el hueso o el material que compone el objeto; roturas, micro-roturas, fracturas, microfracturas; pérdida de sellado de cemento; fallo de cemento; fallo de unión; microfuga; lesiones; caries; integridad estructural en general o estabilidad estructural en general. Para un objeto anatómico, tal como un diente, un diente natural, una estructura de implante dental protésico, una estructura dental, una estructura ortopédica o un implante ortopédico, tales características pueden indicar la salud del objeto, o la salud de la base subyacente a la que puede anclarse o fijarse el objeto. La salud del objeto y/o la base subyacente pueden estar también correlacionadas a densidades o densidades de hueso o un nivel de osteointegración; cualesquiera defectos, intrínsecos o de otra manera; o roturas, fracturas, microfracturas, microrroturas; pérdida de sellado de cemento; fallo de cemento; fallo de unión; microfuga; lesión; caries o combinaciones de los mismos. Para objetos en general, por ejemplo, estructuras compuestas poliméricas que

55

60

incluyen panales o panales en capas o estructura compuesta metálica; una estructura de avión, un automóvil, un barco, un puente, un edificio, estructuras industriales que incluyen, pero sin limitación instalaciones de generación de potencia, estructuras de arco, u otras estructuras físicas similares; tales mediciones también pueden estar correlacionadas a cualquier integridad estructural, o estabilidad estructural, tal como defectos o roturas, incluso minúsculas fracturas o microrroturas, y así sucesivamente, como se ha indicado anteriormente.

Por ejemplo, al medir las características de amortiguación de los dientes, ya sean naturales o restaurados, estructuras de implante dental, estructuras de implante ortopédico y una diversidad de otras aplicaciones donde se utiliza la medición de características de amortiguación, que incluyen, pero sin limitación, estructuras de avión de ensayo, estructuras compuestas, materiales de ingeniería, o la seguridad de implantes médicos, y es particularmente ventajoso en localizaciones que son difíciles de acceder o donde no podrían usarse acoplamiento líquidos. Integridad estructural, tal como la pérdida de un tornillo, roturas en dientes así como hueso y dientes huecos, restauraciones deshuesadas y daño en materiales de circuito integrado. Sin embargo, la lista anterior no se pretende que sea exhaustiva.

La presente invención proporciona una medición eficaz y repetible de las características estructurales de un objeto, anteriormente mencionadas.

El objeto puede someterse a unos procedimientos de aplicación de energía proporcionados mediante una pieza de mano, que forma una parte de un sistema informatizado que puede recoger y analizar cualesquiera datos que se animen desde el objeto. Como se ha indicado anteriormente, pueden determinarse muchas características estructurales diferentes usando el sistema y procedimientos de la presente invención, incluyendo las capacidades de amortiguación de vibración, capacidades de amortiguación acústica, integridad estructural o estabilidad estructural de tanto objetos mecánicos como anatómicos y cualesquiera bases a las que puedan estar anclados en las mismas, como se ha indicado anteriormente. Para un objeto anatómico, tal como un diente, natural o restaurado, estructura de implante dental protésica, una estructura dental, o un implante ortopédico, ejemplos de las características estructurales como se definen en el presente documento pueden incluir capacidades de amortiguación de vibración, capacidades de amortiguación acústica, o estabildades estructurales y pueden indicar la salud del objeto. La salud del objeto, también puede estar correlacionada a densidades de hueso o a un nivel de osteointegración; integridad estructural tal como defectos o roturas, anteriormente indicados. Para objetos en general, tales mediciones también pueden estar correlacionadas con su integridad estructural tal como defectos o roturas, también como se ha indicado anteriormente. Para una estructura física, tal como un avión, un automóvil, un barco, un puente, un edificio u otras estructuras físicas similares o material de amortiguación adecuado para ayudar en la construcción de tales estructuras, ejemplos de las características estructurales como se define en el presente documento pueden incluir capacidades de amortiguación de vibración, capacidades de amortiguación acústica, o estabildades estructurales y pueden indicar la salud de la integridad estructural del objeto.

El instrumento de la presente invención puede usarse para tales fines y puede ser útil para predecir la capacidad de adecuación de un material antes de la construcción además de la detección de pérdida de sellado de cemento; fallo de cemento; fallo de unión; microfuga; caries y así sucesivamente después de la construcción, como se ha mencionado anteriormente. Además, la presente invención es útil al distinguir entre defectos intrínsecos en el material que compone la estructura u objeto, y roturas o fracturas como se ha analizado anteriormente debido a trauma o desgaste o cargas repetidas. Los defectos inherentes en el hueso o construcción de material de un implante, o una estructura física, por ejemplo, pueden incluir lesiones en el hueso, defectos similares en la construcción del implante o polímero, compuestos o aleaciones poliméricas, cualquier tipo de cerámica, o compuestos o aleaciones metálicas.

En una realización, la pieza de mano 104 puede ser, por ejemplo, como se ejemplifica en las Figuras 1, 35a, b y c, en forma de un instrumento de percusión. La pieza de mano 104 puede tener un alojamiento 132 cilíndrico con un extremo 132a abierto y un extremo 132b cerrado. El extremo 132a abierto está ahusado como se ejemplifica en este punto, aunque también se contemplan otras configuraciones. Una herramienta 120 de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla 120 de golpeo, puede estar montada dentro del alojamiento 132 para movimiento axial, como se ha indicado anteriormente. La pieza de mano también incluye un mecanismo 160 de accionamiento, montado dentro del alojamiento 132 para controlar la varilla 120 de golpeo axialmente en el alojamiento 132 entre una posición 128 retraída y una posición 129 extendida durante la operación. En la posición 129 extendida, el extremo libre de la varilla 120 de golpeo se extiende o sobresale del extremo 132a abierto del alojamiento 132, como se muestra. El mecanismo 160 de accionamiento puede incluir una bobina 156 electromagnética, como se muestra en la Figura 5, que va a analizarse adicionalmente a continuación. En un aspecto, la varilla 120 de golpeo puede tener una construcción en sección transversal sustancialmente constante a través de su longitud entera y tiene un conjunto 157 de imán magnético permanente montado en el extremo alejado del extremo libre. La bobina 156 electromagnética del mecanismo 160 de accionamiento puede estar situada detrás del otro extremo de la varilla 120 de golpeo, dando como resultado un diámetro exterior relativamente pequeño para la pieza de mano 104.

El mecanismo de montaje para la herramienta 120 de aplicación de energía, por ejemplo, varilla 120 de golpeo puede estar formado por los rodamientos 1003 y 1004, como se muestra en la Figura 6, para recibir o soportar la varilla 120 de golpeo de una manera ampliamente sin fricción. En un ejemplo, el alojamiento 132 puede ser aproximadamente de 150 mm de longitud y aproximadamente de 15 mm de espesor. La bobina 156 magnética o de propulsión puede estar situada en el alojamiento 132 adyacente al imán 157 permanente y está axialmente detrás del imán 157 permanente.

La bobina 156 magnética y el imán 157 permanente forman un mecanismo para el movimiento hacia adelante y de retorno de la varilla 120 de golpeo. La bobina 156 de accionamiento puede ser un componente integral del alojamiento 130 y puede estar conectada a una manguera o línea 1000 de suministro.

5 Los dos rodamientos 1003 y 1004 pueden ser sustancialmente sin fricción y pueden incluir, como se muestra en la Figura 6, una pluralidad de crestas que se extienden hacia dentro de manera radial separadas por aperturas 1400 axiales. Las aperturas 1400 axiales del rodamiento 1003 permiten el movimiento de aire entre una cámara 1500 que está separada por el rodamiento 1003 de una cámara 1600, cámaras que están formadas entre una superficie de pared interna del alojamiento 132 y la varilla 120 de golpeo. El movimiento del aire entre estas cámaras 1500 y 1600 puede por lo tanto compensar el movimiento de la varilla 120 de golpeo.

10 Haciendo referencia de nuevo a la Figura 1, un manguito 108 está situado hacia el extremo 132a y se extiende más allá de él. El manguito 108 envuelve el extremo del alojamiento 132a y está aplanado en su extremo 116 para facilidad de posicionamiento contra una superficie de un objeto 112 durante la operación. El manguito 108 tiene una pestaña 110, como se muestra en la Figura 2a, que sobresale de una porción de su extremo 116, de modo que cuando el extremo abierto 116 del manguito 108 está en contacto con una superficie del objeto 112 que experimenta la medición, la pestaña 110 puede estar descansando en una porción de la parte superior del objeto 112, como se muestra en este punto en las Figuras 6, 26a y 26b. La pestaña 110 y el manguito 108 pueden ambos ayudar en el posicionamiento repetible de la pieza de mano 104 con respecto al objeto 112 y la pestaña 110 puede estar colocada sustancialmente a la misma distancia de la parte superior del objeto 112 cada vez para mejor reproducibilidad. Esto puede observarse mejor en las Figuras 2b, 2c, y 2d, Figuras 7a-d, o Figuras 26a y b, a través del objeto 112 que no se muestra específicamente en las Figuras 2b-d. Como se ha indicado anteriormente, el objeto puede incluir una estructura anatómica o una estructura física o industrial, aunque se muestra una estructura anatómica en las figuras mencionadas en este punto.

25 El extremo 116 del manguito 108 que no tiene la pestaña 110 sobresaliendo de él es plano o sustancialmente plano, como se muestra en las Figuras 1,2a, 2b, 2c y 26b, y la parte de la pestaña 110 en contacto con la parte superior del objeto 112 también es plana o sustancialmente plana como se muestra en las Figuras 2a, 2b, 2c y 26b. La pestaña 110 puede extenderse en una dirección sustancialmente paralela desde el extremo del manguito 108, como se muestra en las Figuras 2a, 2b, 2c y 29b. En un aspecto, la pestaña 110 puede ser integral con el manguito 108 para una distancia antes de sobresalir del extremo del manguito 108, como se muestra en las Figuras 2b, manteniendo sustancialmente la silueta en sección transversal del manguito 108, antes y después de sobresalir del extremo 116 del manguito 108. En esta realización, la porción sobresaliente de la pestaña 110 puede tener una porción superior en arco, como se muestra en la Figura 2b. En otro aspecto, la pestaña 110 puede sobresalir de la parte superior del manguito 108, no manteniendo la silueta en sección transversal del manguito 108, antes y después de sobresalir del extremo 116 del manguito 108, como se muestra en las Figuras 2a y 2c. En esta realización, la porción sobresaliente de la pestaña 110 puede tener una sección transversal rectangular, como se muestra en las Figuras 2c y 26b. En cualquiera de las realizaciones, las esquinas de las pestañas 110 son suaves o redondeadas o sustancialmente suaves o redondeadas para evitar cualquier atrapamiento en el objeto 112 en el que puedan estar descansando, como se muestra en la Figura 1 a. En otras realizaciones, la pestaña 110 puede ser suave, aunque las esquinas pueden no ser necesariamente redondeadas, como se muestra en la Figura 1b. En una realización adicional, como se muestra en la sección transversal de la Figura 2d, la sección transversal de la pestaña 110 no se extiende fuera de la periferia de la sección transversal del manguito 108.

Las Figuras 3 y 3a muestran una vista lateral en perspectiva y lateral de una realización de un manguito 108 de la presente invención. En esta realización, el manguito 108 está ahusado hacia el extremo 116 libre con una porción 116a roscada para su fijación al extremo abierto del alojamiento 132a. La Figura 3d muestra una vista en sección transversal del manguito de la Figura 3a observada desde el extremo del manguito a fijarse a la pieza de mano 104.

45 En otra realización, el manguito 108 puede ser sustancialmente no ahusado, como se muestra en la Figura 3b. En esta realización, la sección transversal del extremo del manguito 108 es sustancialmente redondeada, como se muestra en la Figura 3c.

En estas realizaciones, el manguito 108 puede fijarse a la pieza de mano 104 por medio de roscas 116a. La porción 116a roscada puede tener una dimensión que permite la fijación asegurada.

50 En las Figuras 4a-b, se muestran otras realizaciones del manguito 108 de la pieza de mano 104. En las Figuras 4a y 4b, unos manguitos 108 poliméricos presentan puntas 116 aplanadas aproximadamente ortogonales a la superficie del objeto 112 para ayudar adicionalmente con la alineación de la pieza de mano 104. En la Figura 4b, el diámetro exterior es al menos varias veces mayor que el diámetro interno del manguito 108. Pueden ser posibles otras formas y configuración del manguito 108, siempre que la silueta o forma usadas ayuden con la alineación aproximadamente ortogonal de la pieza de mano 104 y atenúen las vibraciones del objeto 112 provocadas por el procedimiento de medición que pueden recorrer a través del manguito 108 y en el alojamiento 132 de la pieza de mano 104 donde se están tomando mediciones sensibles.

La Figura 7a ilustra una vista lateral del manguito 108 y pestaña 110 de cualquiera de las realizaciones de las Figuras 1a-b y 2a-2d cuando se sitúan en un objeto 112 durante la operación. El manguito 108 toca un objeto 112, tal como

un diente, mientras que la pestaña 110 descansa en la parte superior del diente 112, como se muestra en las Figuras 7b y c. La superficie de la pestaña 110 en contacto con el objeto 112 puede contornearse para estar mejor situada en la parte superior de un diente 112 o puede ser plana. Las Figuras 7b y c ilustran realizaciones de una vista superior y una vista frontal, respectivamente de las realizaciones de un manguito y pestaña de las Figuras 1a y 1b durante la operación, respectivamente.

En otras realizaciones, el manguito 108 puede incluir una característica 111, por ejemplo, una cresta, protuberancia u otras características similares sustancialmente ortogonales a la superficie de la pestaña 110 en el lado que se enfrenta a la superficie del objeto 112, como se muestra en la Figura 8. Por ejemplo, para los dientes, la cresta o protuberancia pueden anidarse entre dientes adyacentes y pueden por lo tanto ayudar a evitar cualquier movimiento lateral sustancial de la pestaña 110 a través de la superficie del objeto 112, como se muestra en la Figura 8a o que descansa en una superficie ortogonal, tal como la superficie interna del diente a ensayar, como se muestra en la Figura 8b. El manguito 108 que tiene una pestaña 110 y característica 111 puede ayudar adicionalmente en la capacidad de repetición de posicionamiento de la herramienta de aplicación de energía tal como la varilla 120 de golpeo en el objeto 112. Para la realización de 8a, la pestaña 110 puede extenderse del manguito a una suficiente longitud para posibilitar que la cresta o protuberancia 111 descansen de manera apropiada entre dientes adyacentes. Para la realización de 8b, la pestaña 110 puede ser de una anchura suficiente para posibilitar que la cresta o protuberancia 111 descansen apropiadamente en la superficie interna del diente a ensayar.

En un aspecto, por ejemplo, si el objeto 112 son dientes, la característica 111 puede ser corta y de un espesor suficientemente pequeño de modo que puede ajustarse entre dientes 112 adyacentes. En otro aspecto, por ejemplo, si el objeto 112 es un diente, la característica 111 puede ser corta y conformarse para adaptarse entre las porciones superiores de dientes 112 adyacentes. En otro aspecto más, por ejemplo, si el objeto 112 es un diente, y la característica 111 va a descansar contra la superficie trasera, puede ser de una dimensión para cubrir una porción principal de la superficie trasera.

Para otros objetos 112, la característica 111 puede conformarse en consecuencia o ser de una dimensión adecuada para el objeto 112.

Para facilitar la operación de la pieza de mano 104, el manguito 108 puede estar fabricado de cualquier material que tenga propiedades de atenuación de vibración y puede ser de tal longitud de modo que puede atenuarse cualquier vibración que recorra a través del manguito 108 al alojamiento 132 de la pieza de mano 104. En una realización, el manguito 108 y/o la pestaña 110, y el extremo del alojamiento 132b al que está fijado el manguito 108 pueden estar fabricados del mismo material. En otra realización, el manguito 108, y/o la pestaña 110, y el extremo del alojamiento 132b al que está fijado el manguito 108 pueden estar fabricados de materiales que tienen propiedades de atenuación de vibración similares. En otra realización más, el manguito 108 y/o la pestaña 110 y el extremo del alojamiento 132b al que está fijado el manguito 108 pueden estar fabricados de diferentes materiales, por ejemplo, el alojamiento 132 puede estar fabricado de metal o compuesto, mientras que el manguito 108 y/o la pestaña 110 pueden estar fabricados de un polímero o compuesto. En una realización adicional, el manguito 108 y/o la pestaña 110 y el extremo del alojamiento al que está fijado 132b el manguito 108 pueden estar fabricados de materiales que tienen diferentes propiedades de atenuación o amortiguación de vibración. En cualquiera de las realizaciones anteriormente mencionadas, la característica 111, ya sea una protuberancia, una cresta u otras características similares o características que tienen funcionalidades similares, si está presente, puede también estar fabricada de los mismos materiales que el manguito 108.

En general, puede ser deseable que el manguito 108 tenga suficiente rigidez de maneja que puede ajustarse de manera consistente a través de o en un alojamiento de pieza de mano 132 y puede no colapsar durante su uso. Si se contemplan múltiples usos, el manguito 108 puede estar construido en general para soportar múltiples procedimientos de esterilización, tales como por autoclave, si se desea, a menos que se use una cubierta desechable, como se analiza a continuación. En otras realizaciones, el manguito 108 puede ser desechable, junto con cubiertas desechables, si se usan, como se analiza a continuación, y por lo tanto puede estar construido de cualquier material que pueda formarse en un manguito 108. Ejemplos de materiales apropiados pueden incluir, pero sin limitación, por ejemplo, un polímero que puede estar moldeado, termo-moldeado o fundido. Polímeros adecuados incluyen polietileno; polipropileno; polibutileno; poliestireno; poliéster; politetrafluoroetileno (PTFE); polímeros acrílicos; cloruro de polivinilo; polímeros acetal tales como polioximetileno o Delrin (disponible de DuPont Company); goma natural o sintética; poliamida, u otros polímeros de alta temperatura tales como polieterimida como ULTEM®, una aleación polimérica tal como resina Xenoy®, que es un compuesto de policarbonato y polibutilenotereftalato, plástico Lexan®, que es un copolímero de policarbonato y resina de isoftalato tereftalato resorcinol (todos disponibles de GE Plastics); polímeros de cristal líquido, tales como un poliéster aromático o una amida de poliéster aromático que contiene, como constituyente, al menos un compuesto seleccionado a partir del grupo que consiste en un ácido hidroxicarboxílico aromático (tal como hidroxibenzoato (monómero rígido), hidroxinaftoato (monómero flexible), una hidroxiamina aromática y una diamina aromática, (ejemplificadas en las Patentes de Estados Unidos N. ° 6.242.063, 6.274.242, 6.643.552 y 6.797.198, los contenidos de las cuales se incorporan en el presente documento por referencia), anhídridos de poliesterimida con grupo anhídrido terminal o anhídridos laterales (ejemplificados en la Patente de Estados Unidos N. ° 6.730.377, el contenido de la cual se incorpora en la presente por referencia) o combinaciones de los mismos. Algunos de estos materiales son reciclables o se hace que sean reciclables. Pueden usarse también materiales compostables o biodegradables y pueden incluir cualquier poliéster biodegradable o biocompostable tal como una resina de ácido

5 poliláctico (que comprende ácido L-láctico y ácido D-láctico) y ácido poliglicólico (PGA), resina de polihidroxivalerato/hidroxitirato (PHBV) (copolímero de ácido 3-hidroxi butírico y ácido 3-hidroxi pentanoico (ácido 3-hidroxi valérico) y copolímeros de polihidroxiclanoato (PHA), y resina de poliéster/uretano. Algunos materiales no compostables o no biodegradables pueden también ser compostables o biodegradables por la adición de ciertos aditivos, por ejemplo, cualquier aditivo oxo-biodegradable tal como D2W™ suministrado por (Symphony Environmental, Borehamwood, Reino Unido) y TDPA® fabricado por EPI Environmental Products Inc. Vancouver, British Columbia, Canadá.

10 Además, puede usarse también cualquier compuesto polimérico tal como los pre-impregnados o compuestos de ingeniería, que son polímeros cargados con pigmentos, partículas de carbono, sílice, fibras de vidrio o mezclas de las mismas. Por ejemplo, una mezcla de policarbonato y ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) puede usarse para el alojamiento 132 y el manguito 108. Para ejemplo adicional, puede usarse también fibra de carbono y/o plástico reforzado con fibra de vidrio.

15 Las gomas sintéticas pueden ser, por ejemplo, materiales elastoméricos y pueden incluir, pero sin limitación, diversos copolímeros o copolímeros de bloque (Kratons®) disponibles de Kraton; polímeros tales como goma de estireno-butadieno o goma de estireno isopreno, goma EPDM (monómero de etileno propileno dieno), goma de nitrilo (acrilonitrilo butadieno) y similares.

20 En algunas realizaciones, el manguito 108 y/o el alojamiento 132 pueden estar también fabricados de material o materiales metálicos y/o cerámicos que pueden estar revestidos adicionalmente y/o tratarse con un material adecuado, tal como un polímero o compuesto como anteriormente. Por ejemplo, puede utilizarse un material metálico y/o cerámico que puede ser sustancialmente amortiguador/absorbedor/reflectante de la vibración. Puede emplearse también visco-elástica y/u otro revestimiento de manera que las vibraciones y/u otra energía mecánica puede no trasladarse en los componentes metálicos y/o cerámicos del manguito 108 y/o el alojamiento 132.

En una realización, puede usarse titanio y aleaciones de titanio tal como níquel-titanio, para el manguito 108 y/o alojamiento 132, o componentes/porciones de los mismos.

25 En otra realización, pueden utilizarse materiales piezoeléctricos, tales como cerámicas piezoeléctricas. Los materiales piezoeléctricos pueden utilizarse en general para convertir la energía mecánica en energía eléctrica.

30 En una realización específica de la invención, el manguito 108 polimérico de la pieza de mano 104 se extiende fuera de modo que la distancia de la punta 116 del manguito 108 polimérico en contacto con la muestra 112 al cabezal 128 de la varilla 120 de golpeo en su posición estacionaria retraída varía generalmente de, por ejemplo, aproximadamente de 3,5 milímetros a aproximadamente 5,5 milímetros, y más, por ejemplo, aproximadamente de 3,75 milímetros a aproximadamente 4,5 milímetros. En una realización ejemplar, la distancia de la punta 116 del manguito 108 polimérico de la pieza de mano 104 en contacto con la muestra 112 al cabezal 128 de la varilla 120 de golpeo en su posición estacionaria retraída puede ser aproximadamente 4 milímetros. Estas mediciones de la varilla 120 de golpeo son simplemente ejemplares y no son limitantes. La longitud del manguito 108 polimérico en una realización es dependiente de la longitud de la varilla 120 de golpeo y la distancia total que la varilla 120 de golpeo puede recorrer cuando está activada sin una degradación significativa en progreso directo debido a la fricción y a la gravedad.

35 Como se ha indicado anteriormente, el manguito 108 puede ser extraíble y puede fijarse al alojamiento 132 en cualquier fijación roscada, ajuste por fricción, formaciones de bayoneta coincidentes, formaciones de tipo lengüeta y ranura, ajuste por presión, formaciones de perno y orificio inter-anidadas, pestillos y otras estructuras de interconexión. En una realización ejemplar, el manguito y el alojamiento pueden estar en un sistema roscado fabricado personalizado para mejor ajuste.

40 En una realización ejemplar, el otro extremo 136 del manguito 108 polimérico puede ser roscado 116a de modo que se conecta al alojamiento de pieza de mano 132 con un roscado similar, como se ilustra en la Figura 3. El plano que incluye el extremo 116 de la muestra del manguito 108 polimérico es aproximadamente ortogonal al eje del alojamiento de pieza de mano. También, el área superficial del extremo 116 de muestra del manguito 108 polimérico puede ser suficientemente grande. Esta y la pestaña 110 ayudan en la colocación aproximadamente ortogonal y en la estabilidad de posición de la pieza de mano 104. En una realización, el diámetro exterior del extremo de la muestra de la punta 116 está generalmente en el intervalo de, por ejemplo, de aproximadamente 6 milímetros a aproximadamente 14 milímetros, y más por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 8 milímetros a aproximadamente 11 milímetros. En una realización ejemplar, el diámetro exterior es aproximadamente 9,5 milímetros. El diámetro interno del extremo de la muestra de la punta 116 está generalmente en el intervalo de, por ejemplo, de aproximadamente 3 milímetros a aproximadamente 6 milímetros, y más, por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 4 milímetros a aproximadamente 5 milímetros. En una realización ejemplar, el diámetro interno es aproximadamente 4,7 milímetros.

55 El manguito puede tener también diámetros internos variables que se reducen desde donde el manguito está roscado 136 al extremo de la muestra 116 del manguito 108. La Figura 1 muestra una realización donde el manguito 108 polimérico tiene tres diámetros internos discretos. Otras realizaciones tienen más o menos de tres diámetros internos, teniendo una realización un diámetro interno que se reduce continuamente desde donde el manguito polimérico estaba roscado 136 al extremo de la muestra 116 del manguito 108 polimérico. Los diámetros internos decrecientes pueden

ayudar a guiar la varilla 120 de golpeo para golpear la muestra 112 en una localización consistente y a un ángulo consistente de inclinación. El manguito 108 con la pestaña 110 puede proporcionar mayor exactitud y precisión del posicionamiento en un objeto 112. Por ejemplo, un manguito 108 polimérico que tiene una capacidad de amortiguación y de tal longitud para atenuar cualesquiera ondas de tensión que pueden interferir con el procedimiento de medición
 5 posibilita que la punta 116 del manguito 108 polimérico se coloque directamente contra el objeto 112 durante la operación. Colocar la punta 116 del manguito 108 polimérico de la pieza de mano 104 directamente contra el objeto 112 tiene la ventaja de mantener la distancia entre el objeto 112 y la punta 116 del manguito 108 de la pieza de mano 104 y la colocación de la punta 116 del manguito y una superficie del objeto 112 a anclarse adicionalmente por la pestaña 110, y la característica 111, si está presente, que es sustancialmente consistente con la misma, dando como
 10 resultado mejor reproducibilidad de datos y mayor precisión. Esta capacidad elimina la adivinación de distancia y posicionamiento y elimina errores debido a, por ejemplo, que la cabeza del paciente o la mano del operador tiemblen incluso ligeramente durante las mediciones.

En una realización de la presente invención, la punta 116 del manguito 108 con la pestaña 110 de la pieza de mano 104 está situada directamente en la muestra 112 para proporcionar la capacidad de recrear mediciones consistentes y precisas esencialmente independientes de las evaluaciones del operador y los movimientos ligeros en la muestra 112, si está presente.
 15

En otra realización, también, la punta 116 del manguito 108 con la pestaña 110 y la característica 111 de la pieza de mano 104 está situada directamente en la muestra 112 para proporcionar la capacidad de recrear mediciones consistentes y precisas esencialmente independientes de las evaluaciones del operador y los movimientos ligeros en la muestra 112, si está presente.
 20

Además, el descanso de la punta 116 y la pestaña 110, o la pestaña 110 y la característica 111 del manguito 108 directamente en el objeto 112 también hacen más fácil para el operador mantener la pieza de mano 104 fija y mantener una distancia consistente entre la punta 116 del manguito 108 y el objeto 112 mientras se están realizando mediciones. El manguito 108 que tiene una punta 116 aplanada, como se muestra en la Figura 1, ayuda adicionalmente en la
 25 alineación de la pieza de mano 104 aproximadamente ortogonal a la superficie del objeto 112 cuando la punta 116 se coloca en contacto con el objeto 112. La auto-alineación a través del contacto entre la punta 116, la pestaña 120, y el objeto 112, o la punta 116, la pestaña 110 y la característica 111, da como resultado mediciones más exactas y precisas con el ángulo en el que la varilla 120 de golpeo golpea el objeto 112 que se mantiene constante durante las mediciones y en mediciones posteriores.

Además, el uso de un polímero u otro material que tiene propiedades de atenuación de vibración para el manguito 108 de la pieza de mano 104 puede dar como resultado también una señal más limpia evitando que las ondas de tensión se propaguen por el alojamiento 132 de la pieza de mano 104. En una realización ejemplar, puede usarse PTFE como el manguito 108. En otra realización, puede usarse polioximetileno para el manguito 108. PTFE y polioximetileno pueden esterilizarse por autoclave y son de suficientemente alta capacidad de amortiguación para atenuar ondas de
 35 tensión del objeto 112. El material del manguito 108 puede tener en general una capacidad de amortiguación como se representa por su coeficiente de pérdida, que varía de aproximadamente, por ejemplo, 0,03 a aproximadamente 0,2, y más por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 0,06 a aproximadamente 0,1. En una realización ejemplar, el coeficiente de pérdida puede ser aproximadamente 0,08. PTFE también tiene la ventaja de ser un lubricante sólido que reduce la fricción entre el manguito 108 y la varilla 120 de golpeo a medida que la varilla 120 de golpeo recorre
 40 hacia delante y hacia atrás durante el procedimiento de medición.

Con la punta 116 aplanada y la pestaña 120 del manguito 108 que se auto-alinea a sí misma con el objeto 112, se ayuda al operador a mantener la pieza de mano 104 aproximadamente horizontal al suelo y aproximadamente ortogonal a la superficie del objeto 112 que experimenta la medición. La pieza de mano 104 puede tener también un indicador 140 de nivel fijado al alojamiento 132 de la pieza de mano 104 para ayudar adicionalmente al operador a
 45 sujetar la pieza de mano 104 aproximadamente horizontal durante el ensayo. En una realización de la presente invención, el indicador 140 de nivel puede incluir una burbuja de aire 144 atrapada en un líquido mantenido en una carcasa transparente. El usuario simplemente mantiene la burbuja de aire 144 centrada entre dos marcas 148 y 152 en el medio de la carcasa transparente para asegurar que la pieza de mano 104 está en una posición aproximadamente horizontal.

Volviendo de nuevo a la Figura 1, la pieza de mano puede ser parte de un sistema que incluye un mecanismo 160 de accionamiento que puede incluir un sensor 160a de fuerza piezoeléctrico, un hardware 164 de sistema, por ejemplo, un ordenador 164 que tiene capacidad de obtención de datos de alta velocidad y que puede efectuarse por una placa de obtención de datos de alta velocidad. En una realización, puede usarse un canal de analógico a digital de dieciséis bits en la tarjeta de obtención de datos alojada en el ordenador 164. En otra realización, puede usarse un canal puramente digital. En la Figura 1a, el mecanismo 160 de accionamiento puede incluir un transformador 160b diferencial variable lineal para detectar y medir el desplazamiento de la herramienta de aplicación de energía tal como la varilla 120 de golpeo, como se muestra en la Figura 1 y 1a, antes, durante y después de la aplicación de energía. El transformador 160b diferencial variable lineal puede ser un sensor lineal sin contacto. El sensor puede utilizar tecnología inductiva y por lo tanto puede medir cualquier objetivo de metal.
 55

En una realización, el procedimiento de aplicación de energía de la pieza de mano 104 puede activarse mediante un
 60

mecanismo mecánico, tal como mediante un mecanismo 140 de interruptor, por ejemplo, como se muestra en la Figura 1, un interruptor de dedo localizado en una localización conveniente en la pieza de mano para activación fácil por el operador.

5 En otra realización, el procedimiento de aplicación de energía de la pieza de mano 104 puede activarse mediante un control de pie.

10 En una realización adicional, el procedimiento de aplicación de energía de la pieza de mano 104 puede activarse por ejemplo, mediante control de voz. El control de voz puede acoplarse a un dispositivo de control eléctrico. El dispositivo de control eléctrico puede incluir un microprocesador y un interruptor tal como un interruptor electromecánico o un interruptor de estado sólido. Una tecnología de circuito de control electrónico de voz, similar a la tecnología usada en dispositivos electrónicos tal como juguetes, teléfonos celulares, automóviles y otra electrónica de consumo, puede usarse para activar el procedimiento de aplicación de energía. En una realización aún adicional, el procedimiento de aplicación de energía de la pieza de mano 104 puede activarse mediante control inalámbrico remoto. El control inalámbrico remoto puede acoplarse al mecanismo 140 de interruptor que puede incluir un microprocesador y un interruptor tal como un interruptor electromecánico o un interruptor de estado sólido. El conmutador puede activarse a través de radiación de infrarrojos o a través de señales de radio inalámbricas o a través de luz desde la porción visible del espectro electromagnético.

15 En una realización ejemplar, para comenzar el ensayo de un objeto 112, la punta 116 del manguito 108 de la pieza de mano 104 se coloca contra la muestra 112 y la varilla 120 de golpeo dentro de la pieza de mano 104 se activa con la pulsación de un interruptor 124 de dedo localizado en la pieza de mano 104, como se muestra en la Figura 1.

20 Tras la activación del interruptor 124 de dedo u otros interruptores en la pieza de mano 104, un control de pie, o control de voz o inalámbrico, una varilla 120 de golpeo móvil se acciona por una bobina 156 de propulsión a través de un orificio en el manguito 108 para impactar el objeto 112, por ejemplo, dieciséis veces en cuatro segundos. A medida que la varilla 120 de golpeo se mueve, un imán 157 localizado en la varilla 120 de golpeo se desplaza con respecto a una bobina 158 de medición. La aceleración de la varilla 120 de golpeo puede medirse por un sensor 160a de fuerza piezoeléctrico, o el desplazamiento de la varilla 120 de golpeo puede detectarse y medirse por el transformador 160b diferencial variable lineal. Durante la operación, después de la aplicación de energía, tal como toque con la varilla de golpeo, cuando se está realizando la medición por el sensor 160a de fuerza piezoeléctrico, se recopilan señales que corresponden a la onda de choque resultante de un impacto de este tipo y se envían al ordenador 164, como se muestra en la Figura 1. En una realización, un sensor 160a de fuerza piezoeléctrico puede usarse para producir señales que corresponden a la onda de choque resultante de cada impacto. En un aspecto, puede usarse un canal de convertidor de analógico a digital de dieciséis bits en una tarjeta de obtención de datos alojada en un ordenador 164. En tales realizaciones, el ordenador 164 opera a una tasa de muestreo de al menos aproximadamente 800 kHz; aunque en otras realizaciones, el ordenador 116 puede operar a una tasa de muestreo de al menos aproximadamente 600 kHz; más, por ejemplo, puede usarse una tasa de muestreo de al menos aproximadamente 500 kHz. Las señales generadas por el sensor 160a de fuerza piezoeléctrico pueden proporcionarse a una placa de obtención de datos alojada en el ordenador 164 mediante cualquier interfaz de instrumentación. En un aspecto, las señales pueden transmitirse desde el sensor 160a de fuerza piezoeléctrico al ordenador 164 mediante un cable coaxial 168 a la tarjeta de obtención de datos de alta velocidad. En otro aspecto, la interfaz de instrumentación puede incluir un acondicionador de señal y una fuente de alimentación independiente. En otro aspecto más, una realización modificada de la interfaz de instrumentación puede incorporarse en el ordenador 164.

45 El software almacenado en el ordenador 164 obtiene y analiza, por ejemplo, diez de los dieciséis impactos para determinar cuantitativamente las características estructurales, por ejemplo, capacidad de amortiguación u otras características anteriormente enumeradas del objeto 112 o sus alrededores o base a la que está fijado. Típicamente, son suficientemente adecuados de tres a diez impactos para muestreo del coeficiente de pérdida para un objeto dado, por ejemplo. Por ejemplo, en una realización, la varilla 120 de golpeo impacta el objeto 112 aproximadamente dieciséis veces en un periodo de cuatro segundos. En otras realizaciones, se usan tasas de repetición de impacto más rápidas o más lentas. En una realización ejemplar, la varilla 120 de golpeo se acciona por una o más bobinas 156 de propulsión electrónicamente activadas por un interruptor de dedo (no mostrado), o por control inalámbrico, aunque las bobinas 156 de propulsión pueden activarse remotamente en otras realizaciones, como se ha indicado anteriormente.

50 Cuando la varilla 120 de golpeo impacta el objeto 112, algo de la energía cinética de la varilla 120 de golpeo se convierte a energía mecánica que se propaga a través del objeto 112 como una onda de tensión. La mayoría de la energía cinética restante se convierte (disipa) en calor, como se dicta por el coeficiente de pérdida y la estructura del objeto 112. Una porción de la energía mecánica propagada se refleja de vuelta a la varilla 120 de golpeo, donde puede detectarse por un sensor 160a de fuerza piezoeléctrico montado en el alojamiento 106. El sensor 160a de fuerza piezoeléctrico produce señales que corresponden a la energía mecánica reflejada resultante del impacto entre la varilla 120 de golpeo y el objeto 112.

60 En una realización ilustrada, el ordenador 164 puede incluir software de instrumentación virtual que puede analizar las señales recibidas del sensor 160a de fuerza piezoeléctrico. Puede usarse una amplia diversidad de diferentes tipos de software de obtención de datos para obtener datos del sensor 160a de fuerza piezoeléctrico. En una realización, puede usarse software de obtención de datos personalizado usando el entorno de programación LabVIEW, disponible

de National Instruments (Austin, Tex.), aunque pueden usarse otros entornos de programación en otras realizaciones.

Después de que se reciben las señales del sensor 160a de fuerza piezoeléctrico, el software de procesamiento de datos puede medir cuantitativamente las características deseadas, por ejemplo, capacidad de amortiguación del objeto 112, que puede a menudo expresarse en términos del coeficiente 17 de pérdida. Durante una serie de impactos, como se ha descrito anteriormente, pueden realizarse varios cálculos de la capacidad de amortiguación. Por ejemplo, en una realización la varilla 120 de golpeo impacta el objeto 112 dieciséis veces, y la capacidad de amortiguación del objeto 112 puede calcularse para diez de los dieciséis impactos. En tales realizaciones, puede calcularse la desviación típica de las mediciones de capacidad de amortiguación, proporcionado de esta manera al usuario con una indicación de la precisión de las mediciones. Específicamente, si la pieza de mano 104 no está alineada apropiadamente con el objeto 112, o si se introduce otra fuente de error en el procedimiento de medición, este error probablemente se manifestará a sí mismo en forma de una desviación típica elevada de una serie de mediciones de capacidad de amortiguación. Las diversas realizaciones de cualquier parte del sistema, tal como el manguito con la pestaña y/o la característica analizada anteriormente pueden usarse al hacer cualquier prueba o medición de cualesquiera características estructurales de cualquiera de los objetos previamente analizados.

Como se ha indicado anteriormente, la presente invención tiene aplicaciones también en la detección de daño interno tal como microrrotura, fractura, microfractura y delaminación en estructuras compuestas y otros materiales de ingeniería. Los compuestos en general son más susceptibles a desarrollo de daño que los metales no reforzados, particularmente cuando se encuentran bajo tensiones que se acercan a la resistencia a tracción del material. La presente invención es útil para detectar daño a través de ensayo no destructivo en materiales y estructuras compuestas.

La Figura 9 muestra un diagrama de flujo 300 de una realización ejemplar del procedimiento de software. Después de que se carga y ejecuta 304 el programa, la siguiente etapa 308 determina si es necesaria calibración. Si ha de implementarse una configuración de ensayo familiar, entonces el programa carga valores de calibración previamente determinados almacenados en un fichero 312. Puede elegirse un fichero de calibración de entre los muchos ficheros de calibración anteriores almacenados en memoria. Si se está usando una nueva configuración de ensayo, entonces se completó un procedimiento 316 de calibración y se implementan los nuevos valores de calibración almacenados en un nuevo fichero antes de los nuevos valores de calibración en la etapa 320. En la siguiente etapa 324, el programa acepta la señal del sensor 324 de fuerza piezoeléctrico, convierte la señal en datos 328 de energía, visualizando los datos de energía en forma gráfica y textual en el monitor 332 de ordenador, calculando n, por ejemplo, el coeficiente de pérdida, tiempo estimado de llegada 336; y/o calculando la desviación típica de las mediciones de coeficiente de pérdida y Error de Ajuste Ideal Normalizado; y a continuación o descartándolos o grabándolos en un fichero los datos de energía dependiendo de la discreción del operador 340.

A continuación, el operador elige entre tres opciones: hacer más mediciones en esa serie de mediciones 357; comenzar una nueva serie de mediciones 358, o salir del programa 359. En una realización del programa, una interfaz de usuario gráfica visualiza las tres opciones anteriores a partir de las que podría elegir el operador. Esta interfaz se refleja por el recuadro 356 señalado en el diagrama de flujo 300 que tiene tres rutas que conducen fuera del recuadro 357, 358 y 359.

Si se solicitan 357 más mediciones en la serie de mediciones, el programa vuelve a la etapa donde el programa aceptó la señal del sensor 324 de fuerza piezoeléctrico. Si no se solicitan más mediciones en la serie de mediciones, sino que en su lugar se solicita una nueva serie de mediciones, entonces el programa descarta o graba en un fichero los datos de energía dependiendo de la discreción del operador 352 antes de volver a la etapa donde el programa aceptó la señal del sensor 324 de fuerza piezoeléctrico. Si no se solicitan más mediciones en la serie de mediciones y no se solicitan nuevas series de mediciones 359, entonces el programa descarga o graba en un fichero los datos de coeficiente de pérdida dependiendo de la discreción del operador 360 antes de finalizar el programa 366.

También, la energía mecánica asociada con un impacto contra un diente natural, por ejemplo, se disipa principalmente por el ligamento periodontal. Más específicamente, cuando un diente se somete a una fuerza de impacto, se transmite una onda de tensión a través del diente y en el ligamento periodontal, que funciona para conectar el diente al hueso subyacente. Debido a la manera en que se deforma, el ligamento periodontal actúa como un absorbedor de golpe, disipando la mayoría de la energía asociada con el impacto. Este procedimiento de amortiguación ventajosamente reduce la fuerza de impacto resultante transmitida al hueso subyacente. En contraste, las prótesis de implantes dentales a menudo no tienen mecanismo mediante el cual disipar cantidades significativas de energía mecánica debido a la naturaleza de los materiales usados. Por lo tanto, la energía mecánica tiende a pasar de una estructura de implante al hueso subyacente con relativamente poca amortiguación. Esta diferencia en comportamiento mecánico puede ser particularmente crítica para personas que normalmente tienen bruxismo y/o aprietan sus dientes, puesto que tal comportamiento imparte fuerzas de impacto relativamente grandes en los dientes. Para una estructura física, ya se incorpore o no un material de amortiguación en la estructura, la energía mecánica asociada con un impacto contra la estructura puede generar una respuesta diferente cuando hay una rotura, microrrotura, fractura, microfractura, delaminación, defecto o cualquier inestabilidad estructural que para una estructura sin una rotura, microrrotura, fractura, defecto o cualquier inestabilidad estructural.

La extensión relativa a la que un material disipa energía mecánica elástica puede estar caracterizada usando el

coeficiente de pérdida, como se ha analizado previamente. Pueden determinarse valores de coeficiente de pérdida para cualquiera de los objetos anteriormente mencionados, incluyendo dientes naturales, así como para una amplia diversidad de superestructuras soportadas por implante, tales como superestructuras fabricadas de compuestos matriciales de resina, aleaciones de oro, laminados de porcelana fusionada a oro, disilicato de litio, circonio, restauraciones todo cerámicas o cualquier otro material adecuado para su uso en la cavidad oral. Las estructuras de soporte de implante típicamente disipan menos energía mecánica que sus partes opuestas de diente natural. Sin embargo, la capacidad de un implante para disipar energía mecánica depende del nivel de osteointegración alrededor del implante: la osteointegración pobre entre un implante y el hueso circundante puede provocar niveles anormalmente altos de disipación de energía. Por lo tanto, la disipación de energía aumenta inicialmente después de colocar un implante, por ejemplo, debido a remodelación de hueso, pero a continuación normalmente se reduce a medida que progresa la osteointegración. Eventualmente, la capacidad de disipación de energía (amortiguación) del implante se vuelve constante a medida que el procedimiento de osteointegración progresa para su finalización. Como se ha indicado anteriormente, para dientes sanos normales, la energía de percusión generada por la masticación se atenúa por el ligamento periodontal en la interfaz de diente hueso-natural saludable. Cuando un diente natural se daña o enferma, un implante lo sustituye, pero probablemente y puede ser definitivamente, sin el ligamento ya que generalmente se pierde. En la mayoría de los casos, en un implante integrado satisfactoriamente, no hay ligamento. Bajo esto, el implante puede transmitir las fuerzas de percusión directamente en el hueso. Para compensar esta pérdida, el uso de, por ejemplo, algunos compuestos, circonia y así sucesivamente, para fabricar el pilar del implante ha mostrado que es eficaz en numerosos estudios. El instrumento de la presente invención puede servir para ayudar en la construcción o fabricación de y/o selección de un material para una estructura anatómica, por ejemplo, un implante. La medición de la respuesta dinámica a carga de dichos materiales de pilar puede usarse para tales fines y puede ser útil para predecir la capacidad de adecuación del material de restauración para el implante antes de la implantación o antes de la restauración.

Puesto que la carga bucal es el tipo más peligroso de tensión encontrado, la capacidad para correlacionar resultados de ensayo con la respuesta real cuando se implanta es otro aspecto de la presente invención. En general, el apretamiento oclusal induce tensiones relativamente bajas, el movimiento de trabajo y/o no de trabajo puede producir carga lateral y puede inducir tensiones mucho más altas que pueden generar la concentración de tensión más alta en la superficie interna y por debajo del margen del cemento-esmalte. Por lo tanto, los diagnósticos de percusión cuantitativos, que usan el sistema de la presente invención pueden ayudar a seleccionar el mejor diseño de material o construcción en o para un implante o un diente natural.

La determinación de coeficiente de pérdida puede realizarse de acuerdo con lo descrito en la Patente de Estados Unidos N.º 6.120.466, los contenidos de la cual se incorporan en la presente por referencia en su totalidad. Las Figuras 14 y 15 muestran fórmulas usadas para calcular coeficiente de pérdida y 16a muestra un ejemplo de una medición de coeficiente de pérdida.

Pueden determinarse otras determinaciones, tal como medir, para un intervalo de tiempo, energía reflejada del objeto como resultado del toque o aplicar energía, que puede incluir crear un perfil de tiempo-energía basándose en la energía reflejada del objeto durante el intervalo de tiempo, y/o evaluar el perfil de energía de tiempo para determinar la capacidad de amortiguación del objeto, tal como se desvela en las Patentes de Estados Unidos N.º 6.997.887 y 7.008.385, los contenidos de todas las cuales se incorporan por la presente por referencia en su totalidad.

Por ejemplo, como se ilustra también en la Figura 1, el ordenador 164 puede incluir adicionalmente registros de memoria, de manera que puede grabarse la respuesta de tiempo frente a percusión, por ejemplo, la cantidad de energía reflejada del objeto 112 en varios puntos a través de un periodo de tiempo discreto. En tales realizaciones, la energía retornada del objeto 112 puede representarse como una función del tiempo en una pantalla fijada al ordenador 164. Esta configuración permite que el usuario visualice y analice el perfil de tiempo-energía de la energía reflejada de la muestra 114.

Además de la generación de un perfil de tiempo-energía, pueden realizarse también otros análisis en las señales devueltas del sensor 160a de fuerza piezoeléctrico. Por ejemplo, la cantidad de trabajo asociada con el impacto puede evaluarse integrando la fuerza aplicada a la varilla 120 de golpeo con respecto al desplazamiento de la muestra. La fuerza aplicada a la varilla 120 de golpeo durante su impacto con el objeto 112 puede medirse usando el sensor 160a de fuerza piezoeléctrico. Después del impacto, la cantidad de trabajo depende parcialmente de la cantidad de defectos presentes en el objeto 112. En particular, los defectos en el objeto 112 disipan la energía cinética de la varilla 120 ya que impacta el objeto 112, reduciendo de esta manera la cantidad de energía elástica disponible para que se devuelva a la varilla 120 de golpeo.

En una realización, una comparación de la cantidad de energía elástica devuelta a la varilla 120 de golpeo y el trabajo total asociado con el impacto puede usarse para determinar la cantidad y naturaleza de defectos estructurales presentes en el objeto 112. En otra realización, un pico de distribución gaussiana u otro pico derivado matemáticamente, puede adaptarse a la respuesta de percusión medida tal como datos de energía, tensión o fuerza. El error residual o medio puede usarse para determinar cómo de cerca los datos medidos son representativos de un objeto 112 sin defectos.

La Figura 16b muestra ejemplos de la forma de respuesta de tiempo frente a percusión, por ejemplo, perfiles de tiempo-

energía generados en el diente. Para un diente normal, se genera una curva con forma de campana suave, como se muestra. Para un diente anormal, se genera una curva que tiene varias formas, por ejemplo, perfil asimétrico o perfil de múltiples picos, como se muestra. Incluso aunque los perfiles mostrados están en referencia al diente, los perfiles pueden generalizarse a cualesquiera otros objetos anteriormente mencionados, ya sea anatómico o industrial o físico.

5 El dispositivo y sistema de la presente invención puede usarse también en otras mediciones de factor de amortiguación, tal como aquellas desveladas en las Patentes de Estados Unidos N. ° 5.476.009 y 5.614.674; determinar de manera no invasiva la pérdida en densidad de una pieza discreta de tejido biológico, tal como lo desvelado en las Patentes de Estados Unidos N. ° 5.836.891, y 5.402.781; un factor de amortiguación modal de una estructura, tal como la desvelada en la Patente de Estados Unidos N. ° 5.652.386; para detectar un defecto incipiente
10 en un objeto mediante la medición de la capacidad de amortiguación del objeto específica, tal como se desvela en la Patente de Estados Unidos N. ° 4.231.259; prueba no destructiva, tal como se desvela en la Patente de Estados Unidos N. ° 4.519.245; instrumentos usados para provocar vibración y analizados por la Transformada de Fourier, como se desvelan en la Patente de Estados Unidos N. ° 5.951.292; para detectar la estabilidad de un diente en la goma o un implante en el cuerpo, como se desvela en la Patente de Estados Unidos N. ° 6.918.763; para determinar la movilidad
15 de un diente o implante dental, tal como se desvela en la Patente de Estados Unidos N. ° 5.518.008; o cualesquiera otras mediciones que usan un instrumento de percusión para generar vibración en un objeto.

La herramienta 120 de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla 120 de golpeo, puede tener una punta 108a que puede ser sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la pieza de mano 104, como se muestra en la Figura 37 o 37a. La varilla 120 de golpeo puede ser un voladizo oscilante alargado pivotantemente asentado en su centro de gravedad en un eje 18 de pivote dispuesto a ángulos sustancialmente rectos en relación con un eje longitudinal del alojamiento 132 de la pieza de mano 104, y estando la punta 108a a ángulos sustancialmente rectos al eje longitudinal o voladizo 120 oscilante. La pieza de mano 104 de esta realización puede estar adaptada para funcionar de manera independiente de la orientación o inclinación de la pieza de mano 120 con respecto a la horizontal, de modo que no hay influencia de gravedad si no se desea. Además, como resultado de la disposición angular de la punta 108a, pueden llevarse a cabo mediciones en las localizaciones, que son relativamente inaccesibles tal como, por ejemplo, en el área molar de unos dientes del paciente.

La punta 108a puede tener una superficie circular, que golpea contra el objeto 112 a ensayarse. El sensor 160a de fuerza piezoeléctrico puede estar situado en o relativamente cerca de la punta 108a de modo que está relativamente más cerca al objeto 112 que se está ensayando. Esto tiene la ventaja de que, debido a que el mayor movimiento de la varilla 120 de golpeo tiene lugar en esa localización, y así puede usarse un detector 160a más pequeño.

Los implantes bien integrados muestran un bajo nivel de disipación de energía con un perfil de energía de tiempo elástico suave, simétrico, bien conformado, como se muestra en la curva superior de la Figura 16b. Como se usa en este contexto, la expresión "energía elástica" hace referencia a la energía elástica impartida a la varilla 120 del instrumento 100 de percusión. La energía elástica E_e se proporcióna por $E_e=kF^2$, donde la constante k varía inversamente con el módulo elástico eficaz de la varilla 120 de golpeo y donde la fuerza F es proporcional tanto a la masa de la varilla de golpeo 12° como a la deceleración máxima de la varilla 120 de golpeo como resultado de la onda de tensión creada del impacto.

En contraste a implantes bien integrados, los implantes que sufren de osteointegración pobre, pérdida de hueso, defectos internos o una estructura dañada típicamente pueden mostrar un perfil de respuesta de tiempo no uniforme frente a percusión. Por ejemplo, la Figura 27 ilustra un perfil 200 de respuesta de tiempo frente a percusión "normal" para un implante saludable, así como un perfil 210 de respuesta de tiempo frente a percusión para una estructura de implante que no está bien integrada, como también se muestra en la Figura 16b para implante normal y anormal. Como se ilustra, el perfil 200 de respuesta de tiempo frente a percusión para el diente saludable tiene una forma de campana suave simétrica, mientras que el perfil 210 de respuesta de tiempo frente a percusión para la estructura de implante anormal no es suave y simétrica, o puede tener un máximo 212 secundario. La forma del perfil de respuesta de tiempo frente a percusión para la estructura de implante anormal indica que están presentes defectos, tal como tornillos flojos, una estructura interna dañada, pérdida de hueso en la interfaz de hueso/implante, u osteointegración pobre. Además de los máximos secundarios, otras anomalías en la forma del perfil de respuesta de tiempo frente a percusión que son indicativas de defectos estructurales incluyen datos dispersados, asimetrías y formas irregulares.

Un ejemplo adicional de este principio se proporciona en la Figura 28, que ilustra un perfil 300 de respuesta de tiempo frente a percusión "normal" de un implante bien integrado, así como un perfil 310 de respuesta de tiempo frente a percusión "anormal" para una estructura de implante que no está bien integrada. Ambas de estas estructuras de implante están localizadas, por ejemplo, en la boca de un paciente anciano altamente parafuncional. Como se ha explicado anteriormente, la presencia de los máximos 312 secundarios indica que están presentes defectos, tales como tornillos sueltos, una estructura interna dañada, pérdida de hueso en la interfaz de hueso/implante, u osteointegración pobre, en el sitio del implante.

Los ejemplos anteriores ilustran que el análisis del perfil de respuesta de tiempo frente a percusión de una estructura dental puede proporcionar información acerca de la integridad y estabilidad de esa estructura. Estas técnicas de análisis proporcionan a los médicos con una herramienta precisa, rápida y sencilla que proporciona información sobre la estabilidad de estructuras dentales naturales y prostéticas sin requerir un procedimiento invasivo. La pestaña y/o

característica añaden la capacidad de repetición de estas mediciones y por lo tanto producen desviaciones típicas más pequeñas.

5 Para estructuras compuestas, el instrumento de la presente invención anteriormente descrito puede usarse también en campos distintos de la odontología. Por ejemplo, tal instrumentación puede usarse al determinar la capacidad de amortiguación local de estructuras compuestas, tal como compuestos en paneles en capas o cualesquiera otras estructuras. En particular, el uso de tal instrumentación en el ensayo de estructuras compuestas permite ventajosamente que se evalúe la capacidad de amortiguación de estas estructuras sin dañar las estructuras. La instrumentación desvelada en el presente documento también es ligera, portátil, fácil de usar, rápida y poco costosa en comparación con aparatos convencionales para evaluar la capacidad de amortiguación.

10 Debido a que la capacidad de amortiguación mide la capacidad de que un material absorba y aisle la vibración, la capacidad de amortiguación es de interés particular con respecto a materiales usados para aislamiento acústico, tal como en los campos aeroespacial, de navegación, puentes, estructuras de arco, ingeniería civil e ingeniería automovilística. Por lo tanto a menudo se busca ensayar la capacidad de amortiguación de nuevos materiales usados bajo desarrollo, así como materiales convencionales después de uso mantenido.

15 Como un ejemplo, las estructuras de paneles en capas generalmente tienen una capacidad de amortiguación relativamente alta, y por lo tanto se usan a menudo como aisladores acústicos en estos campos. Las estructuras de paneles en capas típicas tienen dos revestimientos relativamente delgados que tienen intensidad y rigidez altas. Los revestimientos encierran una estructura de núcleo de paneles que es relativamente gruesa, pero ligera y con alta resistencia en la dirección perpendicular a los revestimientos. Por ejemplo, la estructura de núcleo de paneles puede incluir un núcleo de panel Nomex®, disponible de E.I. du Pont de Nemours and Company (Wilmington, Del.). Los revestimientos y el núcleo en general están unidos juntos, ya sea mecánicamente o con adhesivos (tal como, por ejemplo, con una resina fenólica u otro adhesivo estructural o reactivo), proporcionando por lo tanto a la estructura propiedades compuestas. En la estructura compuesta, los revestimientos pueden llevar tensiones de flexión, mientras que el núcleo lleva tensiones de corte. Cuando se exponen a vibraciones acústicas durante un periodo prolongado, la degradación en las uniones entre las capas, así como en el mismo núcleo de panel, puede provocar que una estructura de núcleo de panel en capas tenga capacidad de aislamiento acústico disminuida.

30 Haciendo referencia ahora a la Figura 29, se ilustra una realización ejemplar de un aparato configurado para evaluar la capacidad de amortiguación de estructuras compuestas. El aparato incluye una realización del sistema 100 de la presente invención montado en un soporte 150 asegurado configurado para estabilizar el instrumento 100 de percusión. El sistema 100 puede estar equipado opcionalmente con un nivel 152 para ayudar en la alineación del instrumento 100 sustancialmente perpendicular a un objeto o muestra 112 que ha de ensayarse. En una realización ejemplar, la muestra 112 está montada en un tornillo de banco 154 de ángulo que tiene un controlador 156 de tornillo de banco ajustable a mano, permitiendo de esta manera que la muestra 112 se mantenga en compresión durante el ensayo. En una realización modificada, el tornillo de banco 154 en ángulo puede estar equipado con agarres de goma para reducir fuentes externas de ruido de vibración que podrían detectarse por el sistema 100.

35 Haciendo referencia aún a la Figura 29, el sistema 100 está conectado electrónicamente a un ordenador 164 mediante una interfaz 168 de instrumentación. En tales realizaciones, el ordenador 164 puede incluir una pantalla 180 que puede presentar gráficamente datos generados por el sistema 100, tal como un perfil de respuesta de tiempo frente a percusión.

40 El aparato de ensayo ilustrado en la Figura 29 puede usarse para evaluar la capacidad de amortiguación de una amplia diversidad de materiales. Por ejemplo, en una aplicación, este aparato puede usarse para evaluar la capacidad de amortiguación de muestras compuestas de paneles en capas. En una aplicación de este tipo, la muestra 112 a ensayarse está montada en el tornillo de banco 154 en ángulo, que se aprieta usando el mecanismo 156 de tornillo de banco a un par torsión de aproximadamente 2765 gcm, aunque en otras realizaciones, la muestra 112 puede estar cargada a una tensión diferente.

45 En una realización ejemplar, el instrumento de la presente invención puede detectar diferencia de amortiguación entre diferentes materiales restauradores para ayudar a elegir el material más biomimético para proteger la boca de impacto dañino, tal como actividades parafuncionales normales, actividad de carga repetitiva y no se limita solo a eventos extraordinarios. Además, puede emplearse también para evaluar qué tipo de restauración de implante soportado (por ejemplo, pilares de resina y circonia compuestos CAD/CAM, combinados con incrustaciones y coronas de resina y cerámica compuestas CAD/CAM) responderían más biomiméticamente a carga dinámica fisiológicamente relevante, pueden emplearse mediciones de coeficiente de pérdida. Después de un implante/pilar/restauración puede realizarse un montaje con un material elegido, el instrumento de la presente invención puede situarse perpendicularmente al tercio coronal de la superficie bucal de cada restauración. El diente puede mantenerse a un ángulo para mantener la sonda horizontal, como se muestra en la Figura 26b. Las mediciones para un objeto o muestra 112 elegidos pueden usarse para predecir el material más adecuado para emplearse para el implante, restauración, etc. Por ejemplo, incrustaciones de resina compuestas unidas a pilares de implante de circonia pueden presentar la respuesta más dinámica biomimética a carga en comparación con dientes en una estructura de soporte de hueso simulado.

En otras realizaciones ejemplares, el instrumento de la presente invención puede emplearse también para probar el

- 5 aflojamiento de una estructura dental justo después del trabajo dental o colocación quirúrgica de implante dental. Cuando una estructura dental está suelta, sin defectos o roturas como se ha indicado anteriormente, puede tener un perfil de respuesta de tiempo frente a percusión relativamente plano, como se muestra en las Figuras 19b, d y f, o en las Figuras 20, 20a-b cuando está justo suelta antes del trabajo dental y después del movimiento de ortodoncia de los dientes. Después de permitir el tiempo para que se asiente el trabajo dental y se sane el hueso alrededor de la nueva estructura y posicionamiento de ortodoncia de los dientes, se muestra un perfil con forma de campana normal en las Figuras 20c-e. Con otra realización ejemplar, la presente invención puede usarse por ortodontistas para medir la estabilidad de los dientes después de movimiento de ortodoncia.
- 10 Además, los perfiles bajos o planos con picos anormales o múltiples, como se muestra en las Figuras 21b y 22a, pueden corresponder a movilidad extrema y fallo de descomposición estructural, que indica que el diente puede no ser restaurable.
- 15 En cualquiera de las mediciones anteriormente mencionadas, el manguito 108 de la presente invención puede ajustarse a otras piezas de mano comercialmente disponibles que no están adaptadas para entrar en contacto con un objeto bajo medición, de modo que pueden lograrse las ventajas de la presente invención. Cualquier manera adecuada de fijación del manguito 108 a las piezas de mano disponibles puede usarse para modificar las piezas de mano.
- 20 Como se ha observado, en algunas realizaciones, el manguito 108 y/o porciones del alojamiento 132 pueden incluir revestimientos que pueden eliminar, evitar, retardar o minimizar el crecimiento de microbios, minimizando por lo tanto el uso del procedimiento de esterilización por autoclave de alta temperatura o químicos agresivos y puede aumentar la clase y número de materiales útiles como sustratos para fabricar tales herramientas o instrumentos.
- 25 Los revestimientos pueden incluir materiales o compuestos antimicrobianos químicos que pueden unirse sustancialmente de manera permanente, al menos durante un periodo tal como la vida útil del manguito 108, o mantener sus efectos antimicrobianos cuando se revisten con la ayuda de agentes de revestimiento, en las superficies expuestas del manguito 08. En un ejemplo, los químicos pueden depositarse en la superficie del manguito 108 por unión o uniones covalentes.
- 30 En otras realizaciones, los revestimientos pueden incluir materiales o compuestos antimicrobianos químicos que pueden depositarse de una manera no permanente de manera que pueden disolverse, filtrar o entregar de otra manera sustancias antimicrobianas para un campo útil, tal como la boca, durante su uso.
- 35 En otras realizaciones más, los revestimientos pueden incluir fuentes de agentes antimicrobianos que pueden filtrar y/o liberar agentes en un entorno húmedo o tras contacto con humedad. Estas fuentes pueden incorporarse en los materiales de sustrato usados para fabricar el manguito, o incluidos en los revestimientos revestidos en las superficies expuestas del manguito 108. La incorporación de las fuentes es especialmente adecuada a sustratos poliméricos.
- Los materiales o compuestos antimicrobianos químicos pueden incluir una diversidad de sustancias que incluyen, pero sin limitación antibióticos, antimicóticos, agentes antimicrobianos generales, materiales de generación de ion metálico, o cualesquiera otros materiales que puedan generar un efecto antimicrobiano. Los materiales o compuestos antimicrobianos químicos pueden seleccionarse también para, por ejemplo, minimizar cualesquiera efectos adversos o incomodidad para el paciente.
- 40 El compuesto antimicrobiano puede incluir, pero sin limitación, antibióticos, cationes de amonio cuaternario, una fuente de iones metálicos, triclosan, clorhexidina y/o cualquier otro compuesto apropiado o mezclas de los mismos.
- 45 En realizaciones aún adicionales, la actividad antimicrobiana puede conseguirse utilizando las propiedades antimicrobianas de diversos metales, especialmente metales de transición que tienen poco o ningún efecto en humanos. Ejemplos pueden incluir fuentes de iones de plata libre, que se indican por sus efectos antimicrobianos y pocos efectos biológicos en seres humanos. La actividad antimicrobiana de ion metálico puede crearse por una diversidad de procedimientos que pueden incluir, por ejemplo, mezclar una fuente de un ion metálico con el material de un instrumento dental durante su fabricación, revestir la superficie por procedimientos tales como deposición de plasma, complejar libremente la fuente iónica metálica al interrumpir la superficie del instrumento dental para formar sitios de afinidad o unión por procedimientos tales como el grabado o descarga coronal, y depositar un metal en sobre la superficie por medios tales como galvanización, foto-reducción y precipitación. La superficie del manguito 108 puede a continuación liberar lentamente iones metálicos libres durante su uso que pueden producir un efecto antimicrobiano.
- 50 En algunas realizaciones, la fuente de iones metálicos puede ser una resina de intercambio de iones. Las resinas de intercambio de iones son sustancias que llevan iones, en sitios de unión en las superficies del material. Las resinas de intercambio iónico pueden impregnarse con especies iónicas particulares para las que tienen una afinidad dada. La resina de intercambio iónico puede colocarse en un entorno que contiene diferentes especies iónicas para las que tiene una afinidad generalmente superior, provocando que los iones impregnados se filtren el entorno, sustituyéndose por las especies iónicas originalmente presentes en el entorno.
- 55 En una realización, un manguito puede incluir una resina de intercambio iónico que contiene una fuente iónica metálica, tal como, por ejemplo, plata. Las resinas de intercambio iónico que contienen fuentes iónicas metálicas pueden incluir, por ejemplo, Alphasan® (Milliken Chemical), que es una resina de intercambio iónico de cerámica basada en fosfato

de circonia que contiene plata. Una resina de intercambio iónico puede estar revestida sobre el manguito 108 o puede incorporarse en el material del manguito 108.

5 En otra realización más, el manguito 108 puede estar fabricado de materiales de plantas naturales, revestimiento de material natural o mezclas de los mismos, que tienen efectos antimicrobianos inherentes. Tales materiales incluyen materiales como bambú, que se cree que posee actividad antimicrobiana debido a algunos péptidos de unión a quitina novedosos.

10 La presente invención proporciona también un sistema y procedimiento para medir características estructurales anteriormente mencionadas usando una herramienta de aplicación de energía tal como una varilla de golpeo e incluyen características desechables para ayudar a eliminar o minimizar la contaminación del objeto que experimenta la medición a través de la transferencia del sistema o contaminación cruzada de objetos anteriores sometidos las mediciones, sin interferir con la medición o la capacidad del sistema. El sistema puede incluir o no una característica para ayudar a la capacidad de reposicionamiento.

15 En una realización de la invención, una característica desechable puede incluir una punta 108a separable y desechable de la herramienta 120 de aplicación de energía, tal como una varilla 120 de golpeo. La punta 108a puede estar conectada al resto de la varilla de golpeo mediante un imán 801 o elemento 801 magnético. En un aspecto, el imán o elemento 801 magnético pueden estar presentes en la punta 108a y por lo tanto también son desechables. En otro aspecto, la punta 108a puede estar conectada al resto de la varilla de golpeo mediante un elemento de imán o magnético presente en el extremo 120a delantero.

20 En otra realización de la invención, la característica desechable puede incluir una membrana 800 desechable y una punta 108a separable desechable, no cubriendo la membrana 800 desechable la punta 108a de modo que membrana permanece intacta a través de la extensión de la herramienta 120 de aplicación de energía, o a través de la oscilación de la herramienta 120 de aplicación de energía alrededor de un punto de pivote, como se ha descrito anteriormente, durante la medición.

25 En un aspecto, la punta 108a separable se muestra en la Figura 30 sin ninguna característica para ayudar al reposicionamiento, por ejemplo, un manguito 108 y/pestaña 110. La punta 108a también se extiende desde el extremo de la membrana 800 desechable pero se mantiene en ella en un ajuste por presión con un collar 80b pequeño. Se muestra una vista en sección transversal del extremo 120a frontal de una realización de la herramienta 120 de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla 120 de golpeo. La punta 108a está fijada a la porción 120a frontal de la varilla 120 de golpeo magnéticamente. La punta 108a tiene un objeto 112 que entra en contacto con la superficie 120c, como se muestra en la Figura 30a. En una realización, la punta 108a incluye un elemento de imán o magnético 801, no mostrado específicamente en este punto. En otra realización, la porción 120a frontal de la varilla 120 de golpeo incluye un elemento 801 u 80a de imán o magnético, como se muestra en la Figura 36d. La membrana 800 se mantiene por un collar 80b de retención y cubre la porción 120a frontal, pero dejando la punta 108a expuesta, como se muestra en las Figuras 30, 30a, 30b y 36c. Las Figuras 30a y 30b muestran la vista trasera y vista frontal de la punta 108a de la Figura 30, respectivamente, con el imán 801 de retención o elemento 801 magnético. Como se muestra en el presente documento, la membrana no cubre la punta 108a y la punta 108a y membrana 800 son ambas desechables. En otras realizaciones, la membrana 800 puede cubrir la punta 108a también, tal como la membrana 800 que tiene los pliegues 800b, como se muestran en la Figura 33, o la punta 108a puede ser perpendicular al resto de la varilla 120 de golpeo, y por lo tanto la punta 108a puede ser reutilizable.

40 Un manguito no está presente en la realización de la Figura 30 y por lo tanto el alojamiento 132 de la pieza de mano 104 que encierra la varilla 120 de golpeo no entra en contacto con un objeto 112 que experimenta la medición, por lo tanto sin proporcionar una ayuda en el reposicionamiento. El extremo delantero 120c de la punta 108a entra en contacto directo con la superficie de ensayo, tal como un diente 112.

45 En otro aspecto, una punta 108a separable como se muestra en la Figura 31 tiene características para ayudar al reposicionamiento, por ejemplo, un manguito 108. La Figura 31 muestra una vista en sección transversal del extremo 120a delantero de la herramienta 120 de aplicación de energía de la presente invención con una punta 108a separable, membrana 800 y manguito 108 junto con una localización 109b de fijación de manguito a lo largo de la parte exterior de la pieza de mano 104. La punta 108a se extiende desde el extremo de la membrana 800 desechable pero se mantiene en ella en un ajuste por presión con un collar 80b u 80b-1 pequeño, como se muestra en la Figura 36c. El collar 80b de retención puede usarse asegurando la membrana 800 al manguito 108 y el collar 80b-1 de retención puede usarse para asegurar la punta 108a a la membrana 800, como se muestra en la Figura 36c. La Figura 31 también muestra una característica 109a, por ejemplo, una nervadura, un canal, una depresión o similar hacia la sección media de la parte frontal 104a para fijar el manguito 108 sobre la pieza de mano 104. Esta característica puede estar adaptada con cualquiera de una cresta, una bomba o similar en la pieza de mano, no mostrada específicamente en este punto, para efectuar tal fijación. Puede haber también otras características para asegurar adicionalmente el manguito 108 al alojamiento 132, por ejemplo, un clip 109b de guía, como se muestra en las Figuras 31 y 32. De acuerdo con un aspecto, puede exponerse también una porción del manguito 108. La porción 108b expuesta es separable del resto del manguito 108, como se muestra en la Figura 36, excepto sin la pestaña 110, de modo que únicamente es desechable la parte 108b expuesta. De acuerdo con otro aspecto, puede exponerse el manguito 108 entero, como se muestra en las Figuras 34b1 y 2, excepto sin la pestaña 110, y el manguito 108 entero es desechable.

60

En un aspecto adicional, una punta 108a separable como se muestra en la Figura 31 o 32, tiene características para ayudar al reposicionamiento, por ejemplo, un manguito 108 y una pestaña 110, como se muestra en la Figura 32. La Figura 32 muestra una vista en sección transversal del extremo 120a delantero de la herramienta 120 de aplicación de energía de la presente invención con una punta 108a separable, membrana 800 y manguito 108 con la pestaña 110 con una localización 108c de fijación de manguito a lo largo de la parte externa de la pieza de mano 104. La punta 108a se extiende desde el extremo de la membrana 800 desechable pero se mantiene en ella en un ajuste por presión con un collar 80b pequeño. La Figura 31 también muestra una característica 109a, por ejemplo, una nervadura, un canal, una depresión o similar hacia la sección media de la parte frontal 104a para fijar el manguito 108 sobre la pieza de mano 104. Esta característica puede estar adaptada con cualquiera de una cresta, una bomba o similar en el manguito 108, no mostrada específicamente en este punto, para efectuar tal fijación. De acuerdo con un aspecto, puede exponerse también una porción 108b del manguito 108. La porción 108b expuesta puede ser separable del resto del manguito 108, como se muestra en la Figura 36, de modo que únicamente es desechable la parte 108b expuesta. De acuerdo con otro aspecto, puede exponerse el manguito entero, como se muestra en las Figuras 34b1 y 2, y el manguito 108 entero es desechable. El conjunto de herramienta de aplicación de energía puede recubrirse o encerrarse en un alojamiento 109, como se muestra en las Figuras 31 y 32, que se ajusta dentro del alojamiento de pieza de mano 132.

En un aspecto adicional más, un manguito 108, pestaña 110 y característica 111, como se ha descrito anteriormente, pueden también estar presentes para ayudar al reposicionamiento y son también desechables.

En una realización aún adicional de la invención, una característica desechable puede incluir una membrana 800 desechable que cubre o envuelve la punta 108a de la porción 120a frontal de la herramienta 120 de aplicación de energía.

En una realización, la herramienta 120 de aplicación de energía tiene una membrana 800 desechable que rodea la punta 108a, como se muestra en la Figura 33. La membrana 800 puede plegarse o acanalarse en ambos lados del alojamiento 104 alrededor de la punta 108a de modo que cuando la herramienta de aplicación de energía está en la posición extendida, los pliegues 800b o acanaladuras 800b se despliegan para proteger la punta 108a de contaminación, y sin rasgar o desgarrar la membrana 800. En un aspecto, la herramienta 120 de aplicación puede tener una porción 120a frontal que tiene una porción de cuello ligero, no mostrada específicamente hacia la punta 108a para la localización de un collar 80b para retener la membrana 800. En otro aspecto, la herramienta 120 de aplicación puede tener una porción 120a frontal que tiene una punta 108a separable para la localización de un collar 80b para retener la membrana 800 alrededor del punto de separación.

En otra realización, la herramienta 120 de aplicación de energía es como se muestra en las Figuras 37 y 37a. La característica desechable puede incluir una membrana 800 desechable que rodea la punta 108a, como se muestra en la Figura 37b.

Haciendo referencia a las Figuras 37, 37a, y 37b, una porción 108a de punta puede golpear un objeto 112 de ensayo a una velocidad constante cuando la herramienta 120 de aplicación de energía es una varilla 120 de golpeo. La varilla 120 de golpeo puede ser un voladizo oscilante alargado pivotantemente asentado en su centro de gravedad en un eje 18 de pivote dispuesto a ángulos rectos en relación con un eje longitudinal del alojamiento 132 de la pieza de mano 104, y estando la punta 108a a ángulos sustancialmente rectos al eje longitudinal del alojamiento o voladizo oscilante en descanso 120. La varilla 120 de golpeo puede por lo tanto oscilar hacia delante y a atrás en el eje 18 de pivote, tal como desde una orientación sustancialmente paralela al eje longitudinal del alojamiento 132 a una orientación de ángulo agudo, para generar el movimiento oscilatorio arriba y abajo de la punta 108a. La membrana 800 se retiene por un collar 80b, como se muestra en la Figura 37b, y la punta 108a no está expuesta al objeto 112 de ensayo. La pieza de mano 104 de esta realización puede mantenerse en una distinta a la posición horizontal paralela al eje longitudinal del alojamiento 104 y por lo tanto es susceptible de que funcione de manera independiente de la orientación o inclinación de la pieza de mano 120 con respecto a la horizontal, y no hay influencia de la gravedad si no se desea. Además, debido a la disposición angular de la punta 108a, pueden llevarse a cabo mediciones en localizaciones que son relativamente inaccesibles, tales como, por ejemplo, en el área molar de unos dientes del paciente, como se ha mencionado anteriormente. La punta 108a puede tener una superficie circular que puede golpear contra el objeto 112 a ensayar. El sensor 160a de fuerza piezoeléctrico puede estar situado en o relativamente cerca de la punta 108a de modo que está relativamente más cerca al objeto 112 que se está ensayando. Esto tiene la ventaja de que, debido a que el mayor movimiento de la varilla 120 de golpeo tiene lugar en esa localización, y así puede usarse un detector 160a más pequeño, como se ha mencionado anteriormente. En un aspecto, la pieza de mano puede tener un manguito 108, como se muestra en las Figuras 37, 37a y 37b. En otro aspecto, la pieza de mano puede tener un manguito 108, aunque no se muestra específicamente en las Figuras 37, 37a y 37b. En un aspecto adicional, la pieza de mano puede tener un manguito 108 y una pestaña 110 y/o característica 111, aunque no se muestra específicamente en las Figuras 37, 37a y 37b.

La Figura 34 muestra una vista en sección transversal de una pieza de mano 104 de la presente invención que tiene el extremo delantero de la herramienta 120 de aplicación de energía de la Figura 32, con el objeto 112 que entra en contacto con la superficie 120c que está expuesta. En un aspecto, el manguito 108 puede tener también un extremo 108b frontal que es separable del resto del manguito 108, como se muestra en las Figuras 34, 34a, b, b1, c, y d, y 35a. Esta parte 108b separable puede ser la única parte del manguito 108 que es desechable cuando se separa. En otra

realización, el manguito 108 entero puede ser desechable. Si el manguito entero es desechable, la membrana 800 puede cubrir la pieza de mano lejos del manguito 108 o incluir el manguito 108 para protección adicional.

5 La membrana 800 desechable de cualquiera de las realizaciones anteriores puede fijarse al manguito 108 en un número de maneras. En una realización, la membrana desechable puede retenerse al manguito 108 por unión ultrasónica. En otra realización, la membrana desechable puede retenerse al manguito 108 a través de sellado por calor. En una realización adicional, la membrana desechable puede retenerse al manguito 108 mediante sobre-
moldeo.

10 Las Figuras 34a, 34b1, b2, 34c, 36c y 36d muestran las vistas en despiece de las diversas partes de la pieza de mano 104 de la Figura 34. La Figura 34a muestra la vista en despiece de la pieza de mano 104 entera de la Figura 34. La pieza de mano incluye una cubierta superior y cubierta inferior 132b, como se muestra en las Figuras 34a. Una luz, por ejemplo, un LED 90 de estado por debajo de la cubierta 132a puede estar presente para indicar el encendido y apagado de la pieza de mano 104 y un correspondiente tubo 90a de luz LED localizado en la cubierta 132a superior hacia el extremo delantero 104a, como se muestra en la Figura 34a, para transmitir luz a la superficie. La pieza de mano 104 puede incluir también un conmutador 124, que puede ser un interruptor basculante o un botón pulsador. El interruptor puede activarse también por un interruptor de pie conectado alámbrica o inalámbricamente, el interruptor puede activarse remota o inalámbricamente. Las partes operativas del interruptor 124 pueden estar localizadas en una PCBA 130 (placa de circuito impreso). El alojamiento 132 puede incluir también una tapa 132c para cerrar el extremo del alojamiento lejos de la varilla 120 de golpeo así como una cubierta 132d exterior para cubrir el alojamiento 132 entero que puede proporcionar una porción de agarre para el operador. En un aspecto, la pieza de mano puede estar conectada a una fuente de alimentación externa, como se muestra en la Figura 1, o alimentarse por una fuente eléctrica incluida dentro del alojamiento, tal como, por ejemplo, una batería 131, como se muestra en la Figura 34a, un condensador, un transductor, una célula solar, una fuente externa y/o cualquier otra fuente apropiada.

25 La Figura 34b, 34b1 y 36c muestra la vista en despiece del extremo delantero de la Figura 34a. La Figura 34b muestra una porción frontal separable del manguito 108b, y porción 108 trasera no rodeada por una membrana 800 desechable. Las Figuras 34b1 y 36c muestran el resto del manguito 108 que tiene una membrana 800 que la cubre con la porción 108b frontal separable que está expuesta. La Figura 34c muestra la vista superior de la Figura 34 sin la cubierta 132a superior, mostrando por lo tanto todas las partes indicadas también en la Figura 34a, que incluyen la ampliación en la vista del extremo delantero de la varilla 120 de golpeo, con el manguito 108, la pestaña 110, la punta 108a y el extremo 108b frontal del manguito 108 que puede entrar en contacto con la superficie del objeto que experimenta medición.

30 En una realización, como se ha indicado anteriormente, la pieza de mano 104 puede alimentarse por baterías 131, como se muestra en la Figura 34a. En otra realización, la pieza de mano 104 puede estar conectada a una fuente de alimentación, como se muestra en la Figura 1.

El manguito 108 puede incluir un agarre 104e de manguito y una tapa 104f de extremo, como se muestra en la Figura 34b.

35 Las Figuras 35 a, b y c muestran la pieza de mano de la Figura 34 en diversas vistas, mostrando todas todos los componentes externos de la pieza de mano 104 desde diferentes ángulos, completamente montados.

Las Figuras 36, a, b, c, y d muestran las vistas detalladas de la Figura 34. Las Figuras 36a y b muestran el manguito 108 ajustado sobre la varilla 120 de golpeo en una vista superior y vista lateral sin el alojamiento para la herramienta 120 de aplicación de energía o el alojamiento 132.

40 La Figura 36d muestra una vista en despiece de la pieza de mano completa en más detalle que la Figura 34a. Como se describe en las Figuras 1 y 5 anteriores, la herramienta 120 de aplicación de energía, tal como una varilla 120 de golpeo, puede estar recubierta o encerrada en su propio alojamiento, con la porción 120e frontal y la porción 120f trasera, como se muestra en las Figuras 36a y 36d, que están a continuación encerradas dentro del alojamiento 132. Un elemento 80a de imán o magnético asegura que la punta 108a permanece en contacto con el resto de la varilla 120 de golpeo. Un sensor 160a, que puede incluir un chip piezo, un perno 160c y un soporte ajustable para precargar el chip. El chip puede generar una tensión cuando se golpea por la varilla 120 de golpeo y el perno 160c proporciona contacto eléctrico entre el chip y el resto del sensor 160a.

50 Los componentes de la varilla 120 de golpeo pueden asegurarse en su lugar de diversas maneras, por ejemplo, con un tornillo 160e. Haciendo referencia de nuevo a las Figuras 36a, 36b y 36d, el alojamiento 120f trasero aloja los componentes primarios de la varilla 120 de golpeo, que incluyen una bobina 160f que la rodea que puede llevar la señal del perno 160c. Un par de tornillos 160g de ajuste pueden estar localizados hacia el extremo del alojamiento 120f trasero para ajustar o limitar los golpes de la varilla 120 de golpeo, por ejemplo, el número de golpes. Como se ha mencionado anteriormente, una bobina 156 electromagnética puede emplearse para propulsar la varilla de golpeo cuando se le da energía. Para ayudar al retorno o contracción de la varilla de golpeo, puede emplearse un dispositivo 156a tal como un imán de propulsión. Un dispositivo 156b, tal como un núcleo de hierro puede ayudar tanto a la propulsión como al retorno de la varilla 120 de golpeo.

55 Como se ha mencionado anteriormente, el sistema y procedimiento de la presente invención no son destructivos. Esto es aplicable a un sistema que puede tener o no partes desechables y/o características para ayudar al

reposicionamiento. La presente invención se refiere adicionalmente a un sistema y procedimiento para medir características estructurales que minimiza el impacto, incluso el impacto mínimo en el objeto que experimenta medición, sin comprometer la sensibilidad de la medición u operación del sistema. En una realización de la invención, el sistema incluye una herramienta 120 de aplicación de energía que es de peso ligero y/o que puede moverse a una velocidad inferior de manera que minimiza la fuerza de impacto en el objeto 112 durante la medición mientras que muestra o mantiene mejor sensibilidad de medición. En una realización, la herramienta 120 de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla 120 de golpeo, puede estar fabricada de material más ligero para minimizar el peso de la pieza de mano 104. La varilla 120 de golpeo más ligera puede reducir también la fuerza de impacto en el objeto 112 durante la medición. El alojamiento 120e y f que encierra la varilla 120 de golpeo puede estar fabricado también de un material más ligero, aunque esto únicamente ayuda a minimizar el peso global de la pieza de mano 104 y no tiene ningún efecto en la operación de la pieza de mano 104. En otra realización, la herramienta 120 de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla 120 de golpeo, puede estar fabricada más corta y/o de diámetro menor de manera que se minimiza el tamaño de la pieza de mano 104 así como la fuerza de impacto en el objeto 112 durante la medición. Esto puede ser o no también en combinación con el alojamiento 120e y f que encierra la varilla 120 de golpeo que está fabricado de un material más ligero. En una realización adicional, el sistema puede incluir un mecanismo 160 de accionamiento que puede reducir la aceleración de la herramienta 120 de aplicación de energía. Por ejemplo, el mecanismo 160 de accionamiento puede incluir una bobina 160a de accionamiento más pequeña para reducir la aceleración de la herramienta 120 de aplicación de energía, y la fuerza de impacto en el objeto 112 durante la operación mientras mantiene sensibilidad de medición, ya sea o no de peso ligero, y/o más pequeña en longitud o diámetro, o esté fabricado el alojamiento 120e2 y f que encierra la varilla 120 de golpeo de un material más ligero. Estas realizaciones pueden combinarse también con cualquiera de las realizaciones anteriores para ventajas adicionales.

La velocidad de realización de la medición también puede ser deseable sin aumentar la velocidad inicial de impacto para minimizar el impacto en el objeto 112 durante la medición. La presente invención se refiere a otro sistema y procedimiento más para medir características estructurales que tienen un mecanismo 160 de accionamiento que puede reducir la distancia de recorrido de la herramienta 120 de aplicación de energía, por ejemplo, de aproximadamente 4 mm a aproximadamente 2 mm, mientras mantiene la misma velocidad inicial en contacto y por lo tanto, es posible medición más rápida sin comprometer la operación del sistema. El sistema puede tener o no partes y/o características desechables para ayudar al reposicionamiento y/o reducir el impacto con las características anteriormente mencionadas, o incluir las otras realizaciones al reducir la fuerza de impacto en el objeto 112 por la herramienta 120 de aplicación de energía. Esta realización puede combinarse también con cualquiera de las realizaciones anteriores para ventaja adicional, ya sea o no de peso ligero, y/o menor en longitud o diámetro, o esté fabricado el alojamiento 120 f que encierra la varilla 120 de golpeo de un material más ligero.

Como se ha mencionado anteriormente, durante la medición, la pieza de mano 104 puede entrar en contacto con el objeto 112 con el extremo del manguito 108. La presión de contacto puede variar dependiendo del operador. Es deseable que la presión se aplique consistentemente en un cierto intervalo y que ese intervalo no sea excesivo. Un sensor de fuerza puede estar incluido en la pieza de mano 104 para detectar esta aplicación de presión y puede estar acompañado por señal visual, voz o lectura digital. Este sensor puede emplearse también para asegurar que se obtiene alineación apropiada contra el objeto durante la medición. El sensor puede incluir galgas extensiométricas o elementos piezoeléctricos.

En algunas realizaciones, pueden utilizarse múltiples galgas extensiométricas montadas a uno único o a voladizos separados. El voladizo o voladizos pueden estar presentes también, por ejemplo, en un componente separado del resto de la pieza de mano 104 o manguito 108, tal como, por ejemplo, en un dispositivo de montaje. Un dispositivo de montaje puede utilizarse para montar galgas extensiométricas u otros elementos de medición de fuerza entre el manguito y la pieza de mano, tal como, por ejemplo, el dispositivo 900 de montaje, mostrado en la vista superior de la Figura 38. El dispositivo 900 de montaje puede incluir en general un canal 901 central en un cuerpo 906 principal, a través del cual la punta, tal como la punta 108a (no mostrada), puede pasar a través de un manguito, tal como el manguito 108 (no mostrado). El dispositivo 900 de montaje puede incluir, para su utilización con galgas extensiométricas, al menos un brazo de voladizo, tal como los brazos 902 de voladizo, que pueden en general pivotar o flexionar en una conexión con el cuerpo 906 principal, tal como en las conexiones 904, de manera que los brazos 902 de voladizo pueden deformarse o desviarse lejos (tal como la dirección A) del plano principal B del cuerpo 906 principal por la aplicación de una fuerza normal (dirección A) a la superficie de los brazos 902 de voladizo, como se ilustra en la vista lateral del dispositivo 900 de montaje en la Figura 38a. Las galgas extensiométricas, tal como las galgas 910, pueden estar montadas en general en los brazos 902 de voladizo de manera que pueden medir la deformación o deflexión de los brazos 902 de voladizo en o cerca de las conexiones 904.

En algunas realizaciones, tal como se ilustra en la Figura 38, el dispositivo 900 de montaje puede ser un componente separado y puede incluir adicionalmente características de aseguración, tal como orificios pasantes 903 en el cuerpo 906 principal. Los orificios pasantes 903 pueden utilizarse en general pasando pernos de fijación (no mostrados) u otros sujetadores a través de ellos, tal como a una pieza de mano, manguito, o ambos. En otras realizaciones, el dispositivo 900 de montaje puede ser una porción integral de una pieza de mano, un manguito, o ambos.

El dispositivo 900 de montaje puede incluir también múltiples brazos 902 de voladizo y galgas 910 extensiométricas, como se ilustra en la Figura 38. Por ejemplo, pueden fijarse tres brazos 902 de voladizo separados al cuerpo 906 principal, tal como, para ejemplo adicional, separarse en 120° alrededor del cuerpo 906 principal, como se ilustra. En

general, pueden utilizarse múltiples brazos 902 de voladizo y galgas 910 extensiométricas, por ejemplo, para normalizar la medición de deformación y posteriormente la fuerza medida.

- 5 En un aspecto, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida visual, tal como luces. Las luces, ya sean de manera sencilla o múltiple, pueden situarse en cualquier localización conveniente en la pieza de mano 104 para ser observadas fácilmente por el operador que realiza la medición. En una realización, puede incluirse un sistema de múltiples luces. Por ejemplo, una luz verde puede indicar la cantidad correcta de fuerza mientras que una luz roja puede indicar demasiada fuerza. En otra realización, puede incluirse un sistema de una luz. Por ejemplo, sin luz puede proporcionar una señal de cantidad correcta de fuerza y una luz roja puede proporcionar una señal de demasiada fuerza. En una realización adicional, una luz roja parpadeante puede indicar demasiada fuerza.
- 10 En otro aspecto, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida audible. El mecanismo audible puede estar localizado en la pieza de mano 104 o en el resto del sistema del cual la pieza de mano 104 es una parte. En una realización, la salida audible puede incluir un sonido de pitido para indicar demasiada fuerza. En otra realización, la salida audible puede incluir un sonido de pitido con una luz roja parpadeante para indicar demasiada fuerza. En una realización adicional, la medición de fuerza puede estar conectada a un sistema de alerta de voz para alertar
- 15 demasiada fuerza. En una realización adicional más, la medición de fuerza puede estar conectada a un sistema de alerta de voz y una luz roja parpadeante para alertar demasiada fuerza.

Ejemplos

Ejemplo 1: estudios *in vitro* de densidad ósea

Los implantes usados para este estudio fueron de cuatro geometrías de implante de titanio roscado de:

- 20 1 y 2. Nobel Biocare (TiO₂ revestido, 13 mm de longitud): Branemark Mark IV (máx. diámetro 4 mm); Reemplazo seleccionado ahusado (máx. diámetro 4,3 mm);
3 y 4. Dentsply (13 mm de longitud, 5,5 mm máx. diámetro); Frialit-2 (diseño por etapas; XIVE (diseñado para carga inmediata).

Procedimientos:

- 25 Se fabricaron bloques de espuma de 2,5 x 2,5 x 4 cm. Los implantes se colocaron "quirúrgicamente" por los fabricantes. Se taladraron manualmente orificios en el bloque óseo simulado, a continuación se colocaron los implantes con una llave de torsión. Se fijaron pilares de ensayo a los implantes y los bloques colocados en un tornillo de banco con desplazamiento de montaje consistente. Se realizaron tres mediciones (30 percusiones) para cada muestra.
- 30 Los resultados de los ensayos se muestran en las Figuras 10 y 10a para 1 y 2; y 11 y 11a para 3 y 4. Estas muestran hubieran producido gráficos similares, ajustando ligeras diferencias en los mismos materiales. Sin embargo, los gráficos mostraron diferencias, incluso aunque los objetos se prepararan idénticamente, pero con diferentes operadores o el mismo operador usando una variación ligera en la técnica, por ejemplo, orificios con tamaños diferentes pueden haberse taladrado para montar el objeto. Estas diferencias se tomaron por el
- 35 instrumento, que muestra la diferencia en gráficos, mostrando que las diferencias en el entorno circundante se revelaron por el instrumento de la presente invención.

Ejemplo 2: evaluación de la importancia de carga de percusión bucal

- La carga bucal, como se ha mencionado anteriormente, es típicamente la dirección de carga más peligrosa. En general, la carga oclusal induce tensiones relativamente bajas. El movimiento de trabajo y/o no trabajo produce carga lateral e induce tensiones mucho más superiores que pueden generar una concentración de alta tensión en las superficies externas e internas y por debajo de un margen. Por lo tanto, se usó una realización de la presente invención para realizar el ensayo a continuación.
- 40

Procedimiento:

- 45 Usando el sistema de la presente invención, con cargas tales como las mostradas en la Figura 12, se realizaron mediciones. Se usó en general la carga de instrumento de una fuerza máxima de 1-15 Newton, con cargas máximas elegidas dependiendo del objeto o muestra. La varilla de golpeo flotaba libremente. Se controló la energía cinética. La velocidad de impacto era 60 mm por segundo.

- El instrumento de la presente invención se colocó en el objeto, como se representa en la Figura. 26b. Usando los cálculos representados en la Figura 13, la varilla de golpeo tenía una masa de 8 gramos. La energía de entrada, U era de .5 mv², es decir, la energía cinética de la varilla de golpeo. La fuerza máxima (F) se usó para determinar la energía disipada (D). Se midió la deceleración, a, y se calculó la energía de retorno, ER=U-D. La respuesta dinámica medida después del impacto del objeto con el instrumento de la presente invención se realizó y representó en la Figura 16. Se produjeron coeficientes de pérdida y retorno de energía frente a respuesta de percusión usando las ecuaciones representadas en las Figuras 14 y 15. Los gráficos resultantes, como se muestra en la Figura 16b, representan qué
- 50 es normal y anormal. Para la estructura normal, se obtuvo un gráfico suave casi con forma de campana. Para una estructura anormal, que podría tener cualquiera de los defectos o roturas, como se ha observado previamente, se
- 55

generó un gráfico irregular.

Ejemplo 3: análisis de elemento finito

Este procedimiento de análisis implica el uso de modelos numéricos para simular el ensayo real usando el sistema y procedimiento de la presente invención.

5 Se usaron estructuras en capa en el presente experimento, una estructura sin defecto en la capa de compuesto laminado (Figura 24) y una con un defecto en el centro de la capa de compuesto laminado (Figura 24b).

10 La Figura 23 midió el tiempo de residencia de la varilla de golpeo contra un objeto. Se usó una varilla o cilindro de vidrio para simular una estructura dental para la medición mostrada en la Figura 23. El gráfico en la Figura 23 muestra las posiciones relativas de la varilla de golpeo y varilla de vidrio con el tiempo. Cuando la varilla de golpeo tocaba la superficie de la varilla de vidrio, sus respectivas posiciones coincidían en el inicio. A medida que progresaba el tiempo, la varilla de golpeo se movía gradualmente lejos de la superficie de la varilla de vidrio y a 250 μ s., se separaron, indicando que el tiempo de residencia de la varilla de golpeo en la superficie era de 250 μ s.

15 Usando este tiempo de residencia, se realizó el análisis en las placas compuestas de las Figuras 24 y 24b. Se muestran los resultados en las Figuras 24a y 24c, respectivamente. El gráfico en la Figura 24c confirma el defecto en las capas compuestas, una delaminación de las capas en la estructura compuesta. Se realizó una medición de repetición y los resultados se muestran en las Figuras 25 y 25a. Por lo tanto, el análisis puede usarse para simular el sistema y procedimiento de la presente invención.

Ejemplo 4: evaluar el coeficiente de pérdida para determinar el material más biomecánicamente compatible para usar en implantes, restauraciones, etc.

20 Para evaluar el LC de dientes humanos extraídos y determinar qué tipo de restauración de implante soportado (resina compuesta CAD/CAM y pilares de circonia combinados con resina compuesta CAD/CAM e incrustaciones y coronas cerámicas) responderían más biomiméticamente a carga dinámica fisiológicamente relevante, el instrumento de la presente invención, como se muestra en la Figura 27b se usó para medir el coeficiente de pérdida (LC) de algunos materiales. Materiales más adecuados generaban gráficos con forma de campana similares al gráfico superior de la Figura 16b, mientras que materiales menos adecuados generaban gráficos irregulares similares a los del gráfico inferior de la Figura 16b o demostraban un valor de LC que era mucho inferior que el hallado en un diente natural, facilitando de esta manera la elección de materiales antes de la restauración sin tener que basarse en el ensayo y error, que puede llevar tiempo y ser costoso si se indica el re-tratamiento, mientras expone a pacientes a incomodidad y daño potencial de recibir más daño.

Ejemplo 5: sensibilidad y precisión del instrumento de la presente invención para medir roturas, defectos, etc.

30 Los dientes humanos reales dentro de la boca de un paciente se usaron en este estudio. La información de las Figuras 17 y 17a-h se generó en el mismo diente. Las Figuras 17 y 17a mostraban radiografías de un diente del paciente que no mostraba patología. La Figura 17b muestra una imagen de una restauración de aleación antigua que tampoco muestra patología. Por lo tanto las radiografías e inspección visual ambas mostraban que el diente era normal, es decir, sin defectos o roturas. Basándose en estos procedimientos de ensayo habituales, se esperaría un perfil o gráfico de respuesta de tiempo frente a percusión simétrico o con forma de campana (o uno similar a la curva con sombra de luz en la Figura 17c, calculado basándose en las fórmulas en las Figuras 13, 14 y 15).

35 Sin embargo, el mismo día, se realizó un gráfico de respuesta de tiempo frente a percusión usando el instrumento de la presente invención como se muestra en las Figuras 1 y 16, usando el manguito con una pestaña, como se muestra en la Figura 27d. La Figura 17c muestra el mismo diente que en las Figuras 17 y 17a, que muestra un gráfico de respuesta de tiempo frente a percusión de retorno de energía anormal que indica alguna anomalía. El gráfico anormal indica que el diente tenía roturas en diferentes lugares dentro de la estructura del empaste antiguo, como se indica por las flechas en la Figura 17c, con una curva asimétrica o con forma no de campana. Se realizaron numerosas mediciones y estas mostraban todas, la misma forma irregular, así como reproducibilidad de las mediciones. Por lo tanto, el instrumento de la presente invención podría detectar cualquier anomalía. Los picos secundarios anormales se indicaban por flechas en la Figura 17f también, que muestran roturas.

40 La Figura 17d mostraba una imagen del mismo diente como la Figura 17 durante la retirada del empaste de aleación antiguo, que mostraba una rotura significativa en el empaste de aleación, que había desarrollado microfuga y caries grave por debajo del empaste. El empaste de aleación fracturado estaba con fugas y permitía que la caries se desarrollara bajo el empaste antiguo. Esto confirmaba la anomalía detectada por el instrumento de la presente invención.

45 Las Figuras 17e y 17f mostraban el mismo gráfico de tiempo de pre-tratamiento frente a respuesta de percusión antes de la retirada de la aleación. La re-verificación mostró que las mediciones de rotura eran reproducibles, como se muestra en las Figuras 17e-f.

55 La Figura 17 g mostró el gráfico de tiempo frente a respuesta de percusión tomado el mismo día que la Figura 17e

después de que se retiraran la aleación antigua y la caries y se colocara una nueva restauración compuesta bien sellada nueva. El gráfico de tiempo frente a respuesta de percusión del diente era normal de nuevo.

5 La Figura 17h muestra la nueva restauración del compuesto que se ensayó normal en la Figura 17g después de que la restauración de aleación más antigua se sustituyera anteriormente en el día. Figuras. El drama de este ejemplo era que el perfil de retorno de energía de 17f y 17g era para el mismo diente el mismo día, siendo la diferencia que el empaste y caries antiguos se retiraron y se colocó una restauración de compuesto unida reciente, que era la foto 17h.

10 Este experimento se repitió con otro diente. Los resultados se muestran en las Figuras 18, 18a-f. La Figura 18 muestra un diente sin patología mostrada en una radiografía. La Figura 18a muestra un gráfico de tiempo anormal frente a respuesta de percusión para el diente mostrado en la radiografía de la Figura 18. La Figura 18b es una fotografía del diente evaluado en las Figuras 18 y 18a que no muestra patología significativa tras inspección visual. Sin embargo, tras la retirada del empaste, estaba presente caries profunda y microfuga bajo el empaste antiguo. Figuras. 18c y 18d y el mismo gráfico repetido mostraban el defecto antes de la retirada de la aleación antigua. La Figura 18e muestra un ERG normal para el mismo diente después de que se completara la restauración final. La Figura 18f muestra el mismo diente mostrado en 18b con la nueva restauración que se estaba ensayando normalmente. Esto indica de nuevo la
15 precisión del instrumento de la presente invención.

Además, como se ha mencionado anteriormente, el sistema de la presente invención puede usarse también para detectar el aflojamiento de una estructura dental justo después del trabajo dental. Figuras. 19-19g muestran los gráficos de radiografías de pretratamiento y respuesta de tiempo frente a percusión para tres dientes anteriores superiores.

20 Figuras. 19, 19a, c, e y g muestran trabajo dental antiguo menor, es decir, los puntos blancos representan empastes y el punto blanco grande era porcelana fusionada a corona de oro. Los gráficos producidos con una realización del instrumento de la presente invención eran normales, es decir simétricos, pero bajos, como se muestra en las Figuras 19b, d y f, y la Figura 20. El diente estaba flojo y no era estable debido a que el paciente completó recientemente el movimiento de ortodoncia de sus dientes, aunque estructuralmente sólido.

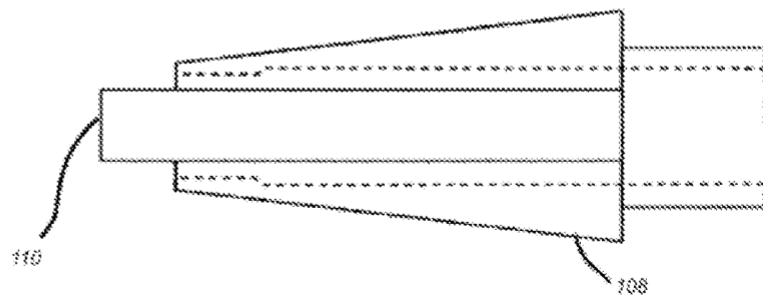
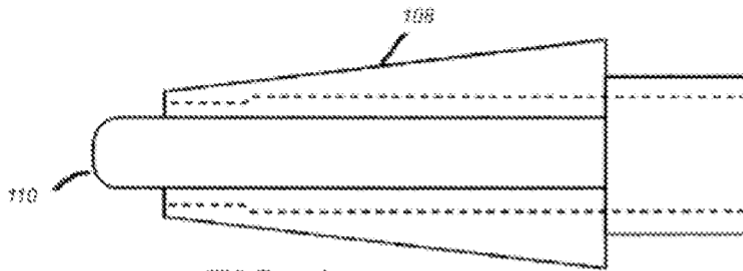
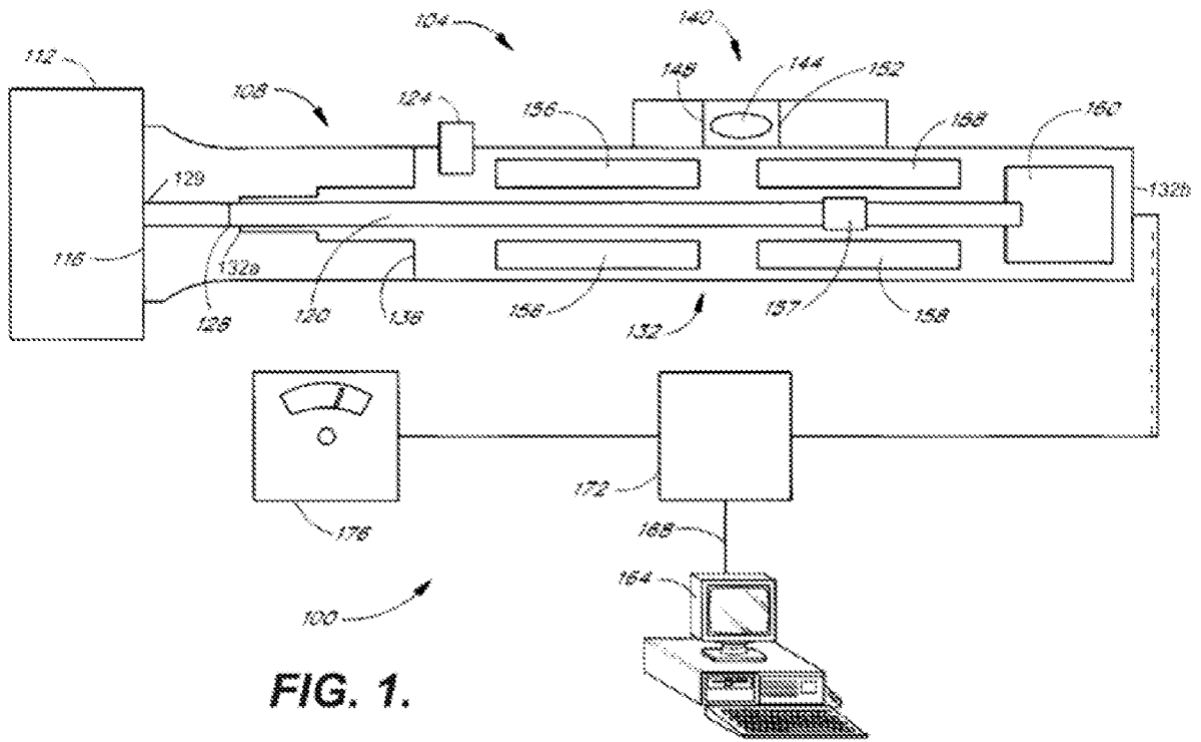
25 Figuras. 20, 20a y 20b también mostraban las curvas de tiempo frente a respuesta de percusión de retorno de energía de dientes que estaban sueltos antes de tratamiento. Figuras. 20c, 20d, 20e eran los gráficos de respuesta de tiempo post restauración frente a percusión para los mismos dientes. La Figura 20f muestra la foto final de los dientes restaurados y estructuralmente normales. Los gráficos eran más altos en este punto puesto que los dientes eran más estables en el hueso después de tratamiento. El hueso había podido remodelarse después del tratamiento de
30 ortodoncia y los dientes eran estructuralmente fuertes. Por lo tanto, después de permitir tiempo para que el trabajo dental se asentara y que la estructura dental se fijara más firmemente, resultó un perfil con forma de campana normal indicando perfiles superiores más estabilidad dental (menos movilidad dental debido a maduración ósea normal).

35 Por otra parte, cuando se produjeron perfiles bajos o planos con picos anormales o múltiples, como se muestra en las Figuras 21b y 22a, el fallo de extrema movilidad y descomposición estructural era indicativo del hecho de que el diente no era restaurable. Figuras. 21 y 21a eran rayos x del diente usado en la Figura 21b, que muestran múltiples empastes y la Figura 22 muestra la caries grave profunda bajo esta corona antigua, profundamente en la estructura de raíz que este diente necesitaba una extracción debido a caries de terminal extensiva. La Figura 22a muestra el perfil de energía de tiempo realizado usando el sistema de la presente invención del mismo diente, que muestra una anomalía extrema en forma y altura.

40

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de determinación de características estructurales de un objeto, que comprende:
 - una pieza de mano (104) que tiene un alojamiento (132) con un extremo abierto y un eje longitudinal;
 - una herramienta (120) de aplicación de energía montada dentro del alojamiento para aplicar energía al objeto;
 - 5 un mecanismo (160) de accionamiento soportado dentro del alojamiento, dicho mecanismo de accionamiento adaptado para mover la herramienta de aplicación de energía;
 - un manguito (108) que sobresale del extremo abierto del alojamiento para una distancia, dicho manguito adaptado para descansar contra dicho objeto (112) con al menos una porción de su extremo abierto;
 - 10 un sensor (910) situado dentro de dicho alojamiento adaptado para monitorizar que se aplica una fuerza apropiada cuando el manguito descansa en el objeto; y
 - un ordenador (164) acoplado a dicha pieza de mano adaptado para determinar características estructurales del objeto, en el que dicha herramienta (120) de aplicación de energía está adaptada para movimiento axial a lo largo de un eje longitudinal del alojamiento entre una forma retraída y una forma extendida durante una medición, el sistema **caracterizado porque** comprende adicionalmente una característica (800) desechable para envolver al
 - 15 menos una porción del sistema, comprendiendo la característica (800) desechable una punta (108a) separable conectada a una porción frontal de la herramienta de aplicación de energía por medio de fuerza magnética, y una membrana que envuelve al menos la porción frontal de la herramienta de aplicación de energía; comprendiendo dicha membrana una forma retraída y una forma extendida adaptada para alojar las formas en descanso y activa de la herramienta de aplicación de energía durante una medición.
- 20 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicho sensor (910) comprende al menos una galga extensiométrica montada a al menos un voladizo.
3. El sistema de la reivindicación 1 o 2, en el que dicho sensor (910) comprende al menos un elemento piezoeléctrico.
4. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende adicionalmente mecanismos de salida visuales, audibles o digitales acoplados a dicho sensor (910) de fuerza.
- 25 5. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicha membrana comprende pliegues o acanaladuras (800b).
6. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicha característica desechable comprende el manguito (108) y la punta (108a) separable que se extiende desde un extremo expuesto de la membrana y se retiene a la membrana usando un collar (80b, 80b-1).
7. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicha punta (108a) separable comprende un imán o un elemento (80a) magnético para fijarla al extremo delantero de la herramienta (120) de aplicación de energía.
- 30 8. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende adicionalmente una pestaña (110) que se extiende desde el manguito (108) en una dirección perpendicular a la porción en descanso del extremo abierto del manguito (108).
9. El sistema de la reivindicación 8, en el que dicha característica (800) desechable comprende la punta (108a) separable, el manguito (108) y pestaña (110) y la membrana para envolver al menos una porción de la porción frontal de la herramienta (120) de aplicación de energía.
- 35 10. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicha característica desechable comprende:
 - al menos una porción de un manguito (108) adaptado para fijarse a una porción frontal de un alojamiento (132) de pieza de mano, teniendo dicho manguito (108) un extremo abierto que tiene una porción en descanso para entrar
 - 40 en contacto con el objeto (112);
 - una membrana fijada a la porción de manguito adaptada para cubrir una porción frontal de una herramienta (120) de aplicación de energía; y
 - una punta (108a) separable de la herramienta (120) de aplicación de energía adaptada para entrar en contacto con un objeto durante la medición de las características estructurales del objeto.
- 45 11. El sistema de la reivindicación 11, en el que dicha herramienta (120) de aplicación de energía está montada dentro del alojamiento (132) de pieza de mano y está adaptada para movimiento axial a lo largo de un eje longitudinal del alojamiento (132), o para balanceo de movimiento oscilatorio hacia y lejos del eje longitudinal del alojamiento.
12. El sistema de la reivindicación 12 o 13, en el que dicha punta (108a) separable está adaptada para conectarse a la porción frontal de la herramienta (120) de aplicación de energía mediante una fuerza magnética.
- 50 13. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 11-14, que comprende adicionalmente una pestaña (110) que se extiende desde el manguito perpendicular a la porción en descanso del extremo abierto del manguito.
14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 11-15, en el que dicha punta (108a) separable se extiende desde un extremo expuesto de la membrana y se retiene por la membrana usando un collar.



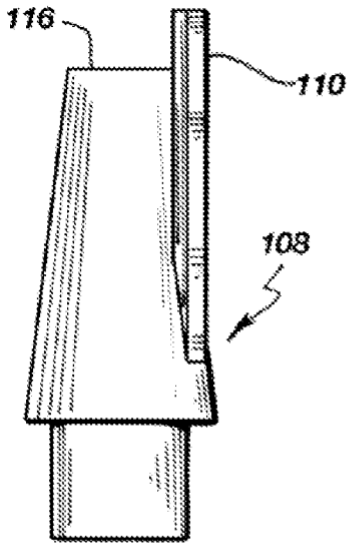


FIG. 2a.

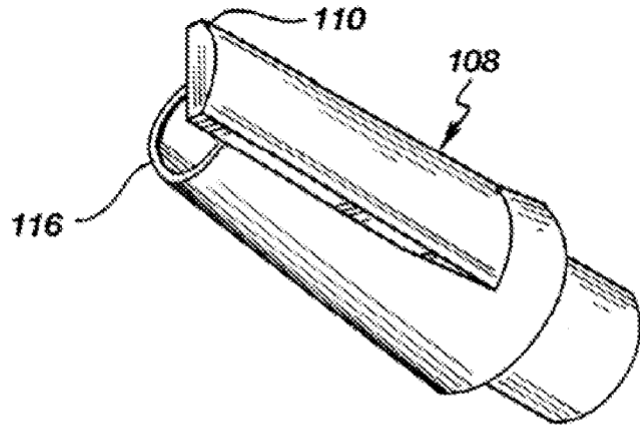


FIG. 2b.

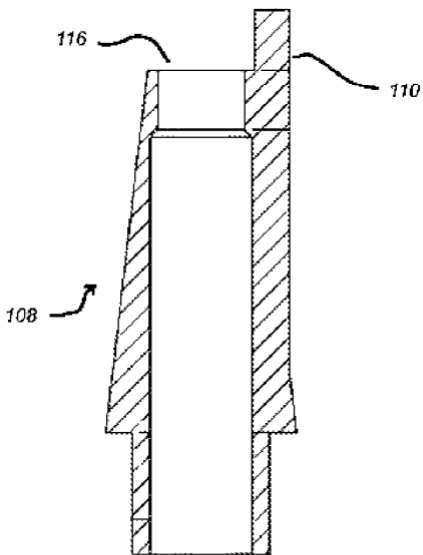


FIG. 2c.

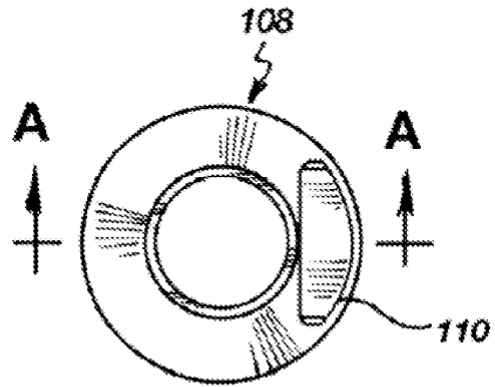


FIG. 2d.

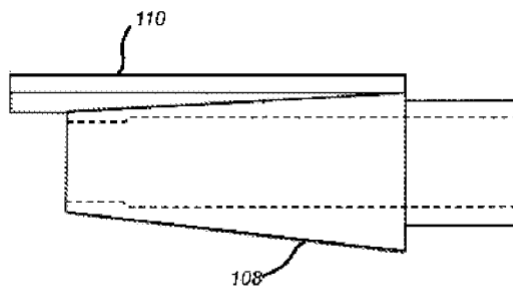


FIG. 2e.

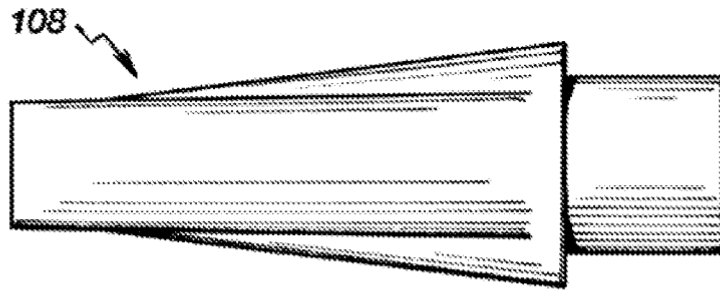


FIG. 3.

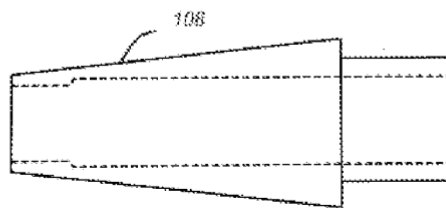


FIG. 3a.

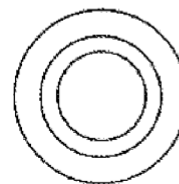


FIG. 3d.

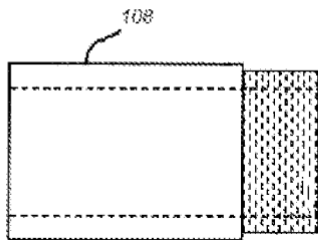


FIG. 3b.

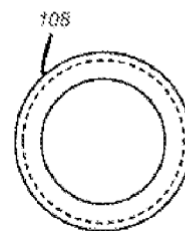


FIG. 3c.

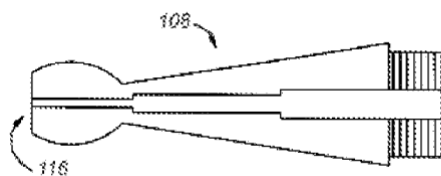


FIG. 4a.

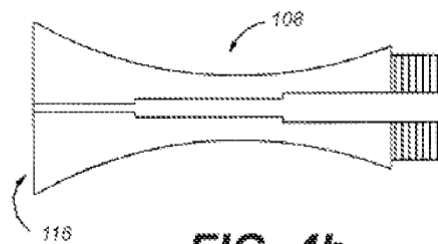


FIG. 4b.

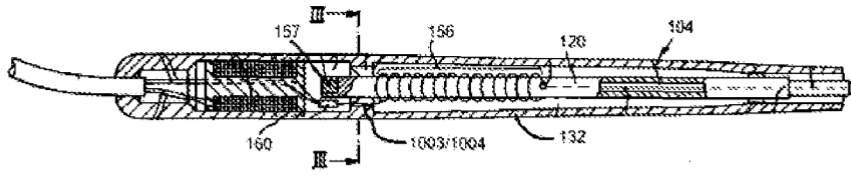


FIG. 5.

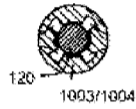


FIG. 6.

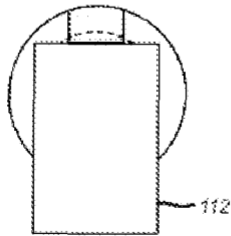


FIG. 7c.

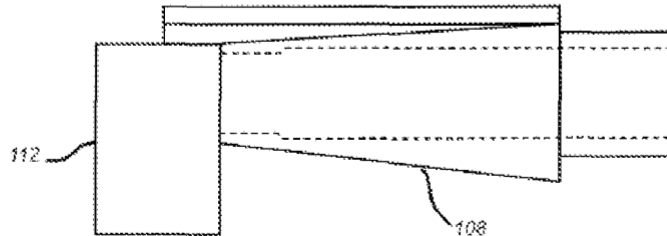


FIG. 7a.

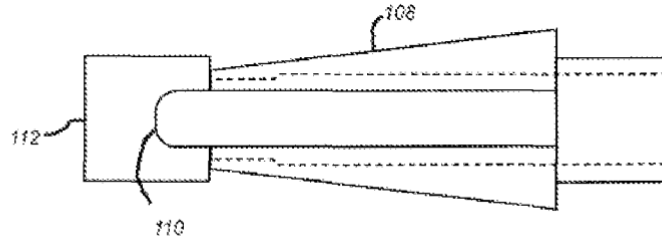


FIG. 7b.

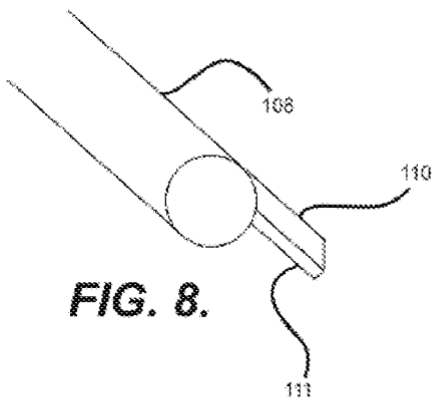


FIG. 8.

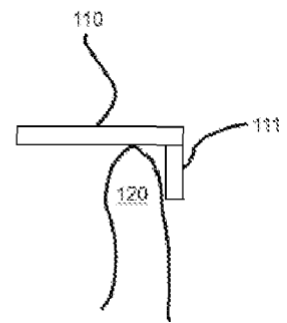


FIG. 8b.

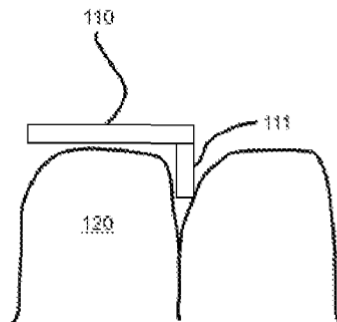


FIG. 8a.

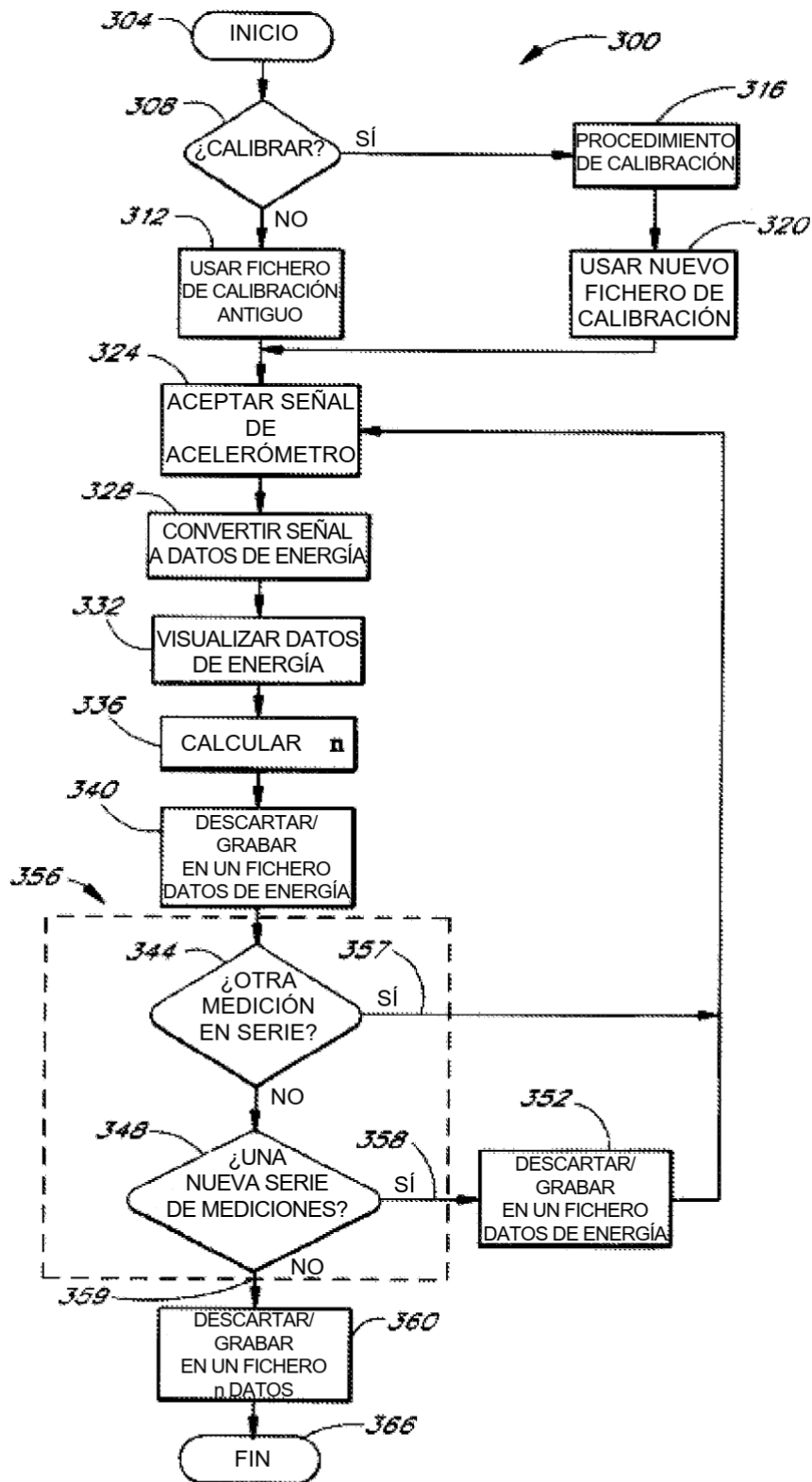
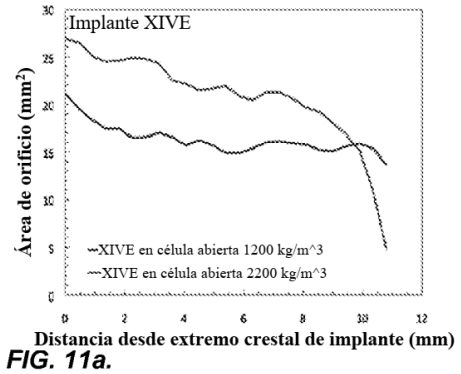
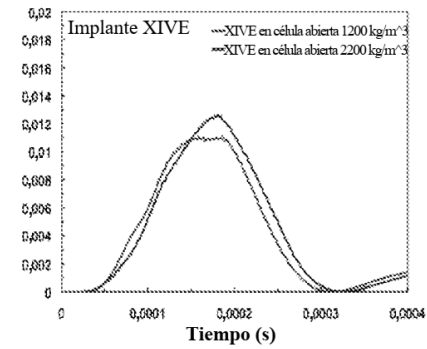
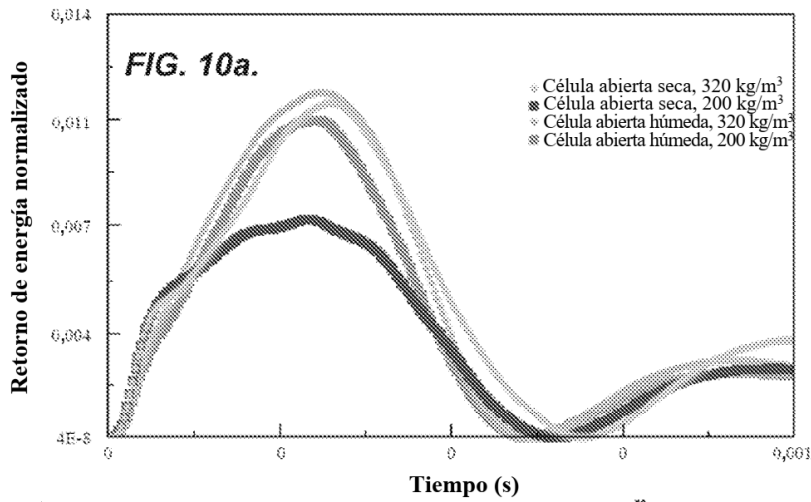
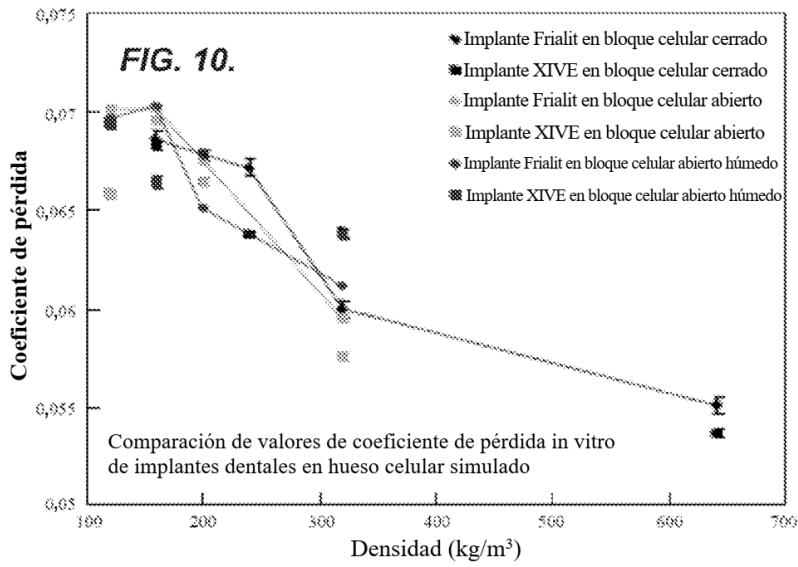


FIG. 9.



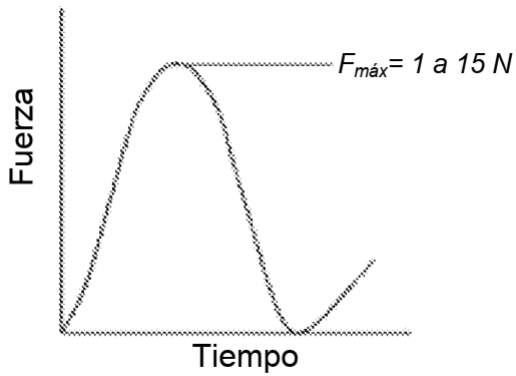


FIG. 12.

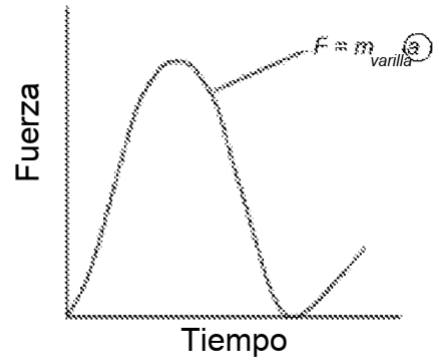
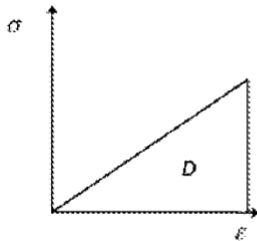


FIG. 13.



$$\circ D = \frac{-\pi \sigma^2}{E_{\text{pérdida}}} = \frac{-\pi F^2}{E_{\text{pérdida}} A_{\text{varilla}}} = \frac{-\pi (m_{\text{rod}} a)^2}{E_{\text{pérdida}} A_{\text{varilla}}} = -C_1 a^2$$

○ $E_{\text{pérdida}}, A_{\text{varilla}}, m_{\text{varilla}} \cong \text{constantes}$

$$\circ D_{\text{int}} = D - D_{\text{ext}} \Rightarrow D_{\text{int}} = C_1 a^2 - D_{\text{ext}} \cong -C_2 - C_1 a^2$$

FIG. 14.

Coeficiente de pérdida: $\eta = \frac{E_{\text{pérdida}}}{E_{\text{elástico}}} = \frac{D_{\text{int}}}{2\pi U} = -C'_2 - C'_1 a^2$

FIG. 15.

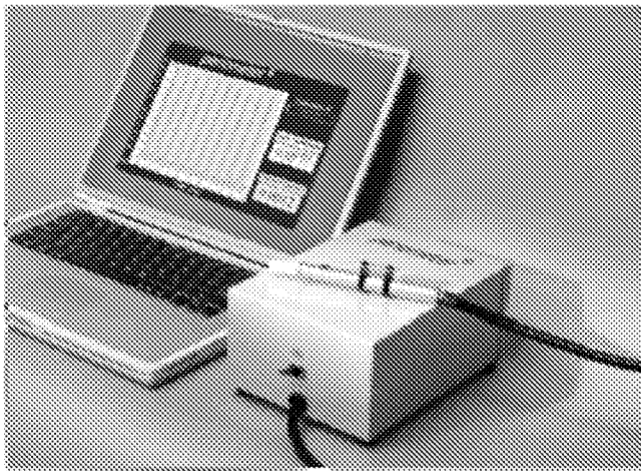


FIG. 16.

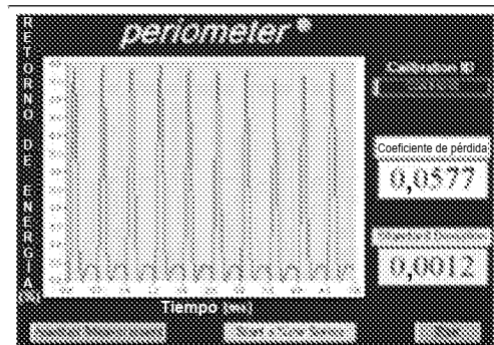


FIG. 16a.

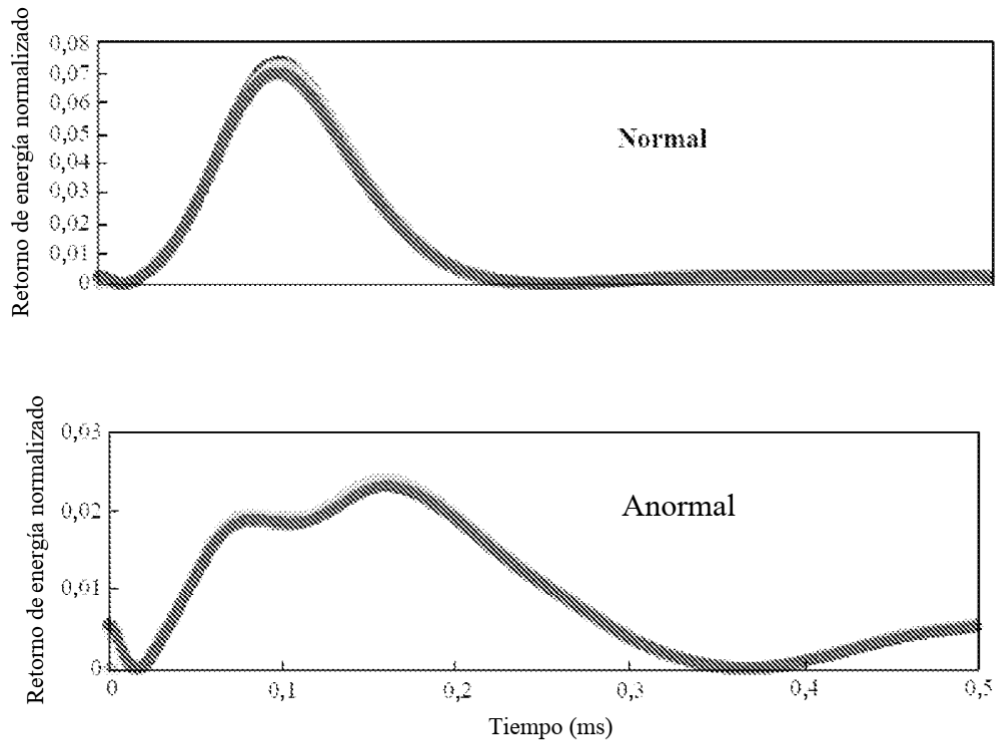


FIG. 16b.

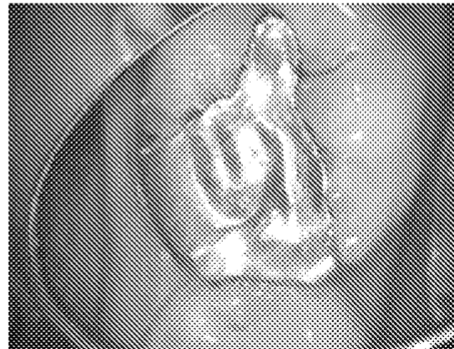
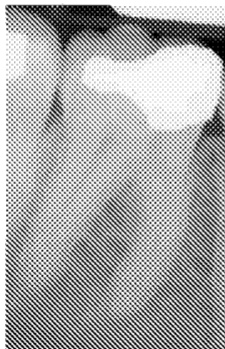
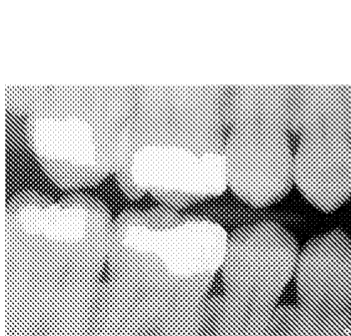


FIG. 17.

FIG. 17a.

FIG. 17b.

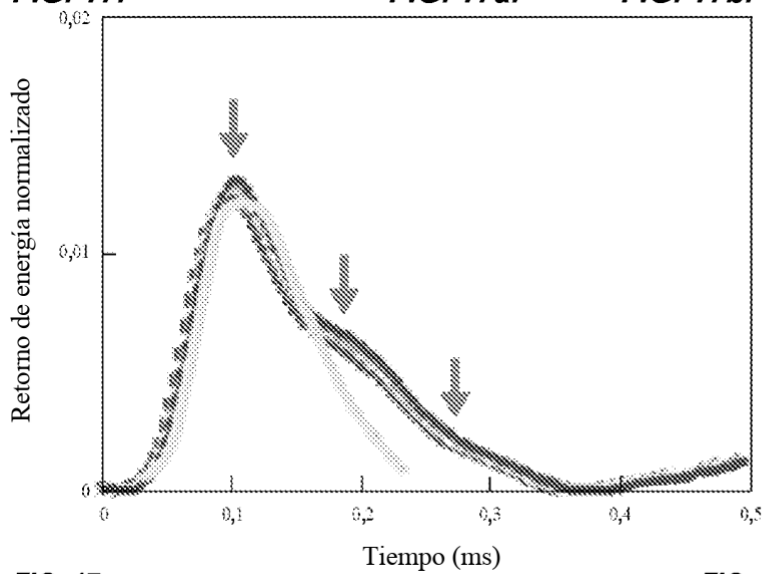
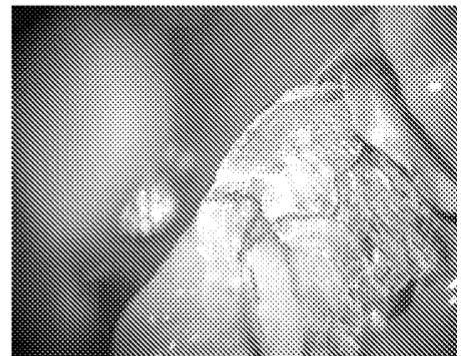


FIG. 17c.

FIG. 17d.



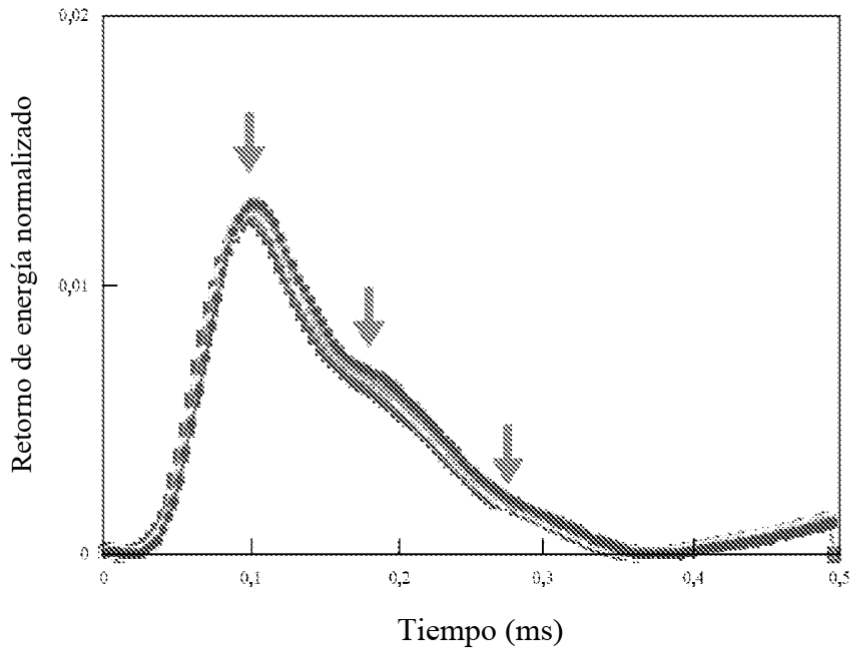


FIG. 17e.

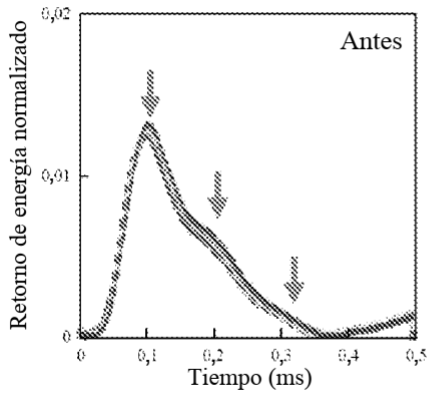


FIG. 17f.

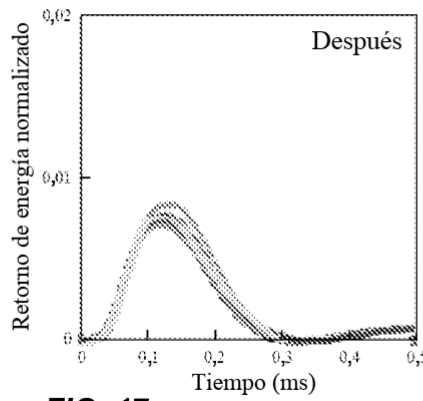


FIG. 17g.

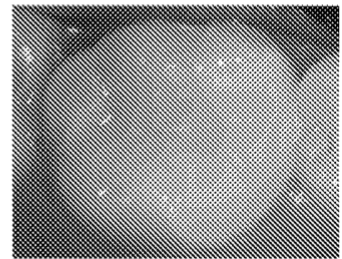


FIG. 17h.

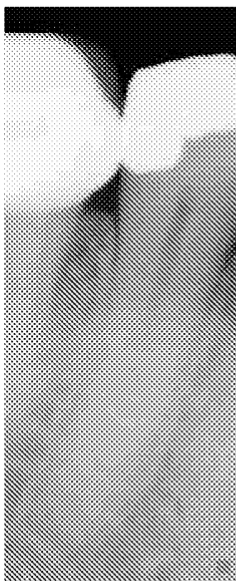


FIG. 18.

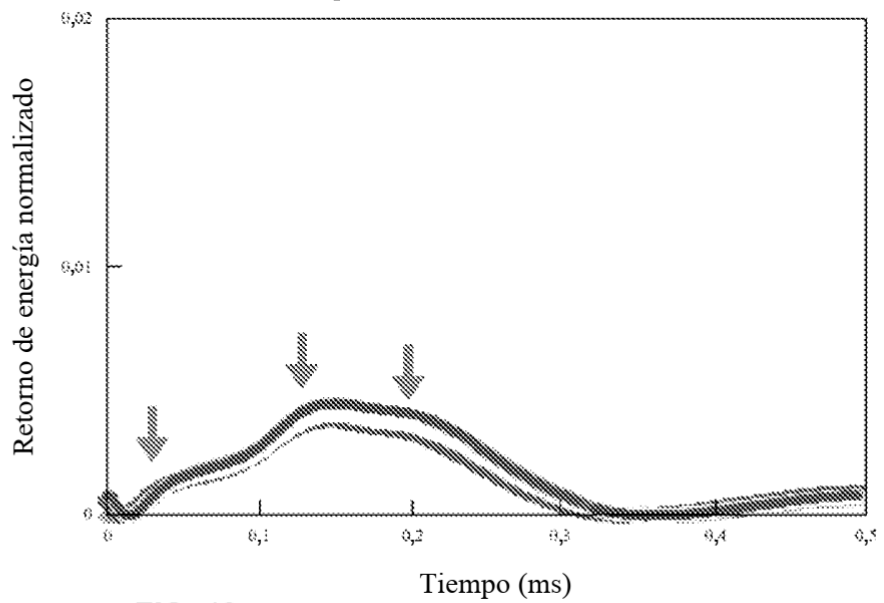


FIG. 18a.

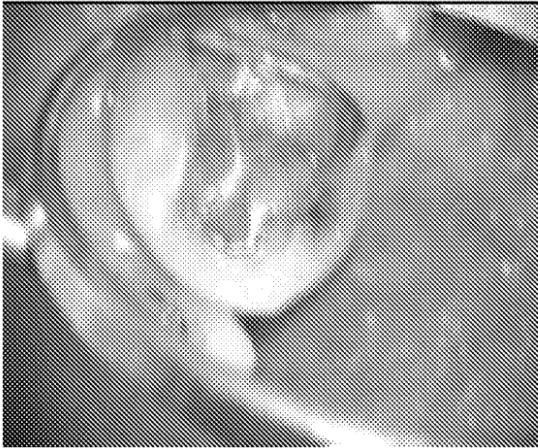


FIG. 18b.

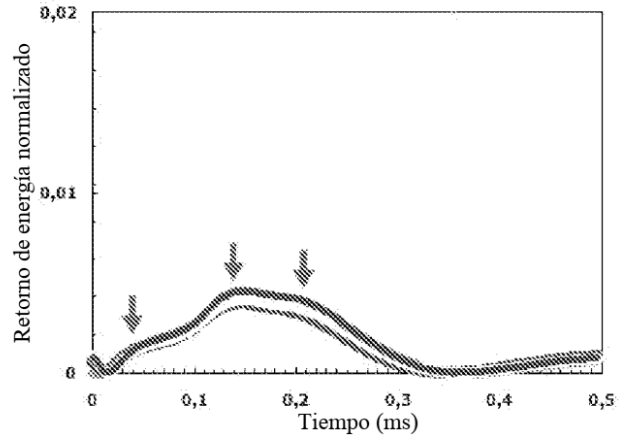


FIG. 18c.

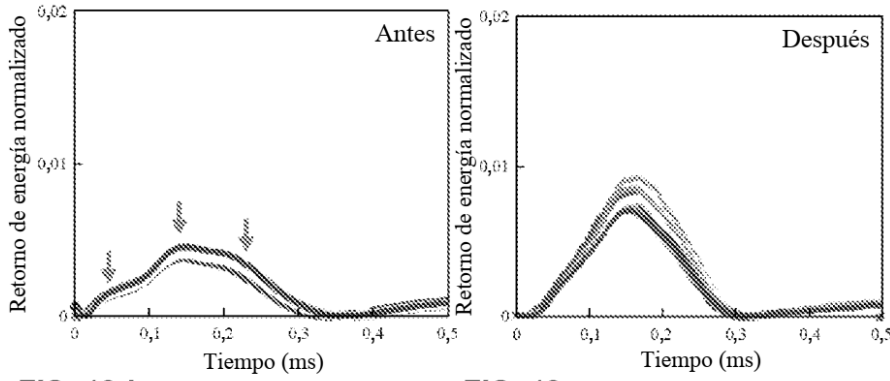


FIG. 18d.

FIG. 18e.

FIG. 18f.

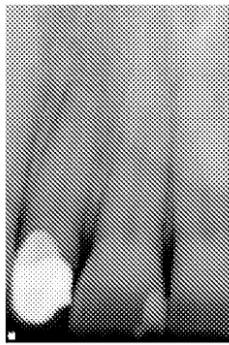


FIG. 19.

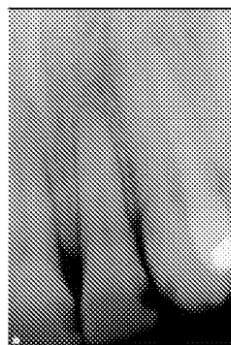


FIG. 19a.

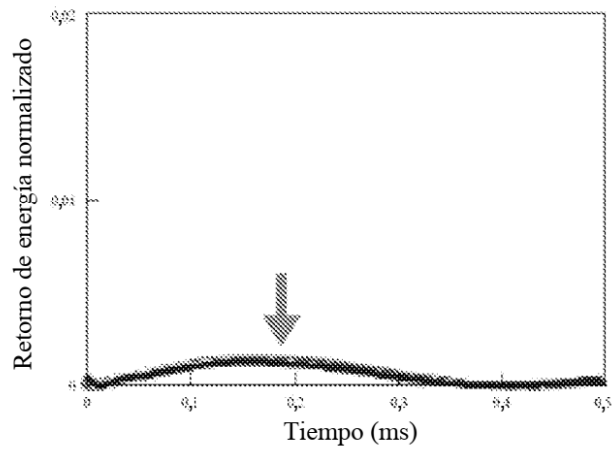


FIG. 19b.



FIG. 19c.

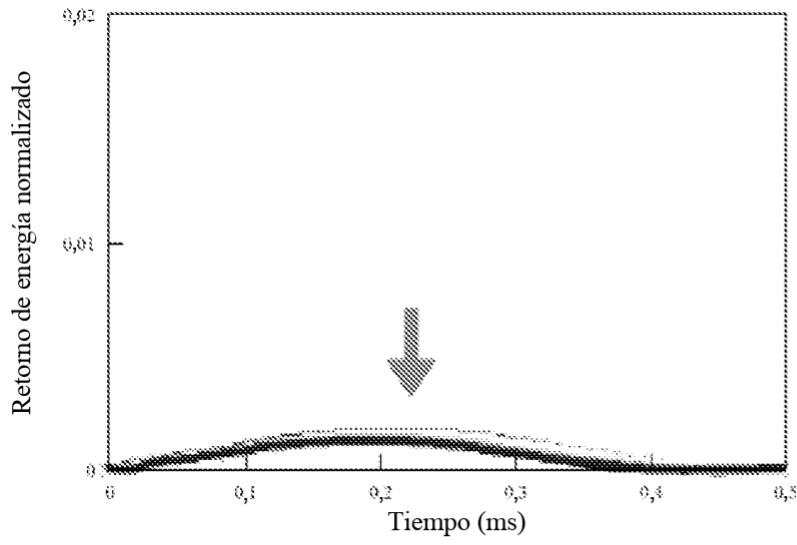


FIG. 19d.



FIG. 19e.

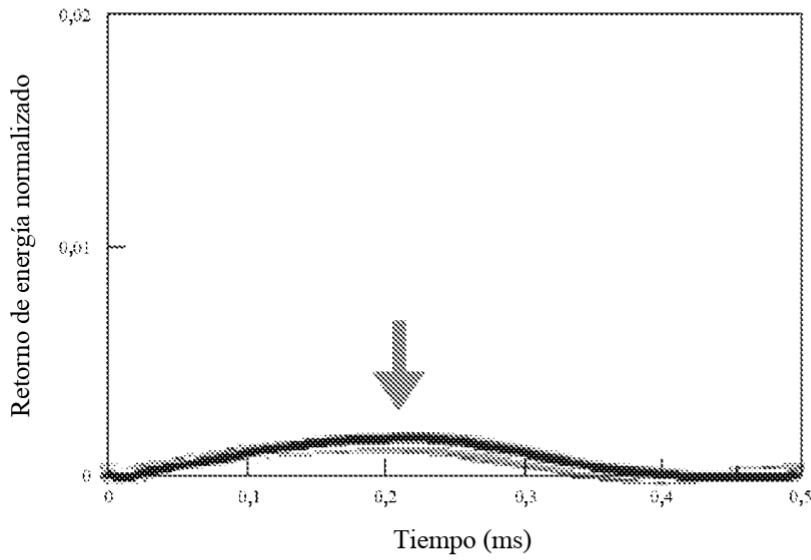


FIG. 19f.

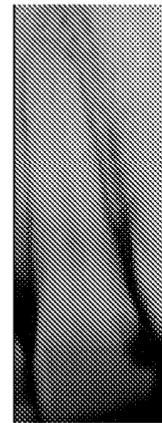


FIG. 19g.

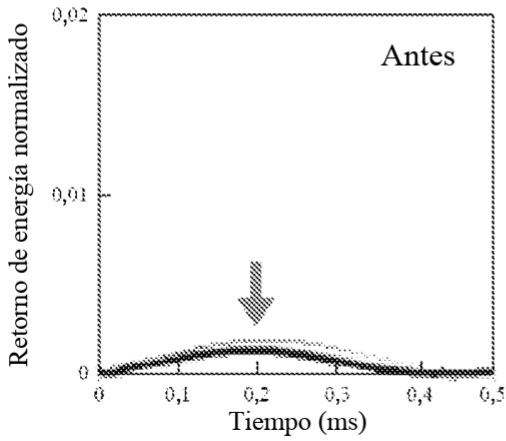


FIG. 20.

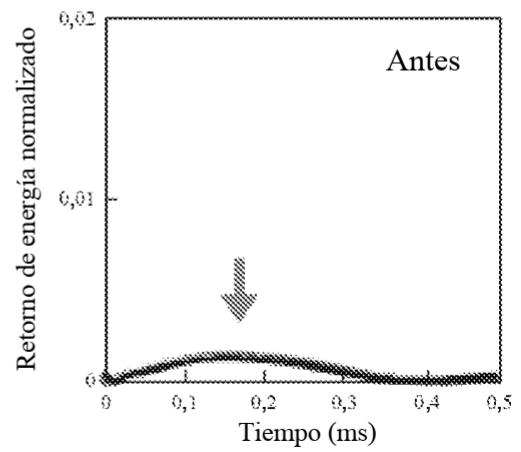


FIG. 20a.

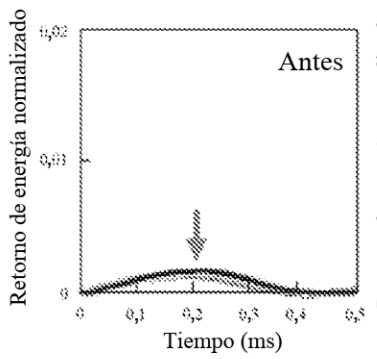


FIG. 20b.

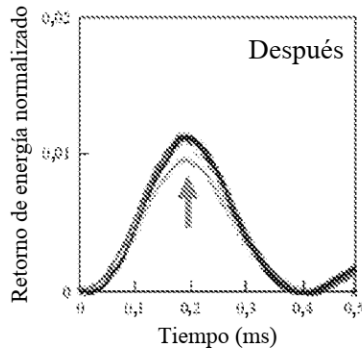


FIG. 20c.

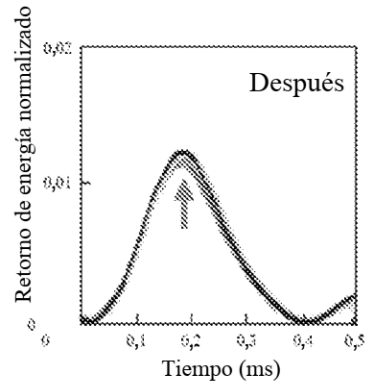


FIG. 20d.

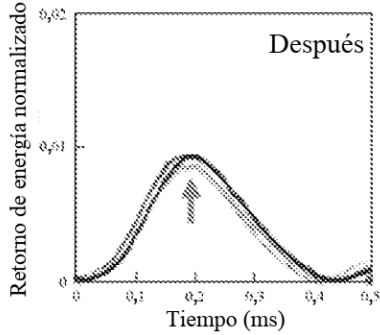


FIG. 20e.

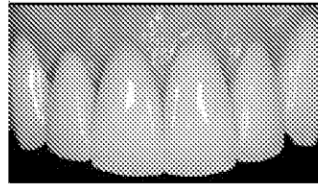


FIG. 20f.

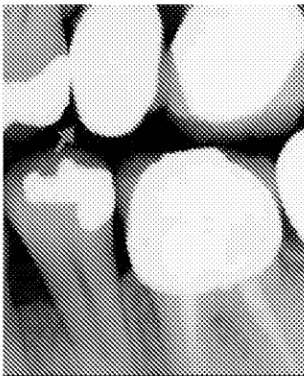


FIG. 21.

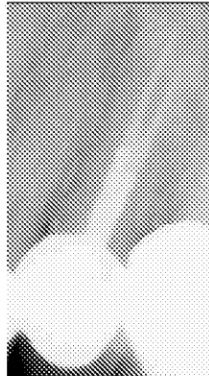


FIG. 21a.

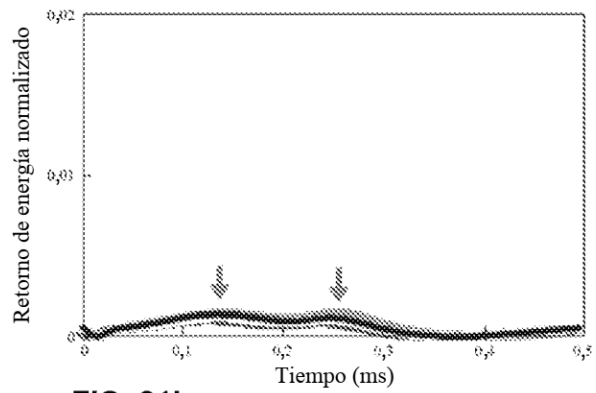


FIG. 21b.

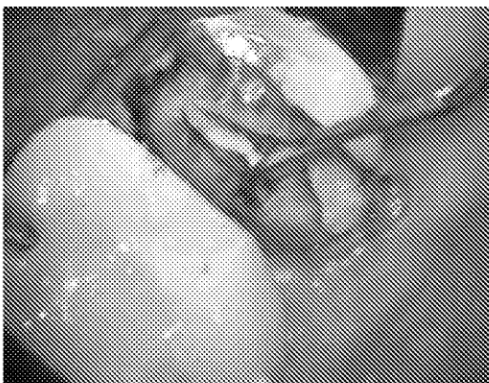


FIG. 22.

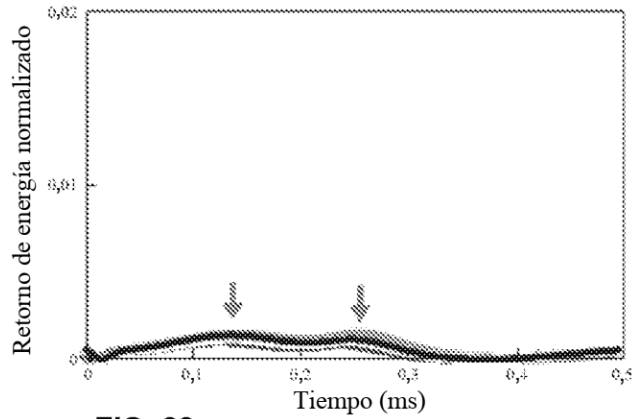


FIG. 22a.

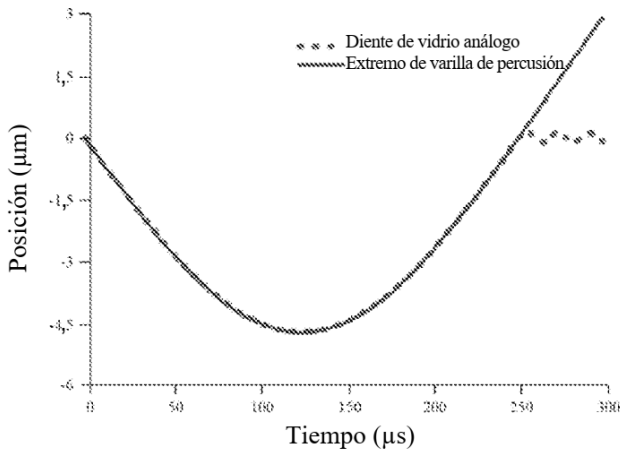


FIG. 23.

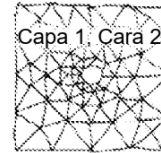


FIG. 24.

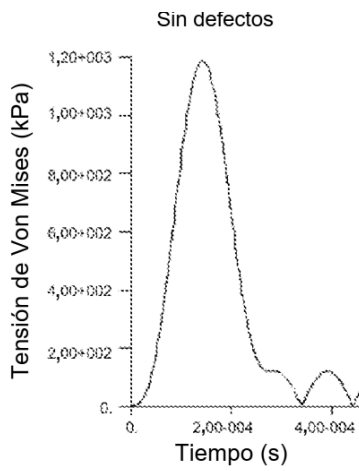


FIG. 24a.

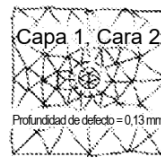


FIG. 24b.

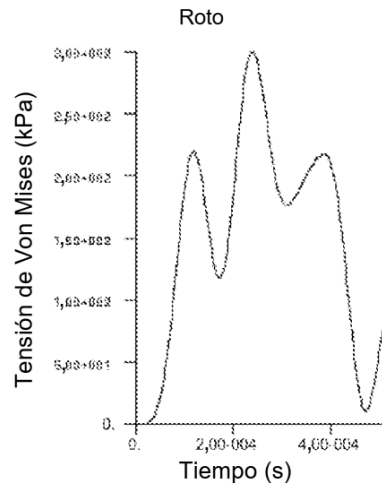


FIG. 24c.

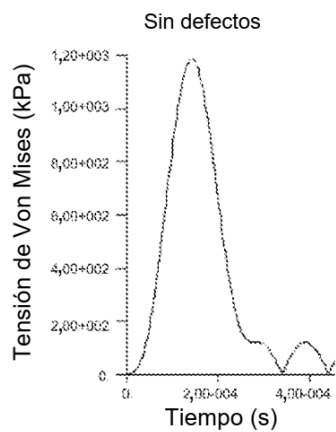


FIG. 25.

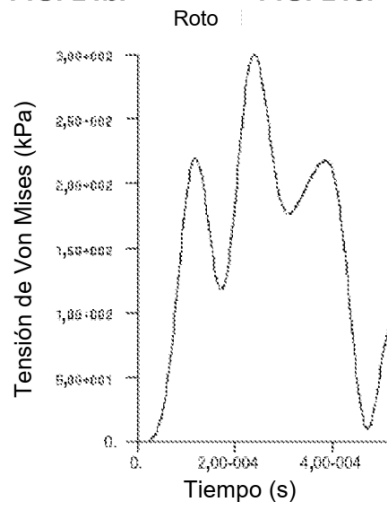


FIG. 25a.

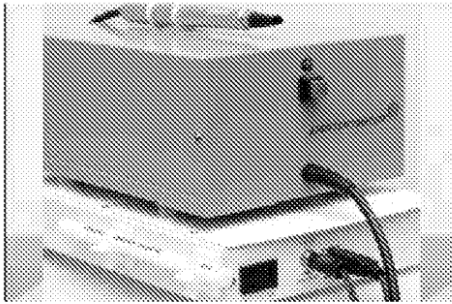


FIG. 26.



FIG. 26a.



FIG. 26b.

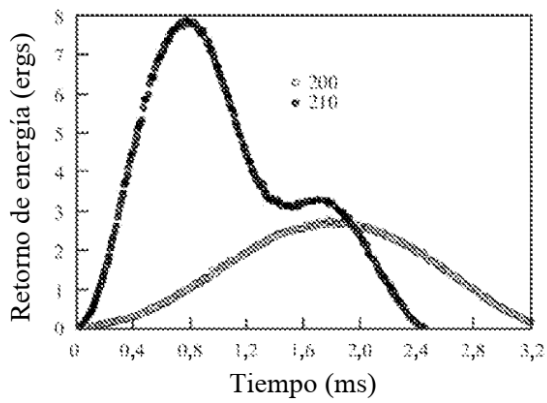


FIG. 27.

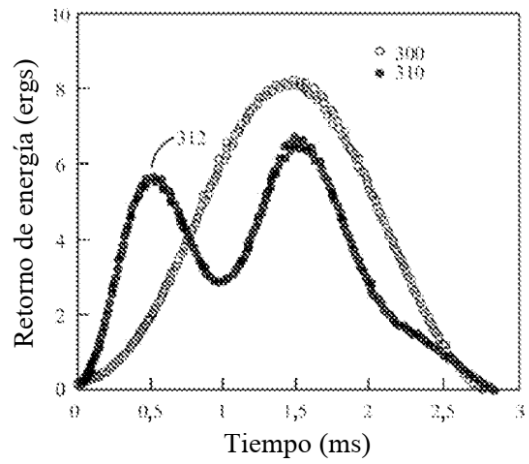


FIG. 28.

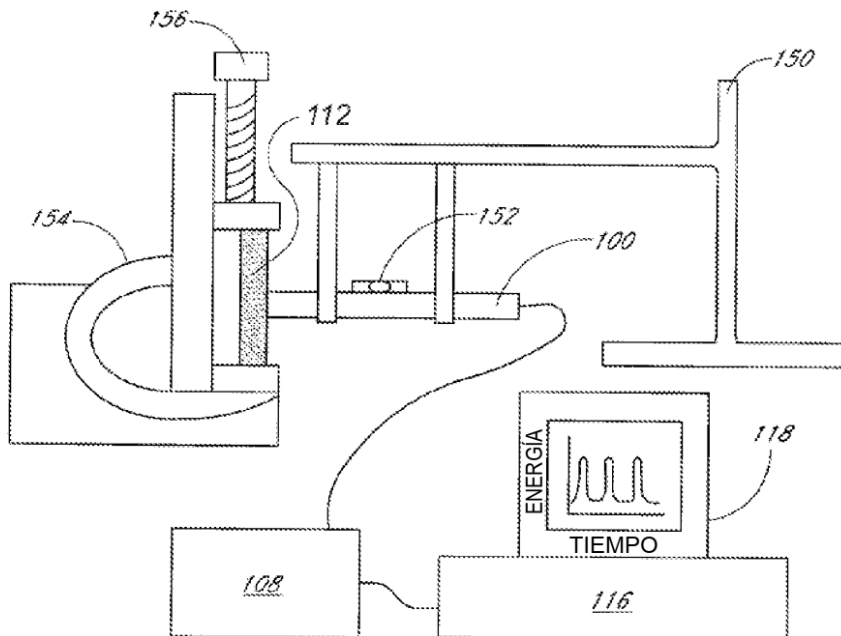


FIG. 29.

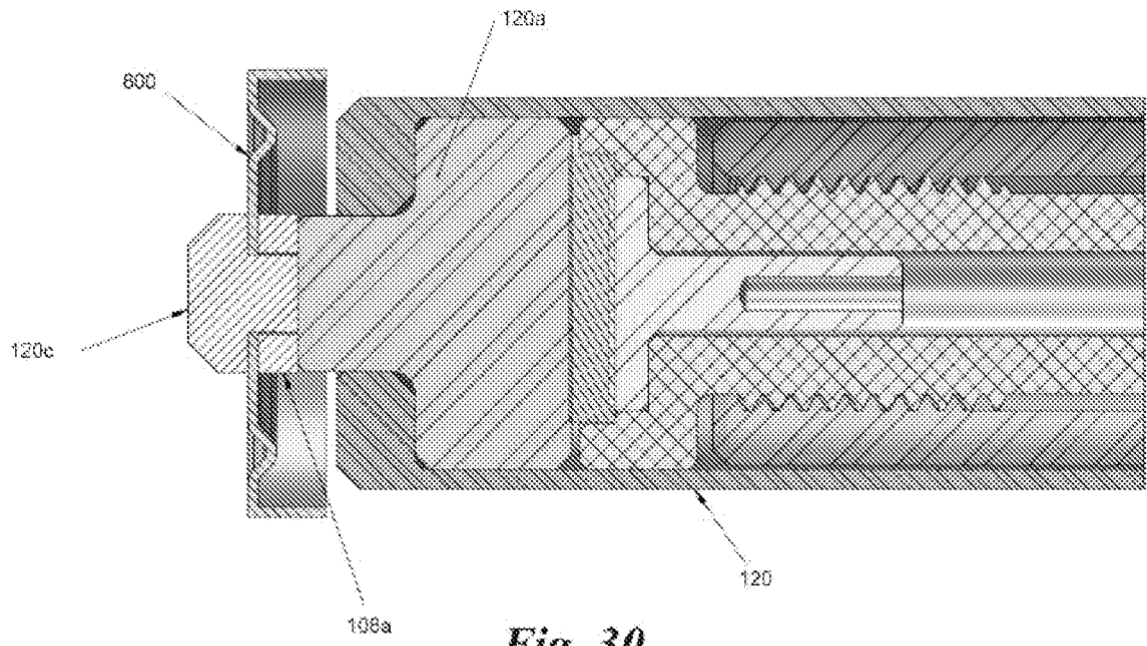


Fig. 30.

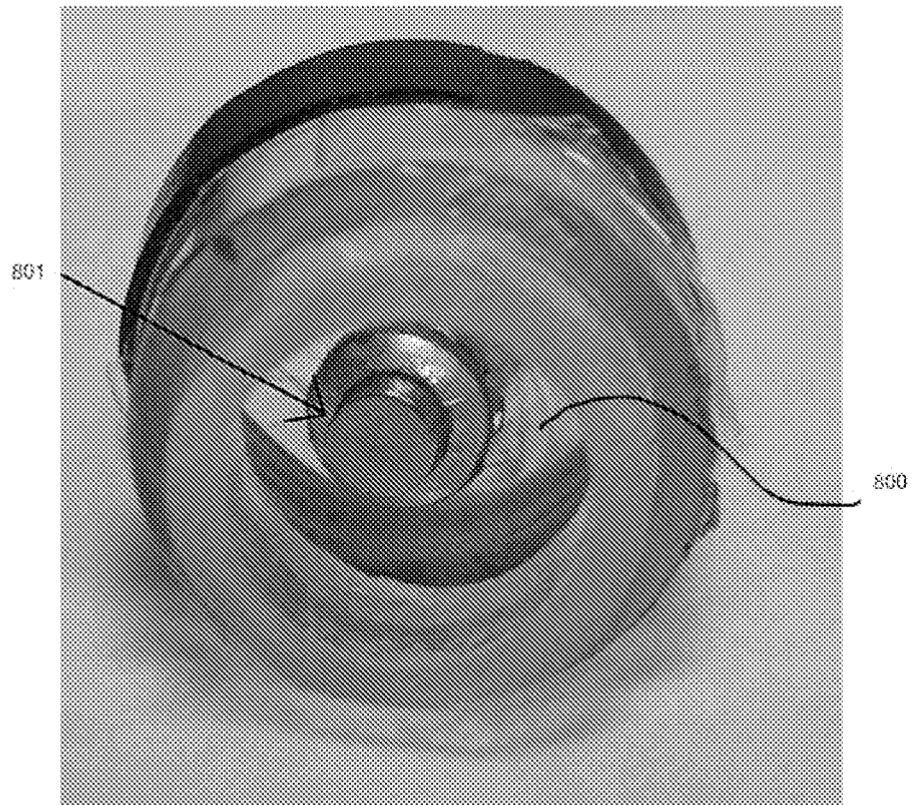


Fig. 30a.

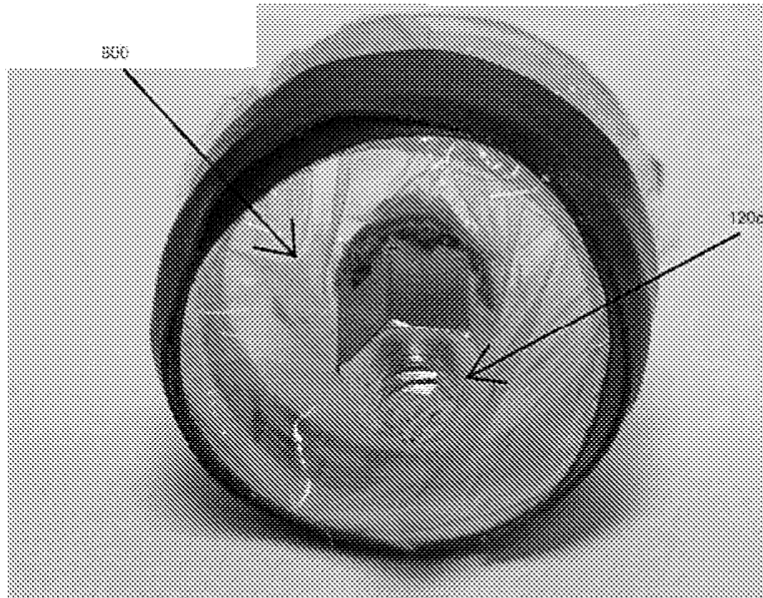


Fig. 30b.

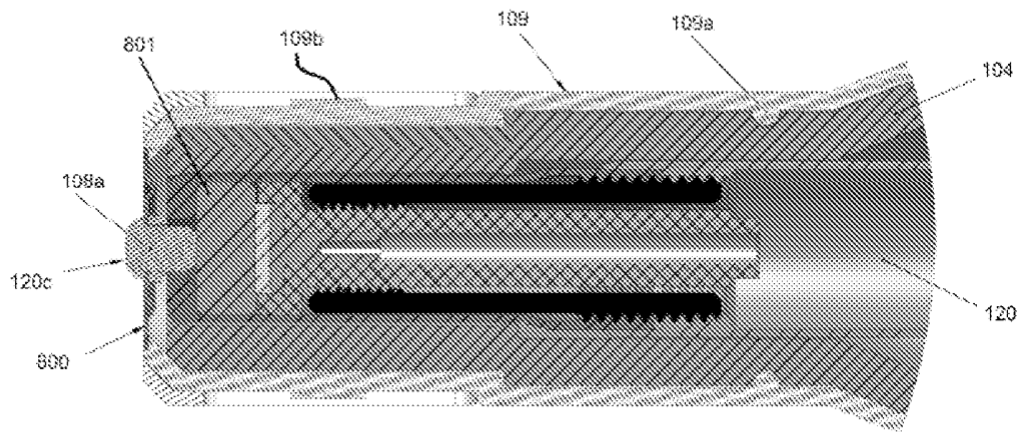


Fig. 31.

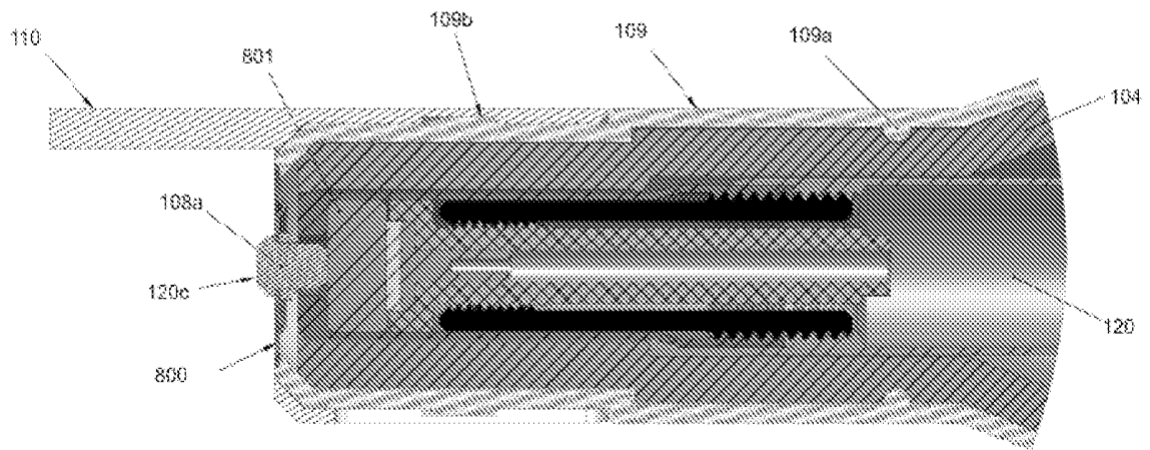


Fig. 32.

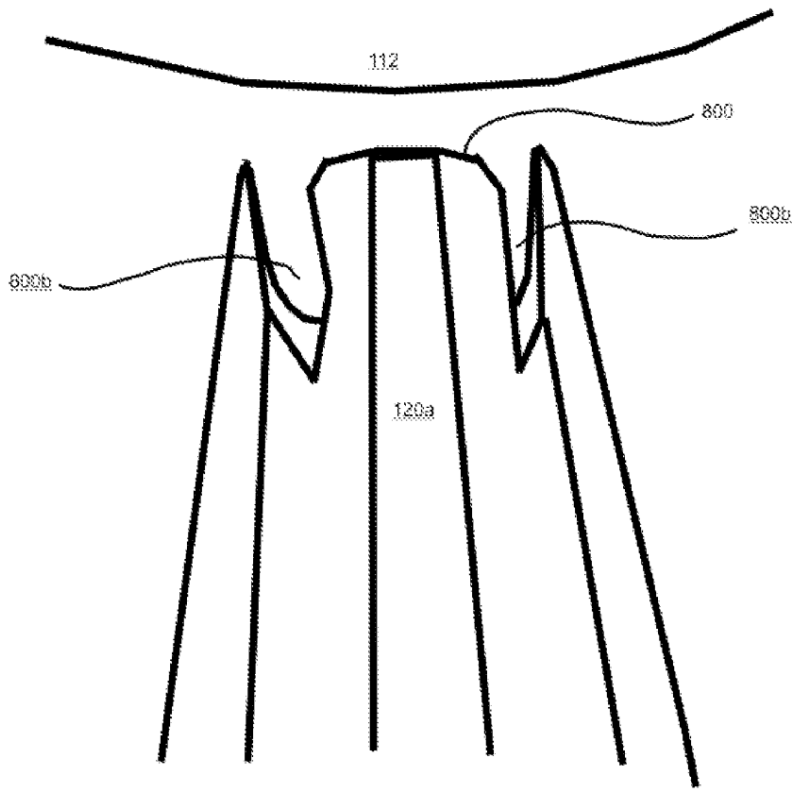


Fig. 33.

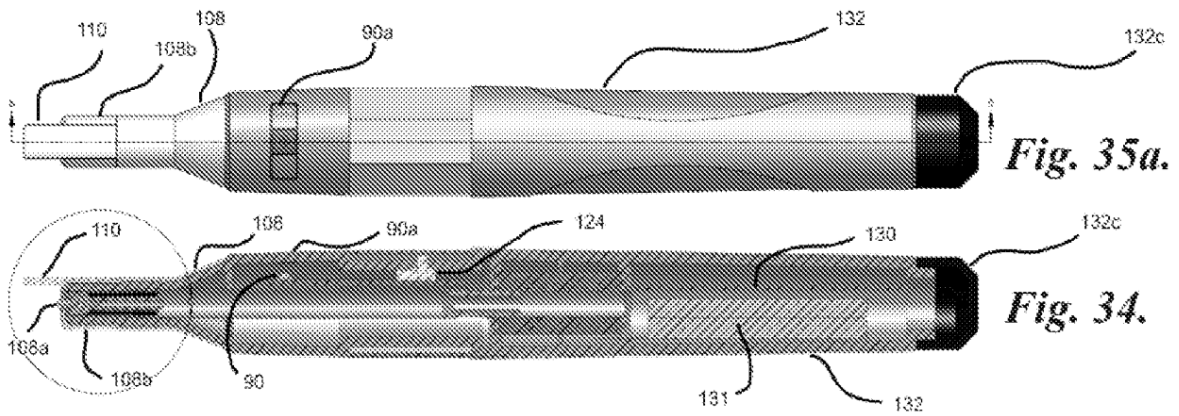


Fig. 35a.

Fig. 34.

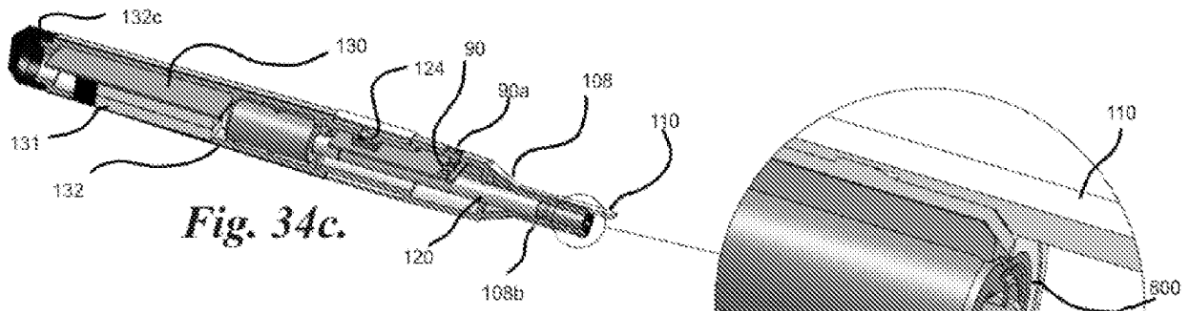


Fig. 34c.

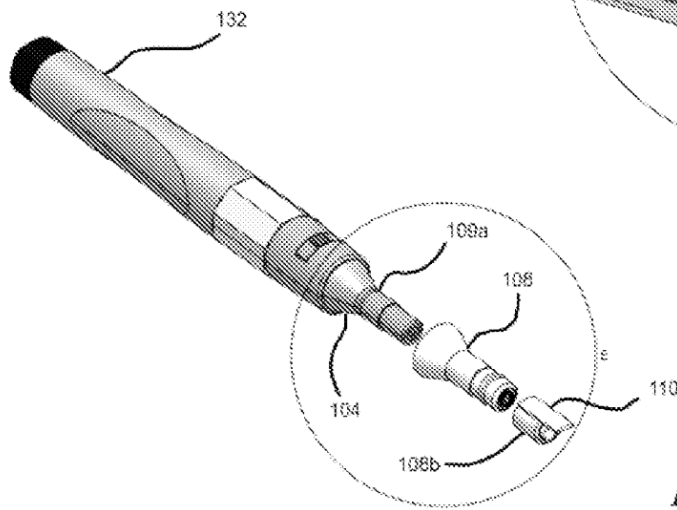


Fig. 34b.

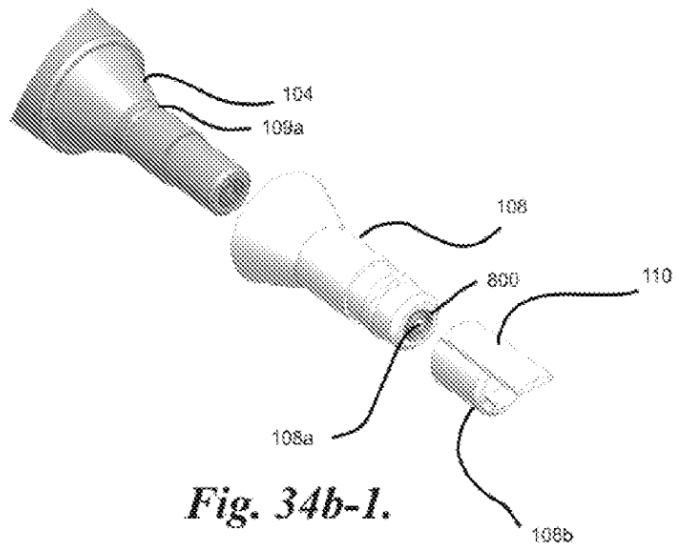
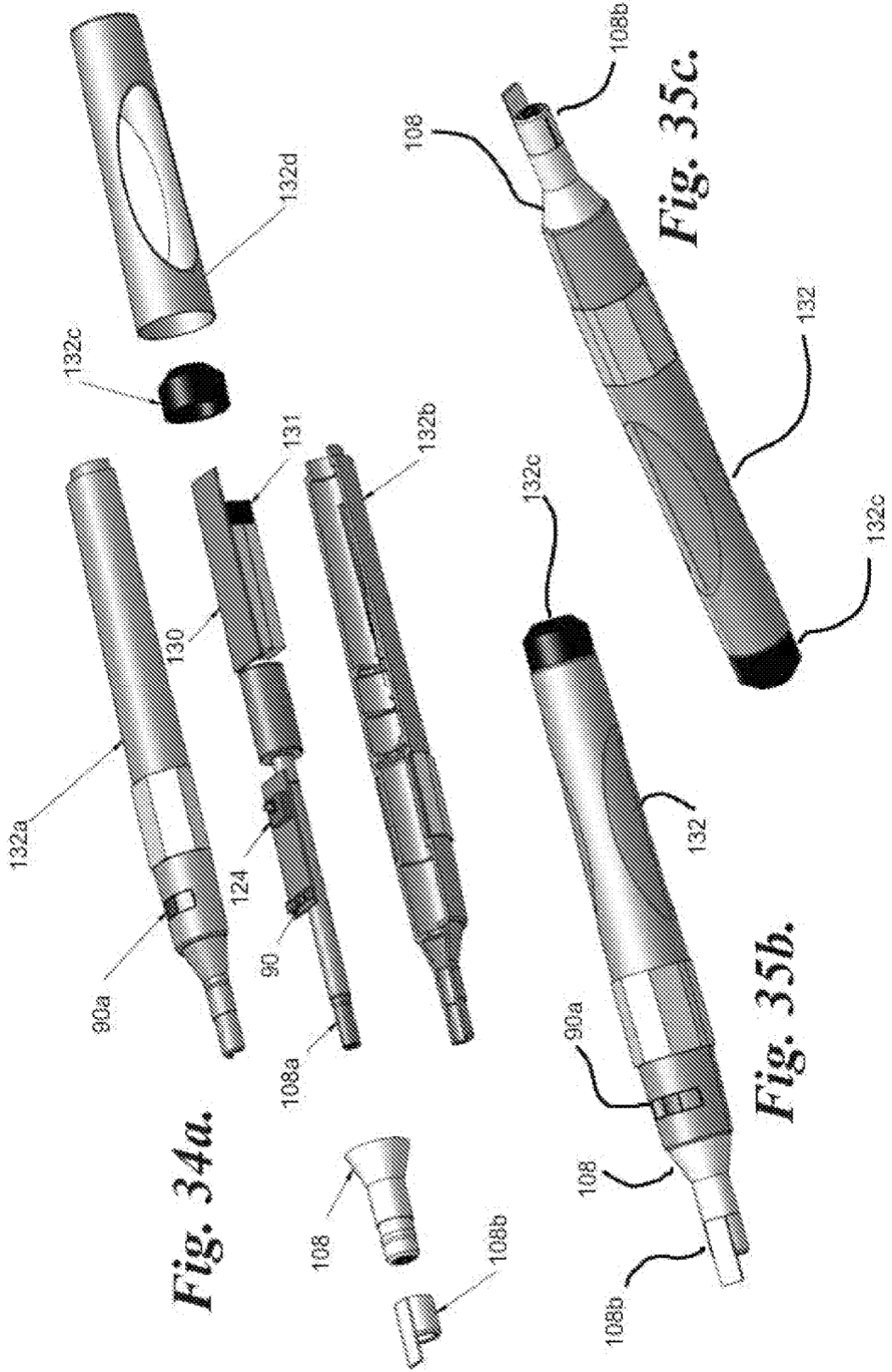


Fig. 34b-1.



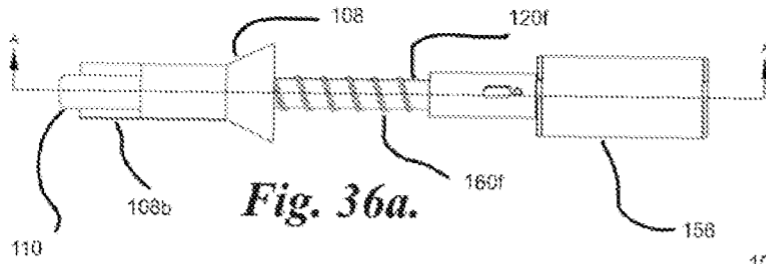


Fig. 36a.

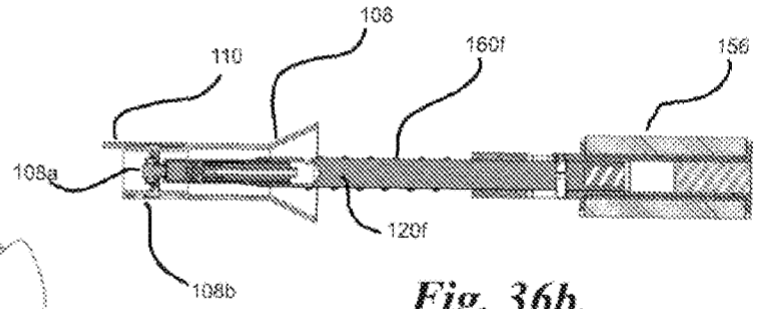


Fig. 36b.

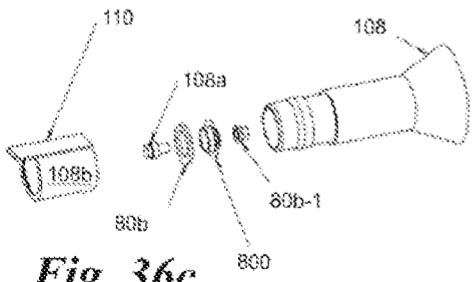


Fig. 36c.

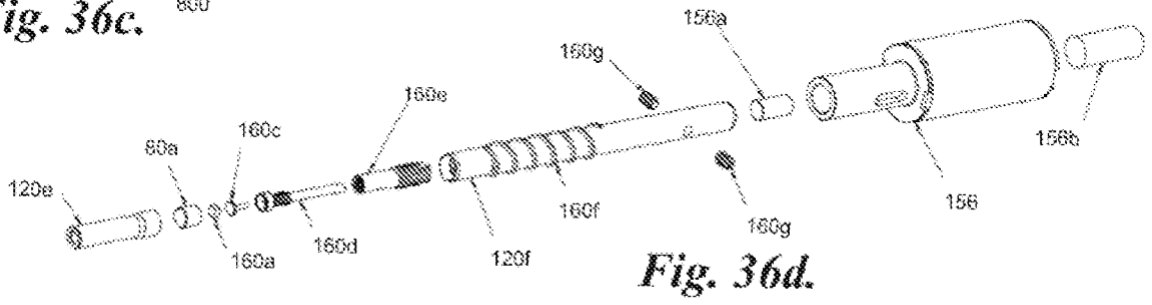


Fig. 36d.

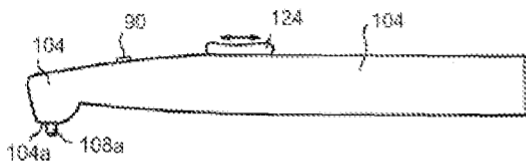


Fig. 37.

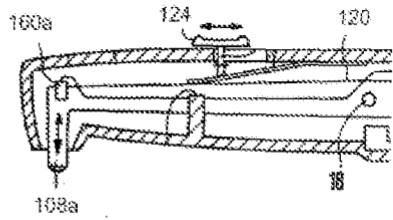


Fig. 37a.

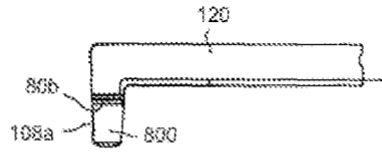


Fig. 37b.

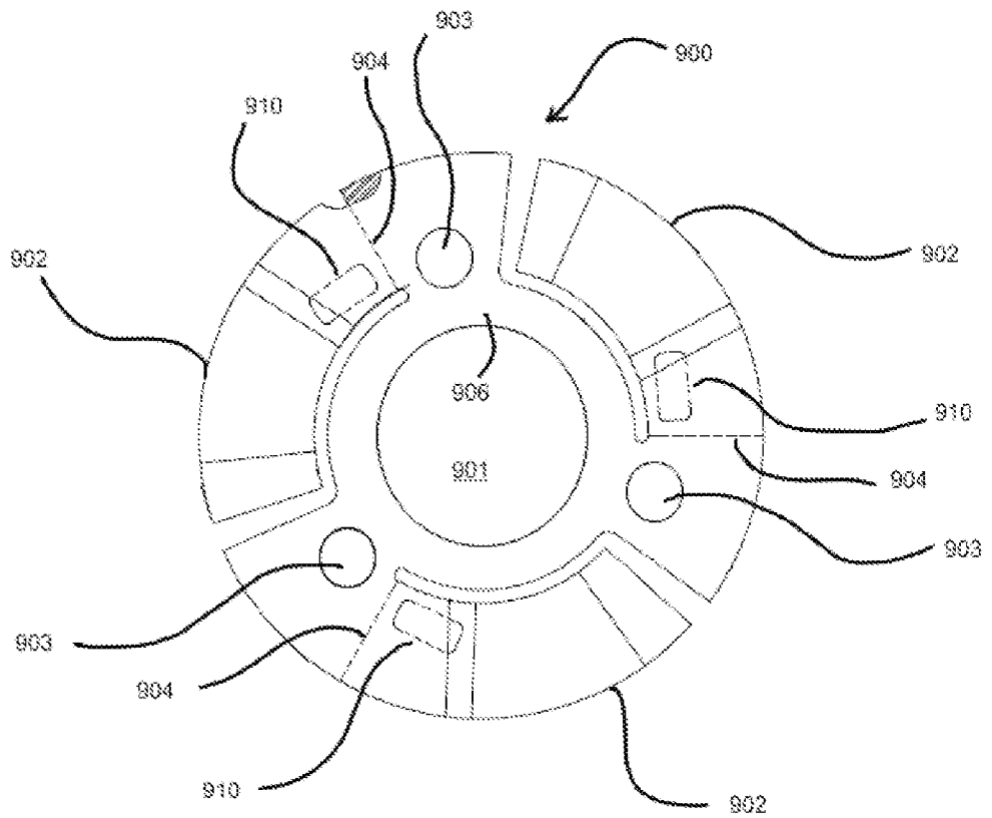


Fig. 38.

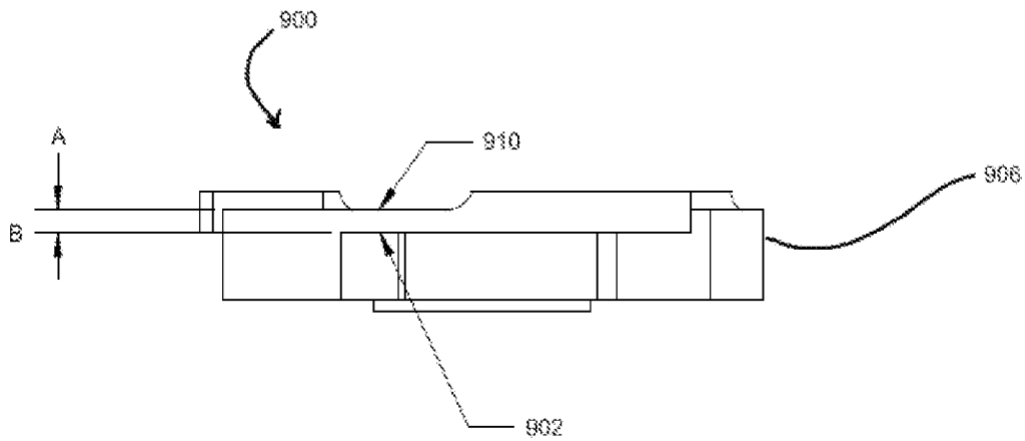


Fig. 38a.