(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 745 583**

(51) Int. CI.:

G01N 3/42 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.07.2013 PCT/US2013/000169**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2014 WO14018088**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2013 E 13823058 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 2877830**

(54) Título: **Sondas de autoalineación y dispositivos relacionados**

(30) Prioridad:

25.07.2012 US 201261741722 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.03.2020

(73) Titular/es:

THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA (100.0%)
1111 Franklin Street, 12th Floor
Oakland, CA 94607, US

(72) Inventor/es:

HANSMA, PAUL, K.;
RANDALL, CONNOR y
BRIDGES, DANIEL

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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

Sondas de autoalineación y dispositivos relacionados

Campo de la invención

El campo de la invención se refiere en general a sondas, dispositivos relacionados y métodos para medir propiedades de un material.

Declaración relativa a investigación o desarrollo de patrocinio federal

Esta invención se llevó a cabo con el apoyo de la Administración Pública bajo la Subvención número RO1 GM065354, concedida por los Institutos Nacionales de Salud. La Administración Pública tiene ciertos derechos a esta invención.

Antecedentes de la invención

Se han propuesto varios dispositivos para medir propiedades de los materiales. Por ejemplo, WO 2012/015592 describe un dispositivo basado en sonda que realiza indentación de punto de referencia sin sonda de referencia. La distancia de indentación se mide con relación al instrumento que permanece sustancialmente estacionario durante el proceso de impacto, el cual tiene lugar en el orden de un milisegundo. En una realización, un movimiento de impacto con una fuerza máxima del orden de 40N crea una indentación en hueso con una profundidad de aproximadamente 150 µm durante el que la caja del instrumento se mueve menos de 1 µm. Así, el error al medir la profundidad de indentación debida al movimiento de la caja es menos de 1%, haciendo innecesaria una sonda de referencia. US 4.752.166 describe un dispositivo de sonda.

A pesar de los varios dispositivos propuestos, todavía se necesita en la técnica nuevas sondas, dispositivos y métodos de medición de un material.

Resumen de la invención

El campo de la invención se refiere en general a sondas, dispositivos y métodos relacionados para medir propiedades de un material.

En una realización, la presente invención proporciona una sonda de prueba para uso en un dispositivo de indentación de punto de referencia. La sonda de prueba incluye una punta en un extremo y un acoplamiento de autocentrado en el extremo opuesto. El acoplamiento de autocentrado incluye un avellanado de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 100 grados a una profundidad de entre 0,010 pulgada (0,25 mm) y 0,035 pulgada (0,89 mm).

En otra realización, la presente invención proporciona un sistema de plato de acoplamiento de sonda para uso en un dispositivo de indentación de punto de referencia. El sistema incluye una sonda de prueba y un plato magnético. La sonda de prueba incluye una punta en un extremo y un acoplamiento de autocentrado en el extremo opuesto. El acoplamiento de autocentrado incluye un avellanado de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 100 grados a una profundidad de entre 0,010 pulgada (0,25 mm) y 0,035 pulgada (0,89 mm). El acoplamiento de autocentrado está acoplado a un plato magnético incluyendo una bola de alineación, un imán anular y un eje de transferencia de impacto.

En otra realización, la presente invención proporciona un método de medir una propiedad de un material. El método incluye los pasos de: a) obtener mediciones en el material usando un dispositivo de indentación de punto de referencia, donde el dispositivo incluye un sistema de plato de acoplamiento de sonda, y donde el sistema incluye una sonda de prueba y un plato magnético, donde la sonda de prueba incluye una punta en un extremo y un acoplamiento de autocentrado en el extremo opuesto, y donde el acoplamiento de autocentrado incluye un avellanado de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 100 grados a una profundidad de entre 0,010 pulgada (0,25 mm) y 0,035 pulgada (0,89 mm), y donde el acoplamiento de autocentrado está conectado a un plato magnético incluyendo una bola de alineación, un imán anular y un eje de transferencia de impacto; b) analizar los datos para obtener una medición de la propiedad de un material.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 representa una realización de un dispositivo de indentación de punto de referencia como el presentado en WO 2012/015592.

La figura 2 representa otra realización de un dispositivo de indentación de sonda de referencia como el presentado en WO 2012/015592.

La figura 3 representa otra realización de un dispositivo de indentación de sonda de referencia como el presentado en WO 2012/015592.

La figura 4 representa un sistema de plato-sonda como el presentado en WO 2012/015592.

La figura 5 representa un sistema de plato-sonda según la presente invención.

La figura 6 representa otra vista de un sistema de plato-sonda según la presente invención.

La figura 7 representa una ilustración detallada de la superficie de acoplamiento entre la sonda de prueba 200 y el plato magnético 300.

La figura 8 representa una ilustración del sistema de plato-sonda 100 integrado en un dispositivo de indentación de punto de referencia.

La figura 9 representa tres variaciones de la configuración de plato magnético.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere específicamente a sondas de autoalineación, platos magnéticos relacionados que acoplan con las sondas, dispositivos que utilizan las sondas que miden propiedades de un material y métodos correspondientes. Por ejemplo, WO 2012/015592 describe un método y dispositivo a base de sonda de prueba para indentación de punto de referencia sin una sonda de referencia. Las figuras 1-3 muestran realizaciones del dispositivo de indentación de punto de referencia de WO 2012/015592.

La figura 1 representa una realización mecánica del dispositivo descrito en WO 2012/015592. Una sonda de prueba 202 está conectada a un generador de fuerza que tiene forma de un generador de impacto que consta de un imán opcional 204 en un soporte de sonda 206 conectado a una varilla de transferencia de impacto 208 que termina en un tornillo de ajuste de varilla de transferencia de impacto 210. El tornillo de ajuste 210 cambia efectivamente la longitud del conjunto de transferencia de impacto 212 que consta de la varilla de impacto 208 y el tornillo de montaje de varilla de transferencia de impacto 210. El tornillo de ajuste de varilla de transferencia de impacto 210 es impactado por una masa de impacto 214 que es movida por una bola de normalización de fuerza 216 movida por un muelle primario 218. La masa de impacto es retenida por el tornillo de fijación 269, que evita que la masa se mueva hacia arriba cuando el muelle primario 218 no esté comprimido. El tornillo de ajuste de muelle primario 220, conjuntamente con el tornillo de ajuste de varilla de transferencia de impacto 210, regula la fuerza máxima aplicada a la muestra 222 durante el impacto.

El impacto es disparado por un dispositivo de disparo 228 que consta de una bola de disparo 230 que expulsa la masa de impacto 214 de un resalte 232 maquinado en un alojamiento interior 234. La masa de impacto 214 impacta entonces en el conjunto de transferencia de impacto 212. La bola de disparo 230 es empujada por un tornillo de fijación 236 mantenido en el alojamiento exterior 238. El tornillo de fijación 236 baja por una ranura 240 en el alojamiento interior 234 cuando el muelle primario 218 es comprimido por el operador (no representado) aplicando una fuerza al alojamiento exterior 238. A este respecto, el alojamiento exterior 238 se mueve con relación al alojamiento interior 234 creando por ello energía potencial en el muelle primario 218. Al accionamiento de un dispositivo de disparo 228, la energía potencial del muelle primario 218 es transferida a energía cinética por lo que la bola de normalización 216 contacta la masa de impacto 214 que contacta el tornillo de ajuste de varilla de transferencia 210.

Un dispositivo de medición 242 supervisa el desplazamiento, resultante de un impacto, de la sonda de prueba 202 en la muestra 220. El dispositivo de medición 242 puede tener varias realizaciones implementadas para cuantificar la medición de indentación. Por ejemplo: (1) el dispositivo de medición 242 puede medir el desplazamiento relativo de la sonda de prueba 202 con un sensor capacitivo, transformador diferencial variable lineal (LVDT), u otro sensor electrónico de desplazamiento; (2) el dispositivo de medición 242 puede medir el desplazamiento relativo de la sonda de prueba con un mecanismo mecánico tal como el usado en galgas para cuadrantes de maquinista.

Después de un impacto, el muelle secundario 266 empuja de nuevo la masa de impacto 214 hacia arriba del alojamiento interior 234. La masa de impacto es empujada lateralmente por un émbolo de bola 268 sobre el resalte 232, preparado para el impacto siguiente (si es necesario). El tapón de extremo 270 puede tener un indicador de nivelación opcional 272, tal como un nivel de burbuja, de modo que el operador puede supervisar la orientación del dispositivo durante la operación, si lo desea.

El conjunto de flexión 244 requiere una calibración para convertir el voltaje de salida a micras. Esto requiere una instalación personalizada que consta de un transductor de desplazamiento calibrado y una bobina de voz para proporcionar un desplazamiento dado. El conjunto de flexión 244 es desplazado por una función de rampa generada por el dispositivo de calibración con desplazamientos conocidos. El voltaje de salida del conjunto de flexión 244 es registrado y una regresión lineal modela la relación entre el voltaje de salida del conjunto de flexión 244.

Alternativamente, si las mediciones son referidas como relaciones de distancias de indentación a un material de referencia con relación a las distancias de indentación al material bajo prueba, se reduce la necesidad de mediciones absolutas. Todavía es útil, sin embargo, tener una idea general de las mediciones absolutas para cerciorarse de que las relaciones proceden de mediciones absolutas comparables en diferentes instrumentos.

La figura 2 ilustra una versión modificada de la realización ilustrada en la figura 1. En esta realización se usa un dispositivo separado, tal como un émbolo 800, para cargar el muelle primario 818. En lugar de una fuerza aplicada al alojamiento exterior 838 por el operador, el émbolo 800 se usa para aplicar la fuerza al muelle primario 818 (por ejemplo, almacenar energía potencial en el muelle primario 818). El operador empujará el émbolo 800 hacia dentro o distalmente para cargar el muelle primario 818 donde el émbolo 800 se bloqueará en posición. Después de disparar el dispositivo, mediante un botón de disparo separado o mediante avance del alojamiento exterior 838, el émbolo 800 girará y empujará de nuevo a la posición original donde podrá ser empujado de nuevo para el ciclo de indentación siguiente. Un muelle secundario 866 puede asistir la restauración del émbolo 800 a la posición inicial u original.

La figura 3 representa otra realización del dispositivo de sonda presentado en WO 2012/015592. La masa total de esta realización es menos de 0,5 lbs, lo que la hace ligera y fácil de manipular y usar. Se deberá entender que el dispositivo de sonda en general puede pesar más o menos. Según se ve en la figura 3, una sonda 902 está conectada a un generador de impacto que consta de un imán opcional 904 en un soporte de sonda 906 conectado a una varilla de transferencia de impacto 908. La varilla de transferencia de impacto 908 es impactada por una masa de impacto 914 (que pesa 0,011 lb) que es movida por una bola de normalización de fuerza 916 movida por un muelle primario 918 con una constante elástica de 1,4 lb/pulg. La masa de impacto es retenida por el tornillo de fijación 969, que evita que la masa se desplace hacia arriba cuando el muelle primario 918 no esté comprimido. El muelle primario 918 se mantiene en el otro extremo por un capuchón de extremo con un primer agujero de ventilación 917, que está conectado al alojamiento exterior 938. Hay un segundo agujero de ventilación 992 situado en el lado del alojamiento exterior 938. Los agujeros de ventilación 917 y 992 mitigan cualquier contribución del aire atrapado a la constante elástica efectiva del muelle primario 918.

El impacto es disparado por un dispositivo de disparo que consta de una bola de disparo 930 que empuja la masa de impacto 914 fuera de un resalte 932 maquinado en el alojamiento interior 934 cuando el muelle primario es comprimido a una fuerza de aproximadamente 11 N (típicamente en el rango de 8N a 12N). La bola de disparo 930 es empujada por un tornillo de fijación 936 mantenido en el alojamiento exterior 938. El tornillo de fijación 936 baja por una ranura 940 situada en el alojamiento interior 934 cuando el muelle primario 918 es comprimido por el operador (no representado) aplicando una fuerza al alojamiento exterior 938. A este respecto, el alojamiento exterior 938 se desplaza con relación al alojamiento interior 934 creando por ello energía potencial en el muelle primario 918. Una guía de alineación de alojamiento 988 es retenida por un tornillo de fijación 990 y sigue una ranura maquinada 986 en el alojamiento interior 934 para mantener la alineación apropiada cuando el operador comprime el alojamiento exterior 992. Esto permite mayor precisión del dispositivo de disparo 928. Al accionamiento del dispositivo de disparo 928, la energía potencial (por ejemplo, alrededor de 0,17J) del muelle primario 918 es transferida posteriormente a energía cinética por lo que la bola de normalización 916 contacta la masa de impacto 914 que contacta la varilla de transferencia de impacto 908.

Un dispositivo de medición 942 supervisa el desplazamiento, resultante de un impacto, de la sonda 902 en la muestra 922. El dispositivo de medición 942 consta de un conjunto de flexión 944 que consta de un flexímetro 246, con una constante elástica de 26,1 lb/pulg, hecha de cobre de berilio endurecido, con extensímetros. Los extremos del conjunto de flexión 944 descansan libremente en ranuras 956 y 958 en el cono saliente 960. El centro del conjunto de flexión tiene un agujero que resbala sobre la varilla de transferencia de impacto 908 y se mantiene en posición por un tope superior 962 y un tope inferior 964, que limita el recorrido de la sonda de prueba a la muestra (recorrido limitado a menos de 0,014"). El punto de referencia a partir del que se miden dichos desplazamientos es el resalte 957 en el cono saliente 960. La masa de referencia es 0,34 lb y consta primariamente del cono saliente 960 y el alojamiento interior 934. Debido a la corta duración del impacto (menos de 1 milisegundo), la masa de referencia permanece sustancialmente fija en el tiempo (dentro de aproximadamente 1 micra), permitiendo medir el desplazamiento sin una sonda física de referencia en contacto con la muestra.

Después del impacto, el muelle secundario 966, con una constante elástica de 1,2 lb/pulg, empuja la masa de impacto 914 hacia arriba en el alojamiento interior 934. La masa de impacto es empujada lateralmente por un émbolo de bola 968 sobre el resalte 932 y mantenida en posición con una fuerza lateral de 0,5 lb, preparada para el impacto siguiente (si es necesario). El tapón de extremo 917 puede tener un indicador de nivelación opcional, tal como un nivel de burbuja, de modo que el operador puede supervisar la orientación del dispositivo durante la operación, si lo desea.

La figura 4 representa una sonda y plato de acoplamiento como el presentado en WO 2012/015592. La sonda de prueba 401 tiene una base plana en contacto con un plato magnético plano 403 (indicado como imán opcional 204 en las figuras 1-2 e imán opcional 904 en la figura 3). El plato magnético plano está en un soporte de sonda 405 (por ejemplo, un imán anular). El eje de transferencia de impacto 407 está conectado al soporte de sonda 405.

En ciertos casos, se halló que el sistema de sonda y plato de acoplamiento que consta de un plato magnético plano y una sonda de prueba de base plana (figura 4) no proporcionaba una alineación óptima de la sonda de prueba 401. Pueden acumularse residuos en la superficie entre el plato magnético plano y la sonda de prueba plana. Donde esto tiene lugar, pueden observarse errores de medición del orden de 10% durante la evaluación de propiedades del material. Los residuos acumulados también pueden dar lugar a daño del plato magnético debido a la transferencia de impactos a través del material de imán quebradizo.

La figura 5 representa un sistema de autoalineación de sonda y plato de acoplamiento 100 según la presente invención. La sonda de prueba 200 está en contacto con el plato magnético 300. Como se representa en la figura 6, la sonda de prueba 200 consta de un acoplamiento de autocentrado 202, un cuerpo principal 204, un tope de sonda 206, una porción de guía 208, un eje de extensión 210, un eje ahusado 212 y una punta 214. El tope de sonda 206 evita que se quite la sonda durante la retracción por una guía. El diseño de la sonda permite la fácil penetración de tejido blando sin el uso de una aguja hipodérmica para cortarlo (por ejemplo, la piel).

En una realización, la punta 214 de la sonda de prueba 200 es de 90 grados y cónica con una punta afilada (típicamente menos de 0,004 pulgada de radio). La base de punta cónica 214 tiene típicamente un diámetro de entre 0,010 pulgada y 0,035 pulgada (por ejemplo, 0,015 pulgada) con una tolerancia ajustada (por ejemplo, ±0,0005 pulgada). El diámetro es suficientemente pequeño para permitir que la punta 214 perfore materiales blandos (por ejemplo, tejido) con una fuerza baja, pero es suficientemente grande para transferir la fuerza generada desde una indentación de punto de referencia a un espécimen de prueba (por ejemplo, hueso).

El eje ahusado 212, que está encima de la punta 214, a menudo tiene un ahusamiento de 1,25 a 3,75 grados con respecto a la normal (por ejemplo, 2,5 grados con respecto a la normal) a una longitud típica total de 0,2 pulgada a 0,6 pulgada (por ejemplo, 0,4 pulgada). Esto permite que la sonda a soporte las altas fuerzas de impacto (por ejemplo, ~35N a 40N de fuerza máxima) que son transferidas hacia abajo a la punta y a la muestra. El eje de extensión 210 no está generalmente ahusado y tiene típicamente una longitud de entre 0,1 pulgada a 0,5 pulgada (por ejemplo, 0,2 pulgada). El eje de extensión 210 puede permitir la comprobación de muestras más gruesas (por ejemplo, tejido blando) sin interferencia de la guía de sonda.

La sonda de prueba 200 se puede hacer de cualquier material adecuado o combinaciones de material. Los ejemplos no limitadores de tales materiales incluyen: acero inoxidable endurecido 440C; carburo de tungsteno. La punta 214 se puede hacer del mismo material que el usado generalmente para la sonda 200, o podría ser de un material diferente, tal como diamante.

El plato magnético 300 (figura 6) consta de un eje de transferencia de impacto 302, un imán anular 304 y una bola de alineación 306. El eje de transferencia de impacto 302 transmite energía generada desde el dispositivo de indentación de punto de referencia a través de la bola de alineación 306 a la sonda de prueba 200. Durante esta transferencia de energía, el imán anular 304 y la bola de alineación 306 permanecen fijados con sujeción. El sistema de plato-sonda 100 evita sustancialmente la pérdida de energía y la flexibilidad debidas a la acumulación de residuos. Además, aplica una carga axial de precisión a una muestra, minimizando las fuerzas desviadas que crearían pares de alteración de medición. Además, el sistema de plato-sonda disminuye sustancialmente, o incluso evita, el daño del imán 304.

La figura 7 representa una ilustración detallada de la superficie de acoplamiento entre la sonda de prueba 200 y el plato magnético 300. El acoplamiento de autocentrado 202 consta de un avellanado de 90 grados a una profundidad concreta (por ejemplo, 0,018 pulgada) centrado a lo largo del eje largo de la sonda de prueba 200. (Aunque el avellanado representado es de 90 grados, puede variar de justo aproximadamente 90 grados a aproximadamente 100 grados, por ejemplo, de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 100 grados, de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 98 grados, de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 96 grados, de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 94 grados, y de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 92 grados). El acoplamiento de autocentrado 202, representado en la sección transversal, acopla con la bola de alineación 306 de tal manera que hay contacto a lo largo de un perfil circular en el que el centro está libre de contacto. La bola de alineación 306 asegura que el plato magnético 300 esté centrado con el eje largo de la sonda de prueba 200. También transfiere energía del instrumento a través del plato magnético 300 a la sonda de prueba 200 y, eventualmente, a la muestra de forma exacta.

La figura 8 representa una realización de un sistema de sonda y plato de acoplamiento 100 integrado en un dispositivo de indentación de punto de referencia. Para implementar el sistema, la sonda de prueba 200 se inserta en el cono saliente 402 con la mano a través de un bloqueo luer 404 del dispositivo de indentación de punto de referencia. El plato de bola magnético 300 empuja la sonda de prueba 200 hacia la bola de alineación 306 y centra la sonda de prueba. También aparta cualesquiera residuos. Un operador (no representado) gira la guía 406, que se bloquea en el bloqueo luer 404. La guía 406 está diseñada para mantener la alineación lateral de la sonda de prueba 200 y evitar la extracción inadvertida de la sonda de prueba.

Cuando el sistema de sonda y plato de acoplamiento de la presente invención se usa en un dispositivo de indentación de punto de referencia sin una sonda de referencia como se describe en WO 2012/015592, la

desviación estándar de las mediciones tomadas en PMMA en 35 pasadas de prueba es típicamente al menos 5% menos que la desviación estándar de las mediciones tomadas con el dispositivo incluyendo el sistema de plato y sonda explicado en WO 2012/015592 en PMMA en 35 pasadas de prueba. En ciertos casos, la desviación estándar obtenida es al menos 7,5%, 10,0%, 20%, 30%, 40% o 50% menos.

El sistema de sonda y plato de acoplamiento de la presente invención reduce sustancialmente la acumulación de residuos entre el plato y la sonda en comparación con el dispositivo de indentación de punto de referencia descrito en WO 2012/015592. En ciertos casos, reduce la acumulación de residuos al menos 20%. A menudo, disminuye la acumulación de residuos al menos 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% o 90%.

Resultados experimentales

Geometrías de acoplamiento de autocentrado

Se comprobaron diferentes geometrías de acoplamiento de autocentrado 202, totalizando 10 sondas de prueba prototipo (200). Se comprobaron avellanados de 90 y 120 grados a diferentes profundidades, así como una ranura de extremo de bola de 3/32 pulgada diseñada para acoplar con una bola de alineación 306 de 3/32 pulgada. Cada configuración se comprobó en un material de calibración (PMMA) 30 veces, y se obtuvieron desviaciones estándar. El gráfico A siguiente muestra los resultados experimentales.

Configuraciones de plato magnético

Se comprobaron tres variaciones de configuraciones de plato. La primera configuración (901 en la figura 9) es un plato magnético “plano”. La configuración 903 es un plato magnético "de centrado plano", y la configuración 905 es una configuración de plato magnético de “bola” de la presente invención. Cada configuración se comprobó 35 veces y se obtuvieron las desviaciones estándar siguientes: configuración 901, desviación estándar = 1,75; configuración 903, desviación estándar = 2,12; configuración 905, desviación estándar = 1,20.

Desviaciones estándar y deriva media del sistema de sonda y plato de acoplamiento

El sistema de sonda y plato de acoplamiento de la presente invención ("sonda V") se comprobó contra el sistema de sonda explicado en WO 2012/015592 ("sonda plana"). El experimento se realizó en 3 fases: 1) Limpia - plato magnético limpio y sonda limpia; 2) Sucia 1 - extremo de la sonda presionado sobre una superficie con polvo; 3) Sucia 2 - extremo de sonda presionado de nuevo sobre una superficie con polvo. Cada fase constaba de 30 indentaciones en un material de calibración (PMMA) donde la sonda se reseteó en un intervalo de 10 para determinar los efectos de la sedimentación. Las desviaciones estándar para la sonda V fueron las siguientes: Limpia (0,97); Sucia 1 (1,06); Sucia 2 (1,35). Las desviaciones estándar para la sonda plana fueron las siguientes: Limpia (1,13); Sucia 1 (1,25); Sucia 2 (2,23). Además de reducir las desviaciones estándar, la deriva (cambio de la medición media con el tiempo) se mejora con la presente invención. Para cada fase de 30 indentaciones realizadas en este experimento, la sonda se quitó del plato después de 10 indentaciones y se volvió a insertar. Esto tenía la finalidad de investigar la deriva, que se debe a acumulación de residuos, dando lugar a la sedimentación de la sonda de forma diferente en el plato. La diferencia de medias del primer conjunto de indentaciones al último conjunto de indentaciones en la fase "Sucia 2" era 4,5% para la sonda plana y solamente 0,2% para la sonda V.

REIVINDICACIONES

1. Una sonda de prueba (200) para uso en un dispositivo de indentación de punto de referencia, donde la sonda de prueba (200) incluye una punta (214) en un extremo y un acoplamiento de autocentrado (202) en el extremo opuesto, incluyendo dicho acoplamiento de autocentrado (202) un avellanado de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 100 grados a una profundidad de entre 0,010 pulgada (0,25 mm) y 0,035 pulgada (0,89 mm).

2. La sonda de prueba (200) según la reivindicación 1, donde la punta (214) de la sonda de prueba (100) es de 90 grados y cónica, y donde la punta (214) tiene un punto de radio de menos de 0,004 pulgada (0,10 mm).

3. La sonda de prueba (200) según la reivindicación 2, donde la sonda de prueba (200) acopla con una bola de alineación (306) de tal manera que hay contacto a lo largo de un perfil circular con un centro, y donde el centro está libre de contacto.

4. La sonda de prueba (200) según la reivindicación 3, donde la sonda de prueba (200) incluye además un eje ahusado (212) que tiene un primer y un segundo extremo, un eje de extensión (210) que tiene un primer y un segundo extremo, y un cuerpo principal (204) con un primer extremo incluyendo un tope de sonda (206) y un segundo extremo, y donde la punta (214) está conectada al primer extremo del eje ahusado (212), y donde el primer extremo del eje de extensión (210) está conectado al segundo extremo del eje ahusado y el segundo extremo del eje de extensión (210) está conectado al extremo de tope de sonda (206) del cuerpo principal (204), y donde el segundo extremo del cuerpo principal (204) incluye el acoplamiento de autocentrado (202), y donde el eje ahusado (212) tiene un ahusamiento de 1,25 a 3,75 grados con relación a la normal.

5. La sonda de prueba (200) según la reivindicación 4, donde el eje ahusado (212) tiene una longitud total de 0,2 pulgada (5,0 mm) a 0,6 pulgada (15 mm), y donde el eje de extensión (210) no está ahusado, y donde el eje de extensión (210) tiene una longitud de entre 0,1 pulgada (2,5 mm) y 0,5 pulgada (12,7 mm).

6. Un sistema de plato de acoplamiento de sonda (100) para uso en un dispositivo de indentación de punto de referencia, donde el sistema incluye una sonda de prueba (200) según la reivindicación 1 y un plato magnético (300), donde el acoplamiento de autocentrado (202) está acoplado a un plato magnético (300) que incluye una bola de alineación (306), un imán anular (304) y un eje de transferencia de impacto (302).

7. El sistema de plato de acoplamiento de sonda (100) según la reivindicación 6, donde la punta (214) de la sonda de prueba (200) es de 90 grados y cónica, y donde la punta (214) tiene un punto de radio de menos de 0,004 pulgada (0,10 mm).

8. El sistema de plato de acoplamiento de sonda (100) según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, donde la sonda de prueba (200) acopla con la bola de alineación (306) de tal manera que hay contacto a lo largo de un perfil circular con un centro, y donde el centro está libre de contacto.

9. El sistema de plato de acoplamiento de sonda (100) según alguna de las reivindicaciones 6-8, donde la sonda de prueba (200) incluye además un eje ahusado (212) que tiene un primer y un segundo extremo, un eje de extensión (210) que tiene un primer y un segundo extremo, y un cuerpo principal (204) con un primer extremo incluyendo un tope de sonda (206) y un segundo extremo, y donde la punta (214) está conectada al primer extremo del eje ahusado (212), y donde el primer extremo del eje de extensión (210) está conectado al segundo extremo del eje ahusado (212) y el segundo extremo del eje de extensión (210) está conectado al extremo de tope de sonda (206) del cuerpo principal (204), y donde el segundo extremo del cuerpo principal (204) incluye el acoplamiento de autocentrado (202), y donde el eje ahusado (212) tiene un ahusamiento de 1,25 a 3,75 grados con relación a la normal.

10. El sistema de plato de acoplamiento de sonda (100) según alguna de las reivindicaciones 6-9, donde el eje ahusado (212) tiene una longitud total de 0,2 pulgada (5,0 mm) a 0,6 pulgada (15 mm), y donde el eje de extensión (210) no está ahusado, y donde el eje de extensión (210) tiene una longitud de entre 0,1 pulgada (2,5 mm) y 0,5 pulgada (12,7 mm).

11. Un método de medir una propiedad de un material, donde el método incluye los pasos de:

a) obtener mediciones en el material usando un dispositivo de indentación de punto de referencia, donde el dispositivo incluye un sistema de plato de acoplamiento de sonda (100), y donde el sistema incluye una sonda de prueba (200) y un plato magnético (300), donde la sonda de prueba (200) incluye una punta (214) en un extremo y un acoplamiento de autocentrado (202) en el extremo opuesto, incluyendo dicho acoplamiento de autocentrado (202) un avellanado de aproximadamente 90 grados a aproximadamente 100 grados a una profundidad de entre 0,010 pulgada (0,25 mm) y 0,035 pulgada (0,89 mm), y donde el acoplamiento de autocentrado (202) está conectado a un plato magnético (300) incluyendo una bola de alineación (306), un imán anular (304) y un eje de transferencia de impacto (302),

b) analizar los datos para obtener una medición de la propiedad del material.

12. El método según la reivindicación 11, donde la punta (214) de la sonda de prueba (200) es de 90 grados y cónica, y donde la punta (214) tiene un punto de radio de menos de 0,004 pulgada (0,10 mm).

13. El método según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, donde la sonda de prueba (200) acopla con la bola de alineación (306) de tal manera que hay contacto a lo largo de un perfil circular con un centro, y donde el centro está libre de contacto.

14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11-13, donde la sonda de prueba (200) incluye además un eje ahusado (212) que tiene un primer y un segundo extremo, un eje de extensión (210) que tiene un primer y un segundo extremo, y un cuerpo principal (204) con un primer extremo que incluye un tope de sonda (206) y un segundo extremo, y donde la punta (214) está conectada al primer extremo del eje ahusado (212), y donde el primer extremo del eje de extensión (210) está conectado al segundo extremo del eje ahusado (212) y el segundo extremo del eje de extensión (210) está conectado al extremo de tope de sonda (206) del cuerpo principal (204), y donde el segundo extremo del cuerpo principal (204) incluye el acoplamiento de autocentrado (202), y donde el eje ahusado (212) tiene un ahusamiento de 1,25 a 3,75 grados con relación a la normal.

15. El método según alguna de las reivindicaciones 11-14, donde el eje ahusado (212) tiene una longitud total de 0,2 pulgada (5,0 mm) a 0,6 pulgada (15 mm), y donde el eje de extensión (210) no está ahusado, y donde el eje de extensión (210) tiene una longitud de entre 0,1 pulgada (2,5 mm) y 0,5 pulgada (12,7 mm).

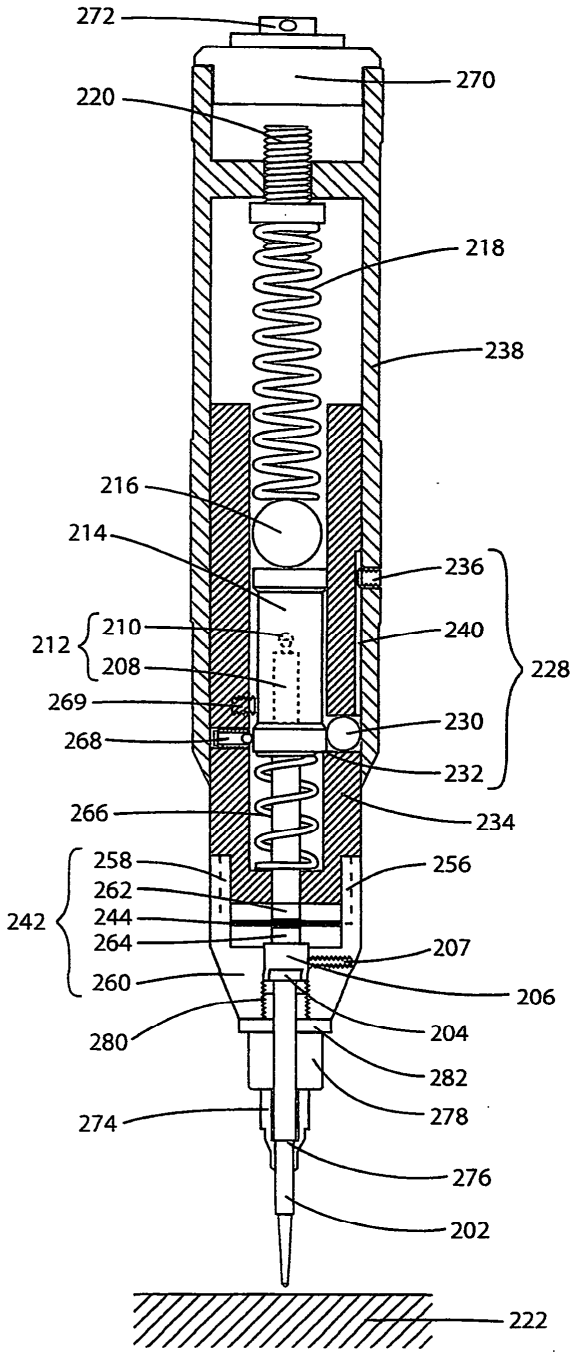
272
270
220
218
238
216
214
236
212
210
240
208
228
269
230
268
232
266
234
258
256
262
242
244
264
207
260
206
280
204
282
278
274
276
202
222

FIG. 1

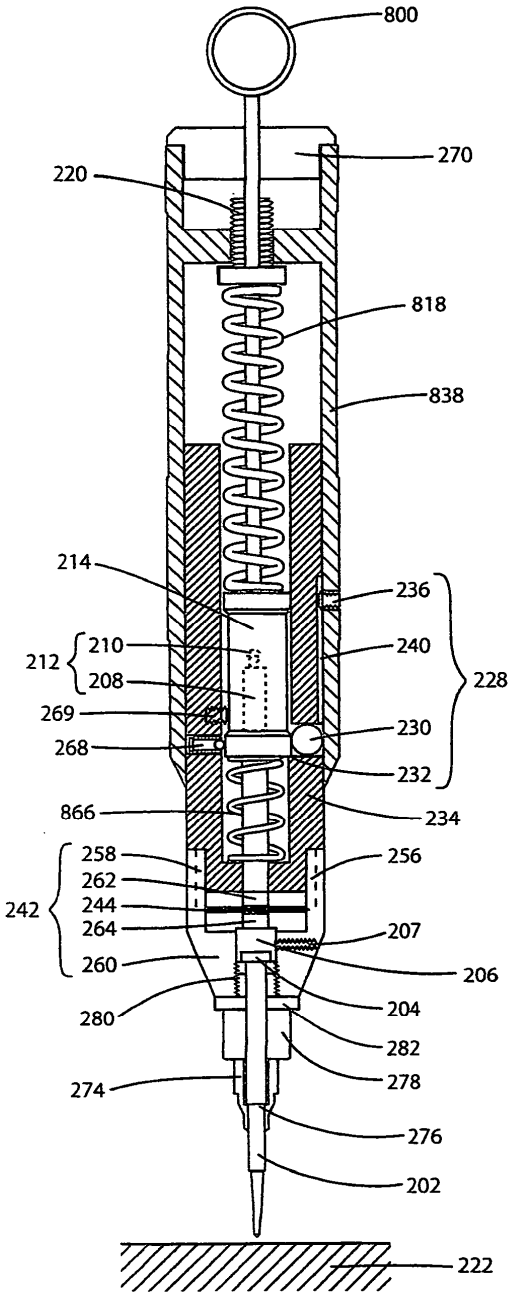
800
270
220
818
838
214
236
212
210
240
228
208
269
230
268
232
866
234
258
256
262
242
244
207
264
260
206
280
204
282
278
274
276
202
222

FIG. 2

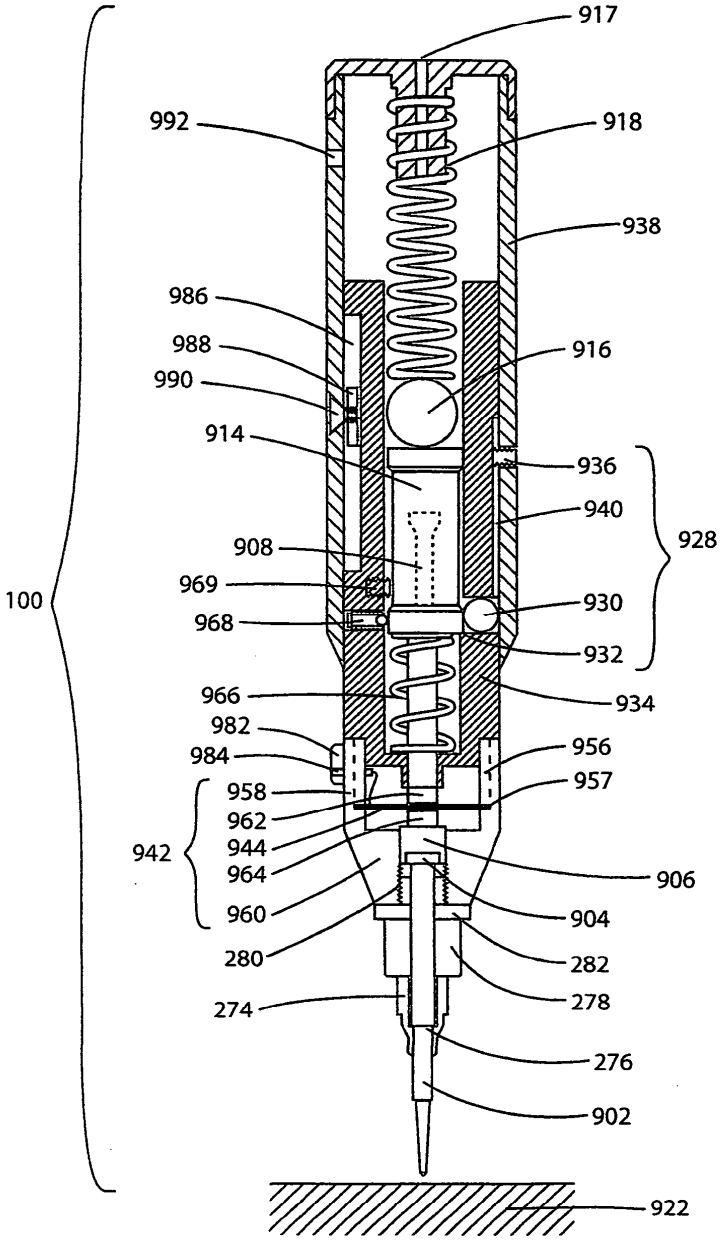
917
992
918
938
986
988
916
990
914
936
940
928
908
969
930
968
932
966
934
982
984
956
957
958
962
942
944
964
906
960
904
280
282
278
274
276
902
922
100

FIG. 3

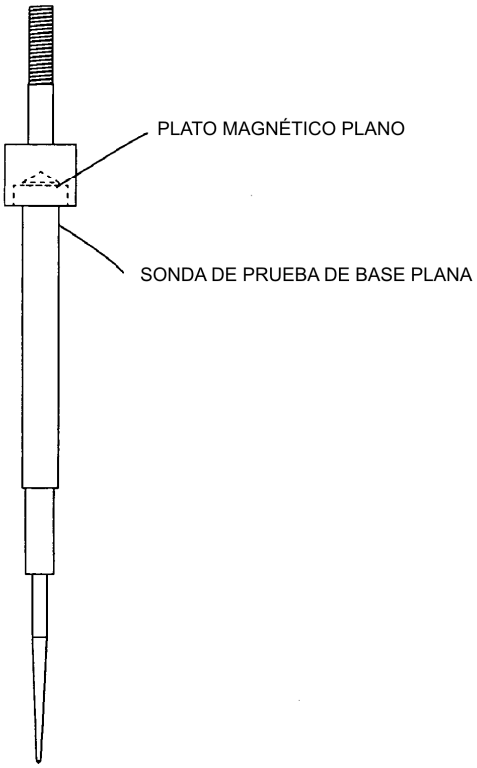

FIG. 4

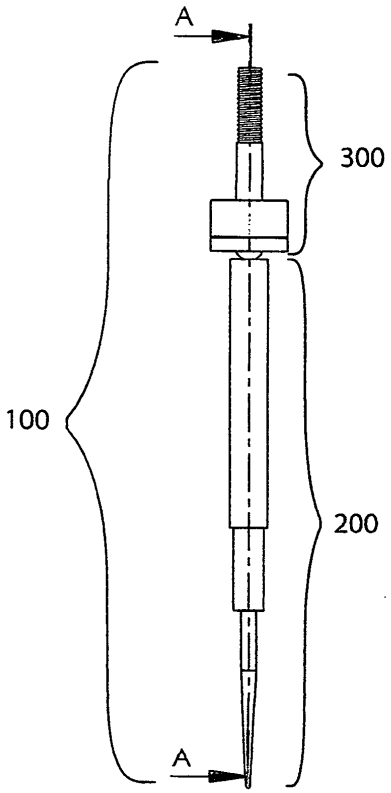

FIG. 5

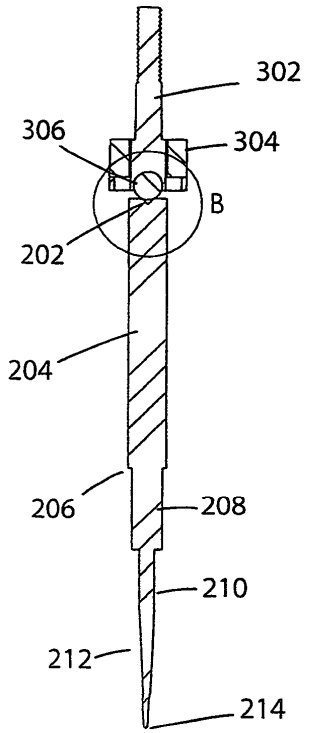

FIG. 6

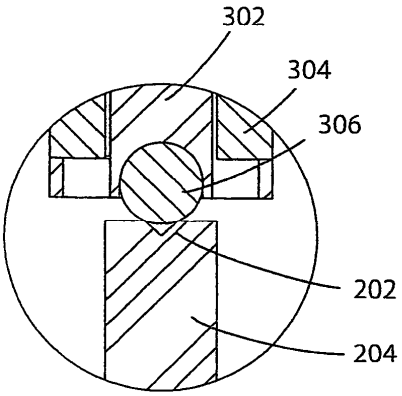

FIG. 7

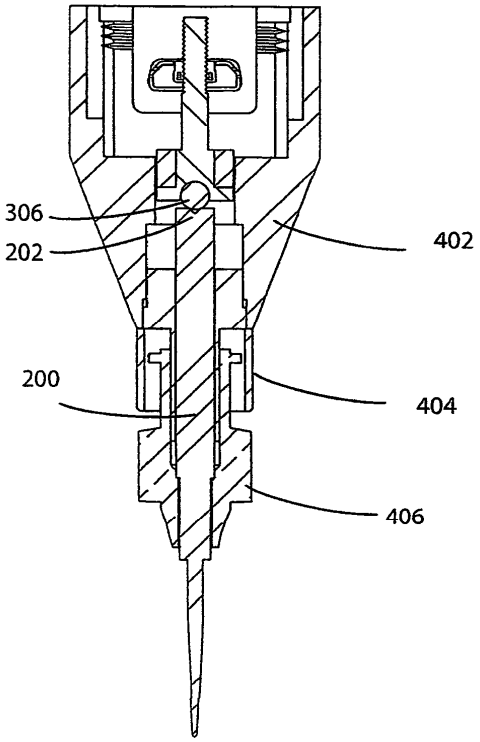

FIG. 8

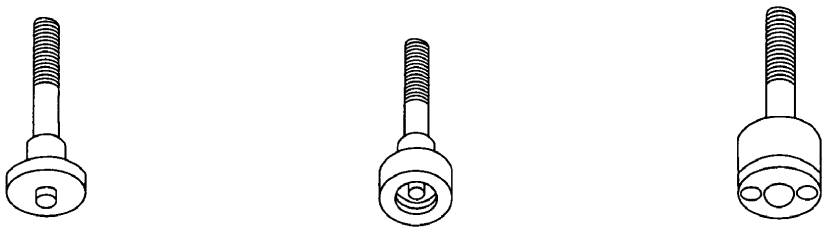

FIG. 9