

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 449**

51 Int. Cl.:

A46B 5/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2012 PCT/US2012/066319**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2013 WO13078356**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2012 E 12795712 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2782475**

54 Título: **Cepillo dental con una cavidad interna**

30 Prioridad:

22.11.2011 US 201161562675 P

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

13.12.2017

73 Titular/es:

**THE PROCTER & GAMBLE COMPANY (100.0%)
One Procter & Gamble Plaza
Cincinnati, OH 45202, US**

72 Inventor/es:

**WEN, LI;
NEWMAN, MATTHEW, LLOYD;
BIRK, ANDREAS;
BRESSELSCHMIDT, ANDREAS;
HORTON, ANDREW, JOSEPH;
HUSTEDT, SIEGFRIED, KURT MARTIN;
JACKSON, SCOTT;
KAWERAU, JOCHEN;
PFEIFER, ULRICH;
SATTEFIELD, RICHARD, DARREN;
SCHMELCHER, HEIDRUN, ANNIKA;
SCHMID, FRANZISKA;
STOERKEL, JENS, UWE;
WILSON, BENJAMIN, JOHN y
WINKLER, TILMANN**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 646 449 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

Cepillo dental con una cavidad interna

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a cepillos dentales que tienen una cavidad interna.

10 **Antecedentes de la invención**

15 Los cepillos dentales se fabrican generalmente mediante un proceso de moldeo por inyección. Dicho proceso de moldeo por inyección se caracteriza por proporcionar un molde con la forma del cepillo dental e inyectar plástico fundido a través de una boquilla de canal caliente en el molde. Después, el cepillo dental se enfría y se expulsa del molde. Por ejemplo, la patente US-5.845.358 muestra dicho cepillo dental realizado mediante un moldeo por inyección. Una de las limitaciones de los procesos de moldeo por inyección convencionales es que los mangos de diámetro amplio, y especialmente los mangos grandes con una variación sustancial en la zona de sección transversal en la que la zona de sección transversal aumenta y disminuye a lo largo de la longitud o el eje mayor del cepillo, no pueden producirse de manera eficaz, debido al coste del aumento de material y los tiempos de enfriamiento prolongados que resultan del aumento de la masa de material usado.

20 Los cepillos dentales con diámetros de mango mayores proporcionan ventajas sustanciales, por ejemplo, pueden proporcionar una zona de agarre mayor para los niños, lo que mejora la habilidad de los niños para manipular y usar los cepillos dentales; también las personas con discapacidades, como por ejemplo artritis, algunas veces tienen dificultades para manipular los cepillos dentales debido a las dificultades para flexionar las articulaciones de las manos. Se eximen dichas dificultades considerablemente al aumentar los diámetros del mango del cepillo dental. Adicionalmente, los mangos con sección transversal más grande de los cepillos dentales son mejores para el usuario desde un punto de vista ergonómico. Las variaciones en la zona de la sección transversal, que incluyen tanto la zona de las secciones transversales más grande y más pequeña, a lo largo de la longitud o eje mayor del cepillo ayuda al usuario en el agarre y la manipulación del cepillo durante su uso, cuando se debe mover rápidamente mientras que también puede estar húmedo o resbaladizo.

30 En un intento por superar las dificultades asociadas con el uso del moldeo por inyección para producir mangos de cepillos dentales con diámetros más amplios, se sugirió que se produjeran mangos de cepillos dentales que tuvieran un cuerpo hueco. Por ejemplo, los documentos EP-0 668 140 o EP-0 721 832 divulgan el uso de tecnología asistida por aire o gas para realizar cepillos dentales que tienen mangos con sección transversal grande y hueca. En los procesos divulgados, el plástico fundido se inyecta cerca de la base del mango del cepillo dental, en donde posteriormente se inserta una aguja caliente en el plástico fundido para soplar gas en el plástico fundido que después se expande hacia las paredes del molde por inyección. De manera similar, la patente US-6.818.174 B2 sugiere inyectar una cantidad predeterminada de plástico fundido en la cavidad para rellenar solo parcialmente la cavidad del molde e inyectar posteriormente un gas a través de un puerto de inyección de gas formado en el molde de inyección para forzar el plástico fundido en contacto con las paredes de la cavidad del molde. El documento CN102166064 divulga un cepillo dental que tiene un mango hueco y un método para producir dicho cepillo dental. Cuando el material de plástico fundido se inyecta en la cavidad del molde del mango del cepillo dental del mango del cepillo, se forma un agujero de soplado en el mango del cepillo dental, se sopla gas por el centro del mango cepillo dental a través del agujero de soplado, y el agujero de soplado se sella después de que se forme el mango del cepillo dental. El cepillo dental descrito en la presente memoria tiene un mango hueco y un cabezal sólido realizado mediante un proceso de moldeo por inyección asistida por gas. El mango hueco realizado en este método disminuye la cantidad de material usado en un 10~50 % en comparación con un mango del cepillo dental sólido. Dichos procesos de moldeo por inyección que usan inyección por aire adicional tienen dificultades sustanciales para formar los cuerpos de mango huecos con espesor de pared uniforme sustancialmente y, de este modo, se limita el potencial para la optimización de un mango para obtener las máximas funciones ergonómicas con un peso de material mínimo y la eficacia de fabricación. Otra desventaja de dichos procesos de moldeo por inyección es la creación de un agujero de ventilación para el gas. El agujero de ventilación se forma en la interfaz de plástico fundido y gas a alta presión (y no por molde de acero) y así no se puede realizar previsiblemente o con alta precisión. Otra desventaja adicional de los cepillos dentales con mango hueco hechos mediante moldeo por inyección asistida por gas se relaciona con la aplicación o instalación de un segundo, tercer material o posterior material al cepillo dental mediante moldeo, o sobremoldeo, por inyección, en el que el material sobremoldeado puede, en el proceso de sellado de la ventilación de gas necesaria, introducirse sustancialmente en el agujero hueco creado en la primera etapa de inyección de gas, ya que no hay nada que lo detenga aparte de la fricción y la presión atmosférica cercana dentro del agujero. Finalmente, el moldeo por inyección asistida por gas no disminuye sustancialmente la presión de inyección o la energía de fundición requerida para formar un artículo de plástico.

60 Un método convencional para crear mangos de cepillos dentales que tengan secciones transversales mayores, como mangos de cepillos dentales electromecánicos, es fabricar partes diferentes del mango usando moldeo por inyección de manera separada, después ensamblar estas partes ya sea en una etapa de moldeo no por inyección separada, o en una etapa de moldeo por inyección posterior por la que las partes diferentes de la primera etapa o etapas se insertan primero en un molde por inyección y uno o más materiales adicionales se inyectan alrededor de ellos, creando un cuerpo hueco de múltiples partes. Este método de fabricación aún tiene las desventajas relacionadas con lo siguiente: requieren la fundición

completa del plástico, presiones altas y equipo asociado implicado en el moldeo por inyección y, además, pueden haberse añadido gastos de mano de obra asociados con el ensamblaje tanto en el molde como fuera del molde de las diferentes partes moldeadas. El uso de moldeo por inyección para crear múltiples partes diferentes también tiene la desventaja de que cada parte no debe contener ningún socavado sustancial del que el núcleo del molde que forma una superficie cóncava de la parte moldeada por inyección no pueda extraerse después del moldeo. Además, los núcleos del molde deben tener por lo general algún mecanismo para enfriar o eliminar el calor, por lo general incluido como un canal interno a través del que se fuerza agua fría, y de este modo sería difícil o imposible aplicar geometría interna a los cepillos dentales manuales que tienen diámetros de 10 mm y longitudes mayores que 100 mm. La falta de socavado en las partes diferentes combinadas con la longitud y el diámetro de los núcleos requeridos para realizar partes de mangos no socavadas combinadas con el deseo de múltiples zonas de variación en la zona de sección transversal sobre un mango de cepillo dental requeriría de este modo cualquier mango ensamblado por separado para tener múltiples superficies de contacto, que requerirían preferentemente sellos para mantener las barreras de humedad y polvo en uso amplio y repetido.

Los cepillos dentales electromecánicos en particular son susceptibles a los problemas de ensamblaje, ya que están necesariamente huecos para incluir baterías, motores y enlaces eléctricos asociados y conducir los componentes que deben ubicarse dentro con cierto grado de precisión. Para evitar los problemas y gastos de fundir las partes de plástico entre sí y múltiples etapas de ensamblaje de una carcasa externa sellada, se propuso el moldeo por soplado del mango para los cepillos dentales electromecánicos. En el ensamblaje de un cepillo dental electromecánico de moldeo por soplado, es necesario dejar la parte moldeada por soplado del mango abierta en al menos un extremo para alojar los componentes del motor, las baterías y el sistema de accionamiento. En este proceso, el diámetro mínimo de al menos una abertura del mango moldeado por soplado debe exceder la dimensión lineal más pequeña de cada componente que se insertará. Dicha abertura mayor sería una desventaja en un mango no electromecánico, que no tiene necesidad de alojar el componente de entrada interno, y necesitaría una segunda parte o tapa demasiado grande para prevenir la intrusión y recolección de agua, pasta, saliva y otros desechos de uso convencional. Dicha abertura demasiado grande, si se posiciona cerca del cabezal, interferiría sustancialmente con el uso ergonómico del cepillo. Las limitaciones adicionales respecto a la geometría en la superficie interna de la cavidad, por ejemplo para ubicar motores, alojamientos, baterías, etc., que deben posicionarse dentro adecuadamente para fijarse con rigidez también serán perjudiciales para el proceso de moldeo por soplado, ya que la mayoría de la superficie de la cavidad interna de una parte moldeada por soplado no se puede definir directamente por acero en las superficies de molde, en cambio se define indirectamente por acero en la superficie externa del mango en combinación con el espesor de la pared de la preforma, la presión de soplado y la relación de estiramiento de la parte final respecto a la preforma original o el espesor formado previamente. Dichas limitaciones de estos procesos variables limitarán necesariamente la eficacia en la fabricación.

Para alojar la activación de los componentes eléctricos a través de un botón estándar o un interruptor mecánico, al menos alguna parte de un mango de cepillo dental electromecánico moldeado por soplado debe hacerse lo suficientemente fina como para flexionarse sustancialmente con la presión de un dedo o el apriete de la mano. Dicha estructura de paredes finas o estructura de paredes de lámina necesariamente requiere algún mecanismo de fortalecimiento para asegurar la durabilidad y rigidez durante su uso. Se puede utilizar un armazón o una tapa interna, como se describe en el documento WO 2004/077996 para proporcionar este mecanismo para el fortalecimiento necesario en un cepillo dental electromecánico, pero sería una desventaja para un cepillo dental manual, que no requiere componentes adicionales para funcionar adecuadamente, ni gastos o complejidad extra y partes de carga adicionales. Además, debido a la naturaleza lineal del motor, la fuente de energía, y el árbol de accionamiento de los cepillos dentales electromecánicos, no existen variaciones o son mínimas para la zona de la sección transversal de la cavidad interna; de tal manera que las paredes de la cavidad interna proporcionan soporte mecánico a los componentes internos para disminuir o eliminar los movimientos o desplazamientos no deseados.

Un mango de cepillo dental electromecánico, realizado mediante moldeo soplado o moldeo por inyección, generalmente se fabrica con una abertura en cualquier extremo: En un extremo distal, por lo general existe una abertura para alojar el traslado mecánico de energía a través de un mecanismo de accionamiento al cabezal de cepillo dental, y en un extremo proximal existe por lo general una abertura para alojar la inserción de los componentes durante la fabricación y posiblemente también la inserción o la retirada de la batería por parte del usuario. Dicha segunda abertura sería innecesaria para un cepillo dental manual y crearía desventajas en la necesidad de sellados y sujeciones mecánicas adicionales. En algunos procesos de moldeo por soplado, la formación de aberturas en los extremos proximales y distales de la parte moldeada son intrínsecas al proceso y beneficiarían la formación de un mango de extremo doble abierto, pero no sería necesario para un mango del cepillo dental manual.

Hay muchas ventajas respecto a la realización de mangos de cepillos dentales más ligeros con respecto al peso completo, sin tener en cuenta la sección transversal o los cambios en tamaño. Los mangos más ligeros podrían proporcionar una respuesta más táctil de fuerzas transmitidas por los dientes a través de las cerdas hasta el cabezal del mango a la mano durante el cepillado. Los mangos de los cepillos dentales más ligeros también se podrían enviar en grandes cantidades con más eficacia desde los centros de fabricación hasta los centros minoristas donde los usuarios los compran. Para

disminuir el peso mientras se mantiene la rigidez, algunos mangos de cepillos dentales están hechos de bambú o madera de balsa, sin embargo, estos materiales tienen desventajas en que no son fácilmente formables en formas tridimensionales complejas que puedan agarrarse cómodamente. Además, estos materiales son anisótropos, lo que significa que tienen un módulo elástico y un límite elástico o resistencia máxima que varía con la dirección en la que se aplica la carga. Los compuestos de fibra de carbono y los plásticos moldeados por inyección y rellenos de vidrio son otros ejemplos comunes de materiales anisótropos que se podrían usar para fabricar cepillos dentales más ligeros y fuertes. Por lo tanto, los artículos fabricados con estos materiales deben formarse con el eje o la «fibra» más fuerte alineada sustancialmente con el eje mayor del artículo para resistir la fractura durante las fuerzas de flexión usadas comúnmente. Esto crea una etapa necesaria extra en la preparación del material antes de la formación o mecanización. Este alineamiento de la fibra también puede presentar una desventaja específica para la madera en general en que la presentación de las astillas de material es más probable que se produzca en la dirección alineada con fuerzas típicas aplicadas por la mano durante el cepillado.

Para hacer más ligeros los cepillos dentales y los artículos de cuidado personal sin depender de materiales anisótropos como madera, los artículos pueden hacerse más ligeros a través del uso de materiales no homogéneos sino isotrópicos, como espuma plástica. La espuma plástica presenta una ventaja en que puede ofrecer una relación de resistencia respecto a peso más alta que los plásticos sólidos sin tener en cuenta la orientación del material. Sin embargo, los ahorros generales del peso con la espuma plástica pueden estar limitados, ya que las burbujas dentro del plástico que generan los ahorros de peso también generan concentraciones de tensión que disminuirían considerablemente la resistencia a la tracción. Mientras que la espuma plástica puede proporcionar la resistencia sustancial a la compresión (y se usa exactamente para este fin en aplicaciones tales como materiales de embalaje en los que el peso es un problema crítico), la debilidad de tracción afecta considerablemente a la resistencia a la flexión y previene que la espuma plástica uniformemente sirva como elementos de carga en artículos que deben mantener la resistencia y rigidez a la flexión durante el uso normal.

Resulta familiar para aquellos relacionados con la técnica usar moldeo por extrusión soplado para crear artículos portátiles ligeros en peso, como juguetes para niños, bates de plástico huecos, palos de golf o cualquier artículo de plástico grande que se beneficie por ser más ligero con respecto al peso. Mientras que estos beneficios pueden ser tanto de rigidez y resistencia a la flexión, también contienen desventajas que limitarían su uso general en dispositivos médicos de Clase-I semiduraderos, como los cepillos dentales. Primero, dichos artículos por lo general contienen destello significativo junto con líneas de separación, o en cualquier ubicación en la que la preforma es más grande en la zona de la sección transversal que la cavidad por la que se sopla. En estas ubicaciones, la preforma se pliega dentro de la cavidad y se crea el destello sustancial, incluso en la ausencia de la línea de separación de la cavidad. Segundo, la mayoría de los artículos contienen algún vestigio significativo de soplado en forma de agujero, que puede formarse adecuada o inadecuadamente. Dicho vestigio puede considerarse como un defecto significativo en un dispositivo médico de Clase-I que debe prohibir el incumplimiento o entrada de contaminantes en un interior hueco que puede no drenar eficazmente. Tercero, el tamaño relativo de estos artículos es grande en comparación con el tamaño de estos defectos, y la función general de estos artículos no está afectada considerablemente por estos defectos. En muchos casos, el tamaño del artículo en sí representa el proceso de fabricación más fácil con respecto a la minimización de los defectos. No es un desafío para la extrusión de artículos, envases o botellas de moldeo por extrusión soplado en el intervalo de tamaño común para los mangos de cepillos dentales manuales, si el espesor de las paredes de plástico puede minimizarse en proporción a la sección transversal general. Dichos artículos existen en forma de tubos o botellas por lo general flexibles, pequeños que, de hecho, se benefician por tener una pared muy fina, deformable que permite la dispensación del contenido interno, volviéndolos inutilizables como cepillos dentales.

Los mangos de moldeo por inyección y extrusión soplado para bienes de consumo semiduraderos como plumeros y dispensadores de cinta también son conocidos, pero nuevamente estos artículos no cumplirían con los criterios de dispositivos médicos de Clase-I semiduraderos, específicamente con respecto al sellado del orificio de soplado necesario contra la intrusión de agua u otra contaminación, y en el caso de moldeo por extrusión soplado, ante la aparición de destellos en los artículos en las zonas que estarían en contacto directo o entrarían en la boca. Estos artículos también son generalmente muy frágiles y cuando se aplica demasiada fuerza por lo general se rompen o parten, generando bordes afilados, volviéndolos inutilizables para su uso en la cavidad oral.

También se propuso la fabricación de cepillos dentales manuales mediante moldeo por soplado, y de hecho no debería ser difícil el moldeo por extrusión soplado, moldeo por inyección soplado o incluso moldeo por soplado y estiramiento por inyección de dicho artículo con la forma y el tamaño general de un cepillo dental o mango de cepillo dental, sin embargo, no hay divulgaciones existentes en la técnica anterior que aborden la problemática de: resistencia a la flexión, rigidez a la flexión, rigidez general, mitigación de destellos u otros defectos afilados, variaciones en la zona de la sección transversal, y obstrucción o sellado del vestigio del agujero soplado. Cualquiera de estos defectos en un cepillo dental o mango de cepillo dental moldeado por soplado afectaría considerablemente a la utilidad del artículo, y como tal, se necesitan mejoras para permitir que un artículo hueco con ahorros en materiales maximizados por el espesor de la pared uniforme que es adecuadamente fuerte y rígido a la flexión sin romperse con el uso y no drene ni presenta defectos incómodos para el usuario.

5 El documento DE-195 31 368 A1 divulga un cepillo dental que tiene un cuerpo de mango y un cabezal de cepillo con cerdas. El cuerpo del mango tiene una cámara hueca dentro para almacenar líquidos de limpieza. Se dispone un canal de líquido entre la cámara y el cabezal del cepillo para transportar el líquido desde la cámara hasta las salidas en el cabezal del cepillo. El cuerpo del mango está hecho de un material elástico para que cuando se apriete, el líquido se fuerce hacia fuera de la cámara a través del canal de líquido a las salidas en el cabezal del cepillo.

10 El documento US-2002/074698 A1 divulga un proceso para fabricar cepillos dentales huecos. El proceso incluye: a) proporcionar un molde de cepillo dental que tenga una parte de cabezal, una parte de base, una cavidad de cepillo dental ubicada entre dicho cabezal y partes de extremo y que tenga paredes, un puerto de inyección para plástico fundido, y un puerto de inyección de gas, en donde se posiciona el puerto de inyección de gas en el extremo de la parte de base del molde para que el gas se inyecte en la cavidad del molde sustancialmente en el centro del mismo y en una dirección paralela al eje longitudinal del molde; b) inyectar una cantidad predeterminada de plástico fundido en la cavidad del molde para rellenar parcialmente la cavidad; y c) inyectar al menos un gas a través del puerto de inyección de gas en la cavidad para direccionar el plástico fundido en contra de las paredes de la cavidad del molde. Se proporcionan ejemplos de un 25 % del volumen de la cavidad.

20 El documento CN-102 166 064 A divulga un cepillo dental hueco hecho mediante moldeo por soplado, en el que se puede ahorrar entre un 10 % y un 50 % del material.

En vista a estas desventajas de la técnica anterior, es un objetivo de la presente invención proporcionar un cepillo dental mejorado que tenga una cavidad interna, que evite las desventajas de la técnica anterior.

25 **Sumario de la invención**

Se proporciona un cepillo dental según la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes proporcionan realizaciones adicionales.

30 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un cepillo dental según una realización de la presente invención.

35 La Fig. 1A es una vista en sección transversal de la Fig. 1 junto con una línea seccional 1A según una realización de la presente invención.

La Fig. 1B es una vista en sección transversal de la Fig. 1 junto con una línea seccional 1B según una realización de la presente invención.

40 La Fig. 2 es una vista en perspectiva de un cepillo dental según una realización de la presente invención.

La Fig. 3 es una representación de una vista en sección transversal de un cepillo dental unitario con una cavidad interna.

45 La Fig. 4 es un gráfico que muestra la variación en el espesor de la pared de dos cepillos dentales unitarios que tienen una cavidad interna a lo largo de un eje longitudinal.

La Fig. 5A es un gráfico que muestra la variación media, mínima y máxima del espesor de pared de cualquier sección de 2 mm del cepillo dental a lo largo del eje longitudinal de una realización con un mango ancho.

50 La Fig. 5B es un gráfico que muestra el porcentaje mínimo y máximo del espesor de pared del espesor medio de la pared de cualquier sección de 2 mm del cepillo dental a lo largo del eje longitudinal de una realización con un mango ancho.

La Fig. 6A es un gráfico que muestra la variación media, mínima y máxima del espesor de pared de cualquier sección de 2 mm del cepillo dental a lo largo del eje longitudinal de otra realización con un mango delgado.

55 La Fig. 6B es un gráfico que muestra el porcentaje mínimo y máximo del espesor de pared del espesor medio de la pared de cualquier sección de 2 mm del cepillo dental a lo largo del eje longitudinal de otra realización con un mango delgado.

La Fig.7 es una representación diagramática de un método de análisis.

60 La Fig.8 es una representación diagramática de un método de análisis.

La Fig.9 es un gráfico que ilustra la deformación por flexión en comparación con la gravedad específica.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a un cepillo dental que tiene una cavidad interna, cuyo cepillo dental hueco puede tener colores, materiales y decoraciones superficiales diferentes ya sea en la cavidad interna o en la superficie externa. La cavidad interna varía en la zona de la sección transversal a lo largo de la longitud o del eje longitudinal del cepillo dental, en donde la cavidad interna se encuentra abierta esencialmente en comparación con el material de espuma de celda cerrada o abierta. El cepillo dental unitario está hecho de al menos un material continuo que se extiende a lo largo de todo el eje longitudinal del cepillo dental de manera que el cabezal, el cuello y el mango del cepillo dental unitario sean esencialmente una misma parte. Este u otros materiales continuos proporciona la resistencia estructural al cepillo dental. El cepillo dental unitario incluye elementos no estructurales separados, como por ejemplo etiquetas, estructuras de agarre, cerdas, etc.... La cavidad interna se encuentra cerrada sin abertura a la superficie externa del cepillo dental.

La Fig. 1 muestra una realización de un cepillo dental 10 que tiene un cabezal 20, cuello 30, mango 40, un extremo 42 de mango y un extremo 22 de cabezal. El cepillo dental 10 está uniformemente formado por una sola pieza y comprende una cavidad interna 60 y una superficie externa 12, en donde la superficie externa 12 varía en la zona de la sección transversal (OS_{CA}), que es la zona total de la sección transversal como se define por la superficie externa 12, a lo largo del eje longitudinal L del cepillo dental 10, como se muestra en la Fig. 1A; en esta realización, el mango 40 tiene una forma sustancialmente de reloj de arena. La cavidad interna 60 tiene una superficie 62 de cavidad interna, en donde la superficie de la cavidad interna 62 varía en la zona de sección transversal (IC_{CA}) a lo largo del eje longitudinal L del cepillo dental. Como muestra la Fig. 1, en determinadas realizaciones la cavidad interna 60 del cepillo dental 10 tiene una zona de sección transversal mayor IC_{CAG} bordeada a lo largo del eje longitudinal L del cepillo dental 10 por zonas de sección transversal IC_{CA1} , IC_{CA2} que tienen una zona más pequeña que la zona de sección transversal mayor IC_{CAG} , para formar un contorno. Una cavidad interna 60 de un cepillo dental 10 también puede tener una zona de sección transversal menor IC_{CAL} bordeada a lo largo del eje longitudinal L del cepillo dental 10 por zonas de sección transversal IC_{CA3} , IC_{CA4} que tienen una zona superior a la zona de sección transversal menor IC_{CAL} , para formar un contorno. En otra realización, la zona de sección transversal en el extremo del mango del cepillo es más pequeña que al menos una u otra zona de sección transversal a lo largo del eje longitudinal L del cepillo dental 10. Además, como se muestra en las Figs. 1, 1A y 1B, en determinadas realizaciones la superficie 62 de la cavidad interna varía en la raíz cuadrada de la zona de sección transversal (IC_{CA}) proporcionalmente respecto a las variaciones de la raíz cuadrada de la zona de sección transversal (OS_{CA}) de la superficie externa 12 a lo largo del eje longitudinal L del cepillo dental 10. En otra realización, la zona de sección transversal de la pared del cepillo dental (material termoplástico que forma el cepillo dental que se posiciona entre la superficie de la cavidad interna y la superficie externa del cepillo dental), que es la diferencia entre la zona de sección transversal de la superficie externa (OS_{CA}) y la zona de sección transversal de la superficie de la cavidad interna (IC_{CA}) varía menos de 25 %, 20 %, 15 %, 10 %, 5 % aproximadamente sobre al menos 50 %, 70 %, 80 %, 90 % de la longitud de la cavidad interna a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental. Este es el caso del espesor de la pared del cepillo dental en la parte de la cavidad interna en proporción inversa al perímetro promedio de la superficie externa y la cavidad interna a lo largo del eje longitudinal L del cepillo dental. En otra realización, el espesor de la pared del cepillo dental en la parte de la cavidad interna permanece sustancialmente constante a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental. Como se muestra en la Fig. 1, el cabezal 20 y al menos una parte del cuello 30 a lo largo del eje longitudinal L del cepillo dental 10 puede ser sustancialmente sólido o como se muestra en la Fig. 2 en un cepillo dental 100 la cavidad interna 160 puede extenderse desde el mango 140 hasta el cuello 130 pero no atraviesa el primer agujero 132 de mechones más cercano al extremo 142 del mango del cepillo dental 100. Según la invención, el porcentaje de volumen del hueco de aire respecto al volumen del mango y cuello del cepillo varía de 55 % a 70 %; esto significa que se ahorra el mismo porcentaje de material en comparación con un cepillo dental sólido con la misma forma y tamaño. La cantidad de material termoplástico puede disminuirse de un 55 % a un 70 % en comparación con el que se usa en los cepillos dentales sólidos que tienen la misma forma y tamaño. Está documentado que un mango de la puerta de un congelador hueco moldeado por inyección asistida por gas ahorra un máximo de un 27 % de material en comparación con un mango de puerta de un congelador sólido de la misma forma y tamaño. Prácticamente cualquier cepillo dental moldeado por inyección asistida por gas puede ahorrar un máximo de un 30 % de material en comparación con un cepillo dental sólido de la misma forma y tamaño.

Un cepillo dental hueco con mango ancho y cavidad interna en realidad tiene una resistencia a la flexión muy alta respecto al volumen. Cuanto más delgado es el espesor de la pared en comparación con la media del radio r en cualquier sección transversal, mayor es la resistencia estructural respecto al volumen. En donde la media del radio se define como la media del perímetro de la sección transversal hueca dividida por 2π . La media del perímetro de la sección transversal hueca se define como el promedio del perímetro de la superficie externa y la cavidad interna en esa sección transversal. Para simplificar, un cepillo dental con cavidad interna como una viga cilíndrica hueca que se encuentra en condición de flexión, como se ilustra en la Fig. 3. Se puede mostrar que la resistencia a la flexión K_B respecto a la relación del volumen V de un cepillo dental con cavidad interna varía de manera positiva respecto a la relación de la media del radio r respecto a espesor t . A medida que aumenta la relación de $\frac{r}{t}$, también aumenta la relación de $\frac{K_B}{V}$. Seguirá una relación similar para un cepillo dental no cilíndrico con un contorno y una cavidad interna. Además, el cepillo dental unitario con cavidad interna de la presente invención tiene una relación de la media del radio

respecto al espesor $\frac{r}{t}$ en el intervalo de 3 a 10 en al menos 80 % aproximadamente de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal. En la transición de la parte hueca del cepillo dental a la parte sólida, el espesor de la pared tiende a aumentar y se excluye de las medidas del espesor de la pared. Por otro lado, la relación de la media del radio respecto al espesor $\frac{r}{t}$ que tiene una viga cilíndrica sólida es $\frac{1}{2}$. Mientras que, la relación $\frac{r}{t}$ de algunos otros mangos huecos de un cepillo dental que existía en una técnica anterior como los cepillos dentales de moldeo por inyección asistida por gas puede ser de 0,7 a 2.

El cepillo dental también tiene que ser lo suficientemente rígido como para resistir una fuerza de apriete por parte de los consumidores. La tensión radial de un cepillo dental hueco bajo la fuerza de apriete o presión de apriete también es directamente proporcional a $\frac{r}{t}$. Se halla mediante la prueba de las muestras de cepillo dental hueco físicas con la cavidad interna, que mientras que el cepillo dental sea lo suficientemente espeso y $\frac{r}{t}$ sea inferior a 8 o incluso inferior 10, los consumidores no notarán la deformación radial generada por la fuerza de apriete normal.

Mientras que la variación del espesor de otros mangos huecos de un artículo de cuidado personal, por ejemplo, un cepillo dental de la técnica anterior, por ejemplo, cepillos dentales moldeados por inyección asistida por gas, tendrá variación significativa del espesor de la pared junto con la variación del espesor a lo largo de la dirección circunferencial de una sección transversal de cualquier esquina afilada de la sección transversal. Por ejemplo, en un mango de moldeo por inyección asistida por gas, el espesor varía desde 1,9 mm a 4,3 mm en una sección transversal. La sección transversal de la superficie externa del mango tiene una forma irregular con esquinas afiladas. La cavidad interna del mango no puede seguir la forma de la superficie externa. En la esquina afilada, el espesor cambia abruptamente de 1,9 mm a 4,3 mm, que es un cambio abrupto de 2,4 mm. Este cambio de espesor abrupto no sucedería en la cavidad interna del cepillo dental de la presente invención. La media del espesor es de 3,1 mm aproximadamente de la sección transversal. La media del radio de la sección transversal hueca es de 2,35 mm. La relación de la media del radio respecto al espesor $\frac{r}{t}$ es de 0,76; que es mucho más pequeño que 3.

Ahora se hará referencia a la distribución de la media del espesor de la pared de cualquier sección transversal en la parte hueca a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental.

En una realización anterior del cepillo dental hueco con mango delgado, la media del espesor de pared en cualquier sección transversal de un cepillo dental unitario en 80 % de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal tiene un intervalo de 0,9 mm a 1,2 mm, con una media del espesor de 1,07 mm. El espesor de la pared varía menos de 15 % de su media del espesor de pared en 80 % de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal. La relación de la media del radio respecto al espesor $\frac{r}{t}$ tiene un intervalo de 3,9 a 8,4 en 80 % de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal. Este es un cepillo dental unitario con un mango delgado. La media del espesor de la pared de cualquier sección transversal del cepillo dental unitario con cavidad interna y mango delgado también es una función continua a lo largo de la función del eje longitudinal del cepillo dental. Esto significa que el cambio en la media del espesor de la pared de cualquier sección transversal de una sección transversal respecto a otra es inferior a 0,5 mm; como se muestra en la Fig. 4.

En otra realización, el espesor de la pared de un cepillo dental unitario en 80 % de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal tiene un intervalo de 1,55 mm a 2,07 mm, con una media del espesor de 1,76 mm. El espesor de la pared varía menos de un 17 % de su media del espesor de pared en 83 % de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal. El cociente de la media del radio al espesor $\frac{r}{t}$ tiene un rango de 3 a 4,7 en 80 % de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal. Este es un cepillo dental unitario con un mango ancho. El cambio en la media del espesor de la pared de cualquier sección transversal de una sección transversal respecto a otra es inferior a 0,5 mm; como se muestra en la Fig. 4.

En ambas realizaciones anteriores del cepillo dental unitario con cavidad interna, los cepillos dentales tienen la resistencia a la flexión y estructural que se requieren para que los consumidores se cepillen los dientes eficazmente.

El espesor de la pared puede variar a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental al controlar el perfil de espesor de preforma en un proceso de moldeo por extrusión soplado. Se presentan tres realizaciones que podrían ser deseables:

En una realización, la zona de sección transversal permanece constante en 80 % de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental. En esta realización, el espesor de pared varía de manera inversamente proporcional respecto a la media del radio del cepillo dental a lo largo del eje longitudinal.

En una realización, es deseable que la media del espesor del cepillo dental permanezca constante en 80 % de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental. En esta realización, la zona de sección transversal del

cepillo dental variará de manera proporcional respecto a la media del radio del cepillo dental a lo largo del eje longitudinal.

5 Aún en otra realización, es conveniente que la media del espesor varíe en proporción a la media del radio del cepillo dental a lo largo del eje longitudinal, es decir $\frac{r}{t}$ permanece constante y puede ser de cualquiera de 3 a 10.

En esta realización, la zona de la sección transversal del cepillo dental variará de manera proporcional respecto al cuadrado de la media del radio del cepillo dental a lo largo del eje longitudinal. El beneficio de esta realización es que el cepillo dental permanece con la rigidez y resistencia a la flexión constante a lo largo del eje longitudinal.

10 Con referencia a la Fig. 1, el mango 40 se conecta a un cabezal 20 a través de un cuello 30 que, en comparación con el mango 40, o el cabezal 20, tiene una zona de sección transversal más pequeña. Como se ilustra en la Fig. 1, el cabezal 20 del cepillo dental 10 soporta una pluralidad de elementos de limpieza, como cerdas o mechones de cerdas. Las cerdas o mechones de cerdas pueden comprender nailon, PTB y TPE.

15 Además de las cerdas o mechones de cerdas, los cepillos dentales de la presente invención pueden incluir cualquier elemento de limpieza adecuado que pueda introducirse en la cavidad oral. Algunos elementos de limpieza adecuados incluyen, elementos masajeadores elastoméricos, elementos de limpieza elastoméricos, elementos masajeadores, limpiadores linguales, limpiadores de tejidos blandos, limpiadores de superficies duras, combinaciones de los mismos y similares. El cabezal puede comprender una variedad de elementos de limpieza. Por ejemplo, el cabezal puede comprender cerdas, elementos elastoméricos abrasivos, elementos elastoméricos en una orientación o disposición particular, por ejemplo, aletas pivotantes, copas profilácticas, o similares. Se describen algunos ejemplos adecuados de elementos de limpieza y/o elementos de masaje en las publicaciones de las solicitudes de patente US-2007/0251040; 2004/0154112; 2006/0272112; y en las patentes US-6.553.604; 6.151.745. Los elementos de limpieza pueden ser cónicos, plegados, con hoyuelos, o similares. Se describen algunos ejemplos adecuados de estos elementos de limpieza y/o elementos de masaje en las patentes US-6.151.745; US-6.058.541; US-5.268.005; US-5.313.909; US-4.802.255; US-6.018.840; US-5.836.769; US-5.722.106; US-6.475.553; y en la publicación de la solicitud de patente US-2006/0080794. Además, los elementos de limpieza pueden disponerse de cualquier manera o patrón adecuados en el cabezal del cepillo dental.

30 En determinadas realizaciones de la presente invención, el cepillo dental, puede hacerse de más de un material o capa. En determinadas realizaciones, un cepillo dental puede comprender un componente primario o una capa que forma la mayor parte del cepillo dental y una capa secundaria que forma una minoría del cepillo dental, en donde la segunda capa, en determinadas realizaciones, puede ser inferior a 0,4 mm aproximadamente de espesor y superior a 1 cm² aproximadamente en la zona. En particular, puede usarse un proceso de extrusión de múltiples componentes, en donde diferentes partes del artículo de cuidado personal se forman con materiales diferentes. Por ejemplo, en un cepillo dental, las partes de superficie de contacto que se conectan con el pulgar o los dedos índice están hechas de plástico blando para que se sienta blando o fácil de agarrar, mientras que las partes que quedan del cepillo dental pueden hacerse de plástico duro para proporcionarle al cepillo dental la rigidez suficiente. El plástico blando no debe ser resbaladizo ni tener un alto coeficiente de fricción cuando está húmedo, de tal manera que cuando se cepillan los dientes y se humedece el mango, el usuario puede agarrarlo con facilidad sin perder el control del mango del cepillo. El elastómero termoplástico (TPE) puede usarse como plástico blando. En otra realización, el cabezal y la parte del cuello de un cepillo dental puede tener dos capas con una capa externa de plástico blando para la suavidad y una capa interna de plástico duro para la rigidez y soporte de los mechones. En otra realización, una parte o una tira de cepillo dental paralela al eje longitudinal del cepillo dental puede tener dos capas de material con la capa externa que tiene un material diferente o un color diferente del resto del cepillo dental. Aún en otra realización del cepillo dental, una parte del cepillo dental, por ejemplo, el cuello, puede tener dos capas de materiales diferentes, mientras que las otras partes del cepillo dental, por ejemplo, el mango, tienen solo una capa de material; creando un agarre, tacto, decoración de color diferente en las diferentes partes de los cepillos dentales. Las dos capas pueden hacerse al suministrar una preforma multicapa en el molde. Al controlar la presencia de una segunda preforma de capa tanto en la dirección longitudinal como en la dirección circunferencial, la presencia de la segunda capa en el cepillo dental puede controlarse en la dirección longitudinal y en la dirección circunferencial. En determinadas realizaciones, una parte separada puede introducirse en una posición del molde y puede sostenerse en posición en un lado de la cavidad de la pared del molde ya sea por succión al vacío o por la curvatura dimensional natural del molde. Una o más partes separadas también pueden introducirse en el molde y sujetarse a la pared de la cavidad del molde de la misma manera. Estas partes sujetadas en el molde pueden ser una capa delgada de un material diferente con diferentes colores, o textura superficial, o textura 3D. En determinadas realizaciones, dicha parte puede ser una etiqueta de lámina TPE delgada de color o espesor diferente que proporciona diferenciaciones de color así como también agarre suave y húmedo. En determinadas realizaciones, esto puede ser una parte electrónica pequeña que tiene un temporizador y pantalla para indicar un tiempo de cepillado predeterminado. En determinadas realizaciones, esto puede ser una parte electrónica pequeña que reproduce sonido o música durante dos minutos. Aún en otras realizaciones adicionales, puede realizarse con material que cambia de color que cambia con la presión, temperatura, humedad o tiempo. Aún en otra realización, puede realizarse con textura 3D u onda abierta hecha de TPE o copolímeros de acetato de vinilileno (EVA) que le proporcionan decoración adicional al cepillo dental.

65 En determinadas realizaciones, un cepillo dental que tiene una cavidad interna puede tener un centro de gravedad más cerca del cabezal que del centro geométrico de la superficie externa del cepillo dental que es

normalmente posible con un cepillo sólido de forma convencional, que puede proporcionarse para mejorar la maniobra o ergonomía durante el cepillado, o el centro de gravedad puede ubicarse más alejado del cabezal que lo que es posible con un cepillo sólido, homogéneo, por ejemplo, mediante colocación de pesos montados permanentemente dentro de la parte hueca del mango, que puede proporcionar, por ejemplo, una respuesta táctil mejorada de las fuerzas transmitidas de los dientes al cabezal del mango. Dicha manipulación del centro de gravedad puede proporcionar beneficios adicionales en la manipulación durante el cepillado o almacenamiento sin comprometer los elementos de diseño tales como la forma, el material, o el color que aparece en el exterior del mango. Además, un cepillo dental que tiene una cavidad interna puede tener una densidad equivalente en determinadas realizaciones por debajo de 600 kg/m^3 ($0,60 \text{ g/cm}^3$), o por debajo de 200 kg/m^3 ($0,20 \text{ g/cm}^3$) en plástico mientras que mantiene un módulo o una resistencia suficiente como para resistir la flexión incluso durante el cepillado fuerte sin preocuparse por el alineamiento o una disposición particular de cualquier materia prima o elemento de carga (en contraste con los materiales que tienen fibra, como madera o fibras de carbón), que es difícil de lograr en un cepillo dental cuyo mango es sustancialmente sólido y hecho por materiales homogéneos e isotropos tales como plástico o metal. Una densidad equivalente se identifica como la relación de la masa global respecto al volumen global definido por la superficie externa del cepillo dental. En determinadas realizaciones, la densidad equivalente del cepillo dental con cavidad interna es de 2000 kg/m^3 a 5000 kg/m^3 (de 2 g/cm^3 a 5 g/cm^3). En determinadas realizaciones, el mango de ambos cepillos dentales no se deforma cuando los dedos de la mano lo aprietan.

El material del cepillo dental puede ser de cualquier resina termoplástica que tenga una o más propiedades adecuadas para un cepillo dental hueco, tales como propiedades de flujo de fundido que permiten el moldeo por soplado, resistencia química y suficiente resistencia al impacto. Los ejemplos de materiales típicos incluyen un polipropileno modificado para impactos o polipropileno de alta densidad (HDPE). Los ejemplos de materiales usados para las capas externas suaves pueden ser de material TPE con durezas diferentes. El cepillo dental también puede tener un material decorativo secundario como una capa delgada de TPE en una pequeña parte del cepillo dental tal como la zona de descanso o de agarre del pulgar. En determinadas realizaciones cuando un cepillo dental se forma mediante moldeo por extrusión soplado, debido a la gran tensión de la preforma medio fundida en el molde de compresión en la parte del cabezal del cepillo para desde la gran cantidad de pequeños agujeros de mechones profundos envasados cerca, la resina termoplástica de base primaria que se suministra en la máquina de moldeo por soplado en una forma de paleta puede tener un índice de flujo de fundición (MFI) en un intervalo de $1 \text{ g}/10 \text{ min}$ a $4 \text{ g}/10 \text{ min}$ a $230 \text{ }^\circ\text{C}$ y $21,18 \text{ N}$ (fuerza $2,16 \text{ kg}$) medido con un método de prueba de la norma ASTM D1238. El MFI no debe ser demasiado pequeño, por ejemplo, $<1 \text{ g}/10 \text{ min}$, porque una resina con $<1 \text{ g}/10 \text{ min}$ de MFI forma una preforma que es demasiado viscosa para fluir libremente para rellenar un hueco profundo estrecho entre los agujeros de mechones con gran tensión. La temperatura de la preforma puede aumentar para disminuir la viscosidad hasta cierto punto. El intervalo de temperatura normal de un proceso de moldeo por extrusión soplado es de $176 \text{ }^\circ\text{C}$ a $232 \text{ }^\circ\text{C}$. El ajuste de la temperatura demasiado alta puede dar como resultado el quemado de la resina e inconsistencia en la propiedad de la resina fundida. Por ejemplo, para una resina de polipropileno (PP) con un MFI de $0,37$ y flujo de $0,47$, la temperatura tiene que ajustarse por encima de $246 \text{ }^\circ\text{C}$ para formar un cepillo dental con agujeros de mechones, pero la calidad de las partes es mala y muy inconsistente. Sin embargo, cuando el MFI es demasiado alto, por ejemplo, cuando el MFI de la resina excede los $3 \text{ g}/10 \text{ min}$, la preforma se hace demasiado movediza y no puede soportarse por sí misma y puede colapsar antes de que se afiance al molde. La disminución de la temperatura de la preforma puede reducir la viscosidad de la preforma para soportarse por sí misma, pero la disminución de la temperatura puede hacer que el rendimiento de la preforma sea muy inconsistente de una operación a la siguiente. Para formar una preforma que pueda usarse para formar un cepillo dental unitario, en determinadas realizaciones la temperatura puede ser de $199 \text{ }^\circ\text{C}$ aproximadamente a $221 \text{ }^\circ\text{C}$ aproximadamente y el MFI de $1,5 \text{ MFI}$ a $2,5 \text{ MFI}$. También es importante el MFI de colorante. Aunque la relación de disminución (el porcentaje del colorante en peso que se mezcla con la resina termoplástica de base) de colorante es generalmente de 2% a 5% aproximadamente, pero a 30 MFI en comparación con 15 MFI , la viscosidad de la preforma de la resina de dos colores puede realizarse significativamente de diferente manera.

Los cepillos dentales unitarios de la presente invención que tienen una cavidad interna pueden ayudar a disminuir la cantidad de fuerza excesiva aplicada al cepillo dental durante el cepillado, por ejemplo, cuando se usa un cepillo dental manual sólido o cepillo dental electromecánico. Es conocido por aquellos expertos en la técnica que el cepillado constante y repetido con un cepillo dental manual, con mechones estándares con una fuerza superior a $5,0 \text{ N}$ aproximadamente puede terminar en la pérdida de tejido gingival con el paso del tiempo. Por ejemplo, existen cepillos dentales electromecánicos con sistemas de respuesta integrados para advertir a los usuarios cuando se excede esta fuerza durante su uso. Esto sugiere que una fracción significativa de usuarios de cepillos dentales aplican fuerzas de hasta $5,0 \text{ N}$ a través del cabezal del cepillo dental. Un ejemplo de cepillo dental con sección transversal rectangular, uniforme fabricado con material isotropo, homogéneo, sólido podría moldearse en el agarre como se muestra en la Fig. 7. La deformación del cabezal del cepillo dental en este agarre durante la flexión en uso puede inferirse analíticamente a partir de la ecuación usada para calcular el módulo de elasticidad de una barra plana de material en tres puntos de flexión como se muestra en la Fig. 8, y se divulga en ASTM D 790.

Los materiales usados para formar un cepillo dental unitario de la presente invención que tenga una cavidad interna (cepillos dentales huecos) deben proporcionar una resistencia a la flexión, o rigidez, cuando se aplica una

carga normal al eje longitudinal. Los materiales del cepillo dental que no cumplan con este criterio se flexionan completamente durante el uso normal, y dan como resultado una experiencia negativa o envían fuerza insuficiente para la limpieza adecuada de los dientes. Para evaluar los materiales candidatos para la construcción de un cepillo dental en una realización tan ligera en peso como sea posible, se define en este caso una relación para la resistencia a la flexión del mango respecto a la gravedad específica general como una deformación medida en un caso de carga específico descrito en la Fig. 8. El gráfico de la Fig. 9 ilustra esta relación aplicada a una aproximación con forma de viga rectangular simple de mangos sólidos hechos de materiales homogéneos isótropos; los mangos hechos de compuestos o materiales no homogéneos, no isótropos; y los mangos huecos hechos de otros materiales que no sean materiales isótropos, homogéneos. Los materiales en el gráfico se obtienen de la ecuación analítica de flexión para el aparato en la Fig. 8 o de la flexión prevista en un análisis de elementos finitos de materiales no solubles de manera analítica, tales como materiales anisótropos. Resulta claro, gracias a este gráfico, que los mangos sólidos hechos de materiales isótropos, homogéneos no pueden lograr una relación de resistencia respecto al peso de flexión que pueda lograrse mediante mangos diseñados huecos homogéneos, isótropos.

No siendo todos huecos, los artículos tienen la resistencia suficiente como para soportar 5 N de fuerza aplicada en una flexión normal al eje mayor a una distancia típica de la aplicada al cepillo dental entre un punto de equilibrio del pulgar y el cabezal del cepillo. Sin duda, no todos los artículos de moldeo por soplado pueden soportar dichas fuerzas; muchos envases de moldeo por soplado, tales como las botellas de agua, deben rellenarse antes de acumularlos en paletas ya que sus paredes son lo suficientemente delgadas como para que se deformen de manera significativa en compresión incluso bajo el peso de unas pocas botellas vacías sobre ellos. Es posible fabricar cepillos dentales de manera similar, ya sea mediante el uso de materiales generalmente débiles o a través de la fabricación de paredes extremadamente delgadas, de manera que aparenten ser fuertes, posiblemente debido al uso de materiales opacos u otra decoración. Los cepillos dentales fabricados con estos mangos no colapsarían bajo gravedad o fuerzas suaves, y podrían aparentar ser robustos en envases o en una pantalla no de uso, pero de hecho sería desagradable o imposible utilizarlos como se pretende, o para aplicar la fuerza de cepillado suficiente para mantener la salud bucal. Generalmente, los cepillos que se deforman más de 20 mm con una fuerza de 5,0 N aplicada según se determina en ASTM D790 no deberían usarse. En determinadas realizaciones, los cepillos dentales unitarios de la presente invención se deforman menos de 20 mm aproximadamente con una fuerza de 5,0 N aplicada según se determina en ASTM D790. En determinadas realizaciones, los cepillos dentales unitarios de la presente invención se deforman menos de 10 mm aproximadamente con una fuerza de 5,0 N aplicada según se determina en ASTM D790.

Los materiales isótropos, no homogéneos aparecen de este gráfico para ser candidatos también para los cepillos dentales de bajo peso. Sin embargo, estos materiales son intrínsecamente frágiles como resultado de las concentraciones de tensión debido a las burbujas que son el resultado del proceso de espumación. El gráfico descrito anteriormente ilustra solo la desviación prevista o teórica bajo carga y no tiene en cuenta la resistencia máxima de los materiales. Los cepillos dentales fabricados con espuma mostrados se fracturarían en la superficie con tracción durante la flexión de cargas mucho menores que las usadas durante un cepillado típico.

En general, los cepillos dentales huecos con un espesor de pared uniforme sustancialmente proporcionan una resistencia a la flexión deseada con uso mínimo de material mediante la colocación del material de manera selectiva en el diámetro más externo, o la ubicación más lejana del eje de flexión, en el que puede soportar el mayor momento de flexión con la mínima resistencia necesaria. Esta colocación selectiva de material disminuye naturalmente la tensión normal aplicada a los elementos materiales, ocasionada por los momentos de flexión, y da como resultado menos tensión por unidad de elemento material de la fuerza normal aplicada o el momento de flexión que si el mango se fabricara con material sólido o tuviera material colocado principalmente en el eje neutral. Una viga-I es un ejemplo común de la colocación selectiva siempre que sea posible desde un eje neutral. Sin embargo, una viga-I resiste la flexión de manera bastante diferente cuando se flexiona alrededor de ejes diferentes. Una parte hueca que es sustancialmente redonda en sección transversal, tal como un cepillo dental hueco, proporcionará la resistencia adecuada a la flexión alrededor de una variedad de ejes, que es necesaria para un artículo de cuidado personal tal como un cepillo dental que es portátil y se usa regularmente en muchas orientaciones diferentes y deben sostener cargas cerca de aproximadamente cualquier eje de flexión.

Sin embargo, no todos los diseños de cepillos dentales huecos proporcionarían suficiente resistencia a la flexión, según se define en la relación de deformación respectiva a gravedad específica mencionada anteriormente. En cambio, es más fácil fabricar un cepillo dental moldeado por extrusión soplado con una pared muy delgada, flexible que lo que es fabricar un cepillo dental de manera que la pared sea lo suficientemente espesa como para proporcionar la resistencia a la flexión adecuada. Para todos los artículos de moldeo por extrusión soplado existe un límite superior en el espesor de la pared que puede crearse con la creación de pliegues o líneas de destellos significativas en la superficie exterior del artículo. Este límite superior está determinado por la circunferencia externa más pequeña de la parte del artículo que se presentará hueca, el espesor inicial del material extrudido antes del soplado, y la relación de la circunferencia inicial de la sección soplada respecto a la circunferencia final de la sección soplada. A medida que el espesor de la pared del material inicial aumenta, puede capturarse una mayor fracción entre las superficies del molde que se pretenden reproducir, creando así una sección plana alrededor de todos o una parte de los artículos moldeados, conocida comúnmente como destello. Un cepillo dental incluso con pequeñas cantidades de destellos sería

desagradable de usar, especialmente a medida que los destellos se hacen o se sienten más afilados al tacto, y que sea más pequeño.

La elasticidad y la resistencia de los materiales también desempeñan un factor en la resistencia a la flexión: por ejemplo, un cepillo dental de moldeo por soplado que es lo suficientemente rígido y está formado por un material relativamente fuerte, tal como PET-G, puede ser demasiado débil para considerarse útil cuando se moldea con la misma geometría y espesor de pared de LDPE o polipropileno. Incluso entre LDPE y polipropileno, un cepillo dental de polipropileno puede ser suficientemente más resistente que un cepillo dental de LDPE, de tal manera que sea notablemente más rígido para un usuario.

En determinadas realizaciones de la invención, un cepillo dental de polipropileno se encuentra entre 100 mm y 2000 mm, y tiene un peso entre 7,0 g y 13,0 g con material distribuido sustancialmente de manera uniforme alrededor de la pared de la parte hueca, tiene una densidad global inferior a 500 kg/m^3 ($0,5 \text{ g/cm}^3$).

Además de la resistencia a la flexión, la rigidez y conveniencia en la fabricación de un cepillo dental hueco, se encuentra la ventaja de usar el volumen interno desocupado para alojar algún elemento decorativo o útil. Dichos elementos pueden incluir elementos comunes a los cepillos huecos ensamblados tales como sistemas principalmente electrónicos, sistemas electromecánicos, sistemas principalmente mecánicos y elementos decorativos.

Los elementos electrónicos tales como las baterías, los temporizadores, las alarmas, los transductores, los acelerómetros, las luces, los altavoces, los amplificadores, las resistencias, los condensadores, los inductores, los transistores, los circuitos, las placas de circuitos, electrónica impresa, tinta o sustratos electrónicos, la soldadura, los cables, y componentes similares pueden ensamblarse previamente en sistemas en funcionamiento o parcialmente en funcionamiento e instalarse en la zona hueca en un cepillo dental hueco. Dichos sistemas pueden hacer uso particular de los socavados en la parte hueca del cepillo dental, por ejemplo, mediante la colocación o posición en contra o cerca de un socavado para proporcionar restricción en el movimiento. Dichos sistemas también se aprovechan de la capa interna de un sistema multicapa para proporcionar aislamiento eléctrico o conductividad o semiconductividad entre los elementos integrados al sistema, o a los elementos fuera de la cavidad del cepillo dental. Un ejemplo de esto sería un sistema de carga inductivo que recibe energía de un campo eléctrico externo mediante la colocación y activación de bobinas de cable posicionadas dentro del mango. Este es un método común por el que los cepillos dentales eléctricos se recargan cuando no están en uso. Las realizaciones específicas de estos sistemas y elementos incluyen: un temporizador para proporcionar respuesta a un usuario durante el cepillado de los dientes, un sensor de fuerza para rechazar el uso excesivo de la fuerza durante el cepillado, un elemento indicador que le informa al usuario cuando puede haberse alcanzado la duración prevista del cepillo dental, luces o sonidos para reproducir una canción o un juego durante el cepillado, uso de propiedades geométricas de la zona hueca para que resuenen o se atenúen determinados sonidos que se generen dentro, un generador electrostático para cargar el sistema a una potencia de voltaje alta o baja, creación de una «mascota electrónica» o tamagotchi, que sobrevivirá si se mantienen buenos hábitos de cepillado y sufrirá o morirá si no se mantienen, y elementos similares.

También pueden usarse sistemas electromecánicos tales como motores giratorios, motores lineales, motores vigentes directos de magneto permanente, transductores piezoeléctricos, botones, conmutadores de palanca acodada, conmutadores temporales, magnetos, conmutadores de lengüeta independientemente o más probable en combinación con elementos y sistemas eléctricos para proporcionar más beneficios o respuestas a los usuarios. Entre los ejemplos se incluyen: el uso de un motor para crear una respuesta táctil vibratoria, el uso de piezotransductores o sistemas eléctricos inductivos para recibir energía mecánica y convertirla a energía eléctrica durante el cepillado, el uso de conmutadores para activar y desactivar los sistemas eléctricos o electromecánicos, el uso de magnetos como elementos en sistemas inductivos o para proporcionar detección a un sistema eléctrico externo, el uso de extensómetros para medir y responder o el uso de los motores de inducción de vibración o motores de peso descentrado para crear una sensación placentera al tacto en cualquier punto en el cepillo. Para el uso de conmutadores mecánicos, esto puede representar una ventaja para hacer más delgadas algunas zonas de la pared del cepillo dental de manera selectiva pero no para crear una zona deformable que puede permitir la deformación a través de la pared sólida de un conmutador montado internamente sin crear un orificio que deba sellarse en una etapa adicional.

Los sistemas principalmente mecánicos, tales como los sólidos, líquidos, gases, coloides, magnetos, elementos orgánicos, cambios de fases o elementos de transición química, elementos de cambio de color, elementos termocromáticos, y similares pueden instalarse permanentemente dentro de la cavidad interna de cepillos dentales unitarios. Los ejemplos de sólidos incluyen: artículos formados y diseñados para añadir peso a un dispositivo, tales como hierro, cinc, u otros metales en forma sólida; sílice, u otro material granular, de un solo color o de múltiples colores. Los artículos hechos de líquido podrían incluir: agua, aceites, gel, o combinaciones de los mismos, incluyendo emulsiones, mezclas, soluciones y combinaciones de los mencionados anteriormente que se separan fácilmente, tales como agua y aceite. Los magnetos colocados en un dispositivo pueden añadir ventajas de almacenamiento o conexión/interacción a materiales ferrosos o artículos, por ejemplo, hardware de ebanistería o refrigerador o puertas de electrodomésticos. Los magnetos también pueden disponerse internamente para que puedan interactuar con magnetos fuera del cepillo dental para colocar al

extremo el cepillo dental para prevenir que el cabezal toque cualquier baño u otra superficie de zona de almacenamiento. Los elementos de cambio de fase o color o los sistemas que se ajustan ligeramente por debajo de las temperaturas corporales humanas pueden incluirse en un cepillo dental hueco con capas externas transparentes, por ejemplo, para crear un temporizador no eléctrico, que permitiría que el cepillo dental cambie de color después de haber transcurrido un tiempo de retención suficiente en la mano.

Separados de los elementos instalados, y una ventaja de un cepillo dental unitario con cavidad interna es la habilidad para decorar un cepillo dental traslúcido o transparente en una superficie interna que se aísla del contacto por el usuario mediante el cuerpo del cepillo dental. En estas realizaciones, habría una ventaja en aislar la capa decorativa del contacto humano, por ejemplo, para crear un retraso en la elevación de temperatura de la capa aislada, es decir, para la pintura termocromática que puede cambiar de color después de aproximadamente algún tiempo establecido. También sería ventajosa una reducción en la apariencia de desgaste, en contraste con las superficies que se pintan o pegan calcomanías en la superficie externa y están sujetas al desgaste mecánico y a los ataques químicos.

Ejemplos

Ejemplo 1:

La Tabla 1 muestra que las paredes de los cepillos dentales de la presente invención tienen una cavidad interna que tiene una desviación mínima en espesor a lo largo de la longitud de un cepillo dental: en donde (1) el espesor de la pared de la parte hueca del cepillo dental unitario se determina mediante la distancia más corta entre la superficie externa del cepillo dental y la superficie de la cavidad interna en el punto de medición; (2) el promedio del espesor de pared es el promedio de todos los espesores medidos a lo largo de la dirección circunferencial de la sección transversal en un punto elegido; (3) el espesor de pared promedio del cepillo dental en la parte de la cavidad interna es el promedio del espesor de cada sección transversal; (4) el porcentaje de hueco de aire.

Tabla 1

	Muestra 1		Muestra 2
promedio del espesor de pared (mm)	1,0		1,4
espesor máximo (mm)	2,4		2,6
espesor de pared mínimo (mm)	0,60		0,3
espesor de pared estándar (mm)	0,2		0,2
estándar/promedio (mm)	25,3 %		13,8 %
Porcentaje de hueco de aire	66 %		61,5 %

Como se muestra en la Muestra 1, el espesor de la pared de la parte hueca del cepillo dental unitario puede distribuirse de manera unitaria y puede ser tan delgado como 0,6 mm aproximadamente, con un promedio de espesor de pared de la parte hueca del cepillo dental de 1,0 mm y una desviación estándar en un espesor de pared de 0,25 mm aproximadamente, que es solamente 25,3 % aproximadamente del espesor de pared, que ilustra solo una desviación mínima en el espesor de pared. La Muestra 2 muestra el espesor de pared de la parte hueca de intervalo de 0,3 mm a 2,6 mm, con una desviación estándar de 0,2 mm, que es solamente un 13,8 % aproximadamente del promedio de espesor de 1,4. Los resultados anteriores muestran que las paredes del cepillo dental de la presente invención tienen una desviación mínima en espesor a lo largo de la longitud del cepillo dental.

Ejemplo 2:

Para determinar si el cepillo dental unitario de la presente invención con una cavidad interna tiene un espesor de pared unitario a lo largo de la dirección circunferencial de cada sección transversal, una muestra de cepillo dental se exploró microscópicamente primero y después se toman 1000 mediciones aproximadamente de espesor de pared dentro de cada sección de 2 mm de largo en 80 % de la parte hueca a lo largo del eje longitudinal de la exploración microscópica por CT y se calculan las estadísticas. La media del espesor dentro de cada sección de 2 mm del cepillo dental también se calculó a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental. Las muestras de cepillo dental con cavidad interna tienen un socavado y contorno significativo. La sección transversal del cepillo dental con la cavidad interna no es circular sino que tiene una forma triangular redondeada. El espesor de pared del cepillo dental a lo largo de cada dirección longitudinal o axial es más de una función continua. La curvatura y forma de la cavidad interna puede seguir la curvatura y forma de la superficie externa en cualquier sección transversal del cepillo dental. No habría un cambio abrupto de espesor de pared desde un punto a otro que se encuentre al lado. El cambio en el espesor de pared de un punto a otro punto cercano es inferior a 1 mm o incluso es inferior a 0,5 mm.

Ejemplo 2A:

5 En un ejemplo del cepillo dental con un mango ancho, el espesor de pared en cada sección de 2 mm de largo varía dentro de un 70 % a un 170 % de la media del espesor de pared de la misma sección de 2 mm, como se muestra en la Fig. 5B. El espesor de pared absoluto varía de 0,6 mm a 2,3 mm en 80 % de la parte hueca del cepillo dental como se muestra en la Fig. 5A. La media del espesor de pared de cada sección de 2 mm a lo largo del eje longitudinal de cada cepillo dental se encuentra en el intervalo de 0,9 mm a 1,2 mm. Estas son variaciones realmente pequeñas en el espesor de pared. La relación de la desviación estándar del espesor de pared respecto a la relación del espesor de pared es inferior a 30 %. La zona de sección transversal de esta muestra de cepillo dental permanece constante en 45 mm² aproximadamente en 80 % de la parte hueca del cepillo dental. El cambio de espesor de pared de un punto a otro punto cercano es inferior a 0,5 mm. En contraste, la zona de sección transversal de un cepillo dental sólido con la misma superficie externa varía en gran medida de 120 mm² a 210 mm² en la misma parte de mango. Este cepillo dental hueco con un mango delgado ahorra 66 % de material de un cepillo dental sólido con la forma y tamaño.

10

15

REIVINDICACIONES

1. Un cepillo dental (10) que comprende:
 - 5 a. un cabezal (20), cuello (30), mango (40), extremo (42) de mango, extremo (22) de cabezal, superficie externa (12), cavidad interna (60), y eje longitudinal (L);
 - b. la cavidad interna tiene una superficie (62) que define una zona de sección transversal (IC_{CA}); en donde la cavidad interna tiene al menos una de una zona de sección transversal mayor (IC_{CAG}), bordeada por dos zonas de sección transversal menores (IC_{CA1} , IC_{CA2}) a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental o una zona de sección transversal menor (IC_{CAL})
 10 bordeada por dos zonas de sección transversal mayores (IC_{CA3} , IC_{CA4}) a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental;
 - c. la superficie externa (12) que define una zona de sección transversal de la superficie externa (IC_{SA});
 - 15 d. una pared formada desde la superficie externa (12) y una superficie (62) de cavidad interna;

en donde el cepillo dental comprende un único componente unitario a lo largo de toda la longitud, la cavidad interna (60) está cerrada sin abertura alguna a la superficie externa del cepillo dental, el espesor de pared a lo largo de la dirección circunferencial en cualquier sección transversal normal al eje longitudinal en 80 % de la parte hueca se encuentra dentro de 70 % a 170 % de la media del espesor, la relación de la media del radio respecto al espesor de la pared en 80 % de la parte hueca se encuentra en el intervalo de 3 a 10, y el volumen total de la cavidad interna es de 55 % a 70 % del volumen total definido por la superficie externa.
- 20 2. El cepillo dental de la reivindicación 1, en donde la raíz cuadrada de la zona de sección transversal de la superficie externa varía de manera proporcional respecto a la raíz cuadrada de la zona de sección transversal de la cavidad interna a lo largo del eje longitudinal del cepillo dental.
- 25 3. El cepillo dental de la reivindicación 1, en donde el espesor de la pared del mango del cepillo dental varía de manera inversamente proporcional respecto a la raíz cuadrada de la zona de sección transversal de la superficie externa.
- 30 4. El cepillo dental de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la desviación estándar del espesor de pared no excede 30 % de la media del espesor de pared a lo largo de 80 % de la parte hueca.
- 35 5. El cepillo dental de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la relación de la media del radio respecto al espesor de pared en 80 % de la parte hueca permanece constante y se encuentra en el intervalo de 3 a 10.
- 40 6. El cepillo dental de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde al menos uno de los extremos del cepillo dental a lo largo del eje longitudinal tiene una zona de sección transversal de la superficie externa más pequeña que la zona de sección transversal máxima de la cavidad interna.
- 45 7. El cepillo dental de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el extremo de mango del cepillo dental tiene una zona de sección transversal de la superficie externa más pequeña que la zona de sección transversal máxima de la cavidad interna.
- 50 8. El cepillo dental de cualquiera de las reivindicaciones 1-7 que tiene una densidad por debajo de $0,50 \text{ g/cm}^3$ y en donde el cepillo dental se deforma menos de aproximadamente 10 mm con una fuerza de 5,0 N aplicada según se determina en la ASTM D 790.
9. El cepillo dental de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde el cepillo dental comprende dos o más capas de material.

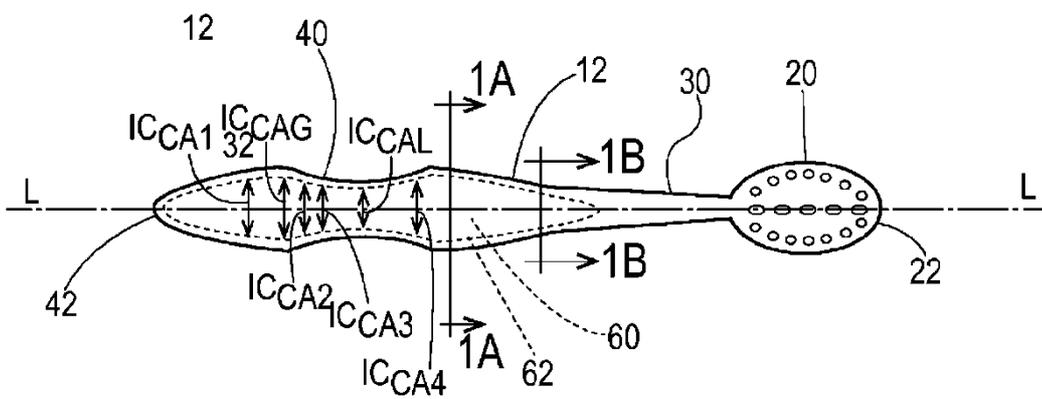


Fig. 1

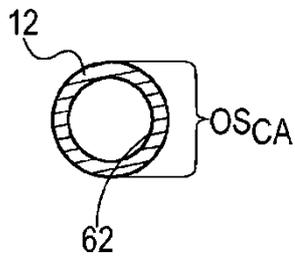


Fig. 1A

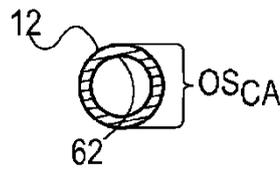


Fig. 1B

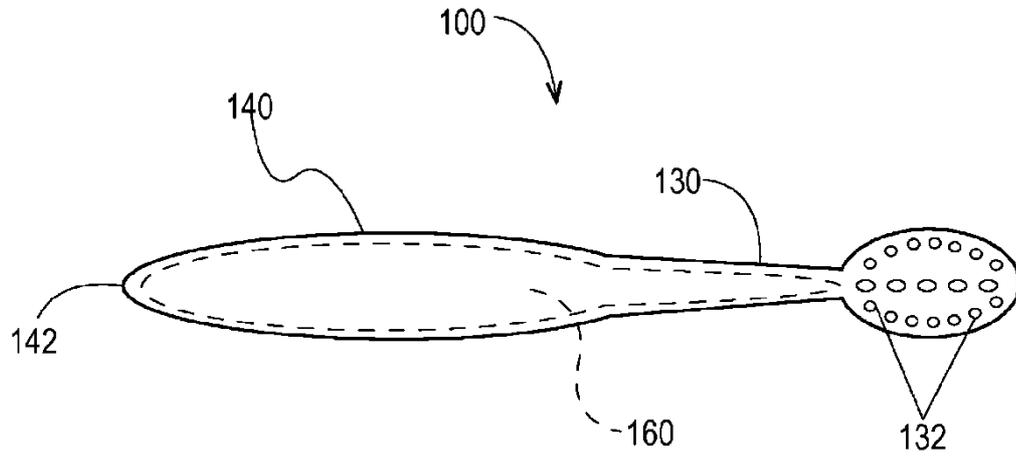


Fig. 2

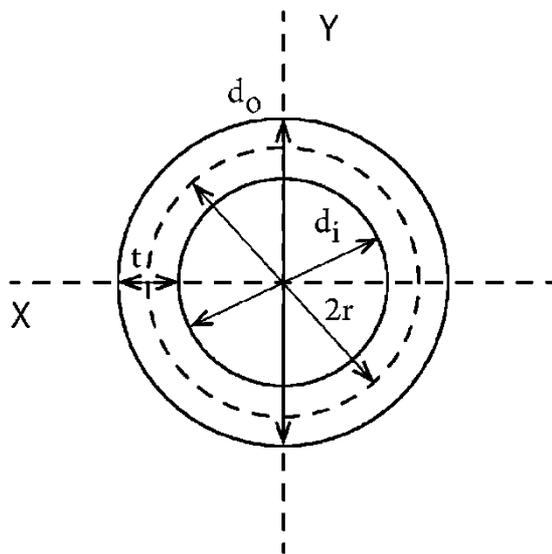


Fig. 3

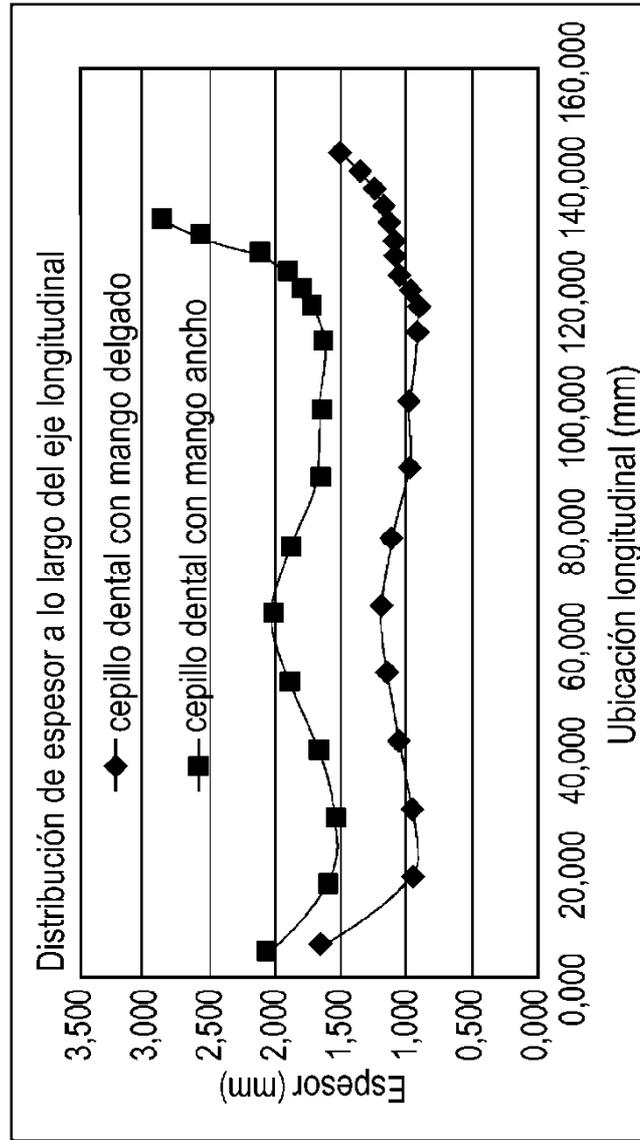


Fig. 4

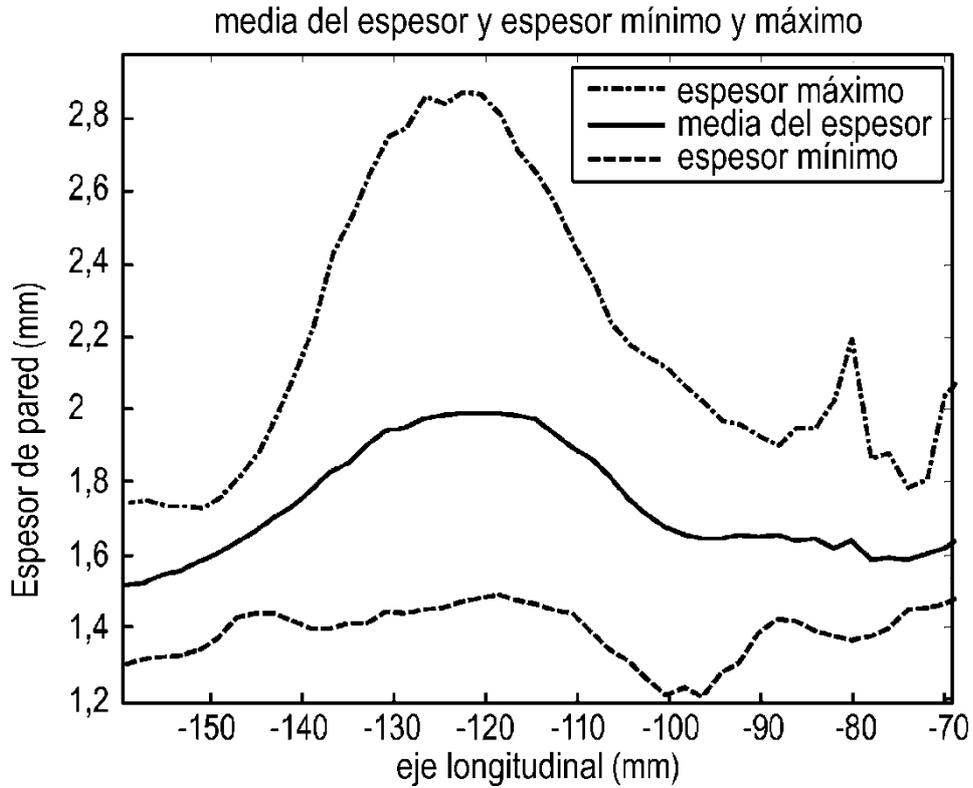


Fig. 5A

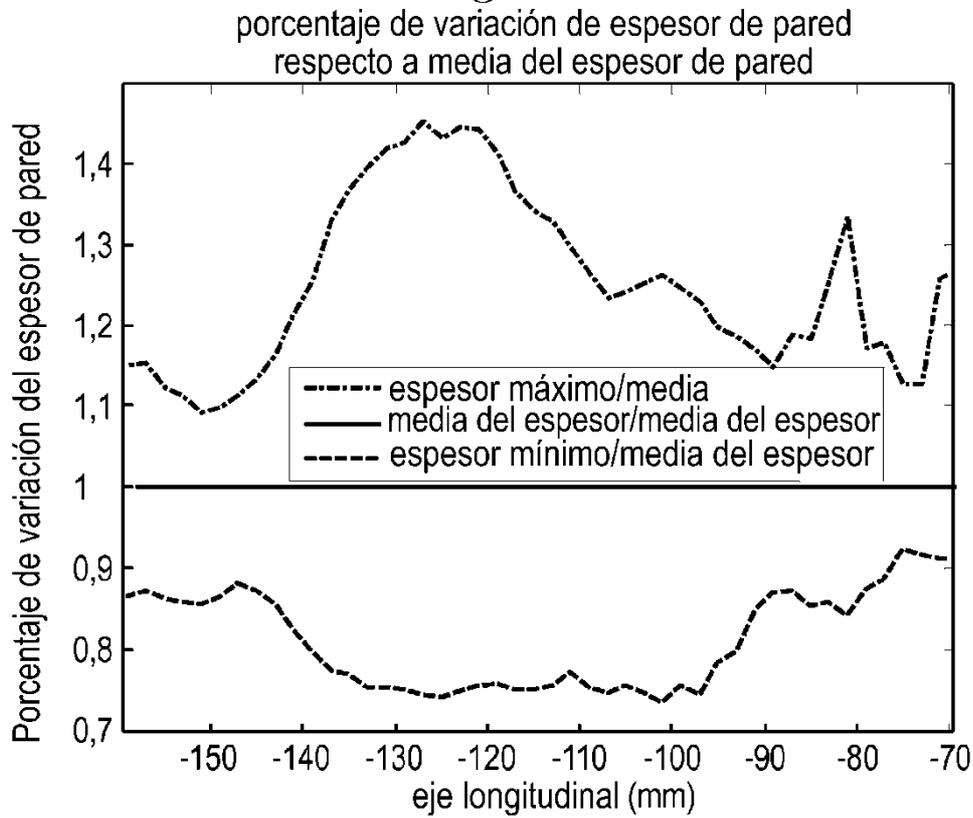


Fig. 5B

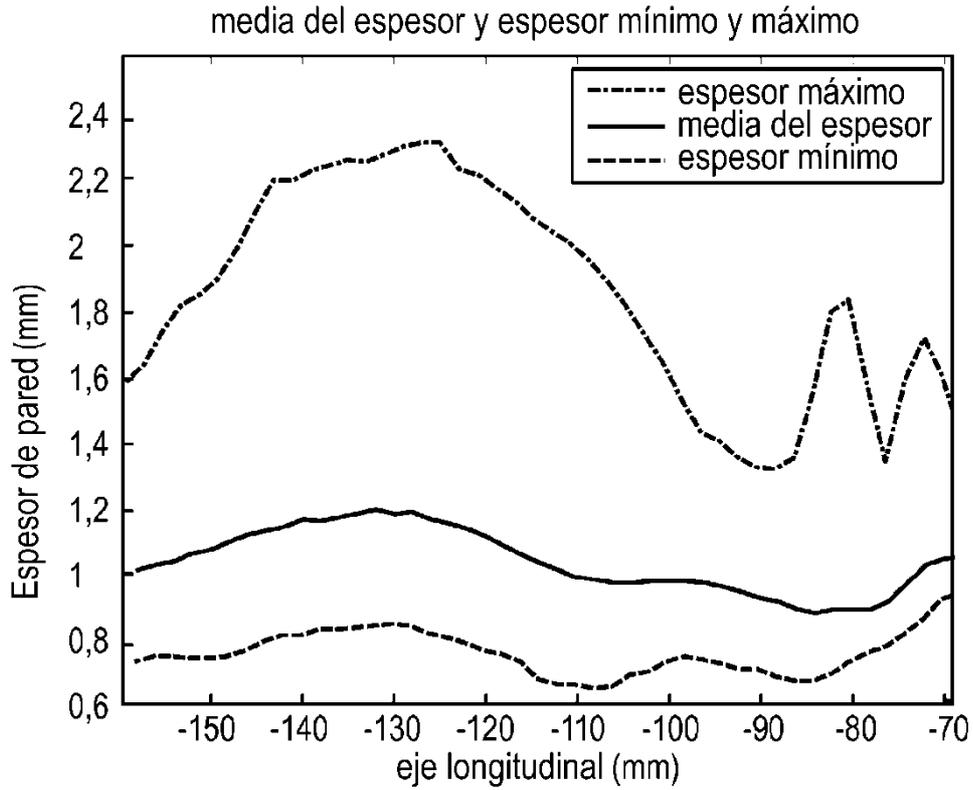


Fig. 6A

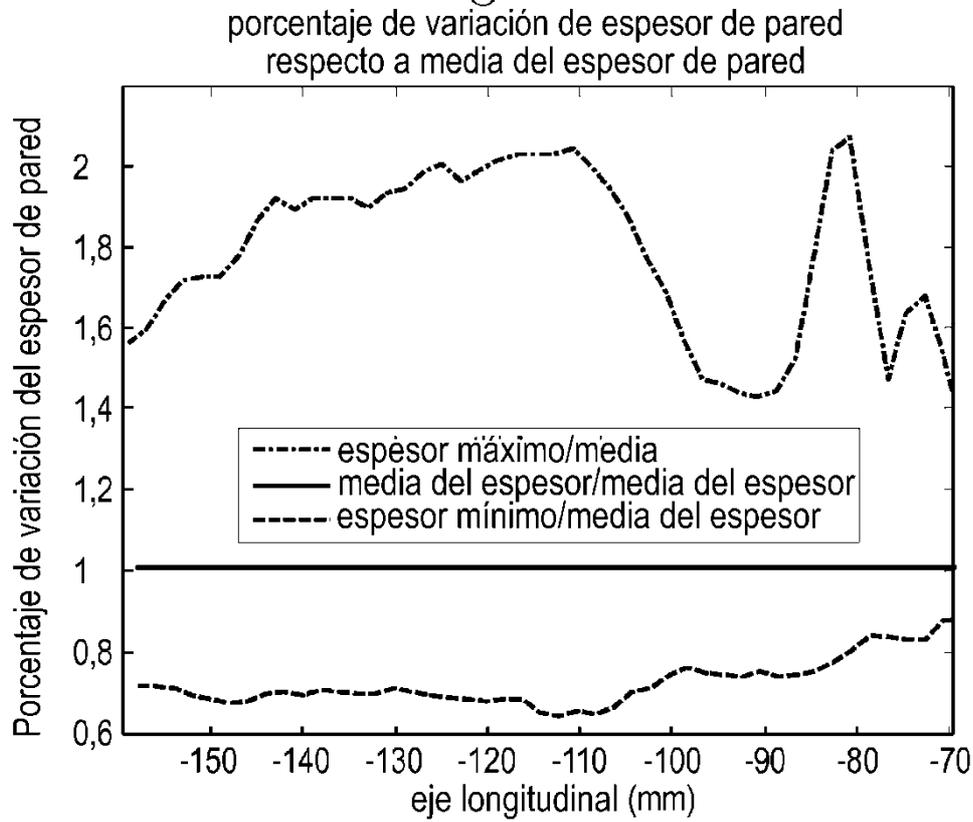


Fig. 6B

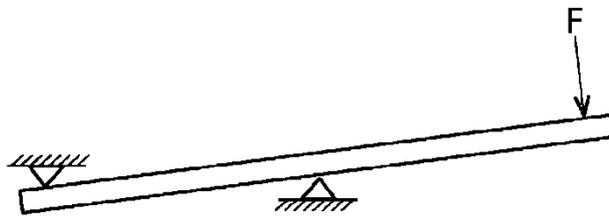
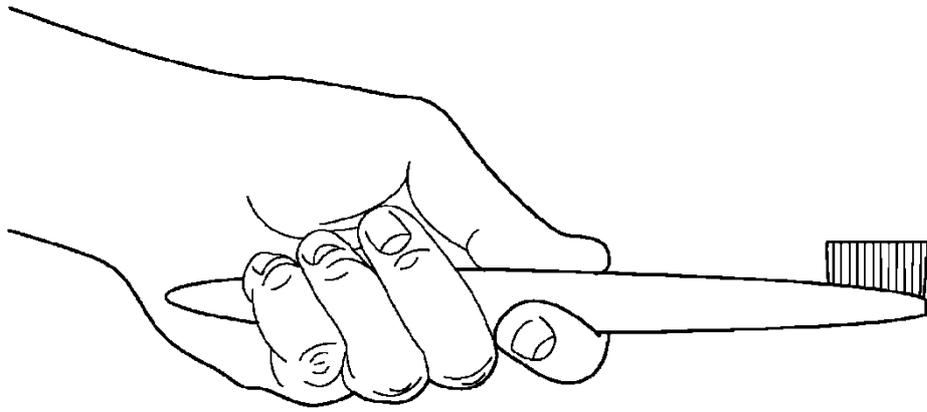


Fig. 7

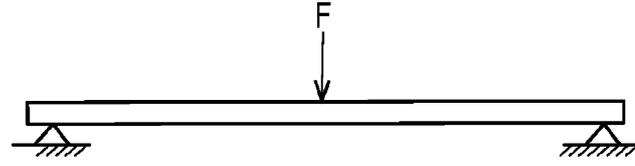


Fig. 8

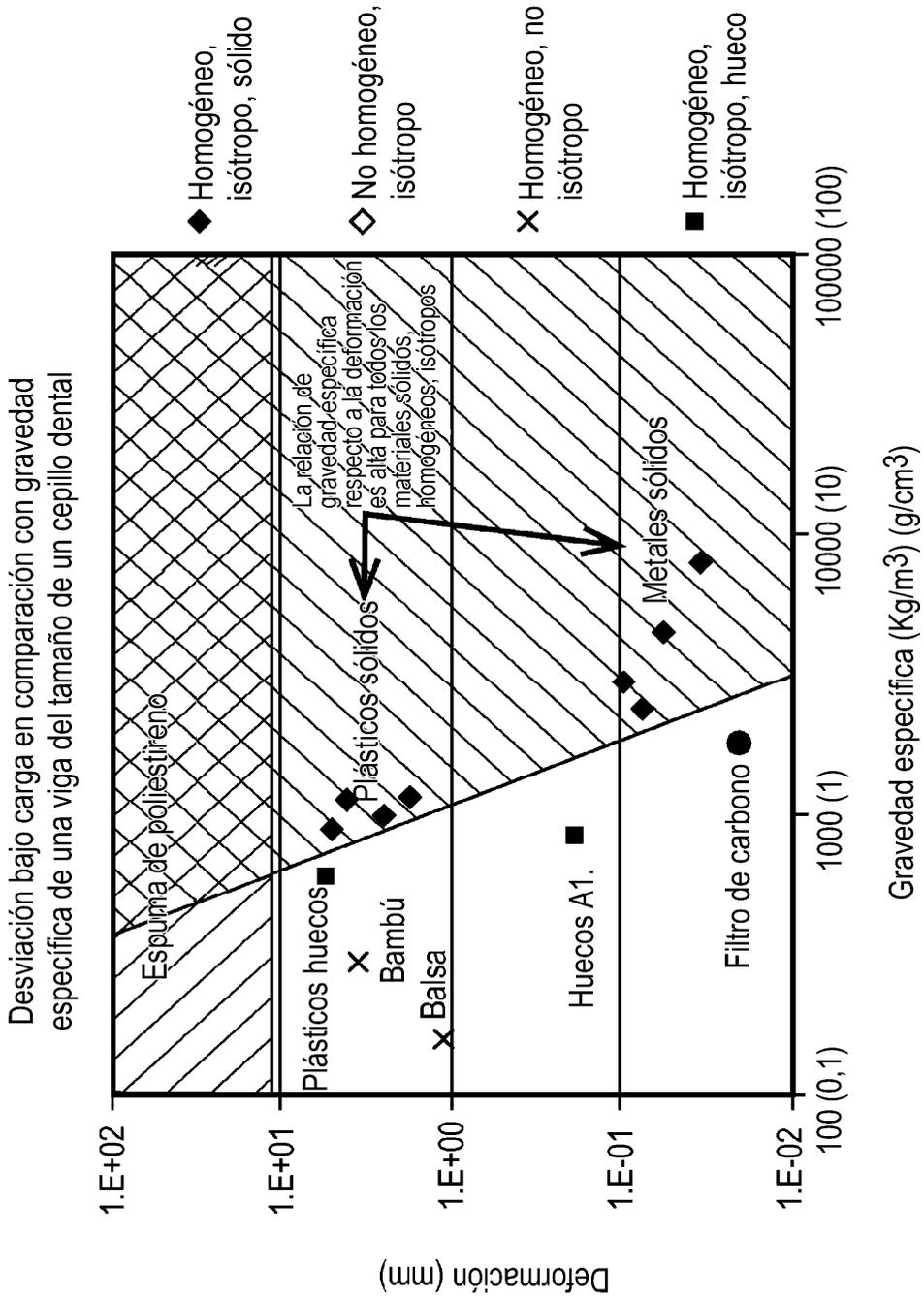


Fig. 9