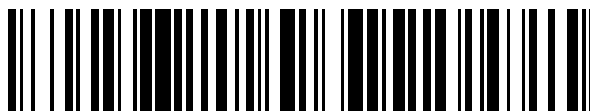


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 760**

51 Int. Cl.:

H02K 33/16 (2006.01)
A61C 17/34 (2006.01)
A61C 7/22 (2006.01)
F16F 1/18 (2006.01)
H02K 33/00 (2006.01)
A61C 17/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2013** **PCT/IB2013/055709**
87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014** **WO14009916**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2013** **E 13739815 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018** **EP 2873144**

54 Título: **Dispositivo de higiene bucodental con motor lineal resonante**

30 Prioridad:

13.07.2012 EP 12176403

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.12.2018

73 Titular/es:

BRAUN GMBH (100.0%)
Frankfurter Strasse 145
61476 Kronberg, DE

72 Inventor/es:

SCHOBER, UWE;
ZIEGLER, FRANK y
SCHAEFER, ROBERT

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 693 760 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

Dispositivo de higiene bucodental con motor lineal resonante

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo de higiene bucodental que tiene un motor lineal resonante (es decir, un motor con sistema de muelle-masa para proporcionar un movimiento lineal recíproco u oscilante).

10 **Antecedentes de la invención**

Se conocen motores lineales resonantes y cepillos dentales eléctricos que tienen dicho tipo de motor, en los cuales el motor lineal resonante comprende una carcasa, una armadura montada en la carcasa para oscilación lineal, un estator que comprende una bobina para accionar la armadura en un movimiento oscilatorio, y un vástago de control de amplitud, donde la armadura es empujada por un muelle helicoidal contra la carcasa en un extremo, el vástago de control de amplitud es empujado en un extremo por un muelle helicoidal contra la carcasa, y donde el otro extremo de la armadura es empujado mediante un muelle helicoidal contra el otro extremo del vástago de control de amplitud. El vástago de control de amplitud en particular se utiliza para absorber o aumentar una amplitud de la armadura. El documento US 2004/130221 A1 explica, en general, un motor de este tipo.

Es un objeto de la presente descripción el proporcionar un dispositivo de higiene bucodental tal como un cepillo dental eléctrico que tiene un motor lineal resonante mejorado con respecto a los dispositivos de higiene bucodental conocidos que tienen un motor lineal resonante, o al menos proporcionar un diseño alternativo.

25 **Sumario de la invención**

Según al menos un aspecto, se proporciona un dispositivo de higiene bucodental con un motor lineal resonante, para proporcionar un movimiento oscilatorio lineal a lo largo de una dirección longitudinal que tiene una carcasa, un estator que comprende un núcleo de bobina y una bobina del estator alrededor del núcleo de la bobina, en el cual el estator está instalado de forma fija a, o con respecto a la carcasa, una armadura que comprende una disposición de imanes permanentes que se monta para el movimiento oscilatorio lineal a lo largo de la dirección longitudinal con respecto al estator; y un eje de accionamiento acoplado a la armadura, el eje de accionamiento extendiéndose en posición céntrica a lo largo de un eje longitudinal paralelo a la dirección longitudinal, en donde la armadura tiene dos secciones de extremo opuestas dispuestas en el eje longitudinal y una sección central que lleva la disposición de imanes permanentes, cuya sección central está desplazada del eje longitudinal.

Breve descripción de los dibujos

El motor resonante lineal y el dispositivo eléctrico propuesto con dicho motor lineal serán más comprensibles mediante una descripción detallada de realizaciones de ejemplo y con referencia a las figuras. En las figuras:

la Fig. 1 es una representación de una realización de ejemplo de un muelle laminar como se puede usar en un motor lineal resonante como se propone;

la Fig. 2 es un corte longitudinal de una realización de ejemplo de un motor lineal resonante según la presente descripción;

la Fig. 3 es un corte en sección transversal a través del motor lineal resonante que se muestra en la Fig. 3 a lo largo del plano indicado por la línea A-A;

la Fig. 4 es un gráfico que indica la fuerza de accionamiento máxima F que puede ser proporcionada por un motor lineal resonante frente a la amplitud máxima A de la oscilación lineal, donde la curva referenciada como M se refiere a un motor según la presente descripción;

la Fig. 5 es una representación de una realización de ejemplo de un dispositivo de higiene bucodental que puede comprender un motor lineal resonante según la presente descripción.

Descripción detallada de la invención

El siguiente texto muestra una descripción amplia de numerosas realizaciones diferentes de la presente descripción. La descripción debe considerarse solamente como ilustrativa y no describe todas las realizaciones posibles, ya que describir todas las realizaciones posibles resultaría poco práctico, si no imposible. Se entenderá que cualquier rasgo, característica, componente, composición, ingrediente, producto, etapa o metodología descrita en la presente memoria se puede eliminar, combinar o sustituir, en todo o en parte, con cualquier otro rasgo, característica, componente, composición, ingrediente, producto, etapa o metodología descrita en la presente memoria. Se podrían aplicar numerosas realizaciones alternativas utilizando la tecnología actual o la tecnología desarrollada después de

la fecha de presentación de esta patente, que seguirían entrando en el alcance de las reivindicaciones. Todas las publicaciones y patentes citadas en la presente memoria se incorporan como referencia en la presente memoria.

Aunque las realizaciones se describen en la presente memoria en el marco de un dispositivo de higiene bucodental eléctrico, tal como un cepillo de dientes eléctrico, las realizaciones no se limitan a este. Las realizaciones descritas en la presente memoria pueden implementarse en una gran variedad de aplicaciones, tales como en la aplicación de un limpiador lingual eléctrico, un dispositivo de masaje eléctrico, entre otras muchas.

En algunas realizaciones, un motor lineal resonante según la presente descripción tiene una armadura montada para una oscilación lineal accionada esencialmente a lo largo de una dirección longitudinal y, opcionalmente, una masa secundaria montada para oscilación lineal esencialmente a lo largo de la dirección longitudinal. La masa secundaria está funcionalmente acoplada con la armadura (p. ej., mediante montaje a una base de unión tal como una carcasa o una estructura de soporte) de manera que las vibraciones generadas por la armadura excitan la masa secundaria en oscilaciones opuestas cancelando las vibraciones de la armadura.

Como es conocido en la técnica, dicho motor lineal resonante donde una masa secundaria está funcionalmente acoplada a una armadura accionada, la masa secundaria puede proporcionar una reducción general de las vibraciones transmitidas por el motor lineal resonante a su carcasa. De forma adicional o alternativa, las vibraciones transmitidas desde la masa secundaria a la carcasa pueden cancelar las vibraciones transmitidas desde la armadura a la carcasa al menos en una determinada fracción, e idealmente de manera completa. En particular, este efecto puede verse si la armadura y la masa secundaria se mueven con una amplitud opuesta (es decir, con una desviación de fase de aproximadamente 180°). En algunas realizaciones, la armadura está montada en al menos un primer y un segundo conjunto de muelle de montaje de la armadura, que se extienden cada uno en un plano perpendicular a la dirección longitudinal a lo largo de la que se monta la armadura en un movimiento lineal, y de forma adicional o alternativa, la masa secundaria está montada con al menos un primer y un segundo conjunto de muelle de montaje de masa secundaria, cada uno extendiéndose en un plano perpendicular a la dirección longitudinal. Al menos el primer y el segundo conjuntos de muelle de la armadura tienen la misma forma y orientación, y están superpuestos cuando se ven en la dirección longitudinal (es decir, están en alineación en dirección longitudinal). Cada uno de los conjuntos de muelle del motor lineal resonante puede comprender por lo menos un muelle laminar plano según la presente descripción, o puede tener una pila de por lo menos dos de esos muelles laminares.

En algunas realizaciones, la masa de la armadura y la masa de la masa secundaria se seleccionan de modo que sean aproximadamente idénticas, p. ej., las dos masas no difieren en más de 10 %, opcionalmente, no más de 5 %, más opcionalmente, no más de 2 % e incluso más opcionalmente, en no más de 1 %. En algunas realizaciones, la masa de la masa secundaria y la masa de la armadura son idénticas.

El diseño particular del motor lineal resonante propuesto en la presente memoria utiliza lógicamente el volumen de construcción disponible de un motor lineal resonante para proporcionar la máxima fuerza de accionamiento. En particular, en caso de que la armadura esté montada por conjuntos de muelles laminares planos que tienen la sección de sujeción respectiva en un área central, la sección central de la armadura se retrae desde el eje central respectivo de las posiciones de sujeción para permitir el máximo volumen de construcción para el estator que puede estar dispuesto solamente opuesto a la armadura. El lado posterior de la sección central de la armadura puede estar entonces lo más cerca posible de la carcasa de, por ejemplo, el motor lineal resonante o el dispositivo de higiene bucodental. A medida que las secciones de extremo de la armadura necesitan fijarse a la sección de sujeción interior de los conjuntos de muelle, las secciones intermedias conectan las partes de extremo con la sección central retraída. En contraste con el diseño elegido habitualmente para un motor lineal resonante para proporcionar un movimiento lineal oscilante a utilizar en un dispositivo de higiene bucodental, en el cual la bobina de estator o el núcleo de la bobina se envuelven alrededor de la armadura, la presente descripción propone utilizar un diseño en el cual la armadura y el estator estén opuestos entre sí con únicamente una pequeña distancia de aire entre una cara final de la disposición de imanes permanentes y la cara o caras finales de la patilla o patillas del estator. Este diseño puede dar lugar a una fuerza de accionamiento superior a la proporcionada por los diseños habituales mencionados al mismo o aún más pequeño volumen de construcción como se explicará con mayor detalle a continuación con referencia a algunos ejemplos.

El término “conjuntos de muelle” en la presente descripción se usa para hacer referencia a todos los conjuntos de muelle de un motor lineal resonante como se propone, es decir, este término puede incluir por lo menos un primer conjunto de muelle de montaje de la armadura o por lo menos un primer conjunto de muelle de montaje de masa secundaria. Cada uno de los conjuntos de muelle puede estar realizado por al menos un muelle laminar plano de acuerdo con la presente descripción o por una pila de por lo menos dos de tales muelles laminares planos. Los muelles laminares planos son planos en un estado de reposo (es decir, cuando no se deforman) y, por lo tanto, se extienden en un plano (desatendiendo el espesor del muelle laminar o de la pila de muelles laminares). Los muelles laminares planos tienen una estructura a modo de espiral, es decir, el muelle laminar plano comprende un brazo elástico que forma una espiral desde un área central del muelle laminar plano hacia un área externa. En algunas realizaciones, un haz radial en el plano de extensión del muelle laminar plano que se origina desde el centro del área del muelle laminar plano o desde el centro del área de una sección de sujeción interior siempre se cruza con todos los ángulos (es decir, 0 grados a 360 grados) del brazo elástico por lo menos una vez. De acuerdo con al menos un aspecto de la presente descripción, todos los conjuntos de muelle pueden

tener la misma forma y pueden estar dispuestos con orientación idéntica (es decir, están alineados con respecto a la dirección longitudinal o, en otras palabras, superpuestos cuando se ven a lo largo de la dirección longitudinal).

Según al menos un aspecto de la presente descripción, la forma de los conjuntos de mulles en al menos una mitad del muelle laminar puede aproximarse mediante un círculo desde el cual una sección es al menos aproximadamente 10 % del diámetro del círculo, opcionalmente al menos aproximadamente 15 % del diámetro, aún más opcionalmente al menos aproximadamente 20 % del diámetro, e incluso más opcionalmente al menos aproximadamente 25 % del diámetro, aunque valores mayores no están excluidos, p. ej., al menos 30 %, al menos 35 %, etc. Como la forma de los conjuntos de muelle puede definir esencialmente la forma en sección transversal del motor lineal, esta forma proporciona un volumen de construcción adicional en paralelo con el motor lineal resonante en caso de que el motor lineal resonante esté dispuesto en una carcasa (de la sección de asa de un dispositivo eléctrico) que tiene una cavidad interior que es esencialmente circular en sección transversal. Aspectos adicionales o alternativos de los conjuntos de muelle según la presente descripción se describen a continuación, en particular, con referencia a la Fig. 1.

La Fig.1 es una representación de una realización de ejemplo de un muelle 50 laminar plano que se puede utilizar en un motor lineal resonante como se propone. La Fig. 1 muestra la topología general del muelle 50 laminar plano en su plano de extensión extendido por los ejes x e y . El muelle laminar 50 plano puede tener un espesor, en particular, un espesor homogéneo en la dirección z (es decir, en una dirección que es perpendicular al plano del papel en el que se representa el muelle laminar 50). El espesor puede estar en el intervalo de entre aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 1,0 mm, opcionalmente puede elegirse un espesor en el intervalo de entre aproximadamente 0,3 mm a aproximadamente 0,5 mm. En algunas realizaciones pueden utilizarse espesores de entre 0,35 mm a 0,4 mm. Dichos muelles laminares planos, como se muestra, pueden estar hechos en particular de una lámina de acero inoxidable (en particular, de un acero elástico adecuado), p. ej., mediante troquelado o corte con láser, aunque no se excluirán otros materiales de lámina metálica, tales como latón y también otras técnicas de fabricación, tales como el corte regular.

El muelle 50 laminar plano tiene una topología generalmente a modo de espiral. El muelle 50 laminar plano tiene en una posición superior izquierda una sección 51 de sujeción exterior, a continuación sigue un brazo elástico 58 a modo de espiral que está compuesto de una primera sección 52 de brazo elástico y una segunda sección 53 de brazo elástico. En el otro extremo del brazo elástico 58 a modo de espiral en una posición más central cerca de un área central 59 del muelle laminar 50, el brazo elástico 58 se termina por una sección 54 de sujeción interior. Debido a la topología a modo de espiral, la sección 51 de sujeción exterior está dispuesta en el exterior del muelle laminar y la sección 54 de sujeción interior está dispuesta más centrada dentro del área del muelle laminar. Esto significa que el eje de acoplamiento de accionamiento (es decir, el eje longitudinal L tal como se indica en la Fig. 2) se fuerza para colocarse cerca del centro del área del muelle laminar si la sección de sujeción exterior se usa para la fijación del muelle laminar 50 en una carcasa 20 del motor (como se muestra en la Fig. 2).

Generalmente, el muelle 50 laminar plano consiste en una sección 54 de sujeción interior, una sección 51 de sujeción exterior y un brazo elástico 58 que conecta las secciones 54, 51 de sujeción interior y exterior y espirales alrededor de un centro del área 54A de la sección 54 de sujeción interior a lo largo de un intervalo angular de al menos 360 grados. Generalmente, el muelle 50 laminar plano es achatado en su plano de extensión, es decir, una relación de una anchura w del muelle 50 laminar plano y de una altura h del muelle laminar plano es mayor que 1,0, en particular, esta relación es por lo menos de 1,33. Como se muestra en la Fig. 1, el rectángulo más pequeño posible Q que aún envuelve completamente el muelle 50 laminar plano tiene un lado pequeño y un lado largo que coincide con la altura y la anchura del muelle 50 laminar plano. Un sistema de coordenadas cartesianas se define con respecto a este rectángulo Q . El origen del sistema de coordenadas está situado en el centro del área $Q1$ del rectángulo Q y el eje x coincide entonces con el eje largo del rectángulo Q y el eje y coincide con el eje pequeño del rectángulo Q . La anchura w del muelle 50 laminar plano se mide en dirección x y la altura del muelle laminar plano se mide en dirección y .

La realización de ejemplo mostrada de un muelle 50 laminar plano tiene diversas características de un carácter generalmente opcional que se describirán a continuación. Para mayor claridad, un muelle laminar plano para su uso en un motor lineal resonante como el propuesto puede no tener ninguna de estas características adicionales, puede tener una, varias o todas las características descritas.

La sección 51 de sujeción exterior se puede utilizar para la fijación del muelle laminar plano con respecto a una carcasa y la sección 54 de sujeción interior se puede utilizar para acoplarse a una parte móvil, tal como una armadura de motor, como se describirá más detalladamente a continuación.

Por consiguiente, las secciones 51 y 54 de sujeción exterior e interior están en un estado montado conectadas con partes que se moverán una con respecto a la otra. La sección de sujeción exterior e interior puede permanecer prácticamente plana cuando el muelle se deforma, en particular, si están conectadas sobre toda el área (áreas sombreadas en la Fig. 1) con, p. ej., una parte de carcasa o una armadura de un motor. Aunque se muestra que la sección 51 de sujeción exterior tiene un área cerrada mientras que la sección de sujeción interior se muestra que tiene un orificio central, el diseño de las secciones de sujeción es libre para la persona experta y podría adaptarse a las necesidades de diseño, p. ej., la sección de sujeción exterior también podría tener un orificio central y/o la sección 54 de sujeción interior podría ser un área cerrada o una o ambas secciones de sujeción podrían tener dos o incluso más orificios.

La constante elástica del muelle laminar 50 puede ser influenciada y afinada ajustando las dimensiones del muelle laminar plano (es decir, su anchura en dirección x , su altura en la dirección y y su espesor en dirección z) y, en general, su topología. Además, para establecer una constante elástica particular, dos o más muelles 50 laminares planos pueden apilarse en la dirección z para formar un conjunto de muelles laminares, cuyo conjunto de muelles laminares entonces proporciona una constante elástica que de otra forma podría proporcionarse solamente mediante un muelle laminar mucho más grande (más grande en sus valores de anchura y altura, es decir, sus extensiones x e y , o mediante un muelle laminar mucho más grueso, ya que la constante elástica es generalmente proporcional al volumen del muelle). Como resulta obvio a partir de la topología del muelle 50 laminar plano mostrado en la Fig. 1 y en la descripción anterior, el muelle 50 laminar plano permite el movimiento de las secciones 51 y 54 de sujeción exterior e interior entre sí en la dirección z bajo una constante elástica k_z dada que actúa para hacer que el muelle laminar 50 vuelva en un único plano de extensión (el estado de reposo del muelle laminar plano). Las constantes elásticas k_x y k_y que actúan en dirección k_x y k_y respectivamente, son mucho mayores que la constante elástica k_z . Por lo tanto, la utilización del muelle 50 laminar plano o de conjuntos de muelles laminares apilados de dos o más muelles 50 laminares planos en un motor lineal resonante como se muestra en la Fig. 2, no solo permiten que actúen fuerzas de retorno en la dirección z contra el desplazamiento de una armadura o una masa secundaria desde sus respectivas posiciones de reposo, sino que también permiten el montaje de la armadura y la masa secundaria en una carcasa del motor sin ningún otro cojinete, tal como cojinetes de bolas o cojinetes deslizantes, ya que los muelles laminares planos proporcionan un soporte estable en la dirección x e y .

El centro del área 51A de la sección 51 de sujeción exterior puede estar desplazado con respecto al eje y en una distancia $d1$ (es decir, la ubicación del centro del área 51A de la sección de sujeción exterior se ubica entonces en $x = -d1$ en el punto del sistema de coordenadas cartesianas definido anteriormente), donde en algunas realizaciones, $d1$ puede estar en el intervalo de entre aproximadamente 0,1 mm a 10 mm. Adicional o alternativamente, el centro del área 54A del área 54 de sujeción interior puede estar desplazado con respecto al eje x en una distancia $d2$ (es decir, el centro del área 54A de la sección de sujeción interior se encuentra entonces en $x = 0$ e $y = -d2$), donde en algunas realizaciones, $d2$ puede estar en el intervalo de entre aproximadamente 0,1 mm a 10 mm. Estos desplazamientos $d1$, $d2$ de la primera y/o la segunda secciones 51 y 54 de sujeción pueden ser útiles, en particular, para aumentar la longitud total y/o la longitud angular del brazo elástico 58 a modo de espiral sobre diseños en los que al menos una de las secciones de sujeción exterior e interior no están desplazadas y, por lo tanto, estos desplazamientos probablemente conducen a cambios, en particular, a una mejora de las características elásticas del muelle laminar 50 para el uso previsto. En particular, el brazo elástico 58 puede extenderse entonces sobre un intervalo angular de por lo menos aproximadamente 360 grados, en relación con el centro del área 54A de la sección 54 de sujeción interior.

El brazo elástico 58 a modo de espiral tiene su primera y segunda secciones 52 y 53 de brazo elástico con anchuras de brazo variables b (donde la anchura del brazo se mide en una dirección perpendicular a una línea central 58A del brazo elástico 58). Como se indica en la Fig. 1, la anchura del brazo $b(\varphi)$ puede determinarse como una función de la posición angular del ángulo φ , donde $\varphi = 0$ grados sería el ángulo inicial del brazo elástico cuando está conectado con la sección 54 de sujeción interior. En la realización mostrada, el valor de extremo angular sería $\varphi = 360$ grados, donde el brazo elástico 58 está conectado con la sección 51 de sujeción exterior. Con fines ilustrativos, se representa un vector $r(\varphi)$ en la Fig. 1 para un valor angular φ dado, cuyo vector se origina en el centro del área 54A de la sección 54 de sujeción interior y se extiende hasta el punto donde el vector $r(\varphi)$ cruza la línea central 58A del brazo elástico 58. Después, se mide la anchura del brazo $b(\varphi)$ en una dirección que es perpendicular a la línea central 58A del brazo elástico 58, tal como se indica en la Fig. 1.

En la realización mostrada, la anchura b del brazo de la primera sección del brazo elástico 52 aumenta desde un valor inicial de anchura de la anchura cerca de la sección 51 de sujeción exterior hasta un valor de la anchura central más o menos en su extensión máxima en la dirección x positiva, que puede aumentarse con respecto al valor inicial de la anchura por un 150 % (es decir, por un factor de 1,5). El valor de la anchura inicial puede ser de nuevo alcanzado cuando la primera sección 52 del brazo elástico se extiende más en la dirección y negativa, es decir, donde la primera sección 52 del brazo elástico se fusiona en la segunda sección 53 del brazo elástico. Como se muestra en la Fig. 1, la parte del brazo elástico 58 donde la primera y la segunda secciones 52 y 53 del brazo elástico se fusionan puede tener un borde exterior plano que se extiende en dirección x (es decir, este borde exterior es paralelo al eje x). El valor de anchura máxima de la segunda sección 53 del brazo elástico puede realmente aumentar hasta un valor del 200 % (o más) del valor de la anchura inicial. Este mayor aumento en la anchura del brazo puede considerarse como consecuencia del mayor radio de curvatura de la segunda sección 53 del brazo elástico, que necesita ser en espiral hacia el área central del muelle 50 laminar plano, mientras que la primera sección del brazo elástico 52 tiene un radio de curvatura menor. Además, la anchura del brazo de la segunda sección 53 del brazo elástico puede ser menor, p. ej., 25 % del valor de la anchura inicial, donde la segunda sección 53 del brazo se fusiona en la sección 54 de sujeción interior. El diseño y la topología exactos se puede encontrar mediante simulación numérica para un diseño de motor lineal resonante dado y los cambios en la anchura radial del brazo elástico 58 a modo de espiral pueden elegirse, en particular, para minimizar la tensión en el muelle laminar 50 durante la operación y, por lo tanto, las características de optimización mostradas y descritas tienen una influencia positiva sobre el desgaste del muelle laminar 50. Los valores dados aquí con respecto a la realización de ejemplo mostrada en la Fig. 3 son solamente ilustrativos y cualquier otro valor puede ser considerado, dependiendo de las formas, dimensiones y materiales particulares y de la amplitud de oscilación que los muelles laminares deben soportar. Generalmente, el brazo elástico puede tener una anchura radial que se comporta similar al radio de curvatura de la línea central del brazo elástico, p. ej., la anchura radial del brazo elástico puede aumentar proporcional a la curvatura lineal de la línea central del brazo elástico.

Para ilustrar una consecuencia de la estructura achatada del muelle laminar plano generalmente descritos aquí, la siguiente sección toma un enfoque adicional para caracterizar la forma y la topología del muelle laminar plano propuesto. Por lo menos una mitad del muelle laminar 50 puede aproximarse por un círculo 60 dibujado en el plano de extensión de tal manera que por lo menos una sección 61 del círculo se puede cortar lejos del círculo o de manera que dos secciones 61, 62 se puede recortar del círculo mediante dos líneas paralelas 61A y 62A (en la realización mostrada, estas dos líneas paralelas son paralelas al eje x) de manera que la forma restante encierra todavía el muelle laminar completo. Aquí, “aproximación por un círculo” significa que se elige el círculo más pequeño posible de modo que envuelve todo el muelle laminar plano. La altura de cada una de las secciones cortadas del círculo en la dirección y (asumiendo que las líneas 61A, 62A de corte son paralelas al eje x) pueden estar en un intervalo de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 100 % del radio del círculo. Aunque las secciones cortadas pueden tener una altura igual o similar en la dirección y, la altura de corte puede elegirse, en particular, para ser diferente, p. ej., la altura de corte relativa para una topología del muelle laminar, como se muestra en la Fig. 3, puede ser del 5 % para la sección inferior (es decir, en el intervalo y negativo) y del 30 % para la sección superior (es decir, en el intervalo y positivo). Como la forma exterior de la carcasa del motor lineal resonante puede seguir la forma de los muelles laminares (lo que significa que todas las otras partes mostradas en la Fig. 2 también tienen que encajar en esta forma definida por los muelles laminares), esto puede resultar en un espacio de construcción libre dentro de una carcasa de forma circular de un dispositivo eléctrico en el que se realizará el motor lineal. Así, la sección transversal achatada o aplanada del motor lineal resonante puede dejar espacio de construcción dentro de la carcasa del dispositivo eléctrico que se puede usar, p. ej., para alojar una placa de circuito impreso (opcionalmente flexible) u otras partes del dispositivo eléctrico. En otras palabras, el muelle laminar plano puede encajar en el rectángulo más pequeño como se describió anteriormente, donde las esquinas del rectángulo son redondeadas.

En algunas realizaciones, el muelle laminar plano se fabrica con material de chapa de acero elástica (número de material 1.4310) y el espesor de los muelles laminares individuales puede ser de aproximadamente 0,35 mm a aproximadamente 0,4 mm.

La Fig. 2 es un corte longitudinal a través de una realización de ejemplo de un motor lineal resonante 10 según uno o más aspectos de la presente descripción, cuyo motor lineal resonante 10 aquí además comprende un conjunto de árbol de accionamiento dispuesto en una extensión 23 de la carcasa del motor tubular. El motor 10 lineal resonante puede utilizarse en particular en un dispositivo de higiene bucodental como se muestra en la Fig. 5. El motor 10 lineal resonante comprende una armadura 100 montada para un movimiento oscilatorio lineal a lo largo de una dirección longitudinal (que es paralela a un eje longitudinal L) como se indica mediante la flecha doble O1 y un estator 200. Opcionalmente, el motor lineal resonante secundario puede comprender una unidad de masa 500 montado para oscilar linealmente a lo largo de la dirección longitudinal como indica la flecha doble O2. En algunas realizaciones con dicha unidad de masa secundaria, puede incluirse una unidad de acoplamiento para acoplar mecánicamente la armadura 100 a la unidad de masa secundaria 500 (en la realización mostrada, la unidad de masa secundaria está acoplada de forma indirecta a la armadura, en concreto mediante una carcasa 20 del motor que proporciona una base de unión). Dicha unidad de acoplamiento puede comprender una masa de acoplamiento (que puede seleccionarse, en particular, como un nivel bajo de masa en comparación con la masa de la armadura o la masa de la unidad de masa secundaria, por ejemplo la mms de la masa de acoplamiento puede ser inferior al 10 % de la masa de la armadura 100), que puede estar acoplada mediante una primera y una segunda unidad de muelle de acoplamiento (cada uno de estos conjuntos de muelle de acoplamiento pueden comprender al menos un muelle laminar plano como se propone) a la armadura en un extremo y a la unidad de masa secundaria en el otro extremo. El motor 10 lineal resonante puede tener una carcasa 20 del motor en la que esté montado el estator 200 (mientras que en otras realizaciones, el estator y los resortes de montaje pueden estar montados directamente en una carcasa de un dispositivo de higiene bucodental).

Se indica un sistema de coordenadas cartesianas, donde el eje z coincide (es decir, es paralelo a) con el eje longitudinal L y el eje y es perpendicular al eje z en el plano del papel. El eje x se extiende dentro de la profundidad del papel.

El estator 200 comprende un núcleo 201 de bobina que puede conectarse de forma fija con la carcasa 20 del motor y una bobina 202 de estator se enrolla alrededor del núcleo 201 de bobina (que funciona como plancha posterior). Aunque en la Fig. 2 se muestra un hierro posterior en forma de E (es decir, tres dientes), esto no excluye que se puedan utilizar otros diseños de hierro posterior, p. ej., un hierro posterior en forma de U (es decir, dos dientes). Los dientes 201 del núcleo de bobina tienen superficies de extremo que están orientadas hacia una disposición 120 de imanes permanentes montados en una sección central 110 de la armadura 100. El motor lineal 10 puede comprender al menos dos contactos eléctricos para proporcionar corriente eléctrica a la bobina del estator 202 durante la operación. El núcleo 201 de bobina puede fabricarse de una pila de láminas aisladas, tales como láminas metálicas ferromagnéticas (“hierro blando”, p. ej., metal a base de Fe-Si) como se conoce en la técnica. En algunas realizaciones ilustrativas, la longitud de la superficie de extremo de la pata central de un núcleo de bobina en forma de E en la dirección z puede ser de aproximadamente 3,0 mm y la longitud respectiva de la superficie de extremo de las otras dos patas puede ser de aproximadamente 2,0 mm.

La armadura 100 puede fabricarse también (al menos parcialmente) de una pila de láminas aisladas, tales como láminas metálicas ferro magnéticas (p. ej., metal a base de Fe-Si) que se pueden soldar juntos como se conoce en la industria. La armadura 100 se puede montar en la carcasa 20 mediante un primer y un segundo conjunto 310, 311 de muelles de montaje de armadura y la unidad 500 de masa secundaria puede montarse en la carcasa 20 del motor mediante un primer y un segundo conjunto 312, 313 de muelles de montaje de la masa secundaria.

Los conjuntos 310 y 311 de muelles de montaje de armadura y/o los conjuntos 312 y 313 de muelles de montaje de masa secundaria pueden realizarse, cada uno, en particular, como muelles laminares planos que se extienden cada uno en un estado de reposo en un plano perpendicular al eje longitudinal L. Los muelles laminares planos se pueden realizar, cada uno, en particular, como el muelle laminar plano generalmente propuesto descrito anteriormente con referencia a la Fig. 1, que tiene una forma a modo de espiral con una sección de sujeción exterior que está dispuesta en el exterior del muelle laminar plano y una sección de sujeción interior dispuesta más en un área central del muelle laminar plano. Cada uno de los conjuntos 310, 311, 312, 313 de muelles de montaje puede estar en un extremo (es decir, con la sección de sujeción exterior) conectado de forma fija en o con relación a la carcasa 20 del motor y en otro extremo (es decir, en la sección de sujeción interior) conectado de forma fija con la armadura 100 o la unidad 500 de masa secundaria, respectivamente. Como se muestra en la Fig. 2, cada uno de los conjuntos 310, 311, 312, 313 de muelle de montaje pueden montarse en la carcasa 20 del motor mediante elementos 230, 231, o 530 de sujeción, cuyos elementos de sujeción pueden estar montados de forma fija en la carcasa 20 del motor y pueden estar montados de forma fija en la sección de sujeción exterior del respectivo conjunto de muelle de montaje. Cada uno de los conjuntos 310, 311, 312 ó 313 de muelles mencionados puede estar hecho de un único muelle laminar plano o a partir de una pila de muelles laminares planos (en particular, de forma idéntica) apilados en dirección z. Cada uno de los muelles laminares puede tener, en particular, un cierto espesor en la dirección z para lograr una constante elástica objetivo. El espesor y el número de muelles laminares se pueden fijar para ajustar las características de los componentes del motor 10 lineal resonante tales como las frecuencias de resonancia y anti-resonancia (o: cancelación) (la frecuencia de anti-resonancia o cancelación es la frecuencia en la que la armadura y la masa secundaria no solo se mueven con una fase esencialmente idéntica, sino también con una amplitud esencialmente idéntica, de manera que las vibraciones transmitidas a la carcasa del motor son presumiblemente mínimas). Aunque una alta constante elástica se podría lograr con un muelle laminar grueso en lugar de una pila de dos muelles laminares más delgados, se ha descubierto que un muelle laminar más grueso tiene una curva de deflexión diferente que una pila de dos muelles laminares delgados, y que esta última tiene una mejor resistencia a la fatiga y, por lo tanto, puede mejorar el comportamiento de larga vida del diseño general del motor. Los conjuntos de muelles de montaje pueden estar, particularmente, dispuestos de manera que estén alineados en dirección longitudinal, es decir, de manera que los muelles laminares planos de forma idéntica están superpuestos uno sobre el otro.

La armadura 100 puede tener salientes 115 y 116 de sujeción que se extienden en la dirección z y que están dispuestos de manera centrada con respecto al eje longitudinal L. Como se muestra en la Fig. 2 para una realización de ejemplo de un motor lineal resonante de acuerdo con la presente descripción, el saliente 116 de sujeción del lado izquierdo (donde izquierda y derecha se utilizan con respecto al plano del papel sobre el que se representa el motor lineal resonante) puede estar conectado de forma fija con el conjunto de muelles de montaje de armadura 311 del lado izquierdo. Además, el saliente 115 de sujeción del lado derecho puede estar conectado de forma fija con el conjunto 310 de muelles de montaje de la armadura del lado derecho. Además, el saliente 116 de sujeción del lado izquierdo puede establecer una conexión con un árbol 190 de accionamiento de manera que la oscilación lineal de la armadura 100 indicada por la flecha doble O1 se transfiere durante la operación al árbol 190 de accionamiento y desde el árbol 190 de accionamiento a un elemento funcional para ser accionado en movimiento (como se explica con referencia a la Fig. 5). El árbol 190 de accionamiento puede estar dispuesto de manera centrada con respecto al eje longitudinal L. La armadura y el árbol de accionamiento pueden estar conectados por medios mecánicos (p. ej., una conexión de ajuste a presión), mediante un elemento de ajuste de fuerza empujados juntos, o se pueden conectar mediante un proceso separado, p. ej., un proceso de soldadura.

Además, la masa secundaria 520 puede tener salientes 525 y 526 de sujeción que se extienden en la dirección z (es decir, en la dirección de la extensión longitudinal) y que están dispuestos de manera centrada a lo largo del eje de extensión longitudinal L. El saliente 525 de sujeción del lado derecho puede estar conectado de manera fija con el conjunto de muelles de montaje de la masa secundaria 312 del lado derecho. Además, el saliente 526 de sujeción del lado izquierdo puede estar conectado de forma fija con el conjunto de muelles de montaje de la masa secundaria 313 del lado izquierdo.

Como se explicará con más detalle a continuación, la unidad 500 de masa secundaria se utiliza para excitarse en una oscilación en sentido contrario con respecto a la oscilación de la armadura durante la operación. Por lo tanto, las vibraciones transmitidas a la carcasa 20 del motor (y, por lo tanto, eventualmente a una sección de mango del dispositivo eléctrico en el que se puede montar el motor lineal resonante 10) por un lado se reducirán con un diseño sin una unidad de masa secundaria 500 y, por otro lado, las vibraciones transmitidas a la carcasa por lo menos parcialmente se cancelarán entre sí debido a la oscilación en fase inversa de la unidad de masa secundaria 500 con respecto a la oscilación de la armadura 100.

La armadura 100 puede comprender varias secciones, a saber, dos secciones 113 y 114 de extremo, una sección central 110 y dos secciones intermedias 111 y 112 que cada una conecta un extremo de la sección central 110 con una sección 113 ó 114 respectiva de extremo, es decir, la sección 11 intermedia derecha conecta el extremo derecho de la sección central 110 con la sección 113 de extremo derecha y la sección 114 intermedia izquierda conecta el extremo izquierdo de la sección central 110 con la sección 114 final izquierda. Mientras que las secciones 113 y 114 de extremo están dispuestas céntricamente alrededor del eje longitudinal L, el eje longitudinal L está a una determinada distancia con respecto a la carcasa del motor 20, la sección central 110 está desplazada con respecto al eje longitudinal. La sección central 110 está dispuesta solamente con una pequeña distancia con respecto a la carcasa 20 del motor, es decir, la sección central 110 se extiende con una distancia respecto al eje longitudinal L. Así, la sección central 110 se retrae hacia un lado

de la carcasa 20 del motor de manera que se consigue más volumen de construcción entre la sección central 110 y el lado opuesto de la carcasa 20 del motor. A diferencia de otros diseños de motor lineales resonantes conocidos a partir de cepillos dentales eléctricos en los que el estator está dispuesto alrededor de la armadura, el diseño particular aquí propuesto de la armadura 100 permite colocar el estator 200 opuesto a la sección central 110 de la armadura 100 en el lado opuesto de la carcasa del motor, pudiendo proporcionar al mismo tiempo una alta fuerza de accionamiento.

El conjunto 120 de imanes permanentes mencionado anteriormente puede colocarse en un lado de la sección central 110 de la armadura 100 que está orientada hacia las superficies de extremo de los dientes del núcleo 201 de bobina. Aquí, la unidad 120 de imanes permanentes está realizada por dos imanes permanentes 121 y 122 adyacentes que están dispuestos lado a lado en la dirección z. En una realización ilustrativa, los imanes permanentes tienen una altura en la dirección x de 1,3 mm, una anchura en la dirección z de 11,5 mm y una longitud en la dirección y de 6,0 mm. Los imanes permanentes pueden estar hechos de material (sinterizado) de FeNdB (neodimio-hierro-boro). En particular, un espacio de aire entre las superficies de extremo del núcleo 201 de bobina y la disposición 120 de imanes permanentes puede extenderse cerca, en particular, aproximadamente de manera centrada con respecto al eje longitudinal L, cuyo diseño puede conducir a fuerzas de inclinación más bajas durante la operación, que soporta el uso de los conjuntos de muelles de montaje también como cojinetes para la armadura (en dichas realizaciones, la armadura está sujeta solamente mediante los conjuntos de muelle de montaje de la armadura sin ningún cojinete adicional). Esto conduce, por un lado, a un diseño de motor más simple, por lo tanto, a una realización de coste relativamente bajo del motor lineal, y por otro lado, a una opción de diseño que permite obtener fuerzas más elevadas por el motor lineal resonante en un volumen de construcción dado (como se describirá más adelante con referencia a la Fig. 4).

Los dos imanes permanentes 121 y 122 están montados en la sección central 110 de la armadura 100, de tal manera que las superficies de extremo de los imanes permanentes 121, 122 están orientadas hacia las superficies de extremo de las tres patas 203, 205, 207 del núcleo de bobina 201 en forma de E. En un estado de reposo, la superficie de extremo de la pata central 203 del núcleo 201 de bobina está colocada de manera centrada entre las caras de extremo de los dos imanes permanentes 121, 122. La armadura 100 está acoplada a un árbol 190 de accionamiento, ya sea directamente (p. ej., mediante una conexión soldada o una conexión de ajuste con fuerza) o mediante un adaptador de acoplamiento. El árbol 190 de accionamiento está alineado de manera centrada con el eje longitudinal L, cuyo eje longitudinal L es paralelo a la dirección longitudinal a lo largo de la cual se produce la oscilación lineal de la armadura 100. Un espacio de aire entre las superficies finales de los imanes permanentes 121, 122 y las caras de extremo de las patas del centro de la bobina están dispuestas para estar cerca del eje longitudinal L, en particular la línea central del espacio de aire puede desviarse del eje longitudinal L no más de 2 mm, opcionalmente no más de 1 mm, opcionalmente además no menos de 0,5 mm. En algunas realizaciones, el desplazamiento entre la línea central del espacio de aire y el eje longitudinal L es inferior al 10 % del valor de altura respectivo del motor lineal resonante, en particular, inferior al 5 % del valor de altura.

El estator 200 está conectado de forma fija con una carcasa 20 del motor. La carcasa 20 del motor puede comprender una tapa inferior 21 y una tapa superior 22 para aumentar la estabilidad de la carcasa 20 del motor. El árbol 190 de accionamiento puede extenderse en un hueco de una carcasa delantera 23 generalmente tubular que termina en una sección de conexión 24, que puede comprender una estructura de conexión adecuada para establecer una conexión mecánica particular con una estructura de conexión respectiva en una sección de sujeción. El árbol 190 de accionamiento puede tener en su extremo libre (opuesto a su extremo donde está acoplado a la armadura 100) una sección 191 de soporte que puede acomodar un elemento 192 de acoplamiento magnético para establecer una conexión magnética con un elemento de acoplamiento magnético respectivo de una sección de sujeción, de modo que el árbol 190 de accionamiento pueda transferir la oscilación lineal proporcionada por la armadura 100 a un elemento funcional montado en la sección de sujeción para el movimiento accionado. Una junta 194 de fuelle puede estar dispuesta entre el árbol 190 de accionamiento y la carcasa delantera 23 para sellar el motor lineal resonante frente a líquidos y/o polvo.

La Fig. 3 es un corte en sección transversal a través del motor 10 lineal resonante mostrado en la Fig. 2 a lo largo del plano que se indica por la línea A-A en la Fig. 2 con la dirección de visión hacia el árbol de accionamiento. El corte en sección transversal pasa a través de la sección central 110 de la armadura en la que se monta el segundo imán permanente 122, cuyo segundo imán permanente 122 tiene una superficie final 123 que está orientada hacia la superficie 204 de extremo de la pata central 203 del núcleo 201 de bobina. La superficie 204 de extremo de la pata central 203 y la superficie 123 de extremo del segundo imán permanente 122 están dispuestas con un espacio de aire entre las mismas, cuyo espacio de aire puede tener una anchura d que puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 0,6 mm, opcionalmente en un intervalo de entre aproximadamente 0,2 mm y aproximadamente 0,5 mm, y también opcionalmente en un intervalo de aproximadamente 0,25 mm a aproximadamente 0,4 mm. La bobina 202 de estator se enrolla alrededor de la pata central 203 del núcleo 201 de bobina.

La Fig. 3 muestra que la disposición opuesta particular del estator 200 y de la armadura 100 permite usar de manera óptima la anchura y la altura de la forma en sección transversal del motor 10 lineal resonante, cuya forma en sección transversal está esencialmente definida por la forma de los muelles laminares planos de los conjuntos de muelles de montaje, cuyos conjuntos de muelles de montaje aquí tienen todas las mismas dimensiones y están alineados. Como resultado de esta disposición, el motor lineal resonante propuesto puede proporcionar una fuerza de accionamiento máxima superior a otros motores lineales que tienen las mismas dimensiones y volumen de construcción, pero donde se emplea un diseño de motor diferente, tal como una disposición concéntrica de estator y armadura.

A continuación, se describe la operación de un motor lineal resonante como el que se propone, donde se hace referencia a las realizaciones de ejemplo mostradas en la Fig. 2 y en la Fig. 3, que no deberían interpretarse como limitativas. En operación, se aplica una corriente de bobina alterna desde una fuente de energía mediante un circuito de control de motor a la bobina 202 de estátor. Se desarrolla un campo electromagnético alterno alrededor del estátor 200, que interactúa con la disposición de imanes permanentes 120 de la armadura 100 y lleva a un movimiento lineal alterno (es decir, oscilante) de la armadura 100. La corriente alterna de la bobina proporcionada a la bobina 202 de estátor puede tener una frecuencia en o cerca de la frecuencia de anti-resonancia (o cancelación) del sistema oscilante global. La respectiva frecuencia (o frecuencias) de anti-resonancia puede determinarse empíricamente o por medio de simulaciones numéricas. El motor lineal resonante puede estar diseñado de tal manera que se obtiene un valor de amplitud máxima típico de la oscilación de la armadura lineal que se encuentre en un intervalo de aproximadamente $\pm 0,1$ mm a aproximadamente $\pm 2,0$ mm cuando se proporciona una corriente máxima disponible. De forma opcional, este intervalo se puede elegir entre $\pm 0,5$ mm y $\pm 1,5$ mm, más opcionalmente entre $\pm 0,8$ mm y $\pm 1,2$ mm. En algunas realizaciones, el valor de amplitud máximo puede elegirse de forma que sea de aproximadamente $\pm 1,0$ mm.

Se establece aquí que el uso de muelles laminares como se muestra en la Fig. 1 esencialmente limita el movimiento posible de la armadura 100 a un movimiento lineal oscilante en la dirección z. Sin embargo, la deformación de los muelles laminares 50 que se muestra en la Fig. 1 (u otros muelles laminares a modo de espiral) experimentarán inevitablemente un ligero movimiento lateral de la segunda sección 54 de sujeción. Ahora se puede disponer uno de los conjuntos 310, 311 de muelles de montaje de la armadura en una primera orientación (p. ej., la orientación como se muestra en la Fig. 1), pero el otro conjunto de muelles de montaje de la armadura en una orientación reflejada (es decir, con respecto al eje y en la Fig. 1) para compensar el movimiento lateral. Pero dicha configuración probablemente conduciría a una desviación de la armadura 100 con respecto al eje z. Por el contrario, en caso de que los conjuntos 310 y 311 de muelles de montaje de la armadura estuvieran montados con una orientación idéntica, esto conduciría a un movimiento lateral global de la armadura 100, que es probable que sea un mejor movimiento controlable (en términos del diseño general del dispositivo eléctrico en el que se usará el motor lineal resonante) que cualquier movimiento de desviación.

Las vibraciones de la armadura 100 accionada linealmente se transfieren a la unidad 500 de masa secundaria, que está montada por los conjuntos 312 y 313 de muelles de montaje de masa secundaria en la carcasa 20 del motor, a través de la carcasa 20 del motor que actúa como una base de unión. Asumiendo que la frecuencia de excitación de la corriente de la bobina de estátor aplicada está predeterminada en consecuencia, se puede excitar una oscilación en fase contraria de la unidad 500 de masa secundaria, cuya oscilación en fase contraria está al menos cerca de 180 grados desplazada de fase respecto al movimiento oscilante de la armadura 100.

Se conoce el uso de motores lineales en dispositivos eléctricos, p. ej., dispositivos de higiene oral tales como el Oral-B™ Pulsonic, donde el motor lineal resonante acciona un cabezal de cepillo de recambio que se une a un árbol de accionamiento que proporciona oscilaciones lineales que tienen una amplitud de oscilación de aproximadamente $\pm 0,5$ mm en un movimiento oscilatorio lineal respectivo a una frecuencia de aproximadamente 255 Hz. El motor lineal resonante del Oral-B™ Pulsonic tiene un volumen de aproximadamente $18,4 \text{ cm}^3$ y puede proporcionar una fuerza de accionamiento máxima durante la operación de aproximadamente 4,5 Newtons (N) y se bloquea si se aplica una fuerza de aproximadamente 5,5 N en el motor lineal resonante (como se verá más adelante con referencia a la Fig. 4). Por el contrario, se puede realizar un motor lineal resonante como el propuesto con un volumen de aproximadamente $14,8 \text{ cm}^3$ (48,5 mm de longitud, 21 mm de anchura y 14,5 mm de altura), cuyo motor lineal resonante puede proporcionar a través de su árbol de accionamiento una oscilación lineal que tiene una amplitud de oscilación de aproximadamente $\pm 1,0$ mm a una frecuencia de aproximadamente 150 Hz y puede proporcionar una fuerza de accionamiento máxima durante la operación de aproximadamente 6,0 N y puede bloquearse si se aplica una fuerza de aproximadamente 10,0 N en el motor lineal. El comportamiento del motor respectivo se muestra en la Fig. 4, donde se puede ver la fuerza (F) frente a la amplitud (A) para los dos motores mencionados (donde P indica el motor Oral-B™ Pulsonic y M indica la realización de ejemplo de un motor propuesto definido en este párrafo). La fuerza F se refiere a la configuración actual máxima permitida para el motor respectivo. En la Fig. 4 puede observarse que el motor P proporciona una fuerza máxima F de aproximadamente 4,5 N a un valor de amplitud pico de aproximadamente 0,5 mm y ese motor M proporciona una fuerza máxima de aproximadamente 6 N a una amplitud pico de aproximadamente 1,0 mm. Con el incremento de la fuerza aplicada al motor, la amplitud proporcionada se rompe. Para el motor P conocido anteriormente, una fuerza aplicada de 5,5 N conducirá a un motor completamente bloqueado y ya no se proporcionará ninguna amplitud. Para los ejemplos descritos y propuesto del motor M, el motor se bloqueará con una fuerza aplicada de 10 N. Así, el motor M no solo se puede usar para accionar un cabezal de cepillo de recambio en un movimiento oscilatorio lineal, sino también para accionar un elemento funcional montado en la carcasa de un cepillo de recambio en un movimiento diferente a un movimiento oscilatorio lineal, es decir, un movimiento que requiere una unidad de engranajes y, por lo tanto, necesita aplicar una carga adicional. Un aspecto que permite la alta fuerza del motor lineal resonante propuesto en comparación con un motor conocido que tiene un volumen similar o incluso mayor es el diseño específico del motor descrito con referencia a la Fig. 2 con el uso de muelles laminares planos como se muestra y se describe con referencia a la Fig. 1. Esto permite fabricar un motor lineal resonante con un volumen bajo que proporciona una fuerza alta.

Las pruebas se realizaron con un cepillo dental eléctrico como un dispositivo eléctrico que utiliza un motor lineal resonante como el propuesto que se dispone en una sección de mango y una sección de sujeción que tiene como

elemento funcional un cabezal de cepillo de repuesto conocido (p. ej., Oral-B™ Precision Clean) montado para rotación oscilatoria alrededor de un eje que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del cual vibra el motor lineal resonante. En primer lugar, se ha encontrado que un motor lineal resonante que proporciona un movimiento oscilatorio lineal que tiene una amplitud de aproximadamente $\pm 1,0$ mm alrededor de una posición de reposo puede accionar el cabezal del cepillo en una rotación oscilatoria con una amplitud angular de aproximadamente ± 20 grados alrededor de una posición de reposo, cuyos ± 20 grados representan la amplitud angular proporcionada por los cepillos dentales eléctricos actuales tales como el Oral-B™ Professional 5000 equipado con un Oral-B™ Precision Clean. La amplitud angular de ± 20 grados se identificó mediante pruebas sensoriales como un valor que se prefiere mediante al menos un subgrupo de candidatos de prueba para la frecuencia más alta de aproximadamente 150 Hz frente a una frecuencia de aproximadamente 75-85 Hz. En segundo lugar, se ha descubierto que se requiere una fuerza de accionamiento máxima de 6 N a un valor de amplitud pico de $\pm 1,0$ mm para proporcionar un buen resultado de limpieza para dicho cepillo dental eléctrico. A una fuerza de accionamiento inferior, la amplitud pico angular se rompe desde ± 20 grados, demasiado rápido bajo condiciones normales de limpieza.

La Fig. 5 muestra una realización de ejemplo de un dispositivo de higiene bucodental 1 según la presente descripción, realizado aquí como un cepillo dental eléctrico, cuyo dispositivo de higiene bucodental 1 puede comprender un motor lineal resonante según la presente descripción. El dispositivo de higiene bucodental 1 puede comprender una sección 2 de mango y una sección 3 de sujeción separable particular que se muestra en un estado unido, es decir, en un estado donde la sección 3 de sujeción está unida a la sección 2 de mango. La sección 3 de sujeción puede comprender una primera estructura de conector y la sección 2 de mango puede comprender una segunda estructura de conector que permita, en particular, una conexión separable entre la sección 3 de sujeción y la sección 2 de mango, p. ej., la sección 3 de sujeción puede comprender uno o dos ganchos a presión flexibles y la sección 2 de mango puede comprender una o dos depresiones respectivas en las que pueden acoplarse salientes a presión de los ganchos a presión. La sección 3 de sujeción puede comprender, en particular, un elemento funcional 4, realizado aquí como un cabezal de cepillo, cuyo cabezal de cepillo puede montarse para el movimiento de accionamiento. Como se ha explicado, el motor lineal resonante puede estar dispuesto en la sección 2 de mango y está acoplado con un árbol de accionamiento que puede estar funcionalmente acoplado al elemento funcional 4 en estado unido, de manera que el árbol de accionamiento transfiere movimiento proporcionado por el motor lineal resonante durante la operación al elemento funcional 4. Por ejemplo, el motor lineal resonante puede proporcionar un movimiento oscilatorio lineal a través del árbol de accionamiento, cuya oscilación lineal se transfiere al cabezal funcional 4 y puede convertirse en una rotación oscilante del elemento funcional 4 alrededor de un eje de rotación que puede, en particular, ser esencialmente perpendicular a un eje longitudinal a lo largo del cual vibra el árbol de accionamiento. Por supuesto, pueden contemplarse otros movimientos de un elemento funcional, p. ej., un movimiento de barrido oscilatorio alrededor de un eje que es esencialmente paralelo al eje longitudinal, una rotación o rotación oscilatoria alrededor de un eje de rotación que está en ángulo con respecto al eje longitudinal, etc. En lugar de realizarse como un cepillo dental eléctrico, el dispositivo de higiene bucodental 1 puede realizarse, p. ej., como otro dispositivo de higiene oral tal como un dispositivo de limpieza dental eléctrico, un raspador eléctrico de lengua, un limpiador interdental eléctrico, un palillo dental eléctrico o como un dispositivo eléctrico de tratamiento de la piel, tal como un dispositivo de masaje eléctrico o un cepillo de exfoliación eléctrico, etc.

Las dimensiones y valores descritos en la presente memoria no deben entenderse como estrictamente limitados a los valores numéricos exactos indicados. Sino que, salvo que se indique lo contrario, debe considerarse que cada dimensión significa tanto el valor indicado como un intervalo funcionalmente equivalente en torno a ese valor. Por ejemplo, una dimensión descrita como "40 mm" significa "aproximadamente 40 mm".

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de higiene bucodental con un motor (10) lineal resonante para proporcionar un movimiento oscilatorio lineal a lo largo de una dirección longitudinal, que comprende:
5 una carcasa (20);
un estator (200) que comprende un núcleo (201) de bobina y un núcleo (202) de estator enrollados alrededor del núcleo (201) de la bobina, cuyo estator (200) está montado de forma fija en o con respecto a la carcasa (20);
10 una armadura (100) que comprende una disposición (120) de imanes permanentes, donde la armadura (100) está montada para un movimiento oscilatorio lineal a lo largo de la dirección longitudinal con respecto al estator (200); y
un árbol de accionamiento (190) acoplado con la armadura (100), extendiéndose el árbol (190) de accionamiento céntricamente a lo largo de un eje longitudinal (L) paralelo a la dirección longitudinal;
15 en donde la armadura (100) tiene dos secciones (113, 114) de extremo opuesto que están dispuestas en el eje longitudinal (L) y una sección central (110) que lleva la disposición (120) de imanes permanentes, **caracterizada por que** la sección central (110) está desplazada con respecto al eje longitudinal (L).
20
2. El dispositivo de higiene bucodental según la reivindicación 1, en donde el estator (200) tiene al menos una pata (203, 205, 207) del estator que tiene una cara de extremo dispuesta frente a una superficie del extremo de la disposición (120) de imanes permanentes, opcionalmente en donde el estator (200) tiene dos o tres patas (203, 205, 207) que tienen superficies finales orientadas frente a la superficie del extremo de la disposición (120) de imanes permanentes.
25
3. El dispositivo de higiene bucodental según la reivindicación 2, en donde se extiende un espacio de aire entre la superficie de extremo de la pata (203, 205, 207) del estator y la superficie de extremo de la disposición (120) de imanes permanentes, en particular donde una distancia entre la línea central del espacio de aire y el eje longitudinal (L) es inferior a 2,0 mm, opcionalmente inferior a 1,0 mm, y además opcionalmente inferior a 0,5 mm.
30
4. El dispositivo de higiene bucodental según la reivindicación anterior, en donde la altura mínima del espacio de aire medido entre la superficie del extremo de la pata (203, 205, 207) del estator y la superficie final de la disposición (120) de imanes permanentes en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal está en un intervalo de entre aproximadamente 0,1 mm y aproximadamente 0,6 mm.
35
5. El dispositivo de higiene bucodental según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el estator (200) está dispuesto únicamente en dirección opuesta a la disposición (120) de imanes permanentes.
40
6. El dispositivo de higiene bucodental según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la armadura (100) se monta mediante los conjuntos de muelle de montaje (310, 311) de la primera y segunda armadura, donde cada uno de los conjuntos de muelle de montaje (310, 311) de la armadura comprenden al menos un muelle (50) laminar plano.
45
7. El dispositivo de higiene bucodental según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la armadura (100) está sujeta solamente mediante los conjuntos (310, 311) de muelle de montaje de la armadura.
50
8. El dispositivo de higiene bucodental según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde los conjuntos (310, 311) de muelle de montaje de la primera y segunda armadura están dispuestos para extenderse en un plano perpendicular a la dirección longitudinal y la armadura (100) y el estator (200) están conformados de tal manera que encajan prácticamente en un área definida por el primer y segundo conjuntos (310, 311) de muelle de montaje cuando se observan a lo largo de la dirección longitudinal.
55
9. El dispositivo de higiene bucodental según la reivindicación anterior, en donde la forma superpuesta de las partes del motor (10) lineal resonante cuando se observa a lo largo de la dirección longitudinal es achatado, en particular en donde una relación entre un ancho y una altura de la forma es de al menos 1,33.
60
10. El dispositivo de higiene bucodental según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el motor (10) lineal resonante comprende además una unidad (500) de masa secundaria montada para una oscilación lineal a lo largo de la dirección longitudinal.
65
11. El dispositivo de higiene bucodental según la reivindicación anterior, en donde la unidad (500) de masa secundaria está montada en o con respecto a la carcasa por medio de un primer y segundo conjuntos (312, 313) de muelle de montaje de masa secundaria, donde cada uno de los conjuntos de muelle de montaje de masa secundaria comprende al menos un muelle (50) laminar plano.

12. El dispositivo de higiene bucodental según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el motor (10) lineal resonante está dispuesto para accionar la armadura (100) en un movimiento oscilatorio lineal con un valor de amplitud pico de aproximadamente $\pm 1,0$ mm.
- 5 13. El dispositivo de higiene bucodental según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el motor (10) lineal resonante está dispuesto para accionar la armadura (100) a una frecuencia de aproximadamente 150 Hz y para proporcionar una fuerza de accionamiento máxima durante su funcionamiento de aproximadamente 6,0 N.
- 10 14. El dispositivo de higiene bucodental según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13, en donde cada uno de los muelles (50) laminares planos consisten en una sección (54) interna de sujeción, una sección (51) externa de sujeción, y un brazo (58) elástico que conectan la sección (54) de sujeción interior y la sección (58) de sujeción exterior, en particular en donde el muelle (50) laminar plano está formado por una sola lámina de tal manera que la sección (54) interior de sujeción, el brazo (58) elástico, y la sección (58) externa de sujeción están integradas entre sí, en donde el brazo (58) elástico se mueve en espiral alrededor del centro del área de la sección (54) interior de sujeción y el muelle (50) laminar plano es achatado en su plano de extensión de tal manera que la relación entre una anchura del muelle laminar (50) y una altura del muelle laminar (50) tiene un valor de al menos aproximadamente 1,33, siendo la dirección en la que se mide la altura perpendicular con respecto a la dirección en la que se mide la anchura.
- 15
- 20 15. El dispositivo de higiene bucodental según la reivindicación anterior, en donde las secciones (54) de sujeción interiores de los conjuntos (310, 311) de muelle de montaje de la primera y segunda armadura se conectan cada una de ellas de forma fija con un saliente (115, 116) de sujeción respectivo de la armadura (100) y las secciones (58) de sujeción exteriores están conectadas de forma fija en o con respecto a la carcasa (20).

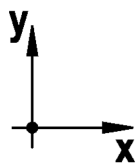
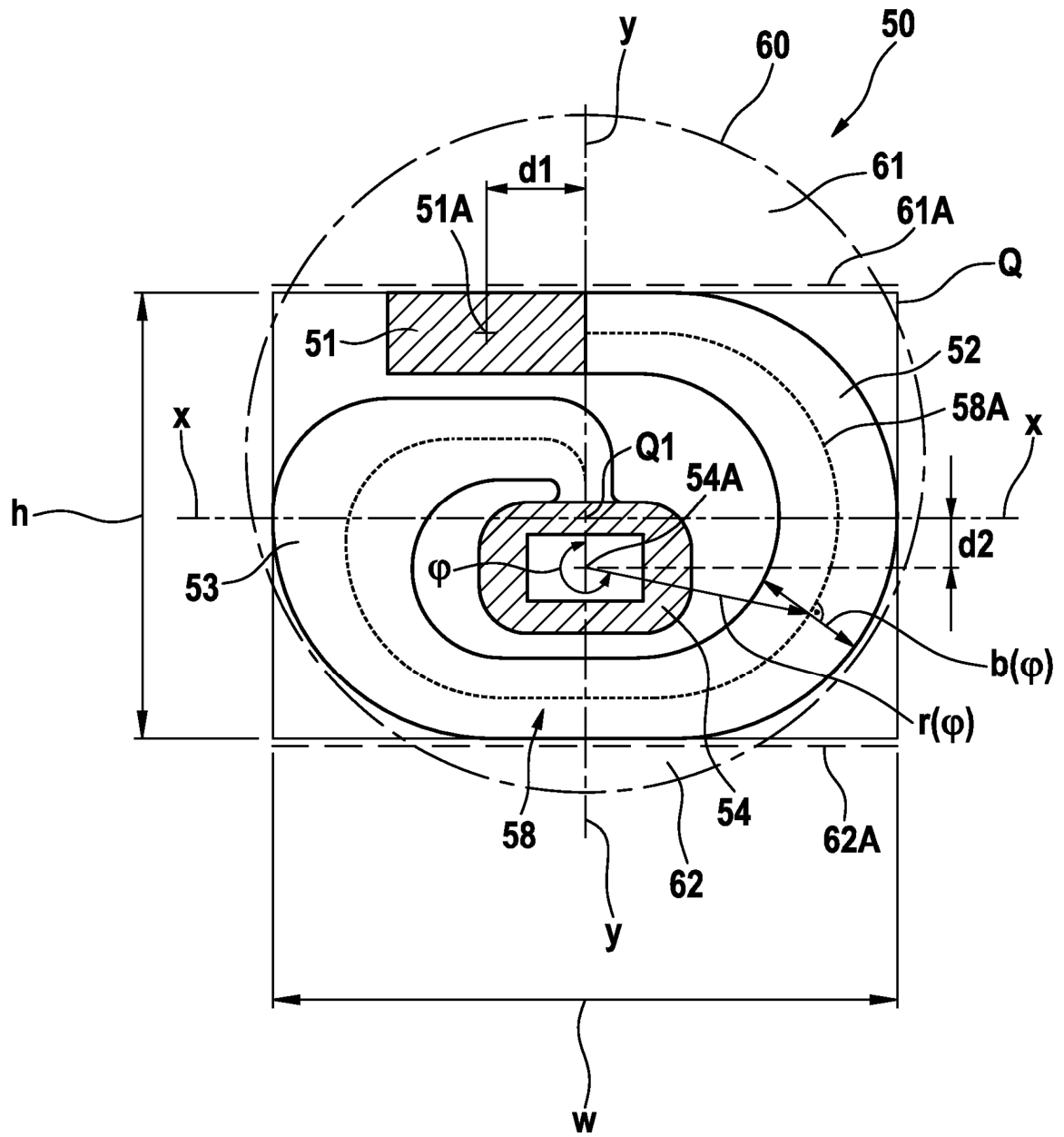
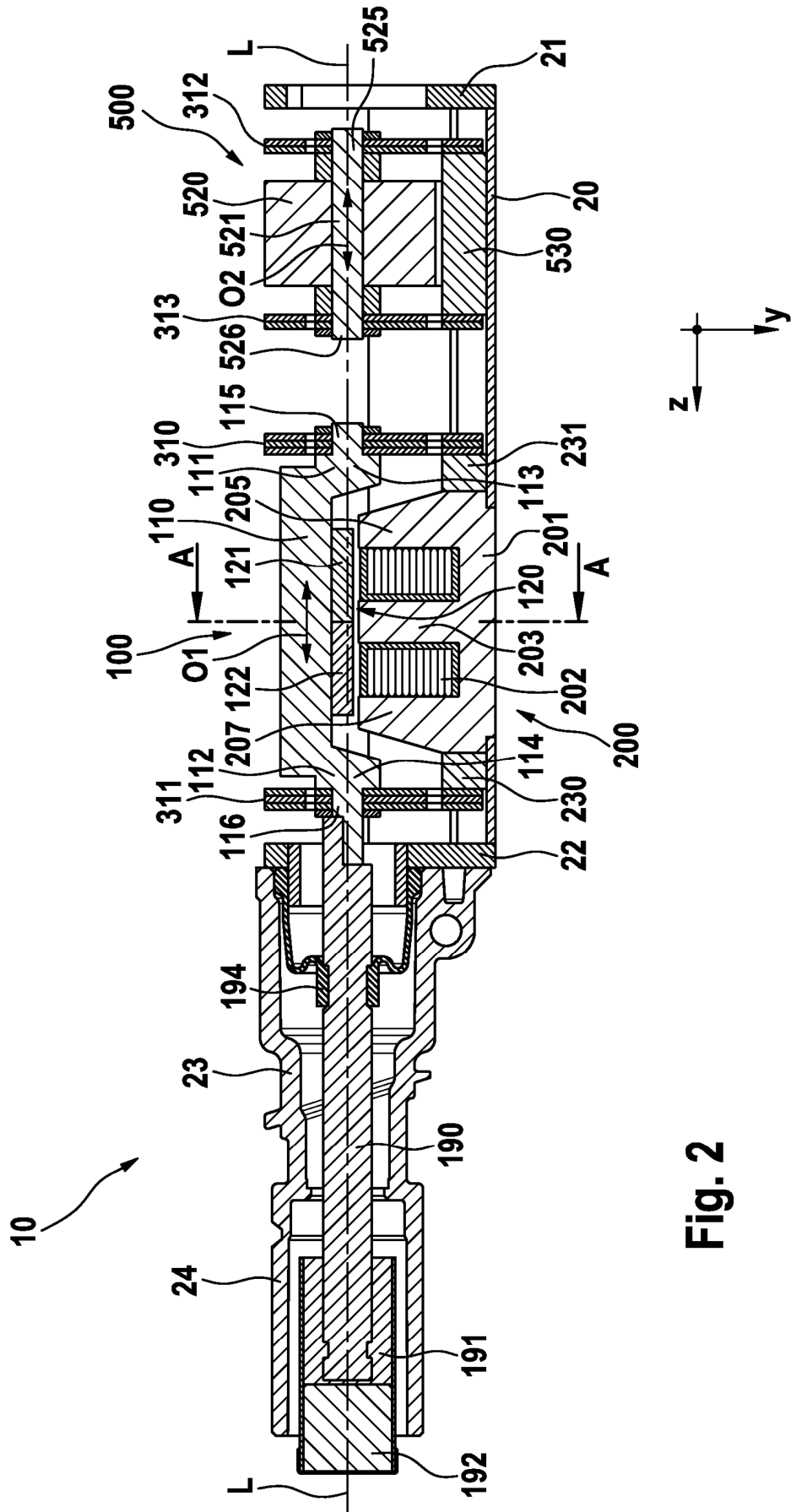


Fig. 1



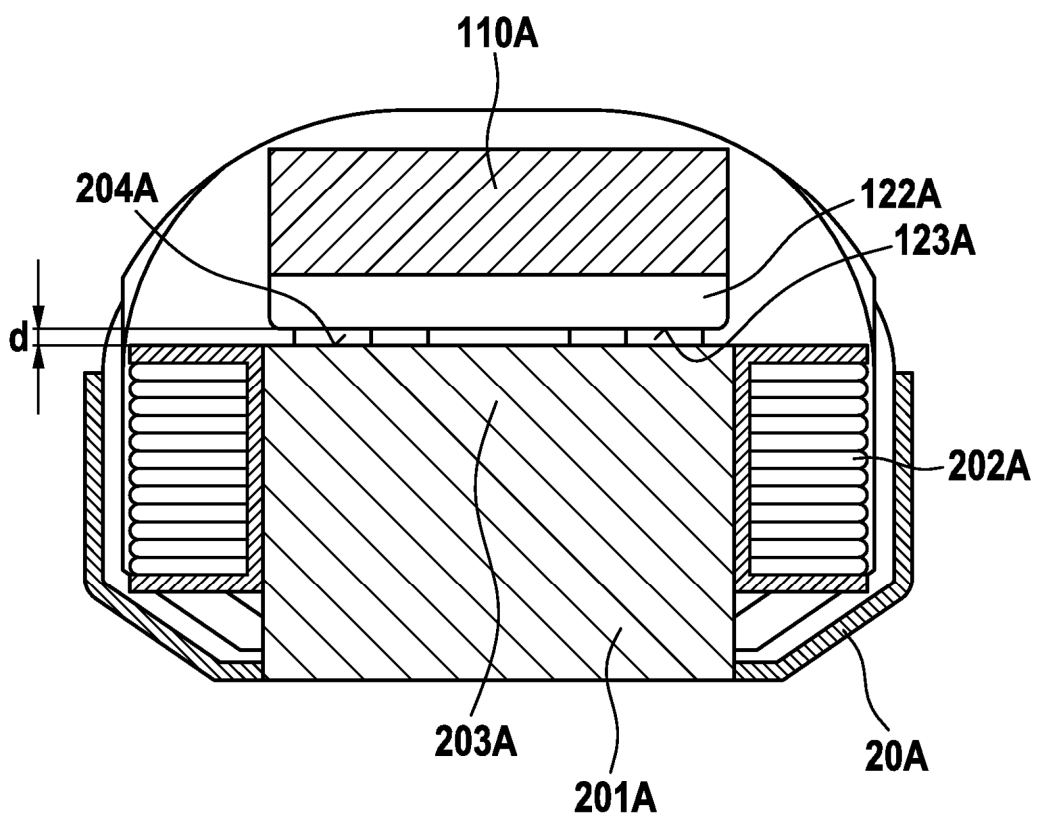


Fig. 3
A - A

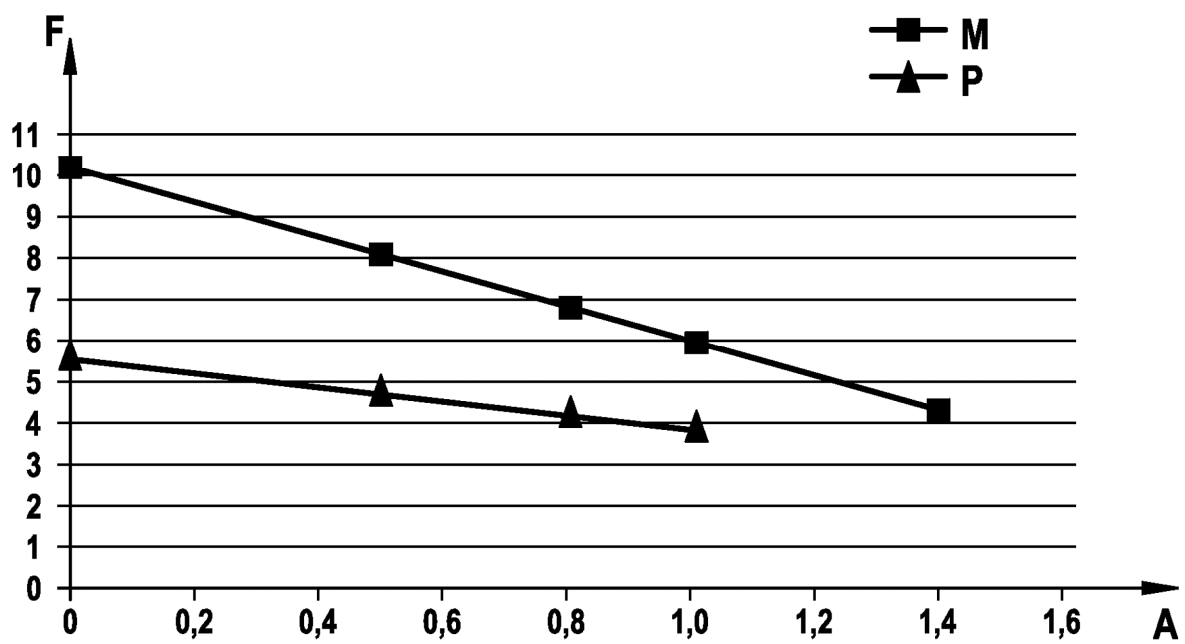


Fig. 4

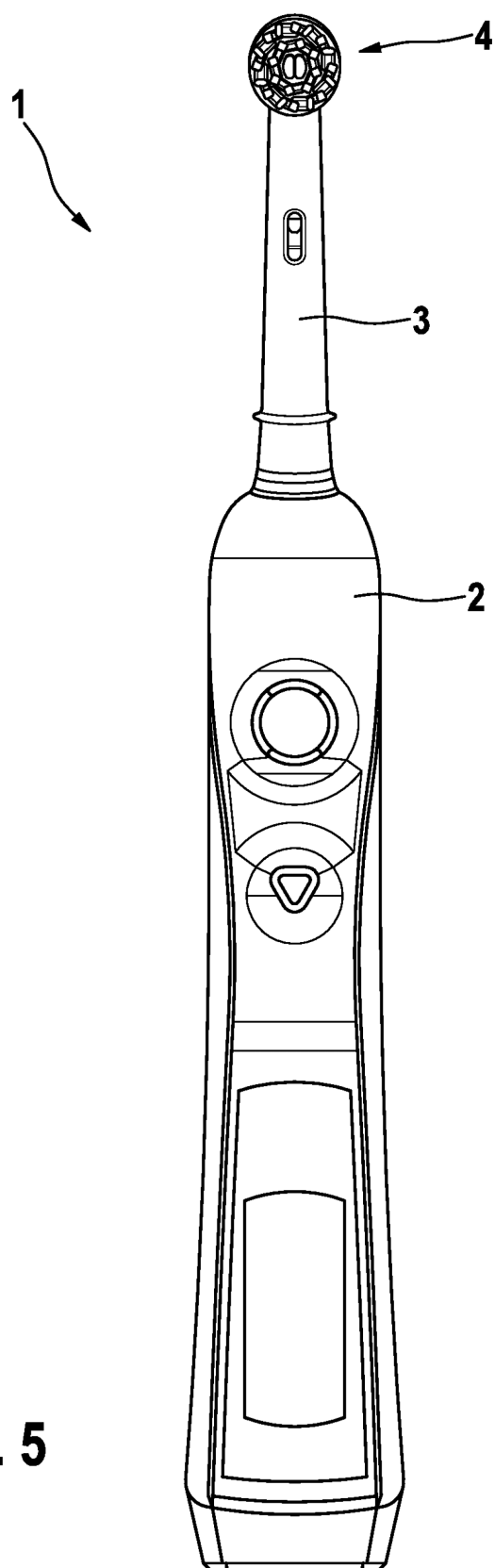


Fig. 5