

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 897**

51 Int. Cl.:

A61C 17/22 (2006.01)

A61C 17/34 (2006.01)

A61N 5/06 (2006.01)

H01L 25/075 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04788640 .3**

96 Fecha de presentación: **09.09.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1663058**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.06.2006**

54 Título: **Cepillos dentales eléctricos iluminados**

30 Prioridad:
09.09.2003 US 501266 P
26.04.2004 US 832168
10.05.2004 US 842302
17.05.2004 US 847429
09.07.2004 US 847667
09.07.2004 US 887644
09.07.2004 US 888206

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.06.2012

73 Titular/es:
THE PROCTER & GAMBLE COMPANY
ONE PROCTER & GAMBLE PLAZA
CINCINNATI, OHIO 45202, US

72 Inventor/es:
PINYAYEV, Aleksey Mikhailovich;
GHOSH, Chanchal Kumar;
CHAN, John Geoffrey y
PING, Wang

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

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).

ES 2 383 897 T3

DESCRIPCIÓN

Cepillos dentales eléctricos iluminados

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se refiere a cepillos dentales eléctricos iluminados que utilizan un diodo emisor de luz, especialmente un diodo emisor de luz que ilumina el área de cepillado. Más especialmente, la presente invención se refiere a la emisión de luz con una intensidad luminosa o una densidad de flujo específica que excede la intensidad luminosa o densidad de flujo emitida por el uso estándar de diodos emisores de luz.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 Los cepillos dentales iluminados han consistido tradicionalmente en cepillos manuales que tienen una luz dispuesta sobre el mango o en el interior del mismo y fibra óptica que lleva la luz del mango al cabezal del cepillo dental. No obstante, con frecuencia, la luz transmitida por la fibra óptica disminuye su intensidad luminosa y/o intensidad de flujo durante su transmisión. Por lo tanto, resultaba deseable disponer una luz sobre el cabezal del cepillo dental o en el interior del mismo, de modo que no sean necesarios materiales de fibra óptica para transmitir la luz. De forma adicional, resultaba deseable un cepillo dental eléctrico iluminado.

- 15 Para disponer una luz en el cabezal de un cepillo dental, especialmente de un cepillo dental eléctrico, es necesario minimizar su tamaño para que haya suficiente espacio para las cerdas y suficiente espacio para el mecanismo del cepillo dental eléctrico. Un diodo emisor de luz estándar puede tener el tamaño adecuado; no obstante, es posible que tal dispositivo no sea capaz de emitir una luz con suficiente intensidad luminosa y/o densidad de flujo para conseguir ventajas en el cuidado bucal. Un diodo emisor de luz no estándar de alta potencia puede ser capaz de
20 emitir la intensidad luminosa y/o la densidad de flujo deseadas. No obstante, los diodos de alta potencia usan un nivel de corriente elevado y, por lo tanto, generan un nivel de calor elevado. El hecho de generar un nivel de calor elevado en la cavidad oral puede sobrecalentar la cámara pulpar, lo que puede provocar pulpitis u otros daños en tejidos orales. Por tanto, existe la necesidad de un cepillo dental eléctrico iluminado que comprende un diodo emisor de luz que emite luz con una intensidad luminosa al menos de aproximadamente 7 candelas y/o con una densidad
25 de flujo al menos de aproximadamente 30 mW/cm², que puede ser usado de forma segura en la cavidad oral sin provocar daños en los dientes y/o otras superficies orales.

- El documento WO 95/10243 da a conocer un cepillo dental eléctrico con una matriz de una pluralidad de LEDs dispuestos en el cabezal del cepillo para emitir radiación con una longitud de onda adecuada para el tratamiento de la cavidad oral. De forma más precisa, los LEDs están situados preferiblemente fuera del área de cerdas, de modo
30 que los LEDs forman un ángulo en alejamiento con respecto al plano de las cerdas.

El documento US-20030059738 da a conocer un cepillo dental eléctrico según el preámbulo de la reivindicación 1 con un cabezal de cepillo giratorio y una fuente de luz, por ejemplo, un diodo, que emite luz desde una salida para activar una composición de higiene bucodental.

SUMARIO DE LA INVENCION

- 35 Un objetivo de la presente invención es dar a conocer un cepillo dental eléctrico iluminado mejorado que, por un lado, permite obtener un blanqueo eficaz de los dientes y, por otro lado, puede ser usado de forma segura en la cavidad oral sin dañar los dientes y/u otras superficies orales.

Este objetivo se alcanza gracias a un cepillo dental eléctrico iluminado según la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se describen realizaciones preferidas.

- 40 Por tanto, se describe un cepillo dental eléctrico iluminado que comprende un mango, un cabezal y un cuello que se extiende entre el mango y el cabezal. El mango tiene una región interior hueca que tiene un motor dispuesto en la misma. El cabezal comprende cerdas y al menos un diodo emisor de luz. El diodo emisor de luz es alimentado por corriente eléctrica y tiene una densidad de flujo en una superficie dental representativa superior a aproximadamente 30 mW/cm² con una distancia de detector de aproximadamente 0,68 cm y con un área de orificio de detector de
45 aproximadamente 0,46 cm². Asimismo, el diodo emisor de luz tiene una temperatura de emisión inferior a aproximadamente 43 °C con una distancia de emisión de aproximadamente 0,68 cm y con un tiempo de emisión de aproximadamente 2 minutos. El cepillo dental eléctrico iluminado tiene uno o más soportes de cerdas móviles que comprenden cerdas dispuestos en el cabezal, y el motor está conectado funcionalmente a los soportes de cerdas móviles por un árbol de accionamiento.

- 50 En una realización, la densidad de flujo deseada en una superficie dental representativa se consigue suministrando una corriente directa continua superior a aproximadamente 35 miliamperios al diodo emisor de luz.

En otra realización, la densidad de flujo deseada en una superficie dental representativa se consigue disponiendo un diodo emisor de luz que comprende al menos dos dados, una lente, un hilo positivo y un hilo negativo en el cabezal del cepillo dental eléctrico iluminado.

En otra realización adicional, la densidad de flujo deseada en una superficie dental representativa se consigue suministrando una corriente directa pulsada o no continua al diodo emisor de luz.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 La invención puede tomar forma física en determinadas partes y disposiciones de las partes, realizaciones de las cuales se describirán con detalle en esta memoria descriptiva y se ilustrarán en los dibujos que se acompañan, que forman parte de la misma, y en donde:

la **Fig. 1** es un corte transversal de un diodo emisor de luz.

las **Figs. 2-2c** son cortes transversales de un diodo emisor de luz que tiene más de un emisor de luz y una única salida óptica.

10 la **Fig. 3** es una vista en perspectiva de un cepillo dental eléctrico iluminado según la presente invención.

la **Fig. 4** es una vista en planta superior del cepillo dental eléctrico de la **Fig. 3**.

la **Fig. 5** es un corte transversal de una vista lateral en alzado del cepillo dental eléctrico de la **Fig. 3**.

la **Fig. 6** es una vista en corte transversal lateral del cabezal del cepillo dental eléctrico.

la **Fig. 6a** es una vista en corte transversal lateral del cabezal del cepillo dental eléctrico.

15 la **Fig. 7** es una vista frontal en alzado parcial de un cabezal y un cuello de otra realización de la presente invención.

la **Fig. 8** es una vista frontal en alzado parcial de un cabezal y un cuello de otra realización de la presente invención.

20 la **Fig. 9** es una vista frontal en alzado parcial de un cabezal y un cuello de otra realización de la presente invención.

la **Fig. 10** es una vista frontal en alzado parcial de un cabezal y un cuello de otra realización de la presente invención.

la **Fig. 11** es una vista frontal en alzado parcial de un cabezal y un cuello de otra realización de la presente invención.

25 la **Fig. 12** es una vista frontal en alzado parcial de un cabezal y un cuello de otra realización de la presente invención.

la **Fig. 13** es una vista en perspectiva de otra realización del cepillo dental eléctrico iluminado de la presente invención, en la que el cepillo dental incluye un cabezal y un cuello que pueden ser separados del mango.

30 las **Figs. 14 y 15** son vistas laterales en alzado parciales que muestran la instalación de un cabezal y un cuello reemplazables en un mango o parte del cuerpo del cepillo dental eléctrico iluminado de la **Fig. 11**.

la **Fig. 16** es un esquema de una configuración eléctrica adecuada para usar en la presente invención.

la **Fig. 17** es un gráfico de la distribución espectral de una variedad de colores para diodos emisores de luz que son adecuados para usar en la presente invención.

35 la **Fig. 18** es un gráfico de la distribución espectral de un diodo emisor de luz que emite una luz blanca que es adecuado para usar en la presente invención.

la **Fig. 19** es un gráfico que muestra un diseño de radiación de luz adecuado para usar en la presente invención.

la **Fig. 20** es un diagrama que muestra la geometría del espacio vacío presente entre el diodo emisor de luz y la superficie que queda expuesta a la luz.

40 la **Fig. 21** es un diagrama que muestra el método de ensayo para medir la intensidad promedio de luz en un ángulo sólido específico.

la **Fig. 22** es un diagrama que muestra el método de ensayo para medir el efecto del cepillo dental eléctrico iluminado en la temperatura de la superficie de los dientes.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

De forma general, la presente invención se refiere a un cepillo dental eléctrico que tiene uno o más diodos emisores de luz ("LED") dispuestos sobre el cabezal del cepillo dental eléctrico o en el interior del mismo. De forma más específica, los cepillos dentales eléctricos se usan en la higiene personal para limpiarse los dientes y encías usando un movimiento motorizado, mientras que los LEDs iluminan la región de cepillado, incluyendo los dientes y/o las encías. De forma adicional, los LEDs pueden proporcionar ventajas de cuidado bucal, tal como blanqueo.

En la presente memoria, se pretende que el término "luz" abarque el espectro de luz visible y no visible (p. ej., ultravioleta e infrarrojo). Existen dos sistemas de medición de luz: radiometría y fotometría, donde la radiometría es la medición de la radiación electromagnética en una banda de frecuencias entre 3×10^{11} y 3×10^{16} Hz y la fotometría es la medición de la radiación electromagnética que es detectable por el ojo humano. Tal como es conocido en la técnica, las unidades radiométricas incluyen: energía (newton metro o joules), energía o flujo radiante, que es el flujo de energía con respecto al tiempo (joules/segundo o vatios), irradiancia o densidad de flujo, que es la potencia por unidad de superficie (vatios/m²), intensidad radiante, que es la potencia por unidad de ángulo sólido (vatios/estereorradián), y radiancia, que es la potencia por unidad de superficie proyectada por unidad de ángulo sólido (vatios/m²-estereorradián). Las unidades fotométricas equivalentes incluyen: potencia o flujo luminoso (lumen) e intensidad luminosa (lumen/estereorradián o candelas). Otras características de la luz que se describirán son el ángulo de visualización o semiángulo. Tal como se describe en la presente memoria, el semiángulo es dos veces el ángulo incluido (en grados) entre el pico y el punto en un lado del eje del haz en el que la intensidad luminosa es el cincuenta por ciento del máximo o la mitad del ángulo del haz. Otra característica adicional que se describirá a continuación se refiere a la cantidad de calor o temperatura de emisión (Celsius) generada por el LED en la superficie dental. De forma adicional, se caracterizará la energía eléctrica total consumida por el LED ("disipación de energía") dispuesto en el cabezal del cepillo dental eléctrico iluminado. A efectos de simplicidad de la presente memoria, es posible hacer referencia a las unidades en unidades radiométricas o unidades fotométricas, aunque son preferidas las unidades radiométricas. La intensidad puede ser intensidad luminosa medida en candelas (o lumen/estereorradián) o densidad de flujo medida en vatios/metro².

Todos los métodos de ensayo descritos en la presente memoria se llevan a cabo cuando el cepillo dental eléctrico iluminado funciona con la corriente utilizada normalmente para hacer funcionar el dispositivo cuando el cepillo está totalmente cargado y activado, con las cerdas moviéndose y el LED iluminado.

A continuación se describen de forma más detallada las características de los LEDs de la presente invención.

A. Densidad de flujo en una superficie dental representativa ("FDRT")

Se pretende que este ensayo represente la densidad de flujo radiante proyectado en una superficie dental en W/m². Un detector calibrado en vatios tiene un área de orificio de detector inferior a aproximadamente 3,14, 1,77, 1,54, 1,33, 1,23, 1,13, 1,04, 0,95, 0,87, 0,79, 0,70, 0,64, 0,50 y/o 0,46 cm², y/o superior a aproximadamente 0,28, 0,31, 0,32, 0,33, 0,38, 0,44, 0,46 y/o 0,50 cm², y un diámetro de orificio de detector al menos de aproximadamente 0,60, 0,63, 0,64, 0,70, 0,76, 0,80, 0,90, 0,95, 1,00, 1,05, 1,10, 1,15 y/o 1 cm, y/o inferior a aproximadamente 2,0, 1,50, 1,40, 1,30, 1,25, 1,20, 1,15, 1,10, 1,00 cm, teniendo el orificio de detector una distancia ("distancia de detector") superior a aproximadamente 0,55, 0,60, 0,63, 0,64, 0,66, 0,68, 0,70, 0,72, 0,74, 0,76, 0,80, 0,85, 0,90 y/o 1,0 cm, y/o inferior a aproximadamente 2,0, 1,5, 1,4, 1,3, 1,25, 1,20, 1,15, 1,10, 1,05 y/o 1,0 cm con respecto al punto de emisión de luz del LED. De forma tradicional, el detector comprende un iris que permite obtener un área de orificio de detector con el tamaño deseado. El LED debería estar colocado orientado hacia el orificio de detector y el eje mecánico del LED debería pasar a través del centro de este orificio de detector. El detector mide el flujo radiante (vatios) en el detector. El detector mide el flujo radiante en toda el área de orificio de detector. Por lo tanto, el número resultante es un valor total del flujo radiante. La FDRT es el valor total del flujo radiante dividido por el área esférica del tapón **1109** (tal como se muestra en la **Fig. 20**, que ilustra la relación geométrica entre el LED y la superficie que queda expuesta a la luz). El área esférica del tapón puede calcularse mediante las siguientes ecuaciones:

$$S = 2\pi R(R - l)$$

en donde:

$$R = \sqrt{l^2 + d^2} / 4$$

S = área esférica del tapón

l = distancia de detector

d = diámetro del área de orificio de detector.

$$FDRT = \text{Flujo Radiante Total (vatios)} / S$$

Este flujo radiante (vatios) se divide por el área esférica del tapón para dar como resultado la densidad de flujo en una superficie dental representativa (W/m^2). Un ejemplo de un dispositivo adecuado para medir la FDRT incluye el radiómetro/fotómetro OL 730CV, fabricado por Optronics Laboratories, Inc., de Orlando, FL. Tal como se muestra en la **Fig. 21**, la distancia de detector "l" (indicada como **1200**) es la distancia entre el punto **1205** de emisión de luz del LED **1275** y el orificio **1201** de entrada del detector **1203**. Esta distancia de detector "l" (indicada como **1200**) se mide desde el punto **1205** de emisión de luz del LED **1275** hasta el plano del orificio **1201** de detector del detector **1203**.

La FDRT del cepillo dental eléctrico iluminado de la invención es al menos a partir de aproximadamente 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70 y/o $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$, y/o menos de aproximadamente 300, 250, 200, 150 y/o $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$, o cualquier combinación de los mismos. Se cree que los cepillos dentales que comprenden LEDs que emiten luz individualmente con la FDRT mencionada anteriormente permiten obtener blanqueo y otras ventajas de cuidado bucal al usarlos en la boca únicamente o junto con otras composiciones para el cuidado bucal. Para conseguir estas ventajas de cuidado bucal, al menos uno de los LEDs dispuestos en el cabezal del cepillo dental debe emitir luz que tiene una FDRT al menos de aproximadamente $30 \text{ mW}/\text{cm}^2$. Una luz que tiene una FDRT superior también puede dar como resultado blanqueo u otra ventaja de cuidado bucal, no obstante, si se excede el valor de $300 \text{ mW}/\text{cm}^2$, es posible que sea necesario que el usuario tome medidas de seguridad para evitar daños en la cavidad oral.

B. Porcentaje total de flujo luminoso en un ángulo sólido

En una realización del LED del cepillo dental eléctrico, al menos aproximadamente el 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 100% de la potencia total (vatios) del LED está contenida en el ángulo sólido con un vértice en el centro del LED al menos de aproximadamente 0, 0,5, 0,55, 0,6, 0,65, 0,7, 0,75, 0,8, 0,9, 0,95 y/o 1 estereorradianes ("sr"), y/o inferior a aproximadamente 6,3, 5,5, 5, 4,5, 4, 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5, 1,3, 1,2, 1,1 y/o 1 sr. El ángulo sólido que tiene un vértice en el punto de emisión de luz del LED puede calcularse usando las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = S / R^2 = 2\pi h / R,$$

en donde:

$$h = R - a \text{ y}$$

$$R = \sqrt{a^2 + b^2} / 4$$

α = ángulo sólido (sr)

S = área esférica del tapón

a = distancia axial

b = diámetro del área dimensional

Estos cálculos son similares a los cálculos usados anteriormente para calcular la FDRT, y la distancia axial y el área dimensional tienen valores similares a la distancia de detector y al área de detector, no obstante, en el cálculo del ángulo sólido no está presente ningún detector.

En la **Fig. 20** se muestra un diagrama del espacio vacío en cuyo interior el LED emite luz hacia la superficie que quedará expuesta a la luz. Los elementos de la ecuación están representados en la **Fig. 20**, en la que " α " es el ángulo sólido (indicado como **1110**) con un vértice (indicado como **1111**) en el punto **1113** de emisión de luz del LED **1175**. "a" (indicada en la **Fig. 20** como **1101**) es la distancia vertical entre la superficie de emisión del LED y la superficie que queda expuesta a la luz emitida por el LED ("distancia axial"), "b" (indicado como **1103**) es el diámetro de un área circular que comprende el LED, y "S" (indicada como **1109**) es el área esférica del tapón. "h" (indicada como **1105**) equivale a "R" (indicada como **1107**) menos "a" (indicada como **1101**). "b" puede ser al menos aproximadamente 0,60, 0,63, 0,64, 0,65, 0,70, 0,76, 0,80, 0,90, 0,95 y/o 1,00 cm, y/o inferior a aproximadamente 2,0, 1,50, 1,40, 1,30, 1,25, 1,20, 1,15, 1,10, 1,05 y/o 1,00 cm. "a" puede ser superior a aproximadamente 0,55, 0,60, 0,63, 0,64, 0,66, 0,68, 0,70, 0,72, 0,74, 0,76, 0,80, 0,85, 0,90 y/o 1,00 cm, y/o inferior a aproximadamente 2,0, 1,50, 1,40, 1,30, 1,25, 1,20, 1,15, 1,10, 1,05 y/o 1,00 cm.

Para determinar el porcentaje de energía en el ángulo sólido, en primer lugar es necesario medir la energía total emitida por el LED y, en segundo lugar, debe medirse la energía en un área de ángulo sólido específica. Finalmente, se calcula el porcentaje de energía en un ángulo sólido específico. Es posible determinar la energía total emitida por el LED mediante un método de goniofotómetro y/o un método de esfera integrante. El método de goniofotómetro permite medir el flujo radiante total en vatios (cuando el goniofotómetro está calibrado en vatios). El detector giratorio del goniofotómetro escanea la superficie de un área de forma esférica que rodea el LED. Los flujos parciales $d\Phi$ incidentes en cada elemento dA de la superficie representan un flujo radiante total:

$$E_{\theta, \varphi} = d\Phi / dA$$

Que puede ser ponderado e integrado para obtener el valor del flujo radiante total Φ ,

$$\Phi = \int_{(A)} E dA$$

Otro medio de medición del flujo radiante total procedente de un LED consiste en usar una esfera integrante (calibrada en vatios) para comparar el LED ensayado con un LED estándar con una distribución de energía espacial y espectral similar. Si no se encuentran estándares que concuerden perfectamente, es posible calcular una corrección de color; no obstante, una corrección para diferencias de energía espaciales es más difícil de calcular. La mayor parte de esferas integrantes no tienen un diámetro superior a 10 cm. Por lo tanto, debería introducirse un LED auxiliar del mismo tipo en la esfera integrante para permitir aplicar una corrección para la auto absorción del LED de ensayo. Las esferas con dos entradas y una abertura de salida para el detector deberían ser adecuadas. Ambos métodos se describen en CIE 127 (1997), con título, "Measurement of LEDs", publicado por la International Commission of Illumination.

A continuación, se mide la energía en un ángulo sólido específico. Para seleccionar el ángulo sólido en cuyo interior se mide la energía, es necesario determinar la distancia axial y el diámetro del área dimensional para el ángulo sólido deseado, usando las ecuaciones mencionadas anteriormente. El valor de la distancia axial se corresponde con el valor de la distancia de detector y el diámetro del valor de área dimensional se corresponde con el valor de área de orificio de detector. Seleccionando estos valores al realizar el ensayo, se mide la energía en el ángulo sólido deseado. Si el detector ha sido calibrado en vatios, el resultado es el flujo radiante total en el ángulo sólido deseado.

La medición del flujo radiante total (en un ángulo sólido específico) del LED implica un detector calibrado en vatios que tiene un orificio circular **1201** con un área inferior a aproximadamente 3,14, 1,77, 1,54, 1,33, 1,23, 1,13, 1,04, 0,95, 0,87, 0,79, 0,70, 0,64, 0,50 y/o 0,46 cm², y/o superior a aproximadamente 0,28, 0,31, 0,32, 0,33, 0,38, 0,44, 0,46 y/o 0,50 cm², y un diámetro de orificio de detector al menos de aproximadamente 0,60, 0,63, 0,64, 0,70, 0,76, 0,80, 0,90, 0,95, 1,00, 1,05, 1,10, 1,15 y/o 1 cm, y/o inferior a aproximadamente 2,0, 1,50, 1,40, 1,30, 1,25, 1,20, 1,15, 1,10, 1,00 cm. El LED debería estar colocado orientado hacia el orificio **1201** de detector, a una distancia **1200** de detector con respecto al punto **1205** de emisión de luz del LED **1275** de aproximadamente 0,55, 0,60, 0,63, 0,64, 0,66, 0,68, 0,70, 0,72, 0,74, 0,76, 0,80, 0,85, 0,90 y/o 1,00 cm, y/o inferior a aproximadamente 2,0, 1,50, 1,40, 1,30, 1,25, 1,20, 1,15, 1,10, 1,05 y/o 1,00 cm. El eje mecánico del LED debería pasar a través del centro de este orificio de detector.

Finalmente, el porcentaje de luz emitida en el ángulo sólido deseado se calcula mediante la ecuación:

$$\frac{\text{Flujo radiante total en el ángulo sólido deseado}}{\text{Flujo radiante total}} = \% \text{ de luz emitida en el ángulo sólido deseado}$$

C. Semiángulo y/o ángulo de visualización

Otro método para determinar si un cepillo dental eléctrico iluminado emite luz con las características deseadas consiste en examinar el semiángulo y/o el ángulo de visualización del LED. Tal como se describe en la presente memoria, el semiángulo es dos veces el ángulo incluido (en grados) entre el pico y el punto en un lado del eje del haz en el que la intensidad luminosa es el cincuenta por ciento del máximo o la mitad del ángulo del haz. También es posible hacer referencia al mismo como ángulo de visualización. Cuanto más pequeño es el semiángulo, más enfocada es la luz. Cuanto más enfocada es la luz emitida por el LED, menos luz es necesaria para conseguir la intensidad luminosa y/o la FDRT deseadas. El hecho de tener un ángulo de luz más enfocado da como resultado un menor desperdicio de luz que brilla en direcciones no preferidas, es decir, que brilla en las áreas de las cerdas. Si la luz brilla en direcciones no preferidas, será necesaria más luz para conseguir la intensidad luminosa o FDRT deseada, dando como resultado con frecuencia un aumento en los niveles de calor. Una mayor emisión de calor desde el cepillo dental eléctrico iluminado puede provocar daños en los dientes y tejidos de la cavidad oral. El semiángulo

$$\left(2\theta\right)^{\frac{1}{2}}$$

del LED puede ser inferior a aproximadamente 50°, 49°, 48°, 47°, 46°, 45°, 44°, 43°, 42°, 41°, 40°, 38°, 36°, 34°, 32°, 30° y/o 28°, y/o superior a aproximadamente 0° y/o 5°.

D. Temperatura de emisión

- 5 El uso de un LED en el cabezal de un cepillo dental, que se introduce a continuación en la cavidad oral para cepillar y/o tratar los dientes, puede introducir calor, así como luz, en la cavidad oral. La luz puede ser absorbida por la superficie del diente, generando de este modo un calor adicional en la superficie dental. Si el calor es generado en el interior de la cavidad oral, es posible que la cámara pulpar del diente aumente su tamaño, lo que puede provocar pulpitis u otros daños en la cavidad oral. Para evitar daños en la cavidad oral, la temperatura de la superficie de los
10 dientes debería permanecer inferior a aproximadamente 43 °C, 40 °C, 39 °C, 38 °C, 37 °C, 36 °C, 34 °C, 30 °C y/o 25 °C. Si la temperatura de la superficie de los dientes aumenta más allá de las temperaturas mencionadas, es posible que la cámara pulpar de los dientes se sobrecaliente, provocando de este modo pulpitis. Por lo tanto, la luz emitida por el cepillo dental eléctrico iluminado no debería producir calor que aumente la temperatura de la superficie de los dientes hasta más de aproximadamente 43 °C, 40 °C, 39 °C, 38 °C, 37 °C, 36 °C, 34 °C, 30 °C y/o 25 °C. En una realización, la temperatura de la superficie de los dientes se mantiene por debajo de aproximadamente 43 °C mediante el uso de un LED estándar y el suministro de una corriente directa continua inferior a aproximadamente 200 miliamperios ("mA") al LED estándar.

La temperatura generada en la superficie de los dientes resultante de su exposición a la luz emitida por el cepillo dental eléctrico iluminado es la "temperatura de emisión". Es posible medir la temperatura de emisión mediante dispositivos conocidos en la técnica, tales como un termopar **1315** (tal como se muestra en la **Fig. 22**). Un termopar adecuado para usar en el presente método de ensayo es el termopar SC-GG-T-30-36, fabricado por Omega Engineering, Inc. El termopar puede fijarse, preferiblemente con adhesivo, a la superficie del diente expuesto a la luz emitida por el LED. Un adhesivo dental adecuado para usar en este método de ensayo es Lucitone 199, fabricado por Dentsply. De forma alternativa, es posible medir la temperatura en la superficie del diente después de su
25 exposición a la luz, siempre que el termopar esté en contacto con el diente y la lectura de temperatura se lleve a cabo dentro de un tiempo de ensayo inferior a aproximadamente 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 segundos después de finalizar la exposición del diente a la luz. Un método de medición de la temperatura después de finalizar la exposición a la luz consiste en usar un bastoncito de algodón estándar para aplicar y mantener el termopar en el diente durante el tiempo de ensayo y recoger los datos de temperatura. De forma adicional, es posible usar una
30 unidad **1317** que transforma los datos del termopar en temperatura en grados; la unidad manual HH5-08, fabricada por Omega Engineering, Inc., es adecuada para usar con el termopar mencionado anteriormente y transformar los datos recibidos procedentes del termopar en temperatura en grados. Este ensayo se realiza in vitro, en muestras estándar extraídas de diente **1301** humano o bovino, en una incubadora ajustada a 32 °C. El ensayo se realiza en una incubadora ajustada a 32 °C para imitar la temperatura de base normal de un diente situado en la boca. Una incubadora adecuada para este ensayo es THELCO 3DG, catálogo n.º 51221122, comercializada por Jouan Group of Companies. El diente se dispone en un soporte **1319** de aluminio colado que comprende una pieza de aluminio colado con un espacio practicado para colocar el diente. El soporte **1319** de aluminio colado conecta el diente **1301** a una piletta **1321** de calor. Una piletta de calor adecuada para usar en el presente método de ensayo incluye la piletta de calor 11-5602-48 VIS n.º 031608, fabricada por Aavid Thermalloy. Es posible disponer un suministro de energía (no mostrado) en la piletta de calor. La "distancia de emisión" es la distancia **1303** entre el punto **1305** de emisión de luz del LED **1375** y la superficie del diente **1301**. La distancia **1303** de emisión puede ser inferior a aproximadamente 3,14, 1,77, 1,54, 1,33, 1,23, 1,13, 1,04, 0,95, 0,87, 0,79, 0,70, 0,64, 0,50 y/o 0,46 cm, y/o superior a aproximadamente 0,28, 0,31, 0,32, 0,33, 0,38, 0,44, 0,46 y/o 0,50 cm con respecto a la superficie del diente. El punto **1305** de emisión de luz del LED **1375** está situado a una distancia de emisión inferior a aproximadamente 3,14, 1,77, 1,54, 1,33, 1,23, 1,13, 1,04, 0,95, 0,87, 0,79, 0,70, 0,64, 0,50 y/o 0,46 cm, y/o superior a aproximadamente 0,28, 0,31, 0,32, 0,33, 0,38, 0,44, 0,46 y/o 0,50 cm de la superficie del diente **1301**, y el cepillo dental **1313** eléctrico iluminado es activado, activando de este modo el LED **1375** e iluminando la superficie del diente **1301**. A continuación, el diente **1301** queda expuesto a la luz emitida por el LED **1375** durante un tiempo de emisión inferior a aproximadamente 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 y/o 0 minutos, y la temperatura del diente **1301** se mide mediante el termopar estándar **1315**. El termopar puede estar fijado a una unidad **1317** manual separada para transformar las lecturas procedentes del termopar **1315** en lecturas de temperatura. La temperatura de emisión no debería exceder aproximadamente 43 °C, 40 °C, 39 °C, 38 °C, 37 °C, 36 °C, 34 °C, 30 °C y/o 25 °C.

E. Disipación de energía

- De forma adicional, para evitar daños en la cavidad oral debidos a una generación de calor excesiva, el consumo de energía eléctrica total ("disipación de energía") por parte del LED dispuesto en el cabezal del cepillo dental eléctrico iluminado no debería exceder aproximadamente 2, 1,5, 1, 0,95, 0,9, 0,85, 0,8, 0,75, 0,7, 0,5, 0,4, 0,3, 0,2, 0,1 vatios ("W").

F. Ejemplos de realizaciones de la invención

Es posible conseguir una intensidad luminosa al menos de aproximadamente 7 candelas y/o una FDRT al menos de aproximadamente 30 mW/cm² con un cepillo dental eléctrico iluminado de la invención que comprende un LED estándar aumentando la corriente directa más allá de lo recomendado por el fabricante (“sobrealimentación”), incluyendo más de un emisor de luz en el LED, y/o pulsando la luz emitida por el LED, o mediante cualquier combinación de los mismos. La sobrealimentación del LED puede acortar la vida del LED. El grado de reducción de la vida del LED depende del nivel de corriente usado para sobrealimentar el LED y de las características del LED. No obstante, esta vida reducida seguirá excediendo las necesidades de uso de un cepillo dental, ya que un cepillo dental es un artículo desechable y/o reemplazable. En una realización, el LED está dispuesto en una parte reemplazable del cepillo dental y, por lo tanto, puede ser sustituido si se desea.

En la presente memoria, se pretende que el término “luz” abarque el espectro de luz visible y no visible (p. ej., ultravioleta e infrarrojo). Este espectro puede extenderse de luz que tiene una longitud de onda dominante o centroide de aproximadamente 10 nm (ultravioleta lejana) a luz que tiene una longitud de onda centroide de 10⁶ nm (infrarroja), o el espectro puede incluir luz visible que tiene una longitud de onda centroide entre aproximadamente 370 nm y aproximadamente 770 nm. Además, el espectro puede incluir luz visible que tiene una longitud de onda centroide entre aproximadamente 370 y aproximadamente 500. En la presente memoria, se pretende que el término “longitud de onda centroide” se refiera a la longitud de onda que representa el color de luz perceptible. La misma puede ser distinta a la longitud de onda pico, que es la longitud de onda en la que la intensidad radiante del LED es máxima. La longitud de onda dominante o centroide de los LEDs puede ser determinada mediante las ecuaciones:

$$\lambda_c = \frac{\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} I(\lambda) \cdot \lambda \cdot d\lambda}{\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} I(\lambda) \cdot d\lambda}$$

Para espectros continuos, y

$$\lambda_c = \sum_i I_i \lambda_i / \sum_i I_i$$

Para espectros separados.

En donde I es la intensidad de iluminación y λ es la longitud de onda.

En CIE 127 (1997), con título, “Measurement of LEDs”, publicado por la International Commission of Illumination, se describen en más detalle estas ecuaciones. Las características espectrales (p. ej., longitud de onda pico), fotométricas (p. ej., intensidad luminosa), radiométricas (p. ej., intensidad radiante) y colorimétricas (p. ej., longitud de onda dominante) de los LED pueden medirse usando dispositivos conocidos en la técnica, tales como el radiómetro/fotómetro OL 730CV, fabricado por Optronic Laboratories, Inc., de Orlando, FL. Algunas luces pueden no tener una longitud de onda dominante o centroide (p. ej., la luz blanca).

El cepillo dental eléctrico iluminado de la invención comprende LEDs que emiten luz que tiene una intensidad luminosa al menos de aproximadamente 7, 10, 15, 20, 30 y/o 40, y/o inferior a aproximadamente 60, 50, 45 y/o 40 candelas o cualquier combinación de las mismas, o una FDRT al menos de aproximadamente 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70 y/o 100 mW/cm², y/o inferior a aproximadamente 300, 250, 200, 150 y/o 100 mW/cm² o cualquier combinación de las mismas.

Una realización del cepillo dental eléctrico iluminado comprende un LED como el mostrado en la **Fig. 1**. La **Fig. 1** muestra una sección transversal de una unidad **11** de LED que comprende una lente **3**, un único dado **5** de emisión de luz, una conexión **7** de cable, un hilo positivo **21** y un hilo negativo **9**, y un eje longitudinal **L**. En los LEDs de la invención reivindicada es posible usar varios tipos de sustratos semiconductores que tienen propiedades de emisión de luz. Un tipo de sustrato semiconductor que tiene propiedades de emisión de luz es un dado. Un dado es un sustrato semiconductor único que tiene propiedades de emisión de luz. Se contempla que el LED dispuesto en el cabezal del cepillo dental eléctrico iluminado de la invención pueda comprender cualquier tipo de sustrato semiconductor con propiedades de emisión de luz, incluyendo, aunque no de forma limitativa, un dado, siempre que el cepillo dental eléctrico iluminado suministre una luz con las propiedades deseadas descritas en la presente memoria. El LED puede tener un diámetro al menos de aproximadamente 0,5, 1, 2, 3, 4, 5 y/o 6 mm, y/o inferior a aproximadamente 5, 10, 15 y/o 20 mm.

La luz puede ser emitida desde muchas superficies del punto de emisión de luz de un LED. No obstante, a efectos de simplicidad, a continuación todas las medidas de la distancia con respecto al punto de emisión de luz y/o la superficie del LED se refieren a la superficie frontal del sustrato semiconductor, tal como la superficie frontal del dado **5**. Si el LED tiene múltiples dados y, por lo tanto, múltiples superficies frontales del sustrato semiconductor, la distancia con respecto al punto de emisión de luz de un LED debería ser el promedio de las distancias con respecto a la superficie frontal de los sustratos semiconductores. La luz es emitida desde una superficie del dado y es dirigida

hacia la lente **3** del LED. Por lo tanto, para medir la distancia con respecto al punto de emisión de luz de un sustrato semiconductor, es necesario identificar la superficie frontal del elemento de emisión de luz del sustrato semiconductor. En una realización del cepillo dental eléctrico iluminado, la superficie frontal del elemento de emisión de luz del LED es la superficie del dado **5** (tal como se muestra en la **Fig. 1**). Por lo tanto, todas las mediciones de distancia con respecto a esta realización de superficie de emisión de luz empiezan por la superficie frontal del dado **5**.

La sobrealimentación del LED da como resultado la intensidad luminosa y/o la FDRT deseadas, ya que la intensidad luminosa y/o la FDRT de un LED aumenta, dentro de ciertos límites, con el aumento de la entrada de corriente directa. Por lo tanto, es posible conseguir los niveles de intensidad luminosa y/o de FDRT para el cepillo dental eléctrico iluminado aumentando la corriente suministrada a un LED estándar más allá de lo recomendado por el fabricante. El aumento de la corriente hasta el doble del máximo recomendado por el fabricante prácticamente doblará la intensidad luminosa y/o la FDRT, pudiendo seguir obteniendo al mismo tiempo una duración del LED aceptable para usar en un cepillo dental eléctrico iluminado. Es posible usar un controlador estándar para suministrar el nivel de corriente seleccionado y conseguir la intensidad luminosa y/o la FDRT deseadas. Un controlador de tensión o corriente adecuado para usar en la presente invención es el controlador de LED ZXSC310 Single o Multi Cell, fabricado por Zetex Semiconductors, Oldham, Reino Unido. La corriente mínima necesaria para conseguir la intensidad luminosa y/o la FDRT deseadas puede ser superior a la corriente máxima recomendada por el fabricante para un funcionamiento continuo, dos veces el máximo recomendado por el fabricante para un funcionamiento pulsado. Como máximo, la corriente puede aumentar hasta el nivel en el que la misma provoca el fallo inmediato del LED. Una realización de la invención comprende un LED estándar que suministra la intensidad luminosa y/o la FDRT deseadas con una corriente directa continua superior a aproximadamente 35 mA, 40 mA, 45 mA, 50 mA, 55 mA, 60 mA, 65 mA, 70 mA, 75 mA, 80 mA, 90 mA, 100 mA, 150 mA y/o 200 mA, y/o inferior a aproximadamente 700 mA, 600 mA, 500 mA, 400 mA, 300 mA, 250 mA, 200 mA, 150 mA, 100 mA, 90 mA, 80 mA, 75 mA, 70 mA, 65 mA, 60 mA, 55 mA, 50 mA, 45 mA, 40 mA y/o 35 mA. En una realización, el nivel de corriente continua mínimo puede ser el nivel de corriente continua máximo para un funcionamiento continuo, y el nivel de corriente continua máximo puede ser aproximadamente la corriente que provoca el fallo inmediato del LED. Aunque la intensidad luminosa y/o la FDRT aumentan con el aumento de la corriente, existe un punto en el que esta correlación se nivela y un aumento adicional de la corriente no resulta en un aumento de la intensidad luminosa y/o de la FDRT. Este punto exacto depende de las propiedades y el diseño del LED. De forma adicional, a medida que pasa el tiempo y el LED queda expuesto a corrientes más allá de lo recomendado por el fabricante, la intensidad luminosa y/o la FDRT empiezan a disminuir. Una manera de mantener la intensidad luminosa y/o la FDRT deseadas incluye, aunque no de forma limitativa, un aumento adicional de la corriente para mantener las mismas intensidad luminosa y/o FDRT. Aunque se aumente la corriente suministrada al LED estándar para conseguir la intensidad luminosa y/o la FDRT deseadas, la corriente usada sigue siendo inferior a la usada de forma habitual en LEDs no estándar de alta potencia. Por lo tanto, el calor generado por los LEDs estándar no aumenta la temperatura de la superficie de los dientes por encima de aproximadamente 43 °C.

La estabilización de la corriente del LED con un diseño estándar de controlador estabiliza parcialmente la intensidad luminosa y/o la FDRT a lo largo del tiempo, ya que la corriente permanece igual a medida que el LED se deteriora. No obstante, a medida que el LED se deteriora, es posible que sea necesario aumentar la corriente para mantener el mismo nivel de intensidad luminosa y/o FDRT. Una manera de mantener la intensidad luminosa y/o la FDRT constantes a medida que el LED se deteriora consiste en medir la intensidad luminosa y/o la FDRT emitidas por el LED con un detector integrado y ajustar la corriente según el valor medido. El ajuste de la corriente a medida que el LED se deteriora da como resultado un cepillo dental eléctrico iluminado que sigue suministrando luz con la intensidad luminosa y/o la FDRT específicas a lo largo del tiempo. Otra manera de mantener aproximadamente las mismas intensidad luminosa y/o FDRT sin incluir un detector integrado consiste en incluir un circuito temporizador que aumenta la corriente suministrada al LED a lo largo del tiempo a medida que el LED se deteriora. Esto permite mantener la intensidad luminosa y/o la FDRT de forma aproximadamente estable mediante un diseño sencillo y con un coste adicional mínimo. Un controlador de tensión o corriente adecuado para usar en la presente invención es el controlador de LED ZXSC310 Single o Multi Cell, fabricado por Zetex Semiconductors, Oldham, Reino Unido.

La **Fig. 2** muestra otros medios para conseguir los niveles de intensidad luminosa y/o de FDRT en el cepillo dental eléctrico iluminado de la invención, que incluyen más de un emisor de luz, tal como múltiples dados. Las siguientes realizaciones muestran LEDs que tienen dos sustratos semiconductores que emiten luz, tales como dados, no obstante, se contempla que el LED podría comprender más de dos dados. Esta realización **15** de la invención tiene una única salida de luz, la lente **3** y un hilo positivo **21** y un hilo negativo **9**. No obstante, esta unidad de LED único estándar contiene más de un emisor de luz y más de un sustrato semiconductor y puede tener más de dos hilos. Toda la luz procedente de las fuentes de emisión de luz se combina para dar como resultado una única salida de luz en la lente **3** de la unidad **15** de LED. La unidad **15** de LED único tiene múltiples dados **5** y **17** de emisión de luz y una conexión **7** y **117** de cable. La realización **15** muestra una conexión entre los dados **117**. Esta conexión puede ser una conexión paralela o una conexión en serie. La **Fig. 2a** muestra múltiples dados conectados en serie. Esta realización **15a** de la invención tiene una única salida de luz, la lente **3** y un hilo positivo **9** y un hilo negativo **27**. No obstante, esta unidad de LED único estándar contiene más de un dado **5** y **17**, teniendo cada dado un pedestal individual **37** y **39**. Los dados tienen una conexión en serie, una conexión **111** de cable que conecta la parte superior

de los dados **5** a la parte inferior de los dados **17** y una conexión **113** de cable que conecta la parte superior de los dados **17** al hilo negativo **27**. Toda la luz procedente de las fuentes de emisión de luz se combina para dar como resultado una única salida de luz en la lente **3** de la unidad **15a** de LED. La **Fig. 2b** muestra múltiples dados conectados en paralelo. Esta realización **15b** de la invención tiene una única salida de luz, la lente **3** y un hilo positivo **9** y un hilo negativo **27**. Los dados tienen una conexión paralela, una conexión **117** de cable que conecta la parte superior de los dados **5** a la parte superior de los dados **17** y una conexión **7** de cable que conecta la parte superior de los dados **17** a la parte superior del hilo negativo **27** que es común. Toda la luz procedente de las fuentes de emisión de luz se combina para dar como resultado una única salida de luz en la lente **3** de la unidad **15b** de LED. En otra realización **15c** (tal como se muestra en la **Fig. 2c**) de este LED de múltiples dados, el LED comprende una lente **3**, dos sustratos semiconductores, los dados **5** y **17** mostrados conectados en paralelo, conexiones **119** y **121** de cable, un hilo positivo **33** y dos hilos negativos **31** y **35**. Este LED también emite luz desde una única salida de luz, la lente **3**. Cada dado tiene un pedestal individual **37** y **39**. También se contempla que el LED pueda comprender dos hilos positivos y un hilo negativo; además, esta realización del LED puede conectarse en serie. De forma adicional, el LED puede comprender más de dos sustratos semiconductores que tienen propiedades de emisión de luz y el LED puede comprender más de dos hilos. El LED puede tener un hilo común o compartido o puede tener hilos individuales para cada sustrato semiconductor que tiene propiedades de emisión de luz. Además, cada sustrato semiconductor que tiene propiedades de emisión de luz puede ser alimentado individualmente por una fuente de energía separada, tal como una batería.

Estos dispositivos pueden conectarse eléctricamente en paralelo o en serie. Cuando los mismos están conectados en serie, todas las consideraciones eléctricas son las mismas que para un único dado. La tensión total será aproximadamente $n \times V_i$, en donde n = número de dados, y V_i = tensión directa para un único dado. Si los dados están conectados en paralelo, la corriente total será aproximadamente $n \times I_i$ y la tensión total será aproximadamente la de un único dado. La conexión en serie funciona bien porque la misma se ajusta a las diferencias entre los dados. Cuando los dados se conectan en serie, sus tensiones directas se ajustan automáticamente y su intensidad luminosa y/o FDRT se acercan mucho. En cualquier disposición, el LED de dos dados tiene aproximadamente una intensidad luminosa y/o FDRT de $1,6 \times P_i$, en donde P_i es la intensidad luminosa y/o FDRT de un único dado. De forma similar, un LED de tres dados tiene una intensidad luminosa y/o FDRT de aproximadamente $2,26 \times P_i$. (La interferencia entre los dados puede evitar que el cálculo de la intensidad luminosa y/o la FDRT sea un multiplicador por el número de dados). Estos dados pueden emitir el mismo color de luz o los mismos pueden tener diferentes colores de luz. No obstante, si cada emisor de luz individual emite la misma luz, la intensidad luminosa y/o la FDRT de esa luz de color de dicho único LED es superior a la de un único LED estándar que emite luz de un color. Cada uno de los emisores de luz individuales puede emitir luz con una longitud de onda de aproximadamente 440 a aproximadamente 480 nm. Un único LED también podría contener dos dados que emiten colores de luz diferentes, por ejemplo, con una longitud de onda seleccionada de un intervalo superior a aproximadamente 370, 380, 390, 400, 425, 440, 450, 475, 480 y/o inferior a aproximadamente 500 nanómetros. Los dados también podrían seleccionarse de modo que los dados emitan luz con una longitud de onda diferente dentro del mismo intervalo de color; por ejemplo, los dados podrían emitir luz que tiene longitudes de onda diferentes que dan como resultado el color azul. Además, la combinación de diferentes longitudes de onda de luz en la única salida óptica del LED (la lente) podría dar como resultado una combinación específica de colores que permite obtener una ventaja de cuidado bucal. Por ejemplo, es posible aplicar dos composiciones diferentes en los dientes, reaccionando cada una de las mismas a una longitud de onda de luz diferente. De forma adicional, las longitudes de onda de luz diferentes pueden dar como resultado diferentes reacciones en el interior de la cavidad oral; una longitud de onda de luz puede destruir bacterias, otra longitud de onda de luz puede blanquear los dientes. Algunos colores son difíciles de conseguir mediante una única longitud de onda de luz; esta invención puede ser usada para producir luz con uno de estos colores únicos. Por lo tanto, la combinación de diferentes colores en la única salida óptica puede dar como resultado un color que no puede ser obtenido mediante un único dado. Por lo tanto, el uso de colores diferentes podría dar como resultado una o más ventajas de cuidado bucal que no sería posible obtener con una única longitud de onda de un único color.

Otros medios adicionales para conseguir la intensidad luminosa y/o la FDRT del cepillo dental eléctrico iluminado de la invención incluyen suministrar una corriente no continua o pulsada al LED que da como resultado una luz pulsada o no continua. Esta realización de la invención comprende un LED estándar que suministra el nivel de intensidad luminosa y/o FDRT deseada con una corriente directa pulsada superior a aproximadamente 100 mA, 125 mA, 150 mA, 175 mA, 200 mA, 225 mA, 250 mA, 275 mA, 300 mA, 325 mA, 350 mA y/o 375 mA, y/o inferior a aproximadamente 900 mA, 800 mA, 700 mA, 600 mA, 500 mA, 400 mA, 375 mA, 350 mA, 325 mA, 300 mA, 275 mA, 250 mA, 225 mA, 200 mA, 175 mA, 150 mA, 125 mA y/o 100 mA. En una realización, la corriente directa pulsada es superior a aproximadamente el nivel de corriente máximo para un funcionamiento pulsado e inferior a aproximadamente la corriente que provoca el fallo inmediato del LED. La intensidad luminosa y/o la FDRT mínimas de los pulsos de luz pueden ser las de la luz continua y la intensidad luminosa y/o la FDRT máximas son P_c/Q , en donde P_c es la intensidad luminosa y/o la FDRT de la luz continua y Q es la relación de ciclo. La relación de ciclo equivale a la duración del pulso dividida por el periodo de tiempo entre pulsos. La relación de ciclo de la invención es de aproximadamente 0,01, 0,10, 0,25, 0,40 y/o 0,50 a aproximadamente 0,50, 0,60, 0,75, 0,80 y/o 0,99. La frecuencia de los pulsos de luz puede ser de aproximadamente 0,01 Hz, 1 Hz, 10 Hz, 100 Hz, 500 Hz o 1 MHz a aproximadamente 1 MHz, 10 MHz, 100 MHz, 500 MHz, 1 GHz o 10 GHz. La amplitud de corriente para el funcionamiento pulsado del LED puede ser de aproximadamente I_{maxp} a aproximadamente $10 I_{maxp}$, en donde I_{maxp} es el nivel de corriente máximo absoluto para un funcionamiento pulsado, o de aproximadamente I_{max} a

aproximadamente $20 I_{map}$, en donde I_{max} es el nivel de corriente máximo para un funcionamiento continuo. El suministro de una corriente pulsada al LED da como resultado una reducción de la disipación de energía del LED y, por lo tanto, una mayor duración de la batería, así como un aumento en el brillo de la luz y/o en la intensidad luminosa y/o la FDRT. La mayor duración de la batería y el aumento del brillo pueden variar dependiendo de las propiedades y el diseño del LED.

En una realización, el cepillo dental eléctrico iluminado incluye una parte de cuerpo alargada o mango, un cabezal y un cuello que se extiende entre el cabezal y el mango. Uno o más LEDs están dispuestos en el cabezal, preferiblemente adyacentes a uno o más soportes de cerdas estáticos o móviles, que tienen una pluralidad de cerdas dispuestas en los mismos, sobre los mismos y/o en el interior de los mismos. Las cerdas pueden estar conformadas en un mechón o en grupos de mechones.

El cabezal incluye un eje longitudinal, uno o más soportes de cerdas móviles y, opcionalmente, uno o más soportes de cerdas estáticos o fijos. Los soportes de cerdas móviles pueden rotar, girar, voltear, oscilar, moverse linealmente de forma recíproca o experimentar cualquier combinación de movimientos. El tipo de movimiento realizado por los cepillos dentales eléctricos de la presente invención puede variar ampliamente. Los soportes de cerdas estáticos y la disposición de las cerdas estáticas dispuestas en los mismos también pueden variar ampliamente. Por ejemplo, las cerdas estáticas pueden circunscribir parcial o totalmente los soportes de cerdas móviles o pueden estar dispuestas en un espacio entre los soportes de cerdas móviles. En US-20030126699; US-20030084525; US-20030084524; US-20030084526; y WO 03/063723; y WO 03/063722 se describen ejemplos de movimientos de soporte de cerdas y disposiciones de cerdas adecuados para usar en la presente invención. Las cerdas pueden estar hechas de materiales no elastoméricos convencionales, tales como polietileno, o pueden estar hechas de materiales elastoméricos, tales como cauchos naturales o sintéticos, poliolefinas, polieteramidas, poliésteres, polímeros estirénicos, poliuretanos, etc., o una combinación de materiales.

El mango tiene una parte hueca con un motor dispuesto en la misma que está conectado funcionalmente a los soportes de cerdas móviles. Un motor está conectado funcionalmente al soporte de cerdas móvil cuando la activación del motor da como resultado una respuesta del soporte de cerdas móvil. Un árbol puede extenderse desde el motor, a través del cuello y en el interior al menos de una parte del cabezal. El árbol puede rotar, oscilar, moverse linealmente de forma recíproca, voltear, vibrar u orbitar al ser accionado por el motor para transmitir uno o más movimientos a los soportes de cerdas móviles. Una disposición de engranajes puede estar dispuesta entre el motor y el árbol o entre el árbol y los soportes de cerdas móviles para transmitir movimiento a los mismos. En las patentes US-6.360.395 y US-5.617.601, así como en otras patentes y publicaciones de patente a las que se hace referencia en la presente memoria, se muestran disposiciones de árbol y/o engranajes ilustrativos. El mango tiene también una fuente de alimentación, tal como una o más baterías, dispuesta en su interior para alimentar el motor y el LED. De forma alternativa, el cepillo dental eléctrico puede conectarse a una fuente de alimentación externa para alimentar el motor. Un interruptor está dispuesto en el mango para activar el motor y/o los LEDs. Los LEDs pueden ser alimentados siempre que el motor se activa. No obstante, el cepillo dental también puede tener más de un interruptor para activar los LEDs y/o el soporte de cerdas móvil.

La **Fig. 3** muestra un cepillo dental **10** eléctrico iluminado según la presente invención. El cepillo dental eléctrico se puede usar para la higiene personal, como es el cepillado de dientes y encías. Tal como se muestra en la **Fig. 3**, el cepillo dental eléctrico incluye un mango **12**, una parte **70** de agarre y un cuello **14** unido al mango **12**. Un cabezal **16** está unido al cuello **14**. De forma típica, el cabezal es más grande que el cuello **14** que, de forma típica, también es más pequeño que el mango **12**.

Haciendo referencia en este caso a la **Fig. 4**, el cepillo dental **10** comprende un cabezal **16**, un eje longitudinal **19**, un mango **12**, un cuello **14**, una región **72** de agarre, un interruptor **52**, un soporte **20** de cerdas móvil y un soporte **22** de cerdas estático que tienen cerdas **26** dispuestas en los mismos. Los soportes **22** de cerdas estáticos están situados en caras opuestas del soporte **20** de cerdas móvil. El soporte **20** de cerdas móvil está situado en el centro del cabezal **16**. El soporte de cerdas móvil oscila preferiblemente alrededor de un eje aproximadamente normal al eje longitudinal **19** del cabezal **16**, aunque es posible realizar otros movimientos, tal como se ha descrito anteriormente. Tal como se muestra en la **Fig. 5**, el mango **12** incluye además una parte hueca **30** que aloja un motor **32**. El motor **32** acciona el soporte **20** de cerdas móvil a través de un árbol giratorio **44**. Una disposición de engranajes está interconectada funcionalmente entre el árbol **44** y el motor **32**. La disposición de engranajes incluye un engranaje **40** de tornillo y un par de engranajes intermedios **42**, **43**. El motor **32** está conectado funcionalmente al engranaje **40** de tornillo. El engranaje intermedio **42** está conectado funcionalmente al engranaje intermedio **43** y al engranaje **40** de tornillo. Un LED **75** está dispuesto en el interior del soporte **20** de cerdas móvil. El LED **75** está montado o fijado en el soporte **20** de cerdas móvil, de modo que el LED **75** se mueve con el soporte **20** de cerdas móvil. Tal como se muestra en la **Fig. 6**, la energía eléctrica es suministrada al LED **75** mediante el uso de un par de contactos eléctricos **76** y **77** que contactan de forma deslizante con unas partes de contacto diseñadas a tal efecto y definidas a lo largo de la parte inferior del soporte **20** de cerdas móvil. Unos cables eléctricos (no mostrados) pueden estar dispuestos desde el interruptor y la fuente de energía hasta los contactos **76** y **77** para conducir la electricidad de la fuente de energía al LED. Los cables pueden discurrir desde el mango **12**, a través del cuello **14**, hasta el cabezal **16**. Preferiblemente, los cables están dispuestos adyacentes a la pared interior del cuello **14**, de modo que

los mismos no interfieren con el movimiento del árbol **44**. De forma alternativa, los cables pueden estar integrados en el interior del cuello **14**.

Se contempla la posibilidad de disponer regiones **80** y **82** de contacto circulares eléctricamente conductoras a lo largo del exterior del soporte **20** de cerdas móvil, pudiendo entrar en comunicación eléctrica dichas regiones con el par de contactos fijos **76** y **77** dispuestos dentro del interior del cabezal. Las regiones **80** y **82** de contacto eléctricamente conductoras están aisladas entre sí por un material no conductor. Unos hilos eléctricos **84** y **86** pueden estar dispuestos desde las regiones de contacto eléctricamente conductoras hasta el LED. La **Fig. 4** muestra el LED **75** dispuesto sobre el soporte **20** de cerdas móvil o en el interior del mismo. En esta realización, el LED está unido de forma fija al soporte **20** de cerdas móvil y, por lo tanto, se mueve con el soporte de cerdas. Preferiblemente, la punta del LED está alineada con la superficie superior **23** del soporte **20** de cerdas móvil, aunque la misma puede extenderse sobre la superficie superior **23** si se desea. Es posible disponer LEDs adicionales en los soportes **22** de cerdas estáticos o sobre los mismos. La **Fig. 6a** muestra un LED estacionario **75** que está conectado a un pilar **91** que es estacionario y está fijado al cabezal **95** del cepillo dental en **93**. El soporte **97** de cerdas móvil oscila o gira alrededor del LED estacionario. El hilo positivo **87** y el hilo negativo **89** pueden discurrir desde el LED **75**, a través del pilar **91**, y luego por la longitud del cabezal **95** del cepillo dental, hasta la fuente de alimentación (no mostrada).

En otra realización, el LED **75** está dispuesto en el interior de un orificio o hueco **88** que se extiende a través del soporte **320** de cerdas móvil, tal como puede observarse más claramente en la realización **300**, tal como se muestra en la **Fig. 7**, de modo que el LED es estacionario y el soporte **320** de cerdas móvil oscila o gira alrededor del LED estacionario **75**. En esta realización, el LED **75** está unido fijamente al cabezal **316**. El LED **75** puede extenderse parcialmente a través del hueco **88**, o el mismo puede estar dispuesto debajo de la superficie inferior del soporte **320** de cerdas móvil, de modo que queda totalmente contenido en el interior del cabezal **316**. La línea central o eje del LED **75** también puede ser el eje de giro u oscilación del soporte **320** de cerdas móvil. El cuello **314** se extiende entre el cabezal **316** y un mango (no mostrado). El cabezal **316** además comprende cerdas estáticas **322**.

En cada una de las realizaciones descritas anteriormente, el LED está dispuesto en los soportes de cerdas móviles y/o estáticos, sobre los mismos, debajo de los mismos o directamente adyacente a los mismos, de modo que la luz es dirigida hacia el área de cepillado de la forma más eficaz posible. Además, preferiblemente, los LEDs están dispuestos de modo que la dirección principal de la emisión de luz es generalmente perpendicular a la superficie superior de los soportes de cerdas y/o generalmente paralela a la dirección de las cerdas del soporte de cerdas. En otras palabras, el LED está dispuesto preferiblemente de modo que la línea central **90** del LED es generalmente perpendicular a la superficie superior del cabezal y/o del soporte de cerdas, tal como puede observarse más claramente en la **Fig. 6**. De forma típica, la línea central **90** pasa a través de la lente **92** u orificio del LED. Cuando el LED está dispuesto en el interior del soporte de cerdas móvil y/o estático, sobre el mismo o debajo del mismo, es posible que una región cilíndrica o volumen alrededor de la línea central **90** del LED estén sustancialmente exentos de cerdas. El área sustancialmente exenta de cerdas puede ser más grande y/o más pequeña dependiendo del tamaño del cabezal del cepillo dental y/o del número de cerdas no presentes en el área que rodea el LED. El área sustancialmente exenta de cerdas puede ser superior a aproximadamente 0,55, 0,60, 0,63, 0,64, 0,66, 0,68, 0,70, 0,72, 0,74, 0,76, 0,80, 0,85, 0,90 y/o 1,0 cm, y/o inferior a aproximadamente 2,0, 1,5, 1,4, 1,3, 1,25, 1,20, 1,15, 1,10, 1,05 y/o 1,0 cm. No obstante, el soporte de cerdas móvil tiene preferiblemente al menos un anillo de cerdas que rodea el LED, tal como se muestra a título de ejemplo en la **Fig. 7**. No obstante, también es posible disponer mechones de cerdas adicionales o un anillo interior de mechones de cerdas.

Haciendo referencia nuevamente a la **Fig. 5**, un interruptor **50** está dispuesto para controlar el funcionamiento del cepillo dental eléctrico iluminado y está conectado funcionalmente al motor **32**. El interruptor **50** también está configurado para activar el único o más LEDs del cepillo dental. Tal activación es preferiblemente momentánea o continua. Cuando el circuito **50** se cierra, se completa un circuito que comprende un cable **54** entre una batería estándar **60** dispuesta en el interior de la parte hueca **30** del mango **12** y el motor y el LED **75**.

En una realización del cepillo dental **400**, el LED **75** puede estar situado en el cabezal **416**, de modo que el mismo queda dispuesto entre el/los soporte(s) **422** de cerdas estático(s) y el/los soporte(s) **420** de cerdas móvil y no alineado(s) con un eje de giro/oscilación de un soporte de cerdas móvil, tal como se muestra a título de ejemplo en la **Fig. 8**, en la que las cerdas han sido eliminadas para mayor claridad. El cabezal **416** está conectado al mango (no mostrado) por el cuello **414**.

Las **Figs. 9-12** muestran otras configuraciones de cabezal, soporte de cerdas y cerda para cepillos dentales eléctricos iluminados, conteniendo todas ellas uno o más LEDs. La **Fig. 9** muestra un cabezal **516** y un cuello **514**. Puede observarse que el cuello **514** se extiende entre el cabezal **516** y un mango del cepillo dental (no mostrado). En el cabezal **516** está dispuesto un único soporte **520** de cerdas móvil que tiene una pluralidad de mechones **532** de cerdas dispuestos en el mismo. En un segundo soporte **522** de cerdas está dispuestos un LED **575**. La **Fig. 10** muestra otro cabezal **616** según la presente invención que tiene una pluralidad de cerdas **632** dispuestas en el mismo. El cabezal **616** comprende un único soporte **620** de cerdas que tiene un LED **675** dispuesto en el mismo. El cuello **614** se extiende entre el cabezal **616** y el mango (no mostrado). La **Fig. 11** muestra otro cabezal **716** adicional que tiene un único soporte **720** de cerdas que tiene cerdas **732** dispuestas en el mismo. Un LED **775** está dispuesto

adyacente al soporte **720** de cerdas del cabezal **716**. No obstante, el LED **775** no está dispuesto en el soporte de cerdas. La **Fig. 12** muestra otro cabezal **816** adicional que tiene un primer soporte **820** de cerdas que se mueve y un segundo soporte **822** de cerdas que es fijo o estacionario. Ambos soportes de cerdas tienen LEDs **875** dispuestos en los mismos. El primer soporte **820** de cerdas tiene una pluralidad de mechones **832** de cerdas que rodean el LED **875** dispuestos en el mismo, y el segundo soporte **822** de cerdas tiene una pluralidad de mechones **834** de cerdas que rodean el LED **875** dispuestos en el mismo. El cuello **814** se extiende entre el cabezal **816** y el mango (no mostrado).

Tal como se muestra en la **Fig. 13**, una realización del cepillo dental **1010** eléctrico iluminado tiene un cabezal **1016**, un cuello **1014** y un mango **1012**. En el cabezal **1016** está dispuesto un LED **1075**. El cuello y el mango están conectados de forma liberable en **1015** y contienen las estructuras correspondientes para su conexión física y para establecer una comunicación eléctrica entre el LED y la fuente de energía. Haciendo referencia en este caso a las **Figs. 14 y 15**, el cabezal **1016** incluye además un soporte **1020** de cerdas móvil y un soporte **1022** de cerdas estático. En el soporte **1022** de cerdas estático está dispuesto un LED **1075**.

El cuello **1017** se separa con respecto al mango **1012** en la junta **1015**. El cuello **1017** tiene dos pasadores o salientes pequeños **1036** [en línea discontinua] situados en el interior de la parte extrema **1032** del cuello. Los salientes pequeños están dimensionados para encajar en unas ranuras **1042** en forma de L presentes en una parte extrema **1040** correspondiente del mango **1012**. La anchura de las ranuras **1042** en forma de L es ligeramente más ancha que la anchura de los salientes pequeños para permitir que las ranuras en forma de L reciban los salientes pequeños. La profundidad de las ranuras en forma de L es sustancialmente igual a la altura de los salientes pequeños, de modo que las ranuras en forma de L puedan recibir a los salientes pequeños.

Para conectar el cabezal y el cuello al mango, el usuario alinea los salientes pequeños con respecto a una superficie superior **1044** de las ranuras en forma de L. El usuario empuja o presiona el cabezal **1016** hacia abajo, de modo que los salientes pequeños entran en contacto con una superficie inferior **1046** de las ranuras **1042** en forma de L. Cuando los salientes pequeños han entrado en contacto con la superficie inferior **1046** de las ranuras en forma de L, el usuario gira el cabezal **1016** y/o el cuello **1017** aproximadamente 90 grados con respecto al mango **1012**, bloqueando el cabezal en su posición, tal como puede observarse en las **Figs. 14 y 15**. Una superficie superior de cada uno de los salientes queda bloqueada debajo de una superficie superior de cada una de las ranuras **1042** en forma de L. Por lo tanto, el usuario ejerce una acción de presión y giro sobre los pasadores y las ranuras de guía en cooperación para dejar el cabezal en una disposición totalmente unida al mango y realizar una unión de bloqueo entre ambos.

Uno o más contactos eléctricos están dispuestos a lo largo de la región de encaje entre el cuello y el mango para formar una conexión eléctrica liberable entre los mismos.

La **Fig. 16** muestra un esquema de una configuración eléctrica para la presente invención. En esta configuración, el LED **75** y el motor **32** son alimentados o activados al mismo tiempo entre sí mediante un interruptor **50** y una fuente **60** de energía. Debido a que se incluye un LED y la energía suministrada por la batería puede exceder la deseada para el LED, puede resultar deseable incluir un controlador **94** de tensión o corriente estándar que permite suministrar una salida de tensión o corriente constante al LED, independientemente de los cambios en la tensión o corriente de entrada, especialmente cuando la salida de tensión o corriente procedente de una batería tiende a disminuir a lo largo del tiempo. Aunque el esquema mostrado en la **Fig. 16** es una realización, es posible utilizar otras configuraciones. Por ejemplo, es posible utilizar interruptores separados para activar de forma separada el LED y el motor. Es posible utilizar más de un LED. Es posible utilizar LEDs que tienen diferentes características espectrales, fotométricas, radiométricas y colorimétricas (p. ej., diferentes longitudes de onda dominantes, longitudes de onda pico, energía radiométrica, etc.) para adaptar un único cepillo dental eléctrico a múltiples usos. Esto también puede conseguirse usando un LED que tiene múltiples diodos (tal como se muestra en las **Figs. 2- 2b**).

Las **Figs. 17 y 18** muestran distribuciones espectrales para diversos colores de unidades de emisión de luz LED comerciales usadas en los cepillos dentales eléctricos descritos en la presente memoria. Estos gráficos de distribución espectral son para LEDs emisores de 1 vatio Luxeon™, no obstante, es posible conseguir estos diseños de distribución con otras unidades de emisión de luz. De forma específica, la **Fig. 17** es un gráfico de la distribución de energía espectral relativa para diversos colores de LEDs. La **Fig. 17** muestra los colores azul marino, azul, cian, verde, ámbar, rojo-naranja y rojo. La **Fig. 18** es la distribución de energía espectral relativa de un LED de color blanco.

En blanqueamiento dental, así como en otras aplicaciones, con frecuencia es deseable utilizar un LED que suministra una distribución de energía radiométrica generalmente o sustancialmente uniforme, de modo que el diente recibe aproximadamente la misma cantidad de energía radiométrica sobre la superficie dental. Por lo tanto, las realizaciones del cepillo dental de la invención comprenden diseños de radiación de luz que tienen diseños laberínticos o en forma de campana, tal como se muestra a título de ejemplo en la **Fig. 19**. También es posible utilizar otros diseños de radiación, tal como un diseño de ala de murciélago. No obstante, tal como se ha descrito anteriormente, el LED puede suministrar una amplia variedad de diseños de radiación de luz según la presente invención.

Las cerdas de los soportes de cerdas pueden estar dispuestas para interferir mínimamente con la luz emitida por el LED. Las cerdas pueden tener una altura al menos de aproximadamente 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 y/o 1,0 cm, y/o inferior a aproximadamente 2,0, 1,5, 1,4, 1,3, 1,2, 1,1 y/o 1,0 cm. No obstante, se contempla que los cepillos dentales de la presente invención puedan utilizar disposiciones de cerdas o materiales que interactúen con la luz emitida por el LED. Por ejemplo, las cerdas y/o la superficie superior del soporte de cerdas situadas inmediatamente adyacentes al LED podrían incluir un recubrimiento reflectante, tal como níquel o cromo, para facilitar orientar la luz en alejamiento con respecto al cabezal y hacia las superficies dentales. De forma alternativa, las cerdas cercanas al LED podrían estar formadas por un material transparente o traslúcido para facilitar adicionalmente la transmisión de la luz al área de cepillado. Las cerdas también pueden estar coloreadas, pigmentadas o teñidas para concordar de forma general con el color de la luz emitida por el LED. De esta manera, la cerda no absorbería, sino que reflejaría la luz emitida por el LED. Además, es posible usar una pantalla reflectante que facilita orientar la luz hacia las superficies del diente o de la encía situadas alrededor del LED o cerca del mismo.

Tal como se ha mencionado anteriormente en la presente memoria, la realización de los cepillos dentales con LED puede ser usada junto con una composición blanqueadora para blanquear los dientes y, de forma específica, para mejorar o acelerar la función blanqueadora de la composición irradiando la región de cepillado antes, durante o después de la aplicación de la composición blanqueadora. Es posible suministrar un kit que comprende el cepillo dental eléctrico iluminado y una composición que comprende peróxido.

El color de los compuestos orgánicos se atribuye habitualmente a los cromóforos, que son grupos insaturados que pueden experimentar π transiciones electrónicas. La luz puede activar los cromóforos de las manchas (que experimentan una transición electrónica) y reducir la barrera de energía de activación, haciéndolos más vulnerables a ser atacados por blanqueamiento. En otras palabras, la activación de cuerpos de color a través de la luz permite mejorar el blanqueamiento por peróxido. De forma similar, los cromóforos de las manchas pasan a ser más vulnerables a un blanqueamiento abrasivo gracias al tratamiento con luz, lo que da como resultado un blanqueamiento más rápido y mejor. Los agentes blanqueantes penetran en los poros del esmalte y la dentina y, por lo tanto, las manchas de color extrínsecas e intrínsecas pueden ser degradadas y eliminadas.

Es posible usar una amplia variedad de composiciones de blanqueamiento dental junto con los cepillos dentales eléctricos descritos en la presente memoria. Las composiciones de blanqueamiento dental pueden contener un agente blanqueante, un agente abrasivo, modificadores de pH o cualquier otro agente que actúa sobre los cromóforos de los dientes por acción mecánica o química o una combinación de las mismas. La composición de blanqueamiento dental puede ser suministrada en forma de una solución, pasta, gel, líquido viscoso, sólido u otra forma adecuada. Los agentes blanqueantes incluyen un compuesto generador de radicales de oxígeno o de radicales de hidrógeno, tal como peróxidos exentos de iones de metal, peróxidos orgánicos y peróxidos que contienen iones de metal. Ejemplos específicos no limitativos de agentes blanqueantes incluyen peróxidos, cloritos de metal, perboratos, percarbonatos, peroxiácidos, persulfatos, compuestos que forman los compuestos anteriores in situ y combinaciones de los mismos. Compuestos de peróxido adecuados incluyen peróxido de hidrógeno, peróxido de urea, peróxido cálcico, peróxido de carbamida y mezclas de los mismos. En una realización, el agente blanqueante es peróxido de carbamida. Los cloritos de metal adecuados incluyen clorito cálcico, clorito de bario, clorito de magnesio, clorito de litio, clorito sódico, clorito potásico y mezclas de los mismos. Los agentes blanqueantes adicionales también incluyen hipoclorito y dióxido de cloro. En una realización, el agente blanqueante se selecciona de clorito sódico, peróxido, percarbonato sódico, Oxone y mezclas de los mismos. El agente blanqueante de inicio puede ser un material acuoso o sólido.

La cantidad de agente blanqueante en la composición blanqueante o de blanqueo puede variar. Por ejemplo, el agente blanqueante podría estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 60 por ciento en peso, basándose en la cantidad total de composición de blanqueamiento dental. Si el peróxido de hidrógeno es el agente blanqueante, según una realización específica, el mismo puede estar presente de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 40 por ciento en peso, especialmente de aproximadamente 7 a aproximadamente 15 por ciento en peso, basándose en la cantidad total de la composición de blanqueamiento dental. Si el peróxido de carbamida es el agente blanqueante, según una realización específica, el mismo puede estar presente de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 por ciento en peso, basándose en la cantidad total de composición de blanqueamiento dental. De forma típica, la energía radiante procedente del LED se aplica mientras la composición está en contacto con los dientes, no obstante, la misma puede aplicarse antes o después de la aplicación de la composición de blanqueamiento dental.

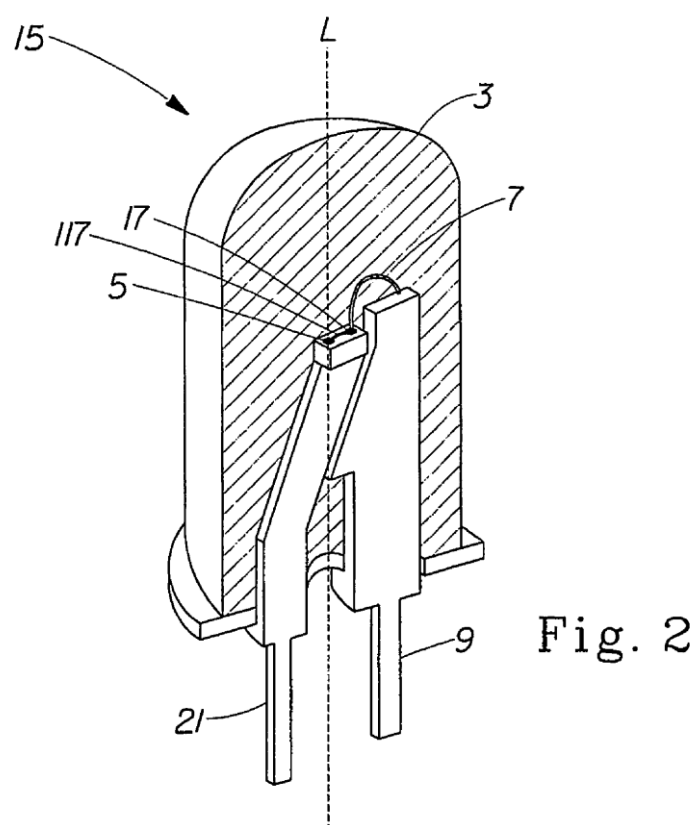
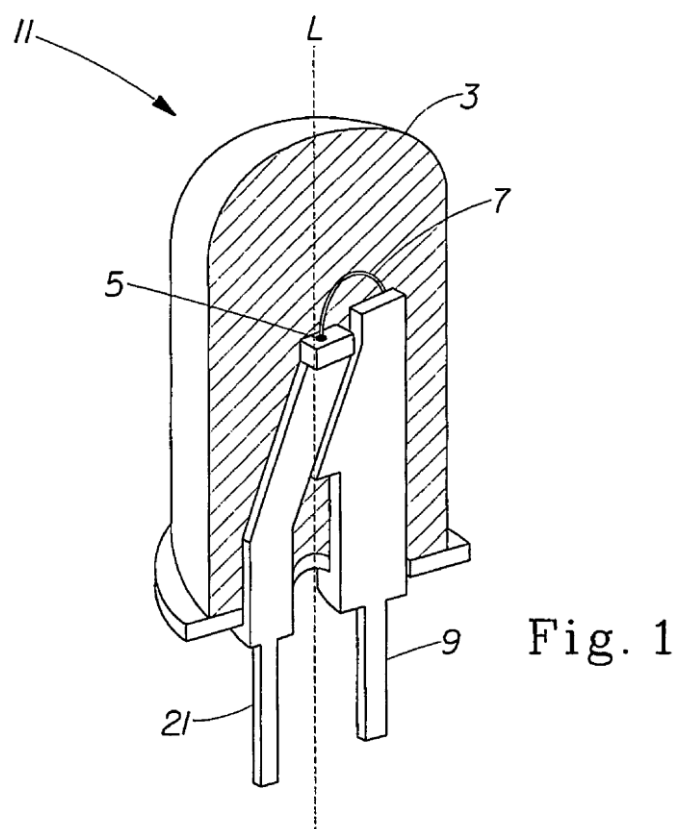
El cepillo dental eléctrico iluminado puede ser envasado como un kit con uno o más cabezales reemplazables que contienen un LED. Aunque el mango descrito está alimentado preferiblemente por batería, la invención también incluye otros suministros de energía bien conocidos, tales como un cable para su conexión a una toma o baterías recargables y un soporte/cargador asociado (no mostrado).

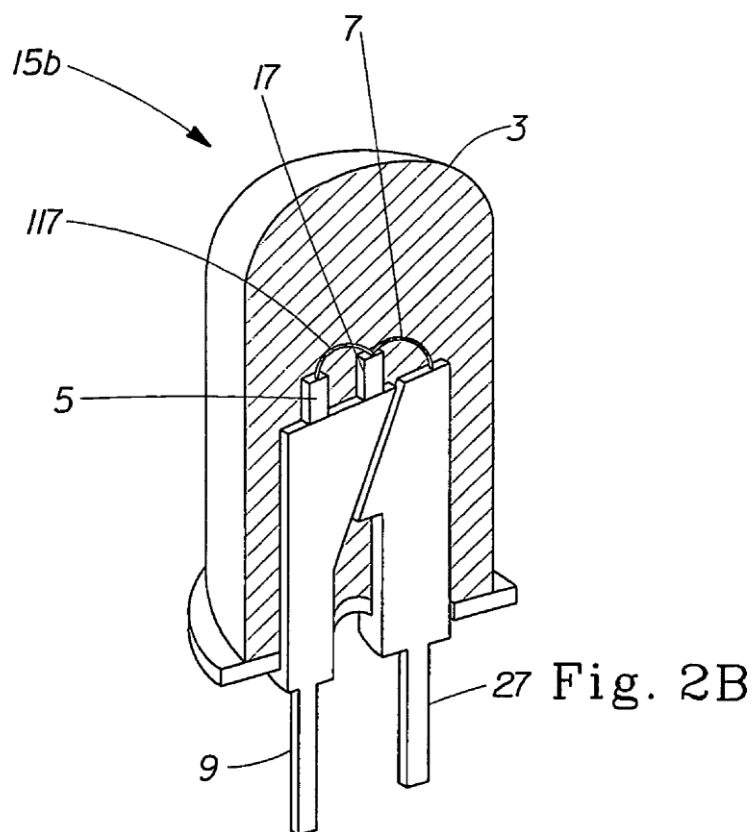
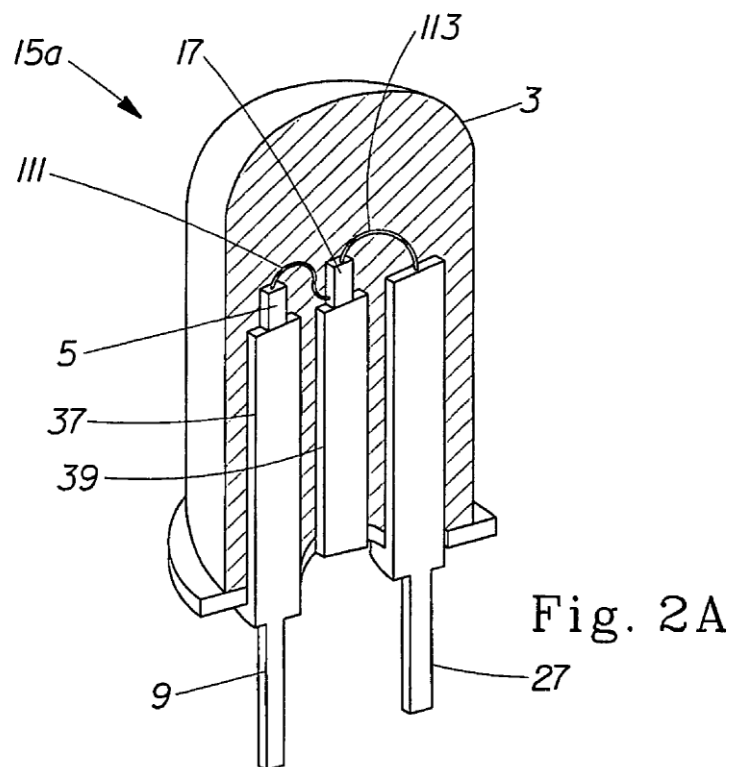
Tal como se ha descrito anteriormente, las diversas realizaciones del cepillo dental eléctrico iluminado pueden ser usadas junto con una composición blanqueadora. A continuación se describe un método representativo de blanqueamiento dental. Una vez obtenidos el cepillo dental iluminado y la composición, la composición se aplica en la superficie dental, es decir, en los dientes a blanquear. Preferiblemente, tal aplicación se realiza depositando una

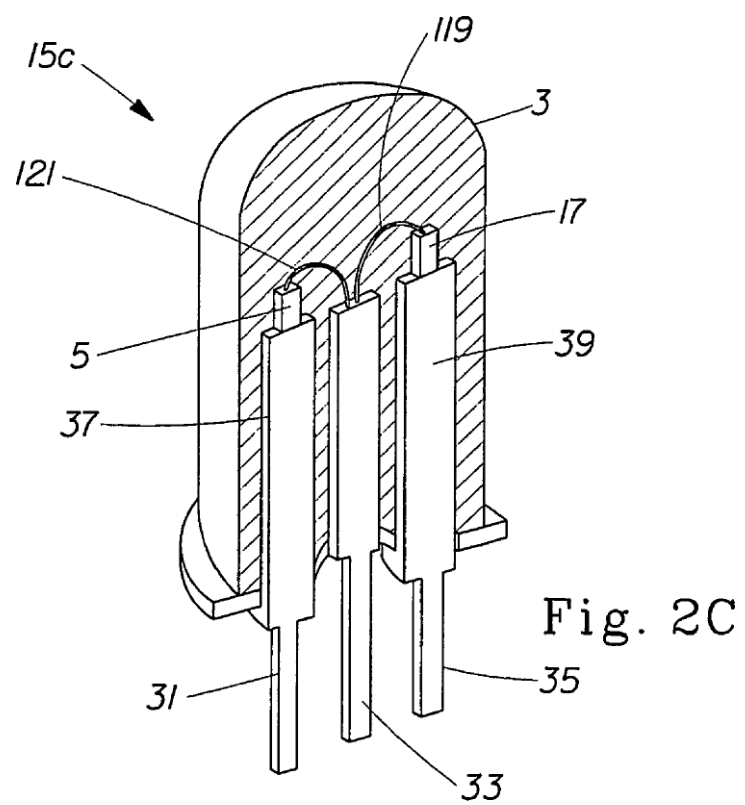
- cantidad eficaz de la composición en el soporte de cerdas del cepillo dental y aplicando a continuación la composición en las superficies a blanquear deseadas. De forma general, esta última etapa se realiza a modo de cepillado dental. De forma alternativa, la composición de blanqueamiento dental puede ser aplicada en los dientes por cepillado, pintado o como una tira aplicadora. A continuación, la unidad de emisión de luz del cepillo dental se activa y la luz emitida por el mismo se dirige hacia la composición aplicada. Se entenderá que las diversas técnicas de blanqueamiento de la presente invención incluyen estrategias variables en las que la luz es orientada hacia la superficie dental antes de la aplicación de la composición en la superficie dental, durante la misma y después de la misma. Preferiblemente, a continuación se lleva a cabo una operación de cepillado mientras la luz sigue irradiando la composición aplicada en la superficie dental en cuestión.
- Este proceso de blanqueamiento es meramente ilustrativo. La presente invención incluye una amplia gama de técnicas de blanqueamiento. De forma adicional, se contempla que una operación de cepillado convencional pueda realizarse antes de una operación de blanqueamiento, durante la misma o después de la misma.
- La presente invención se ha descrito haciendo referencia a múltiples realizaciones. Evidentemente, tras la lectura y comprensión de esta memoria descriptiva será posible realizar modificaciones y alteraciones. Por ejemplo, en la presente invención es posible utilizar cualquier número de soportes de cerdas y de diseños de cerdas, además de uno o más LEDs. Se pretende incluir todas estas modificaciones y alteraciones, ya que las mismas están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un cepillo dental (10, 400, 1010) eléctrico iluminado, que comprende:
 - (a) un mango (12, 1012), un cabezal (16, 316, 416, 516, 616, 716, 816, 1016) y un cuello (14, 314, 414, 514, 814, 1014) que se extiende entre dicho mango y dicho cabezal, teniendo dicho mango una región (30) interior hueca, teniendo dicho cabezal cerdas (632, 732, 832, 834) dispuestas en el mismo y teniendo dicho cepillo dental eléctrico un eje longitudinal (19)
 - (b) al menos un diodo (75, 575, 675, 775, 875, 1075) emisor de luz dispuesto en dicho cabezal, en el que dicho diodo emisor de luz es alimentado por una corriente eléctrica; y
 - (c) uno o más soportes (20, 320, 420, 520, 820, 1020) de cerdas dispuestos en dicho cabezal, teniendo dichos soportes de cerdas una pluralidad de cerdas dispuestas en los mismos y que definen una dirección de cerda principal, en el que
dicho soporte (20, 320, 420, 520, 820, 1020) de cerdas está dispuesto móvil en dicho cabezal y conectado funcionalmente a un motor dispuesto en la región (30) interior hueca del mango (12, 1012) por un árbol (44) de accionamiento,
- caracterizado por que
dicho al menos un diodo (75, 575, 675, 775, 875, 1075) emisor de luz tiene una densidad de flujo entre 30 mW/cm^2 y 300 mW/cm^2 con una distancia (1200) de detector de 0,68 cm y con un área de orificio (1201) de detector de $0,46 \text{ cm}^2$, en el que dicho diodo emisor de luz tiene una temperatura de emisión inferior a 43°C con una distancia (1303) de emisión de 0,68 cm y con un tiempo de emisión de 2 minutos, y en el que dicho al menos un diodo emisor de luz emite luz que forma un semiángulo inferior a 50° , siendo la dirección de emisión de luz principal paralela con respecto a la dirección de cerda principal.
2. El cepillo dental eléctrico iluminado según la reivindicación anterior, en el que dicho cepillo dental además comprende un controlador (94) de corriente que suministra una corriente superior a 35 mA a dicho diodo emisor de luz, y en el que dicho motor, dicho controlador y dicha batería y dicho diodo emisor de luz forman parte de un circuito eléctrico.
3. El cepillo dental eléctrico iluminado de la reivindicación 1, en el que dicha corriente es una corriente directa continua superior a 35 mA.
4. El cepillo dental eléctrico iluminado de la reivindicación 1, en el que dicha corriente es una corriente directa pulsada que tiene un pico superior a 100 mA.
5. El cepillo dental eléctrico iluminado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho diodo emisor de luz está rodeado sustancialmente por un anillo de cerdas.
6. El cepillo dental eléctrico iluminado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho diodo emisor de luz comprende al menos dos sustratos semiconductores (5, 17) que tienen propiedades de emisión de luz y una lente común (3).
7. El cepillo dental eléctrico iluminado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho diodo emisor de luz emite luz que tiene una longitud de onda de 440 nm a 480 nm.







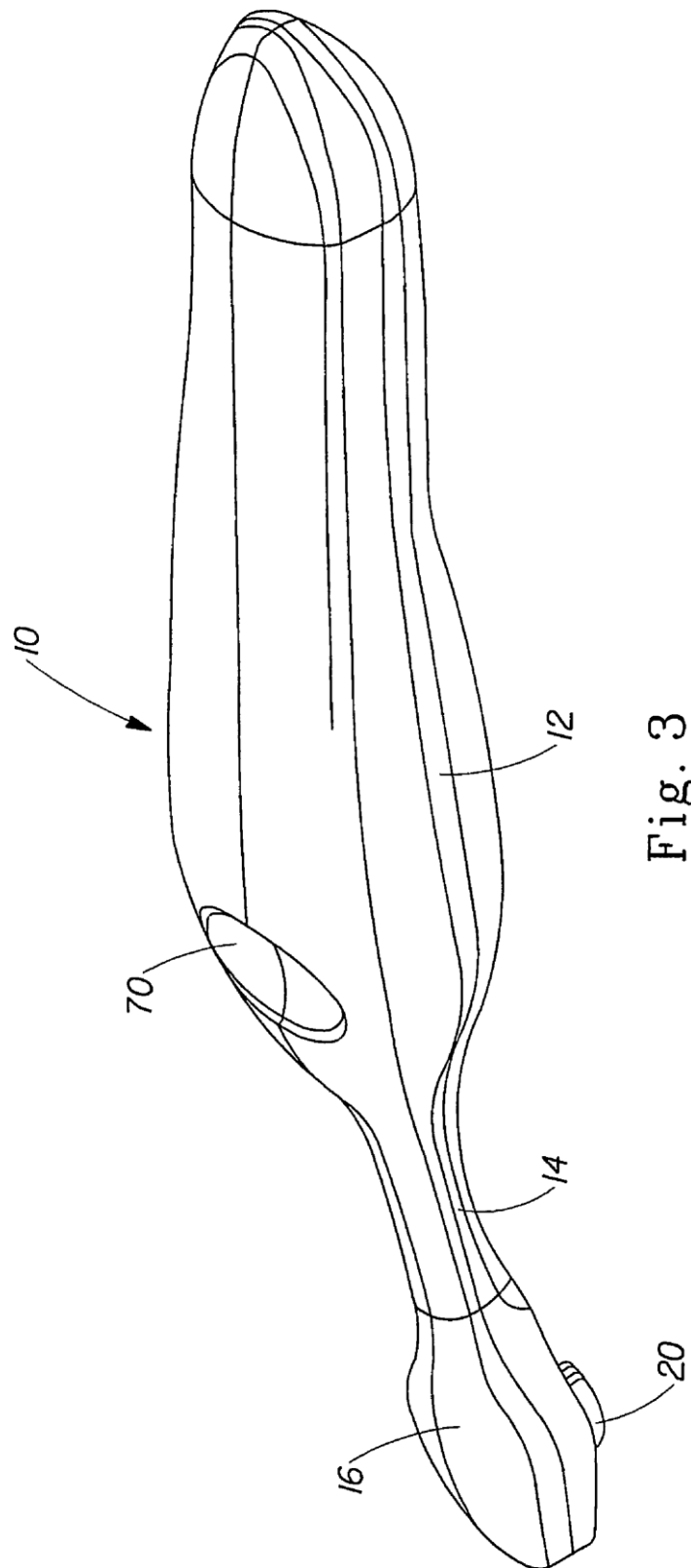


Fig. 3

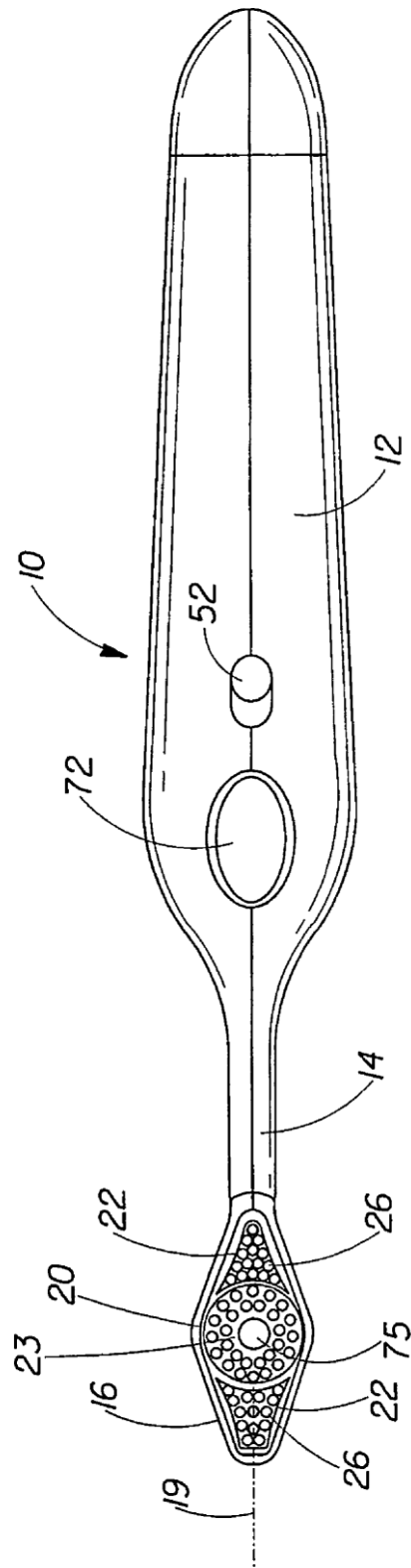
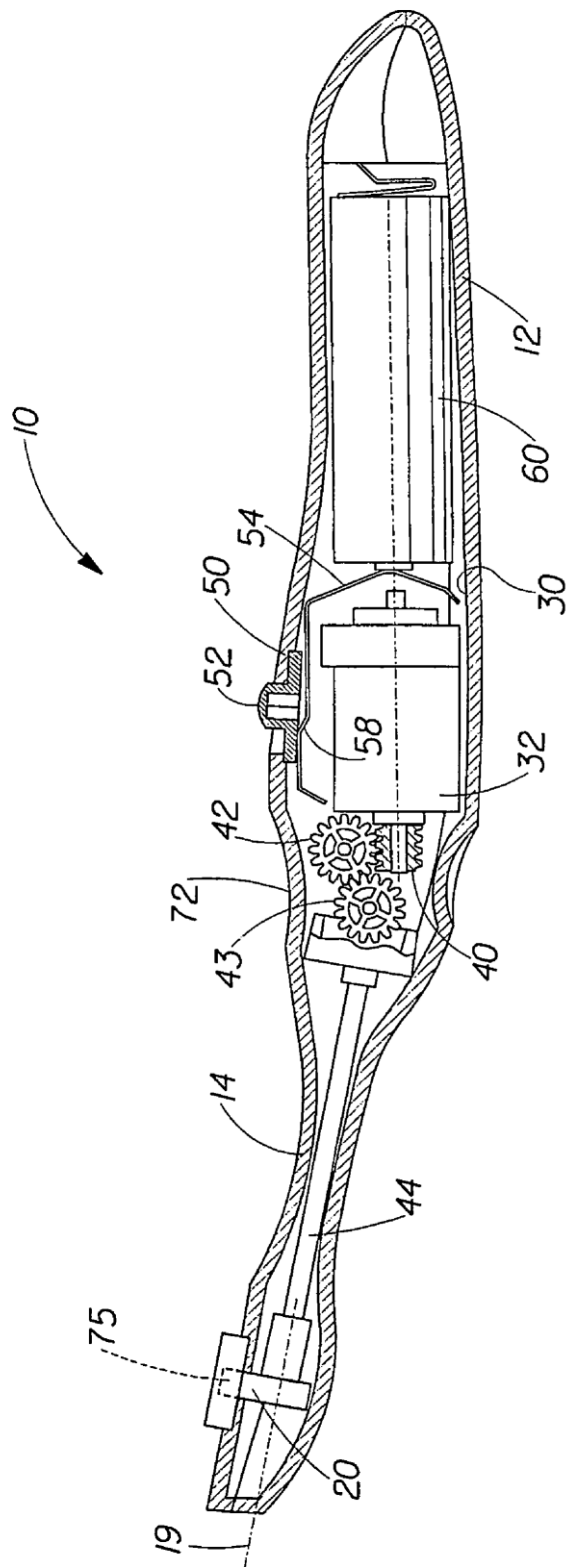


Fig. 4



Fi. 5.

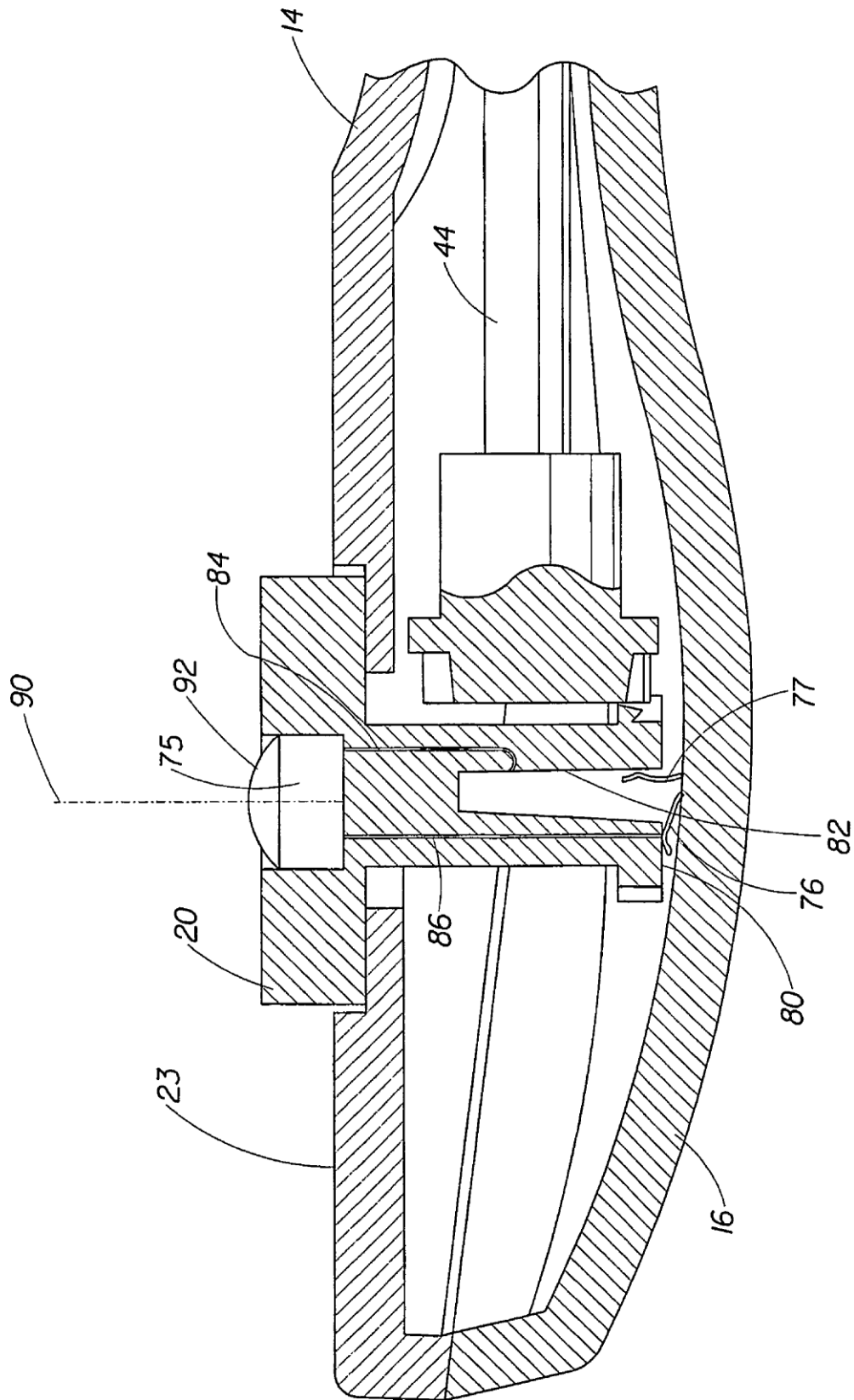


Fig. 6

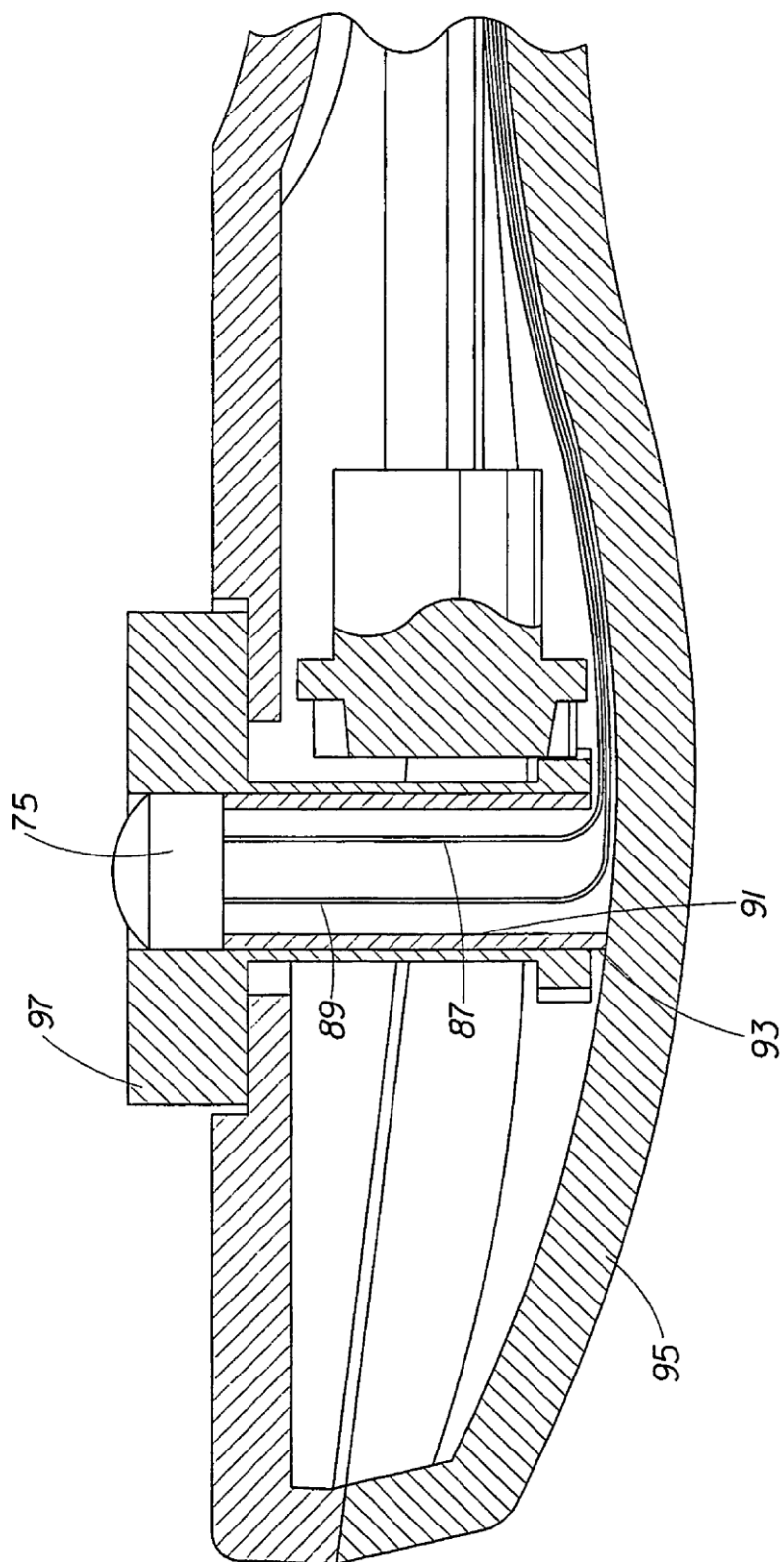


Fig. 6A

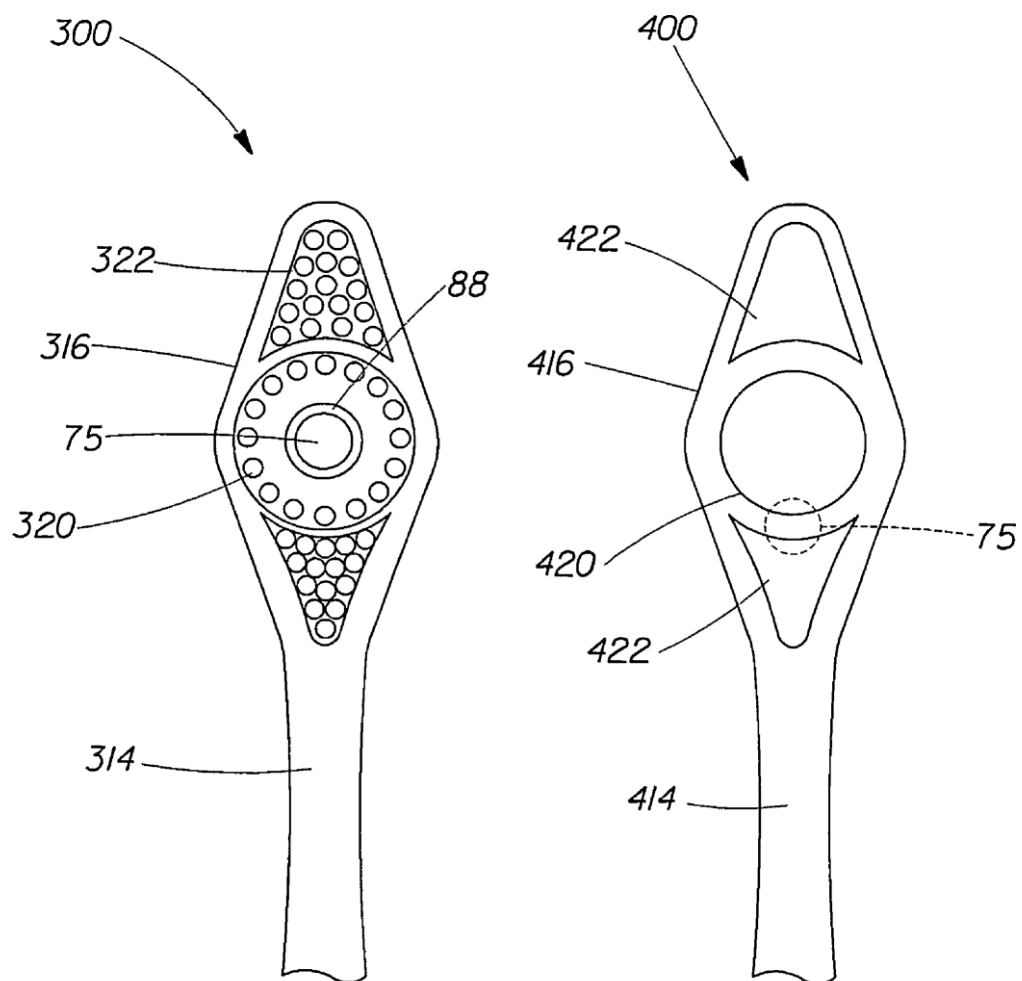


Fig. 7

Fig. 8

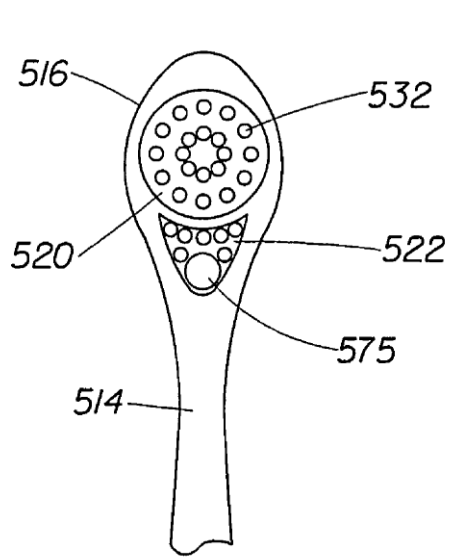


Fig. 9

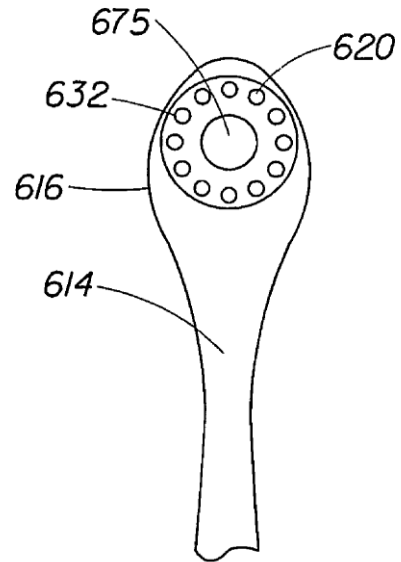


Fig. 10

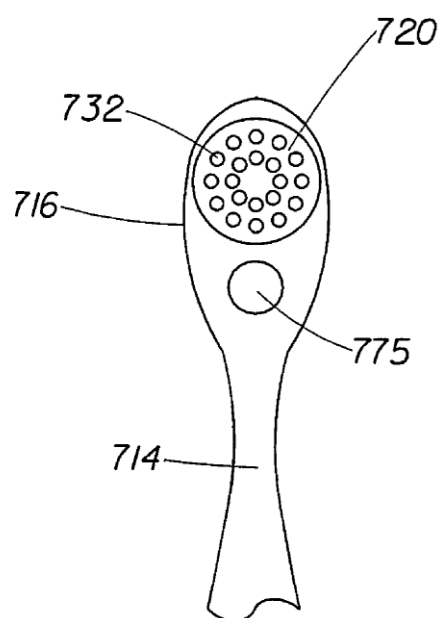


Fig. 11

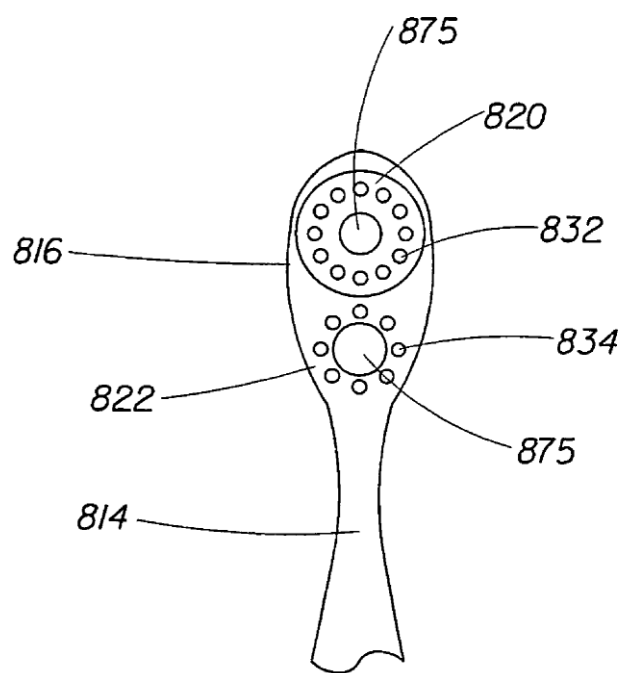


Fig. 12

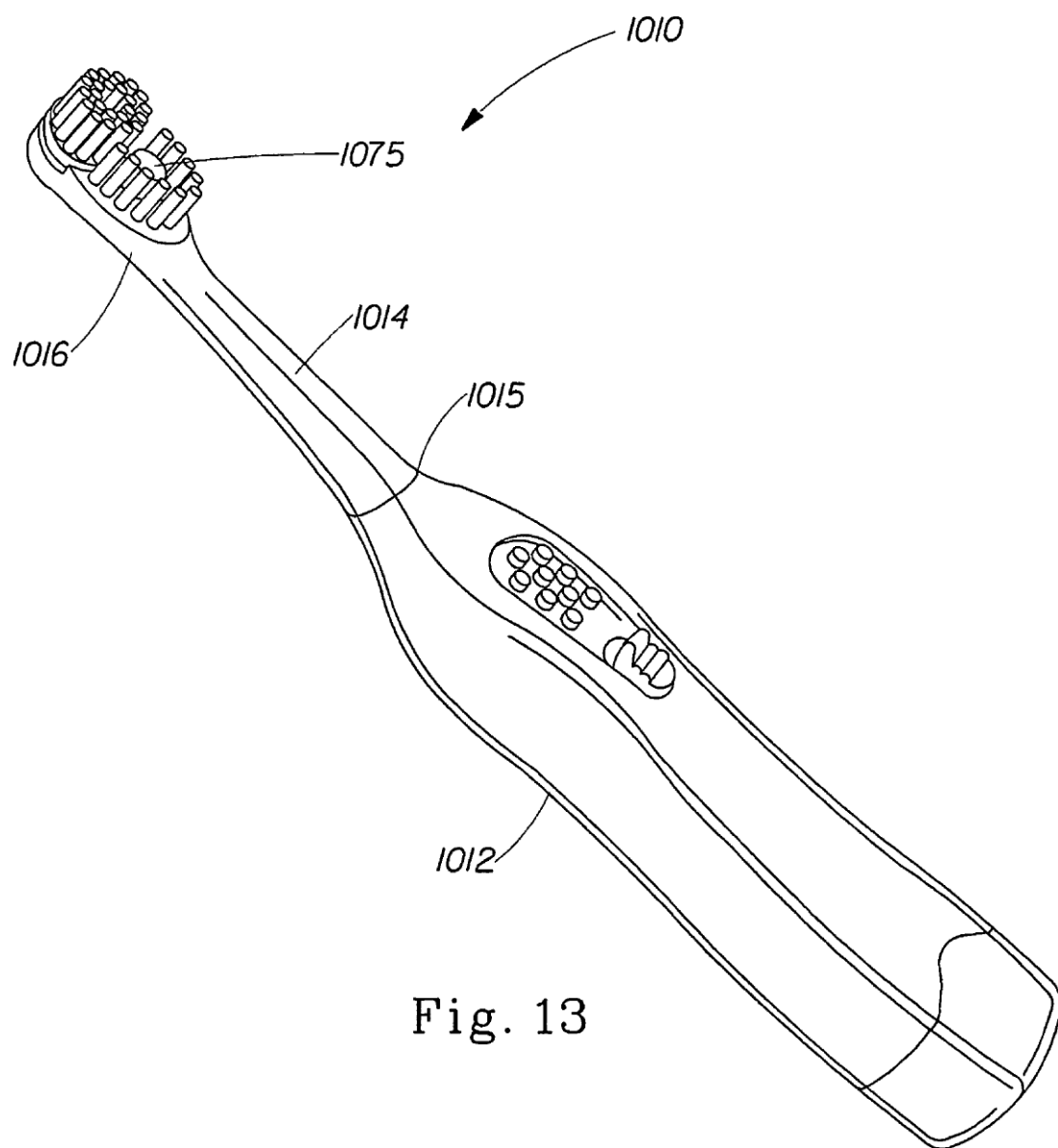


Fig. 13

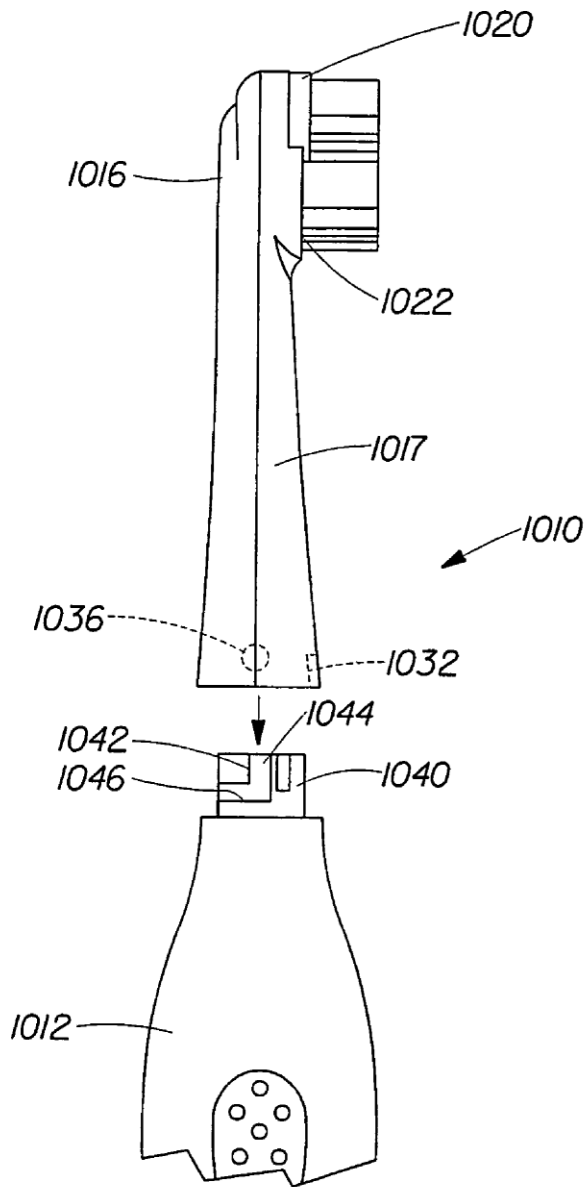


Fig. 14

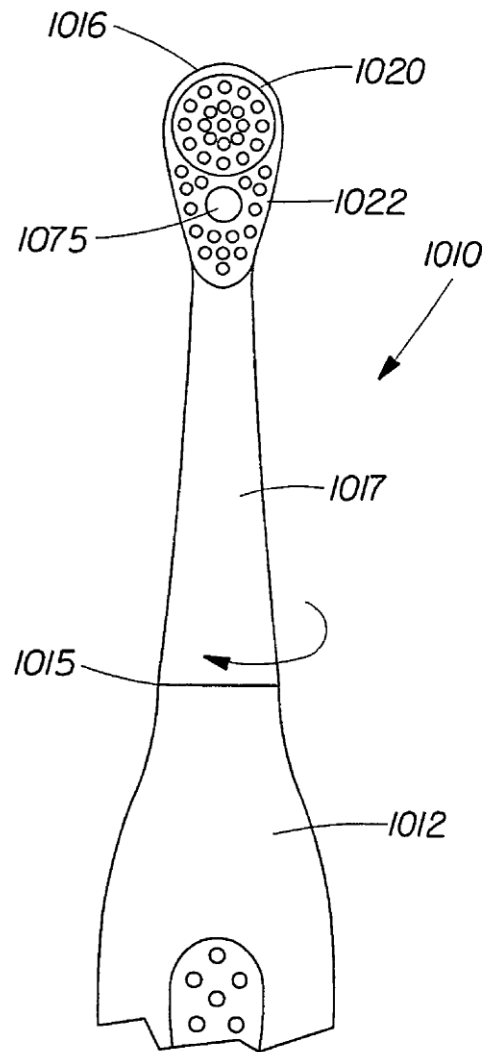


Fig. 15

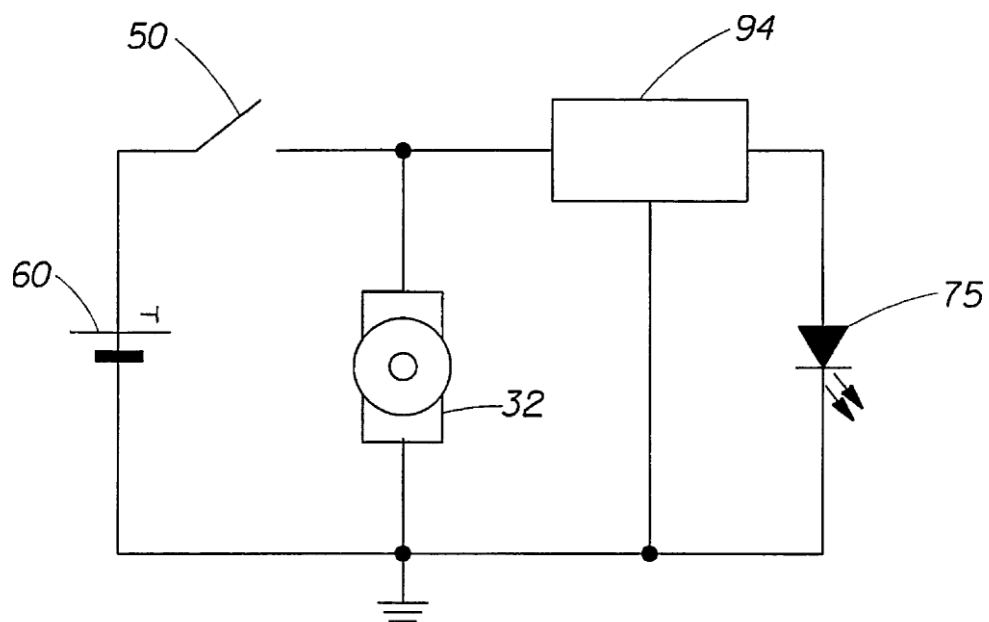


Fig. 16

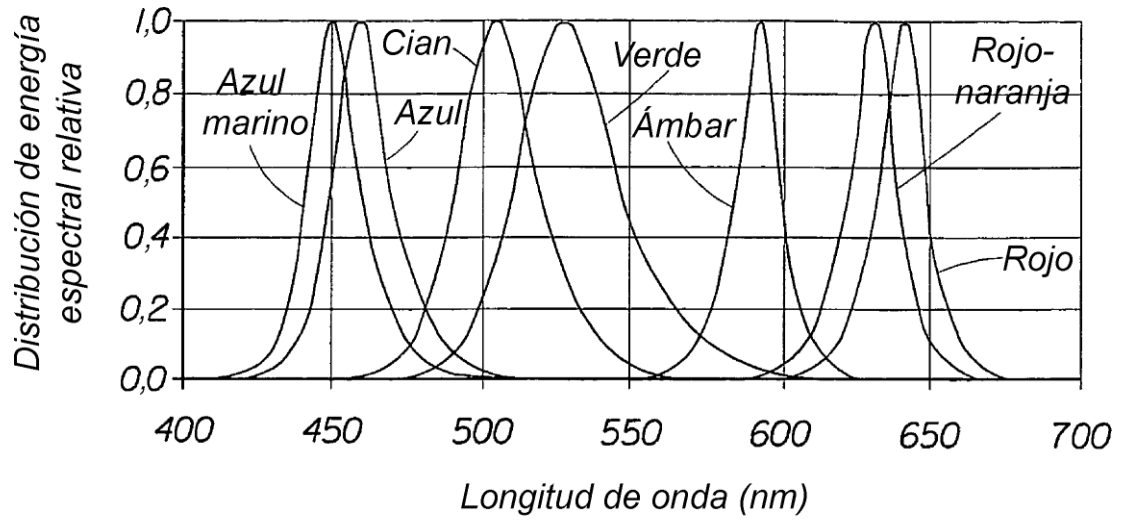


Fig. 17

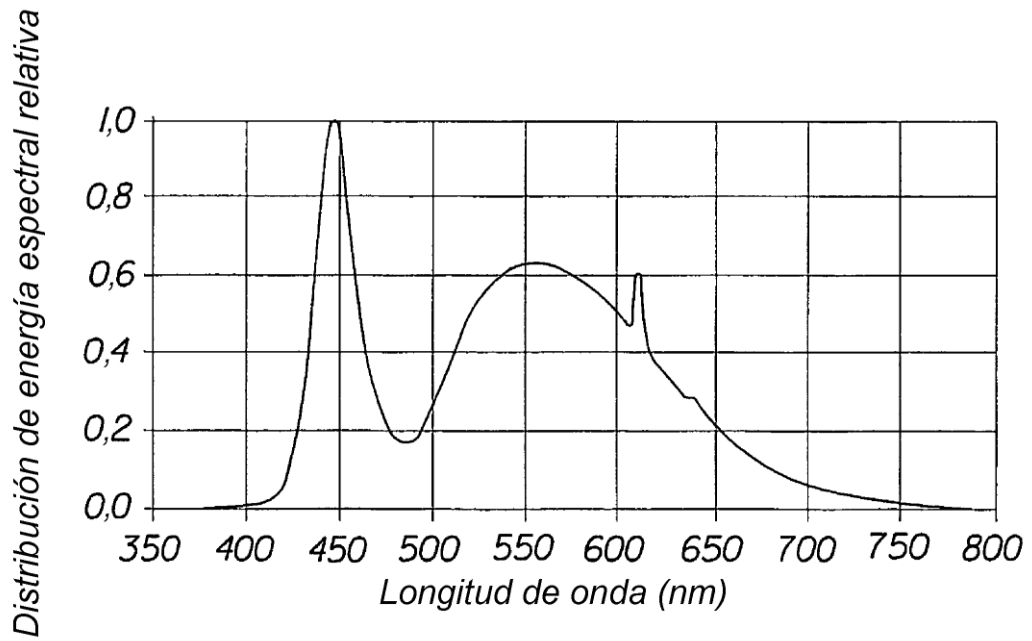


Fig. 18

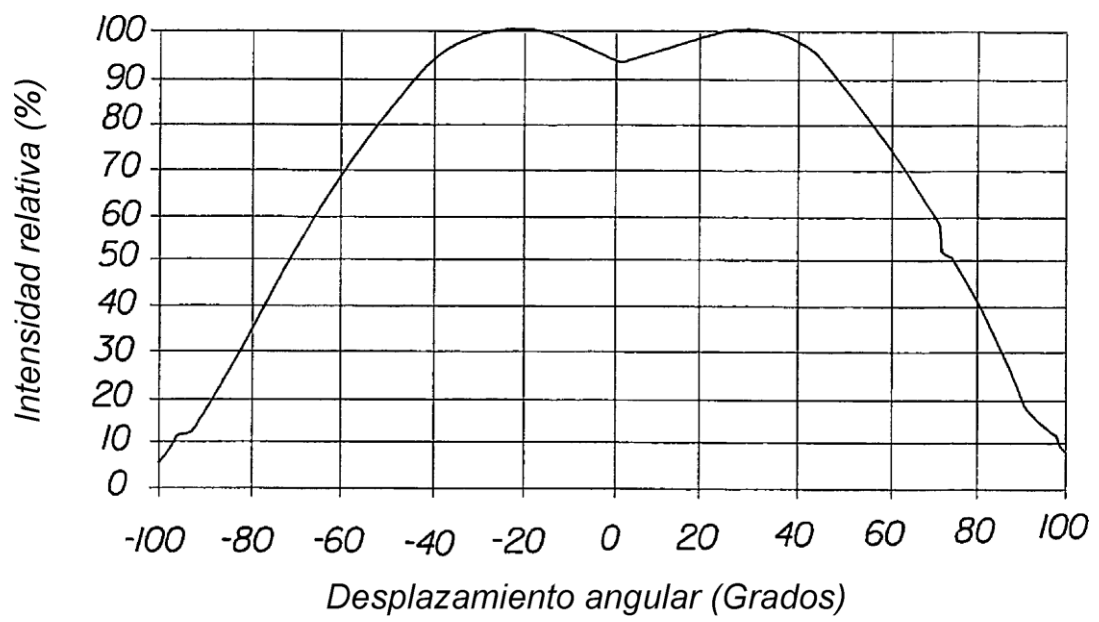


Fig. 19

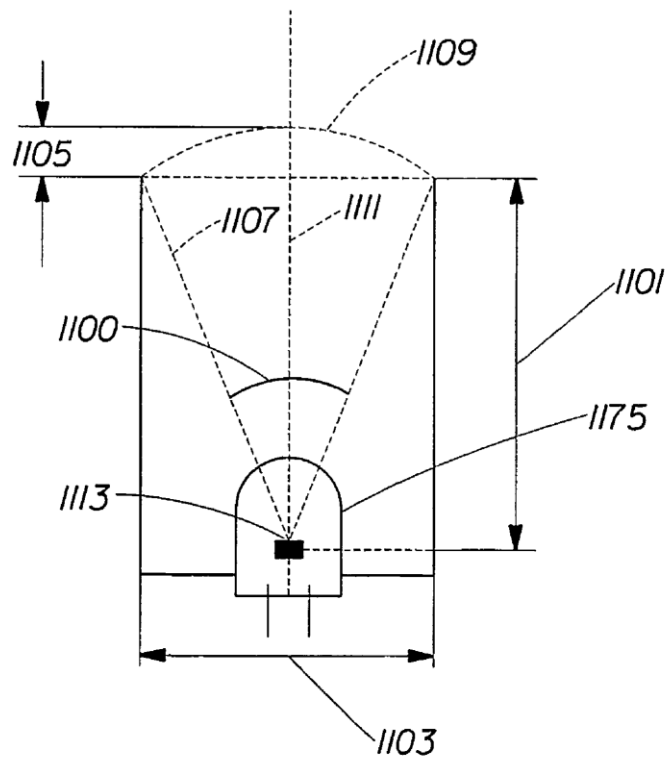


Fig. 20

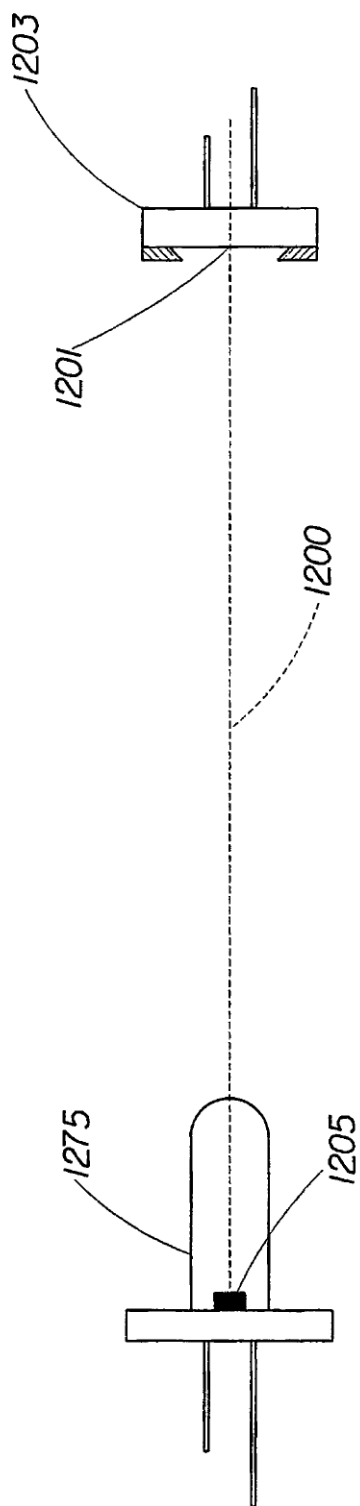


Fig. 21

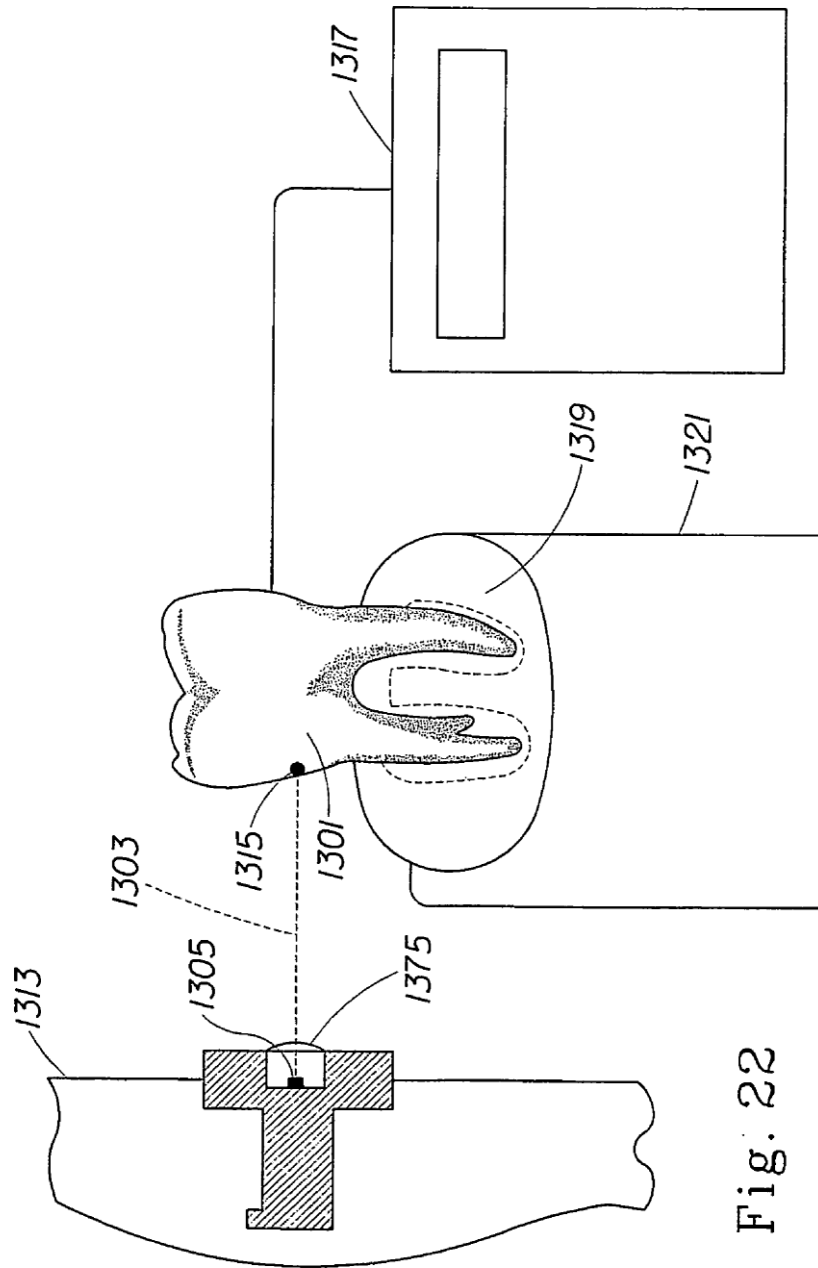


Fig. 22