

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 674**

51 Int. Cl.:

**A61C 17/22** (2006.01)

**A61C 17/20** (2006.01)

**A61C 17/34** (2006.01)

**A46B 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2014 PCT/US2014/072095**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15175018**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2014 E 14892102 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3142597**

54 Título: **Cepillo de dientes ultrasónico de alcance extendido espacialmente mejorado**

30 Prioridad:

**16.05.2014 US 201461994817 P**

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

**23.05.2019**

73 Titular/es:

**ROBERT T. BOCK CONSULTANCY LLC (100.0%)  
66 Drovers Lane  
Brewster, NY 10509, US**

72 Inventor/es:

**BOCK, ROBERT, T.**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 713 674 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Cepillo de dientes ultrasónico de alcance extendido espacialmente mejorado

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

- 5 La presente invención hace referencia a cepillos de dientes, y más en particular a cepillos de dientes que utilizan un mecanismo acústico sónico y ultrasónico para incrementar la efectividad de los cepillos de dientes y proporcionar una higiene bucal mejorada.

2. Descripción de la técnica anterior

10 Algunas de las primeras muestras de la técnica de cepillos de dientes eléctricos intentaban aumentar la velocidad de las vibraciones de las cerdas mediante diversos medios de frecuencia sónica y de frecuencia ultrasónica. Estos dispositivos se ejemplifican en las patentes de EE.UU. No.3,335,443 por Parisi, 3,809,977 por Balamuth, y 4,192,035 por Kuris. Estas propuestas no utilizaron ondas de presión ultrasónicas para producir un impacto sobre la placa y las bacterias periodontales en los dientes y encías; eran simplemente diseños de dientes mecánicos de vibración más rápida. No se conoce si alguna de estas patentes fue utilizada en los cepillos de dientes comercialmente disponibles.

15 El primer cepillo de dientes ultrasónico comercialmente disponible que utiliza ondas de presión ultrasónicas para ayudar a eliminar la placa y destruir las bacterias periodontales se basó en la Patente de EE.UU. 5,138,733 de Bock, que contenía un transductor piezoeléctrico en la punta del cepillo para generar las ondas de presión ultrasónicas, que eran transmitidas a través de las cerdas hacia los dientes y las encías. Si bien esto supuso un gran salto hacia adelante en el diseño de los cepillos de dientes, no resultó óptimo ya que una parte significativa de la energía de ultrasonidos generada por el transductor piezoeléctrico se perdía debido a diversos mecanismos estructurales de atenuación de los ultrasonidos. Las interfaces de material no son 100% eficientes. Cada interfaz de material a través de la cual ha de desplazarse la onda de ultrasonidos, tal como la interfaz del adhesivo al transductor y la interfaz del adhesivo al alojamiento que aseguran el transductor en el alojamiento, la interfaz del alojamiento al cabezal del cepillo, y la interfaz del cabezal del cepillo a las cerdas, reflejan parte de la energía de los ultrasonidos de vuelta hacia el transductor. Además, las cerdas finas con una relación de aspecto grande atenuaron parte de la energía ultrasónica generada por el transductor piezoeléctrico. Tanto en la Patente de EE.UU. No. 5,138,733 como en la Patente de EE.UU. No. 5,369,831 también por Bock, la transmisión de ultrasonido hacia la parte posterior del cabezal del cepillo se vio sumamente reducida debido a las numerosas interfaces de superficie y a unos materiales de alojamiento gruesos, que atenuaron la energía de ultrasonidos hacia el lado posterior del cabezal del cepillo. No obstante, la Patente de EE.UU. No. 5,138,733 y la Patente de EE.UU. No. 5,369,831 todavía representaba la mejor solución para los cepillos de dientes ultrasónicos en su momento.

La Patente de EE.UU. No. 7,269,873 B2 por Brewer et. al, titulada "Ultrasonic toothbrushes employing an acoustic waveguide" (cepillos de dientes ultrasónicos que emplean un guíaondas acústico) representa la siguiente mejora tecnológica en el arte. La patente de Brewer es esencialmente una modificación de la patente 5,138,733 por Bock, en donde Brewer proporciona una mejora en la eficacia de la transmisión de las ondas de presión ultrasónicas desde el transductor a través de la pasta de dientes y los fluidos en la boca, hasta los dientes y encías mediante la adición de un guíaondas, que es más eficiente en cuanto a la transmisión de ondas ultrasónicas hacia los dientes y encías que las cerdas en la patente 5,138,733 por Bock. Sin embargo, el guíaondas sugerido por Brewer, aunque más eficiente que las cerdas en la divulgación de Bock y en la práctica de la misma, aún atenúa la energía ultrasónica producida por el transductor, tanto por las interfaces del guíaondas al transductor como por el propio guíaondas. En un intento de maximizar la emisión de energía ultrasónica del guíaondas acústico hacia los dientes y encías, Brewer utiliza un elemento que refleja el ultrasonido (ver FIG. 1 referencia 28) o una cámara de aire alternativa (ver FIG. 4) en la parte posterior del transductor ultrasónico. En el arte se conoce que las cámaras de aire reflejan y detienen la propagación de las ondas de presión ultrasónicas. Tanto el elemento que refleja los ultrasonidos como la cámara de aire van a aislar la emisión de ondas ultrasónicas de la parte posterior del cabezal del cepillo y de los labios y mejillas.

La Patente de EE.UU. No. 7,849,548 B2 por Bock representa la siguiente mejora tecnológica en cuanto a cepillos de dientes ultrasónicos. En esta divulgación, Bock elimina toda la atenuación estructural de la energía de los ultrasonidos emitidos por el transductor piezoeléctrico hacia los dientes y encías, sacando el transductor del cabezal del cepillo y poniéndolo en contacto directo con la pasta de dientes y los fluidos entre el cepillo de dientes y los dientes y encías, aumentando sumamente la eficiencia y la eficacia del diseño. No hay ninguna interfaz de superficie o cualquier otro material que atenúe la energía de ultrasonidos entre el transductor y los fluidos de la cavidad bucal en el lado de las cerdas y de los dientes y encías. Sin embargo, de forma similar a Brewer, Bock también propuso una espuma de célula cerrada que refleja los ultrasonidos (ver FIG. 1 referencia 40) en la parte posterior del

transductor ultrasónico, la cual aísla la emisión de ultrasonidos de la parte posterior del cepillo de dientes y de los labios y mejillas.

Tanto la Patente de EE.UU. No. 7,269,873 B2 por Brewer et. al, como la Patente de EE.UU. No. 7,849,548 B2 por Bock divulgan las hasta ahora técnicas de construcción estándar de la técnica de los transductores ultrasónicos a lo largo de la historia, en donde el objetivo ha sido siempre maximizar la emisión de ultrasonidos desde el único lado de "trabajo" del transductor mediante la aplicación de materiales que reflejan los ultrasonidos y cámaras de aire que reflejan ultrasonidos en el lado "posterior" de no trabajo del transductor. Esta maximización de la emisión de ultrasonidos del único lado de trabajo redujo significativamente, y en la mayoría de los casos eliminó la emisión de ultrasonidos del lado posterior de no trabajo de los transductores.

La Solicitud de Patente de EE.UU. US 20130115571 A1 por Emecki divulga un dispositivo en donde las cerdas del cepillo de dientes están directamente fijadas a un lado del transductor para actuar como guíasondas y transferir la energía de oscilación mecánica a los dientes. Aunque Emecki no describe los detalles de construcción del cabezal del cepillo, queda claro a partir de la Fig. 2 de la divulgación que las oscilaciones mecánicas quedan limitadas o completamente eliminadas por una cámara de aire o material reflectante en la parte posterior del transductor. Toda la descripción y todo el esfuerzo de Emecki se centra en maximizar la emisión de oscilaciones mecánicas en las cerdas.

La solicitud de Patente de EE.UU. US 2009 0211041 A1 por Bock divulga un cepillo de dientes ultrasónico para su aplicación en la higiene bucal diaria. El cepillo de dientes tiene un transductor ultrasónico en contacto directo con los fluidos en la cavidad bucal. La atenuación de ondas ultrasónicas entre el transductor y la cavidad bucal es minimizada, extendiendo el alcance de las ondas ultrasónicas proporcionando el nivel más alto posible de emisión ultrasónica del cabezal del cepillo.

Si bien el progreso hasta la fecha ha sido significativo, sigue siendo un hecho que la técnica de los cepillos de dientes ultrasónicos se ha centrado en, y solamente ha tenido éxito hasta la fecha en eliminar la placa y las bacterias periodontales de forma efectiva de las superficies de los dientes y de las encías.

Muchas personas sufren de diversas enfermedades bucales, tal como la Estomatitis Aftosa Recurrente (EAR), conocida comúnmente como aftas, liquen plano (LP), que es una enfermedad inflamatoria crónica con áreas erosivas o ulcerosas dolorosas en su mayoría en las mejillas internas enfrentadas a los dientes, y mucositis (lesiones ulcerosas dolorosas), que está causada por la quimioterapia anticancerígena, que aparece en la mucosa bucal y labial, las superficies internas de las mejillas y los labios.

Las lesiones ulcerosas de la mucositis son colonizadas por microorganismos bacterianos oportunistas, que crean infecciones secundarias haciendo que el proceso de quimioterapia, ya difícil de manejar, sea incluso menos tolerable. Existe evidencia en la comunidad científica para apoyar que la EAR y el LP son una respuesta inmune aberrante a la presencia de flora bucal. Por tanto, podría esperarse un efecto beneficioso de la reducción de la carga bacteriana bucal. El tratamiento con agentes inmunosupresores, tales como los corticosteroides sistémicos o tópicos, reducirán la actividad de EAR y LP en la mayoría de pacientes con la enfermedad. Desafortunadamente, esta reducción es transitoria, y las lesiones vuelven a presentarse rápidamente cuando se interrumpe el tratamiento. Debido a los significativos efectos secundarios sistémicos de los corticosteroides, tales como glaucoma, retención de líquidos, aumento de la presión sanguínea, cambios en el estado anímico, osteoporosis, y más, los tratamientos con corticosteroides inmunosupresores no pueden ser tolerados durante un periodo de tiempo prolongado; los tratamientos con corticosteroides inmunosupresores son únicamente soluciones temporales a corto plazo. Por lo tanto, una modalidad terapéutica efectiva que sea bien tolerada durante un largo periodo de tiempo sería de gran valor.

El cepillo de dientes ultrasónico es una modalidad bien tolerada sin ningún efecto secundario. Se ha demostrado mediante estudios clínicos que la cantidad limitada de ultrasonidos emitidos desde el lado posterior del cepillo de dientes ultrasónico de primera generación, basado en la patente de EE.UU. No. 5,138,733 tienen un efecto beneficioso modesto (un 46% de reducción en la duración de las lesiones por EAR, además de reducir el número de lesiones que se desarrollan) en la estomatitis aftosa recurrente. Este efecto modestamente beneficioso del cepillo de dientes ultrasónico de primera generación quedó limitado por la atenuación estructural de las ondas de presión ultrasónicas que escapan a través de la parte posterior del cabezal del cepillo, entrando en contacto con las superficies interiores de los labios y mejillas.

De manera que, incluso los cepillos de dientes ultrasónicos del estado del arte más reciente no son óptimamente eficientes para atacar y destruir las diversas bacterias bucales que residen y colonizan el interior de los labios y mejillas internas enfrentadas a los dientes y encías, que causan EAR y LP.

A la técnica le falta aún la oportunidad para, de forma conveniente y concurrente con la eliminación de placa y bacterias periodontales de los dientes y encías, también proporcione alivio para la EAR y el LP y mejore el estado de salud de las personas que sufren EAR y LP.

5 En resumen, la EAR y el LP son ambas respuestas inmunes aberrantes relacionadas con la flora bucal, que esperan aún un alivio efectivo, mediante una modalidad bien tolerada, sin agentes inmunosupresores y sus efectos secundarios sistémicos.

El cepillo de dientes ultrasónico que es una modalidad bien tolerada es un buen candidato, pero la búsqueda de un dispositivo multi-propósito sumamente efectivo espacialmente no se ha satisfecho aún.

#### Resumen de la invención

10 Respondiendo a las necesidades descritas anteriormente, el objeto de esta invención es proporcionar métodos y dispositivos, que además de eliminar la placa y las bacterias periodontales de los dientes y las encías también trate de forma efectiva diversos problemas de salud e higiene bucal, tal como la EAR y el LP originados en una respuesta inmune aberrante a la presencia de la flora bucal en los labios y mejillas, y proporcionar alivio a la mucositis destruyendo los microorganismos bacterianos oportunistas que colonizan las lesiones por mucositis, de forma  
15 conveniente y concurrente con el régimen diario del cepillado de dientes.

La invención logra estos objetivos mediante el desarrollo y la divulgación de un nuevo cepillo de dientes ultrasónico espacialmente mejorado de acuerdo a las reivindicaciones 1 y 10 que emplean un sistema de montaje de un nuevo transductor piezoeléctrico no atenuado de alta eficiencia, en donde el transductor está expuesto en dos lados del  
20 cabezal del cepillo. El transductor piezoeléctrico está expuesto y sobresale entre las cerdas en contacto directo con la pasta de dientes y los fluidos bucales hacia los dientes y encías, para tratar las bacterias periodontales y eliminar la placa de los dientes y las encías, e igualmente importante, está también expuesto en la parte posterior del cabezal del cepillo en contacto directo con los fluidos bucales y con las superficies del interior de los labios y mejillas, distribuyendo ondas de presión de ultrasonidos no atenuadas altamente eficientes para tratar la flora bucal y los tejidos de la cavidad bucal opuestos a los dientes y encías. La intensidad de estas ondas de presión de ultrasonidos  
25 no atenuadas es de más del doble del cepillo de dientes ultrasónico de primera generación, tanto en el lado de las cerdas como en particular en el lado posterior del cabezal del cepillo. Al contrario que los tratamientos temporales de EAR y LP, mediante corticosteroides inmunosupresores, la modalidad con ultrasonidos es una modalidad bien tolerada a largo plazo durante años de aplicación diaria sin limitación, proporcionando un alivio a largo plazo de EAR, LP, y mucositis en un paciente.

30 El nuevo método comprende el tratamiento de lesiones por EAR, LP y mucositis de la cavidad bucal sometiendo la flora bucal que coloniza las lesiones, a ondas de presión ultrasónicas en una frecuencia de entre 20 kHz y 20 MHz, más habitualmente dentro de una frecuencia de 750 kHz y 2 MHz, a una intensidad no atenuada de 0,02 a 0,5 W/cm<sup>2</sup>, más habitualmente dentro de 0,035 a 0,150 W/cm<sup>2</sup> ya sea de forma concurrente, en conjunción con, o independientemente del régimen diario de cepillado de dientes.

35 Por consiguiente, la nueva invención de un cepillo de dientes ultrasónico espacialmente mejorado comprende una parte de empuñadura y una parte de cabezal de cepillo. La parte de cabezal de cepillo soporta los mechones de cerdas en un lado y que sobresalen a través del cabezal hacia las superficies internad de las mejillas y labios en el lado opuesto de los mechones de cerdas. La parte de empuñadura contiene un conjunto de batería, un motor electrónico para generar vibraciones táctiles de frecuencia sónica de la parte de cabezal de cepillo, un módulo de control electrónico para generar la corriente de frecuencia ultrasónica para energizar el transductor ultrasónico y para proporcionar control de las demás funciones en el cepillo de dientes, tal como el control de la velocidad del motor, y el control de la carga de la batería. El sistema del cepillo de dientes también puede incluir un soporte para la carga de batería para proporcionar la corriente primaria para cargar la batería en la empuñadura, habitualmente por medios de corriente conductiva.

45 El transductor ultrasónico que está expuesto directamente a la pasta de dientes y el fluido dental en la cavidad bucal a ambos lados del cabezal del cepillo, en medio de las cerdas en un lado y opuesto a las cerdas en el otro lado, es uno de los pasos principales de la invención. La exposición directa del transductor a los fluidos dentales elimina completamente cualquier atenuación estructural de la energía de ultrasonidos antes de que sea transmitida a los fluidos dentales, los dientes y las encías, y las superficies circundantes de la cavidad dental.

50 Se ha mostrado en estudios de laboratorio que sin contacto físico con las cerdas incluso las ondas de presión ultrasónicas altamente atenuadas, emitidas por el cepillo de dientes ultrasónico de primera generación desde una distancia de 5 mm, a través de un caldo de infusión cerebro-corazón que simula fluidos gingivales (a) rompió la cadena bacteriana Streptococcus Mutans, (b) redujo el grosor de la biopelícula sobre la superficie del esmalte, y (c) dañó la pared celular del Streptococcus mutans. Los resultados mostraron que el ultrasonido también tiene alguna  
55 influencia en la pared celular y componentes intracelulares del Streptococcus mutans, lo que sugiere que los

ultrasonidos inhiben la adherencia de *Streptococcus mutans* en superficies esmaltada. Este es el mecanismo que hace posible una eliminación de placa mejorada por parte de las cerdas del cepillo de dientes de primera generación.

5 La presente invención transmite a los tejidos ondas de presión ultrasónicas no atenuadas de intensidad significativamente más elevada y más eficientes, generando una cavitación suave en los fluidos de la cavidad bucal. En combinación con el movimiento de dinámica de fluidos generado por la vibración de cerdas en frecuencia sónica, la invención mejora significativamente la capacidad del cepillo de dientes para eliminar sustancialmente toda la placa de las superficies de los dientes y encías, y para destruir las colonias bacterianas más alejadas del alcance de las cerdas tanto como de 7 a 10 mm entre los dientes y en el interior de las bolsas periodontales.

10 Las ondas de presión ultrasónicas no atenuadas de la parte posterior del cabezal del cepillo tratan, dañan, interrumpen y desorganizan las colonias bacterianas que residen en las superficies internas de las mejillas y labios de la cavidad bucal, mitigando los efectos de EAR y LP y mucositis hasta el grado en que no fue posible anteriormente en la técnica.

15 La invención, sin ningún esfuerzo extra por parte del usuario, extiende el régimen diario del cepillado de dientes a un régimen de higiene bucal completo no disponible previamente.

#### Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 muestra una sección transversal longitudinal y un esquema de la invención que consiste en la parte de cabezal del cepillo que incorpora los mechones de cerdas y el transductor ultrasónico expuesto, y la parte de empuñadura que contiene el motor de accionamiento, los controles electrónicos y una batería.

20 La FIG. 2 muestra la sección transversal del cabezal del cepillo y la exposición del transductor piezoeléctrico de ultrasonidos no atenuado.

La FIG. 3A y 3B muestra configuraciones de un transductor de múltiples elementos para extender las áreas de contacto del transductor no atenuado con la mucosa.

La FIG. 4 muestra una vista transversal lateral de un conjunto de cabezal de cepillo extraíble.

25 La Fig. 5 y la FIG. 6 muestran dos vistas transversales de otra realización de un conjunto de cabezal de cepillo extraíble.

La Fig. 7 y la Fig. 8 muestran dos vistas transversales de dos realizaciones de un conjunto de un cabezal aplicador de ultrasonidos.

#### Descripción de las realizaciones preferentes

30 En el título y en la siguiente discusión el término “espacialmente mejorado” hace referencia a la efectividad multidireccional de un cepillo de dientes en el espacio, versus el cepillo de dientes convencional, que es efectivo únicamente en un lado, que se encuentra hacia las cerdas.

35 Los términos “ultrasonidos” y “ultrasónico” y “ondas de presión ultrasónicas” hacen referencia a energía acústica ya sea en ultrasonidos de onda continua o en una modalidad ultrasónica de tipo tren de pulsos repetitivo que tiene una frecuencia operativa a partir de 20 kHz. Las referencias realizadas a los términos “sónico” y “vibraciones sónicas” utilizadas en los cepillos de dientes hacen referencia a vibraciones físicas o movimientos oscilantes significativamente por debajo del umbral ultrasónico de 20 kHz, habitualmente en el rango de 100 a 500 Hertzios. El término “cavitación” en asociación con el cepillo de dientes hace referencia a la generación y/o dispersión de burbujas y la interacción entre la energía sónica o ultrasónica y las vibraciones con las burbujas dentro del entorno de fluidos bucales. El término “atenuación estructural” en asociación con ultrasonidos, hace referencia a los efectos de atenuación de las diversas interfaces de superficie y de los materiales utilizados comúnmente para alojar los transductores ultrasónicos y para transmitir ultrasonidos del transductor a la anatomía en cepillos de dientes ultrasónicos y otras aplicaciones ultrasónicas.

45 Los efectos dañinos de los ultrasonidos sobre las bacterias y las colonias bacterianas, y volver las colonias bacterianas inactivas se conocen bien y están bien documentados en la comunidad científica. Los estudios clínicos y de laboratorio de cepillos de dientes ultrasónicos de generaciones anteriores citados en el presente documento, son únicamente un pequeño grupo de ejemplos de efectividad de los ultrasonidos emitidos por el cepillo de dientes sobre las colonias y la placa bacteriana. Es bien conocido que la efectividad de los ultrasonidos está relacionada con la intensidad de la aplicación, de manera que es importante limitar las pérdidas de energía y maximizar la intensidad disponible de un transductor ultrasónico dentro de la limitación del umbral de calentamiento de los tejidos.

La invención del cepillo 30 de dientes ultrasónico de alcance extendido espacialmente mejorado en una configuración preferida se muestra en la FIG. 1 y la FIG. 2. El cepillo 30 de dientes comprende una parte de empuñadura 34, y una parte de cabezal 36 del cepillo construida de un material de plástico rígido o semi-rígido. La parte de empuñadura 32 contiene un conjunto de batería 38, un módulo 40 de control electrónico, y un motor 42 electrónico con un peso 44 excéntrico montado en el eje del motor 42. La parte de cabezal 36 del cepillo contiene un transductor 46 ultrasónico y uno o más mechones 48 de cerdas.

El conjunto de batería 38 es habitualmente una batería recargable de múltiples celdas de un sistema químico de NiCd o NiMH, que suministra aproximadamente 4,8 VDC al módulo 40 de control electrónico. El módulo 40 de control electrónico tiene múltiples funciones. Controla el motor 42 eléctrico para producir vibraciones 52 orbitales de frecuencia sónica de diversas velocidades, habitualmente entre 100 Hz y 500 Hz a preferencia del usuario, o ninguna vibración cuando la aplicación requiere que el cepillo de dientes emita únicamente ondas 50 de presión ultrasónica sin vibraciones de las cerdas a frecuencias sónicas. El módulo 40 de control electrónico en general amplificará la tensión de la batería mediante un circuito multiplicador de tensión en el rango de 9,6 VDC a 16,0 VDC en conjunto con la generación de la corriente de frecuencia ultrasónica a una frecuencia entre 20 kHz y 20 MHz, más habitualmente dentro de una frecuencia de 750 kHz y 2 MHz, para energizar el transductor 46 ultrasónico.

La parte 36 de cabezal del cepillo aloja los mechones 48 de cerdas y el transductor 46 ultrasónico. El transductor 46 ultrasónico está situado en el interior y sobresale del cabezal 36 del cepillo en dos direcciones para proporcionar la radiación espacial de las ondas 50 de presión ultrasónicas sin ninguna atenuación estructural de la energía de ultrasonidos que se irradia espacialmente.

El transductor 46 sobresale del cabezal 36 del cepillo entre los mechones 48 de cerdas hacia los dientes y encías en un lado y sobresale a través del cabezal 36 del cepillo en el lado opuesto de los mechones 48 de cerdas hacia las superficies internas de las mejillas y labios.

El transductor 46 se construye habitualmente de uno o más elementos de materiales piezoeléctricos duros, tales como materiales de cerámica con una composición de circotitanato de plomo PZT-4 o PZT-8. El material de PZT-4 es un candidato particularmente bueno para la aplicación del cepillo de dientes, ya que es capaz de producir grandes amplitudes de accionamiento mecánico a la vez que mantiene bajas pérdidas mecánicas y dieléctricas. Sin embargo, también están disponibles en la técnica diversos materiales diferentes para los transductores, tales como siliconas mono-cristalinas, materiales capacitivos micromecanizados, polímeros electroestáticos, y más estarán disponibles en el futuro para construir un transductor ultrasónico. Cuando está energizado por la corriente de la frecuencia ultrasónica suministrada por el módulo 40 de control electrónico a través del cableado 56 de interconexión hacia el transductor 46 ultrasónico, el transductor 46 se expande y se contrae en sintonía con la corriente de frecuencia ultrasónica, produciendo y transmitiendo ondas 50 de presión ultrasónica espacialmente hacia los materiales circundantes y que están en contacto, la pasta de dientes, los fluidos bucales, y los tejidos de la cavidad bucal. Para asegurar el mejor contacto íntimo posible con, y la transmisión de, las ondas 50 de presión ultrasónica en los labios y las mejillas, la superficie 54 del cabezal del cepillo opuesta a las cerdas 48 se construye con una configuración curva y el transductor ultrasónico está expuesto en el pico de esta superficie. Mientras que la FIG. 2 representa la configuración más simple construida de un único elemento, otras configuraciones avanzadas de múltiples elementos son posibles.

La FIG. 3A representa un transductor 58 ultrasónico en forma de "T" simétrica de dos elementos, mientras que la FIG. 3B representa un transductor 60 ultrasónico en forma de "T" curva ilustrativa de numerosas configuraciones posibles para incrementar las áreas de contacto con la mucosa de los labios y las mejillas, para ampliar adicionalmente la característica espacial del cepillo de dientes ultrasónico, y sin dejar pasar las lesiones algunas veces pequeñas pero dolorosas de EAR y LP y Mucositis.

La FIG. 4 representa una configuración de la invención del conjunto de cabezal de cepillo extraíble. El conjunto 70 de cabezal de cepillo extraíble comprende un elemento 72 estructural alargado sustancialmente rígido que tiene una parte 74 de base diseñada para asegurar el acoplamiento a una parte coincidente 73 de la empuñadura del cepillo de dientes, una parte 76 de cabezal de cepillo que aloja uno o más mechones 48 de cerdas y un transductor 46 ultrasónico. La electricidad de la frecuencia ultrasónica para energizar el transductor 46 es suministrada por un generador de corriente de frecuencia ultrasónica situado en la empuñadura del cepillo de dientes a través de un juego 82 de conector y un cableado 84 de conexión.

El transductor 46 ultrasónico sobresale de la parte 76 de cabezal de cepillo en dos direcciones para proporcionar una irradiación espacial de las ondas 50 de presión ultrasónicas sin ninguna atenuación estructural de la energía ultrasónica. El transductor 46 sobresale del cabezal 76 de cepillo entre los mechones 48 de cerdas en un lado, y sobresale a través del cabezal 76 de cepillo en el lado opuesto de los mechones 48 de cerdas.

La FIG. 5 y la FIG. 6 representan otra realización de un conjunto 90 de cabezal de cepillo extraíble. En esta realización el conjunto 90 de cabezal de cepillo comprende un vástago 92, que se desliza sobre, y se asegura en un eje 95 coincidente de la empuñadura del cepillo de dientes, una parte 76 del cabezal de cepillo que aloja uno o más

mechones 48 de cerdas y un transductor 46 ultrasónico. La electricidad de la frecuencia ultrasónica para energizar el transductor 46 se proporciona por un generador de corriente de frecuencia ultrasónica situado en la empuñadura del cepillo de dientes que se conecta a través de un juego 96 de conector deslizante accionado por resorte situado en una ranura 98 en la punta del eje 95 coincidente y cableado 84 de conexión.

5 El transductor 46 ultrasónico sobresale de la parte 76 de cabezal de cepillo en dos direcciones para proporcionar una irradiación espacial de las ondas 50 de presión ultrasónicas sin ninguna atenuación estructural de la energía ultrasónica. El transductor 46 sobresale del cabezal 76 de cepillo entre los mechones 48 de cerdas en un lado y sobresale a través del cabezal 76 de cepillo en el lado opuesto de los mechones 46 de cerdas.

10 La FIG. 7 representa una sección transversal de una configuración del conjunto 37 de cabezal del aplicador de ultrasonidos extraíble de la invención, que tiene un transductor 47 ultrasónico de un elemento. El conjunto 37 del cabezal aplicador de ultrasonidos extraíble tiene una construcción idéntica a la de los conjuntos 70 y 90 de cabezal de cepillo extraíble que se muestran en la FIG. 4 y la FIG. 5 respectivamente, con la excepción de que el conjunto 37 de cabezal aplicador de ultrasonidos extraíble no contiene ninguna cerda. Toda las notas de construcción contenidas en las descripciones de la FIG. 4 y la FIG. 5 de los conjuntos 70 y 90 del cabezal de cepillo son aplicables al  
15 conjunto 37 del cabezal del aplicador de ultrasonidos extraíble, con la excepción de las referencias a las cerdas.

El propósito del conjunto 37 del cabezal aplicador de ultrasonidos extraíble es proporcionar un accesorio opcional para el cepillo de dientes ultrasónico para aplicar un tratamiento por ultrasonidos no atenuados para lesiones por EAR, LP, o Mucositis en cualquier momento, independientemente del régimen de cepillado de dientes diario. El transductor 47 ultrasónico está expuesto en el pico de la superficie 54 curva del conjunto 37 del cabezal aplicador y las ondas 50 de presión ultrasónicas son dirigidas desde el transductor no atenuado a la flora bacteriana por los  
20 fluidos bucales sin la necesidad de la pasta de dientes.

La FIG. 8 representa una sección transversal de un conjunto 37 de cabezal aplicador de ultrasonidos extraíble que tiene un transductor 61 ultrasónico de dos elementos curvos elegidos para aumentar la superficie de contacto entre el transductor 61 y las lesiones en la cavidad bucal. Todas las notas de la construcción de la FIG. 7 son aplicables también a la FIG. 8.  
25

Todas las patentes y publicaciones citadas en el presente documento en la Declaración de Divulgación de Información anexa se incorporan en el presente documento a modo de referencia en su totalidad.

**REIVINDICACIONES**

1. Un cepillo de dientes ultrasónico que comprende:

- 5 a) una parte (36) de cabezal de cepillo que tiene al menos un mechón de cerdas compuesto de una pluralidad de cerdas (48) y al menos un transductor (46) ultrasónico que sobresale de dicha parte (36) de cabezal de cepillo entre las cerdas (48) en un lado y que sobresale a través de dicha parte (36) de cabezal de cepillo y expuesto opuesto a las cerdas en el otro lado, donde dicho transductor (46) ultrasónico irradia y acopla ondas (50) de presión ultrasónicas mediante el dentífrico y los fluidos en la cavidad bucal simultáneamente en múltiples direcciones hacia los dientes y encías y las superficies internas de las mejillas y los labios;
- 10 b) una parte (32) de empuñadura que contiene medios (40) que generan corriente electrónica de frecuencia ultrasónica y medios (56) de conexión de dicha corriente electrónica para energizar dicho transductor (46) ultrasónico situado en dicha parte (36) de cabezal de cepillo.

2. Cepillo de dientes según la reivindicación 1, en donde las ondas (50) de presión ultrasónicas multi-direccional irradiadas por dicho transductor (46) están no atenuadas y son operativas a una frecuencia entre 20 kHz y 20 MHz y producen una intensidad de ultrasonidos no atenuada de 0,02 a 0,5 W/cm<sup>2</sup>.

3. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 2, en donde las ondas (5) de presión ultrasónicas multi-direccionales irradiadas por dicho transductor (46) están no atenuadas y son operativas a una frecuencia entre 750 kHz y 2 MHz y producen una intensidad de ultrasonidos no atenuada de 0,035 a 0,150 W/cm<sup>2</sup>.

4. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 1 o 2, en donde dicha parte (36) de cabezal de cepillo es extraíble de dicha parte (32) de empuñadura e incluye medios (82, 96) para conectar de forma segura dicha parte de cabezal de cepillo a dicha parte de empuñadura, y medios (84) para conectar dicha corriente electrónica de frecuencia ultrasónica de dicha parte (32) de empuñadura para alimentar dicho transductor ultrasónico dentro de dicha parte (36) de cabezal de cepillo.

5. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 1 o 2, en donde el transductor (46) ultrasónico comprende al menos dos elementos del transductor que irradian ondas (50) de presión ultrasónicas, donde uno de dichos elementos del transductor irradia hacia los dientes y encías, irradiando el otro de dichos elementos del transductor hacia las superficies interiores de las mejillas y labios de la cavidad bucal.

6. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 1 o 2, que adicionalmente comprende un motor (42) asegurado a la estructura de dicha parte (32) de empuñadura que tiene medios para generar vibraciones (52) orbitales de dicha parte (32) de empuñadura y dicha parte (36) de cabezal de cepillo.

7. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 6, en donde la frecuencia de dichas vibraciones (52) orbitales se encuentra entre 100 Hz y 500 Hz.

8. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 6, que además comprende medios para generar de forma selectiva vibraciones (52) orbitales o no generar dichas vibraciones (52) orbitales de dicha parte de empuñadura y dicha parte (36) de cabezal de cepillo de acuerdo con los deseos del usuario.

9. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 6, en donde dicha parte (36) de cabezal de cepillo es extraíble de dicha parte (32) de empuñadura e incluye medios (82, 96) para conectar de forma segura dicha parte (36) de empuñadura que tiene medios para transmitir dichas vibraciones (52) orbitales de dicha parte (32) de empuñadura a dicha parte (36) de cabezal de cepillo extraíble y medios (84) para conectar dicha corriente electrónica de frecuencia ultrasónica de dicha parte (32) de empuñadura para alimentar dicho transductor (46) ultrasónico dentro de dicha parte (36) de cabezal de cepillo.

10. Cepillo de dientes que comprende:

- 45 a) una parte (36) de cabezal de cepillo extraíble que tiene al menos un mechón de cerdas compuesto de una pluralidad de cerdas (48) y al menos un transductor (46) ultrasónico que sobresale de dicha parte de cabezal de cepillo entre las cerdas (48) en un lado, y que sobresale a través de dicha parte (36) de cabezal de cepillo para quedar expuesto en el lado opuesto de los mechones de cerdas, donde dicho transductor (46) ultrasónico irradia y acopla ondas (50) de presión ultrasónicas por el dentífrico y los fluidos en la cavidad bucal, simultáneamente en múltiples direcciones hacia los dientes y encías y las superficies interiores de las mejillas y labios;

b) una parte (37) de cabezal aplicador de ultrasonidos que tiene al menos un transductor ultrasónico, donde dicho transductor (46) ultrasónico irradia y acopla ondas (50) de presión ultrasónicas por los fluidos bucales en la cavidad bucal simultáneamente en múltiples direcciones hacia los dientes y encías y las superficies interiores de las mejillas y labios;

5 c) una parte (32) de empuñadura que contiene medios (40) que generan corriente electrónica de frecuencia ultrasónica y medios (56) de conexión de dicha corriente electrónica para energizar dicho transductor (46) ultrasónico situado en dicha parte (36) de cabezal de cepillo o dicha parte (37) de cabezal aplicador de ultrasonidos.

10 11. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 10, en donde las ondas (50) de presión ultrasónicas irradiadas por dicho transductor (46) están no atenuadas y que son operativas en una frecuencia entre 750 kHz y 2 MHz y que producen una intensidad de ultrasonidos no atenuada de 0,035 a 0,150 W/cm<sup>2</sup>.

15 12. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 10, que adicionalmente comprende un motor (42) asegurado a la estructura de dicha parte (32) de empuñadura que tiene medios para generar vibraciones (52) orbitales de dicha parte (32) de empuñadura y medios para acoplar dichas vibraciones (52) orbitales de dicha parte (32) de empuñadura a dicha parte (36) de cabezal de cepillo extraíble y a dicha parte (37) de cabezal aplicador de ultrasonidos extraíble.

20 13. Cepillo de dientes ultrasónico según la reivindicación 12, que además comprende medios para generar de forma selectiva dichas vibraciones (52) orbitales o no generar dichas vibraciones (52) orbitales de dicha parte (32) de empuñadura y dicha parte (36) de cabezal de cepillo y dicha parte (37) de cabezal aplicador de ultrasonidos extraíble de acuerdo con los deseos del usuario.

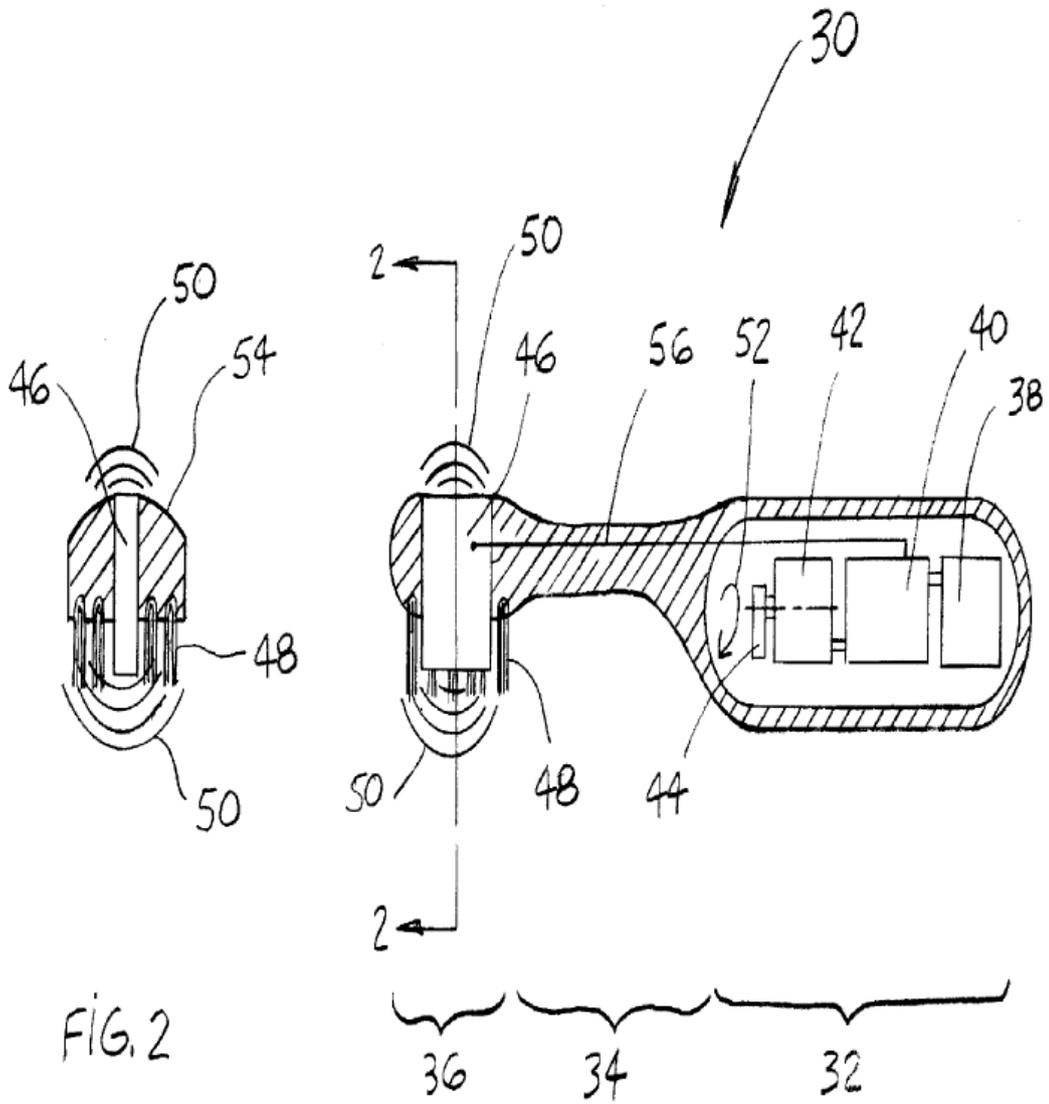


FIG. 2

FIG. 1

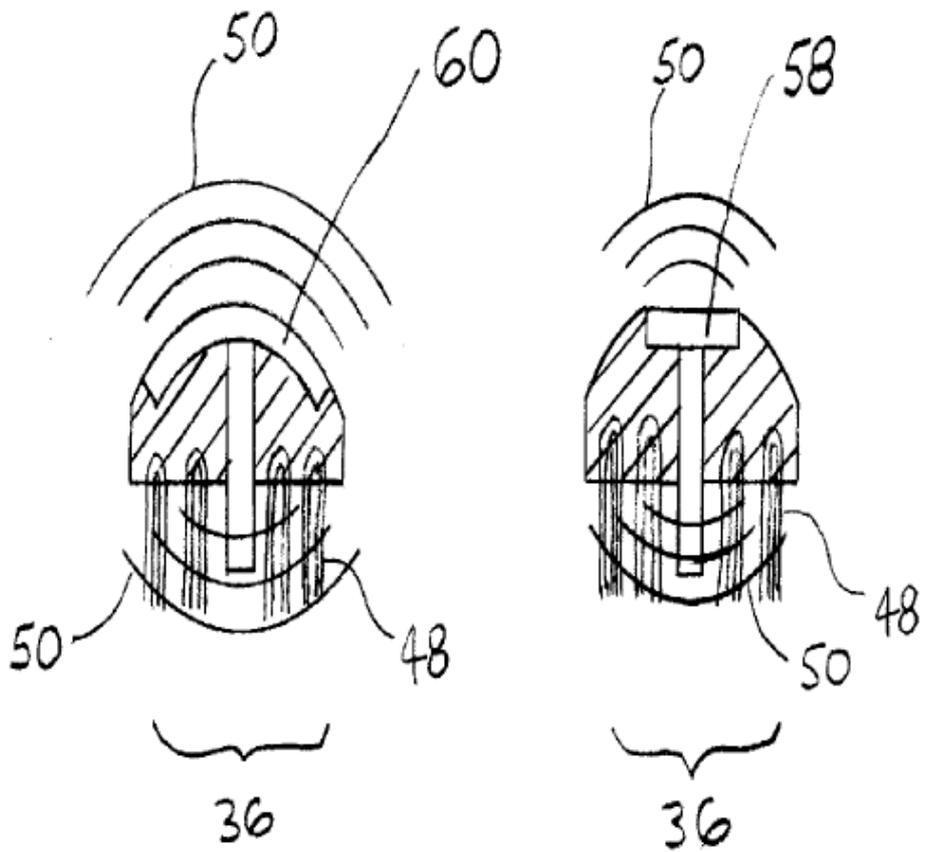


FIG. 3B

FIG. 3A

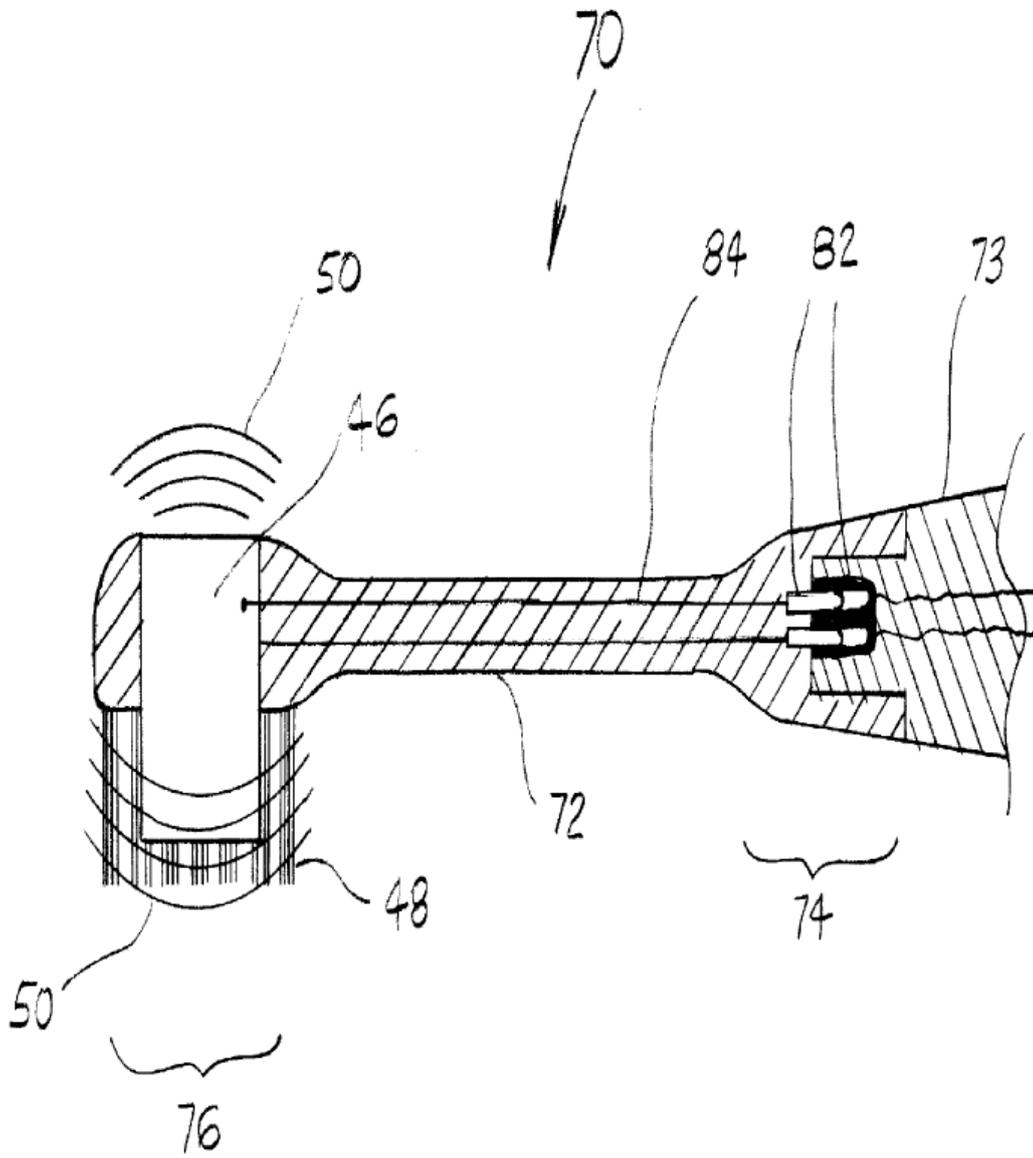


FIG. 4



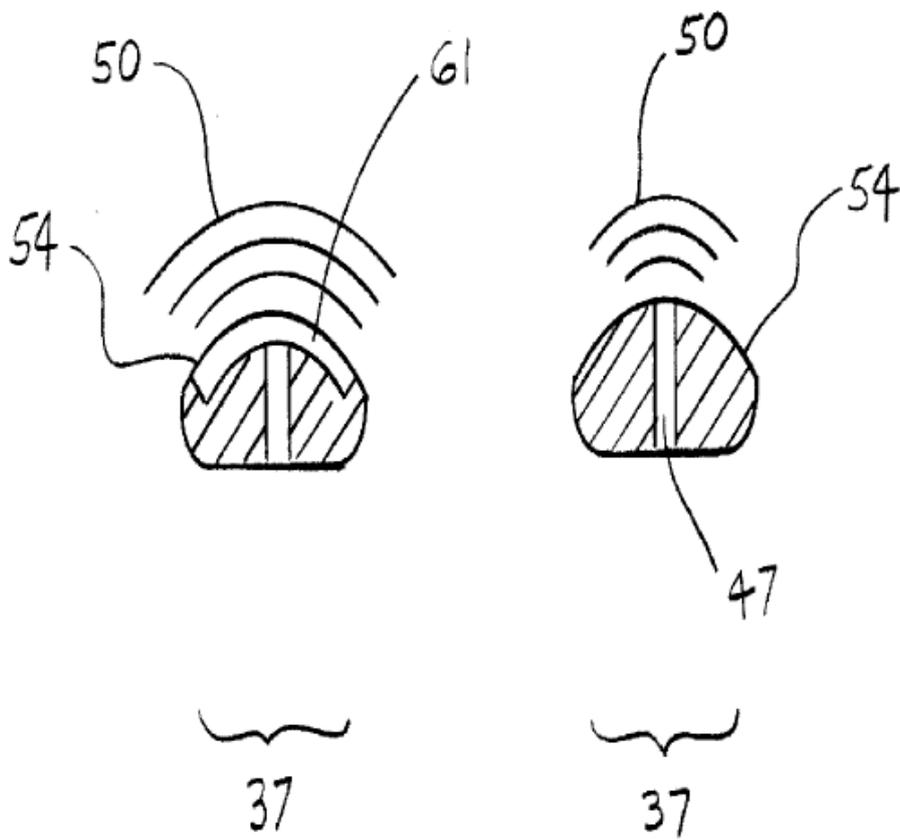


FIG. 8

FIG. 7