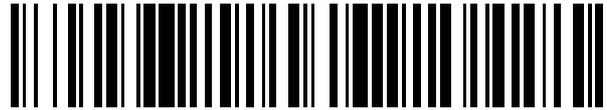


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 648**

51 Int. Cl.:

A61B 17/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2004 E 04785834 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2013 EP 1722699**

54 Título: **Aparato de tratamiento acústico/mecánico del acné precoz**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2014

73 Titular/es:

**L'ORÉAL SA (100.0%)
14, rue Royale
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**PILCHER, KENNETH A.;
GIULIANI, DAVID y
MEGINNISS, STEPHEN M.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 443 648 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

Aparato de tratamiento acústico/mecánico del acné precoz

Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general al tratamiento del acné precoz, y más en concreto se refiere a dispositivos mecánicos y/o acústicos para aplicar energía sobre la piel alrededor de la lesión de acné precoz, es decir, el tapón sebáceo.

Antecedentes de la invención

10 El acné común, conocido más específicamente como acné vulgar, se considera generalmente la afección de la piel más tratada en los Estados Unidos. El tratamiento rápido y adecuado del acné, sobre todo en sus primeras etapas, es importante tanto para curar la afección en fase temprana como para prevenir afecciones más severas del acné, que tienen posibles efectos permanentes, incluida la posibilidad de que queden cicatrices visibles. Aunque el acné puede producirse en hombres y mujeres de todas las edades, por lo general se presenta en adolescentes y adultos jóvenes.

15 La evidencia más temprana del acné es la formación de un tapón sebáceo. El tapón sebáceo, que se forma en cada poro de la piel (foliculos), no es normalmente visible sin ayuda, pero puede ser visto con un microscopio u otro dispositivo de lente óptica. Se forma cuando una combinación de corneocitos y sebo, que son ambos componentes naturales de la piel, bloquean la abertura del poro, y colonias de bacterias específicas dentro del poro de la piel se expanden después en cantidad. El tapón de células y sebo puede adherirse a la pared del poro de la piel, lo que produce una agregación de material en el poro, y el posterior ensanchamiento del poro. Esta situación puede a su vez dar lugar a más acumulación de sebo y de otro material celular, y a la posible ruptura final de la pared folicular, seguido de una respuesta inflamatoria y la subsiguiente formación de pápulas inflamadas y pústulas inflamadas, normalmente denominadas espinillas.

20 Los tratamientos sistémicos existentes del acné incluyen antibióticos orales, retinoides y tratamientos hormonales. Cada uno de estos tratamientos, aunque es eficaz hasta cierto punto, tiene sus propios efectos secundarios y desventajas significativas. Por ejemplo, el tratamiento antibiótico por vía oral reduce el número de bacterias en los poros de la piel, pero no disminuye la tasa de secreciones de sebo o el número real de los tapones sebáceos formados. Desventajas de los diferentes tratamientos incluyen diversas reacciones no deseadas de la piel, que incluyen sequedad de la piel, pérdida de fluidos y posible pérdida del cabello. Típicamente, todos estos tratamientos irritan la piel en cierta medida.

30 Estado de la técnica

El estado de la técnica que se refiere al tratamiento localizado para el acné se puede clasificar en general como "mecánico" o "químico".

35 Los métodos mecánicos incluyen dispositivos de vacío, cepillos exfoliantes mecanizados e instrumentos de tipo bucle manuales, tal como se muestra en las patentes US 5.624.416 y 4.175.551. El uso de estos dispositivos es típicamente específico del lugar y por lo general requiere una técnica específica, haciendo que sea difícil de usar. Los métodos que utilizan calor generado mediante resistencia eléctrica o ultrasonido también son conocidos, tal como se muestra en la patente US 6.245.093. Aún otros métodos afirman ser capaces de matar microorganismos específicos, incluidos aquellos que causan acné, utilizando frecuencias seleccionadas de corriente eléctrica, tal como se muestra en la patente US 5.891.182.

40 En la industria cosmética/cuidado de la piel, el uso de la microabrasión también es un tratamiento popular para "rejuvenecer" la piel. Sin embargo, esta técnica de eliminación de algunas capas de la capa córnea de la piel con materiales abrasivos puede causar irritación intensa.

Los métodos químicos para el acné, incluidos los tratamientos tópicos y los sistémicos y sus posibles efectos secundarios, figuran en las siguientes tablas I y II, respectivamente.

45

Tabla I. Tratamientos tópicos comunes para el acné

Tratamiento	Posibles efectos secundarios
Jabones y detergentes para eliminar el sebo de la superficie de la piel	Sequedad de la superficie de la piel (xerosis) si se usan en exceso
Astringentes y alcoholes de cadena corta para eliminar materiales aceitosos y agua en las zonas superiores de la epidermis	Sequedad de la superficie de la piel y descomposición de la función de barrera de la piel, y entrada microbiana final en el cuerpo
Agentes antibacterianos (por ejemplo, peróxido de benzoilo, ácido salicílico) que pueden destruir las bacterias cuando el agente está en contacto inmediato con los microorganismos	<5% penetra en los poros, y el resto posiblemente interactúa con corneocitos causando irritación y eritema (enrojecimiento de la piel) y dermatitis por contacto

Tabla II. Tratamientos sistémicos comunes para el acné

Tratamiento	Posibles efectos secundarios
Antibióticos orales	Fotosensibilidad, problemas gastrointestinales y resistencia bacteriana a los antibióticos
Manipulaciones hormonales para controlar el tamaño de la glándula sebácea y la tasa de secreción mediante la regulación de andrógenos y estrógenos	Aumento del riesgo de tromboembolismo, feminización en hombres, y otros efectos no deseables.
Retinoides, que probablemente cambien la cohesión de las células epiteliales foliculares	Efectos secundarios teratogénicos, y otros efectos secundarios negativos severos

- 5 Con el presente aparato, se evitan afecciones que dan lugar al acné precoz y el acné precoz es tratado de manera efectiva manteniendo o restableciendo las aberturas de los poros a un estado abierto, para permitir la exudación continua de la glándula sebácea, para fomentar el mantenimiento de un estado aeróbico dentro del poro, y para prevenir el desarrollo de afecciones más severas del acné, sin el inconveniente de los efectos secundarios y de otras limitaciones presentes en los tratamientos existentes.
- 10 El documento EP 0 650 375 da a conocer un dispositivo para la limpieza de poros de la piel de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Descripción de la invención

15 Por consiguiente, la invención es un aparato para el tratamiento del acné, que comprende: al menos dos elementos de contacto que tienen caras extremas que están sustancialmente en el mismo plano, en el que al menos un elemento de contacto es un elemento de contacto móvil; un conjunto de montaje para mantener los elementos de contacto sustancialmente adyacentes entre sí; y un conjunto para mover con un movimiento de vaivén dicho al menos un elemento de contacto móvil con respecto a al menos un elemento de contacto adyacente, en el que cuando el aparato se coloca de modo que las caras extremas de los elementos de contacto se ponen en contacto con la piel, se produce una acción sobre la piel para eliminar tapones sebáceos de los poros de la piel, lo que

20 permite eliminarlos fácilmente de la piel.

Los elementos de contacto pueden comprender cualquier elementos de material rígido, de material flexible o hileras de mechones de cerdas. El aparato además puede ser utilizado para un tratamiento de limpieza eficaz de una piel que no tenga acné. Aún además, el aparato podría comprender un único elemento de contacto móvil.

25 Otro aspecto, que no forma parte de la invención, es un método para el tratamiento de la piel que comprende los pasos de: un primer paso de deformación de la piel de una posición neutra a una primera posición deformada en

5 cuyo momento la piel ha alcanzado aproximadamente su límite de elasticidad; un segundo paso que permite que la piel vuelva a dicha posición neutra; y la repetición de los pasos primero y segundo, dentro de un intervalo de frecuencia de 20 Hz a 1 kHz, para producir una acción sobre la piel que da como resultado la limpieza de la piel, incluyendo la eliminación de material no deseado de los poros de la piel. El método es eficaz para el tratamiento del acné, así como para la limpieza de la piel en general.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista en sección transversal de un poro típico de la piel.

La figura 2 es una vista en sección transversal de un acroinfundíbulo taponado por un comedón.

10 La figura 3 es una vista en sección transversal del acroinfundíbulo taponado por un comedón, tomada por las líneas 3-3 en la figura 2.

La figura 4 muestra características de la distensión de la piel para diferentes grados de fuerza aplicada.

Las figuras 5A y 5B muestran el desplazamiento relativo de un solo mechón de cerdas moviéndose contra la piel.

La figura 6 es una vista despiezada de un aspecto del dispositivo mecánico de tratamiento del acné.

La figura 7 es una vista esquemática de una parte de elemento de contacto fijo del aparato de la figura 6.

15 La figura 8 es una vista esquemática de una parte de elemento de contacto móvil del aparato de la figura 6.

Las figuras 9A, 9B, 9C y 9D muestran el efecto sobre un tapón sebáceo típico dispuesto dentro de un poro de la piel sometida a la acción del aparato de la figura 6.

La figura 10 es una vista esquemática de una variante del dispositivo mecánico de la figura 6.

La figura 11 es una vista esquemática de una parte de elemento de contacto fijo del aparato de la figura 10.

20 La figura 12 es una vista esquemática de una parte de elemento de contacto móvil del aparato de la figura 10.

Las figuras 13A, 13B, 13C y 13D muestran el efecto sobre un tapón sebáceo dispuesto en un poro de la piel sometida a la acción del aparato de las figuras 10 a 12.

La figura 14 muestra una variante del dispositivo mecánico que se muestra en la figura 7, en el que un material flexible se aplica a la superficie del elemento de contacto.

25 La figura 15 es un diagrama que muestra una realización alternativa de la presente invención con hileras alternas linealmente móviles de mechones de cerdas, rodeadas por una hilera circular de mechones de cerdas fijos.

La figura 16 es una vista superior del dispositivo mostrado en la figura 15.

La figura 17 es un diagrama que muestra una variante del dispositivo mecánico que se muestra en la figura 15, en el que un grupo de mechones de cerdas es fijo, y el otro grupo se mueve linealmente.

30 La figura 18 es una vista superior del dispositivo que se muestra en la figura 17.

La figura 19 es un diagrama que muestra otra realización alternativa de la presente invención con grupos alternos rotacionalmente móviles de mechones de cerdas.

La figura 20 es una vista superior del dispositivo mecánico que se muestra en la figura 19.

35 La figura 21 es un diagrama que muestra una variante del dispositivo mecánico que se muestra en la figura 16 con un solo grupo (dos hileras) de mechones de cerdas rotacionalmente móviles.

La figura 22 es una vista superior del dispositivo mecánico que se muestra en la figura 21.

La figura 23 es un diagrama de bloques esquemático que muestra el medio de control para controlar la amplitud de movimiento como una función de la presión aplicada sobre la piel.

La figura 24 es una representación esquemática de la cara humana que muestra las diversas zonas de la cara que difieren en grado de secreción de sebo y en la incidencia de las lesiones del acné.

La figura 25 es un diagrama de bloques de una estructura de temporizador útil con la presente invención.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

- 5 La figura 1 es una representación de un poro típico de la piel, que incluye las capas de la epidermis y la dermis de la piel. El poro 10 de la piel, también denominado folículo, incluye un vello normal 16 y una glándula sebácea asociada 18. La glándula sebácea 18 produce normalmente lípidos de sebo. La producción de sebo, sin embargo, no es normalmente suficiente por sí sola para producir acné. Además, las lesiones del acné no se producen si los lípidos del sebo son libres para llegar a la superficie de la piel. Sin embargo, cuando el poro de la piel o folículo se bloquea, tal como por una sobreproducción de corneocitos, o una descamación inadecuada de los corneocitos (como se muestra en la figura 2), el equilibrio del sistema de la piel se altera. Los folículos bloqueados conducen a la formación de tapones sebáceos cerrados, pero no inflamados. El tapón sebáceo (microcomedón) 215 que se muestra en sección transversal vertical en la figura 2 y en sección transversal horizontal en la figura 3, se forma en el acroinfundíbulo del folículo, que es la parte superior del folículo.
- 10
- 15 Después de la formación inicial del tapón sebáceo, si el pH y la tensión de oxígeno están dentro de determinados intervalos por debajo del tapón sebáceo cerrado, el número de bacterias *Propionibacterium* acnes aumenta, lo que causa una afección patógena. Esto causa además una secuencia de acciones y reacciones dentro del folículo, incluyendo daño a la pared folicular, que comprende capas de piel 201, 203, 205, 207 y 209, y la extrusión de materiales acumulados en la parte de la dermis de la piel, dando lugar a una respuesta inflamatoria que produce lesiones de la piel y pústulas.
- 20

En la presente invención, la atención se centra en el mantenimiento del acroinfundíbulo del folículo en un estado abierto, lo que elimina el entorno en el que pueden prosperar las bacterias del acné dentro del folículo, y fomenta el establecimiento de un estado aeróbico dentro del folículo, mientras que al mismo tiempo minimiza la cantidad de sebo que se puede acumular dentro del infundíbulo del folículo.

- 25 El enfoque básico de la presente invención es para volver a abrir los poros individuales que pueden haber sido bloqueados por el tapón de corneocitos 211 y los lípidos de sebo 213 (figura 3). Se basa en el descubrimiento de que la aplicación local de movimiento diferencial en la abertura del poro abrirá un poro bloqueado. La abertura del poro se debe al hecho de que los materiales de bloqueo dentro de los folículos tienen propiedades físicas diferentes a las de la pared del infundíbulo y la piel circundante. Con la presente invención, la zona de la piel se deforma ligeramente, luego se libera a una posición relajada, después se deforma ligeramente en la dirección opuesta y a continuación se libera de nuevo a una posición relajada, con una frecuencia específica, lo que hace que los tapones se aflojen en los poros de la piel. Los tapones aflojados se pueden eliminar fácilmente después, por ejemplo mediante frotado o lavado, permitiendo después una secreción normal de lípidos de la piel, y por tanto evitando las consecuencias de un acné mucho más desarrollado.
- 30
- 35 La figura 4 muestra tres zonas del módulo de elasticidad de la piel, es decir, la cantidad de fuerza (tensión) necesaria para deformar la piel hasta un grado determinado (distensión). Esta curva es el resultado de una organización mecánica única de la piel. Esta organización mecánica puede ser considerada como un gran número de fibras de colágeno sueltas conectadas entre sí en puntos nodales distribuidos al azar. El comportamiento mecánico de un sistema de este tipo es muy similar al de un material tejido tal como una media de nylon. A medida que se estira el material, las fibras se estiran primero hacia fuera y se orientan en la dirección de la fuerza (se muestra en la figura 4, zona I). Es necesaria una cantidad relativamente pequeña de fuerza para producir este nivel de distensión, con un módulo de elasticidad típicamente de $5 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$. La piel es elástica en este intervalo.
- 40

- 45 Generalmente en el extremo de la zona I y ligeramente en la zona II, la elasticidad de la piel disminuye sustancialmente y la piel se tensa. En la zona II, algunas fibras se alinean totalmente en la dirección de la fuerza y a partir de ahí llevan fuerza directamente. Más deformación daría lugar a una reunión de un número cada vez mayor de fibras de colágeno para soportar la fuerza. El módulo de elasticidad, o de rigidez, de la piel aumenta rápidamente a medida que este proceso continúa hasta que coincide con la rigidez de las mismas fibras de colágeno (zona III). El módulo de elasticidad en esta zona es normalmente $3 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$.

- 50 En la presente invención, el movimiento diferencial deseado aplicado a la piel debe tener una amplitud lo suficientemente alta como para crear fuerzas de abertura de poro, aunque lo suficientemente baja como para minimizar el estiramiento de las fibras de colágeno en la piel. La deformación se debe limitar al área de la zona I y al área de baja distensión de la zona II de la figura 4, donde las fibras de colágeno no se estiran significativamente. Para ese fin, las características mecánicas de las partes de la invención que entran en contacto con la piel, denominadas elementos de contacto, y la amplitud de los elementos de contacto móviles deben ser tales que el

grado de fuerza en la piel no sobrepase algún valor σ_i manteniendo así la cantidad de distensión en la piel por debajo del valor E_i de la figura 4.

5 Un primer aspecto se muestra en general en la figura 6, en el que los elementos de contacto móviles de la piel están situados en el mismo plano que los elementos de contacto fijos de la piel, y la acción diferencial bidireccional es de cizallamiento, es decir, los dos elementos se mueven en paralelo entre sí a lo largo de su longitud. La disposición mostrada incluye dos elementos de contacto con la piel 57 y 59 y una placa de soporte/separadora 61.

10 Los elementos de contacto con la piel móviles y no móviles son básicamente idénticos. En el aspecto mostrado, cada elemento de contacto individual 57 y 59 está montado en placas de montaje. El elemento de contacto fijo 57 está montado en la placa de montaje 58, mientras que el elemento de contacto oscilante 59 está montado en la placa de montaje 60. Los elementos de contacto son estrechos y en cierto modo alargados y se muestran en detalle en las figuras 7 y 8. En el aspecto mostrado, las dimensiones de los elementos de contacto son típicamente 2,03 cm (0,800 pulgadas) de largo y 0,23 cm (0,09 pulgadas) de ancho. Los bordes de cada elemento de contacto están biselados, proporcionándole una cara extrema en cierto modo redondeada, mientras que los extremos correspondientes también son redondeados, como se muestra en los dibujos.

15 La placa de montaje 58 para el elemento de contacto fijo mide aproximadamente 1,18 pulgadas de ancho. Las esquinas superiores de la placa de montaje 58 están cortadas en un ángulo de 36° . La altura de la placa de montaje 58 es de 3,56 cm (1,4 pulgadas). La figura 8 muestra la combinación del elemento de contacto 59 y la placa de montaje 60 para el elemento de contacto oscilante. La placa de montaje 60 es, en la realización mostrada, sustancialmente rectangular, con una longitud de 2,54 cm (1,0 pulgadas) y una altura de 1,27 cm (0,5 pulgadas). Las esquinas superiores de la placa de montaje 60 están cortadas, es decir biseladas, en un ángulo de 45° , mientras que las esquinas inferiores son redondeadas.

20 El elemento de contacto oscilante 59 está montado en el borde superior de la placa de montaje 60. El borde superior del elemento de contacto 59 está situado aproximadamente 0,76 cm (0,298 pulgadas) por encima del borde superior de la placa de montaje 60. La placa de montaje 60 incluye dos aberturas de accionamiento 62-62 a través de la misma, de manera que la placa de montaje 60 y el elemento de contacto 59 se pueden mover hacia atrás y hacia adelante mediante un mecanismo accionador que se describe a continuación. En la realización mostrada, los orificios de accionamiento 62 son aproximadamente cuadrados, 0,40 cm (0,154 pulgadas) en cada lado.

25 El elemento de contacto oscilante 59 en su placa de montaje 60 y el elemento de contacto fijo 57 en su placa de montaje 58 se colocan a continuación inmediatamente adyacentes entre sí, como se muestra en la figura 6. De ese modo, los dos elementos de contacto 57 y 59 coinciden sustancialmente. Los dos conjuntos se mantienen juntos y unidos al mecanismo accionador 50 mediante dos tornillos de conexión 46-46. Por lo tanto los elementos de contacto pueden ser extraídos y reemplazados. El conjunto de elementos de contacto oscilantes se pueden mover mediante el controlador que los mueve con un movimiento de vaivén (hacia adelante y hacia atrás), de tal manera que la placa de montaje 60 se mueve paralelamente a la placa de montaje 58, y el elemento de contacto 59 se mueve alternativamente en paralelo al elemento de contacto 57.

30 El conjunto de accionamiento mostrado generalmente con el número 50 incluye dos botones de accionamiento 52-52 que se mueven alternativamente una distancia seleccionada. Estos botones de accionamiento se extienden en las aberturas de accionamiento 62-62 de la placa de montaje oscilante. El elemento de contacto oscilante en la realización mostrada tiene una frecuencia dentro del intervalo de 20 Hz a 1 kHz, con un intervalo de valores preferido de 80 a 200 Hz. Como se indicó anteriormente, la acción del conjunto de accionamiento mueve la placa de montaje 60 en paralelo con la placa de montaje 58, de modo que el elemento de contacto oscilante 59 se mueve paralelo a la longitud del elemento de contacto fijo adyacente 57. En la realización mostrada, el elemento de contacto y las placas de montaje están hechas de acero inoxidable, aunque los elementos de contacto también pueden estar recubiertos con un material flexible o estar compuestos en su totalidad de un material flexible, tal como se muestra con el número 63 en la figura 14, o los elementos de contacto podrían ser reemplazados por cepillos de mechones de cerdas o similares.

35 En la realización mostrada, una distancia entre ejes de aproximadamente 0,32 cm (0,125 pulgadas) da como resultado una separación entre elementos de contacto 57 y 59 de aproximadamente 0,09 cm (0,035 pulgadas) con una anchura de 0,23 cm (0,09 pulgadas). El elemento de contacto 59 se mueve con un movimiento de vaivén una distancia total en un intervalo de 0,05 cm a 0,20 cm (0,02 pulgadas a 0,08 pulgadas), con un valor preferido de aproximadamente entre 0,10 cm (0,040 pulgadas) y 0,05 cm (+/- 0,020 pulgadas) desde su posición neutra a su posición máxima a lo largo del elemento de contacto 57. El acabado de la superficie de los elementos de contacto 57 y 59 es tal que la piel se mueve principalmente en contacto con los elementos de contacto. Un intervalo de rugosidad de superficie de 0,13 μ m a 0,51 μ m (5 a 20 micropulgadas) es eficaz, con un valor preferido de 0,25 μ m (10 micropulgadas). Las superficies deben ser suficientemente rugosas para que el movimiento de los elementos de contacto se transfiera a la piel con un mínimo de deslizamiento o ningún deslizamiento. Si la superficie es

ES 2 443 648 T3

demasiado suave, la piel podría ser erosionada. El elemento de contacto podría ser un elastómero o una espuma de celda cerrada. Podría ser una superficie llena de protuberancias o incluso dedos.

5 En el funcionamiento de la realización descrita en la figura 6, las caras de los bordes de los elementos de contacto van a estar dispuestas ligeramente contra la superficie de la piel y el dispositivo va a ser activado mediante un interruptor. El elemento de contacto 59 comienza a oscilar. El dispositivo se mueve después a una velocidad lenta a través de la superficie de la piel, por ejemplo, dos centímetros por segundo. El dispositivo funciona con una relación entre la amplitud máxima y el espacio (distancia) entre los elementos de contacto con la piel adyacentes de típicamente 0,57. Con esa acción, las fuerzas de cizallamiento se aplican sobre la piel con amplitud suficiente para deformar ligeramente la piel y para forzar la apertura de los poros, aunque lo suficientemente baja como para minimizar cualquier estiramiento de la piel.

10 En el intervalo de frecuencias indicado anteriormente, con un mínimo de 20 Hz, cada abertura de poro se deforma aproximadamente 10 veces por segundo. A frecuencias más altas, el número de deformaciones por segundo sería proporcionalmente mayor. Se produce una fuerza de cizallamiento alterna en el tejido que rodea el infundíbulo, debilitándose o reduciéndose significativamente la adhesión entre el tapón sebáceo y la pared infundibular, de modo que el tapón se afloja sustancialmente en el poro.

15 Aunque el aspecto de la figura 6 muestra un elemento de contacto fijo y un elemento de contacto móvil, se debe reconocer que una pluralidad de elementos de contacto fijos y de elementos de contacto oscilantes podrían ser utilizados para proporcionar una cobertura más amplia al dispositivo. En el caso de una pluralidad de elementos de contacto, el elemento o elementos de contacto múltiples móviles están entrelazados con el elemento o elementos de contacto fijos y son accionados de manera simultánea.

20 Además, ambos elementos de contacto pueden ser accionados, preferiblemente en direcciones de movimiento iguales y opuestas entre sí. Una amplitud máxima de 0,05 cm (0,02 pulgadas) para cada uno de dos elementos móviles daría lugar a una amplitud máxima de movimiento relativo de 0,1 cm (0,04 pulgadas).

25 Las figuras 9A a 9D muestran la acción sobre la piel y un tapón sebáceo con el concepto de fuerza de cizallamiento indicado en las figuras 6 a 8. La figura 9A muestra un poro 78 bloqueado por un tapón sebáceo 79. Los elementos de contacto están en una posición neutra. El elemento de contacto móvil va a ser movido en una dirección paralela al elemento de contacto fijo, lo que deforma el tapón sebáceo (figura 9B). La combinación de elemento de contacto móvil y placa de montaje se invierte y vuelve a la posición neutra. Esto se muestra en la figura 9C. El elemento de contacto móvil continúa en la dirección opuesta, lo que deforma el tapón sebáceo en la dirección opuesta (figura 9D). Esto se logra con una frecuencia específica. Aunque normalmente se prefiere este "doble" movimiento, es posible mover el contacto móvil en una sola dirección con respecto a la posición neutra/de reposo. La acción repetitiva continua desaloja o libera el tapón sebáceo de las paredes de los poros. El dispositivo se mueve lentamente a través de la superficie de la piel, produciendo los resultados anteriores en una zona completa de la piel.

35 Una disposición mecánica alternativa se muestra en las figuras 10 a 12. Ésta incluye dos elementos de contacto con la piel fijos 24 y 26 y un elemento de contacto oscilante intermedio 28. La configuración de los elementos en la disposición de tensión/compresión es parecida a la de los elementos del concepto indicado en las figuras 6 a 8, aunque se prefiere generalmente la acción "de cizallamiento" del concepto de las figuras 6 a 8. En ambos conceptos, la distensión diferencial de la piel producida por la acción mecánica es suficiente para dar lugar a un desprendimiento del tapón de la piel, debido a la diferencia de elasticidad entre el material del tapón y la piel.

40 En la realización de las figuras 10 a 12, cada elemento de contacto individual 24, 26 y 28 está montado sobre placas de montaje. Los elementos de contacto fijos 24, 26 están montados sobre placas de montaje 30-30 (figura 11), mientras que el elemento de contacto oscilante 28 está montado sobre la placa de montaje 32 (figura 12). Los elementos de contacto son estrechos y en cierto modo alargados y se muestran en detalle en las figuras 11 y 12. En la realización mostrada, los elementos de contacto miden típicamente alrededor de 30 cm (0,800 pulgadas) de largo y alrededor de 0,23 cm (0,090 pulgadas) de espesor. Los bordes de cada elemento de contacto están biselados; proporcionando a cada elemento de contacto una cara extrema en cierto modo redondeada, mientras que los extremos correspondientes también son redondeados, como se muestra en los dibujos. La placa de montaje 30 para el elemento de contacto fijo mide aproximadamente 3,00 cm (1,18 pulgadas) de ancho. Las esquinas superiores de la placa de montaje 30 están ambas cortadas en un ángulo de 36°. La altura del elemento de contacto mide algo menos de 3,18 cm (1,25 pulgadas) en un lado del elemento de contacto con respecto al otro lado de 3,56 cm (1,4 pulgadas).

45 En la realización mostrada, los elementos de contacto fijos 24, 26 están montados en sentido transversal (perpendicular) a la placa de montaje, aproximadamente 1,27 cm (0,5 pulgadas) desde un borde 34 de la misma. Los elementos de contacto fijos están desplazados lateralmente, de tal manera que se extienden aproximadamente

0,80 cm (0,316 pulgadas) desde la superficie 36 de la placa de montaje 30, y aproximadamente 1,03 cm (0,406 pulgadas) desde la superficie opuesta 38.

5 La figura 12 muestra la combinación del elemento de contacto 28 y la placa de montaje 32 para el elemento de contacto oscilante. La placa de montaje 32 es, en la realización mostrada, sustancialmente rectangular, con una longitud de 2,54 cm (1,0 pulgadas) y una altura de 1,27 cm (0,5 pulgadas). Las esquinas superiores de la placa de montaje 32 están cortadas, es decir, biseladas, en un ángulo de 45°, mientras que las esquinas inferiores son redondeadas.

10 El elemento de contacto oscilante 28 está montado perpendicularmente a la placa de montaje 32 en el borde superior de la misma. El borde superior del elemento de contacto 28 está dispuesto aproximadamente 0,76 cm (0,298 pulgadas) por encima del borde superior de la placa de montaje 32 y está desplazado, de manera que se extiende aproximadamente 1,20 cm (0,472 pulgadas) desde la superficie 40 de la placa de montaje 32. La placa de montaje 32 incluye dos orificios de accionamiento 42-42 a través de la misma; de modo que la placa de montaje 32 y el elemento de contacto 28 pueden moverse hacia adelante y hacia atrás mediante un mecanismo accionador que se describe a continuación. En la realización mostrada, los orificios de accionamiento 42 son aproximadamente cuadrados, 0,40 cm (0,154 pulgadas) en cada lado.

20 El elemento de contacto oscilante 28 sobre su placa de montaje 32 y los elementos de contacto fijos 24 y 26 sobre sus placas de montaje 30 se colocan a continuación inmediatamente adyacentes entre sí, estando los dos conjuntos de elementos de contacto fijos adosados, aunque opuestos, como se muestra en la figura 10. Los tres elementos de contacto 24, 26 y 28 coinciden así sustancialmente. Los tres conjuntos se mantienen juntos y unidos al accionador mediante dos tornillos de conexión 46-46. El conjunto de elementos de contacto oscilantes se mueve mediante un accionador que se mueve hacia adelante y hacia atrás, de tal manera que la placa de montaje 32 se mueve paralela a las placas de montaje 30, y el elemento de contacto 28 se mueve con un movimiento de vaivén hacia y en dirección opuesta a los elementos de contacto 24 y 26.

25 Un conjunto de accionamiento similar al mostrado con el número 50 en la figura 6 incluye dos botones de accionamiento que se mueven hacia adelante y hacia atrás una distancia seleccionada. Estos botones de accionamiento se conectan a los orificios de accionamiento 42-42 sobre la placa de montaje oscilante 32. El elemento de contacto oscilante en la realización mostrada se mueve con una frecuencia que está dentro del intervalo de 20 hz a 1 khz, con un intervalo preferido de 80 a 200 hz. Como se indica anteriormente, la acción del conjunto de accionamiento mueve la placa de montaje 32 en paralelo con las placas de montaje 30, de modo que el elemento de contacto oscilante 28 se mueve hacia (o en dirección opuesta a) un elemento de contacto fijo adyacente 24 y en dirección opuesta a (o hacia) el otro elemento de contacto fijo adyacente 26.

30 En la realización mostrada, los elementos de contacto 24 y 26 están separados una distancia entre ejes de aproximadamente 0,71 cm (0,280 pulgadas) y el elemento de contacto 28 se mueve con un movimiento de vaivén una distancia de punta a punta de aproximadamente 0,38 cm (0,150 pulgadas) entre los elementos de contacto 24 y 26. El movimiento entre una posición neutra/de reposo y una distancia máxima (una dirección) y de nuevo a neutra también es posible. En el funcionamiento de la realización de las figuras 10 a 12, las caras de los bordes de los elementos de contacto se colocarán ligeramente contra la superficie de la piel y el dispositivo será activado mediante un interruptor. El elemento de contacto 28 comienza a oscilar. El dispositivo se mueve a continuación a una velocidad lenta a través de la superficie de la piel, por ejemplo, dos centímetros por segundo. Con esa acción, las fuerzas de cizallamiento de tensión y compresión se aplican sobre la piel, con una amplitud suficiente para forzar ligeramente la apertura de los poros, aunque suficientemente baja como para minimizar cualquier estiramiento o deformación de la piel. En esta realización, la amplitud máxima de movimiento es de aproximadamente 39% de la separación entre elementos de contacto adyacentes.

45 En el intervalo de frecuencias indicado anteriormente, con un mínimo de 20 hz, cada abertura de poro se deforma aproximadamente 10 veces por segundo. A frecuencias más altas, el número de deformaciones por segundo sería proporcionalmente más alto. La alternancia de tensión y esfuerzo de compresión en el tejido que rodea el infundíbulo hace que la adhesión entre el tapón sebáceo y la pared infundibular se debilite o reduzca significativamente, de modo que el tapón se afloja sustancialmente en el poro.

50 Aunque la realización de las figuras 10 a 12 muestra dos elementos de contacto fijos y un elemento de contacto móvil, se debe entender que solo se puede utilizar un elemento de contacto fijo, o una pluralidad de elementos de contacto fijos y se pueden utilizar elementos de contacto oscilantes para proporcionar una cobertura ligeramente más amplia al dispositivo. En el caso de una pluralidad de elementos de contacto, el elemento o elementos de contacto móviles múltiples están entrelazados con el elemento o elementos de contacto fijos, y son accionados de una manera simultánea.

Además, ambos elementos de contacto pueden ser accionados, preferiblemente en direcciones de movimiento iguales y opuestas entre sí. Una amplitud máxima de 0,05 cm (0,02 pulgadas) para cada uno de dos elementos móviles daría lugar a una amplitud máxima de movimiento relativo de 0,10 cm (0,04 pulgadas).

5 Las figuras 13A a 13D muestran la acción sobre un poro con un tapón sebáceo con la disposición de tensión/compresión de las figuras 10 a 12.

10 La figura 13A muestra un poro 78 bloqueado por un tapón sebáceo 79. Los elementos de contacto están en una posición neutra. El elemento de contacto móvil va a ser movido después en una dirección en la que se aleja perpendicularmente del elemento fijo, lo que deforma el tapón sebáceo y produce la deformación del poro en una dirección (figura 13B). El movimiento se invierte después y vuelve a la posición neutra, relajándose la fuerza entre el tapón sebáceo y el acroinfundíbulo, como se muestra en la figura 13C. El elemento de contacto móvil se va a mover después en la dirección opuesta, en la que se aleja perpendicularmente del elemento fijo, que también deforma el tapón sebáceo (figura 13D). Esta secuencia se lleva a cabo en una frecuencia que está dentro del intervalo de 20 a 1.000 Hz, y preferiblemente en el intervalo de 80 a 200 Hz. La acción continua desaloja o libera el tapón sebáceo de las paredes de los poros. El usuario mueve lentamente el dispositivo a través de la superficie de la piel, produciéndose los resultados anteriores en una zona completa de la piel.

15 Otra configuración mecánica alternativa se muestra en las figuras 15 a 22. Estas configuraciones funcionan sustancialmente según los mismos principios que los de los dispositivos descritos anteriormente, aunque tienen elementos de contacto formados por mechones de cerdas. En estas realizaciones, las partes de base que mantienen los mechones de cerdas son análogas a las placas de montaje descritas anteriormente. En vez de elementos de contacto sólidos rígidos o flexibles, se emplea una pluralidad de mechones de cerdas. Cada mechón se compone además de una pluralidad de filamentos o cerdas. Las cerdas pueden estar hechas de cualquier material adecuado para la aplicación, siendo el material preferido nylon 612. El diámetro de cada cerda está en el intervalo de 0,05 a 0,13 mm (2 a 5 milésimas de pulgada) con un diámetro preferido de 0,76 mm (3 milésimas de pulgada), y longitudes en el intervalo de 0,64 a 1,52 cm (0,25-0,60 pulgadas), con una longitud preferida de 1,10 cm (0,43 pulgadas).

20 La base del mechón tiene un diámetro en el intervalo de 1,01 mm a 2,54 mm (40 a 100 milésimas de pulgada) con un diámetro preferido de 1,52 mm (60 milésimas de pulgada) para los mechones de las hileras interiores de mechones de cerdas fijos y móviles y un diámetro preferido de 2,03 mm (80 milésimas de pulgada) para la hilera exterior de mechones de cerdas fijos. El diámetro y la longitud de las cerdas determinan su rigidez. Si se utiliza el mismo material, las cerdas con un diámetro mayor son más rígidas que las cerdas de menor diámetro. Generalmente, las cerdas más largas son más suaves que las cerdas más cortas. El material utilizado para hacer las cerdas también impone el tipo de rigidez de las cerdas. Además, las hileras pueden hacerse con mechones individuales que tienen un número diferente de cerdas. En general, tener más cerdas de diámetro más pequeño en un mechón producirá una sensación más suave.

30 Mechones de 0,01 cm (0,003 pulgadas) de diámetro, de cerdas de nylon 612 con una longitud de 0,110 cm (0,43 pulgadas) producen una rigidez lateral que funciona bien para mover la piel dentro de la zona I y la parte inferior de la zona II de la figura 4. Tales mechones producen una constante de resorte lateral de aproximadamente 3,9 g/cm (10 gramos/pulgada) en un desplazamiento de 0,15 cm (0,06), es decir un desplazamiento lateral de 0,15 cm (0,06) del extremo de un mechón se produce cuando se aplica una fuerza lateral de 0,6 gramos al extremo del mechón con respecto a la base.

35 Las figuras 15 a 18 muestran una realización que utiliza el movimiento lineal de las hileras de cerdas. En las figuras 15 a 16, ambos grupos de hileras de cerdas (primer grupo de tres hileras 70-70, segundo grupo de tres hileras 72-72) se mueven entre sí, mientras que en las figuras 17 a 18, un grupo de cuatro hileras 82-82 es fijo y el otro grupo de tres hileras 80-80 se mueve. En ambas realizaciones, las hileras de mechones de cerdas móviles/fijas están rodeadas por un círculo de mechones de cerdas 84, siendo el círculo de cerdas 84 fijo y funcionando como una cortina para mantener limpiador/agua sobre la piel.

40 En otra realización que se muestra en las figuras 19 a 22, la hilera o hileras de mechones de cerdas son circulares y se mueven de manera arqueada con el eje de rotación perpendicular a la superficie de la piel. Las figuras 19 a 20 muestran una realización en la que los dos grupos de hileras de cerdas circulares (dos hileras 90-90 y dos hileras 92-92) se mueven entre sí, mientras que las figuras 21 a 22 muestran una realización en la que un grupo de dos hileras 100-100 se mueve y el otro grupo de tres hileras 102-102 es fijo. En cualquier caso, una hilera de cada hilera de cerdas 90 y 92 y una hilera de cada hilera de cerdas 100 y 102 sería probablemente suficiente para la acción de limpieza. Otras hileras además de las que se muestran, también podrían funcionar. En ambas de estas realizaciones, las hileras de cerdas están rodeadas por un círculo de cerdas fijas 104, que actúan como una cortina

para líquido, etc. En la realización de las figuras 19 y 20, también hay un círculo de cerdas fijas 106 dentro del círculo de hileras 90 y 92.

5 Las hileras adyacentes de mechones de cerdas para los dispositivos mostrados en las figuras 15 a 22 se mueven entre sí una amplitud suficiente para deformar la piel en la zona I y ligeramente en la zona II de la figura 4, según se muestra, para producir la acción de limpieza.

La figura 5A muestra la acción de limpieza de cerdas con un solo mechón de cerdas 120 contra la piel 121 cuando la base 122 está en reposo (neutra), mientras que la figura 5B muestra el mechón 120 cuando la base 122 está en su desplazamiento máximo. La piel 121 se indica con marcas en una línea horizontal, mostrando la separación de las marcas la deformación relativa de la piel.

10 En la figura 5A, la separación uniforme de las marcas indica que no hay deformación de la piel cuando las cerdas están en la posición de reposo. La figura 5B muestra que la piel ha sido comprimida ligeramente por las cerdas en la dirección de movimiento de la base, y estirada ligeramente por detrás de las puntas de las cerdas. En funcionamiento normal, tanto las cerdas como la piel se deforman, y hay relativamente poco el deslizamiento de las cerdas sobre la piel. A medida que la base de los mechones se mueve de su posición de reposo (neutra), la
15 deformación de la piel aumenta, al igual que su módulo, hasta que la fuerza de restauración de la piel equilibra la de las cerdas.

Amplitudes típicas de punta a punta medidas en la base de los mechones de cerdas de 0,13 cm a 0,64 cm (0,05
20 pulgadas a 0,25 pulgadas) se pueden utilizar con hileras que tienen una separación entre ejes de 0,25 cm a 0,64 cm (0,10 a 0,25 pulgadas). Esto da como resultado la amplitud máxima (50% de la amplitud de punta a punta) de típicamente 40%, y en un intervalo de 10% a 100% de la separación entre ejes entre hileras adyacentes de mechones. En amplitudes altas, las cerdas también pueden deslizarse a través de la superficie, especialmente si el cepillo se utiliza con elementos de lubricación.

25 Con referencia ahora de nuevo a las figuras 19 a 22, el dispositivo puede suministrar fluido lubricante, por ejemplo, través de un puerto central 106 mostrado en las figuras 19 y 20. La fuerza centrípeta tiende a esparcir el fluido descargado sobre las cerdas, suministrando un humedecimiento relativamente uniforme. El fluido lo contiene la cortina de cerdas 104.

En el caso de configuraciones giratorias, tal como se muestra en las figuras 19 a 22, la amplitud de movimiento lineal es mayor para los anillos exteriores. La separación entre ejes se puede ajustar entre las hileras para mantener una relación aproximadamente constante entre amplitud y separación entre elementos.

30 Las hileras de cerdas descritas anteriormente pueden también reemplazarse por elementos flexibles, tales como un elastómero o una espuma de celda cerrada.

También es posible combinar las ventajas del modo de cizallamiento diferencial con los modos de tensión/compresión descritos anteriormente en un movimiento compuesto, por ejemplo, elíptico.

35 También es posible aplicar movimiento bidireccional a la piel mediante un único conjunto de elementos de contacto para limpiar o despejar la abertura infundibular. A diferencia de los casos anteriores en los que hay un movimiento diferencial alterno entre elementos de contacto adyacentes, el uso de un conjunto único de elementos depende de la inercia de la piel para efectuar una fuerza diferencial sobre las aberturas de los poros. El conjunto único de elementos de contacto móviles, tal como una hilera de cerdas, fuerza la piel inmediatamente adyacente a los
40 mismos para que se mueva. Este movimiento se acopla a las zonas de la piel un poco distantes gracias a la elasticidad de la piel. Sin embargo, la piel también tiene inercia que resiste el movimiento, produciendo así una fuerza de cizallamiento en la dirección de movimiento. Esta fuerza de cizallamiento disminuye cuando los elementos de contacto móviles están muy separados.

45 La aplicación de movimiento de vaivén bidireccional a través de un conjunto único de elementos de contacto generalmente no es tan eficaz como el uso de elementos de contacto adyacentes dispuestos para aplicar tensión/compresión o fuerza de cizallamiento entre ellos.

El conjunto único de elementos de contacto alternos se puede aplicar de manera lineal, tal como el dispositivo de las
50 figuras 17 y 18, con todas las cerdas lineales moviéndose al unísono. Este conjunto único de movimiento de vaivén también puede aplicarse de manera arqueada, tal como el dispositivo de las figuras 21 a 22 con todas las hileras de cerdas moviéndose al unísono. Cuando el elemento de contacto comprende material rígido o flexible, la amplitud de movimiento de punta a punta estará dentro del intervalo de 0,1 cm a 0,40 cm (de 0,04 a 0.150 pulgadas),

preferiblemente 0,23 cm (0,09 pulgadas); si el elemento de contacto es una hilera de cerdas, la amplitud de movimiento de punta a punta estará dentro del intervalo de 0,05 cm a 0,41 cm (de 0,020 a 0,160 pulgadas), preferiblemente 0.082 pulgadas.

5 La figura 23 muestra un diagrama de bloques esquemático para un medio de control para controlar la amplitud de las partes móviles de los elementos de contacto 120. El medio de control está compuesto por un elemento de detección 121, un circuito de modulación de potencia 122, y un circuito de accionamiento 124. El elemento de detección 121 detecta la cantidad de presión aplicada a la piel por los elementos de contacto 120 y aplica una señal al circuito de modulación de potencia 122. El circuito de modulación de potencia 122 usa dicha señal para modular la potencia del circuito de accionamiento 124 y la amplitud de los elementos de contacto 120.

10 El medio de control funciona en una pluralidad de modos de funcionamiento con un número preferido de tres modos de funcionamiento. El funcionamiento apropiado del aparato requiere que la presión aplicada sobre la piel por el aplicador se mantenga en un intervalo dado.

15 Cuando la presión aplicada por los elementos de contacto sobre la piel esté por debajo del umbral inferior para el correcto funcionamiento del aparato, la amplitud del aplicador con los elementos de contacto se reduce sustancialmente desde su amplitud nominal. Esto reduce la probabilidad de que salpiquen fluidos o agentes de limpieza cuando el aplicador no está en contacto con la piel.

Cuando la presión aplicada por el aplicador sobre la piel esté por encima del umbral inferior para el correcto funcionamiento del aparato, aunque por debajo del umbral superior, el aplicador se acciona en una amplitud nominal.

20 Cuando la presión aplicada por el aplicador sobre la piel esté por encima del umbral superior para el correcto funcionamiento del aparato, la amplitud del aplicador con los elementos de contacto se reduce sustancialmente desde su amplitud normal o, preferiblemente, se detiene por completo. Una alternativa es interrumpir la alimentación a los elementos de contacto en una frecuencia baja, por ejemplo 2-10Hz, con el fin de crear una respuesta sonora o táctil para el usuario a fin de reducir la presión. Esta señal de respuesta de exceso de presión reduce la probabilidad de que el aplicador produzca demasiado movimiento de la piel.

25 El medio de control descrito anteriormente ofrece no solo seguridad y comodidad, sino que también proporciona información al usuario para mantener la presión del aplicador en el intervalo en el que el aparato funciona correctamente.

30 La figura 24 muestra cuatro zonas de la cara que difieren en topología y grado de secreción sebácea. Generalmente, la cara se divide en dos zonas distintas, la denominada "zona T" 130 y 132, y las zonas de las mejillas exteriores 134, 136. La zona T es la parte de la cara que consiste en la frente, la nariz y la zona de alrededor de la boca, incluida la barbilla. Se llama así porque tiene la forma de T.

35 A menudo, la zona T es más propensa al acné, ya que el porcentaje de glándulas sebáceas en esta zona tiende a ser más alto que en las mejillas exteriores. Un componente importante de la presente invención, por tanto, es un medio de temporización para ayudar al usuario a tratar adecuadamente las diferentes zonas de la cara, de acuerdo con la incidencia típica del acné en esa zona, sin tratar en exceso o en defecto la zona. El tiempo total de tratamiento puede ser de entre 30 segundos y dos minutos y preferiblemente de un minuto. Además, el tiempo total puede subdividirse en dos o más y preferiblemente en cuatro períodos de tiempo. En la presente invención, el primer período de tiempo es de 20 segundos para el tratamiento de la frente 130; el segundo período de tiempo es de 20 segundos para el tratamiento de la nariz, la zona perioral y la barbilla 132; y de 10 segundos para cada zona de las mejillas exteriores 134, 136.

40 Un medio de temporización 140 (figura 25) avisa al usuario al proporcionar una señal sonora 142 o un cambio detectable en el movimiento del elemento de contacto móvil, o ambos a la vez. Este aviso indica al usuario cuándo ha transcurrido el tiempo de tratamiento preferido para cada zona de la cara. El temporizador se puede activar o desactivar después de encender el aparato, apretando un interruptor de encendido/apagado 146 durante un período de tiempo seleccionado. Una primera señal sonora se puede utilizar para indicar que el temporizador ha sido activado y una segunda señal sonora para indicar que el temporizador ha sido desactivado.

45 En resumen, la aplicación local de movimiento diferencial en la abertura infundibular (poro) da lugar a la retirada de tapones sebáceos del acroinfundíbulo (parte superior del poro). El movimiento diferencial, ya sea lineal, arqueado o elíptico, aplica fuerzas sobre la interfaz entre el comedón (tapón sebáceo) y el tejido circundante, rompiendo así la adhesión entre la pared acroinfundibular y el tapón sebáceo.

- Un movimiento bidireccional de retorno a la posición central generalmente proporciona una mejor limpieza que el movimiento unidireccional debido a la naturaleza del tapón sebáceo, es decir, se puede pensar que el tapón sebáceo es como una matriz generalmente desorganizada de corneocitos planos de tipo ladrillo embebidos en un "mortero" de lípidos de sebo oxidado. Se cree que la adhesión del tapón a la pared del acroinfundíbulo es causada por una combinación de sebo oxidado y lípidos de ceramida. Debido a que la orientación de los corneocitos no es completamente aleatoria con respecto a la pared del acroinfundíbulo, es posible que el movimiento unidireccional por sí solo elimine parte de la adherencia, aunque puede ser insuficiente para aflojar el tapón de sebo. La realización preferida de la invención aplica movimiento bidireccional de manera que la mayor parte o la totalidad de los corneocitos se someten a fuerzas de adhesión-rotura independientemente de su orientación.
- La limitación de la amplitud de movimiento bidireccional hasta un punto en el que generalmente se mantiene la piel en una zona de baja distensión también es beneficioso. Una amplitud grande de movimiento bidireccional o unidireccional sitúa las fibras de colágeno en una condición de distensión más grande.
- En uso, nuestra invención aplica cíclicamente deformación y relajación muchas veces por segundo sobre la piel que rodea el acroinfundíbulo y sobre cualquier tapón sebáceo. La repetición de ciclos vibratorios diferenciales suministra un efecto terapéutico rompiendo gradualmente la adhesión entre el acroinfundíbulo y el tapón sebáceo.
- La presente invención está prevista para funcionar en un intervalo de frecuencias de 20 a 1,000 Hz. Un intervalo preferido es de 80 a 200 Hz. Por debajo de 80 Hz, la proporción de vibración es menor que la óptima y la aplicación mecánica es más difícil. Por encima de 200 Hz, se produce una reacción de cosquilleo fuerte, en general desagradable, en la zona de la nariz. Suponiendo que 1 cm de anchura de superficie activa del dispositivo funcione a la frecuencia mínima, el movimiento lineal del dispositivo a través de la superficie de la piel a 2 cm/seg daría como resultado que cada poro experimente 10 ciclos de deformación, muchas más veces de lo que se podría obtener mediante cualquier técnica manual. A frecuencias más altas, el número de deformaciones por efecto del aparato sería proporcionalmente mayor.
- Existen dos modos básicos de movimiento diferencial que se pueden aplicar: de fuerza de cizallamiento y de tensión/compresión. El dispositivo de modo de fuerza de cizallamiento aplica un movimiento diferencial lineal a través de elementos estrechos que hacen contacto con la piel y que se mueven entre sí en la dirección de su longitud. El dispositivo normalmente aplica una oscilación sinusoidal a los elementos de contacto adyacentes. La disposición incluye dos conjuntos de elementos de contacto. El dispositivo mueve entre sí los elementos de contacto en paralelo a lo largo de su eje longitudinal. Las fuerzas de fricción suficientes entre la superficie de los elementos de contacto y la superficie de la piel van a transferir este movimiento a la piel, creando una acción de fuerza de cizallamiento entre ellos sobre la piel como se muestra en las figuras 9A a 9D.
- El dispositivo de modo tensión/compresión, a diferencia del de modo de fuerza de cizallamiento, mueve los elementos de contacto uno hacia otro y uno en dirección opuesta a otro. Las oscilaciones son perpendiculares al eje longitudinal de los elementos de contacto (es decir, un elemento se mueve hacia otro que está adyacente por un lado y en dirección opuesta a otro que está adyacente por el otro lado), creando así tensión y esfuerzo de compresión alternos en el tejido que rodea el infundíbulo. Las fuerzas de fricción suficientes entre la superficie de los elementos de contacto y la superficie de la piel van a transferir este movimiento a la piel, como se muestra en las figuras 13A a 13D.
- Alternativamente a un elemento de contacto que se mueve, dos elementos de contacto pueden moverse con respecto al cuerpo del dispositivo, y uno en sentido opuesto al otro.
- Los elementos de contacto con la piel pueden ser rígidos o flexibles. Las superficies rígidas se pueden hacer de acero inoxidable y plástico. Las superficies de contacto flexibles pueden incluir cerdas, elastómeros y espuma flexible suave. Las superficies deben tener suficiente rugosidad para transferir el movimiento a la piel sin deslizamiento, o minimizar tal deslizamiento. Además, el grado adecuado de rugosidad de la superficie asegura una buena acción laminar (transferencia de lubricante de una parte húmeda a una seca de la piel mediante espacios intersticiales en la superficie de contacto). Si el acabado de la superficie es demasiado suave, la lubricación se retira y la superficie de contacto se desliza seca contra la piel y puede causar abrasión no deseada de la piel. Esta rugosidad de la superficie puede estar en el intervalo de 5 a 20 micropulgadas y preferiblemente es de en 10 micropulgadas.
- Se pueden incluir múltiples elementos de contacto, de manera que un conjunto de elementos de contacto con la piel que se desplazan en una dirección están entrelazados entre un conjunto de elementos de contacto con la piel fijos, o elementos de contacto con la piel que se mueven en la dirección opuesta. La figura 15 muestra un dispositivo con un doble par de elementos de contacto con la piel, y es un derivado del dispositivo con un solo un par de elementos de contacto con la piel que se muestra en la figura 6. En el caso mostrado en la figura 15, cada uno de los dos

5 conjuntos de elementos de contacto con la piel consiste en tres hileras de mechones de cerdas. Cada grupo de hileras de mechones de cerdas se mueve en oposición relativa, rodeadas por una hilera circular fija de mechones de cerdas fijos, que sirven para minimizar las salpicaduras y para controlar el contacto de las puntas de las cerdas móviles con la piel. Los mechones de cerdas están diseñados para que el movimiento de las hileras entrelazadas dé como resultado una fuerza suficiente sobre la piel para mantener las aberturas acroinfundibulares. Esta acción es parecida a los dedos de las dos manos que se entrelazan como cuando nos las lavamos.

El modelo que se muestra tiene tres hileras de cerdas en cada uno de los dos grupos entrelazados, aunque el número de hileras de cerdas puede variar de una sola hilera a tantas como sean prácticas para la zona de superficie deseada.

10 Además, el movimiento de la hilera o hileras de mechones de cerdas puede ser lineal, arqueado o elíptico a lo largo del plano de la piel con el eje de rotación perpendicular a la piel.

La magnitud de la fuerza recíproca aplicada a la piel está principalmente determinada por la rigidez de los mechones de cerdas para la deformación lateral, la longitud y la anchura de las hileras de cerdas, la separación entre las hileras de cerdas, la amplitud de movimiento entrelazado, y la presión aplicada por el usuario.

15 Los efectos sobre la piel debidos al movimiento de los elementos de contacto también se pueden modificar con el uso de un lubricante para la piel. El lubricante puede ser agua, agua jabonosa, otro agente de limpieza de la piel, una loción o un gel. Más lubricación daría como resultado una acción de deslizamiento de las puntas de las cerdas a través de la piel, y menos acción de deformación aplicada a la piel. La acción de deslizamiento a través de la piel sirve para eliminar restos de la superficie de la piel. Los restos incluyen sebo, triglicéridos y ácidos grasos,
20 corneocitos descamados, suciedad acumulada y materiales ambientales.

Por lo tanto, la presente invención proporciona energía mecánica en un modo de fuerza de cizallamiento o en un modo de tensión/compresión o una combinación de ambos (elíptica) con el fin de aflojar la adhesión entre el tapón sebáceo y las paredes del poro. Dicho movimiento puede producirse mediante elementos de contacto que se mueven alternativamente de manera lineal y arqueada o según una combinación de ambas. El tapón sebáceo
25 aflojado y cualquier lípido previamente bloqueado en los poros se pueden eliminar fácilmente aclarando la zona limpia. Tal disposición da como resultado un tratamiento eficaz del acné precoz que impide el desarrollo de afecciones más graves debidas al acné. Además, sin embargo, la disposición se puede utilizar para limpiar de manera eficaz la piel cuando el acné no está presente. La combinación de suavidad y limpieza produce un efecto de limpieza conveniente y eficaz sobre la piel y una "sensación" o impresión por parte del usuario de piel limpia y
30 saludable.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para el tratamiento del acné, que comprende:
- 5 al menos dos elementos de contacto (57, 59) que tienen caras extremas, en el que al menos un elemento de contacto es un elemento de contacto móvil (59);
- un conjunto de montaje (58, 60) para mantener los elementos de contacto sustancialmente adyacentes entre sí; y
- un conjunto (50) para mover con un movimiento de vaivén dicho al menos un elemento de contacto móvil;
- 10 caracterizado porque, todas las caras extremas están en el mismo plano y las caras extremas del elemento de contacto móvil (59) se mueven en un solo plano; y dicho conjunto mueve con un movimiento de vaivén dicho al menos un elemento de contacto móvil bidireccionalmente a través de una posición neutra con respecto a por lo menos un elemento de contacto adyacente, para producir una tensión y una compresión alternas de la piel, en el que cuando el aparato se coloca de modo que las caras extremas de los elementos de contacto se ponen en contacto con la piel, se produce una acción sobre la piel en el plano de una zona de la piel a tratar de acné para eliminar tapones sebáceos de los poros de la piel, lo que permite eliminarlos fácilmente de la piel.
- 15 2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la frecuencia de movimiento del elemento de contacto móvil está dentro de un intervalo de 20 Hz a 1 KHz.
3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la frecuencia está preferiblemente dentro del intervalo de 80 a 200 Hz.
4. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los elementos de contacto comprenden un material rígido.
- 20 5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los elementos de contacto tienen una superficie de contacto con una rugosidad situada dentro de un intervalo de 0,127µm a 0,508µm (de 5 a 20 micropulgadas).
6. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la rugosidad es de aproximadamente 0,254µm (10 micropulgadas).
- 25 7. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la proporción de la amplitud máxima de movimiento del elemento de contacto móvil está situada en un intervalo de 15% a 120% de la distancia entre elementos de contacto adyacentes que se mueven entre sí.
8. Aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha proporción es de aproximadamente 60%.
9. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los elementos de contacto comprenden, respectivamente, hileras (70, 72, 80, 82, 90, 92, 100, 102) de mechones de cerdas.
- 30 10. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que las cerdas tienen un diámetro comprendido en el intervalo de 0,0508 a 0,127 mm (2 a 5 milésimas de pulgada) y una longitud comprendida en el intervalo de 6,35 a 15,24 mm (0,250 a 0,600 pulgadas), y en el que el material de las cerdas tiene un módulo de flexión comprendido en el intervalo de 689MPa a 6,89KPa (100 a 1000 kpsi).
- 35 11. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que los mechones tienen unas características mecánicas tales que un desplazamiento de 1,58 mm (0,062 pulgadas) en la base de un mechón provoca una fuerza comprendida en el intervalo de 0,3 gramos a 1,4 gramos, a ejercer sobre la piel en el extremo de dicho mechón.
12. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la fuerza es de aproximadamente 0,61 gramos.
13. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la amplitud máxima de movimiento en la base de un mechón de cerdas con respecto a la de un elemento de contacto adyacente está comprendida en el intervalo de 10% a 125% de la distancia entre ejes entre elementos de contacto adyacentes que se mueven entre sí.
- 40 14. Aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha amplitud máxima de movimiento en la base de un mechón de cerdas (70) con respecto a la de un elemento adyacente (72) es de aproximadamente 45%.
15. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los elementos de contacto comprenden un material flexible.

16. Aparato de acuerdo con la reivindicación 15, en el que los elementos de contacto comprenden un material sólido elastomérico.
17. Aparato de acuerdo con la reivindicación 15, en el que los elementos de contacto comprenden un material de espuma.
- 5 18. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el movimiento de vaivén del elemento de contacto móvil pone la piel alternativamente en tensión y en compresión.
19. Aparato de acuerdo con la reivindicación 18, en el que la amplitud máxima de movimiento de cualquier elemento de contacto móvil es un desplazamiento lineal con respecto a un punto sobre un elemento de contacto adyacente, y en el que dicho desplazamiento lineal está situado en el intervalo de 10% a 60% de la distancia entre elementos de contacto adyacentes cuando están en su posición neutra.
- 10 20. Aparato de acuerdo con la reivindicación 19, en el que dicho desplazamiento lineal es de aproximadamente 40%.
21. Aparato de acuerdo con la reivindicación 18, en el que los elementos de contacto se componen de un material rígido.
22. Aparato de acuerdo con la reivindicación 21, en el que los elementos de contacto tienen un acabado de superficie comprendido en el intervalo de 0,127 μm a 0,508 μm (5 a 20 micropulgadas).
- 15 23. Aparato de acuerdo con la reivindicación 22, en el que el acabado de superficie es de aproximadamente 0,254 μm (10 micropulgadas).
24. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el movimiento de los elementos de contacto móviles es controlado por un medio de control (121, 122, 124) mediante el cual la amplitud de movimiento de los elementos de contacto móviles se reduce sustancialmente cuando los elementos de contacto no están en contacto con la piel y mediante el cual la amplitud de movimiento de los elementos de contacto móviles está en la magnitud preferida cuando los elementos de contacto se aplican sobre la piel con la presión correcta para un funcionamiento óptimo y mediante el cual la amplitud de movimiento de los elementos de contacto móviles es modificada de una manera detectable por el usuario cuando los elementos de contacto se aplican sobre la piel con una presión mayor que la presión correcta.
- 20 25. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye una estructura de alimentación de fluido (106) dispuesta adyacente a los elementos de contacto y en el que dicha estructura suministra un fluido que entra en contacto con la piel durante el funcionamiento.
- 25 26. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye una estructura que contiene un fluido (106) dispuesta adyacente a los elementos de contacto y en el que dicha estructura que contiene el fluido impide sustancialmente que el fluido sea expulsado del aparato por el movimiento de los elementos de contacto.
- 30 27. Aparato de acuerdo con la reivindicación 26, en el que dicha estructura que contiene un fluido consta de mechones de cerdas que tienen un extremo libre aproximadamente en el mismo plano que el de los elementos de contacto.
- 35 28. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye un conjunto de control (121, 122, 124) para controlar la presión aplicada sobre la piel a fin de minimizar la probabilidad de que sea ejercida una presión excesiva de la piel sobre los elementos de contacto móviles.
29. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos elementos de contacto son extraíbles y reemplazables.
- 40 30. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene un medio de temporización (140), sensible al encendido del dispositivo, para producir indicaciones sucesivas de intervalos de tiempo transcurrido, en el que los intervalos de tiempo transcurrido están relacionados con los tiempos deseados para el tratamiento de partes de la cara, en el que las sucesivas indicaciones de tiempo se proporcionan en un período de tiempo definido preestablecido durante el cual el aparato está en funcionamiento; y un medio para mantener el estado del medio de temporización durante un periodo de tiempo seleccionado después de que el aparato haya sido apagado durante dicho período de tiempo preestablecido después de que el aparato se haya encendido.
- 45 31. Aparato de acuerdo con la reivindicación 30, en el que las sucesivas indicaciones de tiempo se proporcionan en un período de tiempo definido preestablecido durante el cual el aparato está en funcionamiento.

32. Aparato de acuerdo con la reivindicación 31, en el que el período de tiempo definido es de aproximadamente un minuto y en el que los intervalos de tiempo seleccionados son aproximadamente de entre 10 y 20 segundos.
33. Aparato de acuerdo con la reivindicación 30, en el que las indicaciones son seleccionadas entre a) una señal sonora y b) un cambio detectable en el movimiento del elemento de contacto móvil.
- 5 34. Aparato de acuerdo con la reivindicación 30, en el que las indicaciones comprenden tanto una señal sonora como un cambio detectable en el movimiento del elemento de contacto móvil.
35. Aparato de acuerdo con la reivindicación 30, que incluye un medio (146) para cambiar el estado del medio de temporización entre activado y desactivado después de que se enciende el aparato.
- 10 36. Aparato de acuerdo con la reivindicación 35, en el que el medio de cambio es sensible al accionamiento de un interruptor de encendido/apagado mediante presión durante un período de tiempo seleccionado.
37. Aparato de acuerdo con la reivindicación 36, en el que una primera señal sonora indica que el medio de temporización ha sido activado y una segunda señal sonora diferente de la primera señal sonora indica que el medio de temporización ha sido desactivado.
- 15 38. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que las hileras de mechones de cerdas comprenden una pluralidad de hileras rectas, con hileras rectas alternas (a) que se mueven (80) y (b) que permanecen fijas (82) en posición.
39. Aparato de acuerdo con la reivindicación 38, que incluye una hilera adicional de mechones de cerdas fijos (84) que rodean la pluralidad de hileras rectas.
- 20 40. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que las hileras de mechones de cerdas comprenden una pluralidad de hileras rectas (70, 72), con hileras alternas que se mueven en direcciones opuestas.
41. Aparato de acuerdo con la reivindicación 40, que incluye otra hilera de mechones de cerdas fijos (84) que rodea la pluralidad de hileras rectas.
- 25 42. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que las hileras de mechones de cerdas comprenden una pluralidad de hileras circulares, con hileras alternas (a) que se mueven (90) y (b) que permanecen fijas (92) en posición.
43. Aparato de acuerdo con la reivindicación 42, que incluye otra hilera de mechones de cerdas fijos (104) que rodea la pluralidad de hileras circulares.
44. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que las hileras de mechones de cerdas comprenden una pluralidad de hileras circulares (100, 102), con hileras alternas que se mueven en direcciones opuestas.
- 30 45. Aparato de acuerdo con la reivindicación 44, que incluye otra hilera de mechones de cerdas (104) que rodea la pluralidad de hileras circulares.

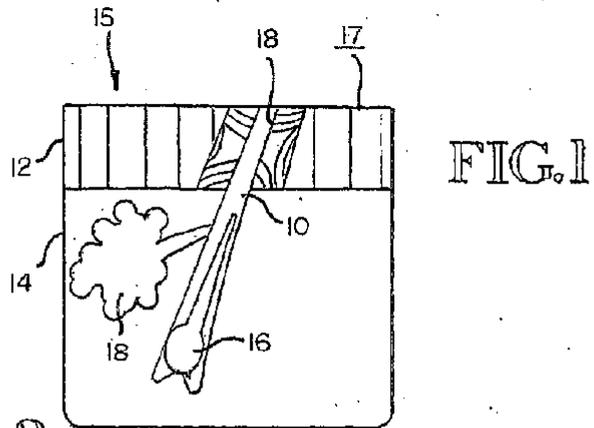


FIG. 1

FIG. 2

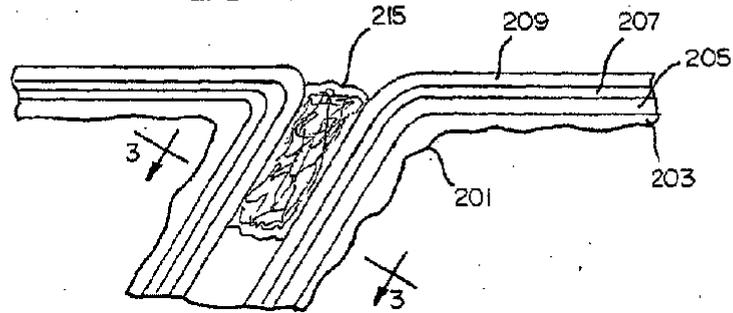


FIG. 3

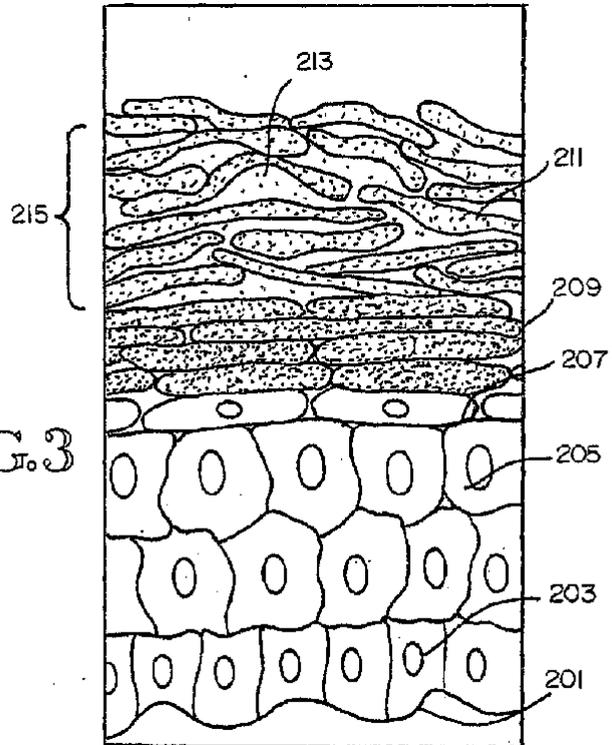
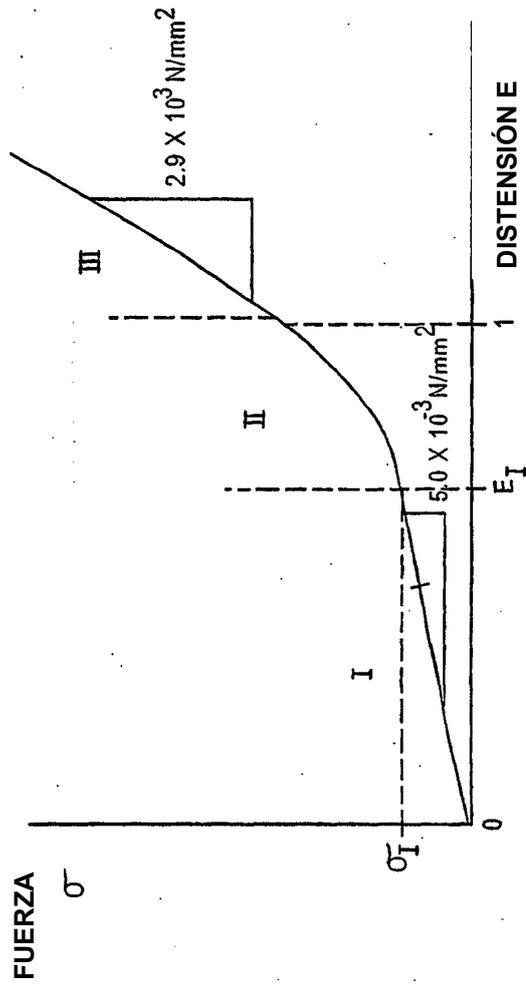


FIG.4



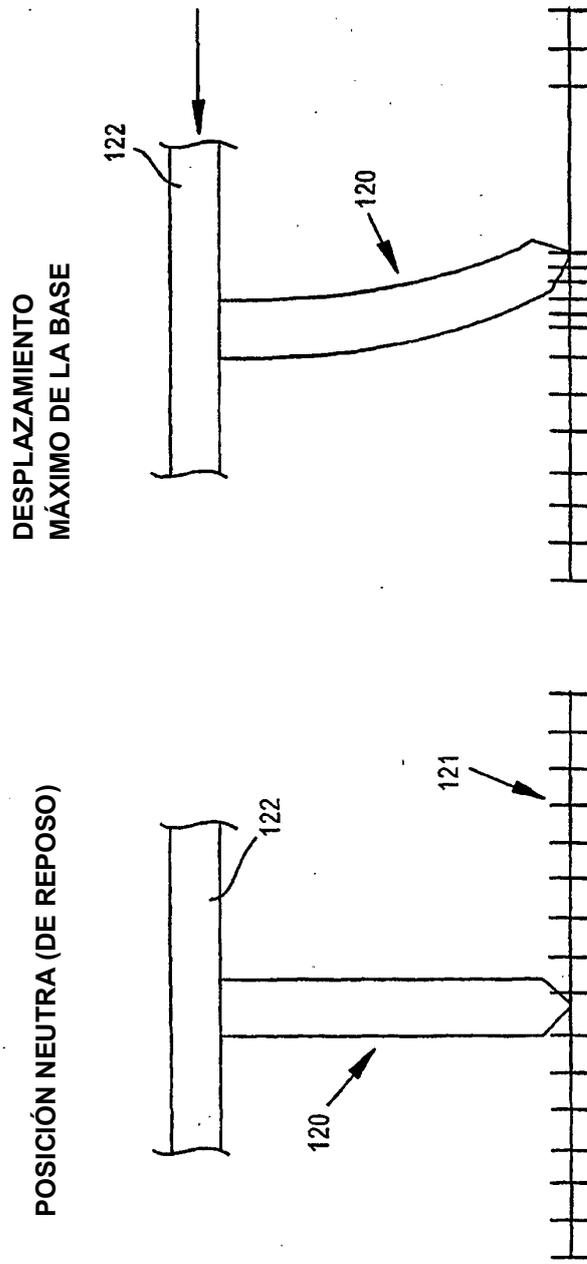


FIG.5B

FIG.5A

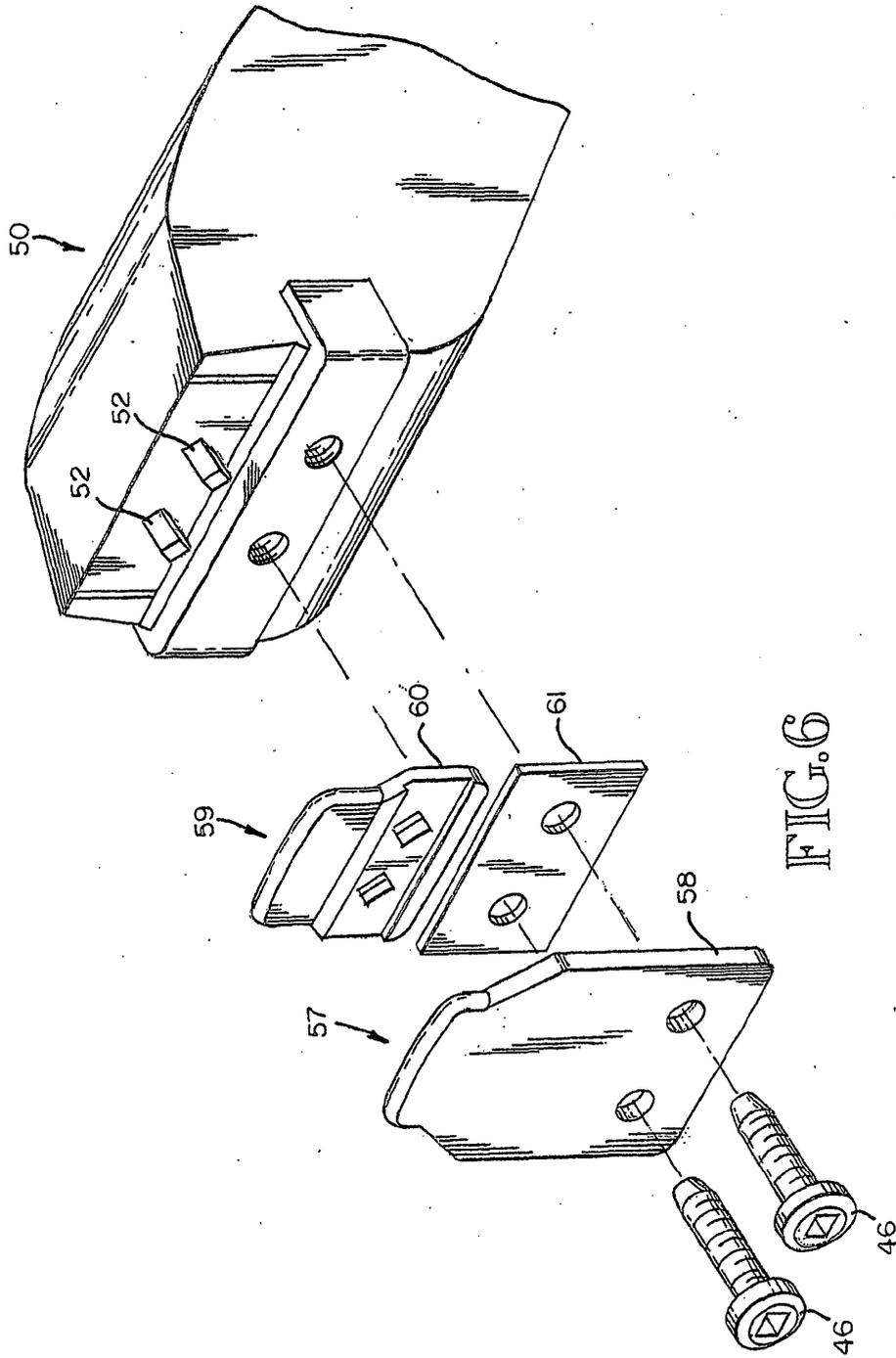
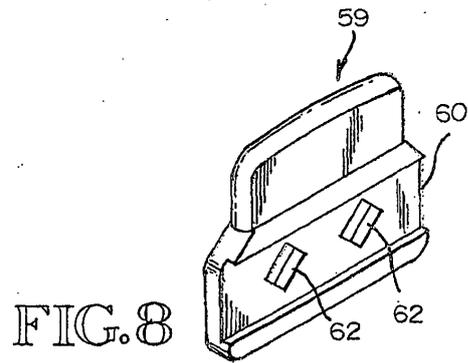
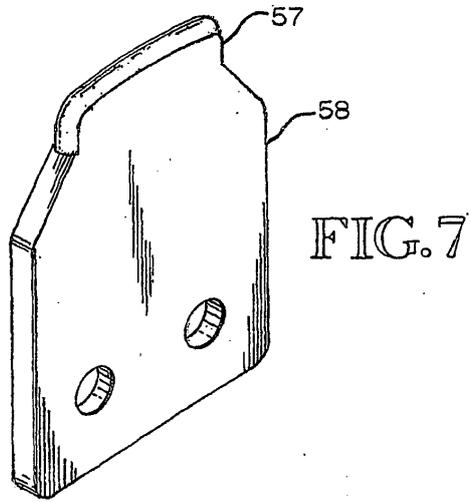
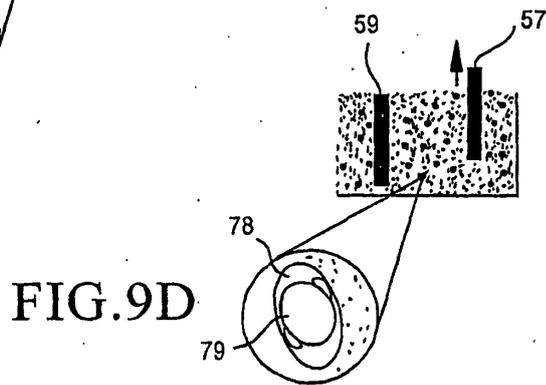
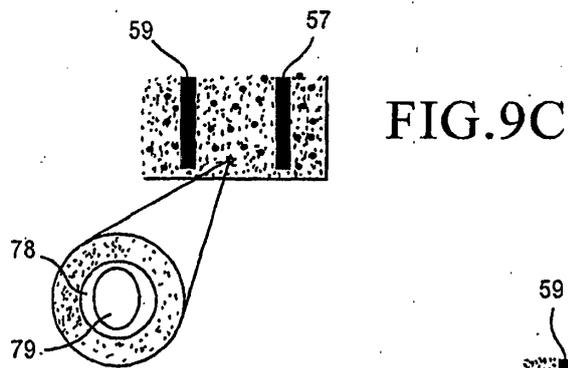
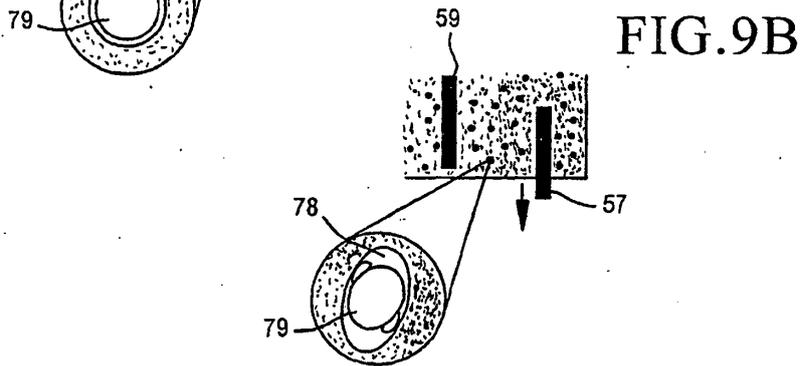
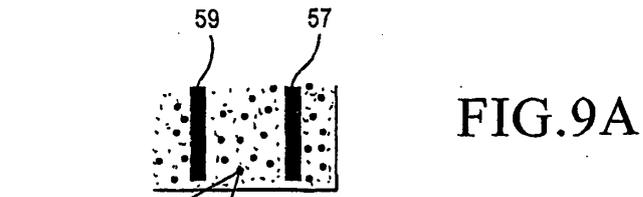


FIG. 6





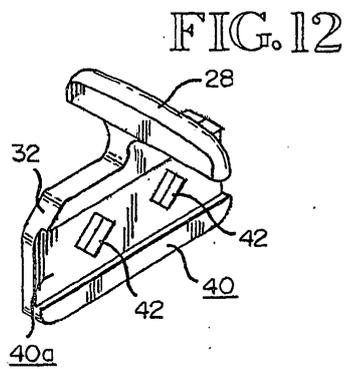
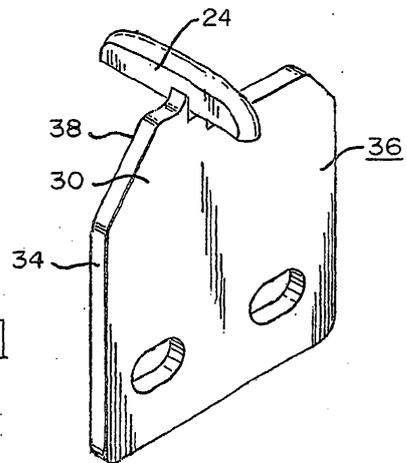
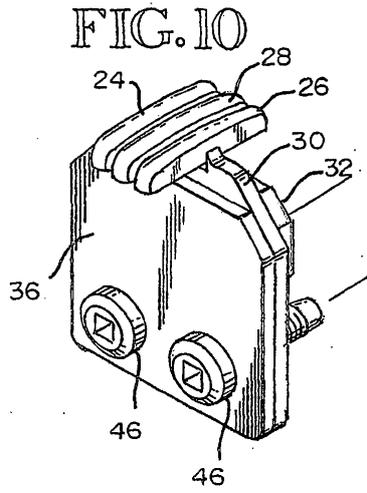


FIG.13A

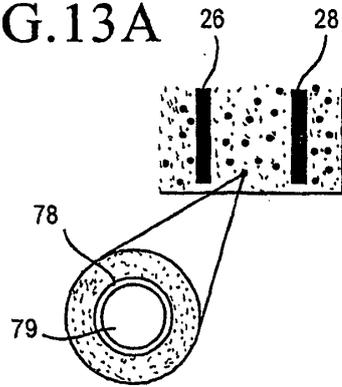


FIG.13B

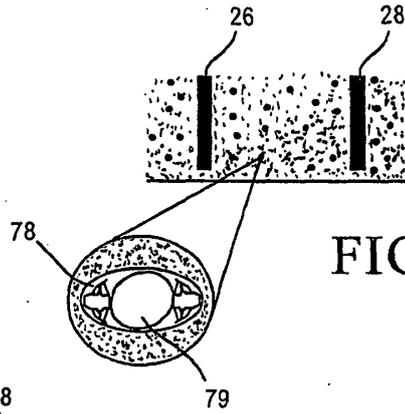


FIG.13C

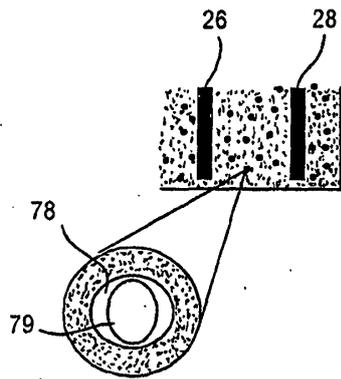


FIG.13D

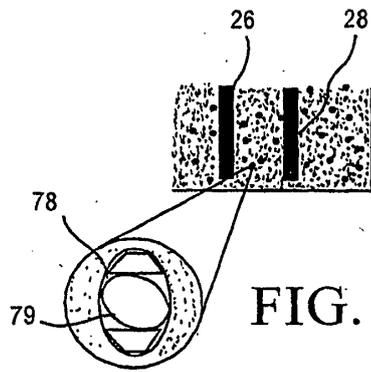
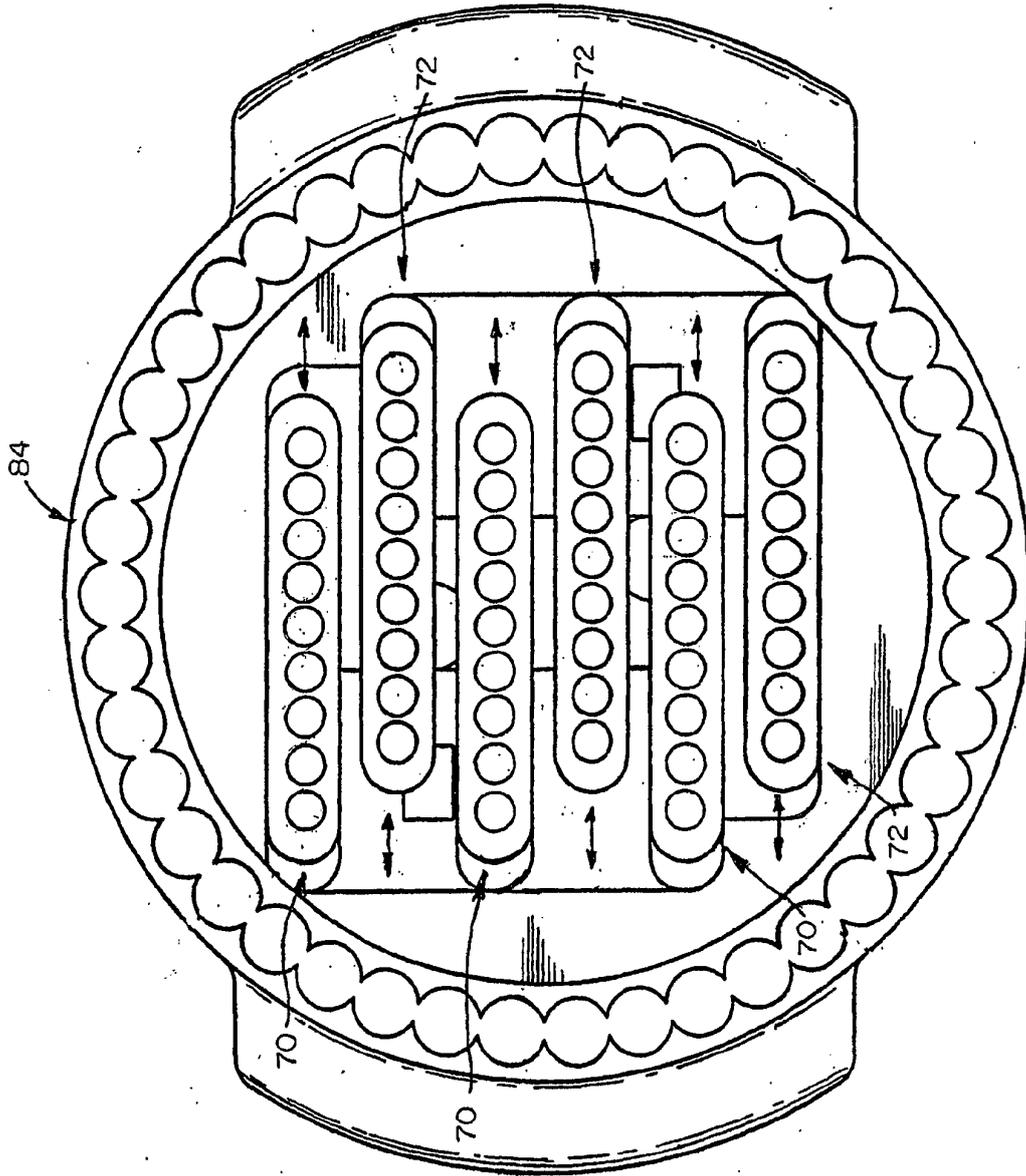


FIG. 16



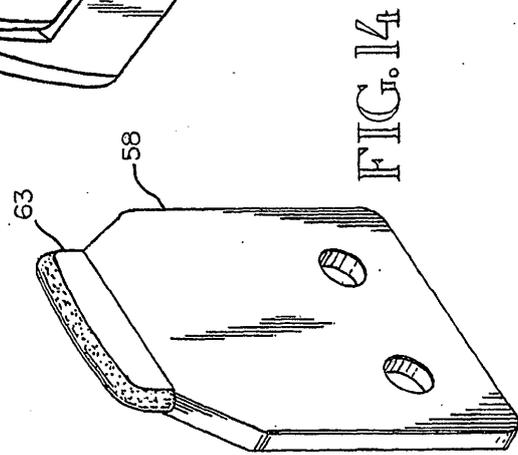
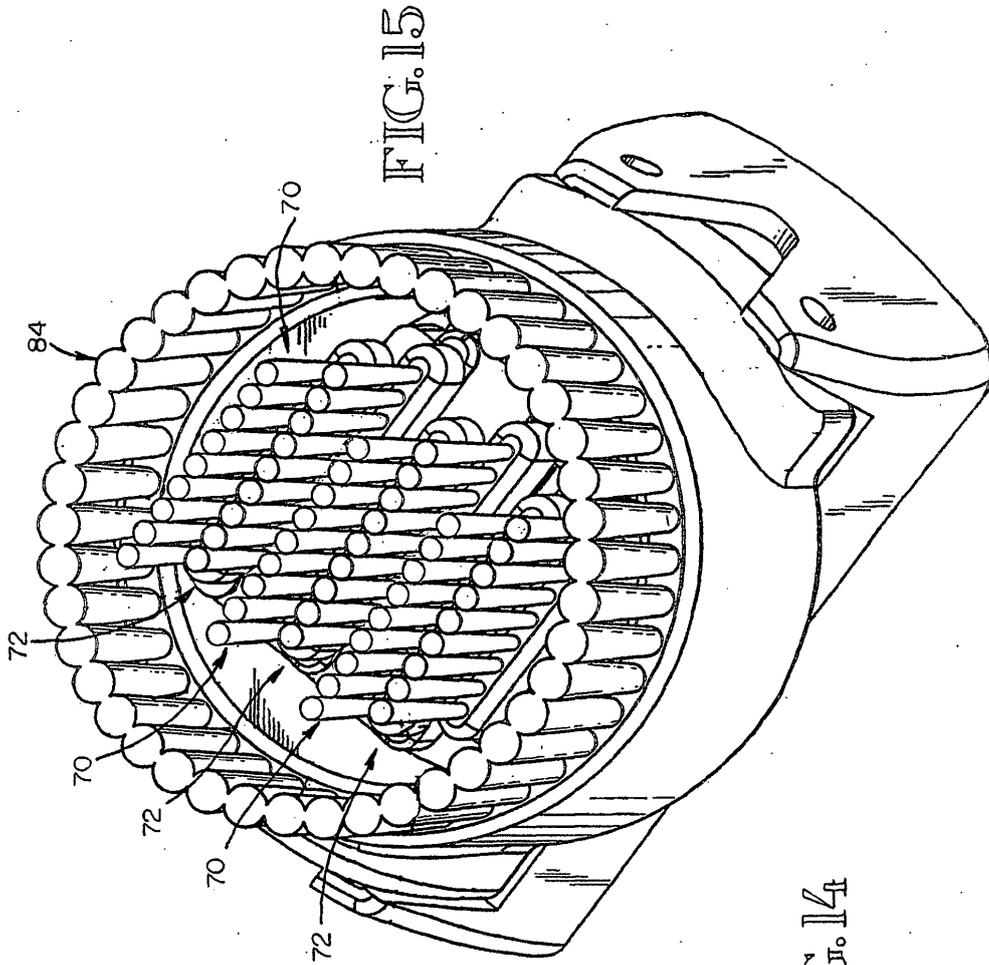
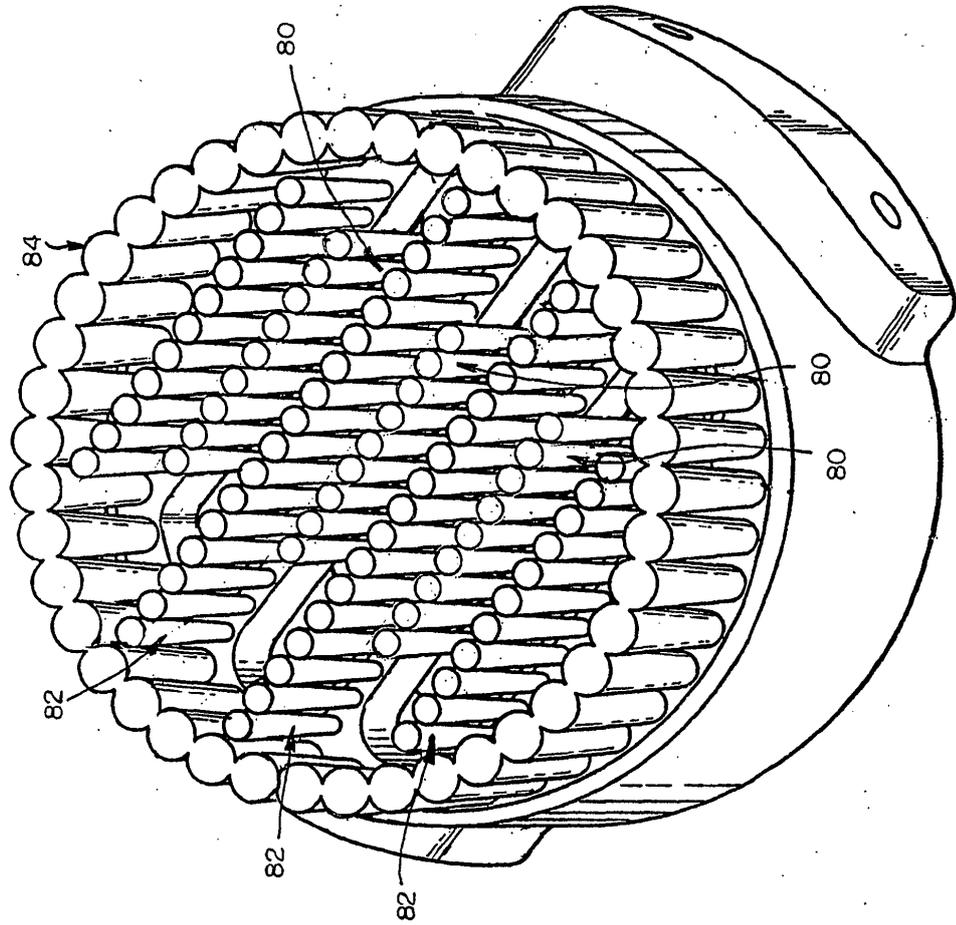


FIG. 17



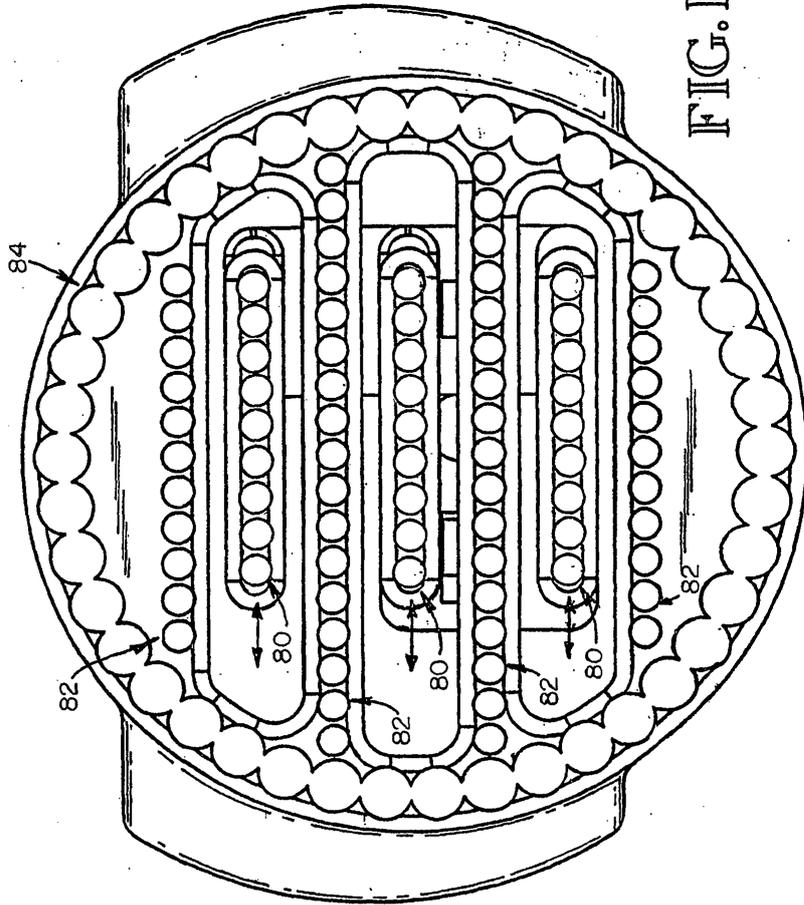


FIG. 18

FIG. 19

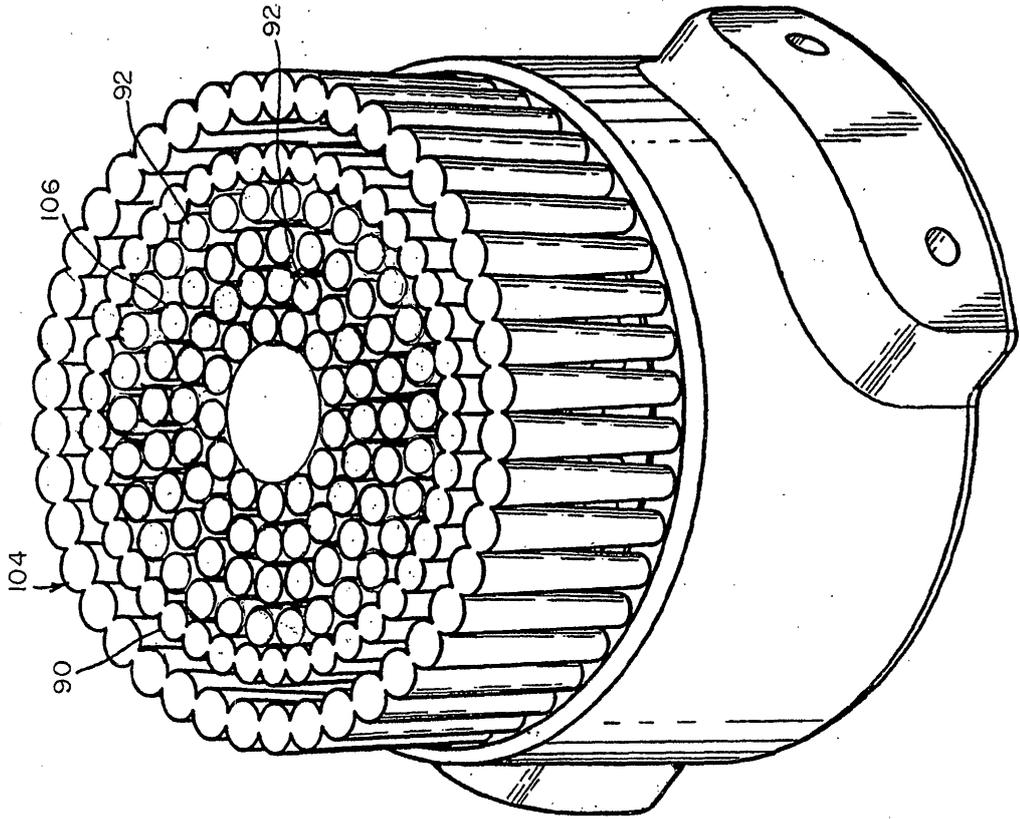


FIG. 20

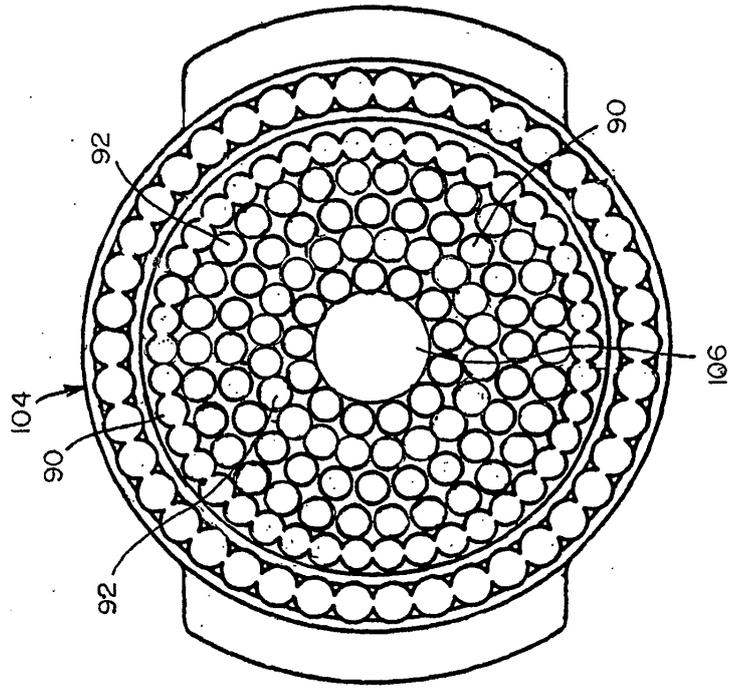
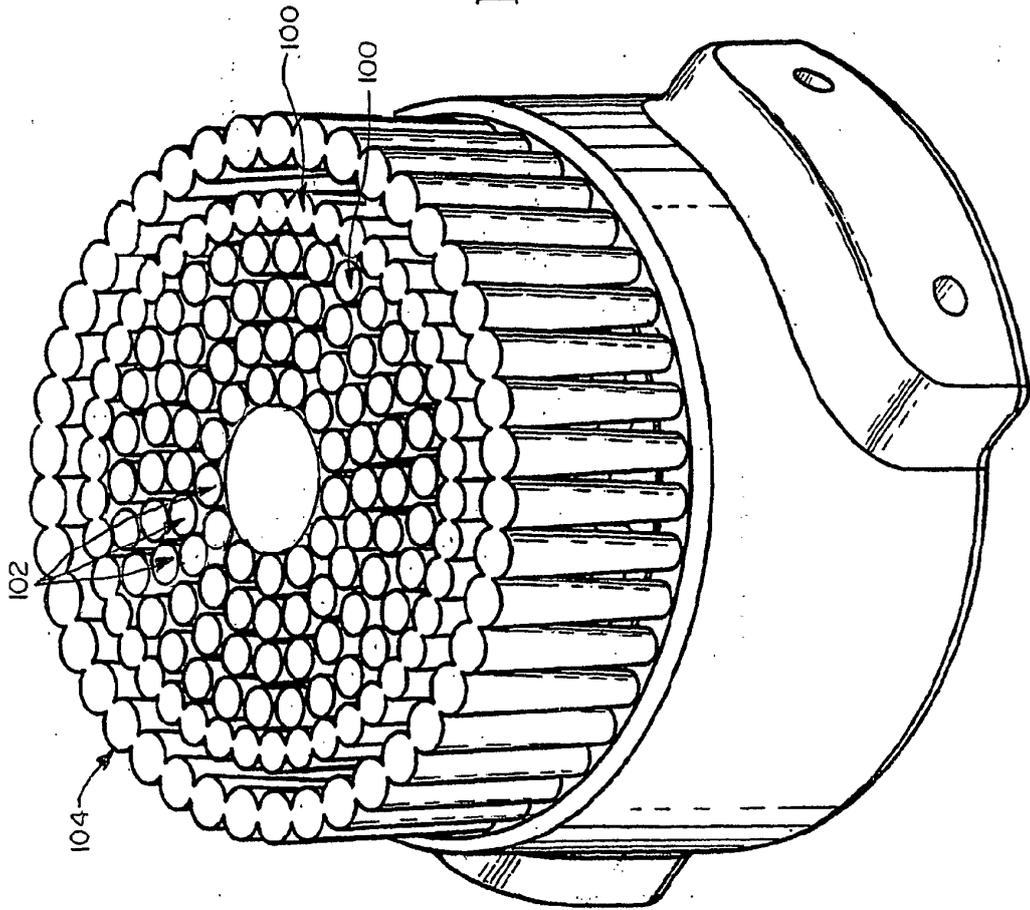


FIG. 21



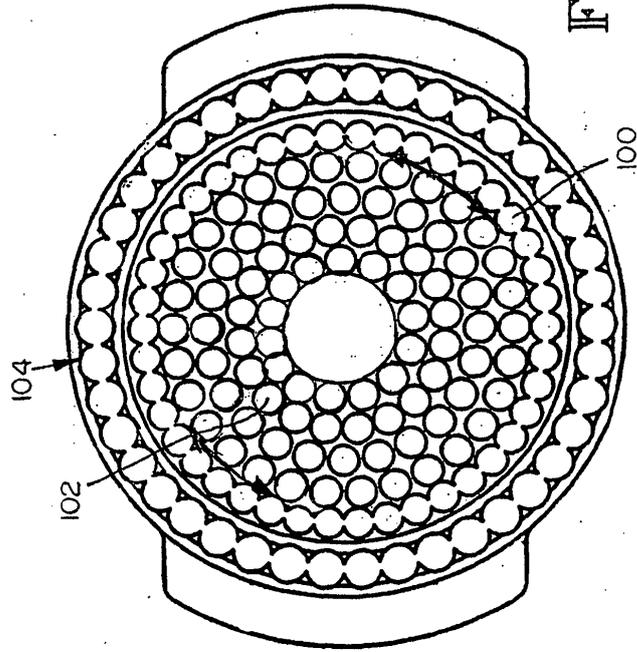


FIG. 22

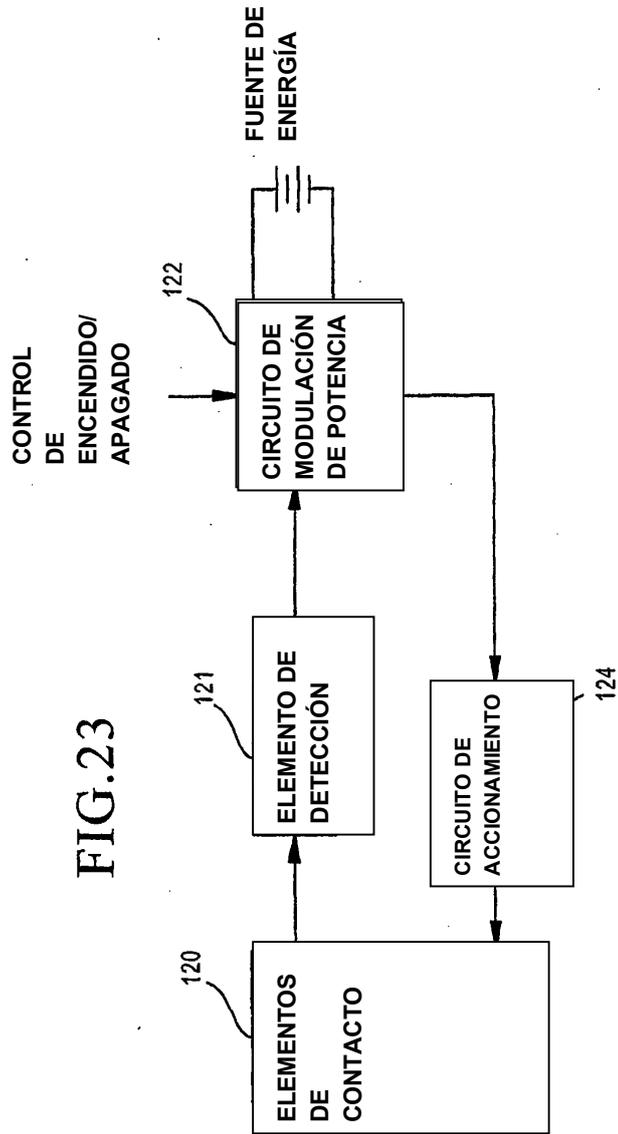


FIG. 24

