



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 313 904**

(51) Int. Cl.:
A61B 18/20 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **00965482 .3**

(96) Fecha de presentación : **27.09.2000**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1223880**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **24.07.2002**

(54) Título: **Aparato con puesta en marcha automática para tratamiento de la piel mediante láser sobre zonas amplias.**

(30) Prioridad: **08.10.1999 US 415575**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2009

(73) Titular/es: **LUMENIS Ltd.**
P.O. Box 240
Yokneam 20692, IL

(72) Inventor/es: **Weckwerth, Mark, V.;**
Beale, John, P.;
Grove, Robert, E. y
Holtz, James, Z.

(74) Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 313 904 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 con puesta en marcha automática para tratamiento de la piel mediante láser sobre zonas amplias.

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere en general a aparatos para el tratamiento de la piel mediante rayos láser, tal como depilación. La invención se refiere en particular a un sistema para puesta en marcha o “encendido” repetido y automática de un aparato para el tratamiento de la piel por rayos láser que, con una puesta en marcha o “encendido”
10 único, puede tratar solamente una sub-zona relativamente pequeña de la zona o área de piel a tratar.

Explicación de la técnica anterior

En operaciones de tratamiento dermatológico mediante rayos láser tales como depilación, el área de la piel a tratar
15 puede ser frecuentemente mucho mayor que el área que puede ser tratada mediante una puesta en marcha única del aparato de rayos de láser. Los aparatos típicos para el tratamiento mediante rayos láser comprenden una pieza de utilización manual para suministrar radiación de rayos láser desde un aparato de rayos láser hacia la piel sometida al tratamiento. El láser puede hallarse alejado de dicha pieza de utilización manual, siendo facilitada la radiación láser a dicha pieza de utilización manual mediante fibra óptica o bien por un brazo articulado. De manera alternativa, la
20 radiación por rayos láser puede ser facilitada por un dispositivo láser de diodos incorporado en la pieza de utilización manual. La pieza de utilización manual está dotada frecuentemente de una zona en forma de ventana refrigerada que se coloca en contacto con la piel, siendo suministrada la radiación láser a la piel a través de dicha zona o ventana refrigerada.

El tratamiento de una zona grande de la piel se consigue de manera típica por el operador al proceder manualmente al encendido del aparato de rayos de láser, con la pieza de utilización manual situada en una posición sobre el área de la piel a tratar, desplazando a continuación la pieza de utilización manual a otra posición del área de tratamiento y poniendo en marcha manualmente el aparato láser de nuevo. La desventaja de este método es que puede ser difícil el localizar de manera precisa sub-zonas contiguas del área total sometida a tratamiento de manera que no quede ninguna
30 sub-zona sin tratar y que no tenga lugar el solapamiento de las sub-zonas tratadas. Otra desventaja de este método es que el tiempo necesario para volver a situar la pieza manual desde una sub-zona tratada a una sub-zona adyacente no tratada puede prolongar la operación de tratamiento. Esto, puede conducir, a su vez, a un mayor coste de la operación. El aparato de la presente invención está destinado a superar estas desventajas.

35 Características de la invención

La presente invención está dirigida a un sistema láser para el tratamiento de una zona de la piel con rayos láser al suministrar una serie de impulsos de radiación de rayos láser a la piel, tal como se define en la reivindicación 1. Cada uno de los impulsos de rayos láser efectúa el tratamiento de una sub-zona del área total a tratar.

Según un aspecto de la presente invención, se da a conocer un dispositivo de rayos láser que, al ser puesto en marcha, genera un impulso de radiación láser. Se dispone una pieza de utilización manual preparada para suministrar un impulso de radiación láser desde el dispositivo láser a la piel sometida a tratamiento.

Mientras la pieza de utilización manual está siendo desplazada sobre la piel sometida a tratamiento, la localización de la pieza de utilización manual en la zona de la piel sometida a tratamiento es determinada electrónicamente, y el láser es puesto en marcha automáticamente cuando la localización electrónicamente determinada corresponde a una sub-zona a tratar.

Los términos “puesta en marcha automática” significan en esta descripción que la puesta en marcha del dispositivo láser es iniciada electrónicamente por la determinación de posición electrónica sin otra intervención del operador más que el desplazamiento de la pieza de utilización manual. Los términos “láser” significan un resonador láser incluyendo un medio de ganancia (que puede ser un láser de diodos o conjunto de los mismos) y los circuitos eléctricos y electrónicos necesarios para activar el láser y para conmutar o modular el láser para proporcionar los impulsos de radiación láser.
55

En un método para la utilización de la presente invención, que no constituye parte de la misma invención, la etapa de determinación de la localización incluye el disponer una serie de marcas o indicios separados regularmente sobre el área de la piel sometida al tratamiento o adyacentes a la misma. Se dispone como mínimo un sensor en la pieza de
60 utilización manual y estando dispuesto para detectar el paso de dicha pieza de utilización manual junto al uno o varios de los indicadores o marcas al ser desplazada la pieza de utilización manual sobre la piel sometida a tratamiento. El inicio automático de funcionamiento se pone en marcha por el paso de la pieza de utilización manual junto a uno o varios de dichas marcas o indicadores. Estas marcas o indicadores pueden ser de tipo gráfico, magnético o mecánico.

En un ejemplo de esta realización preferente de la presente invención, las marcas mencionadas son gráficas (detectables ópticamente). El sensor comprende una fuente de luz dispuesta de forma que dirige la luz sobre la piel sometida a tratamiento de manera tal que la luz dirigida de este modo es dispersada por la piel sometida a tratamiento. El sensor comprende uno o varios detectores de luz dispuestos de forma que detecten la luz dispersada por la piel. Los indicado-
65

res gráficos están constituidos por líneas paralelas equidistantes trazadas sobre el área de la piel sometida a tratamiento en un soporte que es opaco con respecto a la longitud de onda de la luz emitida por la fuente de luz y transparente a la longitud de onda de dicho impulso de radiación láser. El paso de la pieza de utilización manual junto a cualquiera de las marcas (cruce de cualquiera de las líneas) tiene como resultado la reducción de la luz dispersada detectada por el detector. La reducción de la luz dispersada indica que se ha pasado una de las mencionadas marcas, es decir, que se ha cruzado una línea.

En otro método la etapa de determinación de la localización comprende la disposición de un rodillo sobre la pieza de utilización manual, estando dispuesto el rodillo para establecer contacto con la piel sometida al tratamiento y para girar como respuesta al desplazamiento de la pieza de utilización manual sobre la piel sometida a tratamiento. El rodillo tiene una serie de marcas sobre el mismo separadas regularmente entre sí. Se dispone como mínimo un sensor sobre la pieza de utilización manual. El sensor está dispuesto para detectar el paso junto al sensor de una o varias de las marcas al filar el rodillo. La puesta en marcha automática es iniciada por el paso junto al sensor de una o varias marcas.

Las marcas sobre el rodillo pueden ser líneas que se extienden radialmente a un lado del rodillo o longitudinalmente extendiéndose sobre una superficie cilíndrica del propio rodillo. Las marcas pueden ser en cada caso gráficas (detectables de forma óptica) o bien magnéticas (detectables de forma magnética). Según una variante de esta realización, las marcas pueden ser omitidas en el rodillo y éste puede estar conectado axialmente a un encoder en forma de eje ("shaft encoder"), cuyo encoder en forma de eje proporciona señales utilizadas para la determinación electrónica de posición.

En otro método adicional, la etapa de determinación de la localización comprende la disposición de una pantalla adyacente a la piel sometida a tratamiento. Se dispone un transpondedor sobre dicha pieza de utilización manual. El transpondedor está dispuesto para emitir un tren regular de impulsos de señal hacia la pantalla de manera tal que los impulsos de señal inciden sobre aquella y vuelven hacia la pieza de utilización manual impulsos de retorno que corresponden a cada uno de los impulsos de señal incidentes. Se dispone un receptor sobre la pieza de utilización manual para recibir los impulsos de retorno. Se determina el tiempo transcurrido entre la emisión de un impulso de señal y la recepción de un impulso de retorno correspondiente. El tiempo transcurrido es representativo de la localización de la pieza de utilización manual.

Los impulsos de señal son preferentemente impulsos de ultrasonidos. No obstante, la utilización de las formas de impulsos y señal es posible, por ejemplo impulsos ópticos o impulsos de radar.

En otro método adicional la etapa de determinación de localización comprende también la disposición de un transpondedor sobre la pieza de utilización manual. El transpondedor está dispuesto de forma que emite un tren regular de impulsos de señal cada uno de ellos en un haz divergente. Se disponen como mínimo dos receptores separados entre sí. Los receptores están situados en una posición alejada de la pieza de utilización manual, dentro de la divergencia del haz, para recibir dichos impulsos de señal. Basándose en la separación de los receptores y en el tiempo de llegada de los impulsos de señal en los receptores, se determina la localización de la pieza de utilización manual como mínimo en las dimensiones de longitud y anchura del área de la piel a tratar. Para una área de la piel a tratar que tiene una determinada forma externa, se pueden disponer tres receptores separados entre sí, y la localización de dicha pieza de utilización manual en el área de la piel a tratar determinada en las dimensiones de longitud, anchura y altura.

Según otro aspecto de la presente invención, la pieza de utilización manual puede estar dotada de un sensor de contacto con la piel para determinar si la pieza de utilización manual se encuentra o no en contacto con la piel sometida a tratamiento. Esto es útil en tratamientos de la piel mediante rayos láser en los que se suministra radiación láser a la piel con intermedio de una lente o un cuerpo transparente (aplicador) incorporado en la pieza de utilización manual y en contacto con la piel para favorecer un acoplamiento eficaz de la radiación láser en las capas dérmicas.

En una realización preferente de detección de contacto con la piel según la presente invención, se dispone una fuente de luz que tiene una abertura de salida sobre la pieza de utilización manual. La abertura de salida está configurada para que se encuentre en contacto con la piel sometida a tratamiento cuando el aplicador se encuentre en contacto con dicha zona de piel sometida a tratamiento. La luz procedente de dicha fuente de luz es suministrada con intermedio de su abertura de salida de manera tal, que cuando el aplicador se encuentra en contacto con la piel, la luz suministrada a dicha abertura de salida es transportada lateralmente a través de la piel por la dispersión en volumen de la luz. Se dispone un detector que tiene una abertura receptora en la pieza de utilización manual en las proximidades de la abertura de salida de la fuente de luz. La salida del detector es objeto de control. La salida controlada del detector es interpretada como indicación de que el aplicador de la pieza de utilización manual ha establecido contacto con la piel sometida a tratamiento o ha perdido contacto con la misma.

El método antes descrito de contacto con la piel no está limitado a una pieza de utilización manual que suministra radiación láser para el tratamiento de la piel sino que es aplicable a una pieza de utilización manual que facilita la radiación electromagnética (para el tratamiento de la piel) desde una fuente no coherente tal como una lámpara de destellos. Un detector tal como el descrito anteriormente para detectar marcas gráficas puede estar configurado para funcionar de manera adicional como sensor en la piel para incrementar el método de detección antes mencionado por contacto con la piel.

Se describirá la confirmación de realizaciones preferentes de la presente invención haciendo referencia a un aparato láser para la depilación utilizando un conjunto de láseres de diodos. Los aparatos de puesta en marcha automática de acuerdo con la presente invención no están limitados a aparatos que incluyen láseres de diodos ni están limitados a aparatos de depilación. Los técnicos en la materia reconocerán que los principios de puesta en marcha automática según la presente invención son aplicables a aparatos láser que comprenden otros tipos de láser, por ejemplo, láseres de estado sólido, en aparatos en los que se facilita luz de tratamiento por una fuente no coherente de radiación electromagnética tal como una lámpara de destellos, y a otros tratamientos de la piel mediante rayos láser, por ejemplo, tratamiento de lesiones vasculares tales como las manchas llamadas de “vino de oporto” (“port wine”).

10 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en la presente descripción y forman parte de la misma, muestran de forma esquemática una realización preferente de la presente invención y, junto con la descripción general que se ha facilitado y la descripción detallada de la realización preferente que se indica a continuación, sirven para explicar los principios de la invención.

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente una primera realización de un aparato para el tratamiento por rayos láser de acuerdo con la presente invención que tiene una primera pieza de utilización manual que incluye un extremo refrigerado y que tiene un detector de posición situado en la misma, estando conectada de forma desplazable dicha pieza de utilización manual a una consola de control para controlar parámetros operativos del aparato.

La figura 2 es una vista posterior en alzado de la pieza de utilización manual de la figura 1 mostrando esquemáticamente la pieza de utilización manual en el desplazamiento en una dirección ortogonal a una rejilla regular de líneas paralelas trazada sobre un área de la piel sometida a tratamiento.

La figura 3 es una vista lateral en alzado y en sección parcial de la pieza de utilización manual de la figura 1 mostrando esquemáticamente una fuente de luz y fotodetectores del sensor de posición para enviar y recibir respectivamente luz desde aberturas ópticas de la punta o extremo de la pieza de utilización manual.

La figura 4 es una vista en alzado frontal parcial de la pieza de utilización manual de la figura 1 mostrando esquemáticamente detalles de la punta o extremo refrigerado de la pieza de utilización manual y las aberturas ópticas del sensor del mismo.

La figura 5 es una sección parcial de la pieza de utilización manual mostrada en la figura 1 vista en general en la dirección 5-5 de la figura 4 y que muestra esquemáticamente otros detalles del sensor de posición de la pieza de utilización manual.

La figura 6 es una vista posterior en alzado que muestra esquemáticamente una segunda pieza de utilización manual de acuerdo con la presente invención dispuesta para la puesta en marcha automática en dirección longitudinal y lateral de desplazamiento de la misma.

La figura 7 es una vista en alzado frontal parcial de la pieza de utilización manual de la figura 6 que muestra esquemáticamente detalles de la punta o extremo refrigerado de la pieza de utilización manual y aberturas ópticas de cuatro sensores de posición del interior de la misma.

La figura 8 es la vista en alzado lateral parcial que muestra esquemáticamente una tercera pieza de utilización manual de acuerdo con la presente invención dispuesta para la puesta en marcha automática por detección de cruzamiento de líneas sobre una tira de guiado de tipo regla colocada con las líneas de marcado en la parte de más arriba, en contacto con la piel sometida al tratamiento.

La figura 9 es una vista frontal en alzado de la pieza de utilización manual de la figura 8 que muestra esquemáticamente detalles de sensores de posición para detectar los cruzamientos de líneas.

La figura 10 es una vista en alzado lateral parcial de la pieza de utilización manual de la figura 8, que muestra esquemáticamente otros detalles de uno de los detectores de posición para detectar cruzamiento de líneas.

La figura 11 es una vista parcial en planta de la pieza de utilización manual de la figura 8 según la dirección 11-11 de la figura 9 y mostrando esquemáticamente otros detalles de los sensores de posición para detectar los cruzamientos de líneas y otros detalles de la tira de guía en forma de regla de la figura 8.

La figura 12 es una vista en alzado lateral parcial que muestra esquemáticamente una cuarta pieza de utilización manual de acuerdo con la presente invención dispuesta para puesta en marcha automática al detectar cruzamientos de líneas sobre una tira de guiado en forma de regla colocada sobre el borde, con las marcas de la regla dirigidas hacia los lados, en contacto con la piel sometida a tratamiento.

ES 2 313 904 T3

La figura 13 es una vista en alzado frontal mostrando esquemáticamente otros detalles de la pieza de utilización manual de la figura 12, incluyendo un sensor de posición dirigido hacia un lado para detectar los cruzamientos de líneas.

5 Las figuras 14 y 15 son vistas en alzado lateral parcial que muestran esquemáticamente lados opuestos de una quinta pieza de utilización manual de acuerdo con la presente invención dispuesta para la puesta inversa automática al detectar cruzamientos de líneas radiales sobre ruedas fijadas en la misma, estando la rueda dispuesta para establecer contacto con la piel objeto a tratamiento.

10 Las figuras 15A y 15B muestran, respectivamente, una vista frontal y lateral en alzado que muestran esquemáticamente detalles de un cabezal sensor de contacto con la piel para las piezas de utilización manual de las figuras 14 y 15.

15 La figura 15C es una vista en alzado frontal que muestra esquemáticamente detalles de un cabezal sensor de contacto con la piel de tipo alternativo para la pieza de utilización manual de las figuras 14 y 15.

La figura 15D es un gráfico que muestra esquemáticamente la salida de un detector con función de la distancia desde diferentes superficies de un cabezal detector en contacto con la piel de acuerdo con la disposición de la figura 15C.

20 La figura 16 es una vista en planta que muestra esquemáticamente otros detalles de la pieza de utilización manual de las figuras 14 y 15.

25 La figura 17 es una vista en alzado lateral parcial que muestra esquemáticamente en lados opuestos de una sexta pieza de utilización manual de acuerdo con la presente invención que tiene una rueda fijada en la misma y conectada a un encoder de eje, estando la rueda dispuesta para establecer contacto con la piel sometida a tratamiento y estando dispuesta la pieza de utilización manual para la puesta en marcha automática como respuesta a señales facilitadas por el encoder de eje.

30 La figura 18 es una vista en planta de la pieza de utilización manual de la figura 17 vista de manera general en la dirección 18-18 de la figura 17 y mostrando de forma esquemática otros detalles de la rueda y del codificador de eje y cuerpo envolvente de soporte de la punta o extremo de la pieza de utilización manual.

35 La figura 19 es una vista lateral en alzado que muestra esquemáticamente una novena pieza de utilización manual de acuerdo con la presente invención, que tiene un cuerpo envolvente desmontable que comprende un rodillo que coopera con un detector de posición.

40 La figura 20 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente el cuerpo envolvente desmontable y rodillo de la figura 19.

La figura 20A es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente una forma alternativa del rodillo para la pieza de utilización manual de la figura 19.

45 La figura 21 es una vista en planta que muestra esquemáticamente la pieza de utilización manual de la figura 19 sin el cuerpo envolvente desmontable y mostrando un cabezal detector de posición orientado verticalmente para detectar la rotación del rodillo de la figura 20.

50 La figura 22 es una vista perspectiva que muestra esquemáticamente una séptima pieza de utilización manual de acuerdo con la presente invención, que comprende un transpondedor, para enviar una señal a una pantalla situada en las proximidades de un paciente sometido a tratamiento, y un receptor para recibir el eco de la señal procedente de la pantalla para determinar la posición de la pieza de utilización manual en una dimensión relativa al paciente.

55 La figura 23 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente una octava pieza de utilización manual de acuerdo con la presente invención, incluyendo un transpondedor para enviar una señal a tres detectores de dirección en las proximidades del paciente sometido a tratamiento, utilizando señales de los detectores para la determinación de la posición de la pieza de utilización manual como mínimo en dos diversiones con respecto al paciente.

Descripción detallada de la descripción

60 Haciendo referencia nuevamente a los dibujos, en los que las mismas características han sido designadas por iguales numerales de referencia, la figura 1 muestra una primera realización preferente del aparato de tratamiento de la piel (30) mediante rayos láser de acuerdo con la presente invención. El aparato (30) comprende una pieza de utilización manual (32) que está dotada de un conjunto de láser de diodos (no mostrado en la figura 1) para proporcionar la dirección láser a efectos de tratamiento. El conjunto de láser de diodo será designado de manera alternativa en esta descripción simplemente como láser o dispositivo láser. El conjunto de láser de diodo emite a una longitud de onda comprendida aproximadamente entre 790 y 830 nanómetros (nm). Esta gama de longitud de onda no debe considerarse, no obstante, limitativa de la presente invención.

ES 2 313 904 T3

En la punta o extremo (34) de la pieza de utilización manual (32) están situadas aberturas ópticas de un sensor de posición incorporado en la pieza de utilización manual. Las aberturas y otros componentes del sensor de posición no se ha mostrado en la figura 1 pero se han descrito en detalle a continuación. La pieza de utilización manual es activada por el gatillo (36).

El aparato (30) comprende una consola de control (38). La consola de control (38) comprende, entre otros elementos, dispositivos para la alimentación de corriente, un dispositivo de suministro de agua y electrónica de control para los componentes de la pieza de utilización manual (32). La electrónica de control, los suministros eléctrico y de agua están conectados a la pieza de utilización manual (32) con intermedio de una funda envolvente o funda "umbilical" (40). Cuando no se encuentre en una utilización, la pieza de utilización manual (32) puede ser "estacionada" en el receptáculo (42) de la consola de control (38). La secuencia operativa y parámetros de tratamiento para el aparato son controlados desde una pantalla táctil (43).

Haciendo referencia a continuación a la figura 2, según un método operativo preferente del aparato (30), una rejilla (44) de líneas paralelas equidistantes (46) está trazada sobre la piel (48) sometida a tratamiento. La rejilla cubre preferentemente el área total de la piel sobre la que se desea efectuar el tratamiento. Las líneas (46) están separadas preferentemente entre sí en una distancia igual a una dimensión lineal del área que se puede tratar en una puesta en marcha individual del láser o un submúltiplo de esta dimensión. Preferentemente, el área que se puede tratar en un utilización único en el láser se constituye de forma cuadrada, o como mínimo rectangular, en cuyo caso la separación de las líneas (46) es igual a la anchura o a la longitud del área o a algún submúltiplo de las mismas. La pieza de utilización manual (32) es desplazada en una dirección ortogonal a las líneas (46) tal como está indicado por las flechas (A), encontrándose la punta (34) de la pieza de utilización manual en contacto con la piel (48).

Cuando la pieza de utilización manual es aplicada inicialmente a la piel, la salida de los detectores (72) y (74) (figura 3) es almacenada por la electrónica de control de la consola (38) formando una lectura de línea base. Esta lectura de línea base variará dependiendo de la capacidad de reflexión de la piel a la longitud de onda de iluminación y será menor para tipos de piel más oscuras. La detección de líneas sobre la piel se basa en la disminución de la salida del detector por debajo de un porcentaje fijo predeterminado de esta lectura de línea base. Al desplazar la pieza de utilización manual (32) sobre la piel (48) el sensor de posición de los receptores y la electrónica de control detectan el cruce de una línea (46) y se pone en marcha el funcionamiento del láser.

Cuando el aparato (30) se encuentra en la modalidad de puesta en marcha automática, el utilización del gatillo (36) de la pieza de utilización manual (32) actúa activando automáticamente la puesta en marcha del láser. El láser no se pondrá en marcha, con independencia de la detección de líneas de cruzamiento, si el gatillo (36) no está accionado.

Después de llegar a una línea extrema de las líneas (46), la pieza de utilización manual (32) es desplazada lateralmente en la anchura del área que puede ser tratada en una única puesta en marcha del láser, y la pieza de utilización manual (32) es desplazada nuevamente en la dirección indicada por las flechas (A). La secuencia anteriormente indicada es repetida hasta que se ha efectuado el tratamiento del área deseada. Los movimientos de la pieza de utilización manual (32) en la dirección indicada por las flechas (A) pueden ser realizados en la misma dirección o de manera alternativa entre direcciones hacia delante y hacia atrás.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 3, 4 y 5, se describirán otros detalles de la pieza de utilización manual (32) y, en particular, del detector de posición (designado con el numeral (41) de la figura 3). Tal como se indicaba anteriormente, la pieza de utilización manual (32) comprende un conjunto de láser de diodo. En un ejemplo preferente, el conjunto de láser de diodo (50) comprende un total de diez pilas de diez barras de láser de diodos dispuestas en filas de cinco. Cada una de las pilas de barras de láser de diodos tiene un total de diecinueve láseres de diodos de emisión individual por el borde. Los láser de diodos emiten luz con una longitud de onda comprendida entre 790 y 830 nanómetros (nm). El conjunto de láser de diodos (50) está montado sobre una placa de soporte refrigerada por agua (53). El agua es suministrada a la placa de soporte (53) desde la consola de control (38), con intermedio de un conducto (57) que se extiende mediante la funda envolvente o "umbilical" (40). Dispuesto de esta forma, el conjunto de láser de diodos (50) puede suministrar hasta 1600 vatios (W) de radiación láser.

La radiación láser (54) del conjunto de láser de diodos (50) se hace converger en el eje rápido de las barras de láseres de diodos mediante microlentes cilíndricas (no mostradas) asociadas con apilamientos de barras de láser de electrodos (52), y se hacen converger en el eje lento de las barras de láseres de diodos por la lente de Fresnel (55). La radiación láser es guiada a continuación mediante una guía de luz cónica (56) hacia una lente (58), preferentemente de zafiro, de la punta (34) del dispositivo de utilización manual (32). Las lentes (58) tienen de manera más preferentemente una abertura cuadrada para facilitar la combinación entre sí de sub-zonas tratadas por utilizaciones individuales del láser tal como se ha descrito en lo anterior haciendo referencia a la figura 2.

La lente (58) tiene una superficie de contacto (59) y está refrigerada por un líquido de refrigeración preferentemente una mezcla de agua y etilenglicol, refrigerada por un refrigerador termoelectrónico (TEC) (60) (figura 3). El líquido de refrigeración se hace circular a través de una envolvente o camisa de refrigeración en forma de microcanal de cobre (62) (ver figura 5) en contacto térmico con la lente (58). La circulación del líquido de refrigeración es llevada a cabo por la bomba (64) con intermedio de conductos de alimentación y retorno (66) y (68) respectivamente (ver figura 3).

ES 2 313 904 T3

El sensor (41) comprende una fuente de luz (70) (ver figura 3), preferentemente una fuente de luz de semiconductor, tal como un diodo emisor de luz (LED) o similar, y dos fotodetectores (72) y (74), tales como fotodiodos. Estos fotodetectores están conectados con el intermedio de conexiones eléctricas (no mostradas) con el intermedio de la funda envolvente o “umbilical” (40) a la electrónica de control de la consola (38).

La luz procedente de la fuente de luz (70) es guiada por la fibra óptica (76) a la punta (34) de la pieza de utilización manual (32) (ver figuras 3, 4 y 5). La luz de fibra óptica (76) incidente sobre la piel (48) es dispersada a través de las capas epiteliales de la piel. Una parte de la luz dispersada entra en las fibras ópticas (78) y (80) en lados opuestos de la fibra óptica (76). Las caras externas de las fibras ópticas (76), (78) y (80) se pueden considerar la abertura del sensor de posición (41) de la pieza de utilización manual (32). Preferentemente, estas caras extremas están igualmente separadas en línea recta tal como se ha mostrado en la figura 4. Las fibras ópticas (76), (78) y (80) pueden ser consideradas como dotadas de extremos próximos de las mismas adyacentes a la fuente de luz (70) y a los detectores (72) y (74) respectivamente, y extremos distales de las mismas en la punta (34).

También es preferible que las fibras ópticas estén dispuestas según cierto ángulo entre sí en la punta (34) del elemento de utilización manual (32). El ángulo converge hacia los extremos distales de las figuras. El ángulo es seleccionado para hacer mínima de la posibilidad de que la luz procedente de la fibra óptica (76) entre en las fibras ópticas (78) u (80) por reflexión especular desde cualquier superficie. Una disposición que se ha observado ópticamente eficaz y conveniente desde el punto de vista mecánico es que las fibras (78), (76) y (80) tengan un diámetro comprendido aproximadamente entre 0,5 y 1,5 milímetros (mm) y que los ángulos estén dispuestos, en el orden de 0 grados, 15 grados y 30 grados con respecto a la vertical (perpendicular a la piel (48)). Los extremos distales de las fibras se encuentran preferentemente lo más próximos entre sí que sea compatible con su retención segura en el cabezal sensor. Una razón para ello se explicará más adelante.

Es importante que las líneas (46) estén tratadas con un medio (tinta, pintura o similar) que es transparente a la radiación láser (54) desde el conjunto de láser de diodos (50), pero absorbente para la luz desde la fuente de luz (70). La luz procedente de la fuente de luz (70) debe ser capaz también de penetrar en la piel (48). A modo de ejemplo, se ha descubierto que para radiación láser que tiene una longitud de onda comprendida entre 790 y 830 nm, y una fuente de luz (70) en forma de un LED que emita con una longitud de onda aproximada de 660 nm, es eficaz con la tinta que contiene el “Azul Básico 1” (número CAS 3251-06-0) como medio para las líneas (46).

Continuando con la referencia específica a las figuras 2 y 5, cuando las caras extremas de las fibras ópticas (76), (78) y (80) de la punta (34) de la pieza de utilización manual (32) se envuelvan todas ellas en contacto con la piel (48) en una zona de la misma entre las líneas (46) (o fuera por completo de la rejilla (44)) ambas fibras ópticas (78) y (80) recibirán luz dispersada de la fibra óptica (76). La luz recibida de esta manera será transmitida a los detectores (72) y (74). La electrónica de control conectada a los detectores registrará lo que se puede describir como un estado brillante de los detectores.

Al ser desplazada la pieza de utilización manual (32) en la dirección indicada por las flechas (A), la fibra óptica (78) o la fibra óptica (80) pasará sobre una línea (46) dependiendo de la dirección de movimiento del elemento de utilización manual (32) (hacia delante o hacia atrás). Si la anchura de las líneas (46) es igual o superior al diámetro de las fibras ópticas, la fibra óptica que se encuentra en aquel momento sobre la línea (46), y el detector asociado con la misma, recibirán menos luz dispersada a causa de la absorción del medio de marcado de líneas. En este caso, la electrónica de control registrará un estado oscuro para dicho detector. Disponiendo dos detectores y fibras ópticas asociadas, dispuestas tal como se han mostrado y explicado se consigue la electrónica de control con medio para determinar la dirección de desplazamiento de la pieza de utilización manual tal como se explica más adelante.

La electrónica de control está programada preferentemente para registrar un “cruce de líneas” solamente después de que ambos detectores (74) y (76) hayan registrado un estado oscuro, en forma de secuencia. La secuencia en la que tiene lugar las condiciones o estados oscuros determinan la dirección de desplazamiento. El cruce de líneas registrado es utilizado por la electrónica de control para poner en marcha el inicio del láser para tratamiento. El número de cruces de líneas registrados se pueden utilizar para establecer una posición de la punta (34) de la pieza de utilización manual con respecto a un punto o línea inicial (dato).

Otra ventaja de que dispone los dos detectores y las fibras antes explicados consiste en dar a conocer un medio para determinar si la punta (34) de la pieza de utilización manual (32) se encuentra en contacto o no con la piel (48). Si la punta (43) pierde contacto con la piel (48), los detectores (78) y (74) registrarán simultáneamente un estado oscuro. La electrónica de control puede ser programada para utilizar este estado oscuro registrado simultáneamente para impedir la puesta en marcha del láser automáticamente o manualmente, impidiendo de esta manera, por ejemplo, la puesta en marcha del láser en una actitud en la que pueda ser terapéuticamente ineficaz.

El intervalo de tiempo entre cruces de líneas se puede utilizar para determinar la duración de desplazamiento de la punta (34) de la pieza de utilización manual (32) sobre la piel (48). Una razón para conocer el conocimiento de la velocidad de desplazamiento consiste en impedir que la pieza de utilización manual (32) sea desplazada tan rápidamente que, a la máxima velocidad práctica de puesta en marcha del conjunto de láser de diodos (52), las subzonas de la piel (48) tratadas de manera secuencial (con el láser) pueden no ser contiguas. A título de ejemplo, en el aparato (30) que se ha descrito en lo anterior, la velocidad máxima de puesta en marcha está comprendida entre 4 y 8

hercios (Hz). Otra razón es que un movimiento demasiado rápido puede reducir la eficacia de las lentes refrigeradas (58) en la refrigeración de la piel a tratar.

Para impedir de forma óptima estas incidencias, es deseable conocer la velocidad de desplazamiento de la pieza de utilización manual antes de que sea desplazado por completo fuera de la sub-zona de la piel (48), tratada en último lugar y preferentemente también antes de que el láser sea puesto en marcha por primera vez. Esto se puede conseguir separando las líneas (46) en algún submúltiplo de la anchura (o longitud) de una sub-zona tratada, por ejemplo la mitad o un tercio de dicha anchura. De modo correspondiente, será necesario registrar respectivamente dos o tres cruces de líneas secuenciales por la electrónica de control de la consola (38) a efectos de poner en marcha un encendido de láser, mientras que se utilizan cruces de líneas secuenciales registrados de forma consecutiva para determinar la velocidad de desplazamiento de la pieza de utilización manual (32).

A partir de la determinación de la velocidad de desplazamiento, es posible disponer un simple aviso audible o visual relativo a la velocidad excesiva de desplazamiento e incluso impedir el encendido del láser si se supera un determinado umbral de velocidad. Haciendo referencia normalmente a la figura 2, una simple pantalla visual puede adoptar la forma de 3 LED de colores distintos (82), (84) y (86) situados en la parte posterior de la pieza de utilización manual (32), cuyos diodos son activados por ejemplo según que la velocidad de desplazamiento sea respectivamente menor que la óptima, la óptima o más rápida que la óptima. Los técnicos en la materia podrán diseñar otras formas de representación de la velocidad sin salir del espíritu y ámbito de la presente invención tal como (aparentemente) desplazando pantallas de tipo barras o "termómetro" del tipo frecuentemente utilizado para la indicación de nivel sonoro en aparatos electrónicos de grabación de sonido.

Las razones para impedir el encendido del láser, tanto si están relacionadas con la velocidad de desplazamiento o con la falta de contacto y la posición a la que se ha impedido el encendido del láser, se pueden mostrar en la pantalla (43) de la consola (48). Esto permite que el operador pueda corregir las razones que impiden el encendido y reanudar el encendido automático en el punto de terminación o tratar sub-zonas individuales no tratadas, una a una, al efectuar un encendido manual del láser.

Se debe señalar que en vez de líneas trazadas en un soporte que es más oscuro que la piel tal como se ha explicado anteriormente, también es posible utilizar un medio (tinta) que contiene un agente fluorescente tal como fluoresceína (resorcinolfталфна, $C_{20}H_{12}O_5$). Una vez excitada por la luz, por ejemplo de una fuente de luz (LED) (70), que tiene una longitud de onda centrada cerca de 494 nm, la fluoresceína emite luz centrada en 520 nm. Un detector con un filtro acoplado, por ejemplo un filtro de interferencia que tiene una anchura completa de paso banda a la mitad de la longitud de onda de transmisión máxima (FWHM) de 10 nm, con una longitud de onda máxima de transmisión de 520 nm, puede detectar selectivamente esta emisión fluorescente. En este caso, dado que se detecta la emisión de luz en vez de absorción de luz, se pueden detectar los cruces de líneas de manera igualmente eficaz sobre la piel de cualquier color natural.

Se debe observar, en este punto, que en la presente descripción se prevé, si no se indica lo contrario, que cualquier cálculo o evaluación de señal requeridas para la determinación de posición, decisiones de encendido de láser y similares se consigue por medio de uno o varios procesadores electrónicos en circuitos de control de la consola (38). La comunicación para que este objetivo con dispositivos no incorporados en la pieza de utilización manual (32) y cualesquiera variaciones descritas más adelante se consigue mediante una funda envolvente o "umbilical" (40) tal como se ha indicado anteriormente como ejemplo. Cualesquiera pantallas o dispositivos sensores en posición remota se supone que estarán conectados directamente a la electrónica de control de la consola (138). Se debe hacer notar que esa suposición se realiza como mínimo a efectos de comodidad de la descripción y no se debe considerar limitativa. Los técnicos en la materia reconocerán que se podían localizar dispositivos en el proceso en posición remota con respecto a la consola (38), en dispositivos en posición próxima de los que se requiere control electrónico, por ejemplo, en una pieza de utilización manual (32) o en un ordenador tal como un ordenador personal (PC). En caso de que se utilicen estos dispositivos en posición remota, la forma de interconexión de los dispositivos de proceso será evidente por los técnicos en la materia a partir de las descripciones funcionales de las realizaciones que se han descrito.

Continuando con la descripción de otras realizaciones preferentes de la presente invención, un aparato preferente de la presente invención se ha descrito anteriormente en términos de encendido automático por la detección de los cruces de líneas en una rejilla de líneas paralelas trazadas sobre la piel a tratar con desplazamiento manual lateral de la pieza de utilización manual (32) entre secuencias de encendido automático lineales. En otro aparato preferente de acuerdo con la presente invención, se consigue encendidos automáticos para el movimiento longitudinal y lateral de la pieza de utilización manual (32). Una breve descripción de este método y aparato es el que se indica a continuación con referencia a las figuras 6 y 7.

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 6, una rejilla (44X) es trazada sobre la piel (48) siendo tratada con utilización de un medio de los tipos descritos anteriormente. La rejilla (44X) comprende las líneas anteriormente explicadas (46), paralelas y equidistantes, y adicionalmente, otro conjunto de líneas paralelas equidistantes (46X) ortogonales a las líneas (46). Las líneas (46) y (46X) están preferentemente separadas entre sí en una distancia igual respectivamente a la longitud y anchura del área que se pueda tratar en un encendido único del láser o un submúltiplo de esta dimensión. Si el área que se puede tratar en un encendido láser único se hace de forma cuadrada, desde luego, la separación de las líneas (46) y (46X) es igual. El movimiento longitudinal y lateral es designado en la figura 6 mediante las flechas (A) y (B) respectivamente.

Haciendo referencia a continuación a la figura 7, la pieza de utilización manual (32X) para practicar el método de la figura 6 comprende como mínimo un sensor adicional (no mostrado), similar al sensor anteriormente descrito (41) pero dispuesto para detectar cruces de líneas laterales. En este sensor de cruces de línea lateral las estructuras del sensor serían lineales o de forma ortogonal con respecto a las del sensor (41) anteriormente descrito. Ello se muestra en la figura 7 mediante aberturas (extremos de fibras ópticas) (78X, 76X, 80X). Preferentemente, existen dos sensores (un par de sensores) para cada dirección tal y como se ha mostrado en la figura 7 por las aberturas de sensores adicionales. Las aberturas para cada par de sensores son paralelos entre sí y separadas una de otra, preferentemente en un mínimo de anchura de una línea (46) ó (46X). Esta disposición evita los problemas que se crearían al tener solamente un conjunto de sensores para la dirección particular de desplazamiento alineados sobre una línea en la dirección destinada para el sensor de la dirección opuesta.

Por la explicación anterior, los técnicos en la materia podrán diseñar programas de proceso electrónico para interpretar información de un juego de sensores sin otras explicaciones. Un método de proceso de este tipo puede incluir, por ejemplo, la visualización de cada encendido automático, terapéuticamente eficaz, del láser como un cuadrado sobre la pantalla (43) de la consola (38), correspondiendo a la posición del cuadrado a su posición de la rejilla (44X) de la figura 6. Esto proporcionaría una indicación visual instantánea de la existencia y posición de cualesquiera puntos que no hayan sido efectivamente tratados.

Haciendo referencia a continuación en las figuras 8 y 11, en otro método de utilización del aparato (30), una tira (90) con marcas en forma de regla es colocada con marcas equidistantes (92) en la parte más elevada, sobre la piel (48) a tratar (ver figura 8). Las marcas (92) están separadas preferentemente en una distancia igual a una dimensión lineal del área que se puede tratar en un encendido individual del láser o un submúltiplo de dicha dimensión, por razones que se han explicado con referencia a la pieza de utilización manual (32) de la figura 2. Las marcas (92) pueden estar separadas también de forma arbitraria en una cierta distancia relativamente pequeña en comparación con la dimensión lineal de la zona que se puede tratar en un impulso único, por ejemplo, de pequeñas dimensiones tales la anchura de una marca. Se permite la detección de muchos cruces de marcas que pueden posibilitar el cálculo de una velocidad de movimiento creciente o decreciente de la pieza de utilización manual.

Una pieza de utilización manual (32Y), con lentes (58) de la misma en contacto con la piel (38), es mantenido en contacto con la tira (90) (ver figura 11) y desplazada en la dirección indicada por las flechas (A) (figura 8). La punta (34Y) de la pieza de utilización manual (32) tiene su anchura reducida en el extremo de contacto formando los escalones (94) a cada lado de la misma. Los escalones (94) tienen preferentemente una altura justamente suficiente para permitir que su superficies horizontales (96) establezcan contacto con la tira (90) cuando la punta (34Y) se encuentra en contacto con la piel (48) (ver figura 11).

La pieza de utilización manual (32Y) comprende como mínimo un sensor de posición (41) (fuente de luz y detectores no mostrados en las figuras 8, 10, 11) incluyendo una fibra óptica (76) que suministra luz desde la fuente de luz del sensor y las fibras ópticas (78) y (80) para transmitir luz a los detectores del sensor. Las fibras ópticas están enhebradas a través de la pieza de utilización manual (32Y) y retenidas por un bloque de contacto (98) en la alineación antes descrita y en la relación angular del sensor (41) de la pieza de utilización manual (32). El bloque de contacto (98) está fijado a una parte ampliada o extendida (35) de la pieza de utilización manual (32Y). La parte extendida (35) tiene una anchura igual a la de la punta (34Y) a través de los escalones (94). Los extremos de las fibras ópticas (76), (78) y (80) son mantenidos de forma enrasada con la base (102) del bloque (100) que está enrasada con la superficie horizontal (96) del escalón (94).

La tira (90) está realizada preferentemente a partir de un material translúcido (dispersión en masa), por ejemplo, un polímero de fluorocarbono. Las marcas de regla (92) se hacen opacas a la luz procedente de la fuente de luz del sensor (41). También es posible utilizar líneas o marcas trazadas sobre cualquier reflector de tipo difuso, por ejemplo, líneas oscuras y tratadas sobre papel blanco (brillante) o líneas blancas (brillantes) reflectantes de manera difusa trazadas sobre una superficie negra (oscura), es decir, una superficie que absorbe luz en la longitud de onda emitida por la fuente de luz (70). No hay exigencias en el sentido de que las marcas sean transparentes a la luz del dispositivo láser de diodos (50). Los cruzamientos de las marcas (92) de la tira (90) son detectados y procesados electrónicamente de la manera descrita en lo anterior haciendo referencia al aparato y método de la figura 2. Se puede detectar un cruzamiento como reducción de luz detectada por un detector (72) ó (74), por ejemplo, en el caso de líneas oscuras o de un fondo brillante o bien como incremento en la luz detectada, por ejemplo en el caso de líneas brillantes sobre un fondo oscuro.

De manera típica, el método de la figura 8 se lleva a la práctica al sostener un operador la tira (90) en posición sobre la piel (48) con una mano y desplazando la pieza de utilización manual (32Y) con la otra mano. Tal como se ha mostrado en las figuras 9-11, se pueden disponer dos sensores de posición (41), con aberturas de un sensor a un lado de la punta (34Y) y abertura del otro sensor en el otro lado de la punta (34Y). La activación selectiva de uno u otro de los sensores proporciona el funcionamiento a la izquierda o a la derecha de la pieza de utilización manual (32Y).

Se debe observar en este punto que, si bien los sensores de posición (41) se han descrito en lo anterior haciendo referencia a una fuente de luz en posición remota y detectores que comunican ópticamente con aberturas de sensor por medio de fibras ópticas, esto no se debe considerar como configuración limitadora para estos sensores. A título de ejemplo, en una pieza de utilización manual similar a la pieza de utilización manual (32Y), un sensor de posición, que funciona lógicamente tal como se ha descrito en lo anterior, puede ser incorporado en un bloque de dimensiones

similares y en posición similar al bloque (100), con la fuente de luz y detectores del sensor incorporados en un único chip de semiconductores.

El método de la figura 8, utilizando una tira de guía separada en vez de líneas trazadas sobre la piel (48), permite que un sensor de posición pueda funcionar por medios distintos a los medios ópticos. A título de ejemplo, una tira de guía puede ser dotada de marcas o indicadores magnetizados. Esto puede adoptar la forma de una tira preferentemente magnetizada de una forma similar a la de las tarjetas de crédito y similares o marcas en un medio o tira magnéticos de un material no magnético. Un sensor preferente para estas marcas incluiría como mínimo un cabezal magnético de captación y preferentemente dos de ellos (para la detección de dirección) situados en un bloque de dimensiones similares e igual posición que el bloque (100). Los dos cabezales de captación proporcionarían capacidad de detección de dirección tal como se ha descrito en lo anterior para el sensor (41). En otro ejemplo, las marcas o indicadores (92) pueden adoptar forma de rebajes en la superficie superior de la tira de guía (90) (o salientes por encima de la misma) siendo detectados los indicadores o marcas por dos estilotes situados en un bloque de dimensiones y posición similares al bloque (100).

Una ventaja del método de la figura 8, tanto si se utilizan indicadores ópticos, magnéticos o mecánicos, es que es posible una detección de resolución más elevada en comparación con la detección de resolución que se puede obtener por el método de la figura 2. La resolución más elevada permite una separación menor de los indicadores o marcas, lo cual es especialmente ventajoso en la detección de la velocidad de movimiento de la pieza de utilización manual, e incluso permite la determinación de si la velocidad de movimiento aumenta o disminuye.

Con respecto a la velocidad de movimiento de la pieza de utilización manual, tal como se ha comentado en lo anterior, hay dos criterios primarios que pueden determinar el máximo posible de velocidad del movimiento de la pieza de utilización manual. Uno de estos criterios es la velocidad de encendido máximo posible del láser y el otro es la velocidad a la que las lentes refrigeradas (58) pueden refrigerar adecuadamente la piel (48). En caso de que este fuera un criterio limitativo, la limitación puede ser superada pre-refrigerando una sub-zona no tratada de piel (48) mientras una sub-zona adyacente de la piel está siendo tratada. Haciendo referencia a las figuras 9-11, un medio preferente de realizar dicha pre-refrigeración consiste en facilitar una placa de pre-refrigeración (104) de la misma área aproximadamente que la lente (58) y adyacente a la misma y aproximadamente al mismo nivel que la superficie de contacto (59) de la misma.

La placa (104) de pre-refrigeración está formada preferentemente a partir de un material que tiene un elevado coeficiente de conductividad térmica tal como cobre. Si se selecciona cobre, es preferible que esté recubierto o revestido con un material duro, resistente a la corrosión, por ejemplo, el níquel o rodio. En la pieza de utilización manual (32Y), la placa de pre-refrigeración (104) es refrigerada de modo completo al fijarla en contacto térmico con la envolvente o camisa de refrigeración (62) (no visible en las figuras 9-11). Los técnicos en la materia podrán diseñar otras disposiciones para refrigerar la placa de pre-refrigeración (104) sin salir del espíritu y ámbito de la presente invención. La disposición de la placa de pre-refrigeración reduce la magnitud de refrigeración que se debe facilitar por las lentes refrigeradas (58), y por lo tanto puede permitir una velocidad de movimiento que llega al límite de velocidad de encendido del láser para el aparato (30).

Haciendo referencia a continuación a las figuras 12 y 13, otro aparato de encendido automático de acuerdo con la presente invención comprende la colocación de una tira de guía en forma de regla (91), por el borde, en contacto con la piel a tratar y detectar cruzamientos de marcas (92) sobre la misma utilizando un sensor de posición de observación lateral incorporado en la pieza de utilización manual (32W) de acuerdo con la presente invención. El sensor de posición de observación lateral es similar al sensor antes descrito (41) a excepción de que la abertura de transmisión (76) y las aberturas de recepción (78) y (80) del mismo están dirigidas en una dirección paralela al plano de la piel objeto de tratamiento. Las aberturas (76), (78) y (80) están situadas en el bloque (110) fijado a una prolongación lateral (112) de la pieza de utilización manual (32W).

En un ejemplo preferente de funcionamiento de la pieza de utilización manual (32), la tira de guía (91) está realizada a partir de un material traslúcido que tiene marcas opacas (92), y la pieza de utilización manual (32W) es desplazada, con el bloque sensor (110) de la misma en contacto con la tira de guía (91). La detección del cruzamiento de líneas tiene lugar de la manera descrita anteriormente con respecto al sensor (41) de la pieza de utilización manual (32). De manera alternativa, la tira de guía podría estar realizada en un material reflectante tal como un metal teniendo una serie de ranuras mecanizadas en la misma para definir las marcas de tipo regla. En este caso, la disminución de la intensidad de luz detectada correspondería al cruzamiento de una línea.

Dos sensores de posición con aberturas en lados opuestos de la pieza de utilización manual (32W) pueden ser activados individualmente de forma selectiva para proporcionar el funcionamiento de derecha o a la izquierda de la pieza de utilización manual tal como se ha explicado anteriormente con referencia a dicha pieza de utilización manual (32Y). Los métodos de detección no están limitados a métodos ópticos tal como está descrito sino que pueden incluir métodos magnéticos y mecánicos tal como se ha explicado anteriormente.

Una ventaja específica de la disposición de tira de guía de la configuración de pieza de utilización manual de las figuras 12 y 13 es que es posible el movimiento relativo vertical (perpendicular a la piel (48)) entre la pieza de utilización manual y la tira de guía, manteniendo las aberturas del sensor (76), (78) y (80) en contacto con la superficie dotada de marcas de la tira de guía. Esto es particularmente ventajoso cuando se efectúa el tratamiento de la piel de un

elemento del cuerpo como una forma muy marcada tal como un tobillo. La adición de un sensor adicional (41R) en uno o ambos lados de la pieza de utilización manual (32W) (ver figura 12) permite que el movimiento de rotación de la pieza de utilización manual en la dirección indicada por las flechas (E), pueda ser detectado. Esto puede proporcionar al operador un aviso en caso de que la pieza de utilización manual fuera inclinada de manera inadvertida en la dirección E en un grado que pudiera poner en peligro el tratamiento terapéutico apropiado.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 14, 15, 15A-D y 16, otra pieza de utilización manual (32R) de acuerdo con la presente invención está configurada para el encendido automático sin necesidad de una tira de guía separada o marcas separadas sobre la piel a tratar. La pieza de utilización manual (32R) comprende una rueda o rodillo (120) que gira alrededor del eje (122) que se prolonga desde la punta (34R) de la pieza de utilización manual (ver figura 16).

El rodillo (120) está dispuesto para establecer contacto con la piel objeto de tratamiento (48) cuando la lente (58) de la pieza de utilización manual establece contacto con la piel. El despojamiento de la pieza de utilización manual en la dirección indicada por las flechas (A) (longitudinal) provoca el giro del rodillo (120). El rodillo (120) comprende marcas o indicadores radiales (124) en el lado dirigido hacia la pieza de utilización manual (32R). Las marcas (124) tienen separación según ángulos iguales. La pieza de utilización manual (32R) comprende un sensor de posición (41) que tiene aberturas de observación lateral (76), (78) y (80) dispuestas para detectar el movimiento de los indicadores (124) de la manera que se ha descrito anteriormente en la que sensores similares detengan el movimiento de una pieza de utilización manual sobre indicadores fijos.

La separación angular de las marcas o indicadores (124) se puede seleccionar de manera tal que la separación periférica de las marcas sobre el rodillo (120) es igual a la longitud de la lente (58) o a un submúltiplo de la misma. El sensor (41) puede proporcionar por lo tanto señales para el encendido automático y cálculo de la velocidad de movimiento tal como se ha descrito en lo anterior. De manera alternativa, la separación se puede reducir al punto en el que la separación de líneas es relativamente pequeña en comparación con la longitud de la lente, por ejemplo, igual o aproximadamente a una anchura de línea o menos. En este caso, con el giro del rodillo (120), el sensor (41) genera un flujo de señales similar al generado por un encoder de eje de tipo convencional. Esto permitiría llevar a cabo el encendido automático en cualquier intervalo predeterminado simplemente por programación correspondiente de la electrónica de control de la consola (38).

Preferentemente, el movimiento rotativo del rodillo (120) es amortiguado de manera que el rodillo no puede continuar girando si se pierde el contacto del mismo con la piel (48). Esto facilita que las señales procedentes del sensor (41) puedan ser utilizadas para determinar la pérdida de contacto de la pieza de utilización manual (32R) con la piel (48). Como alternativa o como medida de refuerzo, no obstante, se puede disponer otro sensor (41C) (ver figuras 15, 15A, 15B, 15C y 16) cuyo objetivo es solamente detectar el contacto con la piel (48) o la pérdida del mismo.

El sensor de contacto (41C) es similar al sensor de posición (41) antes descrito excepto en lo que respecta a la disposición de la fibra óptica de suministros de luz (76) y a las fibras receptoras de luz (78) y (80) del bloque (100C) (ver figuras 15A-B para más detalles) para soportar los extremos de fibras ópticas en alineación entre sí. En el bloque (100C) el ángulo relativo entre las fibras es aproximado al mismo que para el sensor antes descrito (41) pero con la bisectriz angular divergente en los extremos distales de las fibras en vez de convergente. Esto se consigue cruzando las fibras receptoras (78) y (80) en el bloque (100C) y disponiendo la fibra de transmisión (76) como bisectriz del ángulo entre las fibras receptoras.

Un resultado de esta disposición es que la cantidad de luz dispersa recibida por las fibras receptoras es algo más reducida en comparación con la disposición del sensor (41). La posibilidad de recibir fibras (78) y (80) que reciben luz de la fibra óptica (76) por cualquier mecanismo distinto de la dispersión de volumen a través de la piel (48) queda esencialmente eliminada. A causa de ello, la eficacia del sensor (41C) como sensor de contacto con la piel se incrementa en comparación con el sensor (41).

Haciendo referencia a la figura 15C, en la que esta disposición funciona solamente como sensor de contacto con la piel, es posible utilizar un bloque sensor (100D) que incluye solamente una fibra emisora (76) y una fibra receptora (78). Esto permite una mayor divergencia angular entre las fibras emisora y receptora. En la figura 15D se ha mostrado esquemáticamente la salida de un detector que coopera con el cabezal sensor (100D) cuando el cabezal sensor (puntas distales de las fibras (76) y (78)) se encuentra a distancias comprendidas entre 0,0 y 3,0 mm para las superficies de plástico gris opaco (curva F) piel de color claro (curva G) y plástico blanco translúcido (curva H). Se suministra desde la fibra óptica (76) aproximadamente 0,5 milivatios (mW) de luz con una longitud de onda aproximada de 660 nm. Las fibras ópticas (76) y (78) tienen cada una de ellas un diámetro de 1,0 mm y están inclinadas a 40° con respecto a la vertical, es decir, con un ángulo de 80° entre ellas. Las puntas de las fibras ópticas están separadas lateral y longitudinalmente en 2,0 mm. Se puede apreciar que existe esencialmente una salida de detector cero desde la superficie de plástico gris opaca a cualquier distancia hasta el contacto. Se obtuvo un resultado similar sobre la superficie de acero de acabado basto (inflexión difusa).

Para la piel (piel de un dedo en este experimento) y plástico translúcido, la salida aumenta gradualmente al aproximarse el sensor a las superficies. Aplicando la fuerza de 10,0 gramos (g) al cabezal sensor sobre la superficie de la piel provoca el aumento rápido de la salida del detector desde aproximadamente 18,0 a 29,5, indicando la eficacia del cabezal sensor como sensor de contacto. Un incremento adicional de fuerza no proporcionó aumentos significativos en

la salida. En la práctica, se puede ajustar un nivel de umbral de detección a nivel de la salida del detector en contacto con la piel. Es relativamente simple disponer una capacidad de calibrado con intermedio de un potenciómetro o similar para ajustar el umbral para diferentes tonalidades de la piel. El contacto del cabezal del sensor, o la falta del mismo, se pueden determinar de acuerdo con que la salida del detector se encuentre por encima o por debajo del nivel de umbral previamente determinado.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 17 y 18, otra pieza de utilización manual (32E) de acuerdo con la presente invención comprende una rueda o rodillo (130). El rodillo (130) es rotativo sobre un eje (132) que se extiende a través de un cuerpo de cojinete (134) hacia dentro de la parte prolongada (37) de la punta (34E) de la pieza de utilización manual (32E). El eje (132) se acopla a un encoder de eje (136) situado en la parte prolongada (37) de la punta (34E).

El rodillo (130) está dispuesto para hacer contacto con la piel (48) objeto de tratamiento cuando la lente (58) de la pieza de utilización manual hace contacto con la piel. Al desplazar la pieza de utilización manual en la dirección indicada por las flechas (A) (longitudinal) provoca el giro del rodillo (130). La rotación del rodillo (130) es controlada por el encoder de eje (136). Las señales del encoder de eje (136) representativas de la posición angular o grado de rotación del rodillo (130) son transmitidas a la electrónica de control de la consola de control (38) (ver figura 1) y se utilizan para poner en marcha el encendido automático y calcular la velocidad de desplazamiento del rodillo. El establecimiento o interrupción del contacto con la piel (48) por la punta (34E) de la pieza de utilización manual (32E) se puede detectar por la electrónica de control que detecta respectivamente el inicio y la terminación de la rotación del rodillo (130) mediante señales procedentes del encoder de eje (136). De manera alternativa o adicionalmente, se puede disponer un sensor de contacto de piel de tipo óptico del tipo descrito anteriormente con referencia a la pieza de utilización manual (32R).

Haciendo referencia a continuación a las figuras 19, 20 y 21, se muestra otra pieza de utilización manual (32H) de acuerdo con la presente invención. La pieza de utilización manual (32H) comprende un cuerpo desmontable (121) (mostrado en trazos en la figura 21) que se une a la punta (34) de la pieza de utilización manual. El cuerpo desmontable (121) comprende una rueda de rodillo (123) dispuesto para establecer contacto con la piel (48) objeto de tratamiento cuando la lente (58) de la punta (34) es colocada en contacto con la piel.

El rodillo (123) comprende una serie de marcas longitudinales equidistantes, paralelas (paraxiales) (125) alrededor de la superficie cilíndrica del rodillo (ver figura 20). La separación de las marcas es preferentemente igual o un submúltiplo de la longitud de la lente (58) por las razones indicadas en lo anterior, por ejemplo, haciendo referencia a la pieza de utilización manual (32R). De manera alternativa las líneas se pueden ajustar de manera suficientemente próxima de forma que el rodillo y el detector funcionan a modo de un encoder de eje convencional tal como se ha explicado anteriormente.

El bloque detector (127) que incluye extremos distales de fibras ópticas (76), (78) y (80) de un sensor de posición (41) está situado en la punta (34) de la pieza de utilización manual (32H) (ver figura 21). En este caso, los extremos distales de las fibras están dispuestos en una línea orientada verticalmente de manera tal que el sensor de posición puede detectar el paso de las marcas (125) del rodillo (123) al girar el rodillo como respuesta al movimiento de la pieza de utilización manual sobre la piel (48). A partir de la detección de las marcas, se puede determinar la posición de la pieza de utilización manual (32H) sobre la piel (48) tal como se ha explicado en lo anterior.

Haciendo referencia a la figura 20A, se ha mostrado un rodillo alternativo (123A) para la pieza de utilización manual (32H). El rodillo (123A) comprende dos partes cilíndricas coaxiales (129) y limitando la parte cilíndrica (131) coaxial con aquel pero con un diámetro más reducido que las partes cilíndricas (129). En este caso, las marcas paraxiales (125) están realizadas sobre la parte cilíndrica (131). Esto contribuye a minimizar el contacto con las marcas sobre la piel de contacto (48) con los rodillos (123A) establece contacto con dicha piel (48) con intermedio de las partes cilíndricas (129) del mismo. El contacto de las marcas (125) con la piel (48) podría conducir progresivamente a contaminación con la grasa de la piel, residuos de la piel y otros. Esta contaminación podría llevar a errores en la exactitud de determinación de la posición por el sensor de posición (41).

El sensor de la pieza de utilización manual (32H) se ha descrito en lo anterior incluyendo un sensor de posición (41) que tiene una fuente de luz y detectores situados en el cuerpo de la pieza de utilización manual y que están conectados a un bloque sensor por fibras óptica. Los técnicos en la materia reconocerán no obstante que se podría colocar un cabezal sensor funcionando de manera similar en el cuerpo desmontable (121) sin salir del espíritu y ámbito de la presente invención. En realidad es posible situar todos los componentes de un detector de posición en el cuerpo desmontable (121), requiriendo solamente una conexión eléctrica con el cuerpo de la pieza de utilización manual para comunicación eléctrica y de datos.

Se observará que las marcas sobre rodillos descritos pueden consistir en líneas oscuras sobre un fondo brillante o líneas brillantes sobre un fondo oscuro. Alternativamente, las marcas pueden ser fluorescentes o pueden ser magnéticas si el sensor (41) es sustituido por un dispositivo de captación magnética,

Haciendo referencia a continuación a la figura 22, otra pieza de utilización manual (32T) de acuerdo con la presente invención comprende un transpondedor (140) y un receptor (142). Preferentemente, el transpondedor (140) es un emisor de ultrasonidos y el receptor (142) es un detector de ultrasonidos. El transpondedor (140) envía un uso de señal

(línea de trazos (144)) a una pantalla o pared (146) situada en las proximidades del paciente (148) en cuya espalda se está efectuando el tratamiento de la piel (48). En este caso, la pantalla (146) se ha mostrado montada sobre la mesa (150) sobre la que descansa el paciente (148) de cara hacia abajo.

El receptor (142) recibe un eco (impulso de retorno) del impulso de señal enviado por el transpondedor (140) (línea de trazos (152)) desde la pantalla (146). La electrónica de control de la consola (38), conectado al transductor (140) y al receptor (142) registran el tiempo de envío del impulso de señal (144) y el tiempo de recepción del eco (152) que corresponde al mismo y determinan la diferencia de tiempo entre el envío y la recepción. La diferencia de tiempo entre el envío del impulso de señal (144) y la recepción del eco (152) proporciona una medición de la posición de la pieza de utilización manual (32T) con respecto a la pantalla (146) y, de acuerdo con ello, con respecto al paciente (148) al desplazar la pieza de utilización manual en dirección longitudinal indicada por las flechas (A). Estas mediciones de posición son utilizadas por la electrónica de control de la consola (38) para iniciar automáticamente el encendido de luz láser a incrementos iguales de posición de la pieza de utilización manual (32) y, opcionalmente, para controlar la velocidad de desplazamiento de dicha pieza de utilización manual (32T) tal como se ha explicado en lo anterior con referencia a otras señalizaciones del aparato de la presente invención.

Se debe observar que el tratamiento mostrado en la figura 22 y la posición de la pantalla (146) con respecto al paciente (148) tienen meramente carácter de ejemplo. Los técnicos en la materia pueden diseñar otras localizaciones de pantalla adaptadas a otros tratamientos sin salir del espíritu y ámbito de la presente invención.

También se debe observar que si bien son preferibles un emisor y receptor ultrasónicos en la realización antes descrita de la presente invención, los principios operativos de esta realización son aplicables si el transpondedor (140) (y receptores correspondientes (142)) se basan en el envío y detección de señales distintas a las señales ultrasónicas. A título de ejemplo, estas pueden ser señales ópticas (impulsos) generados por un aparato láser, formando en efecto un detector de alcance de láser. El láser puede ser colocado en la pieza de utilización manual (32T), o encima de la misma, o puede encontrarse alejado de la misma con la radiación del láser suministrada al transpondedor (140) mediante fibra óptica. Las señales pueden ser también señales de radar (impulsos) siendo el transpondedor (140) un transmisor radar en miniatura (por ejemplo, incorporado en un chip semiconductor). En el caso de señales ópticas o de radar, el proceso electrónico de las señales se puede demostrar más complejo que las señales de ultrasonidos a causa de las distancias relativamente cortas recorridas por los impulsos de señal y de manera correspondiente el tiempo relativamente muy corto entre el envío y detección de las mismas.

Haciendo referencia a continuación a la figura 23, otra pieza de utilización manual (32D) de acuerdo con la presente invención comprende un transpondedor (160). Preferentemente, el transpondedor (160) es un emisor de ultrasonidos. El transpondedor (160) envía un impulso de señal (líneas de trazos (162)) que irradia del mismo en forma divergente a tres receptores (164), preferentemente detectores de ultrasonidos incorporados en una unidad de representación vídeo (VDU) (166) que tiene la pantalla (168). En este caso, el VDU (166) se ha mostrado dispuesto en las proximidades de la mesa (150) sobre la que está colocado en posición boca hacia abajo el paciente (148), en cuya espalda está siendo tratada la piel (48).

En un ejemplo de proceso de señal para la disposición de la pieza de utilización manual (32D) y receptores asociados con la misma, para cada impulso de señal a diferencia en el tiempo de llegada en cada uno de los receptores es registrada. Basándose en esa diferencia en el tiempo de llegada y en la separación de los receptores, la electrónica de control asociada con el transpondedor y los receptores determinan por triangulación una posición en dirección longitudinal A y en la dirección lateral B para el transpondedor (160) con respecto a un plano en el que están situados los receptores. En este caso, el plano es del frontal del VDU (166). Esta medición de posición es utilizada por la electrónica de control de la consola (38) para poner en marcha automáticamente el encendido del láser dependiendo de su posición lateral y longitudinal. Un registro visual de las puestas en marcha o encendidos queda representada en la pantalla (168).

Se debe observar en este punto que, por lo menos en teoría, solamente dos detectores son necesarios para proporcionar localización bidimensional de posición para la pieza de utilización manual. La disposición de tres detectores puede incrementar la exactitud de la localización de posición bidimensional y proporcionar también en formación sobre la posición en una tercera dirección (perpendicular al problema general de la piel). Esta información puede ser útil si se efectúa el tratamiento de una parte de la piel de forma muy marcada, por ejemplo un tobillo.

En un ejemplo de funcionamiento de la pieza de utilización manual (32D), el punto (170P) del paciente (148) designa la esquina de la izquierda inferior (origen) de un área de la piel (48) que debe ser tratada. Esta área se considera que está dividida en una serie de sub-zonas iguales en dimensión a la lente (58) de la pieza de utilización manual (32D). El punto (170D) sobre la pantalla (168) está dispuesto electrónicamente para representar el punto (170P) del paciente (148).

La posición instantánea de la pieza de utilización manual (32D) con respecto al punto (170P) está indicada sobre la pantalla (168) por un "cursor" cuadrado (169) que tiene dimensiones que representan el área que se puede tratar con un único encendido del láser. El tratamiento es iniciado colocando la punta (34) de la pieza de utilización manual (32D) en contacto con la piel (48) del paciente (148) y activando el gatillo (36) de la pieza de utilización manual para empezar el encendido automático.

ES 2 313 904 T3

Cada encendido satisfactorio es registrado sobre la pantalla (169) en forma de un cuadrado macizo, proporcionando de esta manera una indicación directa del avance del tratamiento y de cualesquiera áreas, tales como un área (171) en la que puede haber “fallado”. La electrónica de control puede estar dispuesto también de manera que almacene un mapa electrónico de encendidos satisfactorios. El mapa electrónico almacenado puede ser utilizado por la electrónica de control para encender automáticamente el láser cuando el sistema de detección de posición detecta que la punta de utilización manual establece contacto con la piel en una zona de fallo de tratamiento. El mapa electrónico almacenado puede ser utilizado también por la electrónica de control para impedir el encendido manual del láser si la punta de la pieza de desplazamiento manual se encuentra en contacto con la piel en un área que ya ha sido tratada satisfactoriamente.

Se debe observar que en los receptores (164) se han mostrado integrados en el VDU (166) como localización satisfactoria para los detectores. Los receptores (164) pueden estar situados también en posición alejada del VDU (166) estando soportado sobre un armazón reparado y las localizaciones se pueden variar de acuerdo con un tratamiento específico. Estas localizaciones pueden ser seleccionadas y variadas sin salir del espíritu y ámbito de la presente invención.

Si bien las reivindicaciones preferentes de la presente invención se han descrito con referencia al movimiento de seguimiento de una pieza de utilización manual en la que se ha situado una fuente de rayos láser, la presente invención no está limitada a su utilización con este tipo de pieza de utilización manual. Por principios de aplicación son también aplicables a una pieza de utilización manual que facilita radiación recibida desde una fuente de radiación láser situada en posición remota. Esta pieza de utilización manual puede recibir, por ejemplo, radiación de dicha fuente en posición remota con intermedio de fibras ópticas de un haz de fibras ópticas o mediante un brazo articulado hueco. Además, los principios de la presente invención son aplicables igualmente si el tratamiento no requiere que la punta o abertura de suministro de la pieza de utilización manual se encuentre en contacto con la piel objeto de tratamiento. A título de ejemplo, la punta puede comprender una lente para conformar o enfocar la radiación suministrada y puede estar separada en una distancia relativamente reducida (aproximadamente uno ó dos centímetros) de la piel manteniendo la separación mediante una pinza abierta en contacto con la piel.

También se debe observar que el encendido automático de acuerdo con la presente invención ha sido descrito por referencia al encendido de control, de manera que las sub-zonas tratadas en un encendido único son colocadas conjuntamente de manera más o menos continua para cubrir el área total a tratar según cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas para cubrir un área superpuesta de sub-zonas tratadas de una forma predeterminada. A título de ejemplo, cada sub-zona ya tratada (en un solo encendido) se puede solapar con una sub-zona tratada previamente en la mitad de la longitud de la sub-zona. Esto se puede conseguir, por ejemplo, para evitar la posibilidad de que cualquier área no tratada estrecha quede libre entre sub-zonas tratadas.

De modo general, la presente invención es descrita y mostrada en términos de una realización preferente y otras realizaciones. No obstante, la presente invención no está limitada por estas realizaciones descritas y representadas. En realidad, la invención está limitada solamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema láser (30) para el tratamiento de tejidos corporales que comprende:

5 - un láser para generar luz láser pulsante estando adaptado el láser en su encendido para generar un impulso de radiación láser;

10 - un dispositivo de suministro que incluye una pieza de utilización manual desplazable manualmente (32) para suministrar la luz láser a los tejidos corporales;

- un sensor (41) asociado con la pieza de utilización manual (32) para controlar el movimiento de dicha pieza de utilización manual (32) con respecto a los tejidos corporales, estando adaptado el sensor (41) para generar señales de salida; y

15 - un procesador para controlar la puesta en marcha de los impulsos de radiación láser como respuesta a la recepción de las señales de salida de manera que facilite un tratamiento uniforme de los tejidos corporales sobre un área grande con la luz láser.

20 2. Sistema láser, según la reivindicación 1, que comprende además unos indicadores de marcado (92) en forma de regla para su asociación espacial con el tejido a tratar y en el que el sensor (41) está montado sobre la pieza de utilización manual (32) de manera que dirijan dichos indicadores o marcas al ser desplazada la pieza de utilización manual (32) de modo pasante.

25 3. Sistema láser, según la reivindicación 2, en el que dichas marcas (92) están formadas por uno de:

a) marcas aplicables directamente sobre los tejidos corporales a tratar; y

b) marcas sobre una regla que se puede colocar en las proximidades de la superficie de la piel.

30 4. Sistema láser, según la reivindicación 3, en el que dichas marcas (92) son gráficas y dicho sensor (41) está adaptado para detectar las marcas (32) ópticamente.

35 5. Sistema láser, según la reivindicación 4, en el que dicho sensor (41) comprende una fuente de luz (170) para ser dirigida a dichas marcas (32) comprendiendo además dicho sensor (41) un fotodetector (72, 74) configurado para controlar los cambios en la luz provocados por la presencia de una marca (32).

40 6. Sistema láser, según la reivindicación 1, en el que dicho sensor comprende una rueda (120) montada con captación y rotación en la pieza de utilización manual (32), girando dicha rueda (120) como respuesta a un movimiento de dicha pieza de utilización manual (32) sobre el tejido y de manera que dicho sensor (41) está adaptado para controlar la rotación de la rueda (120).

45 7. Sistema láser, según la reivindicación 6, en el que la rueda (120) comprende marcas (124) del tipo de una regla controladas por el sensor (41).

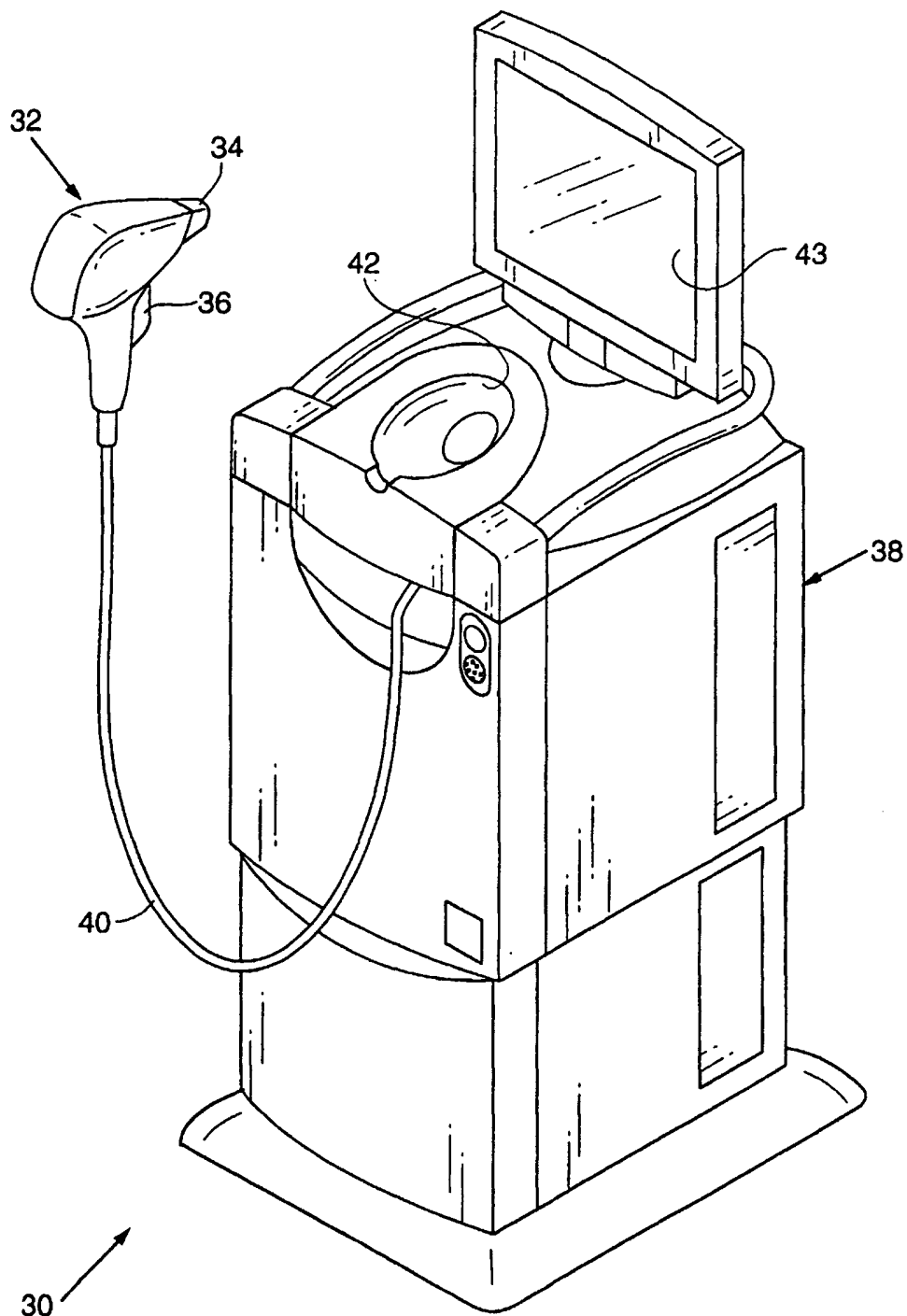


FIG. 1

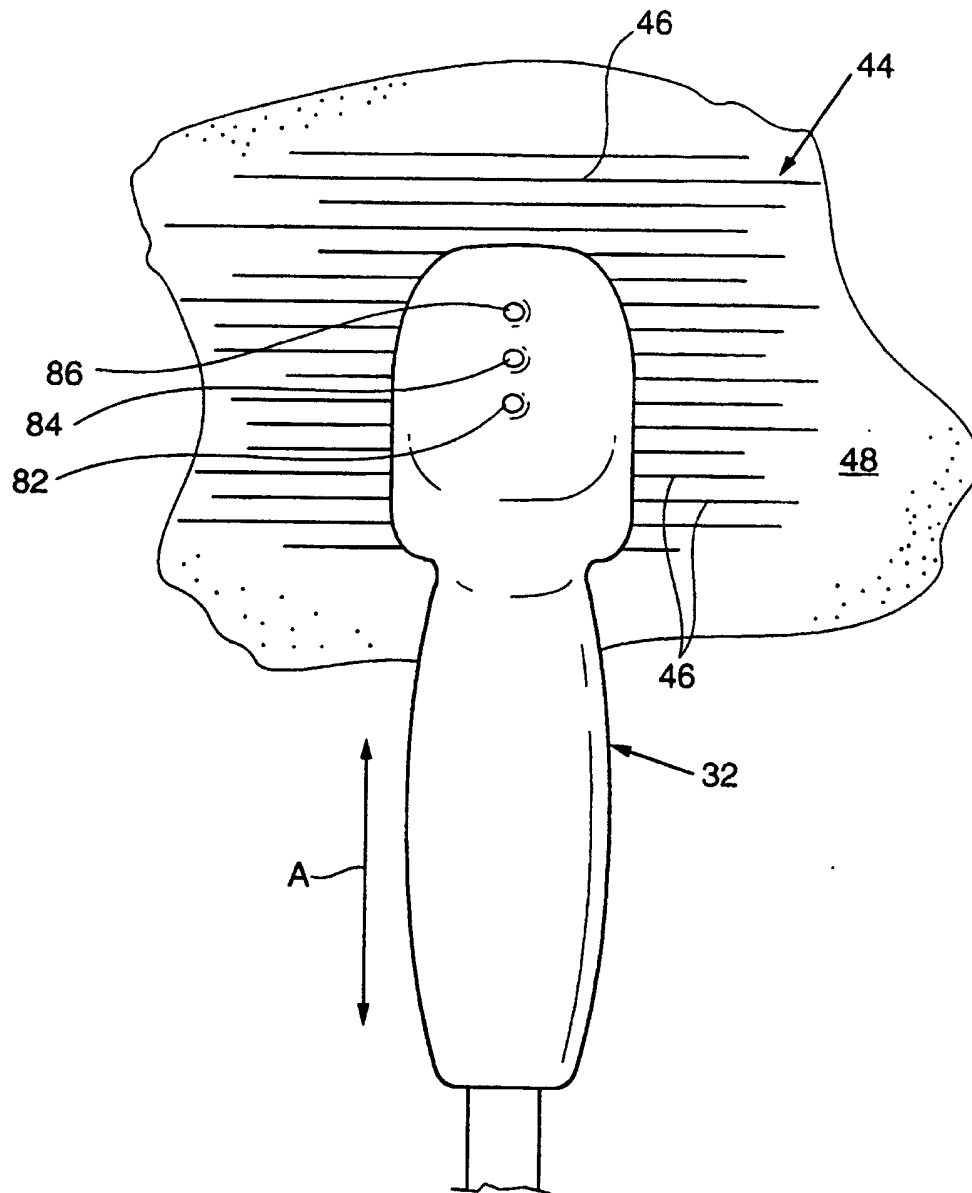


FIG. 2

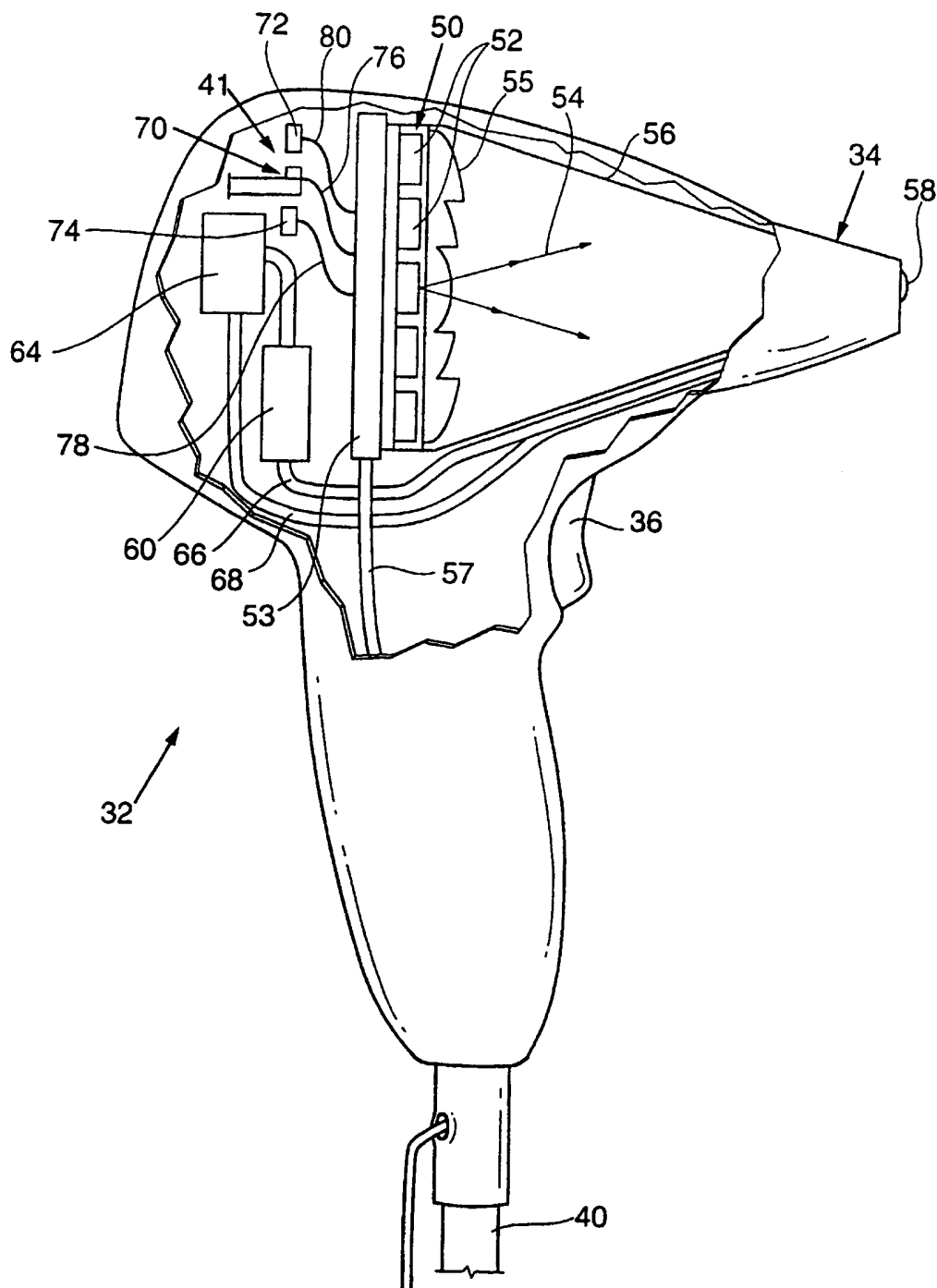


FIG. 3

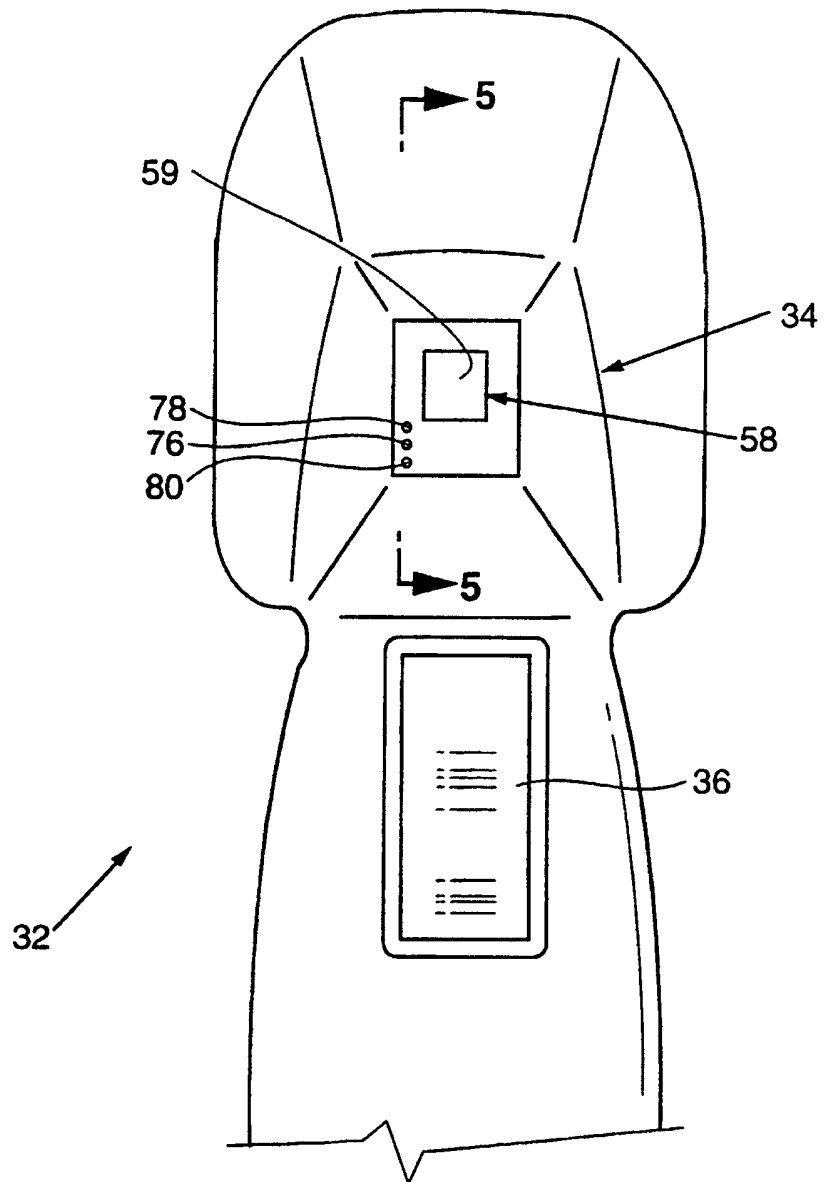
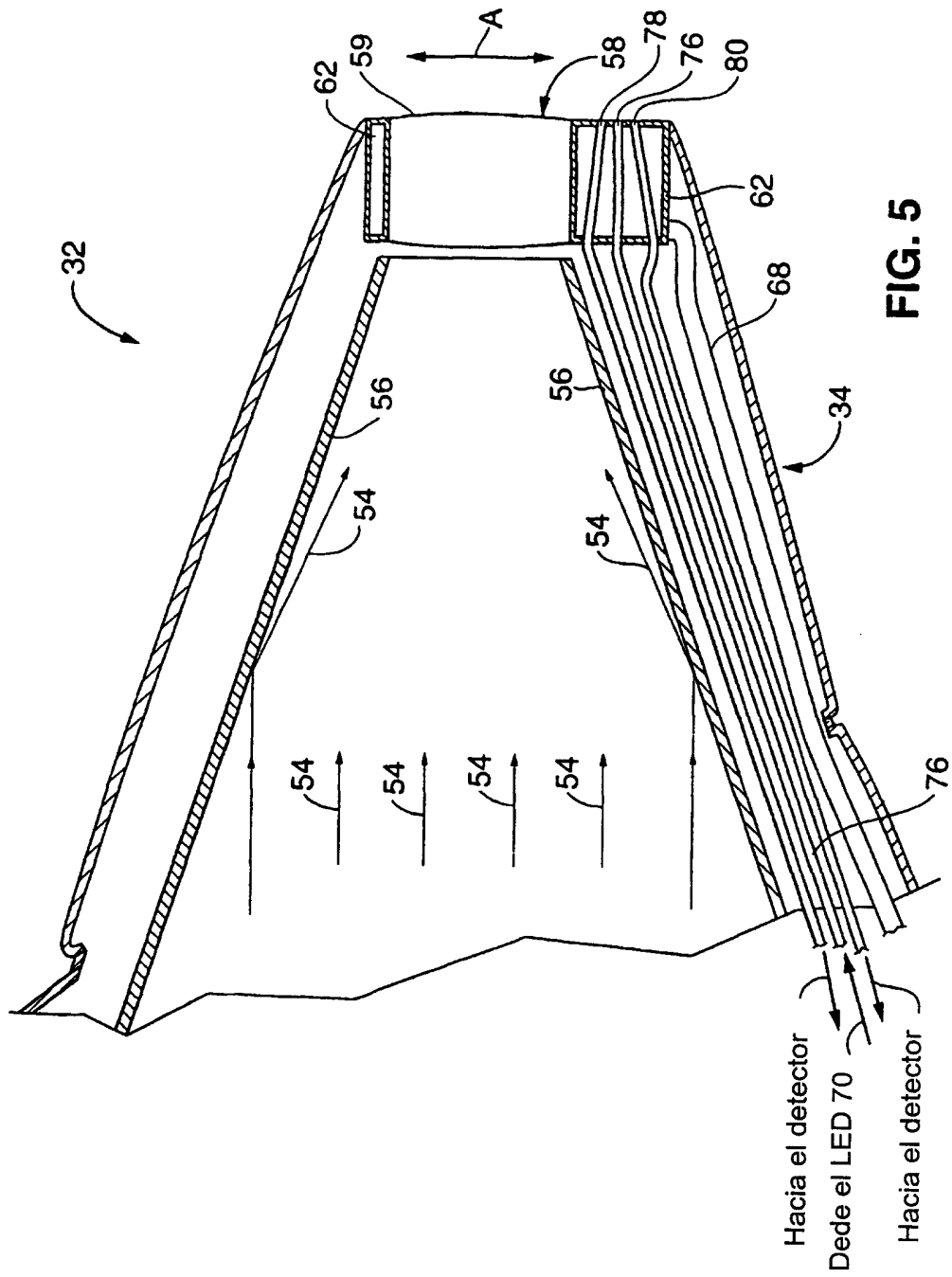


FIG. 4



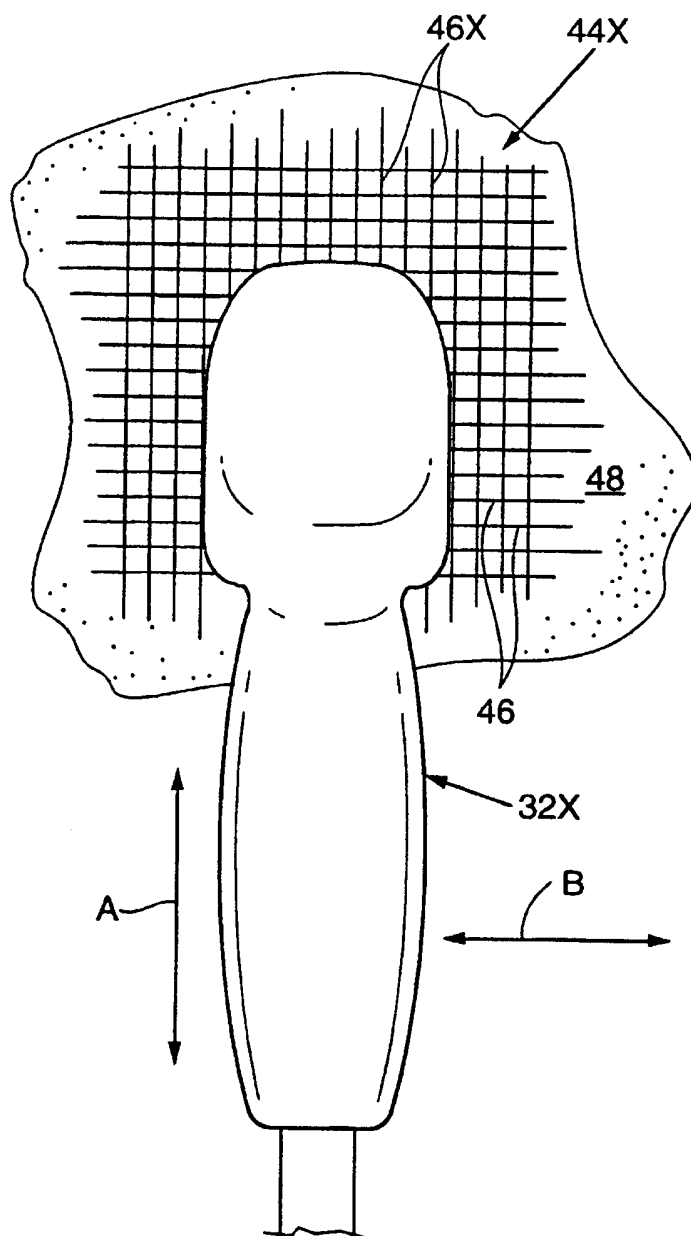


FIG. 6

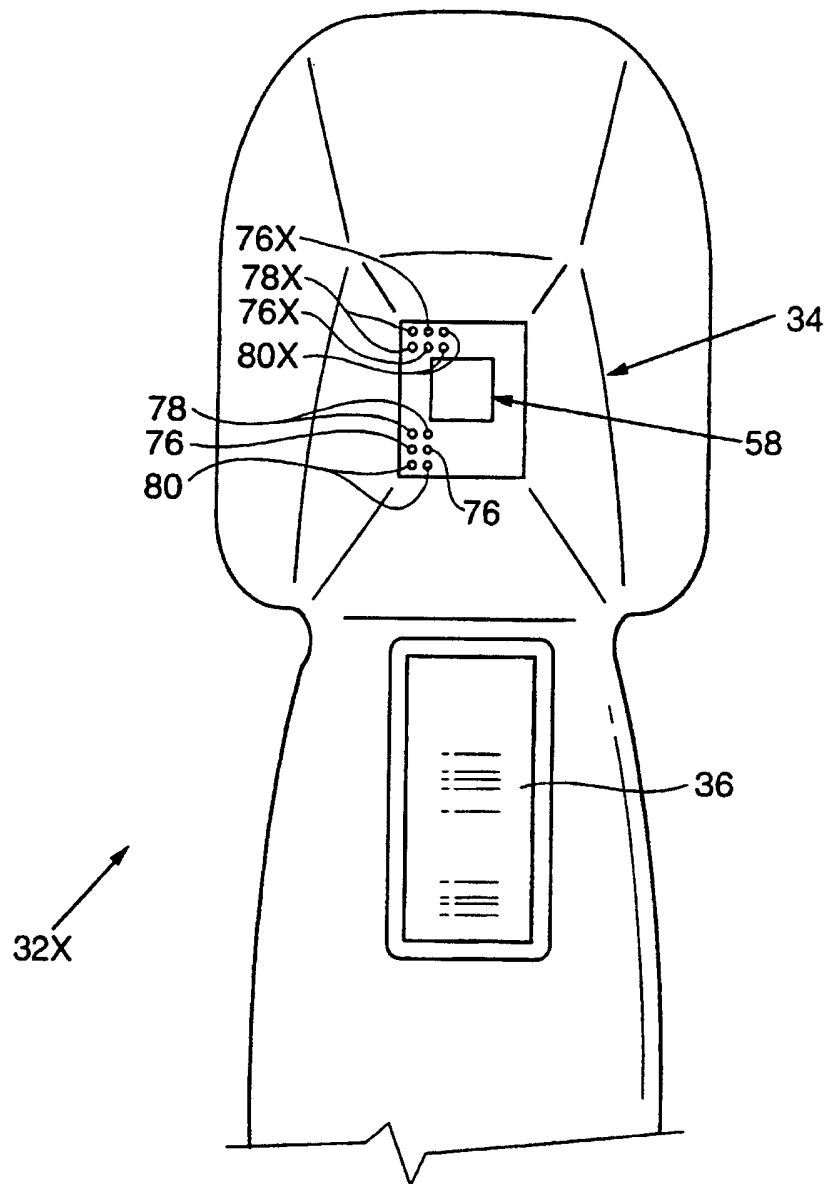


FIG. 7

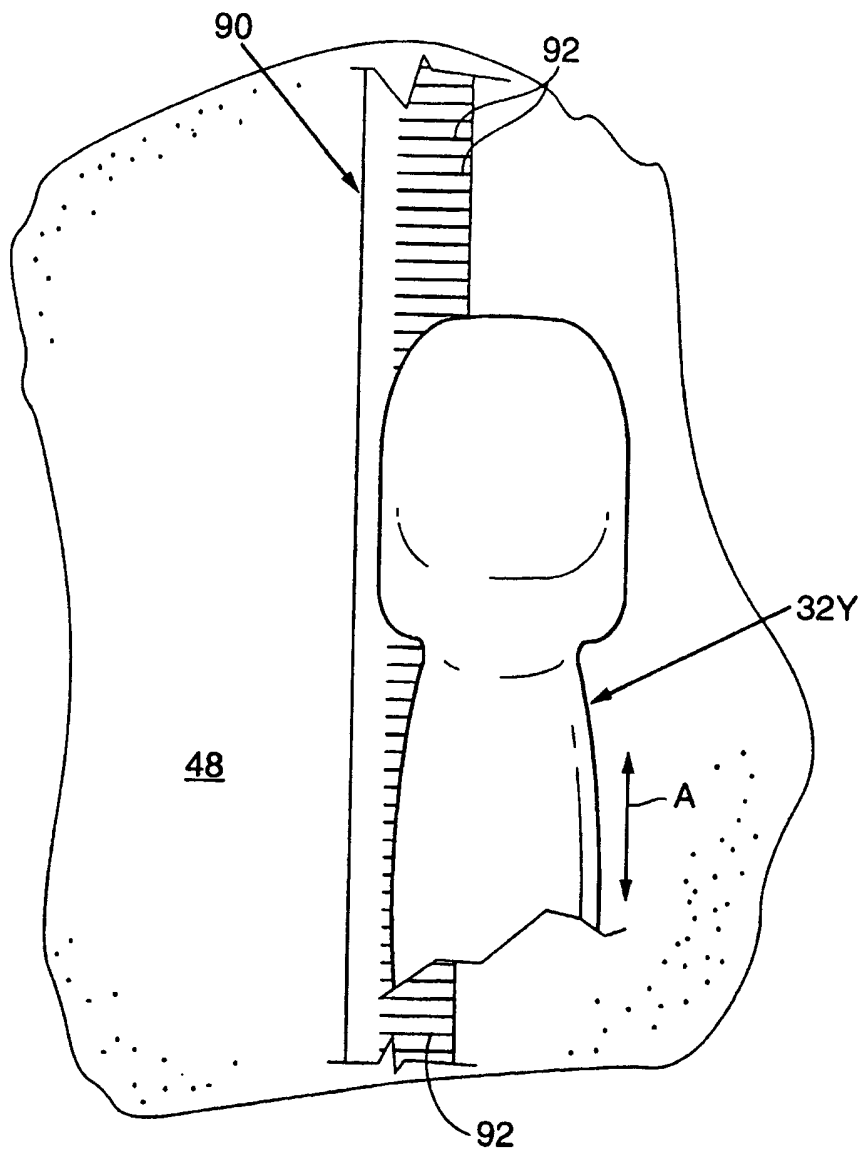


FIG. 8

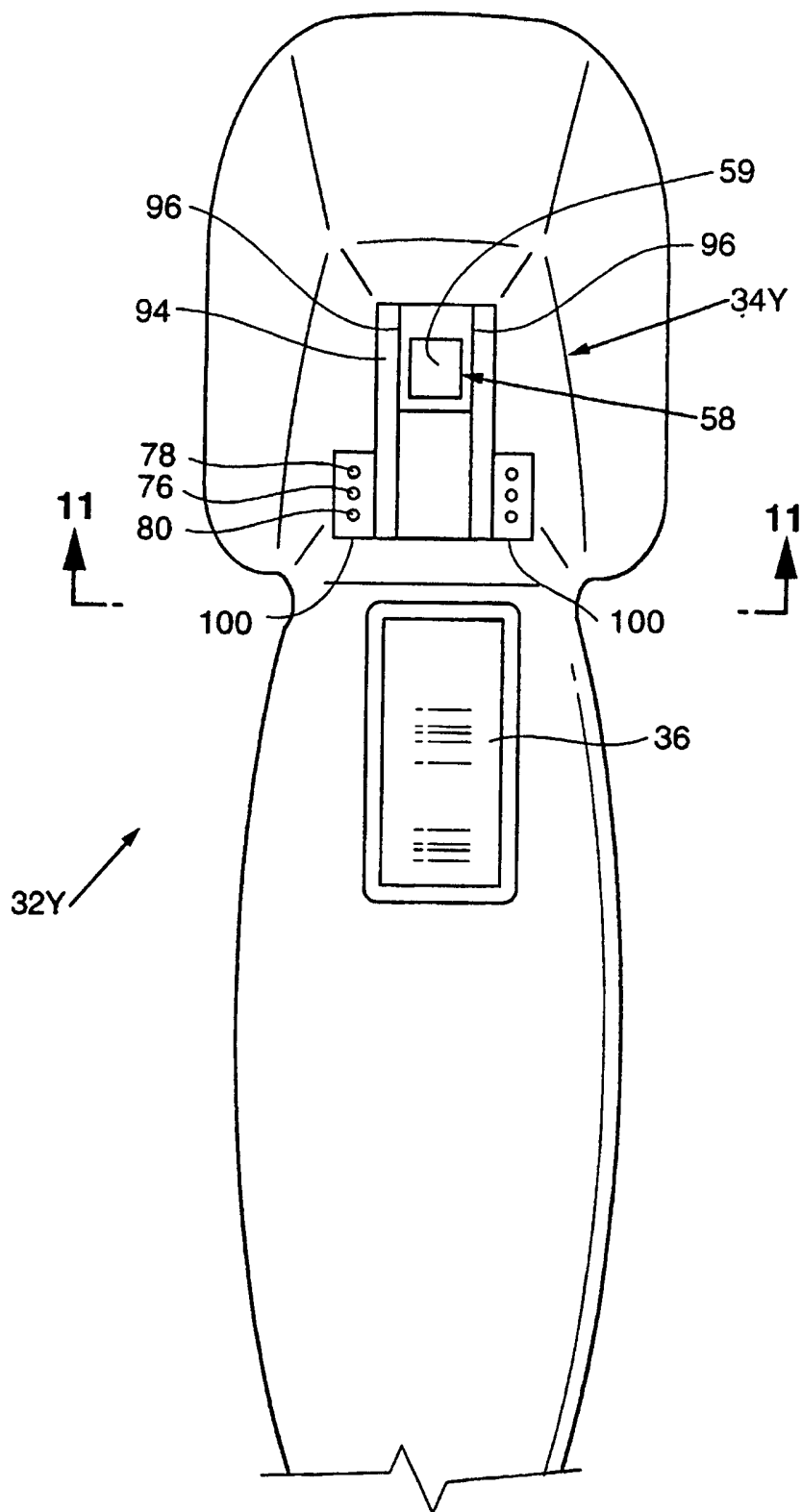


FIG. 9

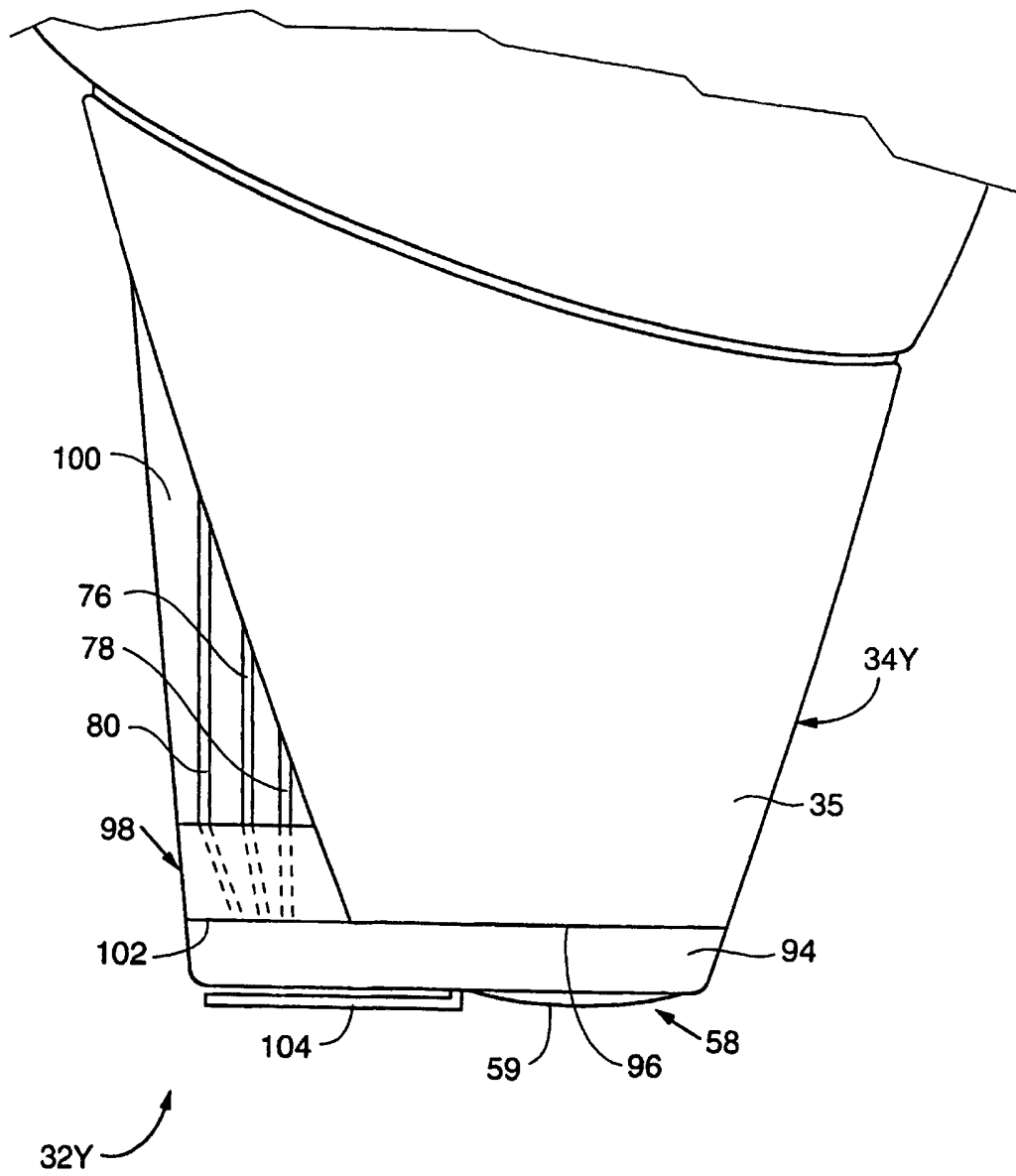


FIG. 10

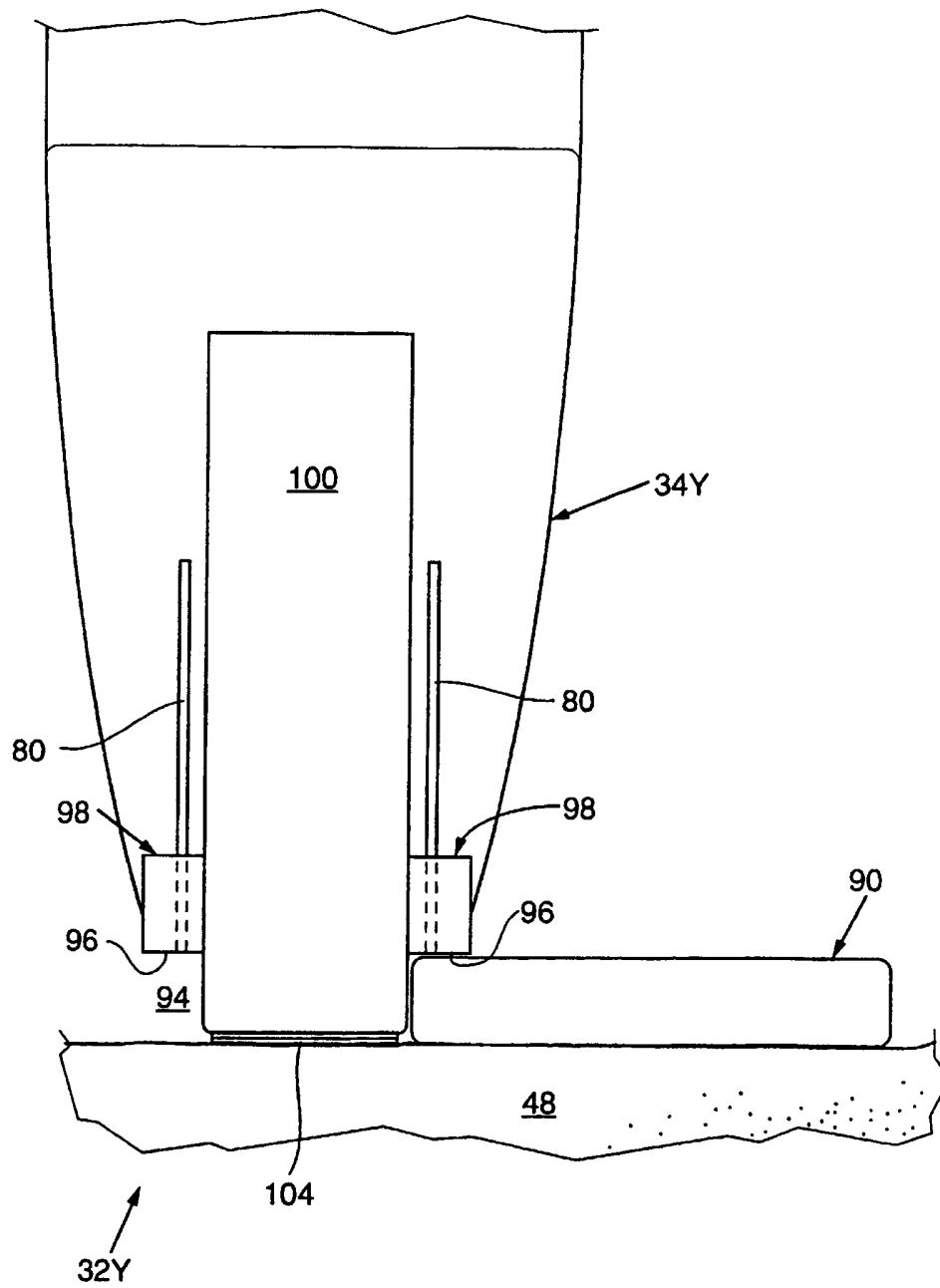


FIG. 11

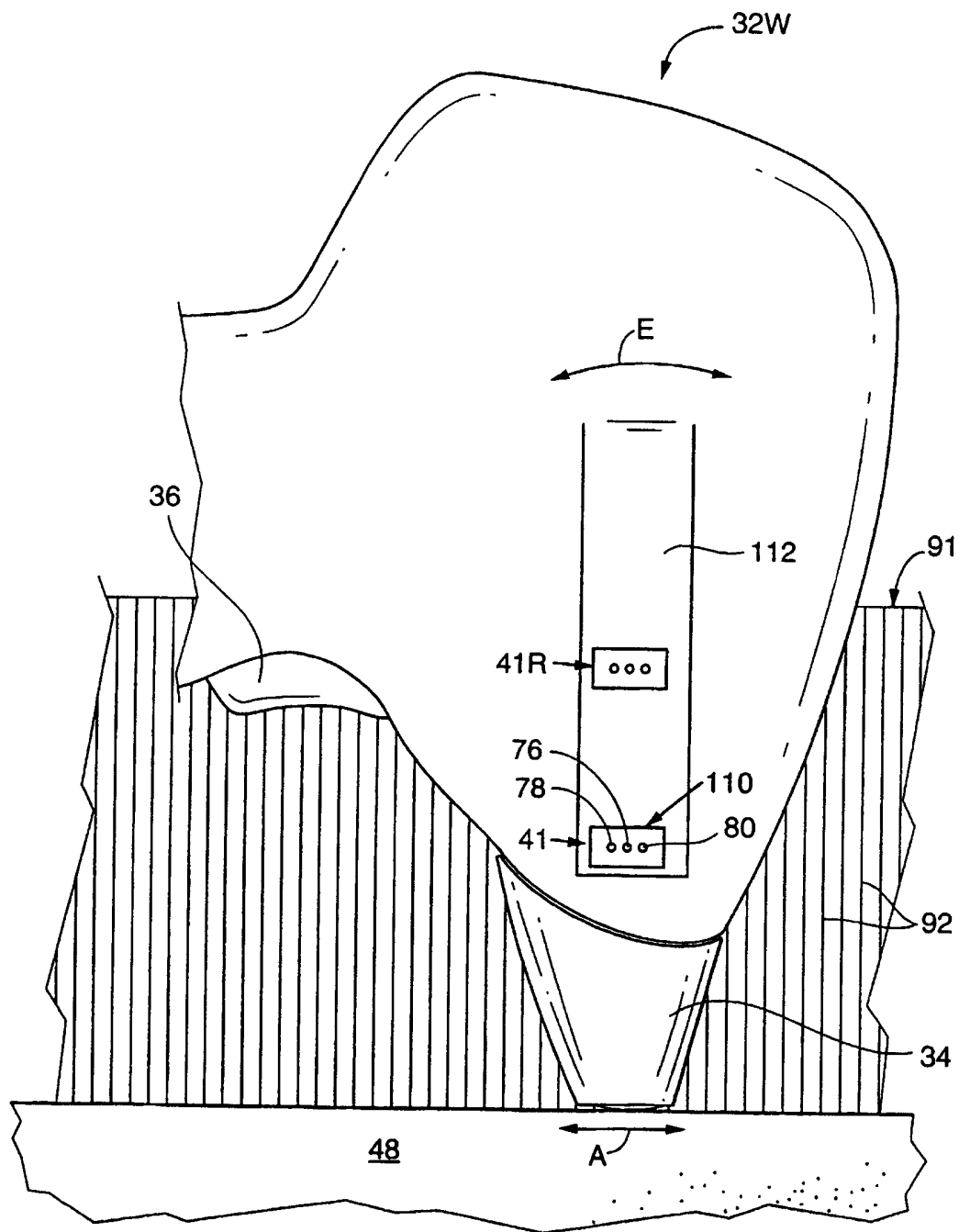


FIG. 12

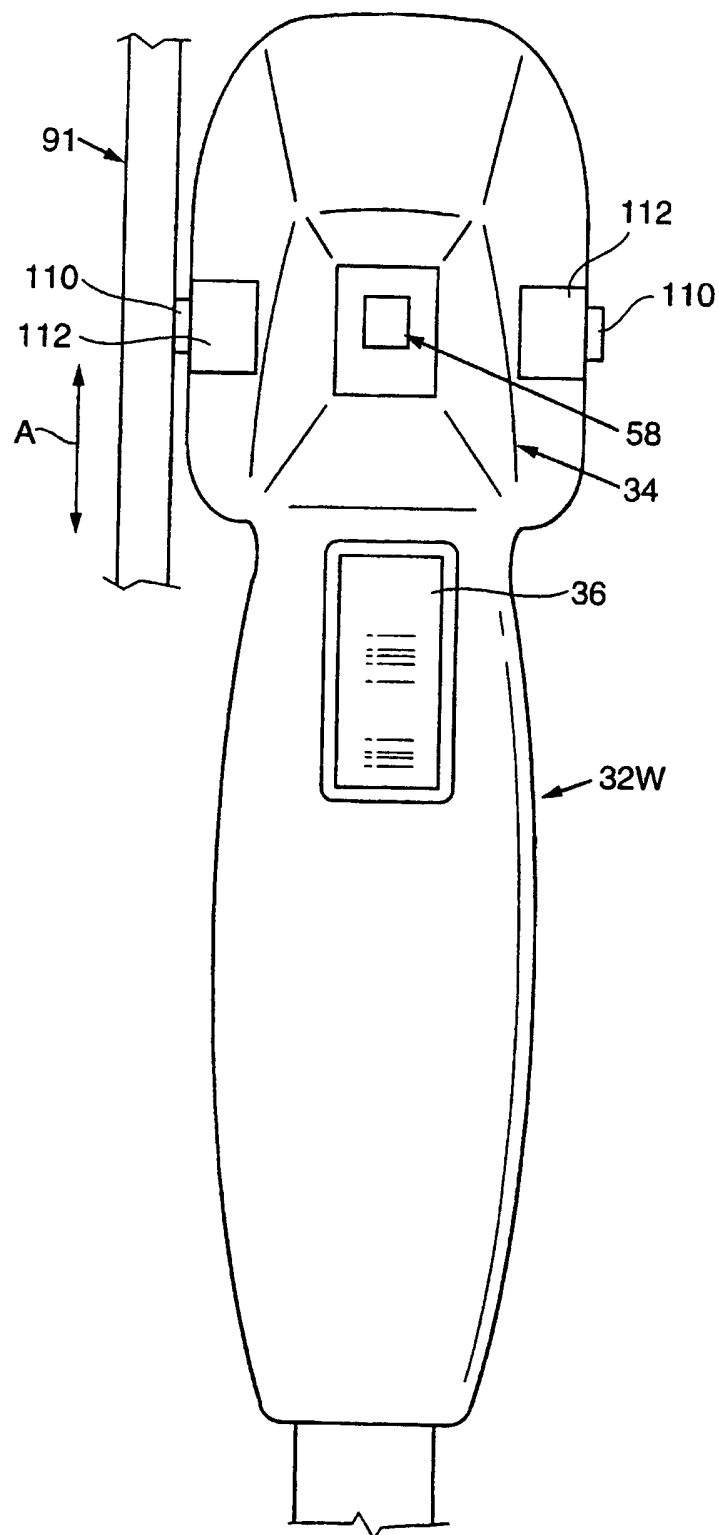


FIG. 13

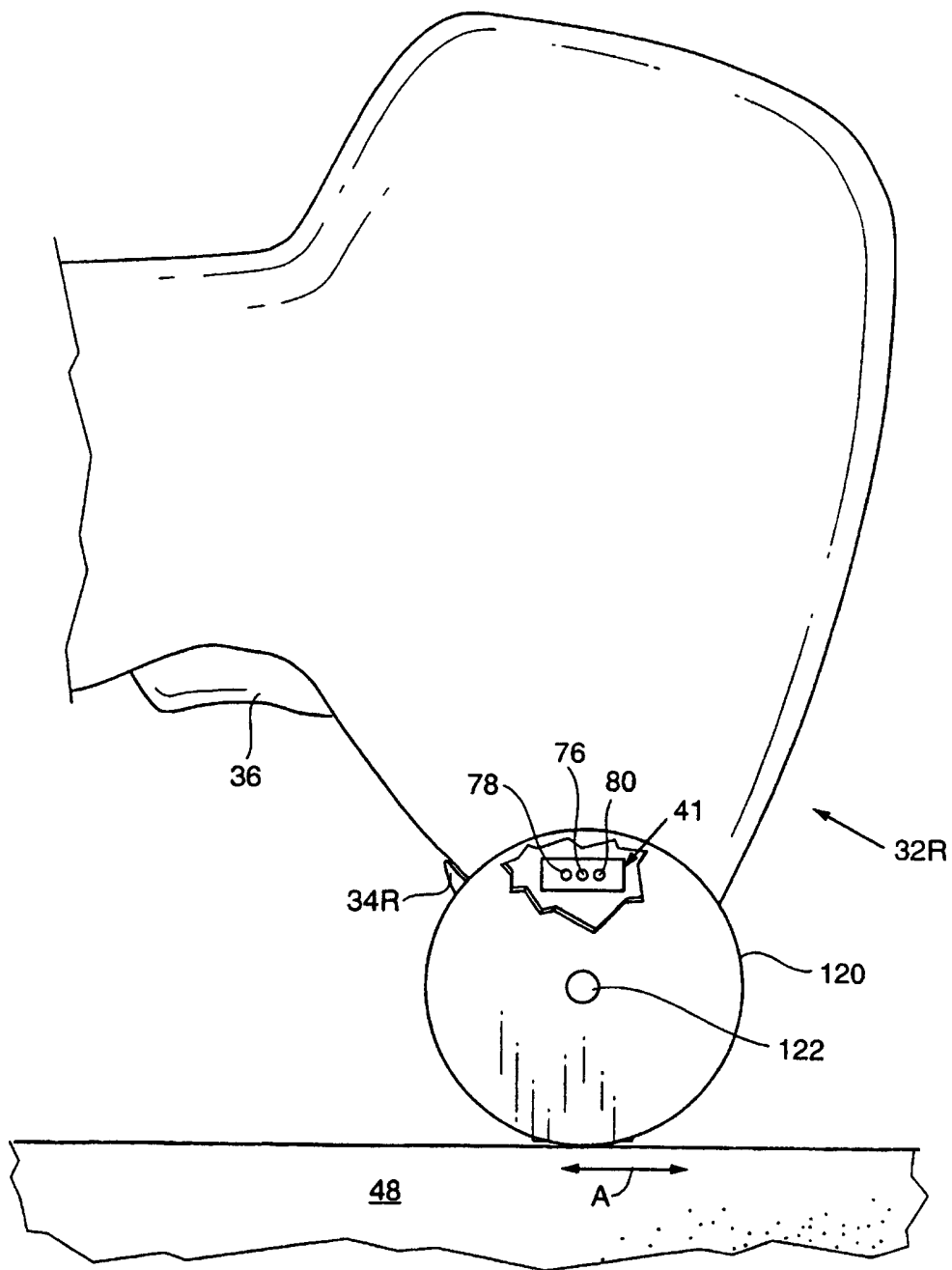


FIG. 14

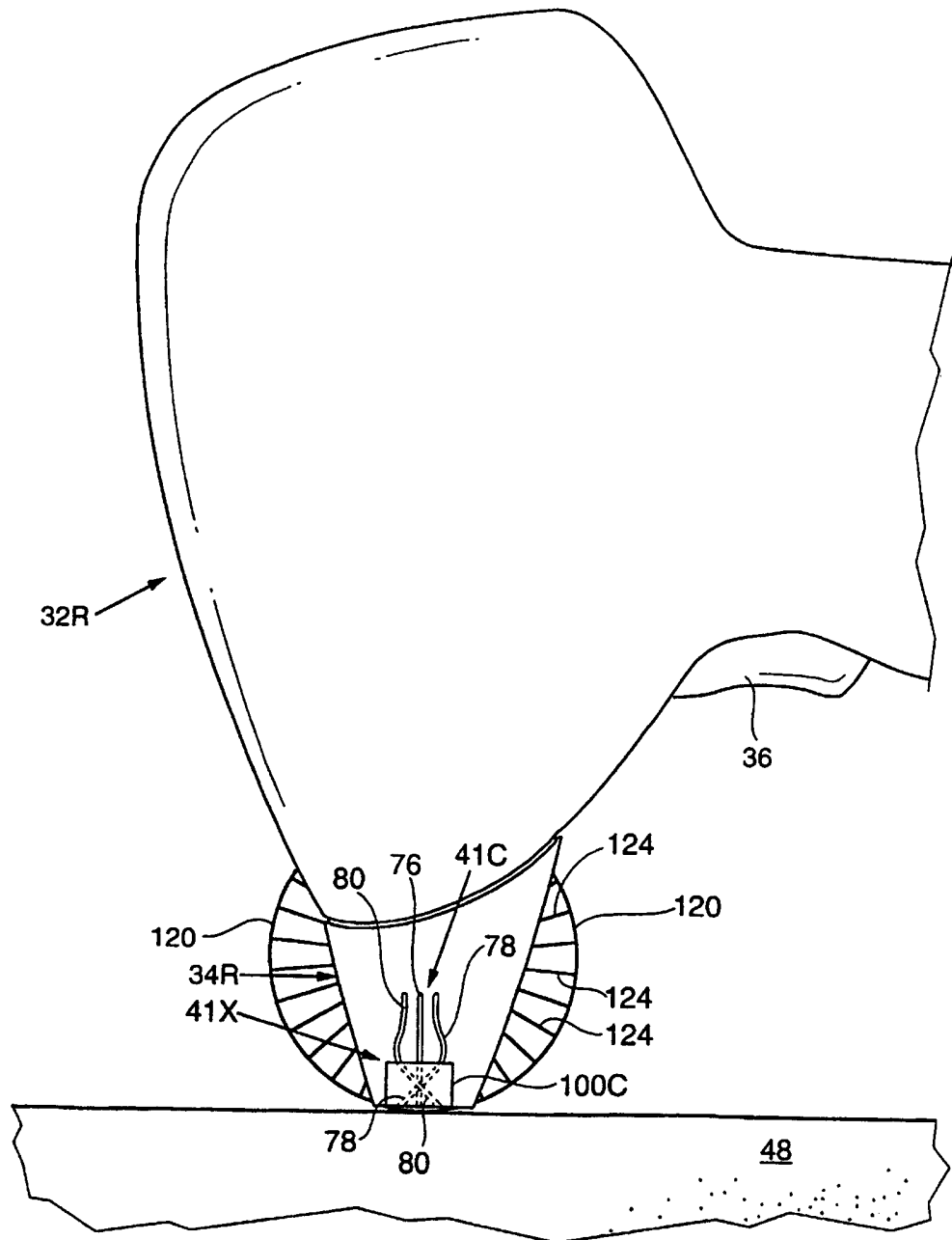
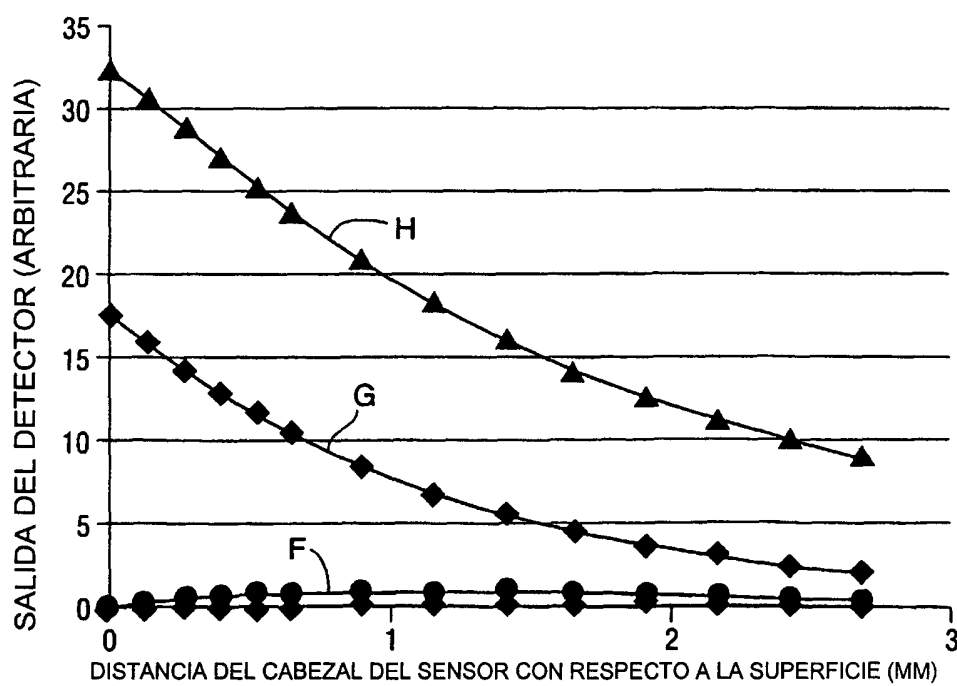
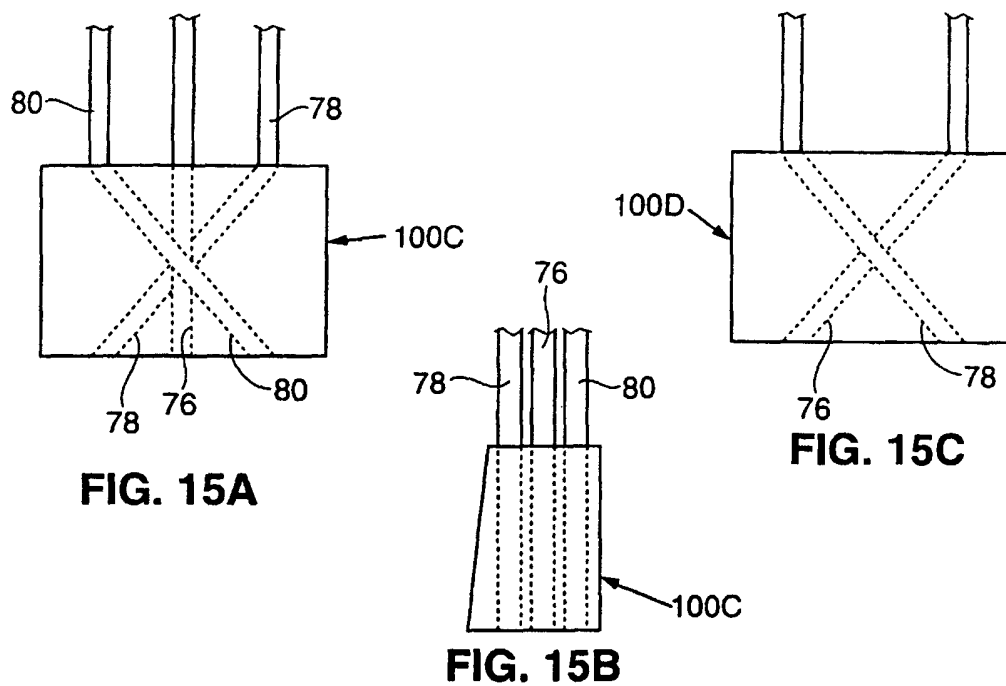


FIG. 15



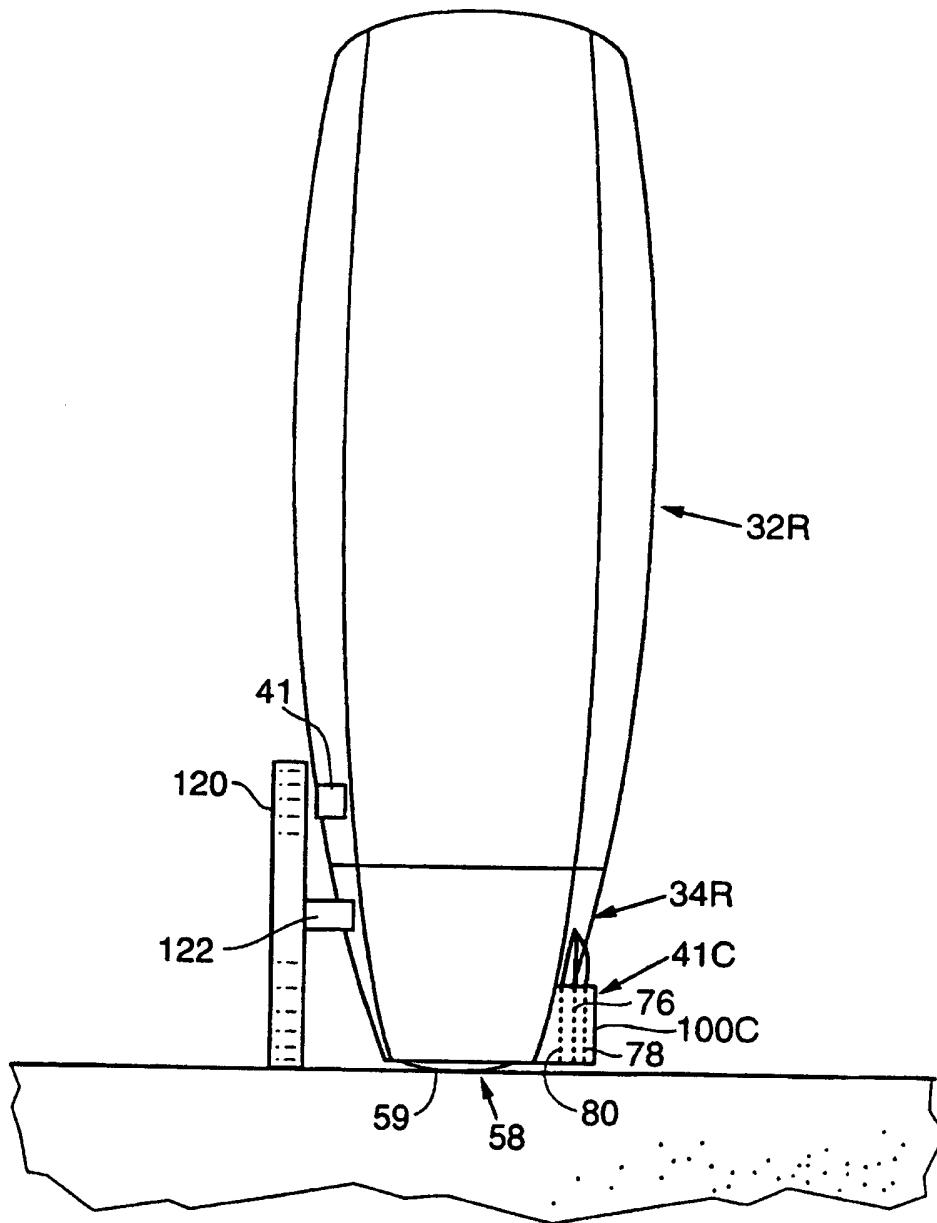
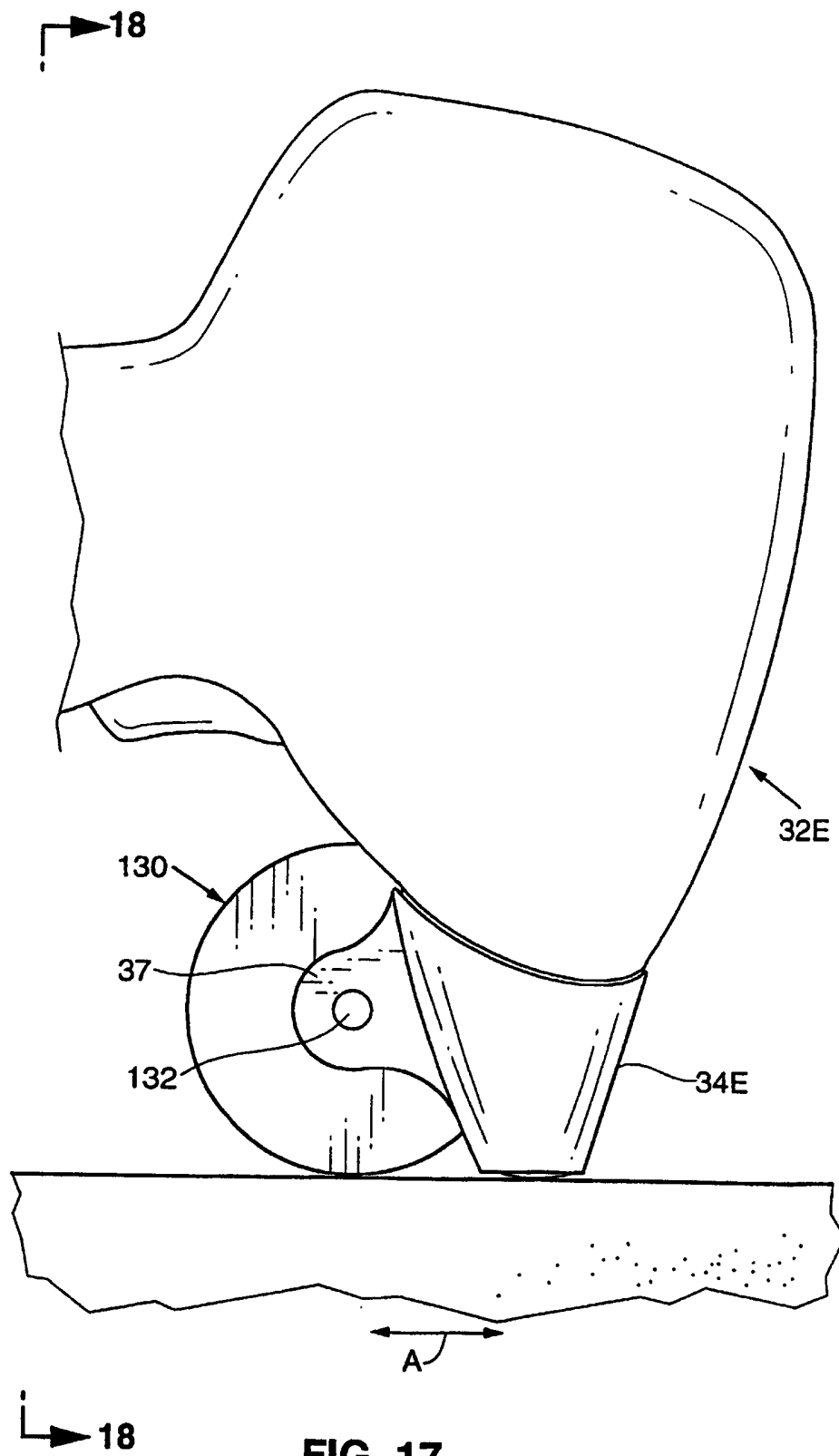


FIG. 16



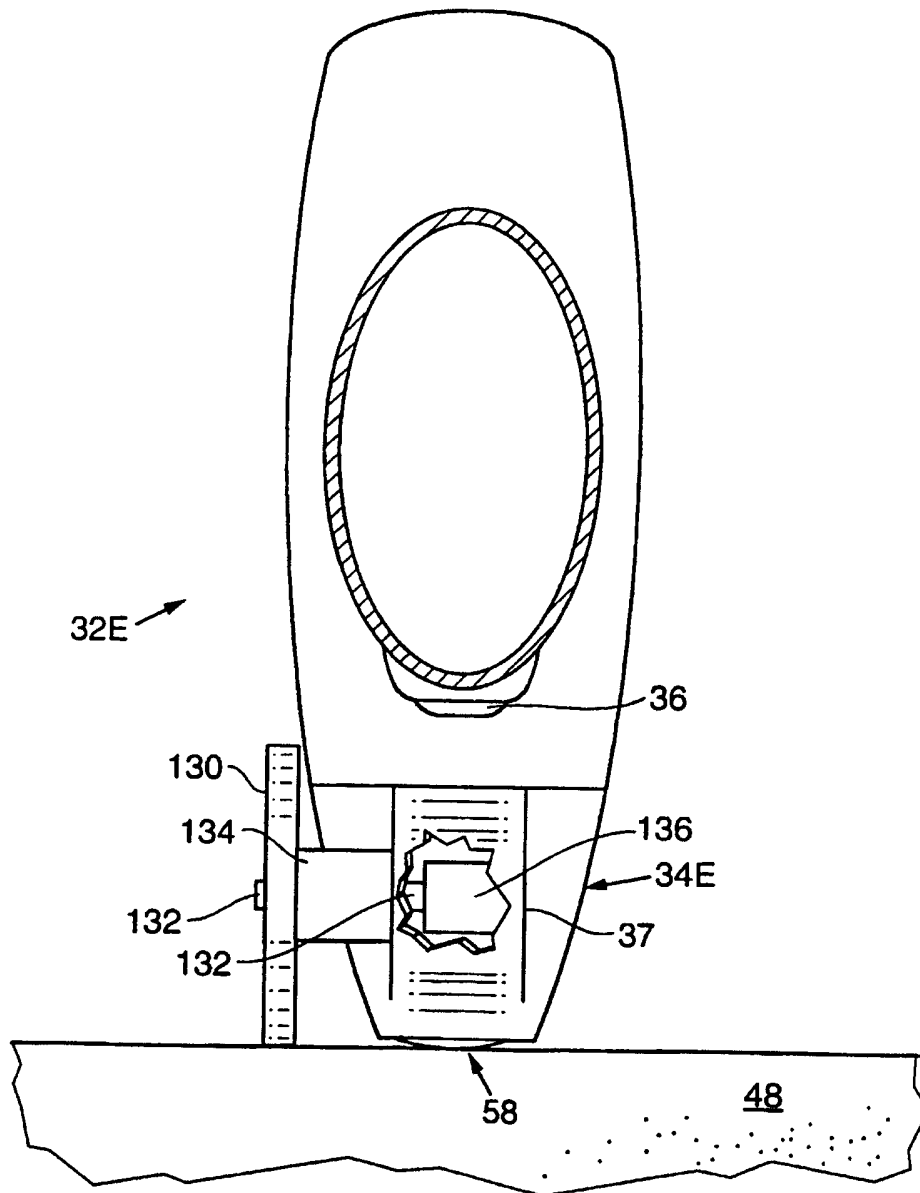


FIG. 18

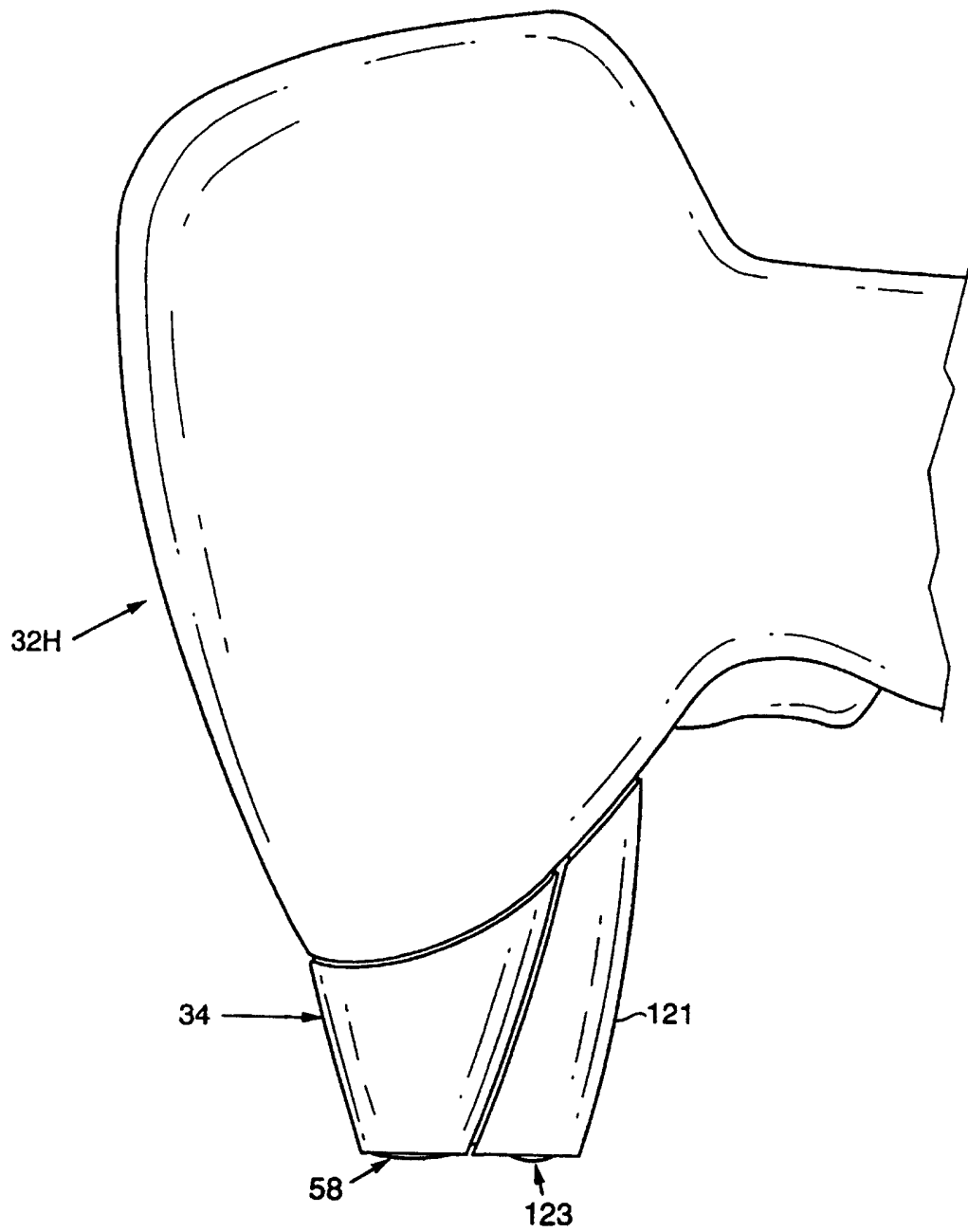
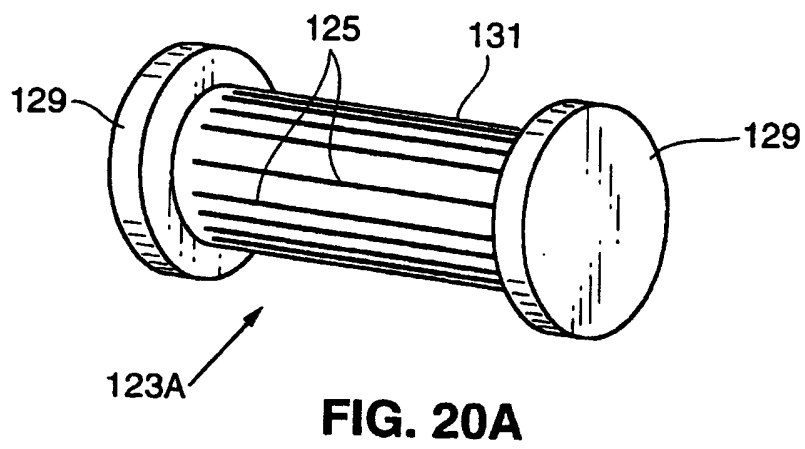
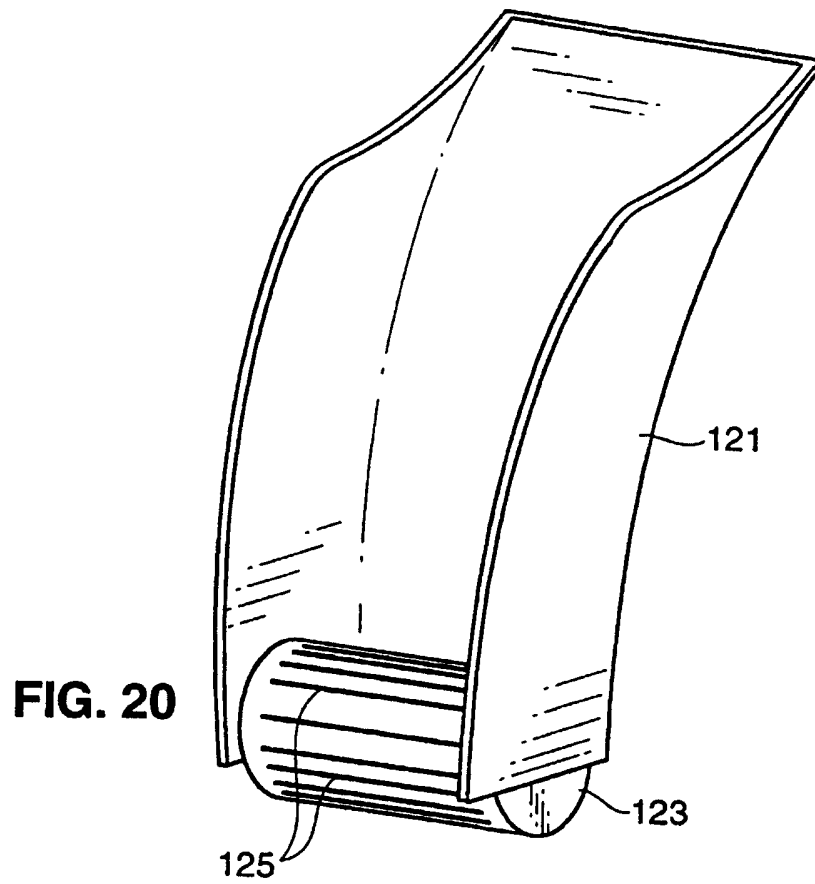


FIG. 19



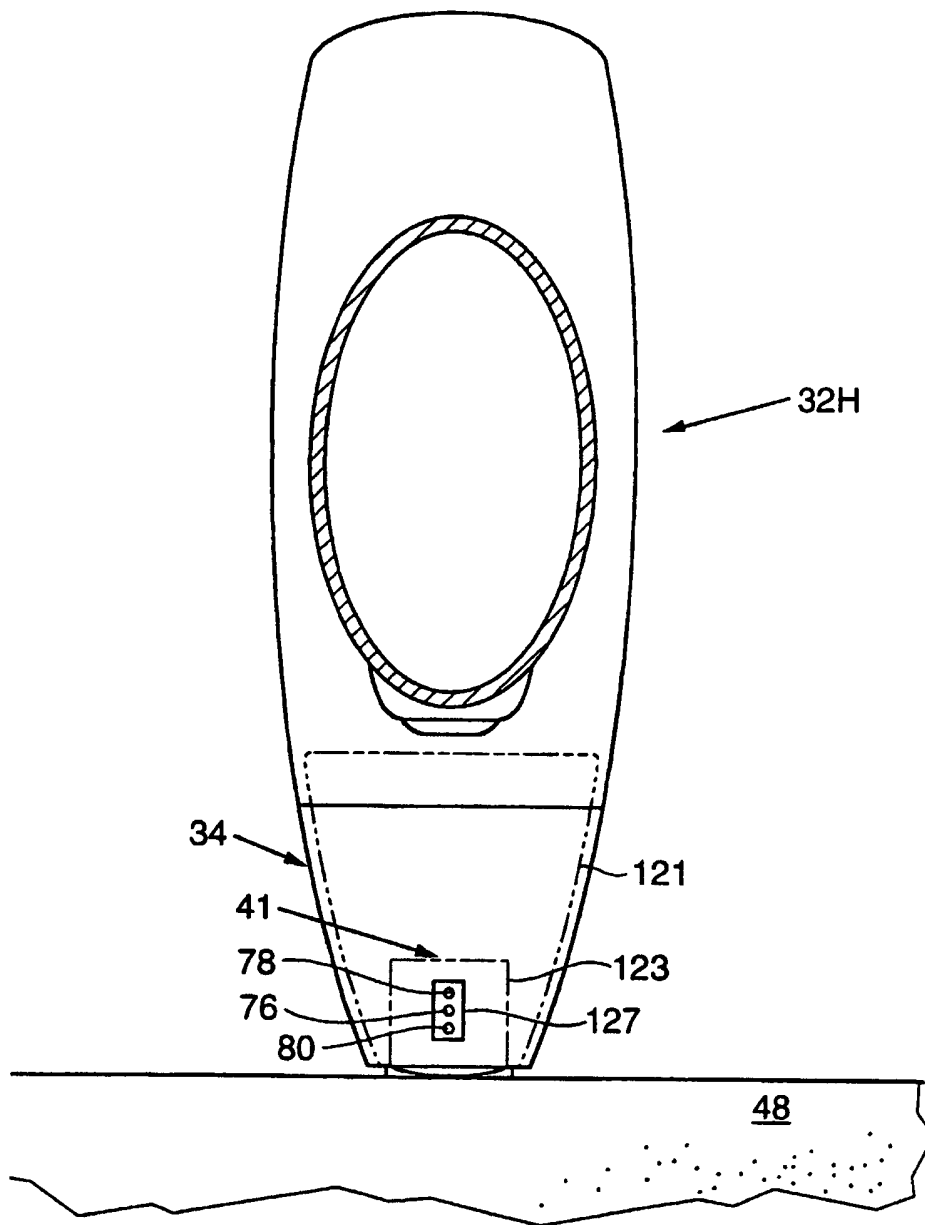


FIG. 21

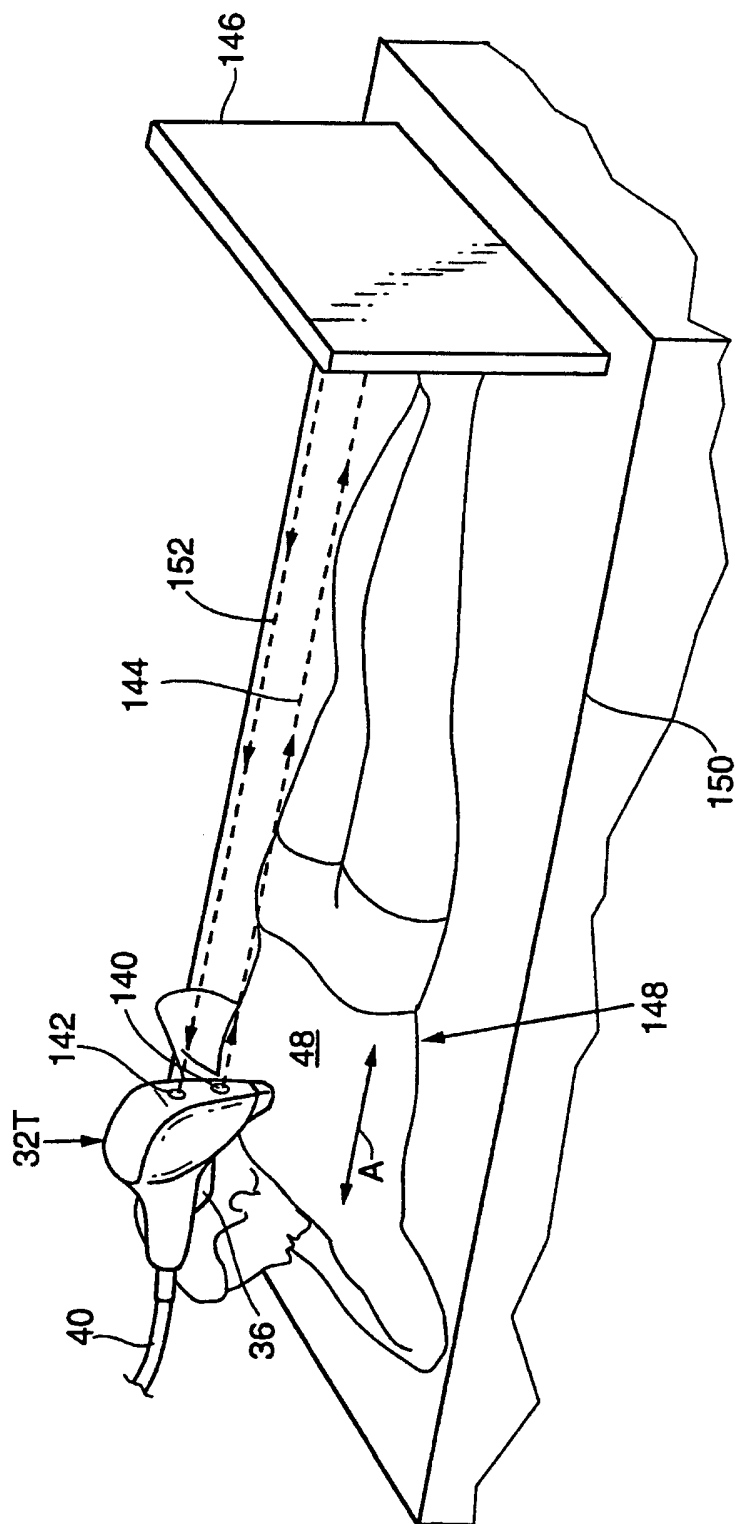


FIG. 22

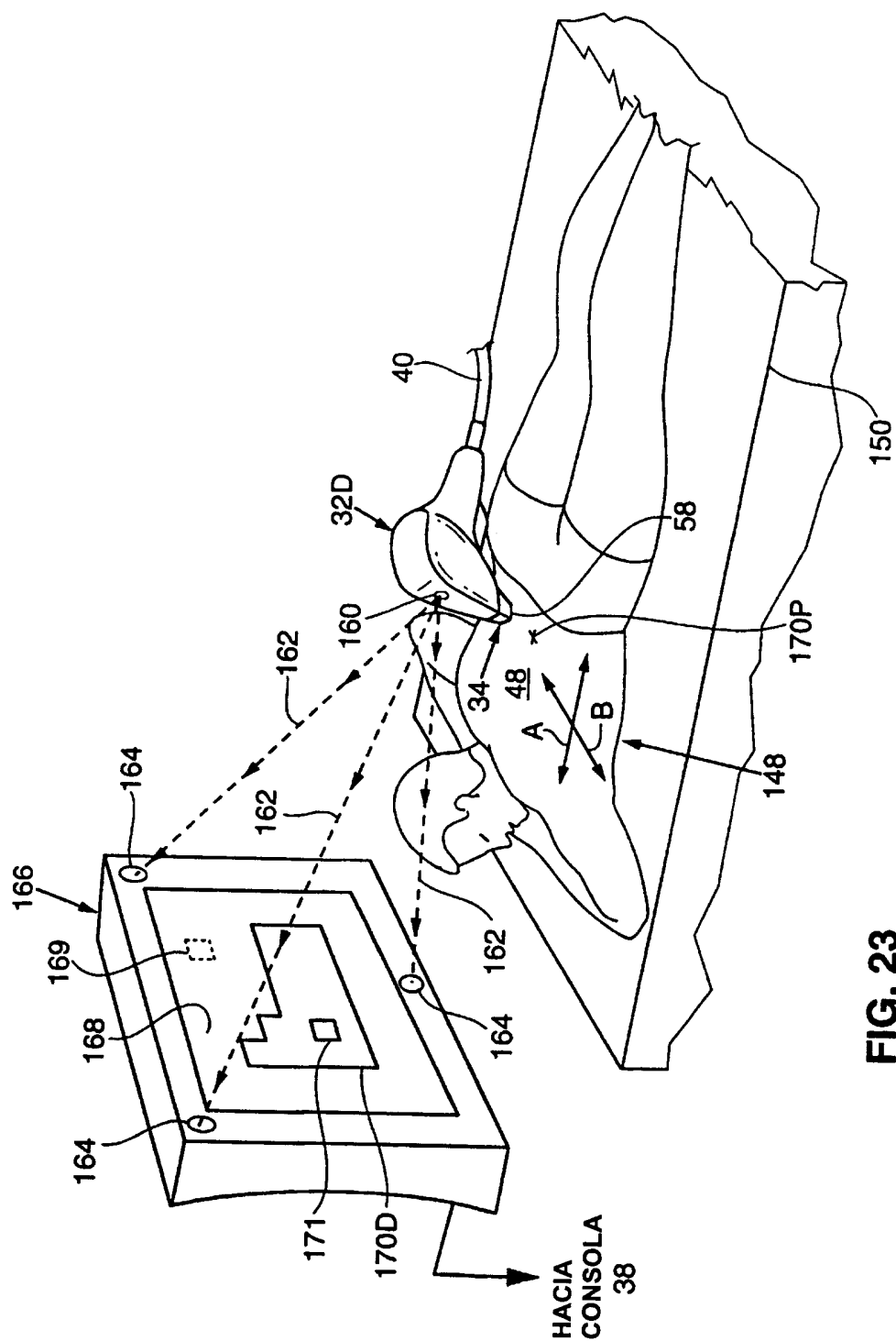


FIG. 23