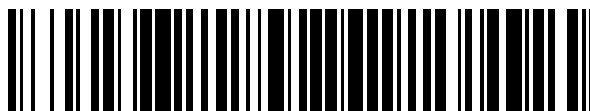


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 538**

51 Int. Cl.:

B29D 11/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2004** **PCT/US2004/017033**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2004** **WO04109870**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2004** **E 04753788 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020** **EP 1654111**

54 Título: **Método para la fabricación de un componente de detector utilizando tecnología láser**

30 Prioridad:

30.05.2003 US 474430 P

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

28.09.2020

73 Titular/es:

SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA, INC.

(100.0%)

40 Liberty Blvd.

Malvern, PA 19355, US

72 Inventor/es:

CORBEIL, JAMES LUKE;

MARLAR, TROY;

SCHMAND, MATTHIAS J.;

DOSHI, NIRAJ K. y

ANDREACO, MARK S.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 784 538 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

Método para la fabricación de un componente de detector utilizando tecnología láser

DECLARACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN O DESARROLLO DE PATROCINIO FEDERAL

No aplicable

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo de los detectores para su uso en aplicaciones de obtención de imágenes que incluyen obtención de imágenes de rayos X, fluoroscopia, tomografía por emisión de positrones (PET), tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT), tomografía computarizada (CT), gammacámara y sistemas de mamografía digital. De manera más específica, la presente invención se refiere a la fabricación de un detector de radiación utilizando un método para la manipulación interna de ondas de luz a través de la formación estratégica de micro-huecos, ya sea en los medios de detección o en los medios de transmisión de luz, con el fin de mejorar el control y la recopilación de la luz de centelleo resultante, lo que permite la descodificación precisa de la radiación incidente.

2. Descripción de la técnica relacionada

La obtención de imágenes se usa ampliamente en muchas aplicaciones, tanto médicas como no médicas. En el campo de la obtención de imágenes, es sobradamente conocido que los dispositivos de obtención de imágenes incorporan una pluralidad de conjuntos de centelleador para detectar la radiactividad respecto de varias fuentes. También es una práctica común, a la hora de construir conjuntos de centelleador compuestos por elementos discretos de centelleador, empaquetar los elementos del centelleador junto con un medio reflectante interpuesto entre los elementos individuales creando límites de fotón. Convencionalmente, el medio reflectante sirve para dirigir la luz de centelleo a lo largo del elemento de centelleador en una guía de luz para evaluar con precisión la localización en la que la radiación incide sobre los elementos detectores. El medio reflectante sirve además para aumentar la eficiencia de recogida de luz de cada elemento del centelleador, así como para minimizar la diafonía o la transferencia de luz (transmisión de luz), de un elemento de centelleador a un elemento adyacente. Los medios reflectantes incluyen polvos reflectantes, películas, pinturas y adhesivos dopados con polvos reflectantes, o una combinación de materiales. Las pinturas y polvos reflectantes contienen uno o más pigmentos como MgO , $BaSO_4$ y TiO_2 . Independientemente del enfoque, la fabricación de conjuntos detectores de radiación es un proceso que requiere mucho tiempo y trabajo, dependiendo la uniformidad de producto del nivel de habilidad de la mano de obra. Con la tendencia actual del mercado de sistemas de resolución espacial más elevada que contienen un orden de magnitud de más píxeles que los diseños actuales, estos efectos del proceso son aún más evidentes.

Los conjuntos detectores se integran comúnmente con tubos fotomultiplicadores (PMT) o detectores de estado sólido tales como los fotodiodos de avalancha (APD), diodos PIN y dispositivos de carga acoplada (CCD). Los fotones de alta energía incidentes absorbidos por el material centelleante se convierten en fotones de centelleo de menor energía, que pueden guiarse a los detectores a través de uno o más de los siguientes: el propio centelleador, una guía de luz y otros medios establecidos de distribución de luz.

En la disposición en la que se usa una guía de luz y/u otros medios establecidos, comúnmente, la guía de luz se forma creando hendiduras de varias profundidades en un sustrato adecuado. Una vez empaquetada con un medio reflectante, la guía de luz se convierte en un método eficaz para canalizar la luz y mejorar la información de posición del centelleador. En la disposición en la que se usa pintura o cinta reflectante, la pintura o cinta reflectante se aplica directamente a los centelleadores, logrando resultados similares. La altura y la colocación del material reflectante aplicado varían de acuerdo con el diseño.

Convencionalmente, se han formado conjuntos de centelleador a partir de cristales pulidos o sin pulir que están: o bien envueltos a mano en cinta reflectante de PTFE y agrupados conjuntamente; pegados conjuntamente usando un pigmento blanco tal como $BaSO_4$ o TiO_2 mezclado con un epoxi o RTV; o bien pegados a una guía de luz de vidrio con un espacio definido y rellena después con material reflectante tal y como se ha tratado anteriormente.

Otro enfoque utiliza reflectores individuales adheridos a los lados de ciertos elementos de centelleador con la ayuda de un agente adherente. Se forma un conjunto disponiendo los elementos individuales espacialmente de modo que la incidencia del fotón de alta energía se descodifique con precisión.

Se han producido otros dispositivos para formar un conjunto de elementos de centelleador. En la técnica son típicos aquellos dispositivos divulgados en las siguientes patentes de EE. UU.:

Patente n.º	Inventor(es)	Fecha de expedición
3.936.645	A.H. Iverson	3 de febrero de 1976
4.749.863	M.E. Casey	7 de junio de 1988
4.914.301	Y. Akai	3 de abril de 1990
4.982.096	H. Fujii <i>et al.</i>	1 de enero de 1991
5.059.800	M.K. Cueman <i>et al.</i>	22 de octubre de 1991
5.453.623	W.H. Wong <i>et al.</i>	26 de septiembre de 1995
6.292.529	S. Marcovici <i>et al.</i>	18 de septiembre de 2001

De estas patentes, la patente '645 expedida a Iverson divulga una estructura sensible a la radiación que tiene un conjunto de celdas. Las celdas se forman cortando hendiduras estrechas en una lámina de material luminiscente. Las hendiduras se rellenan con un material opaco a la luz o la radiación o ambas. La patente '800 expedida a Cueman *et al.* divulga un conjunto de centelleador similar en el que se forman hendiduras más anchas en la parte inferior del conjunto.

La mayoría de los métodos mencionados anteriormente requieren una guía de luz separada unida a la parte inferior del conjunto detector para canalizar y dirigir la luz en un patrón definitivo hacia un transductor o un grupo de transductores tales como diodos o tubos fotomultiplicadores. Esta guía de luz suele contener hendiduras en diferentes profundidades para alterar el patrón de luz en el(los) transductor(es). Además, las hendiduras están rellenas de material reflectante tal y como se ha tratado en la patente '863 expedida a Casey.

La patente '623 expedida a Wong *et al.* enseña una cámara de PET que tiene un conjunto de cristales de centelleo colocados adyacentes a otros conjuntos que rodean el área de un paciente. Los bordes entre los conjuntos de cristales están desplazados en relación con los bordes entre los detectores de luz, permitiendo el uso de tubos fotomultiplicadores circulares en lugar de los tubos fotomultiplicadores cuadrados más caros. Esta disposición se conoce como de cuadrante compartido, en la que cada detector de luz se posiciona adecuadamente adyacente a cuatro cuadrantes adyacentes de cuatro conjuntos respectivos para detectar la radiación emitida desde los cuatro cuadrantes de cada conjunto. Los cristales dentro de los conjuntos se describen como pulidos selectivamente y adheridos a cristales adyacentes para presentar una interfaz de acoplamiento transversal con el fin de distribuir la luz de forma sintonizable a los detectores de luz adyacentes. Los conjuntos de cristales se forman adhiriendo ópticamente fragmentos de cristales en un "conjunto previo" y luego cortando transversalmente el "conjunto previo" desde uno o más lados para formar el conjunto final. Las ranuras pueden ser tratadas ópticamente, tal como con rellenos reflectantes blancos, para un mayor control óptico dentro del conjunto. Es más, se pueden acoplar puentes ópticos al extremo libre del conjunto para corregir la distorsión de decodificación.

La preparación de guías de luz y conjuntos de cristales de centelleador representa un gasto sustancial en el coste de producción general de los detectores de radiación. Los medios de producción actuales también limitan la geometría de canalización de luz a formas rectilíneas simples, debido al aumento en la complejidad de las formas no rectilíneas. Un aumento en la complejidad se traduce en un aumento en el coste. Adicionalmente, con la tendencia actual del mercado hacia sistemas de mayor resolución que contienen un orden de magnitud de más píxeles que los diseños actuales, el coste y los gastos laborales se han vuelto más significativos.

Una tecnología emergente que se ha utilizado para crear piezas ornamentales utiliza la tecnología láser para crear imágenes tridimensionales en un material transparente tal como el vidrio. En la técnica son típicos aquellos dispositivos divulgados en las siguientes patentes de EE. UU.:

Patente n.º	Inventor(es)	Fecha de expedición
5.637.244	A. I. Erokhin	10 de junio de 1997
5.786.560	A. Tatah <i>et al.</i>	martes 28 de julio de 1998
5.886.318	A.V. Vasiliev <i>et al.</i>	23 de marzo de 1999
6.399.914	I. Troitski	martes 4 de junio de 2002
6.417.485	I. Troitski	martes 9 de julio de 2002
6.426.480	I. Troitski	martes 30 de julio de 2002
6.727.460	I. Troitski	27 de abril de 2004

Erokhin, en la patente '244, divulga un método para crear una imagen dentro de un material transparente con la ayuda de un rayo láser pulsado. El método Erokhin implica el uso de un láser de impulsos de reacción dirigida con difracción limitada, en particular, un láser TEM₀₀ de modo único de estado sólido; enfoque nítido del rayo láser para proporcionar una microdestrucción ajustable en el material que se está tratando; y el desplazamiento mutuo del rayo láser y el material que se está tratando después de cada disparo láser al siguiente punto de la imagen que se está reproduciendo. La microdestrucción inducida en el material en un punto preestablecido es ajustable en tamaño variando la apertura real de la lente de enfoque y la potencia de radiación láser simultáneamente.

La patente '560 enseña un método para tratar un material usando un rayo láser de longitud de onda ultravioleta (UV) que tiene pulsos de femtosegundos. El rayo láser UV se divide en una pluralidad de rayos láser separados que tienen pulsos de femtosegundos. Los rayos láser separados se dirigen a un punto objetivo dentro de una muestra de manera que los pulsos de femtosegundos de los rayos separados se superpongan para crear una intensidad suficiente para tratar la muestra.

Vasiliev *et al.*, en su patente '318, divulgan un método para la formación de imágenes asistida por láser en muestras transparentes. El método '318 incluye las etapas de establecer un rayo láser que tiene diferentes valores de divergencia angular en dos planos mutuamente cuadrados, y de enfocar el rayo láser en un punto presente de la muestra. En el transcurso de la formación de la imagen, la muestra se desplaza con respecto al punto de enfoque de la radiación para cambiar un ángulo entre el plano con una divergencia angular máxima del rayo láser y la superficie de la porción de la imagen que se está formando para adaptarse al contraste requerido de la parte de la imagen involucrada.

En las patentes expedidas a Troitski, Troitski divulga un sistema para la producción a alta velocidad de imágenes de daños inducidos por láser de alta calidad dentro de materiales transparentes. Las imágenes se producen mediante la combinación de un deflector electroóptico y medios para mover el artículo o enfocar el sistema óptico. El dispositivo de Troitski crea daños inducidos por láser mediante la generación de rupturas en varios centros separados mediante el uso del holograma de fase informática, cuya estructura de fase se calcula para que el rayo láser, que pasa por el holograma, esté enfocado en varios puntos. La patente de Troitski divulga además un sistema para la creación de un daño inducido por láser mediante la generación de rupturas en un área en la que se cruzan dos rayos láser. Esto disminuye el deterioro de la imagen condicionado por el uso de un deflector y permite crear puntos de grabado con diferente brillo para diferentes direcciones. En la patente '914 de Troitski, se divulga un láser que genera radiación para calentar el área del material alrededor de un punto a la temperatura de vitrificación para producir la ruptura del material.

El documento US5956382 divulga un método y un detector fabricados por un método de micromecanizado láser para crear un grupo de ranuras entre píxeles adyacentes de un conjunto de fósforo. El documento WO0032349 divulga una perforación de agujeros ultrafinos que crea micro-huecos por medio de un láser que crea una ruptura óptica de volumen en el material para marcar materiales ópticamente transparentes.

Breve resumen de la invención

La presente invención es un método para la fabricación de un detector ópticamente segmentado y/o una guía de luz. El método de la presente invención usa tecnología láser para crear una serie de micro-huecos dentro de un medio objetivo para segmentar los medios con el fin de formar un detector de decodificación de posición o una guía de luz con características similares a los homólogos convencionales fabricados usando los métodos de la técnica anterior.

Un componente de detector de la presente invención es un centelleador en el que se define una pluralidad de micro-huecos para funcionar colectivamente para canalizar la luz de centelleo a través de porciones ópticamente segmentadas del centelleador. Los micro-huecos están posicionados para definir los límites ópticos de las porciones ópticamente segmentadas del centelleador. Los micro-huecos pueden disponerse en diferentes tamaños en un patrón uniforme específico, o colocarse aleatoriamente. Los micro-huecos pueden estar dispuestos en capas simples o múltiples, o pueden estar dispersados aleatoriamente dentro de un volumen dado. Los micro-huecos pueden estar dispuestos en configuraciones planas, curvilíneas u otras configuraciones dispuestas geométricamente. En esta medida, las porciones ópticamente segmentadas del centelleador pueden definir varias configuraciones de sección transversal distintas de la cuadrada. Por ejemplo, las porciones segmentadas ópticamente pueden definir geometrías triangulares, trapezoidales o hexagonales. Como alternativa, las porciones segmentadas ópticamente pueden definir una combinación de configuraciones, tales como octógonos y cuadrados.

En el método de la presente invención, cuando el patrón de distribución de los micro-huecos está predeterminado, la posición de cada micro-hueco dentro del centelleador se determina según sea necesario. Cuando la distribución de los micro-huecos es aleatoria, se determinan los parámetros que limitan la posición de cada micro-hueco. Cada micro-hueco se forma usando una fuente láser. La fuente láser se utiliza para generar y enfocar un haz de luz en un medio objetivo en cada localización seleccionada en secuencia. La fuente láser produce un rayo láser de potencia suficiente para extirpar el medio objetivo en el punto focal, produciendo de ese modo el micro-hueco.

El medio objetivo utilizado en la presente invención es un centelleador o un bloque de transmisión de luz, o una guía de luz. El medio objetivo está fabricado a partir de un material que no absorbe la longitud de onda del láser. La intensa energía que se recoge en el punto focal del rayo láser crea un micro-hueco dentro del medio objetivo que se extiende hacia fuera en todas las direcciones desde el punto de origen. La fuente láser se controla y se pulsa sistemáticamente mientras el rayo láser se vuelve a posicionar y enfocar de manera simultánea e incremental para crear la disposición predeterminada de cada micro-hueco dentro del medio objetivo, ya siga un patrón o esté dispuesto aleatoriamente.

Breve descripción de las distintas vistas de los dibujos

Las características de la invención mencionadas anteriormente se entenderán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada de la invención, leída junto con los dibujos en los que:

- la FIG. 1 es una vista en perspectiva de un detector fabricado usando el método de la presente invención;
- 5 la FIG. 2 ilustra una porción del detector de la FIG. 1, que se muestra en la sección tomada en 2-2 de la FIG. 1;
- la FIG. 3 ilustra el método de la presente invención en el que se usa una fuente láser para enfocar un rayo láser en el medio objetivo para extirpar el medio objetivo en una localización seleccionada para formar un hueco;
- la FIG. 4 ilustra un detector fabricado usando el método de la presente invención, usándose el detector para detectar la profundidad de interacción;
- 10 la FIG. 5 ilustra un detector fabricado usando el método de la presente invención, usándose el detector para sobremuestreo;
- la FIG. 6 ilustra un detector fabricado usando el método de la presente invención, definiendo el detector segmentos hexagonales;
- 15 la FIG. 7 ilustra un detector fabricado usando el método de la presente invención, definiendo el detector segmentos octogonales y cuadrados;
- la FIG. 8 ilustra un alzado lateral de un detector fabricado usando el método de la presente invención, definiendo el detector límites ópticos de diferentes alturas;
- la FIG. 9 es un alzado lateral de una guía de luz mostrada en relación con un centelleador, mostrando la guía de luz varias variaciones de configuraciones de límites ópticos definidos en su interior;
- 20 la FIG. 10 es una vista de extremo de una guía de luz circular, donde el método de la presente invención se usa para definir límites ópticos en localizaciones seleccionadas dentro de la guía de luz;
- la FIG. 11 es una vista en alzado de un sensor óptico que define los límites ópticos formados usando el método de la presente invención; y
- 25 la FIG. 12 es una vista de extremo superior del sensor óptico de la FIG. 11, en el que el sensor óptico está segmentado ópticamente usando el método de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

- En el presente documento se describe un método para la fabricación de componentes de detector. El método de la presente invención usa tecnología láser para crear una serie de centros de dispersión óptica, o micro-huecos, dentro de un material de centelleo para formar elementos de resolución virtual ópticamente segmentados con características similares a los conjuntos detectores fabricados utilizando los métodos de la técnica anterior. También se puede fabricar una guía de luz segmentada ópticamente utilizando el método de la presente invención. El alcance de la invención se define mediante la reivindicación 1 del método independiente y las reivindicaciones 12 y 15 del componente de detector independiente. Las realizaciones adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes.
- 30
- 35 En la FIG. 1 se ilustra una vista en perspectiva de un componente de detector **10** fabricado utilizando el método de la presente invención, que se muestra en relación con un conjunto de tubos fotomultiplicadores (PMT) **20**. El componente de detector **10** de la presente invención se fabrica a partir de un medio objetivo en el que una pluralidad de micro-huecos **12** (véase la figura 2) se define para funcionar colectivamente a fin de manipular las ondas de luz para mejorar el control y la recogida de la luz de centelleo resultante, lo que permite la descodificación precisa de la radiación incidente. Los micro-huecos **12** están posicionados para definir los límites ópticos **14** de las porciones segmentadas ópticamente **16** del componente de detector **10**. Las configuraciones para la disposición relativa de los micro-huecos **12** son infinitas. Por ejemplo, los micro-huecos **12** pueden disponerse en diferentes tamaños en un patrón uniforme específico, o pueden colocarse aleatoriamente, o pueden formar elementos de resolución virtual ópticamente segmentados sobremuestreados. Los micro-huecos **12** pueden disponerse en capas simples o múltiples, o pueden dispersarse aleatoriamente dentro de un volumen dado. Los micro-huecos **12** pueden estar dispuestos en configuraciones planas, curvilíneas u otras configuraciones dispuestas geoméricamente. En esta medida, las porciones segmentadas ópticamente **16** del componente de detector **10** pueden definir varias
- 40
- 45

configuraciones de sección transversal que no sean cuadradas. Por ejemplo, las porciones segmentadas ópticamente **16** pueden definir, pero sin limitación, configuraciones triangulares, trapezoidales o hexagonales. Como alternativa, las porciones segmentadas ópticamente **16** pueden definir una combinación de configuraciones, tales como octógonos y cuadrados. Además, las porciones segmentadas ópticamente **16** pueden definir secciones transversales variables a medida que progresan desde un extremo de una porción segmentada ópticamente **16** al otro, incluyendo la transición de una forma geométrica a otra y/o la transición de un tamaño a otro. Las diversas configuraciones dependen de varios factores, pero se seleccionan para funcionar con resultados similares o mejorados en comparación con las superficies reflectantes proporcionadas en dispositivos de la técnica anterior. Si bien se han mencionado configuraciones específicas, la presente divulgación no pretende estar limitada por tales configuraciones. Dichas configuraciones se describen simplemente para acentuar el número ilimitado de configuraciones que pueden incorporarse para lograr la presente invención.

La FIG. 2 ilustra, en sección, una porción del componente de detector **10** mostrado en la FIG. 1. Se ilustra un conjunto de micro-huecos **12** formados usando el método de la presente invención. Los micro-huecos **12** en esta realización están dispuestos en una sola capa y están dispuestos en un patrón de panal. En la vista ilustrada en la FIG. 2, se ilustra una capa vertical **14V**, representativa de un límite óptico vertical, de micro-huecos **12**. También se ilustra una sola fila **14H** de micro-huecos **12** representativa de una capa horizontal. De nuevo, aunque se ilustran como capas planas individuales que tienen micro-huecos dispuestos geométricamente **12**, los micro-huecos **12** pueden estar dispuestos como alternativa en cualquier otro patrón o configuración, o pueden estar dispuestos aleatoriamente.

La FIG. 3 ilustra más claramente el método de la presente invención, en el que se forma la pluralidad de los micro-huecos **12**. La posición de cada micro-hueco **12** dentro del componente de detector **10** se determina según sea necesario. En la realización ilustrada, un micro-hueco seleccionado **12** se está formando en la localización (x, y, z) utilizando un sistema de coordenadas local. Una fuente láser **30** se usa para generar y enfocar un haz **32** de luz en un medio objetivo **10** en la localización (x, y, z) . La fuente láser **30** produce un rayo láser **32** de potencia suficiente para alterar las propiedades ópticas del componente de detector **10** en el punto focal, generando de ese modo el micro-hueco **12**.

El medio objetivo **10** usado en la presente invención es un centelleador, un objeto de transmisión de luz (o guía de luz), o ambos. En esta medida, el objeto de transmisión de luz incluye cualquier configuración que incluye, pero sin limitación, un bloque, fibra(s) óptica(s), tubo(s) óptico(s) y la ventana de entrada de un sensor óptico. El medio objetivo **10** está fabricado a partir de un material que no absorbe la longitud de onda del rayo láser **32**. La intensa energía que se recoge en el punto focal del rayo láser **32** crea un micro-hueco **12** dentro del medio objetivo **10** que se extiende hacia fuera en todas las direcciones desde el punto de origen. Normalmente, los micro-huecos **12** son del orden de decenas de micras en sección transversal. Sin embargo, se entenderá que el tamaño del micro-hueco **12** puede ser más grande o más pequeño según el diseño. La fuente láser **30** se controla y se pulsa sistemáticamente mientras el rayo láser **32** se vuelve a posicionar y enfocar de manera simultánea e incremental para crear la disposición predeterminada de cada micro-hueco **12** dentro del medio objetivo **10**, ya siga un patrón o esté dispuesto aleatoriamente.

El método de la presente invención elimina las limitaciones geométricas tal y como se ha descrito en los antecedentes de la técnica relacionada. El método de la presente invención es capaz de fabricar componentes de detector **10** tales como centelleadores y objetos de transmisión de luz con geometría rectilínea. Es más, el método de la presente invención es útil en la fabricación de componentes de detector **10** definiendo una geometría más compleja y multifacética, tal como hexagonal y octogonal. Adicionalmente, las estructuras onduladas o curvilíneas también son de fácil adquisición. La geometría internada, generada por el rayo láser enfocado **32**, elimina los grandes costes de mano de obra asociados con la producción del detector actual y no requiere ningún esfuerzo adicional al sustituir formas no rectilíneas en el proceso o al aumentar el número de características internadas. Asimismo, esta tecnología permite que se incorpore otra geometría de distribución de luz dentro del medio, incluidas las geometrías de colimación óptica, enfoque, división o dispersión.

La FIG. 4 ilustra un detector **410** fabricado usando el método de la presente invención. El detector **410** de la realización ilustrada es un diseño de profundidad de interacción (DOI). En esta realización, la porción superior **410U** del detector **410** está segmentada ópticamente en un conjunto de cuadrícula de 3x3 y la parte inferior **410L** del detector **410** está segmentada ópticamente en un conjunto de cuadrícula de 2x2. Los límites ópticos **414** de los conjuntos de cuadrícula se forman usando el método de la presente invención. El detector de DOI define porciones segmentadas ópticamente **416** configuradas de tal manera que permitan el discernimiento de la profundidad a la cual el material de centelleo emite luz cuando es alcanzado por la radiación. Como en los detectores de DOI convencionales, un conjunto de sensores ópticos **20** tales como los fotodiodos de avalancha (APD) recogen la luz de centelleo de menor energía.

La FIG. 5 ilustra una realización adicional de un detector **510** fabricado usando el método de la presente invención. La realización ilustrada de la FIG. 5 es un diseño de detector monolítico que utiliza sobremuestreo para lograr una resolución más alta. En este diseño, la densidad de característica no equivale a una resolución espacial intrínseca,

sino a elementos de resolución virtual que pueden sobremuestrearse. En esta realización, el espacio entre los límites ópticos **514** se varía de tal manera que bloques de cuatro segmentos **516** estén separados los unos de los otros y estén delimitados por una capa **514** de micro-huecos **12** definiendo una configuración sustancialmente plana. Tal y como se ha descrito anteriormente, esta capa **514** puede ser sustancialmente bidimensional o puede definir un grosor tal que defina un grosor más pronunciado o una tercera dimensión. Los bloques individuales de cuatro segmentos **516** están separados los unos de los otros. Esta separación se puede lograr con al menos una capa **514** de micro-huecos **12**. Se ilustran tres de esas capas **514** para lograr una mayor separación entre los bloques de cuatro segmentos **516**. Como en el detector de DOI **410** descrito anteriormente, y como con otros componentes de detector **10** fabricados utilizando el método de la presente invención, *hardware* convencional como PMT y APD se utiliza en asociación con el detector de sobremuestreo, tal y como se ilustra.

Las FIGS. 6 y 7 ilustran dos componentes de detector **610**, **710** que tienen configuraciones no rectilíneas. La FIG. 6 ilustra un conjunto de celdas **616** definido por límites ópticos dispuestos hexagonalmente **614**. La FIG. 7 ilustra un conjunto de porciones octagonales segmentadas ópticamente **716** alternando con celdas cuadradas **716'**. Si bien se han ilustrado varias disposiciones, se entenderá que la presente invención no se limita a estas pocas configuraciones. En esta medida, se entenderá que las realizaciones ilustradas se divulgan como ejemplos de la infinidad de configuraciones contempladas por la presente invención.

La FIG. 8 ilustra una elevación lateral de un componente de detector **810** fabricado usando el método de la presente invención. El componente ilustrado **810** define límites ópticos **814** de diferentes alturas, similares a los detectores convencionales de la técnica anterior.

En la realización ilustrada en la FIG. 9, un detector **910** incluye un centelleador **910A** y una guía de luz **910B**. La guía de luz **10B** se muestra con varias configuraciones de límites ópticos ejemplares **916**. Específicamente, se ilustran tres límites ópticos **916**. Estos límites **916** incluyen límites ópticos planos ortogonalmente dispuestos **916A**, límites ópticos dispuestos para formar una disposición piramidal **916B** para enfocar o desenfocar, y límites ópticos **916C** que definen curvas compuestas. Si bien se han ilustrado tres realizaciones específicas, se entenderá que la presente invención no pretende limitarse a tales divulgaciones.

En la FIG. 10 se ilustra una vista de extremo de una guía de luz circular **1010**. Dispuestos dentro de la guía de luz circular **1010** hay centelleadores **10A**. Hay sensores ópticos **20** dispuestos sobre la guía de luz circular **1010**. La guía de luz circular **1010** está segmentada ópticamente a intervalos específicos por límites ópticos **1014** para definir porciones segmentadas ópticamente **1016**. Al hacerlo, se evita que la luz de centelleo se disperse por toda la circunferencia de la guía de luz **1010**, lo que a su vez evita o al menos reduce los errores de apilamiento y minimiza el tiempo muerto del sistema detector.

Finalmente, en las FIGS. 11 y 12 se ilustra un sensor óptico **20** que define límites ópticos **1114** formados usando el método de la presente invención. Tal y como se ilustra claramente en la FIG. 12, la ventana de entrada del sensor óptico **20** en la realización ilustrada está segmentada ópticamente en cuatro cuadrantes, lo que reduce la diafonía entre los canales en un PMT multianódico.

A partir de la divulgación anterior, los expertos en la materia verán que se ha divulgado un método para fabricar un detector o una guía de luz utilizando tecnología láser. El método de la presente invención produce un componente de detector tal como un centelleador, una guía de luz o sensor óptico que permite la manipulación interna de las ondas de luz a través de la formación estratégica de micro-huecos para mejorar el control y la recogida de la luz de centelleo resultante, lo que permite la decodificación precisa de la radiación incidente. Asimismo, se han divulgado detectores y guías de luz fabricados utilizando el método de la presente invención. La presente invención proporciona un método para fabricar un detector ópticamente segmentado y/o una guía de luz usando tecnología láser. Se utiliza una fuente láser para eliminar un medio objetivo en una pluralidad de localizaciones preseleccionadas. Como tal, los límites ópticos se forman dentro del medio objetivo para definir una pluralidad de segmentos o celdas. Las celdas definen cualquier configuración seleccionada según sea necesario para una aplicación en particular. Los detectores y guías de luz resultantes requieren menos tiempo y gasto para fabricarse que los detectores y guías de luz convencionales. Además, los detectores y las guías de luz fabricados utilizando el método de la presente invención no están sujetos a las restricciones físicas asociadas con la fabricación de detectores y guías de luz convencionales.

Como resultado del método de fabricación de un componente de detector de la presente invención, se logran varios avances en la técnica. En primer lugar, se verá que se logra una mayor fracción de empaquetamiento en un bloque detector con respecto a los métodos de fabricación convencionales. Esto resulta del tamaño relativo más pequeño de los micro-huecos en comparación con la entalladura resultante del corte de un centelleador en los métodos de la técnica anterior. El método de la presente invención logra una fracción de empaquetamiento cercana al 100 %, maximizando de este modo la sensibilidad del detector.

Como resultado de la eliminación de los procesos de corte de los métodos de la técnica anterior, se logran varios

avances adicionales. En primer lugar, se desperdicia menos material. Debido a la naturaleza especialmente de los materiales de centelleador, se requiere el reciclaje de cualquier desecho. Debido a que no se realizan cortes en el centelleador, la necesidad de reciclar está prácticamente eliminada. El coste de fabricación también se reduce con la correspondiente reducción en la pérdida de material. También como resultado de la eliminación de la etapa de corte, se reducen los riesgos para la salud asociados con la fabricación de los componentes del detector. En métodos convencionales, las pequeñas partículas de los materiales cortados deben manipularse durante el proceso de fabricación, la limpieza o el reciclaje del material de desecho. Esto requiere la manipulación de materiales tóxicos, aerosoles y otros materiales nocivos. Con el método de la presente invención, esta manipulación de materiales se minimiza, reduciendo de este modo sustancialmente los riesgos asociados con la fabricación de los componentes de detector. Además, se ha eliminado la contaminación del detector durante el proceso de fabricación. Esto se debe en parte al hecho de que no hay entalladuras en las que se pueda introducir contaminación, además en parte a la eliminación de la necesidad de un material de empaquetamiento usado en los métodos de la técnica anterior.

También, tal y como se ha tratado anteriormente, el método de la presente invención no está limitado por restricciones geométricas presentadas en los métodos de la presente invención. Como tal, no se requieren superficies reflectantes planas aplanadas. Además, las porciones segmentadas ópticamente del detector no están limitadas a configuraciones rectangulares. Las porciones segmentadas ópticamente tampoco están limitadas a formas y tamaños de sección transversal constantes desde una superficie del detector a la superficie opuesta. El método de la presente invención permite la formación de porciones segmentadas ópticamente de diferentes formas y tamaños, incluyendo porciones segmentadas ópticamente que pasan de una forma y/o tamaño a otra/o. Como las porciones segmentadas ópticamente se definen dentro de un detector sin ser cortadas individualmente, se verá que se elimina la necesidad de manipular elementos de píxeles pequeños. De este modo, la fabricación de detectores de alta resolución se ha hecho posible con un alto rendimiento al tiempo que se reducen los costes de fabricación.

Debido a que el método de la presente invención es igualmente aplicable a la fabricación de centelleadores, guías de luz, sensores ópticos y similares, se entenderá que los componentes correspondientes se fabrican fácilmente para registrarse conjuntamente uno con el otro. Como resultado, se logra una mayor eficiencia en el control y la recogida de la luz de centelleo.

Si bien la presente invención se ha ilustrado mediante la descripción de varias realizaciones y aunque las realizaciones ilustrativas se han descrito con considerable detalle, no es la intención del solicitante restringir o limitar de ninguna manera el alcance de las reivindicaciones adjuntas a tal detalle. A los expertos en la materia se les ocurrirán fácilmente ventajas y modificaciones adicionales. La invención en sus aspectos más amplios, por lo tanto, no se limita a los detalles específicos, aparatos y métodos representativos, y ejemplos ilustrativos mostrados y descritos. Por consiguiente, se pueden hacer desviaciones a partir de dichos detalles sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para segmentar ópticamente un centelleador u objeto de transmisión de luz para su uso en un dispositivo de obtención de imágenes, incluyendo dicho método las etapas de:

a) formar un micro-hueco en una localización seleccionada dentro de dicho centelleador u objeto de transmisión de luz, usando un rayo láser;

b) repetir dicha etapa de formar un micro-hueco para formar una pluralidad de micro-huecos, en donde los micro-huecos están dispuestos en múltiples capas dentro de un volumen dado del centelleador u objeto de transmisión de luz, cooperando dicha pluralidad de micro-huecos para definir al menos un límite óptico, segmentando dicho al menos un límite óptico dicho centelleador u objeto de transmisión de luz, en donde dicho al menos un límite óptico ayuda en el control y la distribución de la luz de centelleo.

2. El método según la reivindicación 1, en donde dicha etapa de a) formar un micro-hueco incluye las etapas de:

i) enfocar el rayo láser a una longitud de onda seleccionada en un punto focal en dicha localización seleccionada dentro de dicho centelleador u objeto de transmisión de luz; y

ii) cambiar las propiedades ópticas de dicho centelleador u objeto de transmisión de luz en dicho punto focal;

y en donde dicha etapa de b) repetir dicha etapa de formar un micro-hueco incluye las etapas de:

iii) volver a posicionar el rayo láser en un punto focal adicional dentro de dicho centelleador u objeto de transmisión de luz; y

iv) repetir dicha etapa de enfocar un rayo láser a través de dicha etapa de volver a posicionar dicho rayo láser para formar dicha pluralidad de micro-huecos.

3. El método según la reivindicación 1, en donde dicho centelleador u objeto de transmisión de luz es un centelleador y en donde dicho al menos un límite óptico define al menos una porción segmentada ópticamente que crea al menos un elemento de resolución virtual.

4. El método según la reivindicación 1, en donde dicho centelleador u objeto de transmisión de luz es un objeto de transmisión de luz, y en donde dicho al menos un límite óptico define una guía de luz dentro de dicho objeto de transmisión de luz.

5. El método según la reivindicación 1, en donde dicho al menos un límite óptico incluye una pluralidad de límites ópticos que cooperan para definir una pluralidad de porciones segmentadas ópticamente.

6. El método según la reivindicación 5, en donde dicha pluralidad de porciones ópticamente segmentadas son rectilíneas.

7. El método según la reivindicación 5, en donde dicha pluralidad de porciones ópticamente segmentadas son no rectilíneas.

8. El método según la reivindicación 5, en donde dicha pluralidad de porciones ópticamente segmentadas son curvilíneas.

9. El método según la reivindicación 1, en donde dicho al menos un límite óptico está definido por una pluralidad de capas de dicha pluralidad de micro-huecos.

10. El método según la reivindicación 1, en donde un tamaño de cada una de dicha pluralidad de micro-huecos se puede seleccionar independientemente.

11. El método según la reivindicación 1, en donde dicho al menos un límite óptico está definido por dicha pluralidad de micro-huecos dispuestos aleatoriamente dentro de un volumen dado de dicho centelleador u objeto de transmisión de luz.

12. Un componente de detector para su uso en un dispositivo de obtención de imágenes, comprendiendo dicho componente de detector:

un centelleador, una pluralidad de micro-huecos que se forman dentro de dicho centelleador para definir al menos un límite óptico que segmenta dicho centelleador, estando formado cada uno de dicha pluralidad de micro-huecos enfocando un rayo láser a una longitud de onda seleccionada en un punto focal dentro de dicho centelleador y en donde los micro-huecos están dispuestos en múltiples capas dentro de un volumen dado del

centelleador;

por lo que dicho al menos un límite óptico define al menos un elemento de resolución virtual dentro de dicho centelleador.

5 13. El método según la reivindicación 13, en donde dicha pluralidad de porciones ópticamente segmentadas son rectilíneas.

14. El método según la reivindicación 13, en donde dicha pluralidad de porciones ópticamente segmentadas son no rectilíneas.

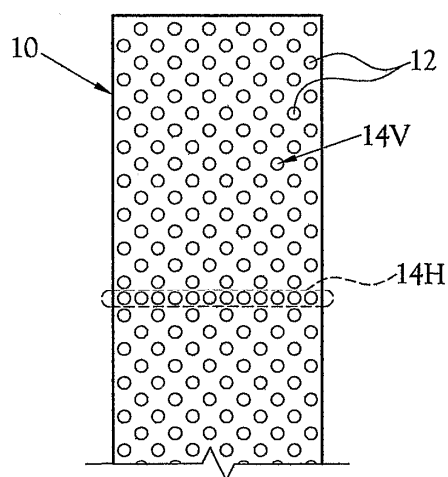
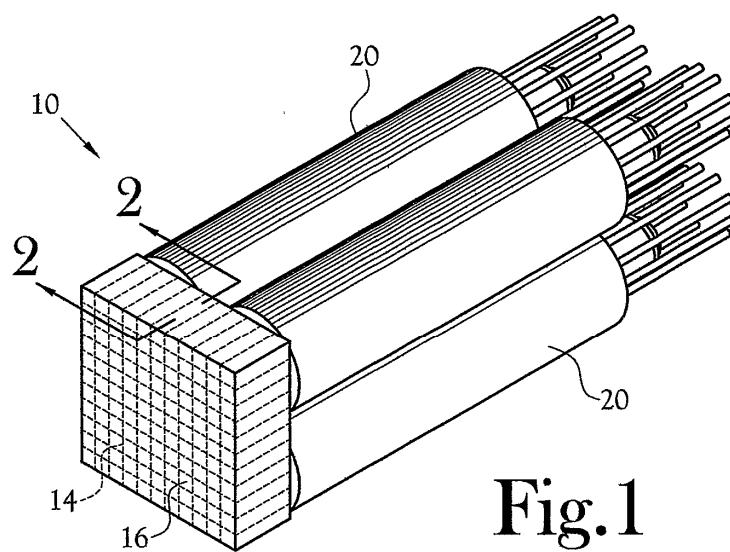
15. Un componente de detector para su uso en un dispositivo de obtención de imágenes, comprendiendo dicho componente de detector:

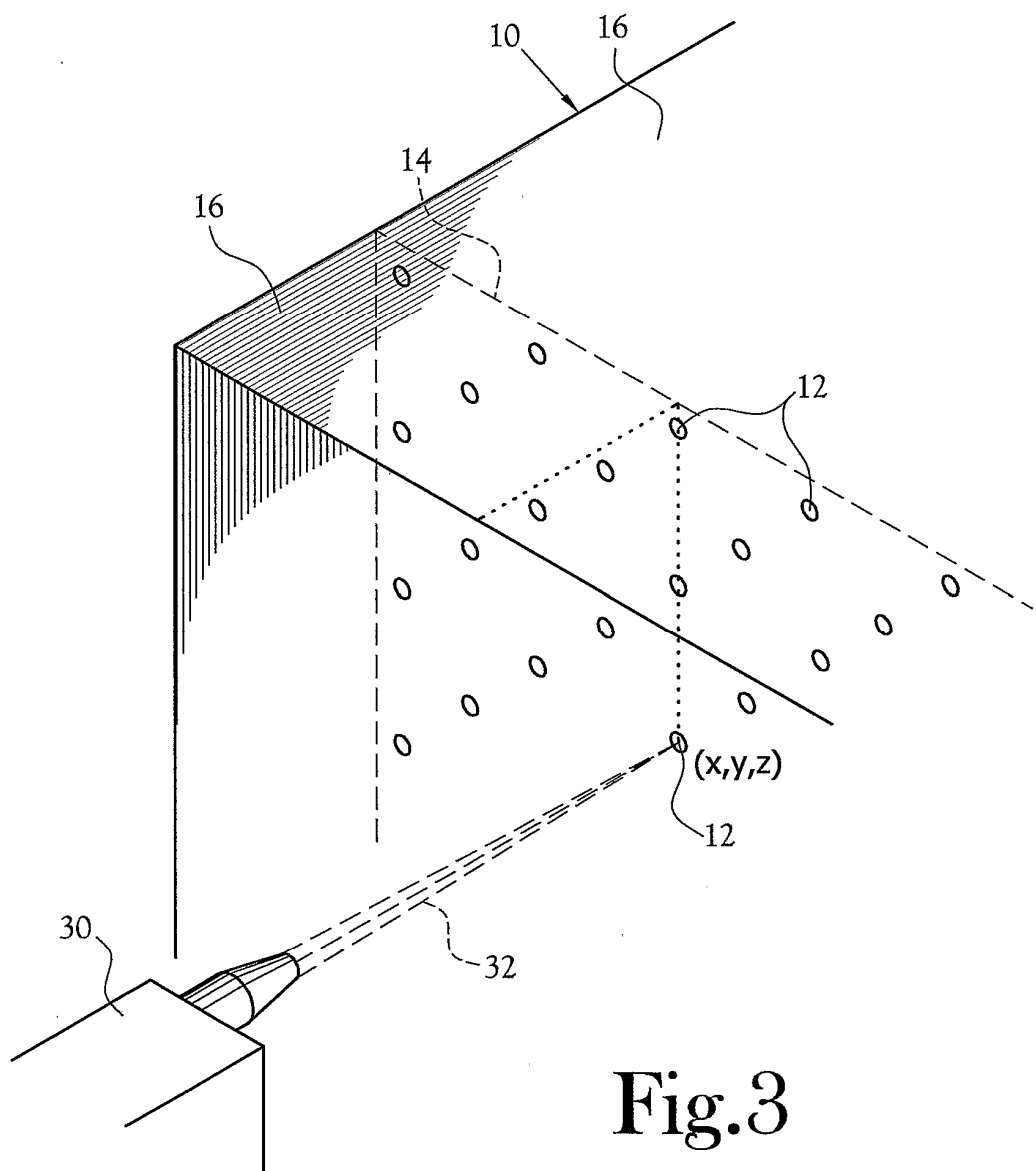
10 un objeto de transmisión de luz, una pluralidad de micro-huecos que se forman dentro de dicho objeto de transmisión de luz, en donde los micro-huecos están dispuestos en múltiples capas dentro de un volumen dado del objeto, para definir al menos un límite óptico que segmenta dicho objeto de transmisión de luz, estando formado cada uno de dicha pluralidad de micro-huecos enfocando un rayo láser a una longitud de onda seleccionada en un punto focal dentro de dicho objeto de transmisión de luz;

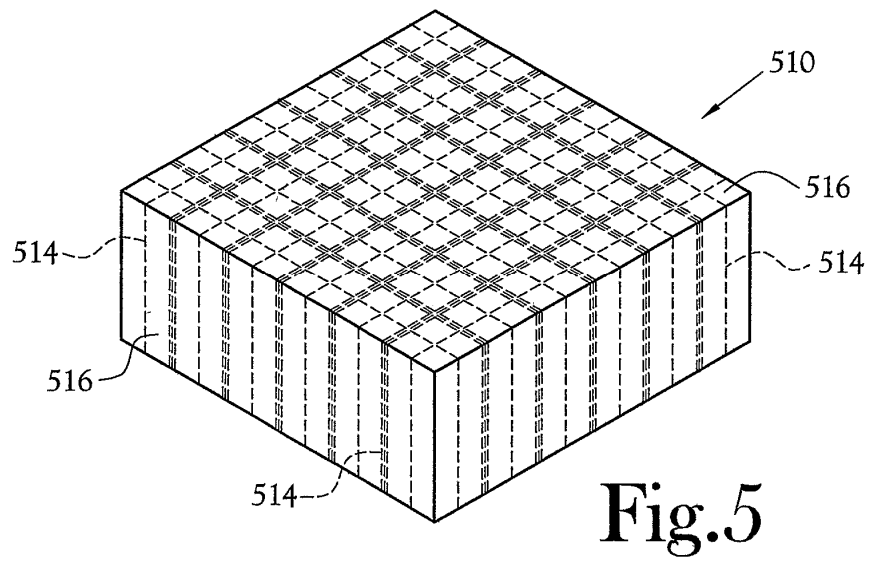
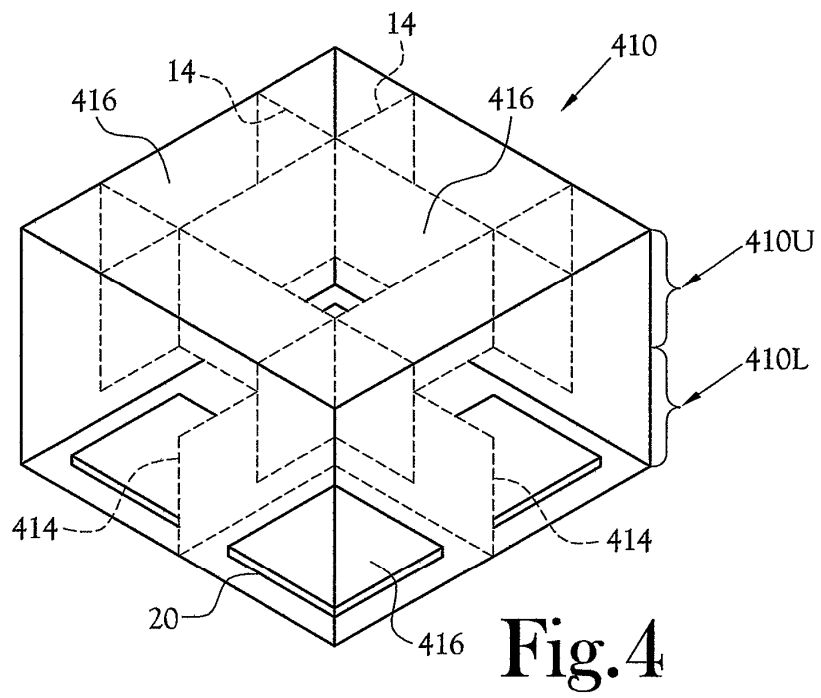
15 por lo que dicho al menos un límite óptico define una guía de luz dentro de dicho objeto de transmisión de luz.

16. El método según la reivindicación 16, en donde dicha pluralidad de porciones ópticamente segmentadas son rectilíneas.

17. El método según la reivindicación 16, en donde dicha pluralidad de porciones ópticamente segmentadas son no rectilíneas.







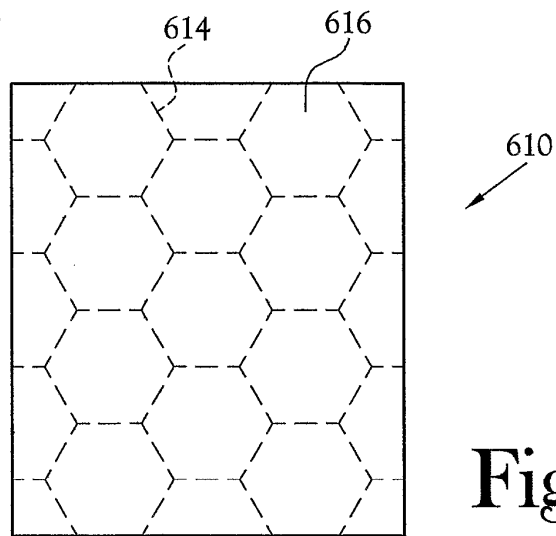


Fig. 6

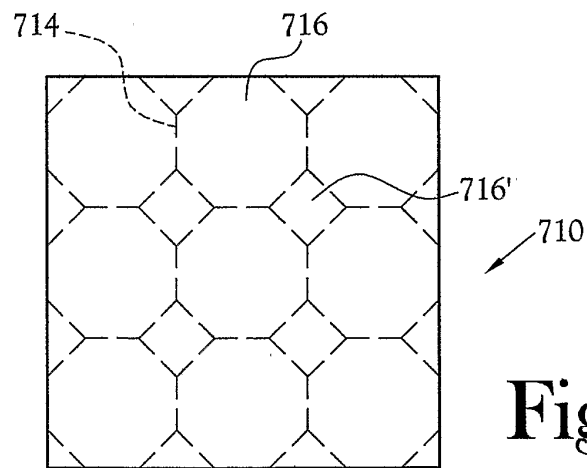


Fig. 7

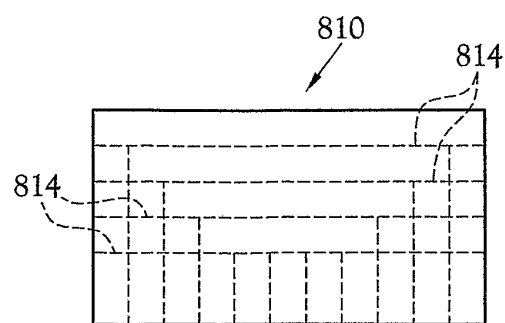


Fig. 8

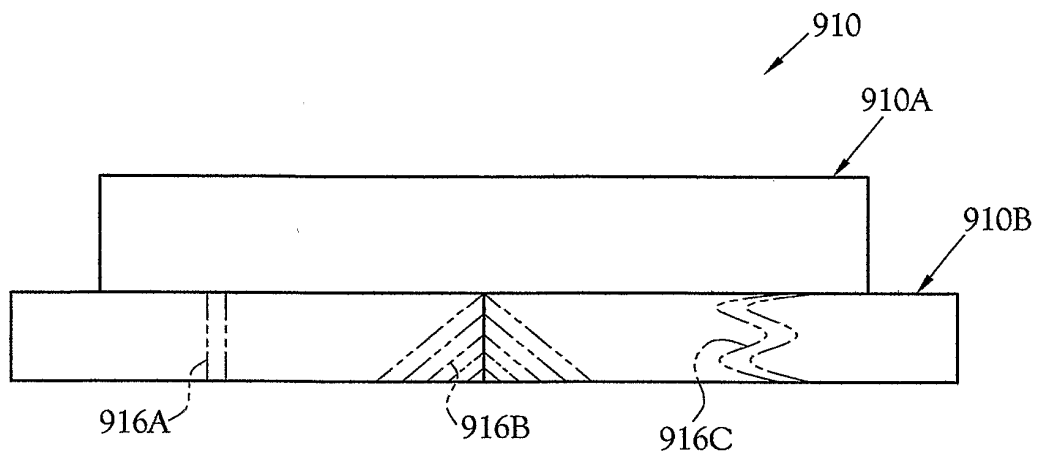


Fig.9

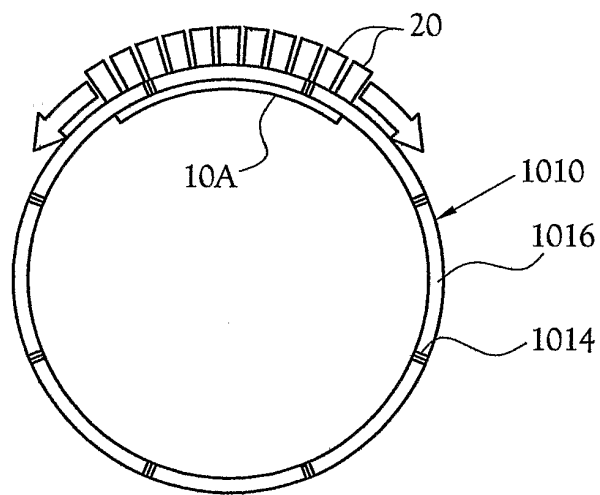


Fig.10

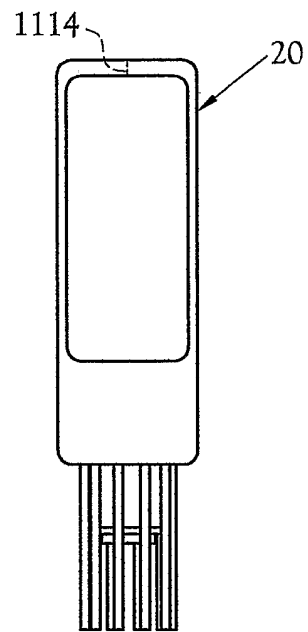


Fig.11

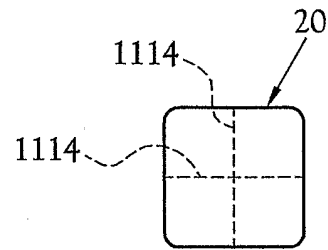


Fig.12