(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 633 570**

(51) Int. CI.:

G01L 1/24 (2006.01)
G01L 5/22 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2012 PCT/TR2012/000179**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014 WO14011126**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2012 E 12829126 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2807463**

(54) Título: **Sensor táctil de puntos múltiples con matriz activa**

(30) Prioridad:

11.07.2012 TR 201208054

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.09.2017

(73) Titular/es:

BUYUKSAHIN, UTKU (100.0%)
Kozyatagi Mah. Bayar Cad. Degirmen Sk. Sisikler Sitesi B Blok D.20 No.2/B/20 Kadikoy
34742 Istanbul, TR

(72) Inventor/es:

BUYUKSAHIN, UTKU

(74) Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

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

Sensor táctil de puntos múltiples con matriz activa

Ámbito técnico de la invención

[0001] La invención se refiere a sensores (mecanismos de realimentación) de robots y dispositivos.

Estado conocido de la técnica

[0002] Es bien sabido que la automatización imita al cuerpo humano. Se observa que los sistemas de computación para la adquisición de datos a partir de sensores son básicamente una simple copia del cerebro humano así como los sensores son las copias simples de los receptores del cuerpo humano. Es evidente que los sistemas de automatización con menos de cien años de pasado, tienen un largo camino para alcanzar la capacidad del cuerpo humano con la experiencia de cientos de miles de años de evolución.

[0003] La "detección táctil", que es el tema de la invención, con la tecnología actual, se limita frecuentemente a detectar un metal o un material al que el sensor es sensible que se aproxima e informa al procesador principal usando sensores de proximidad. Como los datos transmitidos por estos sensores incluyen sólo "verdadero" o "falso" y carecen de información equilibrada, y también son voluminosos (pocos milímetros de diámetro), estos sensores no son eficaces para aplicaciones de múltiples puntos.

[0004] Incluso para la mayoría de los humanoides desarrollados, la técnica que se está utilizando actualmente es muy intensiva en sensores de fuerza/par que se encuentran en las articulaciones. Estos sensores miden la presión de contacto cuando un obstáculo se encuentra en la trayectoria de la extremidad o cuando un objeto ha sido agarrado. Con este procedimiento de detección/sensación, existen uno o más sensores y sistemas de adquisición de datos para cada miembro (articulación brazo-codo, dedos, etc.) que cuestan demasiado.

[0005] Para la aplicación en la que se utilizan sensores de presión, la dimensión geométrica se convierte nuevamente en la cuestión. Incluso si el problema geométrico es relativamente resuelto, la transmisión de los datos al procesador principal se convierte en un problema. En las aplicaciones actuales se utilizan costosos microcontroladores o tarjetas de adquisición de datos, pero cuando los números de entrada alcanzan el nivel de centenares números; estas entradas se convierten en un factor de restricción/limitación. Como se sabe, el cuerpo humano que ha tratado de ser imitado incluye cientos de miles, incluso millones de receptores en la yema del dedo. Y el cerebro humano procesa muy rápidamente todos los datos procedentes de estos receptores.

[0006] La patente de detección táctil robótica más reciente y similar que está relacionada con la invención es de Koyoma y otros con el número US20110067504A1 que se presentó el 05.29.2008 y se publicó el 03.24.2011. Para la detección táctil se sugieren acopladores ópticos, pero debido a las dimensiones de estos acopladores ópticos para cada punta del dedo humanoide, se propone un solo sensor. Se sugiere que mediante la colocación de un sensor de 5 milímetros con un formato de matriz aumentará la cantidad lo que significa 9 sensores por 1 centímetro.

[0007] De forma similar, el documento US 5983725 describe un sensor de presión optoeléctrico táctil. Todas las patentes relacionadas y similares tienen problemas comunes tales como, baja sensibilidad, baja cantidad de sensores por centímetro cuadrado (limitado a número de decenas) y las restricciones en los números de entrada de datos.

Problemas técnicos a resolver por la invención

[0008] Con la invención, se pretende aumentar el número de la cantidad de sensores por centímetro cuadrado hasta más de un millón. También tiene como objetivo medir todos estos millones de puntos por cada centímetro de cada desplazamiento y procesar los datos rápidamente evitando altos costos.

[0009] La invención es un módulo de detección táctil de alta sensibilidad multipunto para robots que comprende un material elástico, que está cubierto con una capa que proporciona reflexión de la luz; un sensor de imagen CMOS o CCD; al menos una fuente de luz; una pluralidad de primeros cables de fibra óptica, extremos de los cuales están separados del entorno circundante mediante dicha capa y estando situados bajo la capa y otras extremos de los cuales están conectados con dicha fuente de luz, en el que dichos primeros cables de fibra óptica transportan haces luminosos desde la fuente de luz hasta dicha capa; una pluralidad de segundos cables de fibra óptica, extremos de los cuales están separados del entorno circundante mediante dicha capa, estando situados debajo de la capa y estando dirigidos hacia la capa y otros extremos de los cuales están conectados con dicho sensor de imagen de manera que cada segundo cable de fibra óptica está emparejado con un píxel del sensor de imagen, en el que los haces luminosos reflejados desde la capa son transferidos al sensor de imagen por dichos segundos cables de fibra óptica; un procesador que calcula cada fuerza individual aplicada a la capa de acuerdo con los cambios de intensidad de luz de cada píxel conectado con un segundo cable de fibra de un fotograma generado por el sensor de imagen en respuesta al desplazamiento de la capa utilizando técnicas de procesamiento de imágenes.

Explicación de figuras

[0010]

Figura 1: Elementos de los sistemas acopladores ópticos.

Figura 2: Vista simbólica del conjunto de cables de fibra óptica que pretende minimizar el área utilizada de los elementos de los sistemas acopladores ópticos.
Figura 3: Vista simbólica de sensores de imagen como CCD, CMOS, etc.
Figura 4: Vista simbólica de un tipo de sensor CCD, CMOS etc., que se utiliza como el receptor del acoplador óptico (fototransistor).
Figura 5: Vista general de los elementos del sistema.
Figura 6: Secuencia de disposición de los cables de fibra óptica en el área de detección. (figura 5 - vista dirección "A").
Figura 7: El desplazamiento que se produce proporcional a la fuerza aplicada y la imagen correspondiente.
Figura 8: Establecer virtualmente diferentes áreas del sensor para diferentes áreas de medición a través de cables de fibra óptica.
Figura 9: Sistema óptico que se coloca entre la fibra óptica y el receptor en el propósito de cubrir el haz luminoso debido a la posible desigualdad de tamaño.

Definiciones de números de referencia en figuras:

[0011] Cada parte de las figuras está numerada y se explica a continuación.
1) Fuente de luz infrarroja (o normal)
2) Receptor de luz infrarroja (o normal).
3) Luz reflejada desde el obstáculo
4) La distancia entre la fuente/receptor de luz y el obstáculo.
5) Obstáculo reflectante de luz y en tanto que separador del sistema del entorno circundante.
6) Entorno circundante.
7) Cables de fibra óptica portadores de la luz de la fuente colocada alejada de la zona de medición.
8) Cable de fibra óptica portador de la luz al receptor colocado alejado de la zona.
9) Webcam o videocámara digital similar o sensor de cámara digital (CMOS, CCD, etc.).
10) Píxeles de captura de luz destinados a analizar la luz conectada donde cada uno trabaja individualmente.
11) Fuente de Luz (suma de más de una fuente luminosa).
12) Material elástico.
13) Área rígida, donde los extremos de los cables de fibra óptica se encuentran y se unen con la zona elástica, y que evita el nivel de penetración no deseado.
14) Deformación de forma cuando un objeto es penetrado a través del área elástica.
15) Mazo de cables constando de numerosos cables de fibra óptica 7 y 8.
16) La imagen que está compuesta por los sensores correspondientes a la zona donde no existe deformación.
17) La imagen que está compuesta por los sensores correspondientes a la zona donde existe deformación.
18) Las zonas de conexión que forman grupos, dependiendo de las diferentes zonas de medición a través de los cables de fibra óptica portadores de la luz.
19) Sistema óptico que hace converger los haces luminosos. (Cada material que se utiliza en el sistema es conductor de infrarrojos)
20) Haz de rayos luminosos intensificado (más próximos entre sí).

Explicación de la invención

[0012] Los acopladores ópticos son uno de los componentes que se utilizan con frecuencia en circuitos de codificadores y en otros tipos de circuitos electrónicos para proporcionar aislamiento eléctrico. Los acopladores ópticos incluyen una fuente de luz normal o infrarroja (1) y un receptor de luz (2) (figura 1). Existen diferentes tipos de acopladores ópticos. Como tales tipos que proporcionan de salida 1/0 lo que significa verdadero o falso y otros tipos que proporcionan salida proporcional a la intensidad de la luz reflectante. Este segundo tipo de acopladores ópticos se utilizará para la invención. El haz/rayo de luz (3) suministrado por la fuente de luz (1) se reflejará desde el obstáculo (5) y llegará al receptor (2). Dependiendo de la distancia entre el obstáculo y el receptor (4), se producirá tensión, correspondientemente. Así, la medida de la distancia (4) sería posible, en función de la medida de la variación de tensión. Debido a que cada diámetro de la fuente de luz y del sensor es de unos pocos milímetros, el uso de múltiples acopladores ópticos requiere mucho espacio en diseños convencionales. El primer objetivo de la invención es permitir colocar una gran cantidad de receptores en una pequeña área desplazando los acopladores ópticos. Los cables de fibra óptica (7) que son conductores de infrarrojos y tienen un diámetro inferior a 10 micrómetros llevarán y suministrarán la luz desde la fuente de luz (1), mientras que cables de fibra óptica equivalentes (8) con las mismas características portaran la luz reflejada 83) al receptor (2) (figura 2). Debido a las características de los cables de fibra óptica, tales como ausencia de ruido o efecto de perturbación, incluso cuando se utilizan paralelos entre sí y ser eficaces conductores de luz, incluso cuando los cables son doblados o torcidos, pueden ser fácilmente utilizados en campos desplazándose/móviles. Con la tecnología actual, los cables de fibra óptica conductores infrarrojos estándar tienen diámetros de 9 micrómetros. Se calcula que (con el efecto de áreas de pérdida entre círculos) 1.572.327 cables de fibra óptica se pueden colocar en 1 centímetro cuadrado. Cada sensor/receptor de luz requiere una fuente de luz. Con el diseño de secuencia de la figura 6, cada cable de fibra óptica (8) que transporta luz hasta un sensor tendrá 3 cables de fibra óptica (7) que suministran luz desde la fuente. De este modo, el número de cables de fibra óptica que entregan luz (7) será cuatro veces el número de los otros (8). Si se tiene en cuenta la pérdida de área entre círculos próximos entre sí y la pérdida de los cables ópticos (7) que

entregan luz, habrá aproximadamente 1.000.000 de receptores por 1 centímetro cuadrado. En otras palabras, existirá 1.000.000 puntos/píxeles que midan el desplazamiento.

[0013] No todos los receptores (1) requieren una fuente de luz correspondiente (11); sin embargo, cada punto de medición requiere un receptor correspondiente (2). A pesar de que los cables de fibra óptica (7) (8) resuelven los problemas dimensionales en el área de recepción, resulta un problema de dimensión global del sistema que es enorme. Pero el problema verdadero, más que la cuestión dimensional, es la adquisición y el procesamiento de millones de datos. Un voltímetro con un canal sólo puede leer uno, un osciloscopio de dos canales puede leer dos, y una tarjeta de adquisición de datos de entrada de 32 análogas puede leer 32 datos. Por lo tanto, cualquiera de estas opciones no son rentables ni cercanas a una respuesta conveniente al requisito de lectura de todos los datos. Con esta invención, el sensor CMOS o CCD que se puede encontrar en una cámara convencional o una videocámara similar o una cámara digital se utiliza para superar el problema mencionado anteriormente. La principal ventaja de este tipo de sensores (9) es la característica de contener millones de píxeles sensoriales (10) dependiendo de la resolución del producto (figura 3). Cada píxel sensorial (10) es capaz de detectar 16,4 millones de colores en uso estándar; por tanto es posible medir el desplazamiento precisamente por la variación de la luz. En la figura 4, se explica brevemente la lógica de la fuente de luz (1) y la conexión del sensor (9). Estos sensores de imagen (9) se pueden obtener fácilmente desmontando cámaras web convencionales. Un sensor de imagen desmontado de cualquier cámara de alta definición (resolución HD-1920 * 1080 = 2.073.600 píxeles) se puede conectar a cualquier ordenador a través de un bus serie universal (USB) y es capaz de convertir más de dos millones de impulsos en datos digitales. Mediante el emparejamiento de cada píxel (10) del sensor (9) con un cable de fibra óptica correspondiente (8) se asegura la transferencia de todos los haces luminosos al procesador en un único fotograma en el que las coordenadas y el nivel de desplazamiento son detectados precisamente mediante ayuda de técnicas de procesamiento de imágenes. Con las explicaciones dadas hasta ahora, se asegura que millones de receptores se sitúan en una pequeña área de recepción con adquisición precisa de datos a un coste bajo. También se menciona que estos datos adquiridos pueden ser entregados a la unidad de procesamiento principal en un ciclo. Pero aún esto no es suficiente para la detección táctil. En este punto, el sistema sólo puede detectar objetos divergentes y convergentes con alta resolución y sensibilidad, pero el sistema no puede percibir la fuerza y la sensación táctil resultante. Más aún, cuando se produce el contacto, la visión de la fuente de luz (7) y del receptor (8) se bloquearán y no se detectará nada. Para resolver este problema, se utiliza el módulo de elasticidad (módulo de Young). La elasticidad puede imaginarse como un coeficiente característico de resorte de los objetos aunque no sean resortes. Una fuerza aplicada a un objeto provocará un estiramiento (deformación de la forma). Esta deformación será proporcional a la fuerza aplicada si la estructura del objeto no se daña irreversiblemente. Así, viceversa, la fuerza aplicada en el punto de aplicación puede ser calculada por la cuantía de deformación de forma en ese punto (si se conoce el coeficiente de elasticidad del objeto). En el sistema, para imitar la detección táctil humana existe un área rígida, donde se encuentran los extremos de los cables de fibra óptica y se unen con el área elástica, y también se previene el nivel de penetración no deseado. El material elástico (12) con la misma elasticidad de la carne humana se cubre con una capa (5) que simula la piel humana y separa el entorno circundante y garantiza la reflexión de la luz (Figura 5). Así, cuando se produce una penetración como en la figura 7, el espesor del material elástico (12) disminuirá en estos puntos (14), por lo tanto la intensidad de la luz reflectora aumentará (17) en esa zona. Cada píxel sensorial correspondiente (10) de esa zona detectará la intensidad de la luz y entonces con cualquier técnica de procesamiento de imágenes se obtendrá el nivel de penetración. A partir del nivel de penetración y del coeficiente de elasticidad del material (12) se calculará la fuerza aplicada. A partir del número de píxeles disparados, se calculará el área de deformación y luego dividiendo la fuerza aplicada por área de deformación, se obtendrá el valor de la presión. El software decidirá la reacción del robot o del dispositivo comparando el nivel de presión con los valores de umbral que ya se encuentran guardados en el ordenador.

[0014] Por ejemplo, si el área de penetración es demasiado pequeña y la luz correspondiente está próxima al blanco (la intensidad de la luz es demasiado alta) se entenderá que ha penetrado un cuerpo afilado tipo aguja. Si es así, el robot o el dispositivo actuará conforme a lo que está programado. Este será un programa de reflexión, lo que significa que el área de penetración puede ser retirada.

[0015] Mientras tanto, si el robot, o el dispositivo, son necesarios para tareas más pesadas o no necesita ser tan sensible como la piel humana, el material elástico (12) se puede elegir con una característica de menor elasticidad. Así, el sistema tendrá una sensación táctil equivalente para fuerzas mayores. El nuevo sistema funcionará, después calibrar el módulo de elasticidad del nuevo material y la conductividad de luz para los cálculos.

[0016] Se sabe que las cámaras térmicas comerciales son cámaras infrarrojas que miden la temperatura. Cuando se registra con cámaras infrarrojas, el color se vuelve más brillante y más claro si la temperatura aumenta. El sistema propuesto también medirá cualquier fuente de calor próxima al campo de detección. Ayudará a proteger el dispositivo o el robot de altas temperaturas ya que, al igual que el efecto de penetración de cuerpo agudo, la medida será próxima al blanco.

[0017] Antes se mencionó que un sensor obtenido a partir de cámara web HD contiene más de dos millones de píxeles. Un solo componente es capaz de contener más de veinte millones de píxeles si se utiliza una cámara digital de alta definición. Una punta del dedo o cualquier otra parte del cuerpo humano puede concentrar muchos receptores. Por esta razón, los cables entrantes de fibra óptica (8) procedentes de diferentes órganos sensoriales se sitúan en diferentes zonas virtuales (18) del sensor de imagen (9), por lo que con un sensor de imagen se pueden medir más de un órgano sensorial.

[0018] Debido a la variedad de los productos utilizados y los diámetros del cable de fibra óptica (15) y las dimensiones de los píxeles (10) no coinciden entre sí y puede surgir un problema. Para evitar este problema, los

haces/rayos de luz pueden hacerse converger (20) como en la figura 9 por medio de de sistemas ópticos (19). El material utilizado para este sistema óptico también es conductor infrarrojo.

[0019] El sistema puede trabajar con casi cualquier ordenador personal así como con ordenadores industriales mediante la conexión de sensores tales como CMOS, CCD, etc., al procesador principal del dispositivo o robot a través de un circuito electrónico especializado para este sistema.

Aplicación industrial de la invención

[0020] Esta invención puede responder a muchos campos industriales que trabajan con sistemas automatizados debido a que el número de receptores por unidad de área se aumenta dramáticamente y los valores de presión y fuerza pueden obtenerse rápidamente.

[0021] Algunas áreas de aplicación sobresalientes: percepción robótica (realizando la detección táctil de humanoides); médicas con más receptores una mejor sensación táctil del paciente para operaciones remotas (háptica); aumento de capacidades de detección de exploración de minas terrestres y robots de eliminación de bombas en consecuencia disminuyendo la posibilidad de fracaso y añadiendo la medición de la temperatura a la detección táctil en caso necesario.

REIVINDICACIONES

1. Módulo de detección táctil de múltiples puntos de alta sensibilidad para robots y dispositivos que comprende un material elástico (12) que está cubierto con una capa (5) que proporciona reflexión de luz; un sensor de imagen CMOS o CCD (9); al menos una fuente de luz (11) que tiene una pluralidad de primeros cables de fibra óptica (7), extremos de los cuales están separados del entorno circundante mediante dicha capa (5), estando situados debajo de la capa (5) y otros extremos de los cuales están conectados con dicha fuente de luz (11)
en el que dichos primeros cables de fibra óptica (7) están adaptados para transportar haces luminosos desde la fuente de luz (11) hasta dicha capa (5); una pluralidad de segundos cables de fibra óptica (8) que tienen extremos que están separados del entorno circundante mediante dicha capa (5) estando situados debajo de la capa (5) y dirigidos hacia la capa (5) y otros extremos de los cuales están conectados con dicho sensor de imagen (9) de modo que cada segundo cable de fibra óptica (8) se empareja con un píxel (10) del sensor de imagen (9),
en el que los haces luminosos reflejados desde la capa (5) son transferidos al sensor de imagen (9) mediante dichos segundos cables de fibra óptica (8); un procesador que está adaptado para calcular cada fuerza individual aplicada a la capa (5) en función de las variaciones de intensidad luminosa de cada píxel (10), conectado con un segundo cable de fibra (8), de un fotograma generado por el sensor de imagen (9) en respuesta al desplazamiento de la capa (5) utilizando técnicas de procesamiento de imágenes.

2. Módulo de detección táctil de múltiples puntos de alta sensibilidad, según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho material elástico (12) tiene la misma elasticidad de la carne humana.

3. Módulo de detección táctil de múltiples puntos de alta sensibilidad, según la reivindicación 1, caracterizado porque la elasticidad de dicho material elástico (12) es menor que la elasticidad de la carne humana.

4. Módulo de detección táctil de múltiples puntos de alta sensibilidad según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha fuente de luz (11) es una fuente de luz infrarroja.

5. Módulo de detección táctil de múltiples puntos de alta sensibilidad, según la reivindicación 1, caracterizado porque la deformación del material elástico (12) es proporcional a la fuerza aplicada.

6. Módulo de detección táctil de múltiples puntos de alta sensibilidad según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además un sistema óptico (19) que hace converger los haces luminosos transferidos a los píxeles (10) del sensor de imagen (9).

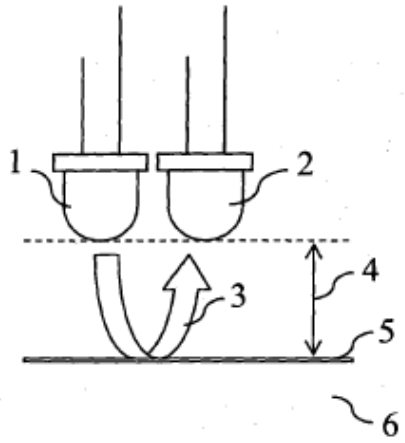

FIG.1

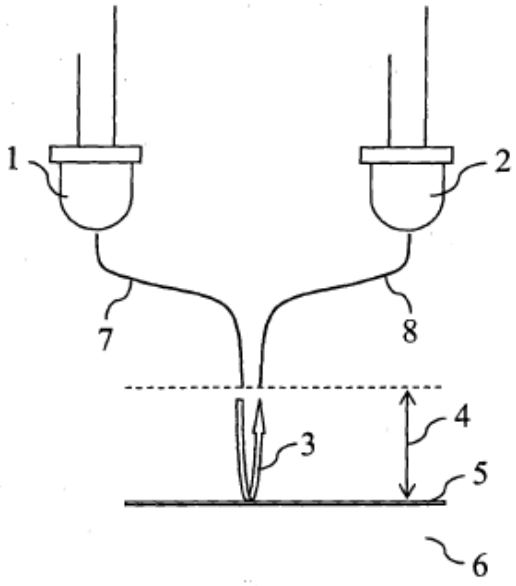

FIG.2

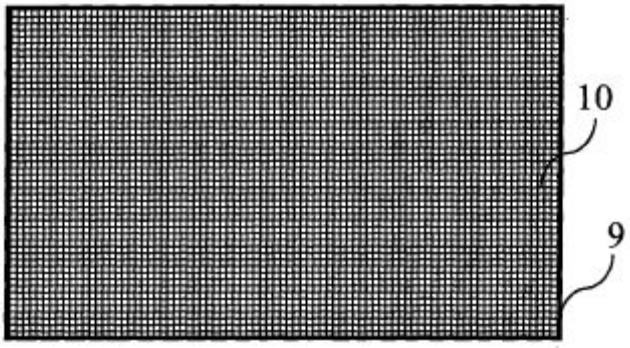

FIG.3

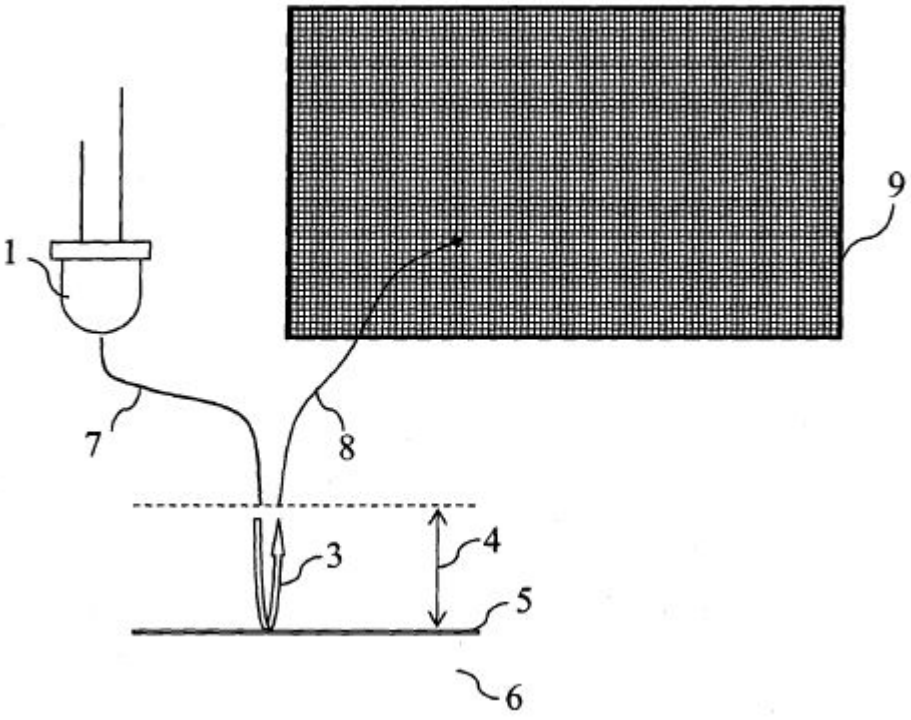

FIG.4

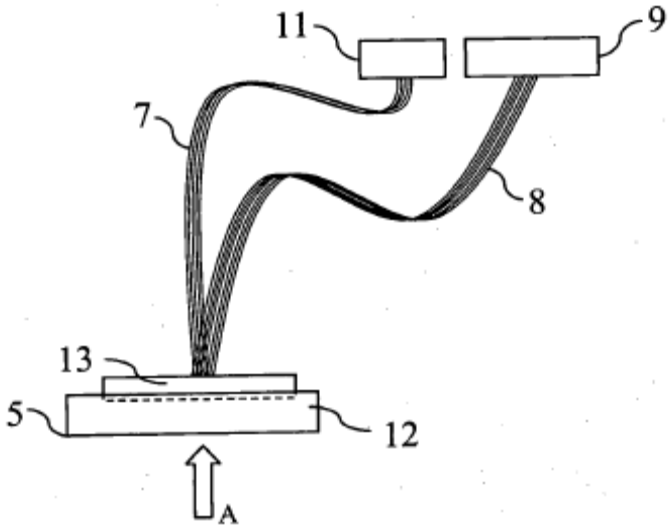

FIG.5

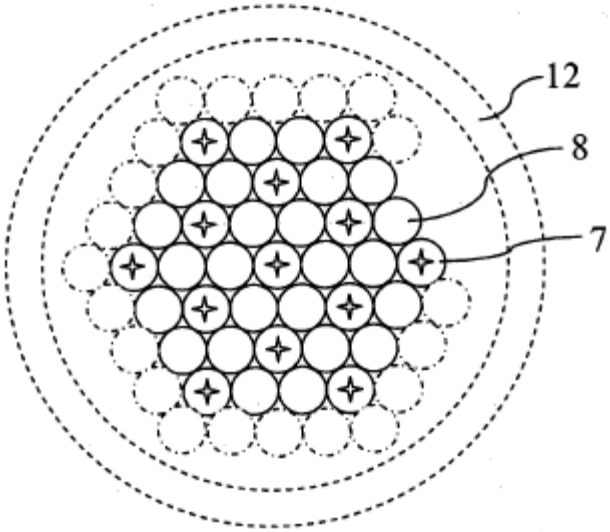

FIG.6

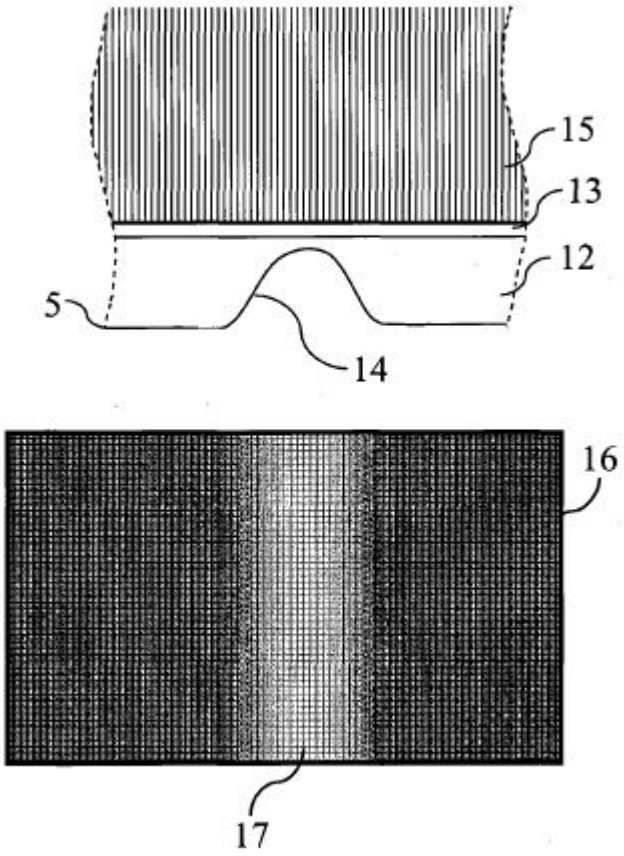

FIG.7

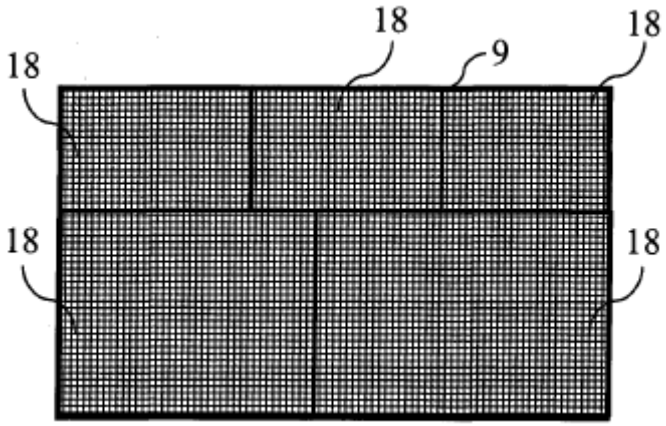

FIG.8

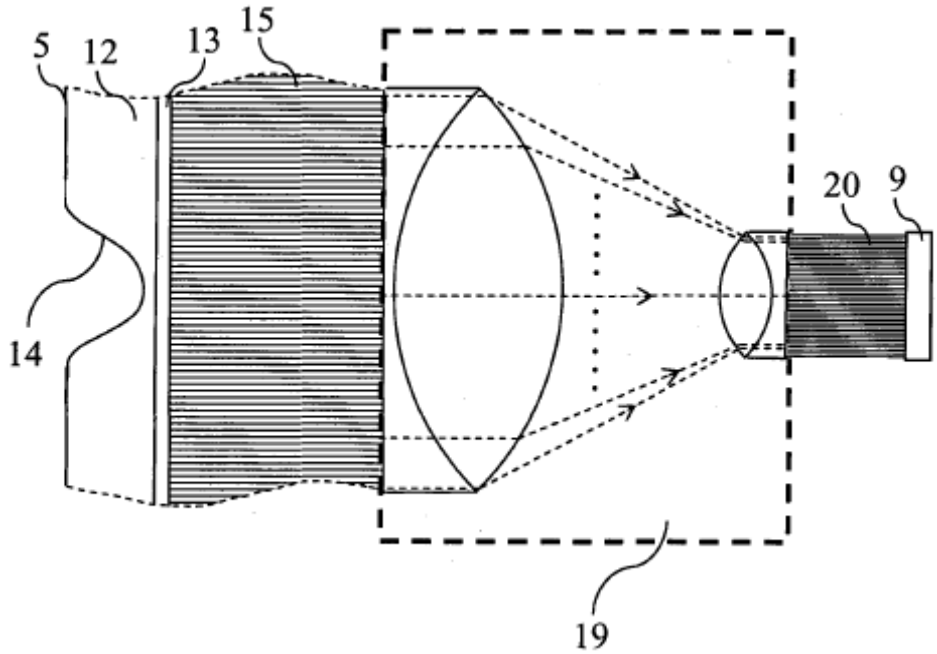

FIG.9

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- US 20110067504 A1 **[0006]**
- US 5983725 A **[0007]**