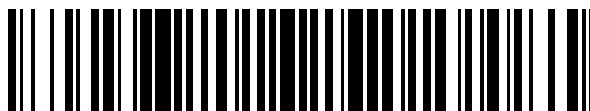


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 009**

51 Int. Cl.:

H01L 33/00 (2010.01)

B44F 1/06 (2006.01)

B44F 1/10 (2006.01)

A44C 15/00 (2006.01)

A44C 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2009** **PCT/AT2009/000483**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.07.2010** **WO10075599**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2009** **E 09801908 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2016** **EP 2366197**

54 Título: **Cuerpo transparente con fuente de luz de LED invisible**

30 Prioridad:

16.12.2008 AT 19562008

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2016

73 Titular/es:

D. SWAROVSKI KG (100.0%)
Swarovskistrasse 30
6112 Wattens, AT

72 Inventor/es:

TEISSL, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 589 009 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

Cuerpo transparente con fuente de luz de LED invisible

La presente invención se refiere a un cuerpo de material transparente.

Un cuerpo de este tipo se describe, por ejemplo, en el documento WO 2006/130887 A2. Este documento trata de la tarea de dotar a un cuerpo de material transparente de una marca que influya sólo en condiciones determinadas en el aspecto óptico del cuerpo. Se propone proveer al cuerpo de una pluralidad de microagujeros que se llenan de nanopartículas luminiscentes insertadas en una matriz. Así se consigue que la marca sólo sea visible cuando el cuerpo se ilumina con rayos electromagnéticos cuya longitud de onda se encuentre preferiblemente en la zona espectral no visible. Los rayos electromagnéticos proceden de un dispositivo dispuesto fuera del cuerpo, por ejemplo de un radiador UV-A.

Esta solución resulta muy satisfactoria en lo que se refiere al campo de aplicación principal descrito en el documento WO 2006/130887 A2 (*marcas* como protección contra falsificaciones). Como ya se sugiere en el documento WO 2006/130887 A2, estas marcas también pueden tener una finalidad artística, si se configuran, por ejemplo, en forma de gráficos atractivos.

En general puede ser deseable destacar determinadas características de un cuerpo de material transparente por medio de una incidencia adecuada de la luz. Para no depender de la luz ambiental se ha descubierto la forma de disponer en espacios huecos de estos cuerpos unos dispositivos fotógenos que sin embargo son perjudiciales para el aspecto óptico del cuerpo. Las medidas adoptadas hasta ahora para ocultar estos dispositivos fotógenos en el cuerpo tienen, según el cuerpo, poco éxito o requieren un esfuerzo de construcción considerable.

El documento US 4 942 744 A presenta un "self shining artificial jewelry device" formado por un cuerpo biselado al menos por secciones, con un dispositivo de LED fotógeno dispuesto en el cuerpo, configurándose en el cuerpo un agujero para la recepción del dispositivo de LED.

En los últimos años se han llegado a conocer unos así llamados TOLEDs (se trata de LEDs orgánicos transparentes). Éstos presentan toda una serie de inconvenientes. Debido a su poca densidad lumínica estos TOLEDs sólo se pueden utilizar de forma superficial. Hasta la fecha su vida útil es relativamente corta. Además presentan una calidad cromática mala y son relativamente sensibles a la humedad y al oxígeno.

La misión de la invención consiste en proporcionar un cuerpo de material transparente en el que se pueda lograr un aspecto óptico deseado con independencia de la iluminación ambiental.

Esta tarea se resuelve por medio de un cuerpo con las características de la reivindicación 1. Con el empleo de chips semiconductores inorgánicos se pueden realizar dispositivos fotógenos que se dispongan de manera invisible en o dentro del cuerpo y que presenten una o varias fuentes casi puntiformes.

En toda la memoria se entiende por "luz" la radiación electromagnética cuya longitud de onda se encuentra en la zona espectral visible.

Por "invisible" se entiende en dicha memoria un objeto que al menos en caso de una iluminación con luz blanca difusa no polarizada, preferiblemente también en caso de una iluminación con luz blanca directa no polarizada, con fondo blanco, preferiblemente también con fondo negro, y con una intensidad de iluminación de 500 lux (medida en el lugar del objeto), con preferencia también de unos 1000 lux, a una distancia de observación adaptada a la función (por ejemplo 0,2 m en caso de objetos "Steff" decorativos, 1 m en caso de objetos de iluminación colgantes), no sean visibles para una persona de visión normal sin medios auxiliares técnicos ("ojo no armado"), independientemente de la dirección de observación.

El propio chip semiconductor inorgánico (que presenta siempre al menos un diodo adecuado para la emisión de radiación electromagnética, por ejemplo luz) puede emitir luz. Sin embargo, alternativamente se puede prever que el chip semiconductor se configure para la emisión de radiación electromagnética fuera de la zona espectral visible. En este caso será en la mayoría de los casos necesario que el dispositivo presente un convertidor de longitud de onda para la conversión al menos parcial de al menos una parte de la radiación emitida por el chip semiconductor en luz. El convertidor de longitud de onda puede estar formado, por ejemplo, por una pluralidad de partículas luminiscentes con un tamaño en el rango nanométrico, siendo conveniente que el tamaño de las partículas sea preferiblemente inferior a 1/20 de la longitud de onda de la luz para evitar la dispersión de luz en la zona espectral visible.

Para incrementar la eficacia del dispositivo se puede prever que presente un espejo al menos parcialmente transparente por medio del cual se pueda reflejar al menos una parte de la radiación emitida por el chip semiconductor hacia el interior del cuerpo. Este espejo se puede configurar, por ejemplo, en forma de un reflector UV que refleja radiación UV-A y que deja pasar libremente la luz. Estos espejos se pueden fabricar, por ejemplo, mediante sistemas multicapa y/o cristales fotónicos.

Preferiblemente, se prevé que en el cuerpo se configura un microagujero para la recepción al menos parcial del chip semiconductor. Resulta ventajoso que el chip semiconductor quede al menos fundamentalmente al mismo nivel de la superficie que rodea al microagujero. El microagujero puede presentar un diámetro del orden de menos de 100 μm a unos 10 μm . Estos microagujeros de distinta sección transversal y gran calidad se pueden realizar sin contacto y de forma eficiente por medio de un láser. Para garantizar de manera sencilla el enrasado del chip semiconductor con la

superficie del material transparente así como, en caso necesario, de un convertidor de longitud de onda correspondiente de grosor determinado, se pueden disponer en el microagujero distanciadores idóneos. Esto se puede llevar a cabo en el proceso de fabricación de los microagujeros.

En principio el microagujero se puede disponer en el cuerpo, por debajo de la superficie, o en una superficie del cuerpo.

El suministro de energía al dispositivo se produce ventajosamente a través de cables eléctricos y contactos dispuestos de forma invisible en o dentro del cuerpo. A estos efectos se puede aplicar de manera adecuada, en la superficie del cuerpo, una capa conductora, por ejemplo de óxidos conductores transparentes (en inglés: Transparent Contacting Oxids o TCO). Un ejemplo de un TCO apropiado es ITO (óxido de indio y estaño). Estos recubrimientos conductores transparentes de ITO se pueden aplicar a la superficie del cuerpo mediante pulverización o vaporización. También se pueden emplear otras posibilidades de aplicación de medios de contacto eléctricos como, por ejemplo, polímetros conductores transparentes (por ejemplo por impresión mediante serigrafía o impresora de chorro de tinta).

Con especial preferencia se prevé que el dispositivo se configure para la emisión de luz blanca. Esto se puede conseguir configurando el chip semiconductor únicamente para la emisión de radiación electromagnética de una sola longitud de onda y proporcionando convertidores de longitud de onda que transforman la radiación emitida por el chip semiconductor en los componentes de luz necesarios para poder disponer en general de luz blanca de la calidad correspondiente (es decir, por ejemplo, luz con una distribución de líneas espectrales exigida, Color Rendering Index y temperatura de color). También se puede prever, por ejemplo, que en un único chip semiconductor se dispongan medios para la generación de luz de dos longitudes de onda distintas (por ejemplo azul y verde) y que la longitud de onda que falta (por ejemplo rojo) se proporcione a través de un convertidor de longitud de onda. También es posible imaginarse la generación de luz con tres o más longitudes de onda distintas en un elemento monolítico, es decir, en un único chip semiconductor.

Se prefiere especialmente que el dispositivo emita luz blanca que presente muchísimas líneas espectrales y que, a ser posible, se pueda comparar con el espectro solar, dado que en este caso se pueden ver muchos colores diferentes al observar y girar el cuerpo, sobre todo en cuerpos biselados al menos por secciones.

Como material transparente del cuerpo se utiliza, por ejemplo, vidrio incoloro. Lógicamente el cuerpo también puede ser de vidrio de color, piedras preciosas, piedras semipreciosas, cerámica, plástico o un material transparente cristalino. Por diferentes razones, el material transparente puede presentar algunas zonas no transparentes, por ejemplo a causa de metalizaciones, capas de efecto cromático, adhesiones, etc..

Especialmente cuando se pretende que el cuerpo presente una función decorativa, se prevé configurar el cuerpo de forma biselada, al menos por secciones.

La disposición invisible del dispositivo en el cuerpo se puede conseguir en principio por medio de dos métodos distintos que no se excluyen el uno al otro y que se pueden combinar sin ningún problema.

Se puede prever, por ejemplo, configurar el dispositivo con un tamaño de menos de 100 μm , preferiblemente de menos de 50 μm . Con una distancia supuesta del observador de unos 0,2 m, esto correspondería a un tamaño de ángulo de aproximadamente 50 segundos de arco y, por lo tanto, a la nitidez de punto del ojo humano (a la distancia entre dos puntos de una imagen que el ojo humano aún percibe como separados). Por consiguiente, en este caso no resulta absolutamente necesario configurar todo el dispositivo transparente, sin embargo se tiene que tener en cuenta que la consiguiente visibilidad resulta de la suma ponderada de la visibilidad de los distintos elementos del dispositivo. Es decir, el "valor gris" del respectivo elemento se reparte en función de su valor y de la superficie que ocupa por la superficie del mínimo punto resoluble.

Adicional o alternativamente se prevé que al menos el chip semiconductor sea transparente. En este caso el chip semiconductor puede ser mayor que 50 μm o 100 μm (por ejemplo varios 100 μm). Para conseguir una mayor invisibilidad del dispositivo es posible embutirlo en un medio de inmersión óptica cuyo índice de refracción se adapte al del material transparente del cuerpo.

No es absolutamente necesario que todos los componentes del dispositivo sean transparentes dado que el propio chip semiconductor es el que presenta las máximas dimensiones, siendo posible que los contactos de corriente o semejantes sean de por sí tan pequeños que el ojo humano no los pueda reconocer. No obstante, y como es natural, en el marco de la invención se considera la posibilidad de configurar todos los componentes del dispositivo de forma transparente.

Para la evacuación del calor generado en el dispositivo se pueden prever, en caso necesario, los correspondientes medios de disipación del calor. Se puede prever, por ejemplo, una pasta transparente que contiene nanotubitos de carbono o una pasta transparente provista de diamante micro o nanocristalino, a través de la cual el calor se transmite por el material envolvente del dispositivo al cuerpo transparente.

El elemento Flip-Chip transparente es otra solución preferida. El Flip-Chip-Packaging es una conocida alternativa del Packaging regular que hasta ahora ha sido objeto de discusión (Epi-side-packaging, definido de aquí en adelante también como "elemento de contacto superior"). Esta alternativa se prefiere generalmente en aplicaciones de alto rendimiento en las que las conexiones de metal impedirían una extracción altamente eficiente de la luz producida.

Otro objetivo de la presente invención consiste en configurar un elemento Flip-Chip transparente. Para ello se practica en un material transparente del cuerpo preferiblemente un microagujero para que el paso hacia el fondo del microagujero no se produzca de modo abrupto en forma de un arrecife, sino al menos por uno de los lados de modo aplanado. Las dimensiones del microagujero son con preferencia del orden de las del chip semiconductor y pueden presentar en una o varios flancos una zona de transición aplanada. Esto tiene la ventaja de que en los métodos de recubrimiento tradicionales y casi siempre direccionales se puede aplicar una capa conductora en comparación homogénea y transparente como contacto eléctrico. Se puede tratar, por ejemplo, de una capa TCO (por ejemplo ITO) aplicada por medio de vaporización o pulverización. Las tintas conductoras transparentes representan otra posibilidad interesante (compárese, por ejemplo, Clevios®, ITO nanoescalar con posterior proceso de sinterización; tintas con Carbon Nano Tubes; etc.). Las líneas impresas muy finas (por ejemplo de nanopartículas de plata), que por sus dimensiones reducidas (inferiores a 50 µm) apenas son visibles, constituyen, por ejemplo, otra opción adicional. Opcionalmente se pueden disponer sobre la capa pads conductores que, si las dimensiones son lo suficientemente pequeñas (típicamente por debajo de los 50 µm), pueden ser metálicos o no transparentes. Estos pads se pueden aplicar por medio de una pluralidad de métodos existentes, por ejemplo pulverización, metalización por electrolisis, procedimientos litográficos o determinados procedimientos de impresión (por ejemplo impresión de chorro de tinta).

El chip semiconductor transparente se fabrica por razones de estabilidad preferiblemente del sustrato transparente (por ejemplo zafiro) y del LED inorgánico (en inglés: ILED, por ejemplo GaN), pero también puede consistir únicamente en el semiconductor inorgánico, con lo que se reduce considerablemente la profundidad de montaje (de normalmente 50 – 150 µm a unos 10 µm y menos). El chip se puede posicionar de forma rápida y precisa por medio de métodos convencionales (por ejemplo punzón con dispositivo de aspiración).

La capa de distribución de corriente por el lado del semiconductor también es transparente (por ejemplo mediante recubrimiento de ITO). Los contactos P y N del lado del chip se pueden fabricar de forma opcional y adicional de material no transparente (por ejemplo oro), siempre que se garantice la invisibilidad a través de la reducción de las dimensiones. La unión eléctricamente conductora, mecánicamente estable y transparente entre el chip semiconductor y la capa conductora transparente dispuesta en el cuerpo se puede realizar de distintas maneras. Métodos preferidos son, entre otros, la soldadura en frío de microcontactos metálicos (por ejemplo Mikro-Gold-Stud-Bumps), adhesiones conductoras (por ejemplo adhesivos con nanopartículas de plata imprimibles y endurecibles bajo UV) o puentes conductores transparentes por medio de ITO imprimible.

Una conversión de longitud de onda eventualmente necesaria se puede realizar de forma transparente, por ejemplo rellenando una matriz de índice adaptado correspondiente con fósforo nanoescalar. Otra posibilidad sería la conversión de longitud de onda por medio de una pequeña plaquita fina o de una lámina "dotada" de fósforo nanoescalar.

Otras ventajas y detalles de la invención resultan de las figuras así como de la correspondiente descripción de las figuras.

La figura 1 muestra la inserción invisible de un dispositivo fotógeno 2, que presenta un chip semiconductor inorgánico 4, en un microagujero 9 de un cuerpo transparente 1. El cuerpo transparente 1 se ve en su conjunto en la figura 2.

Las figuras 3 y 4 muestran ejemplos de realización del elemento de contacto superior con y sin utilización de un microagujero, no siendo conforme a la invención la no utilización de un microagujero.

La figura 5 muestra un ejemplo de realización del Flip-Chip-Packaging con microagujero, representando la figura 6 el correspondiente ejemplo de realización no conforme a la invención sin utilización del microagujero.

En un primer paso se puede retirar de una plaquita 3 la capa de sustrato que sirvió para conseguir un crecimiento lo más uniforme posible de la capa de cristal. Por una parte esto puede ser necesario si el sustrato no deja pasar la luz. Sin embargo, también puede ser ventajoso para reducir considerablemente la profundidad del dispositivo. La estabilidad mecánica se garantiza por sí sola después del montaje del cuerpo transparente 1, puesto que el propio cuerpo 1 constituye entonces el sustrato. A continuación la plaquita 3 se divide en los distintos chips semiconductores 4 (Figura 1 a). Se puede reconocer una estructuración opcional de la superficie 5 por la cara inferior de los chips semiconductores 4 para aumentar la eficacia de desenclavamiento de la radiación generada en la/las capa/capas activas del diodo del chip semiconductor 4 que emite la radiación. Otra posibilidad de aumentar la eficacia de desenclavamiento son, por ejemplo, los cristales fotónicos.

A continuación el chip semiconductor 4 se puede rodear de fósforo que actúe como convertidor de longitud de onda 6 y dotar por uno de los lados del correspondiente reflector que actúe como espejo 7. En este caso el chip semiconductor inorgánico 4 se configura preferiblemente como LED UV-A o azul. Esta disposición se puede revestir de una capa termoconductora transparente, por ejemplo una combinación de nano-tubitos de silicón/carbono como disipadores de calor 8, que conduce el calor generado durante el funcionamiento al cuerpo 1.

En el ejemplo de realización mostrado, la capa superior 4a del chip semiconductor 4 formada preferiblemente por un sistema de material de semiconductores de nitruro III-V, por ejemplo GaN, presenta una dotación p y la capa inferior 4b una dotación n.

En la figura 1b el dispositivo 2 se ha insertado en un microagujero 9 de un cuerpo 1 de material transparente, fundamentalmente a ras con la superficie del cuerpo 1. Se puede ver el contacto del dispositivo 2 a través de una capa conductora transparente, aquí una capa de TCO (ITO), aplicada, por ejemplo, mediante vaporización o pulverización, que actúa de contacto eléctrico 10.

- 5 La figura 2 muestra una vista general del cuerpo 1. Como es lógico, el microagujero 9 y el dispositivo 2 no se representan a escala.

Referente a la figura 3:

- Representación esquemática simplificada de una variante de realización preferida del montaje de contacto superior: cuerpo 1 de material transparente; microagujero 9; capa conductora transparente 10; sustrato 12 (opcional); chip semiconductor inorgánico 4; capa de distribución de corriente transparente P o N 13 (+ contacto P o N, opcional); conexión conductora transparente 14 (por ejemplo ITO nanoescalar por medio de impresora de chorro de tinta; conexiones metálicas no perceptibles a causa de la microestructuración, por ejemplo partículas de plata nanoescalares en una matriz, aplicables por medio de impresora de chorro de tinta) o conexión metálica no perceptible a causa de la microestructuración (por ejemplo partículas de plata nanoescalares en una matriz, aplicables por medio de impresora de chorro de tinta); no se indican, entre otros, las capas aislantes opcionales (por ejemplo SiO₂), las capas de disipación de calor, los espejos selectivos de longitud de onda; el espacio que queda libre en el microagujero 9 se rellena en una variante de realización preferida con una matriz dotada de fósforo 6 de índice adaptado al del material transparente.
- 10
- 15

Referente a la figura 4:

- Representación esquemática simplificada de otra variante de realización preferida del montaje de contacto superior: cuerpo 1 de material transparente; capa conductora transparente 10; chip semiconductor inorgánico 4 (no sustrato - grosor < 20 µm); capa de distribución de corriente transparente P o N 13 (+ contacto P o N, opcional); conexión conductora transparente 14 (por ejemplo ITO nanoescalar por medio de impresora de chorro de tinta); opcional: convertidor de longitud de onda 6 (por ejemplo matriz fina imprimable endurecible bajo UV con fósforo nanoescalar embutido); opcional: capa de protección 15 (por ejemplo recubrimiento de sol-gel transparente imprimable resistente); no se indican, entre otros, las capas aislantes opcionales (por ejemplo SiO₂), las capas de disipación de calor, los espejos selectivos de longitud de onda.
- 20
- 25

Referente a la figura 5:

- Representación esquemática simplificada de una variante de realización preferida del montaje del Flip-Chip: cuerpo 1 de material transparente; capa conductora transparente 10; sustrato 12 (opcional); chip semiconductor inorgánico 4; capa de distribución de corriente transparente P o N 13 (+ contacto P o N, opcional); conexión conductora 14; no se indican, entre otros, las capas aislantes opcionales (por ejemplo SiO₂), las capas de disipación de calor, los espejos selectivos de longitud de onda; el espacio que queda libre en el microagujero 9 se rellena en una variante de realización preferida con una matriz dotada de fósforo 6 de índice adaptado al del material transparente.
- 30

- 35 Referente a la figura 6:

- Representación esquemática simplificada de otra variante de realización preferida del montaje del Flip-Chip: cuerpo 1 de material transparente; microagujero 9; capa conductora transparente 10; chip semiconductor inorgánico 4; capa de distribución de corriente transparente P o N 13 (+ contacto P o N, opcional); conexión conductora transparente 14 opcional: convertidor de longitud de onda (por ejemplo matriz fina imprimable endurecible bajo UV con fósforo nanoescalar embutido); opcional: capa de protección 15 (por ejemplo recubrimiento de sol-gel transparente imprimable resistente); no se indican, entre otros, las capas aislantes opcionales (por ejemplo SiO₂), las capas de disipación de calor, los espejos selectivos de longitud de onda; no se indican, entre otros, las capas aislantes opcionales (por ejemplo SiO₂), las capas de disipación de calor, los espejos selectivos de longitud de onda.
- 40

45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cuerpo de vidrio transparente, biselado al menos por secciones, con al menos un dispositivo fotógeno (2) dispuesto en el cuerpo (1), que presenta al menos un chip semiconductor inorgánico (4), practicándose en el cuerpo (1) un microagujero (9) para la recepción al menos parcial del chip semiconductor (4) y realizándose al menos el chip semiconductor (4) de forma transparente.
2. Cuerpo según la reivindicación 1, caracterizado por que el chip semiconductor (4) se configura para la emisión de radiación electromagnética en la zona espectral visible.
- 10 3. Cuerpo según la reivindicación 1, caracterizado por que el chip semiconductor (4) para la emisión de radiación electromagnética se configura fuera de la zona espectral visible.
4. Cuerpo según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado por que el dispositivo (2) presenta un convertidor de longitud de onda (6) para la conversión al menos parcial en luz de al menos una parte de la radiación emitida por el chip semiconductor (4).
- 15 5. Cuerpo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el dispositivo (2) presenta un espejo al menos parcialmente transparente (7) que refleja al menos parte de la radiación emitida por el chip semiconductor (4) al interior del cuerpo (1).
6. Cuerpo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el microagujero (9) se dispone en una superficie del cuerpo (1).
- 20 7. Cuerpo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el suministro de energía al dispositivo (2) se produce a través de contactos eléctricos (10) dispuestos de forma invisible en o dentro del cuerpo (1).
8. Cuerpo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el dispositivo (2) se configura para la emisión de luz blanca.
9. Cuerpo según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el dispositivo (2) tiene un tamaño inferior a 100 μm .
- 25 10. Cuerpo según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que todos los componentes del dispositivo (2) son transparentes.
11. Cuerpo según la reivindicación 1 ó 10, caracterizado por que el dispositivo (2) se embute en un medio de inmersión óptica cuyo índice de refracción se adapta al del material transparente del cuerpo (1).

30

Fig. 1a

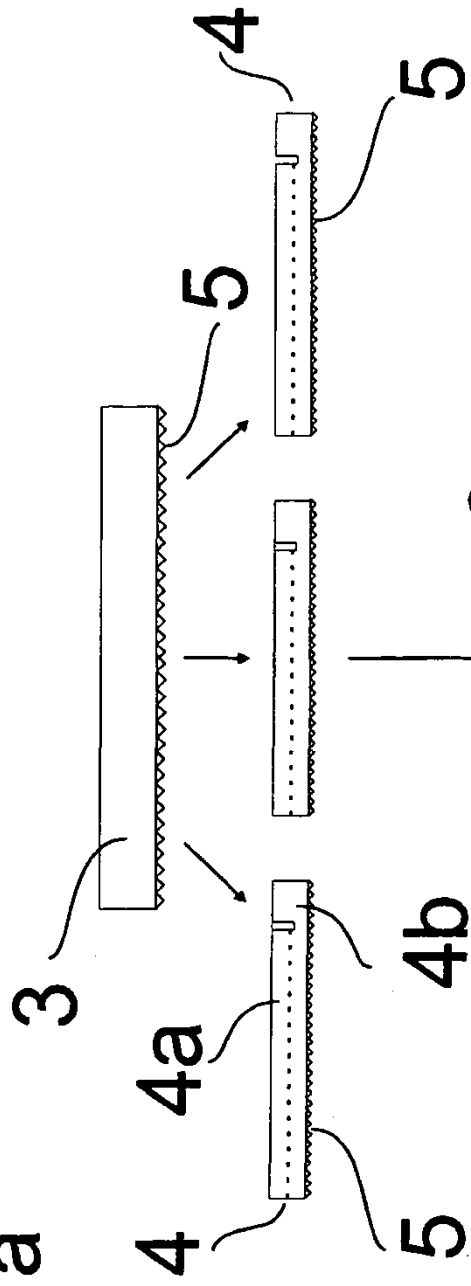


Fig. 1b

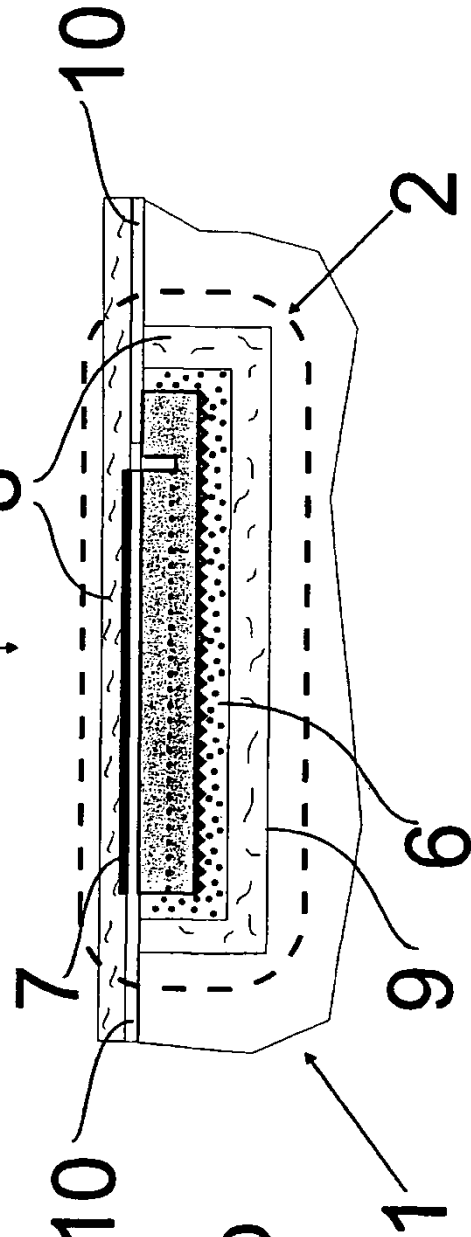


Fig. 2

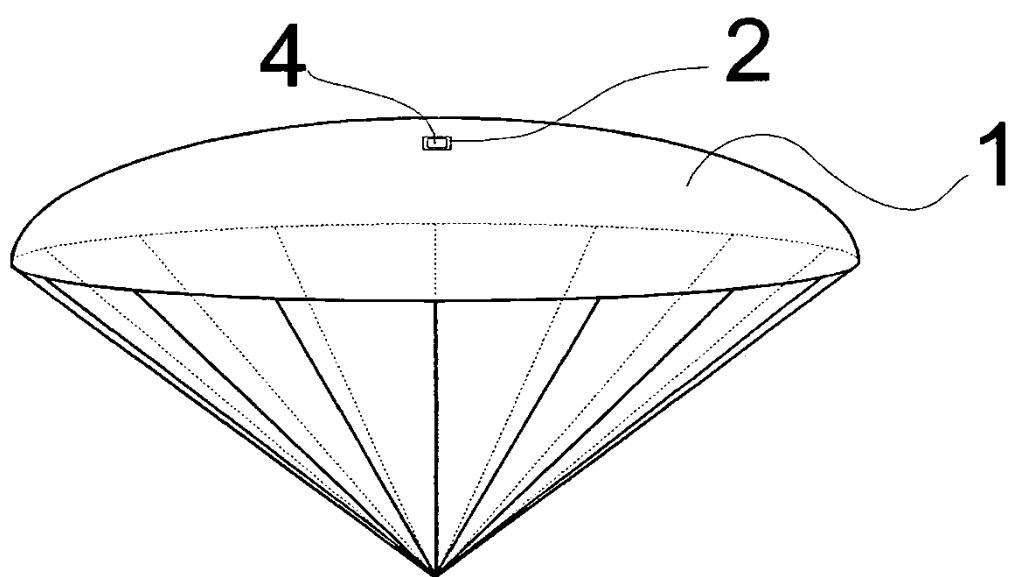


Fig. 3

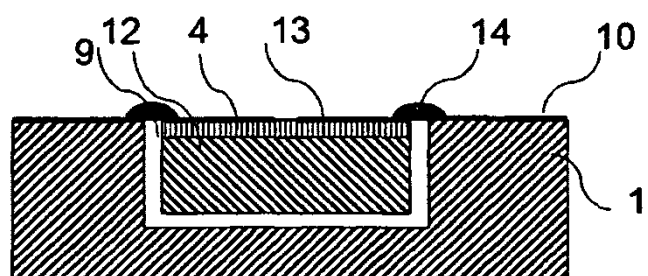


Fig. 4

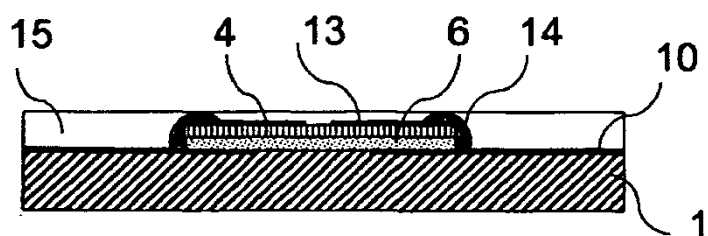


Fig. 5

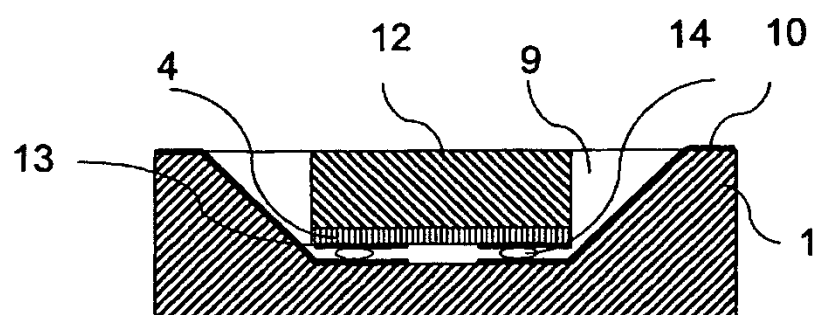


Fig. 6

