

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 984**

51 Int. Cl.:
H01L 25/075 (2006.01)
G02B 27/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06821092 .1**
96 Fecha de presentación: **15.09.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1932178**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.06.2008**

54 Título: **Dispositivo de diodo emisor de luz de alto brillo**

30 Prioridad:
28.09.2005 EP 05108964

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.05.2012

73 Titular/es:
KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.
GROENEWOUDSEWEG 1
5621 BA EINDHOVEN, NL

72 Inventor/es:
VAN AS, Marco y
SORMANI, Joseph, L., A., M.

74 Agente/Representante:
Zuazo Araluze, Alexander

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).

ES 2 379 984 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de diodo emisor de luz de alto brillo.

La presente invención se refiere a un dispositivo de diodo emisor de luz (LED) que comprende una pluralidad de chips LED.

5 Los chips LED se usan cada vez más para fines de alumbrado e iluminación. Por ejemplo, para crear luz blanca, se usan LED azules o de UV recubiertos con fósforo, denominados LED convertidos con fósforo. El fósforo convierte al menos parte de la radiación azul en por ejemplo luz amarilla. Juntas, la luz azul no convertida y la luz amarilla generan una luz blanca.

10 Sin embargo, los chips LED individuales no proporcionan actualmente el brillo suficiente para muchas aplicaciones, como visualización de proyecciones e iluminación delantera de coche. Por tanto, se usan dispositivos LED que comprenden series de chips LED, por ejemplo como se da a conocer en el documento US6325524. En el documento US6325524, así como en el documento US 2005/067944 y en muchos otros múltiples dispositivos de chip LED conocidos, varios chips LED se colocan uno al lado del otro sobre un sustrato. La luz desde los chips LED se recoge entonces mediante un sistema óptico que cubre los chips LED. Sin embargo, debido a la amplia extensión del sistema óptico que cubre todos los chips LED, hay una pequeña cantidad de luz por unidad de área de superficie, dando como resultado un bajo brillo.

Es un objeto de la presente invención superar este problema y proporcionar un dispositivo LED de alto brillo, mejorado.

20 Este y otros objetos que serán evidentes a partir de la siguiente descripción se logran por medio de un dispositivo LED que comprende una pluralidad de chips LED situados sobre un sustrato, y una pluralidad de elementos de guiado de luz que tienen cada uno una ventana de entrada y una ventana de salida, en el que los elementos están dispuestos para permitir transferir luz desde al menos un chip LED desde la ventana de entrada a la ventana de salida, y en el que los elementos se disponen además de modo que las ventanas de salida forman varias superficies laterales interiores de una cavidad, cavidad que tiene además una abertura de salida para permitir la extracción de luz desde el dispositivo.

La invención se basa en la comprensión de que guiando luz desde una pluralidad de chips LED a una cavidad común, la luminancia de la abertura de salida de la cavidad puede ser mayor que la luminancia de un único chip LED. Ello sin que el tamaño de la abertura de salida exceda significativamente el tamaño de uno de los chips LED. Por tanto, puede conseguirse un dispositivo LED de alto brillo.

30 Preferiblemente, al menos un chip LED adicional se sitúa sobre el sustrato para emitir luz en la superficie inferior de la cavidad opuesta a la abertura de salida. Esto incrementa adicionalmente el brillo del dispositivo LED. El al menos un chip LED adicional puede por ejemplo colocarse en la superficie inferior de la cavidad, en caso de que la cavidad esté de manera razonable a nivel con el sustrato. Alternativamente, el al menos un chip LED adicional puede dotarse de un elemento de guiado de luz adicional para transferir luz desde el/los LED adicional(es), desde una ventana de entrada a una ventana de salida del elemento de guiado de luz adicional, en el que la superficie inferior de la cavidad está formada esencialmente por la ventana de salida. El elemento de guiado de luz adicional es útil por ejemplo en caso de que la cavidad no esté a nivel con el sustrato.

40 Supongamos que la cavidad tiene cuatro superficies laterales interiores, cada superficie lateral interior con una ventana de salida que transfiere luz desde un chip LED. Además, un quinto chip LED se coloca en la superficie inferior de la cavidad. Además, el tamaño de la superficie inferior y el tamaño de la abertura de salida corresponden preferiblemente al área del chip LED inferior. En tal caso, para un sistema sin pérdidas, el brillo podría ser cinco veces mayor que para un único chip LED, manteniéndose el área de emisión de luz.

45 En una realización de la presente invención, cada elemento de guiado de luz es un prisma triangular que tiene una primera, una segunda y una tercera cara lateral, en el que las caras laterales primera y segunda están dispuestas en un ángulo esencialmente recto. Es decir, el área de la base del prisma es un triángulo rectángulo. Además, la ventana de entrada puede formarse en al menos una parte de una de las caras laterales en ángulo recto, y la ventana de salida puede formarse en al menos una parte de la otra cara lateral en ángulo recto. Preferiblemente, el tamaño de las ventanas de entrada y de salida corresponde al tamaño del chip LED. En un caso en el que la ventana de entrada y la ventana de salida cubren esencialmente todas caras laterales en ángulo recto, respectivamente, los chips LED pueden colocarse muy juntos sobre el sustrato, lo que permite un dispositivo LED compacto. En un caso en el que la ventana de entrada y la ventana de salida sólo cubren una parte de las caras laterales en ángulo recto, respectivamente, los chips LED pueden colocarse más alejados unos de otros sobre el sustrato, lo que facilita la fabricación.

55 Preferiblemente, la cara lateral que aloja la ventana de salida y la tercera cara lateral están dispuestas en un ángulo de aproximadamente 45°. Sin embargo, la cara lateral que aloja la ventana de salida y la tercera cara lateral pueden disponerse alternativamente en un ángulo agudo. Esto mejora la reflexión interna total dentro del prisma.

En otra realización de la presente invención, los elementos de guiado de luz comprenden además un paralelepípedo rectangular que extiende el prisma triangular en una de las caras laterales en ángulo recto del prisma, en el que la ventana de entrada se forma en al menos una parte de la otra cara lateral en ángulo recto, y la ventana de salida se forma en al menos una parte de la cara del paralelepípedo rectangular opuesta a la cara dirigida hacia el prisma. Esto permite a los chips LED colocarse más alejados unos de otros sobre el sustrato, lo que facilita la fabricación. El prisma triangular y el paralelepípedo rectangular pueden formarse de una pieza, es decir se crean y se forman de manera solidaria en una única pieza o trozo de material, en contraposición a dos partes separadas unidas entre sí.

El dispositivo LED puede comprender además fósforo para convertir la longitud de onda de al menos parte de la luz o radiación desde los chips LED. La cavidad puede por ejemplo estar dotada internamente de un recubrimiento de fósforo. Es decir, las ventanas de salida de los elementos de guiado de luz y el chip LED adicional colocado en la parte inferior de la cavidad pueden estar dotadas de un recubrimiento de fósforo. Como alternativa a los recubrimientos de fósforo, toda la cavidad puede llenarse con un material de fósforo. El fósforo, en combinación con chips LED azules o de UV, permite a un dispositivo LED emitir por ejemplo luz blanca.

Preferiblemente se interpone un filtro entre cada chip LED y elemento de guiado de luz, o entre cada elemento de guiado de luz y el fósforo, filtro que está adaptado para transmitir luz no convertida desde los chips LED y reflejar luz convertida. Los filtros ofrecen la ventaja de evitar pérdidas de luz y dirigen toda la luz convertida hacia delante hacia la cavidad. Esto da como resultado extracción de luz eficiente y un brillo aumentado. Otro filtro puede situarse encima del fósforo, filtro que está adaptado para reflejar luz no convertida. Por tanto, cualquier luz no convertida desde los chips LED se refleja de vuelta para su conversión o mezcla. Esto da como resultado también una extracción de luz eficiente y un brillo aumentado.

La cavidad del dispositivo LED puede llenarse además con una resina transparente, tal como resina de silicona, para potenciar la eficiencia de desacoplamiento del dispositivo.

El dispositivo LED puede comprender además un elemento óptico, tal como un colimador, una lente de desacoplamiento o un concentrador parabólico compuesto (CPC), dispuesto para recibir cualquier luz emitida desde la abertura de salida. El colimador ofrece la ventaja de que el ángulo de emisión puede reducirse a cualquier valor deseado, mientras que la lente de desacoplamiento y el CFC pueden potenciar el desacoplamiento de luz desde el dispositivo. Preferiblemente, en caso de que la cavidad se llene con una resina transparente, el elemento óptico está en contacto óptico con la resina transparente.

Este y otros aspectos de la presente invención se describirán a continuación con más detalle, con referencia a los dibujos adjuntos que muestran realizaciones actualmente preferidas de la invención.

La figura 1a es una vista lateral en sección transversal esquemática de un dispositivo LED según una realización de la invención;

la figura 1b es una vista esquemática en perspectiva del dispositivo LED de la figura 1a;

la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de una variante del dispositivo LED de las figuras 1a a 1b;

las figuras 3a a 3b son vistas laterales en sección transversal esquemáticas de otras variantes del dispositivo LED de las figuras 1a a 1b.

la figura 4 es una vista lateral en sección transversal esquemática de otra variante del dispositivo LED de las figuras 1a a 1b;

la figura 5a es una vista lateral en sección transversal esquemática de un dispositivo LED según otra realización de la invención;

la figura 5b es una vista esquemática en perspectiva del dispositivo LED de la figura 5a;

la figura 6a es una vista lateral en sección transversal esquemática de un dispositivo LED según aún otra realización de la invención;

la figura 6b es una vista esquemática en perspectiva del dispositivo LED de la figura 6a; y

la figura 7 es una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo LED que tiene una cavidad con forma rectangular.

Las figuras 1a y 1b muestran un dispositivo 10 LED según una realización de la invención. El dispositivo 10 LED comprende cinco chips 12 LED situados sobre un sustrato 14 plano en una formación en cruz. Los chips 12 LED se colocan adyacentes o casi adyacentes entre sí sobre el sustrato 14.

Cada chip 12 LED, excepto el chip 12a LED colocado de manera central, está dotado de un prisma 16 triangular de guiado de luz. Cada prisma 16 tiene una primera 18a, una segunda 18b y una tercera 18c cara lateral. Las caras laterales primera 18a y segunda 18b están dispuestas en un ángulo esencialmente recto. La primera cara 18a lateral

está orientada hacia el chip 12 LED, mientras que la segunda cara 18b lateral forma una superficie 20 lateral interior de una cavidad 22. Además, una ventana 24 de entrada se forma en la primera cara 18a lateral, y una ventana de salida 26 se forma en la segunda cara 18b lateral. Todas las caras de los prismas 16, excepto las ventanas 24 y 26 de entrada y de salida, están cubiertas con un recubrimiento reflectante (no mostrado), para permitir la transferencia de luz desde la ventana 24 de entrada a la ventana 26 de salida. El recubrimiento reflectante en los prismas está preferiblemente en contacto no óptico con el prisma para conservar las reflexiones internas totales sin pérdidas.

Por tanto, en las figuras 1a y 1b, cada una de las cuatro ventanas 22 de salida forma una de las cuatro superficies 20 laterales interiores de la cavidad 22. Preferiblemente, el tamaño de las ventanas 24 y 26 de entrada y de salida corresponde al tamaño de los chips 12 LED cuadrados, dando como resultado una cavidad 22 cúbica. La cavidad 22 tiene además una superficie 28 inferior, en la que se coloca el chip 12a LED central, y una abertura 30 de salida opuesta a la superficie 28 inferior.

Al hacer funcionar el dispositivo 10 LED, la luz desde los chips 12 LED dotados de prismas 16 se acopla en el interior del respectivo prisma 16 a través de la ventana 24 de entrada. La luz se guía entonces a través del prisma 16 a la ventana 26 de salida, y hacia el interior de la cavidad 22. Al mismo tiempo, la luz desde el chip 12a LED en la superficie inferior se emite a la cavidad 22. La luz puede finalmente salir de la cavidad 22 a través de la abertura 30 de salida. Por tanto, incluso aunque el tamaño de la abertura de salida corresponda al tamaño de un único chip LED, emite luz procedente de los cinco chips LED, dando como resultado un dispositivo LED de alto brillo.

Preferiblemente, los chips 12 LED se adaptan para emitir luz azul o radiación UV. En ese caso, las ventanas 26 de salida que forman las superficies interiores de la cavidad 22, así como el chip 12a LED inferior, pueden dotarse de un recubrimiento 32 de fósforo. Por ejemplo, en el caso de chips LED azules, el recubrimiento de fósforo convierte parte de la luz azul emitida desde los chips 12 LED en por ejemplo luz amarilla, luz amarilla que junto con luz azul no convertida puede generar luz blanca. Como alternativa a los recubrimientos 32 de fósforo, la cavidad 22 puede llenarse completamente con un material 34 de fósforo, tal como se ilustra en la figura 2. En tal caso, el fósforo absorberá más luz azul, generando de ese modo más luz amarilla.

Un filtro (no mostrado) que transmite luz azul o radiación UV y refleja luz convertida puede colocarse opcionalmente entre cada chip LED y cada prisma, o entre los prismas y el fósforo o recubrimiento de fósforo, así como entre el chip 12a LED y el fósforo o recubrimiento de fósforo. De esta forma, la luz convertida puede enviarse hacia la cavidad. El filtro puede ser por ejemplo un espejo dicróico. Además, los filtros que reflejan azul o UV (no mostrados) pueden colocarse encima de los recubrimientos de fósforo o encima del material de fósforo en la abertura de salida, para reflejar de vuelta cualquier luz no convertida y darle otra oportunidad para convertirse o mezclarse. Los filtros mencionados anteriormente contribuyen a mejorar el brillo del dispositivo LED.

Para potenciar la eficiencia de desacoplamiento del dispositivo LED, la cavidad 22 del dispositivo LED puede llenarse con una resina 46 transparente, tal como resina de silicona, tal como se ilustra en las figuras 3a a 3b. En la figura 3a, la resina transparente está en contacto óptico (en la abertura de salida) con una lente 48 de desacoplamiento, y en la figura 3b con un CPC 50, para potenciar adicionalmente el desacoplamiento.

Otra variante del dispositivo LED en las figuras 1a a 1b se ilustra en la figura 4. En la figura 4, hay un ángulo agudo entre la segunda cara 18b lateral que aloja la ventana 26 de salida y la tercera cara 18c lateral, en comparación con el ángulo de aproximadamente 45° en las figuras 1a a 1b. El ángulo agudo mejora la cantidad de reflexión interna total dentro de los prismas 16.

Un dispositivo 10 LED según otra realización de la invención se ilustra en las figuras 5a a 5b. En las figuras 5a a 5b, cada prisma 16 triangular se extiende, en la cara lateral 18b, mediante un paralelepípedo 36 rectangular, formado una única estructura de guiado de luz. La ventana 24 de entrada se forma en la cara 18a lateral de la parte del prisma, y la ventana 26 de salida se forma en la cara 38a de la parte del paralelepípedo rectangular opuesta a la cara 38b dirigida hacia el prisma. Cada prisma 16 y paralelepípedo 36 rectangular están formados preferiblemente de una pieza. En esta realización, los chips 12 LED pueden colocarse más distanciados en comparación con el dispositivo LED de las figuras 1 a 4, lo que facilita la fabricación.

Un dispositivo 10 LED según aún otra realización se ilustra en las figuras 6a a 6b. En las figuras 6a a 6b, el dispositivo LED comprende prismas 16 triangulares como por ejemplo en la figura 1, sin embargo la ventana 24 de entrada se forma sólo en una parte de la primera cara 18a lateral, y la ventana 26 de salida se forma sólo en una parte la segunda cara 18b lateral. Esto da como resultado un dispositivo LED en el que los chips LED pueden colocarse separados entre sí, y una cavidad que se eleva por encima de la superficie del sustrato. En esta realización, el chip 12a LED central está dotado preferiblemente de un elemento 40 de guiado de luz adicional que tiene una ventana 42 de entrada y una ventana 44 de salida, en el que la ventana 44 de salida forma la superficie inferior de la cavidad. Preferiblemente, los prismas 16 y el elemento 40 de guiado de luz adicional están formados de una pieza, lo que facilita la fabricación del dispositivo LED.

Aunque anteriormente se ha dado a conocer un dispositivo LED que tiene cinco chips LED, se apreciará que la invención no se limita en este sentido, ya que puede usarse un número diferente de chips LED en el dispositivo LED. Por ejemplo, se concibe un dispositivo LED que tiene tres chips LED y una cavidad con una superficie inferior

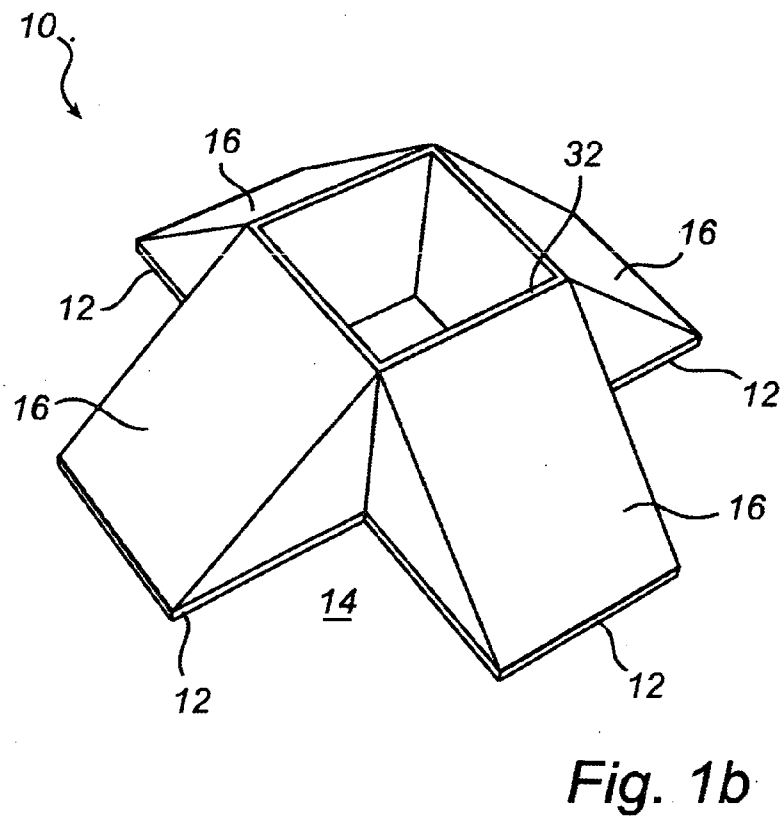
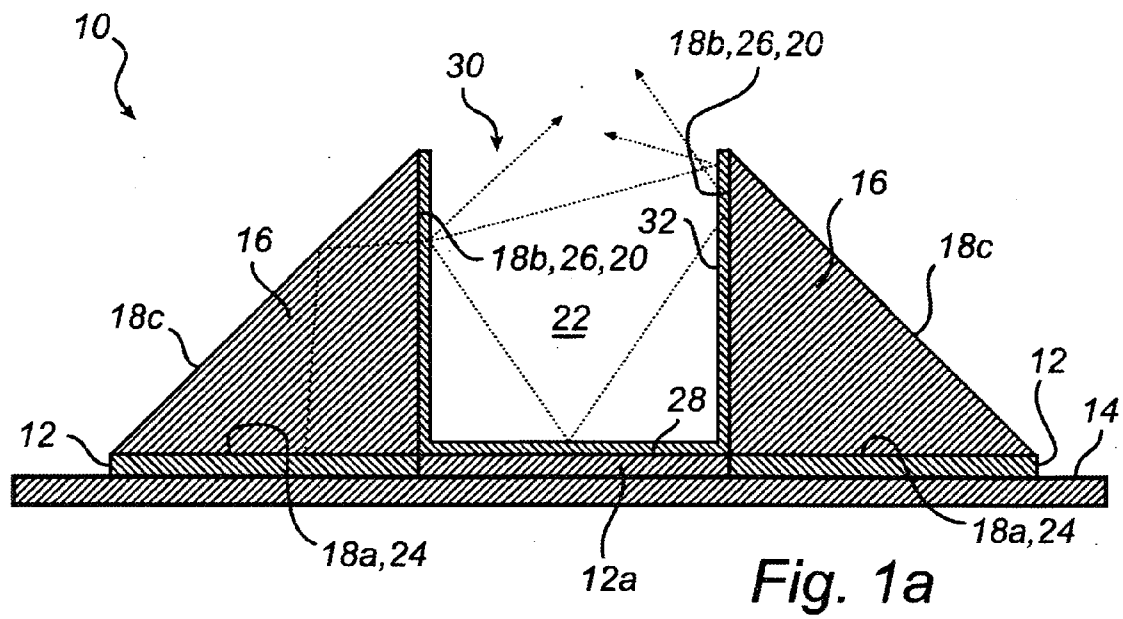
5 triangular y una abertura de salida. Además, varios chips y elementos de guiado de luz pueden disponerse unos junto a los otros, un ejemplo de lo cual se describe en la figura 7. En la figura 7 hay una cavidad con forma rectangular con varios chips LED dispuestos en la superficie inferior, varios chips 12 LED y prismas 16 dispuestos a lo largo del lado largo de la cavidad, y un único chip 12 LED y prisma 16 dispuestos en cada lado corto de la cavidad. Alternativamente, un único prisma 16 alargado puede soportar varios de los chips 12 LED colocados en uno de los lados largos de la cavidad.

Además, los diversos aspectos descritos en relación a las figuras 1 a 4, tal como LED azules o de UV, filtros de longitudes de onda, cavidad llena de fósforo, etc., pueden implementarse también en los dispositivos LED mostrados en las figuras 5 a 7.

10

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10) de diodo emisor de luz (LED), que comprende:
una pluralidad de chips (12) LED situados sobre un sustrato (14), y
una pluralidad de elementos (16, 36) de guiado de luz que tienen cada uno una ventana (24) de entrada y una ventana (26) de salida,
en el que dichos elementos están dispuestos para permitir transferir luz desde al menos un chip LED desde dicha ventana de entrada a dicha ventana de salida,
caracterizado porque
dichos elementos están dispuestos además de modo que dichas ventanas de salida forman varias superficies (20) laterales interiores de una cavidad (22), cavidad que tiene además una abertura (30) de salida para permitir la extracción de luz desde dicho dispositivo.
2. Dispositivo LED según la reivindicación 1, en el que dicha cavidad tiene una superficie (28) inferior opuesta a la abertura de salida, y en el que al menos un chip (12a) LED adicional se sitúa sobre el sustrato para emitir luz en la superficie inferior de la cavidad.
3. Dispositivo LED según la reivindicación 1, en el que cada elemento de guiado de luz comprende un prisma (16) triangular que tiene una primera (18a), una segunda (18b) y una tercera (18c) cara lateral, estando dispuestas dichas caras laterales primera y segunda en un ángulo esencialmente recto.
4. Dispositivo LED según la reivindicación 3, en el que dicha ventana de entrada se forma en al menos una parte de una de las caras laterales en ángulo recto, y dicha ventana de salida se forma en al menos una parte de la otra cara lateral en ángulo recto.
5. Dispositivo LED según la reivindicación 4, en el que la cara lateral que aloja la ventana de salida y la tercera cara lateral están dispuestas en un ángulo de aproximadamente 45°.
6. Dispositivo LED según la reivindicación 4, en el que la cara lateral que aloja la ventana de salida y la tercera cara lateral están dispuestas en un ángulo agudo.
7. Dispositivo LED según la reivindicación 3, en el que cada elemento de guiado de luz comprende además un paralelepípedo (36) rectangular que extiende el prisma triangular en una de las caras laterales en ángulo recto del prisma triangular, y en el que dicha ventana de entrada se forma en al menos una parte de la otra cara lateral en ángulo recto, y dicha ventana de salida se forma en al menos una parte de la cara (38a) del paralelepípedo rectangular opuesta a la cara (38b) dirigida hacia el prisma.
8. Dispositivo LED según la reivindicación 7, en el que dichos prisma triangular y paralelepípedo rectangular están formados de una pieza.
9. Dispositivo LED según la reivindicación 1, en el que el tamaño de las ventanas de entrada y de salida corresponde esencialmente al tamaño de los chips LED.
10. Dispositivo LED según la reivindicación 1, en el que dicha cavidad está dotada internamente de un recubrimiento (32) de fósforo para convertir la longitud de onda de al menos parte de la luz emitida desde los chips LED.
11. Dispositivo LED según la reivindicación 1, en el que dicha cavidad se llena con un material (34) de fósforo para convertir la longitud de onda de al menos parte de la luz emitida desde los chips LED.
12. Dispositivo LED según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11, en el que se interpone un filtro entre cada chip LED y elemento de guiado de luz, o entre cada elemento de guiado de luz y el fósforo, filtro que está adaptado para transmitir luz no convertida y reflejar luz convertida.
13. Dispositivo LED según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que se sitúa un filtro encima del fósforo, filtro que está adaptado para reflejar luz no convertida.
14. Dispositivo LED según la reivindicación 1, en el que dicha cavidad se llena con una resina (46) transparente.
15. Dispositivo LED según la reivindicación 1, que comprende además un elemento óptico, tal como un colimador, una lente (48) de desacoplamiento o un concentrador (50) parabólico compuesto, dispuesto para recibir cualquier luz emitida desde dicha abertura de salida



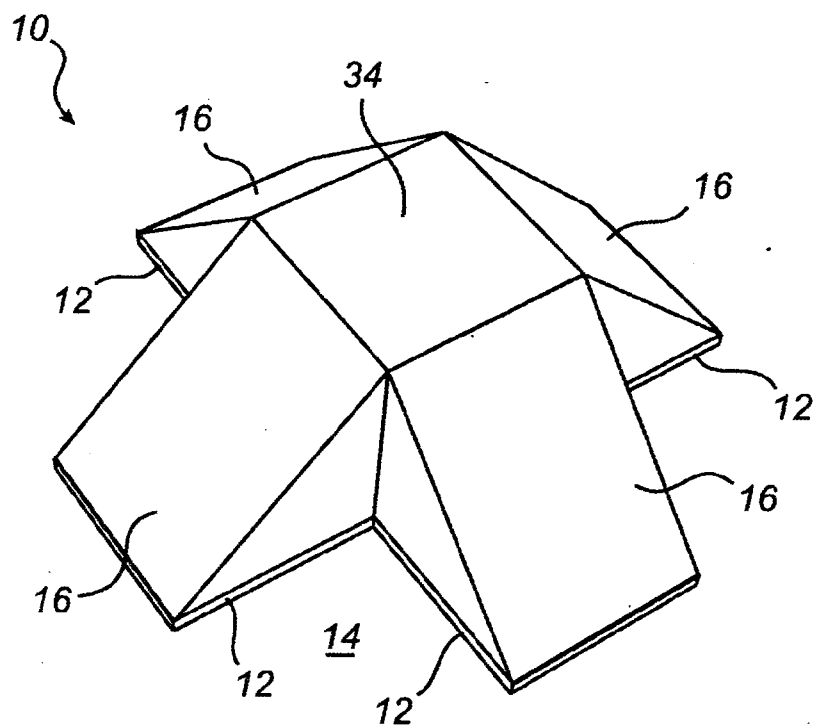


Fig. 2

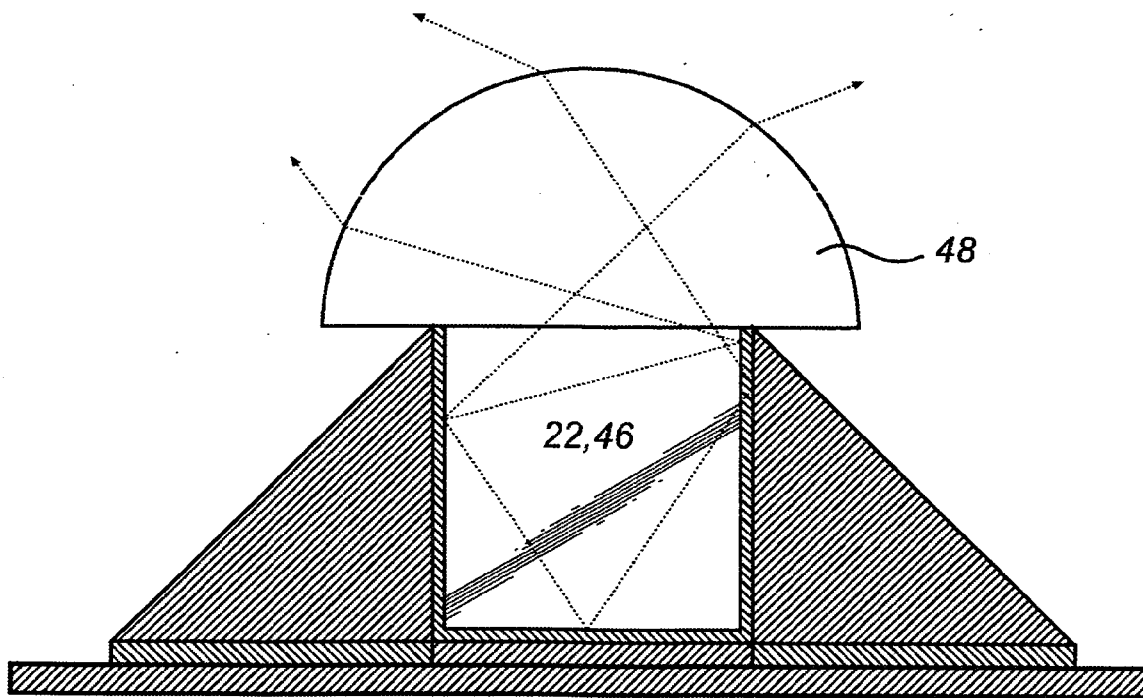


Fig. 3a

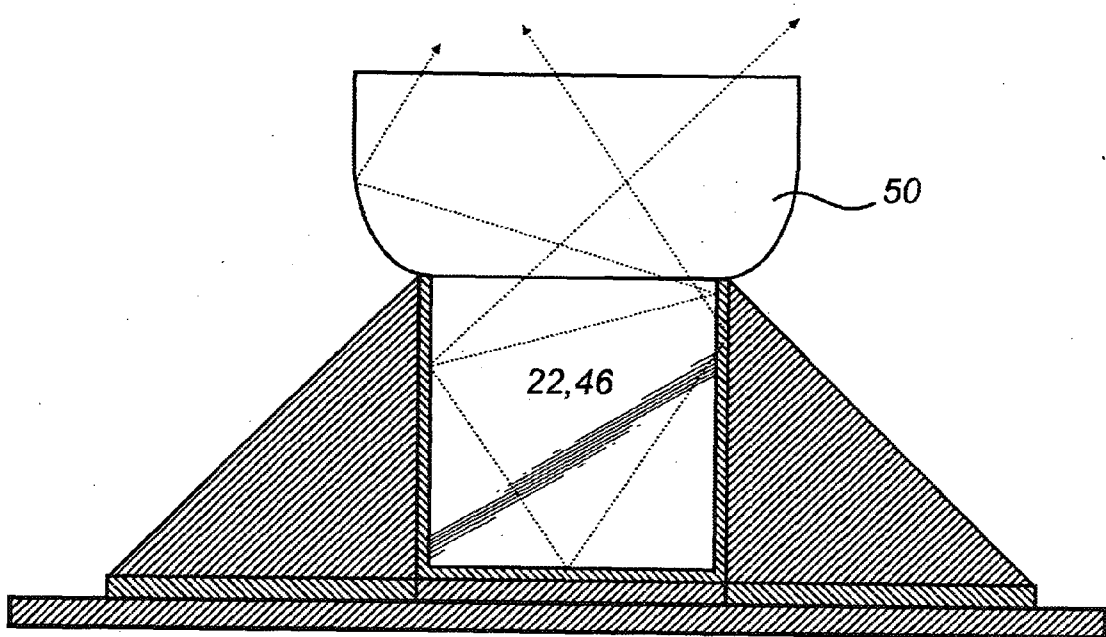


Fig. 3b

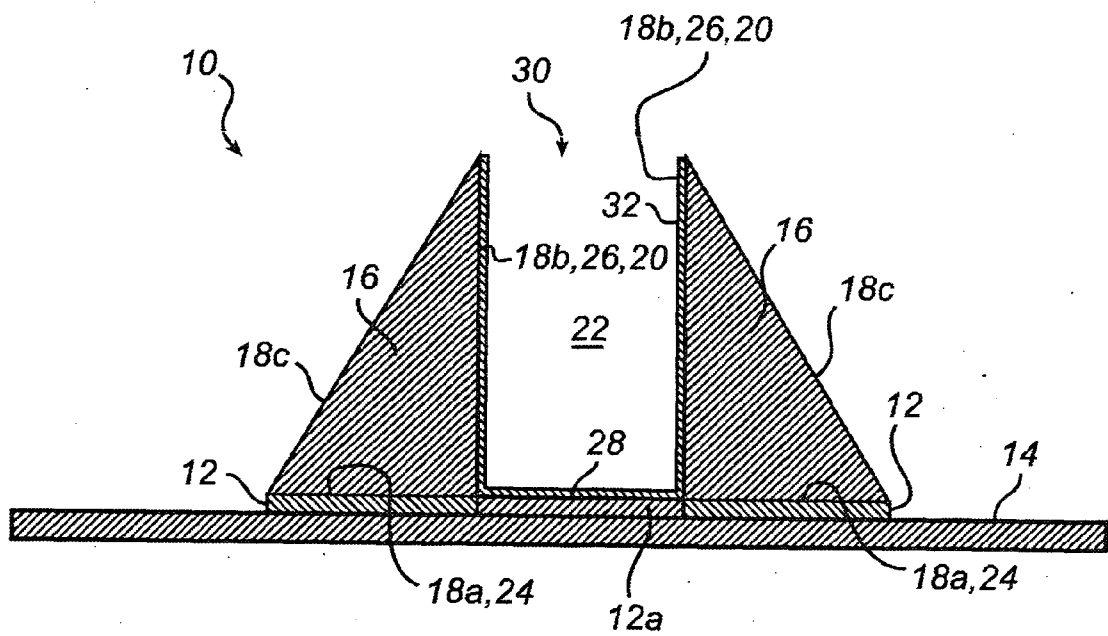
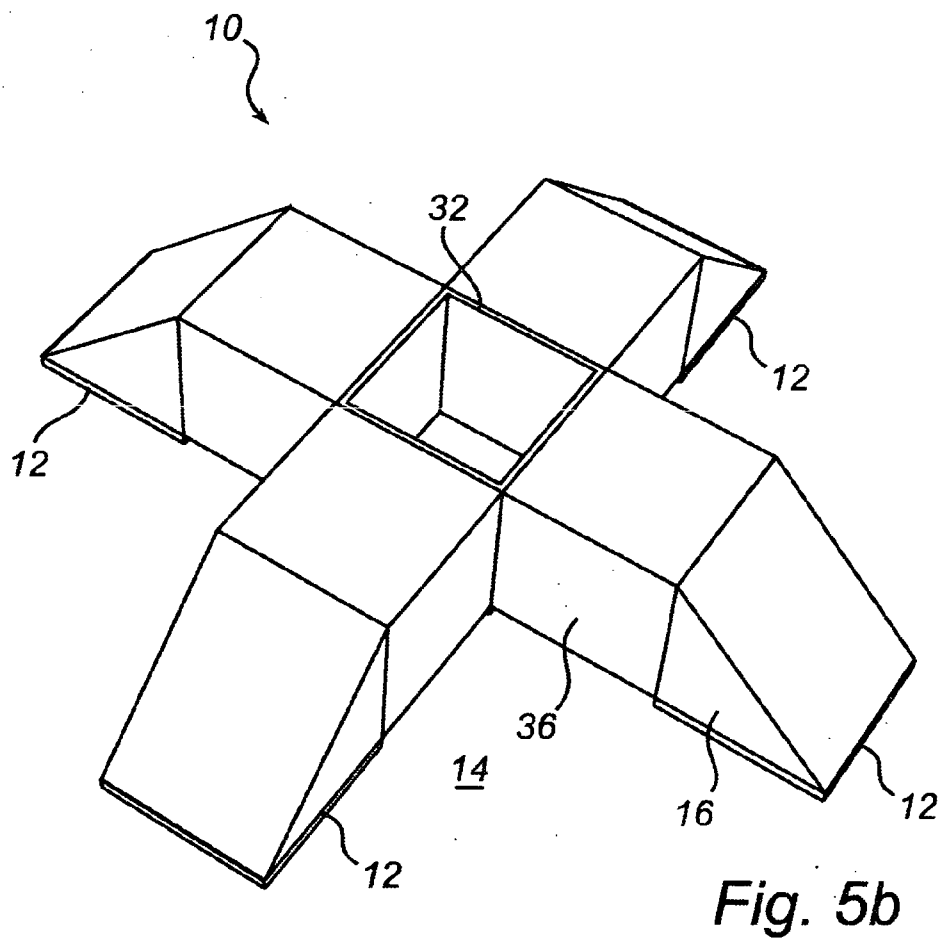
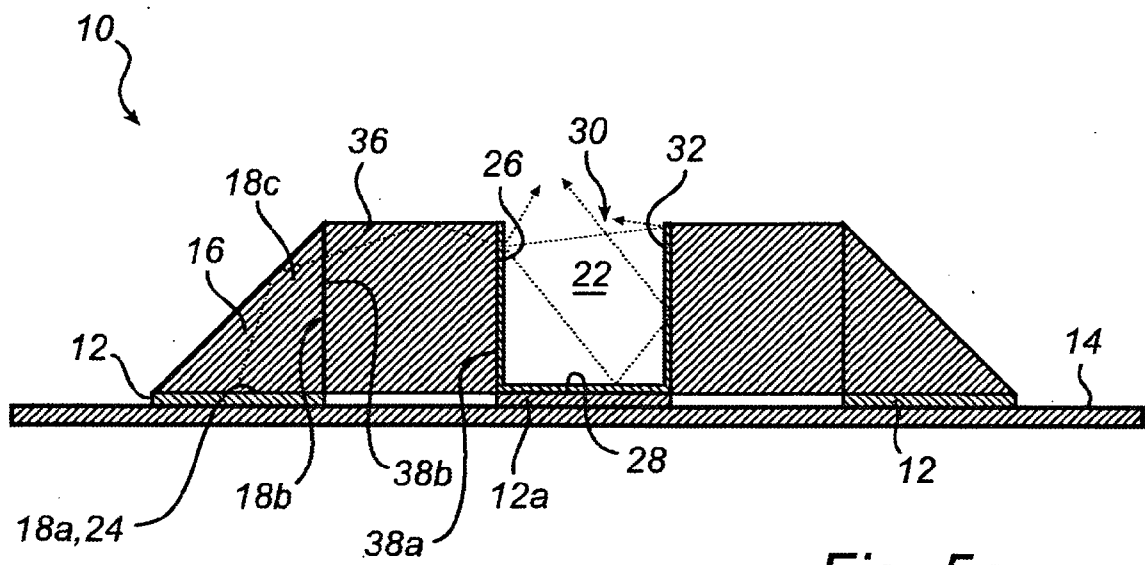


Fig. 4



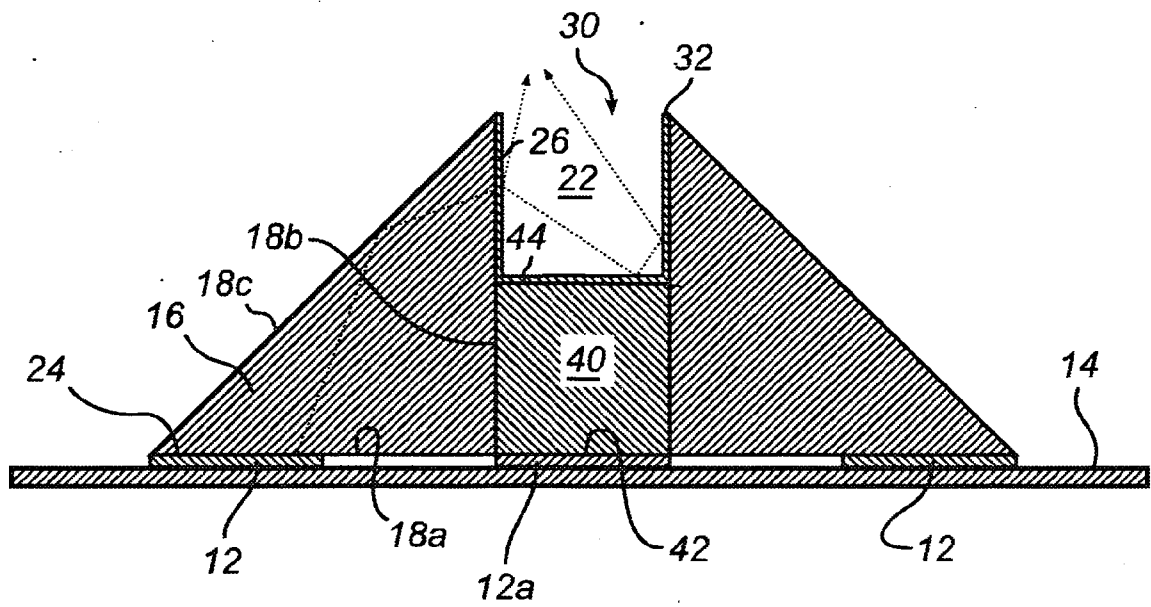


Fig. 6a

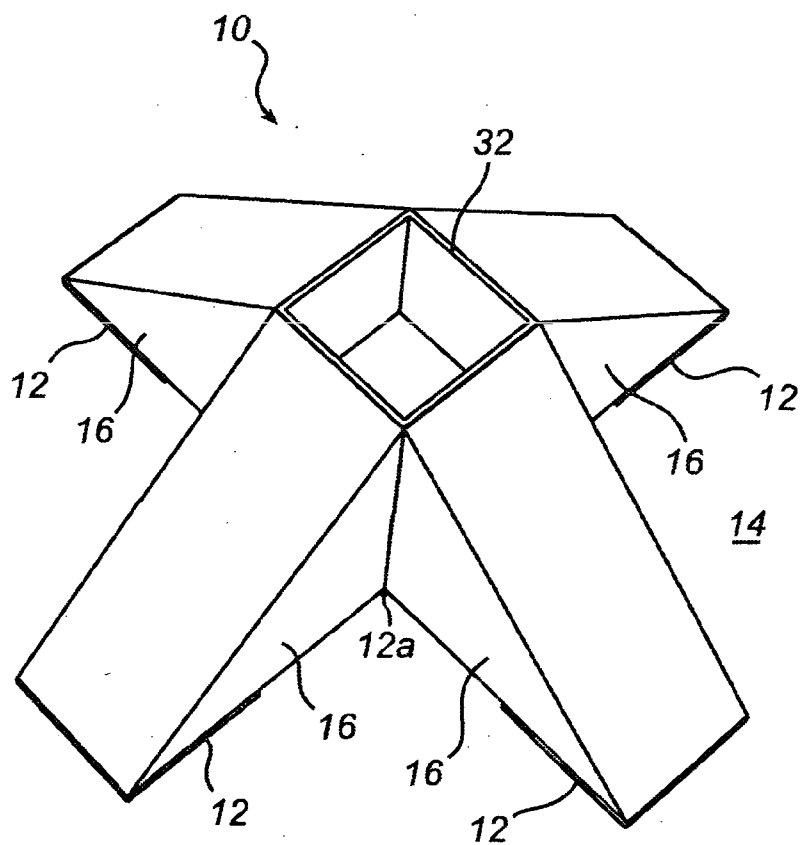


Fig. 6b

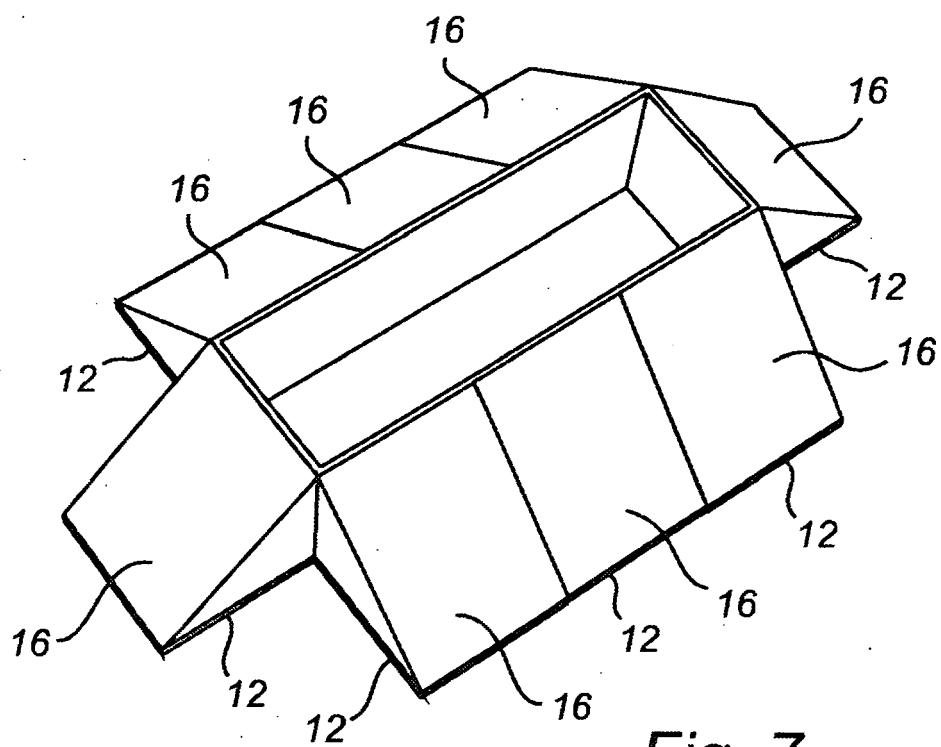


Fig. 7