

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 504**

51 Int. Cl.:

H02S 99/00 (2014.01)

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2011 PCT/CZ2011/000076**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2012 WO12100758**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2011 E 11784576 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 2668717**

54 Título: **Elemento fotovoltaico con un resonador con amortiguación electromagnética**

30 Prioridad:

27.01.2011 CZ 20110042

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

19.02.2020

73 Titular/es:

**VYSOKÉ UCENÍ TECHNICKÉ V BRNE (100.0%)
Antonínská 548/1
601 90 Brno, CZ**

72 Inventor/es:

PAVEL, FIALA

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 743 504 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

Elemento fotovoltaico con un resonador con amortiguación electromagnética

5 Campo técnico de la invención

La invención se refiere a un elemento fotovoltaico que incluye un resonador y se caracteriza por una alta tasa de eficacia relacionada con la transformación de la energía de la luz en energía eléctrica, comprendiendo el elemento una estructura de semiconductores localizada entre dos electrodos.

10

Estado de la técnica

En la energía fotovoltaica contemporánea se aplican, en general, los principios de más de cincuenta años de la transformación de la radiación electromagnética solar (radiación electromagnética de banda ancha dentro del intervalo de longitud de onda de 100 nm a 10000 nm). Las células solares están compuestas por dos capas semiconductoras (siendo el silicio el material habitual) localizadas entre dos electrodos metálicos. Una de las capas (un material de tipo N) comprende una multitud de electrones cargados negativamente, mientras que la otra capa (un material de tipo P) muestra una gran cantidad de "agujeros" definibles como espacios vacíos que aceptan fácilmente electrones. Los dispositivos que transforman ondas electromagnéticas en una onda electromagnética de baja frecuencia, o un componente directo, se conocen como transversores/convertidores. Para este fin, se aplican unas estructuras de semiconductores con diferentes conceptos y tipos de arquitectura, respetando solo los resultados experimentales del efecto de transformación de ondas electromagnéticas.

Las antenas, detectores o estructuras diseñadas hasta la fecha no están sintonizadas en resonancia; las estructuras de semiconductores aplicadas enfrentan dificultades considerables para tratar con ondas electromagnéticas estacionarias emergentes.

Soluciones similares utilizan los principios de las antenas, así como la transformación de una onda electromagnética progresiva a otro tipo de radiación electromagnética (es decir, una onda electromagnética progresiva que tiene diferente polarización o una onda electromagnética estacionaria) y su posterior procesamiento. Se producen ciertos problemas en relación con la onda electromagnética incidente y su reflejo, así como en relación con el carácter de amplio espectro de la radiación solar. En general, no es fácil construir una antena capaz de mantener las características diseñadas en el amplio espectro para un periodo de varias décadas.

El documento WO 2009/064736A1 desvela métodos, dispositivos y sistemas para recolectar energía de la radiación electromagnética, incluyendo recolectar energía de la radiación electromagnética. En una realización, un dispositivo incluye un sustrato y uno o más elementos de resonancia dispuestos en o sobre el sustrato. Los elementos de resonancia están configurados para tener una frecuencia resonante, por ejemplo, en al menos uno de los espectros de luz infrarroja, infrarroja cercana y visible. Se puede disponer una capa de material conductor sobre una parte del sustrato para formar un plano de tierra. Puede disponerse una capa de material conductor sobre una parte del sustrato para formar un plano de tierra. Puede formarse un espacio de resonancia óptica o capa de separación entre los elementos de resonancia y el plano de tierra. El espacio de resonancia óptica se extiende una distancia entre los elementos de resonancia y la capa del material conductor aproximadamente un cuarto de longitud de onda de una longitud de onda de la frecuencia resonante del al menos un elemento de resonancia. Al menos un elemento de transferencia de energía puede estar asociado con el al menos un elemento de resonancia.

En el documento de P. Fiala et al.: "Tuned Structures for Special THz Applications", PIERS PROCEEDINGS, BEIJING, CHINA, 23-27 de marzo de 2009, págs. 151-155, se presentan detalles de una nueva investigación en las estructuras especiales utilizadas para aplicaciones THz. La aplicación práctica se centra en la coincidencia de impedancia de la estructura básica THz para la transformación de onda. El elemento producido por la nanotecnología se modela numéricamente y el análisis de los resultados obtenidos se usa para la posterior búsqueda de diseño. El diseño final se prepara para las aplicaciones de longitud de onda infrarroja media y larga. De acuerdo con la interpretación de los resultados, el diseño básico se prepara para la fabricación experimental del primer prototipo de estos elementos de nanoestructura.

En el documento de P. Fiala et al.: "Tuned Periodical Structures - Model, Experiments in THz Band Applied in Safety Application", PIERS PROCEEDINGS, CAMBRIDGE, USA, julio 5-8, 2010, págs. 1022-1026, se describen experimentos que utilizan un algoritmo configurado para la refracción y reflexión de la onda electromagnética en la interfaz con la ayuda del coeficiente de refracción y el coeficiente de permeabilidad. El procedimiento se ajusta para un material heterogéneo multicapa (capas, metamateriales). Se prepara y prueba un elemento base de circuito resonante en el espectro de frecuencia <400 nm, 700 nm>.

En el documento de D.K. Kotter et al.: " Theory and Manufacturing Processes of Solar Nanoantenna Electromagnetic Collectors ", JOURNAL OF SOLAR ENERGY ENGINEERING, VOL. 132, N.º 1, FEBRERO DE 2010, págs. 011014-1-011014-9, se describe una investigación que explora un enfoque nuevo y eficaz para producir electricidad a partir de la abundante energía del sol, usando colectores electromagnéticos (NEC) de nanoantenna (nantena). Los dispositivos NEC apuntan a longitudes de onda de infrarrojo medio, donde las células solares fotovoltaicas (PV)

convencionales son ineficientes y donde hay una abundancia de energía solar. El concepto inicial de diseño de NEC se basó en la ampliación de la teoría de la antena de radiofrecuencia a las regiones infrarroja y visible. Inicialmente, este enfoque no tuvo éxito debido a que se pasó por alto el comportamiento óptico de los materiales en la región de terahercios (THz) y, además, los métodos económicos de nanofabricación no estaban previamente disponibles para producir los elementos de antena óptica. Este documento demuestra el progreso en el tratamiento de barreras tecnológicas significativas que incluyen: (1) desarrollo de modelos dependientes de la frecuencia de elementos de antena de espiral cuadrada de doble punto de alimentación, (2) selección de materiales con propiedades adecuadas de THz y (3) desarrollo de nuevos métodos de fabricación que potencialmente podrían permitir una fabricación económica a gran escala. Se ha demostrado que las nantenas pueden recolectar energía infrarroja e inducir corrientes de THz y se han desarrollado técnicas de fabricación rentables de prueba de concepto para la fabricación a gran escala de nantenas de bucle cuadrado simples. Este trabajo representa una primera etapa importante hacia la realización final de un dispositivo de bajo coste que recolectará y convertirá esta radiación en electricidad. Esto podría conducir a una solución de banda ancha, alta eficacia de conversión y bajo coste para complementar los dispositivos PV convencionales. Se ha planeado más trabajo para integrar rectificadores en las estructuras de antena de doble punto de alimentación.

Sumario de la invención

La invención tiene por objeto proponer una nueva arquitectura de un elemento fotovoltaico que tiene un resonador dispuesto en una estructura de semiconductores. Basándose en la técnica de construcción usada, el elemento resuena y produce componentes de alto valor de los campos eléctricos y magnéticos de tal manera que estos componentes pueden usarse y procesarse por medio de la tecnología conocida basada en semiconductores clásicos.

Los inconvenientes anteriormente mencionados se eliminan mediante un elemento fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

La creación de componentes de alto valor de los campos eléctricos y magnéticos puede realizarse convenientemente cuando el resonador 2D-3D se compone de dos partes como se describe en la reivindicación 1, en el que el reflector está dispuesto de acuerdo con la reivindicación dependiente 2.

La invención utiliza el espectro de la radiación solar en el que la densidad de flujo de potencia de onda electromagnética (W/m^2) es alta. Dentro de la presente invención, el elemento fotovoltaico en forma de resonador dispuesto en una estructura de semiconductores se caracteriza por una alta tasa de eficacia relacionada con la transformación de la energía de la luz en energía eléctrica.

La principal ventaja del elemento fotovoltaico de nueva construcción con estructura de semiconductores consiste en la forma de su composición, es decir, en el resonador plano y espacial (resonador 2D-3D), que es parte de la estructura de semiconductores. Esta estructura no genera una onda electromagnética hacia atrás que se propaga en la dirección de la onda electromagnética impactante emitida por una fuente tal como el Sol. El resonador 2D-3D está diseñado de tal manera que evita que la onda electromagnética que pasa a través de la estructura de semiconductores se refleje de nuevo al resonador 2D-3D creado en la estructura. Por lo tanto, el resonador se comporta como un componente de impedancia coincidente ideal para el espectro de frecuencia propuesto.

La estructura de semiconductores en la que está dispuesto el resonador 2D-3D consiste en dos partes, es decir, una región sin amortiguación electromagnética y una región con amortiguación electromagnética, que están delimitadas por los planos de la variación en las propiedades de material, en el que la región con amortiguación electromagnética tiene la función de suprimir la onda reflejada. Al menos un resonador 2D-3D está dispuesto en el plano de incidencia que, en este caso, es idéntico al plano de variación en las propiedades de material. Estas partes garantizan un procesamiento óptimo de la onda electromagnética; el procesamiento se realiza de tal manera que se evita la aparición de una onda reflejada hacia el resonador 2D-3D. Detrás de la región con amortiguación electromagnética, que termina en el plano de variación en las propiedades de material, sigue el electrodo de referencia dispuesto.

Es importante destacar que, el elemento fotovoltaico que tiene un resonador dispuesto en una estructura de semiconductores no utiliza la estructura y sus características para garantizar la generación de una carga eléctrica, sino que usa estos dos aspectos para establecer condiciones adecuadas para la incidencia de una onda electromagnética y su transformación a una forma estacionaria del campo electromagnético.

Otra ventaja consiste en el hecho de que el material de dopaje inducirá un aumento de la conductividad gamma [S/m] en el material de estructura de semiconductores. Esta estructura se establece con el fin de que la conductividad aumente, en la región con amortiguación electromagnética, en la dirección del electrodo de referencia. Por lo tanto, los componentes de elemento fotovoltaico dispuestos en la estructura de semiconductores se comportan de tal manera que crean una amplia curva de resonancia (figura 10). Esto permite, en comparación con los casos en que el material semiconductor no se modifica como se ha descrito anteriormente, la figura 9, comprender el espectro de frecuencia deseado de la onda electromagnética incidente usando un número

notablemente menor de variantes de las estructuras de semiconductores sintonizadas dentro del complejo de la estructura diseñada.

5 Basándose en la invención presentada, la solución descrita permite la adaptación de los elementos fotovoltaicos individuales en la estructura resultante para condiciones de densidad de la radiación electromagnética incidente como presente en la localización donde se aplican los elementos. Como consecuencia de esta característica, es posible utilizar (cosechar) la energía máxima de la radiación electromagnética incidente y aprovechar el cambio de la radiación a la forma de energía necesaria que proporciona una aplicación adicional (por ejemplo, como un fuente de energía eléctrica o generador). Los elementos fotovoltaicos diseñados, incluidos los resonadores, están embebidos en paneles que, cuando están interconectados, forman campos fotovoltaicos.

Breve descripción de los dibujos

15 El principio de la invención se aclarará a través del uso de los dibujos, donde la figura 1 describe la configuración básica de un elemento fotovoltaico con un resonador 2D-3D, la figura 2 ilustra la realización a modo de ejemplo de un elemento fotovoltaico que incluye un sistema de resonadores 2D-3D y componentes de conexión dispuestos en una estructura de semiconductores, la figura 3 muestra una vista esquemática de un resonador 2D-3D dispuesto en una estructura de semiconductores, la figura 4 representa la configuración de un resonador y reflector 2D-3D, la figura 5 describe la disposición espacial parcial de un resonador 2D-3D en la región dieléctrica y reflectora dentro de la estructura de semiconductores de un elemento fotovoltaico, la figura 6a ilustra la vista axonométrica de un resonador (formado por un reflector) sobre el que están dispuestos el dieléctrico y el componente de transformación, la figura 6b muestra una vista lateral de un resonador, la figura 7a representa la conexión de un componente de transformación con un componente no lineal en la dirección hacia delante, la figura 7b describe la conexión de un componente de transformación con un componente no lineal en la dirección hacia atrás, la figura 8 muestra la conexión de circuito resonante (el circuito consiste en un elemento fotovoltaico y componentes electrónicos relacionados), la figura 9 ilustra la curva de resonancia de un resonador clásico, y la figura 10 proporciona la curva de resonancia del resonador propuesto.

Realización a modo de ejemplo de la invención

30 El principio para construir un elemento fotovoltaico con un resonador dispuesto en una estructura de semiconductores se aclarará, pero no se limita a los ejemplos proporcionados a continuación.

35 La realización esencial de un resonador de 2D-3D dispuesto en una estructura de semiconductores se proporciona en la figura 1. Esta forma de un elemento fotovoltaico incluye una estructura de semiconductores **5**, que consiste en dos partes. Estas dos partes constituyen la región sin amortiguación electromagnética **5a** y la región con amortiguación electromagnética **5b**, ambas limitadas por límites virtuales (supuestos) **6** de variación en las propiedades de material. Además, la estructura de semiconductores **5** incluye al menos un resonador 2D-3D **4** dispuesto en el plano de incidencia **3**, que, en este caso, es idéntico al límite **6** de variación en las propiedades de material. Después de la región con amortiguación electromagnética **5b**, que está limitada desde ambos lados por el límite **6** de variación en las propiedades de material, sigue el electrodo de referencia dispuesto **11**.

45 El resonador 2D-3D **4** se describe en la figura 4, la figura 6a y la figura 6b. Esta realización del resonador 2D-3D **4** consiste en un componente de transformación **8** y un reflector **7**, entre los que está dispuesto el dieléctrico **10** (tal como un aislante), con el componente de transformación **8** constituido por un par de electrodos en forma de conductores acoplados rodeados por el dieléctrico **10**. Además, el componente de transformación **8** está dispuesto en el dieléctrico **10**, sobre el que se coloca el reflector **7** ortogonalmente. La figura 5 muestra la disposición del dieléctrico **10** en la estructura de semiconductores. El resonador 2D-3D **4** produce corriente o tensión eléctrica, que se conduce con la ayuda de un componente no lineal **15** al componente de conexión **16**; esta situación puede verse en las figuras 7a y 7b, donde se describen ambos tipos de polarización del componente no lineal **15**.

50 La figura 8 representa un diagrama alternativo eléctrico del elemento fotovoltaico. Las variantes en cuestión son, en principio, un rectificador unidireccional o bidireccional, un moldeador o un filtro de señal. Estos tipos de conexión son ampliamente conocidos. Una fuente de corriente alterna **19** o tensiones provocadas por inducción de una onda electromagnética está conectada paralelamente al primer condensador **18** y al inductor **14**, que en la conexión están constituidos por un condensador y una bobina. Estos componentes crean a continuación un circuito alterno sintonizado (un circuito que está sintonizado a las características y parámetros de la onda electromagnética incidente y que resuena). El elemento no lineal **15** conforma la señal en el circuito resonante; a continuación esta señal se filtra (rectifica) a una forma utilizable adicional. Como siguiente etapa, se realiza la conexión al segundo condensador **17**; en la conexión, el capacitor está constituido por un condensador. Además, en la conexión, se indican los componentes de conexión **16**. Estos componentes **16** muestran una tensión eléctrica +U, -U. Si una carga eléctrica seleccionada **13** en la forma de impedancia Z se conecta a los componentes de conexión **16** (tal como unos como bornes), se produce una variación en el circuito resonante y el resonador puede cambiar sus características hasta el punto de que no estará en un modo de resonancia adecuado. Por lo tanto, se introduce un dispositivo **12** antes de la carga eléctrica **13**. Con cualquier carga por impedancia eléctrica Z en su salida, este dispositivo provocará la situación cuando, en la salida, se cargue el resonador con el componente no lineal **15** y el segundo condensador **17** por uno y el mismo valor de impedancia Zi, que no cambiará el modo establecido del

resonador.

La función (u operación) del elemento fotovoltaico, que incluye un resonador 2D-3D 4 dispuesto en una estructura de semiconductores 5, es la siguiente: una onda electromagnética 1 dentro del intervalo de longitud de onda de 100 nm a 100 000 nm incide en el punto de incidencia de onda 2 en el plano de incidencia 3 del elemento fotovoltaico diseñado. El resonador 2D-3D 4 se repite periódicamente (como se describe en la figura 1 y la figura 2). En el plano de incidencia del elemento fotovoltaico 3, se dispone la formación de al menos un resonador 2D-3D 4. Este resonador puede operar (realizar su función) individualmente; como alternativa, puede realizarse una interconexión entre los resonadores, creando de este modo un campo de elementos fotovoltaicos. En el plano de incidencia 3, estos elementos se conectan en paralelo o en serie, con la formación de al menos dos resonadores 2D-3D 4 en un elemento fotovoltaico parece ser una solución ventajosa. Estos resonadores se interconectan por medio de un elemento de conexión 9.

Una onda electromagnética 1 incide en el punto de incidencia 2 en el plano de incidencia 3. En este caso, los componentes eléctricos y magnéticos de la onda electromagnética 1 se descomponen y forman los máximos de las intensidades de los campos eléctrico y magnético. Este proceso se realiza gracias a la forma diseñada del reflector 7, que puede ser una capa delgada, un cuboide, una pirámide, un cono, un toroide, una esfera o su combinación, partes o intersecciones. La superficie del reflector 7 puede estar formada por una capa de un material dieléctrico, metal o una combinación y una variedad de formas de ambos (los componentes que son parte del resonador 2D-3D 4). Con el fin de que los máximos de intensidades mencionados anteriormente se sumen aritméticamente (superposición) cuando se realiza una conexión de dos resonadores 2D-3D 4 repetidos periódicamente, estos resonadores se conectan con la ayuda de un elemento de conexión 9 (como se describe en la figura 2). Esta figura muestra un ejemplo del elemento fotovoltaico propuesto que tiene un resonador 2D-3D 4 y dispuesto en una estructura de semiconductores 5, donde dos resonadores 2D-3D 4 están dispuestos en la localización del plano de incidencia 3. Estos resonadores se repiten periódicamente en otras estructuras de semiconductores 5; Además, los resonadores 2D-3D 4 se interconectan por medio de componentes de conexión 9.

Una realización a modo de ejemplo de un elemento fotovoltaico que incluye un resonador 2D-3D 4 y dispuesto en una estructura de semiconductores 5 se describe en la figura 3. Esta realización del resonador 2D-3D 4 está dispuesta en una estructura de semiconductores 5. Esta estructura consiste en dos partes, es decir, la región sin amortiguación electromagnética 5a y la región con amortiguación electromagnética 5b; las partes están delimitadas por límites virtuales 6 de variación en las propiedades de material. La disposición mutua (configuración) de las partes individuales del elemento fotovoltaico se muestra en la figura 4. El resonador 2D-3D 4 consiste en un componente de transformación 8 (que está compuesto por un par de electrodos en forma de conductores acoplados), un reflector 7 y un dieléctrico 10. El resonador 2D-3D 4 está además embebido en la estructura de semiconductores 5; la geometría está diseñada en función de la longitud de onda de la onda electromagnética incidente, es decir, de tal manera que el espesor de la estructura de semiconductores 5 será mínimamente 1/4 de la longitud de onda de la frecuencia más baja de la radiación electromagnética incidente. El diseño geométrico propuesto garantizará la característica de resonancia resultante de acuerdo con la figura 10.

Después de incidir en el plano de incidencia 3, la onda electromagnética penetra a través de la estructura de semiconductores 5. En la superficie de la estructura de semiconductores 5 en la localización del plano de incidencia 3, se modifica la parte 2D del resonador 4, mientras que la parte 3D interfiere con la estructura de semiconductores 5 (como se ilustra en las figuras 3 o 4). La estructura de semiconductores 5 es instrumental para configurar las condiciones de los componentes eléctricos y magnéticos máximos en el plano de incidencia de onda electromagnética 3. A este respecto, la estructura de semiconductores 5 está formada por la región sin amortiguación electromagnética 5a, cuya función es permitir que la onda electromagnética avance en la estructura de semiconductores 5 para enlazar y crear una región resonante con una resonancia máxima en el plano de incidencia 3. La región con amortiguación electromagnética 5b es instrumental para la amortiguación lenta de la onda electromagnética que avanza, que progresa en la dirección desde el plano de incidencia 3 hacia las estructuras interiores de la estructura de semiconductores 5 y provoca una condición en la que se produce una reflexión mínima de la onda progresiva desde el electrodo 11 de regreso a las estructuras de semiconductores 5b y 5a. La función principal de la región con amortiguación electromagnética 5b es evitar que la onda electromagnética en el extremo de la estructura de semiconductores 5 rebote y permita la generación de una onda electromagnética estacionaria. Las dimensiones de la región sin amortiguación electromagnética 5a, así como la región con amortiguación electromagnética 5b, se seleccionan para que sean, como mínimo, iguales o mayores que un cuarto de la longitud de onda de la onda electromagnética 1 (por ejemplo, ambas capas pueden mostrar el espesor de 10 μm).

A través de la consecución de un estado de resonancia, se produce en un elemento fotovoltaico un aumento múltiple de amplitudes de la onda electromagnética incidente original, y para la longitud de onda asumida de la onda electromagnética 1 que incide en el plano de incidencia 3 de la estructura de semiconductores 5 puede obtenerse una tensión eléctrica aplicable para su procesamiento adicional por los circuitos electrónicos 12 que gestionan el rendimiento y el modo de la estructura periódica diseñada para la recolección de energía.

Un conductor de alta calidad se aplica como el material de las trayectorias conductoras formadas en el plano de incidencia 3, en el que está dispuesta la parte 2D de resonador 4; el mismo conductor de alta calidad también se usa

para el elemento conductor de conexión **9** y el material del elemento no lineal **15**. La región sin amortiguación electromagnética **5a** está formada por una combinación del dieléctrico **10** y un material conductor y/o semiconductor. La región con amortiguación electromagnética **5b** está formada por un material que cambia la conductancia específica, que aumenta en la dirección del plano de incidencia **3** de la onda electromagnética **1**.

La estructura de semiconductores diseñada **5** del elemento fotovoltaico opera en el estado de resonancia, lo que permite obtener ventajosamente en el múltiple resonador **4** (2-1000) valores de la amplitud del componente eléctrico de la onda electromagnética incidente **1**. La disposición periódica propuesta permite la operación en el modo resonante para frecuencias f con un cambio de frecuencia Δf . Es posible lograr el parámetro $\Delta f/f$ en el intervalo de 0,5 a 1,5.

La solución clásica que usa antenas y circuitos resonantes convencionales por lo general hace que sea posible alcanzar solo la tasa de $\Delta f/f$ en el intervalo de 0,9 a 1,1. La solución propuesta en el presente documento, gracias a las características de absorción de la región con amortiguación electromagnética **5b** y las dimensiones con respecto a la longitud de onda, permite alcanzar la tasa $\Delta f/f$ mencionada anteriormente. Esta condición puede usarse ventajosamente para el diseño de una estructura de semiconductores óptima **5** y para acercarse al estado ideal de una tasa de recolección del 100 % en relación con la transformación de la onda electromagnética **1** que incide en los elementos en la tensión de generador.

Un prerequisite necesario para la utilización del elemento básico (en el muy mínimo) como fuente de energía eléctrica consiste en conectar el circuito electrónico exterior **12**, que permite que, en cualquier carga (impedancia de carga Z **13** asuma los valores del intervalo 0 a ∞ Ohmios) de la salida del circuito **12**, la variación de la carga eléctrica Z_i en la entrada del circuito **12** no se manifestará. Por lo tanto, el componente o grupo básico de componentes permanecerá en el estado resonante.

Aplicabilidad industrial

El elemento fotovoltaico descrito puede utilizarse como un recolector o generador de energía eléctrica, posiblemente también como un sensor o convertidor no lineal.

Sumario de los símbolos de referencia aplicados

1. onda electromagnética
2. localización de impacto de ondas
3. área-plano de incidencia
4. resonador básico
5. estructura de semiconductores
- 5a. región sin amortiguación electromagnética
- 5b. región con amortiguación electromagnética
6. límite de variación en las propiedades de material
7. reflector resonador básico
8. componente de transformación
9. componente de conexión de resonadores básicos
10. dieléctrico
11. electrodo de referencia
12. circuito eléctrico
13. carga
14. inductor
15. componente no lineal
16. componente de conexión
17. segundo condensador
18. primer condensador
19. fuente de corriente o tensión provocada por inducción de una onda electromagnética.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento fotovoltaico que incluye al menos un resonador 2D-3D (4) y un electrodo de referencia (11), en el que dicho resonador 2D-3D (4) está dispuesto en una estructura de semiconductores (5) y está formado por dos partes, de las cuales la primera parte es una parte 2D constituida por un elemento de transformación (8) dispuesto en un plano de incidencia (3) y que consiste en un par de electrodos en forma de conductores acoplados y la segunda parte es una parte 3D dispuesta en el interior de la estructura de semiconductores (5) y comprende un dieléctrico (10), en el que el elemento de transformación (8) de la parte 2D está dispuesto en el dieléctrico (10) de la parte 3D, **caracterizado por que** la estructura de semiconductores (5) está formada por una región sin amortiguación electromagnética (5a), cuyo plano superior constituye el plano de incidencia (3) y una región con amortiguación electromagnética (5b), estando la región sin amortiguación electromagnética (5a) y la región con amortiguación electromagnética (5b) delimitadas por límites virtuales (6) de variaciones en las propiedades de material y distinguiéndose por que la región con amortiguación electromagnética (5b), a diferencia de la región sin amortiguación electromagnética (5a), muestra una conductividad gamma creciente en S/m en la dirección del electrodo de referencia (11), en el que la parte 3D del resonador 2D-3D (4) está constituida por el dieléctrico (10) y un reflector (7) emparejado con y rodeado por el dieléctrico (10), en el que el dieléctrico (10) y el reflector (7) están dispuestos en el interior de la región sin amortiguación electromagnética (5a) y en el interior de la región con amortiguación electromagnética (5b) de la estructura de semiconductores (5), y el electrodo de referencia (11) limita con la región con amortiguación electromagnética (5b) y se localiza debajo de la región con amortiguación electromagnética (5b), el dieléctrico (10) y el reflector (7).

2. El elemento fotovoltaico que incluye un resonador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el reflector (7) está dispuesto ortogonalmente al plano de incidencia (3).

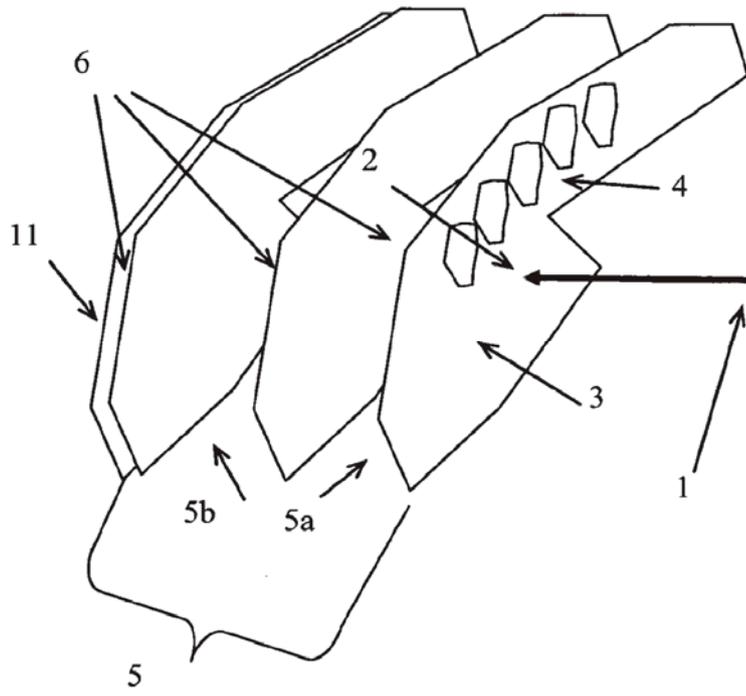


Fig. 1

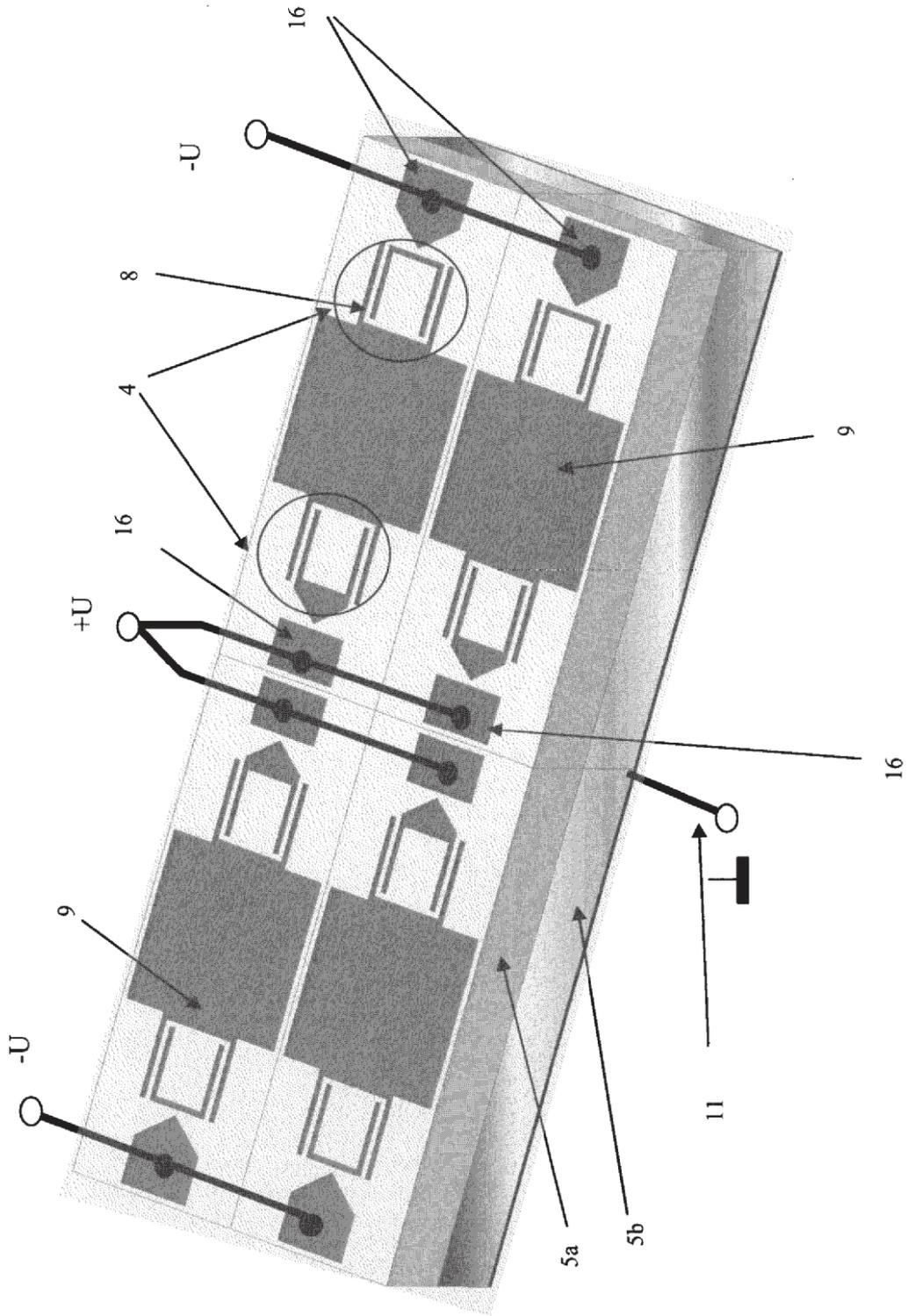


Fig. 2

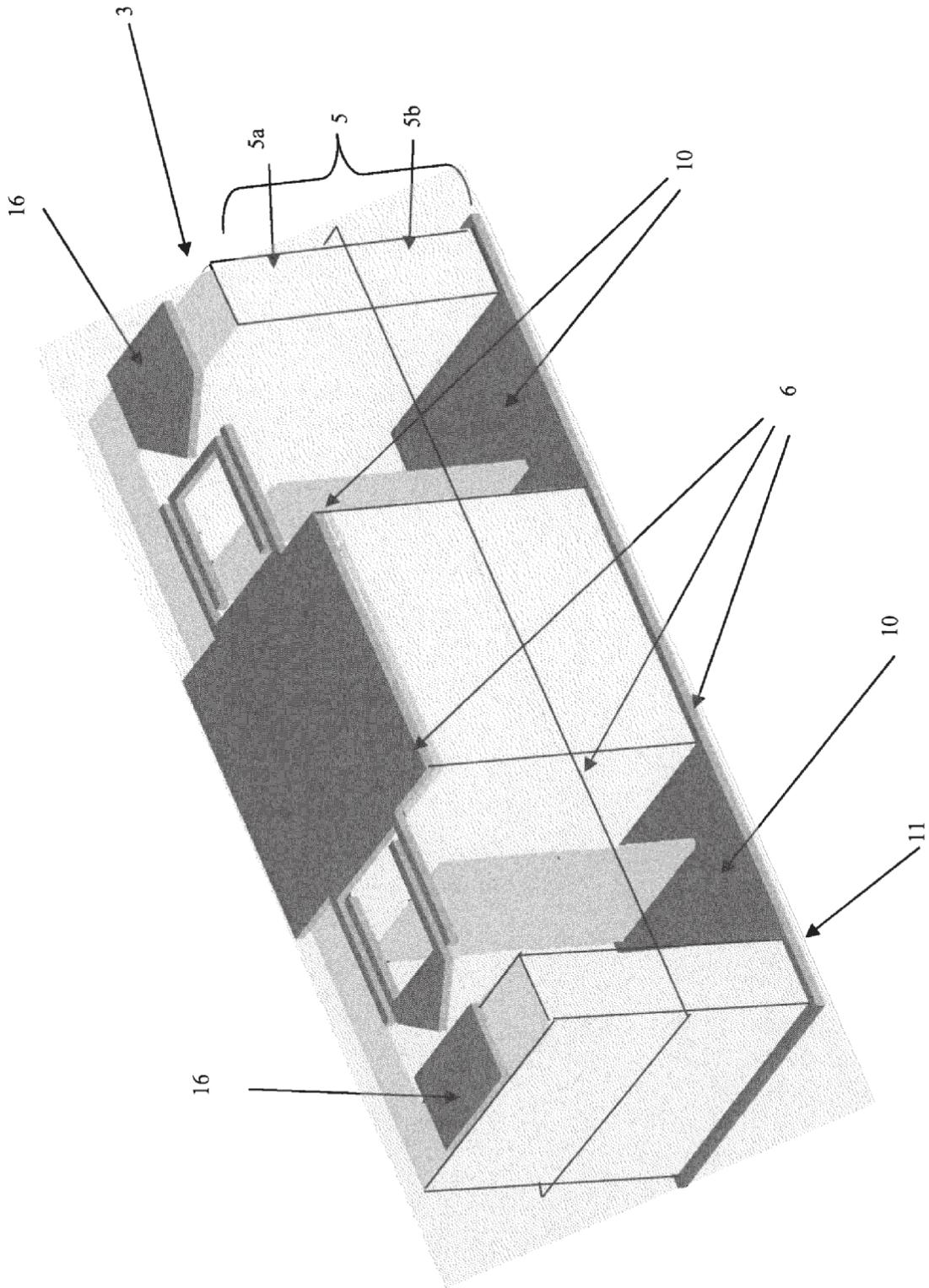


Fig. 3

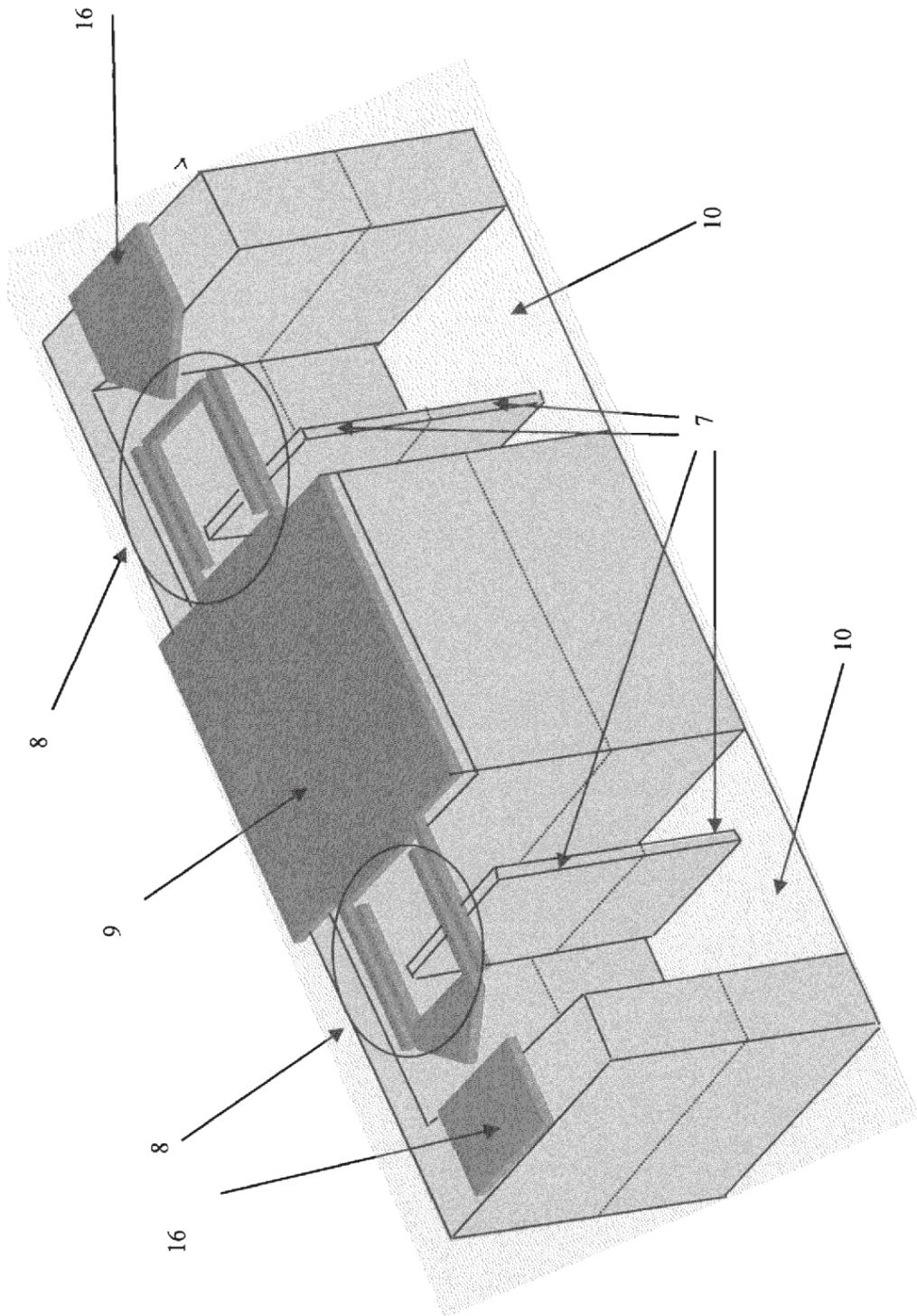


Fig. 4

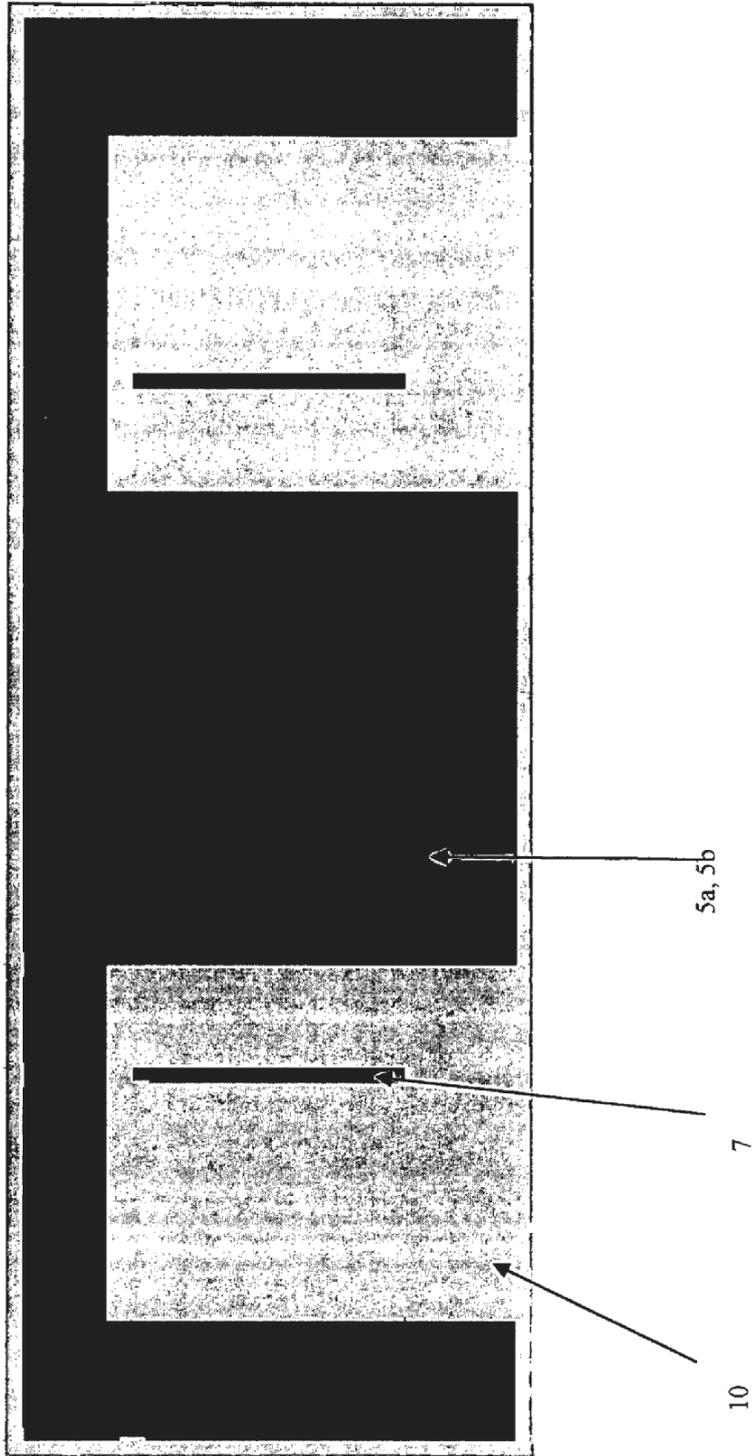


Fig. 5

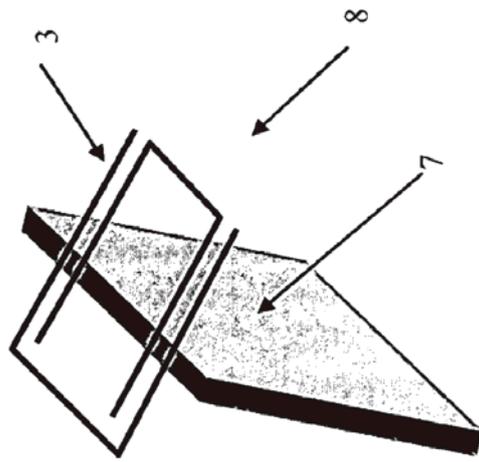


Fig. 6a

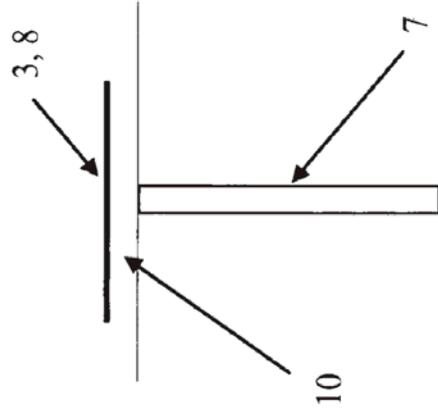


Fig. 6b

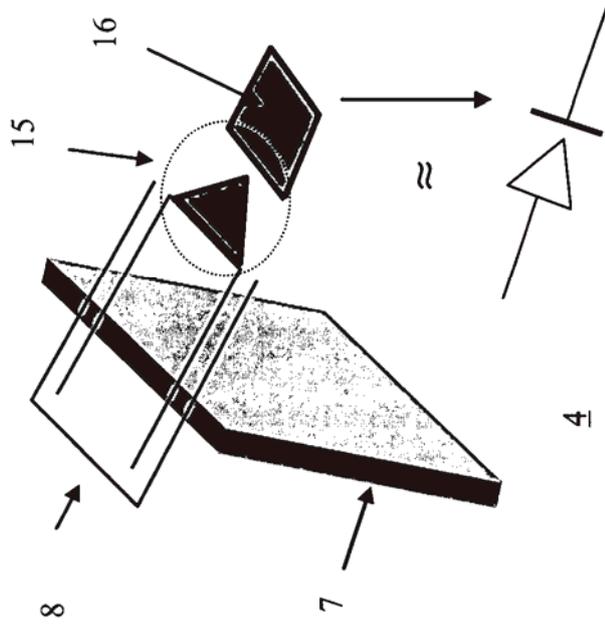


Fig. 7a

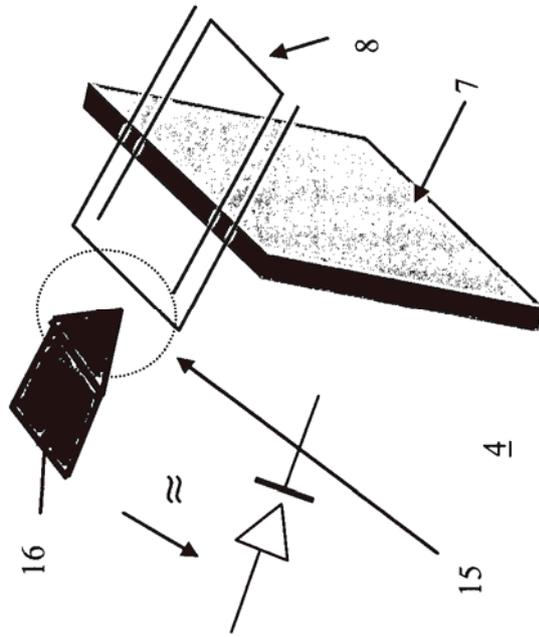


Fig. 7b

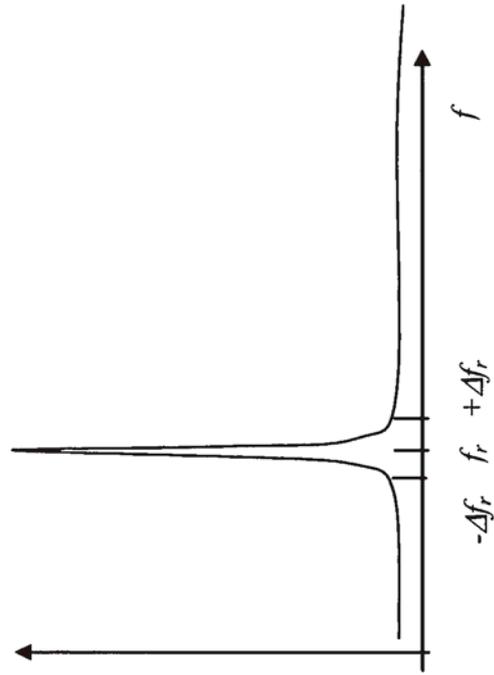


Fig. 9

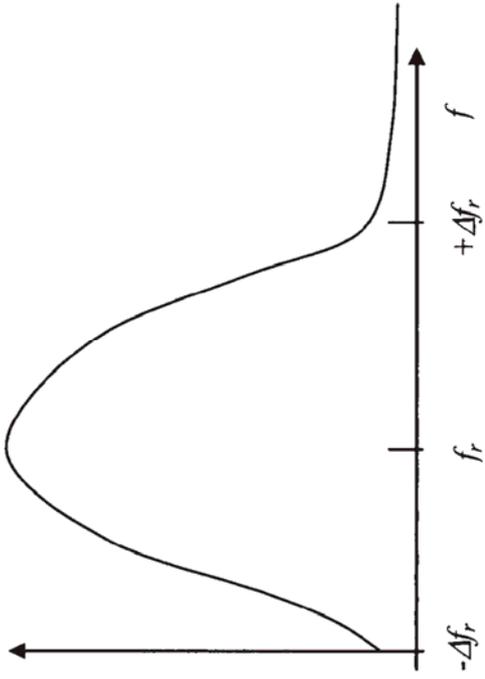


Fig. 10