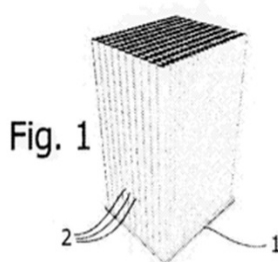


DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT



1	Título de la Invención (200 caracteres o espacios máximos)		
MODULO LED PARA LA CONVERSION DE LUZ SOLAR O LUZ ARTIFICIAL EN ENERGIA ELECTRICA Y METODO PARA LA FABRICACION DEL MISMO			
2	Datos del Solicitante		
Nombre:		CHIA CCHIERONI, ALFREDO	Dirección Electrónica:
			sic@castellanosyco.co
Dirección:		Via IV Novembre, 125, I- 05010 San Venanzo, TR, ITALIA	Domicilio/País de constitución:
			ITALIA - UMBRIA - TERNI
Identificación:			
☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☒ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE		☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT	
Número:		900044086-	
3	Solicitantes		

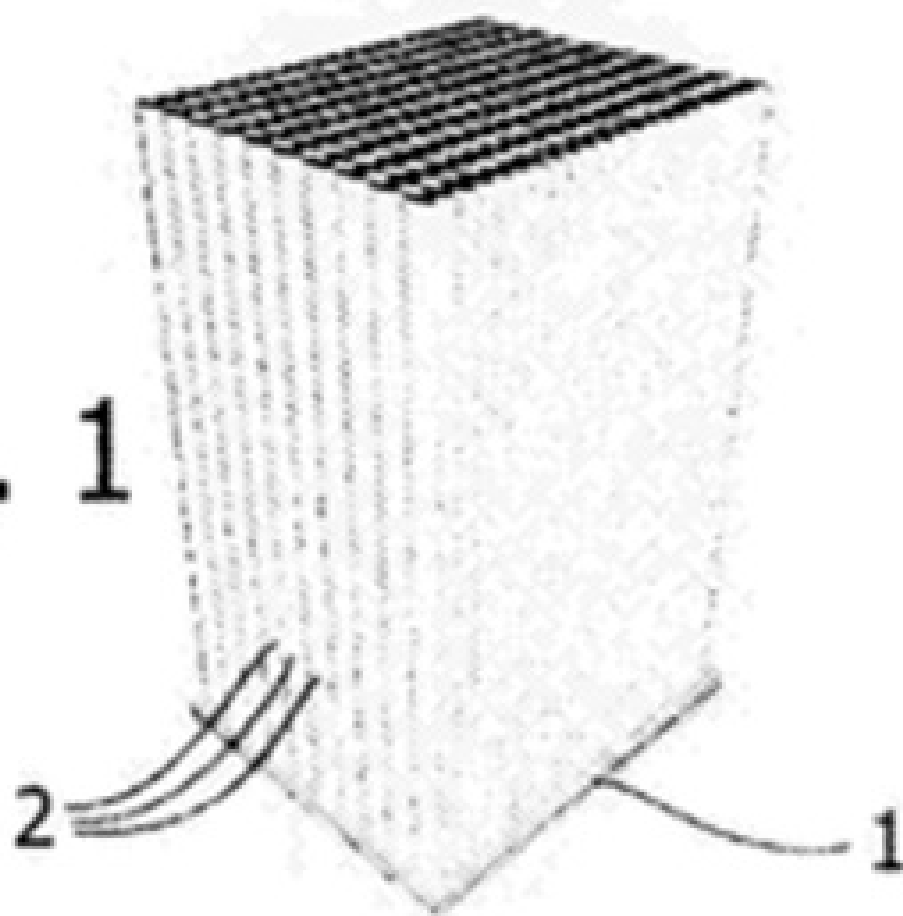
Apellidos - Nombres o Razón Social		Tipo	Identificación
1.	CHIA CCHIERONI, ALFREDO	NN	900044086
4	Datos del Inventor		
Nombre:		ALFREDO CHIA CCHIERONI	Dirección Electrónica: sic@castellanosyco.co
Dirección:		Via IV Novembre, 125, I-05010 San Venanzo, TR, ITALIA	Domicilio/País de constitución: ITALIA - UMBRIA - TERNI
Identificación:			
☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT ☒ No Aplica			
Número:		-	
5	Inventor(es)		
Apellidos - Nombres		Domicilio	
1.	CHIA CCHIERONI ALFREDO	ITALIA	
6	Datos Inventor(es)		
País de Residencia		Departamento/Estado	Ciudad
		Dirección	
1.	ITALIA	UMBRIA	TERNI
Via IV Novembre, 125, I-05010 San Venanzo, TR, ITALIA			
7	Datos del Representante Legal / Apoderado		
Nombre:		MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO	Dirección Electrónica: sic@castellanosyco.co

Dirección:		CALLE 94A 7A 09	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT Número: 39779654-				
Presentación de Poder				
Año de Radicación				
Número de Radicación				
8	Datos Solicitud: PCT / WO			
Número Solicitud:		PCT/IT2014/000259	Fecha Solicitud:	01/10/2014
Número Publicacion:		WO2015/049708	Fecha Publicacion:	09/04/2015
9	Declaraciones de prioridad		☒ SI ☐ NO	
1.	(33) País de origen EUROP PATENT ORGANIZATION(EPO)	Codigo del país EP	(31) No. Solicitud 13425137.0	(32) Fecha 04/10/2013
10	Reivindicaciones			
Número reivindicaciones:		10	Pago Reivindicaciones:	No
11	Reducción de tasas.			
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos				

12	Documentos Anexos
----	--------------------------

- ☒ Reivindicaciones
- ☒ Descripción
- ☒ Dibujos y/o Figuras
- ☒ Resumen
- ☐ Certificado Depósito Material Biológico
- ☐ Uso de Conocimiento tradicional
- ☐ Listado de secuencias
- ☒ Artes finales 12 x 12 cm
- ☐ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad
- ☒ Otros Anexos

Fig. 1



**MÓDULO LED PARA LA CONVERSIÓN DE LUZ SOLAR O LUZ ARTIFICIAL
EN ENERGÍA ELÉCTRICA Y MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DEL MISMO**

La presente invención se refiere a un módulo de diodo emisor de luz (LED)
5 para la conversión de luz solar o luz artificial en electricidad. Además, la invención
se refiere a un método para la fabricación de dicho módulo.

Es bien conocido que los LED, que son naturalmente emisores de luz,
pueden actuar como células solares aunque con una menor eficacia debido a su
pequeño tamaño en comparación con el de las células fotovoltaicas. Por este
10 motivo, en el pasado los LED se han usado como sensores de luz y no como
células fotovoltaicas. De hecho, si un pequeño número de LED se coloca en un
módulo, estos no aportan un rendimiento apreciable por que la eficacia de cada
LED en términos de corriente producida es muy baja. En su lugar, si unas series
de un gran número de LED están dispuestos en paralelo, cada fila de cada serie
15 logra una corriente máxima que determina la activación de los LED y por tanto la
emisión fuera de la energía de luz provocada por el flujo de corriente, con un
resultado opuesto al que se esperaba.

Las solicitudes de patente anteriores del mismo inventor, RM2011A000439
y PCT/IT2013/000187, describen un módulo fotovoltaico de diodo emisor de luz
20 para la conversión de luz solar o luz artificial en energía eléctrica, que comprende
una agrupación de elementos de conversión semiconductores que son LED
dispuestos en filas, conectados eléctricamente en serie y divididos en grupos en
cada fila, estando los grupos separados entre sí mediante un dispositivo capaz de
limitar picos de corriente capaces de realizar la activación de los LED en grupos
25 sucesivos. Las filas de LED se conectan entre ellas en paralelo en sus extremos
mediante ramificaciones que conducen a hilos de salida para la recogida de la
potencia proporcionada a la red eléctrica.

Sin embargo, en comparación con un rendimiento presumido que se
declara como satisfactorio en la solicitud de patente italiana antes mencionada, los
30 resultados de los ensayos han mostrado que este rendimiento no puede lograrse
mediante un panel equipado con una agrupación de LED que están dispuestos en
filas, y por tanto únicamente con una disposición en dos dimensiones. De hecho,
aunque un fin de las invenciones antes mencionadas es proporcionar un módulo
fotovoltaico que tenga un número muy grande de LED, la densidad lograda de los
35 LED, principalmente el número de LED por unidad de superficie, es insuficiente
para producir, mediante tal disposición de dos dimensiones, una cantidad de
energía comparable a la de los paneles fotovoltaicos tradicionales de la misma
superficie.

En este contexto, la tarea técnica subyacente en la presente invención es
40 proponer un módulo de diodo emisor de luz que supere los inconvenientes antes

mencionados de la técnica anterior.

En particular, un objeto de la presente invención es proporcionar un módulo capaz de suministrar una cantidad de energía eléctrica mucho mayor que la obtenida mediante un panel LED del tipo descrito en las solicitudes de patente antes mencionadas.

Otro objeto de la invención es permitir que un módulo LED con la densidad deseada de los LED se fabrique de una manera simple y rápida.

En un primer aspecto de la invención, la tarea técnica mencionada y los objetos especificados se logran sustancialmente mediante un módulo de diodo emisor de luz (LED), que comprende una agrupación de LED, conectados en serie para formar filas que a su vez se conectan en paralelo mediante ramificaciones que conducen a un inversor de salida, en el que montada en cada uno de los LED de dicha agrupación de LED se encuentra una pluralidad de LED apilados para formar una pila de LED conectados eléctricamente entre sí tal como se define en las reivindicaciones 1 a 9.

En un segundo aspecto, se describe un proceso para fabricar un módulo LED de acuerdo con la reivindicación 10.

Otras características y ventajas de la presente invención serán más aparentes a partir de la descripción indicativa y por tanto no limitativa de una realización preferente, pero no exclusiva, de un módulo LED, tal como se ilustra en los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es una vista en perspectiva esquemática en una escala ampliada de una célula fotosensible de un módulo LED de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 2 es una vista en planta superior esquemática de la célula fotosensible en la Figura 1;
- La Figura 3 es una vista lateral de la célula fotosensible en la Figura 1, con la adición de componentes de la misma;
- La Figura 4 es una vista en perspectiva parcial detallada de una porción superior de un elemento de columna de la célula fotosensible en la Figura 1;
- La Figura 5 es una vista en perspectiva parcial detallada de una porción de base de un elemento de columna de la célula fotosensible en la Figura 1;
- La Figura 6 es una vista esquemática de circuitería parcial de una pluralidad de LED conectados en serie de la célula fotosensible en la Figura 1;
- La Figura 7 es una vista esquemática de circuitería parcial de una pluralidad de LED conectados en paralelo de la célula fotosensible en la Figura 1;
- La Figura 8 es una vista esquemática de la pluralidad de LED conectados en serie en la Figura 6 para formar un elemento de columna; y
- La Figura 9 es una vista esquemática parcial de la pluralidad de LED conectados en paralelo en la Figura 7 para formar un elemento de columna.

La referencia se hace inicialmente a la Figura 1, que es una vista en perspectiva esquemática en una escala ampliada de una célula fotosensible como parte de un módulo LED de acuerdo con la presente invención. A modo de ejemplo, la célula fotosensible incluye una base formada mediante una tarjeta 1 de circuito impreso; la tarjeta 1 de circuito impreso tiene una forma cuadrada de aproximadamente 4 cm². Montada en la tarjeta 1 de circuito impreso se encuentra una agrupación de diodos emisores de luz (LED), en lo sucesivo llamados LED, cuyas patas, que se indican como + y – en la vista parcial en perspectiva de la Figura 5, se conectan en serie para formar filas que a su vez se conectan entre sí en paralelo mediante ramificaciones que conducen a hilos de salida. Esta disposición (no se representa) ya se conoce a partir de la solicitud de patente RM2011A000439, que se incluye en el presente documento como referencia. Llamados generalmente E1 se encuentran unos LED de la agrupación LED de base en contacto con la tarjeta 1 de circuito impreso. De acuerdo con la presente invención, montada en cada LED E1 de base se encuentra una pluralidad de LED superpuestos para formar una pila de LED que se conectan eléctricamente entre sí. Cada LED de cada pila que cubre el LED E1 de base puede conectarse al LED E1 de base, que se indica como E1s, si tal conexión es en serie, y como E1p si la conexión es en paralelo, en las Figuras 6 y 7. En estas figuras, que son vistas de circuitería parcial esquemáticas de una pluralidad de n LED de una pila, los LED que se conectan sucesivamente en serie y en paralelo, indicados como E1s ... Ens son los LED conectados en serie y, respectivamente, E1p ... Enp, los LED conectados en paralelo. La pila de LED, ya se conecten en serie o en paralelo, captura energía de luz, en particular energía de luz solar de acuerdo con la presente invención.

Mostrados en las Figuras 8 y 9, que son una vista esquemática parcial de la pluralidad de LED conectados en serie y en paralelo, respectivamente de las Figuras 6 y 7, se encuentran cinco LED E1s, E2s, E3s, E4s, E5s, conectados en serie y cinco LED E1p, E2p, E3p, E4p, E5p, conectados en paralelo, respectivamente, que forman elementos de columna totalmente indicados como 2s y 2p por que los componentes de circuitería de los LED con conexiones de los mismos se incrustan en un revestimiento 3 de un primer material plástico transparente que tiene una alta resistencia.

Los elementos de columna, indicados generalmente como 2 en la Figura 1, se montan en la tarjeta 1 de circuito impreso. Mostrados en la Figura 2, que es una vista en planta superior esquemática de la célula fotosensible en la Figura 1, se encuentran los elementos 2 de columna de la célula fotosensible en su forma preferente en sección transversal que es elíptica. Preferentemente, el eje principal de la sección elíptica tiene 1,95 mm de largo, mientras que el eje menor tiene 1,2 mm de largo. La altura del elemento de columna es 30 mm.

Cada elemento de columna termina en la parte superior con una concavidad orientada hacia arriba tal como se muestra en detalle en la Figura 4, que es una vista en perspectiva parcial de una porción superior de un elemento 2 de columna de la célula fotosensible de las Figuras 1 y 2. La concavidad, indicada como 4, permite que la energía solar se transporte sobre el elemento de columna para impactar en todos los LED de la pila que se incrustan dentro del primer material plástico. La iluminación de los LED se favorece mediante la transparencia del material plástico.

Tal como se ha mencionado antes, cada elemento 2 de columna se asocia con la tarjeta 1 de circuito impreso que es común a los elementos de columna del módulo. La tarjeta 1 de circuito impreso, que permite la conexión eléctrica de las pilas de LED de cada elemento de columna, tiene una parte inferior en la que se incrusta un inversor 5 para convertir la corriente continua producida mediante la irradiación en corriente alterna que se suministra a la red eléctrica. Esto se muestra en la Figura 3, que es una vista lateral de la célula fotosensible en la Figura 1. Añadida a la célula fotosensible se encuentra una funda protectora que se fabrica de un armazón 6 de aluminio y una lámina de vidrio templado 7 con juntas relevantes (no se muestran).

Dentro de la funda protectora, los elementos 2 de columna de la célula fotosensible del módulo LED se incrustan en un segundo material 8 de plástico transparente que tiene una alta conductividad térmica para actuar como un panel solar. El material plástico puede ser preferentemente una resina epoxi.

El método de fabricación del módulo LED de acuerdo con la presente invención, para la conversión de luz solar o luz artificial en energía eléctrica, comprende las etapas que se describen a continuación.

Se fabrica una pluralidad de pilas de LED conectados eléctricamente en serie o en paralelo mediante dos conductores desde un LED superior a un LED de base, que está equipado con dos patas. Cada pila de LED se incrusta en un revestimiento 3 del primer material de plástico transparente de alta resistencia para formar un elemento 2 de columna que termina en la parte superior con una concavidad 4 orientada hacia arriba, y hacia abajo con las patas + y - del LED de base, sobresaliendo las patas + y - desde el revestimiento 3 de plástico. Las patas de la pluralidad de LED de base se unen a una tarjeta 1 de circuito impreso y se conectan en serie para formar filas que, a su vez, se conectan entre sí en paralelo mediante ramificaciones que conducen a hilos de salida en los que se proporciona un inversor 5 para transformar corriente continua producida mediante irradiación en corriente alterna suministrada a la red eléctrica. El inversor 5 se incorpora preferentemente en la tarjeta 1 de circuito impreso. Entonces, la pluralidad de elementos 2 de columna se incrustan en un segundo material 8 de plástico transparente de alta conductividad de manera que se forme un panel solar

compacto, que se monta en un armazón 6 de aluminio con juntas de protección y se cubre con una lámina 7 de vidrio templado.

5 Para proporcionar una amplia indicación sobre el rendimiento del módulo LED de acuerdo con la presente invención, se ha calculado que para obtener una potencia de 0,0025 W a partir del elemento de columna, ya que el número de elementos en 1 m² del panel es 425.530, la potencia bruta producida por 1 m² del panel es aproximadamente 1063 W. Suponiendo que las pérdidas del sistema son el 10 %, la potencia neta producida por 1 m² del panel es 956 W.

10 Las ventajas del módulo LED de acuerdo con la presente invención son muchas y considerables: ausencia de silicio: incremento de la vida útil de una central usando dicho módulo; alta capacidad para capturar radiación solar; instalación en cualquier orientación con respecto al sol; multiplicidad de formas y tamaños, costes similares a los de la tecnología fotovoltaica tradicional; falta de costes específicos de eliminación; costes de instalación reducidos; presencia de
15 un inversor en el módulo.

Obviamente, la ventaja principal es una superficie más pequeña, siendo igual la energía producida, en comparación con los paneles tradicionales fotovoltaicos semiconductores de silicio. De hecho, usar módulos LED permite multiplicar las capas que absorben luz solar, apilando un gran número de LED.
20 Las capas subyacentes solo se ven penalizadas mediante aquellas que las cubren por que la luz solar pasa a través de los revestimientos de material plástico transparente proporcionados en la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo LED para la conversión de luz solar o luz artificial en energía eléctrica, que comprende una agrupación de diodos emisores de luz (LED) (E1s; E1p) de base conectados en serie para formar filas que a su vez se conectan entre sí en paralelo mediante ramificaciones que conducen a hilos de salida en los que se proporciona un inversor (5) para convertir la corriente continua producida mediante irradiación en corriente alterna suministrada a la red eléctrica, caracterizado por que montados en cada uno de los LED (E1s; E1p) de base se encuentra una pluralidad de LED (E2s ... Ens; E2p ... Enp) apilados para formar una pila de LED (E1s ... Ens; E1p ... Enp) conectados eléctricamente entre sí.
2. El módulo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los LED (E1s ... Ens) de dicha pila se conectan entre sí en serie.
3. El módulo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los LED (E1p ... Enp) de dicha pila se conectan entre sí en paralelo.
4. El módulo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que cada pila de LED se incrusta en un primer material de plástico (3) transparente de alta resistencia para formar un elemento de columna (2).
5. El módulo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que dicho elemento de columna (2) tiene una sección transversal con forma elíptica.
6. El módulo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que cada elemento de columna (2) termina en la parte superior con una concavidad (4) orientada hacia arriba.
7. El módulo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que cada elemento de columna (2) está asociado con una tarjeta de circuito impreso (1) que es común para los elementos de columna (2) del módulo, teniendo dicha tarjeta de circuito impreso (1) una parte inferior en la que se incrusta dicho inversor (5).
8. El módulo de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que dichos elementos de columna (2) del módulo se incrustan en un segundo material de plástico (8) transparente de alta conductividad de manera que se forma un panel solar.

9. El módulo de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que dicho panel solar se monta en un armazón (6) de aluminio y se cubre con una lámina (7) de vidrio templado.

10. Un método para fabricar un módulo de diodo emisor de luz (LED), para la conversión de luz solar o luz artificial en energía eléctrica, que comprende las siguientes etapas:

- fabricar una pluralidad de pilas de LED (E1s ... Ens; E1p ... Enp) conectados eléctricamente en serie o en paralelo entre sí mediante dos conductores desde un LED superior a un LED de base que está equipado con dos patas (+ y -);
- incrustar cada pila de LED (E1s ... Ens; E1p ... Enp) en un primer material de plástico (3) transparente de alta resistencia para formar un elemento de columna (2), terminando en la parte superior con una concavidad (4) orientada hacia arriba, sobresaliendo las patas (+ y -) del LED (E1s; E1p) de base hacia abajo desde dicho primer material de plástico (3);
- unir a una tarjeta de circuito impreso (1) las patas (+ y -) de la pluralidad de LED (E1s; E1p) de base conectados en serie para formar filas de base que a su vez se conectan entre sí en paralelo mediante ramificaciones que conducen a hilos de salida para un inversor (5) que transforma corriente continua producida mediante irradiación en corriente alterna suministrada a la red eléctrica;
- incrustar la multiplicidad de elementos de columna (2) en un segundo material de plástico (8) transparente de alta conductividad de manera que se forme un panel solar;
- proporcionar dicho inversor en la tarjeta de circuito impreso (1) en el lado opuesto del panel solar; y
- montar el panel solar en un armazón (6) de aluminio con juntas protectoras y cubrir el mismo con una lámina (7) de vidrio templado.



FAX MESSAGE

STUDIO CONSULENZA BREVETTI CIONCOLONI S.r.l.

SEDE - HEADQUARTER

00182 ROMA - 21 VIALE CASTRENSE

TEL.: +39 06 44 66 128

FAX: +39 06 44 66 166

e-m@il: info@studioconsulenzabrevetti.it

www.studioconsulenzabrevetti.it

V./YOUR REF:

Alla cortese att.ne

N/OUR REF: 852/PCT

DATA / DATE: April 28, 2016

A / TO: WIPO

OGGETTO/RE: PCT Patent "LED module for the conversion of sunlight or artificial light" Appl. No. PCT/IT2014/000259 filed the 01.10.2014 in name Alfredo CHIACCHIERONI

Dear Sirs,

by our review on your site WIPO, we saw one of your printing error on the address of the applicant which must be amended as follows:

from SAN VENENZO into SAN VENANZO

Please provide confirmation of the modification.

Best regards.

STUDIO CONSULENZA BREVETTI CIONCOLONI S.r.l.


Dr. Giuliana Cioncoloni



- (51) **International Patent Classification:**
H01L 31/042 (2014.01) *H01L 25/075* (2006.01)
- (21) **International Application Number:**
PCT/IT2014/000259
- (22) **International Filing Date:**
1 October 2014 (01.10.2014)
- (25) **Filing Language:** English
- (26) **Publication Language:** English
- (30) **Priority Data:**
13425137.0 4 October 2013 (04.10.2013) EP
- (72) **Inventor; and**
- (71) **Applicant :** CHIACCHIERONI, Alfredo [IT/IT]; Via IV Novembre, 125, I-05010 San Venenzo (TR) (IT).
- (74) **Agent:** CIONCOLONI, Giuliana; Studio Consulenza Brevetti Cioncoloni S.R.L., Viale Castrense, 21, I-00182 Roma (IT).
- (81) **Designated States** (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

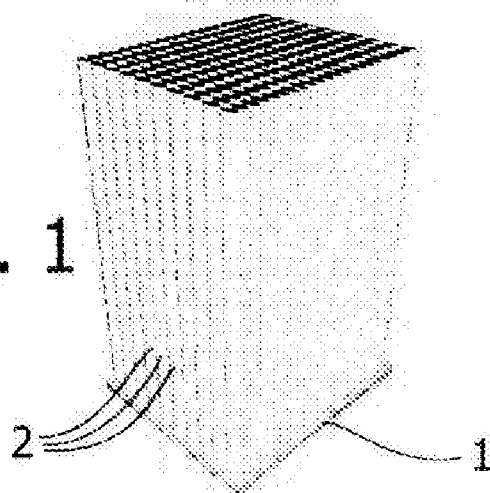
- (84) **Designated States** (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

- with international search report (Art. 21(3))
- before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments (Rule 48.2(h))

(54) **Title:** LED MODULE FOR THE CONVERSION OF SUNLIGHT OR ARTIFICIAL LIGHT INTO ELECTRICAL ENERGY AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

Fig. 1



(57) **Abstract:** A light-emitting diode module for the conversion of sunlight or artificial light into electrical energy comprises an array of base LEDs (E1s; E1p), connected in series to form rows that in turn are connected together in parallel by means of branches leading to output wires on which an inverter (5) for converting the direct current produced by irradiation into alternating current supplied to the electrical grid is provided. Mounted on each of the base LEDs (E1s; E1p) is mounted a plurality of piled LEDs (E2s... Ens; E2p... Enp) so as to form a stack of LEDs (E1s... Ens; E1p... Enp) electrically connected together.

LED module for the conversion of sunlight or artificial light into electrical energy and method for manufacturing the same

The present invention relates to a light-emitting diode (LED) module for the conversion of sunlight or artificial light into electricity. Furthermore, the invention concerns a method for manufacturing said module.

It is well known that the LEDs, which are naturally light emitters, can act as solar cells albeit with a lower efficiency due to their small sizes compared to those of the photovoltaic cells. For this reason, in the past LEDs have been used as light sensors and not as photovoltaic cells. In fact, if a small number of LEDs are placed in a module, they do not give an appreciable yield because the efficiency of each LED in terms of current produced is very low. Instead, if series of a large number of LEDs are arranged in parallel, each row of each series achieves a peak current that determines the ignition of the LEDs and therefore the emission outside of the light energy caused by the flow of current, with a result opposite to that which was expected.

Previous patent applications by the same inventor, RM2011A000439 and PCT/IT2013/000187, describe a light-emitting diode photovoltaic module for the conversion of sunlight or artificial light into electrical energy, comprising an array of semiconductor conversion elements that are LEDs being arranged in rows, electrically connected in series and divided into groups in each row, the groups being separated from each other by a device able to limit current peaks capable of igniting the LEDs in successive groups. The rows of LEDs are connected between them in parallel at their ends by branches leading to output wires for the collection of the power provided to the electrical grid.

However, if compared with a presumed yield being declared as satisfactory in the Italian patent application cited above, the results of tests have shown that this yield can not be reached by a panel equipped with an array of LEDs being arranged in

rows, and then only with a two-dimensional arrangement. Indeed, although a purpose of the inventions mentioned above is to provide a photovoltaic module having a very large number of LEDs, the achieved density of LEDs, namely the number of LEDs per surface unit, is insufficient to produce, by means of such a two-dimensional arrangement, an amount of energy comparable to that of traditional photovoltaic panels of the same surface,.

In this context, the technical task underlying the present invention is to propose a light-emitting diode module that overcomes the above mentioned drawbacks of the prior art.

In particular, an object of the present invention is to provide a module capable of supplying a quantity of electrical energy much greater than that obtained by a LED panel of the type described in the patent applications mentioned above.

Another object of the invention is to allow a LED module with the desired density of LED to be manufactured in a simple and rapid way.

In a first aspect of the invention, the technical task mentioned and the objects specified are substantially achieved by a light-emitting diode (LED) module, comprising an array of LEDs, connected in series to form rows that in turn are connected in parallel by means of branches leading to an output inverter, wherein mounted on each of the LEDs of said array of LEDs is a plurality of LEDs piled so as to form a stack of LEDs electrically connected together as defined in claims 1 to 9.

In a second aspect, a process for manufacturing a LED module is described according to claim 10 .

Further features and advantages of the present invention will become more apparent from the indicative, and therefore non-limiting description of a preferred, but not

exclusive, embodiment of a LED module, as illustrated in the accompanying drawings in which:

- Figure 1 is a schematic perspective view in an enlarged scale of a photosensitive cell of a LED module according to the present invention;
- Figure 2 is a schematic top plan view of the photosensitive cell in Figure 1;
- Figure 3 is a side view of the photosensitive cell in Figure 1, components thereof being added;
- Figure 4 is a detailed partial perspective view of a top portion of a columnar element of the photosensitive cell in Figure 1;
- Figure 5 is a detailed partial perspective view of a base portion of a columnar element of the photosensitive cell in Figure 1;
- Figure 6 is a partial circuitry schematic view of a plurality of series-connected LEDs of the photosensitive cell in Figure 1;
- Figure 7 is a partial circuitry schematic view of a plurality of parallel-connected LEDs of the photosensitive cell in Figure 1;
- Figure 8 is a schematic view of the plurality of series-connected LEDs in Figure 6 to form a columnar element; and
- Figure 9 is a partial schematic view of the plurality of parallel-connected LEDs in Figure 7 to form a columnar element.

Reference is initially made to Figure 1, which is a schematic perspective view in an enlarged scale of a photosensitive cell as a part of a LED module according to the present invention. By way of example, the photosensitive cell includes a base formed by a printed circuit board 1; the printed circuit board 1 has a square shape of about 4 cm². Mounted on the printed circuit board 1 is an array of light-emitting diodes (LEDs), hereafter called base LEDs, whose pins, which are indicated as + and – in the partial perspective view of Figure 5, are connected in series to form rows which in turn are connected together in parallel by means of branches leading to output wires. This arrangement (not represented) is already known from patent application RM2011A000439, which is included here as a reference. Called generally as E1 are LEDs of the base LED array in contact with the printed

circuit board 1. According to the present invention, mounted on each base LED E1 is a plurality of LEDs superimposed so as to form a stack of LEDs that are electrically connected together. Each LED of each stack overlying the base LED E1 can be connected to the base LED E1, which is indicated as E1s, if such a connection is in series, and as E1p, if the connection is in parallel, in Figures 6 and 7. In these figures, which are schematic partial circuitry views of a plurality of n LEDs of a stack, the LEDs being connected successively in series and in parallel, indicated as E1s ... Ens are the LEDs connected in series and, respectively, E1p ... Enp, the LEDs connected in parallel. The stack of LEDs, be they connected in series or in parallel, captures light energy, in particular sunlight energy according to the present invention.

Shown in Figures 8 and 9, which are a partial schematic view of the plurality of LEDs connected in series and in parallel, respectively of Figures 6 and 7, are five series-connected LEDs E1s , E2s , E3s , E4s , E5s, and five parallel-connected LEDs E1p, E2p, E3p, E4p, E5p, respectively, which form columnar elements wholly indicated as 2s and 2p because the circuitry components of the LEDs with connections thereof are embedded in a coating 3 of a first transparent plastic material having a high resistance.

The columnar elements, generically indicated as 2 in Figure 1, are mounted on the printed circuit board 1. Shown in Figure 2, which is a schematic top plan view of the photosensitive cell in Figure 1, are the columnar elements 2 of the photosensitive cell in their preferred cross-section shape that is elliptical. Preferably, the major axis of the elliptical section is 1.95 mm long, while the minor axis is 1.2 mm long. The height of the columnar element is 30 mm.

Each columnar element ends at the top with a concavity facing upward as shown in detail in Figure 4, which is a partial perspective view of a top portion of a columnar element 2 of the photosensitive cell of Figures 1 and 2. The concavity, indicated as 4, allows solar energy to be conveyed onto the columnar element in order to strike

all the LEDs of the stack being embedded within the first plastic material. The lighting of the LEDs is favoured by the transparency of the plastic material.

As mentioned above, each columnar element 2 is associated with the printed circuit board 1 that is common to the columnar elements of the module. The printed circuit board 1, which allows the electrical connection of the stacks of LEDs of each columnar element, has a bottom in which an inverter 5 is embedded for converting the direct current produced by irradiation into alternating current that is supplied to the electrical grid. This is shown in Figure 3, which is a side view of the photosensitive cell in Figure 1. Added to the photosensitive cell is a protective casing being made by an aluminium frame 6 and a sheet of tempered glass 7 with relevant gaskets (not shown).

Inside the protective casing, the columnar elements 2 of the photosensitive cell of the LED module are embedded in a second transparent plastic material 8 having high thermal conductivity so as to act as a solar panel. The plastic material can be preferably an epoxy resin.

The manufacturing method of the LED module according to the present invention, for the conversion of sunlight or artificial light into electrical energy, comprises the steps that are described in the following.

A plurality of stacks of electrically series or parallel connected LEDs by means of two conductors from a top LED to a base LED, which is equipped with two pins, is manufactured. Each stack of LEDs is embedded in a coating 3 of the first high resistance transparent plastic material so as to form a columnar element 2 ending at the top with a concavity 4 facing upward, and downward with the pins + and – of the base LED, the pins + and – protruding from the plastic coating 3. The pins of the plurality of base LEDs are joined to a printed circuit board 1 and connected in series to form rows that, in turn, are connected together in parallel by means of branches leading to output wires on which an inverter 5 is provided for transforming direct

current produced by irradiation into alternating current supplied to the electrical grid. The inverter 5 is preferably embodied in the printed circuit board 1. Then, the plurality of columnar elements 2 is embedded in a second high conductivity transparent plastic material 8 in a manner as to form a compact solar panel, which is mounted on an aluminium frame 6 with protection gaskets and covered with a sheet 7 of tempered glass.

To provide a broad indication about the yield of the LED module according to the present invention it has been calculated that by obtaining a power of 0.0025 W from each columnar element, since the number of elements in 1 m² of the panel is 425,530, the gross power produced by 1 m² of the panel is about 1063 W. Supposing that system losses are 10%, net power produced by 1 m² of the panel is 956 W.

The advantages of the LED module according to the present invention are many and considerable: absence of silicon; increasing of the service life of a plant using said module; high capacity of capturing solar irradiation; installation with any orientation with respect to the sun; multiplicity of forms and sizes; costs similar to those of traditional photovoltaic technology; lack of specific costs of disposal; reduced installation costs; presence of an inverter in the module.

Obviously, the main advantage is a smaller surface, the energy produced being the same, as compared to the traditional silicon semiconductor photovoltaic panels. In fact, using LED modules permits to multiply the layers that absorb sunlight, by stacking a large number of LEDs. The underlying layers are only penalised by those overlying because sunlight passes through the coatings of transparent plastic material provided in the present invention.

Claims

1. A LED module for the conversion of sunlight or artificial light into electrical energy, comprising an array of base light-emitting diodes (LEDs) (E1s; E1p) connected in series to form rows that in turn are connected together in parallel by means of branches leading to output wires on which an inverter (5) for converting the direct current produced by irradiation into alternating current supplied to the electrical grid is provided, characterised in that mounted on each of the base LEDs (E1s; E1p) is a plurality of piled LEDs (E2s ... Ens; E2p ... Enp) so as to form a stack of LEDs (E1s ... Ens; E1p ... Enp) electrically connected together.
2. The module according to claim 1, characterised in that the LEDs (E1s ... Ens) of said stack are connected together in series.
3. The module according to claim 1, characterised in that the LEDs (E1p ... Enp) of said stack are connected together in parallel.
4. The module according to claim 1, characterised in that each stack of LED is embedded in a first high resistance transparent plastic material (3) so as to form a columnar element (2).
5. The module according to claim 4, characterised in that said columnar element (2) has an elliptically shaped cross-section.
6. The module according to claim 4, characterised in that each columnar element (2) ends at the top with a concavity (4) facing upwards.
7. The module according to claim 4, characterised in that each columnar element (2) is associated with a printed circuit board (1) being common to the columnar elements (2) of the module, said printed circuit board (1) having a bottom on which said inverter (5) is embedded.

8. The module according to claim 7, characterised in that said columnar elements (2) of the module are embedded in a second high conductivity transparent plastic material (8) in a manner as to form a solar panel.

9. The module according to claim 8, characterized in that said solar panel is mounted on an aluminium frame (6) and covered with a sheet (7) of tempered glass.

10. A method for manufacturing a light-emitting diode (LED) module, for the conversion of sunlight or artificial light into electrical energy, comprising the following steps:

- manufacturing a plurality of stacks of LEDs (E1s ... Ens; E1p ... Enp) electrically connected in series or in parallel between them by means of two conductors from a top LED to a base LED being equipped with two pins (+ and -);
- embedding each stack of LED (E1s ... Ens; E1p ... Enp) in a first high resistance transparent plastic material (3) so as to form a columnar element (2), ending at the top with a concavity (4) facing upwards, the pins (+ and -) of the base LED (E1s; E1p) protruding downward from said first plastic material (3);
- merging to a printed circuit board (1) the pins (+ and -) of the plurality of the series-connected base LEDs (E1s; E1p) to form base rows that in turn are connected together in parallel by means of branches leading to output wires for an inverter (5) transforming current continuous produced by irradiation into alternating current supplied to the electrical grid;
- embedding the multiplicity of columnar elements (2) in a second high conductivity transparent plastic material (8) in a manner as to form a solar panel;
- providing said inverter in the printed circuit board (1) on the opposite side of the solar panel; and
- mounting the solar panel on an aluminium frame (6) with protective gaskets and covering the same with a sheet (7) of tempered glass.

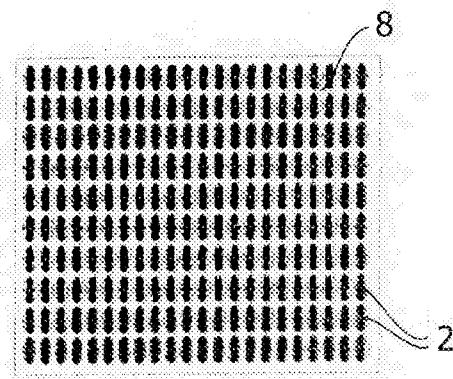
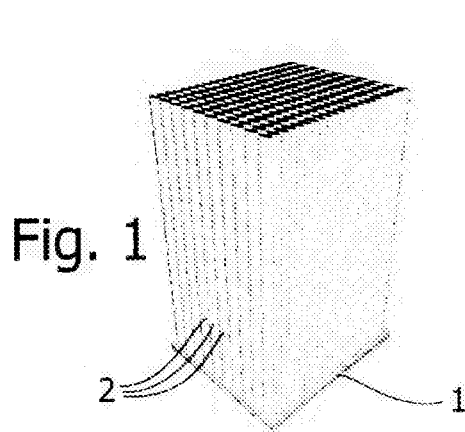


Fig. 2

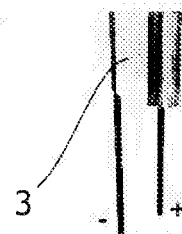
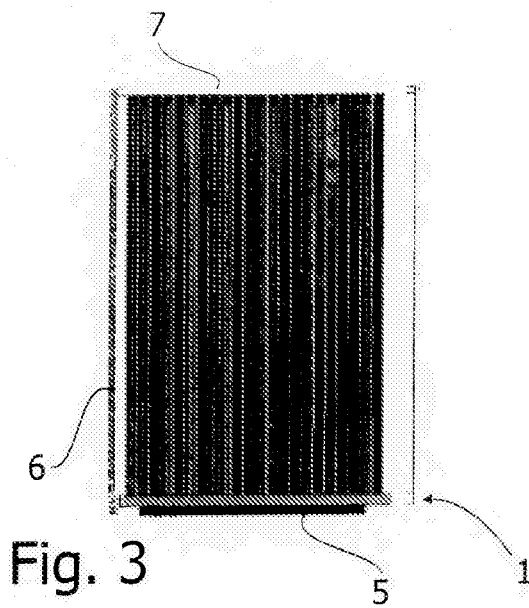


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 8

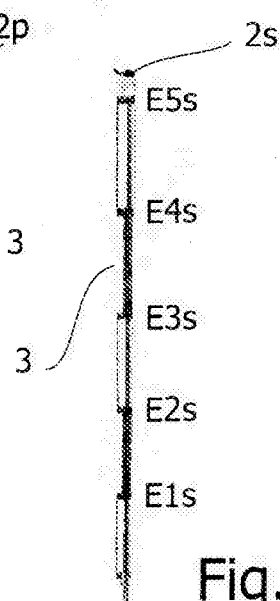
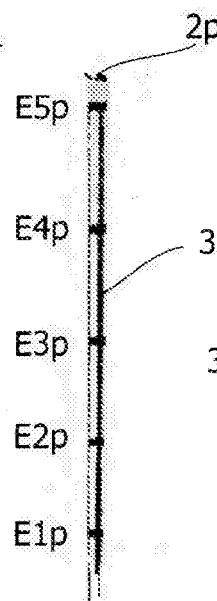


Fig. 9

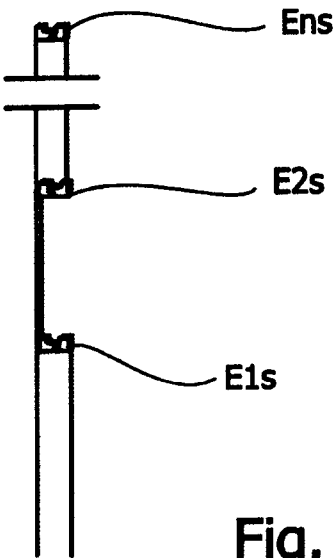


Fig. 6

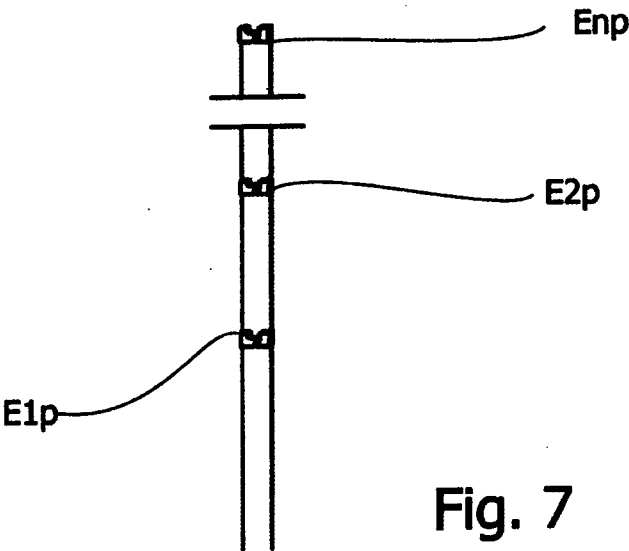


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IT2014/000259

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L31/042

ADD. H01L25/075

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IT RM20 110 439 A1 (CHIACCHERONI ALFREDO; QUINZI YURI) 12 February 2013 (2013-02-12) cited in the application pages 1-5; figure 6	1,10
A	EP 1 973 169 A1 (KYOSEMI CORP [JP]) 24 September 2008 (2008-09-24) the whole document	1,10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 February 2015

Date of mailing of the international search report

26/02/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rodríguez-Gironés, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IT2014/000259

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date	
IT RM20110439	A1	12-02-2013	-----				
EP 1973169	A1	24-09-2008	AU	2006335660	A1	19-07-2007	
			CA	2633368	A1	19-07-2007	
			CN	101305474	A	12-11-2008	
			EP	1973169	A1	24-09-2008	
			JP	4948423	B2	06-06-2012	
			KR	20080091084	A	09-10-2008	
			US	2010219423	A1	02-09-2010	
			WO	2007080631	A1	19-07-2007	

RESUMEN

MÓDULO LED PARA LA CONVERSIÓN DE LUZ SOLAR O LUZ ARTIFICIAL EN ENERGÍA ELÉCTRICA Y MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DEL MISMO

5

Un módulo de diodo emisor de luz para la conversión de luz solar o luz artificial en energía eléctrica comprende una agrupación de LED (E1s; E1p) de base, conectados en serie para formar filas que a su vez se conectan entre sí en paralelo mediante ramificaciones que conducen a hilos de salida en los que se proporciona un inversor 5 para convertir la corriente continua producida mediante irradiación en corriente alterna suministrada a la red eléctrica. En cada uno de los LED (E1s; E1p) de base se monta una pluralidad de LED (E2s ... Ens; E2p ... Enp) apilados para formar una pila de LED (E1s ... Ens; E1p ... Enp) conectados eléctricamente entre sí.

15

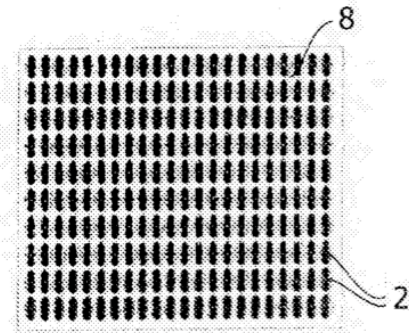
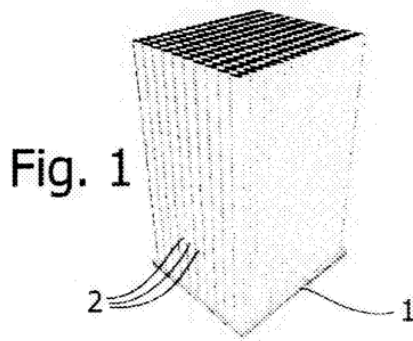


Fig. 2

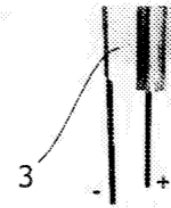
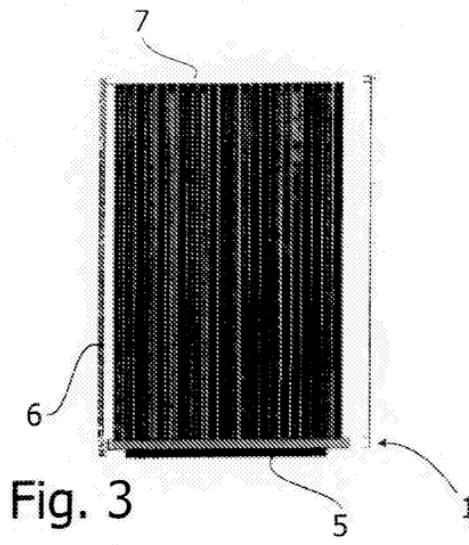


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 8

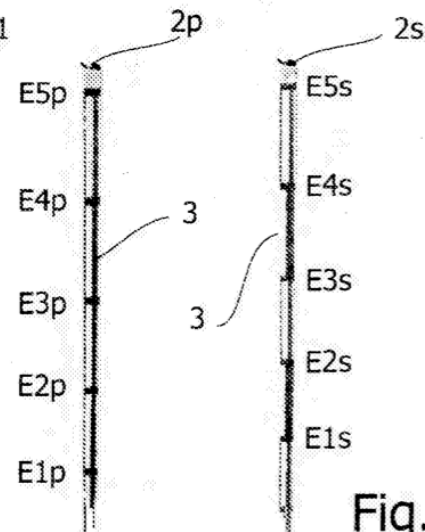


Fig. 9

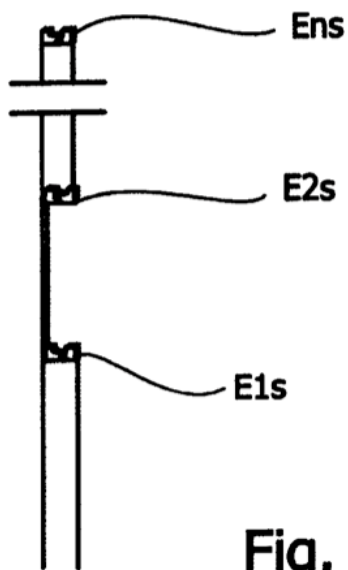


Fig. 6

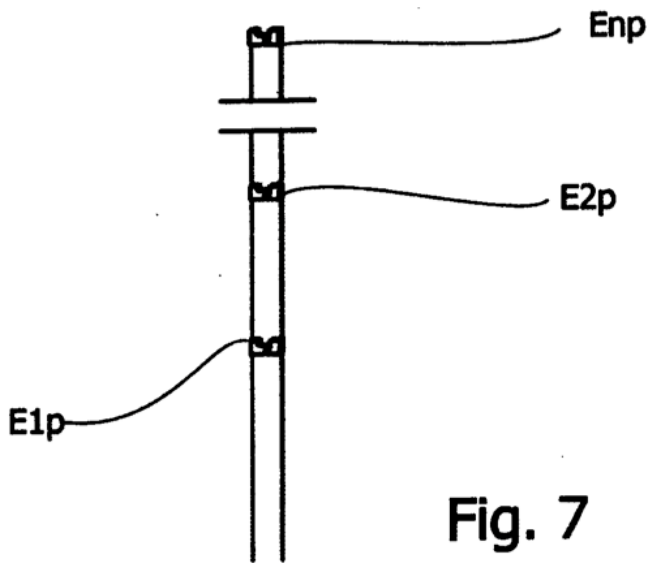


Fig. 7