

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 970 867**

51 Int. Cl.:

**H01L 31/05** (2014.01)

**H01L 31/0352** (2006.01)

**H01L 31/042** (2014.01)

**H01L 31/044** (2014.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2017** **E 17191159 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2023** **EP 3297041**

54 Título: **Módulo de enrutamiento de potencia para un conjunto de celdas solares**

30 Prioridad:

14.09.2016 US 201662394649 P  
14.09.2016 US 201662394636 P  
14.09.2016 US 201662394616 P  
14.09.2016 US 201662394623 P  
14.09.2016 US 201662394627 P  
14.09.2016 US 201662394629 P  
14.09.2016 US 201662394632 P  
14.09.2016 US 201662394666 P  
14.09.2016 US 201662394667 P  
14.09.2016 US 201662394671 P  
14.09.2016 US 201662394641 P  
14.09.2016 US 201662394672 P  
06.07.2017 US 201715643282  
06.07.2017 US 201715643274  
06.07.2017 US 201715643277  
06.07.2017 US 201715643279  
06.07.2017 US 201715643285  
06.07.2017 US 201715643287  
06.07.2017 US 201715643289

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.05.2024**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)**  
**929 Long Bridge Drive**  
**Arlington, VA 22202, US**

72 Inventor/es:

**REHDER, ERIC**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 970 867 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

Módulo de enrutamiento de potencia para un conjunto de celdas solares

### 5 Información de antecedentes

#### 1. Campo de la invención

10 La divulgación está relacionada en general con los paneles de celdas solares y, más concretamente, con un módulo de enrutamiento de potencia para un conjunto de celdas solares.

#### 2. Antecedentes de la invención

15 El montaje típico de paneles de celdas solares aptos para vuelos espaciales implica la construcción de largas cadenas de celdas solares. Estas cadenas tienen una longitud variable y pueden ser muy largas, por ejemplo, hasta 20 celdas o más. Ensamblar materiales tan largos, variables y frágiles es difícil, lo que ha impedido la automatización del montaje.

20 Las soluciones existentes utilizan celdas solares ensambladas en unidades CIC (celda, interconector y vidrio de recubrimiento). El CIC tiene interconexiones de láminas metálicas conectadas a la parte frontal de la celda que se extienden en paralelo desde un lado del CIC. Los CIC están situados cerca unos de otros y las interconexiones realizan la conexión con la parte inferior de una celda adyacente. Utilizando estas interconexiones, los CIC se ensamblan en cadenas lineales. Estas cadenas lineales se construyen manualmente y luego se colocan para formar un gran conjunto de celdas solares compuesto por muchas cadenas de longitud variable.

25 Además, se utiliza un diodo de derivación para proteger las celdas de la polarización inversa, cuando éstas quedan parcialmente a la sombra. El diodo de derivación suele conectar los contactos posteriores de dos celdas adyacentes dentro del conjunto de celdas solares.

30 Cuando se utiliza en un satélite, el conjunto de celdas solares suele empaquetarse como un panel. Las dimensiones del panel vienen dictadas por las necesidades del satélite, incluyendo limitaciones como la potencia necesaria, así como el tamaño y la forma necesarios para empaquetar y almacenar el satélite en un vehículo de lanzamiento. Además, el despliegue del panel requiere a menudo que algunas partes del mismo se utilicen para los accesorios mecánicos y el conjunto de celdas solares debe evitar estos lugares. En la práctica, el panel suele ser rectangular, pero sus dimensiones y relación de aspecto varían mucho. La disposición de los CIC y de las cadenas para llenar este espacio debe ser muy personalizada para obtener la máxima generación de energía, lo que da lugar a un proceso de fabricación muy manual.

35 US 5,391,235 A divulga un módulo de celdas solares y un método de fabricación del mismo. WO 2009/012567 A1 divulga una protección contra el sombreado para celdas solares y módulos de celdas solares. US 6,313,396 B 1 divulga un módulo solar ligero y un método de fabricación. US 2012/167954 A1 divulga un montaje de módulo monolítico que utiliza celdas solares de contacto posterior y cinta metálica. US 2016/218665 A1 divulga un panel de celdas solares espaciales con diodos de bloqueo. US 2015/0062834 A1 divulga una placa de circuito impreso de montaje de un módulo de puente y un montaje de placas de circuito impreso JP 2011 071214 A divulga elementos interconectores para interconectar celdas solares sobre un sustrato.

45 Lo que se necesita, por tanto, es un medio para promover la fabricación automatizada de conjuntos solares, preservando al mismo tiempo la capacidad de personalización de los conjuntos de celdas solares.

#### Breve descripción de la invención

50 Se proporciona un módulo de enrutamiento de potencia como se define en la reivindicación 1, en el que las realizaciones preferidas del mismo se definen en las reivindicaciones dependientes. En las reivindicaciones independientes restantes se define un panel de celdas solares y un método para interconectar celdas solares.

#### Breve descripción de los dibujos

55 Remitiéndonos ahora a los dibujos en los que números de referencia similares representan partes correspondientes en todo el conjunto:

60 Las FIGURAS 1 y 2 ilustran estructuras convencionales para paneles de celdas solares.  
Las FIGURAS 3A y 3B ilustran una estructura mejorada para un panel de celdas solares, según un ejemplo.  
Las FIGURAS 4A y 4B ilustran una estructura alternativa para el panel de celdas solares, según un ejemplo.  
La FIGURA 5 ilustra el lado frontal de una celda solar ejemplar que puede utilizarse en el panel de celdas solares mejorado de las FIGURAS 3A-3B y 4A-4B.  
La FIGURA 6 ilustra el lado posterior de la celda solar ejemplar de la FIGURA 5.  
65 La FIGURA 7 ilustra celdas dispuestas en una rejilla bidimensional (2D) de un conjunto, según un ejemplo.  
La FIGURA 8 ilustra un ejemplo del conjunto en el que se añaden uno o más diodos de derivación a la zona expuesta del

sustrato en las regiones de las esquinas.

La FIGURA 9 ilustra un ejemplo en el que el diodo de derivación se aplica al lado posterior de la celda, con una interconexión o contacto para el diodo de derivación que se extiende en la región de la esquina entre los contactos delantero y posterior.

5 La FIGURA 10 ilustra una vista frontal del ejemplo de la FIGURA 9, con la interconexión o contacto para el diodo de derivación extendiéndose en la región de la esquina entre los contactos delantero y posterior.

La FIGURA 11 ilustra las celdas de las FIGURAS 9 y 10 dispuestas en la rejilla 2D del conjunto y aplicadas al sustrato, donde los diodos de derivación se aplican al lado posterior de las celdas, con los contactos para los diodos de derivación extendiéndose hacia las regiones de las esquinas de las celdas.

10 La FIGURA 12 muestra conexiones en serie ascendentes/descendentes entre las celdas del conjunto, según un ejemplo.

La FIGURA 13 muestra las conexiones en serie izquierda/derecha entre las celdas del conjunto, según un ejemplo.

La FIGURA 14 es una vista lateral esquemática de un ejemplo con un sustrato por debajo y un módulo de enrutamiento de potencia por encima, en el que el sustrato es un conjunto de láminas flexibles.

15 La FIGURA 15 es una vista lateral esquemática de un ejemplo con un sustrato por debajo y un módulo de enrutamiento de potencia por encima, con el módulo de enrutamiento de potencia fijado a la lámina flexible con un adhesivo.

La FIGURA 16 es una vista superior de una región de esquina de celdas solares en un conjunto.

La FIGURA 17 muestra la estructura del módulo de enrutamiento de potencia para una conexión en serie de las celdas solares.

La FIGURA 18 muestra una variación del módulo de enrutamiento de potencia acoplado a las celdas solares del conjunto.

20 La FIGURA 19 muestra la disposición de las celdas solares adyacentes en la parte inferior de una columna del conjunto antes de acoplar el módulo de enrutamiento de potencia.

La FIGURA 20 muestra un ejemplo del módulo de enrutamiento de potencia que se conecta entre las celdas solares de la FIGURA 19.

25 La FIGURA 21 muestra otro ejemplo del módulo de enrutamiento de potencia que se conecta entre las celdas solares de la FIGURA 19.

La FIGURA 22 muestra la disposición de las celdas solares adyacentes en la parte superior de una columna del conjunto antes de acoplar el módulo de enrutamiento de potencia.

La FIGURA 23 muestra un ejemplo del módulo de enrutamiento de potencia que se conecta entre las celdas solares de la FIGURA 22.

30 La FIGURA 24 muestra otro ejemplo del módulo de enrutamiento de potencia que se conecta entre las celdas solares de la FIGURA 22.

La FIGURA 25 muestra un conjunto de celdas con la disposición correspondiente a la dirección de la corriente determinada por los módulos de enrutamiento de potencia.

35 La FIGURA 26 muestra la disposición de la FIGURA 25 con las celdas retiradas, y los módulos de enrutamiento de potencia inferiores desplazados, con el fin de formar un conjunto no rectangular de celdas solares utilizando los módulos de enrutamiento de potencia.

La FIGURA 27 muestra la disposición de la FIGURA 25 con las celdas retiradas, y los módulos de enrutamiento de potencia inferiores desplazados, con el fin de definir una zona de permanencia al margen.

40 La FIGURA 28 describe un método de fabricación de una celda solar, un panel de celdas solares y/o un satélite, según un ejemplo.

La FIGURA 29 ilustra un satélite resultante con un panel de celdas solares, comprendido de celdas solares, según un ejemplo.

La FIGURA 30 es una ilustración del panel de celdas solares en forma de diagrama de bloques funcionales, según un ejemplo.

45 Descripción detallada de la invención

En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y en los que se muestra, a modo de ilustración, un ejemplo específico en el que se puede practicar la invención. Debe entenderse que pueden utilizarse otros ejemplos, y pueden realizarse cambios estructurales sin apartarse del alcance de la presente descripción.

Descripción general

55 Un nuevo enfoque para el diseño de conjuntos de celdas solares, como los que se utilizan para aplicaciones de potencia en vuelos espaciales, se basa en conexiones eléctricas entre las celdas solares del conjunto.

60 Este nuevo enfoque reorganiza los componentes de una celda solar y las disposiciones de las celdas solares en el conjunto. En lugar de tener celdas solares conectadas en largas cadenas lineales y luego ensambladas en un sustrato, las celdas solares se fijan individualmente a un sustrato, de tal forma que las regiones de las esquinas de las celdas adyacentes se alinean en el sustrato, exponiendo así una zona del sustrato. Las conexiones eléctricas entre las celdas se realizan mediante conductores de esquina formados sobre o en el sustrato en estas regiones de esquina. En consecuencia, este enfoque presenta un diseño de conjunto de celdas solares basado en celdas individuales.

65 Así, en la fabricación de conjuntos de celdas solares se puede utilizar un único proceso de colocación y disposición. El flujo de corriente entre las celdas solares será asistido con conductores incorporados en el sustrato. Estas conexiones

eléctricas definen las características específicas del conjunto de celdas solares, como sus dimensiones, las zonas de permanencia al margen y las terminaciones de los circuitos. Este enfoque simplifica la fabricación, permite la automatización y reduce los costes y los plazos de entrega.

Las FIGURAS 1 y 2 ilustran estructuras convencionales para paneles de celdas solares 10, que incluyen un sustrato 12, una pluralidad de celdas solares 14 dispuestas en un conjunto, y conectores eléctricos 16 entre las celdas solares 14. Las celdas solares de tamaño medio 14 se muestran en la FIGURA 1 y las celdas solares de tamaño completo 14 se muestran en la FIGURA 2. Las celdas solares espaciales 14 se derivan de un material de partida de sustrato de germanio (Ge) redondo, que posteriormente se fabrica en formas semirectangulares para mejorar el empaquetado denso en el panel de celdas solares 10. A menudo, esta oblea se trocea en una o dos celdas solares 14, descritas en el presente documento como celdas solares 14 de medio tamaño o de tamaño completo. Los conectores eléctricos 16 que proporcionan conexiones eléctricas entre las celdas solares 14 se realizan a lo largo del borde paralelo largo entre las celdas solares 14. Estas conexiones en serie (celda a celda) se completan fuera del sustrato, ya que se construyen cadenas de celdas solares 14 conectadas que tienen longitudes de cualquier número de celdas solares 14. A continuación, las cadenas completas de celdas solares 14 se aplican y fijan al sustrato 12.

En la FIGURA 2, el cableado 18 se fija en el extremo de una cadena de celdas solares 14 para conectar eléctricamente la cadena a otras cadenas, o para terminar el circuito resultante y sacar la corriente de la cadena de celdas solares 14. Las conexiones de cadena a cadena y de terminación de circuito se realizan normalmente en el sustrato 12, y normalmente utilizando el cableado 18. Sin embargo, algunos paneles de celdas solares 10 utilizan un material tipo placa de circuito impreso (PCB) con conductores incorporados.

Las cadenas adyacentes de celdas solares conectadas 14 pueden funcionar en paralelo o en antiparalelo. Además, las cadenas de celdas solares 14 conectadas pueden estar alineadas o desalineadas. Hay muchas influencias que compiten en la disposición de las celdas solares 14, lo que da lugar a regiones en las que las celdas solares 14 están paralelas o antiparalelas, alineadas o desalineadas.

Las FIGURAS 3A-3B ilustran dispositivos y estructuras mejorados para un panel de celdas solares 10a, según un ejemplo, en el que la FIGURA 3B es una vista ampliada de los detalles en el círculo discontinuo de la FIGURA 3A. Los diversos componentes del panel de celdas solares 10a se muestran y describen con mayor detalle en las FIGURAS 5-13.

El panel de celdas solares 10a incluye un sustrato 12 para celdas solares 14 que tiene uno o más conductores de esquina 20 sobre él. En un ejemplo, el sustrato 12 es un sustrato multicapa 12 compuesto por una o más capas de Kapton® (poliimida) que separan una o más capas metálicas estampadas. El sustrato 12 puede montarse en un gran panel rígido 10a de forma similar a los montajes convencionales. Alternativamente, el sustrato 12 puede montarse en un marco o panel 10a más ligero y escaso para su montaje o despliegue.

Una pluralidad de celdas solares 14 se fija al sustrato 12 en una rejilla bidimensional (2D) de un conjunto 22. En este ejemplo, el conjunto 22 está compuesto por noventa y seis (96) celdas solares 14 dispuestas en cuatro (4) filas por veinticuatro (24) columnas, pero se reconoce que puede utilizarse cualquier número de celdas solares 14 en diferentes implementaciones.

Al menos una de las celdas solares 14 tiene al menos una esquina recortada 24 que define una región de esquina 26, como indica el círculo discontinuo. Las celdas solares 14 se fijan al sustrato 12, de modo que las regiones de esquina 26 de las adyacentes de las celdas solares 14 se alinean, exponiendo así una zona 28 del sustrato 12. El zona 28 del sustrato 12 que queda expuesta incluye uno o más de los conductores de esquina 20, y una o más conexiones eléctricas entre las celdas solares 14 y los conductores de esquina 20 se realizan en las regiones de esquina 26 resultantes de las esquinas recortadas 24 de las celdas solares 14.

En este ejemplo, los conductores de esquina 20 son vías conductoras adheridas, impresas, enterradas o depositadas sobre el sustrato 12, antes y/o después de que las celdas solares 14 estén adheridas al sustrato 12, lo que facilita las conexiones entre celdas solares 14 adyacentes. Las conexiones entre las celdas solares 14 y los conductores de esquina 20 se realizan después de que las celdas solares 14 se hayan fijado al sustrato 12.

Cuatro celdas solares 14 adyacentes están alineadas en el sustrato 12, de tal forma que cuatro esquinas recortadas 24, una de cada celda solar 14, se juntan en las regiones de esquina 26. A continuación, las celdas solares 14 se fijan individualmente al sustrato 12, en el que las celdas solares 14 se colocan encima de los conductores de esquina 20 para realizar la conexión eléctrica entre las celdas solares 14 y los conductores de esquina 20.

Las celdas solares 14 pueden aplicarse al sustrato 12 como unidades CIC (celda, interconectores y vidrio de recubrimiento). Alternativamente, las celdas solares desnudas 14 pueden montarse sobre el sustrato 12 y, a continuación, aplicarse interconexiones a las celdas solares 14, seguido por la aplicación de un vidrio de recubrimiento para una sola celda solar 14, un vidrio de recubrimiento para múltiples celdas solares 14, una lámina de recubrimiento de polímero para múltiples celdas solares 14 o un encapsulado por pulverización. Este conjunto protege las celdas solares 14 de daños que limitarían su rendimiento.

Las FIGURAS 4A y 4B ilustran una estructura alternativa para el panel de celdas solares 10a, según un ejemplo, en el que la FIGURA 4B es una vista ampliada de los detalles en el círculo discontinuo de la FIGURA 4A. En este ejemplo, sólo unos pocos conductores de esquina 20 están impresos o integrados en el sustrato 12. En su lugar, la mayoría de los conductores de esquina 20 están contenidos dentro de un módulo de enrutamiento de potencia (PRM) 30 que está unido al sustrato 12, como se describe con más detalle a continuación junto con las FIGURAS 14-27.

La FIGURA 5 ilustra el lado frontal de una celda solar 14 ejemplar que puede utilizarse en el panel de celda solar 10a mejorado de las FIGURAS 3A-3B y 4A-4B. La celda solar 14, que es una unidad CIC, es una celda solar de tamaño medio 14. (También podrían utilizarse celdas solares de tamaño completo 14)

La celda solar 14 se fabrica con al menos una esquina recortada 24 que define una región de esquina 26, como indica el círculo discontinuo, de forma que la región de esquina 26 resultante de la esquina recortada 24 incluye al menos un contacto 32, 34 para establecer una conexión eléctrica con la celda solar 14. En el ejemplo de la FIGURA 5, la celda solar 14 tiene dos esquinas recortadas 24, cada una de las cuales tiene un contacto frontal 32 en el lado frontal de la celda solar 14 y un contacto posterior 34 en un lado posterior de la celda solar 14, donde los contactos 32 y 34 se extienden hasta la región de la esquina 26. (Las celdas solares 14 de tamaño completo tendrían cuatro esquinas recortadas 24, cada una de las cuales tendría un contacto frontal 32 y un contacto posterior 34)

Las esquinas recortadas 24 aumentan el aprovechamiento de los materiales de partida de las obleas redondas para las celdas solares 14. En los paneles 10 convencionales, estas esquinas recortadas 24 darían lugar a un espacio no utilizado en el panel 10 después de que las celdas solares 14 se fijaran al sustrato 12. Sin embargo, el nuevo enfoque descrito en esta divulgación utiliza este espacio no utilizado. Concretamente, las interconexiones de láminas metálicas, que comprenden los conductores de esquina 20, los contactos delanteros 32 y los contactos posteriores 34, se desplazan a las regiones de esquina 26. Por el contrario, los CIC existentes tienen interconexiones fijadas al lado frontal de la celda solar 14, y se conectan al lado posterior (donde se producen las conexiones) durante el tendido.

La corriente generada por la celda solar 14 es recogida en la parte frontal de la celda solar 14 por una rejilla 36 de finos dedos metálicos 38 y barras conductoras metálicas más anchas 40 que están conectadas a ambos contactos frontales 32. Existe un equilibrio entre la adición de metal en la rejilla 36, que reduce la luz que entra en la celda solar 14 y su potencia de salida, y la menor resistencia de tener más metal. La barra colectora 40 es un conductor de baja resistencia que transporta corrientes elevadas y también proporciona redundancia en caso de que se desconecte un contacto frontal 32. La optimización generalmente desea una barra colectora corta 40 que discurra directamente entre los contactos frontales 32. Al tener el contacto frontal 32 en la esquina recortada 24 se consigue alejar la barra colectora 40 del perímetro de la celda solar 14. Esto se consigue minimizando simultáneamente la longitud de la barra colectora 40 y el oscurecimiento de la luz. Además, los dedos 38 son ahora más cortos. Esto reduce las resistencias parásitas en la rejilla 36, porque la longitud de los dedos 38 es más corta y la corriente total transportada es menor. Esto produce una preferencia de diseño en la que los contactos frontales 32 y la barra colectora de conexión 40 se desplazan para proporcionar unos dedos estrechos 38 más cortos.

La FIGURA 6 ilustra el lado posterior de la celda solar ejemplar 14 de la FIGURA 5. El lado posterior de la celda solar 14 tiene una capa posterior 42 que está conectada a ambos contactos posteriores 34.

La FIGURA 7 ilustra las celdas solares 14 dispuestas en la rejilla 2D del conjunto 22, según un ejemplo. El conjunto 22 comprende una pluralidad de celdas solares 14 fijadas a un sustrato 12, de forma que las regiones de esquina 26 de las adyacentes de las celdas solares 14 están alineadas, exponiendo así una zona 28 del sustrato 12. Las conexiones eléctricas (no mostradas) entre las celdas solares 14 se realizan en la zona expuesta 28 del sustrato 12 utilizando los contactos delanteros 32 y los contactos posteriores 34 de las celdas solares 14 y los conductores de esquina 20 (no mostrados) formados sobre o en la zona expuesta 28 del sustrato 12.

Durante el montaje, las celdas solares 14 se fijan individualmente al sustrato 12. Este montaje puede realizarse directamente sobre una superficie de apoyo, es decir, el sustrato 12, que puede ser rígido o flexible. Alternativamente, las celdas solares 14 podrían ensamblarse en la rejilla 2D del conjunto 22 sobre una superficie de apoyo temporal y luego transferirse a una superficie de apoyo final, es decir, el sustrato 12.

La FIGURA 8 ilustra un ejemplo del conjunto 22 en el que se añaden uno o más diodos de derivación 44 a la zona expuesta 28 del sustrato 12 en las regiones de esquina 26, para su uso en una o más de las conexiones eléctricas. Los diodos de derivación 44 protegen las celdas solares 14 cuando éstas se vuelven incapaces de generar corriente, lo que podría deberse a que están parcialmente a la sombra, lo que hace que las celdas solares 14 entren en polarización inversa. En un ejemplo, los diodos de derivación 44 se fijan al sustrato 12 en las regiones de esquina 26 independientemente de las celdas solares 14.

La FIGURA 9 ilustra un ejemplo en el que el diodo de derivación 44 se aplica al lado posterior de la celda solar 14, con interconexiones o contactos 46 para el diodo de derivación 44, uno de los cuales se extiende en la región de esquina 26 entre los contactos frontal y posterior 32, 34.

La FIGURA 10 ilustra una vista lateral frontal del ejemplo de la FIGURA 9, con la interconexión o contacto 46 para el diodo

de derivación 44 (no mostrado) extendiéndose en la región de esquina 26 entre los contactos frontal y posterior 32, 34.

La FIGURA 11 ilustra las celdas solares 14 de las FIGURAS 9 y 10 dispuestas en la rejilla 2D del conjunto 22 y aplicadas al sustrato 12, donde los diodos de derivación 44 (no mostrados) se aplican al lado posterior de las celdas solares 14, con los contactos 46 para los diodos de derivación 44 extendiéndose hacia las regiones de esquina 26 de las celdas solares 14.

Una ventaja de este enfoque es que las disposiciones ilustradas en las FIGURAS 7, 8 y 11 son disposiciones generalizadas. Concretamente, estas disposiciones pueden repetirse en todas las dimensiones del panel 10a que desee un cliente. Esto simplifica enormemente los procesos de montaje, reelaboración, prueba e inspección.

Tras la colocación de la celda solar 14 y el diodo de derivación 44, hay otro paso en el que se lleva a cabo la personalización. Los contactos frontales 32 y los contactos posteriores 34 de las regiones de esquina 26 de las celdas solares 14 deben estar conectados. Esto puede hacerse en muchas combinaciones con el fin de enrutar la corriente a través de una trayectoria deseada.

Tras fijar las celdas solares 14 al sustrato 12, se realizan las conexiones entre las celdas solares 14 y los conductores de esquina 20. Los contactos frontales y posteriores 32, 34 de las celdas solares 14 están presentes en cada región de esquina 26 para su fijación a los conductores de esquina 20. Las interconexiones para los contactos frontales y posteriores 32, 34 de cada una de las celdas solares 14 se sueldan o unen de otro modo a los conductores de esquina 20 para proporcionar una vía conductora 20, 32, 34 para dirigir la corriente fuera de las celdas solares 14.

Utilizando los conductores de esquina 20, se puede realizar cualquier personalización en las conexiones eléctricas. Las celdas solares 14 adyacentes pueden conectarse eléctricamente para que la corriente fluya en sentido arriba/abajo o izquierda/derecha, según lo desee el diseño específico. El flujo de corriente también puede dirigirse alrededor de las zonas de permanencia al margen según sea necesario. La longitud o anchura del conjunto de celdas solares 22 puede ajustarse como se desee. Además, la anchura puede variar a lo largo de la longitud del conjunto 22.

En un ejemplo, las conexiones eléctricas son conexiones en serie que determinan un flujo de corriente a través de la pluralidad de celdas solares 14. Esto puede lograrse mediante los esquemas de conexión mostrados en las FIGURAS 12 y 13, en las que la FIGURA 12 muestra conexiones en serie arriba/abajo 48 entre las celdas solares 14 del conjunto 22, y la FIGURA 13 muestra conexiones en serie izquierda/derecha 50 entre las celdas solares 14 del conjunto 22. En ambas FIGURAS 12 y 13, estas conexiones en serie 48, 50 son conexiones eléctricas entre los contactos frontales 32 y los contactos posteriores 34 de las celdas solares 14, y los diodos de derivación 44, se realizan utilizando los conductores de esquina 20 formados sobre o en las zonas expuestas 28 del sustrato 12. Estas conexiones en serie 48, 50 determinan el flujo de corriente (potencia), como indican las flechas 52, a través de las celdas solares 14, a diferencia del montaje de grandes cadenas fuera del sustrato.

Los conductores de esquina 20 entre las celdas solares 14 pueden ser de muchas formas. Podrían lograrse utilizando cables que tienen conexiones eléctricas hechas en ambos extremos, que podrían ser de soldadura, adhesivo conductor u otro proceso. Además de los cables, podrían aplicarse conectores de láminas metálicas, similares a los interconectores. Las vías o trazas conductoras metálicas (no mostradas) también pueden integrarse con el sustrato 12.

En síntesis, este nuevo enfoque fija las celdas solares 14 individualmente a un sustrato 12 de forma que las regiones de esquina 26 de dos, tres o cuatro celdas solares 14 adyacentes estén alineadas en el sustrato 12. Las celdas solares 14 se colocan de modo que las esquinas recortadas 24 estén alineadas y las regiones de las esquinas 26 sean adyacentes, exponiendo así una zona 28 del sustrato 12. Las conexiones eléctricas entre las celdas solares 14 se realizan en estas regiones de esquina 26 entre los contactos frontales 32 y los contactos posteriores 34 de las celdas solares 14, los diodos de derivación 44 y los conductores de esquina 20 sobre o en la zona expuesta 28 del sustrato 12, en el que estas vías conductoras se utilizan para crear una cadena de celdas solares 14 en una conexión en serie 48, 50 que comprende un circuito.

#### Módulo de enrutamiento de energía

Aunque el uso de conexiones eléctricas entre las celdas solares 14 en las regiones de esquina 26 facilita la automatización, sigue existiendo la necesidad de una variedad de conductores de esquina 20 que puedan lograr diversas configuraciones para permitir la personalización que necesitan los clientes. Sin embargo, esto puede requerir muchos conductores de esquina 20 en las regiones de esquina 26, lo que daría lugar a que los conductores de esquina 20 estuvieran muy espaciados, planteando problemas de descarga electrostática (ESD).

Por otro lado, para maximizar la generación de potencia del conjunto de celdas solares 14, es deseable que las regiones de esquina 26 sean lo más pequeñas posible. Las celdas solares grandes 14 también son deseables para reducir los costes de mano de obra y piezas durante el montaje.

Sin embargo, el diseño aquí descrito cambia esta apreciación, con el resultado de que las celdas solares más pequeñas 14 tienen poca penalización de costes. Las celdas solares 14 más pequeñas tienen ventajas a la hora de llenar la zona

de la oblea, así como de llenar los paneles 10a. Celdas solares más pequeñas 14 significa mejor aprovechamiento del material y del esfuerzo. Sin embargo, celdas solares más pequeñas 14 también significa esquinas recortadas más pequeñas 24 y regiones de esquina más pequeñas 26, lo que causa problemas para la estrategia de conexión.

Esta divulgación describe el PRM 30 para personalizar los conductores de esquina 20 utilizados en las regiones de esquina 26, en el que el PRM 30 se fija al sustrato 12 en las regiones de esquina 26. En lugar de formar todos los conductores de esquina 20 sobre el sustrato 12, la mayoría de los conductores de esquina 20 están contenidos dentro del PRM 30. Pueden seleccionarse diferentes versiones del PRM 30 con diferentes disposiciones de los conductores 20 (por ejemplo, 2D o 3D) para producir la disposición de conexión deseada para el conjunto 22.

La FIGURA 14 es una vista lateral esquemática de un ejemplo con un sustrato 12 abajo y un PRM 30 arriba, en el que el sustrato 12 es un conjunto de láminas flexibles, según un ejemplo. El sustrato 12 incluye una capa base de poliimida 54 con una capa de cobre (Cu) 56a por encima y una capa de Cu 56b por debajo, en las que las capas de Cu 56a y 56b forman un conductor multicapa. La capa de Cu 56a está estampada como los conductores de esquina 20, y la capa de Cu 56b está estampada para formar conductores enterrados dentro del sustrato 12, incluyendo, por ejemplo, V+, V- y líneas puente. Puede aplicarse una lámina posterior conductora de poliimida 58 al sustrato 12, lo que resulta útil en un entorno espacial, ya que reducirá la acumulación de carga.

A la derecha se muestra la celda solar 14 fijada al sustrato 12 con adhesivo 60. También es visible la interconexión de láminas metálicas 62 unida a la celda solar 14 y a los conductores de esquina 20.

El sustrato 12 también incluye capas aislantes que separan al menos uno de los conductores multicapa 56a, 56b de al menos otro de los conductores multicapa 56a, 56b. En un ejemplo, hay una capa superior de recubrimiento de poliimida 64a y una capa inferior de recubrimiento de poliimida 64b. La poliimida tiene una alta resistencia a la rotura, mayor que el aire o el vacío, y las capas superpuestas de poliimida 64a, 64b son útiles para prevenir la ESD, que es una preocupación importante en un entorno espacial.

El PRM 30 se coloca por encima del sustrato 12 para interconectar eléctricamente las celdas solares 14 del conjunto 22. El PRM 30 está formado por una capa aislante que comprende una capa base de poliimida 64 y una capa conductora de electricidad que comprende una única capa de Cu 66 depositada sobre ella. La capa de Cu 66, que comprende uno o más conductores de esquina 20, se utiliza para interconectar eléctricamente las celdas solares 14, y la capa base de poliimida 64 se utiliza para aislar eléctricamente los conductores de esquina 20 de la capa de Cu 66.

Aunque se muestra que la capa base 64 del PRM 30 es de poliimida, podría elegirse entre una amplia variedad de aislantes adecuados en el entorno de uso, incluidos otros polímeros adecuados, así como cerámicas, como el vidrio o la alúmina. Una ventaja del vidrio u otros aislantes transparentes es que podrían utilizarse con un proceso de soldadura láser, en el que el haz láser se transmite a través del aislante y la energía del haz láser es absorbida por la capa conductora 66 del PRM 30.

La parte superior (lado orientado al sol) del PRM 30 podría tener un revestimiento altamente reflectante, como una lámina de Al adherida a la poliimida. Esto reflejará la energía solar lejos reduciendo el calentamiento del conjunto solar 22 y reduciendo la temperatura de funcionamiento de las celdas solares 14, lo que aumentará la generación de potencia.

EL PRM 30 puede incluir un diodo de derivación 44 para proteger las celdas solares 14 de una polarización inversa, en el que el diodo de derivación 44 está conectado a uno o más de los conductores de esquina 20 del PRM 30 mediante una interconexión 62. El PRM 30 también puede incluir un adhesivo 68 para fijar el PRM 30 al sustrato 12 y una junta eléctrica 70 para conectar uno o más de los conductores de esquina 20 del PRM 30 a uno o más de los conductores de esquina 20 del sustrato 12.

La FIGURA 15 es una vista lateral esquemática del ejemplo de la FIGURA 14, con el PRM 30 fijada al sustrato 12 mediante el adhesivo 68. El PRM 30 se fija al sustrato 12 en la zona 28 del sustrato 12 en la región de la esquina 26 que permanece expuesta. En este ejemplo, se forma una conexión eléctrica mediante la junta eléctrica 70 intercalada entre uno o más de los conductores de esquina 20 del PRM 30 y uno o más de los conductores de esquina 20 del sustrato 12, por ejemplo, entre las capas de Cu 56a y 66. La unión eléctrica 70 podría realizarse con soldadura, mediante un proceso de soldadura por láser como el descrito anteriormente, o mediante un proceso de soldadura por ultrasonidos.

La FIGURA 16 muestra una vista superior de las regiones de esquina 26 de las celdas solares 14 del conjunto 22, incluidos los contactos frontales y posteriores 32, 34, sin el PRM 30 acoplado. En esta vista se muestran menos conductores de esquina 20. Asimismo, la zona 28 del sustrato 12 en la región de la esquina 26 que permanece expuesta incluye almohadillas conductoras 72 que proporcionan puntos de conexión entre el PRM 30 y las vías conductoras del sustrato 12, por ejemplo, líneas de alimentación, líneas puente u otras vías conductoras enterradas o incorporadas dentro del sustrato 12 (es decir, la capa de Cu 56b). Se trata de un diseño común para todas las regiones de esquina 26, independientemente de la aplicación y del PRM 30.

La FIGURA 17 muestra un ejemplo en el que el PRM 30 interconecta eléctricamente las celdas solares 14 proporcionando una conexión en serie 48 entre las celdas solares 14. Observe que la FIGURA 17 muestra la estructura desde la

- perspectiva del sol, mirando a través de la capa base de poliimida 64 (no mostrada) (lo mismo ocurre en las FIGURAS 18, 20, 21, 23 y 24). El conductor de esquina 20a se conecta al contacto posterior 34 de la celda solar superior izquierda 14 (no se muestra), el conductor de esquina 20b se conecta al contacto frontal 32 de la celda solar inferior izquierda 14 (no se muestra), y el conductor de esquina 20c se conecta al contacto posterior 34 de la celda solar inferior izquierda 14 (no se muestra) a través del diodo de derivación 44a. El conductor de esquina 20d se conecta al contacto posterior 34 de la celda solar inferior derecha 14 (no se muestra), el conductor de esquina 20e se conecta al contacto frontal 32 de la celda solar superior derecha 14 (no se muestra), y el conductor de esquina 20f se conecta al contacto posterior 34 de la celda solar superior derecha 14 (no se muestra) a través del diodo de derivación 44b.
- Observe que, con pequeñas modificaciones, los PRM 30 pueden girarse para cambiar la funcionalidad de las conexiones entre las celdas solares 14. Por ejemplo, el PRM 30 de la FIGURA 17 podría girarse para proporcionar una conexión en serie izquierda/derecha 50.
- La FIGURA 18 muestra otro ejemplo en el que el PRM 30 interconecta eléctricamente las celdas solares 14 con una o más líneas de alimentación del sustrato 12. En este ejemplo, el conductor de esquina 20a termina el contacto posterior 34 de la celda solar superior izquierda 14 (no se muestra) en las almohadillas 72 para una línea de potencia+ enterrada (no se muestra), el conductor de esquina 20b termina el contacto frontal 32 de la celda solar inferior izquierda 14 (no se muestra) en las almohadillas 72 para una línea de potencia- (común) enterrada (no se muestra), y el conductor de esquina 20c conecta con el contacto posterior 34 de la celda solar inferior izquierda 14 (no se muestra) a través del diodo de derivación 44a. Ambos conductores de esquina 20a, 20b tienen conexiones redundantes dobles a las almohadillas 72 para las líneas de potencia+ y potencia-, aunque el número de conexiones podría aumentarse o disminuirse si se desea. De forma similar a la FIGURA 17, el conductor de esquina 20d se conecta al contacto posterior 34 de la celda solar inferior derecha 14 (no se muestra), el conductor de esquina 20e se conecta al contacto frontal 32 de la celda solar superior derecha 14 (no se muestra), y el conductor de esquina 20f se conecta al contacto posterior 34 de la celda solar superior derecha 14 (no se muestra) a través del diodo de derivación 44b.
- La FIGURA 19 muestra la disposición de las celdas solares 14 adyacentes en la parte inferior de una columna del conjunto 22 antes de que se fije el PRM 30, incluyendo los conductores de esquina 20, las regiones de esquina 26, los contactos frontales y posteriores 32, 34 y las almohadillas conductoras 72 asociadas a líneas de alimentación, líneas puente u otras vías conductoras enterradas o incorporadas dentro del sustrato 12.
- La FIGURA 20 muestra un ejemplo en el que el PRM 30 interconecta eléctricamente las celdas solares 14 entre las columnas de las celdas solares 14 de la FIGURA 19. En este ejemplo, el conductor de esquina 20a conecta el contacto posterior 34 de la celda solar izquierda 14 (no se muestra) con el contacto frontal 32 de la celda solar derecha 14 (no se muestra), y el conductor de esquina 20b se conecta con el contacto posterior 34 de la celda solar derecha 14 (no se muestra) a través del diodo de derivación 44.
- La FIGURA 21 muestra otro ejemplo en el que el PRM 30 interconecta eléctricamente las celdas solares 14 entre las columnas de las celdas solares 14 de la FIGURA 19. En este ejemplo, el conductor de esquina 20a termina el contacto posterior 34 de la celda solar izquierda 14 (no se muestra) con una almohadilla 72 para una línea enterrada de potencia+ (no se muestra), el conductor de esquina 20b termina el contacto frontal 32 de la celda solar derecha 14 (no se muestra) con una almohadilla 72 para una línea enterrada de potencia- (común) (no se muestra), y el conductor de esquina 20c se conecta al contacto posterior 34 de la celda solar derecha 14 (no se muestra) a través del diodo de derivación 44. Sólo el conductor de esquina 20a tiene conexiones redundantes dobles con la almohadilla 72 para la línea de potencia+, aunque el número de conexiones podría aumentarse o reducirse si se desea.
- La FIGURA 22 muestra la disposición de las celdas solares 14 adyacentes en la parte superior de una columna del conjunto 22 antes de fijar el PRM 30, incluidos los conductores de esquina 20, las regiones de esquina 26, los contactos frontales y posteriores 32, 34 y las almohadillas conductoras 72 asociadas a líneas de alimentación, líneas puente u otras vías conductoras enterradas o incorporadas dentro del sustrato 12.
- La FIGURA 23 muestra un ejemplo en el que el PRM 30 interconecta eléctricamente las celdas solares 14 entre las columnas de las celdas solares 14 de la FIGURA 22. En este ejemplo, el conductor de esquina 20a termina el contacto frontal 34 de la celda solar izquierda 14 (no se muestra) con una almohadilla 72 para una línea (común) de potencia- enterrada (no se muestra), el conductor de esquina 20b se conecta al contacto posterior 34 de la celda solar izquierda 14 (no se muestra) a través del diodo de derivación 44, y el conductor de esquina 20c termina el contacto posterior 34 de la celda solar derecha 14 (no se muestra) con una almohadilla 72 para una línea (común) de potencia- enterrada (no se muestra). Esta disposición para el PRM 30 puentea la corriente de columna a columna en el conjunto 22.
- La FIGURA 24 muestra otro ejemplo en el que el PRM 30 interconecta eléctricamente las celdas solares 14 entre las columnas de las celdas solares 14 de la FIGURA 22. En este ejemplo, el conductor de esquina 20a termina el contacto frontal 34 de la celda solar izquierda 14 (no se muestra) con una almohadilla 72 para una línea de potencia+ enterrada (no se muestra), el conductor de esquina 20b se conecta al contacto posterior 34 de la celda solar izquierda 14 (no se muestra) a través del diodo de derivación 44, y el conductor de esquina 20c termina el contacto posterior 34 de la celda solar derecha 14 (no se muestra) con una almohadilla 72 para una línea de potencia- (común) enterrada (no se muestra).



En la FIGURA 25 se muestra la disposición de un conjunto 22 compuesto por cuatro (4) filas por ocho (8) columnas de celdas solares 14, etiquetadas como Celda 1 14 a Celda 32 14, correspondiendo la numeración de las etiquetas de las celdas solares 14 a la dirección de la corriente determinada por los PRM 30 que interconectan eléctricamente las celdas solares 14 dentro de las columnas de las celdas solares 14. Los PRM 30 de las columnas tercera/cuarta, quinta/sexta y séptima/octava de la primera fila funcionan conjuntamente con los PRM 30 de las columnas primera/segunda y quinta/sexta de la segunda fila para terminar los circuitos entre las celdas solares 14. Los PRM 30 de la fila inferior puentean la corriente entre las columnas.

La FIGURA 26 muestra la disposición de la FIGURA 25 con la celda 12 14, la celda 13 14, la celda 19 14, la celda 20 14, la celda 21 14, la celda 22 14, la celda 26 14, la celda 27 14, la celda 28 14, la celda 29 14, la celda 30 14 y la celda 31 14 retiradas, y los PRM inferiores 30 desplazados hacia arriba para terminar la tercera/cuarta, quinta/sexta, y séptima/octava columnas, con el fin de formar un conjunto no rectangular 22 de celdas solares 14 utilizando los PRM 30 para interconectar eléctricamente las celdas solares 14 en el conjunto no rectangular 22.

La FIGURA 27 muestra la disposición de la FIGURA 25 con la celda 10 14, la celda 1 14, la celda 12 14, la celda 13 14, la celda 14 14, la celda 15 14, la celda 18 14, la celda 19 14, la celda 20 14, la celda 21 14, la celda 22 14, la celda 23 14 retiradas, y los PRM inferiores 30 desplazados hacia arriba para terminar la tercera/cuarta y quinta/sexta columnas e interconectar eléctricamente las celdas solares 14 mediante conexiones puente alrededor de las celdas solares 14 retiradas, con el fin de definir una zona de permanencia al margen 74. La PRM 30 incluye uno o más conductores de esquina 20 para habilitar la zona de permanencia al margen 74, en la que la corriente fluye a través de líneas de puente incorporadas dentro del sustrato 12 (es decir, capa de Cu 56b).

#### Fabricación

Ejemplos de la divulgación pueden describirse en el contexto de un método 76 de fabricación de una celda solar 14, un panel de celdas solares 10a y/o un satélite, que comprende los pasos 78-90, como se muestra en la FIGURA 28, en el que el satélite 92 resultante que tiene un panel de celdas solares 10a compuesto de celdas solares 14 se muestra en la FIGURA 29.

Como se ilustra en la FIGURA 28, durante la preproducción, el método ejemplar 76 puede incluir la especificación y el diseño 78 de la celda solar 14, el panel de celda solar 10a y/o el satélite 92, y la obtención de material 80 para los mismos. Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componentes y subconjuntos 82 y la integración de sistemas 84 de la celda solar 14, el panel de celda solar 10a y/o el satélite 92, que incluyen la fabricación de la celda solar 14, el panel de celda solar 10a y/o el satélite 92. A continuación, la celda solar 14, el panel de celda solar 10a y/o el satélite 92 pueden pasar por la certificación y la entrega 86 para ser puestos en servicio 88. La celda solar 14, el panel de celdas solares 10a y/o el satélite 92 también pueden programarse para su mantenimiento y servicio 90 (que incluye su modificación, reconfiguración, reacondicionamiento, y así sucesivamente), antes de su lanzamiento.

Cada uno de los procesos del método 76 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A los efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de celdas solares, paneles de celdas solares, satélites o aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una compañía satelital, una entidad militar, una organización de servicios, y así sucesivamente.

Como se muestra en la FIGURA 29, un satélite 92 fabricado mediante el método ejemplar 76 puede incluir sistemas 94, un cuerpo 96, paneles de celdas solares 10a compuestos por celdas solares 14, y una o más antenas 98. Ejemplos de los sistemas 94 incluidos con el satélite 92 incluyen, pero no se limitan a, uno o más de un sistema de propulsión 100, un sistema eléctrico 102, un sistema de comunicaciones 104 y un sistema de potencia 106. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas 94.

La FIGURA 30 es una ilustración del panel de celdas solares 10a en forma de diagrama de bloques funcional, según un ejemplo. El panel de celdas solares 10a está compuesto por el conjunto de celdas solares 22, que se compone de una o varias de las celdas solares 14 fijadas individualmente al sustrato 12. Cada una de las celdas solares 14 absorbe la luz 108 de una fuente luminosa 110 y genera una salida eléctrica 112 en respuesta a la misma.

Al menos una de las celdas solares 14 tiene al menos una esquina recortada 24 que define una región de esquina 26, de forma que una zona 28 del sustrato 12 permanece expuesta cuando la celda solar 14 se fija al sustrato 12. Cuando una pluralidad de celdas solares 14 se adhiere al sustrato 12, las regiones de esquina 26 de las adyacentes de las celdas solares 14 se alinean, exponiendo así la zona 28 del sustrato 12.

El zona 28 del sustrato 12 que permanece expuesta incluye uno o más conductores de esquina 20 adheridos, impresos o integrados en el sustrato 12, y una o más conexiones eléctricas entre las celdas solares 14 y los conductores de esquina 20 se realizan en una región de esquina 26. La región de esquina 26 también puede incluir uno o más diodos de derivación 44.

La región de esquina 26 incluye al menos un contacto, por ejemplo, un contacto frontal 32 en un lado frontal de la celda solar 14 y/o un contacto posterior 34 en un lado posterior de la celda solar 14.

5 Se utiliza una interconexión 62 para realizar las conexiones eléctricas entre la celda solar 14 y los conductores de esquina 20.

10 Un módulo de enrutamiento de potencia 30 se fija a la zona expuesta 28 del sustrato 12 para interconectar eléctricamente las celdas solares 14 en el conjunto 22, en el que el módulo de enrutamiento de potencia 30 incluye una capa base 64, que sirve como capa aislante, y una capa conductora de electricidad 66, la capa conductora de electricidad 66 es un conductor 20 para interconectar eléctricamente las celdas solares 14, y la capa aislante 64 se utiliza para aislar eléctricamente la capa conductora de electricidad 66. El módulo de enrutamiento de potencia 30 también puede incluir uno o más diodos de derivación 44, así como una interconexión 62 que conecte el diodo de derivación 44 a la capa conductora de electricidad 66.

15 Se divulga un dispositivo, que comprende: un módulo de enrutamiento de potencia para interconectar eléctricamente las celdas solares en un conjunto, en el que el módulo de enrutamiento de potencia incluye: una capa conductora de electricidad para interconectar eléctricamente las celdas solares; y una capa aislante para aislar eléctricamente la capa conductora de electricidad; en donde al menos una de las celdas solares tiene al menos una esquina recortada que define una región de esquina; en donde una zona de un sustrato en la región de esquina permanece expuesta cuando las celdas  
20 solares están unidas al sustrato; y en donde el módulo de enrutamiento de potencia está unido al sustrato en la zona del sustrato en la región de esquina que permanece expuesta.

La capa conductora de electricidad del módulo de enrutamiento de potencia está compuesta por uno o más conductores.

25 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia incluye un diodo de derivación para proteger las celdas solares de una polarización inversa y el diodo de derivación está conectado a uno o más de los conductores del módulo de enrutamiento de potencia.

30 Una conexión eléctrica está formada por una junta eléctrica intercalada entre uno o varios de los conductores del módulo de encaminamiento de potencia y uno o varios de los conductores del sustrato.

La zona del sustrato en la región de esquina que permanece expuesta incluye almohadillas conductoras que proporcionan puntos de conexión entre el módulo de enrutamiento de potencia y las vías conductoras en el sustrato.

35 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares con una o más líneas de alimentación del sustrato.

Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares proporcionando una conexión en serie entre las celdas solares.

40 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares mediante conexiones puente alrededor de las celdas solares.

45 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares dentro de columnas de las celdas solares.

Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares entre las columnas de las celdas solares.

50 Preferiblemente, el conjunto es un conjunto no rectangular y el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares del conjunto no rectangular.

Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia incluye uno o más conductores para habilitar una zona de permanencia al margen.

55 El módulo de enrutamiento de potencia incluye un adhesivo para fijarlo al sustrato.

60 Además, se divulga un método, que comprende: interconectar eléctricamente celdas solares en un conjunto utilizando un módulo de enrutamiento de potencia, en el que el módulo de enrutamiento de potencia incluye: una capa conductora de electricidad para interconectar eléctricamente las celdas solares; y una capa aislante para aislar eléctricamente la capa conductora de electricidad; en donde al menos una de las celdas solares tiene al menos una esquina recortada que define una región de esquina; en donde una zona de un sustrato en la región de esquina permanece expuesta cuando las celdas solares están unidas al sustrato; y en donde el módulo de enrutamiento de potencia está unido al sustrato en la zona del sustrato en la región de esquina que permanece expuesta.

65 La capa conductora de electricidad del módulo de enrutamiento de potencia está compuesta por uno o más conductores.

- Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia incluye un diodo de derivación para proteger las celdas solares de una polarización inversa y el diodo de derivación está conectado a uno o más de los conductores del módulo de enrutamiento de potencia.
- 5 Una conexión eléctrica está formada por una junta eléctrica intercalada entre uno o varios de los conductores del módulo de encaminamiento de potencia y uno o varios de los conductores del sustrato.
- 10 El área del sustrato en la región de esquina que permanece expuesta incluye almohadillas conductoras que proporcionan puntos de conexión entre el módulo de enrutamiento de potencia y las vías conductoras en el sustrato.
- Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares con una o más líneas de alimentación del sustrato.
- 15 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares proporcionando una conexión en serie entre las celdas solares.
- Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares mediante conexiones puente alrededor de las celdas solares.
- 20 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares dentro de columnas de las celdas solares.
- Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares entre las columnas de las celdas solares.
- 25 Preferiblemente, el conjunto es un conjunto no rectangular y el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares del conjunto no rectangular.
- 30 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia incluye uno o más conductores para habilitar una zona de permanencia al margen.
- El módulo de enrutamiento de potencia incluye un adhesivo para fijarlo al sustrato.
- 35 Asimismo, se divulga un panel de celdas solares, que comprende: un conjunto de celdas solares compuesto por al menos un módulo de enrutamiento de potencia para interconectar eléctricamente las celdas solares del conjunto, en donde el módulo de enrutamiento de potencia incluye: una capa conductora de electricidad para interconectar eléctricamente las celdas solares; y una capa aislante para aislar eléctricamente la capa conductora de electricidad; en donde al menos una de las celdas solares tiene al menos una esquina recortada que define una región de esquina; en donde una zona de un sustrato en la región de esquina permanece expuesta cuando las celdas solares están unidas al sustrato; y en donde el módulo de enrutamiento de potencia está unido al sustrato en la zona del sustrato en la región de esquina que permanece expuesta.
- 40 La capa conductora de electricidad del módulo de enrutamiento de potencia está compuesta por uno o más conductores.
- 45 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia incluye un diodo de derivación para proteger las celdas solares de una polarización inversa y el diodo de derivación está conectado a uno o más de los conductores del módulo de enrutamiento de potencia.
- 50 Una conexión eléctrica está formada por una junta eléctrica intercalada entre uno o varios de los conductores del módulo de encaminamiento de potencia y uno o varios de los conductores del sustrato.
- La zona del sustrato en la región de esquina que permanece expuesta incluye almohadillas conductoras que proporcionan puntos de conexión entre el módulo de enrutamiento de potencia y las vías conductoras en el sustrato.
- 55 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares con una o más líneas de alimentación del sustrato.
- Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares proporcionando una conexión en serie entre las celdas solares.
- 60 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares mediante conexiones puente alrededor de las celdas solares.
- 65 Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares dentro de columnas de las celdas solares.

Preferiblemente, el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares entre las columnas de las celdas solares.

- 5 Preferiblemente, el conjunto es un conjunto no rectangular y el módulo de enrutamiento de potencia interconecta eléctricamente las celdas solares del conjunto no rectangular.

Preferiblemente, aquí el módulo de enrutamiento de potencia incluye uno o más conductores para habilitar una zona de permanencia al margen.

- 10 El módulo de enrutamiento de potencia incluye un adhesivo para fijarlo al sustrato.

La descripción de los ejemplos antes establecidos se ha presentada con fines ilustrativos y de descripción, y no pretende ser exhaustiva ni limitada a los ejemplos descritos.

## REIVINDICACIONES

1. Un módulo de enrutamiento de potencia (30) para interconectar eléctricamente celdas solares (14) en un conjunto (22), cuando las celdas solares (14) están unidas a un sustrato (12), donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) incluye:
  - una capa conductora de electricidad (66) configurada para interconectar eléctricamente las celdas solares (14), donde la capa conductora de electricidad (66) del módulo de enrutamiento de potencia (30) está compuesta por uno o más conductores de esquina (20);
  - una capa aislante (64) configurada para aislar eléctricamente la capa conductora de electricidad (66);
  - un adhesivo (68) para fijar el módulo de enrutamiento de potencia (30) al sustrato (12); y
  - una junta eléctrica (70) para conectar uno o más conductores de esquina (20) del módulo de enrutamiento de potencia (30) a uno o más conductores de esquina (20) del sustrato (12); donde cada una de las celdas solares (14) tiene al menos una esquina recortada (24) que define una región de esquina (26), donde las celdas solares (14) están unidas al sustrato (12) de tal manera que las regiones de esquina (26) de las adyacentes de las celdas solares (14) están alineadas, exponiendo así una zona (28) del sustrato (12);
  - donde la zona (28) del sustrato (12) en las regiones de esquina (26) permanece expuesta cuando las celdas solares (14) se fijan al sustrato (12); y
  - donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) puede fijarse al sustrato (12) en la zona (28) del sustrato (12) en las regiones de esquina (26), que permanece expuesta cuando las celdas solares (14) se fijan al sustrato (12), de modo que se forma una conexión eléctrica mediante la junta eléctrica (70) intercalada entre uno o más de los conductores de esquina (20) del módulo de enrutamiento de potencia (30) y uno o más de los conductores de esquina (20) del sustrato (12).
2. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) incluye un diodo de derivación (44) para proteger las celdas solares (14) de una polarización inversa y el diodo de derivación (44) está conectado a uno o más de los conductores (20) del módulo de enrutamiento de potencia (30).
3. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde la zona (28) del sustrato (12) en las regiones de esquina (26) que permanece expuesta incluye almohadillas conductoras (72) que proporcionan puntos de conexión entre el módulo de enrutamiento de potencia (30) y las vías conductoras en el sustrato (12).
4. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) está configurado para interconectar eléctricamente las celdas solares (14) con una o más líneas de potencia en el sustrato (12).
5. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) está configurado para interconectar eléctricamente las celdas solares (14) proporcionando una conexión en serie entre las celdas solares (14).
6. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) está configurado para interconectar eléctricamente las celdas solares (14) mediante conexiones puente alrededor de las celdas solares (14).
7. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) está configurado para interconectar eléctricamente las celdas solares (14) dentro de columnas de las celdas solares (14).
8. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) está configurado para interconectar eléctricamente las celdas solares (14) entre columnas de las celdas solares (14).
9. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde el conjunto (22) es un conjunto no rectangular y el módulo de enrutamiento de potencia (30) está configurado para interconectar eléctricamente las celdas solares (14) en el conjunto no rectangular.
10. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) incluye uno o más conductores para habilitar una zona de permanencia al margen (74).
11. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, donde la capa aislante (64) es transparente.
12. El módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, donde la junta eléctrica (70) se realiza con soldadura, mediante un proceso de soldadura por láser o mediante un proceso de soldadura ultrasónica.

13. Un panel de celdas solares (10) que comprende un conjunto de celdas solares (22) y al menos un módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12.

14. Un método, que comprende:

- 5 interconectar eléctricamente celdas solares (14) en un conjunto (22) utilizando un módulo de enrutamiento de potencia (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde cada una de las celdas solares (14) tiene al menos una esquina recortada (24) que define una región de esquina (26), donde las celdas solares (14) están unidas a un sustrato (12) de tal manera que las regiones de esquina (26) de las adyacentes de las celdas solares (14) están alineadas,
- 10 exponiendo así una zona (28) del sustrato (12);  
fijar las celdas solares (14) al sustrato (12) de forma que la zona (28) del sustrato (12) en las regiones de esquina (26) permanezca expuesta; y  
fijar el módulo de enrutamiento de potencia (30) al sustrato (12) en la zona (28) del sustrato (12) en las regiones de esquina (26) que permanece expuesta de forma que la conexión eléctrica se forma mediante la junta eléctrica (70)
- 15 intercalada entre uno o más conductores de esquina (20) del módulo de enrutamiento de potencia (30) y uno o más conductores de esquina (20) del sustrato (12).

15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, donde el módulo de enrutamiento de potencia (30) incluye un diodo de derivación (44) para proteger las celdas solares (14) de una polarización inversa y el diodo de derivación (44) está
- 20 conectado a uno o más de los conductores (20) del módulo de enrutamiento de potencia (30).

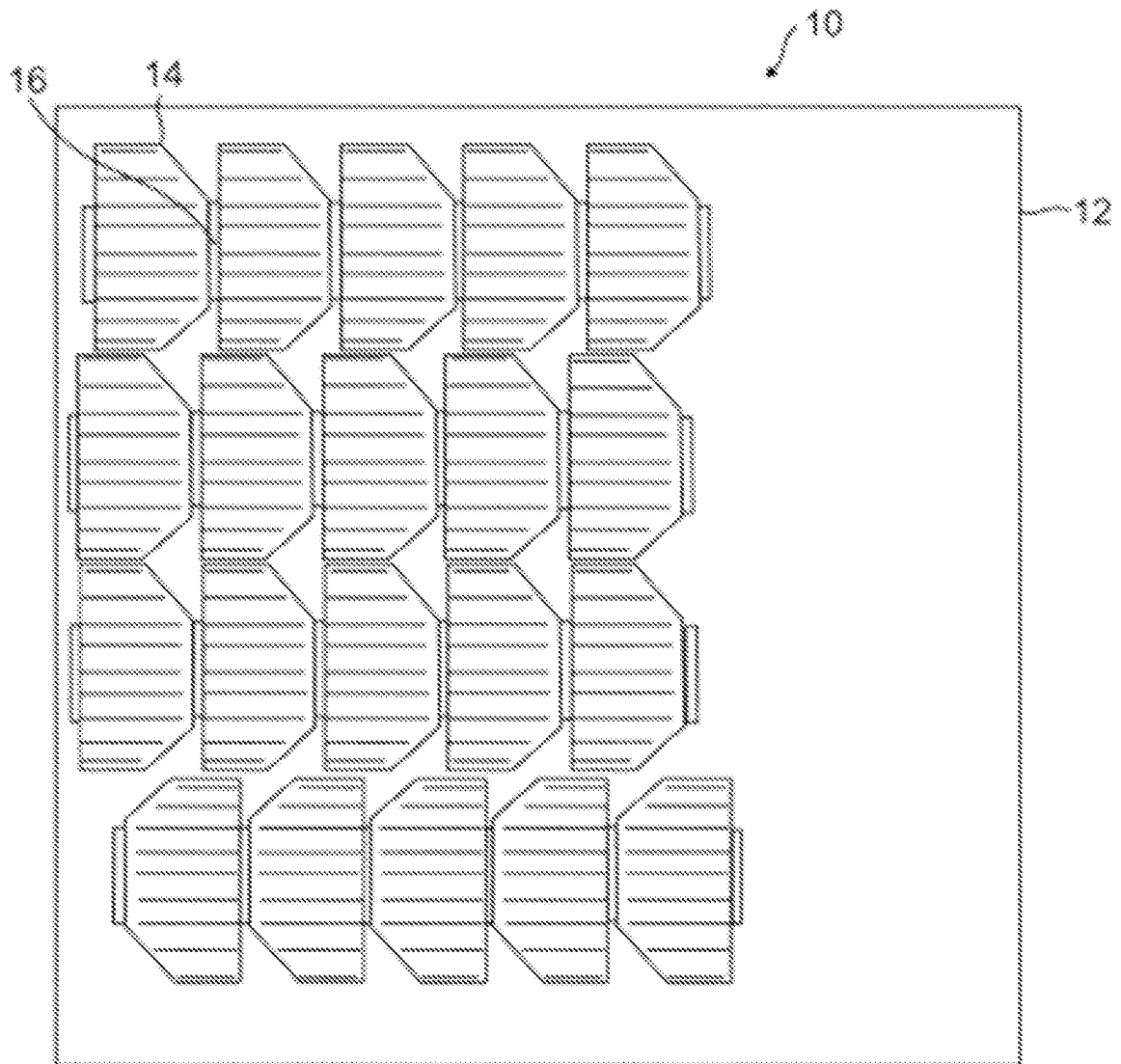


FIG. 1

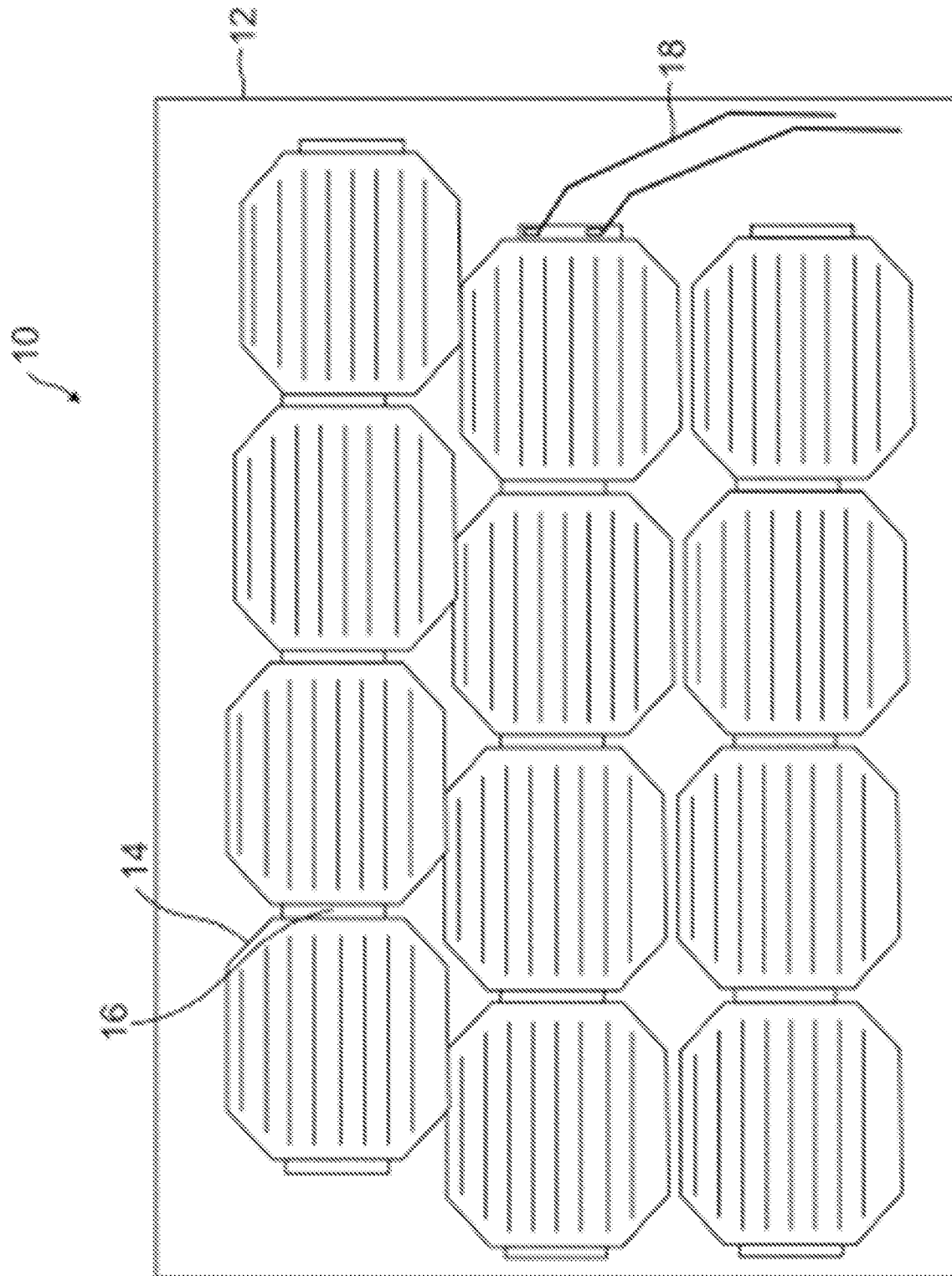


FIG. 2



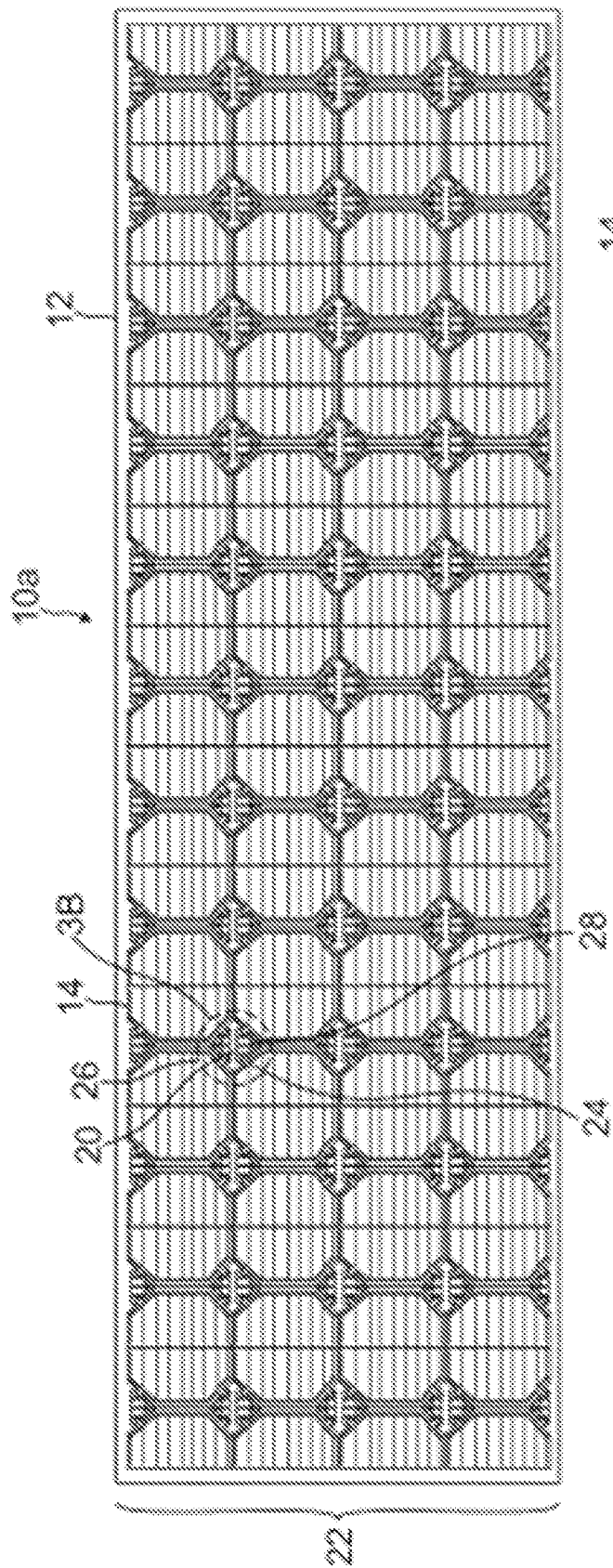


FIG. 3A

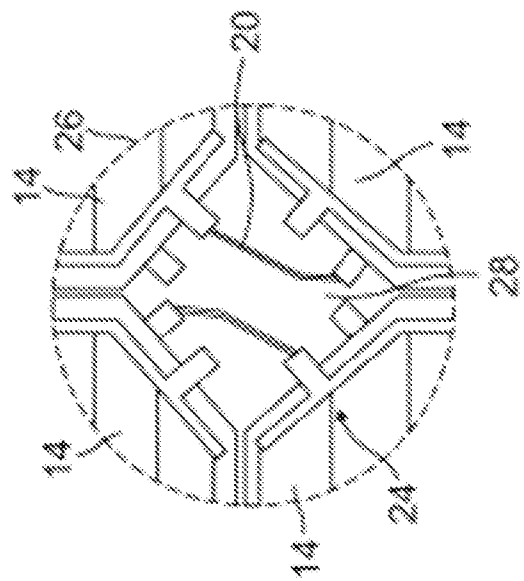


FIG. 3B

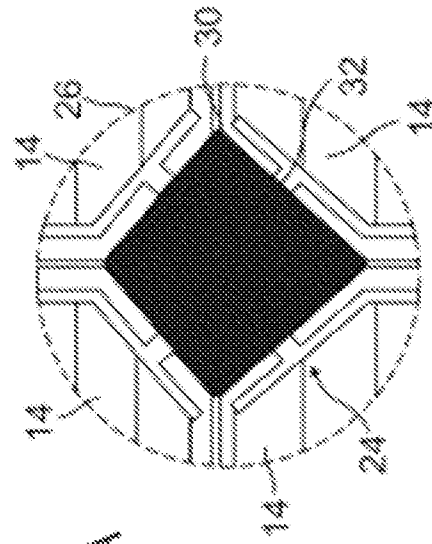
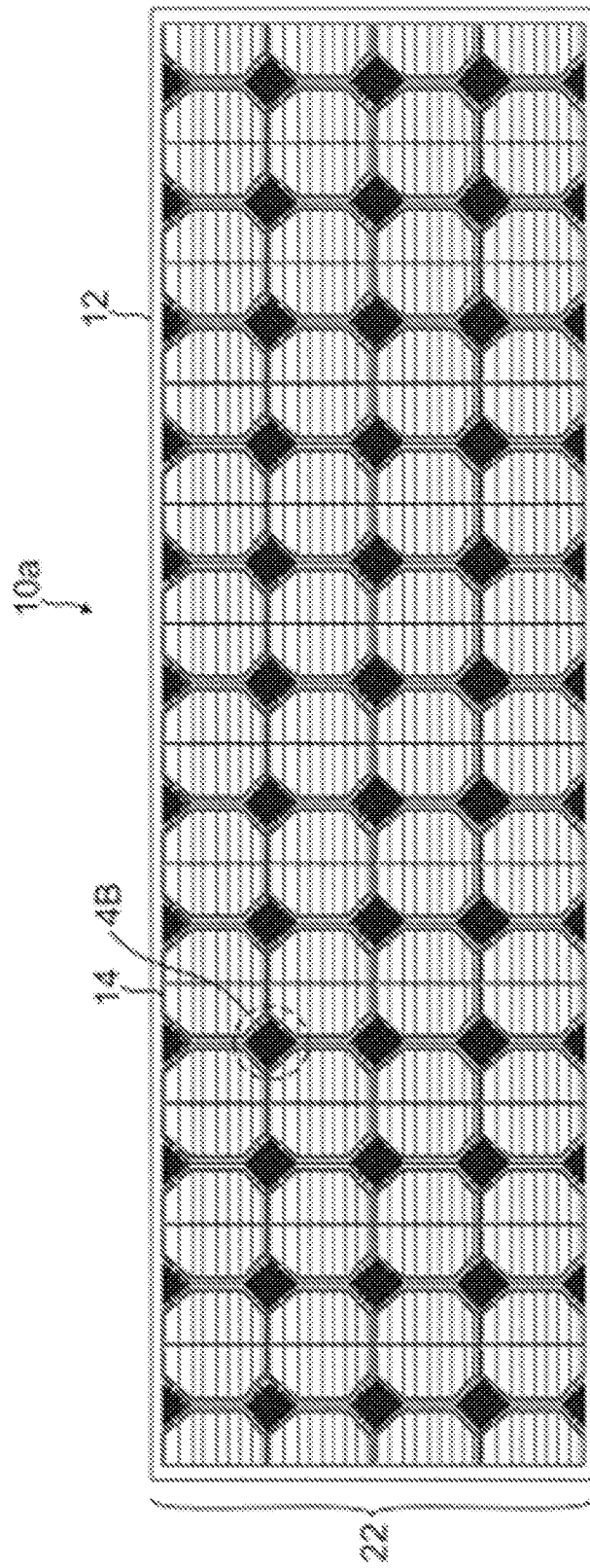


FIG. 4B

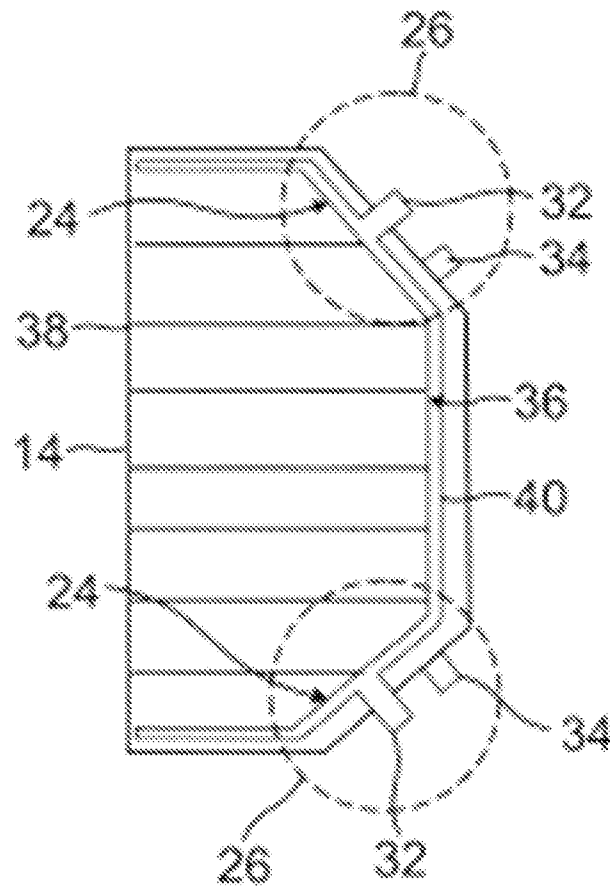


FIG. 5

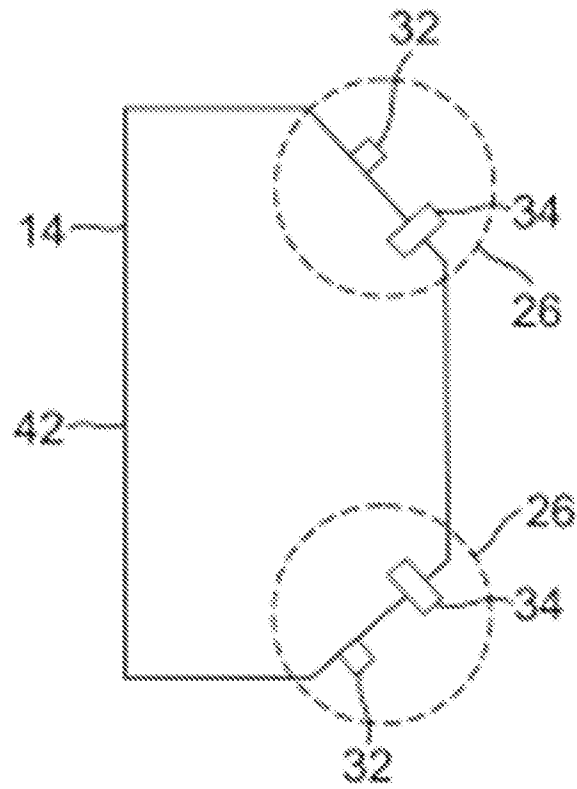


FIG. 6

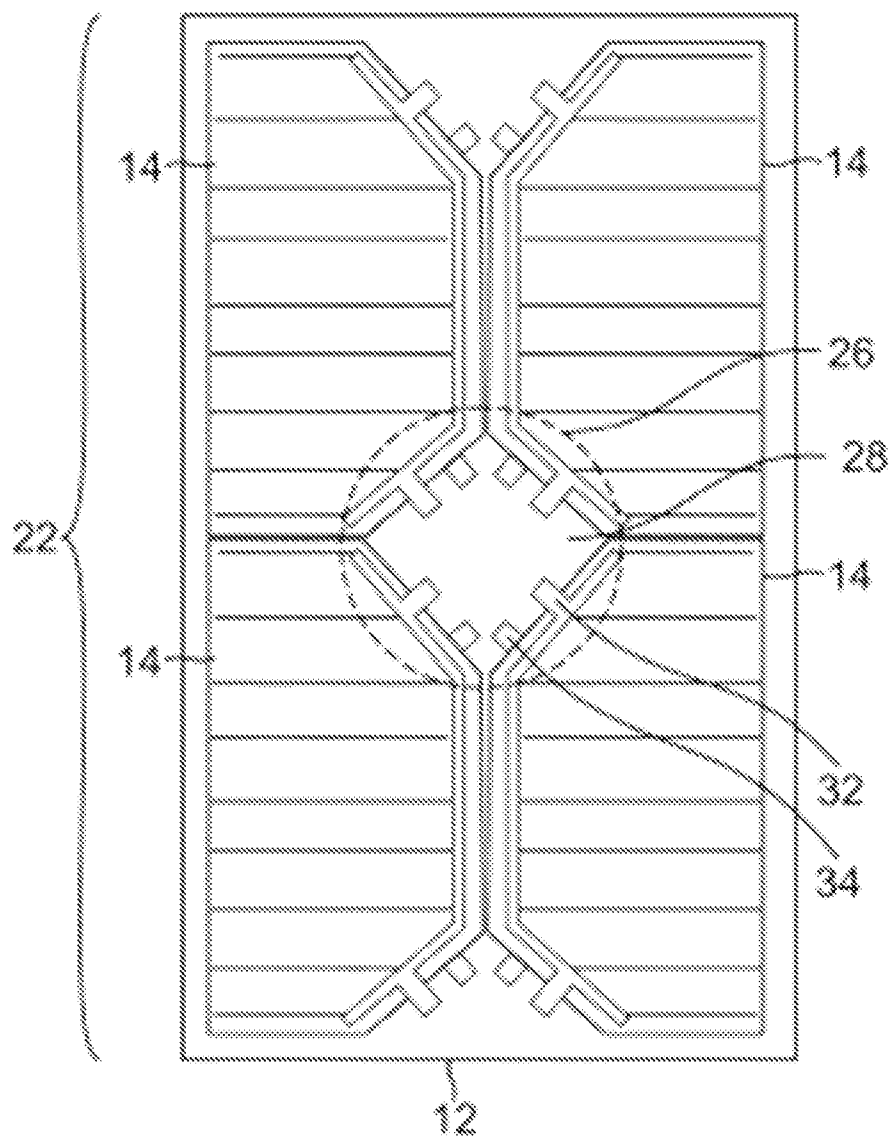


FIG. 7

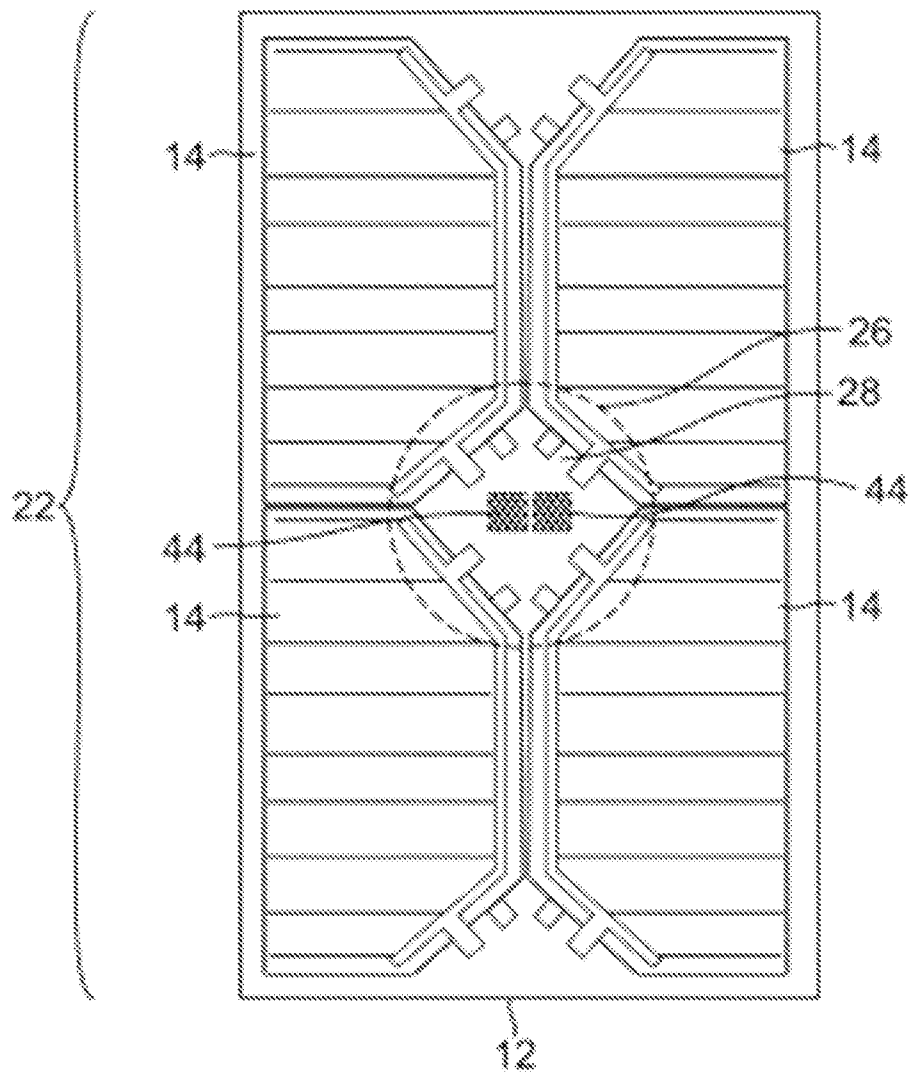


FIG. 8

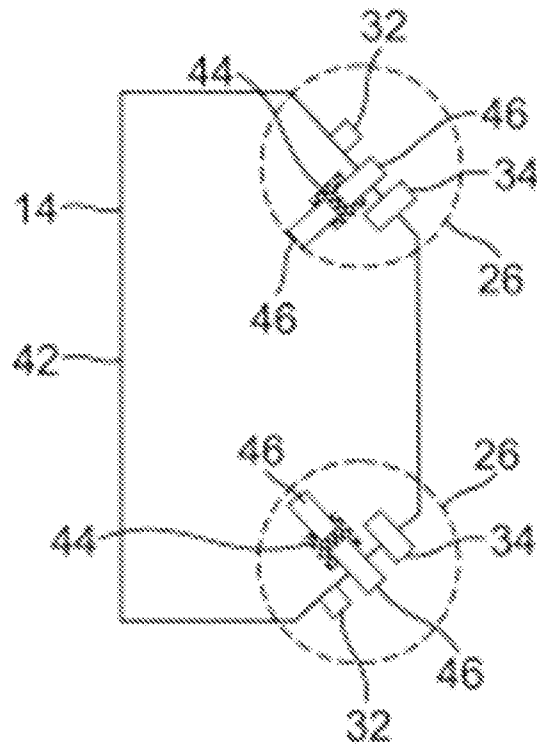


FIG. 9

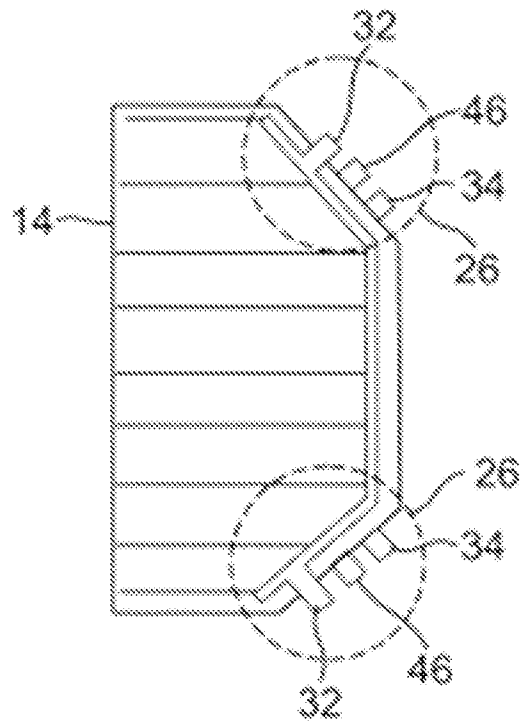


FIG. 10



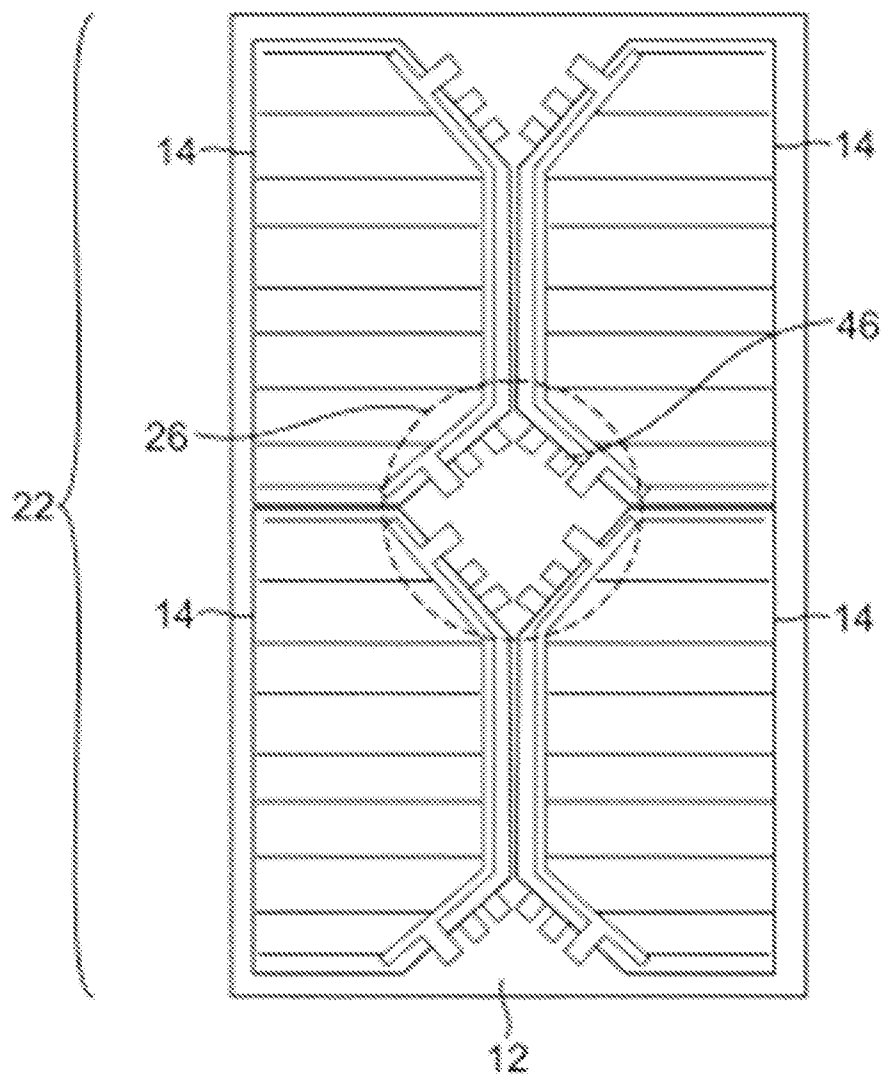


FIG. 11

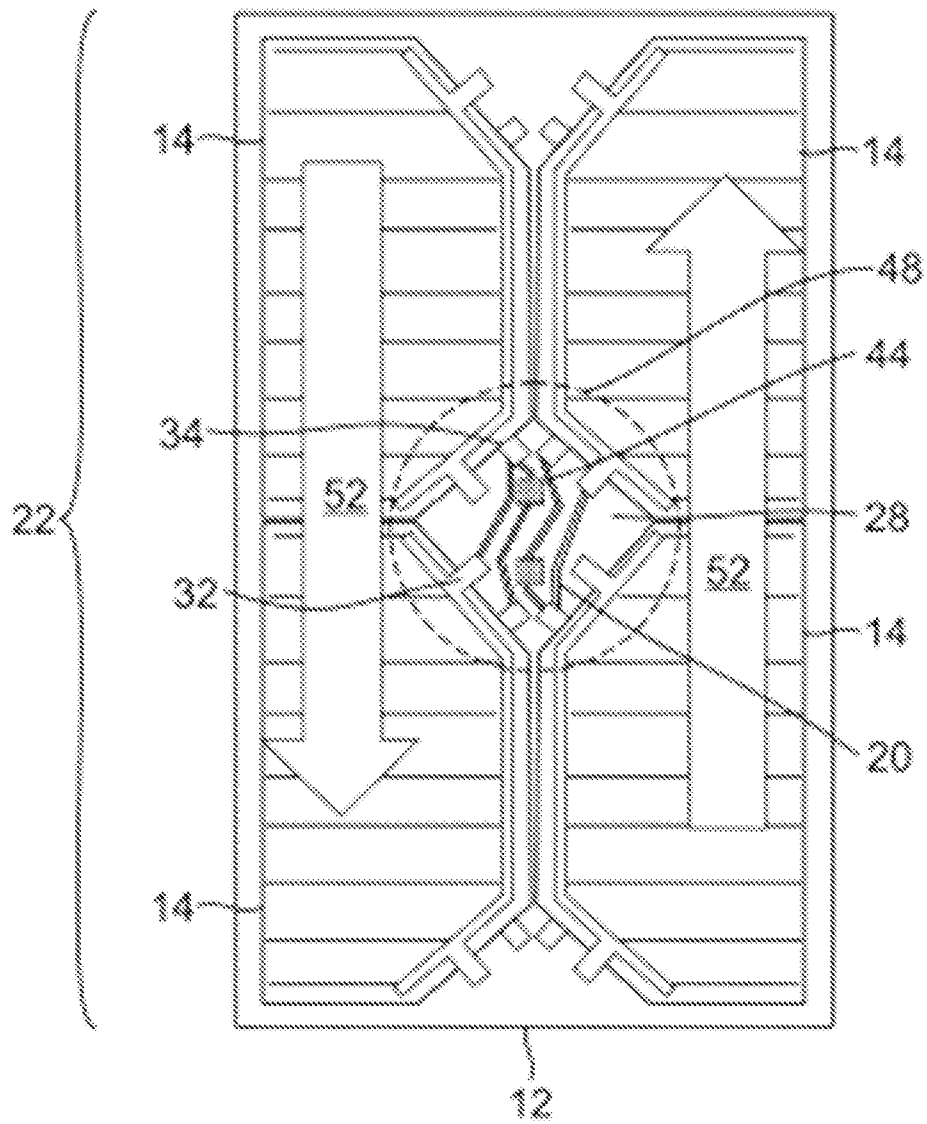


FIG. 12

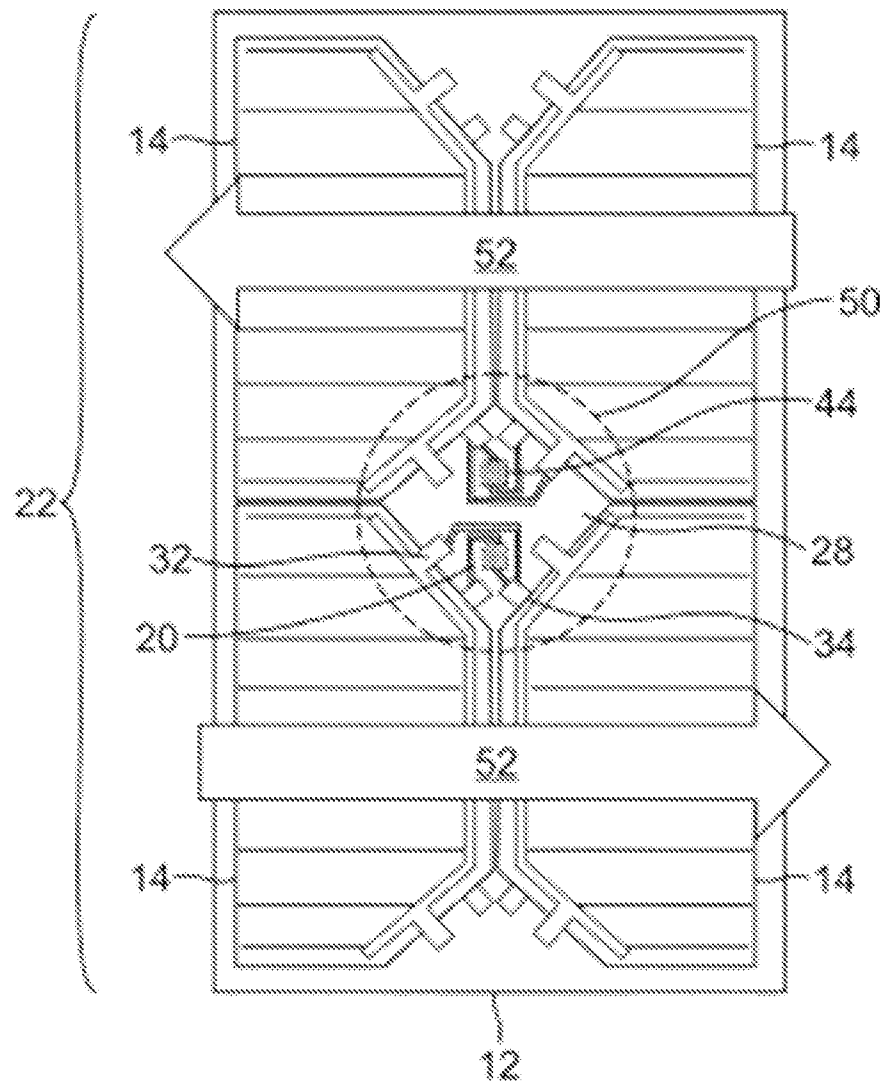


FIG. 13

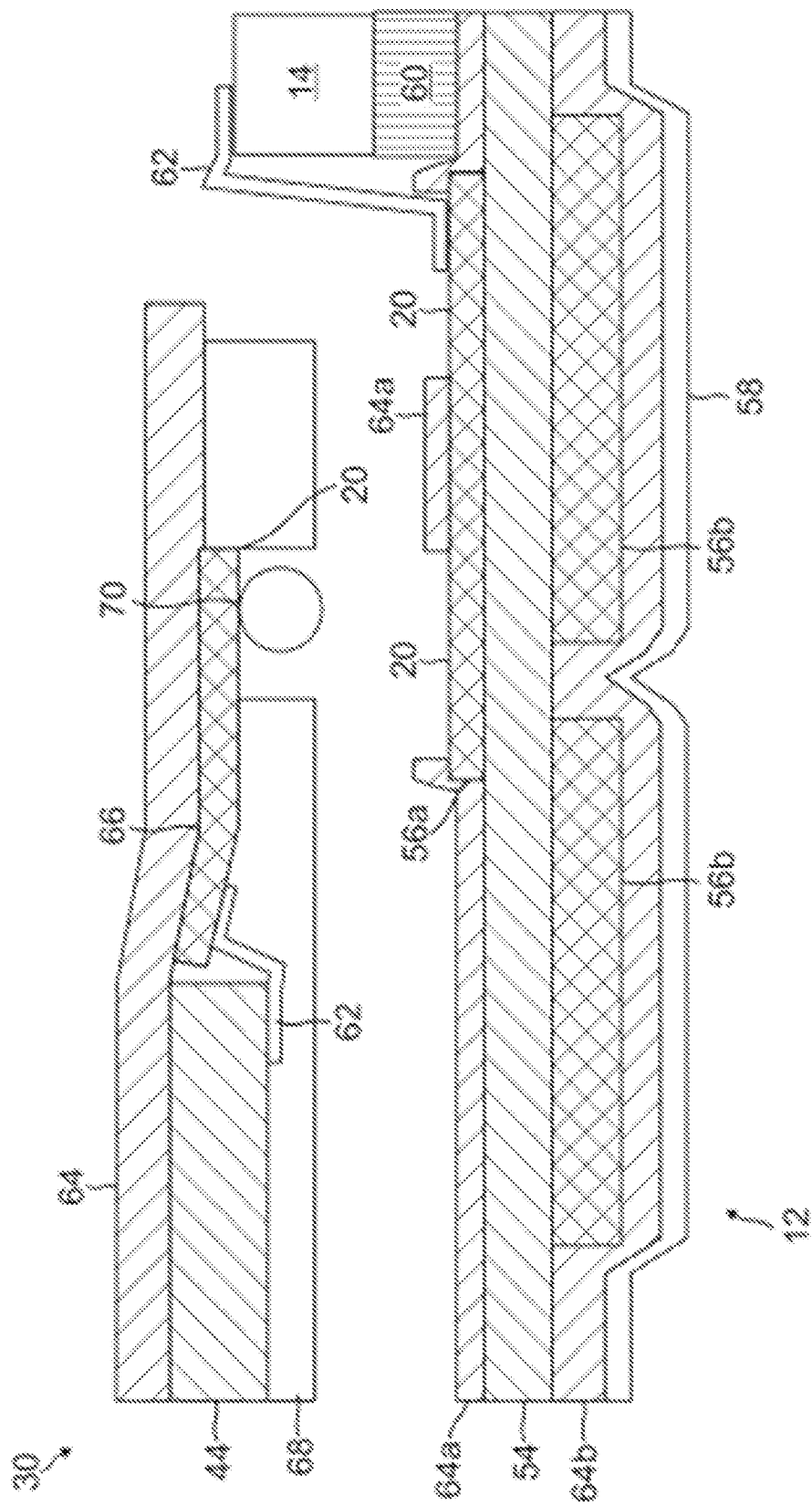
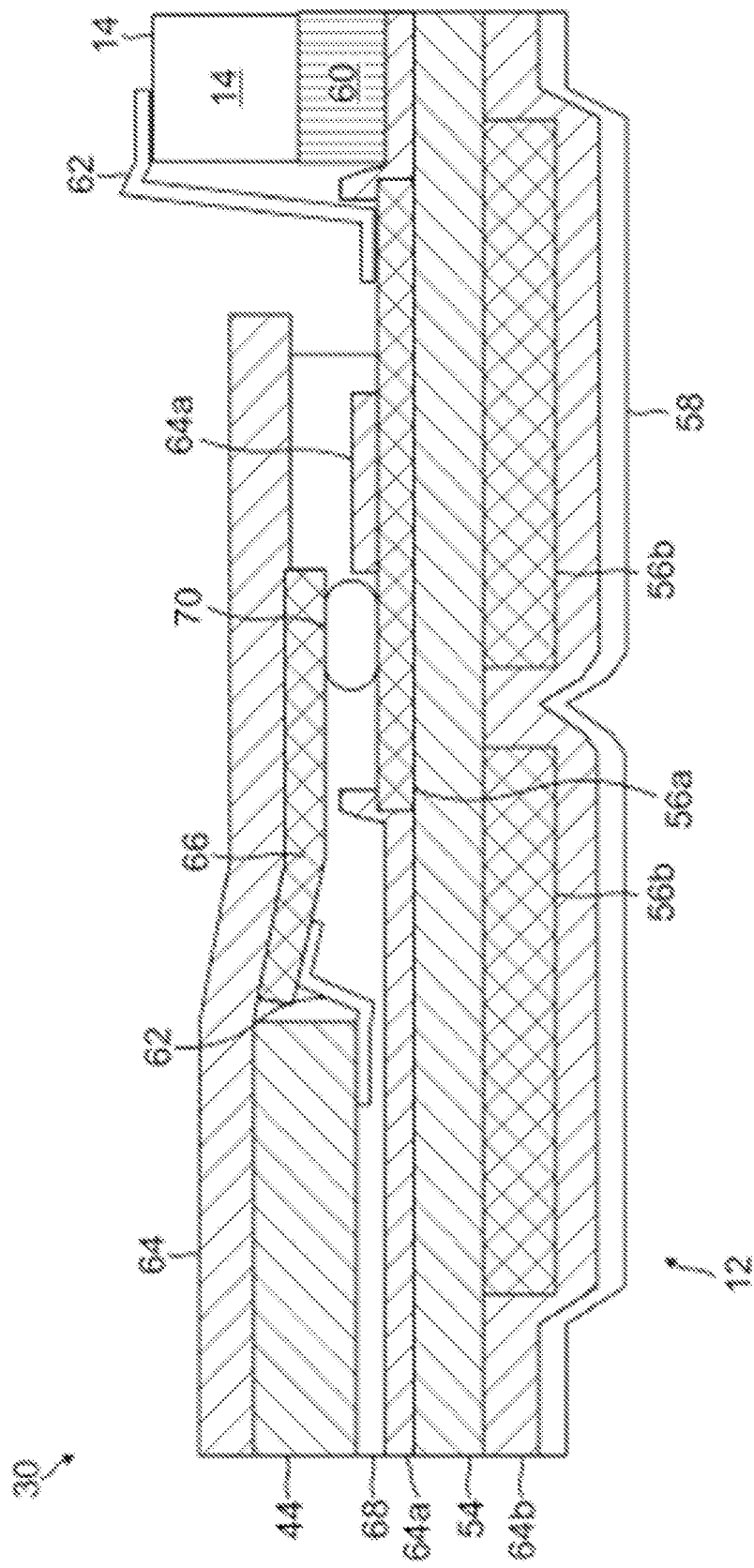


FIG. 14



60

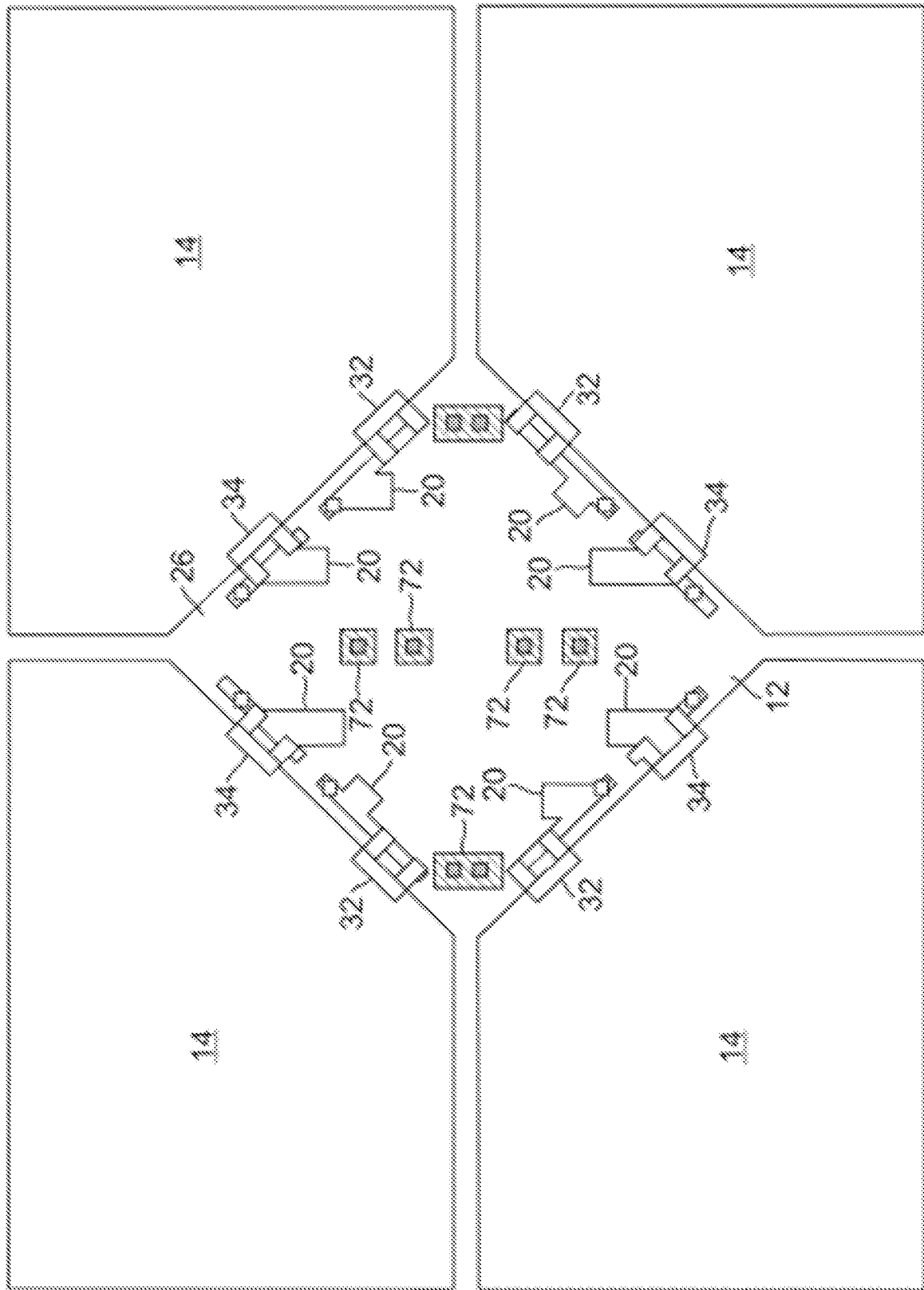


FIG. 16

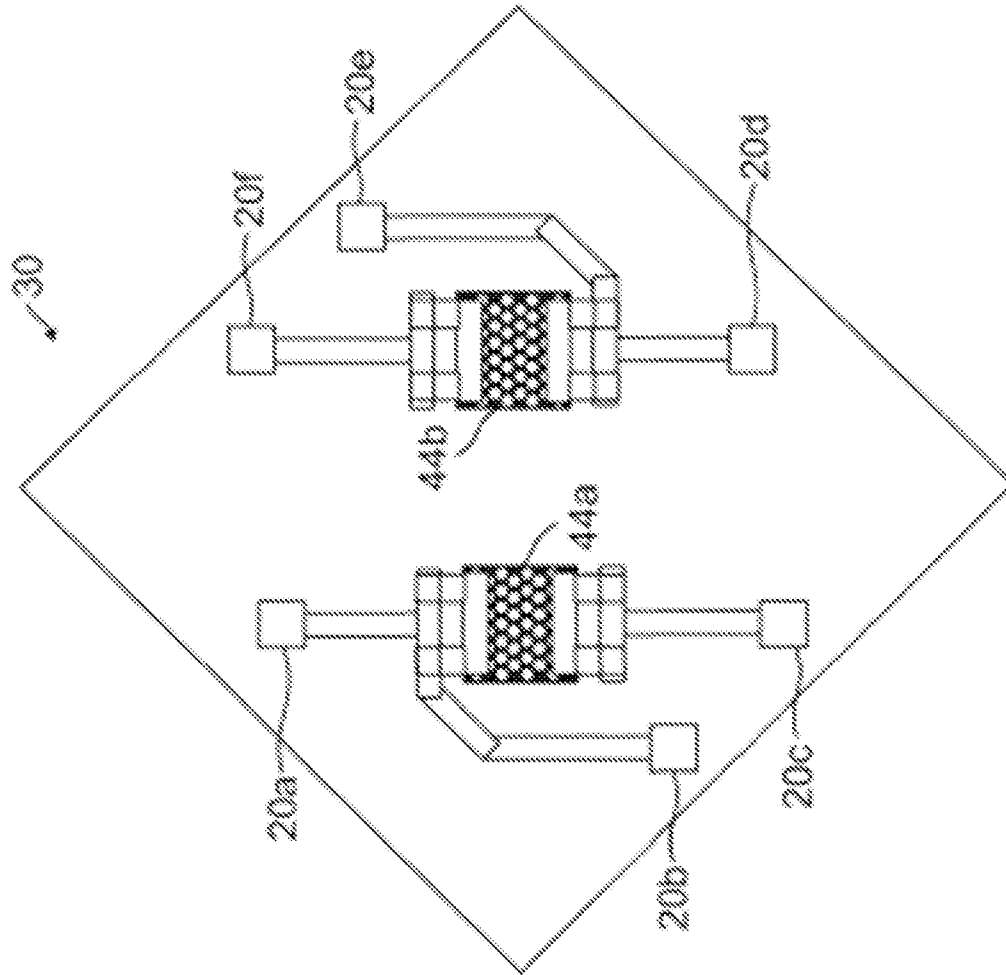


FIG. 17

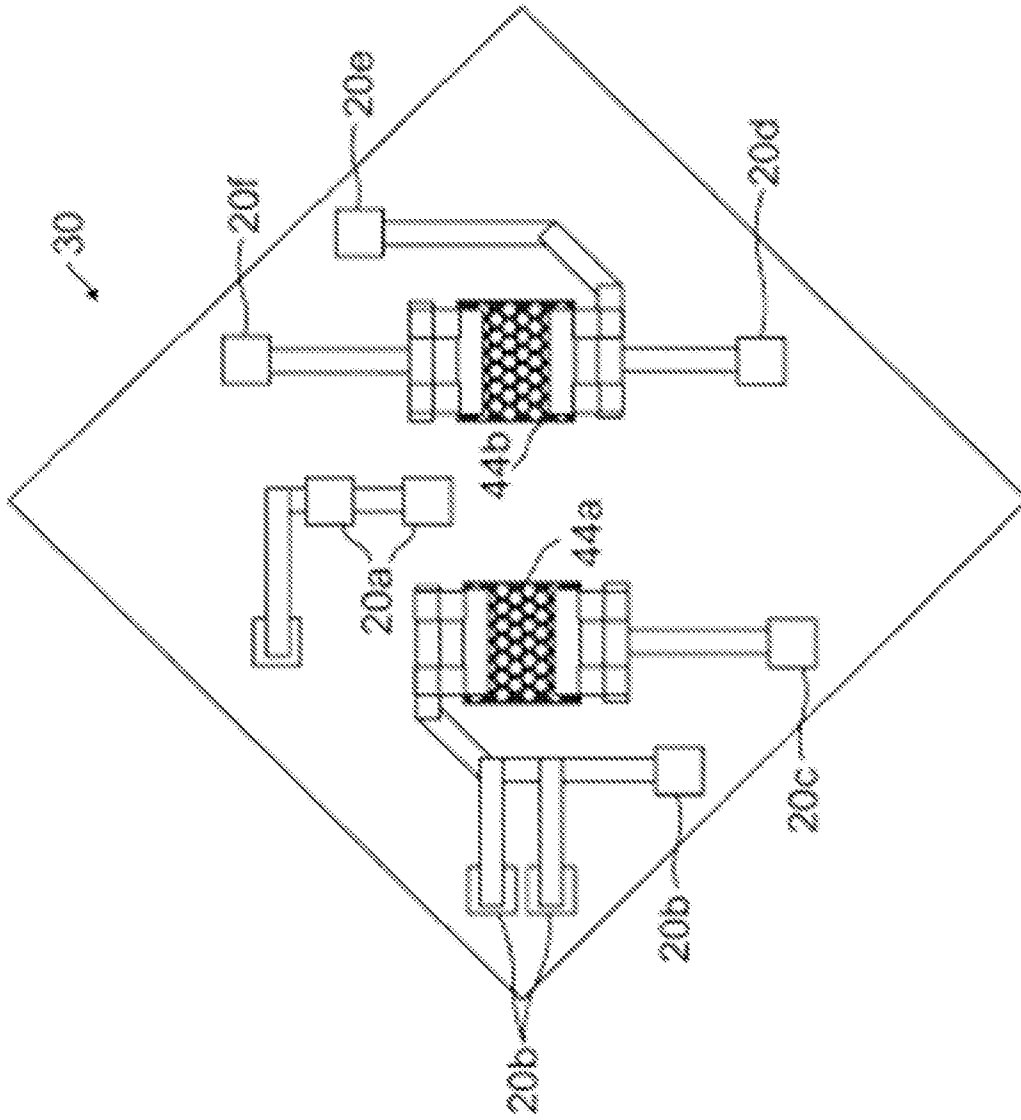


FIG. 18



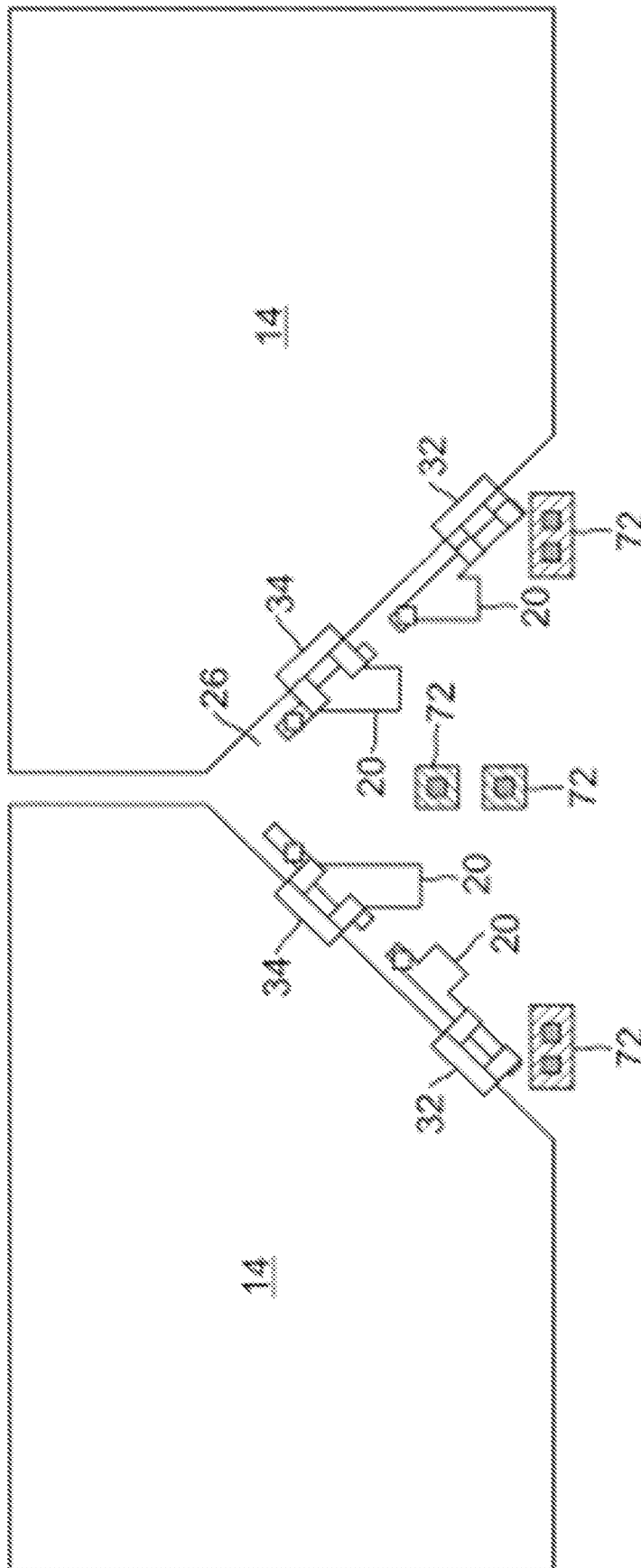
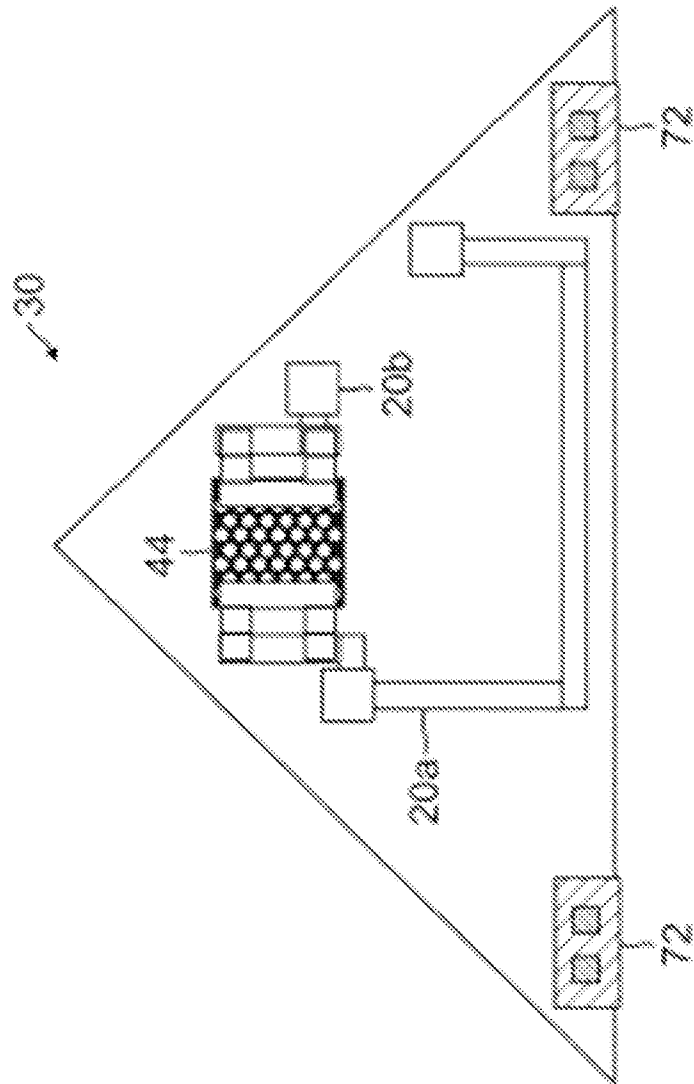


FIG. 19



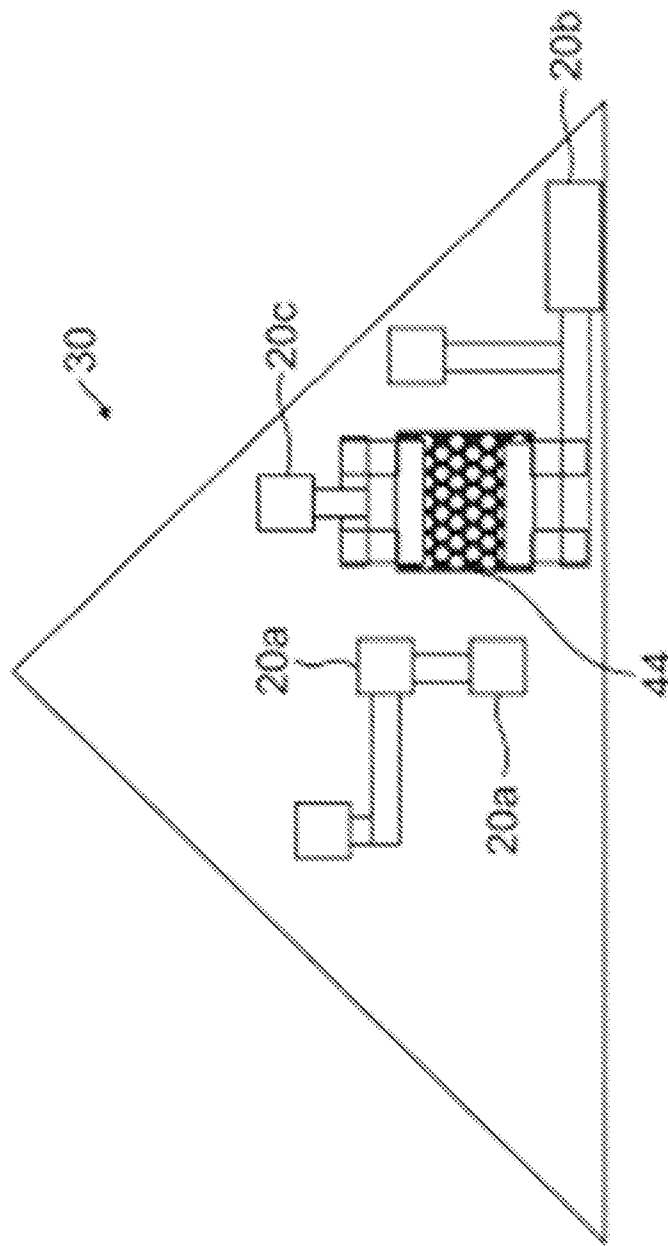


FIG. 21

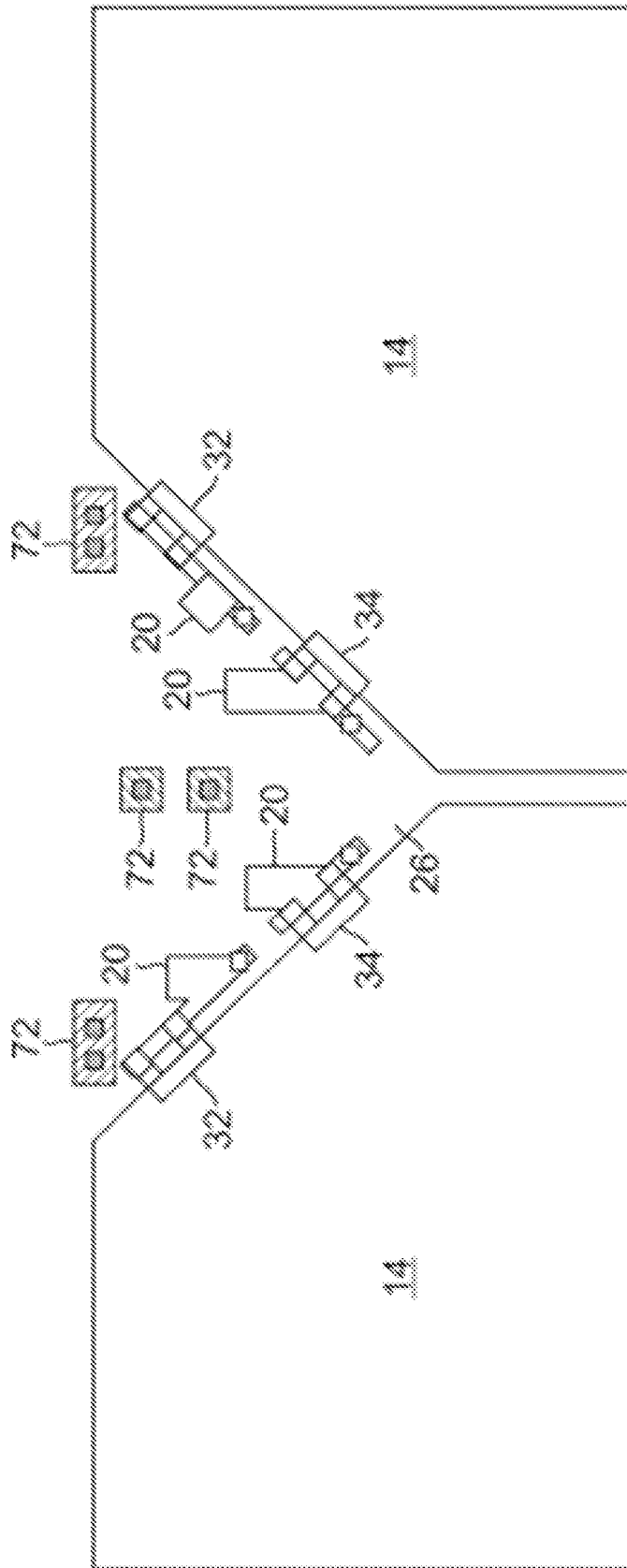
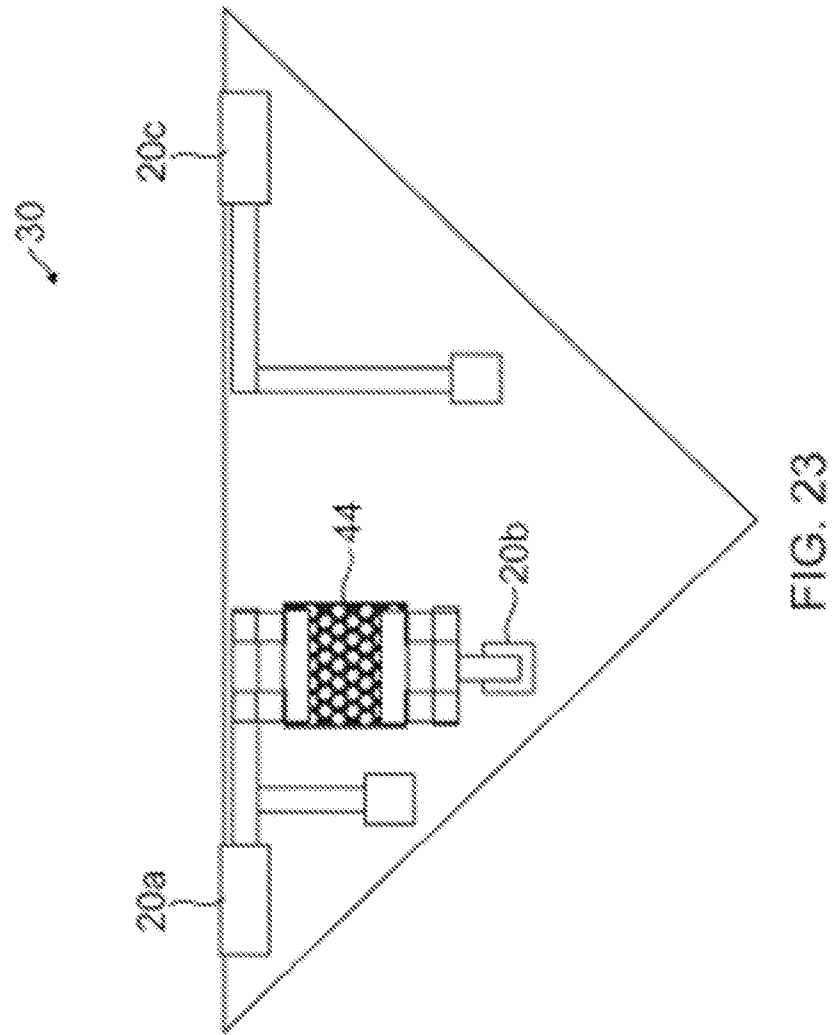
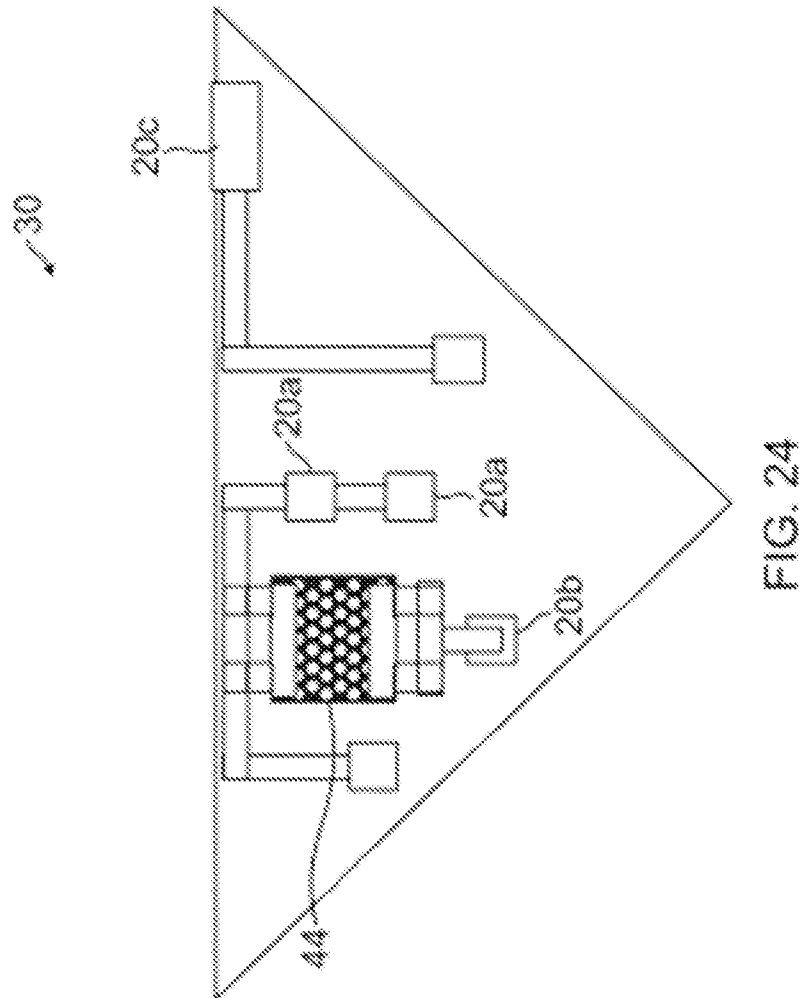


FIG. 22





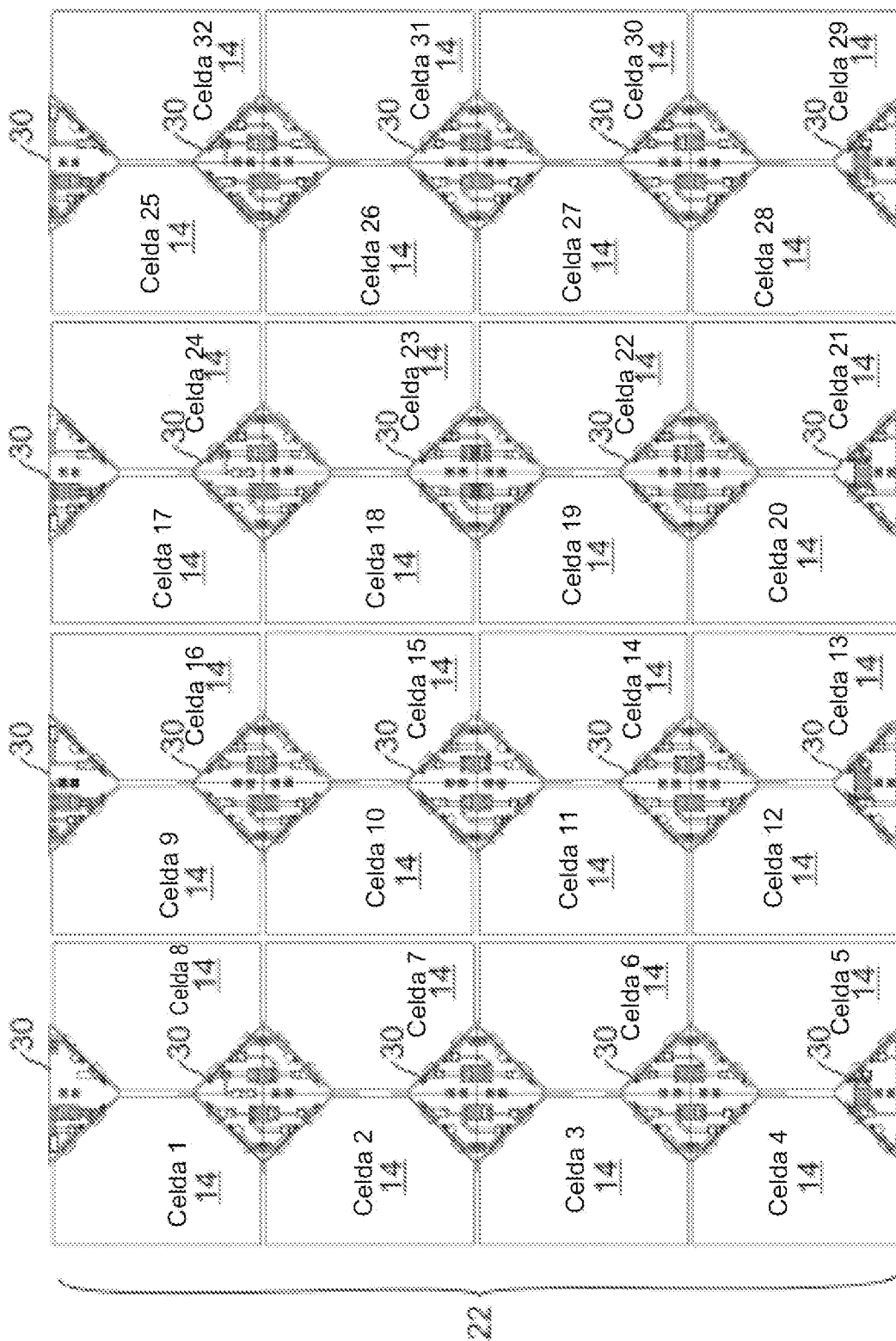


FIG. 25

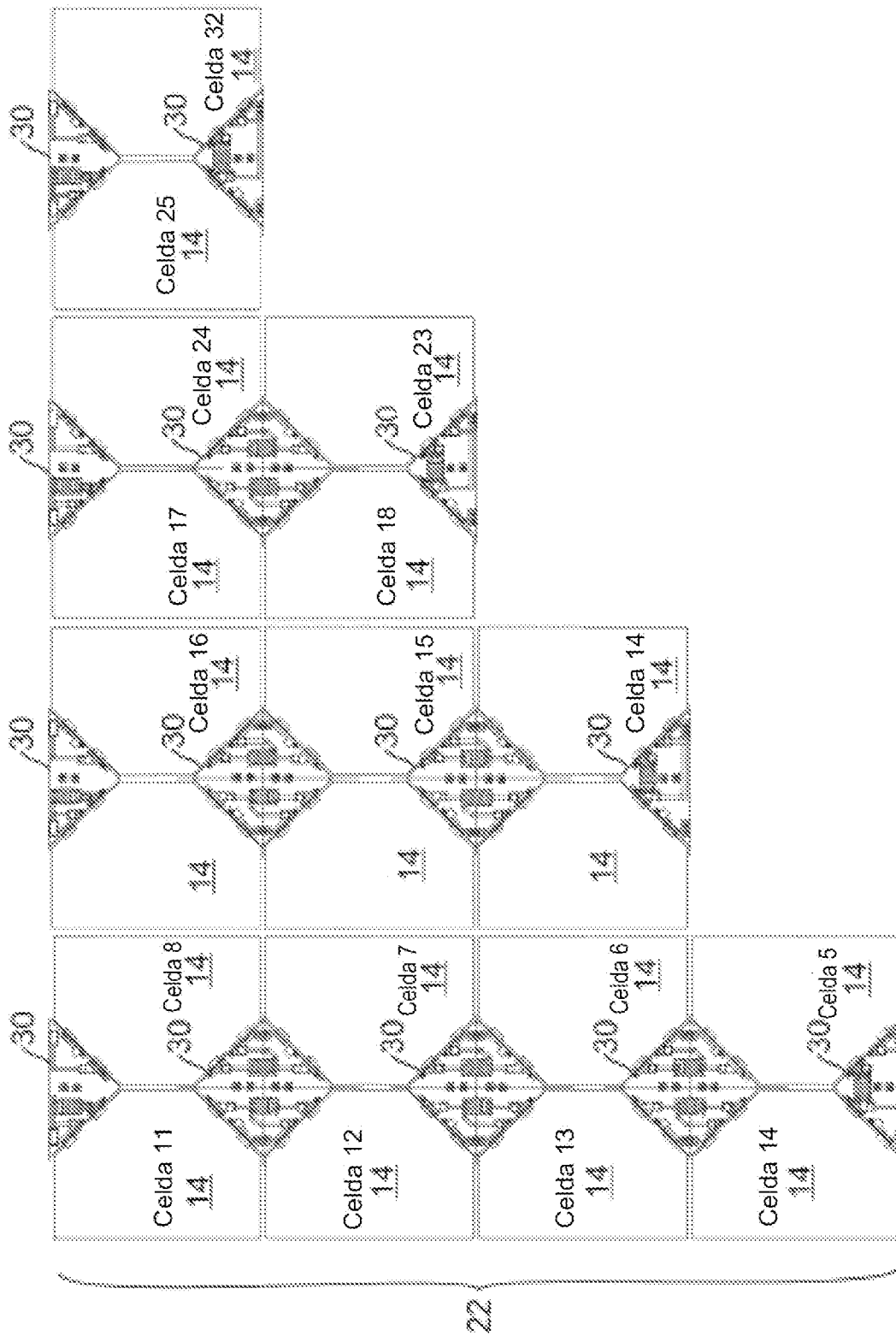
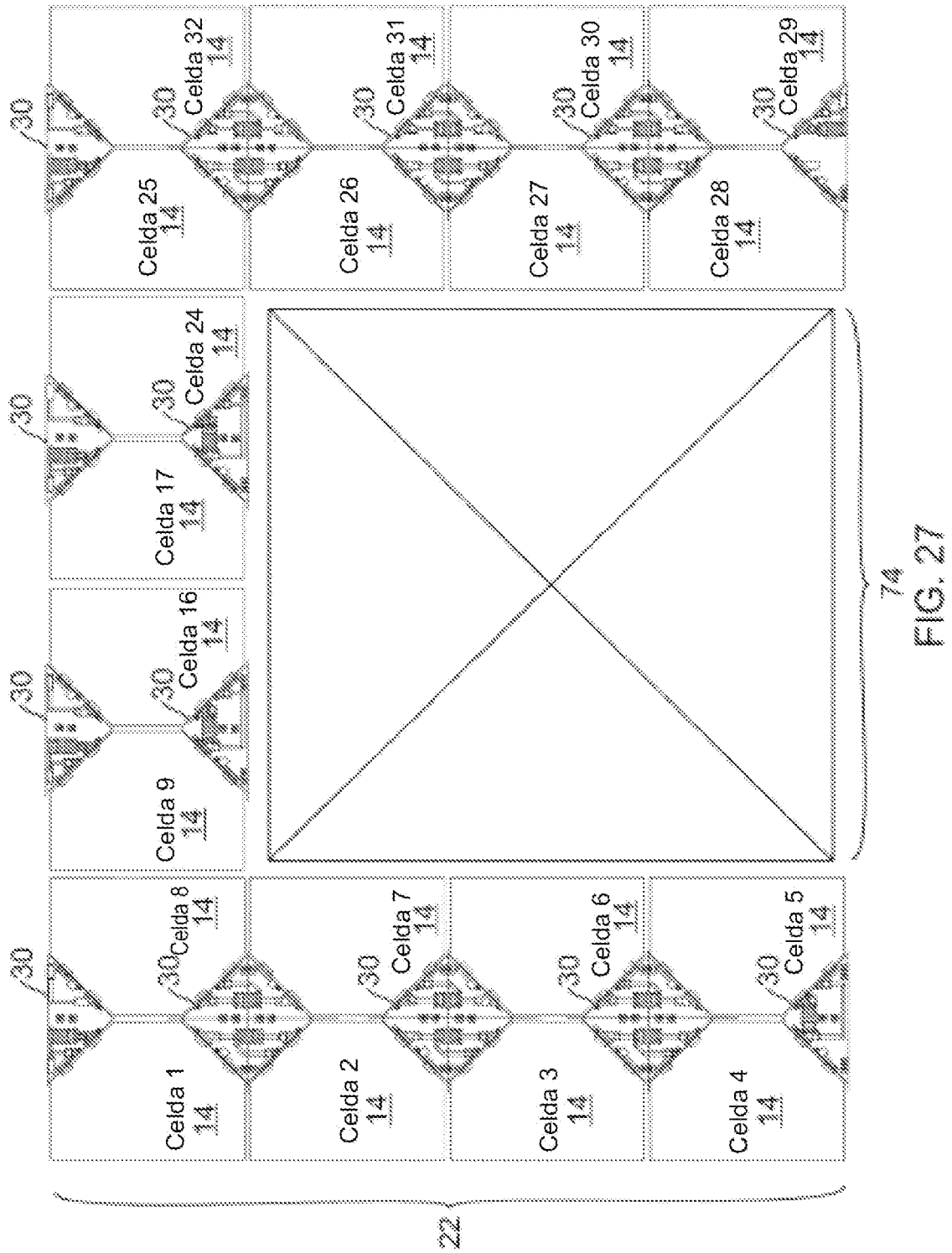


FIG. 26





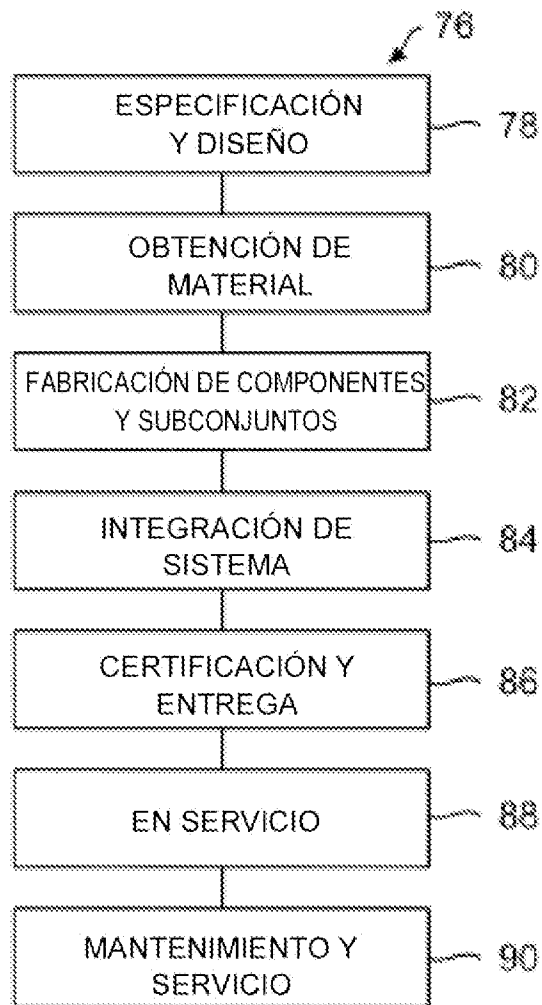


FIG. 28

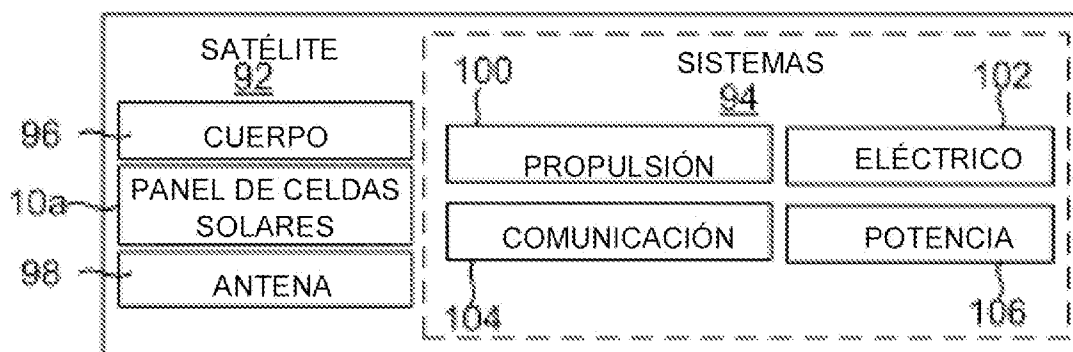


FIG. 29

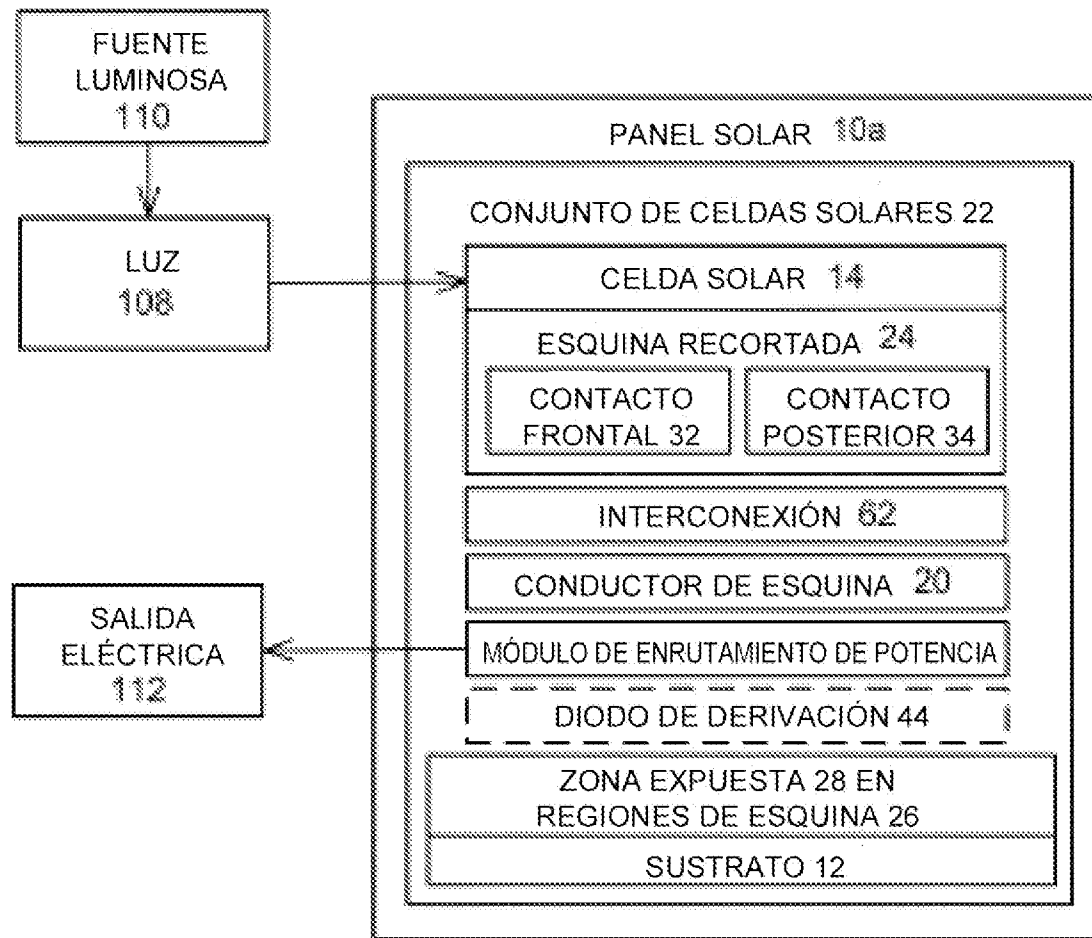


FIG. 30