

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 686**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042 (2014.01)

H01L 31/05 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2021** **E 21207755 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2024** **EP 4002489**

54 Título: **Conjunto de celdas solares espaciales con tensión personalizada**

30 Prioridad:

21.11.2020 US 202017100823

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
28.08.2024

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 2 977 686 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

Conjunto de celdas solares espaciales con tensión personalizada

Campo técnico de la invención

5 La divulgación está relacionada en general con paneles de celdas solares y más específicamente con un conjunto de celdas solares espaciales con tensión personalizada.

Antecedentes de la invención

Un montaje típico de paneles de celdas solares aptos para vuelos espaciales implica la construcción de conjuntos de celdas solares compuestos por largas cadenas de celdas solares conectadas en serie. Estas cadenas tienen una longitud variable, es decir, el número de celdas solares, y pueden ser muy largas.

10 Las matrices de celdas solares convencionales se construyen con un número fijo de celdas solares para producir una tensión de salida requerida, que también se ve modificada por la temperatura de funcionamiento y la dosis de radiación. Por ejemplo, una cadena de 50 celdas solares conectadas en serie puede producir una tensión de salida de 100 V.

15 Esta tensión de salida debe cumplir o superar los requisitos de un sistema eléctrico para suministrar energía. La temperatura y la dosis de radiación son fijadas por la misión, mientras que el número de celdas solares del circuito es una variable establecida para satisfacer la tensión de salida de los requisitos del sistema eléctrico.

US2018358497 A1 establece, de acuerdo con su resumen, que un conjunto de celdas solares comprende una o más celdas solares unidas a un sustrato. El sustrato incluye una o más conexiones eléctricas a las celdas solares y uno o más interruptores para cambiar una longitud de cadena para una o más de las celdas solares mediante la alteración de una ruta de flujo de corriente entre la celda o celdas solares y una o más de las conexiones eléctricas.

20 Las misiones varían y se necesita un panel de celdas solares que sea adaptable.

Breve descripción de la invención

25 De acuerdo con la presente divulgación, se proporcionan un método y un dispositivo tal como se definen en las reivindicaciones independientes 1 y 13. Otras realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes. Aunque la invención sólo está definida por las reivindicaciones, las siguientes realizaciones, ejemplos y aspectos están presentes para ayudar a comprender los antecedentes y las ventajas de la invención.

30 Para superar las limitaciones descritas anteriormente, y para superar otras limitaciones que se harán evidentes tras la lectura y comprensión de la presente especificación, la presente divulgación describe un conjunto de celdas solares, un método de fabricación de un conjunto de celdas solares, y un método de funcionamiento de un conjunto de celdas solares. El conjunto de celdas solares comprende celdas solares que están unidas a un sustrato, como un circuito flexible prefabricado, en el que: el sustrato incluye una o más capas aislantes y una o más capas conductoras modeladas como uno o más conductores para realizar conexiones eléctricas con las celdas solares; y el sustrato incluye uno o más puntos de decisión para eliminar o añadir continuidad eléctrica a los conductores, para personalizar los circuitos de las celdas solares a una dimensión deseada de las celdas solares y un tensión de salida deseada.

Dibujos

35 Refiriéndose ahora a los dibujos en los que números de referencia similares representan partes correspondientes en todo:

Las FIGS. 1A, 1B y 1C son vistas laterales transversales que ilustran ejemplos que muestran celdas solares adheridas a un sustrato.

La FIG. 2 ilustra un ejemplo que muestra un conjunto de celdas solares adheridas a un sustrato.

Las FIGS. 3A, 3B y 3C ilustran otro ejemplo de sustrato, que es una variante de la FIG. 2.

40 Las FIGS. 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F y 4G ilustran otro ejemplo de sustrato, que es una variante de la FIG. 3.

La FIG. 5 ilustra otro ejemplo del sustrato, que es una variante de la FIG. 4A.

La FIG. 6 ilustra otro ejemplo del sustrato, que es una variante de la FIG. 5.

Las FIGS. 7, 8, 9, 10, 11 y 12 proporcionan detalles de cada región de esquina mostrando las vías conductoras en las regiones de esquina y las discontinuidades realizadas para conseguir una longitud de circuito de 12 celdas para el panel de celdas solares.

La FIG. 13 ilustra cómo se puede personalizar el tamaño de un conjunto de celdas solares.

5 La FIG. 14 ilustra un ejemplo de método de fabricación de un conjunto de celdas solares para un satélite.

La FIG. 15 ilustra un ejemplo de satélite que incluye un conjunto de celdas solares.

La FIG. 16 ilustra un ejemplo de un conjunto de celdas solares en forma de diagrama de bloques funcional.

Descripción detallada de la invención

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

Descripción general

15 Se necesita un conjunto genérico de celdas solares que pueda adaptarse rápidamente para alcanzar una variedad de tensiones de salida, con el fin de proporcionar una entrega rápida para un conjunto diverso de misiones. Por ejemplo, las misiones prioritarias suelen requerir entregas en semanas, pero los enfoques actuales pueden requerir meses debido a la amplitud del diseño, la fabricación y las pruebas de los conjuntos de celdas solares.

20 La presente divulgación describe un conjunto genérico de celdas solares apto para vuelos espaciales que puede adaptarse rápidamente para alcanzar diversas tensiones de salida. Los conjuntos de celdas solares para satélites varían con cada misión y los intentos anteriores de estandarizarlos han provocado pérdidas de potencia que han socavado las ventajas de coste o calendario que se pretendía conseguir.

25 La presente divulgación describe un nuevo diseño y un proceso mejorado para un sustrato que comprende un circuito flexible prefabricado utilizado en un módulo de energía solar (SPM) que se puede personalizar a una dimensión deseada de las celdas solares y la tensión de salida para una misión y entregado rápidamente. En concreto, esta divulgación toma decisiones inteligentes sobre el aspecto que podría tener un diseño final y elimina las trazas superfluas. También pueden utilizarse técnicas de conmutación conocidas.

30 Un aspecto de esta divulgación es la formación de un diseño eficiente para conductores eléctricos y trazas. Se fijan las vías conductoras, se eliminan las vías no utilizadas y se puede conseguir flexibilidad con interruptores, si es necesario. Específicamente, esta divulgación comienza con un conjunto genérico de vías una vez y elimina cualquier vía extra (es decir, innecesaria).

Selección de vías actuales

35 Solicitud de utilidad EE.UU. Núm. 15/643,277, presentada el 6 de julio de 2017, por Eric Rehder, titulada "CONDUCTORES PREFABRICADOS EN UN SOPORTE PARA FACILITAR LAS CONEXIONES DE ESQUINA PARA UN CONJUNTO DE CELDAS SOLARES", que se expone anteriormente en la sección titulada "REFERENCIA CRUZADA A LAS SOLICITUDES RELACIONADAS", describe cómo seleccionar vías de corriente para celdas solares añadiendo elementos conductores a una región de esquina para puentear entre vías conductoras, o eliminando elementos conductores de la región de esquina para aislar entre vías conductoras.

40 El uso de conexiones eléctricas entre las celdas solares en las esquinas no sólo facilita la fabricación, sino que también permite la personalización. El uso de conductores prefabricados da lugar a trazas y conductores colocados a lo largo de un circuito para permitir la flexibilidad en el diseño. Las conexiones eléctricas pueden personalizarse para cada longitud de circuito con el fin de facilitar la fabricación del panel, dirigir la corriente o la potencia a la siguiente celda solar de un circuito o terminar la cadena. Sin embargo, esto también da lugar a trazas y conductores extraños.

45 Sigue siendo necesario retirar o añadir elementos conductores, determinar cuántos elementos conductores retirar o añadir, y determinar de qué lugares deben retirarse o añadirse los elementos conductores, para lograr un diseño o una tensión de salida deseados. Esta divulgación responde a esas necesidades.

Además, se conocen técnicas de eliminación y adición, incluidas técnicas como, por ejemplo, corte, ablación por láser, deposición, soldadura, etc., para eliminar y/o añadir metales. Sin embargo, el uso previo de tales técnicas conllevaba una

complejidad para alcanzar el nivel de potencia de salida deseado. Esta divulgación reduce esa complejidad.

Circuitos flexibles prefabricados con tensión personalizada

Esta divulgación mejora el tiempo de fabricación al reducir la cantidad de trabajo necesario para romper o formar vías conductoras. La nueva disposición y la mejora del proceso permiten construir un conjunto genérico de celdas solares y adaptarlo rápidamente para conseguir distintas tensiones de salida.

Las FIGS. 1A, 1B y 1C son vistas laterales en sección transversal que ilustran ejemplos útiles para comprender la invención pero no cubiertos por el alcance de las reivindicaciones que muestran un panel de celdas solares 100 que incluye un circuito de celdas solares 102 fijado a un sustrato 104, tal como un circuito flexible prefabricado, así como las capas y componentes del sustrato 104.

La FIG. 1A ilustra un ejemplo que muestra dos celdas solares 102 unidas a un sustrato 104, en el que el sustrato 104 está formado por una o más capas aislantes 106, formadas por Kapton®, poliimida u otro material aislante, y una pluralidad de conductores 108, formados por al menos una capa metálica conductora estampada, tal como una capa de Cobre (Cu), depositada encima de la capa aislante 106. Las celdas solares 102 se fijan a la capa aislante 106 mediante un adhesivo 112.

La FIG. 1B ilustra un ejemplo que muestra dos celdas solares 102 unidas a un sustrato 104, en el que el sustrato 104 se compone de una pluralidad de capas aislantes 106A, 106B. Sobre la capa aislante 106A se deposita al menos un conductor eléctrico 110, compuesto por una o más capas metálicas conductoras estampadas, como por ejemplo una capa de Cobre. La capa aislante 106B se fija encima del conductor eléctrico 110, y sobre o por encima de la capa aislante 106A, utilizando un adhesivo 112B. Los conductores eléctricos 110 están incorporados dentro del sustrato 104 para realizar conexiones en serie entre las celdas solares 102. Las celdas solares 102 se fijan a la capa aislante 106B mediante un adhesivo 112A.

La FIG. 1C ilustra un ejemplo que muestra dos celdas solares 102 unidas a un sustrato 104, en el que el sustrato 104 se compone de una pluralidad de capas aislantes 106A, 106B, 106C. Al menos un conductor eléctrico 110A, compuesto por una o más capas metálicas conductoras estampadas, como una capa de Cobre, se deposita en la parte inferior de la capa aislante 106C, y al menos un conductor eléctrico 110B, compuesto por una o más capas metálicas conductoras estampadas, como una capa de Cobre, se deposita en la parte superior de la capa aislante 106C. La capa aislante 106A está unida a la parte inferior del conductor 110A, y sobre o por debajo de la capa aislante 106C, utilizando un adhesivo 112C, y la capa aislante 106B está unida a la parte superior del conductor 110B, y sobre o por encima de la capa aislante 106C, utilizando un adhesivo 112B. Las celdas solares 102 se fijan a la capa aislante 106B mediante un adhesivo 112A.

Las FIGS. 2, 3A, 3B, 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F, 4G, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 son vistas superiores que muestran las celdas solares 102 y el sustrato 104 como transparentes a efectos de ilustrar la colocación y las funciones de los conductores 110. Como se ha indicado anteriormente en las FIGS. 1A, 1B y 1C, los conductores 110 están realmente incorporados dentro del sustrato 104, preferiblemente encapsulados por las capas aislantes 106, extendiéndose por debajo de las celdas solares 102, e interconectan eléctricamente los grupos de celdas solares 102.

La FIG. 2 ilustra un ejemplo útil para comprender la invención pero no cubierto por el alcance de las reivindicaciones que muestra un conjunto de celdas solares 102 fijadas a un sustrato 104, en el que el conjunto de celdas solares 102 comprende 24 celdas solares 102 dispuestas en 4 filas y 6 columnas, que generan una tensión de salida de 48V (es decir, aproximadamente 2V por celda solar 102 a temperatura de funcionamiento y daño por radiación al final de la vida útil (EOL)).

En este ejemplo, cada celda solar 102 tiene al menos una esquina recortada 114 que define una región de esquina 116. Los grupos de cuatro celdas solares 102 adyacentes se alinean y fijan al sustrato 104, de forma que cuatro esquinas recortadas 114, una de cada celda solar 102, se juntan en las regiones de esquina 116. El sustrato 104 está configurado de tal manera que un área 118 del sustrato 104 permanece expuesta cuando las regiones de esquina 116 de las adyacentes de las celdas solares 102 están alineadas y las celdas solares 102 están unidas al sustrato 104. El área 118 del sustrato 104 que permanece expuesta incluye uno o más de los conductores 110, y una o más conexiones eléctricas entre las celdas solares 102 y los conductores 110 se realizan en el área 118 expuesta.

Las conexiones eléctricas entre las celdas solares 102 y los conductores 110 se realizan utilizando, en un ejemplo, interconexiones de lámina metálica 120 con cada celda solar 102 que tiene al menos una interconexión 120 unida al lado de tipo n de la celda solar 102 y al menos una interconexión 120 unida al lado de tipo p de la celda solar 102. Aunque los conductores 110 se muestran en esta vista superior con fines ilustrativos, como se ha señalado anteriormente en las FIGS. 1A, 1B y 1C, los conductores 110 están incorporados dentro del sustrato 104, preferiblemente encapsulados por las capas aislantes 106, extendiéndose por debajo de las celdas solares 102, e interconectan eléctricamente los grupos de celdas solares 102. En el ejemplo de la FIGURA 2, los conductores 110 y las interconexiones 120 conectan todas las celdas solares 102, y los conductores 110 y las interconexiones 120 conectan todas las celdas solares 102, tanto horizontal como

verticalmente.

En un ejemplo, los extremos de los conductores 110 están alineados y expuestos a través de una superficie del sustrato 104 en el área 118 del sustrato 104 que permanece expuesta, con el fin de conectarse eléctricamente a las interconexiones 120. Los conductores 110 también pueden estar conectados eléctricamente a las interconexiones 120 utilizando vías en el sustrato 104. Además, los conductores 110 pueden estar adheridos, impresos o depositados sobre una superficie del sustrato 104, antes y/o después de que las celdas solares 102 estén adheridas al sustrato 104, lo que también facilita las conexiones entre las celdas solares 102.

La FIG. 3A ilustra otro ejemplo de un sustrato 104, a saber, una variante de la FIG. 2, que añade uno o más conductores eléctricos 122 que son líneas de terminación de circuito para las celdas solares 102, los cuales, al igual que los conductores 110, también están incorporados en el sustrato 104. Como se ha indicado anteriormente, las figuras muestran las celdas solares 102 y el sustrato 104 como transparentes, en este caso con el fin de ilustrar la colocación y las funciones de ambos conductores 110, 122. Al menos algunos de los conductores 122 están conectados entre sí en sus puntos de cruce. En las regiones de esquina 116, los conductores 122 cruzan los conductores 110, donde los conductores 122 y los conductores 110 están conectados.

Al menos algunos de los conductores 110, 122 pueden estar estampados en capas metálicas conductoras separadas en el sustrato 104, en el que los conductores 110, 122 en las múltiples capas metálicas conductoras del sustrato 104 son conectados utilizando vías y similares en el sustrato 104.

Además, al menos algunos de los conductores 110, 122 pueden formarse juntos en una capa metálica conductora en el sustrato 104. Uno de los puntos fuertes de esta disposición es que puede conseguirse con una sola capa de metal, que es lo preferible. La capa metálica única es más barata de producir, más ligera y más flexible.

La FIG. 3B proporciona más detalles de las conexiones realizadas en una región de esquina de las celdas solares 102. Las interconexiones de láminas metálicas 120 están conectadas al lado de tipo n o de tipo p de la celda solar 102. Las interconexiones de láminas metálicas 120 están conectadas a un conductor 110, que está incorporado en el sustrato 104, cubierto por una capa aislante 106, y se extiende por debajo de las celdas solares 102. Hay aberturas en la capa aislante 106, no representadas, que permiten que las interconexiones de láminas metálicas 120 se conecten a los conductores 110.

Los conductores 122 también están incorporados en el sustrato 104, cubiertos por una capa aislante 106, y se extienden por debajo de las celdas solares 102. Los conductores 122 pueden formar conexiones eléctricas, por ejemplo, donde los conductores 122 se cruzan, tocan o son adyacentes a otros conductores 110 o 122. En un ejemplo, los conductores 110, 122 están estampados en una o más capas metálicas del sustrato 104, y las conexiones eléctricas entre los conductores 110, 122 comprenden una capa metálica contigua. No obstante, los conductores 110, 122 tienen funciones y propósitos diferentes entre sí.

La FIG. 3C es una vista en despiece de la FIG. 3B ilustrando aún más los conductores 110, 122. En esta vista, las celdas solares 102 están unidas a la capa aislante 106B mediante el adhesivo 112A. Los conductores eléctricos 110, 122 están formados sobre la capa aislante 106A. La capa aislante 106B se fija encima de los conductores eléctricos 110, 122, y sobre o por encima de la capa aislante 106A, utilizando el adhesivo 112B. Así, al igual que los conductores eléctricos 110, los conductores eléctricos 122 están incorporados entre las capas aislantes 106A, 106B. En otros ejemplos, sin embargo, los conductores eléctricos 110, 122 pueden estar formados e incorporados entre diferentes capas aislantes.

La FIG. 4A ilustra otro ejemplo de sustrato 104, a saber, una variante de la FIG. 3A, que permite eliminar o añadir continuidad eléctrica a los conductores 110, 122 utilizando puntos de decisión 124 situados en muchos puntos críticos a lo largo del sustrato 104 para definir una configuración en serie de las celdas solares 102, una configuración en paralelo de las celdas solares 102, o tanto una configuración en paralelo como en serie de las celdas solares 102. Estos puntos de decisión 124 son ubicaciones donde se puede tomar una decisión para hacer o romper la continuidad eléctrica de los conductores 110 y/o los conductores 122, asignando así cada una de las celdas solares 102 a los conductores 110, 122 como una conexión en serie o una terminación de circuito, con el fin de minimizar un número de los conductores 110, 122. Así, al menos algunos de los conductores 110 son conexiones en serie para las celdas solares 102, y al menos algunos de los conductores 122 son terminaciones de circuito para las celdas solares 102.

En esta figura, los puntos de decisión 124 están representados por círculos, que no están realmente presentes en el sustrato 104, sino que se utilizan simplemente para aclarar y explicar la solución. Los círculos de los puntos de decisión 124 pueden ser sólidos o huecos, donde un círculo blanco sólido representa un punto de decisión 124 donde la continuidad eléctrica está rota o no existe para el conductor 110, 122, mientras que un círculo hueco (con los conductores 110, 122 mostrando a través) representa un punto de decisión 124 donde la continuidad eléctrica se hace o no se rompe para el conductor 110, 122. La continuidad eléctrica puede romperse en los puntos de decisión 124, por ejemplo, cortando una traza, eliminando una interconexión, activando un fusible, etc. Alternativamente, la continuidad eléctrica puede mantenerse o realizarse en los puntos de decisión 124, por ejemplo, añadiendo un puente, añadiendo una interconexión, activando

un antifusible, etc.

En este ejemplo, utilizando los puntos de decisión 124, los conductores 122 se configuran en tres conjuntos de líneas de terminación, etiquetados como V1+ y V1-, V2+ y V2-, y V3+ y V3-, respectivamente, en los que V1, V2 y V3 son cada uno circuitos diferentes. Las celdas solares 102 comienzan con conexiones en serie para formar el circuito V1, seguido de los circuitos V2 y V3. En la región de esquina 116 de cada celda solar 102, los conductores 110, 122, 110 se hacen o se rompen para reasignar cada conexión de celda a celda como una conexión en serie o como una terminación de circuito a un par V+/- La disposición de este ejemplo tiene los conductores 122 rotos para formar tres (3) circuitos V1, V2 y V3, con nueve (9) celdas solares 102 en los circuitos V1 y V2, mientras que el circuito V3 tiene seis (6) celdas solares.

A efectos ilustrativos, la numeración de las celdas solares 102 comienza desde la celda solar 102 superior izquierda (Celda 1) de la primera columna, bajando por las filas de la primera columna, desde la parte inferior de la segunda columna, subiendo por las filas de la segunda columna, desde la celda solar 102 superior (Celda 9) de la tercera columna, bajando por las filas de la tercera columna (Celda 10 y las celdas solares 102 de la tercera columna por debajo de la Celda 10), y continúa en forma de serpentina a través de la cuarta y quinta columnas (Celda 18 y Celda 19) hasta la celda solar superior derecha 102 (Celda 24) de la sexta columna.

La región de esquina 116 para la Celda 1 tiene un círculo hueco que representa un punto de decisión 124 con un conductor 122 ininterrumpido. Esto muestra cómo la Celda 1 está conectada a V1- y conectada en serie a la Celda 2. Los círculos sólidos que representan un punto de decisión 124 con un conductor roto 122 también muestran V1- desconectado de las trazas en los circuitos V2- y V3-. Los diodos de derivación (no mostrados) pueden situarse en la región de esquina 116 para proteger las celdas solares 102 de la polarización inversa.

En este ejemplo, el contacto positivo de la Celda 9 se conecta a V1+; la Celda 10 se conecta a V2-; la Celda 18 se conecta a V2+; la Celda 19 se conecta a V3-; y la Celda 24 se conecta a V3+. El circuito V3 tiene menos celdas solares 102 y tendría una tensión más baja que los circuitos V1 y V2. Se podría añadir tensión al circuito V3 con otro circuito en otro panel (no se muestra). Otra posibilidad es aumentar el tamaño del panel 100.

Más detalles de las trazas en una región de esquina 116 entre la fila 1 y 2 se proporcionan en las FIGS. 4B, 4C y 4D.

La FIG. 4B muestra las trazas de los distintos conductores 110, 122 y tiene círculos que indican los puntos de decisión 124. Así, cada conductor 110, 122 de cada celda solar 102 puede tener una terminación en serie o en circuito V+, V-, y cada uno puede estar independientemente abierto o cerrado.

La FIG. 4C examina los resultados de los puntos de decisión 124. En esta figura, los resultados se muestran dentro del círculo 126, que no está realmente presente en el sustrato 104, sino que se utiliza simplemente para aclarar y explicar la solución. Sólo se examinan los puntos de decisión 124 del círculo 126. En la FIGURA 4C, se muestran las conexiones para la conexión en serie entre celdas. Dentro del círculo 126, hay dos huecos o discontinuidades 128 en el conductor horizontal 122. Estas discontinuidades 128 son el resultado de la utilización de los puntos de decisión 124 para interrumpir el flujo de corriente hacia los conductores V+ y V- 122. Los otros conductores 110, 122 permanecen intactos.

La FIG. 4D muestra la configuración del punto de decisión 124 dentro del círculo 126 para terminar los circuitos entre estas celdas solares 102. Dentro del círculo 126, hay un único hueco o discontinuidad 128, que indica que el conductor 122 está roto en este punto. En este escenario alternativo, la conexión en serie entre las celdas solares 102 se rompe, y la celda solar 102 superior izquierda termina en la salida V+ y la celda solar 102 inferior izquierda termina en la salida V-.

La FIG. 4E muestra los conductores 110, 122 entre las filas 3 y 4 con los puntos de decisión 124. Los conductores 122 de cada celda solar 102 son una terminación de circuito V+, V-.

En la FIGURA 4F, las conexiones se realizan para mantener una conexión en serie para las celdas solares 102. La conexión en serie utiliza el conductor 110 entre las celdas solares 102 inferior izquierda y derecha. Dentro del círculo 126, hay discontinuidades 128 realizadas en los conductores 122 que conectan con las salidas V+ y V-.

En la FIGURA 4G, las conexiones se realizan para mantener las terminaciones del circuito a V+ y V- para las celdas solares 102. Dentro del círculo 126, las conexiones en serie del conductor 122 presentan una discontinuidad 128. La celda solar 102 inferior izquierda está conectada a la salida V+, y la celda solar 102 inferior derecha está conectada a la salida V-. La celda solar inferior derecha 102 también tiene la oportunidad de conectarse a una salida V+, pero esta vía también tiene una discontinuidad 128.

Se observa que estos ejemplos tienen un gran número de conductores 110, 122 y puntos de decisión 124 donde los conductores 110, 122 pueden romperse. Esta divulgación describe nuevas formas de modificar esta configuración. En concreto, los conceptos descritos en la FIG. 4A tienen un control total sobre las conexiones al conjunto de celdas solares 102. En realidad, este nivel de control no es necesario y conduce a soluciones excesivamente complicadas con más conductores 110, 122 y puntos de decisión 124 para hacer o deshacer.

La FIG. 5 ilustra otro ejemplo del sustrato 104, a saber, una variante de la FIG. 4A, que simplifica la disposición de los conductores 110, 122 para optimizar más completamente la configuración a una dimensión deseada de las celdas solares y/o una tensión de salida deseada, al tiempo que sirve a una amplia gama de aplicaciones. Este ejemplo es para una variedad de aplicaciones en las que la longitud del circuito se puede ajustar de 8 a 17 celdas solares 102, que generan un tensión de salida que oscila entre aproximadamente 16V y 34V, aunque también se pueden utilizar otros rangos. El conocimiento de la aplicación del conjunto de celdas solares 102 puede informar al constructor de que las salidas de menos de 16 V son poco probables y más de 34 V son poco probables.

Así, el diseño puede simplificarse para responder a la variabilidad de las necesidades previstas. Se determinará la tensión de salida deseada y el rango de ajuste en una aplicación. Esto permite una gran simplificación de la línea de base de las FIGS. 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F y 4G, que permiten un control total de la configuración.

Esto no suele ser necesario y los diseños más sencillos como la FIG. 5 pueden preferirse, lo que eliminan un gran número de conductores 110, 122 y puntos de decisión 124. Las conexiones se identifican con círculos sólidos y huecos en los puntos de decisión 124 para formar los dos circuitos V1 y V2, cada uno con 12 celdas solares 102. El resultado es que, en lugar de que un conjunto de 24 celdas solares 102 tenga 100 puntos de decisión 124 entre las celdas solares 102, esta versión mejorada sólo tiene 27 puntos de decisión 124 entre las celdas solares 102. El número de conductores 122 que proporcionan las terminaciones del circuito también disminuye sustancialmente.

En el ejemplo de la FIGURA 6, los puntos de decisión 124 se ajustan para crear longitudes de circuito de 12 celdas solares 102, lo que hace que la Celda 1 esté conectada directamente a V1- con conexiones en serie para cada celda solar 102 del circuito a la Celda 9. La Celda 1 a la Celda 8 están conectadas en serie sin posibilidad de cambio. Entre la Celda 8 y la Celda 24, hay puntos de decisión 124 donde los conductores 110, 122 pueden romperse para adaptar la tensión de salida. La conexión en serie entre la celda 9 y la celda 10 se rompe mientras estas celdas están conectadas a V1 + y V2- respectivamente. Los puntos de decisión se establecen para la conexión en serie entre la celda 10 y la celda 18 para el segundo circuito. Entre la celda 18 y la celda 19 se rompe la conexión en serie mientras que estas celdas están conectadas a V2+ y V3- respectivamente. Los puntos de decisión tienen conectadas las series de la Celda 19 a la Celda 24. La Celda 24 está directamente conectada a V3+. Diferentes selecciones de los puntos de decisión pueden cambiar el final del primer circuito a cualquier celda de la Celda 8 a la Celda 12. Se pueden ajustar de forma similar la longitud y la tensión de salida del segundo y tercer circuito.

Las FIGS. 7, 8, 9, 10, 11 y 12 proporcionan detalles adicionales de cada región de esquina 116 indicando los conductores 110, 122 en la región de esquina 116 y las discontinuidades 128 realizadas en los puntos de decisión 124 para conseguir la longitud de circuito 12 de la celda solar 102. Estas figuras también destacan que los diodos de derivación no se han incluido en estas ilustraciones, pero serían deseables en la mayoría de las aplicaciones.

Además de la personalización de la longitud del circuito, también se puede personalizar el tamaño de un conjunto de celdas solares 102, como se muestra en la FIG. 13. El conjunto de celdas solares 102 mostrado en la FIG. 6 puede reconfigurarse eléctricamente como se muestra en las FIGS. 7, 8, 9, 10, 11 y 12. La FIG. 13 muestra cómo puede ajustarse también su longitud. En este ejemplo, se eliminarían las celdas 13 a 24. El sustrato 104 con los conductores 110, 122 podría entonces recortarse a lo largo de la línea vertical discontinua para ajustar su tamaño y una cantidad global de las celdas solares 102. Es posible que se desee aplicar un aislante de sellado al borde sobre los conductores expuestos 110, 122, lo que puede lograrse con adhesivo o una cinta.

Estos ejemplos demuestran el diseño de una serie de vías conductoras 110, 122 integradas en un sustrato 104 para fijar celdas solares 102. El panel solar 100 resultante puede construirse y probarse, lo que puede llevar un tiempo considerable, y este conjunto puede almacenarse a continuación. En algún momento futuro, los paneles 100 pueden configurarse detallando la configuración de los puntos de decisión 124. Por ejemplo, cada punto de decisión 124 podría ser un conductor sólido 110, 122 y, una vez tomadas las decisiones sobre la topología del circuito, los conductores 110, 122 pueden romperse en los puntos de decisión 124 deseados. A la inversa, los paneles 100 podrían estar hechos de tal manera que cada punto de decisión 124 sea un conductor abierto 110, 122 y, en el punto de decisión 124, se pueda añadir otro conductor 110, 122 para puentear el conductor abierto 110, 122. El panel 100 también puede cortarse físicamente a la longitud requerida por el usuario final.

Esta secuencia de fabricación permite personalizar el panel solar 100, realizar pruebas y entregarlo rápidamente para su terminado. Los largos plazos de adquisición, montaje, curado de adhesivos y pruebas medioambientales para producir un panel solar 100 se completaron antes con material almacenado en existencias. Una vez que se necesita una entrega, la personalización puede completarse en días en lugar de meses. Siempre se puede crear un inventario con antelación y almacenarlo para su entrega inmediata, lo que es factible para un solo panel solar 100. Sin embargo, las misiones son muy personalizadas, por lo que un enfoque basado en inventarios requiere grandes cantidades de hardware de muchas longitudes y dimensiones de circuitos. Este diseño del panel solar 100 permite inventariar un único panel solar 100 y, posteriormente, cuando sea necesario, personalizar el panel solar 100 con el tamaño y la configuración de voltajes de salida necesarios para su entrega en cuestión de días.

Los ejemplos han utilizado celdas solares casi cuadradas con una sola esquina recortada. Las celdas solares pueden ser

más rectangulares y tener 2 o 4 esquinas recortadas. Se pueden utilizar celdas solares sin esquinas recortadas, pero deben estar espaciadas para permitir las conexiones. Este enrutamiento de las conexiones y la capacidad de realizar configuraciones físicas y eléctricas tras el montaje y las pruebas son independientes de la forma de la celda solar. Sin embargo, algunas de estas celdas solares tendrán múltiples interconexiones con los contactos de tipo n o de tipo p. Estas interconexiones múltiples proporcionan redundancia y rutas de menor resistencia. Se pueden utilizar en este diseño de panel solar extendiendo las trazas a cada interconexión de un tipo común.

En los ejemplos se han utilizado celdas solares en las que las esquinas de los cultivos están alineadas. Para algunas geometrías de celda, esto puede no ser deseable. Esto no es un requisito de la disposición de los paneles solares. El cableado basado en circuitos flexibles se puede enrutar fácilmente para llegar a las interconexiones individuales o múltiples de una celda solar, dondequiera que estén.

Fabricación

Ejemplos de la divulgación pueden describirse en el contexto de un método 130 de fabricación de una celda solar 102, un panel de celdas solares 100 compuesto por un conjunto de celdas solares, y/o un satélite, que comprende los pasos 132-144, como se muestra en la FIG. 14, donde el satélite resultante 146 que tiene un panel de celdas solares 100 compuesto por un conjunto de celdas solares 102 se muestra en la FIG. 15.

Como se ilustra en la FIGURA 14, durante la preproducción, el método ejemplar 130 puede incluir la especificación y el diseño 132 de las celdas solares 102, el panel de celdas solares 100 y/o el satélite 146, y la adquisición de material 134 para los mismos. Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componentes y subconjuntos 136 y la integración de sistemas 138 de las celdas solares 102, el panel de celdas solares 100 y/o el satélite 146, que incluyen la fabricación de la celda solar 102, el panel de celdas solares 100 y/o el satélite 146. A continuación, las celdas solares 102, el panel de celdas solares 100 y/o el satélite 146 pueden someterse a certificación y entrega 140 para su puesta en servicio 142. Las celdas solares 102, el panel de celdas solares 100 y/o el satélite 146 también pueden programarse para mantenimiento y servicio 144 (que incluye modificación, reconfiguración, reacondicionamiento, etc.), antes de ser lanzados.

Cada uno de los procesos del método 130 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 naves espaciales y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una empresa de satélites, una entidad militar, una organización de servicios, etc.

Como se muestra en la FIG. 15, un satélite 146 fabricado mediante el método ejemplar 130 puede incluir sistemas 148, un cuerpo 150, un panel de celdas solares 100 compuesto por un conjunto de celdas solares 102, y una o más antenas 152. Ejemplos de los sistemas 148 incluidos con el satélite 146 incluyen, pero no se limitan a, uno o más de un sistema de propulsión 154, un sistema eléctrico 156, un sistema de comunicaciones 158, y un sistema de potencia 160. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas 148.

La FIG. 16 es una ilustración del panel de celdas solares 100 en forma de diagrama de bloques funcional, según un ejemplo. El panel de celdas solares 100 se compone de un conjunto de una o más de las celdas solares 102 unidas individualmente al sustrato 104, que incluye una o más de las capas aislantes 106, conductores 110, 122 y puntos de decisión 124. Cada una de las celdas solares 102 absorbe luz 162 de una fuente luminosa 164 y genera una salida eléctrica 166 en respuesta a la misma.

Además, la divulgación comprende la siguiente información útil para comprender la invención: Ventajosamente, un método para fabricar un conjunto de celdas solares comprende fijar una o más celdas solares a un sustrato, en el que: el sustrato incluye una o más capas aislantes y una o más capas conductoras modeladas como uno o más conductores para realizar conexiones eléctricas con las celdas solares; y el sustrato incluye uno o más puntos de decisión para la continuidad eléctrica con los conductores, para personalizar los circuitos de las celdas solares.

Preferiblemente, el sustrato es un circuito flexible prefabricado.

Preferiblemente, al menos una de las celdas solares tiene al menos una esquina recortada que define una región de esquina; un área del circuito flexible prefabricado permanece expuesta cuando las celdas solares que tienen la esquina recortada que define la región de esquina se unen al circuito flexible prefabricado; y las conexiones eléctricas entre las celdas solares y los conductores se realizan utilizando interconexiones en la región de esquina en o sobre el área del circuito flexible prefabricado que permanece expuesta.

Preferiblemente, los extremos de los conductores están alineados y expuestos a través de una superficie del circuito flexible prefabricado en el área del circuito flexible prefabricado que permanece expuesta, con el fin de conectarse eléctricamente a las interconexiones.

En particular, los conductores en múltiples capas del circuito flexible prefabricado se conectan utilizando vías en el circuito flexible prefabricado.

5 Preferiblemente, el método comprende además eliminar o añadir continuidad eléctrica a los conductores utilizando los puntos de decisión para definir una configuración en serie de las celdas solares, una configuración en paralelo de las celdas solares, o tanto una configuración en serie como en paralelo de las celdas solares.

En particular, el método comprende además asignar las celdas solares a los conductores como una conexión en serie o una terminación de circuito, con el fin de minimizar un número de los conductores.

Preferiblemente, al menos algunos de los conductores son conexiones en serie para las celdas solares.

En particular, al menos algunos de los conductores son terminaciones de circuito para las celdas solares.

10 Preferiblemente, al menos algunos de los conductores están conectados entre sí en sus puntos de cruce.

En particular, al menos algunos de los conductores están modelados en capas metálicas conductoras separadas en el sustrato.

Preferiblemente, al menos algunos de los conductores están formados en una capa metálica del sustrato.

15 En particular, los puntos de decisión se utilizan para personalizar una longitud de circuito para el conjunto de celdas solares.

Preferiblemente, el sustrato se recorta para ajustar su tamaño y la cantidad total de celdas solares.

20 En particular, un conjunto de celdas solares comprende: una o más celdas solares unidas a un sustrato, en el que: el sustrato incluye una o más capas aislantes y una o más capas conductoras modeladas como uno o más conductores para realizar conexiones eléctricas con las celdas solares; y el sustrato incluye uno o más puntos de decisión para la continuidad eléctrica con los conductores, para personalizar los circuitos de las celdas solares.

Preferiblemente, el conjunto de celdas solares comprende además la eliminación o adición de continuidad eléctrica a los conductores utilizando los puntos de decisión para definir una configuración en serie de las celdas solares, una configuración en paralelo de las celdas solares, o tanto una configuración en serie como en paralelo de las celdas solares.

25 Preferiblemente, la celda solar comprende además asignar las celdas solares a los conductores como una conexión en serie o una terminación de circuito, con el fin de minimizar un número de los conductores.

En particular, los puntos de decisión se utilizan para personalizar una longitud de circuito para el conjunto de celdas solares.

Preferiblemente, el sustrato se recorta para ajustar una longitud de las celdas solares.

30 Preferentemente, un método de funcionamiento de un conjunto de celdas solares comprende: generar una corriente eléctrica utilizando una o más celdas solares fijadas a un sustrato, en el que: el sustrato incluye una o más capas aislantes y una o más capas conductoras modeladas como uno o más conductores para realizar conexiones eléctricas con las celdas solares; y el sustrato incluye uno o más puntos de decisión para la continuidad eléctrica con los conductores, para personalizar los circuitos de las celdas solares.

Conclusión

35 La descripción de los ejemplos expuestos anteriormente se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos, y no pretende ser exhaustiva ni limitarse a los ejemplos descritos. Pueden utilizarse muchas alternativas, modificaciones y variaciones en lugar de los elementos específicos descritos anteriormente, siempre que entren dentro del ámbito de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método (130) para fabricar un conjunto de celdas solares (102), que comprende: fijar una pluralidad de celdas solares (102) a un sustrato (104), donde:
 - 5 cada una de las celdas solares (102) tiene al menos una esquina recortada (114), las esquinas recortadas definen al menos una región de esquina (116);
el sustrato (104) incluye una o más capas aislantes (106, 106A, 106B, 106C) y una o más capas conductoras modeladas como conductores (110, 122), que están incorporadas dentro del sustrato (104), para realizar conexiones eléctricas con las celdas solares (102), donde los primeros de los conductores (110) son conexiones en serie para las celdas solares (102) y los segundos de los conductores (120) son líneas de terminación de circuito (122) para las celdas solares (102);
 - 10 el sustrato (104) incluye uno o más puntos de decisión (124) para la continuidad eléctrica a los conductores (110, 122), para personalizar los circuitos de las celdas solares (102); y
al menos algunos de los segundos conductores (122) están conectados entre sí en sus puntos de cruce, y en la región de al menos una esquina (116) los segundos conductores (122) cruzan los primeros conductores (110) donde los primeros y los segundos conductores están conectados.
- 15 2. El método de conformidad con la reivindicación 1, en donde el sustrato (104) es un circuito flexible prefabricado (104).
3. El método de conformidad con la reivindicación 2, en donde un área (118) del circuito flexible prefabricado (104) permanece expuesta cuando las celdas solares (102) que tienen la esquina recortada que definen al menos una región de esquina (116) se unen al circuito flexible prefabricado (104).
- 20 4. El método de conformidad con la reivindicación 3, en donde las conexiones eléctricas entre las celdas solares (102) y los primeros de los conductores (110) se realizan utilizando interconexiones (120) en al menos una región de esquina (116) sobre o en la zona (118) del circuito flexible prefabricado (104) que permanece expuesta.
5. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde los extremos de los primeros conductores (110) están alineados y expuestos a través de una superficie del circuito flexible prefabricado (104) en el área (118) del circuito flexible prefabricado (104) que permanece expuesta, con el fin de conectarse eléctricamente a las interconexiones (120).
- 25 6. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde los conductores (110, 122) en múltiples capas del circuito flexible prefabricado (104) se conectan utilizando vías en el circuito flexible prefabricado (104).
7. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende además eliminar o añadir continuidad eléctrica a los conductores (110, 122) utilizando los puntos de decisión (124) para definir una configuración en serie de las celdas solares (102), una configuración en paralelo de las celdas solares (102), o tanto una configuración en paralelo como en serie de las celdas solares (102).
- 30 8. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde al menos algunos de los conductores (110, 122) están modelados en capas metálicas conductoras separadas en el sustrato (104) y/o donde al menos algunos de los conductores (110, 122) están formados en una capa metálica en el sustrato (104).
9. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde los puntos de decisión (124) se utilizan para personalizar una longitud de circuito para el conjunto de celdas solares (102).
- 35 10. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde el sustrato (104) se recorta para ajustar su tamaño y una cantidad global de las celdas solares (102).
11. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, que comprende además eliminar o añadir continuidad eléctrica a los conductores (110, 122) utilizando los puntos de decisión (124) para definir una configuración en serie de las celdas solares (102), una configuración en paralelo de las celdas solares (102), o tanto una configuración en paralelo como en serie de las celdas solares (102).
- 40 12. El método de conformidad con la reivindicación 11, que comprende además asignar las celdas solares (102) a los conductores (110, 122) como una conexión en serie o una terminación de circuito, con el fin de minimizar un número de los conductores (110, 122).
- 45 13. Un conjunto de celdas solares (102), que comprende: una pluralidad de celdas solares (102) fijadas a un sustrato

(104), donde:

5 el sustrato (104) incluye una o más capas aislantes (106, 106A, 106B, 106C) y una o más capas conductoras modeladas como conductores (110, 122) que están incorporadas dentro del sustrato (104), para realizar conexiones eléctricas con las celdas solares (102), donde los primeros de los conductores (110) son conexiones en serie para las celdas solares (102) y los segundos de los conductores (120) son líneas de terminación de circuito (122) para las celdas solares (102);

el sustrato (104) incluye uno o más puntos de decisión (124) para la continuidad eléctrica a los conductores (110, 122), para personalizar los circuitos de las celdas solares (102), y

10 al menos algunos de los segundos conductores (122) están conectados entre sí en sus puntos de cruce, y en la región de al menos una esquina (116) los segundos conductores (122) cruzan los primeros conductores (110) donde los primeros y los segundos conductores están conectados.

14. El conjunto de celdas solares de conformidad con la reivindicación 13, donde los puntos de decisión (124) se utilizan para personalizar una longitud de circuito para el conjunto de celdas solares (102).

15. El conjunto de celdas solares de conformidad con la reivindicación 12 o 13, donde el sustrato (104) se recorta para ajustar una longitud de las celdas solares (102).

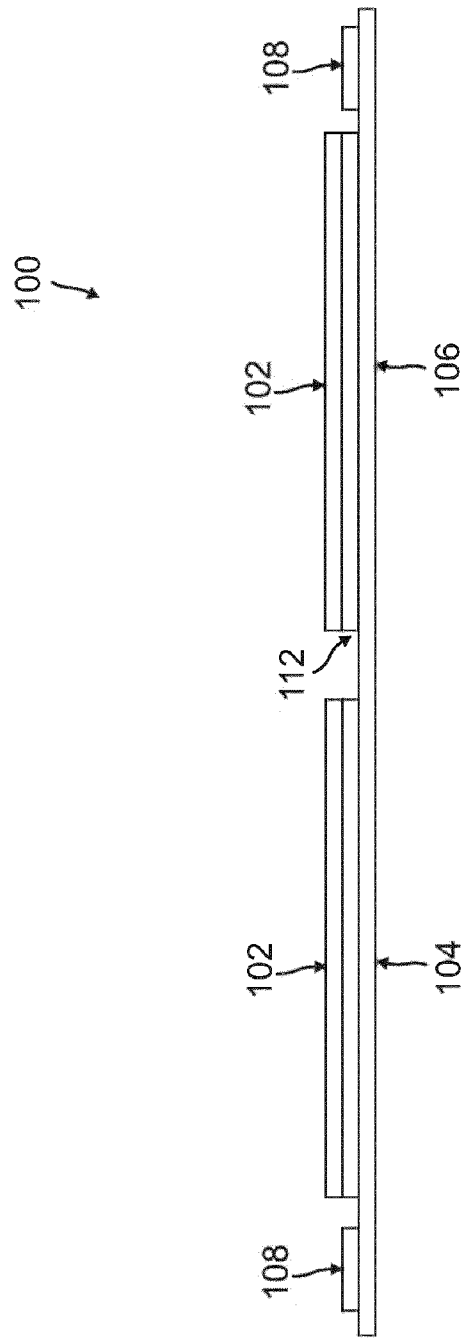


FIG. 1A

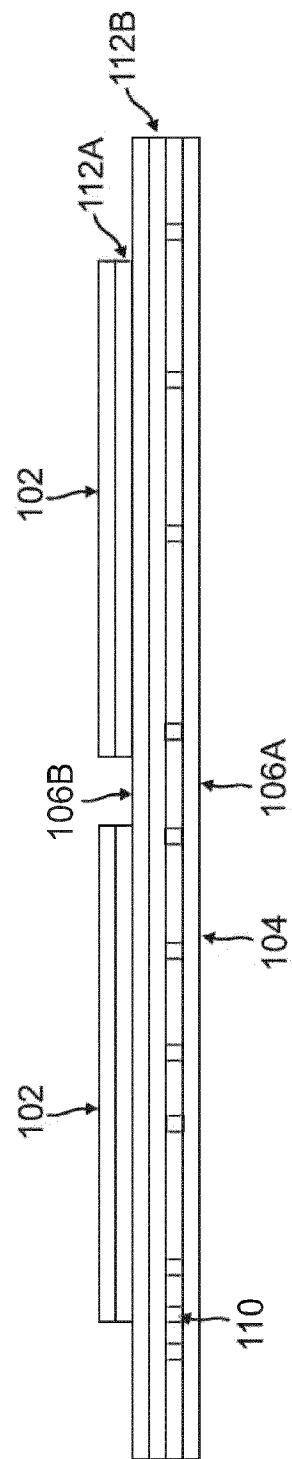


FIG. 1B

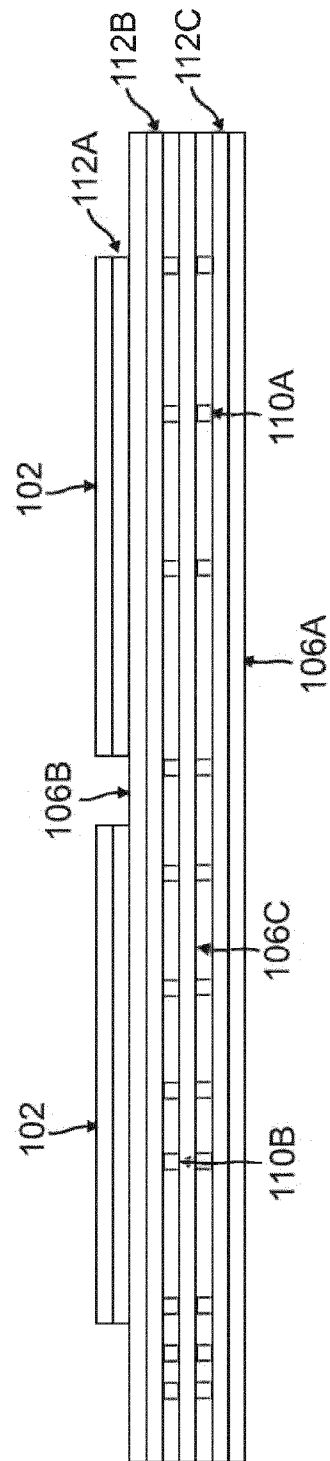


FIG. 1C

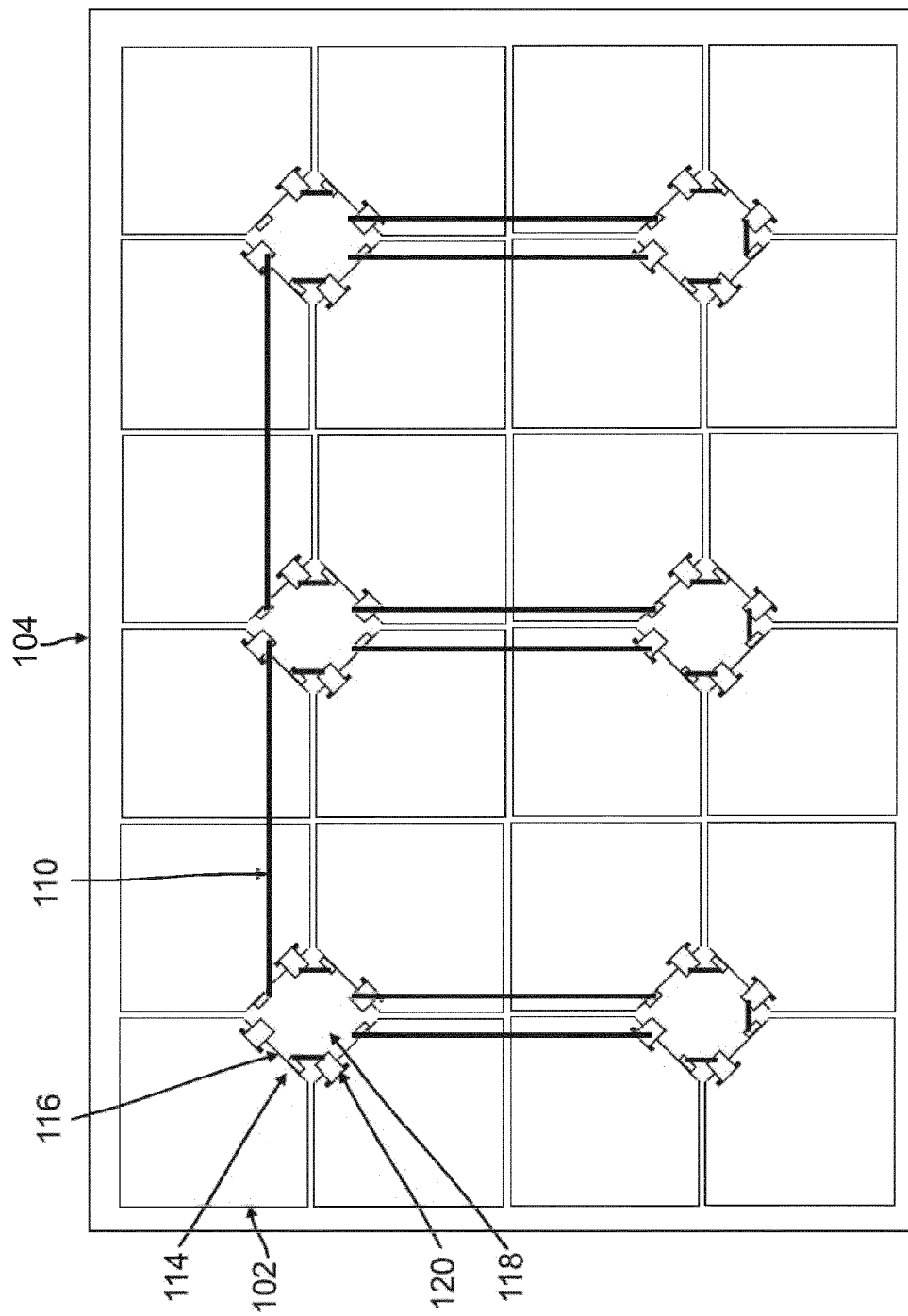


FIG. 2

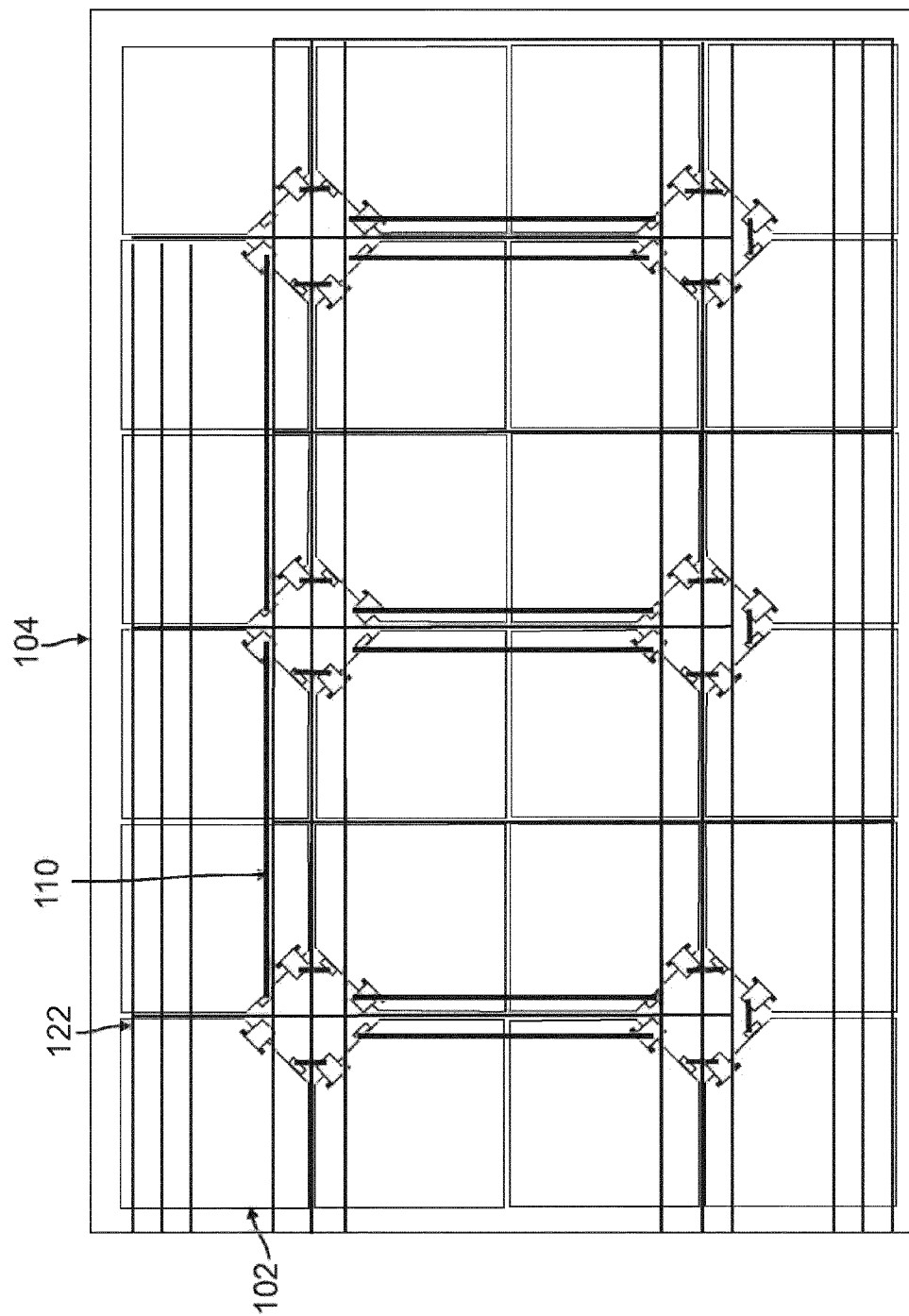


FIG. 3A

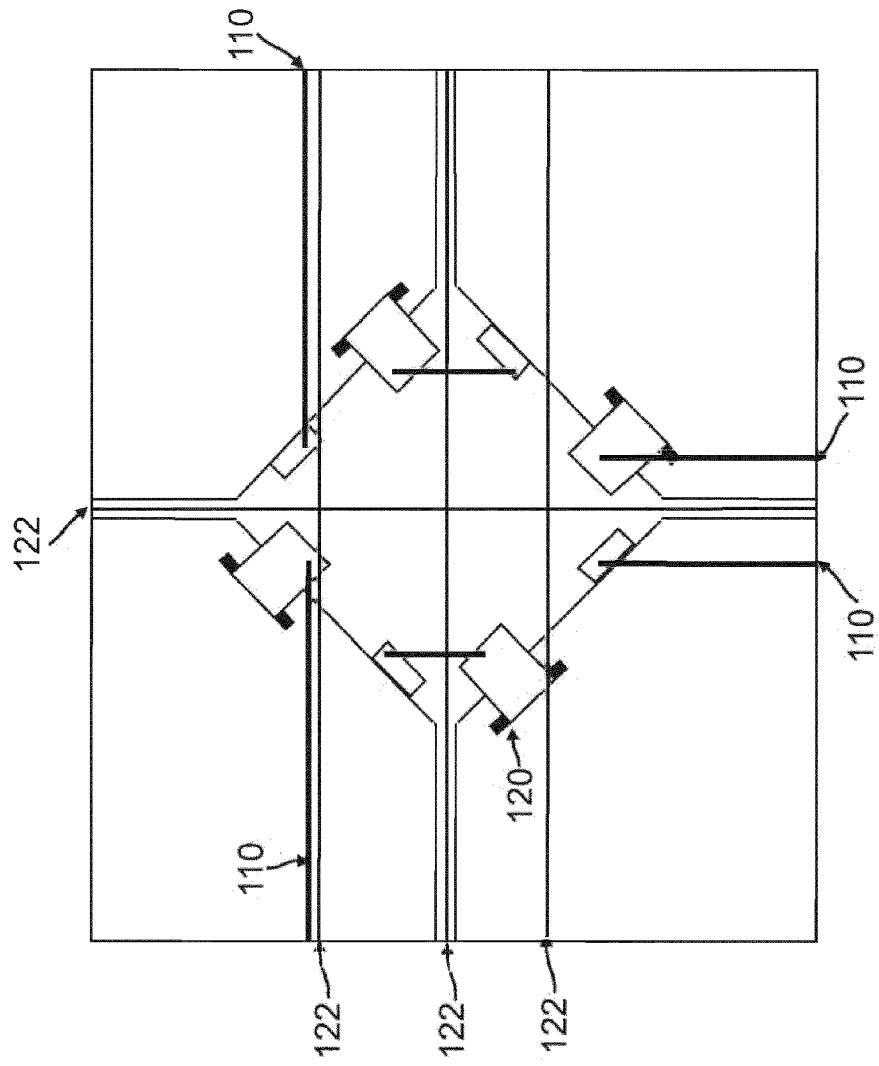
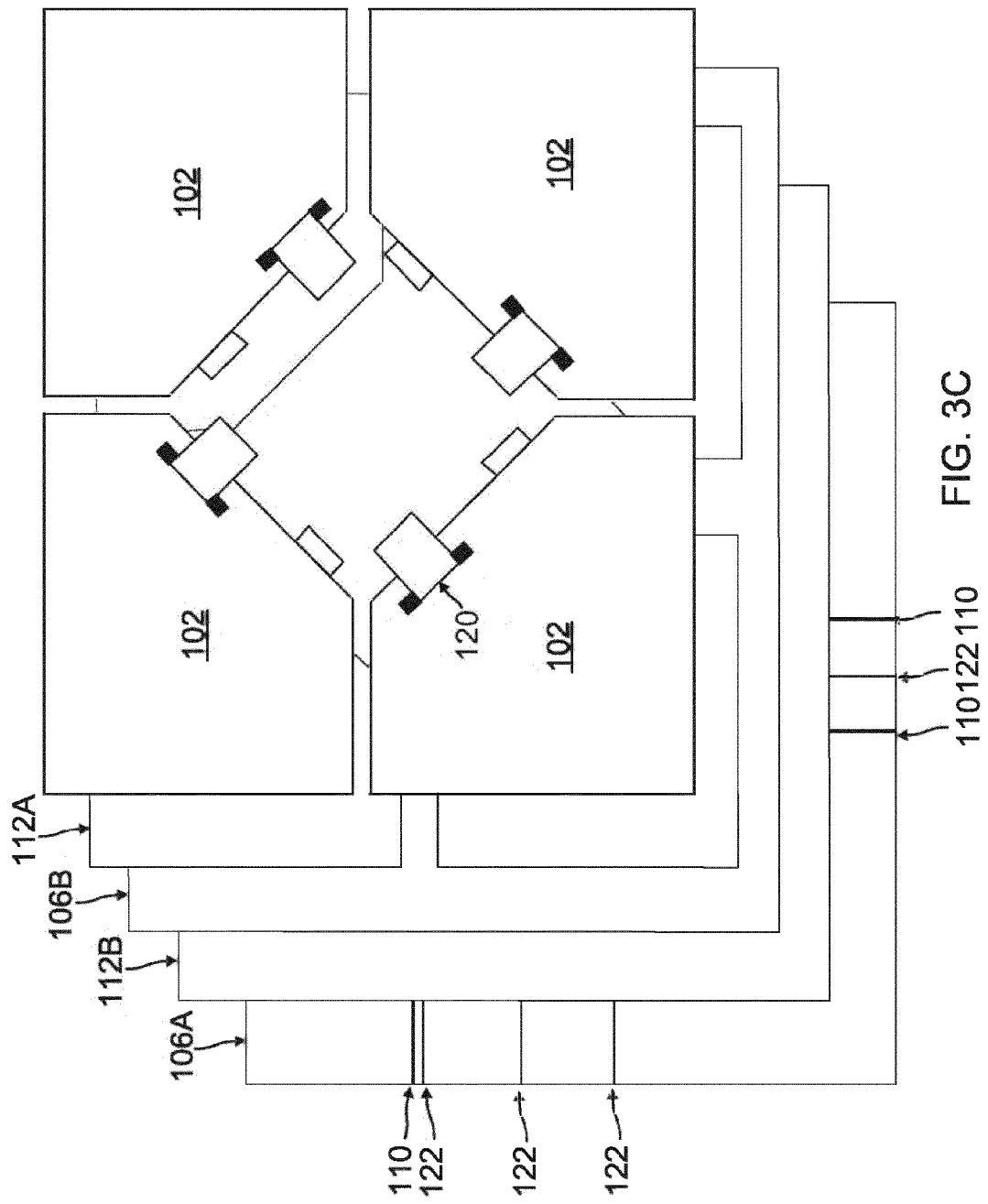


FIG. 3B



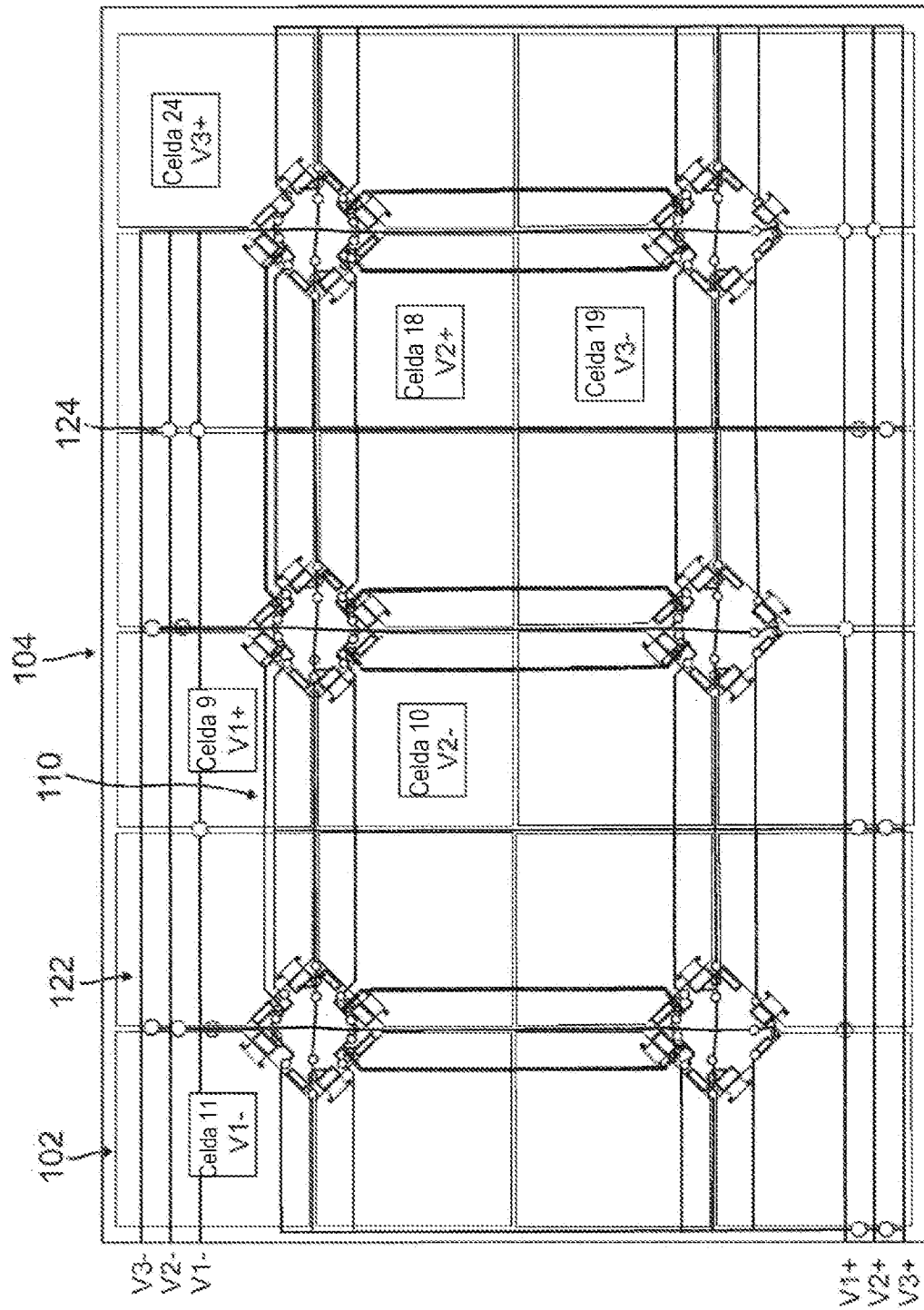
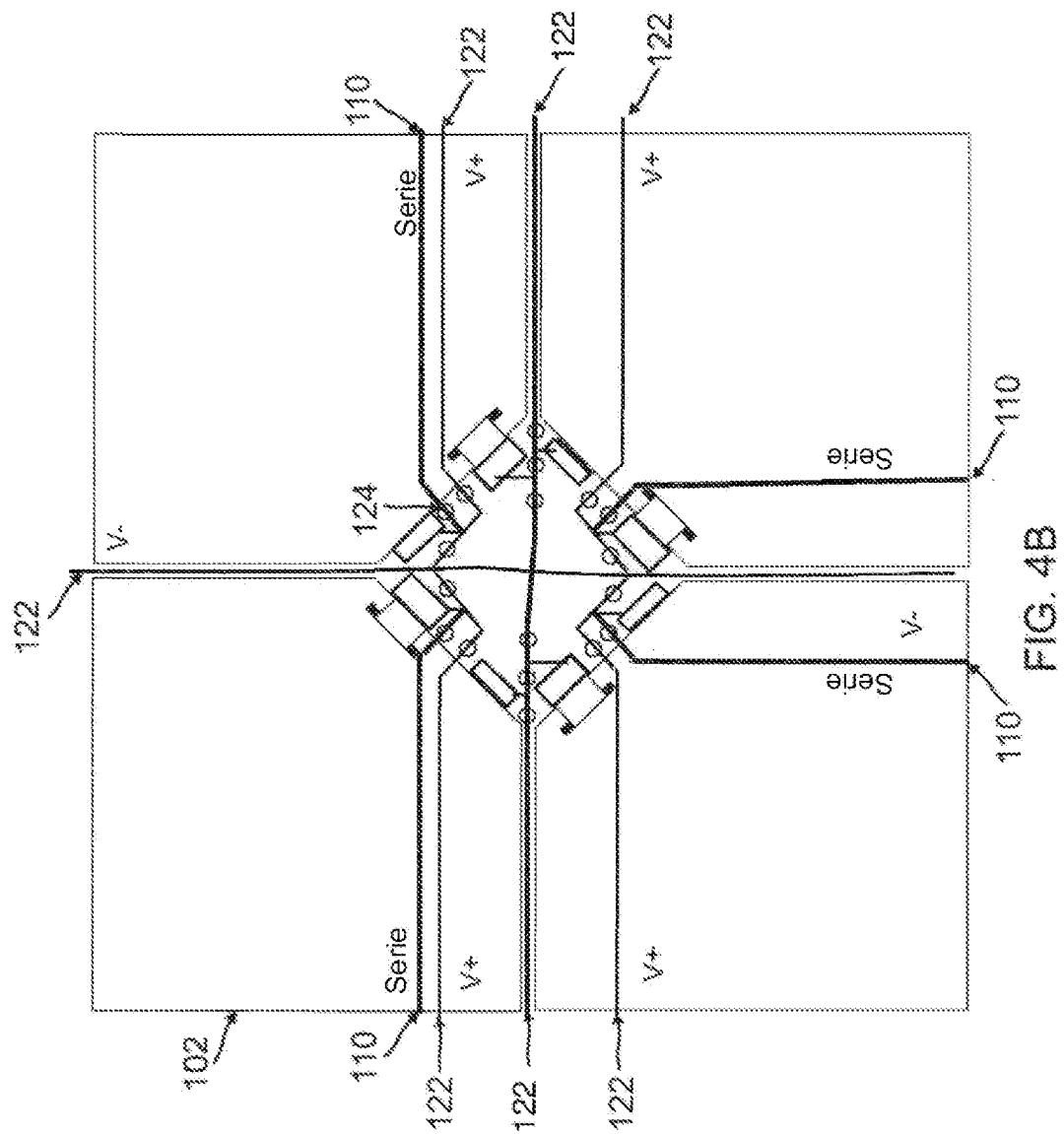


FIG. 4A



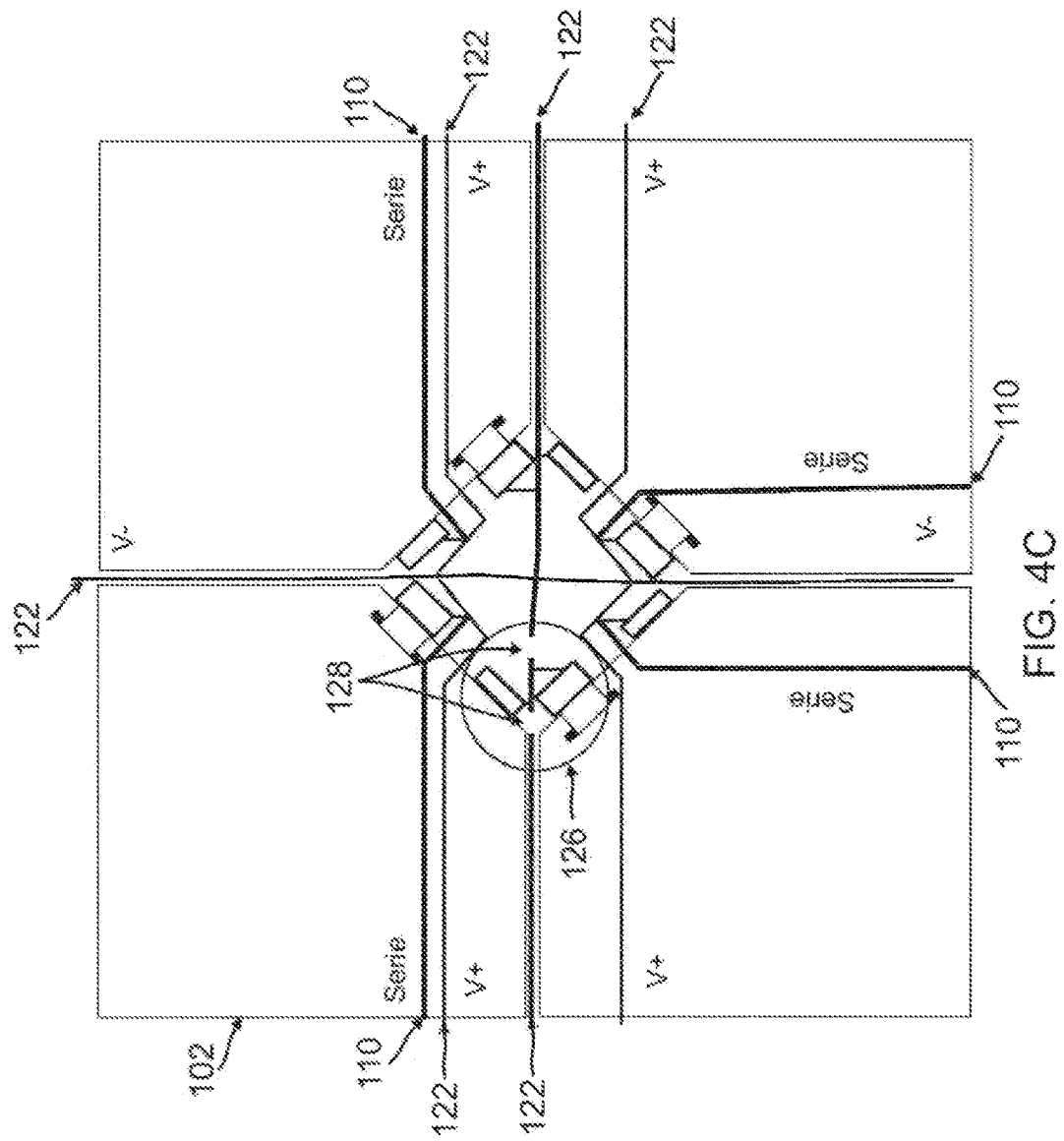
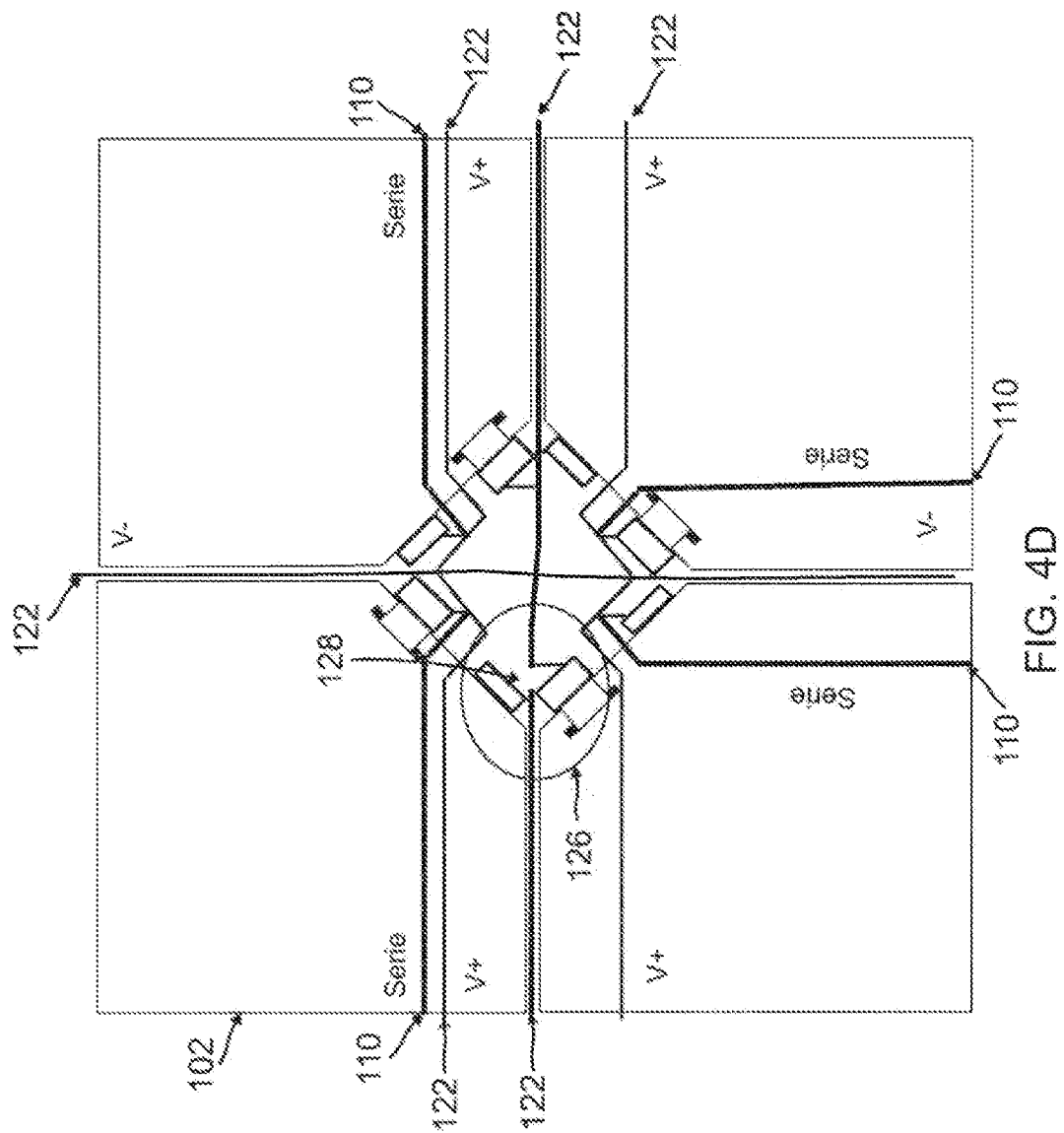
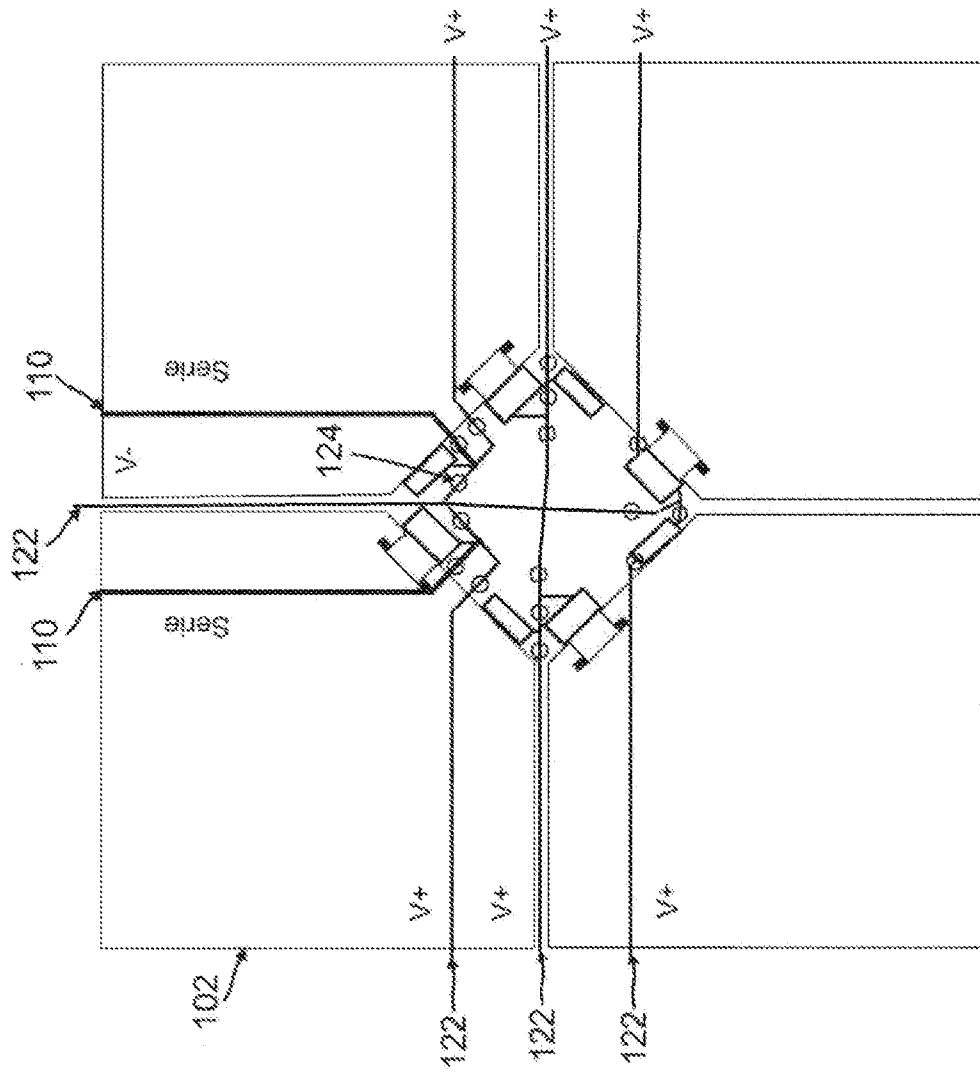


FIG. 4C





THE
NATIONAL
ARCHIVES

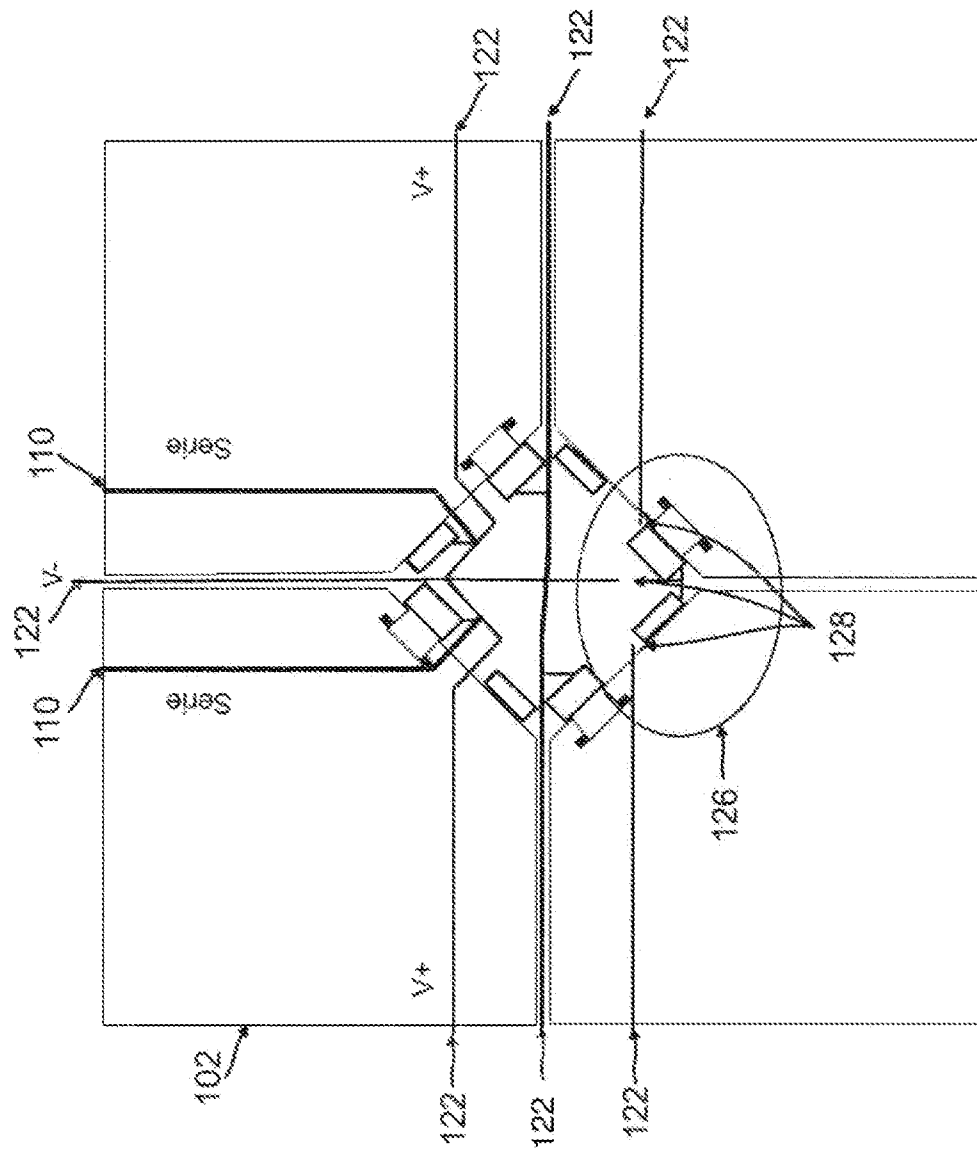


FIG. 4F

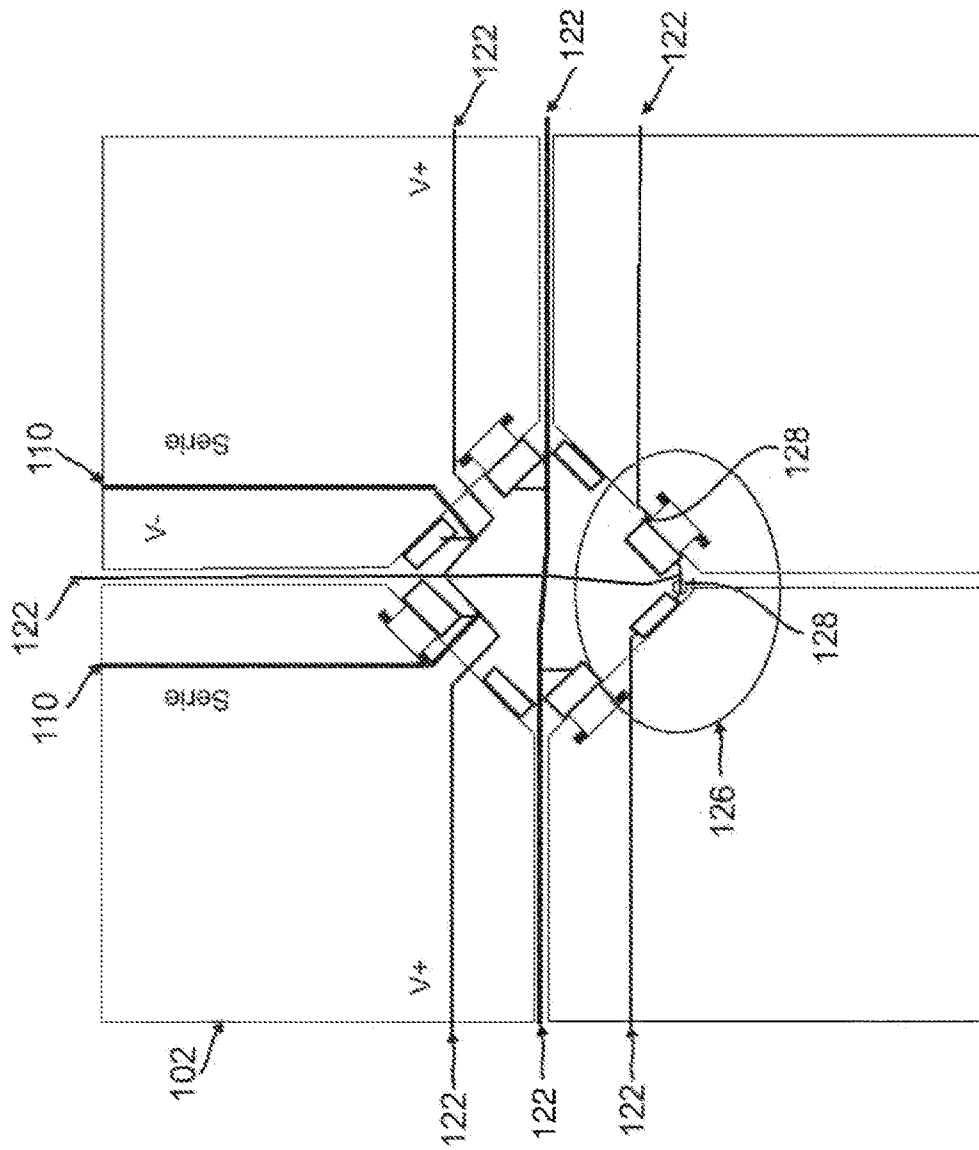


FIG. 4G

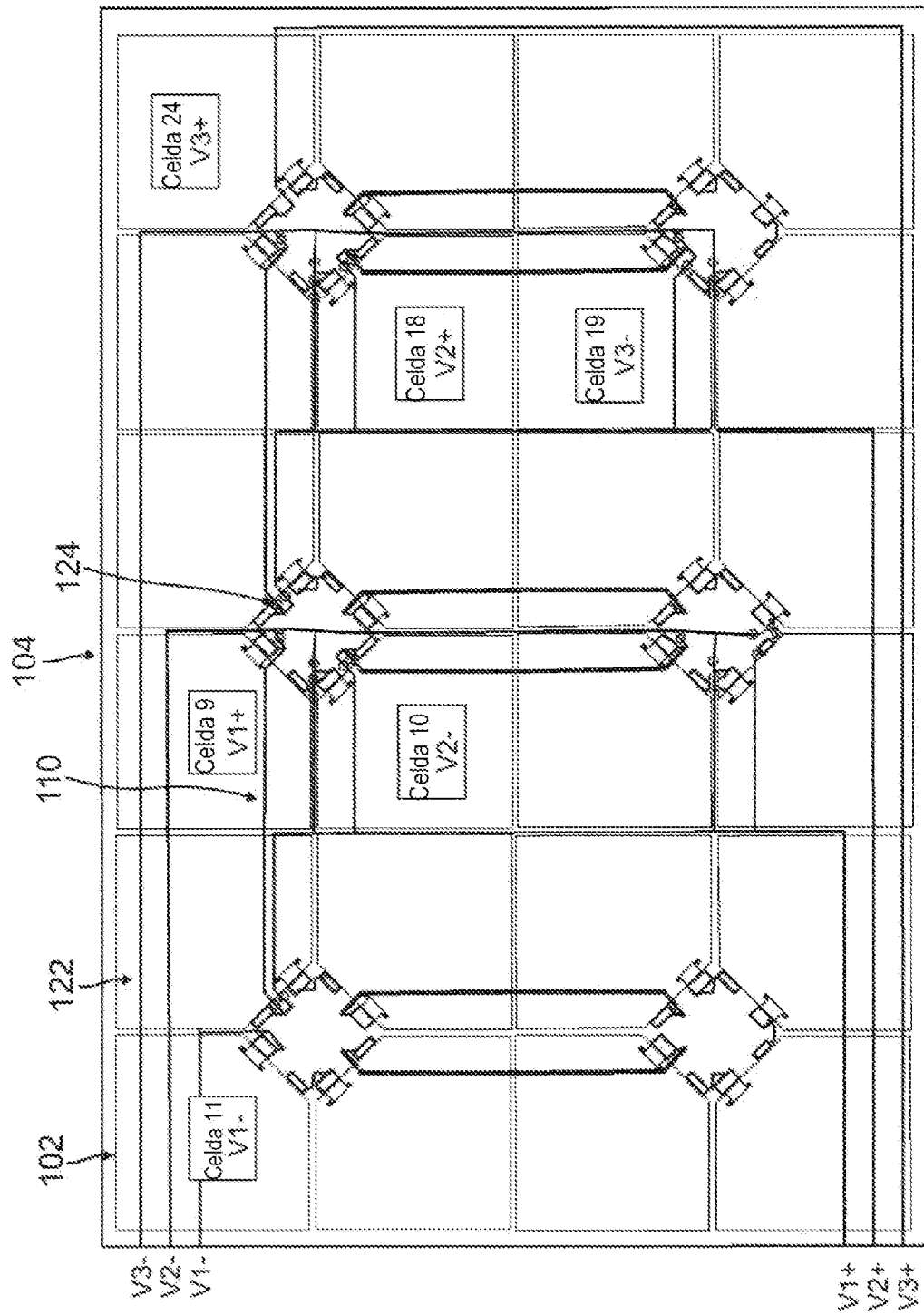


FIG. 5

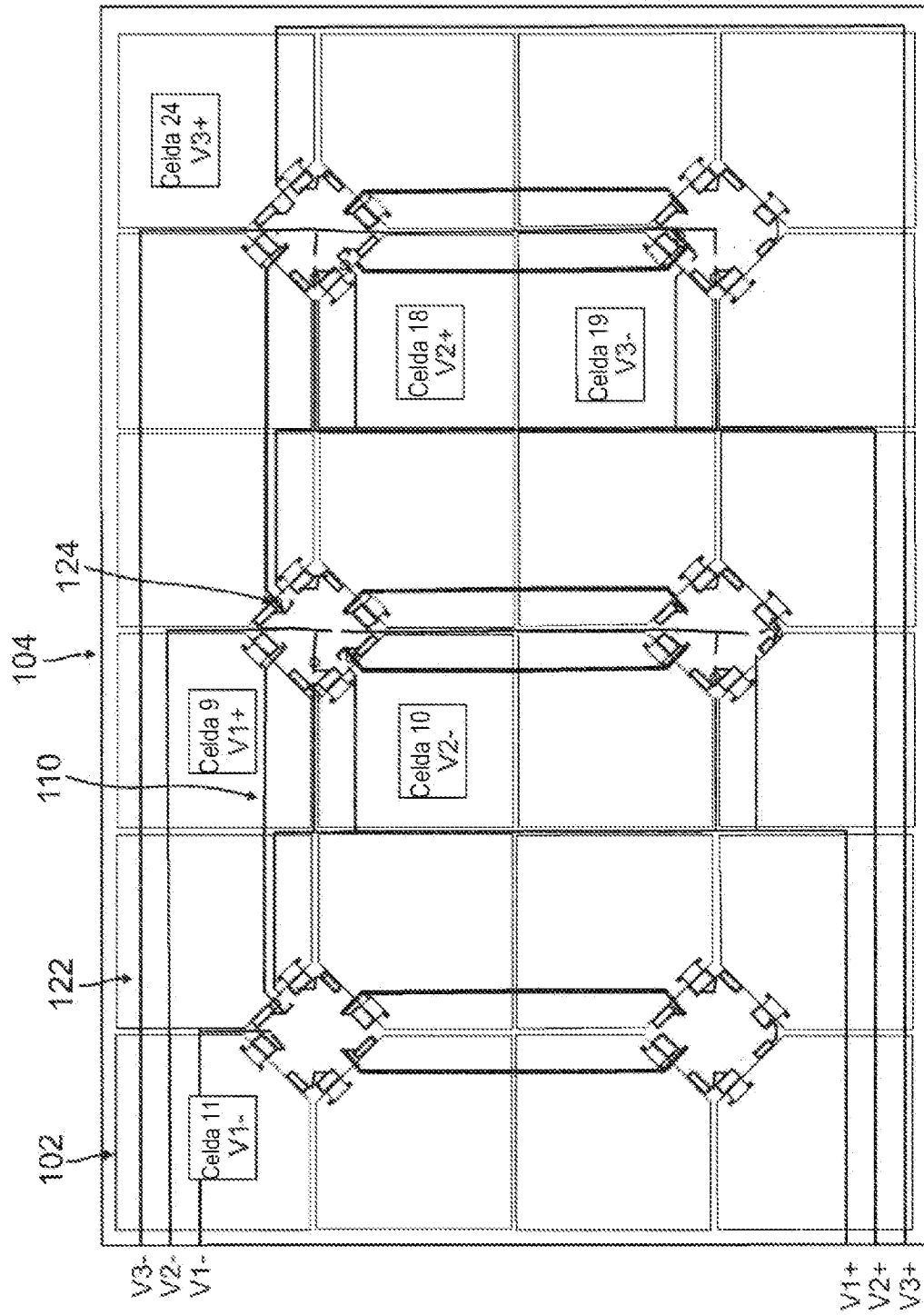
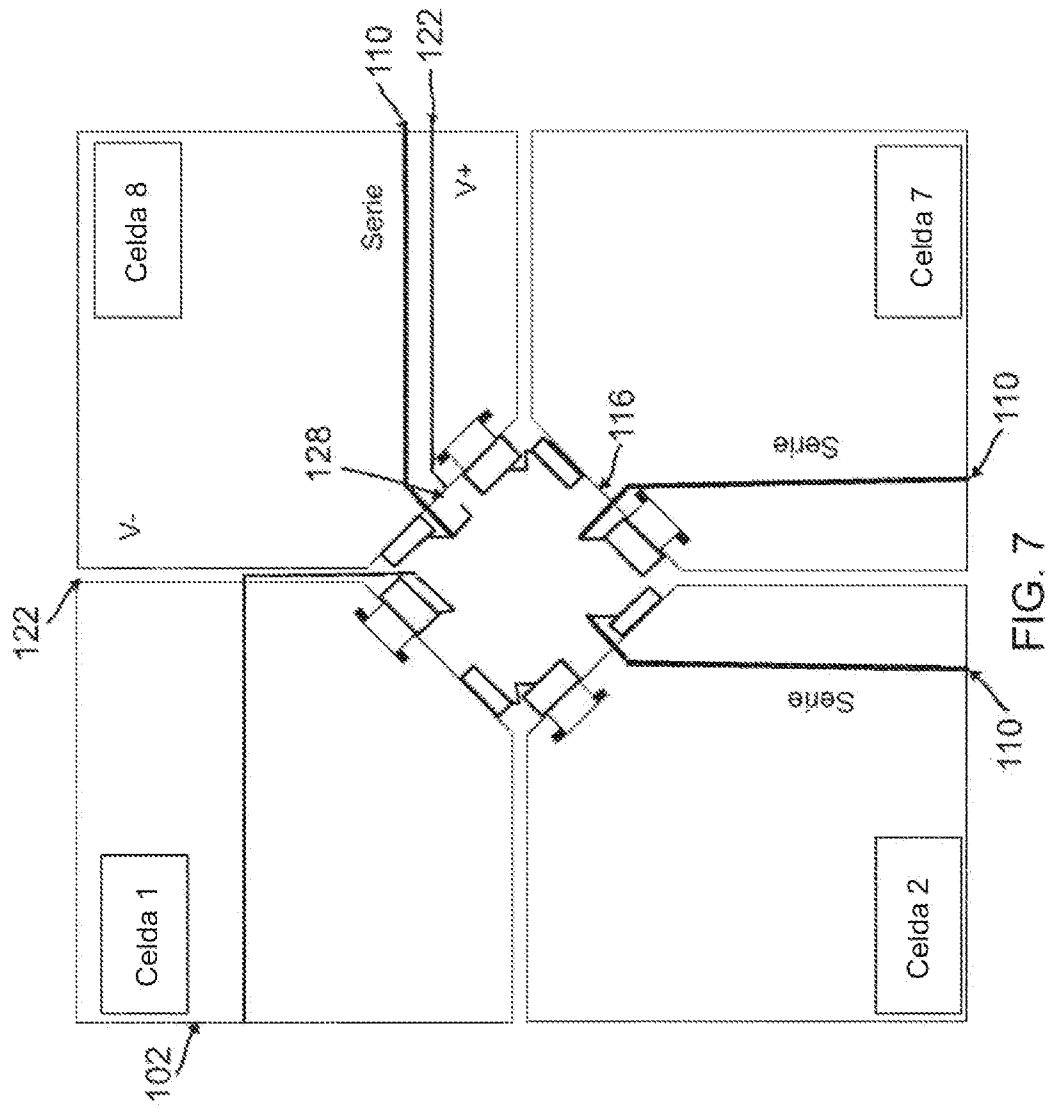


FIG. 6



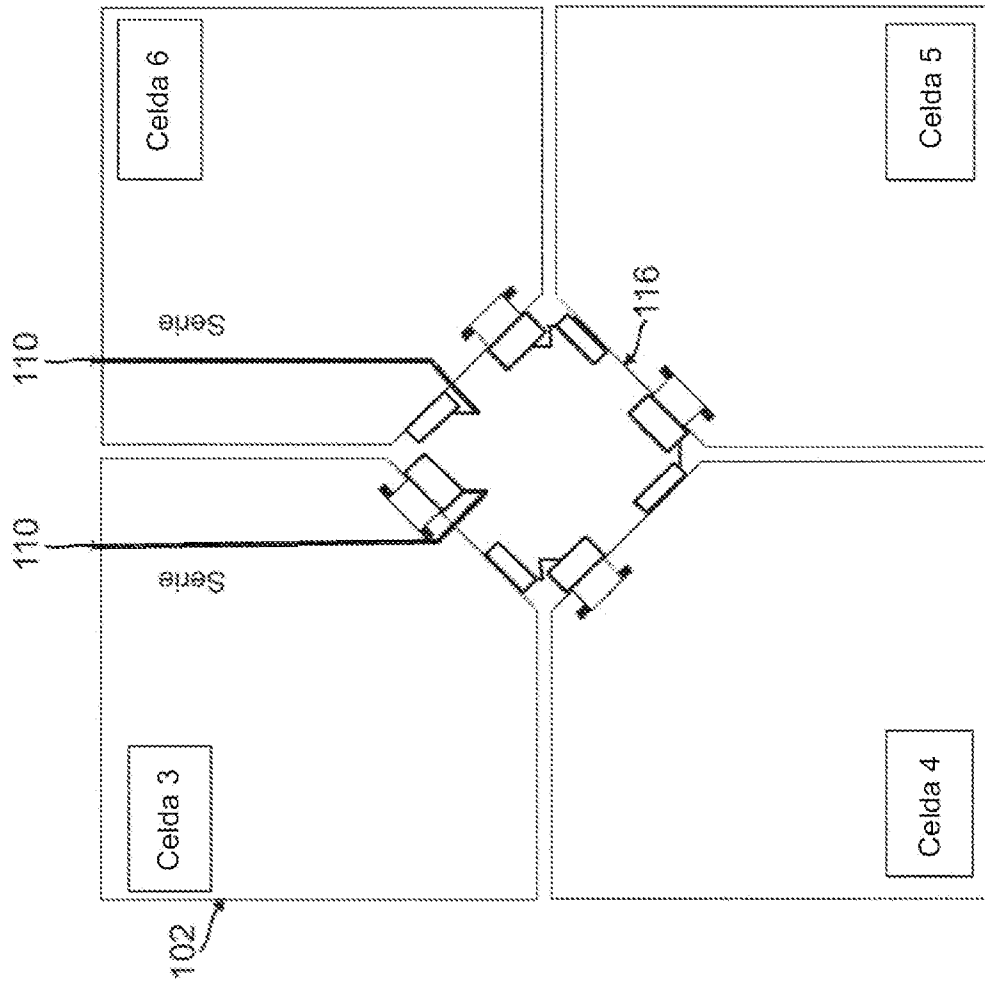
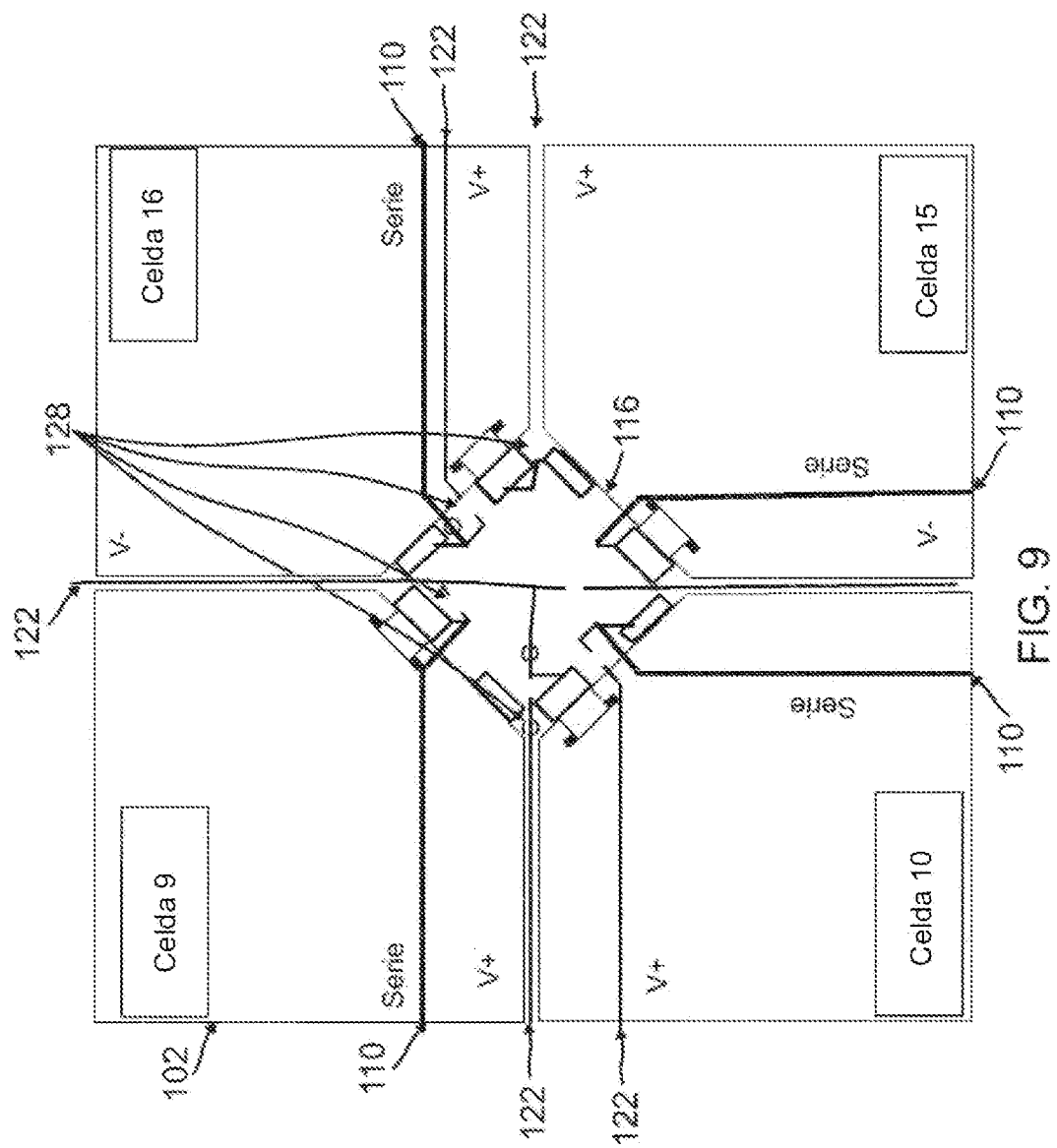


FIG. 8



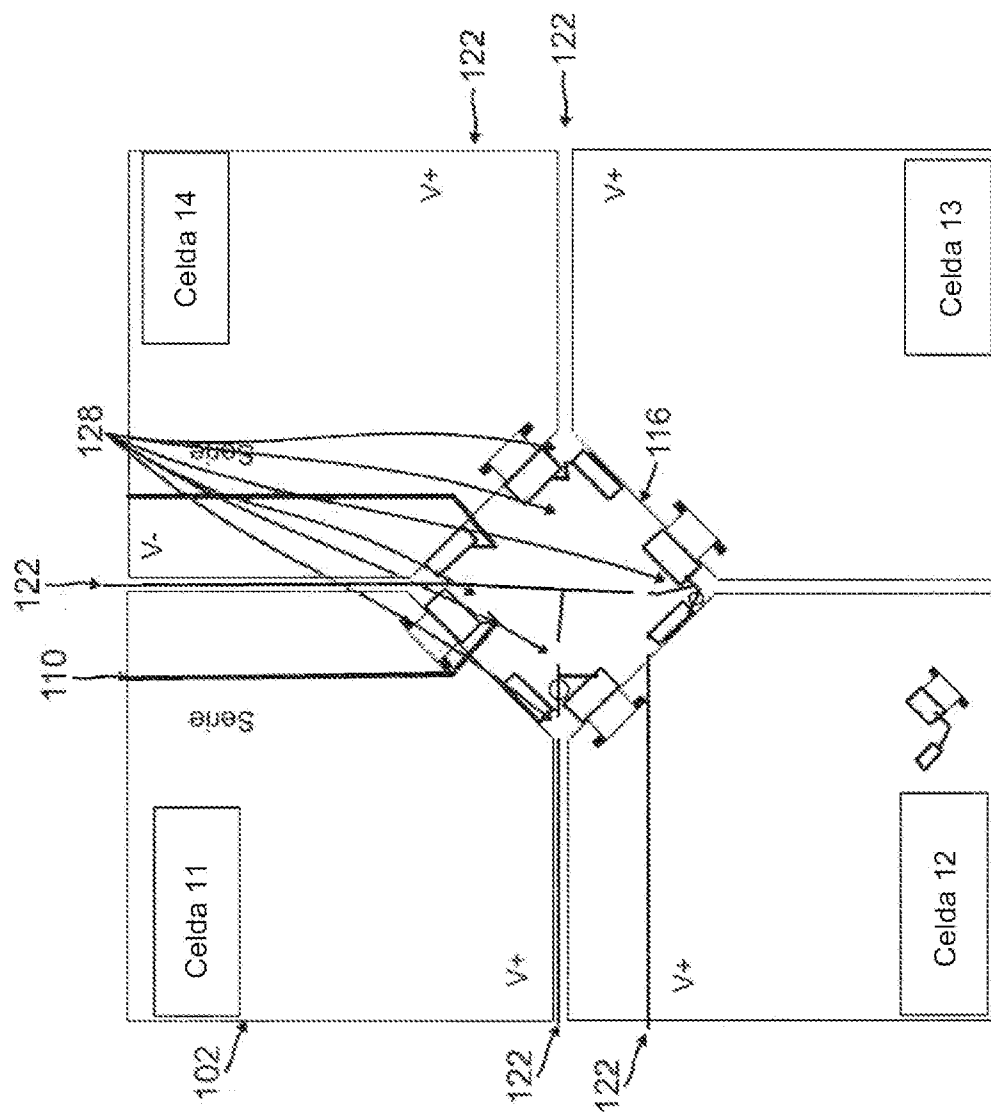
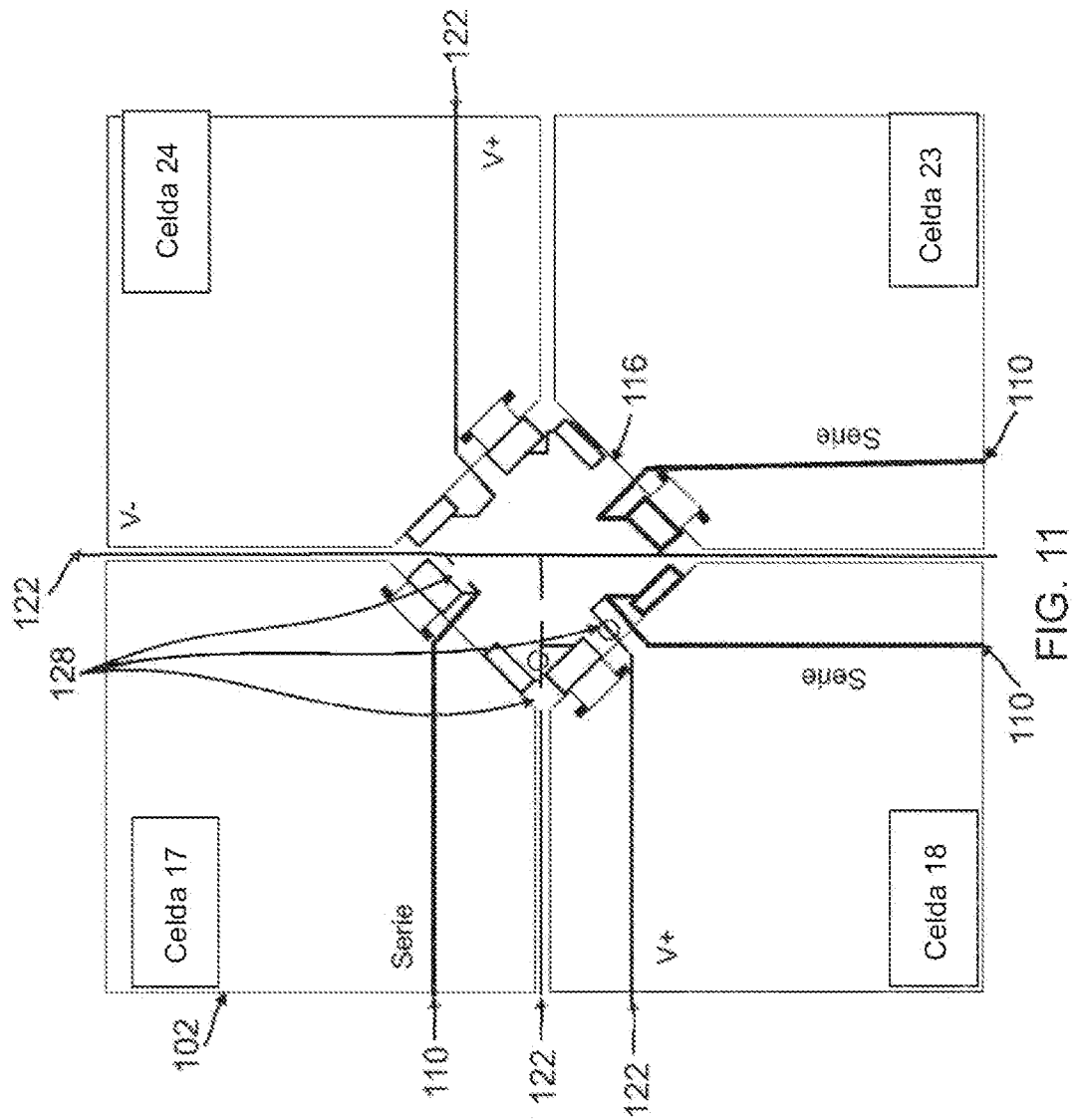


FIG. 10



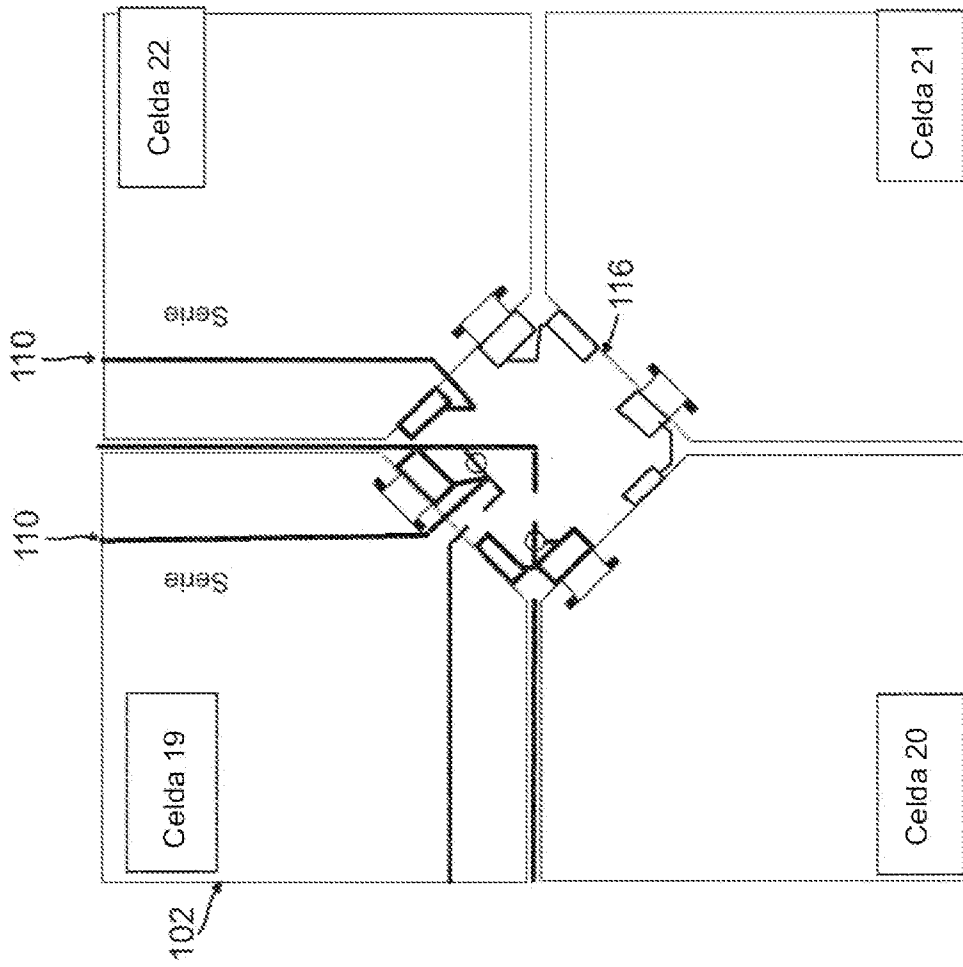
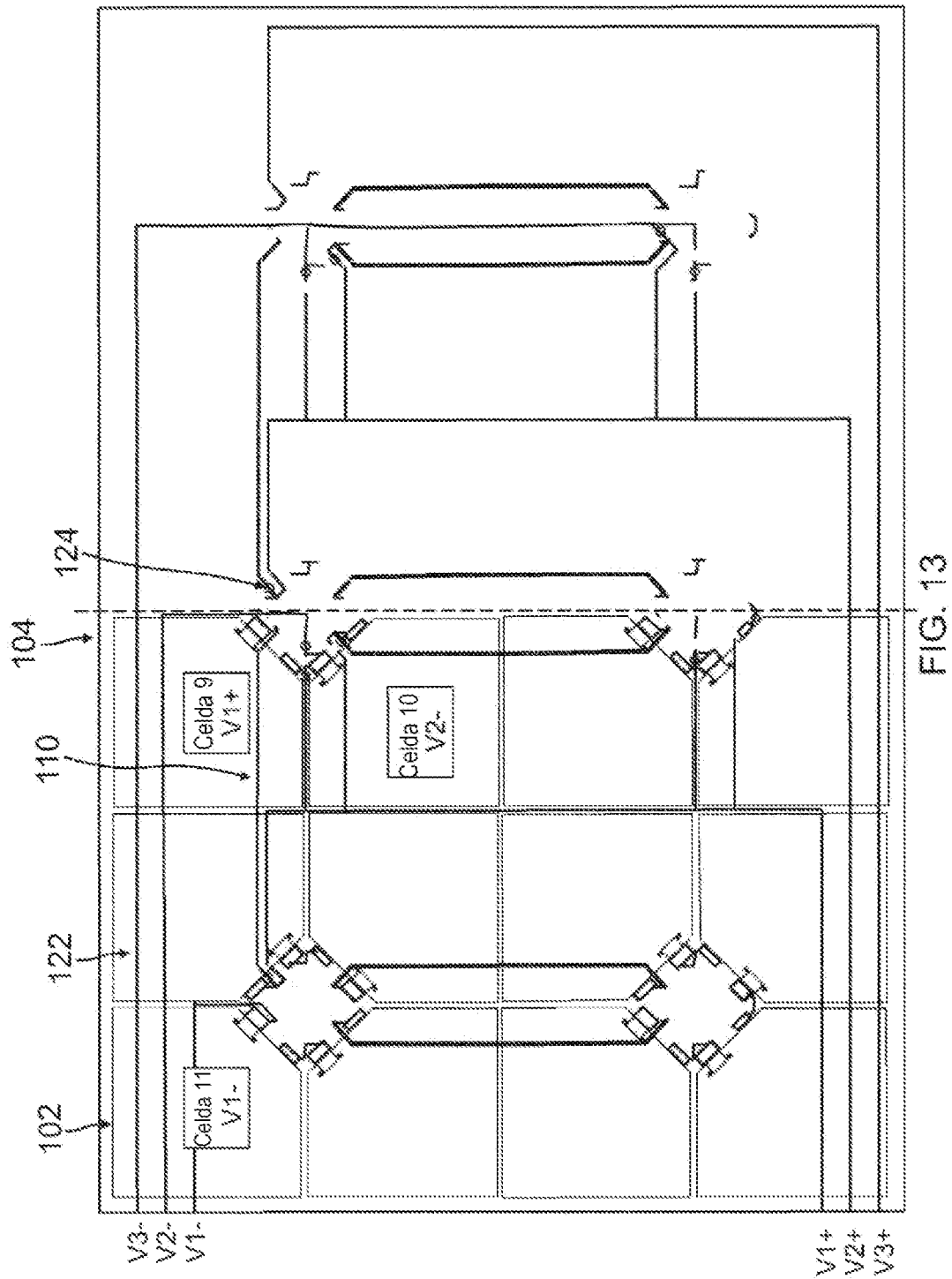


FIG. 12



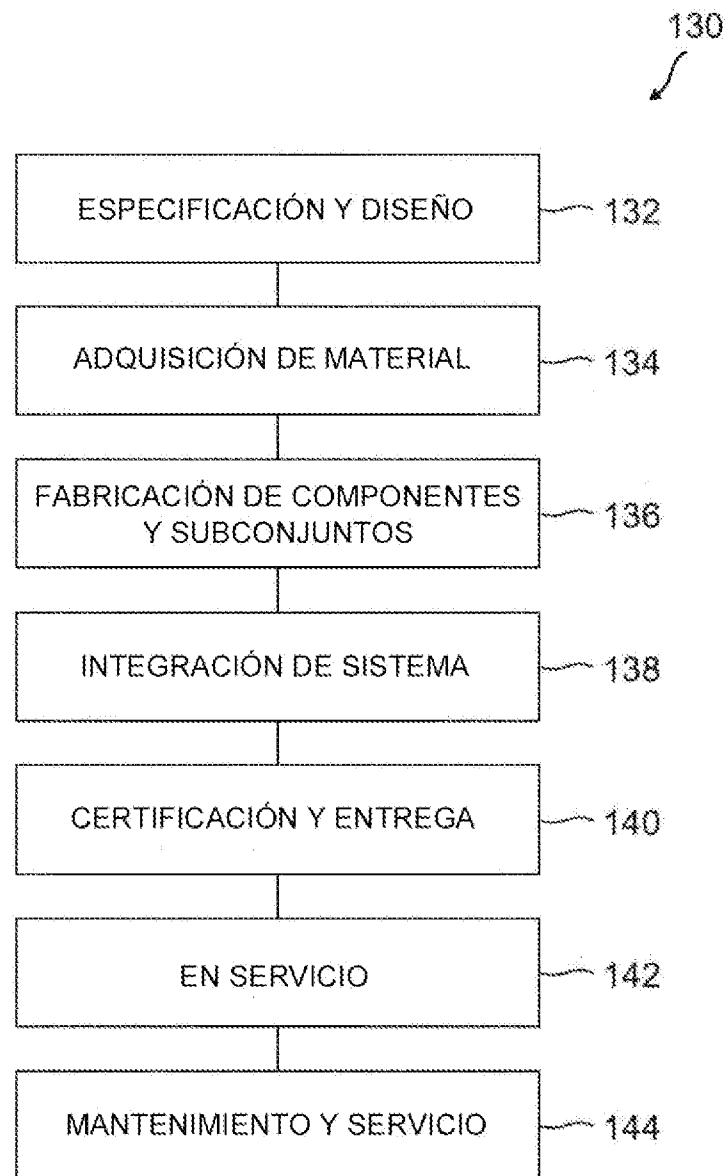


FIG. 14

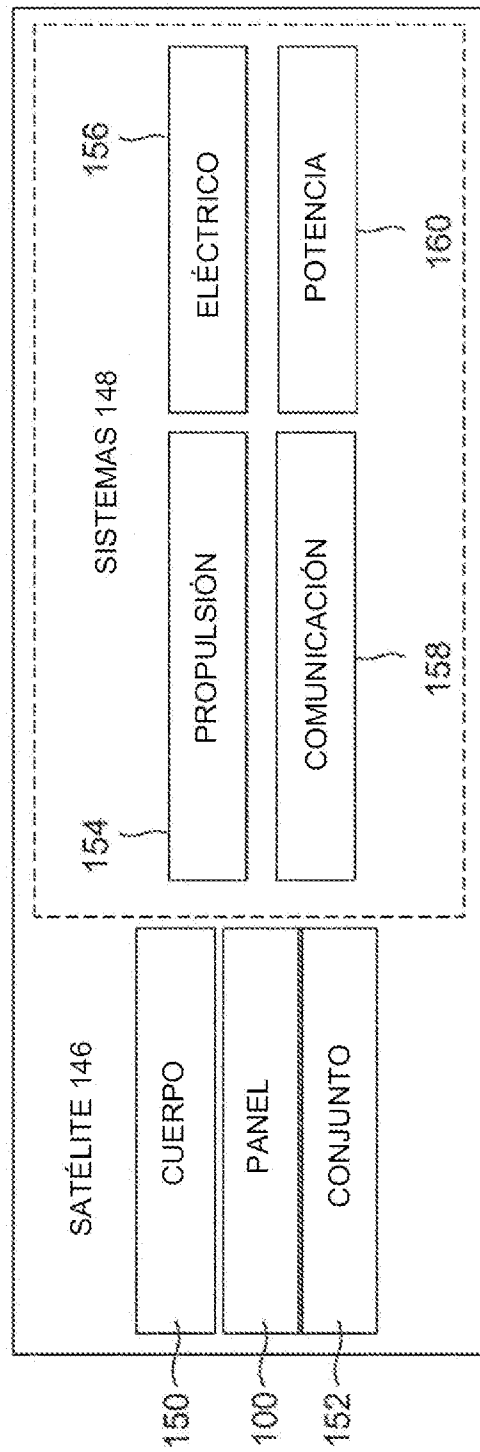


FIG. 15

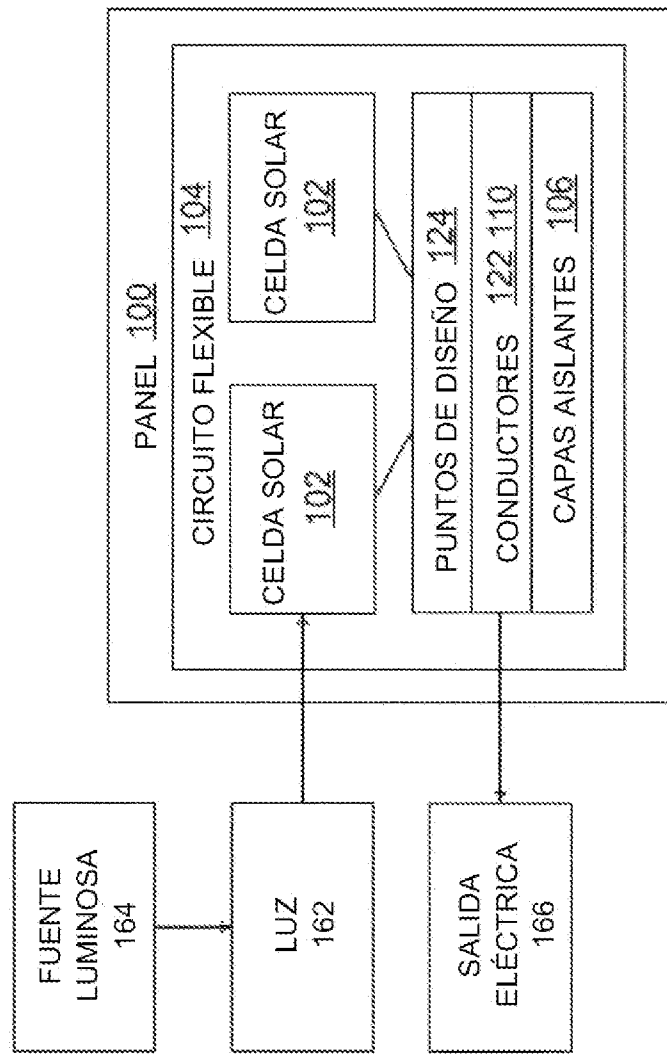


FIG. 16