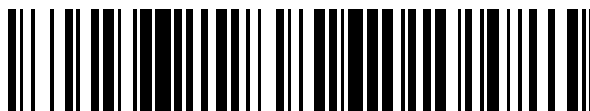


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 479**

51 Int. Cl.:

H01L 23/473 (2006.01)

H01L 25/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2016** **E 16171014 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019** **EP 3249685**

54 Título: **Sistema que comprende al menos un módulo de potencia que comprende al menos un chip de potencia que se refrigera con una barra colectora refrigerada por líquido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.07.2020

73 Titular/es:
mitsubishi electric corporation (100.0%)
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310, JP

72 Inventor/es:
MRAD, ROBERTO;
MOLLOV, STEFAN y
EWANCHUK, JEFFREY

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 773 479 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

Sistema que comprende al menos un módulo de potencia que comprende al menos un chip de potencia que se refrigera con una barra colectora refrigerada por líquido

5 La presente invención se refiere en general a un sistema que comprende al menos un módulo de potencia que comprende al menos un chip de potencia que se refrigera mediante un sistema refrigerado por líquido.

10 Los convertidores de potencia tradicionales incluyen semiconductores de potencia que se unen desde el lado inferior a un sustrato, por ejemplo, una unión directa de cobre (DCB) y se conectan mediante uniones por cable en el lado superior de los chips. Este conjunto se coloca sobre una placa base metálica para dispersar el calor y luego se introduce en una caja de materiales termoplásticos para protegerlo de la tensión ambiental. El módulo de potencia obtenido se une a un disipador de calor voluminoso y las conexiones eléctricas se realizan gracias a una barra colectora.

15 La alta densidad de potencia en las aplicaciones electrónicas de potencia siempre ha sido una prioridad. Con la aparición de materiales de ancho de banda prohibida, los módulos de potencia se han reducido en tamaño y la densidad de potencia de las etapas de potencia ha aumentado. El aumento de la frecuencia de conmutación también permite reducir el tamaño de los componentes pasivos. Sin embargo, esta tendencia hace que los módulos de potencia tengan menos espacio para disipadores de calor.

La técnica anterior relevante para la presente divulgación puede encontrarse en los documentos US 6 501 172 B1 (FUKADA MASAKAZU [JP] ET AL) 31 de diciembre de 2002 (31-12-2002) y DE 10 2014 223261 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19 de mayo de 2016 (19-05-2016).

20 Para ese fin, la presente invención se refiere a un sistema que comprende al menos un módulo de potencia que comprende al menos un chip de potencia que se refrigera mediante un sistema refrigerado por líquido, estando el sistema refrigerado por líquido dispuesto para proporcionar al menos un potencial eléctrico a cada chip de potencia del módulo de potencia, caracterizado por que el sistema refrigerado por líquido está compuesto por una primera y una segunda barras conductoras de corriente conectadas entre sí por un conducto eléctricamente no conductor, la primera barra está situada en la parte superior del módulo de potencia y proporciona un primer potencial eléctrico al chip de potencia y la segunda barra está situada en la parte inferior del módulo de potencia y proporciona un segundo potencial eléctrico a los chips de potencia, el refrigerante líquido es eléctricamente conductor y las superficies de los canales están cubiertas por una capa de aislamiento eléctrico.

30 Por tanto, el tamaño y el coste de un módulo de potencia pueden reducirse gracias a la barra colectora multifuncional.

Además, el módulo de potencia se refrigera eficazmente mediante un sistema de refrigeración de doble cara en toda el área de intercambio de calor sin necesidad de espacio adicional para conexión eléctrica. Puede usarse cualquier tipo de refrigerante líquido sin riesgo de cortocircuito entre las diferentes barras que se encuentran en diferentes niveles de tensión.

35 Según una característica particular, la primera barra comprende un canal, la segunda barra comprende un canal, estando los canales unidos entre sí por el conducto a través del cual fluye un refrigerante líquido.

Por tanto, se requiere un solo circuito de refrigerante.

Por tanto, puede usarse cualquier tipo de refrigerante líquido sin riesgo de cortocircuito entre las diferentes barras que se encuentran en diferentes niveles de tensión.

40 Según una característica particular, se introducen aletas en cada canal o cada canal se divide en una pluralidad de subcanales.

Por tanto, el área de intercambio de calor aumenta y la convección de calor aumenta entre el refrigerante líquido y el refrigerador sin aumentar la caída de presión dentro de los canales.

Según una característica particular, la superficie interna de los canales tiene un tratamiento de superficie.

45 Por tanto, aumenta la convección de calor entre el refrigerador y el refrigerante.

Según una característica particular, el sistema refrigerado por líquido está dispuesto para proporcionar al menos una fuente de alimentación eléctrica a una pluralidad de chips de módulos de potencia.

Según una característica particular, los módulos de potencia son idénticos y tienen una forma rectangular y el sistema refrigerado por líquido está dispuesto perpendicularmente al lado más grande de los módulos de potencia.

50 Por tanto, se utilizan módulos de potencia individuales o múltiples para construir un convertidor de potencia modular individual o múltiple compuesto por módulos de potencia similares y alimentados eléctricamente por el mismo

sistema de refrigeración.

Según una característica particular, cada módulo de potencia es una estructura multicapa formada con capas de aislamiento y conductoras y los chips de potencia están integrados en la estructura multicapa.

Por tanto, los chips de potencia tienen conexión de baja inductancia a las capas conductoras del módulo.

- 5 Según una característica particular, cada módulo de potencia comprende además condensadores que están integrados en la estructura multicapa.

Por tanto, se reducen las inductancias parásitas de los condensadores del bus y, por tanto, se reduce el ruido generado por las transiciones de conmutación del módulo de potencia.

- 10 Según una característica particular, cada módulo de potencia comprende además circuitos de excitación de los chips de potencia que están dispuestos sobre una superficie de la estructura multicapa o integrados total o parcialmente en la estructura multicapa.

Por tanto, el circuito del controlador de puerta está cerca de la etapa de potencia, lo que permite aumentar la velocidad de conmutación y, por tanto reducir las pérdidas de conmutación de los chips de potencia.

- 15 Según una característica particular, cada módulo de potencia comprende además un inductor que está ubicado dentro de la estructura multicapa y un material magnético que está dispuesto sobre una superficie de la estructura multicapa.

Por tanto, se reducen las tolerancias entre módulos de potencia para reducir la disparidad de corriente entre módulos en los convertidores de potencia modulares.

- 20 Según una característica particular, sólo la parte de la estructura multicapa que comprende el chip de potencia se refrigera mediante el sistema refrigerado por líquido.

Las características de la invención surgirán más claramente a partir de una lectura de la siguiente descripción de un ejemplo de realización, produciéndose dicha descripción con referencia a los dibujos adjuntos, entre los cuales:

La Figura 1 es un diagrama que representa un primer ejemplo de una sección de un módulo de potencia refrigerado por una barra colectora refrigerada por líquido según la presente invención.

- 25 La Figura 2 es un diagrama que representa un módulo de potencia refrigerado por una barra colectora refrigerada por líquido según la presente invención.

La Figura 3 es un diagrama que representa un conjunto de módulos de potencia refrigerados por una barra colectora refrigerada por líquido según la presente invención.

- 30 Las Figuras 4 representan diferentes etapas de la fabricación de un módulo de potencia refrigerado por una barra colectora refrigerada por líquido.

La Figura 5 representa un circuito eléctrico de un módulo de potencia refrigerado por una barra colectora refrigerada por líquido.

La Figura 1 es un diagrama que representa un primer ejemplo de una sección de un módulo de potencia refrigerado por una barra colectora refrigerada por líquido según la invención.

- 35 En el ejemplo de la Figura 1, la barra colectora refrigerada por líquido está compuesta por dos barras 10a y 10b. Las barras pueden estar realizadas de cualquier buen conductor térmico y eléctrico, tal como metal o aleación, como por ejemplo cobre, aluminio. La barra colectora refrigerada por líquido comprende al menos un canal, al menos una entrada IN y al menos una salida OUT para permitir el flujo del refrigerante líquido dentro de la barra colectora refrigerada por líquido. Los canales pueden tener aletas o cualquier condición de superficie para mejorar el coeficiente de convección. El fluido refrigerante en la salida OUT se transporta a un intercambiador de calor que no se muestra en la Figura 1, que puede montarse en la propia barra colectora o puede conectarse a la barra colectora mediante conductos o tubos.

- 40 La barra colectora refrigerada por líquido puede tener características geométricas, anclajes y/u orificios para actuar como elemento de fijación mecánico para los módulos PM1 y PM2 de potencia que van a refrigerarse. Según la invención, la barra colectora refrigerada por líquido tiene al menos un terminal eléctrico para proporcionar potencial eléctrico a los módulos PM1 y PM2 de potencia. En el ejemplo de la Figura 1, la barra colectora refrigerada por líquido tiene dos terminales eléctricos indicados como DC + y DC-. La barra colectora refrigerada por líquido puede realizarse mediante una estructura multicapa unida por cualquier técnica convencional como, por ejemplo, sinterizado, soldadura o adhesivos. La barra colectora refrigerada por líquido también puede realizarse con otras técnicas convencionales como mecanizado mecánico u otras.
- 45
- 50

La primera barra 10a está unida a la parte superior de los módulos PM1 y PM2 de potencia a través de las láminas 12 y 13 de interfaz eléctrica y térmicamente conductoras, como láminas de molibdeno o resortes térmicos. La primera barra 10a proporciona una tensión de CC negativa a los módulos PM1 y PM2 de potencia.

- 5 La segunda barra 10b está unida a la parte inferior de los módulos PM1 y PM2 de potencia a través de las láminas 14 y 15 de interfaz eléctrica y térmicamente conductoras, como láminas de molibdeno o resortes térmicos.

La segunda barra 10b proporciona una tensión de CC positiva a los módulos PM1 y PM2 de potencia.

Las barras primera y segunda comprenden un canal a través del cual puede fluir un fluido refrigerante.

Las barras primera y segunda se unen mecánicamente usando un conducto indicado como 16. El conducto 16 tiene propiedad de aislamiento eléctrico.

- 10 El fluido refrigerante entra en el canal de la barra 10b en IN, pasa a través del canal de la segunda barra, llega al canal de la primera barra a través del conducto 16 y sale de la barra colectora refrigerada por líquido a través de la abertura OUT.

El fluido refrigerante es eléctricamente conductor, las superficies del canal están cubiertas por una capa de aislamiento eléctrico indicada como 11a y 11b.

- 15 Las dos barras están unidas entre sí mediante tornillos y pernos eléctricamente aislados o eléctricamente no conductores que no se muestran en la Figura 1 para hacer una presión y un contacto eléctrico entre las barras 10a y 10b y los módulos PM1 y PM2 de potencia a través de las láminas 11 a 15 de interfaz conductoras.

- 20 El interior 11a y 11b de los canales están recubiertos con materiales de aislamiento que también son buenos conductores térmicos (orgánicos, cerámicos, etc.). El recubrimiento puede realizarse mediante cualquier método de deposición, tal como serigrafía, pulverización catódica u otros. Las barras 10a y 10b tienen uno o más rebajes que ayudan a estabilizar mecánicamente los módulos de potencia.

La Figura 2 es un diagrama que representa un módulo de potencia refrigerado por una barra colectora refrigerada por líquido.

- 25 El módulo de potencia, por ejemplo el módulo PM1 de potencia, es un conjunto de dos submódulos que tienen una estructura multicapa como PCB. Cada uno de los submódulos tiene al menos un chip semiconductor integrado, como SiC MOSFET, IGBT u otros. El conjunto del módulo de potencia se dará a conocer con más detalles en referencia a las Figuras 4).

- 30 Muy cerca de los chips de potencia que forman la etapa de potencia del módulo de potencia, están integrados condensadores dentro de la estructura multicapa, es decir, en el sustrato del módulo de potencia como condensadores de bus para suavizar la tensión del bus.

La parte que comprende los chips de potencia se refrigera mediante la barra colectora refrigerada por líquido compuesta por dos barras 20a y 20b.

En el ejemplo de la Figura 2, cada barra 20a y 20b comprende un canal que se divide en 5 subcanales para aumentar el intercambio térmico.

- 35 Según una variante, se introducen aletas en cada canal. El canal indicado como 23a de la barra 20a está conectado al canal 23b de la barra 20b como otros canales mostrados en la Figura 2.

En la misma estructura multicapa, también pueden integrarse componentes adicionales como circuitos integrados de control indicados como 25, inductores, transformadores, sensores, condensadores o resistencias adicionales indicados como 26.

- 40 Además, integrados en la estructura multicapa o montados en la superficie externa de los módulos de potencia, pueden unirse componentes adicionales mediante soldadura u otros para incluir funcionalidades adicionales o complementarias a los módulos de potencia. Las superficies de los módulos de potencia encima y debajo de los chips de potencia están realizadas de cobre con o sin acabado para permitir las conexiones de bus de los módulos de potencia.

- 45 La Figura 3 es un diagrama que representa un conjunto de módulos de potencia refrigerados por una barra colectora refrigerada por líquido.

En el ejemplo de la Figura 3, una barra 30 colectora refrigerada por líquido que comprende una entrada y una salida refrigera cinco módulos PM31 a PM35 de potencia.

- 50 La barra colectora refrigerada por líquido no está compuesta por dos barras, como ya se ha dado a conocer, sino que está compuesta en el ejemplo de la Figura 3 por una sola barra que refrigera los chips de potencia desde la

parte inferior y proporciona a los mismos potencial eléctrico de CC a los módulos PM31 a PM35 de potencia.

Debe indicarse en este caso que la barra colectora refrigerada por líquido también puede estar compuesta por dos barras.

5 Las Figuras 4 representa diferentes etapas de la fabricación de un módulo de potencia refrigerado por una barra colectora refrigerada por líquido.

El módulo de potencia está compuesto por dos submódulos que tienen una estructura multicapa como PCB, representando las diferentes etapas de las Figuras 4 la fabricación de uno de los submódulos.

10 La Figura 4a representa una capa 400 base que es un material eléctricamente no conductor y térmicamente conductor. Por ejemplo, la capa 400 base está realizada de FR4. La capa 400 base se corta, por ejemplo mediante corte por láser, para formar una cavidad del tamaño de un chip 401 de potencia. El chip 401 de potencia se coloca luego en la cavidad. La capa base puede dividirse en dos o varias capas separadas por al menos una capa 402 térmicamente conductora superior, tal como metales como el cobre, para aumentar la dispersión del calor.

15 La Figura 4b representa la capa 400 base y el chip 401 de potencia sobre el que se lamina una capa 403 de aislamiento delgada sobre la parte superior de la capa 400 base y una capa 406 de aislamiento delgada sobre la parte inferior de la capa 400 base. Además, las capas 404 y 405 eléctricamente conductoras, por ejemplo realizadas de cobre, se laminan sobre las capas 403 y 406 de aislamiento delgadas. Debe indicarse en este caso que se realiza la misma operación del otro submódulo.

La Figura 4c representa la siguiente etapa de la fabricación del módulo de potencia.

20 Se realizan entonces perforaciones por láser y metalización 407, 409 y 410 para conectar el chip 401 de potencia a la capa conductora. El contacto del chip de potencia con las capas conductoras puede cubrir completamente la superficie superior e inferior del chip de potencia o parcialmente mediante el uso de múltiples conexiones de vía u otras formas. Posteriormente, las capas conductoras se graban, por ejemplo, mediante un procedimiento químico o mecánico para obtener el diseño deseado sobre la capa conductora delgada.

La Figura 4d representa la siguiente etapa de la fabricación del módulo de potencia.

25 Se laminan capas 411 y 412 de aislamiento delgadas adicionales y capas 413 y 414 conductoras gruesas a ambos lados del conjunto como se obtiene en la Figura 4c.

La Figura 4e representa la siguiente etapa de la fabricación del módulo de potencia.

30 Una vez más, se realizan entonces perforación por láser y metalización (415 y 416) para conectar las capas 404 y 405 conductoras delgadas y las capas 413 y 414 conductoras gruesas. La conexión se puede realizarse a través de múltiples conexiones de vía o a través de otras formas como cuadrados de cobre metalizado. Las capas conductoras se graban para obtener el diseño deseado sobre las capas 413 y 414. Debe indicarse que en algunos casos particulares donde las capas 413 y 414 conductoras son muy gruesas, pueden grabarse previamente antes de la laminación.

La Figura 4f representa la siguiente etapa de la fabricación del módulo de potencia.

35 Se realizan vías 417 pasantes mediante perforado y luego metalizado. Además, se realiza mecanizado o perforación de la placa para colocar condensadores 418 y materiales magnéticos.

Debe indicarse en este caso que en el ejemplo de la Figura 4, cada submódulo está formado por dos capas conductoras delgadas y dos gruesas. Sin embargo, en el caso general, las etapas de laminación de las capas conductoras y de aislamiento pueden repetirse hasta alcanzar el número requerido de capas conductoras.

40 Los dos submódulos se montan con materiales térmica y eléctricamente conductores.

La soldadura de componentes externos, la unión y el moldeo de material magnético se realizan después del montaje de dos submódulos.

El condensador se conecta después de montar los dos submódulos entre la capa superior del submódulo superior y la capa inferior del submódulo inferior.

45 La primera parte del inductor se realiza en el primer submódulo y la segunda parte se realiza en el segundo submódulo.

La Figura 5 representa un ejemplo de un circuito eléctrico de un módulo de potencia que puede refrigerarse mediante una barra colectora refrigerada por líquido.

50 Cada módulo de potencia comprende un controlador de puerta que proporciona señales de puerta a los chips D1 y D2 de potencia.

El drenador del chip D1 de potencia está conectado al potencial eléctrico positivo DC+ proporcionado por la barra colectora refrigerada por líquido. La fuente del chip D1 de potencia está conectada al drenador del chip D2 de potencia y a un primer terminal de un inductor L1.

5 La fuente del chip D2 de potencia está conectada al potencial eléctrico negativo DC- proporcionado por la barra colectora refrigerada por líquido.

El segundo terminal del inductor L1 es la salida del módulo de potencia.

Naturalmente, pueden realizarse muchas modificaciones a las realizaciones de la invención descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la presente invención

REIVINDICACIONES

1. Sistema que comprende al menos un módulo de potencia que comprende al menos un chip de potencia que se refrigera mediante un sistema refrigerado por líquido, estando el sistema refrigerado por líquido dispuesto para proporcionar al menos un potencial eléctrico a cada chip de potencia del módulo de potencia, en el que el sistema refrigerado por líquido está compuesto por una primera y una segunda barras conductoras de corriente conectadas entre sí por un conducto eléctricamente no conductor, caracterizado por que la primera barra está situada en la parte superior del módulo de potencia y proporciona un primer potencial eléctrico al chip de potencia y la segunda barra está situada en la parte inferior del módulo de potencia y proporciona un segundo potencial eléctrico a los chips de potencia, el refrigerante líquido es eléctricamente conductor y las superficies de los canales están cubiertas por una capa de aislamiento eléctrico.
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que la primera barra comprende un canal, la segunda barra comprende un canal, estando los canales unidos entre sí por el conducto eléctricamente no conductor a través del cual fluye un refrigerante líquido.
3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que se introducen aletas en cada canal o cada canal se divide en una pluralidad de subcanales.
4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, caracterizado por que la superficie interna de los canales tiene un tratamiento de superficie.
5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el sistema refrigerado por líquido está dispuesto para proporcionar al menos una fuente de alimentación eléctrica a una pluralidad de chips de módulos de potencia.
6. Sistema según la reivindicación 5, caracterizado por que los módulos de potencia son idénticos y tienen una forma rectangular y por que el sistema refrigerado por líquido está dispuesto perpendicularmente al lado más grande de los módulos de potencia.
7. Sistema según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado por que cada módulo de potencia es una estructura multicapa formada con capas de aislamiento y conductoras y los chips de potencia están integrados en la estructura multicapa.
8. Sistema según la reivindicación 7, caracterizado por que cada módulo de potencia comprende además condensadores que están integrados en la estructura multicapa.
9. Sistema según la reivindicación 8, caracterizado por que cada módulo de potencia comprende además circuitos de excitación de los chips de potencia que están dispuestos sobre una superficie de la estructura multicapa o integrados total o parcialmente en la estructura multicapa.
10. Sistema según la reivindicación 9, caracterizado por que cada módulo de potencia comprende además un inductor que está ubicado dentro de la estructura multicapa y un material magnético que está dispuesto sobre una superficie de la estructura multicapa.
11. Sistema según la reivindicación 10, caracterizado por que sólo la parte de la estructura multicapa que comprende el chip de potencia se refrigera mediante el sistema refrigerado por líquido.

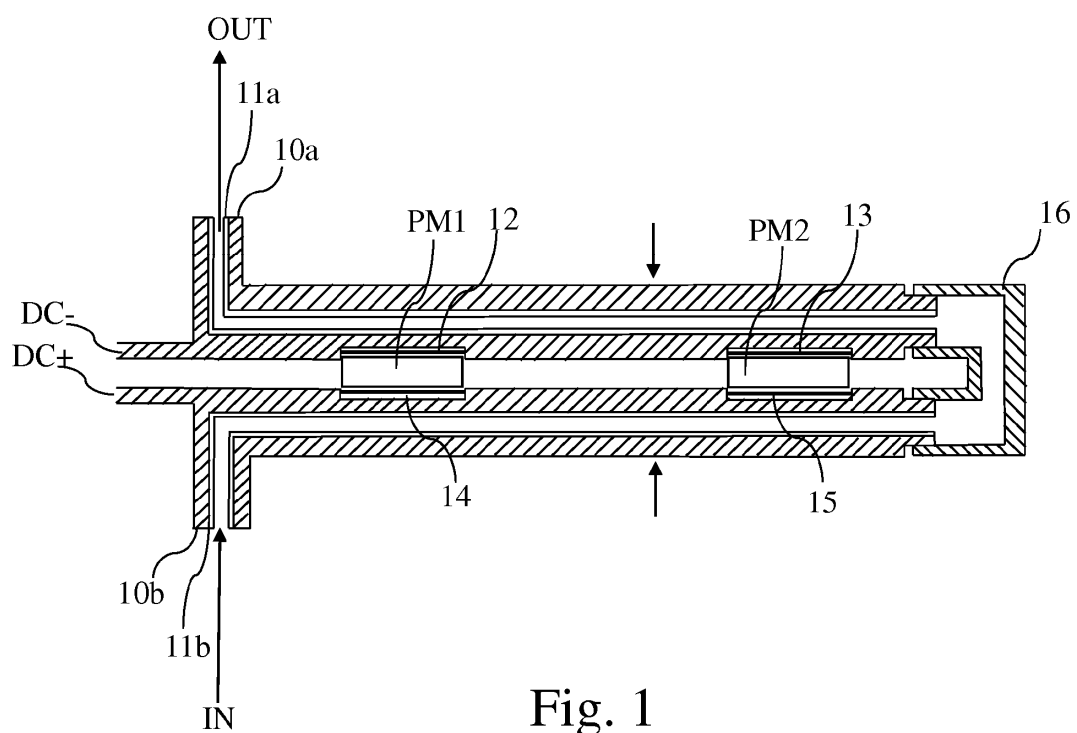


Fig. 1

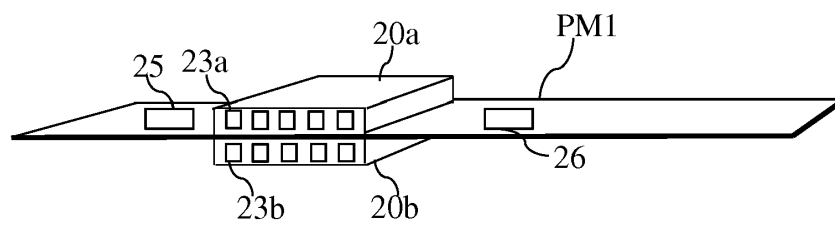


Fig. 2

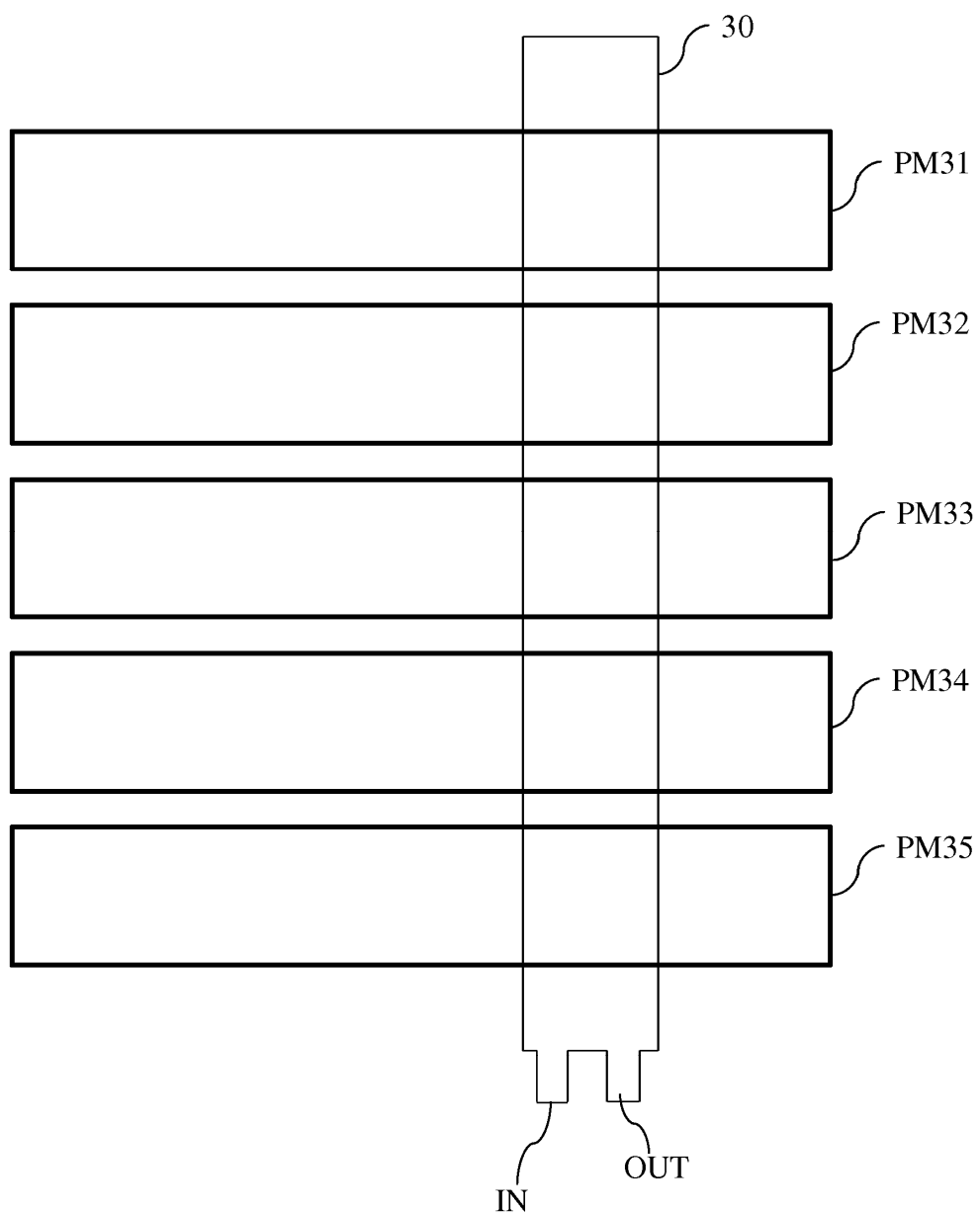


Fig. 3

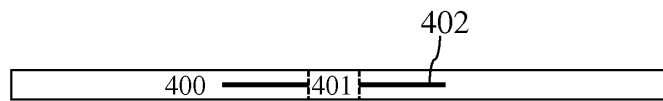


Fig. 4a

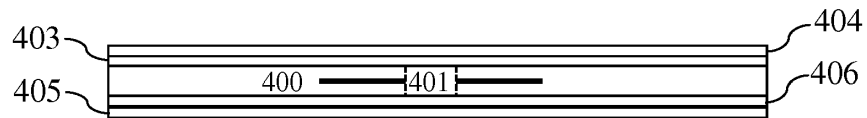


Fig. 4b

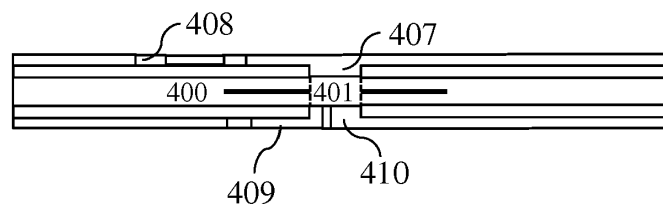


Fig. 4c

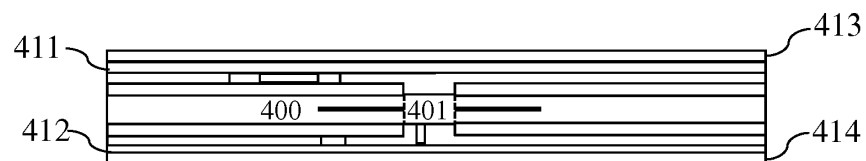


Fig. 4d

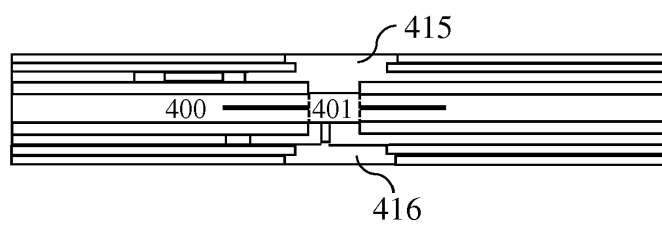


Fig. 4e

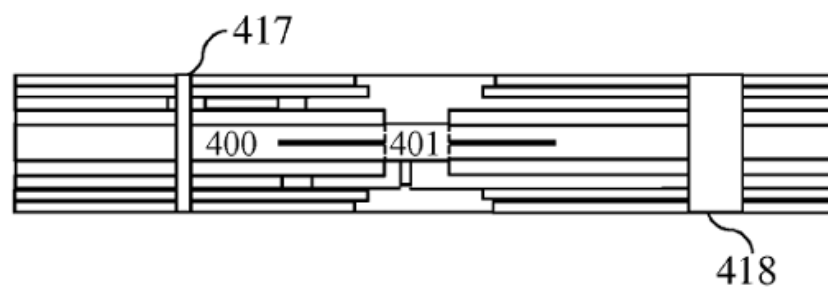


Fig. 4f

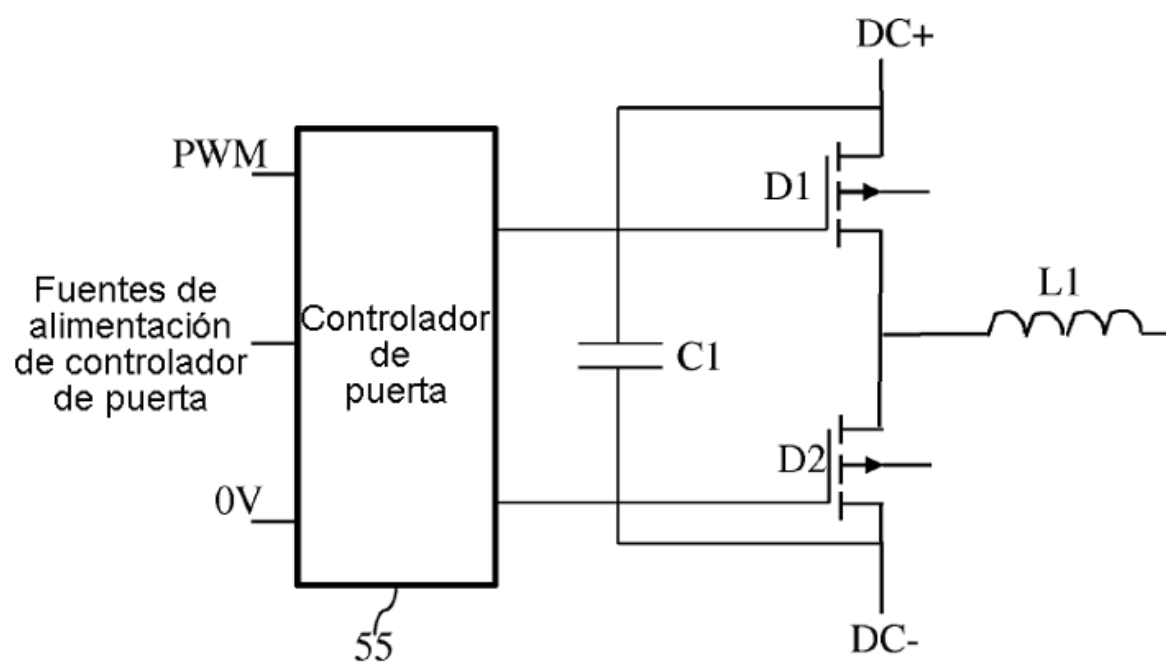


Fig. 5