

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 780 936**

51 Int. Cl.:

H02M 7/00 (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)

H01L 23/538 (2006.01)

H02M 1/088 (2006.01)

H05K 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2017** **E 17171087 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020** **EP 3404818**

54 Título: **Disposición de circuito de semiconductor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.08.2020

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:

HENKEL, THOMAS;
LECHLER, MARTIN y
NAGEL, ANDREAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 780 936 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

Disposición de circuito de semiconductor

5 La presente invención hace referencia a una disposición de circuito de semiconductor con al menos dos módulos de medio puente que respectivamente presentan una conexión de tensión alterna, una barra colectora de tensión continua positiva, una barra colectora de tensión continua negativa y al menos una barra colectora de tensión alterna. Además, la invención hace referencia a un convertidor con una disposición de circuito de semiconductor de esa clase, así como a un vehículo con al menos una disposición de circuito de semiconductor de esa clase, o con un convertidor de esa clase.

10 Para aumentar la conductividad de los convertidores, o en general de los dispositivos de conmutación a base de semiconductores, se efectúa una conexión en circuito paralelo de dos o más semiconductores.

La conexión en circuito paralelo directa, fuerte, de semiconductores de potencia, para aumentar la potencia de salida, se trata de una solución técnica habitual. En este caso es importante una carga lo más uniforme posible de los semiconductores. Esto se logra mediante

- una selección de las propiedades de los semiconductores (por ejemplo la misma característica directa) y

15 - una disposición "simétrica" de los semiconductores.

20 A continuación, deben considerarse en este caso los módulos de medio puente. Un módulo de medio puente presenta al menos dos circuitos de semiconductor dispuestos en serie. Con ese módulo de medio puente puede realizarse una fase de un convertidor. El módulo de medio puente presenta una conexión de tensión continua positiva, para la conexión con una barra colectora de tensión continua positiva, una conexión de tensión continua negativa, para la conexión con una barra colectora de tensión continua negativa, y una conexión de tensión alterna para la conexión con una barra colectora de tensión alterna. La barra colectora de tensión continua positiva, durante el funcionamiento, posee el potencial positivo del circuito intermedio, y la barra colectora de tensión continua negativa posee durante el funcionamiento el potencial negativo del circuito intermedio. La conexión de tensión alterna representa una entrada o salida del lado de tensión alterna, por ejemplo de un convertidor.

25 Los módulos de medio puente poseen habitualmente una estructura en forma de un ortoedro. Las superficies no tienen necesariamente una estructura plana. Las mismas pueden estar proporcionadas de cualquier modo deseado. La siguiente descripción es de utilidad para denominar los lados del módulo de medio puente, pudiendo describir con ello la alineación de los módulos de medio puente, de unos con respecto a otros.

30 Sobre una primera superficie, con frecuencia denominada también como lado superior, se encuentran las conexiones correspondientes del módulo de medio puente. Sobre el lado opuesto puede fijarse el módulo de medio puente, preferentemente en un cuerpo de refrigeración para disipar el calor que se produce durante el funcionamiento.

35 Las cuatro superficies laterales del módulo de medio puente son contiguas a la primera superficie. Las dos superficies longitudinales opuestas se extienden esencialmente de forma paralela con respecto a una conexión desde una de las conexiones de tensión continua hacia la conexión de tensión alterna. La superficie lateral que conecta una con otra las dos superficies longitudinales y que se sitúa más próxima con respecto a la conexión de tensión alterna, se denomina como superficie de tensión alterna.

40 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar una disposición de circuito de semiconductor con módulos de medio puente situados de forma paralela del lado de tensión alterna, en la cual se mejore la distribución de la corriente en los módulos de medio puente individuales.

El objeto se soluciona mediante las características de la reivindicación 1.

En las reivindicaciones dependientes se indican variantes ventajosas de la invención.

45 La invención se basa en el conocimiento de que la distribución de la corriente entre módulos de medio puente dispuestos paralelamente, de forma eléctrica, puede mejorarse de manera que no sólo la barra colectora de tensión continua positiva y la negativa se extiendan sobre el área en la cual se encuentra la barra colectora de tensión alterna, sino también que los módulos de medio puente se dispongan de manera que los mismos se sitúen frente a su superficie de tensión alterna. Debido a esto, los bucles conductores que determinan la dimensión de la inductancia para cada módulo, de los módulos de medio puente individuales dispuestos de forma paralela, se adaptan unos con respecto a otros. Precisamente para los procesos transitorios, esto provoca una distribución

uniforme de las corrientes en los módulos de medio puente paralelos individuales. Cuanto más elevada es la frecuencia de conmutación de los módulos, esto será más intenso. Expresado de otro modo, también para las frecuencias de conmutación elevadas puede alcanzarse una distribución uniforme especialmente conveniente de las corrientes en los módulos individuales.

5 Una primera mejora en la distribución de la corriente puede lograrse agrandando sobre toda la disposición la barra colectora del circuito intermedio CC, por tanto la barra colectora de tensión continua positiva CC+ y la barra colectora de tensión continua negativa CC-. Debido a esto, la sección transversal del carril de contacto es más grande que lo que debe dimensionarse para la intensidad de la corriente. Mediante el aumento en el área de la barra colectora de tensión alterna, la corriente alterna de la corriente de carga de CA puede seguir el contorno de la barra colectora de tensión alterna (efecto de proximidad). En esta disposición resultan sólo diferencias de inductancia mínimas y, con ello, una distribución de la corriente considerablemente simétrica.

10 Ha resultado especialmente ventajoso que al menos en el área de las conexiones de tensión alterna las barras colectoras de tensión continua y la barra colectora de tensión alterna estén dispuestas paralelamente unas con respecto a otras. De este modo, los carriles de contacto deberían tener una distancia de uno con respecto a otro que impida una compensación de carga entre los carriles (distancia de aislamiento).

15 Mediante la disposición en forma de pares de los módulos de medio puente, en la cual las superficies de tensión alterna se sitúan de forma opuesta, de manera contigua, puede realizarse una disposición especialmente conveniente de los carriles de contacto. Respectivamente las conexiones de tensión continua, positivas como también negativas, y las conexiones de tensión alterna, deben conectarse unas con otras mediante la barra colectora de tensión continua positiva, la barra colectora de tensión continua negativa y la barra colectora de tensión alterna. En esa alineación de los módulos de medio puente, las conexiones de tensión alterna señalan unas hacia otras y son cubiertas por la barra colectora de tensión alterna y la barra colectora del circuito intermedio.

20 Esto puede suceder ahora de un modo especialmente sencillo. En este caso, la barra colectora de tensión alterna es la barra colectora que se sitúa más cerca de los módulos de medio puente. Las conexiones de tensión alterna son también las conexiones que forman las conexiones más internas en la disposición de dos módulos de medio puente. La segunda barra colectora que se sitúa más cerca, por tanto aquella que sigue desde el módulo de medio puente, detrás de la barra colectora de tensión alterna, es aquella cuyas conexiones se sitúan junto a las conexiones de tensión alterna. La barra colectora final o también la barra colectora más alejada de los módulos, forma la barra colectora que conecta unas con otras las conexiones externas de los módulos de medio puente dispuestos de forma paralela.

25 Con esta disposición, ninguna de las barras colectoras debe penetrar otra para ser conectada a una de las conexiones. Gracias a esto se alcanza un comportamiento inductivo uniforme para los módulos de medio puente individuales. La barra colectora, debido a esto, puede realizarse de forma especialmente sencilla. El montaje es igualmente sencillo. Las distancias para evitar descargas de arco eléctrico o cortocircuitos pueden cumplirse de manera sencilla mediante las distancias de las barras colectoras. De este modo pueden suprimirse pasos de montaje costosos y propensos a errores, tal como se requieren en el caso de perforaciones y conductos, para observar de manera segura las distancias predeterminadas.

30 En una variante ventajosa de la invención, los módulos de medio puente respectivamente están dispuestos en forma de pares, de manera que las superficies de tensión alterna de dos módulos de medio puente están dispuestas respectivamente de forma contigua unas con respecto a otras.

35 Una ventaja especial en la estructura de la disposición de circuito de semiconductor reside en el hecho de que de este modo las más diversas variantes de convertidores pueden realizarse de manera muy sencilla. Para la realización de un convertidor con frecuencia se necesitan varias fases que se forman mediante diferentes barras colectoras de tensión alterna. De este modo sólo deben modificarse las conexiones de carga. Esto sucede mediante la conformación de la barra colectora de tensión alterna. El resto de los componentes de la parte de potencia del convertidor, como por ejemplo la barra colectora del circuito intermedio y el cuerpo de refrigeración, pueden mantenerse sin modificaciones en las diferentes configuraciones. Esto aumenta el número de piezas idénticas en la producción de la configuración diferente del convertidor e implica costes reducidos en la fabricación.

40 De este modo, por ejemplo, a partir de 12 módulos de medio puente, de manera sencilla, pueden producirse tres fases con respectivamente cuatro módulos de medio puente paralelos. Del mismo modo es posible producir dos fases con seis módulos de medio puente paralelos. De este modo, esas disposiciones sólo se diferencian en el diseño de las barras colectoras de tensión alterna correspondientes. Otras posibilidades son por ejemplo tres fases, de forma cuádruple paralela o seis fases, de forma doble paralela. De este modo, dependiendo del número de módulos de medio puente, diferentes configuraciones pueden producirse de manera sencilla solamente modificando las barras colectoras de tensión alterna.

Esa variante, por tanto, es particularmente ventajosa cuando la disposición de circuito de semiconductor presenta un número par de módulos de medio puente. Todos los módulos de medio puente que se encuentran presentes pueden disponerse entonces en forma de pares, frente a su superficie de tensión alterna.

5 En una variante posible, los módulos de medio puente están dispuestos de forma circular. En ese caso, las superficies de tensión alterna están dispuestas de forma contigua unas con respecto a otras. Además, también la superficie del módulo de medio puente, opuesta a la superficie de tensión alterna, se sitúa de forma contigua con respecto a la superficie de otro módulo de medio puente, opuesta a la superficie de tensión alterna.

10 En otra variante ventajosa de la invención, los diferentes módulos de medio puente dispuestos en forma de pares, de forma contigua con respecto a sus superficies de tensión alterna, están dispuestos de forma contigua unos a otros, con respecto a su superficie longitudinal. Con ello puede producirse una estructura especialmente compacta del convertidor, con una flexibilidad elevada en cuanto a diferentes configuraciones. Puesto que la estructura y la disposición sólo se diferencian en las barras colectoras de tensión alterna, con esa disposición puede realizarse una estructura muy flexible y al mismo tiempo compacta para un convertidor.

15 En otra variante ventajosa de la invención, la barra colectora de tensión continua positiva y la barra colectora de tensión continua negativa están dispuestas una con respecto a otra sin una penetración para la conexión con los módulos de medio puente. Puesto que las conexiones están dispuestas de forma especular una con respecto a otra, con la barra colectora que está dispuesta más cerca de los módulos de medio puente, las conexiones más internas del circuito paralelo pueden conectarse unas con otras. Las barras colectoras restantes están apiladas encima. 20 Cuanto más alto está dispuesto el carril, tanto más lejos se sitúa la conexión en el circuito paralelo de los módulos de medio puente, más hacia el exterior. Los carriles de contacto pueden fabricarse sin perforaciones o conductos para la conexión con los módulos de medio puente. Gracias a esto el montaje no sólo es más sencillo, sino que también es mucho menos propenso a errores, ya que no se necesitan distancias correctas entre el conducto y la perforación para asegurar distancias de aislamiento.

25 En otra variante ventajosa de la invención, los módulos de medio puente están montados en un plano, en particular en un cuerpo de refrigeración. Con ello puede crearse de manera sencilla una unidad, en cuanto la construcción, para un convertidor. El mismo puede cambiarse fácilmente también debido a su peso. Al mismo tiempo, éste puede usarse de manera universal para diferentes configuraciones del convertidor. Esto simplifica el suministro de las piezas de repuesto, lo cual conduce a costes marcadamente más reducidos en la logística. Se considera especialmente ventajoso que como plano se seleccione un cuerpo de refrigeración. El mismo asegura entonces la 30 refrigeración de una pluralidad de módulos de medio puente. Al mismo tiempo, un cuerpo de refrigeración es resistente a torsiones, de manera que una disposición de una pluralidad de módulos de medio puente puede alojarse de manera segura y firme.

35 En una variante ventajosa de la invención, los módulos de medio puente contiguos están dispuestos paralelamente unos con respecto a otros. Con la disposición paralela, los módulos de medio puente pueden disponerse de modo que en particular se ahorra espacio. Puesto que también el plano de fijación, por ejemplo diseñado como cuerpo de refrigeración, con frecuencia es rectangular, también el cuerpo de refrigeración puede diseñarse reducido y de forma conveniente en cuanto a los costes.

A continuación, la invención se describe y explica con mayor detalle mediante los ejemplos de ejecución representados en las figuras. Muestran:

- 40 Figura 1, Figura 2: un módulo de medio puente,
 Figura 3: bucles conductores en el caso de módulos de medio puente dispuestos de forma paralela,
 Figura 4 a Figura 9: ejemplos de ejecución de disposiciones de circuito de semiconductor, y
 Figura 10: un vehículo ferroviario.

45 La figura 1 muestra un módulo de medio puente 2 con sus conexiones de tensión continua 21, 22 y sus conexiones de tensión alterna 23. Ese lado representado forma la primera superficie 31 del módulo de medio puente 2 en forma de ortoedro. Para la fijación, por ejemplo en un cuerpo de refrigeración 4 no representado aquí, se utilizan las perforaciones 24. Las superficies que se unen a la primera superficie 31 en un ángulo recto son la superficie longitudinal 32 y la superficie de tensión alterna 33. La figura 2 muestra una vista lateral del módulo de medio puente 2. Para evitar repeticiones se remite a la descripción relativa a la figura 1, así como a los símbolos de referencia 50 utilizados en la misma. De manera adicional, se representa aquí el lado inferior 26, en el cual el módulo de medio puente 2 preferentemente se conecta a un cuerpo de refrigeración 4. Las conexiones de control 25 se utilizan para activar los interruptores en el módulo de medio puente 2.

Mediante la figura 3 pueden ilustrarse las diferentes relaciones de inductancia de los cuatro módulos de medio puente 2. De este modo, los módulos de medio puente 2 están dispuestos unos junto a otros en su superficie longitudinal 32. Para evitar repeticiones se remite a la descripción relativa a las figuras 1 y 2, así como a los símbolos de referencia utilizados en las mismas. Las conexiones individuales están conectadas con carriles de contacto. Para la conexión con el condensador 5 se dispone de la barra colectora de tensión continua positiva 41 y la barra colectora de tensión continua negativa 42, que están dispuestas una sobre otra. La carga eléctrica no representada se conecta a la barra colectora de tensión alterna 43. El circuito de conmutación se cierra mediante la carga. Puede observarse que para el módulo de medio puente 2 resultan de ello bucles conductores 6 respectivamente diferentes, que conducen inductancias diferentes. Las mismas provocan asimetrías de circulación bastante elevadas en la distribución de corriente en los distintos módulos de medio puente 2.

La figura 4 muestra un ejemplo de ejecución de una disposición de circuito de semiconductor 1. En este caso, los módulos de medio puente 2 están dispuestos en forma de pares, de manera que las superficies de tensión alterna 33 son contiguas. Además, la barra colectora de tensión continua positiva 41 y la barra colectora de tensión continua negativa 42 se extienden también sobre el área de las conexiones de tensión alterna 23, en particular también sobre la barra colectora de tensión alterna 43 en el área de las conexiones de tensión alterna 23. Mediante esa estructura, las inductancias de los circuitos de conmutación individuales son iguales o al menos presentan casi la misma magnitud, de manera que resulta una distribución de la corriente uniforme en los módulos de medio puente dispuestos eléctricamente de forma paralela. La figura 5 muestra una vista lateral del ejemplo de ejecución según la figura 4. Para evitar repeticiones se remite a la descripción relativa a la figura 4, así como a los símbolos de referencia utilizados en la misma. Para la refrigeración y la fijación mecánica de la disposición de circuito de semiconductor 1 se utiliza el cuerpo de refrigeración 4. Mediante la alineación, en la cual las superficies de tensión alterna 33 se sitúan de forma opuesta, de manera contigua, resulta una disposición conveniente de las conexiones 21, 22, 23. Esas conexiones pueden conectarse mediante barras 41, 42, 43; sin que para ello deba penetrarse una de las otras barras 41, 42, 43. De este modo, la conexión de las conexiones individuales no sólo puede realizarse de forma sencilla y sin errores, sino que también las barras 41, 42, 43 pueden producirse de manera sencilla y conveniente en cuanto a los costes, debido a la ausencia de conductos.

Las siguientes figuras 6 a 9 muestran ejemplos de ejecución de cómo puede estar diseñada la disposición de circuito de semiconductor 1, por ejemplo para la estructura de un convertidor 3. Cabe señalar que para todos esos ejemplos de ejecución los 12 módulos de medio puente 2 están dispuestos de forma idéntica y sólo se diferencian en la barra colectora de tensión alterna 43. Esto muestra que esa disposición de circuito de semiconductor 1 puede utilizarse de forma modular, y que diferentes configuraciones pueden realizarse de manera sencilla. De este modo, junto con el número representado aquí, de 12 módulos de medio puente, también puede disponerse cualquier otro número de módulos de medio puente. Se considera especialmente ventajoso un número divisible por 2 de módulos de medio puente 2, ya que entonces dos módulos de medio puente pueden disponerse respectivamente en forma de pares en sus superficies de tensión alterna, de forma contigua, enfrentados.

La figura 6 muestra un ejemplo de ejecución con tres fases y con un circuito paralelo cuádruple. La figura 7 muestra un ejemplo de ejecución con dos fases y con un circuito paralelo séxtuple. La figura 8 muestra un ejemplo de ejecución con cuatro fases y con un circuito paralelo triple. La figura 9 muestra un ejemplo de ejecución con seis fases y con un circuito paralelo doble.

La figura 10 muestra un vehículo ferroviario 7, el cual se trata de un vehículo ferroviario. En el vehículo 7 está dispuesto un convertidor 3 con una disposición de circuito de semiconductor 1. El convertidor 3 se utiliza para abastecer de energía eléctrica, de manera controlada, a los motores del vehículo 7. El vehículo 7 obtiene la energía necesaria para ello mediante un pantógrafo 71 de un hilo de contacto no representado aquí en detalle.

A modo de resumen, la presente invención hace referencia a una disposición de circuito de semiconductor con al menos dos módulos de medio puente que respectivamente presentan una conexión de tensión alterna y una barra colectora de tensión continua positiva, una barra colectora de tensión continua negativa y al menos una barra colectora de tensión alterna, donde las conexiones de tensión alterna están conectadas unas con otras de forma eléctrica, mediante la barra colectora de tensión alterna. Para mejorar la distribución de la corriente en esos módulos de medio puente dispuestos paralelamente de forma eléctrica, se propone que al menos en el área de las conexiones de tensión alterna la barra colectora de tensión continua positiva y la barra colectora de tensión continua negativa se extiendan sobre un área en la cual está dispuesta la barra colectora de tensión alterna, donde dos, de al menos dos módulos de medio puente, están dispuestos uno junto a otro, de manera que las superficies de tensión alterna de dos, de al menos dos módulos de medio puente, están dispuestas de forma contigua una con respecto a otra. Además, la invención hace referencia a un convertidor, con al menos una disposición de circuito de semiconductor de esa clase. La invención hace referencia también a un vehículo, en particular a un vehículo ferroviario, con al menos una disposición de circuito de semiconductor de esa clase, o con un convertidor de esa clase.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de circuito de semiconductor (1), que presenta
- al menos dos módulos de medio puente (2) con respectivamente una conexión de tensión alterna (23), una conexión de tensión continua negativa (22) y una conexión de tensión continua positiva (21), donde cada módulo de medio puente (2) presenta dos superficies longitudinales (32) opuestas, que esencialmente se extienden de forma paralela con respecto a una conexión desde una de las conexiones de tensión continua (21, 22) hacia la conexión de tensión alterna (23), y dos superficies laterales opuestas, de las cuales una se sitúa más cerca con respecto a la conexión de tensión alterna (23) y forma una superficie de tensión alterna (33);
 - una barra colectora de tensión continua positiva (41), una barra colectora de tensión continua negativa (42) y al menos una barra colectora de tensión alterna (43), donde las conexiones de tensión alterna (23) están conectadas eléctricamente unas con otras mediante la barra colectora de tensión alterna (43), donde al menos en el área de las conexiones de tensión alterna (23), la barra colectora de tensión continua positiva (41) y la barra colectora de tensión continua negativa (42) se extienden sobre un área en la cual está dispuesta la barra colectora de tensión alterna (43), donde dos, de al menos dos módulos de medio puente (2), están dispuestos uno junto a otro, de manera que las superficies de tensión alterna (33) están dispuestas de forma contigua unas con respecto a otras, se sitúan de forma opuesta en su respectiva superficie de tensión alterna (33) y las conexiones de tensión alterna (23) forman las conexiones más internas, donde la barra colectora de tensión alterna (43) forma una barra colectora que se sitúa de forma más próxima a los módulos de medio puente (2), y la barra colectora de tensión continua positiva (41) y la negativa (42), en función de la disposición de las conexiones de tensión continua (21, 22) de los módulos de medio puente (2), de forma relativa con respecto las conexiones de tensión alterna (23), forman la segunda barra colectora más próxima con respecto al módulo de medio puente (2), así como la más alejada, y donde la barra colectora de tensión alterna (43), así como la barra colectora de tensión continua positiva (41) y la negativa (42), para la conexión con las respectivas conexiones (23, 22, 21) de los módulos de medio puente (2), están dispuestas una con respecto a otra sin una penetración.
2. Disposición de circuito de semiconductor (1) según la reivindicación 1, donde los módulos de medio puente (2) respectivamente están dispuestos en forma de pares, de manera que las superficies de tensión alterna (33) de dos módulos de medio puente (2) están dispuestas respectivamente de forma contigua una con respecto a otra.
3. Disposición de circuito de semiconductor (1) según la reivindicación 2, donde los diferentes módulos de medio puente (2) dispuestos en forma de pares, de forma contigua con respecto a sus superficies de tensión alterna (33), con respecto a su superficie longitudinal (32) están dispuestos de forma contigua unos con respecto a otros.
4. Disposición de circuito de semiconductor (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde los módulos de medio puente (2) están montados sobre un plano, en particular sobre un cuerpo de refrigeración (4).
5. Disposición de circuito de semiconductor (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde los módulos de medio puente (2) contiguos están dispuestos paralelamente uno con respecto a otro.
6. Convertidor (3), con al menos una disposición de circuito de semiconductor (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Vehículo (7), en particular vehículo ferroviario, con al menos una disposición de circuito de semiconductor (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5 o con un convertidor (3) según la reivindicación 6.

FIG 1

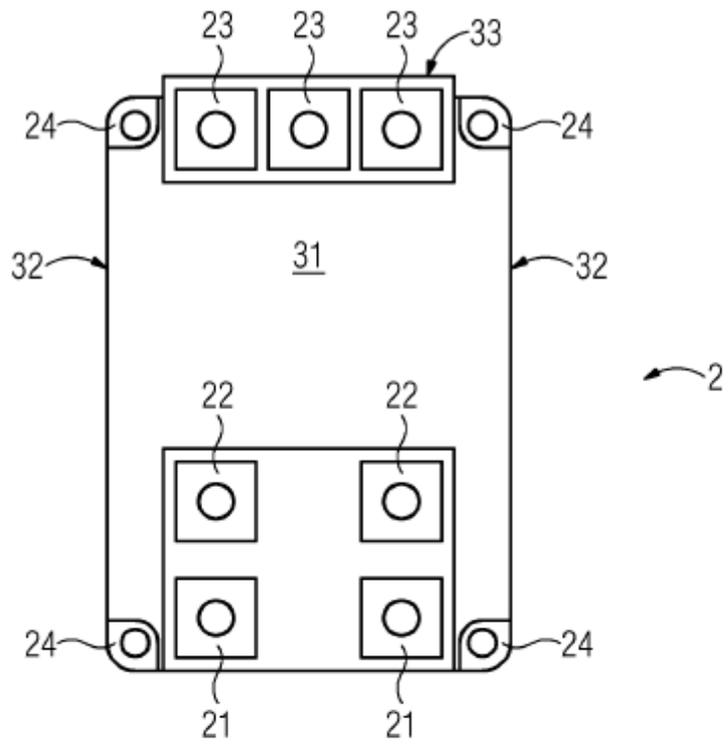


FIG 2

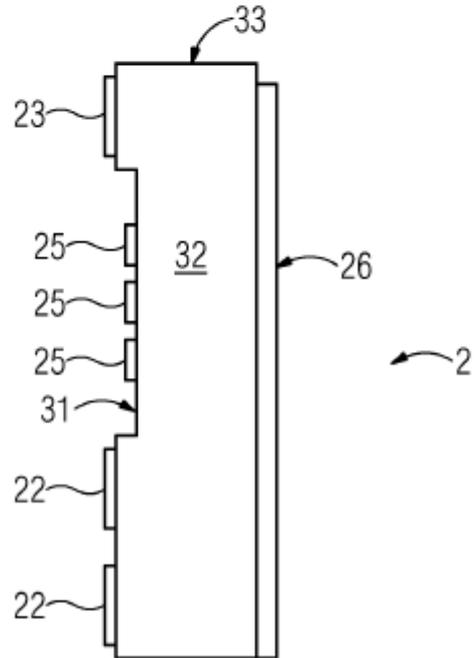


FIG 3

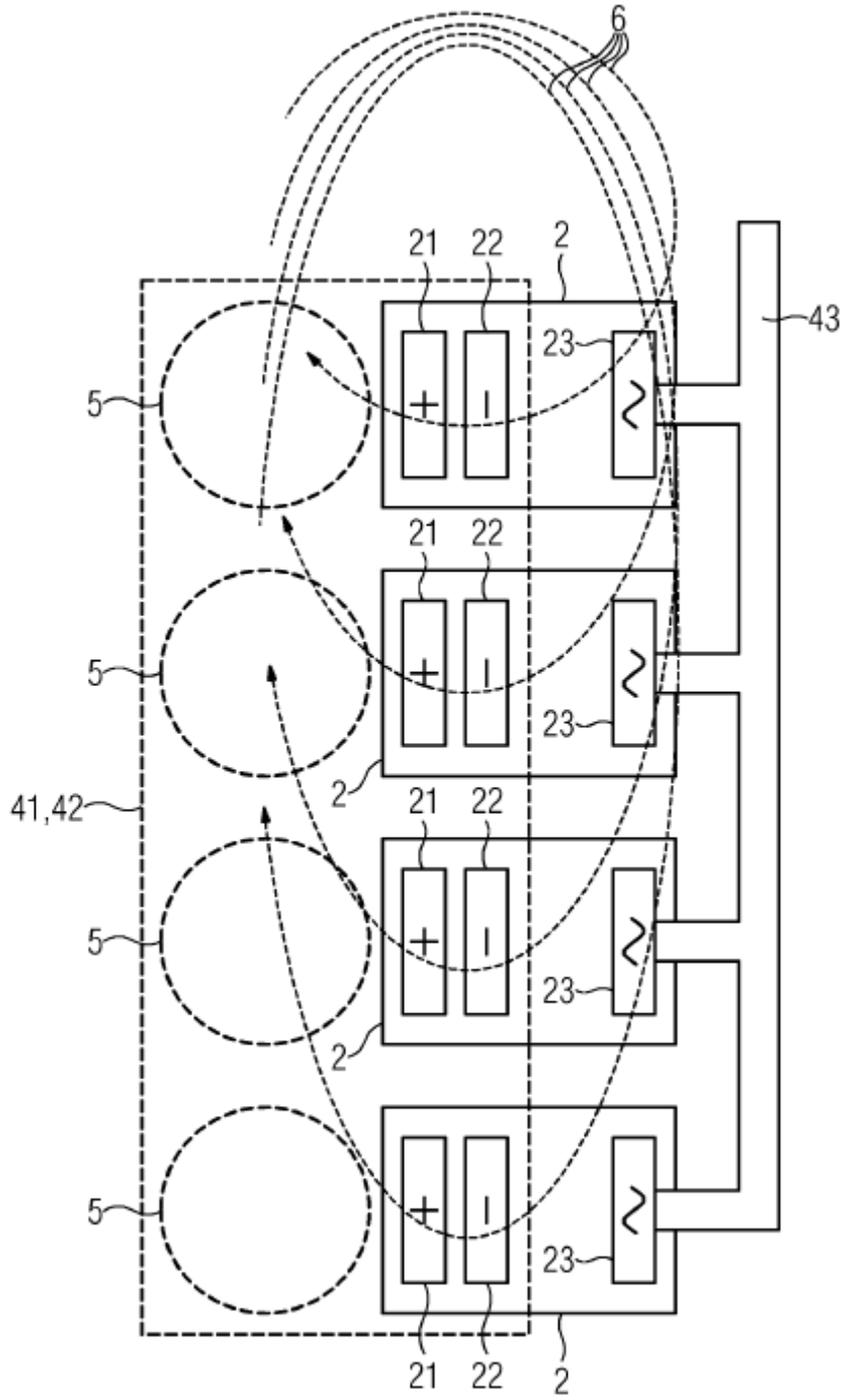


FIG 4

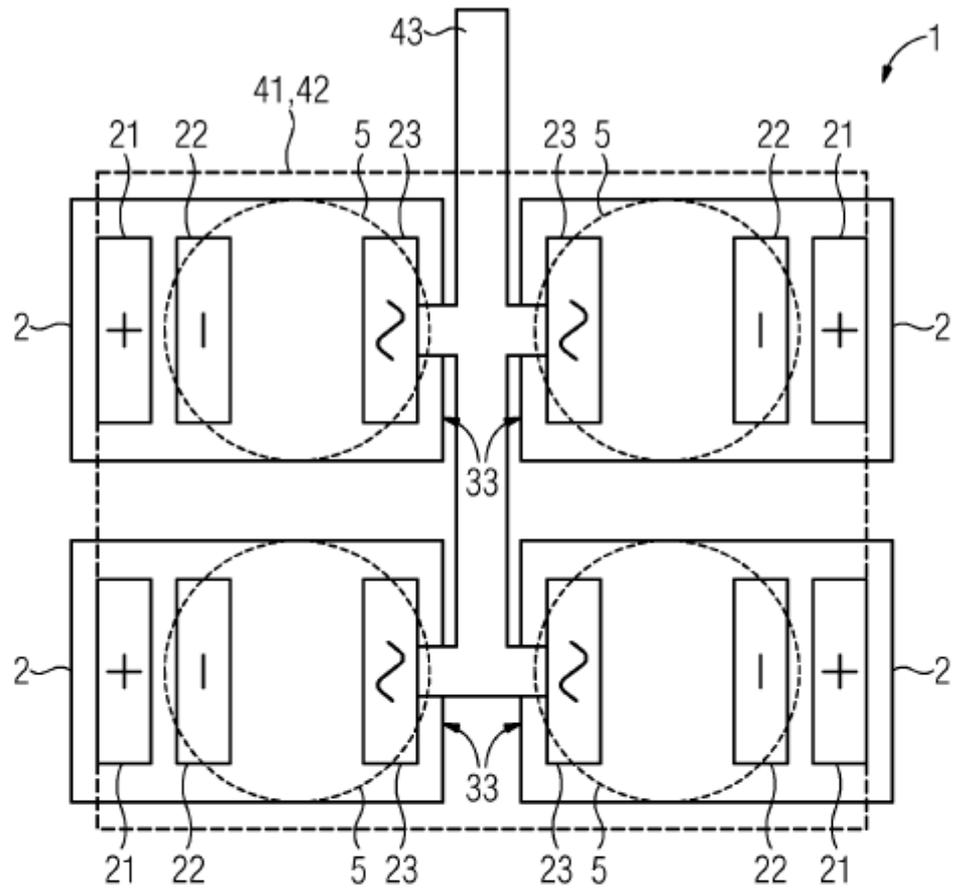


FIG 5

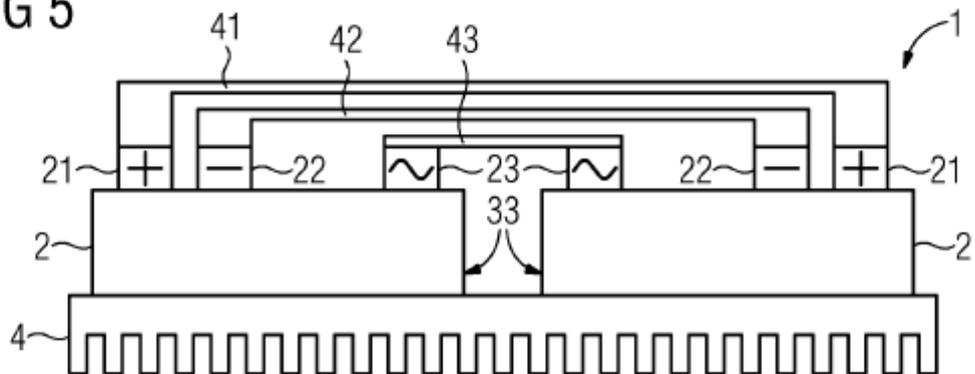


FIG 6

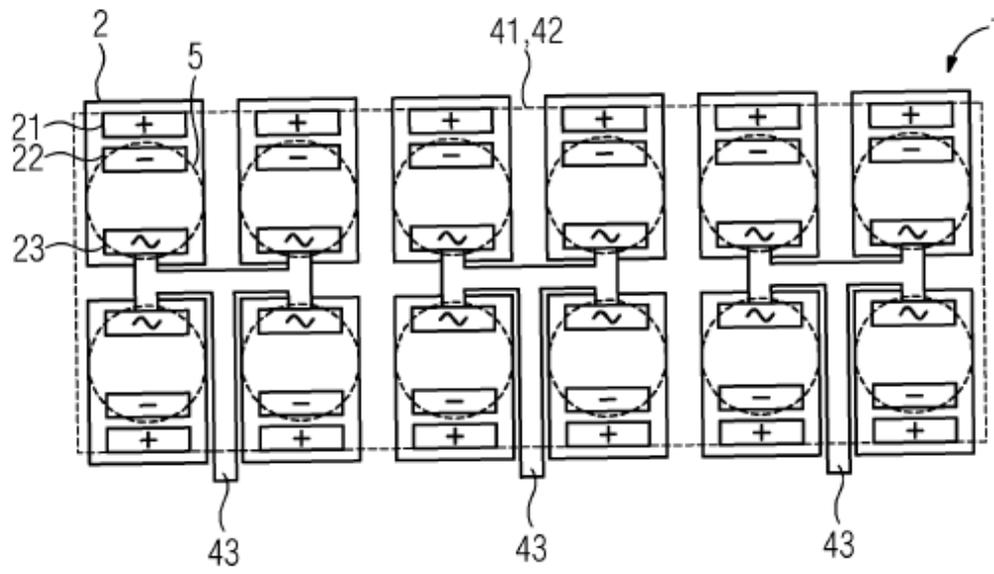


FIG 7

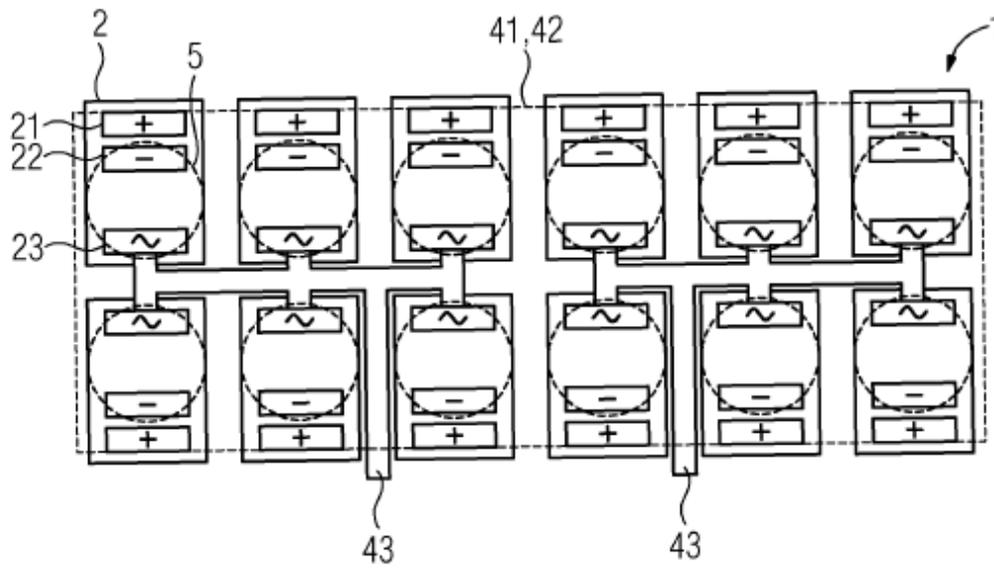


FIG 8

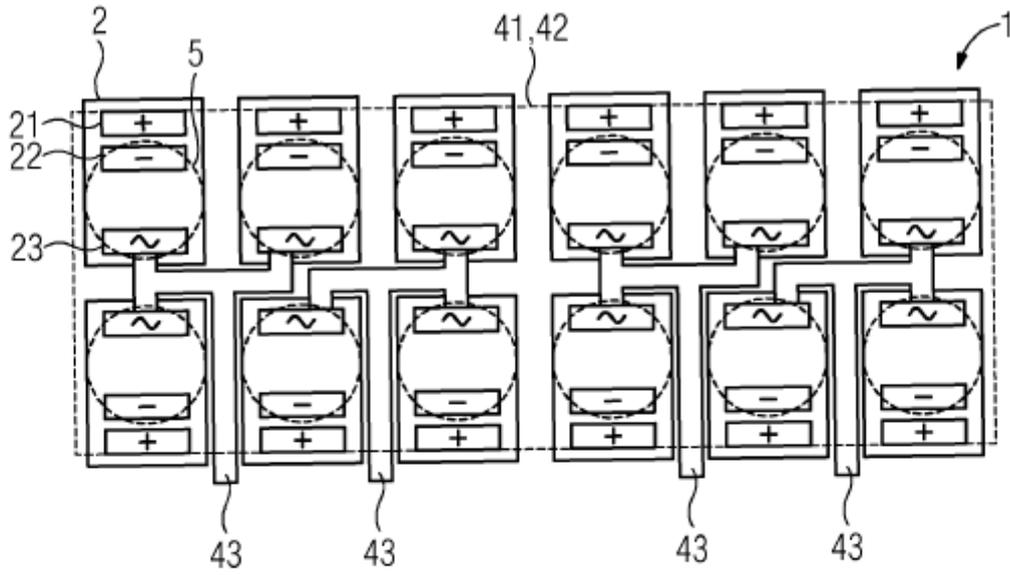


FIG 9

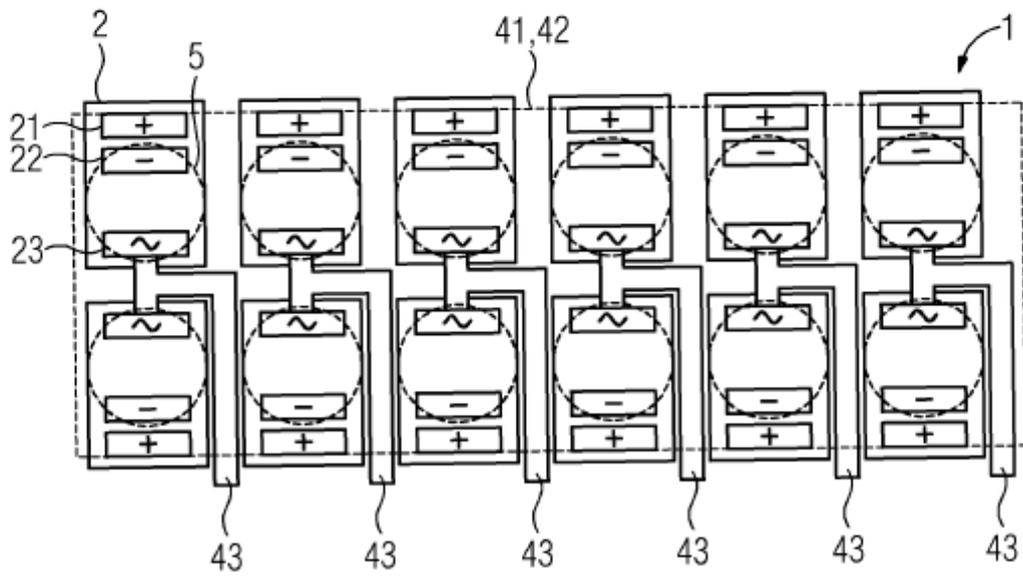


FIG 10

