

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 475**

51 Int. Cl.:

C25C 3/08 (2006.01)

C25C 3/16 (2006.01)

C25C 7/02 (2006.01)

H02M 7/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2015** **E 15000089 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018** **EP 2896722**

54 Título: **Disposición para suministrar corriente continua a un electrolizador e instalación para realizar una electrolisis**

30 Prioridad:

15.01.2014 DE 102014000518

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

13.09.2018

73 Titular/es:

**HITACHI ZOSEN INOVA ETOGAS GMBH (100.0%)
Industriestrasse 6
70565 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**DRAGONI, MARIO;
DOLL, MICHAEL y
BRINNER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 681 475 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 para suministrar corriente continua a un electrolizador e instalación para realizar una electrolisis

5 La invención se refiere a una disposición para suministrar corriente continua a un electrolizador, con un acoplamiento eléctrico de un primer grupo de elementos semiconductores de un rectificador multifase, en particular, trifásico, a la primera conexión de corriente continua del electrolizador y de un segundo grupo de elementos semiconductores del rectificador a la segunda conexión de corriente continua del electrolizador, así como a una instalación de electrolisis.

10 Este tipo de disposiciones de suministro de corriente continua se conocen bien en la técnica de instalaciones de electrolisis. Es conocido que a los electrolizadores, por ejemplo, los electrolizadores diseñados para la electrolisis del agua de tipo placa, tal como se describen en el documento EP 02 12 240 B1, se les debe suministrar corriente continua.

15 Si el electrolizador/la instalación de electrolisis debe generar hidrógeno a escala industrial, tal como está previsto en el marco de esta invención, por ejemplo, mediante el uso de uno o varios electrolizadores con una potencia en el rango de 10 a 100 kW o más, entonces el suministro eléctrico al electrolizador o la instalación de electrolisis tiene lugar mediante corriente trifásica rectificada. El electrolizador o la instalación se pueden acoplar a la red de baja tensión (en el rango de 200 V) o mediante transformación también a la red de media tensión (aproximadamente 20 kV).

20 Por consiguiente, las instalaciones de electrolisis típicas industriales están compuestas habitualmente por tres grupos constructivos. Un primer grupo constructivo concierne a la reducción de la tensión del nivel de media tensión al nivel de baja tensión con los transformadores adecuados. El segundo grupo constructivo concierne a la rectificación de la corriente trifásica a corriente continua. El tercer grupo constructivo concierne al electrolizador o a varios electrolizadores de una instalación de electrolisis.

25 Habitualmente, el primer y el segundo grupo constructivo se combinan y alojan en una sala eléctrica. En la sala eléctrica, las salidas del lado de la corriente continua, por ejemplo, las que forman el ánodo, se juntan en un conductor ánodo y este se conecta a una conexión de corriente continua del electrolizador formada, por ejemplo, por una placa extrema del electrolizador. Del mismo modo, las conexiones del lado de la corriente continua de los elementos semiconductores del rectificador trifásico, que forman el cátodo, se conectan al electrolizador, que habitualmente está alojado en una sala separada, la sala de electrolisis, en un conductor cátodo común, a través de la conexión de corriente continua formada por la segunda placa extrema del electrolizador. El conductor cátodo y el conductor ánodo están formados por carriles de cobre de gran sección y, de este modo, pueden soportar sin problema las elevadas intensidades necesarias en el rango de aproximadamente 10 kA. Alternativamente, también se utilizan cables de sección más pequeña, donde el calor generado por el transporte de corriente es absorbido por un sistema de refrigeración y se puede aprovechar de otro modo.

30 El documento EP 2 641 875 A2 da a conocer un dispositivo de electrolisis para el tratamiento de aguas residuales, que dispone de módulos de conversión integrados en el dispositivo de electrolisis.

35 El documento FR 2 932 033 A1 da a conocer circuitos de elevado rendimiento para la electrolisis de aluminio.

40 El documento CN 103296919 A da a conocer convertidores trifásicos en conexiones especiales conectados a los electrodos de celdas de electrolisis.

45 El documento US 3.178.363 da a conocer un dispositivo y un procedimiento para fabricar aluminio y otros metales utilizando hornos de efecto electrolítico.

50 El objetivo de la invención consiste en mejorar nuevamente, en particular, simplificar, el suministro de corriente continua del electrolizador.

55 Esto se consigue mediante un perfeccionamiento de la disposición del tipo mencionado al comienzo, que presenta las características de la reivindicación 1. Está prevista una asignación local del primer grupo de elementos semiconductores a la primera conexión de corriente continua y del segundo grupo de elementos a la segunda conexión de corriente continua.

60 Con la solución según la invención se asegura un suministro de corriente continua del electrolizador simplificado desde el punto de vista de la técnica de instalación. La invención se basa en el hecho de que es posible plantear la combinación de asignación, realizada en el estado de la técnica a pequeñas escalas de longitud desde el punto de vista local, de una parte del primer grupo con una parte del segundo grupo para formar un bloque de potencia eléctricamente conectado y de otra parte del primer grupo y del segundo grupo para formar un segundo bloque de potencia, dado el caso, conectado eléctricamente de forma diferente, así como también en la tarea de la asignación local ya conocida a escalas de longitud mayores en forma de una separación de los grupos constructivos de la

instalación antes mencionados en diferentes salas (en diferentes lugares). Por lo tanto, la asignación local según la invención significa una relación de posición asignada en relación con la disposición física relativa de los elementos semiconductores respecto a las conexiones de corriente continua.

5 Según la invención, la asignación local incluye una cercanía espacial, mediante lo cual también se puede ahorrar recorrido de conductor. La asignación local está caracterizada por que una pluralidad, en particular, todos los elementos semiconductores de un grupo presentan una distancia menor a la conexión de corriente continua asignada que a la conexión de corriente continua no asignada.

10 En otro modo de realización preferente está previsto que al menos una conexión, en particular todas las conexiones físicas comunes del acoplamiento eléctrico de dos o varios, en particular, de todos los elementos semiconductores de un grupo, a la conexión de corriente continua asignada esté dada por la propia conexión de corriente continua asignada. De este modo se reduce la carga de corriente máxima que debe ser soportada por los posibles conductores físicos comunes aún utilizados, por lo que estos pueden diseñarse para un menor paso de corriente y, por lo tanto, con menores dimensiones.

15 En otro modo de realización preferente de la invención está previsto que una o varias, en particular todas las conexiones físicas del acoplamiento eléctrico de un componente semiconductor de un grupo a la conexión de corriente continua sean más cortas que la distancia física entre ambas conexiones de corriente continua. En los electrolizadores industriales relevantes, esta última puede encontrarse incluso en el rango de varios metros. De este modo se puede ahorrar recorrido de conductor del lado de la corriente continua manteniendo la asignación local.

20 En un modo de realización especialmente preferente está previsto que al menos uno, preferentemente varios y, en particular, todos los elementos semiconductores del correspondiente grupo estén conectados físicamente con su conexión del lado de la corriente continua directamente a la conexión de corriente continua asignada. Como conexión del lado de la corriente continua de un elemento semiconductor se entiende desde el punto de vista espacial el punto de contacto de la conexión eléctrica, tal como esté realizado y preestablecido por un fabricante de elementos semiconductores. Si se consideran los tiristores proporcionados, por ejemplo, en forma de revestimientos rectangulares planos, cuya conexión del lado de la corriente continua está realizada en una superficie lateral, estos se pueden disponer directamente en las conexiones de corriente continua del electrolizador.

25 De este modo está previsto que las conexiones de corriente continua estén realizadas en forma de placas extremas de un electrolizador de tipo pila. En este sentido, la invención no prevé una transformación estructural imperativa de los electrolizadores ya utilizados en la técnica en relación con su estructura completa. Mediante medios de fijación adecuados se pueden fijar los elementos semiconductores individuales directamente a una placa extrema de este tipo, por lo que es posible prescindir completamente de la transmisión de corriente continua mediante cables o carriles. No obstante, como recorridos de cable o conductor, siguen estando los cables de corriente alterna entre el transformador y el rectificador.

30 En cuanto al electrolizador, está previsto que sea del tipo pila y presente, en particular, al menos ocho, preferentemente al menos veinte y, en particular, al menos cuarenta placas. No obstante, también se pueden utilizar muchas más placas, en particular se considera un número de placas de incluso ochenta o más placas. La distancia entre ambas placas extremas del electrolizador de tipo pila se encuentra en este caso en el rango de varios metros, aproximadamente de tres a siete, en particular, de cuatro a seis metros. En cuanto a las secciones de las placas se prefieren tamaños en el rango de al menos $0,2 \text{ m}^2$, en particular, más de $0,4 \text{ m}^2$. No obstante, también se pueden utilizar electrolizadores de mayor tamaño, con una sección de más de medio metro cuadrado, incluso también con una sección de un metro cuadrado o más.

35 Además, se prefiere que el electrolizador esté dimensionado para una potencia de al menos 30 kW, preferentemente de al menos 120 kW, en particular, de al menos 240 kW, y/o cuente con un suministro de corriente continua de al menos 1.000 A, preferentemente de al menos 2.000 A, en particular, de al menos 4.000 A. En este caso se pueden alcanzar o superar valores de potencia de incluso 300 kW y también alcanzar o superar un suministro de corriente continua de 8000 a 10.000 A en relación con un electrolizador de tipo pila.

40 Se prefiere que el rectificador de corriente trifásica sea de al menos seis pulsos. Y, en particular, se prefiere que el rectificador de corriente trifásica sea de doce o más pulsos, en particular, un rectificador de doce pulsos. Una conexión de doce pulsos de este tipo puede estar formada, por ejemplo, por dos conexiones puente de corriente trifásica de rectificadores de seis pulsos conectadas en serie. La alimentación de los puentes tiene lugar a través de una conexión estrella-estrella de un puente y una conexión estrella-triángulo del otro puente. Por lo tanto, la conexión de doce pulsos representa un buen compromiso, por un lado, en relación con el rizado mantenido en la rectificación y, por otro lado, con la complejidad de conexión.

45 Básicamente, la invención no está limitada a tipos especiales de elementos semiconductores. Por lo tanto, se pueden utilizar, por ejemplo, tanto diodos, como también tiristores. No obstante, se prefiere el uso de tiristores. Esto permite modificar la potencia de salida. De este modo, también se prevé preferentemente que la potencia de salida del rectificador se pueda controlar mediante un control en los tiristores, preferentemente en un rango de hasta del 50% al 100% de la potencia de salida máxima, en particular, de hasta del 20% al 100% de la potencia de salida

máxima.

5 En relación con la disposición según la invención, la invención también da a conocer como patentable una instalación para realizar una electrolisis, en particular, de agua, con al menos un electrolizador que presenta dos conexiones de corriente continua y al menos un rectificador multifase, en particular, trifásico, que está equipado con una disposición según una o varias de las características mencionadas anteriormente.

10 Las ventajas de la instalación según la invención resultan de la descripción anterior de la disposición según la invención.

La instalación de electrolisis también puede estar equipada con un transformador de baja tensión-media tensión que está acoplado al rectificador con su lado de baja tensión.

15 En este caso, la instalación de electrolisis también puede presentar varios electrolizadores, en particular, de tipo pila. Por lo tanto, está previsto que al menos dos unidades conectadas a un transformador puedan estar compuestas por electrolizador y rectificador.

20 En cuanto al sistema completo y su conexión a la red de media tensión puede estar previsto que la instalación de electrolisis presente una unidad de conmutación para la conexión opcional a la red de media tensión o el desacoplamiento opcional de la misma de al menos dos transformadores con unidades de electrolisis posteriores. A un transformador pueden estar a su vez conectadas una o también varias unidades de electrolizador y rectificador.

25 En otro modo de realización preferente está previsto además un componente de instalación de metanización catalítica, cuya entrada esté acoplada a la salida de hidrógeno del electrolizador, así como también que esté acoplada/se pueda acoplar una fuente de CO₂.

30 Por lo tanto, el objeto de la invención consiste, por un lado, en la disposición descrita y en una instalación de electrolisis, aunque también en una unidad constructiva compuesta por un electrolizador y elementos semiconductores de un rectificador, así como también en una placa extrema para un electrolizador de tipo pila que presenta elementos semiconductores en conexión directa, que se pueden conectar eléctricamente utilizando también otros componentes para lograr la funcionalidad de un rectificador.

35 Otros detalles, características y ventajas de la invención se desprenden de la descripción subsiguiente en relación con las figuras adjuntas, de las cuales

la figura 1 muestra un electrolizador con elementos semiconductores localmente asignados y su conexión,

40 la figura 2 muestra la asignación local de la figura 1, en la que la conexión eléctrica comprende además un transformador,

la figura 3 muestra esquemáticamente una conexión de red de una instalación de electrolisis, y

la figura 4 muestra una placa extrema de un electrolizador.

45 En la figura 1 está representado en primer lugar un electrolizador -10- de tipo pila. El electrolizador -10- presenta dos placas extremas -3-, -4- que forman el ánodo y el cátodo del electrolizador -10- y entre las cuales están dispuestas sus placas -5-. El dimensionamiento del electrolizador está dado en este ejemplo de realización por aproximadamente 80 placas con una sección de aproximadamente 1 m² y una potencia de consumo máxima de aproximadamente 300 kW, aunque la invención, naturalmente, no está limitada a este dimensionamiento preciso, sino que puede diferenciarse de este, por ejemplo, basado en los dimensionamientos mencionados anteriormente.

55 En cuanto a la naturaleza de la conexión eléctrica, el electrolizador -10- está acoplado para su suministro con corriente continua de la forma habitual con un rectificador que, en este modo de realización, está formado por un rectificador de doce pulsos, tal como se reconoce fácilmente en la figura 1. La particularidad y la diferencia en comparación con los electrolizadores convencionales suministrados con corriente continua consiste, no obstante, en la asignación local según la invención del grupo de elementos semiconductores, en este ejemplo de realización tiristores, denominado en su conjunto como "-1-", para formar una placa extrema -3- del electrolizador -10- y del otro grupo de tiristores -2- para formar la segunda placa extrema -4- del electrolizador -10-. En este ejemplo de realización, la asignación local está realizada mediante conexión directa e inmediata de todos los tiristores, por ejemplo, del grupo -1- de tiristores del lado del ánodo a la placa extrema -3-, mientras los tiristores del lado del cátodo del grupo -2- de tiristores están conectados directa e inmediatamente a la otra placa extrema -4-. Esto está representado nuevamente para la placa extrema -3- en la figura 4, con tiristores -1a-, -1b-, -1c-, -1d-, -1e- y -1f-.

65 Los bloques -11- y -12- técnicamente relevantes para la conexión, que contienen respectivamente tres tiristores del lado del cátodo y tres del lado del ánodo, se dividen y reordenan en relación con su posición espacial. En la figura 1 se puede reconocer directamente que para el rectificador -20- y su acoplamiento al electrolizador -10- solo se

necesitan conductores de corriente alterna pero ya no se necesitan conductores de corriente continua. Esto se reconoce aún mejor en la figura 2, en la cual el rectificador de doce pulsos -20- está conectado a través de la conexión de transformador -14- a la red de media tensión denominada como -30-.

5 La figura 3 muestra un ejemplo de la conexión a la red de media tensión -30- de una instalación de electrolisis suministrada con corriente continua con esta disposición. Dos transformadores -14- que transforman a baja tensión y aquí, por ejemplo, respectivamente dos unidades de electrolisis de electrolizadores -10- y rectificadores -20- se pueden acoplar independientemente entre sí a la red de media tensión. La unidad de conmutación -16- prevista para
10 ello es conmutada por un control no mostrado, por ejemplo, una conexión tiene lugar preferentemente en caso de potencia en exceso en la red.

La representación de la figura 4 con los tiristores fijados en la placa extrema -3- es de naturaleza esquemática y no representa necesariamente las proporciones y formas reales de los tiristores que pueden tener, por ejemplo, forma de disco, con un diámetro de aproximadamente 60 a 80 mm y una altura de aproximadamente 20 a 30 mm. El
15 montaje tiene lugar, por ejemplo, mediante una o varias placas de sujeción aisladas de la placa extrema -3-, siendo sujetos los tiristores mediante aprisionamiento entre estas y la placa extrema -3-. En esta zona de montaje puede preverse adicionalmente una refrigeración, por ejemplo, refrigeración por agua.

La descripción realizada hasta el momento de forma general y especial se refiere a un electrolizador como carga de corriente continua, aunque el alcance de la invención se puede extender también a otras cargas de corriente continua a escala industrial. Por lo tanto, la invención recoge el objeto de las siguientes reivindicaciones también de
20 forma generalizada sustituyendo "electrolizador" por "carga de corriente continua".

La invención no se limita al ejemplo de realización representado en las figuras. Por el contrario, las características contenidas en las siguientes reivindicaciones, así como la descripción anterior, pueden considerarse esenciales
25 individualmente o en combinación para la realización de la invención en sus diferentes modos de realización.

REIVINDICACIONES

1. Disposición para suministrar corriente continua a un electrolizador (10),
 5 con un electrolizador (10) de tipo pila realizado para la generación de hidrógeno, que presenta al menos 8 placas (5),
 un acoplamiento eléctrico de un primer grupo (1) de elementos semiconductores de un rectificador (20) multifase, en
 particular, trifásico, a una primera conexión de corriente continua del electrolizador realizada en forma de una placa
 extrema conductora y de un segundo grupo (2) de elementos semiconductores del rectificador a una segunda
 10 conexión de corriente continua (4) del electrolizador realizada en forma de la otra placa extrema conductora,
caracterizada por una asignación local del primer grupo de elementos semiconductores (1) a la primera conexión
 de corriente continua (3) y del segundo grupo de elementos (2) a la segunda conexión de corriente continua (4),
 incluyendo la asignación local una cercanía espacial, mediante lo cual también se puede ahorrar recorrido de
 conductor, tal que una pluralidad de los elementos semiconductores de cada grupo (1/2) presentan una distancia
 menor a la conexión de corriente continua asignada (3/4) que a la conexión de corriente continua (4/3) no asignada.
- 15 2. Disposición, según la reivindicación 1, en la que esta menor distancia relativa está dada para todos los elementos
 semiconductores.
3. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en la que, al menos una, en particular todas las
 20 conexiones físicas comunes del acoplamiento eléctrico de dos o varios, en particular, todos los elementos
 semiconductores de un grupo (1/2) a la conexión de corriente continua asignada (3/4) está dada por la propia
 conexión de corriente continua (3/4) asignada.
4. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una o varias, en particular todas las
 25 conexiones físicas del acoplamiento eléctrico de un componente semiconductor de un grupo (1/2) a la conexión de
 corriente continua (3/4) asignada son más cortas que la distancia espacial entre ambas conexiones de corriente
 continua (3, 4).
5. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos uno, varios o, en particular,
 30 todos los elementos semiconductores de un grupo (1/2) correspondiente están conectados físicamente con su
 conexión del lado de la corriente continua directamente a la conexión de corriente continua (3/4) asignada.
6. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que las placas extremas están compuestas
 por metal.
- 35 7. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en la que al menos uno, en particular, todos los
 elementos semiconductores de un grupo (1/2) correspondiente están fijados directamente en la placa asignada.
8. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el electrolizador presenta al menos 20,
 40 en particular, al menos 40 placas (5).
9. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el electrolizador está dimensionado
 para una potencia de al menos 30 kW, preferentemente de al menos 120 kW, en particular, de al menos 240 kW, y/o
 para un suministro de corriente continua de al menos 1000 A, preferentemente de al menos 2000 A, en particular, de
 45 al menos 4000 A.
10. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el rectificador de corriente trifásica es
 de al menos seis pulsos.
11. Disposición, según la reivindicación 10, en la que el rectificador de corriente trifásica (20) es de 12 pulsos o más,
 50 en particular, un rectificador de 12 pulsos.
12. Disposición, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los elementos semiconductores se
 seleccionan del grupo formado por diodos y tiristores y son, en particular, tiristores.
- 55 13. Disposición, según la reivindicación 12, en la que la potencia de salida del rectificador se puede controlar
 mediante un control en los tiristores, preferentemente en un rango de hasta el 50% al 100% de la potencia de salida
 máxima, en particular, de hasta el 20% al 100% de la potencia de salida máxima.
14. Instalación de electrolisis (100, 100', 100") para la generación de hidrógeno mediante electrolisis, con al menos
 60 un rectificador (20) multifase, en particular, trifásico y con un transformador de baja tensión-media tensión (14) que
 está acoplado al rectificador (20) con su lado de baja tensión, **caracterizada por** una disposición, según cualquiera
 de las reivindicaciones 1 a 13.
15. Instalación de electrolisis, según la reivindicación 14, con al menos dos unidades (10, 20) conectadas a un
 65 transformador compuestas por un electrolizador (10) y un rectificador (20).

16. Instalación de electrolisis, según cualquiera de las reivindicaciones 14 o 15, con una unidad de conmutación (16) para la conexión o desconexión opcional a/de la red de media tensión (30) de al menos dos transformadores (14) con unidades de electrolisis (10+20) dispuestas corriente abajo.
- 5 17. Instalación de electrolisis, según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, con un metanizador catalítico, cuya entrada está acoplada a la salida de hidrógeno de una o varias unidades de electrolisis.

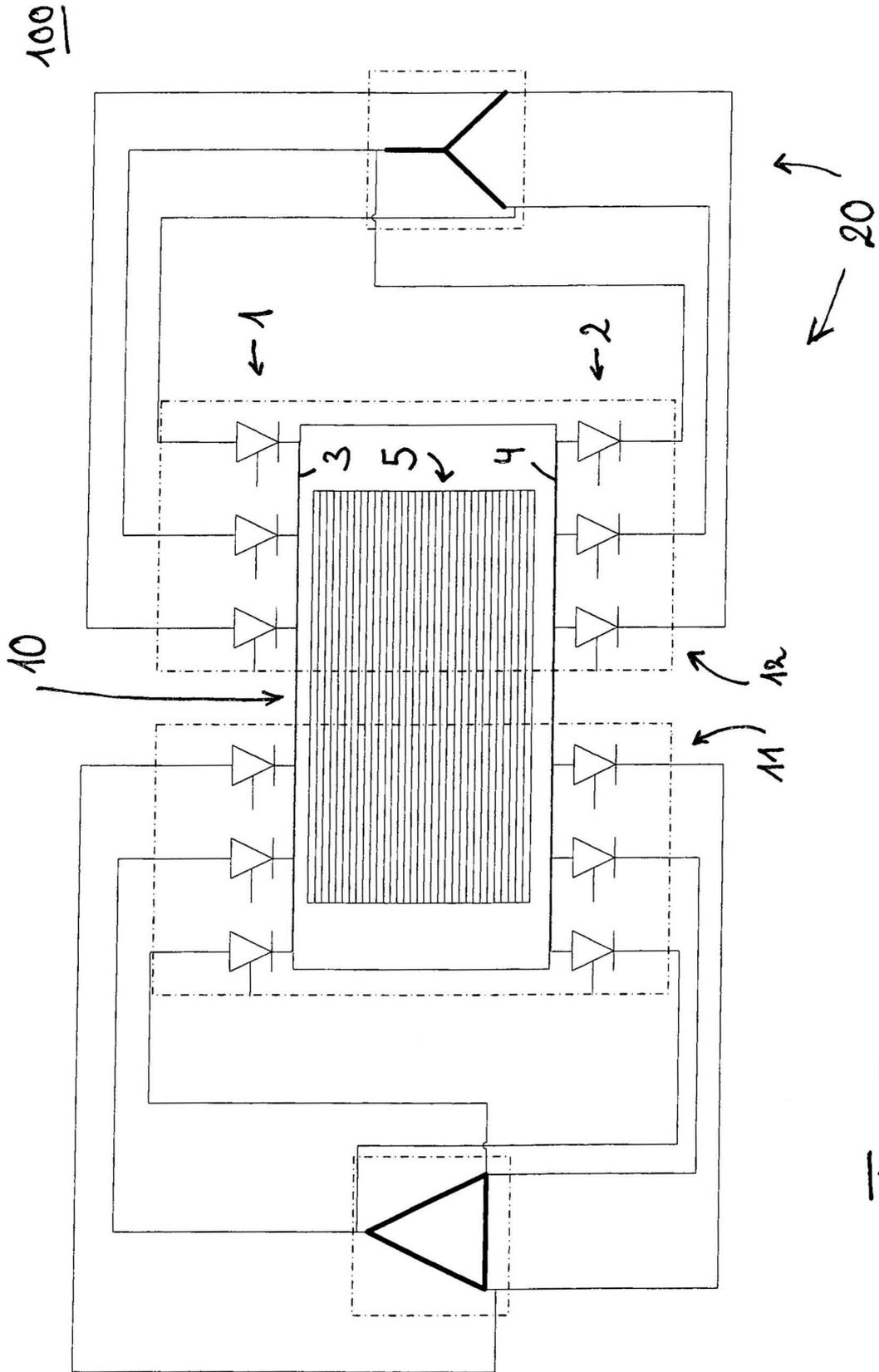


Fig. 1

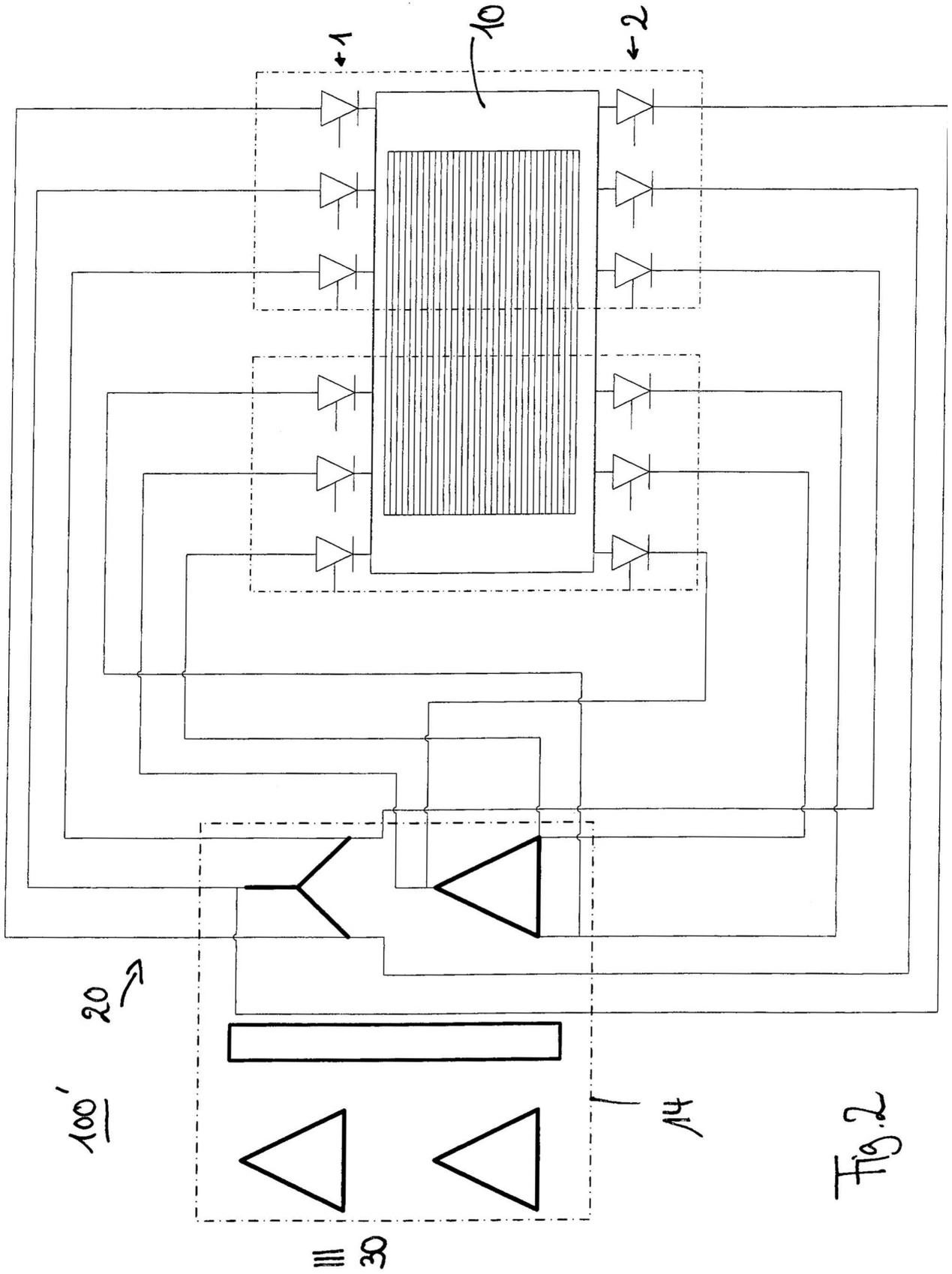


Fig. 2

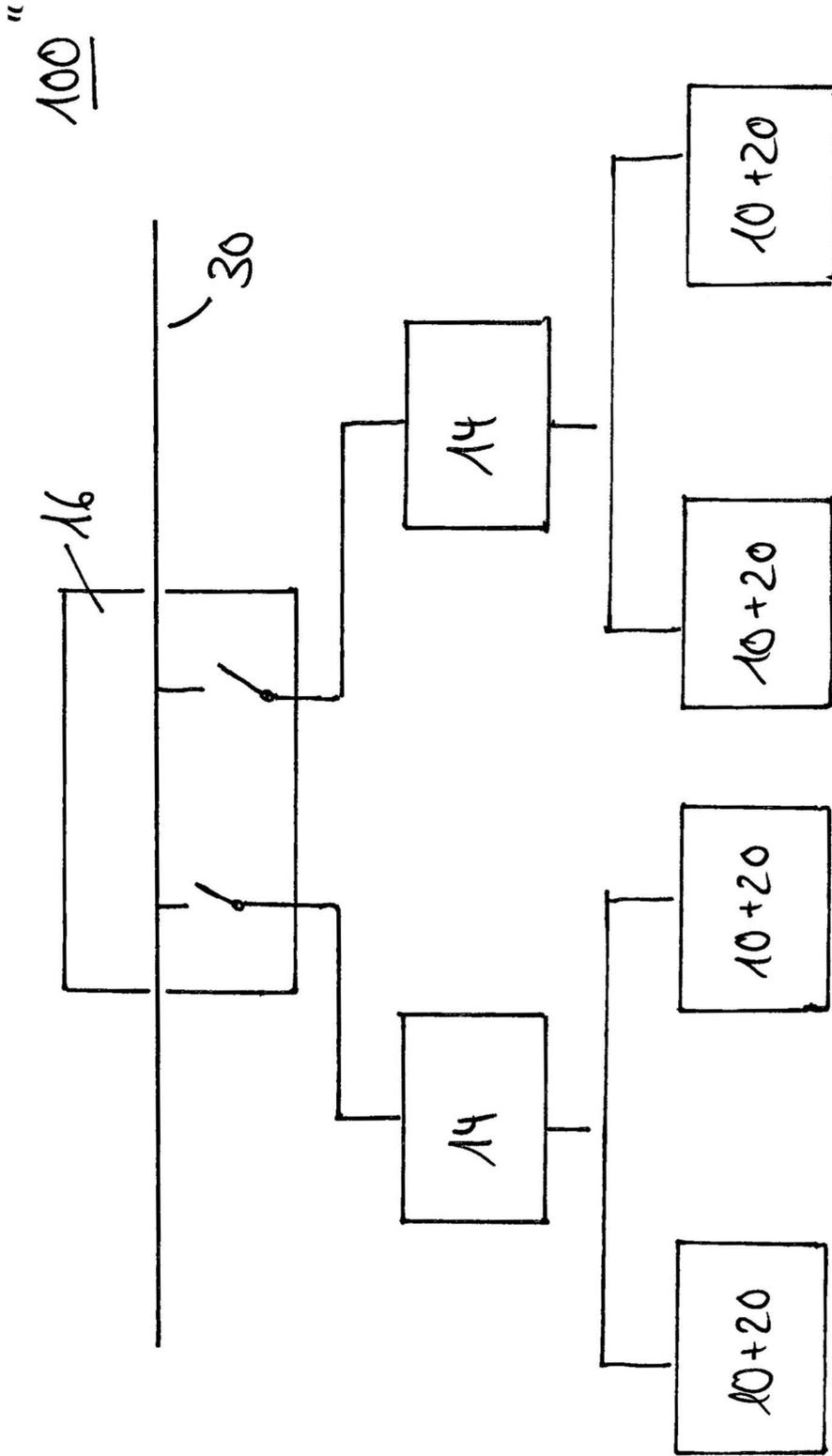


Fig. 3

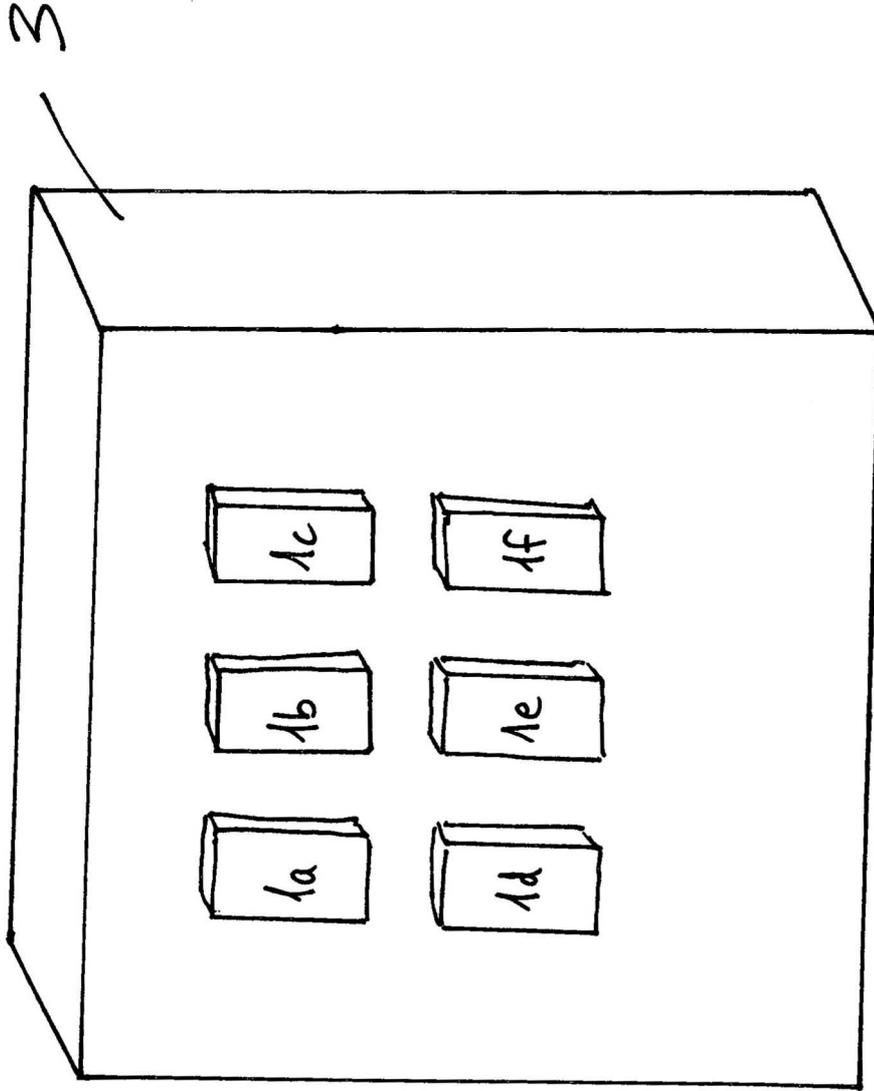


Fig. 4