

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 415 661**

51 Int. Cl.:

H02K 1/20 (2006.01)

H02K 9/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2008** **E 08007144 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013** **EP 2109206**

54 Título: **Generador con un estator que comprende canales de refrigeración y método para refrigerar un estator laminado de un generador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.07.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

STIESDAL, HENRIK

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 415 661 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

5 Generador con un estator que comprende canales de refrigeración y método para refrigerar un estator laminado de un generador.

La presente invención se refiere a un generador con un estator hecho de placas de lámina y que comprende canales de refrigeración. Se refiere además a un método para refrigerar un estator laminado de un generador.

10 Los generadores de alta potencia, especialmente de turbinas eólicas modernas, producen grandes cantidades de energía térmica, que debe disiparse para evitar dañar, por ejemplo, el aislamiento eléctrico del generador. Los sistemas de refrigeración de generadores de turbina eólica se basan normalmente en refrigeración por aire o refrigeración por agua en circuito cerrado.

15 En el documento US 2007/0024132 A1 se describe un generador de turbina eólica que comprende un estator con tubos de calor integrados en el yugo del estator. Los tubos de calor discurren en dirección axial. El calor se absorbe o transfiere desde los componentes al interior de una sección de evaporador del tubo de calor, en particular un líquido que puede vaporizarse en el tubo de calor. El tubo de calor está dispuesto con respecto a un núcleo de estator de manera que la sección de evaporador se extiende al interior de, y se aloja dentro de, un hueco que está configurado para alojar un tubo de calor correspondiente.

20 El documento EP 1 586 769 A2 presenta un sistema de rendijas de refrigeración orientadas axialmente para refrigeración por aire en el estator de una turbina eólica.

25 En el documento EP 0 627 804 A2 se da a conocer una máquina dinamoeléctrica que comprende una pluralidad de láminas apiladas sin placas de extremo que forman un núcleo de estator con canales de aire que pasan por toda la longitud del estator. Las láminas apiladas tienen un hueco central para el paso de un rotor a través del mismo y una pluralidad de ranuras de bobinado que se extienden radialmente hacia fuera desde el hueco. Una pluralidad de pasos de aire de refrigeración se extienden axialmente a través de las láminas apiladas generalmente en paralelo al hueco central. Cada uno de los pasos de aire está situado adyacente al extremo terminal de una correspondiente de las ranuras de bobinado.

35 En el documento US 4 691 131 se describe un estator de un motor de CA con pasos orientados axialmente para líquido refrigerante. El núcleo laminado está impregnado con una resina para llenar los espacios entre láminas adyacentes y recubrir superficies internas de los pasos de líquido refrigerante de modo que el líquido refrigerante fluirá a través de los pasos de líquido refrigerante sin fugas desde los mismos.

40 El documento DE 297 07 181 U1 describe un generador con placas de lámina de estator que están dotadas de ventanas. Las ventanas están alineadas de manera relativa entre sí de modo que forman canales de refrigeración para que un líquido refrigerante fluya a través de los mismos. El líquido refrigerante puede ser, en particular, aceite de transformador.

45 El documento WO 01/21956 A1 describe un generador eólico que comprende una unidad de refrigeración que garantiza que el líquido refrigerante circule a través del estator del generador. La unidad de refrigeración comprende un circuito de refrigeración cerrado a través del cual circula el líquido refrigerante. El calor transferido al líquido refrigerante en el estator se disipa en un intercambiador de calor a través del cual puede fluir aire exterior.

50 El documento DE 198 24 202 C1 describe un motor eléctrico que se refrigera por un líquido. El motor está ubicado en un alojamiento que está dotado de canales para el líquido refrigerante. El lado superior del alojamiento está dotado además de aberturas a través de las que el fluido refrigerante puede pulverizarse sobre el motor. Un depósito de líquido está presente en la parte inferior del alojamiento desde el que el líquido puede llevarse lejos con el fin de eliminar el calor introducido en el líquido por el motor.

55 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un generador ventajoso que comprende una pluralidad de placas de lámina de estator. Un segundo objetivo de la presente invención es proporcionar una turbina eólica ventajosa. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método ventajoso para refrigerar un estator laminado de un generador.

60 El primer objetivo se consigue mediante un generador según la reivindicación 1. El segundo objetivo se consigue mediante una turbina eólica según la reivindicación 10. El último objetivo se consigue mediante un método para refrigerar un estator laminado de un generador según la reivindicación 11. Las reivindicaciones dependientes definen desarrollos adicionales de la invención. Las características son ventajosas individualmente y combinadas entre sí.

65 El generador de la invención comprende dos placas de extremo y una pluralidad de placas de lámina de estator dispuestas entre las dos placas de extremo. Cada placa de lámina y cada placa de extremo comprende varias aberturas de refrigeración que están ubicadas de manera que las aberturas de refrigeración de las placas de lámina y las aberturas de refrigeración de las placas de extremo están alineadas entre sí para formar varios canales de

refrigeración mediante el propio material de estator. Las placas de extremo pueden usarse ventajosamente para comprimir las láminas de estator para formar el núcleo de estator laminado y al mismo tiempo proporcionar apoyo para los bucles finales de las bobinas de estator. Las aberturas pueden estar perforadas en las láminas de estator.

5 La formación de los canales de refrigeración mediante el propio estator evita la necesidad de una impregnación o la necesidad de un canal adicional. Un fluido refrigerante usado, por ejemplo un líquido, entra directamente en contacto con el material de estator y por tanto refrigera eficazmente el material de estator.

10 El generador de la invención comprende un eje de rotación y los canales de refrigeración pueden discurrir en paralelo al eje de rotación. Además, los canales de refrigeración pueden extenderse por toda la longitud del estator.

15 Las aberturas de refrigeración en una de las placas de extremo pueden estar equipadas con conectores a los que puede unirse un sistema de tuberías, por ejemplo un sistema de tuberías de caucho o chapa. Además, las aberturas de refrigeración en una de las placas de extremo pueden estar equipadas con orificios. Por ejemplo, las aberturas en una de las placas de extremo pueden estar equipadas con conectores a los que puede unirse el sistema de tuberías de caucho o plástico y las aberturas en la placa de extremo opuesta pueden estar equipadas con orificios que actúan como reguladores sencillos para un flujo de líquido. Los conectores en la primera placa de extremo de estator facilitan la canalización. Los orificios en el otro extremo del estator garantizan un flujo uniforme a través de todos los canales de refrigeración garantizando que la pérdida de presión se concentre generalmente en el extremo de los canales de refrigeración.

20 El generador de la invención comprende ventajosamente un depósito para un fluido refrigerante, por ejemplo un líquido refrigerante, que está en conexión de flujo con los canales de refrigeración. Además, el generador comprende un alojamiento con una parte inferior, y el depósito para el fluido refrigerante, por ejemplo un líquido refrigerante, está ubicado en la parte inferior del alojamiento y conectado a los canales de refrigeración a través del sistema de tuberías. Cuando el fluido refrigerante emerge de los canales en la segunda placa de extremo se permite simplemente que caiga en el interior del depósito en la parte inferior del alojamiento de generador.

25 El generador de la invención puede comprender un líquido refrigerante que es estable a altas temperaturas y tiene propiedades eléctricamente aislantes. El líquido refrigerante puede ser, por ejemplo, aceite de transformador.

30 El generador de la invención puede comprender además una bomba para bombear el fluido refrigerante a través de un circuito que comprende los canales de refrigeración. El generador comprende un circuito de fluido refrigerante abierto. Cuando el fluido refrigerante emerge de los canales en la segunda placa de extremo se permite simplemente que caiga en el interior del depósito en la parte inferior del alojamiento de generador. Además, el circuito puede comprender especialmente un intercambiador de calor.

35 La turbina eólica de la invención comprende un generador tal como se describió anteriormente. La turbina eólica de la invención tiene las mismas ventajas que el generador de la invención.

40 En el método de la invención para refrigerar un estator laminado de un generador se guía un líquido refrigerante a través de un sistema de tuberías desde un depósito de líquido refrigerante al interior de al menos un canal de refrigeración parcialmente abierto en el estator laminado. Ventajosamente, se bombea el líquido refrigerante al interior del canal de refrigeración.

45 Se permite que el líquido refrigerante vuelva al depósito bajo la influencia de la gravedad únicamente. Preferiblemente puede usarse un líquido refrigerante que sea estable a altas temperaturas y tenga propiedades eléctricamente aislantes. Por ejemplo, puede usarse el aceite de transformador como líquido refrigerante. Se usa un canal de refrigeración que está formado por aberturas en el propio material de estator.

50 La presente invención proporciona un sistema de refrigeración basado en líquido para el estator de un generador, por ejemplo de turbina eólica, en el que las paredes de los canales de refrigeración están formadas por el propio estator. Esto permite un contacto térmico directo entre el estator y el fluido refrigerante.

55 Además, los canales de refrigeración son sencillos de fabricar, usando técnicas de perforación bastante conocidas. No es necesario soldar o amarrar ningún tubo de refrigeración sobre el estator.

60 El sistema está parcialmente abierto. Pueden producirse fugas entre láminas de estator adyacentes, pero dado que el fluido es eléctricamente aislante esto no produce daños y el fluido refrigerante vuelve al depósito bajo la influencia de la gravedad únicamente. No son necesarios conductos que lleven el fluido refrigerante desde el estator y de vuelta al depósito. Esto ahorra costes considerables en el sistema de tuberías y tiempo para el montaje.

65 Características, propiedades y ventajas adicionales de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de una realización junto con los dibujos adjuntos.

La figura 1 muestra esquemáticamente un generador.

La figura 2 muestra esquemáticamente un generador de la invención en una vista en sección.

La figura 3 muestra esquemáticamente una placa de lámina de estator en una vista frontal.

Ahora se describirá una realización de la presente invención con referencia a las figuras 1 a 3. La figura 1 muestra esquemáticamente un generador en una vista simplificada. El generador 1 comprende un estator 4 y un rotor 2. El estator 4 comprende un alojamiento 5 de estator, placas 7 de lámina de estator y bobinas 9 inductoras de estator. Las placas 7 de lámina de estator y las bobinas 9 inductoras de estator están ubicadas dentro del alojamiento 5 de estator. Las bobinas 9 inductoras de estator están enrolladas alrededor de las placas de lámina de estator.

El rotor 2 está ubicado dentro del alojamiento 5 de estator y puede rotar alrededor de un eje 3 de rotación. El rotor 2 comprende varias bobinas 8 inductoras de rotor para inducir un campo magnético alterno. A las bobinas 8 inductoras de rotor se les proporciona corriente CC por medio de un anillo de contacto y una escobilla 6 de contacto, por ejemplo.

Las bobinas 9 inductoras de estator están conectadas a una rejilla 10 eléctrica para proporcionar corriente alterna. El generador 1 convierte energía mecánica, que provoca una rotación del rotor 2, a energía eléctrica por medio de inducción electromagnética. Además, el rotor 2 también puede estar conectado a una rejilla, por ejemplo, en caso de un generador alimentado dos veces.

Obsérvese que el generador en la figura 1 está simplificado y que un generador real comprende un mayor número de polos.

La figura 2 muestra esquemáticamente un generador de la invención en una vista en sección a lo largo del eje 3 de rotación. La figura muestra un rotor 2, un estator 4 y un circuito de líquido refrigerante.

El estator 4 comprende varias placas 7 de lámina de estator y dos placas 11 de extremo. Las placas 7 de lámina de estator están dispuestas entre las dos placas 11 de extremo. Las placas 11 de extremo se usan para comprimir las láminas 7 de estator para formar el núcleo de estator laminado y al mismo tiempo proporcionar apoyo a los bucles de extremo de las bobinas 9 de estator. Cada placa 7 de lámina de estator y cada placa 11 de extremo comprende varias aberturas 21 que están ubicadas de manera que las aberturas 21 de las placas 7 de lámina y las aberturas 21 de las placas 11 de extremo están alineadas entre sí cuando el estator 4 está montado para formar varios canales 15 de refrigeración. Los canales 15 de refrigeración están formados por el propio material de estator, es decir no están cubiertos por una resina o similar.

Cada canal 15 de refrigeración comprende una entrada 17 de canal que está ubicada en una de las placas 11 de extremo y una salida 18 de canal que está ubicada en la placa 11 de extremo opuesta. La entrada 17 de canal está conectada a un depósito 12 por medio de un sistema 16 de tuberías. El depósito 12 se llena de aceite de transformador como líquido 13 refrigerante. Entre el depósito 12 y la entrada 17 de canal están ubicados una bomba 14 y un intercambiador 20 de calor. El intercambiador 20 de calor también puede colocarse en otra posición. El líquido 13 refrigerante puede bombearse por medio de la bomba 14 a través del sistema 16 de tuberías al interior de los canales 15. El sentido del flujo de líquido refrigerante se indica mediante las flechas 19. Se permite que el líquido 13 refrigerante que ha pasado los canales 15 del estator 4 vuelva al depósito 12 bajo la influencia de la gravedad únicamente.

Las entradas 17 de canal pueden estar equipadas con conectores que facilitan la canalización. El sistema 16 de tuberías de caucho o plástico puede estar unido a los conectores. Además, las salidas 18 de canal pueden estar equipadas con orificios que actúan como reguladores sencillos para el flujo de líquido. Los orificios en las salidas 18 de canal garantizan un flujo uniforme a través de todos los canales de refrigeración garantizando que la pérdida de presión se concentre generalmente en el extremo de los canales 15 de refrigeración. Cuando el fluido 13 refrigerante emerge de los canales 15 en la salida 18 de canal se permite simplemente que caiga en el interior del depósito 12 en la parte inferior del alojamiento de generador.

Generalmente, el fluido refrigerante puede ser aceite de transformador como en la presente realización o un líquido similar que sea estable a altas temperaturas y tenga buenas propiedades eléctricamente aislantes.

En el sistema parcialmente abierto, que se muestra en la figura 2, pueden producirse fugas entre láminas 7 de estator adyacentes, pero dado que el fluido 13 es eléctricamente aislante esto no produce daños, y el fluido 13 refrigerante vuelve al depósito 12 bajo la influencia de la gravedad únicamente. No son necesarios conductos que lleven el fluido 13 refrigerante desde el estator 4 y de vuelta al depósito 12. Esto ahorra costes considerables en el sistema de tuberías y tiempo de montaje.

En la figura 2, los canales 15 de refrigeración están orientados paralelos al eje 3 de rotación. Naturalmente, los canales 15 pueden estar orientados de otra manera. Además, los canales 15 de refrigeración se extienden por toda la longitud del estator 4.

- 5 La figura 3 muestra esquemáticamente en una vista frontal una placa 7 de lámina de estator para un generador real con un gran número de polos. La placa 7 de lámina de estator comprende una pluralidad de aberturas 21 que están ubicadas cerca del diámetro externo de la placa 7. Además, las aberturas 21 están distribuidas uniformemente a lo largo del perímetro de la placa 7. Los canales 15 de refrigeración que están formados por las aberturas 21 son sencillos de fabricar, usando técnicas de perforación bien conocidas. No es necesario soldar o amarrar ningún tubo de refrigeración sobre el estator.
- 10 El generador de la invención así como el método de la invención, en el que los canales 15 de refrigeración de estator están formados por el propio estator 4, permiten un contacto térmico directo entre el estator 4 y el fluido 13 refrigerante y proporcionan una refrigeración eficaz.

REIVINDICACIONES

1. Generador (1) que comprende dos placas (11) de extremo y una pluralidad de placas (7) de lámina de estator dispuestas entre las dos placas (11) de extremo, comprendiendo cada placa (7) de lámina y cada placa (11) de extremo varias aberturas (21) de refrigeración que están ubicadas de manera que las aberturas (21) de refrigeración de las placas (7) de lámina y las aberturas de refrigeración de las placas (11) de extremo están alineadas entre sí para formar varios canales (15) de refrigeración mediante el propio material de estator, comprendiendo cada canal de refrigeración una entrada (17) de canal y una salida (18) de canal,
comprendiendo el generador (1) un alojamiento (5) con una parte inferior y un depósito (12) para un fluido (13) refrigerante que está ubicado en la parte inferior del alojamiento (5) y conectado a los canales (15) de refrigeración a través de un sistema de tuberías, conectando el sistema de tuberías el depósito sólo a la entrada (17) de canal y permitiendo la salida (18) de canal que el fluido refrigerante caiga en el depósito (12) en la parte inferior del alojamiento de generador formando así un circuito de refrigeración abierto.
2. Generador (1) según la reivindicación 1,
comprendiendo el generador (1) un eje (3) de rotación y discurriendo los canales (15) de refrigeración en paralelo al eje de rotación.
3. Generador (1) según la reivindicación 1 ó 2,
en el que los canales (15) de refrigeración se extienden por toda la longitud del estator (4).
4. Generador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
en el que las aberturas de refrigeración en una de las placas (11) de extremo están equipadas con conectores a los que puede unirse un sistema de tuberías.
5. Generador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,
en el que las aberturas de refrigeración en una de las placas (11) de extremo están equipadas con orificios.
6. Generador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo el generador (1) un líquido (13) refrigerante que es estable a altas temperaturas y tiene propiedades eléctricamente aislantes.
7. Generador (1) según la reivindicación 7,
en el que el líquido (13) refrigerante es aceite de transformador.
8. Generador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,
comprendiendo el generador (1) una bomba (14) para bombear el fluido (13) refrigerante a través de un circuito que comprende los canales (15) de refrigeración.
9. Generador (1) según la reivindicación 8,
en el que el circuito comprende un intercambiador (20) de calor.
10. Turbina eólica que comprende un generador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Método para refrigerar un estator (4) laminado de un generador (1), que comprende dos placas (11) de extremo y una pluralidad de placas (7) de lámina de estator dispuestas entre las dos placas (11) de extremo, comprendiendo cada placa (7) de lámina y cada placa (11) de extremo varias aberturas (21) de refrigeración que están ubicadas de manera que las aberturas (21) de refrigeración de las placas (7) de lámina y las aberturas de refrigeración de las placas (11) de extremo están alineadas entre sí para formar varios canales (15) de refrigeración mediante el propio material de estator, comprendiendo cada canal de refrigeración una entrada (17) de canal y una salida (18) de canal,
en el que el generador (1) comprende un alojamiento (5) con una parte inferior y un depósito (12) para un fluido (13) refrigerante que está ubicado en la parte inferior del alojamiento (5) y conectado a los canales (15) de refrigeración a través de un sistema de tuberías, conectando el sistema de tuberías el depósito sólo a la entrada (17) de canal y permitiendo la salida (18) de canal que el fluido refrigerante caiga en el depósito (12) en la parte inferior del alojamiento de generador formando así un circuito de refrigeración abierto

caracterizado porque

5 se guía un líquido (13) refrigerante a través del sistema de tuberías desde el depósito (12) de líquido refrigerante al interior del canal (15) de refrigeración en el estator (4) laminado, y el líquido refrigerante desde la salida de canal cae en el interior del depósito (12) en la parte inferior del alojamiento de generador.

12. Método según la reivindicación 11,

caracterizado porque

10 se bombea el líquido (13) refrigerante al interior del canal (15) de refrigeración.

13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12,

caracterizado porque

15 se usa un líquido (13) refrigerante que es estable a altas temperaturas y tiene propiedades eléctricamente aislantes.

20 14. Método según la reivindicación 13,

caracterizado porque

25 se usa aceite de transformador como líquido (13) refrigerante.

FIG 1

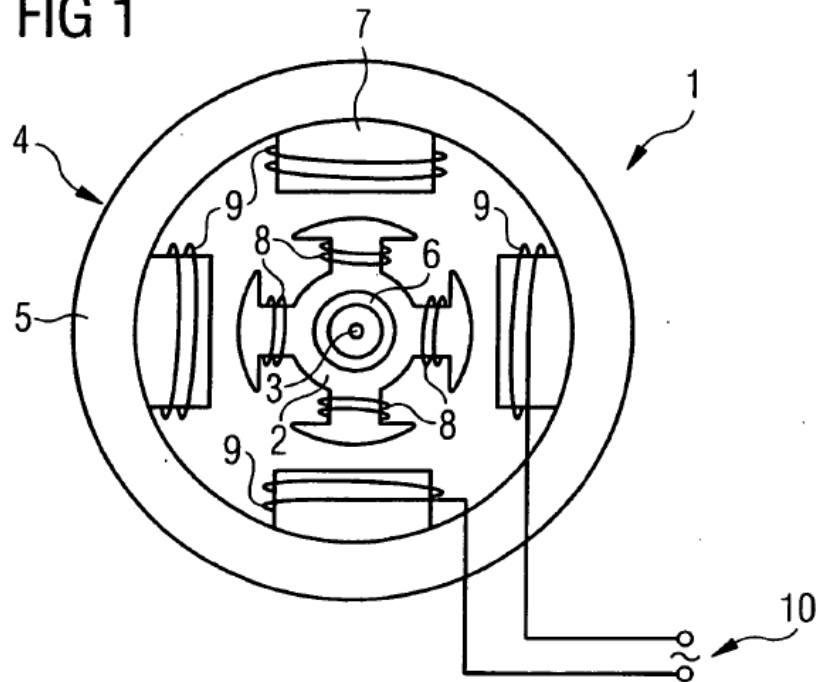


FIG 2

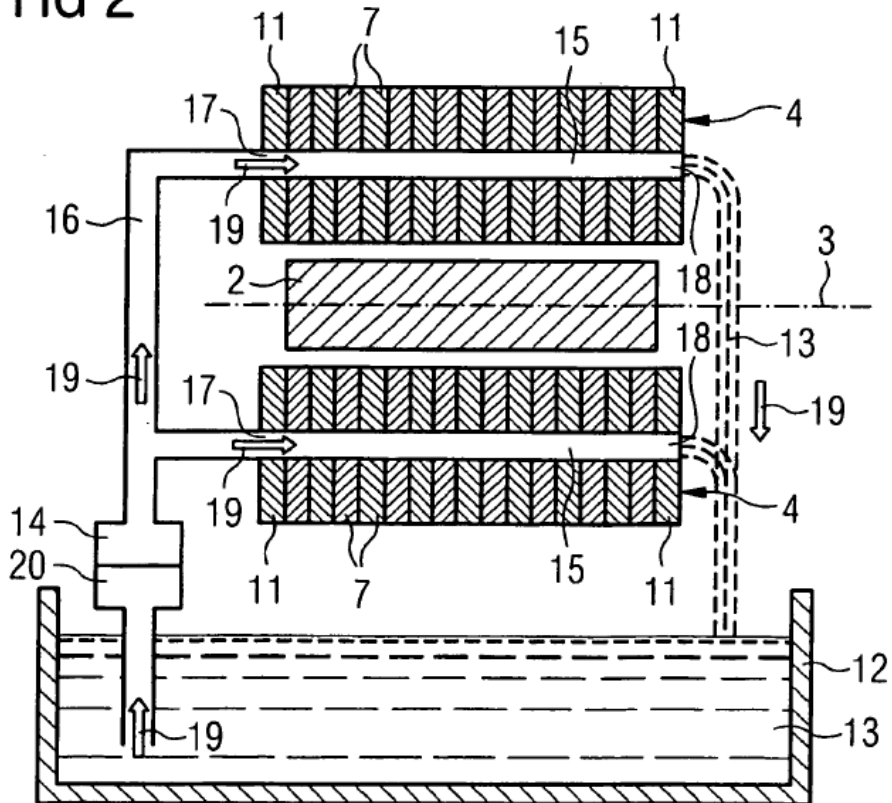


FIG 3

