

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 877 111**

51 Int. Cl.:

**H01F 27/08** (2006.01)

**H01F 27/28** (2006.01)

**H01F 27/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2016 E 16173947 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.06.2021 EP 3255644**

54 Título: **Disposición de refrigeración**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.11.2021**

73 Titular/es:

**ABB POWER GRIDS SWITZERLAND AG (100.0%)  
Bruggerstrasse 72  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**NOGUÉS BARRIERAS, ANTONIO;  
ROY MARTÍN, CARLOS;  
SÁNCHEZ, LUIS;  
MURILLO, RAFAEL;  
CEBRIÁN LLES, LORENA y  
MAINAR JOVEN, CARLOS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o  
Bemerkungen) en el folleto original publicado por  
la Oficina Europea de Patentes**

**ES 2 877 111 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 refrigeración

**Campo de invención**

5 La presente divulgación se refiere a la refrigeración para transformadores de tipo seco. En particular, la invención se refiere a una disposición de refrigeración para refrigerar al menos un devanado de transformador y un transformador que comprende la disposición.

**Antecedentes**

Los transformadores se pueden utilizar ampliamente para aplicaciones de baja, media y alta tensión.

10 Es ampliamente conocido que los transformadores pueden experimentar aumentos de temperatura durante el funcionamiento. Estos problemas de temperatura se deben evitar o incluso reducir tanto como sea posible para lograr un mejor rendimiento y una vida útil más larga.

15 Un tipo particular de transformadores es un transformador de tipo seco que puede usar un gas, tal como aire, para refrigerar, por ejemplo, el devanado o bobinas del mismo. Esta refrigeración por aire puede ser forzada o natural. En caso de refrigeración por aire forzado, el equipo de soplado se puede ubicar para soplar el flujo de aire hacia el devanado.

20 También se conoce el uso de dispositivos de apantallamiento eléctrico para proteger la estructura de sujeción del transformador de los campos eléctricos generados por el devanado. Un ejemplo de un dispositivo de apantallamiento eléctrico de este tipo se describe en el documento EP2430643B1. El transformador consta de devanados y abrazaderas unidas a yugos para soportar todo el transformador. La disposición de apantallamiento eléctrico está dispuesta entre la abrazadera y el devanado.

25 Para transformadores de tipo seco con refrigeración forzada por aire (AF), como se describe, por ejemplo, en el documento US4725804, la lámina protectora o dispositivo de apantallamiento eléctrico que cubre las abrazaderas del transformador puede bloquear el flujo de aire que se dirige al devanado, particularmente a una zona interior de la disposición de devanado. Esta zona interior del devanado puede corresponder, por ejemplo, a una parte de voltaje de nivel más bajo del transformador y la zona exterior puede corresponder, por ejemplo, a una parte de voltaje de nivel más alto del transformador. Dependiendo del caso, la zona exterior puede recibir el flujo de aire de refrigeración apenas sin obstáculos a pesar del dispositivo de apantallamiento. Sin embargo, la zona interior que está rodeada por la zona exterior y el dispositivo de apantallamiento pueden no recibir un caudal adecuado para mantener las temperaturas al nivel deseado.

30 Recientemente se ha descubierto que es posible proporcionar una disposición de refrigeración mejorada para transformadores de tipo seco provistos de dispositivos de apantallamiento eléctrico, que permite refrigerar adecuadamente el devanado y puede ser más eficiente que las soluciones conocidas.

**Compendio**

35 En un primer aspecto, se proporciona una disposición de refrigeración para un transformador de tipo seco. La disposición se expone en la reivindicación 1.

La provisión de una disposición de refrigeración que comprende aberturas situadas en la estructura de sujeción y el equipo de soplado permite reducir al máximo el aumento de temperatura producido en el devanado cuando el transformador está en funcionamiento. Por lo tanto, se mejoran el rendimiento y la vida útil del transformador.

40 Las aberturas despejan el camino o la trayectoria seguida por el flujo de gas desde el equipo de soplado hasta el devanado.

Las aberturas de la presente disposición de refrigeración que comprenden unos medios de protección eléctricos también aseguran el apantallamiento eléctrico de la estructura de sujeción de los transformadores y, por lo tanto, la estructura de sujeción del transformador está protegida contra campos eléctricos generados entre el devanado operativo y la estructura de sujeción.

45 En algunos ejemplos de la disposición de refrigeración para transformadores de tipo seco, el transformador puede comprender un devanado interior que rodea al menos parcialmente un núcleo y un devanado exterior que rodea al menos parcialmente el núcleo, estando colocado el devanado interior al menos parcialmente entre el núcleo y el devanado exterior, en el que la al menos una abertura puede estar configurada para permitir que el flujo de gas pase desde el equipo de soplado hacia el devanado interior. Debido a la presente solución, el devanado interior se puede mantener a una temperatura óptima ya que recibe un flujo de gas refrigerante adecuado del equipo de soplado. El rendimiento y la vida útil del transformador se mejoran aún más.

50

En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un transformador que comprende una disposición de refrigeración como se describe.

**Breve descripción de los dibujos**

5 A continuación se describirán ejemplos no limitativos de la presente divulgación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista esquemática parcial y en sección de un transformador que comprende una disposición de refrigeración con una estructura de sujeción (40) que carece de un dispositivo de apantallamiento eléctrico (42), disposición no reivindicada pero que es útil para comprender la invención.

10 La Figura 2 es una vista esquemática parcial y en sección del transformador de la Figura 1 con un dispositivo de apantallamiento eléctrico y la disposición de refrigeración de la presente invención;

La Figura 3 es una vista esquemática parcial y en planta de otra realización de la presente invención; y

La Figura 4 es una vista esquemática parcial y en planta de otra realización de la presente invención.

**Descripción detallada de los ejemplos**

15 En la Figura 1 se muestra una sección parcial de un transformador de tipo seco 100 que comprende una disposición de refrigeración 1 útil para comprender la presente invención. El transformador 100 puede ser de un tipo de alta tensión AT / baja tensión BT, pero se podría utilizar cualquier otro nivel de tensión. En el presente ejemplo, la potencia nominal puede estar en el rango de 0,1 a 100 MVA y la baja tensión puede estar en el rango de 0,1 a 400 kV.

20 Como se puede ver en las Figuras 1-2, el presente transformador 100 puede comprender un devanado interior 20 de BT que rodea un núcleo 50 y un devanado exterior 30 de AT que rodea el núcleo 50, el devanado interior 20 puede estar colocado al menos parcialmente entre el núcleo 50 y el devanado exterior 30. Un transformador a modo de ejemplo 100 podría ser un transformador de tipo seco "HiDry" de ABB. Por lo tanto, el uso de "interior" y "exterior" puede estar relacionado con la ubicación del núcleo 50.

25 El transformador 100 puede estar provisto de una estructura de sujeción 40 que puede comprender al menos una abrazadera 41 y adicionalmente un dispositivo de apantallamiento eléctrico 42. La abrazadera 41 puede tener un perfil en U o puede tener la forma de una placa doblada y puede estar fabricada por ejemplo con acero al carbono. El dispositivo de apantallamiento eléctrico 42 puede comprender una lámina protectora y puede estar situada entre el devanado 20, 30 y la abrazadera 41. Este dispositivo de apantallamiento eléctrico 42 puede estar configurado para proteger la abrazadera 41 de un campo eléctrico del devanado 20, 30.

30 El dispositivo de apantallamiento eléctrico 42 puede comprender un material elegido del grupo que comprende acero y aluminio pero generalmente cualquier material conductor con propiedades mecánicas adecuadas.

Como se observa en las Figuras 1-2, la presente disposición de refrigeración 1 comprende:

un equipo de soplado 11 configurado para soplar al menos un flujo de gas F. El gas puede ser aire o cualquier otro gas refrigerante adecuado;

aberturas 12 que están situadas en una estructura de sujeción 40 del transformador 100;

35 las aberturas están configuradas para permitir que el flujo de gas F pase desde el equipo de soplado 11 hacia al menos un devanado 20, 30 del transformador 100; y las aberturas 12 comprenden medios de protección eléctrica 14.

40 El equipo de soplado 11 puede comprender al menos un ventilador que tiene, por ejemplo, un caudal de entre 250 m<sup>3</sup>/h y 5000 m<sup>3</sup>/h y puede ser un ventilador de tipo centrífugo. Esos caudales y tipo se pueden modificar en función de los requisitos de cada caso. En las Figuras 1-2 solo se ha ilustrado un ventilador para ambos devanados 20, 30 pero en ejemplos alternativos el equipo de soplado 11 puede comprender al menos un ventilador adaptado para dirigir el flujo de gas F al devanado interior 20 y al menos un ventilador adaptado para dirigir el flujo de gas F hacia el devanado exterior 30.

45 En otros ejemplos alternativos, se puede adaptar al menos un ventilador para dirigir el flujo de gas F al devanado interior 20 a través de la abertura 12 y se puede adaptar un ventilador adicional para dirigir el flujo de gas F al devanado exterior 30 fuera de la abertura 12.

50 En la Figura 1, que representa un ejemplo útil para comprender la invención, se muestra una vista en sección de un transformador 100 con la estructura de sujeción 40 vacía del dispositivo de apantallamiento eléctrico 42. La estructura de sujeción 40 puede comprender la abrazadera 41 sin el dispositivo de apantallamiento eléctrico 42. En este caso, la abertura 12 puede estar situada en la abrazadera 41. La abertura 12 puede estar situada al menos parcialmente en la abrazadera 41.

En la Figura 2, la estructura de sujeción 40 comprende además al menos un dispositivo de apantallamiento eléctrico 42 situado entre la abrazadera 41 y los devanados 20, 30, y las aberturas están colocadas tanto en el dispositivo de apantallamiento eléctrico 42 como en la abrazadera 41. Se puede ver en la Figura 2, que tanto el dispositivo 42 de apantallamiento eléctrico como la abrazadera 41 están provistos de aberturas correspondientes 12 en donde las aberturas 12 pueden coincidir sustancialmente entre sí. Sin embargo, las aberturas 12 pueden coincidir parcialmente entre sí. En cualquier caso, las aberturas 12 están situadas para permitir que el flujo de gas F pase desde el equipo de soplado 11 a los devanados 20, 30.

La Figura 3 muestra una vista en planta de una primera realización de la presente disposición de refrigeración 1, en la que los medios de protección eléctrica 14 pueden comprender una parte ranurada 16, estando configurada la parte ranurada 16 para definir una pluralidad de orificios. La pluralidad de orificios de la parte ranurada 16 puede tener cualquier forma adecuada, tal como un cuadrado, un círculo, un rectángulo, un triángulo, un óvalo, etc.

La Figura 4 muestra una vista en planta de una segunda realización de la presente disposición de refrigeración 1, en la que los medios de protección eléctrica 14 pueden comprender una rejilla 15, estando configurada la rejilla 15 para definir una pluralidad de orificios. La pluralidad de orificios de la rejilla 15 puede tener cualquier forma adecuada, tal como un cuadrado, un círculo, un rectángulo, un triángulo, un óvalo, etc.

Alternativamente, los medios de protección eléctrica 14 pueden estar formados integralmente (no mostrados) con la estructura de sujeción 40. Este puede ser el caso, por ejemplo, en el que se produzcan una pluralidad de taladros, perforaciones o similares en el dispositivo de apantallamiento eléctrico 42 o la abrazadera 41. Por lo tanto, la rejilla 15 y/o la parte ranurada 16 pueden estar configuradas como una parte separada o integral de la estructura de sujeción 40.

Tanto la parte ranurada 16 como la rejilla 15 pueden estar adaptadas para orientar y/o distribuir el flujo de gas F según se desee.

Como se puede ver en las Figuras 1-2, el equipo de soplado 11 se puede configurar de tal manera que la salida del ventilador se pueda dirigir al devanado interior y/o exterior 20, 30. El flujo de gas F puede alcanzar al menos una parte de la superficie del devanado 20, 30 aprovechando la abertura 12. El flujo de gas F se puede hacer pasar a través de los espacios de intersticio S previstos entre los devanados 20, 30 entre sí y/o entre un devanado 20 y el núcleo 50. SE Puede producir una transferencia de calor por convección haciendo pasar el flujo de gas F sobre al menos una parte de la superficie de los devanados 20, 30. Los devanados 20, 30 se pueden calentar durante el funcionamiento y pueden transferir calor al flujo de gas relativo más frío F sobre las partes de superficie de los devanados 20, 30. Los devanados 20, 30 se pueden mantener a una temperatura adecuada mediante la transferencia de calor al flujo de gas F.

Debido a la abertura 12, el flujo de gas relativamente más frío F puede alcanzar partes superficiales de los devanados 20, 30 orientados, por ejemplo, a los intersticios S o huecos. Una vez que el flujo de gas F ha pasado sobre la superficie del devanado 20, 30 (a través de los espacios de intersticio S) puede calentarse porque el devanado 20, 30 relativamente más caliente ha dado calor al flujo de gas F. El calentamiento del flujo de gas F se puede conseguir de forma progresiva a lo largo de los espacios de intersticio S.

El posicionamiento relativo de la salida del equipo de soplado 11 a los devanados 20, 30 se puede elegir de modo que el flujo de gas F dirigido por el devanado pueda discurrir sobre la superficie del devanado 20, 30. El equipo de soplado 11 está en la parte inferior del transformador 100, cerca de la estructura de sujeción 40. Un experto en la materia puede elegir otras alternativas para ubicar el equipo de soplado 11 con respecto al transformador 100.

Si el equipo de soplado 11 comprende más de un ventilador, la salida de un segundo ventilador se puede dirigir, por ejemplo, a una superficie exterior del devanado exterior 30.

Se llevaron a cabo varias pruebas en la presente disposición de refrigeración para transformadores de tipo seco. Se realizaron mediciones de velocidad del aire, térmicas y dieléctricas. Esas pruebas confirmaron que la presente invención puede proporcionar un aumento significativo de la potencia de refrigeración y, al mismo tiempo, sin generar ningún problema dieléctrico.

Aunque en el presente documento solo se han descrito varios ejemplos, son posibles otras alternativas, modificaciones, usos y/o equivalentes de los mismos. Además, también están contempladas todas las combinaciones posibles de los ejemplos descritos. Por tanto, el alcance de la presente divulgación no debería estar limitado por ejemplos particulares, sino que debería determinarse únicamente mediante una lectura objetiva de las reivindicaciones que siguen. Si los signos de referencia relacionados con los dibujos están entre paréntesis en una reivindicación, es únicamente para intentar mejorar la comprensión de la reivindicación y no se interpretará como una limitación del alcance de la reivindicación.

**REIVINDICACIONES**

1. Disposición de refrigeración (1) para un transformador de tipo seco (100) con devanados (20, 30), comprendiendo la disposición:
- un equipo de soplado (11) configurado para soplar al menos un flujo de gas (F);
- 5 una estructura de sujeción (40) adaptada para ser colocada en la parte inferior del transformador, cuya estructura de sujeción comprende una abrazadera (41) y un dispositivo de apantallamiento eléctrico (42), cuyo dispositivo está configurado para proteger la abrazadera (41) del campo eléctrico de los devanados (20, 30) y está adaptado para estar situado entre la abrazadera (41) y los devanados, en donde tanto la abrazadera (41) como el dispositivo de apantallamiento eléctrico (42) están provistos de las correspondientes aberturas (12), aberturas configuradas para
- 10 permitir que dicho flujo de gas (F) pase desde el equipo de soplado (11) a los devanados del transformador, estando ubicadas las aberturas por encima del equipo de soplado (11) y adaptadas para estar debajo de los devanados (20, 30), en donde las aberturas comprenden unos medios de protección eléctrica (14).
2. Disposición de refrigeración (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los medios de protección eléctrica (14) comprenden una rejilla (15), estando configurada la rejilla para definir una pluralidad de orificios.
- 15 3. Disposición de refrigeración (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los medios de protección eléctrica (14) comprenden una parte ranurada (16), estando configurada la parte ranurada para definir una pluralidad de orificios.
4. Disposición de refrigeración (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que los medios de protección eléctrica (14) están formados integralmente con la estructura de sujeción (40).
5. Disposición de refrigeración (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el equipo de soplado (11) tiene un caudal de al menos 250 m<sup>3</sup>/h.
- 20 6. Disposición de refrigeración (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende dicho transformador, en donde dichos devanados (20, 30) comprenden un devanado interior (20) que rodea al menos parcialmente un núcleo (50) y un devanado exterior (30) que rodea al menos parcialmente el núcleo (50), estando el devanado interior (20) situado al menos parcialmente entre el núcleo (50) y el devanado exterior (30), en donde al menos una abertura (12) está configurada para permitir que el flujo de gas (F) pase desde el equipo de soplado (11) hacia el devanado interior (20).
7. Disposición de refrigeración (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el equipo de soplado (11) comprende al menos un ventilador.
- 30 8. Disposición de refrigeración (1) de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el equipo de soplado (11) comprende al menos un ventilador adaptado para dirigir el flujo de gas (F) al devanado interior (20) y al menos un ventilador adaptado para dirigir el flujo de gas (F) al devanado exterior (30).
9. Disposición de refrigeración (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el dispositivo de apantallamiento eléctrico (42) comprende una lámina protectora.
10. Disposición de refrigeración (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que el gas es aire.
- 35 11. Transformador (100) que comprende una disposición de refrigeración (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, 9.

Fig. 1

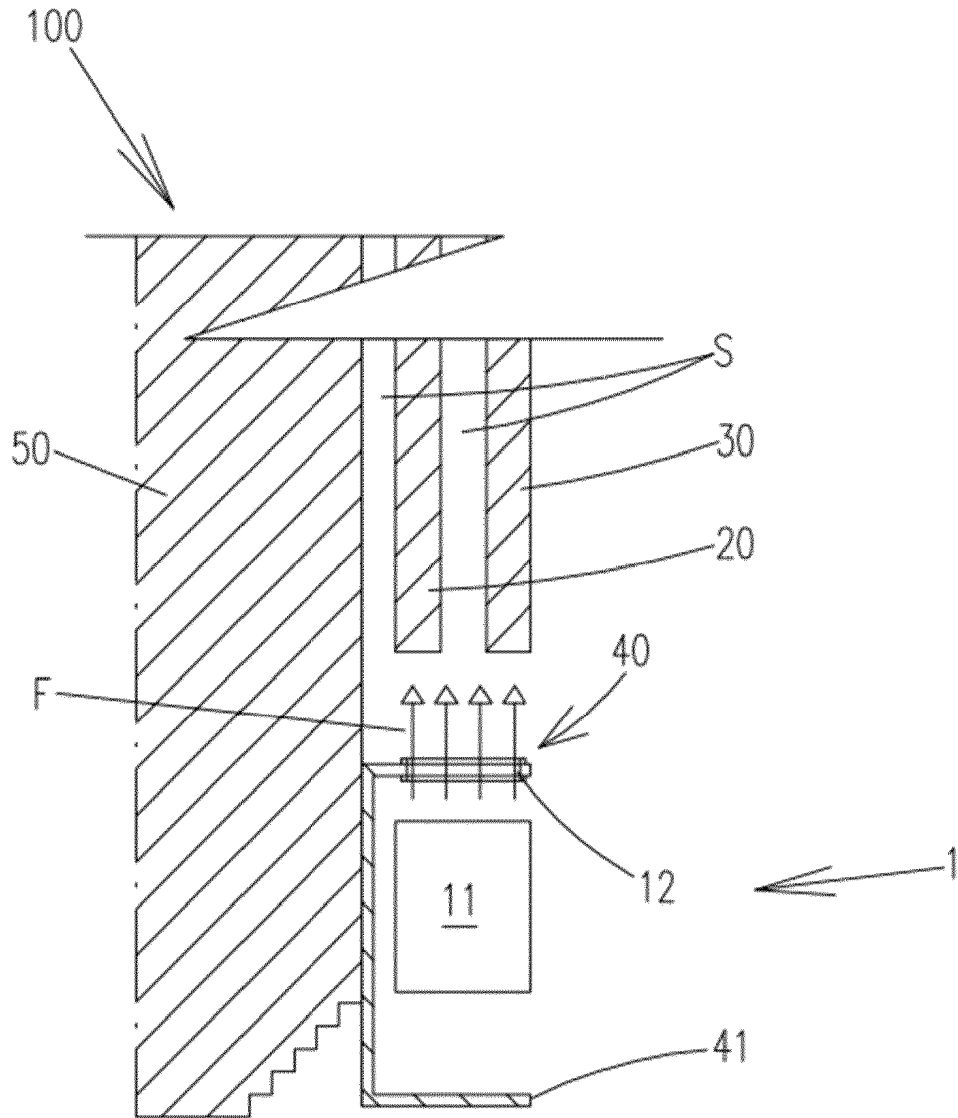


Fig. 2

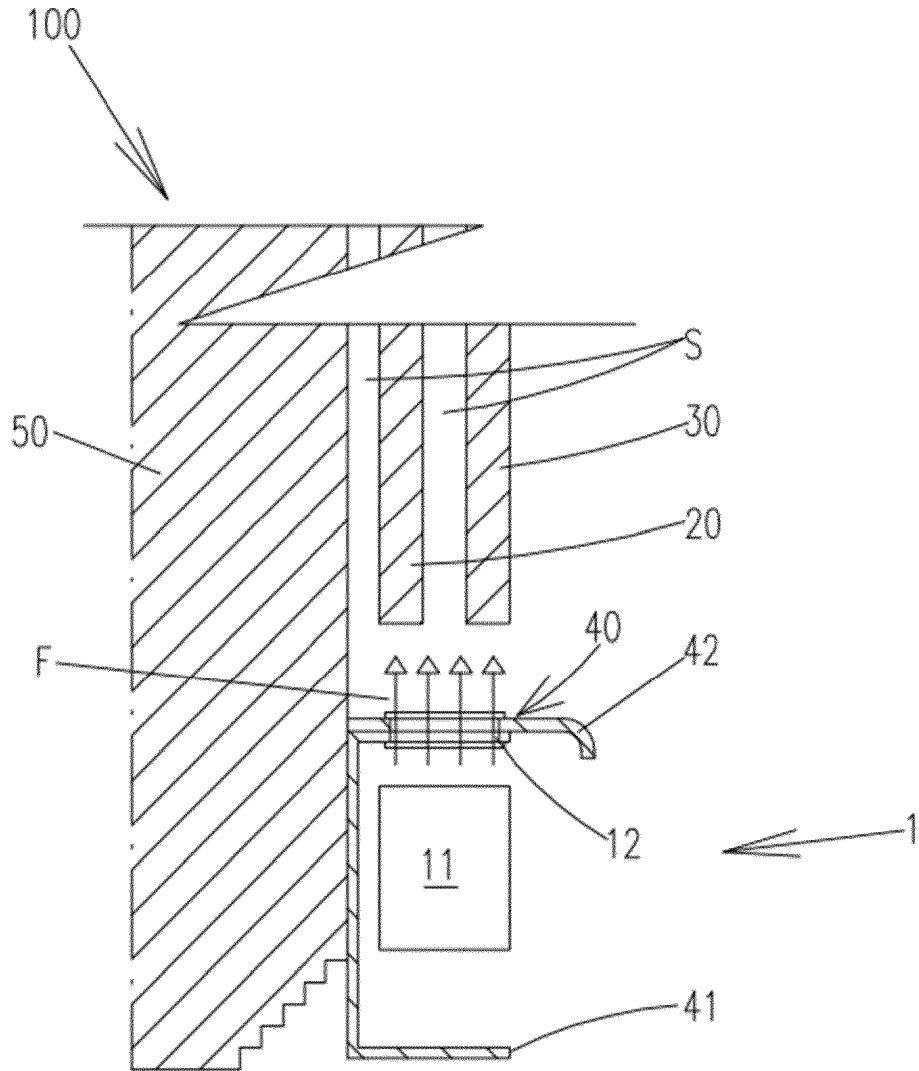


Fig. 3

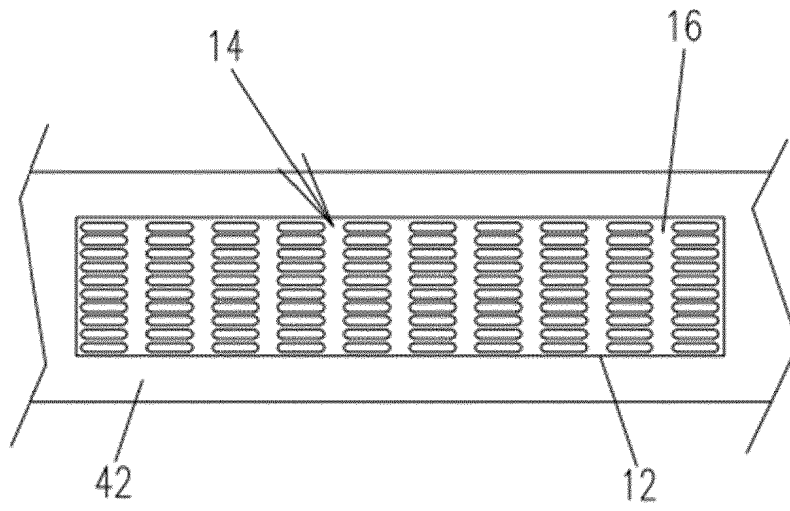


Fig. 4

