

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 567**

51 Int. Cl.:

H02B 13/055 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2012 PCT/FR2012/000167**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.11.2012 WO12160266**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2012 E 12725475 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 2715892**

54 Título: **Aparellaje eléctrico con aislamiento gaseoso con un compuesto fluorado**

30 Prioridad:

24.05.2011 FR 1154509

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.11.2017

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**PICCOZ, DANIEL y
MALADEN, ROMAIN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 644 567 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

Aparellaje eléctrico con aislamiento gaseoso con un compuesto fluorado

Campo técnico

5 La invención se refiere a un aparellaje eléctrico con aislamiento gaseoso para una línea de transporte de corriente para media o alta tensión, que comprende medios de regulación de la cantidad de gas aislante en suspensión en el volumen interior de la envoltura aislante.

Estado de la técnica anterior

10 En un aparellaje eléctrico para media o alta tensión, por lo general las funciones de aislamiento eléctrico y de extinción de arco eléctrico se aseguran mediante un gas aislante que está confinado en el interior del aparellaje. En su acepción habitual, el término "media tensión" designa una tensión superior a 1 000 voltios en corriente alterna y estrictamente superior a 1500 voltios en corriente continua, pero que no supere los 52000 voltios en corriente alterna y los 75000 voltios en corriente continua, mientras que el término "alta tensión" designa una tensión estrictamente superior a 52000 voltios en corriente alterna y a 75000 voltios en corriente continua.

15 De acuerdo con un modo de realización conocido, el gas aislante que se utiliza en el interior de estos aparellajes contiene hexafluoruro de azufre, SF₆. Aunque ofrece excelentes propiedades, en especial dieléctricas y químicas, el hexafluoruro de azufre presenta cierta toxicidad desde el punto de vista del medio ambiente; en particular, su PCG (Potencial de Calentamiento Global, que también se conoce con la sigla GWP de *Global Warming Potential*) es muy elevado.

20 Para reemplazar el hexafluoruro de azufre, se ha propuesto utilizar fluorocetonas, tal como se describe por ejemplo en el documento WO 2010/142346. Las fluorocetonas tienen una buena rigidez dieléctrica y mejores características medioambientales que el hexafluoruro de azufre. También se han contemplado otros gases fluorados utilizados solos o mezclados, debido a su rigidez dieléctrica y en vista de sus características medioambientales, en especial las hidrofluorolefinas (solicitud no publicada FR 11 56062), los hidrofluorocarbonos, los fluoroxiranos (solicitud no publicada FR 11 60971), así como las hidroclorelefinas o los hidrofluoroéteres.

25 Sin embargo, la temperatura de ebullición en estos compuestos fluorados es relativamente elevada, sobre todo porque su molécula, en especial la de fluorocetona, es grande. Ahora bien, ciertos aparellajes eléctricos están destinados para ser montados en exteriores, donde la temperatura puede descender a temperaturas negativas, hasta -40° C. Por debajo de tales temperaturas negativas, no es posible mantener la presión de los gases fluorados, sobre todo de la fluorocetona, que en la forma gaseosa tiene un valor limitado, lo que reduce su eficacia: de hecho, a
30 tales temperaturas, la fluorocetona por ejemplo se condensa, formando un líquido en el fondo de la envoltura.

El documento WO 2010/142346 describe un aparellaje eléctrico que comprende medios de regulación de la presión del gas de fluorocetona. Estos medios de regulación comprenden medios de inyección de gas de fluorocetona y de medios de calentamiento de por lo menos una parte de la envoltura externa del aparellaje; el calentamiento parcial de la envoltura permite calentar el gas de fluorocetona y limitar la condensación del mismo.

35 No obstante, cuando la temperatura ambiente exterior a la envoltura es relativamente fría, una gran parte del calor producido para calentar la envoltura se intercambia con el exterior, lo que se traduce en pérdidas térmicas importantes. Asimismo, este sistema consume grandes cantidades de energía para calentar la envoltura y el gas de aislamiento a base de fluorocetona.

Exposición de la invención

40 El objetivo de la invención es proponer un aparellaje eléctrico, como se define en la reivindicación 1, que comprende medios de regulación de la presión de gas de gas fluorado que limitan las pérdidas del calor producido.

45 La invención propone un aparellaje eléctrico con aislamiento gaseoso para media y/o alta tensión, que comprende una envoltura cerrada de manera hermética a los gases cuyo volumen interior está lleno de un gas aislante eléctricamente, que comprende al menos un compuesto fluorado cuyo PCG es inferior a 3500, en especial una fluorocetona, una hidrofluorolefina, un hidrofluorocarbono y/o un fluoroxirano, incluso una hidroclorelefina o un hidrofluoroéter. Al menos un componente eléctrico se dispone en el volumen interior de la envoltura, que se realiza de tal manera que un líquido formado por condensación en el interior de la envoltura, en especial a partir de un compuesto fluorado, se recoge en un depósito cuyo volumen interior se comunica con el volumen interior de la envoltura. El aparellaje eléctrico comprende asimismo medios de regulación de la cantidad de compuesto fluorado en el volumen interior de la envoltura que comprenden medios de calentamiento de un líquido resultante de la condensación del compuesto fluorado presente en el gas aislante, estando dispuestos dichos medios de calentamiento del líquido, al menos en parte, dentro del depósito. El calentamiento del líquido formado por condensación provoca su vaporización y aumenta así la presión del gas dentro de la envoltura. Así, las pérdidas del calor producido por los medios de calentamiento son limitadas, lo que mejora la eficacia de los medios de regulación de la presión del gas de aislamiento.
55

Preferentemente, el líquido de condensación fluye por gravedad hacia el depósito. En especial, los medios de calentamiento pueden constar de una resistencia que permite calentar el interior del depósito; alternativamente, los medios de calentamiento comprenden un solenoide y un núcleo, preferentemente ferromagnético, que permite calentar el interior del depósito.

5 En otro modo de realización, los medios de calentamiento comprenden un componente conductor térmico que atraviesa la pared del depósito, estando situada una parte del conductor térmico en el exterior del depósito y estando alojada otra parte del conductor térmico en el interior del depósito. Preferentemente, dicho conductor térmico consiste en un tubo que permite rellenar el volumen interior de la envoltura con gas de aislamiento. El conductor térmico se asocia a medios que permiten modificar su temperatura, en especial una resistencia, o respectivamente
10 un solenoide y su núcleo asociado, dispuesta en el exterior del depósito y de la envoltura, y que es capaz de calentar dicha parte del conductor térmico que se sitúa en el exterior del depósito; una parte del conductor térmico, o del tubo, puede estar en el interior de los medios de modificación de su temperatura, en especial en el interior del solenoide dado el caso.

15 En otro modo de realización, los medios de calentamiento podrían disponerse en una cavidad abierta hacia el exterior que sobresale hacia arriba en relación con una pared inferior del fondo del depósito. Preferentemente, el volumen interior de la cavidad se rellena entonces con un líquido caloportador capaz de conducir el calor producido por una resistencia hacia la pared de la cavidad.

Breve descripción de los dibujos

20 Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto con la lectura de la descripción detallada que sigue, para cuya comprensión se hace referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 es una representación esquemática en perspectiva de un aparellaje eléctrico que comprende medios de regulación de acuerdo con la invención;
- la figura 3 es un corte que sigue un plano longitudinal vertical del fondo de la envoltura de la figura 1;
- las figuras 3A, 3B y 3C son detalles a mayor escala del depósito representado en corte en la figura 2, que
25 muestran tres modos de realización de los medios de calentamiento;
- la figura 4 es una representación esquemática en perspectiva de otro modo de realización de la envoltura;
- la figura 5 es un corte del depósito representado en la figura 4, que muestra otro modo de realización de los medios de calentamiento.

Exposición detallada de los modos de realización particulares

30 El aparellaje eléctrico representada en la figura 1 es un interruptor seccionador, que permite conectar o cortar la tensión en una línea de transporte de corriente de media y/o alta tensión; otros tipos de aparellajes y/o geometrías para los interruptores seccionadores pueden desde luego considerarse para la invención.

El aparellaje 10 comprende, en particular, una envoltura exterior 12 del eje principal longitudinal, que delimita un volumen hueco en el que se dispone un componente eléctrico (no representado). El volumen interior de la envoltura
35 10 está cerrado de manera hermética a los gases y está lleno de un gas de aislamiento eléctrico cuyo PCG es, preferentemente, inferior al 85%, o al 95%, incluso al 99%, del SF₆. En particular, el gas de aislamiento dieléctrico comprende un compuesto fluorado cuyo PCG es inferior a 3500, solo o mezclado, elegido a fin de tener las mejores cualidades de aislamiento, al tiempo que se tiene una presión de vapor de saturación lo bastante elevada. En el modo de realización detallado, la envoltura está llena de un gas que comprende al menos una fluorocetona, aunque
40 alternativamente podría tratarse de una hidrofluorolefina, como HFO 1234 zeE y HFO 1234 yf, incluso HFO 1336 mzzzM; de un hidrofluorocarbono como HfC R-125 o HFC R-236cb, y/o de un fluoroxirano como C₄F₈O, así como de una hidroclorolefina como HCFO trans 1233zd o de hidrofluoroéteres como HFE 245fa.

El rendimiento de un gas aislante, como una fluorocetona, es tanto más importante cuanto más grande sea su molécula; es decir, cuanto mayor sea su átomos de carbono y de flúor, y cuanto más ramificada esté la molécula.
45 Por contra, cuanto más grande sea la molécula de fluorocetona, más elevada será su temperatura de ebullición; es decir, que su presión de vapor de saturación a una temperatura dada es baja. Por ejemplo, la temperatura de ebullición para la molécula C₅F₁₀O es de aproximadamente 22 °C, la temperatura de ebullición para la molécula de C₆F₁₂O es de aproximadamente 49 °C y la temperatura de ebullición para la molécula C₇F₁₈O es de aproximadamente 73 °C. En consecuencia, a una temperatura dada, el gas de aislamiento puede contener una
50 mayor cantidad de fluorocetona que tenga una molécula pequeña que una fluorocetona que tenga una molécula más grande, pero la capacidad de extinción de arco de esta molécula más pequeña es inferior.

Cuando el aparellaje 10 se utiliza en el exterior, una temperatura ambiente relativamente baja tiene como consecuencia que una parte del producto fluorado presente en el gas de aislamiento se condense, reduciendo entonces su presión parcial en el gas de aislamiento y reduciendo entonces su eficacia del aislamiento gaseoso.
55 Para mantener la presión parcial del compuesto fluorado utilizado a un nivel suficiente, el aparellaje 10 comprende pues medios de regulación de la presión del gas de aislamiento en el interior de la envoltura 12 y, en particular, de medios de calentamiento para compensar la condensación de fluorocetona y mantenerla en forma gaseosa.

Según la invención, los medios de regulación comprenden medios para recuperar en un mismo lugar el líquido resultante de la condensación del gas de aislamiento y reunirlo en un depósito 14. En la descripción que sigue, se utilizará el término "condensado" para definir el líquido resultante de la condensación del gas de aislamiento.

5 Según el modo de realización preferido de la invención, la envoltura 12 del aparellaje 10 se realiza de tal manera que el condensado fluye por la gravedad terrestre, y se recupera por un depósito 14 hacia el cual se dirige el condensado. En particular, en el modo de realización de las figuras 1 y 2, el fondo 16 de la envoltura 12 es cóncavo y está abierto hacia arriba; la superficie interior del fondo 16 es redondeada y el fondo 16 está inclinado con respecto a la horizontal, de tal manera que el condensado 18 que fluye hacia el fondo también fluye hacia un extremo longitudinal del fondo 16 de la envoltura 12. En consecuencia, el conjunto de gotas de condensado 18 converge por
10 gravedad hacia una parte inferior del extremo longitudinal del fondo 16 de la envoltura.

El depósito 14 según la invención está dispuesto al nivel de este extremo longitudinal del fondo 16 para que el condensado 20 así recuperado fluya al interior del depósito 14. Así, el depósito 14 se sitúa en una posición vertical inferior al punto más bajo del fondo 16 de la envoltura 12 y el depósito 14 está abierto hacia arriba. El depósito 14 se realiza de manera que su volumen interior se comunica directamente con el volumen interior de la envoltura 12.

15 En la figura 4 se representa otro modo de realización de la envoltura 12 en la que todas las paredes son globalmente planas y están inclinadas hacia abajo. El depósito 14 se sitúa entonces en el extremo vertical inferior de la envoltura 12 y está centrado horizontalmente con respecto a la envoltura 12. Así, las paredes de la envoltura 12 están todas orientadas en dirección al depósito 14, de manera que las gotas 18 de fluorocetona condensada fluyen hasta el depósito 14. Son posibles otras alternativas.

20 La envoltura 12 se realiza de un material aislante térmicamente, lo que permite limitar los efectos de las condiciones climáticas externas (figura 1). De manera alternativa, para reducir el coste total del aparellaje 10, la envoltura 12 puede realizarse de un material conductor térmico, por ejemplo de metal (figura 4).

El aparellaje eléctrico 10 consta asimismo de medios de regulación de la presión del gas de aislamiento en el volumen interior de la envoltura 12. Estos medios de regulación comprenden medios de medición (no representados)
25 de la cantidad de fluorocetona presente en el volumen interior de la envoltura 12, que consisten por ejemplo en al menos un sensor de presión, medios de medición de la densidad de la fluorocetona o medios de medición de la temperatura del gas de aislamiento.

Los medios de regulación constan asimismo de medios de calentamiento permiten provocar una vaporización de la fluorocetona en el volumen interior de la envoltura 12. Estos medios de calentamiento se controlan en función de la cantidad de fluorocetona medida por los medios de medición definidos arriba. Los medios de calentamiento se realizan de manera que solo se calienta el condensado 20 que se ha recuperado en el depósito 14. Así, los medios de calentamiento provocan una vaporización del condensado 20 recogido en el depósito 20, lo que produce entonces un aumento de la cantidad de fluorocetona en forma gaseosa presente en el gas de aislamiento.

30 En un primer modo de realización ilustrado en la figura 3A, los medios de calentamiento comprenden una resistencia 22, por ejemplo una resistencia eléctrica, que produce calor que se transmite al condensado; el calor producido por la resistencia 22 se transmite al condensado por medio de un conductor térmico 24. Esta transmisión de calor es particularmente ventajosa en el caso para el que la envoltura 12 está realizada de material aislante térmicamente, porque solamente el conductor térmico 24 permite que el calor producido por la resistencia 22 llegue al condensado 20. Sin embargo, se entenderá que el conductor térmico 24 también puede utilizarse para el modo de realización según el cual la envoltura 12 se realiza de material conductor térmico.
35

Así, la resistencia 22 se dispone en el exterior del depósito 14, preferentemente en el exterior de la envoltura 12, y el conductor térmico 24 atraviesa la pared del depósito 14. Un primer extremo 26 del conductor térmico se sitúa en el exterior de la envoltura 12 y se calienta mediante la resistencia, y un segundo extremo 28 del conductor térmico 24 se sitúa en el interior del depósito 14 y calienta el condensado 20: el calor producido por la resistencia se transmite
40 al condensado 20 por medio del conductor térmico 24.

El conductor de calor 24 puede ser un tubo utilizado para rellenar el volumen interior de la envoltura 12 con gas aislante. Esto permite hacer un solo orificio en la envoltura 12, a fin de cumplir dos funciones, lo que reduce los riesgos de fuga de gas, así como el coste total del aparellaje 10.

45 De acuerdo con una variante ilustrada en la figura 3B, la resistencia 22 se aloja directamente en el depósito 14. Asimismo, es posible observar que el depósito 14 consiste en un elemento cilíndrico cuyo extremo axial interior está cerrado de manera hermética a los gases por un tapón 30 que lleva la resistencia.

De acuerdo con un segundo modo de realización representado en la figura 3C, los medios de calentamiento 22' comprenden un solenoide 22'₁ y su núcleo 22'₂. El calor producido se transmite al condensado 20, preferentemente por medio de un conductor térmico 24, que puede igualmente ser un tubo un tubo de relleno: el solenoide 22'₁ y su núcleo 22'₂ están por tanto dispuestos en el exterior del depósito 14, en el exterior de la envoltura 12, y el conductor térmico 24 atraviesa la pared del depósito 14, estando situado un primer extremo 26 del conductor térmico 24 en el exterior de la envoltura 12 y siendo calentado por los medios 22', y estando situado el segundo extremo 28 en el
55

interior del depósito 14 calentando el condensado 20. Así, el calor producido por el solenoide y su núcleo se transmite al condensado 20 por medio del conductor térmico 24.

5 En otro modo de fabricación ilustrado en la figura 5, el depósito 14 de condensado comprende una pared inferior de fondo 32 en la que se practica una cavidad 34. La cavidad 34 sobresale verticalmente hacia arriba en relación con la pared de fondo 32: se extiende pues en el interior del depósito 14. La cavidad 34 se abre hacia abajo y se realiza de tal manera que su volumen interior no se comunica con el volumen interior del depósito 14. Una resistencia 22 de calentamiento del condensado 20 se dispone en el interior de la cavidad 34, separada de las paredes 36 de la cavidad 34. Un tapón 30 cierra de manera hermética la abertura inferior de la cavidad 34 y lleva la resistencia 22. El espacio que separa la resistencia 22 de las paredes de la cavidad 34 está lleno de un líquido caloportador 38 que transmite el calor producido por la resistencia 22 a las paredes 36 de la cavidad.

10 Este modo de realización está particularmente adaptado para una envoltura 12 cuyas paredes estén realizadas de un material conductor térmico. Así, las paredes del depósito 14 y las paredes de la cavidad 34 se realizan también de material conductor térmico para conducir el calor, que se produce por la resistencia 22, procedente del líquido caloportador 38 hacia el condensado de fluorocetona 20. El calor así transmitido hacia el condensado de fluorocetona 20 se vaporiza entonces, para aumentar la presión del gas de aislamiento.

A modo de variante de realización, los medios de calentamiento del condensado 20 consisten en medios que utilizan el campo magnético y/o eléctrico interno al aparellaje eléctrico 10, lo que permite no tener ninguna fuente de energía externa, el aparellaje 10 es entonces autónomo en lo referente al calentamiento del condensado 20. También es posible prever caloductos o evaporadores capilares.

20 El aparellaje eléctrico según la invención es particularmente ventajoso debido a que una proporción reducida del volumen interior de la envoltura 12 se calienta por los medios de calentamiento. Estos medios de calentamiento consumen por tanto una baja cantidad de energía.

REIVINDICACIONES

1. Aparellaje eléctrico (10) con aislamiento gaseoso para media y/o alta tensión, que comprende:

- una envoltura (12) cerrada de manera hermética a los gases cuyo volumen interior está lleno de un gas aislante eléctricamente que comprende al menos un compuesto fluorado cuyo potencial de calentamiento global PCG es inferior a 3500;
- al menos un componente eléctrico dispuesto en el volumen interior de la envoltura (12);
- medios de regulación de la cantidad de compuesto fluorado en el volumen interior de la envoltura (12).
- un depósito (14) cuyo volumen interior se comunica con el volumen interior de la envoltura (12), estando realizada la envoltura (12) de tal manera que un líquido (20) formado por condensación se recoja en el depósito (14),

caracterizado porque los medios de regulación comprenden medios de calentamiento (22, 22', 24, 38) de un líquido (20) que resulta de la condensación del compuesto fluorado presente en el gas aislante, para provocar la vaporización de al menos una parte de dicho líquido (20), estando dispuestos tales medios de calentamiento (22, 22', 24, 38) del líquido (20), al menos en parte, dentro del depósito (14).

2. Aparellaje eléctrico (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de calentamiento comprenden una resistencia (22) que permite calentar el interior del depósito (14).

3. Aparellaje eléctrico (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de calentamiento (22') comprenden un solenoide (22'1) y su núcleo (22'2), que permiten calentar el interior del depósito (14).

4. Aparellaje eléctrico (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de calentamiento comprenden un componente conductor térmico (24) que atraviesa la pared del depósito (14), estando situada una parte (26) del conductor térmico (24) en el exterior del depósito (14) y estando alojada otra parte (28) del conductor térmico (24) en el interior del depósito (14).

5. Aparellaje eléctrico (10) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los medios de calentamiento comprenden una resistencia (22) dispuesta en el exterior del depósito (14) y en el exterior de la envoltura (12), capaz de calentar dicha parte (26) del conductor térmico (24) que está situada en el exterior del depósito (14).

6. Aparellaje eléctrico (10) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los medios de calentamiento comprenden un conjunto de solenoide-núcleo (22') dispuesto en el exterior del depósito (14) y en el exterior de la envoltura (12), capaz de calentar dicha parte (26) del conductor térmico (24) que está situada en el exterior del depósito (14).

7. Aparellaje eléctrico (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que dicho conductor térmico (24) consiste en un tubo que permite rellenar el volumen interior de la envoltura (12) con gas de aislamiento.

8. Aparellaje eléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el compuesto fluorado se elige de entre fluorocetona, hidrofluorolefina, fluoroxirano, hidrofluorocarbono; o una mezcla de estos compuestos.

9. Aparellaje eléctrico (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la envoltura (12) está formada de tal manera que dicho líquido (20) fluye por gravedad hacia el depósito (14).

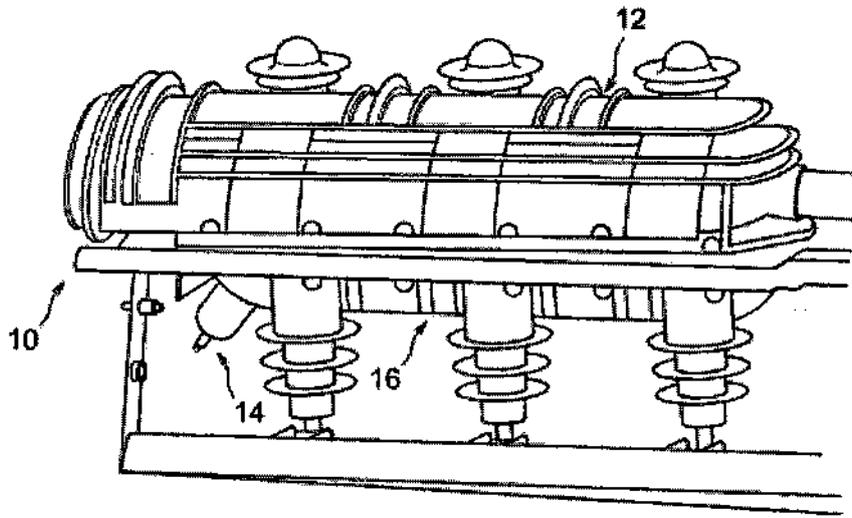


Fig. 1

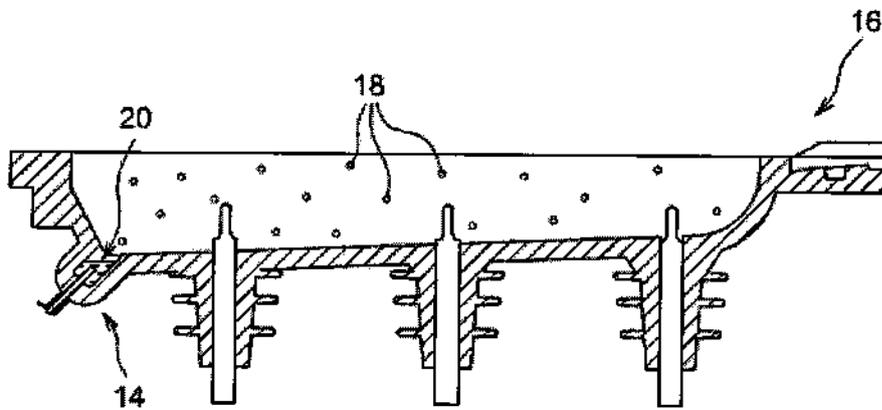


Fig. 2

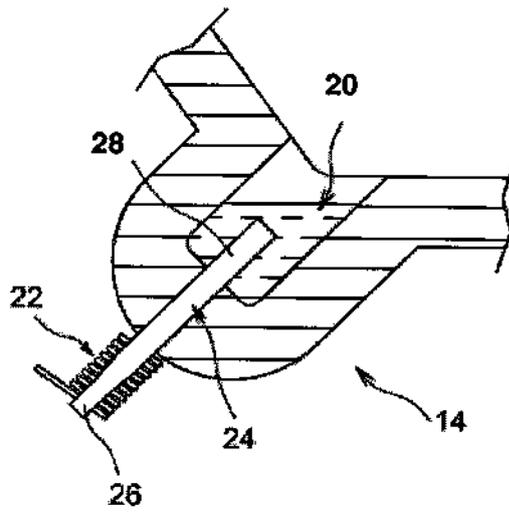


Fig. 3A

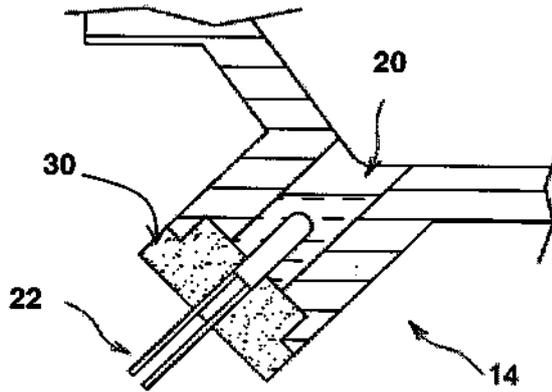


Fig. 3B

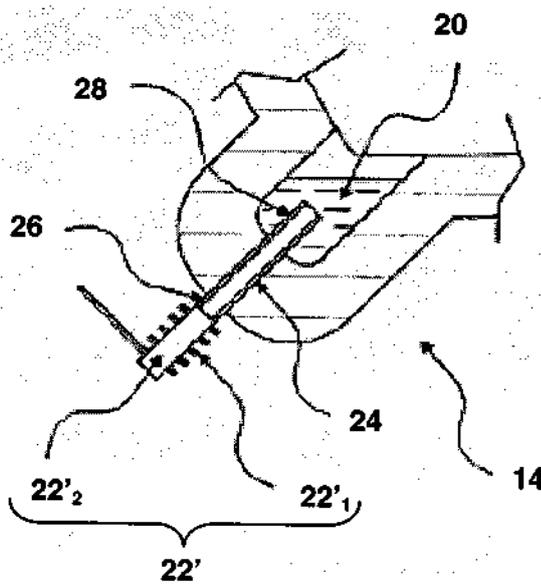


Fig. 3C

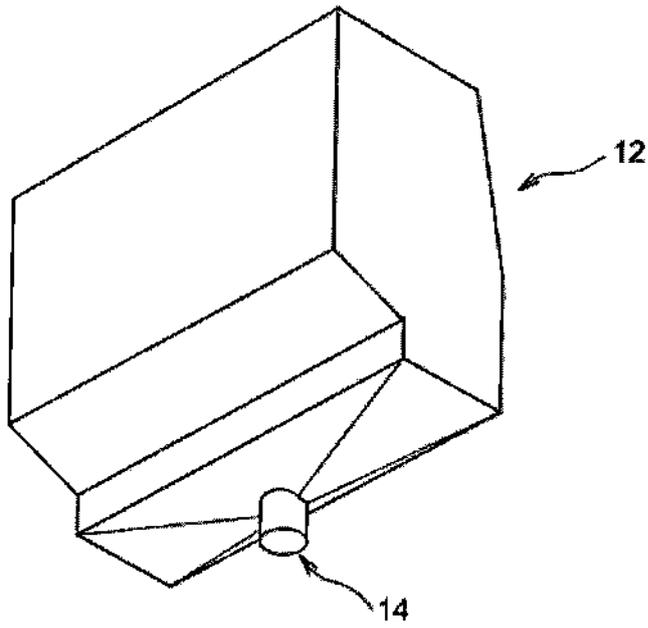


Fig. 4

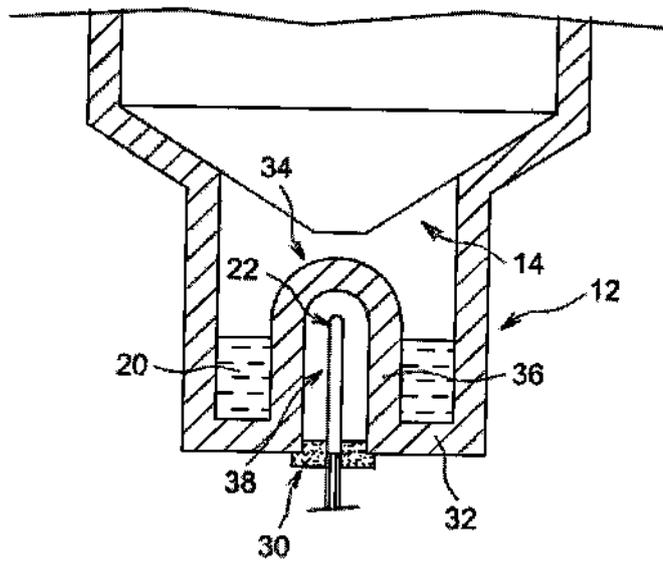


Fig. 5