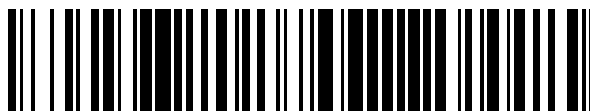


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 817**

51 Int. Cl.:

H01F 27/28 (2006.01)

H01F 27/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2010** **E 10765799 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015** **EP 2490994**

54 Título: **Transformador**

30 Prioridad:

19.10.2009 EP 09173371

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

13.07.2015

73 Titular/es:

ABB TECHNOLOGY AG (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es:

MURILLO, RAFAEL

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 540 817 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

Transformador

5 La presente invención se relaciona con un transformador, según el preámbulo de la reivindicación 1, y con el uso del transformador a un voltaje en el rango de 10 a 300 kV, preferiblemente de 20 a 150 kV, más preferiblemente de 36 a 110 kV y más preferiblemente a aproximadamente 72.5 kV, según la reivindicación 13.

10 Los transformadores son bien conocidos en la técnica y designan dispositivos que transfieren energía eléctrica de un circuito a otro a través de conductores acoplados por inducción, es decir, las bobinas del transformador. En general, las bobinas están enrolladas alrededor de un núcleo magnético. Una corriente en la primera ("primaria") bobina crea un campo magnético en el núcleo magnético, induciendo dicho campo magnético un voltaje en la segunda ("secundaria") bobina. A este efecto se le denomina inducción mutua.

15 Los componentes de la parte activa eléctrica, que incluye las bobinas y el núcleo magnético, deben estar aislados entre sí dependiendo de los requerimientos dieléctricos entre ellos.

Con respecto al aislamiento, se pueden distinguir dos tipos de transformadores:

20 En un transformador de líquido o de gas, por un lado, la parte activa eléctrica que comprende las bobinas y el núcleo magnético está dispuesta en un tanque o recipiente, el cual está lleno de un medio de aislamiento dieléctrico que tiene propiedades aislantes superiores a las del aire. Específicamente, el medio aislante es un líquido, tal como aceite, silicona o midel, en un transformador aislado con líquido, y un gas, tal como SF₆ o N₂ a presión atmosférica o elevada, en un transformador aislado con gas. Se conoce un transformador refrigerado con
25 agua gracias a FR-1070676.

Un transformador seco, por otro lado, está desprovisto de tanque, y la parte activa eléctrica está, por lo tanto, rodeada de aire a presión atmosférica.

30 Para un voltaje mayor de 36 kV, se usan típicamente transformadores de gas o de líquido. Debido al rendimiento aislante relativamente alto del medio aislante, la separación entre los componentes de la parte activa eléctrica es relativamente pequeña. Estos transformadores presentan, sin embargo, el inconveniente de ser relativamente complejos y - debido al uso de un tanque y de un medio aislante diferente del aire - relativamente costosos. Además, con frecuencia son necesarios medios refrigerantes en dichos transformadores con objeto de refrigerar activamente
35 el espacio aislante, y en particular el espacio entre las bobinas. Estos medios refrigerantes contribuyen aún más a la complejidad y al elevado coste de los transformadores de gas y de líquido.

Los transformadores secos, que son típicamente utilizados hasta un voltaje de 36 kV, son menos complejos, pero tienen el inconveniente de grandes separaciones debido al rendimiento aislante relativamente bajo del aire. Por lo tanto, los requerimientos espaciales de un transformador seco son relativamente exigentes y su peso es relativamente elevado. Debido a la cantidad de material requerida, los transformadores secos son, por lo tanto, también relativamente costosos.

45 En base a los anteriores inconvenientes del estado de la técnica, el objeto de la presente invención es proporcionar un transformador que - incluso aunque esté designado para voltajes relativamente altos - permita un diseño muy simple y compacto y al mismo tiempo también una reducción substancial en el coste de fabricación.

El objeto es resuelto mediante el transformador según la reivindicación 1. Se dan realizaciones preferidas del transformador en las reivindicaciones dependientes.

50 El transformador de la presente invención comprende un bloque, que define un compartimento cerrado y separado del resto del espacio aislante del transformador. Dicho compartimento cerrado está al menos parcialmente dispuesto en el espacio entre las bobinas, es decir, en el espacio de bobinado.

55 El transformador se caracteriza por el hecho de que el compartimento cerrado incluye un fluido aislante que es diferente del fluido aislante contenido en el resto del espacio aislante del transformador, teniendo el fluido aislante contenido en el compartimento cerrado una mayor fuerza de campo de ruptura dieléctrica que el fluido aislante contenido en el resto del espacio aislante.

60 La presente invención hace uso del descubrimiento de que la separación entre las bobinas tiene un impacto mucho mayor sobre el coste global de fabricación del transformador que, por ejemplo, la separación entre la bobina de alto voltaje y el núcleo magnético. Específicamente, la separación entre las bobinas se relaciona con la impedancia del transformador, lo cual tiene un impacto sobre el número de vueltas de las bobinas y sobre el área de sección transversal del núcleo magnético. En general, las bobinas del transformador según la presente invención son
65 bobinas circulares.

Debido a la presencia de un compartimento cerrado, se puede disponer selectivamente de un fluido aislante que tenga un rendimiento dieléctrico particularmente alto, en particular una elevada fuerza de campo de ruptura dieléctrica, donde el rendimiento dieléctrico es de la mayor importancia, es decir, en el espacio de bobinado. Así, la separación entre las bobinas está según la presente invención significativamente reducida, lo que va junto con una menor impedancia del transformador, un mayor número de vueltas en las bobinas, una reducción en el área de sección transversal del núcleo magnético y finalmente también una reducción del coste de fabricación.

En el resto del espacio aislante fuera del compartimento cerrado, se puede usar aire a presión atmosférica sin aumentar significativamente el peso del transformador, y por lo tanto las dimensiones espaciales del transformador aumentan sólo moderadamente y se puede conseguir un transformador compacto sin necesidad de un tanque.

Por lo tanto, en comparación con los transformadores convencionales aislados con aceite o con gas, se consigue una economización según la invención eliminando el coste de un tanque y de una mayor parte del medio aislante. En comparación con los transformadores convencionales secos, se consigue una economización según la invención disminuyendo la cantidad de material necesaria para el núcleo magnético. El impacto económico de este segundo aspecto es bastante substancial, lo cual es puesto en relieve por el hecho de que en los transformadores secos convencionales el coste del material del núcleo magnético contribuye a aproximadamente la mitad del coste global del transformador.

Debido al alto rendimiento aislante en el espacio de bobinado, se puede usar el transformador de la presente invención hasta voltajes relativamente altos.

Por lo tanto, la presente invención combina las ventajas de un transformador seco con las ventajas de un transformador de líquido o de gas.

Según una realización preferida, el compartimento cerrado corresponde al menos aproximadamente al espacio de bobinado.

El fluido aislante usado en el compartimento cerrado y el resto del espacio aislante del transformador según la presente invención pueden estar en fase líquida o gaseosa. Es también concebible que el fluido aislante forme un sistema bifásico consistente en una primera parte en fase líquida y una segunda parte en fase gaseosa.

Por ejemplo, el fluido aislante contenido en el compartimento cerrado puede ser un gas aislante que comprenda o consista esencialmente en SF_6 o aire a alta presión o cualquier otro gas aislante que tenga un alto rendimiento dieléctrico, en particular que tenga una elevada fuerza de campo de ruptura dieléctrica. De manera alternativa, el fluido aislante puede ser un líquido aislante, por ejemplo seleccionado entre el grupo consistente en Midel 7131® (M&I Materials Limited), aceite de silicona y aceite mineral.

Según otra realización preferida, el compartimento cerrado contiene un gas aislante que tiene una presión mayor que la del gas aislante contenido en el resto del espacio del transformador. Esto es favorable debido al hecho de que el rendimiento dieléctrico del fluido aislante puede verse aumentado por aumento de su presión. Por ejemplo, el aire a una presión absoluta de 5 atm (506625 Pa) tiene una fuerza dieléctrica que es aproximadamente 3 veces mayor que en el aire a presión atmosférica, de tal forma que es posible reducir la separación entre el bobinado primario (alto voltaje) y el secundario (bajo voltaje) en aproximadamente un 60% a un 70%.

Aparte de aire, se ha visto que un gas aislante seleccionado entre el grupo de N_2 , CO_2 y SF_6 , o una mezcla de gases aislantes seleccionada entre el grupo de SF_6 en CO_2 (siendo la razón molar de SF_6 típicamente de aproximadamente un 1%) o de SF_6 en N_2 (siendo la razón molar de SF_6 típicamente de aproximadamente un 5% a un 10%), es particularmente adecuado si se usa a una presión absoluta de aproximadamente 2 atm (202650 Pa) a 5 atm (506625 Pa).

Según una realización particularmente preferida, el fluido aislante comprende una fluorocetona de 4 a 12 átomos de carbono. Estas fluorocetonas sorprendentemente han resultado tener elevadas capacidades aislantes o rendimiento aislante, en particular una elevada fuerza dieléctrica (o fuerza de campo de ruptura), y al mismo tiempo un potencial de calentamiento global (PCG) extremadamente bajo.

En general, la fluorocetona según esta realización preferida tiene la estructura general



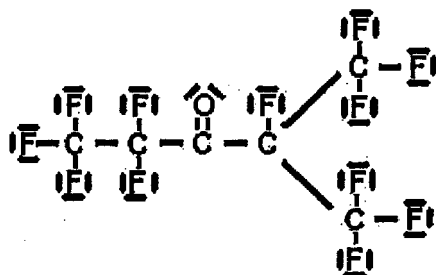
donde R1 y R2 son cadenas al menos parcialmente fluoradas, siendo dichas cadenas independientemente una de otra lineales o ramificadas y teniendo de 1 a 10 átomos de carbono. La definición incluye tanto cetonas perfluoradas como cetonas hidroxifluoradas.

Más preferiblemente, la fluorocetona tiene 6 átomos de carbono (también se hace referencia a ella como una fluorocetona C6). Como se ha mencionado anteriormente, dicha fluorocetona C6 puede ser una cetona perfluorada (de fórmula molecular $C_6F_{12}O$) o una cetona hidroxifluorada.

5 Si se usa un gas aislante, puede ser una mezcla de gases, que preferiblemente incluye la fluorocetona antes mencionada junto con aire o al menos un componente del aire, en particular seleccionado entre el grupo consistente en dióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2) y nitrógeno (N_2), como gas tampón o vehículo. De manera alternativa, el gas aislante puede consistir substancialmente en fluorocetona.

10 Entre las fluorocetonas más preferidas de 6 átomos de carbono, se ha visto que la dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona es particularmente preferida por sus elevadas propiedades aislantes y su extremadamente bajo PCG.

15 La dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona (también denominada 1,1,1,2,2,4,5,5,5-nonafluoro-4-(trifluorometil)-3-pentanona, perfluoro-2-metil-3-pentanona o $CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$) sólo ha sido considerada útil con anterioridad para aplicaciones completamente diferentes, a saber, en el procesamiento de metales reactivos fundidos (tal como se hace referencia en WO 2004/090177), para la limpieza de un reactor de vapor (tal como se hace referencia en WO 02/086191) y en sistemas de extinción de incendios, o en forma líquida para la refrigeración de sistemas electrónicos, o para el procedimiento de Rankine en pequeñas centrales eléctricas (tal como se hace referencia en EP-A-1764487). La dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona es transparente, incolora y prácticamente inodora. A
20 continuación, se da su fórmula estructural:



25 La dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona tiene una vida media en la atmósfera de aproximadamente 5 días y su PCG es sólo de aproximadamente 1. Además, su potencial de depleción de ozono (PDO) es cero. Por lo tanto, la carga medioambiental es mucho menor que la de los gases aislantes convencionales típicos.

Además, la dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona no es tóxica y ofrece márgenes notables de seguridad humana.

30 La dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona tiene un punto de ebullición de 49,2°C a 1 bar. Su presión de vapor, es decir, la presión de vapor en equilibrio con sus fases de no vapor, es de aproximadamente 40 kPa a 25°C. Por lo tanto, se puede conseguir una presión parcial de dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona suficiente para obtener excelentes propiedades dieléctricas incluso a temperaturas relativamente bajas.

35 Según otra realización preferida, las bobinas están embebidas en el material del bloque. En esta realización, el material del bloque contribuye además al aislamiento entre las bobinas.

40 La permitividad del material del bloque es preferiblemente superior a la permitividad del fluido aislante contenido en el compartimento cerrado. Más preferiblemente, la permitividad del material del bloque es superior en un factor de al menos 1.5, y más preferiblemente en un factor mayor de 3.

45 Debido a la menor permitividad del fluido aislante en el compartimento cerrado en comparación con la permitividad del material del bloque, el estrés dieléctrico en el material del bloque y los fenómenos de descarga son reducidos, y por lo tanto muy bajos. Por lo tanto, la fiabilidad dieléctrica y la duración de vida del material del bloque mejoran y son independientes de su calidad debido a la ausencia de fenómenos de descarga.

50 Según una realización particularmente preferida, el bloque está preferiblemente hecho de una resina epoxi. La resina epoxi tiene una permitividad relativa de aproximadamente 4,3, la cual es, por lo tanto, mucho mayor que, por ejemplo, la del aire (que tiene una permitividad relativa de 1) y la de la dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona (que tiene una permitividad relativa de 1,84).

Con objeto de mejorar aún más el rendimiento dieléctrico conseguido en el espacio de bobinado, el compartimento cerrado está según otra realización preferida dividido por al menos una barrera en al menos dos subcompartimentos.

55 Según otra realización preferida, el transformador tiene además un sistema de control de presión designado para controlar la presión en el compartimento cerrado. Las variaciones de presión causadas por, por ejemplo, una fuga de

gas o un cambio en la temperatura pueden ser eficazmente compensadas por medio del sistema de control de presión.

Para permitir la refrigeración del bloque, se prefiere además que el transformador incluya también un sistema de refrigeración, teniendo dicho sistema de refrigeración medios para la circulación del fluido aislante en un circuito cerrado desde el compartimento cerrado hasta un espacio externo donde se libera calor. Esto es particularmente preferido para realizaciones en las que el calentamiento supone un problema, ya que el espacio de bobinado no puede ser refrigerado por convección del fluido aislante como en los transformadores convencionales secos y de gas/líquido mencionados anteriormente. En particular, el sistema de refrigeración incluye una bomba que permite al fluido aislante circular entre el compartimento cerrado y un espacio de refrigeración externo, en donde se enfría el fluido aislante, por ejemplo por medio de un intercambiador de calor externo.

El transformador de la presente invención es particularmente adecuado para uso a un voltaje de 10 kV a 300 kV, preferiblemente de 20 kV a 150 kV, más preferiblemente de 36 kV a 110 kV, y más preferiblemente a aproximadamente 72.5 kV. Esto es debido al hecho de que, en los rangos mencionados, se puede conseguir una reducción máxima del material necesario, y por lo tanto un correspondiente ahorro en coste.

La presente invención es además ilustrada por medio de la Fig. 1, que muestra esquemáticamente una vista en sección de una parte de un transformador según la presente invención.

El transformador 2 según la Fig. 1 comprende una parte activa eléctrica 4, que comprende una bobina primaria 8, una bobina secundaria 6 y un núcleo magnético 10 como componentes de la parte activa eléctrica.

Las bobinas 6, 8 están enrolladas alrededor del núcleo magnético 10 y están separadas radialmente entre sí por un espacio de bobinado 12. En la realización dada en la Fig. 1, la bobina secundaria radialmente interna 6 es una bobina de bajo voltaje y la bobina primaria radialmente externa 8 es una bobina de alto voltaje.

La parte activa eléctrica 4 está dispuesta en un espacio aislante 14 que contiene un fluido aislante 16.

Según la Fig. 1, las bobinas 6, 8 están embebidas en un bloque 18 hecho de una resina epoxi, definiendo dicho bloque 18 un compartimento cerrado 20 separado del resto del espacio aislante 22. Este compartimento cerrado 20 está dispuesto entre las bobinas 6, 8 y, por lo tanto, en el espacio de bobinado 12. En la realización mostrada en la Fig. 1, el compartimento cerrado 20 tiene una forma alargada y con sus extremos protruye en los extremos superiores 6', 8' y los extremos inferiores 6'', 8'' de las bobinas 6, 8. En el compartimento cerrado 20, está dispuesta una barrera 24 que se extiende longitudinalmente y que divide el compartimento cerrado 20 en dos subcompartimentos 26a, 26b. La barrera sólida 24 evitará que los componentes cargados del fluido aislante 16a se aceleren eléctricamente en el compartimento cerrado 20 e induzcan cualquier arco voltaico.

El hecho de que el compartimento cerrado 20 dispuesto en el espacio de bobinado 12 esté completamente separado del resto del espacio aislante 22 permite al compartimento cerrado 20 contener un fluido aislante 16a que es diferente del fluido aislante 16b del resto del espacio aislante 22 y/o que tiene una presión diferente. Por lo tanto, se puede obtener selectivamente una fuerza dieléctrica específicamente alta en el espacio de bobinado 12.

La parte activa eléctrica puede estar encerrada por un tanque (no mostrado), tal como en un transformador convencional de líquido o de gas, y por lo tanto estar dispuesta en un espacio aislante cerrado. De manera alternativa, el transformador 2 puede estar desprovisto de tanque, tal como en un transformador convencional seco. El fluido aislante en el resto del espacio aislante 22 fuera del compartimento cerrado 20 es en esta última realización aire a presión atmosférica.

La Fig. 1 también muestra esquemáticamente un sistema de refrigeración 28 adaptado para refrigerar el bloque 18. El sistema de refrigeración 28 incluirá preferiblemente medios para la circulación del fluido aislante 16a en un circuito cerrado desde el compartimento cerrado 20 hasta un espacio externo 30 en el que se libera calor. Esto es particularmente preferido para realizaciones en las que el calentamiento supone un problema, ya que el espacio de bobinado 12 no puede refrigerarse por convección del fluido aislante 16 o 16a, 16b como en los transformadores convencionales secos y de gas/líquido. En particular, el sistema de refrigeración 28 puede incluir una bomba que permita al fluido aislante 16a contenido en el compartimento por lo demás cerrado 20 circular entre el compartimento cerrado 20 y el espacio de refrigeración externo 30, en el que se enfría el fluido aislante 16a, por ejemplo por medio de un intercambiador de calor externo.

La Fig. 1 muestra además esquemáticamente una realización con el transformador 2 que tiene un sistema de control de presión 32 designado para controlar la presión en el compartimento cerrado 20. Las variaciones en la presión causadas por, por ejemplo, una fuga de gas o un cambio en la temperatura pueden ser eficazmente compensadas por medio del sistema de control de presión 32.

Lista de los números de referencia

	2	transformador
	4	parte activa eléctrica
5	6	bobina secundaria
	8	bobina primaria
	10	núcleo magnético
	12	espacio de bobinado, espacio intersticial de bobinado
	14	espacio aislante
10	16	fluido aislante
	16a	fluido aislante contenido en el compartimento cerrado
	16b	fluido aislante contenido en el resto del espacio aislante
	18	bloque
	20	compartimento cerrado
15	22	resto de espacio aislante
	24	barrera
	26a, 26b	subcompartimentos
	28	sistema de refrigeración
	30	espacio externo, espacio de intercambio de calor o de refrigeración
20	32	sistema de control de presión.

REIVINDICACIONES

1. Un transformador (2) que contiene un espacio aislante, que incluye un fluido aislante (16, 16b), y una parte activa eléctrica,
 5 estando dispuesta la parte activa eléctrica en el espacio aislante y teniendo una bobina primaria (8), una bobina secundaria (6) y un núcleo magnético (10),
 estando dichas bobinas (6, 8) enrolladas alrededor del núcleo magnético (10) y estando radialmente separadas entre sí por un espacio intersticial de bobinado (12),
 10 donde el transformador (2) comprende además un bloque (18) que define un compartimento (20) cerrado y separado de un resto de espacio aislante (22), estando dispuesto dicho compartimento cerrado (20) al menos parcialmente en el espacio intersticial de bobinado (12),
caracterizado por que el compartimento cerrado (20) contiene un fluido aislante (16a) que es diferente del fluido aislante (16b) contenido en el resto del espacio aislante (22) del transformador (2), teniendo el fluido aislante (16a) contenido en el compartimento cerrado (20) una mayor fuerza de campo de ruptura dieléctrica que el fluido aislante (16b) contenido en el resto del espacio aislante (22).
 15
2. Transformador (2) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el fluido aislante (16a) en el compartimento cerrado y el fluido aislante (16b) en el resto del espacio aislante (22) están en fase líquida, en fase gaseosa o forman un sistema bifásico que comprende una primera parte en fase líquida y una segunda parte en fase gaseosa.
 20
3. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el compartimento cerrado (20) contiene un gas aislante (16a) que tiene una mayor presión que el gas aislante (16b) contenido en el resto del espacio (22) del transformador (2).
- 25 4. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el fluido aislante, en particular el fluido aislante (16a) en el compartimento cerrado (20), comprende una fluorocetona de 4 a 12 átomos de carbono.
5. Transformador (2) según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la fluorocetona tiene la estructura general R1-CO-R2, donde R1 y R2 son cadenas al menos parcialmente fluoradas, siendo dichas cadenas independientemente la una de la otra lineales o ramificadas y teniendo de 1 a 10 átomos de carbono, y **por que** la fluorocetona es una cetona perfluorada o una cetona hidrofluorada, en particular **por que** la fluorocetona tiene 6 átomos de carbono y preferiblemente tiene la fórmula molecular $C_6F_{12}O$ y más preferiblemente es dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona.
 30
6. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado por que** el fluido aislante (16; 16a, 16b) es seleccionado entre el grupo de SF_6 , aire a alta presión, midel, aceite mineral y aceite de silicona.
 35
7. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** las bobinas (6, 8) están embebidas en el material del bloque (18).
 40
8. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la permitividad relativa del material del bloque (18) es mayor que la permitividad relativa del fluido aislante (16a) en el compartimento cerrado (20), preferiblemente en un factor de al menos 1,5 y más preferiblemente en un factor superior a 3.
 45
9. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el bloque (18) está hecho de una resina epoxi.
10. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el
 50 compartimento cerrado (20) está dividido por al menos una barrera (24) en al menos dos subcompartimentos (26a, 26b).
11. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** incluye además un sistema de control de presión (32) designado para controlar la presión en el compartimento cerrado (20).
 55
12. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** incluye además un sistema de refrigeración (28) para refrigerar el bloque (18), teniendo dicho sistema de refrigeración (28) medios para la circulación del fluido aislante (16a) en un circuito cerrado desde el compartimento cerrado (20) hasta un espacio externo (30), donde se libera calor.
 60
13. Transformador (2) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el compartimento cerrado (20) se corresponde al menos aproximadamente con el espacio de bobinado (12).
14. Transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la parte activa eléctrica está encerrada por un tanque y, por lo tanto, está dispuesta en un espacio aislante cerrado, o de manera
 65

alternativa el transformador (2) está desprovisto de tanque y el fluido aislante (16, 16b) en el resto del espacio aislante (22) fuera del compartimento cerrado (20) es aire a presión atmosférica.

- 5 15. Uso de un transformador (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes para operación a un voltaje de 10 kV a 300 kV, preferiblemente de 20 kV a 150 kV, más preferiblemente de 36 kV a 110 kV y más preferiblemente a aproximadamente 72,5 kV.

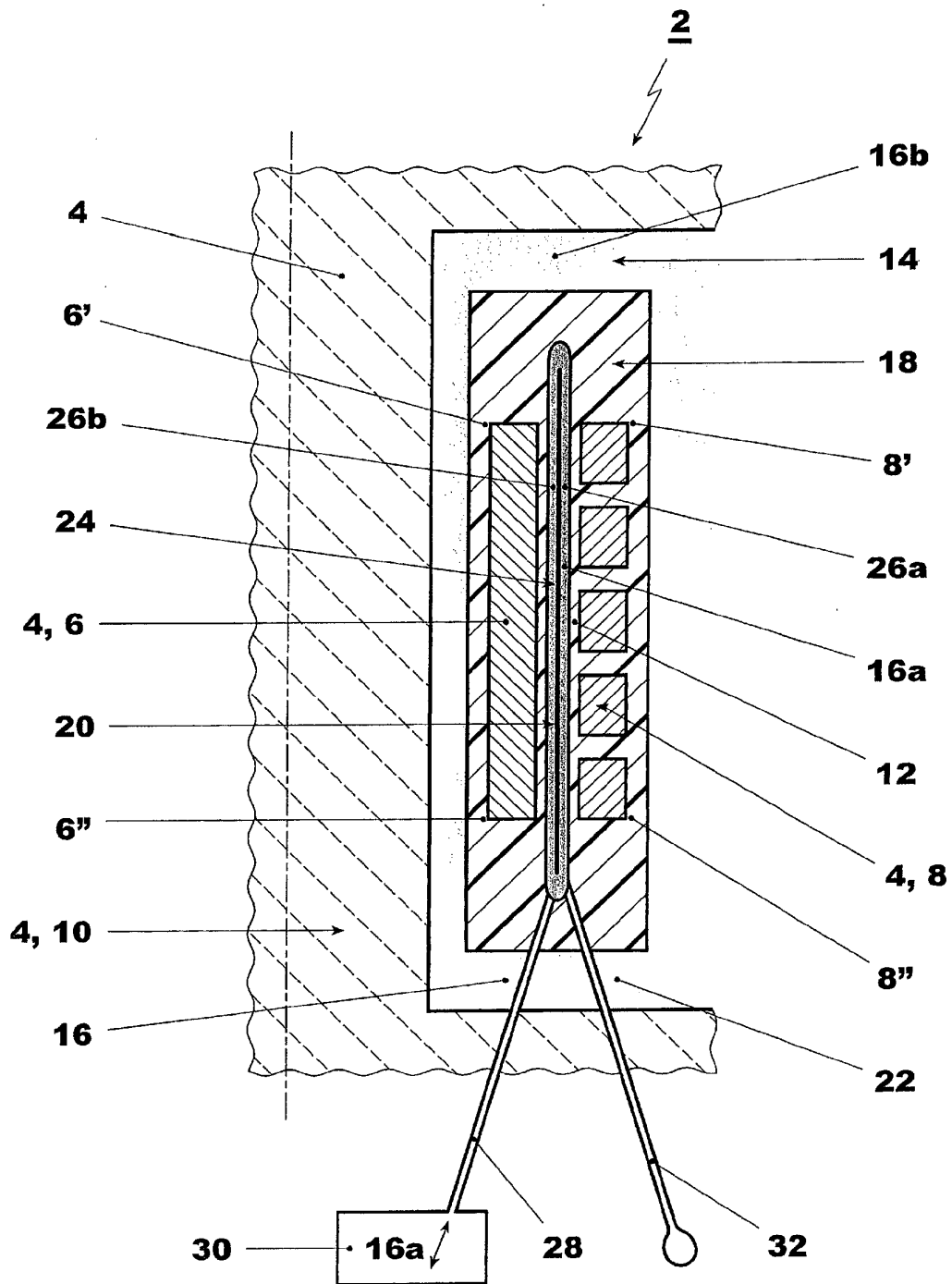


FIG. 1