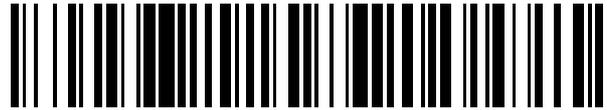


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 449 392**

51 Int. Cl.:

H02K 9/12 (2006.01)

H02K 1/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.1998 E 98810734 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 0899856**

54 Título: **Turbogenerador**

30 Prioridad:

23.08.1997 DE 19736785

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

19.03.2014

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
BROWN BOVERI STRASSE 7
5400 BADEN, CH**

72 Inventor/es:

**HESS, STEPHAN;
JOHO, REINHARD;
VON WOLFERSDORF, JENS, DR. y
ZIMMERMANN, HANS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 449 392 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

Turbogenerador.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de las máquinas dinamoeléctricas. Concierno a un turbogenerador con un rotor y un estator que rodea concéntricamente al rotor y que está separado de dicho rotor por un entrehierro, así como con un dispositivo de refrigeración en el que un ventilador principal aspira un refrigerante gaseoso que circula por canales de refrigeración correspondientes en el rotor y en el estator y lo impulsa a través de un refrigerador para devolverlo a los canales de refrigeración, circulando el refrigerante por el rotor en dirección axial, pasando en estado calentado al entrehierro y siendo hecho retornar desde el entrehierro hasta el ventilador principal.

10 Un turbogenerador de esta clase es conocido, por ejemplo, por el documento US-A 4,379,975.

Estado de la técnica

15 Los turbogeneradores grandes tienen que refrigerarse para garantizar un funcionamiento sin perturbaciones y para aprovechar el pleno potencial de su capacidad a fin de evacuar el calor de pérdida producido en los devanados y en el hierro del rotor y el estator. Para la refrigeración se emplea la mayoría de las veces un refrigerante gaseoso tal como aire o bien hidrógeno, que se envía a través de taladros o hendiduras correspondientes del rotor y el estator y a continuación se enfría nuevamente en un refrigerador. Se presta aquí especial atención a las cabezas de bobina del devanado del estator, en las que se produce una cantidad especialmente grande de calor de pérdida a causa de la geometría de los conductores y de los campos de dispersión ligados a ésta. Si el refrigerante que circula por el rotor y el estator es aspirado aquí hacia fuera de la zona de refrigeración por ventiladores principales asentados sobre los extremos del rotor y es forzado nuevamente hacia la zona de refrigeración a través de un refrigerador pospuesto, se habla de una refrigeración por aspiración ("reverse flow cooling").

20 En el rotor el refrigerante circula axialmente hacia dentro desde los extremos en taladros correspondientes del conductor del rotor, después de absorber el calor de pérdida del rotor pasa radialmente al entrehierro entre el rotor y el estator y de nuevo circula axialmente hacia fuera en el entrehierro hasta los ventiladores principales. El refrigerante que sale del rotor tiene aquí, especialmente también en las zonas extremas del rotor, una temperatura netamente más alta que la del estator.

25 El entrehierro entre el rotor y el estator es de dimensión relativamente estrecha, de modo que resulta para la refrigeración del rotor una resistencia al flujo relativamente alta que dificulta la circulación del refrigerante y, por tanto, limita la acción de refrigeración. Además, el refrigerante sometido a un calentamiento relativamente fuerte en el rotor cede calor al estator al deslizarse a lo largo de la pared del ánima del estator o al chocar con ella, con lo que se perjudica la refrigeración del estator.

30 En el documento citado al principio se propone instalar en el entrehierro, en la zona extrema del estator, una corta pieza cilíndrica de entrehierro de forma anular que sea bañada en el lado posterior por aire frío procedente de varias hendiduras radiales y que en el lado delantero haga que la corriente de gas relativamente caliente que sale de la zona extrema del rotor sea apartada o desviada de manera que no choque con la superficie interior del ánima del estator. Debido a la limitación de la pieza cilíndrica de entrehierro a las zonas extremas del estator se evita o reduce ciertamente la desventajosa influencia del gas refrigerante calentado con especial fuerza, procedente de la zona de las cabezas de bobina del rotor, sobre el estator, si bien la zona restante del estator está expuesta todavía al refrigerante relativamente caliente que circula en el entrehierro, de modo que justamente en la zona del estator próxima al eje, en donde se encuentran los devanados del estator, la refrigeración resulta más bien perjudicada. En particular, debido a esta medida ocurre igualmente que más bien se empeora que se mejora la circulación del refrigerante a través del rotor.

35 El documento GB-A-730 515 revela una máquina dinamoeléctrica refrigerada por gas con un rotor hendido con devanado de rotor que está rodeado concéntricamente por un estator laminado hendido con un devanado de rotor (14) y que está separado por un entrehierro. Para la refrigeración del rotor y el estator están previstos un soplante sobre el árbol del rotor en un extremo y unos ventiladores en ambos extremos. El soplante se utiliza para la refrigeración del rotor, mientras que los ventiladores se hacen cargo de la refrigeración del estator. La refrigeración está concebida como una refrigeración a presión.

40 Se conoce por el documento DE-A1-40 32 944 una máquina eléctrica refrigerada por gas que es refrigerada también a presión y en la que se forman en el centro del paquete de chapas del estator por medio de paquetes parciales distanciados unos canales de rotor radiales para devolver el refrigerante calentado del rotor y el entrehierro a los refrigeradores.

Exposición de la invención

El cometido de la invención consiste en crear un turbogenerador que se caracterice por una refrigeración mejorada

del rotor y que haga posible al mismo tiempo de manera sencilla un desacoplamiento térmico de la refrigeración del rotor y el estator.

5 El problema se resuelve en un turbogenerador de la clase citada al principio por el hecho de que el refrigerante calentado por el rotor es conducido radialmente hacia fuera del entrehierro por canales de salida del estator y, fuera del estator, es devuelto al ventilador principal a través de un retorno de aire de refrigeración. Gracias a que, según la invención, el refrigerante que sale del rotor es hecho retornar desde el entrehierro a través de canales de salida radiales del estator, se puede optimizar la circulación del refrigerante a través del rotor con independencia del entrehierro.

10 Una primera forma de realización preferida del turbogenerador según la invención se caracteriza por que dentro de los canales de salida están dispuestos unos medios separadores que impiden que el refrigerante calentado conducido hacia fuera por los canales de salida entre en contacto con el estator, y por que los medios separadores son paquetes de chapa separadoras orientados transversalmente al eje del turbogenerador y comprenden almas distanciadoras entre los paquetes de chapas separadoras que están orientadas en dirección normal al eje del turboalimentador. Gracias a los medios separadores se impide que las corrientes del refrigerante relativamente caliente que viene del rotor cedan calor al estator durante su retorno al ventilador principal y perjudiquen así la refrigeración del estator. Gracias a la utilización de paquetes de chapas separadoras como medios separadores se simplifica considerablemente la construcción, ya que los paquetes de chapas separadoras pueden construirse exactamente igual que la propia chapa del estator y son parte integrante del circuito magnético. Como quiera que las almas distanciadoras necesarias de todos modos para la formación de los canales de salida se emplean al mismo tiempo como medios separadores, se obtiene una simplificación adicional.

15 Una segunda forma de realización preferida del turbogenerador según la invención se caracteriza por que en el estator están dispuestas entre los canales de salida unas hendiduras de entrada radiales a través de las cuales entra refrigerante de fuera a dentro para refrigerar el estator, y por que están dispuestos unos taladros en la culata del estator y unos canales de refrigeración en el diente del estator, los cuales, discurrendo transversalmente a las hendiduras de entrada y los canales de salida, unen mutuamente las respectivas hendiduras de entrada y canales de salida contiguos. Los canales de salida existentes para hacer retornar el refrigerante desde el rotor pueden emplearse así simultáneamente de manera sencilla para hacer que retorne también de dentro a fuera el refrigerante que circula por el estator. Si no se prevén unos medios separadores en los canales de salida, se reúnen allí las dos corrientes de refrigerante procedentes del rotor y el estator.

20 Sin embargo, en un perfeccionamiento preferido de esta forma de realización están dispuestos dentro de los canales de salida unos medios separadores que impiden que el refrigerante calentado procedente del rotor y conducido hacia fuera por los canales de salida entre en contacto con el estator y que comprenden paquetes de chapas separadoras orientados transversalmente al eje del turbogenerador. Los paquetes de chapas separadoras están distanciados de las paredes del estator y forman hendiduras de refrigeración entre ellos y las paredes. Los taladros de la culata del estator y los canales de refrigeración del diente de dicho estator desembocan, por sus extremos vueltos hacia los canales de salida, en las respectivas hendiduras de refrigeración. Las corrientes de refrigerante procedentes del rotor y del estator son hechas retornar así, separadas una de otra, en los canales de salida, de modo que, con un gasto de construcción reducido, se minimiza la influenciación térmica mutua.

25 Otra forma de realización preferida del turbogenerador según la invención se caracteriza por que las hendiduras de refrigeración y las hendiduras de entrada están unidas en sus extremos próximos al eje con las prerranuras del estator, por que las prerranuras del estator están cerradas a haces por unos medios de cierre contra el entrehierro y forman canales de refrigeración que son recorridos por el refrigerante, por que las hendiduras de entrada están cerradas a haces hacia el entrehierro por una respectiva pieza inserta, y por que las hendiduras de refrigeración de cada canal de salida están cerradas hacia el entrehierro por una segunda pieza inserta que presenta la forma de un perfil rectangular abierto con aristas redondeadas hacia dentro. Gracias a la incorporación de las prerranuras del estator como canales de refrigeración se mejora aún más la refrigeración del estator en la zona del diente del mismo. Al mismo tiempo, debido al cierre a haces hacia el entrehierro se minimizan las pérdidas por rozamiento en la superficie del rotor.

Otras formas de realización se desprenden de las reivindicaciones subordinadas.

50 Breve explicación de las figuras

La invención se explicará seguidamente con más detalle ayudándose de ejemplos de realización en relación con el dibujo. Muestran:

La figura 1, en una sección longitudinal esquematizada de un lado del turbogenerador, un primer ejemplo de realización preferido de la invención;

55 La figura 2, un fragmento ampliado de la figura 1 para representar mejor los diferentes canales de refrigeración en el

estator;

La figura 3, en una sección longitudinal fragmentaria, la construcción en la zona del diente del estator de una hendidura de entrada preferida tomada a título de ejemplo, tal como ésta puede utilizarse en el turbogenerador según la invención;

- 5 La figura 4, en una sección longitudinal correspondiente a la figura 3, la construcción en la zona del diente del estator de un canal de salida preferido tomado a título de ejemplo, tal como éste puede utilizarse en el turbogenerador según la invención;

La figura 5, la sección transversal fragmentaria a través del canal de salida según la figura 4 con aberturas adicionales en los paquetes de chapas separadoras para homogeneizar el flujo; y

- 10 La figura 6, en sección transversal, una variante de la figura 5, en la que se forman mediante una mecanización correspondiente de los paquetes de chapas separadoras unas hendiduras adicionales para guiar el refrigerante en las proximidades de los conductores.

Modos de realización de la invención

- 15 En la figura 1 se reproduce en una sección longitudinal esquematizada de un lado del turbogenerador un primer ejemplo de realización preferido de la invención. El turbogenerador 10 comprende un rotor 11 que está montado de manera giratoria alrededor de un eje y que está rodeado concéntricamente por un estator 12. El rotor, cuya construcción y devanado interiores no se muestran, lleva en el extremo un ventilador principal 33 que aspira a través de un canal de retorno 30 (refrigeración por aspiración) un refrigerante gaseoso (aire o H₂) que circula por el rotor 11 y el estator 12, y lo fuerza, a través de un canal refrigerador 25, por una serie de refrigeradores 22, 23 y 24 en los
20 que se extrae nuevamente del refrigerante el calor absorbido en el rotor 11 y el estator 12. Se reparte entonces el refrigerante enfriado y se le envía por caminos diferentes a través del rotor 11 y el estator 12 para absorber y evacuar el calor de pérdida allí producido en los devanados y en el hierro durante el funcionamiento del turbogenerador 10.

- 25 Una primera corriente parcial del refrigerante es conducida al rotor 11 a través de una alimentación de aire de refrigeración 29 y es introducida allí axialmente para refrigerar la cabeza de bobina del rotor y el devanado del mismo (para los detalles véase, por ejemplo, el documento US-A 4,379,975 citado al principio). El refrigerante calentado en el rotor 11 pasa radialmente al entrehierro 14 entre el rotor 11 y el estator 12 y es conducido desde allí radialmente hacia fuera a través de una pluralidad de canales de salida 15 dispuestos distribuidos por toda la longitud del estator, es acumulado en un retorno de aire de refrigeración 21 situado fuera del estator 12 y es
30 conducido de vuelta al ventilador principal 33 a través del canal de retorno 30. La transferencia del refrigerante de los canales de salida 15 al retorno de aire de refrigeración 21 se efectúa a través de un sistema de cámaras que no se representa explícitamente en la figura 1.

- 35 Una segunda corriente parcial del refrigerante pasa de uno de los refrigeradores 22-24 al espacio del estator 12, en el que cuelga libremente la cabeza de bobina 31 del devanado 32 del estator, y que está subdividido por un tabique 27 en una zona de alimentación 26 y una zona de evacuación 28. El refrigerante entra en la zona de alimentación 26, baña la cabeza de bobina 31 del estator y se reparte en tres corrientes parciales (véanse las flechas de flujo dibujadas), de las cuales la primera entra lateralmente en la culata 13 del estator y es conducida radialmente hacia fuera por una hendidura de refrigeración 19 del lado del borde de la culata 13 del estator, la segunda entra en el entrehierro 14 y llega al exterior por los canales de salida 15 juntamente con la corriente de refrigerante que sale del
40 rotor 11, y la tercera es desviada hacia la zona de evacuación 28, baña una segunda vez la cabeza de bobina 31 del estator y es devuelta al retorno de aire de refrigeración 21.

- Otras corrientes parciales procedentes de los refrigeradores 22-24 son repartidas por un sistema de cámaras no mostrado de una alimentación de aire de refrigeración 20 hacia una pluralidad de hendiduras de entrada 18 que conducen radialmente de fuera a dentro en el estator 12 y están dispuestas entre los canales de salida 15. En las
45 hendiduras de entrada 18 el refrigerante fluye hacia el entrehierro 14, pero no entra en dicho entrehierro 14, ya que las hendiduras de entrada 18 están cerradas hacia el entrehierro 14, sino que dicho refrigerante circula en canales de refrigeración (flechas en la figura 1), previstos transversalmente a las hendiduras de entrada 18 del estator 12, hacia los canales de salida contiguos 15 y desde allí sigue hacia fuera volviendo al retorno de aire de refrigeración 21. La conducción de las corrientes de refrigerante procedentes del rotor 11 y del estator 12 en los canales de salida
50 15 se efectúa en este caso por separado. Para la separación se emplean preferiblemente unos paquetes de chapas separadoras 16, 17 cuya construcción y disposición se describen seguidamente con más detalle todavía.

- La conducción de las corrientes del medio refrigerante en el estator 12 puede apreciarse en la representación de la figura 2, que reproduce un fragmento ampliado de la zona del estator de la figura 1. El fragmento comprende un canal de salida 15 y dos hendiduras de entrada contiguas 18. El canal de salida 15 contiene dos paquetes de chapas separadoras 16 y 17 que están distanciados de la respectiva pared del canal de salida 15 y también están
55 distanciados entre ellos. Se forman así en el canal de salida 15 un canal central 15c y dos hendiduras de

refrigeración separadas lateralmente adyacentes 15a y 15b. El canal central 15c está abierto hacia el entrehierro 14. Por él circula hacia fuera el refrigerante que viene del rotor 11 y que se ha calentado con relativa fuerza, sin que entre en contacto con las paredes del estator 12.

5 En la culata 13 del estator están dispuestos unos taladros 34, 35 distribuidos alrededor del eje del generador. En el diente del estator, es decir, en la zona del estator 12 que contiene las ranuras y prerranuras para recibir el devanado 32 del estator, están dispuestos entre las ranuras del estator unos canales de refrigeración 36, 37 que - al igual que los taladros 34, 35 -, discurriendo transversalmente a las hendiduras de entrada 18 y los canales de salida 15, unen mutuamente las respectivas hendiduras de entrada 18 y canales de salida 15a, 15b contiguos. Los taladros 34, 35 de la culata 13 del estator y los canales de refrigeración 36, 37 del diente de dicho estator desembocan, por sus extremos vueltos hacia los canales de salida 15, en las respectivas hendiduras de refrigeración 15a,b. Las hendiduras de refrigeración 15a,b están cerradas hacia el entrehierro por una pieza inserta 40 con cantos redondeados hacia dentro. Las hendiduras de entrada 18 están cerradas a haces hacia el entrehierro 14 por unas piezas insertas correspondientes 39. Se obtiene así un ánima lisa 45 del estator que minimiza las pérdidas de rozamiento superficial del rotor 11 en el entrehierro 14. En la configuración según la figura 2 el refrigerante encargado de refrigerar el estator 12 pasa a las hendiduras de entrada 18, circula por los taladros 34, 35 y los canales de refrigeración 36, 37 hasta las hendiduras de refrigeración contiguas 15a,b y se dirige allí nuevamente hacia fuera saliendo del estator 12. La disposición, el número y la sección transversal de flujo de los taladros 34, 35 y los canales de refrigeración se eligen aquí de modo que el estator 12, en zonas de calentamiento con intensidad diferente, sea refrigerado también en grado diferente. Además, se aprovechan para la refrigeración las prerranuras 38 del estator, las cuales están unidas tanto con las hendiduras de entrada 18 como con los canales de refrigeración 15a,b.

25 En una sección longitudinal a través de una de las hendiduras de entrada (18 en la figura 2) se muestra en la figura 3 un ejemplo de realización preferido para la construcción de una hendidura de entrada de esta clase. Para separar los paquetes de chapas contiguos de la culata del estator se han dispuesto en ambos lados de las ranuras 54, 55 del estator en las que está alojado el devanado 32, 32a de dicho estator, unas respectivas almas distanciadoras 41 que forman entre las ranuras 54, 55 del estator las paredes laterales de la hendidura de entrada 18. Los canales de refrigeración 36, 37 ó 36a, 37a, que tienen una sección transversal alargada para optimizar la acción de refrigeración, salen lateralmente de la hendidura de entrada 18. Las prerranuras 38 del estator, las cuales están en sí separadas de la hendidura de entrada 18 por las almas distanciadoras 41, se unen con la hendidura de entrada 18 por medio de aberturas correspondientes 46 practicadas en las almas distanciadoras separadoras. Las cuñas 42 de cierre de las ranuras, con las cuales se inmovilizan los devanados 32, 32a en las ranuras 54, 55 del estator, están provistas de unos chaflanes 43 para hacer posible una circulación sin impedimentos del refrigerante desde la hendidura de entrada 18 a través de las aberturas 46 y desde las ranuras 54, 55 del estator hasta las prerranuras 38 de dicho estator. Las prerranuras 38 del estator están cerradas hacia el entrehierro 14 por unos cuerpos de desplazamiento 44 que, por un lado, garantizan una superficie lisa del ánima 45 del estator y, por otro lado, debido a la reducción de la sección transversal, aumentan la velocidad de flujo del refrigerante en las prerranuras 38 del estator y, por tanto, la acción de refrigeración.

40 En la figura 4 se reproduce la sección longitudinal correspondiente a la figura 3 a través de las hendiduras de refrigeración (por ejemplo 15b en la figura 2). Entre la pared del canal de salida 15 o del estator 12 y el primer paquete de chapas separadoras están dispuestas también aquí, a ambos lados de cada ranura 54, 55 del estator, unas almas distanciadoras 49 que forman entre las ranuras 54, 55 del estator las paredes laterales de la hendidura de refrigeración 15b. En la hendidura de refrigeración 15b desembocan los canales de refrigeración 36, 37 y 36a, 37a. Para crear una unión entre la hendidura de refrigeración 15b y las prerranuras 38 del estator están previstas aquí también unas aberturas 50 en las almas distanciadoras separadoras 49. En la figura 4 pueden verse claramente también los cantos redondeados hacia dentro de la pieza inserta 40, los cuales aseguran una afluencia con poca pérdida del refrigerante desde el entrehierro 14 hasta la hendidura de refrigeración 15b. Asimismo, se puede apreciar claramente que la hendidura de refrigeración 15b presenta una sección transversal que aumenta hacia fuera (hacia arriba). Se consigue así una acción de difusor que conduce a un aumento deseado de la presión.

50 En las figuras 5 y 6 se representa la sección transversal a través de un canal de salida 15 según la figura 4. Aparte de las almas distanciadoras 49 que forman las paredes laterales de las hendiduras de refrigeración 15a,b, pueden verse aquí también las almas distanciadoras 48, las cuales están dispuestas entre los paquetes de chapas separadoras 16, 17 y forman las paredes laterales del canal central 15c. En ambas figuras se muestra también a título de ejemplo la pieza inserta 40 (para un canal de salida contiguo). En el ejemplo de realización de la figura 5 se han previsto en los paquetes de chapas separadoras 16, 17, para homogeneizar la circulación, unas aberturas 51 a través de las cuales puede pasar el refrigerante. En el ejemplo de realización de la figura 6 los paquetes de chapas separadoras 16, 17 presentan en la zona de los conductores 53 del devanado 32 del estator unas ranuras a través de las cuales se han tendido los conductores 53 y cuya anchura se ha elegido de modo que entre los conductores 53 y los paquetes de chapas separadoras 16, 17 queden libres unas hendiduras 52 para la circulación del refrigerante. Los paquetes de chapas separadoras - a diferencia de los restantes paquetes de chapas del estator 12 - están así mecánica, eléctrica y, sobre todo, térmicamente desacoplados de los conductores 53 del devanado 32 del estator. El refrigerante puede pasar por las estrechas hendiduras producidas 52 y refrigerar adicionalmente el

conductor 53. Asimismo, las pérdidas eléctricas posiblemente elevadas en los paquetes de chapas separadoras 16, 17 no se transmiten a los conductores 53.

Lista de designaciones

	10	Turbogenerador
5	11	Rotor
	12	Estator
	13	Culata del estator
	14	Entrehierro
	15	Canal de salida (entrehierro)
10	15a,b	Hendidura de refrigeración
	15c	Canal central
	16,17	Paquete de chapas separadoras
	18	Hendidura de entrada
	19	Hendidura de refrigeración
15	20	Alimentación de aire de refrigeración (estator)
	21	Retorno de aire de refrigeración
	22,23,24	Refrigerador
	25	Canal refrigerador
	26	Zona de alimentación
20	27	Tabique
	28	Zona de evacuación
	29	Alimentación de aire de refrigeración (rotor)
	30	Canal de retorno
	31	Cabeza de bobina de estator
25	32,32a	Devanado del estator
	33	Ventilador principal
	34,35	Taladro (culata del estator)
	36,37	Canal de refrigeración (diente del estator)
	36a,37a	Canal de refrigeración (diente del estator)
30	38	Prerranura del estator
	39	Pieza inserta
	40	Pieza inserta (perfil rectangular abierto)
	41,48,49	Alma distanciadora
	42	Cuña de cierre de ranura
35	43	Chaflán
	44	Cuerpo de desplazamiento (prerranura del estator)
	45	Ánima del estator
	46	Abertura (alma distanciadora 41)
	47	Abertura (canal de salida 15)
40	50	Abertura (alma distanciadora 49)
	51	Abertura (paquete de chapas separadoras)
	52	Hendidura (ranura de conductor del paquete de chapas separadoras)
	53	Conductor (devanado del estator)
	54,55	Ranura del estator

REIVINDICACIONES

1. Turbogenerador (10) con un rotor (11) y un estator (12) que rodea concéntricamente al rotor (11) y esta separado de dicho rotor (11) por un entrehierro (14), así como con un dispositivo de refrigeración en el que un ventilador principal (33) aspira un refrigerante gaseoso que circula por canales de refrigeración correspondientes del rotor (11) y el estator (12) y lo impulsa de vuelta a los canales de refrigeración a través de un refrigerador (22, 23, 24), circulando el refrigerante por el rotor (11) en dirección axial, pasando en estado calentado al entrehierro (14) y siendo conducido de vuelta al ventilador principal (33) desde el entrehierro (14), **caracterizado** por que el refrigerante calentado por el rotor (11), procedente del entrehierro (14), es conducido radialmente hacia fuera por canales de salida (15) del estator (12) y, fuera de dicho estator (12), es devuelto al ventilador principal (33) a través de un retorno de aire de refrigeración (21).
2. Turbogenerador según la reivindicación 1, **caracterizado** por que dentro de los canales de salida (15) están dispuestos unos medios separadores (16, 17) que impiden que el refrigerante calentado conducido hacia fuera por los canales de salida (15) entre en contacto con el estator (12).
3. Turbogenerador según la reivindicación 2, **caracterizado** por que los medios separadores comprenden unos paquetes de chapas separadoras (16, 17) orientados transversalmente al eje del turbogenerador (10) y unas almas distanciadoras (48) orientadas en sentido normal al eje del turbogenerador (10) y dispuestas entre los paquetes de chapas separadoras (16, 17).
4. Turbogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** por que los canales de salida (15) están configurados con una sección transversal de canal que se agranda hacia fuera.
5. Turbogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que en el estator (12) están dispuestas entre los canales de salida (15) unas hendiduras de entrada radiales (18) a través de las cuales afluye de fuera a dentro un refrigerante para refrigerar el estator (12), y por que están dispuestos unos taladros (34, 35) en la culata (13) del estator y unos canales de refrigeración (36, 37) en el diente del estator, los cuales, discurriendo transversalmente a las hendiduras de entrada (18) y los canales de salida (15), unen mutuamente las respectivas hendiduras de entrada (18) y canales de salida (15) contiguos.
6. Turbogenerador según la reivindicación 5, **caracterizado** por que dentro de los canales de salida (15) están dispuestos unos medios separadores (16, 17; 48, 49) que impiden que el refrigerante calentado conducido hacia fuera por los canales de salida (15), procedente del rotor (11), entre en contacto con el estator (12) y que comprenden unos paquetes de chapas separadoras (16, 17) orientados transversalmente al eje del turbogenerador (10), por que los paquetes de chapas separadoras (16, 17) están distanciados de las paredes del estator (12) y forman entre ellos y las paredes unas hendiduras de refrigeración (15a,b), y por que los taladros (34, 35) de la culata (13) del estator y los canales de refrigeración (36, 37) del diente del estator desembocan, por sus extremos vueltos hacia los canales de salida (15), en las respectivas hendiduras de refrigeración (15a,b).
7. Turbogenerador según la reivindicación 6, **caracterizado** por que las hendiduras de refrigeración (15a,b) y las hendiduras de entrada (18) están unidas en sus extremos próximos al eje con las prerranuras (38) del estator, por que las prerranuras (38) del estator están cerradas a haces contra el entrehierro (14) por unos medios de cierre (44) y forman canales de refrigeración que son recorridos por el refrigerante, por que las hendiduras de entrada (18) están cerradas a haces hacia el entrehierro (14) por una respectiva primera pieza inserta (39), y por que las hendiduras de refrigeración (15a,b) de cada canal de salida (15) están cerradas hacia el entrehierro (14) por una segunda pieza inserta (40) que presenta la forma de un perfil rectangular abierto con aristas redondeadas hacia dentro.
8. Turbogenerador según la reivindicación 7, **caracterizado** por que los paquetes de chapas separadoras (16, 17) de los canales de salida (15) se mantienen a cierta distancia de las paredes del estator (12) por medio de unas primeras almas distanciadoras (49), cuyas almas distanciadoras (49) limitan lateralmente las hendiduras de refrigeración (15a,b) entre ranuras de estator contiguas, por que en las hendiduras de entrada (18) están dispuestas unas segundas almas distanciadoras (41) que limitan lateralmente las hendiduras de entrada (18) entre ranuras de estator contiguas, y por que en las almas distanciadoras primeras y segundas (49 y 41) están previstas unas aberturas (50 y 46) mediante las cuales los canales de salida (15) y las hendiduras de entrada (18) están unidos con las prerranuras contiguas (38) del estator.
9. Turbogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, **caracterizado** por que los medios de cierre comprenden cuerpos de desplazamiento (44) que penetran en las prerranuras (38) del estator y reducen la sección transversal de flujo dentro de dichas ranuras (38) del estator.
10. Turbogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado** por que en los paquetes de chapas separadoras (16, 17) están previstas unas aberturas (51) para homogeneizar el flujo.
11. Turbogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado** por que los paquetes de chapas

separadoras (16, 17) presentan en la zona de los conductores (53) del devanado (32, 32a) del estator unas ranuras a través de las cuales se extienden los conductores (53), y por que la anchura de las ranuras se ha elegido de modo que entre los conductores (53) y los paquetes de chapas separadoras (16, 17) queden libres unas hendiduras (52) para la circulación del refrigerante.

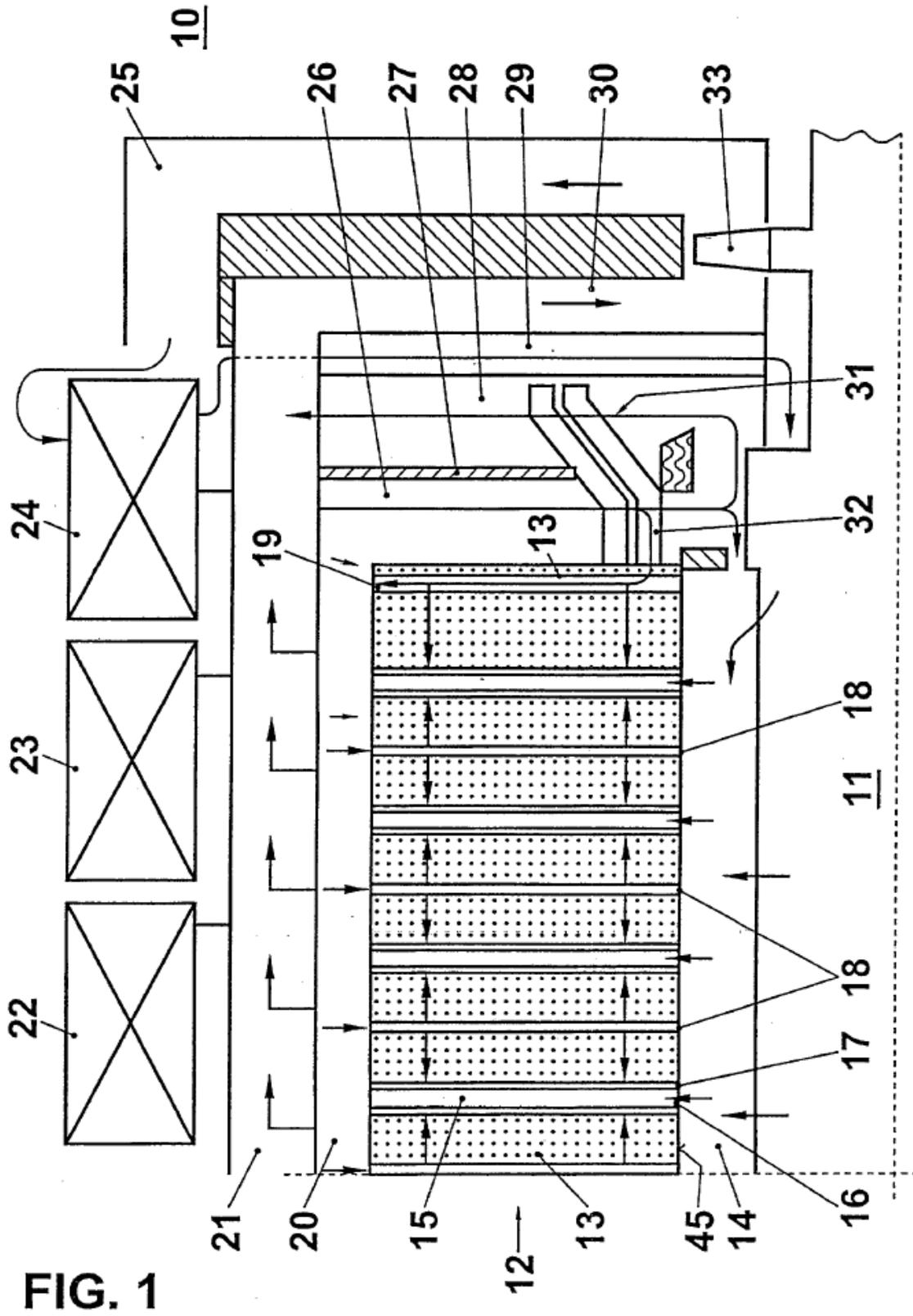
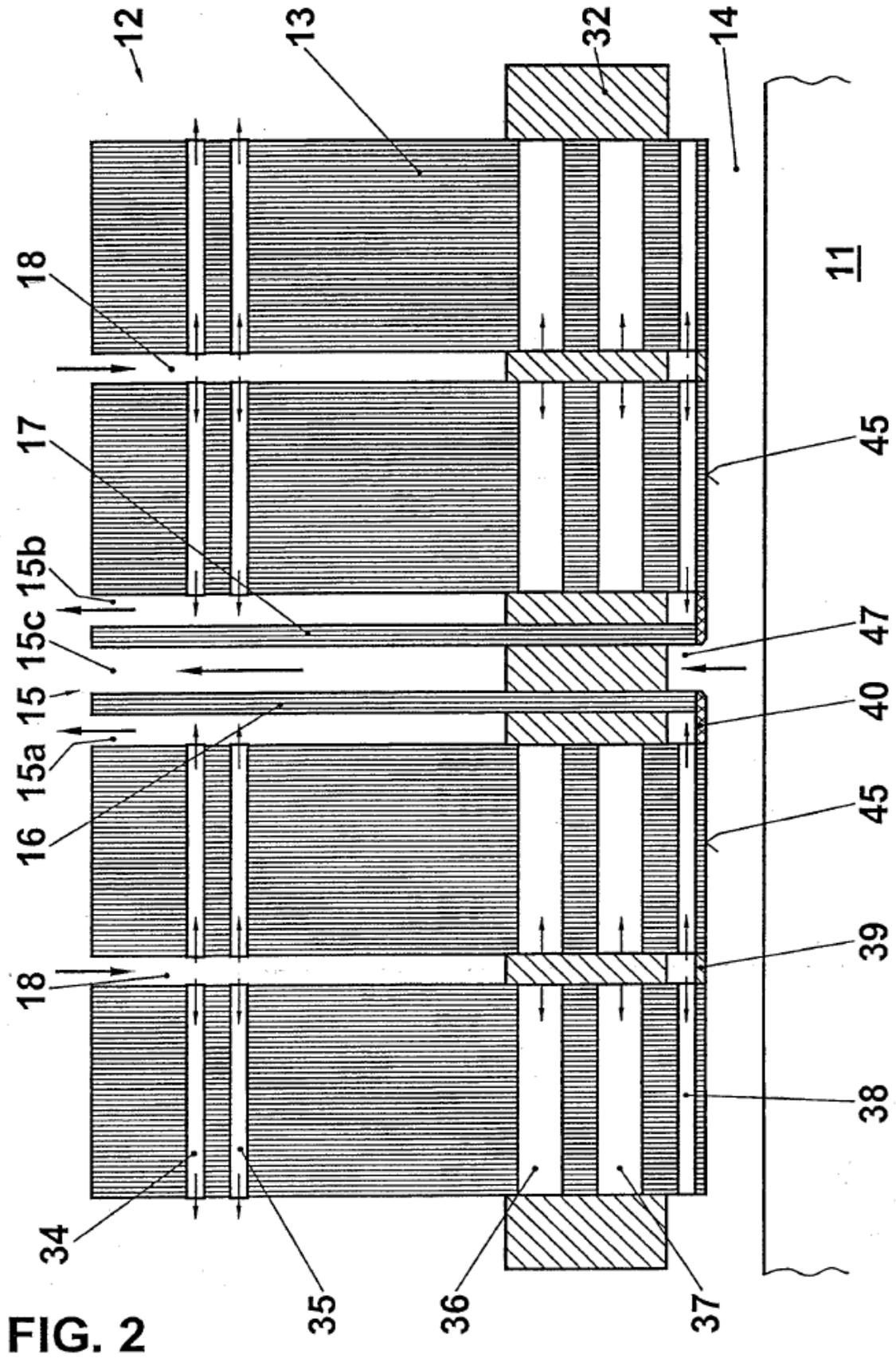


FIG. 1



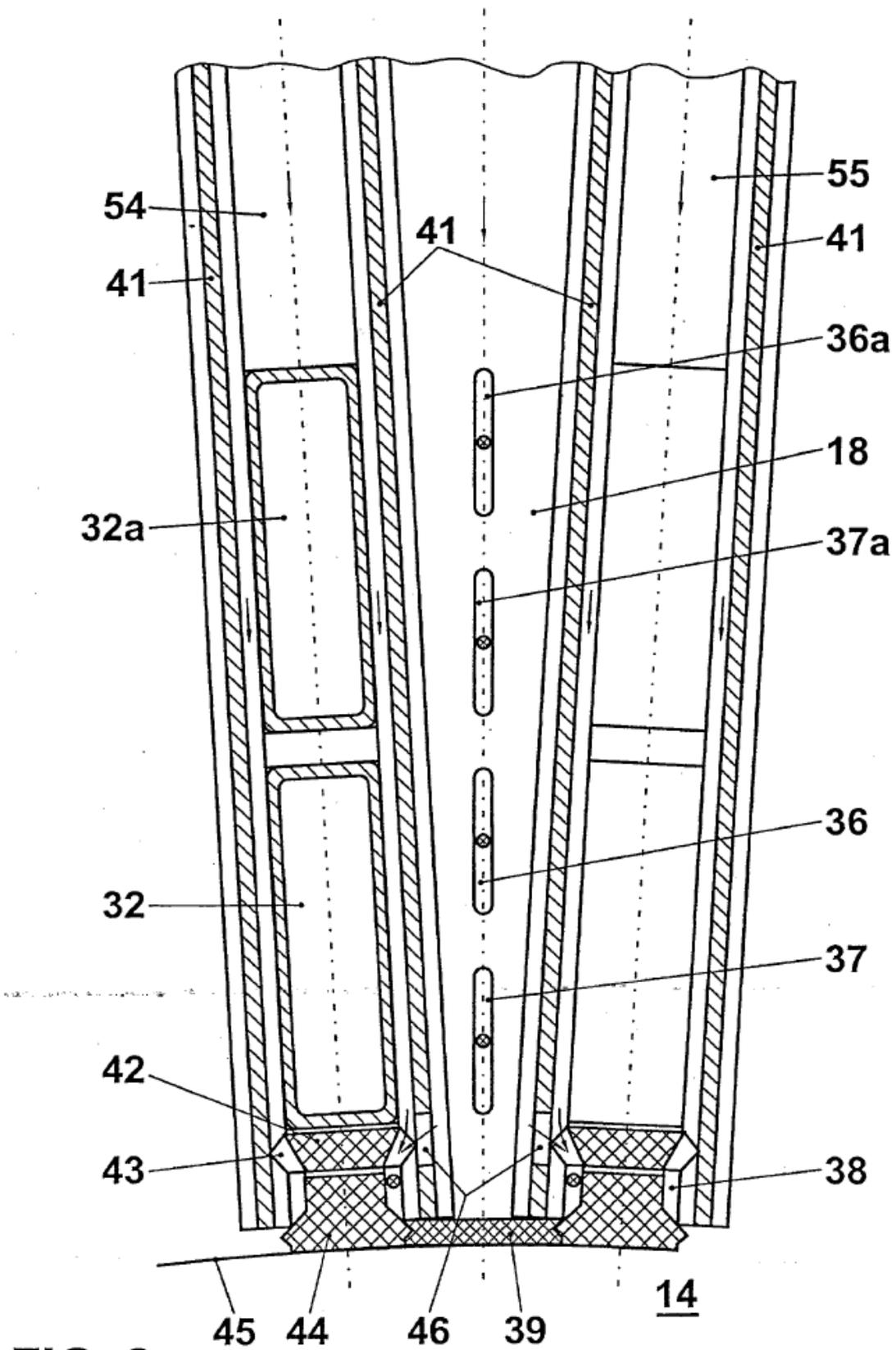
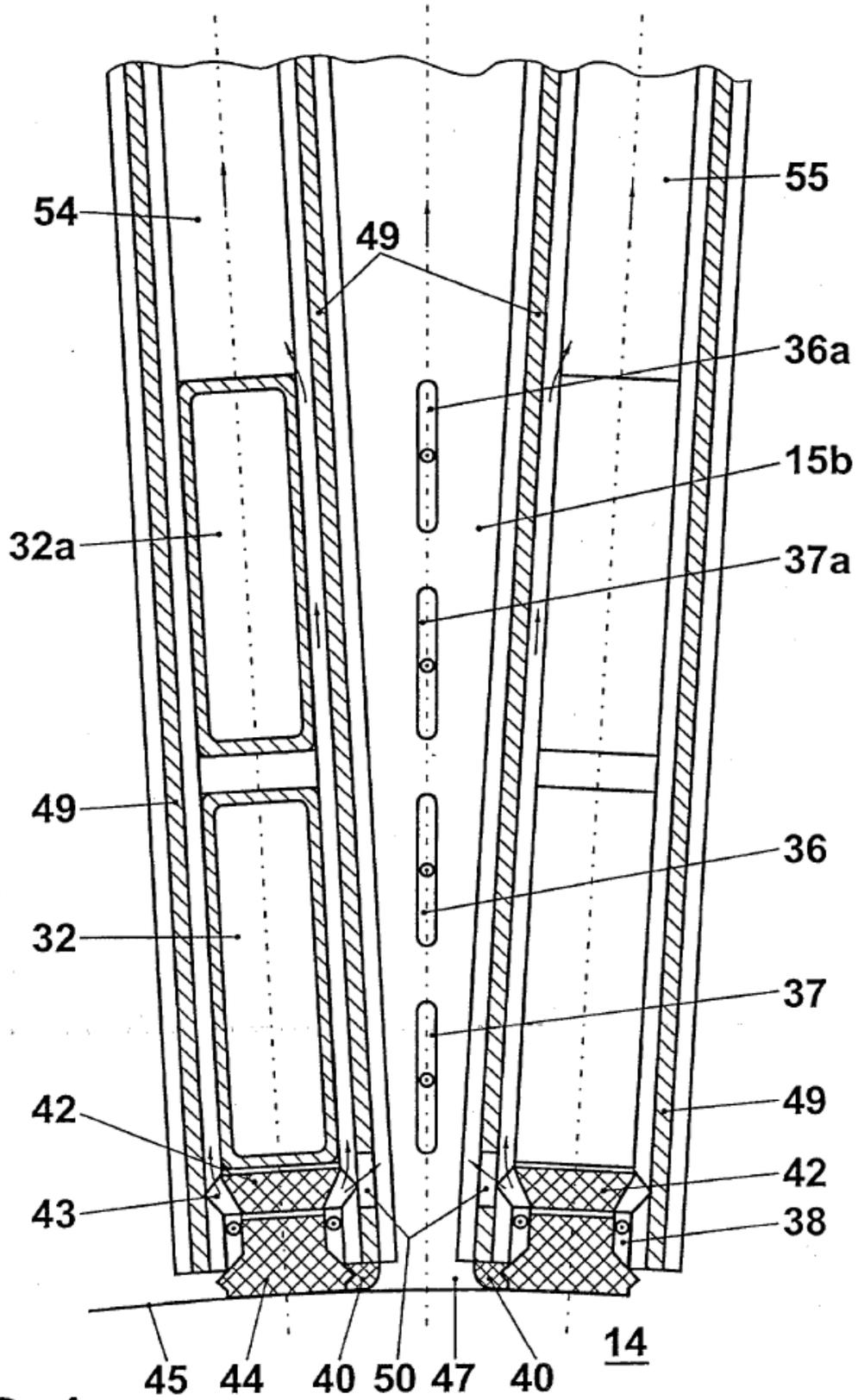


FIG. 3



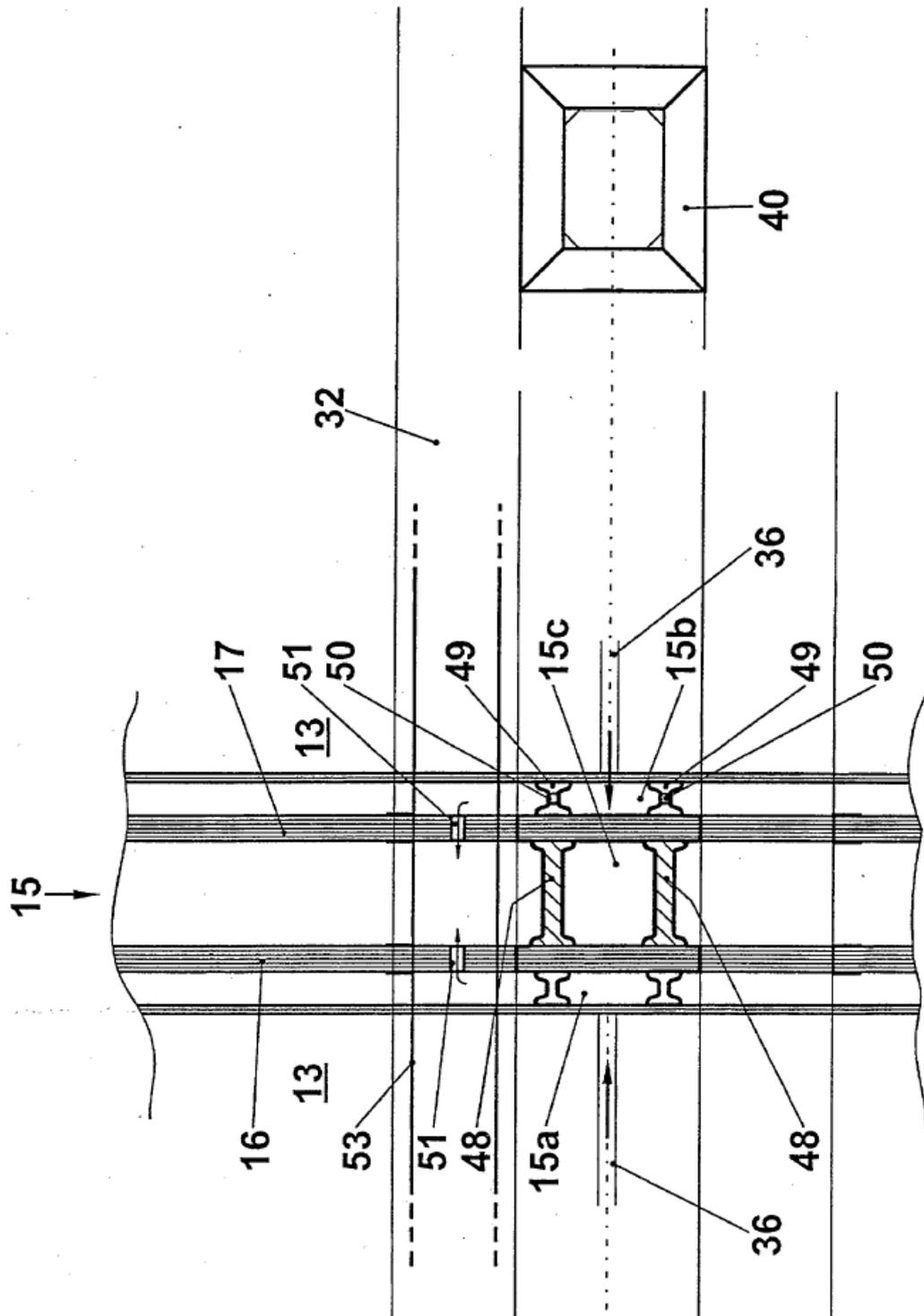


FIG. 5

