



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 351 679**

51 Int. Cl.:

H05B 6/02 (2006.01)

H05B 6/14 (2006.01)

H01F 6/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08773966 .0**

96 Fecha de presentación : **10.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2183944**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.05.2010**

54 Título: **Calentador de inducción.**

30 Prioridad: **26.07.2007 DE 20 2007 014 930 U**
25.10.2007 DE 10 2007 051 144

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.02.2011

73 Titular/es: **ZENERGY POWER GmbH**
Heisenbergstrasse 16
53359 Rheinbach, DE

72 Inventor/es: **Buhrer, Carsten;**
Braun, Thomas;
Fulbier, Christoph y
Hahn, Ingolf

74 Agente: **Aznárez Urbieto, Pablo**

ES 2 351 679 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).

CALENTADOR DE INDUCCIÓN

DESCRIPCIÓN

- 5 La invención se refiere a un calentador de inducción con un sistema de bobina superconductora alimentada con corriente continua sobre un yugo y a un procedimiento para ajustar la anchura del yugo.

El documento DE 10 2005 061 670.4, da a conocer un calentador de inducción.

- 10 Para calentar una barra de un material conductor eléctrico, la barra se gira en un compartimento entre dos brazos de un yugo con sección transversal en forma de C. Sobre el yugo está dispuesta una bobina superconductora de alta temperatura alimentada con corriente continua. Como superconductores de alta temperatura (HTSL) se designan superconductores de cuprato YBCO y, más
- 15 generalmente, todos los superconductores (SL) con una temperatura de transición de SL por encima de la temperatura de ebullición del nitrógeno líquido. Los calentadores de inducción generalmente están integrados en una cadena de producción. Por ello, el calentador de inducción ha de proporcionar una barra caliente dentro de un paso de temporización predeterminado por la
- 20 cadena de producción.

- El documento US 5 412 183 A, da a conocer un calentador de inducción con un yugo aproximadamente en forma de E, cuyos tres brazos están configurados como piezas polares y dispuestos en forma de estrella desplazados en cada
- 25 caso 120 grados, para calentar por inducción una pieza de trabajo entre las piezas polares mediante sistemas de bobina alimentados con corriente alterna y dispuestos sobre las piezas polares.

- El documento FR 904 159 A, da a conocer otro calentador de inducción con un
- 30 yugo en forma de E sobre cuyo brazo central está dispuesto un primer sistema de bobina y cuyos brazos de los extremos están orientados uno hacia el otro. La pieza de trabajo a calentar se encuentra entre las superficies frontales de los brazos de los extremos del yugo separadas entre sí y está rodeada por otro

sistema de bobina que está alimentado por corriente alterna y suministra principalmente la energía para el calentamiento por inducción de la pieza de trabajo.

- 5 El documento EP 266 470 A1, da a conocer otro calentador de inducción con un yugo en forma de E cuyos tres brazos soportan en cada caso un sistema de bobina alimentado con corriente alterna para calentar por inducción la pieza de trabajo que se encuentra en el espacio libre entre los brazos.
- 10 La invención tiene por objetivo proponer un calentador de inducción para lograr una producción elevada de barras por unidad de tiempo y con un bajo consumo de energía.

- Este objetivo se resuelve mediante un calentador de inducción con las
- 15 características indicadas en la reivindicación 1 y mediante un procedimiento con los pasos indicados en la reivindicación 22. Las reivindicaciones subordinadas se refieren a formas de realización preferentes.

- El calentador de inducción según la reivindicación 1 tiene un yugo con una
- 20 sección transversal al menos aproximadamente en forma de E, formado por un brazo central entre dos brazos exteriores, estando unidos el brazo central y los dos brazos exteriores por un brazo transversal. Al menos una bobina superconductora está dispuesta sobre uno de dichos brazos. Entre cada uno de los dos brazos exteriores y el brazo central hay un compartimento en el que se
- 25 puede calentar una barra haciéndola girar dentro del compartimento. Como el calentador de inducción tiene dos compartimentos, se pueden calentar simultáneamente dos barras. Por ejemplo, al cambiar una barra caliente por una nueva barra fría, en el otro compartimento se puede calentar otra barra. La producción del calentador de inducción aumenta correspondientemente. La
- 30 forma de E del yugo permite aumentar claramente la producción de barras calientes con una única bobina superconductora. Normalmente, la bobina forma parte de un sistema de bobina que por regla general también incluye al menos las conexiones para la bobina.

Por ejemplo, la bobina o el sistema de bobina pueden estar dispuestos sobre el brazo central. Como alternativa, también puede haber dos bobinas o sistemas de bobina dispuestos sobre el brazo transversal, preferiblemente una bobina o sistema de bobina a cada lado del brazo central. Naturalmente, también puede haber una bobina dispuesta sobre cada uno de los brazos exteriores.

Los perfeccionamientos de la invención descritos más abajo no están ligados forzosamente a la forma de E del yugo, en particular no están ligados forzosamente a la cantidad de compartimentos.

Los dos brazos exteriores y el brazo central del yugo están unidos mediante un brazo transversal. Preferiblemente, el sistema de bobina o la bobina se deslizan sobre el brazo central hasta que entran en contacto con el brazo transversal. Esto posibilita un yugo compacto con una guía de flujo magnético correspondientemente corta, con lo que se mejora el rendimiento del calentador de inducción.

Preferentemente, los brazos del yugo son de material macizo. Como la bobina está alimentada con corriente continua, se puede prescindir de la costosa estructura de un yugo de chapas laminadas sin tener que sufrir pérdidas ocasionadas por corrientes parásitas en el yugo. Debido a la falta de laminación, que también incluye un aislamiento eléctrico, se aumenta el factor de llenado magnético en comparación con una variante con chapas. Esto permite aumentar el campo magnético o lograr una construcción más económica mediante el uso de materiales más sencillos con la misma intensidad de campo magnético.

El sistema de bobina tiene preferentemente una cámara al vacío en la que hay al menos una bobina HTSL. La cámara al vacío posibilita un buen aislamiento térmico de la bobina HTSL.

El aislamiento térmico se mejora adicionalmente si la bobina HTSL está envuelta en varias capas de una lámina revestida de metal, ventajosamente una lámina revestida de aluminio por vaporización.

La bobina HTSL puede estar sujeta en la cámara mediante cojinetes de plástico.

Un aislamiento térmico entre el sistema de bobina y los extremos abiertos de los compartimentos reduce la potencia frigorífica necesaria para la bobina HTSL.

- 5 Son especialmente preferentes los aislamientos térmicos microporosos. Un material adecuado para el aislamiento térmico es en particular el silicato de calcio.

- 10 Adicionalmente o como alternativa al aislamiento térmico, en los compartimentos puede haber un reflector de infrarrojos que refleja en dirección a la barra, por ejemplo una cerámica revestida de oro por vaporización. De este modo se reducen las pérdidas de calor. De forma especialmente adecuada se utiliza un reflector de infrarrojos con sección transversal en forma de U, en cuyo centro libre se hace girar la barra.

15

- Preferiblemente, en cada compartimento delante del sistema de bobina está dispuesta una placa protectora contra golpes con una resistencia magnética alta en comparación con el yugo, por ejemplo de acero fino (V2A, V4A, etc.). Si una barra en rotación se suelta de su soporte, la placa protectora contra golpes evita el deterioro del costoso y delicado sistema de bobina superconductora. Las lacas protectoras contra golpes pueden estar dispuestas por ejemplo en cada caso en dos ranuras longitudinales opuestas entre sí en el compartimento correspondiente.

- 25 Preferentemente, los compartimentos se estrechan en dirección a los extremos libres de los brazos, es decir, los brazos se ensanchan correspondientemente. De este modo se acorta el intervalo existente entre los extremos libres de los brazos en los que giran las barras. La resistencia magnética se reduce y la potencia calorífica máxima y el rendimiento se incrementan correspondientemente.
- 30

Los compartimentos pueden estar cerrados con respecto al entorno mediante un aislamiento térmico. Preferiblemente, los aislamientos térmicos que cierran los compartimentos son móviles para sacar y meter la barra en los compartimentos.

- 5 Adicional u opcionalmente, los compartimentos pueden estar cubiertos con respecto al entorno mediante placas protectoras no magnéticas. Estas placas protectoras impiden que una barra giratoria que se suelte de su dispositivo de sujeción pueda salir del compartimento y dañar otras partes de máquina o incluso lesionar a personas. Evidentemente, las placas protectoras también son
10 móviles para abrir los compartimentos.

- Preferiblemente, la anchura de los compartimentos es regulable. De este modo los compartimentos se pueden adaptar a diferentes diámetros de barra. Esto se puede llevar a cabo por ejemplo desplazando o girando al menos una parte
15 inferior de los brazos exteriores. La parte inferior de los brazos exteriores también puede estar segmentada en un plano ortogonal al eje de giro. Para la adaptación de campo en el compartimento correspondiente, los segmentos se pueden desplazar o girar independientemente entre sí. Como alternativa u opcionalmente, la anchura de los compartimentos se puede regular mediante
20 placas metálicas ferromagnéticas fijadas de forma desmontable en los brazos del yugo.

- Estas placas metálicas pueden tener una mayor permeabilidad magnética relativa que el yugo. Esto conduce a una concentración del flujo magnético a
25 través de las placas metálicas y, en consecuencia, también a través de la barra girada entre las placas metálicas. Si se han de calentar barras especialmente grandes, las placas metálicas también pueden tener una menor permeabilidad relativa que el yugo, en cuyo caso las placas metálicas tienen un efecto de dispersión y correspondientemente el flujo magnético tiene un efecto más
30 uniforme.

La anchura de los compartimentos puede aumentar desde las caras frontales del yugo hacia el centro. Para ello, en los brazos del yugo pueden estar fijadas

de forma desmontable unas cuñas metálicas ferromagnéticas. Esta geometría de los compartimentos reduce los campos de dispersión que salen de los compartimentos por las caras frontales del yugo, con lo que el flujo magnético que pasa a través de la barra aumenta correspondientemente.

5

Para regular la anchura de los compartimentos, ya sea desplazando o girando partes de los brazos exteriores, ya sea sustituyendo placas metálicas o cuñas fijadas de forma desmontable, preferiblemente primero se desconecta la bobina HTSL. A continuación se puede modificar fácilmente la anchura de los

10 compartimentos. La anchura de los compartimentos se puede modificar de forma especialmente sencilla si después de desconectar la bobina y antes de modificar la anchura se desmagnetiza el yugo. Para ello, por ejemplo un sistema de bobina dispuesto sobre el yugo, en particular el sistema de bobina superconductora, se puede alimentar con corriente alterna. La intensidad de

15 corriente de la alimentación con corriente alterna es menor que la intensidad de corriente nominal en caso de alimentación con corriente continua. Preferiblemente oscila entre aproximadamente el 10 % y el 20 % de la corriente nominal en caso de alimentación con corriente continua.

20 En los dibujos está representado a modo de ejemplo un calentador de inducción según la invención simplificado esquemáticamente. En los dibujos:

- La figura 1, muestra una vista lateral en sección parcial de un calentador de inducción.
- 25 - La figura 2, muestra una sección transversal de la unidad magnética del calentador de inducción de la figura 1.
- La figura 3, muestra una vista lateral de la unidad magnética del calentador de inducción de la figura 1.
- La figura 4, muestra una sección longitudinal (B/B de la figura 3) del
- 30 - La figura 5, muestra otra unidad magnética de un calentador de inducción.

- La figura 6, muestra una vista esquemática de otra unidad magnética desde abajo; y
- Las figuras 7 a 10, muestran en cada caso una sección a través de un calentador de inducción.

5

El calentador de inducción de la figura 1 tiene un dispositivo de sujeción en dos piezas 2a, 2b que sujeta una barra 10 en un compartimento de una unidad magnética 100. La barra 10 está accionada de forma giratoria a través de una parte del dispositivo de sujeción 2a, una transmisión 3 y un motor 1. La barra 10 se puede subir y bajar, como se indica con la flecha doble correspondiente, mediante el dispositivo de sujeción 2a, 2b. Además, los dispositivos de sujeción 2a, 2b también pueden ser trasladables horizontalmente. Esto también está indicado mediante flechas dobles.

La barra 10 está en un compartimento 150 l de un yugo 140 con sección transversal en forma de E sobre cuyo brazo central está dispuesto un sistema de bobina 120 (véanse las figuras 2 a 4). El yugo 140 presenta una sección transversal en forma de E y tiene dos brazos exteriores 142 l, 142 r, que están unidos con un brazo central 143 a través de un brazo transversal 141. Correspondientemente, entre el brazo exterior 142 l y el brazo central 143 hay un compartimento 150 l abierto hacia abajo, y entre el brazo exterior 142 r y el brazo central 143 hay otro compartimento 150 r también abierto hacia abajo. El yugo 140 está hecho de un material macizo.

El sistema de bobina 120 consiste en una cámara al vacío 125 en la que hay una bobina HTSL 121 refrigerada por ejemplo con nitrógeno líquido (refrigeración y líneas de alimentación eléctrica no representadas). La bobina HTSL 121 está en una carcasa 122 que está envuelta en varias capas de una lámina de poliéster revestida de Al por vaporización como aislamiento térmico 123 y sujeta en la cámara 125 mediante un soporte de plástico no representado. Se puede lograr un buen aislamiento térmico 123 con aproximadamente 40 a 60 capas de la lámina, habiendo en los cantos preferiblemente de 10 a 20 capas adicionales.

En cada compartimento 150 l, 150 r hay una placa protectora contra golpes 153 por debajo de la cámara 125. Las placas protectoras contra golpes 153 son de un material no magnético, por ejemplo acero fino, y están dispuestas en ranuras longitudinales 152 opuestas entre sí en su compartimento 150 l o 150 r. Para el montaje, las placas protectoras contra golpes 153 se introducen en las ranuras longitudinales 152 desde una de las caras frontales del yugo y después se fijan. Las placas protectoras contra golpes 153 protegen el sistema de bobina 120 frente a daños provocados por una barra 10 giratoria que se suelte del dispositivo de sujeción 2a, 2b.

10

Directamente junto a la parte inferior de la placa protectora contra golpes 153 se encuentra un aislamiento térmico 154, en este caso de placas de silicato de calcio. El aislamiento térmico 154, al igual que el reflector de infrarrojos 158 con sección transversal en forma de U de cerámica revestida de oro por vaporización que está unido directamente con el aislamiento térmico 154, protege el sistema de bobina 120 y el yugo 140 frente al calor de la barra 10. Además reduce las pérdidas por cesión de calor de la barra al yugo.

15

20

Los compartimentos 150 l, 150 r están estrechados en sus extremos inferiores mediante placas ferromagnéticas 155 fijadas de forma desmontable en los brazos exteriores 142 l, 142 r o en el brazo central 143. De este modo se acorta el intervalo entre los brazos 142 l, 142 r y 143 del yugo 140 y la barra 10, y se reduce correspondientemente la resistencia magnética de la unidad magnética 100. Las placas 155 tienen una mayor permeabilidad magnética que el yugo 140. Por ello, las placas 155 concentran el flujo magnético a través de la barra 10. En comparación con una realización en la que los compartimentos tienen una anchura pequeña constante correspondiente a la anchura entre las placas 155, la forma de realización aquí mostrada tiene la ventaja de que los compartimentos 150 l, 150 r están ensanchados efectivamente en su parte superior, con lo que la cámara al vacío 125 es correspondientemente más grande y se mejora el aislamiento de la bobina HTSL 121. La fijación desmontable de las placas 155 posibilita un montaje sencillo de la unidad

25

30

magnética 100 y una adaptación de la anchura de los compartimentos 150 l, 150 r a los diámetros de las barras 10 a calentar.

La parte inferior de los compartimentos 150 l, 150 r está cerrada mediante otro
5 aislamiento térmico 156. El aislamiento térmico 156 está dispuesto en un canal
formado por tres placas protectoras 157. Las placas protectoras 157 son de un
material no magnético, por ejemplo acero fino, y sirven para evitar accidentes. Si
una barra 10 se suelta de forma imprevista del dispositivo de sujeción 2a, 2b, no
puede salir del compartimento 150 l, 150 r, es decir, no puede dañar otras partes
10 de la instalación ni lesionar a nadie. El aislamiento térmico 156 y las placas
protectoras 157 pueden subir y bajar, como se indica mediante flechas dobles.
Esto permite abrir los compartimentos 150 l, 150 r para introducir una barra 10
desde abajo en el compartimento correspondiente.

15 La forma de realización mostrada en la figura 5 corresponde esencialmente a la
forma de realización de las figuras 1 a 4 (los elementos iguales o similares están
identificados con referencias idénticas), pero las partes inferiores de los dos
brazos exteriores 142 l, 142 r se pueden desplazar para adaptar la anchura de
los compartimentos 150 l, 150 r a barras 10 con diámetros diferentes. La parte
20 desplazable de los dos brazos exteriores 142 l, 142 r está representada en dos
posiciones, estando indicada la posición abierta mediante un sombreado
opuesto al sombreado utilizado por lo demás para el yugo 140.

Para adaptar el aislamiento térmico 154 y los reflectores de infrarrojos 158 a un
25 cambio de la anchura del compartimento, éstos se pueden sustituir por completo
o pueden ser regulables de forma telescópica (no representado).

La unidad magnética 100 representada en la figura 6 es similar en lo esencial a
los calentadores de inducción mostrados en las otras figuras. En lugar de las
30 placas 153 de las figuras 2 y 5, en este caso hay unas cuñas metálicas 155 b
fijadas de forma desmontable y desplazable entre sí en los brazos exteriores
142 l, 142 r y a ambos lados del brazo central 143. De este modo, la anchura de
los compartimentos 150 l, 150 r aumenta desde las caras frontales hacia el

centro. Esto reduce los campos de dispersión que salen por la cara frontal y posibilita una adaptación de campo para configurar un perfil de campo. Mediante un desplazamiento de las cuñas metálicas 155 b paralelo al eje de giro se puede realizar por ejemplo una adaptación a diferentes materiales o geometrías. El
5 rendimiento de la unidad magnética 100, es decir, del calentador de inducción, mejora correspondientemente. Los calentadores de inducción 100 de las figuras 7 a 10 son similares al calentador de inducción de las figuras 1 a 4. Por ello se utilizan las mismas referencias para elementos iguales o similares y sólo se describen las diferencias.

10

En lugar de tener un sistema de bobina sobre el brazo central 143, como muestran las figuras 1 a 4, el calentador de inducción 100 mostrado en la figura 7 tiene un sistema de bobina 120 sobre el brazo exterior derecho 142 r y un sistema de bobina 120 sobre el brazo exterior izquierdo 142 l.

15

El calentador de inducción 100 de la figura 8 tiene únicamente un sistema de bobina que está dispuesto sobre el brazo exterior izquierdo 142 l y deslizado sobre éste hasta el tope con el brazo transversal 141.

20

La figura 9 muestra un calentador de inducción 100 con un sistema de bobina 120 dispuesto sobre el brazo transversal 141 entre el brazo exterior izquierdo 142 l y el brazo central 143. Para el montaje de un sistema de bobina 120 premontado, el brazo exterior izquierdo 142 l es desmontable, a diferencia de lo representado en la figura.

25

La figura 10 muestra un calentador de inducción 100 con un sistema de bobina 120 a cada lado del brazo central 143, dispuesto sobre el brazo transversal 141. Para el montaje de un sistema de bobina 120 premontado, los dos brazos exteriores 142 l, 142 r son desmontables, a diferencia de lo representado en la

30

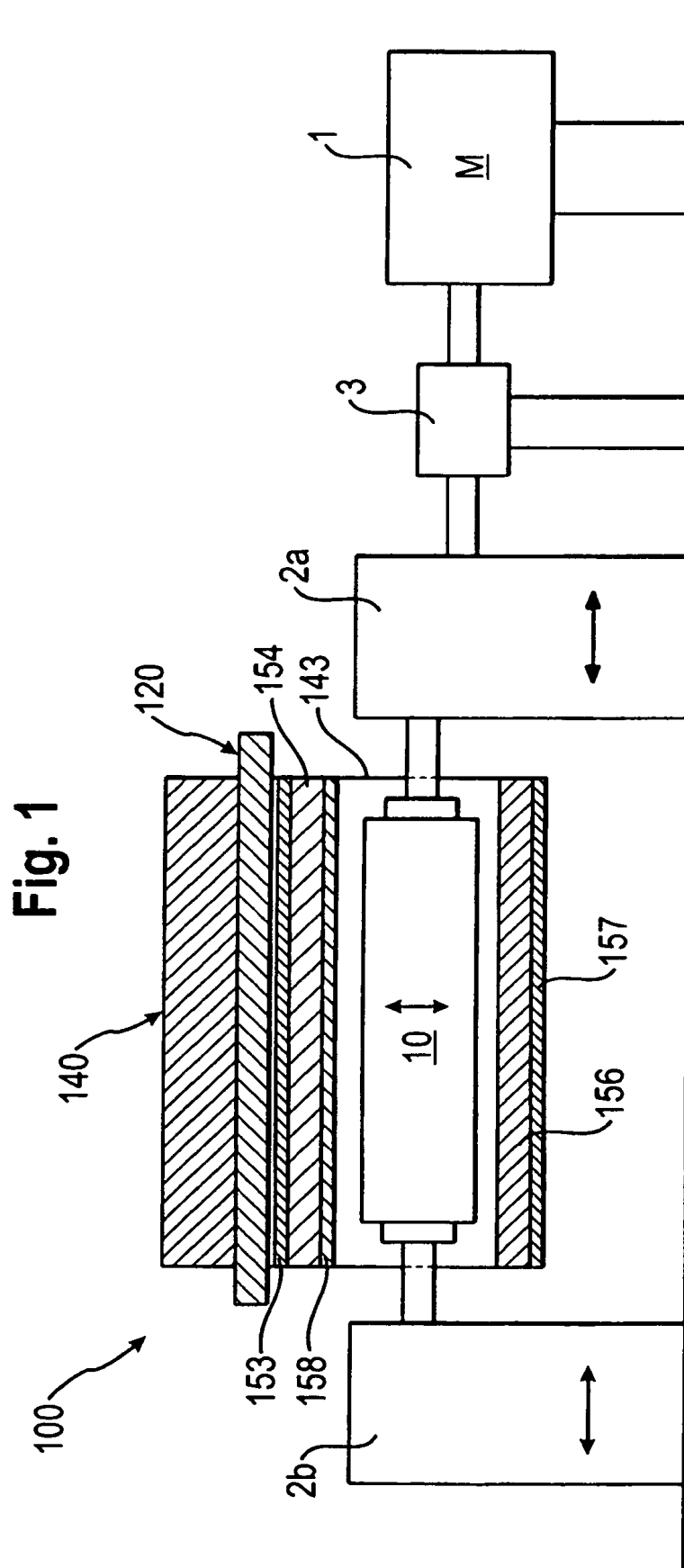
figura.

REIVINDICACIONES

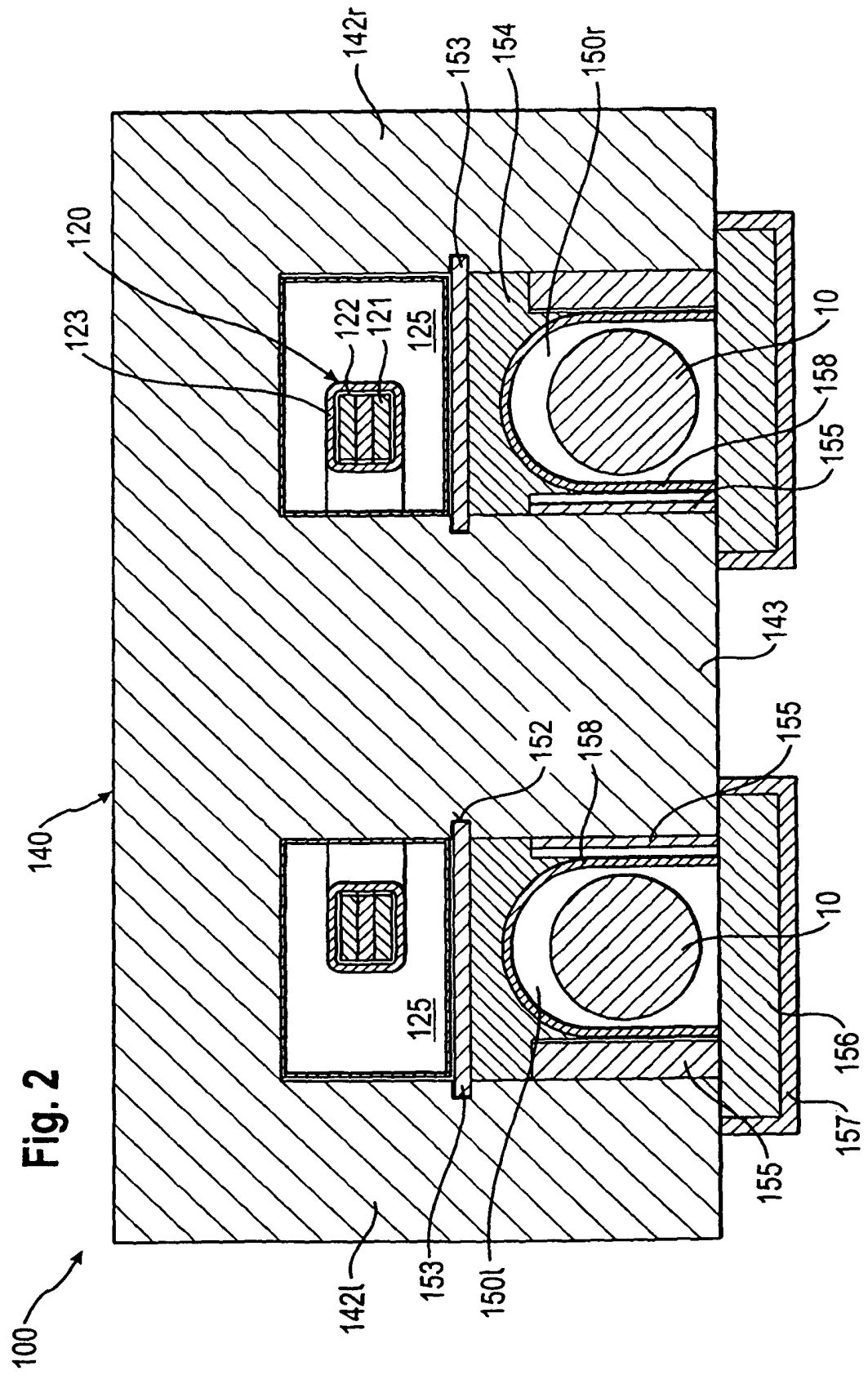
1. Calentador de inducción con al menos un sistema de bobina superconductora (121) alimentada con corriente continua sobre un yugo (140) para calentar barras, **caracterizado porque** el yugo (140) tiene en un brazo transversal común (141) un brazo central (143) entre dos brazos exteriores (142 l, 142 r), y porque entre el brazo central (143) y cada uno de los dos brazos exteriores (142 l, 142 r) hay un compartimento (150 l, 150 r) para alojar en cada caso una de las barras a calentar.
2. Calentador de inducción según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la bobina (121) está deslizada sobre el brazo central (143) del yugo hasta el tope con el brazo transversal (141).
3. Calentador de inducción según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** al menos un brazo (141, 142 l, 142 r, 143) es de un material macizo.
4. Calentador de inducción según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la bobina consiste en una bobina HTSL (121) en una cámara al vacío (125) de un sistema de bobina (120).
5. Calentador de inducción según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la bobina (121) está sujeta en la cámara (124) mediante cojinetes de plástico.
6. Calentador de inducción según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la bobina (121) está envuelta en varias capas de una lámina (123) revestida de metal por vaporización.
7. Calentador de inducción según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por** un aislamiento térmico (154) entre la bobina (121) y los extremos abiertos de los compartimentos (150 l, 150 r).

8. Calentador de inducción según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el aislamiento térmico (154) es microporoso.
- 5 9. Calentador de inducción según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** el aislamiento térmico (154) es de silicato de calcio.
- 10 10. Calentador de inducción según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por** una placa protectora contra golpes no magnética en cada compartimento (150 l, 150 r).
11. Calentador de inducción según la reivindicación 10, **caracterizado porque** cada compartimento (150 l, 150 r) tiene dos ranuras longitudinales (152) opuestas entre sí en las que está dispuesta una de las placas protectoras contra golpes (153).
- 15 12. Calentador de inducción según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** los compartimentos (150 l, 150 r) se estrechan en dirección a los extremos libres de los brazos libres (142 l, 142 r, 143).
- 20 13. Calentador de inducción según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** los compartimentos (150 l, 150 r) están cerrados con respecto al entorno mediante un aislamiento térmico (156) y porque el aislamiento térmico que cierra los compartimentos (150 l, 150 r) es móvil para permitir la apertura de los compartimentos (150 l, 150 r).
- 25 14. Calentador de inducción según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** los compartimentos (150 l, 150 r) están cubiertos con respecto al entorno mediante placas protectoras no magnéticas (157) y porque las placas protectoras (157) son móviles para permitir la
- 30 apertura de los compartimentos (150 l, 150 r).

15. Calentador de inducción según una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado porque** la anchura de los compartimentos (150 l, 150 r) es regulable.
- 5 16. Calentador de inducción según la reivindicación 15, **caracterizado porque** la anchura de los compartimentos (150 l, 150 r) se puede regular desplazando o girando al menos partes de los brazos exteriores (142 l, 142 r).
- 10 17. Calentador de inducción según la reivindicación 15 ó 16, **caracterizado porque** la anchura de los compartimentos (150 l, 150 r) se puede regular mediante placas metálicas ferromagnéticas (155) fijadas de forma desmontable en los brazos (142 l, 142 r, 143) del yugo.
- 15 18. Calentador de inducción según la reivindicación 17, **caracterizado porque** la permeabilidad magnética relativa de las placas metálicas (155) es diferente a la del yugo (140).



15



16

Fig. 3

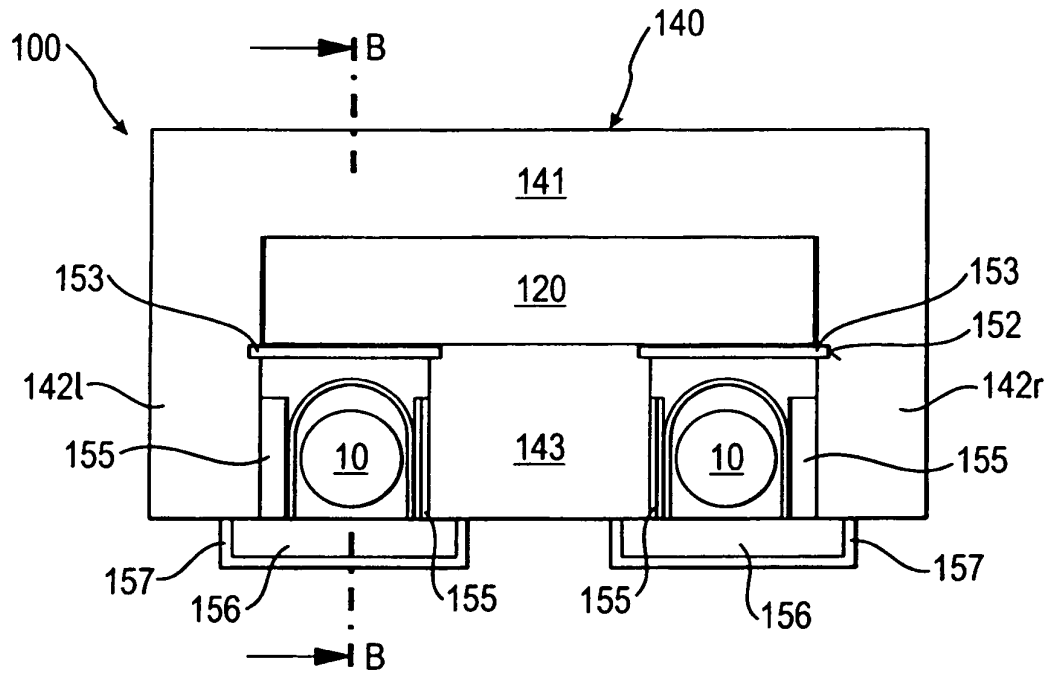
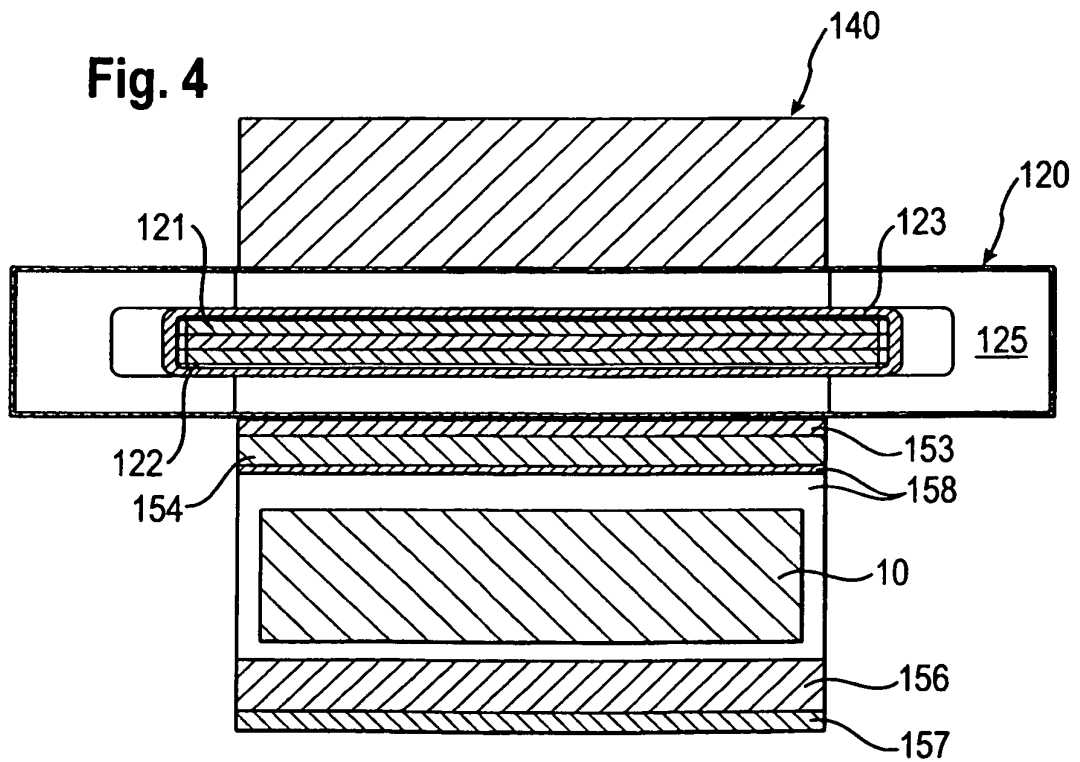


Fig. 4



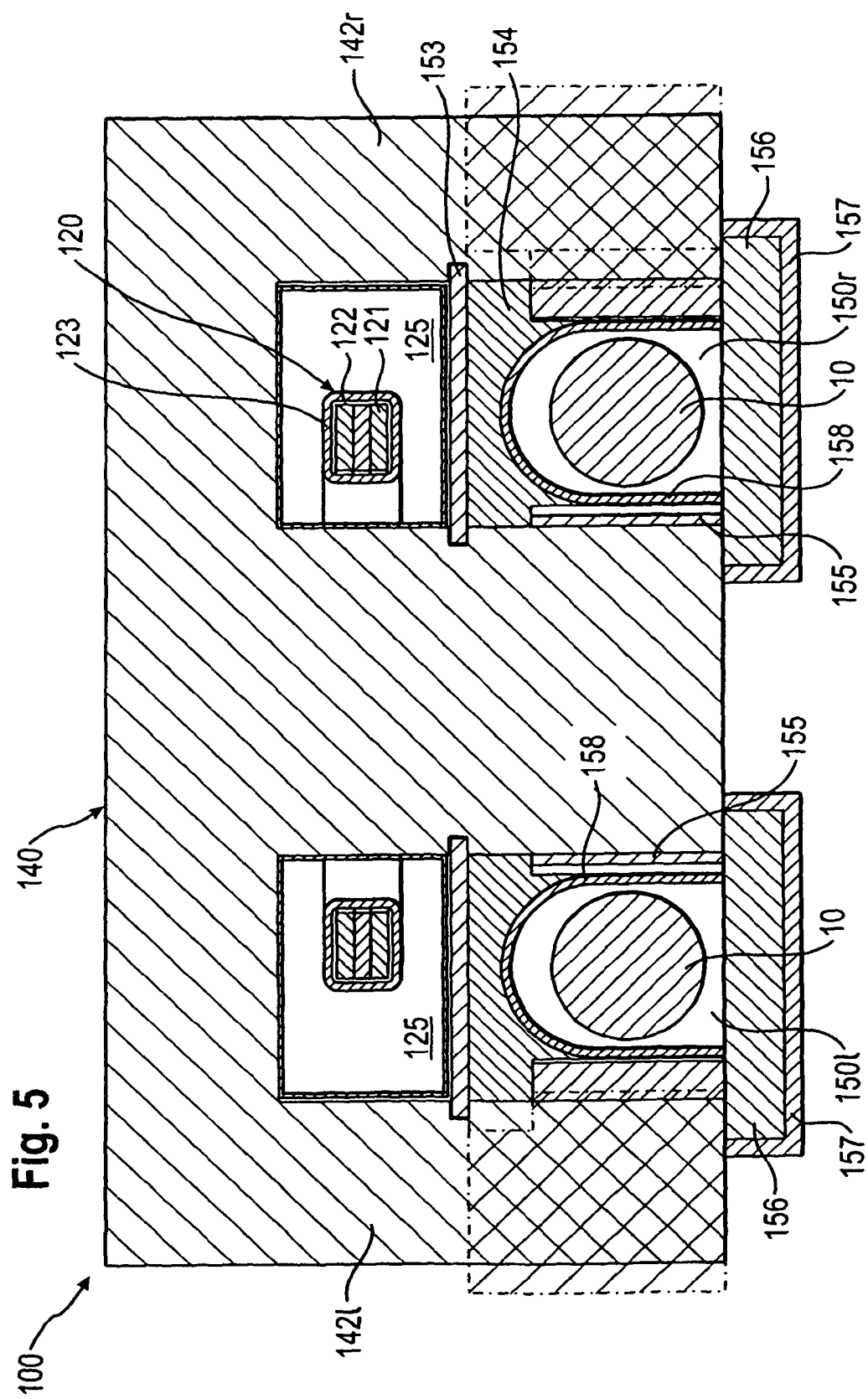


Fig. 6

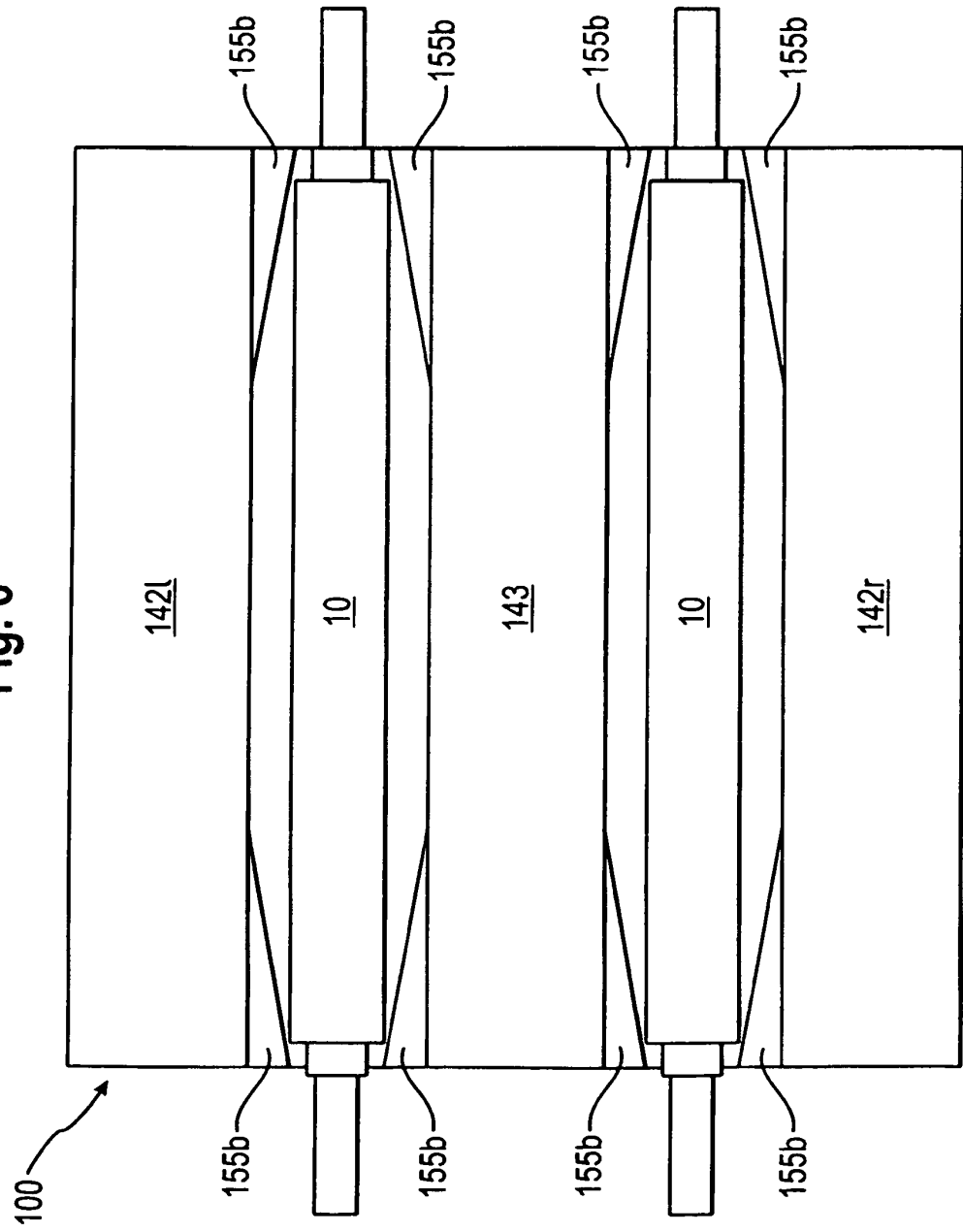


Fig. 7

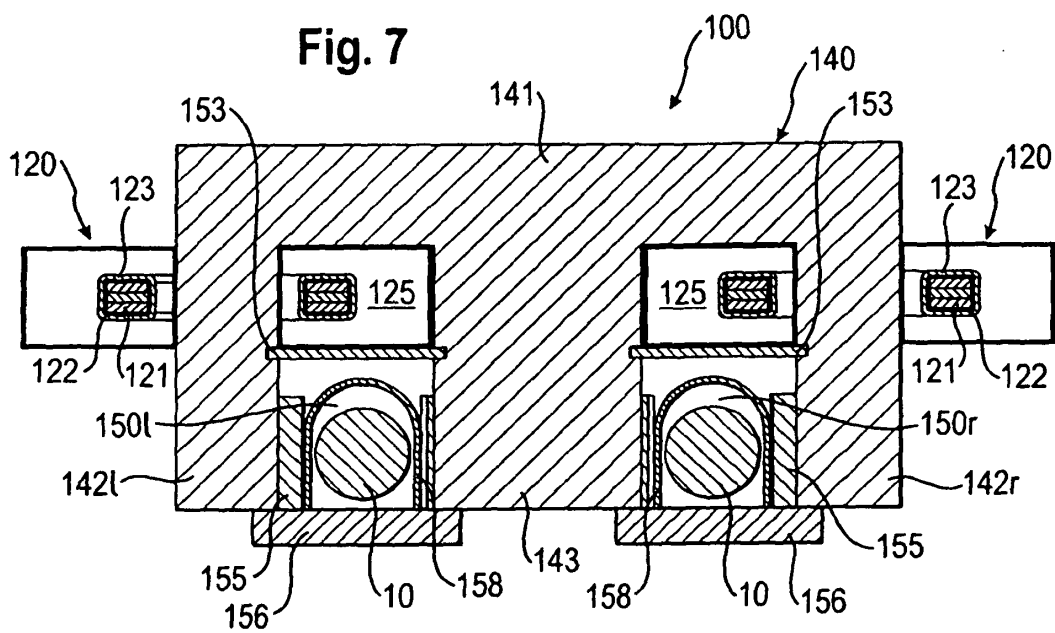


Fig. 8

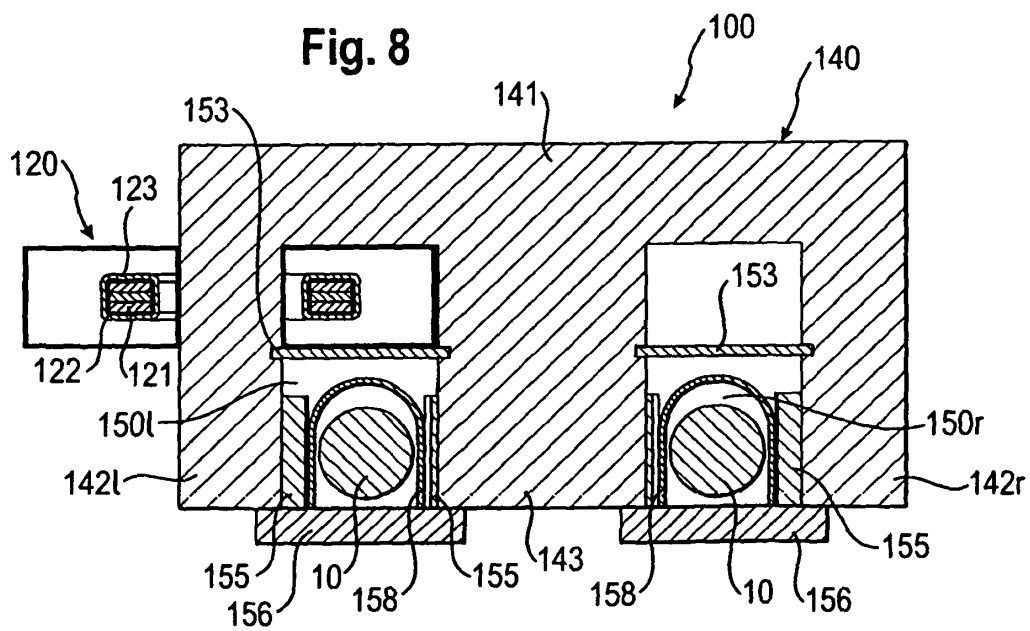


Fig. 9

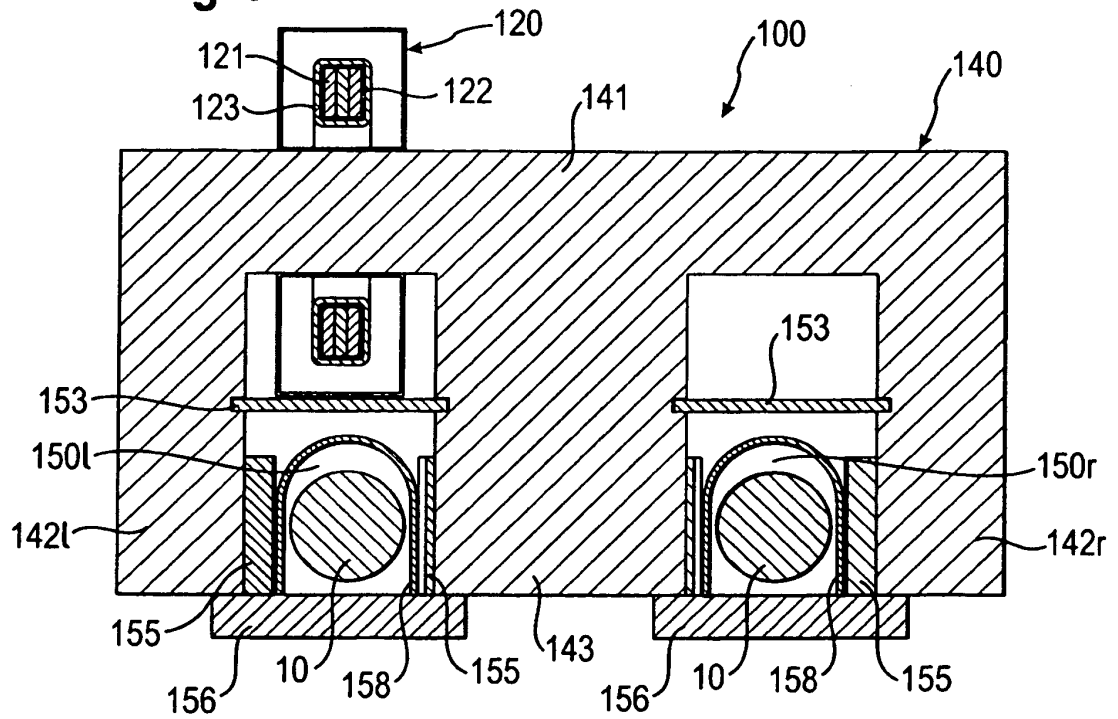


Fig. 10

