



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 004 294 A1 2005.08.18

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 004 294.2

(22) Anmeldetag: 28.01.2004

(43) Offenlegungstag: 18.08.2005

(51) Int Cl.7: G01R 33/28  
G01R 33/385

(71) Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

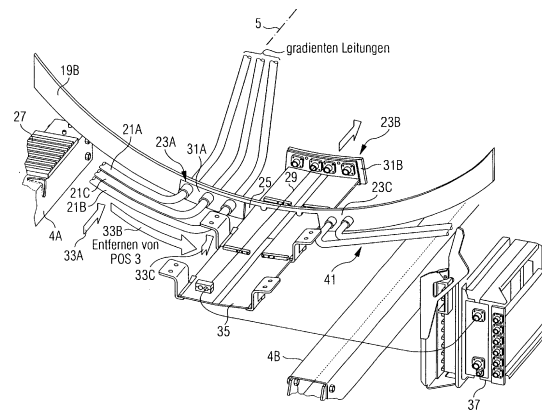
(72) Erfinder:  
Eberlein, Eva, 91083 Baiersdorf, DE; Schuster,  
Johann, 90522 Oberasbach, DE; Stocker, Stefan,  
91054 Erlangen, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Vakuumgehäuse für ein Magnetresonanzgerät**

(57) Zusammenfassung: Vakuumgehäuse (13) für ein Magnetresonanzgerät (1) mit einer Aussparung (25) zur Durchführung von Zuführungen (21, 29, 39) zu Elementen im Inneren des Vakuumgehäuses (13) und mit mindestens einem ersten Durchführungsmodul (23A), wobei das erste Durchführungsmodul (23A) eine erste Verschlussplatte (3A) aufweist, die derart ausgebildet ist, dass sie gemeinsam mit mindestens einer zweiten Verschlussplatte (31B) die Aussparung (25) vakuumdicht abdichtet und dass das erste Durchführungsmodul (23A) eine erste blaue Komponente (21) aufweist, die bei der Montage des Durchführungsmoduls (23A) zumindest teilweise durch die Aussparung zu führen ist und deren Ausmaß eine minimale Größe der Aussparung (25) definiert, welche größer ist als die der ersten Verschlussplatte (31A).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Vakuumgehäuse für ein Magnetresonanzgerät mit einer Aussparung zur Durchführung von Zuführungen zu Elementen ins Innere des Vakuumgehäuses und mit mindestens einem ersten Durchführungsmodul.

**[0002]** Ein Ansatz zur Unterdrückung von Lärm, der beim Betrieb eines Magnetresonanzgeräts (MR-Geräts) erzeugt wird, besteht darin einen größtmöglichen Teil der schwingenden Oberflächen des MR-Geräts mit Vakuum zu umgeben. Dazu wird beispielsweise das MR-Gerät mit einer luftdichten Kapselung umgeben, in der ein Druck von ca. 100 mbar herrscht. Die Evakuierung des gekapselten Hohlraums bewirkt eine Schallentkopplung zwischen den schwingenden Oberflächen und der Außenwand der Vakuumkapselung. Dabei stellt sich das Problem der luftdichten Durchführung von Zuführungsleitungen ins Innere des Vakuumgehäuses. Besonders aufwändig sind dabei Durchführungen von sperrigen Stromleitungen von eingekapselten Gradientenspulen und vom zugehörigen Kühlkreislauf. Aufgrund der hohen Stromstärken werden hier steife und entsprechend sperrige Versorgungsleitungen mit beispielsweise großen Leiter-Durchmessern verwendet. Weitere Beispiele für mögliche Zuführungen sind elektrischen Serviceleitungen z.B. für Kleinsignale zur Temperaturmessung oder Steuerströme, die mit Stromstärken von bis zu 5 mA in ansteuerbare Magnetfeldspulen innerhalb der Vakuumkapselung fließen.

## Aufgabenstellung

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Vakuumgehäuse für ein Magnetresonanzgerät anzugeben, welches die Durchführung von sperrigen Zuführungen zu Elementen im Inneren des Vakuumgehäuses ermöglicht.

**[0004]** Die Aufgabe, bezogen auf das eingangs erwähnte Vakuumgehäuse, wird dadurch gelöst, dass das erste Durchführungsmodul eine erste Verschlussplatte aufweist, die derart ausgebildet ist, dass sie gemeinsam mit mindestens einer zweiten Verschlussplatte die Aussparung vakuumdicht abdichtet, und dass das erste Durchführungsmodul eine erste bauliche Komponente aufweist, die bei der Montage des Durchführungsmoduls zumindest teilweise durch die Aussparung zu führen ist und deren Ausmaß eine minimale Größe der Aussparung definiert, welche größer ist als die der ersten Verschlussplatte.

**[0005]** Ein Vorteil des Vakuumgehäuses nach der Erfindung liegt darin, dass es die Vakuumdurchführung von sperrigen baulichen Komponenten vereinfacht, indem es die Größe der Aussparung, welche von den Ausmaßen der ersten baulichen Komponenten

benötigt wird, von der Größe der ersten baulichen Komponente zugeordneten Verschlussplatte entkoppelt. Auf diese Weise kann man einerseits eine einfachere Handhabbarkeit, z.B. Einbau oder Austausch, von sperrigen baulichen Komponenten erhalten, ohne andererseits die Geometrie des Vakuumgehäuses nachteilig zu beeinflussen.

**[0006]** Ein Beispiel für eine sperrige bauliche Komponente ist beispielsweise eine Gradientenleitung, auf die aufgrund der hohen Ströme im Magnetfeld erhebliche Kräfte wirken. Entsprechend ist sie sehr steif und stabil ausgeführt. Die Gradientenleitung verbindet eine Gradientenspule über das Durchführungsmodul mit einem außerhalb der Vakuumkammer angeordneten elektrischen Kontakt einer Stromzuführung. Sie kann eine Länge von größer 1 m aufweisen und ist in ihrer Form an die räumlichen Gegebenheiten angepasst. Beispielsweise kann sie innerhalb der Vakuumkammer auf einer radialen Linie vom Durchführungsmodul zur Gradientenspule verlaufen, wogegen sie außerhalb der Vakuumkammer derart geformt ist, dass sie mit einem auch unter einem anderen azimutalen Winkel angeordneten Kontakt verbunden werden kann. Als weitgehend unflexible Leitung weist sie somit Ausmaße auf, die ihre Handhabung erschweren. Mithilfe der Erfindung lässt sich ihr Ein- oder Ausbau leicht durchführen.

**[0007]** In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung des Vakuumgehäuses ist die zweite Verschlussplatte Teil eines zweiten Durchführungsmoduls. Dies hat den Vorteil, dass die aufgrund der baulichen Komponente benötigte Größe der Aussparung zum Aus- und Einbringen der Zuführungen durch die Aussparung dazu genutzt werden kann, weitere Zuführungen zu Elementen im Inneren des Vakuumgehäuses zu nutzen.

**[0008]** In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung umfasst das zweite Durchführungsmodul eine schubladenartige Führungseinheit. Diese ermöglicht es, beispielsweise eine Hochfrequenz-, Temperatursignalleitung und/oder eine Shim-Steuerleitung derart zu führen, dass die elektrische Leitung auch an einem aufgrund der Geometrie des MR-Geräts schwer zugänglichen Bereich geführt und dort kontrolliert mit z.B. einen Stecker elektrisch verbunden werden können.

**[0009]** Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

## Ausführungsbeispiel

**[0010]** Es folgt die Erläuterung eines Ausführungsbeispiels anhand der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#). Es zeigen:

**[0011]** [Fig. 1](#) einen vertikalen Schnitt durch den

Frontbereich eines Magnetresonanzgerätes mit einem zylinderförmigen Grundfeldmagneten entlang der Zylinderachse und

[0012] [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht auf einen Ausschnitt des Vakuumgehäuses, in dem eine Ausparung mit zwei Durchführungsmodulen abgedichtet werden kann.

[0013] [Fig. 1](#) zeigt schematisch einen Schnitt durch ein Magnetresonanzgerät **1** mit einem zylinderförmigen Grundfeldmagneten **3**. Das Magnetresonanzgerät **1** ist am Boden mit einer stabilen Halterung **4** befestigt, die beispielsweise aus zwei parallel verlaufenden Trägern **4A** besteht. Die Magnethauptachse **5** entspricht der Zylindersymmetrieachse des Grundfeldmagneten **3**. Mithilfe einer Patientenliege **7** kann ein Patient in den Untersuchungsbereich **9** des Magnetresonanzgeräts **1** eingebracht werden. Zur Magnetresonanzuntersuchung werden hohe Magnetfelder im Untersuchungsbereich **9** benötigt. Diese werden durch Gradientenmagnetfelder der Gradientenspuleneinheiten **11** modifiziert, um eine ortsauflösende Bildgebung zu ermöglichen. Für die Bildqualität sind die Stärke des Grundmagnetfeldes, die Gradientenstromstärke und die Anstiegszeit der Gradientenströme von Bedeutung.

[0014] Aufgrund der hohen Ströme in den Gradientenspuleneinheiten **11** im herrschenden Grundmagnetfeld des Grundfeldmagneten **3** wirken starke Lorenz-Kräfte auf die jeweiligen Gradientenspuleneinheiten und bewirken Schwingungen, die zu starker Lärmemission führen.

[0015] Zur Lärmunterdrückung werden die schwingenden Systemkomponenten mithilfe eines Vakuumgehäuses **13**, welches den Grundfeldmagneten **3** und die Gradientenspuleneinheiten **11** im wesentlichen vollständig umgibt, akustisch vom Untersuchungsbereich **9** isoliert. Das Vakuumgehäuse **13** umfasst einen zentralen Bereich **15**, eine hintere und eine vordere ringförmige Verkleidung **17A, 17B** und zwei ringförmige Dichtungsplatten **19A, 19B**, die am Grundfeldmagneten **3** vakuumdicht befestigt sind. Die abnehmbaren Teile des Vakuumgehäuses **13** werden über Dichtungsringe **20A, 20B** vakuumdicht aufgebracht. Das vom Vakuumgehäuse **13** umschlossene Volumen wird beispielsweise auf einen Druck von 100 mbar evakuiert. Dies bewirkt die akustische Entkopplung des Vakuumgehäuses **13** und damit des Untersuchungsbereichs **9** von den schwingenden Komponenten innerhalb des Vakuumgehäuses. Als alternative vorteilhafter Ausgestaltung des Vakuumgehäuses **13** können beispielsweise der zentrale Teil **15**, die hintere Frontplatte **17A** und der Dichtungsring **19A** einteilig ausgeführt werden.

[0016] Bei einem derartigen MR-Gerät **1** müssen verschiedenste Leitungen in das Innere des Vakuumgehäuses geführt werden:

- Gradientenzuführungen zu Gradientenspulen zur Erzeugung variabler und inhomogener Magnetfelder durch gesteuerte Strompulse von mehreren 100 Ampere,
- Körperspulensignalleitungen zum Senden und Empfangen von Hochfrequenzpulsen,
- Kühlungsleitungen zum Abführen von dissipativer Leistung von z.B. bis zu 20 kW aufgrund von resistiven Verlusten in den Gradientenspulen,
- Kleinsignalleitungen, beispielsweise zur Temperaturmessung mithilfe von NTC's
- Steuerstromleitungen zur Einstellung der Grundmagnetfeldeigenschaften auf die Bedingungen zum Zeitpunkt der Messung (Shim-Steuerströme).

[0017] In der [Fig. 1](#) sind beispielhaft drei starre Gradientenleitungen **21** für die drei Raumrichtungen, in denen Gradientenmagnetfelder erzeugt werden sollen, eingezeichnet. Sie weisen einen im Vakuum befindlichen Teil **21A** und einen außerhalb des Vakuumgehäuses verlaufenden Teil **21B** auf. Aufgrund der durch das starke Grundmagnetfeld und durch die sehr hohen Ströme bewirkten Kräfte auf die Gradientenleitungen müssen diese stabil ausgebildet werden. Entsprechend sind die Gradientenleitungen steif und sperrig bei Ein- und Ausbau zu handhaben. In einer möglichen koaxialleitungsähnlichen Realisierungsform werden sie beispielsweise durch Lizen mit einem Durchmesser von 15 mm realisiert, welche isoliert in Kupferröhren von beispielsweise ca. 22 mm Durchmesser verlaufen. Die hohen Ströme bedingen einen derartigen Durchmesser. Der stabile und somit sperrige Aufbau der Gradientenleitungen **21** ist nicht auf dem Bereich innerhalb des Vakuumgehäuses beschränkt, da auch außerhalb des Vakuumgehäuses, im Fall der [Fig. 1](#) unterhalb des Grundfeldmagneten, hohe Magnetfelder vorliegen.

[0018] Zur Aufnahme der sperrigen Gradientenleitungen **21** weist in [Fig. 1](#) die Frontplatte **17B** im Bereich der Patientenliege **7** eine Ausformung in Art einer Hutze auf. Um den Zugang zum Untersuchungsbereich **9** möglichst wenig einzuschränken, wurden die Zuführungen zu den Gradientenspulen im Bereich der einführenden Patientenliege **7** angeordnet. Diese Anordnung der Hutze hat des Weiteren den Vorteil, dass ein aufgrund der Vakuumverkapselung vergrößerter Bauraum so minimal wie möglich gehalten wird.

[0019] Voraussetzung für die Verwendung des Vakuumgehäuses **13** ist die leichte Wartung und Austauschbarkeit der Durchführungsleitungen selbst unter eingeschränkten räumlichen Bedingungen. Erfindungsgemäß können die Zuführungen, beispielsweise die Gradientenleitungen **21** mit dem Durchführungsmodul **23**, zu Servicezwecken auch unter beschränkten räumlichen Gegebenheiten komplett entfernt werden, ohne beispielsweise den Magneten an-

heben zu müssen. Die Gradientenleitung **21A** stellt somit eine Komponente dar, die bei der Montage des Durchführungsmoduls **23A** durch die Aussparung **25** zu führen ist und deren Ausmaß eine minimale Größe der Aussparung **25** vorgibt, welche größer ist als die einer Verschlussplatte **31A** des Durchführungsmoduls **23A**.

[0020] [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Ansicht der vorderen Dichtungsplatte **19B** im Bereich der Durchführungsmodule **23A, 23B**, welche in der Aussparung **25** der Dichtungsplatte **19B** bodennah angeordnet sind. Dabei wurde eine Blickrichtung vom Untersuchungsbereich **9** aus auf die Aussparung **25** gewählt. Für eine freie Ansicht der Durchführungsmodule **23A, 23B** sind die Gradientenspulen **11**, der Grundfeldmagnet **3** und das Vakuumgehäuse **13** (mit Ausnahme der Dichtungsplatte **19B**) nicht dargestellt.

[0021] In der [Fig. 2](#) erkennt man die beiden parallelen Träger **4A** und **4B**, auf denen der Grundfeldmagnet **3** ruht. Auf dem Träger **4A** ist eine Kontakteinheit **27** für die Gradientenleitungen **21A, ... 21C** angeordnet.

[0022] Die Gradientenleitungen **21A, ... 21C** sowie Kleinsignalleitungen **29** werden vakuumdicht auf den Verschlussplatten **31A, 31B** vormontiert. Die Leitungen **21, 29** zusammen mit den Verschlussplatten **31A, 31B** bilden die Durchführungsmodule **23A, 23B**, die gemeinsam die Aussparung **25** vakuumdicht verschließen. Dazu werden sie beispielsweise an die Dichtungsplatte **19B** vakuumabgedichtet angeschraubt.

[0023] Dadurch, dass mehrere Durchführungsmodule **23A, 23B** gemeinsam die Aussparung **25** abdichten, ist es möglich, auch das sehr steife Gebilde des Durchführungsmoduls **23A** durch die Aussparung einzubauen bzw. zu entfernen. Der Austausch der Gradientenleitungen **21** erfolgt beispielsweise folgendermaßen:

Nachdem die Frontplatte **17B** abgenommen worden ist, werden die Kleinsignalleitungen, die mithilfe des Durchführungsmoduls **23D** verlegt werden, gelöst, und das Durchführungsmodul **23B** wird in Pfeilrichtung herausgezogen. Des Weiteren werden die Gradientenleitungen **21** von der Gradientenspule **11** und von der Kontakteinheit **27** gelöst. Anschließend wird das Durchführungsmodul **23A** durch Drehen um die Magnethauptachse **5**, durch Ziehen und eventuell durch Verkippen vollständig entfernt. Dies ist möglich, da erfindungsgemäß die Aussparung **25** in ihrer Größe an die Ausmaße der sperrigen Gradientenleitungen **21B** angepasst ist. Dieses Vorgehen ist durch die Pfeile **33A, ... 33C** in der [Fig. 2](#) angedeutet.

[0024] Das Durchführungsmodul **23D** weist als Besonderheit eine schubladenähnliche Struktur **35** auf, die im montierten Zustand in den unzugänglichen Be-

reich unter den Grundfeldmagneten **3** hineinragt. Sie erlaubt es beispielsweise, Signalleitungen vorteilhaft so zu führen, dass sie leicht mit entsprechenden elektronischen Einheiten **37** verbunden werden können. Die schubladenartige Struktur **35** wird beispielsweise durch Führungen **39A, ... 39D**, die am Grundfeldmagneten **3** befestigt sind, geführt.

[0025] Alternativ können beispielsweise die Kleinsignalleitungen **29** durch Rohre, die zur Leitungsführung dienen, zu den entsprechenden Komponenten **37** geführt werden. Wird beispielsweise das Durchführungsmodul **23B** entfernt, ziehen sich die Leitungen **29** durch die Führungsrohre und können auf der Verschlussplattenrückseite abgeschraubt werden. Öffnet man beide Verbindungen mit den Enden einer der Leitungen **29**, so kann diese Leitung durch das beispielsweise unter den Magneten **3** verlaufende Führungsrohr gezogen und nach einer Servicekontrolle wieder eingeführt bzw. ausgetauscht werden.

[0026] Wie schematisch in [Fig. 2](#) angedeutet, kann eine größere Aussparung auch durch mehr als zwei Durchführungsmodule **23A, 23B** vakuumdicht verschlossen werden. Zur Verdeutlichung zeigt [Fig. 2](#) ein gestrichelt umrandetes beispielhaftes drittes Durchführungsmodul **23C**. Das Durchführungsmodul **23C** kann beispielsweise zur Durchführung von Kühlleitungen **41** verwendet werden.

## Patentansprüche

1. Vakuumgehäuse (**13**) für ein Magnetresonanzgerät (**1**) mit einer Aussparung (**25**) zur Durchführung von Zuführungen (**21, 29, 39**) zu Elementen (**11**) im Inneren des Vakuumgehäuses (**13**) und mit mindestens einem ersten Durchführungsmodul (**23A**), **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Durchführungsmodul (**23A**) eine erste Verschlussplatte (**31A**) aufweist, die zur vakuumdichten Abdichtung der Aussparung **25** gemeinsam mit mindestens einer zweiten Verschlussplatte (**31B**) ausgebildet ist, und dass das erste Durchführungsmodul (**23A**) eine erste bauliche Komponente (**21**) aufweist, die bei einer Montage des Durchführungsmoduls (**23A**) zumindest teilweise durch die Aussparung (**25**) zu führen ist und deren Ausmaß eine minimale für die Montage benötigte Größe der Aussparung (**25**) definiert, welche größer ist als die der ersten Verschlussplatte (**31A**).

2. Vakuumgehäuse (**13**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Durchführungsmodul (**23A**) als erste Komponente (**21**) mindestens eine unflexible Gradientenleitung (**21A, ... 21C**) aufweist.

3. Vakuumgehäuse (**13**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Verschlussplatte (**31B**) Teil eines zweiten Durchführungsmoduls (**23**) ist.

4. Vakuumgehäuse (**13**) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Durchführungsmodul (**23B**) eine schubladenartige Führungseinheit (**35**) umfasst, die insbesondere zur Führung einer Hochfrequenz-, Temperatursignalleitung und/oder einer Shim-Steuerleitung (**29**) ausgebildet ist

5. Vakuumgehäuse (**13**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparung (**25**) bodennah im Vakuumgehäuse (**13**) angeordnet ist.

6. Vakuumgehäuse (**13**) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Vakuumgehäuse (**13**) im Bereich der Aussparung (**25**) ausgehend in Form einer Hutze zur Aufnahme der Zuführungen (**21,29,39**) ausgebildet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

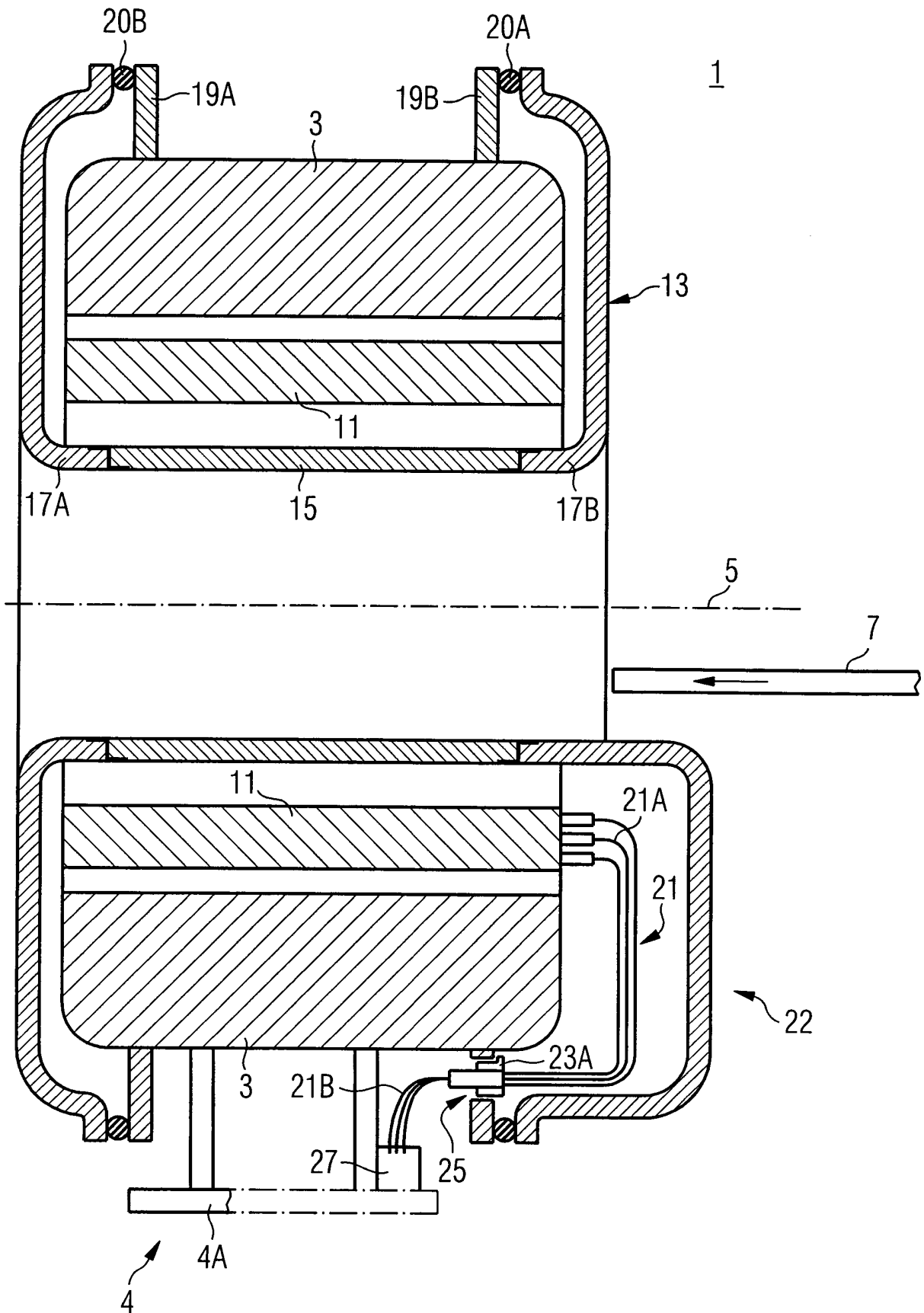


FIG 2

