



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

**0 200 867
A2**

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 86102698.7

Int. Cl.⁴: H 01 F 7/22

Anmeldetag: 01.03.86

Priorität: 10.05.85 DE 3516874

Anmelder: Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH,
Weberstrasse 5, D-7500 Karlsruhe 1 (DE)

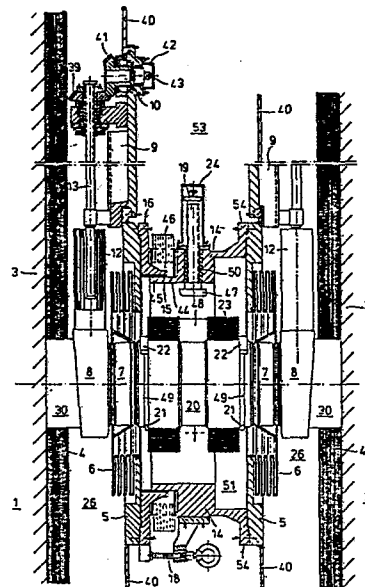
Veröffentlichungstag der Anmeldung: 12.11.86
Patentblatt 86/46

Erfinder: Hübener, Jörg, Parkstrasse 8,
D-7513 Stutensee-4 (DE)
Erfinder: Böhme, Georg, Mittelweg 32,
D-7504 Weingarten (DE)

Benannte Vertragsstaaten: CH DE FR GB LI

Demontierbare Vorrichtung zum gegenseitigen Abstützen zweier auf Tiefsttemperatur befindlicher Bauelemente.

Die Erfindung betrifft eine demontierbare Vorrichtung zum gegenseitigen Abstützen zweier auf Tiefsttemperatur befindlicher und gegen die Außentemperatur isolierter Bauelemente unter Aufrechterhaltung einer Kältebrücke zwischen diesen Bauelementen, z. B. zweier supraleitenden Magnetspulen während der Betriebsphase. Zweck der Vorrichtung ist es, die während dieser Betriebsphase entstehenden hohen Magnetkräfte aufnehmen zu können, jedoch im Bedarfsfall leicht demontierbar zu sein, ohne daß der Vakuummantel der Magnetspule unterbrochen oder geöffnet werden muß. Dazu wird zwischen die Wandungen der Vakuumgehäuse (40) an den beiden Magneten (1, 2) ein Verbindungsgehäuse (14) mit einem festen (54) und einem losen Flansch (16) eingebaut, dessen Innenraum (51) evakuierbar ist. Durch äußere Druckstücke (7) und innere Druckstücke (30), sowie durch zwischen diese einfahrbare Teile (8) und das in der Mitte des Verbindungsgehäuses (14) verlaufende mittlere Druckstück (20) entsteht eine geschlossene Kältebrücke, die auf Tiefsttemperatur bleibt und die die hohen Magnetkräfte aufnehmen kann.



EP 0 200 867 A2

Demontierbare Vorrichtung zum gegenseitigen Abstützen
zweier auf Tiefsttemperatur befindlicher Bauelemente

Die vorliegende Erfindung betrifft eine demontierbare Vorrichtung zum gegenseitigen Abstützen zweier auf Tiefsttemperatur befindlicher und gegen die Außentemperatur isolierter Bauelemente unter Aufrechterhaltung einer
5 Kältebrücke zwischen den Bauelementen, z.B. zweier supra-
leitender Magnetspulen während der Betriebsphase.

Beim Betrieb supraleitender Magnete, die etwa unter 4°K Betriebstemperatur stehen, entstehen durch die Magnet-
10 spulen sehr hohe Kräfte. Diese Kräfte müssen durch gegen-
seitige Abstützung der Magnetspulen bzw. ihrer Gehäuse
aufgenommen werden, um Deformationen zu vermeiden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun eine Vor-
15 richtung zu schaffen, mit welcher zwei supraleitende,
d.h. unter sehr tiefen Temperaturen im Bereich von 4°K
stehenden Magnete kraftschlüssig zur Aufnahme der im
Betrieb entstehenden, hohen Magnetkräfte verbunden werden
können. Dabei ist es erforderlich, diese Vorrichtung
20 leicht demontieren zu können, ohne daß der Vakuummantel
der Magnetspule unterbrochen oder geöffnet werden muß.
Die Isolierung der Magnetspulen muß auch bei abgebauter
Vorrichtung erhalten bleiben, d.h. auch dann darf kein
unter Tiefsttemperatur stehendes Bauteil mit der Außen-
25 temperatur in Kontakt kommen um Wärmeverluste zu vermeiden.

Die vorliegende Erfindung schlägt nun zur Lösung dieser
Aufgabenstellung bei einer Vorrichtung der eingangs be-
schriebenen Art die Merkmale vor, die im Kennzeichen des
30 Patentanspruches 1 von a) bis f) aufgeführt sind. Weitere

vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes bestehen in den Merkmalen, die im Patentanspruch 2 unter g) bis h) angegeben sind.

- 5 Eine solcher Art ausgebildete Vorrichtung gestattet es nun in besonders vorteilhafter Weise, die Druckkräfte bei Raumtemperatur zwischen zwei gekapselten und auf Tiefst-
temperatur befindlichen Bauteilen aufzunehmen. Dabei besteht im eingebauten Zustand auch eine durchgehende
10 Kälteverbindung, die von der Außentemperatur vollständig isoliert ist. Eine solche, diese Bedingungen erfüllende Vorrichtung war bisher nicht bekannt.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sind im folgenden
15 anhand der Figuren 1 bis 5 näher erläutert. Es zeigen

- die Figur 1 zwei einander gegenüberliegende supraleitende
Magnetspulen ohne Verbindung miteinander,
die Figur 2 dieselben mit eingesetztem Verbindunggehäuse
20 und getrennter Kältebrücke,
die Figur 3 die Vorrichtung gemäß Figur 2 mit durch-
gehender Kältebrücke,
die Figur 4 die perspektivische Ansicht auf einen Magnet
der Figur 1,
25 die Figur 5 die perspektivische Ansicht wie Figur 4,
jedoch mit aufgesetztem Verbindungsgehäuse.

In der Figur 1 sind die Verbindungsstellen der zwei
einander gegenüberliegenden supraleitenden und tiefstge-
30 kühlten Magnetspulen 1 und 2 spiegelbildlich dargestellt,
wobei beide Verbindungsstellen gleich sind. Die Figur 4
zeigt davon eine in perspektivischer Darstellung.

Die Magnetspulen 1 und 2 sind nach außen durch die Stützstruktur 3 als äußere Kontur begrenzt, die mit einer Supraisolation 4 abgedeckt bzw. durch ein N_2 -Schild isoliert ist. An der Stelle der
5 Übertragung ist an die Stützstruktur 3 ein angeschrägtes inneres Druckstück 30 leitend angebracht, welches neben der Kraftübertragung als Wärme- bzw. Kälteverbindung dient. In gewissem Abstand zur Stützstruktur 3 außerhalb der Isolierung 4 ist die Magnetspule von einem Vakuumgehäuse
10 40 umgeben, in dessen Innen- bzw. Zwischenraum 26 Vakuum herrscht, welches die Trennung der Raumtemperatur zur Tiefsttemperatur der Magnetspulen 1, 2 bildet.

In der Höhe der Kraftübertragungsstelle ist die Wand
15 des Vakuumgehäuses 40 zu einem verdickten Flansch 5 ausgebildet, in dessen zentraler Öffnung 27 ein weiteres rundes äußeres Druckstück 7 sitzt, dessen Mitte mit dem des inneren Druckstückes 30 fluchtet, und welches mittels eines Wellrohrkompensators 6 elastisch gehalten wird.
20 Der Wellrohrkompensator 6 ist mit seinem einen Ende 28 in der Öffnung 27 gasdicht nach innen gerichtet eingeschweißt und hält das Druckstück 7 in der Öffnung 27 mittels eines Zwischenbleches 55 so, daß ein Abstand bzw. Zwischraum 52 zum inneren Druckstück 30 gebildet wird.
25 Das andere Ende 29 des Kompensators 6 ist dabei gasdicht mittels des Zwischenbleches 55 am Umfang des äußeren Druckstückes 27 befestigt. Dieses Druckstück 7 ist so positioniert, daß seine Außenfläche 31 etwas über die Außenkontur 32 des Flansches 5 hinausragt. Der Wellrohr-
30 kompensator 6 besitzt eine gestreckte Länge von rund 800 mm, gesehen von der kalten nach der warmen Seite.

Oberhalb der Flansche 5 ist eine Öffnung 33 in das Vakuum-
gehäuse 40 eingebracht, die mit einem Deckel 11 verschlossen
ist, der an seiner Innenseite 34 die Halterung bzw. den
Verschiebemechanismus eines senkrecht beweglichen Keiles
5 8 trägt. Der Keil ist an seiner einen, dem Magneten 1
zugewendeten Seite 35 angeschrägt. Seine andere Seite 36
ist senkrecht ausgebildet. Der Winkel der angeschrägten
Seite 35 entspricht dem Winkel der angeschrägten Außen-
fläche 37 des inneren Druckstückes 30, die senkrechte
10 Fläche 36 des Keiles 8 korrespondiert mit der senkrechten
Innenfläche 38 des Druckstückes 7. Die Abstände der Fläche
37 und 38 voneinander entsprechen etwa der Dicke des
Keiles 8. Der Keil 8 ist mittels eines Lamellenrohres
12, dessen gestreckte Länge von kalt nach warm mindestens
15 800 mm beträgt und dessen Aufbau in den Figuren 3 und 4
gezeigt ist, mit der Gewindestange 13 verbunden und wird
in der Halterung 9 geführt, die ihrerseits auf der Innen-
seite des Deckels 11 sitzt. Der Antrieb für die Drehbe-
wegung der Gewindestange 13 erfolgt mittels des auf sie
20 geschraubten und zum Gehäuse 40 ortsfesten Kegelrades 39,
welches mittels des Kegelrades 41 drehbar ist. Das
Kegelrad 41 ist in der Wand 40 gelagert und kann von
außen her nach Abnahme der Kappe 42 durch Drehen der
Welle 10 am Vierkant 43 gedreht werden.

25

Das die beiden Druckstücke 7 verbindende und zwischen
dieselben einsetzbare Verbindungsgehäuse 14 ist in den
Figuren 2 und 3 eingesetzt im Schnitt und in der Figur
5 perspektivisch dargestellt. Das Gehäuse 14 ist auf
30 seiner einen Seite als Flansch 54 und auf der anderen
Seite als Stutzen 45 mit einer Führungsfläche 44 ausge-
bildet, auf welcher mittels eines Gleitlagers 15 der

Flansch 16 horizontal bewegt werden kann. Ein Faltenbalg 17 dichtet dabei den Innenraum 46 zwischen dem Gehäuse 14 und losem Flansch 16 nach außen hin ab. Mittels der zwei Schraubvorrichtungen 18 wird der Flansch 16
5 hin und her bewegt. Die drei um 120° um den Umfang versetzten Arretierungsstifte 19 zentrieren dabei das in der Mitte des Gehäuses 14 gelegene mittlere Druckstück 20, welches die spätere Kältebrücke und Druckübertragung- bzw. Verbindung zwischen den Spulen 1 und 2 mit den äußeren
10 Druckstücken 7 bildet und mit seiner Länge deren Abstand überbrückt. Während der Zentrierung greifen unten an den Arretierungsstiften 19 angebrachte Klötze 47 in Ausnehmungen 48 des mittleren Druckstückes 20 ein (siehe Figur 5).

15 Das Druckstück 20 besitzt an jeder Seite einen Führungskeil 21 (siehe Figur 5) sowie ein diesem gegenüberliegenden Schulterstück 22 und ist an seiner Außenseite 49 mit Supraisolation 23 umgeben. Die Arretierungsstifte 19, die mittels der Gewindebuchsen 50 im Gehäuse 14 gegen das
20 Druckstück 20 einschraubbar sind, sind während des Betriebes mit einer Kappe 24 vakuumdicht verschlossen, das Gehäuse 14 wird für den Betrieb über den nur als Linie dargestellten Vakuumanschluß 25 evakuiert.

25 Die Funktion der demontierbaren Vorrichtung zur kalten Abstützung der beiden Magnetspulen 1 und 2 ist nun wie folgt:

30 Für den herzustellenden Kraftschluß der beiden, einander gegenüberliegende Magnetspulen 1 und 2 ist ihrer Ausgangsposition wie in der Figur 1 bzw. der Figur 4 dargestellt. Die beiden Spulen 1 und 2 sind auf Betriebstemperatur gehalten, d.h. sie sind auf eine für Supraleitung notwendige sehr tiefe Temperatur im Bereich von

4° K gekühlt. Die beiden inneren Druckstücke 30 haben direkten Kontakt mit der Tiefsttemperatur. Da die Keile 8 (siehe Figuren 1 und 2) noch nach oben ausgefahren bzw. gezogen sind, weisen die tiefsttemperierte inneren Druckstücke 30 noch keinen Kontakt mit den noch auf Raumtemperatur liegenden und durch den unter Vakuum liegenden Inneraum 26 isolierten größeren Druckstücken 7 auf.

Das Verbindungsgehäuse 14 wird nun so zwischen die Magnetspulen 1 und 2 bzw. die Vakuumgehäuse 40 gesetzt (siehe Figuren 2 und 3), daß das mittlere Druckstück 20 die beiden mittels der Wellrohrkompensatoren 6 elastisch gelagerten äußeren Druckstücke 7 mit seinen Führungskeilen 21 (siehe Figur 5) etwas zur Seite drückt und sich mit den beiden, über ihren Umfang gewölbten Schulterstücken 22 auf ihnen abstützt und auf die Mitte des Druckstückes 7 zentriert. Dann wird der feste Flansch 54 des Gehäuses 14 mit dem Flansch 5 des Vakuumgehäuses 40 von der Magnetspule 2, wie in der Figur dargestellt, abgedichtet und mit ihm verschraubt. Danach wird der lose Flansch 16 des Verbindungsgehäuses 14 mittels der Schraubvorrichtungen 18 durch Verschieben auf der Führungsfläche 44 bzw. dem Gleitlager 15 in Richtung Flansch 5 der Magnetspule 1 verfahren, an sie angedrückt, abgedichtet und mit ihr verschraubt. Darauf werden die drei Arretierungsstifte 19 mit den Klötzen 47 aus den Ausnehmungen 48 herausgefahren und bis zum oberen Anschlag gebracht und mit der Kappe 24 vakuumdicht verschlossen. Es besteht nunmehr keine wärmeleitende Verbindung mehr zwischen dem mittleren Druckstück 20 und der Wand des Verbindungsgehäuses 14. Danach wird der Innenraum 51 des Gehäuses 14 evakuiert, die Wärmeisolierung innerhalb des Gehäuses 14 ist hergestellt.

Ist nun das Vakuum in den Innraum 51 auf demselben Wert wie in den Innenräumen 26 bzw. auf dem gewünschten Wert, so kann die Kältebrücke geschlossen werden. Dazu werden die beiden Keile 8 von Hand durch Drehen am Vierkant 43 in der Halterung 9 nach unten bewegt und in den Zwischenraum 52 zwischen den Flächen 37 und 38 der Druckstücke 30 und 7 geschoben bis die Fläche 35 und 36 in engem Kontakt mit den Flächen 37 und 38 kommen und die Kältebrücke bzw. ein Kraftschluß von ca. 5000 Kilo N oder 5 MN (= 500 t) zwischen den Magnetspulen 1 und 2 hergestellt ist (siehe Figuren 3 und 5). Haben die Druckstücke 27 Tiefsttemperatur erreicht, so werden die Keile nachjustiert.

Die Kältebrücke bzw. Abstützverbindung zwischen den Magnetspulen 1 und 2 besteht nun aus den inneren Druckstücken 30, den Keilen 8, den äußeren Druckstücken 7 und dem mittleren Druckstück 20. Diese Teile haben außer dem Materialquerschnitt der Wellrohrkompensatoren 6 und der Lamellenrohre 12 keine direkte Verbindung zur Raumtemperatur des Außenraumes 53 mehr und werden durch die evakuierten Räume 26 und 51 wärmeisoliert. Dabei sorgt die gestreckte Länge der Teile 6 und 12 von 800 mm im Verhältnis zu ihrer geringen Wandstärke auch in diesem Bereich für genügenden Isolierungsabstand, für das sich die Temperaturdifferenz an diesen Teilen 6 und 12 ohne größere Wärmeverluste abbaut.

Der Ausbau des Verbindungsgehäuses 14 erfolgt in umgekehrter Reihenfolge. Nach Abschalten der Magnete, also Abbau der Kräfte werden zuerst die Teile 8 hochgezogen. Nach einer eventuell notwendigen Aufheizung des Verbindungsgehäuses 14 werden die drei Arretierungsstifte 19 an das mittlere Druckstück 20 bzw. die Klötze 47 in die Ausnehmungen 48 eingefahren und der unter Vakuum stehende Innenraum 51 geöffnet. Anschließend können die Flansche 16 und 54 gelöst und das gesamte Verbindungsgehäuse 14 wieder abgebaut werden.

Bezugszeichenliste:

1	erste Magnetspule	34	Innenseite
2	zweite Magnetspule	35	angeschrägte Seite
3	Stützstruktur	36	senkrechte Seite
4	Supraisolation	37	Außenfläche
5	Flansch	38	Innenfläche
6	Wellrohrkompensator	39	Kegelrad
7	äußeres Druckstück	40	Vakuumgehäuse
8	Keil	41	Kegelrad
9	Halterung	42	Kappe
10	Antriebswelle	43	Vierkant
11	Deckel	44	Führungsfläche
12	Lamellenrohr	45	Stutzen
13	Gewindestange	46	Innenraum
14	Verbindungsgehäuse	47	Klotz
15	Gleitlager	48	Ausnehmung
16	loser Flansch	49	Außenseite
17	Faltenbalg	50	Gewindebuchse
18	Schraubvorrichtung	51	Innenraum
19	Arretierungsstife	52	Zwischenraum
20	mittleres Druckstück	53	Außenraum
21	Führungskeil	54	Flansch
22	Schulterstück	55	Zwischenblech
23	Supraisolation		
24	Kappe		
25	Vakuumanschluß		
26	Innen- bzw. Zwischenraum		
27	Öffnung		
28	Ende		
29	Ende		
30	inneres Druckstück		
31	Außenfläche		
32	Außenkontur		
33	Öffnung		

Kernforschungszentrum
Karlsruhe GmbH

- 1 -

Karlsruhe, 27. Feb. 86
PLA 8522

Patentansprüche:

1. Demontierbare Vorrichtung zum gegenseitigen Abstützen
zweier auf Tiefsttemperatur.befindlicher und gegen
die Außentemperatur isolierter Bauelemente unter Aufrecht-
erhaltung einer Kältebrücke zwischen den Bauelementen,
5 z.B. zweier supraleitenden Magnetspulen während der Be-
triebsphase, gekennzeichnet durch die folgenden Merk-
male:

- 10 a) Die Wärmeisolation, wie z.B. durch Supraisolation,
N₂-Schild o.ä. isolierte Stützstruktur (3) von beiden
Bauelementen (1, 2) ist von einem Vakuumgehäuse (40)
umgeben, wobei der gebildete Zwischenraum (26) eva-
kuierbar ist,
- 15 b) durch die Wärmeisolation (4) hindurch ist an der
Stützstruktur (3) jedes Bauelementes (1, 2) ein
inneres Druckstück (30) mit angeschrägter Außenfläche
(37) kraftschlüssig und wärmeleitend angeschlossen,
- 20 c) in der Wandung des Vakuumgehäuses (40) ist fluchtend
mit dem inneren Druckstück (30) ein äußeres Druckstück
(7) die Wandung durchsetzend elastisch gelagert, wobei
ein Zwischenraum (52) zwischen den Innenflächen (38)
der äußeren Druckstücke (7) und den Außenflächen (37)
25 der inneren Druckstücke (30) besteht,
- d) in die Zwischenräume (52) sind Keile (8) bis zum An-
liegen einfahrbar, deren Seiten (35, 36) in ihrem
Neigungswinkel dem der Flächen (37, 38) entsprechen,

- 5 e) zwischen die Wandungen der Vakuumgehäuse (40) an den beiden Bauelementen (1, 2) ist mit einem festen (54) und einem losen Flansch (16) ein Verbindungs-
gehäuse (14) an den Flanschen (5) nach außen vakuum-
dicht anschließbar, dessen Innenraum (51) evakuier-
bar ist,
- 10 f) in der Mitte des Verbindungsgehäuses (14) verläuft zentrisch und mit den Druckstücken (7) fluchtend ein mittleres Druckstück (20), welches mit seiner Länge den Abstand zwischen diesen überbrückt und an diese anliegt.

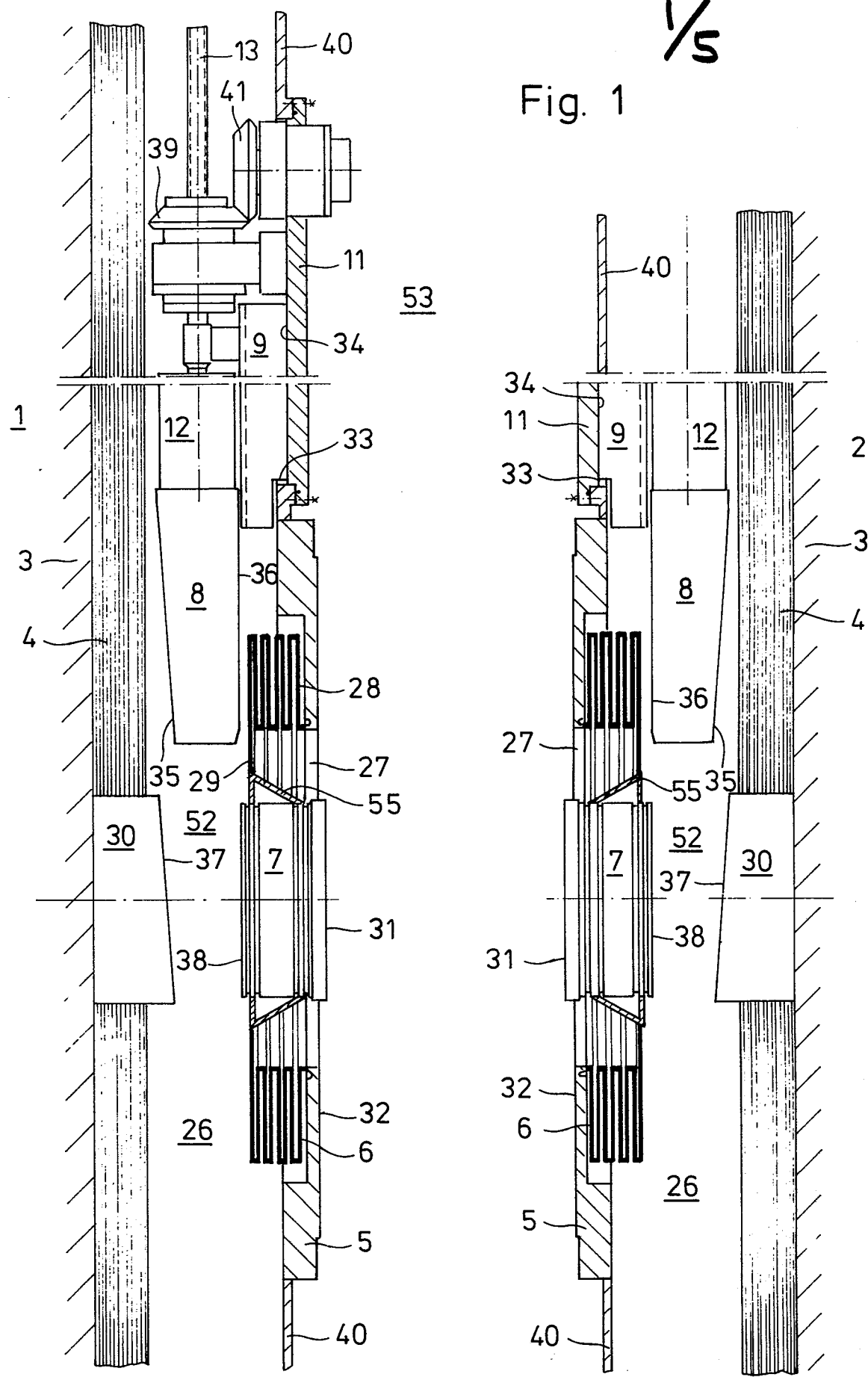
15 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die weiteren Merkmale:

- 20 g) das mittlere Druckstück (20) ist über seinen Umfang durch drei radiale Arretierungsstifte (19) radial zentriert bzw. gehalten, welche nach außen vom Druckstück (20) weg bewegbar sind,
- 25 h) an den beiden Stirnflächen des Druckstückes (20) sind jeweils einander gegenüberliegende Führungskeile (21) und ein über den Umfang gewölbtes Schulterstück (22) zur Einbauunterstützung bzw. Zentrierung vorhanden.

0200867

1/5

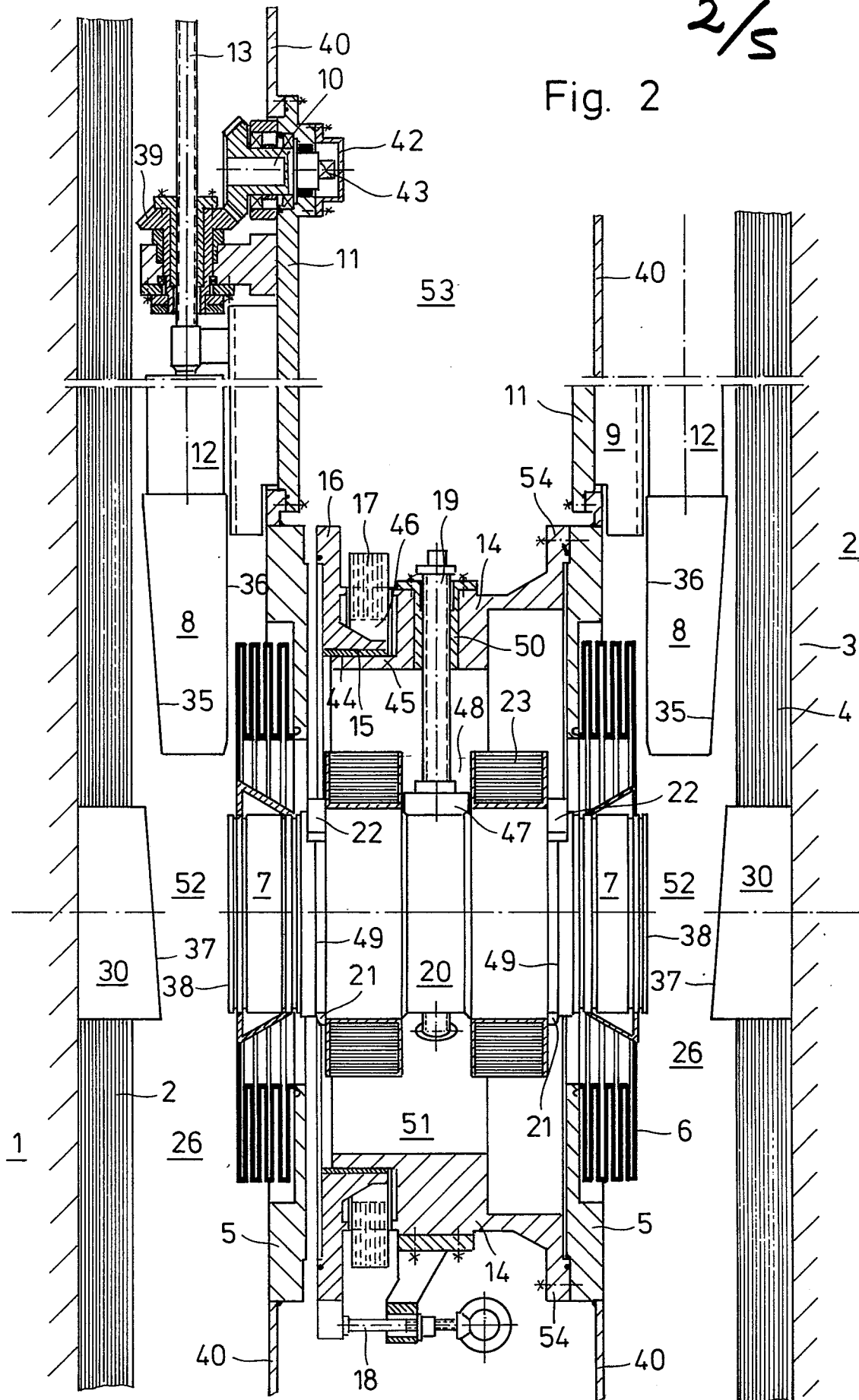
Fig. 1



0200867

2/5

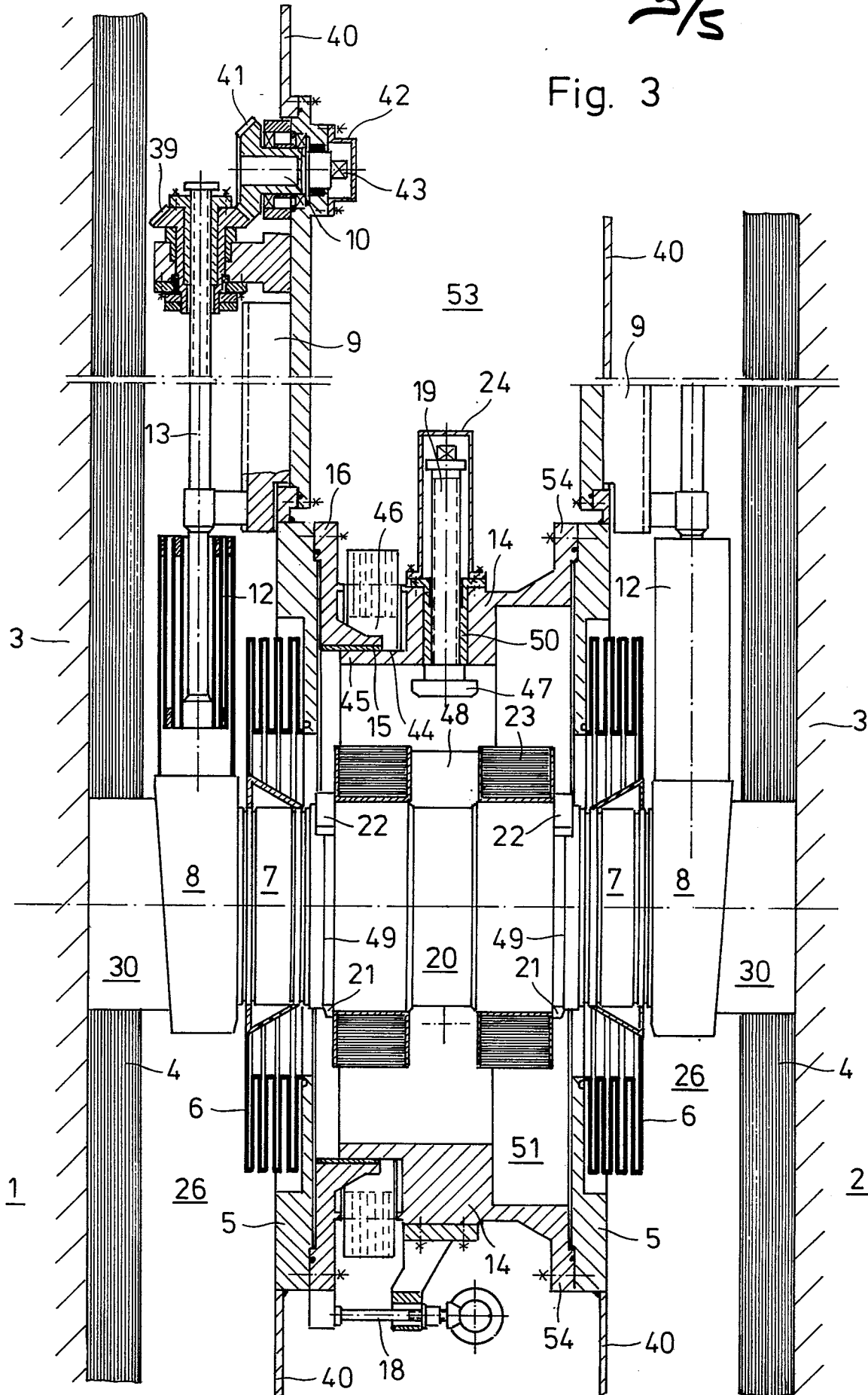
Fig. 2



0200867

3/5

Fig. 3



4/5

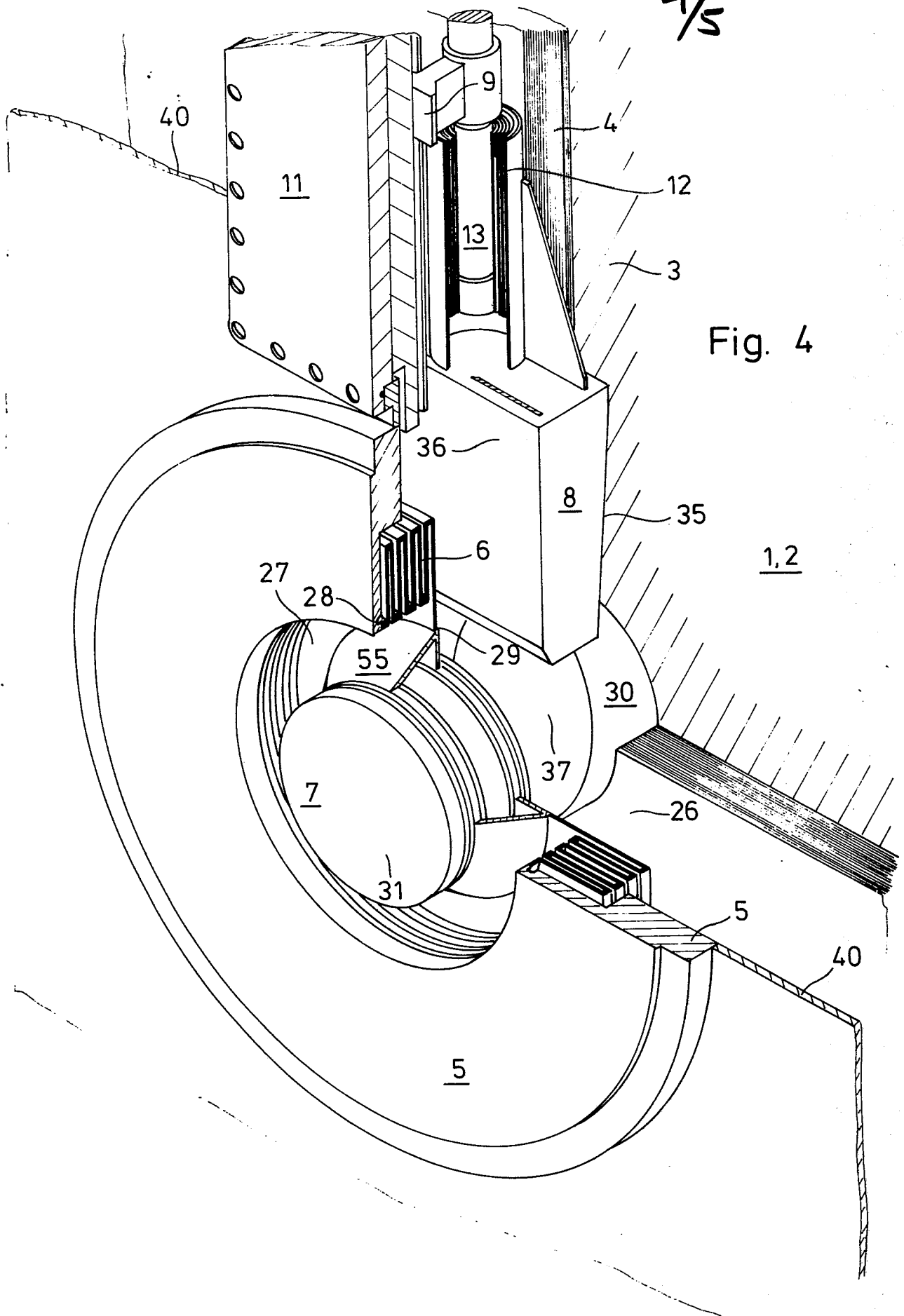


Fig. 4

NO. 0200867
S/S

Fig. 5

