

①



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪

Veröffentlichungsnummer: **0 223 954**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
09.08.89

⑤

Int. Cl.: **H01F 27/30, H01F 31/08,**
H01F 27/10

②

Anmeldenummer: **86112961.7**

③

Anmeldetag: **19.09.86**

⑤

Ventildrossel, insbesondere für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlagen.

③

Priorität: **01.10.85 DE 3535018**

⑦

Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München, Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2(DE)**

④

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.06.87 Patentblatt 87/23

⑦

Erfinder: **Sundermann, Reinhold, Dipl.-Ing., Hördener Heideweg 23, D-2805 Stuhr 3(DE)**
Erfinder: **Salanki, Tibor, Dr., Kulmbacherstrasse 1, D-8520 Erlangen(DE)**
Erfinder: **Kukert, Paul, Borchershof 15, D-2800 Bremen(DE)**

⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.89 Patentblatt 89/32

⑧

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI SE

⑥

Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 050 432
DE-A- 2 554 142
DE-A- 2 642 111
DE-A- 3 404 457
DE-B- 1 137 148
FR-A- 2 106 643
GB-A- 630 353
US-A- 2 264 057
US-A- 2 579 522
US-A- 2 699 531

EP O 223 954 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Ventildrossel für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlagen.

HGÜ-Anlagen werden zur Verteilung von elektrischer Energie heute im allgemeinen als Bindeglied zwischen zwei Drehstromsystemen eingesetzt; netzgeführte steuerbare Halbleiter (Thyristoren) wandeln den Drehstrom auf der Sendeseite für die Übertragung in Gleichstrom und auf der Empfangsseite wieder in Drehstrom zurück. Die höchste erreichbare Thyristorspannung ist klein im Vergleich zu der für eine wirtschaftliche Übertragung notwendigen Ventilspannung. Es müssen daher für ein HGÜ-Ventil eine Vielzahl von Thyristoren in Reihe geschaltet werden. Zur Begrenzung der Stromanstiegsgeschwindigkeit in einem HGÜ-Ventil werden dabei zu den einzelnen Thyristoren jeweils zusätzlich eine Ventildrossel mit flüssigkeitsgekühlter Drosselspule und Drosselkern in Reihe geschaltet.

Zum Zwecke einer wirtschaftlichen Fertigung und zur Erzielung nur kurzer Ausfallzeiten im Fall einer notwendigen Reparatur besteht jedes HGÜ-Ventil je nach zu beherrschender Spannung aus einer größeren oder kleineren Anzahl identischer Thyristoren- und Drosselmodule, die turmartig in einem Turmgrundrahmen konstruktiv zusammengefaßt sind.

Gemäß Aufgabe vorliegender Erfindung soll mit einfachen fertigungstechnischen Mitteln eine kompakte Ventildrossel geschaffen werden können, die trotzdem die für alle Lastfälle geforderte Isolierfestigkeit und Teilentladungsfreiheit zwischen den unter unterschiedlicher Spannung stehenden Bauteilen gewährleisten kann. Die Lösung dieser Aufgabe gelingt durch die Lehre des Anspruchs 1; vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche.

Die Anordnung der gesamten Drosselspulenwicklung in einem über Aufnahmepfosten in einem Rahmen gehaltenen Vergußblock freitragend und damit berührungslos zu nur einem Schenkel des selbst unvergossenen Drosselkerns erlaubt bei kompaktem und montagefreundlichem Aufbau eine hohe Isolierfähigkeit sowie maximale Kriechstrecken und damit eine hohe Teilentladungsfreiheit sowie sehr gute Kühleigenschaften.

Eine besonders hohe Kompaktheit, insbesondere geringe Bauhöhe, kann für die auf nur einem Schenkel des Drosselkerns angebrachte Drosselspule dadurch erreicht werden, daß diese zweilagig mit einem ersten Wicklungsteil und einem dazu konzentrischen zweiten Wicklungsteil sowie mit einem Kernpotentialmittenanschluß etwa in der Wicklungsmitte, d.h. im Übergang vom ersten Wicklungsteil zum zweiten Wicklungsteil vorgesehen ist; dadurch kann die Spannungsbeanspruchung zwischen dem Drosselkern und der zu dem einen Schenkel des Drosselkerns freitragend gehaltenen Drosselwicklung auf die halbe Nennspannung reduziert und somit die maximal notwendige Luft- bzw. Kriechstreckenlänge ebenfalls um die Hälfte vermindert werden. Zur Kompaktheit der erfindungsgemäßen Ventildrossel trägt auch die besonders gute Wär-

meabfuhrmöglichkeit, insbesondere durch das Vergießen eines Kühlmediumdurchflossenen Kühlrohres zu der umgebenden Primärwicklung und andererseits das Nichtvergießen des Drosselkerns bei, wobei zusätzlich im Vergleich zu Ventildrosseln mit einstückig vergossener Drosselspule und Drosselkern in vorteilhafter Weise Materialanhäufungen und damit die Gefahr von erhöhten Materialspannungen durch unterschiedliche Temperatúrausdehnungskoeffizienten vermieden werden können. Der Spannnahmen, der einerseits zur Befestigung des Drosselkerns und andererseits zu der diesem gegenüber freitragenden Halterung der Drosselspule dient, besteht nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung aus Kunststoff, wodurch neben einer einfachen spezifischen Formgebung für die Halterungsaufnahmen zusätzlich im Sinne einer großen Kompaktheit der Ventildrossel die Zusatzverluste durch Streufelder reduziert werden können.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden im folgenden anhand eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels in der Zeichnung näher erläutert; darin zeigen:

Fig. 1 die Seitenansicht einer Ventildrossel,

Fig. 2 die Draufsicht auf die Ventildrossel gemäß Fig. 1 mit zur Verdeutlichung teilweise ausgebrochenem Spannnahmen,

Fig. 3 eine stirnseitige, teilweise geschnittene Draufsicht auf einen die Primär- und Sekundärwicklung sowie deren Kühlrohre enthaltenden, über den einen Schenkel des Drosselkerns in allseitigem Abstand übergesteckten Vergußblock;

Fig. 4 die teilweise geschnittene Seitenansicht der Anordnung gemäß Fig. 3.

In einem verrippten Kunststoff-Spannnahmen 6 sind als wesentlichste Teile der Ventildrossel ein Schnittband-Drosselkern 5 sowie ein Vergußblock 1 gehalten, in den eine Primärwicklung 2,3 und eine Sekundärwicklung 4 eingegossen sind. Der durch Spannbänder 52 zusammengehaltene doppel-U-förmige Schnittband-Drosselkern 5 ist mittels Zugstangen 51 in dem Spannnahmen 6 gehalten. Der eine linke Schenkel des Schnittband-Drosselkerns 5 wird berührungslos von dem Vergußblock 1 umfaßt, in der die Primärwicklung 2,3 und die Sekundärwicklung 4 eingegossen sind. Der Vergußblock 1 ist über Aufnahmen freitragend zum linken Schenkel des Schnittband-Drosselkerns 5 in dem Spannnahmen 6 gelagert. Als untere Aufnahmen dienen Gummipuffer 7, während als obere Aufnahmen in den Vergußblock 1 trichterförmige Vertiefungen 11 eingegossen sind, in die Stiftschrauben 8 eingreifen, deren Eindringtiefe gegenüber dem Spannnahmen 6 verstellbar und nach Erreichen der gewünschten Einstelltiefe fixierbar ist.

Wie insbes. aus Fig. 3,4 ersichtlich, ist die Primärwicklung 2,3 der Drosselspule zweilagig gewickelt mit einem ersten Wicklungsteil 2 mit dem äußeren Anschluß 21 und einem dazu konzentrischen zweiten inneren, Wicklungsteil 3 mit einem äußeren Anschluß 31 sowie einem Kernpotentialmittenanschluß M in der Wicklungsmitte, d.h. im Über-

gangsbereich von dem äußeren ersten Wicklungsteil 2 zum inneren zweiten Wicklungsteil 3. Eine einlagige Sekundärwicklung 4 ragt mit ihren äußeren Anschlüssen 41,42 aus dem Vergußblock 1 heraus. Zur Kühlung der Primärwicklung 2,3 dient ein wasserdurchflossenes Edelstahlkühlrohr 9 mit den äußeren Anschlüssen 91,92; zur besseren Wärmekontakttierung zwischen dem Kühlrohr 9 und der zweckmäßigerweise in Form eines hochkant gewickelten Kupfer-Hohlprofileiters umgebenden Sekundärwicklung 2,3 ist der Zwischenraum zwischen dem Kühlrohr 9 und der Primärwicklung - wie aus dem Teilschnitt im linken Teil der Fig.2 ersichtlich - ebenfalls mit einer Vergußmasse 10 ausgefüllt. Anstelle des hier vorgesehenen Vergießens des Kühlrohrs innerhalb der vorzugsweise als Hohlprofil mit innerhalb des Hohlprofils verlaufendem Kühlrohr ausgebildeten Primärwicklung kann auch durch ein Druckaufweiten des Kühlrohrs oder durch ein Aufschumpfen des Hohlprofils auf das Kühlrohr dafür gesorgt werden, daß dies in besonders gutem Wärmekontakt zur Primärwicklung steht.

Wie aus Fig.2 ersichtlich, ist der von dem Vergußblock 1 umfaßte Schenkel des Schnittband-Drosselkerns 5 in allseitig berührungslosem Abstand zum Vergußblock 1 gehalten, so daß im Vergleich zu sonst üblichen, auf dem Drosselkern verkeilten Wicklungen bei gleichen Baumaßen eine wesentlich höhere Sicherheit gegenüber Teilentladungen besteht oder bei gleichbleibend guter Verhütung von Teilentladungen der Drosselmodul wesentlich kompakter gebaut werden kann.

Patentansprüche

1. Ventildrossel, insbesondere für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlagen mit den Merkmalen:

- a) Die Drosselspule (2,3,4) ist in allseitigem Abstand freitragend zu einem Schenkel des Drosselkerns (5) in einem Spannrahmen (6) angeordnet;
- b) die Drosselspule (2,3,4) ist allwicklungsseitig vergossen und der Vergußblock (1) ist über Aufnahmen (Gummipuffer 7, Stiftschrauben 8) in dem Spannrahmen (6) gelagert;
- c) der Drosselkern (5) besteht aus zwei U-Kernen und ist in dem Spannrahmen (4) befestigt (Zugstangen 51).

2. Ventildrossel nach Anspruch 1 mit dem Merkmal:

- d) Der Drosselkern (5) ist unvergossen.

3. Ventildrossel nach Anspruch 1 oder 2 mit dem Merkmal:

- e) Die Drosselspule (2,3,4) enthält eine zweilagig gewickelte Primärwicklung (2,3) mit einem ersten Wicklungsteil (2) und einem dazu konzentrischen zweiten Wicklungsteil (3) sowie mit einem Kernpotentialmittelananschluß (M) etwa in der Wicklungsmittelpunkt zwischen dem ersten Wicklungsteil (2) und dem zweiten Wicklungsteil (3).

4. Ventildrossel nach einem der Ansprüche 1-3, mit dem Merkmal:

- f) Die Primärwicklung (2,3) besteht aus einem Kupfer-Hohlprofileiter.

5. Ventildrossel nach Anspruch 4 mit dem Merkmal:

- g) Der Kupfer-Hohlprofileiter ist hochkant gewickelt.

6. Ventildrossel nach einem der Ansprüche 1-5, mit dem Merkmal:

- h) Die Primärwicklung (2,3) enthält in engem Wärmekontakt ein kühlmediumdurchflossenes Kühlrohr (9).

7. Ventildrossel nach Anspruch 6 mit dem Merkmal:

- i) Das Kühlrohr (9) ist mit der umgebenden Primärwicklung (2 bzw.3) durch eine zwischenliegende Vergußmasse (10) gut wärmeleitend kontaktiert.

8. Ventildrossel nach Anspruch 6 mit dem Merkmal:

- j) Das Kühlrohr (9) ist, insbesondere bei Verwendung eines Kupfer-Hohlprofileiters mit innerhalb des Hohlprofils verlaufendem Kühlrohr (9), mit der umgebenden Primärwicklung (2 bzw.3) durch Druckaufweitung des Kühlrohres (9) und/oder Aufschumpfen der Primärwicklung (2,3) auf das eingeschlossene Kühlrohr (9) gut wärmeleitend kontaktiert.

9. Ventildrossel nach einem der Ansprüche 1,8 mit dem Merkmal:

- k) In den Vergußblock (1) ist neben der Primärwicklung (2,3) im Sinne einer einstellbaren elektromagnetischen Dämpfung eine an einen Sekundärwiderstand anschließbare Sekundärwicklung (4) miteingebettet.

10. Ventildrossel nach einem der Ansprüche 1-9 mit dem Merkmal:

- l) Der Spannrahmen (6) und/oder weitere Befestigungsmittel zwischen dem Spannrahmen (6) und den darin gehaltenen Bauteilen bestehen aus Kunststoff.

Claims

1. Inductance for a controlled rectifier, particularly for high-voltage direct-current transmission installations, characterized by:

- a) the inductance coil (2, 3, 4) is arranged and supported at a distance on all sides from one leg of the inductance core (5) in a clamping frame (6);
- b) the inductance coil (2, 3, 4) is potted on all sides of the winding and the potted block (1) is supported in the clamping frame (6) via receptacles (rubber buffers 7, stud bolts 8);
- c) the inductance core (5) consists of two U cores and is mounted in the clamping frame (4) (tension rods 51).

2. Inductance for a controlled rectifier according to Claim 1, characterized by:

- d) the inductance coil (5) is unpotted.

3. Inductance for a controlled rectifier according to Claim 1 or 2, characterized by:

- e) the inductance coil (2, 3, 4) contains a primary winding (2, 3) wound in two layers, comprising a first winding part (2) and a concentric second winding part (3) and a core potential centre tap (M) approximately in the centre of the winding between the first winding part (2) and the second winding part (3).

4. Inductance for a controlled rectifier according to one of Claims 1-3, characterized by:

f) the primary winding (2, 3) consists of a hollow copper section conductor.

5. Inductance for a controlled rectifier according to Claim 4, characterized by:

g) the hollow copper section conductor is wound on edge.

6. Inductance for a controlled rectifier according to one of Claims 1-5, characterized by:

h) the primary winding (2, 3) contains in close thermal contact a cooling tube (9) through which a coolant flows.

7. Inductance for a controlled rectifier, according to Claim 6, characterized by:

i) the cooling tube (9) is in good thermally conducting contact with the surrounding primary winding (2 or 3 respectively) by means an interposed potting compound (10).

8. Inductance for a controlled rectifier according to Claim 6, characterized by:

j) the cooling tube (9) is in good thermally conducting contact with the surrounding primary winding (2 or 3 respectively) by means of pressure expansion of the cooling tube (9) and/or shrinking the primary winding (2, 3) onto the enclosed cooling tube (9), particularly if a hollow copper section conductor with a cooling tube (9) extending inside the hollow section is used.

9. Inductance for a controlled rectifier according to one of Claims 1, 8, characterized by:

k) in addition to the primary winding (2, 3), a secondary winding (4), which can be connected to a secondary resistor, is also imbedded in the potting block (1) in the sense of an adjustable electromagnetic damping arrangement.

10. Inductance for a controlled rectifier according to one of Claims 1-9, characterized by:

l) the clamping frame (6) and/or further mounting means between the clamping frame (6) and the components contained therein consist of plastic.

Revendications

1. Inductance de valve, notamment pour des installations de transport de courant continu à haute tension, présentant les caractéristiques suivantes:

a) la bobine d'arrêt (2, 3, 4) est disposée en console en étant distante, de tous côtés, d'une branche du noyau (5) de la bobine d'arrêt, dans un cadre de serrage (6);

b) la bobine d'arrêt (2, 3, 4) est enrobée, sur tous les côtés de son enroulement, et le bloc d'enrobage (1) est supporté dans le cadre de serrage (6), par l'intermédiaire de supports (tampons en caoutchouc 7, goujons filetés 8);

c) le noyau (5) de la bobine d'arrêt est constitué par deux noyaux en forme de U et est fixé dans le cadre de serrage (4) (tirants 51).

2. Inductance de valve suivant la revendication 1, présentant la caractéristique suivante:

d) le noyau (5) de la bobine n'est pas enrobé.

3. Inductance de valve suivant la revendication 1 ou 2, présentant la caractéristique suivante:

e) la bobine d'arrêt (2, 3, 4) contient un enroulement primaire (2, 3) enroulé sur deux couches et comportant un premier élément d'enroulement (2) et un second élément d'enroulement (3) concentrique au précédent ainsi qu'une borne centrale (M) fournissant le potentiel du noyau et situé approximativement au centre de l'enroulement entre le premier élément d'enroulement (2) et le second élément d'enroulement (3).

4. Inductance de valve suivant l'une des revendications 1-3, présentant la caractéristique suivante:

f) l'enroulement primaire (2, 3) est constitué par un conducteur en cuivre à profil creux.

5. Bobine d'arrêt suivant la revendication 4, présentant la caractéristique suivante:

g) le conducteur en cuivre à profil creux est enroulé de chant.

6. Inductance de valve suivant l'une des revendications 1-5, présentant la caractéristique suivante:

h) l'enroulement primaire (2, 3) contient, en y étant relié par un étroit contact thermique, un tube de refroidissement (9) parcouru par un fluide de refroidissement.

7. Inductance de valve suivant la revendication 6, présentant la caractéristique suivante:

i) le tube de refroidissement (9) est relié à l'enroulement primaire enveloppant (2 ou 3), par un bon contact de transmission de la chaleur, à l'aide d'une masse intercalaire d'enrobage (10).

8. Inductance de valve suivant la revendication 6, présentant la caractéristique suivante:

j) le tube de refroidissement (9) est relié, notamment dans le cas de l'utilisation d'un conducteur en cuivre à profil creux comportant un tube de refroidissement (9) s'étendant à l'intérieur du profil creux, par un bon contact de transmission de la chaleur, à l'enroulement primaire enveloppant (2 ou 3), grâce à un montage par élargissement sous pression du tube de refroidissement (9) et/ou un montage par frittage à chaud de l'enroulement primaire (2, 3) sur le tube de refroidissement inséré (9).

9. Inductance de valve suivant l'une des revendications 1, 8, présentant la caractéristique suivante:

k) en dehors de l'enroulement primaire (2, 3), un enroulement secondaire (4) pouvant être raccordé à une résistance secondaire est scellé simultanément dans le bloc d'enrobage (1), en vue de l'obtention d'un amortissement électromagnétique réglable.

10. Inductance de valve suivant l'une des revendications 1-9, présentant la caractéristique suivante:

l) le cadre de serrage (6) et/ou d'autres moyens de fixation situés entre le cadre de serrage (6) et les composants, maintenus dans ce cadre, sont réalisés en une matière plastique.

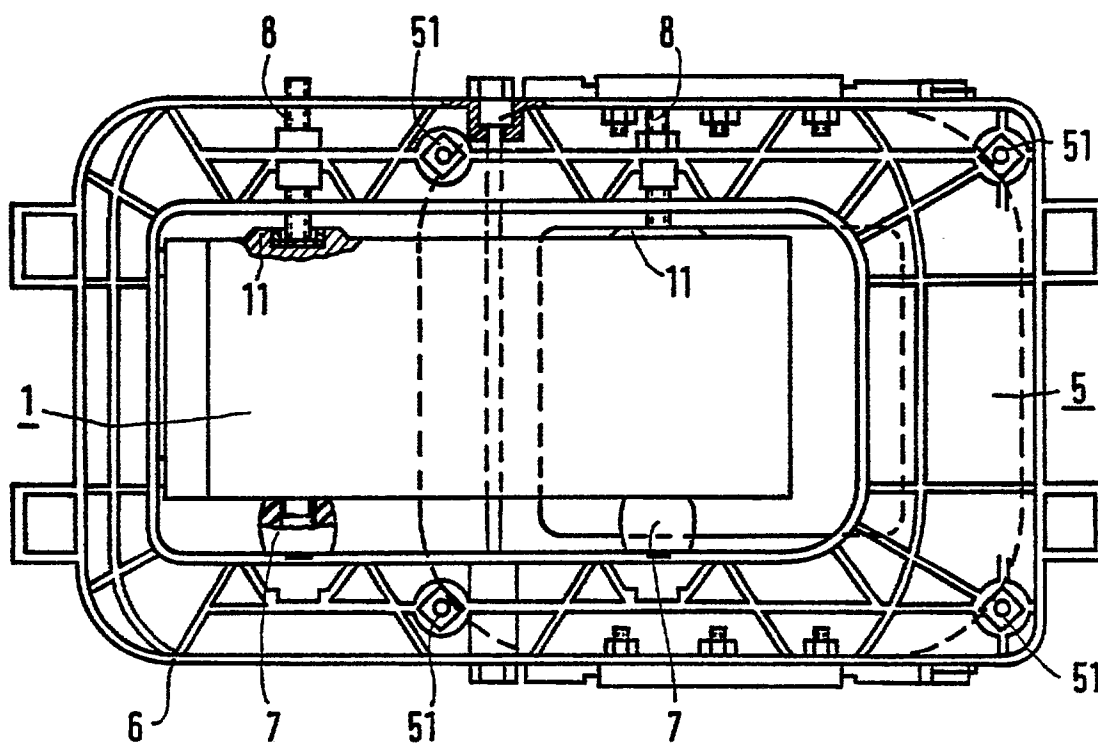


FIG 1

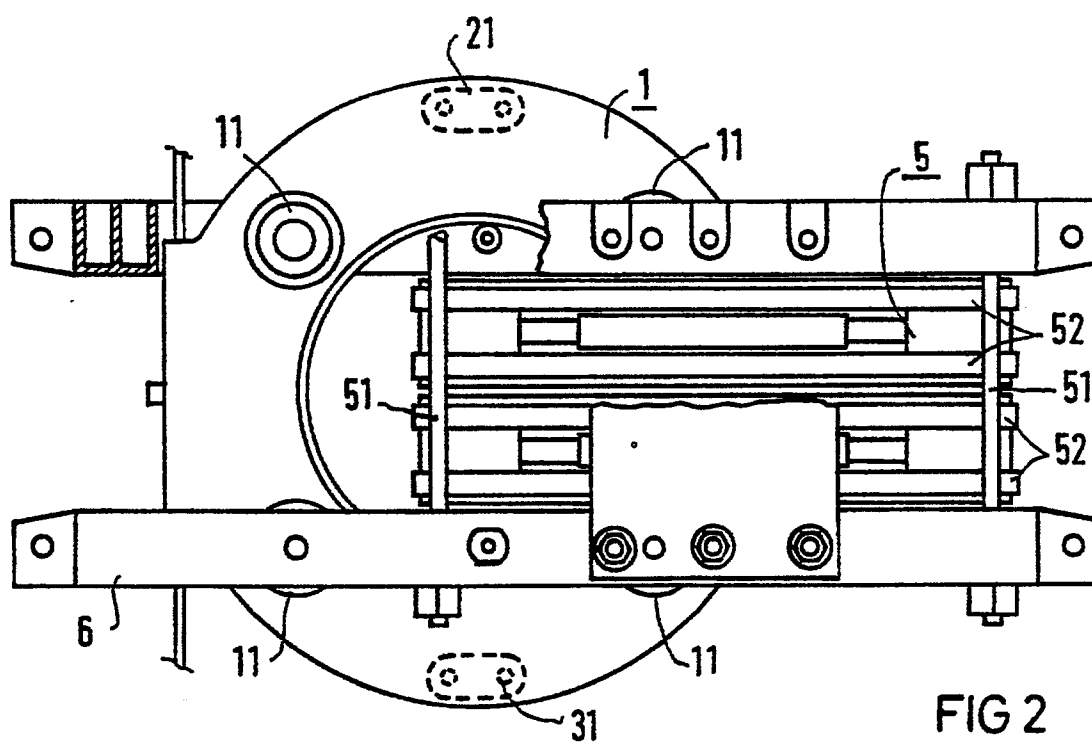


FIG 2

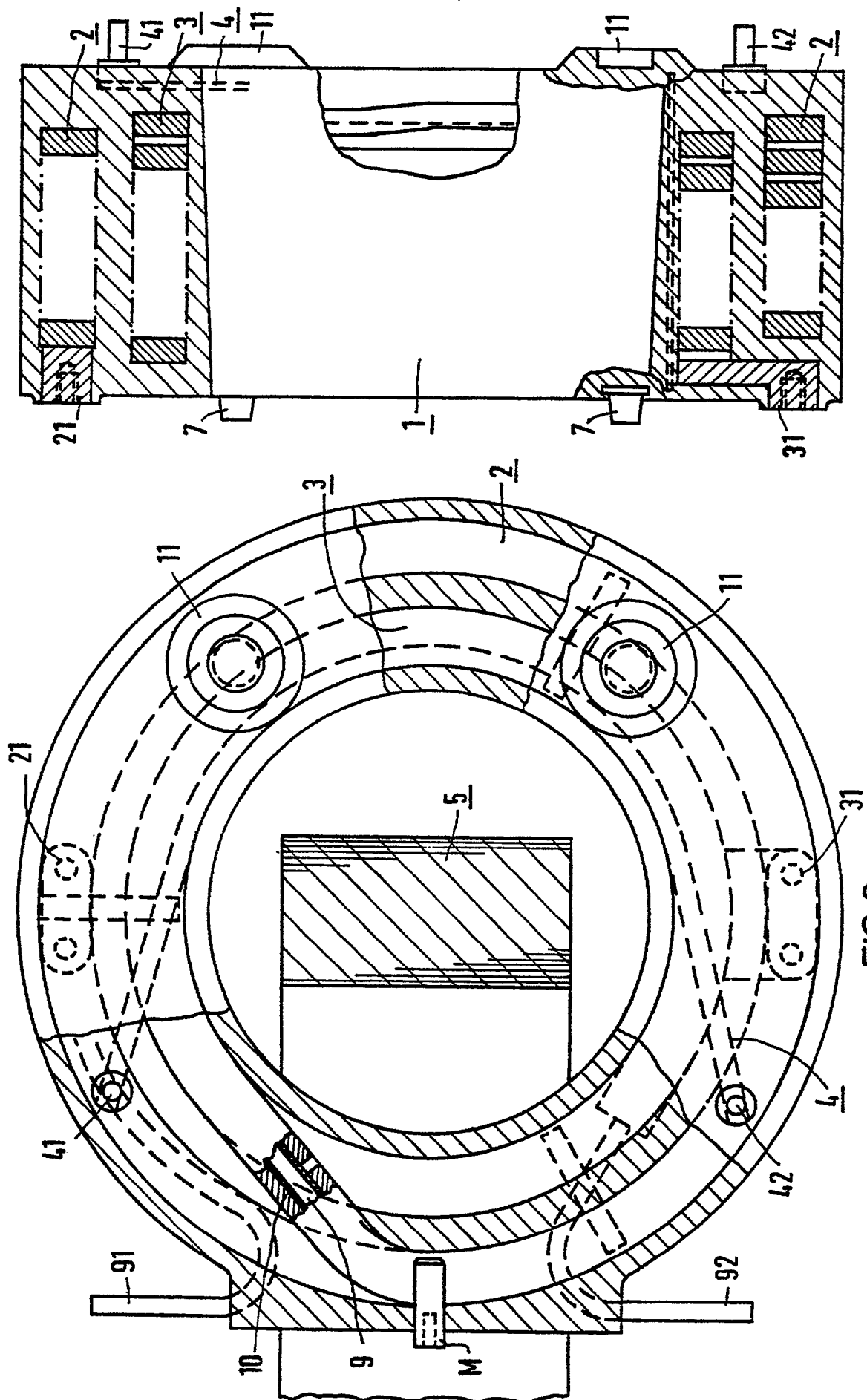


FIG 4

FIG 3