

CH 679 533 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM



⑪ CH 679 533 A5

⑤① Int. Cl.⁵: H 02 G 5/06
H 02 B 13/045

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳① Gesuchsnummer: 2878/89

㉔② Anmeldungsdatum: 03.08.1989

㉔③ Priorität(en): 10.08.1988 DE 3827102

㉔④ Patent erteilt: 28.02.1992

㉔⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1992

㉔⑦③ Inhaber:
Licentia Patent- Verwaltungs-GmbH, Frankfurt a.M.
70 (DE)

㉔⑦② Erfinder:
Karrenbauer, Herbert, Dr., Niestetal/Kassel (DE)

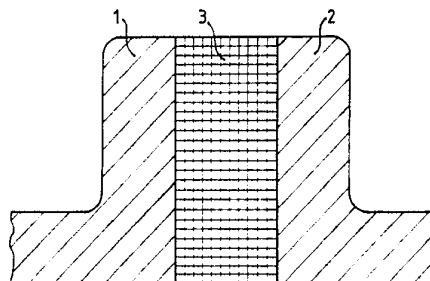
㉔⑦④ Vertreter:
Kirker & Cie SA, Genève

⑤④ **Hülle eines gasisolierten, metallgekapselten Leiters.**

⑤⑦ Bei einpolig gekapselten vollisolierten Schaltanlagen tritt das Problem auf, dass in der Kapselung ein starker Hüllenstrom induziert wird, der zu Verlusten und unerwünschter Erwärmung führt.

Der Hüllenstrom kann dadurch unterbunden werden, dass die Kapselungsteile durch Isolierstücke elektrisch voneinander getrennt werden. Dadurch kann es jedoch zu Spannungsspitzen kommen, die Überschläge und Schäden im Sekundärsystem zur Folge haben.

Zur Vermeidung dieser Nachteile sieht die Erfindung vor, dass die Kapselungsteile (1, 2) elektrisch über eine Widerstandsscheibe (3) miteinander verbunden sind, wobei die Widerstandsscheibe (3) mindestens so hoch ist, dass der in der Hülle induzierte Rückstrom auf einen Wert begrenzt ist, bei dem er keine nennenswerten Verluste mehr verursacht und höchstens einen solchen Wert aufweist, bei dem Spannungsspitzen auf ein für eine wirtschaftlich sinnvolle Isolation unschädliches Mass begrenzt werden.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Hülle eines gasisolierten, metallgekapselten Leiters nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei V.I.S. (Vollisolierte Schaltanlagen) werden die Kapselungsteile im allgemeinen durchgehend galvanisch miteinander verbunden. Hierbei wird bei einpolig gekapselten Anlagen ein Rückstrom in der Kapselung induziert, der etwa die Grösse des Stromes im Innenleiter erreicht. Dies führt jedoch zu nennenswerten Verlusten, welche als ebenfalls unerwünschte Erwärmung auftreten. Bei höheren Nennströmen ist deshalb bei einpolig gekapselten Anlagen ein grösserer Aufwand im Vergleich zu dreipoligen Anlagen erforderlich, da bei den letzteren der Hüllenstrom aufgrund der weitgehenden Symmetrie der Innenleiter nur gering ist.

Um diesem Nachteil zu begegnen, ist vorgeschlagen worden, die Kapselung durch Isolierstücke zu unterbrechen und damit den Hüllenstrom zu unterbinden.

An den Isolierstellen einer solchen Kapselung treten jedoch beim Schalten von Trennern eine Vielzahl von Spannungsspitzen auf. Diese Spannungsspitzen sind derart hoch, dass eine wirtschaftlich sinnvolle Isolation zwischen den Kapselungsteilen, bei der es zu keinen Überschlügen kommt, praktisch nicht möglich ist. Durch die Spannungsspitzen entstehen Überspannungen im Sekundärsystem, die dort wiederum zu Schäden führen können. Die Isolation muss entweder unwirtschaftlich hoch ausgelegt sein oder sie leidet im Laufe der Zeit durch die immer wieder auftretenden Überschlüge.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hülle für einen einpoligen, gasisolierten, metallgekapselten Leiter verfügbar zu machen, bei dem sowohl der Hüllenstrom als auch die zwischen den Kapselungsteilen der Hülle auftretende Überspannungen reduziert sind.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemässen Hülle eines gasisolierten, metallgekapselten Leiters durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch diese Anordnung ist es möglich, einerseits die als transiente Spannung am Widerstand auftretenden Spannungsspitzen, welche vor allem beim Schalten von Trennern auftreten, auf maximal 2 kV zu begrenzen, andererseits jedoch die Verluste aufgrund der vom Hüllenstrom bewirkten Erwärmung auf weniger als 1% bis in die Grössenordnung von 0,01% zu reduzieren. Durch den Widerstand kann die Isolation zwischen den Kapselungsteilen wesentlich schwächer ausgelegt werden, da die Spannungsspitzen erheblich reduziert sind. Es kommt zu keinen Überschlügen. Der verbleibende Rückstrom kann für die Erwärmung vernachlässigt werden. Bei der Dimensionierung des Widerstands wirkt sich günstig aus, dass die Stromwärmeverluste in der Kapselung quadratisch mit dem Strom abnehmen.

Massgebend für die Wahl des untersten Wertes des erforderlichen Gesamtwiderstandes einer Hülle sind die zulässigen Spannungsspitzen ΔU , die auftreten dürfen, da die Flansche der Kapselung für diese Spannungsspitzen gegeneinander isoliert werden müssen. Zwischen Spannungsspitzen, Widerstand, Hüllenstrom – und damit Verluste – und erforderlicher Isolation besteht folgende Beziehung:

Je höher die zulässigen Spannungsspitzen, je grösser der Widerstand, je geringer der Hüllenstrom und die Verluste, je höher aber der Aufwand für die Isolation.

Je niedriger die Spannungsspitzen, je kleiner der Widerstand, jedoch grösserer Hüllenstrom und grössere Verluste, aber geringerer Aufwand für die Isolation.

Ein vertretbarer Kompromiss zwischen den sich widerstrebenden Zielen, geringe Spannungsspitzen – geringer Hüllenstrom, liegt bei Spannungsspitzen (ΔU) im Bereich von 1 kV bis maximal 2 kV. In diesem Bereich ist auch mit vertretbarem Aufwand eine Flanschisolierung zu realisieren.

Aus den zulässigen Spannungsspitzen ΔU ergibt sich der maximale Widerstandswert nach der Gleichung:

$$R = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \cdot Z \cdot \frac{\Delta U}{U_n}$$

R der Gesamtwiderstand einer Hülle, d.h. die Summe aller in Reihe liegenden Einzelwiderstände
 ΔU die maximal zulässige transiente Spannung an einem Widerstand (maximal zulässige Spannungsspitzen)

U_n die Nennspannung der Anlage

Z der Wellenwiderstand der Anlage, im allgemeinen ca. 50 Ω .

Beispiele für die Berechnung von Widerständen:

Beispiel 1:

5 $Z = 50$
 $U_n = 145 \text{ KV}$
 $\Delta U = 1 \text{ KV}$

10 Es ergibt sich ein Widerstand von $R < 0,42 \Omega$

Beispiel 2:

15 $Z = 50$
 $U_n = 420 \text{ KV}$
 $\Delta U = 2 \text{ KV}$

Es ergibt sich ein Widerstand von $R < 0,29 \Omega$

20 Der Hüllenstrom errechnet sich aus den Widerständen nach folgender Gleichung:

$$I_H = \frac{I_n \cdot \omega M}{R} \quad \text{oder} \quad \frac{I_H}{I_n} = \frac{\omega M}{R}$$

25 Dabei sind:

I_H der Hüllenstrom
 I_n der Leiterstrom
 30 ω die Kreisfrequenz ($2\pi \cdot 50 \text{ Hz}$)
 M die Gegeninduktivität zwischen den Hüllen
 R der Gesamtwiderstand einer Hülle, d.h. die Summe aller in Reihe liegender Einzelwiderstände.

35 M hängt von der Geometrie ab und berechnet sich folgendermassen:

$$M \approx \frac{\mu_0}{\pi} \ln \frac{2a}{d}$$

40 Dabei sind:

a der Abstand zwischen 2 Leitern mit je einer Phase
 d der Durchmesser der Hüllen
 45 μ_0 die magnetische Feldkonstante.

Das Verhältnis des Hüllenstroms zum Leiterstrom ergibt sich für $R = 0,3 \Omega$ und die üblichen Geometrie auf:

$$\frac{I_H}{I_n} < \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,3} = 1 \%$$

55 Da die Verluste proportional I^2 sind, ergeben sich somit Verluste von wesentlich unter 1% bis in die Grössenordnung von 0,01%. Solche Verluste sowie die dadurch entstehende Wärme sind nicht mehr nennenswert.

60 Ausgestaltungen der Erfindung mit weiteren Vorteilen, welche die konkrete Anordnung der Widerstände zwischen den Kapselungsteilen betreffen, sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen und werden im folgenden anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigen

65 Fig. 1, 2 und 3 einen Ausschnitt aus der Flanschverbindung zweier Kapselungsteile, wobei die gasdichte Zwischenlage zwischen den Flanschen aus Widerstandsmaterial besteht,

Fig. 4 und 5 einen Ausschnitt aus der Flanschverbindung zweier Kapselungsteile, die eine Zwischenlage aus Isoliermaterial und eine Widerstandsbrücke aufweisen und

Fig. 6 und 7 einen Ausschnitt aus der Flanschverbindung zweier Kapselungsteile, wobei zwischen den Flanschen sowohl eine Isolierstoffzwischenlage als auch der Widerstand angeordnet sind.

5

Fig. 1 zeigt die Flansche zweier Kapselungsteile 1 und 2 im Schnitt mit einer eingelagerten Widerstandsscheibe 3, welche gleichzeitig der mechanischen und gasdichten Verbindung der Kapselungsteile 1 und 2 dient.

10

Fig. 2 zeigt ebenfalls die Flanschverbindung zweier Kapselungsteile 1 und 2 mit einer eingelagerten Widerstandsscheibe 3, welche eine gasdichte Verbindung zwischen den Kapselungsteilen 1 und 2 herstellt. Eine Schraubverbindung 4 aus elektrisch nicht leitendem Material presst die Flanschverbindung mit der Widerstandsscheibe 3 gasdicht zusammen. Wobei die Schraubverbindung 4 bei dieser und bei den folgenden Ausgestaltungen aus am Umfang gleichmässig verteilten Schrauben mit Muttern besteht.

15

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt wie Fig. 2 mit dem Unterschied, dass die Schraubverbindung 4 aus einem metallischen Werkstoff hergestellt und gegen das Metall der Flansche isoliert ist. Diese Isolation erfolgt mittels Isolierstoffhülsen 7, welche in die Bohrungen der Flansche eingebracht sind und so einen metallischen Kontakt des Schraubenschaftes zu den Flanschen verhindern. Der metallische Kontakt des Schraubenkopfes und der Mutter der Schraubverbindung 4 mit den Flanschen wird durch Isolierstoffunterlegscheiben 16 verhindert.

20

Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch die Flanschverbindung zweier Kapselungsteile 1 und 2, wobei zwischen den Flanschen eine gasdicht abdichtende Isolierstoffscheibe 5 eingelagert ist, welche so dimensioniert ist, dass auftretende Spannungsspitzen nicht zu einem Überschlag führen können. Die Flanschverbindung wird durch eine elektrisch nicht leitende Schraubverbindung 4 zur Erzielung der mechanischen Festigkeit und der Gasdichtigkeit zusammengepresst. Zwischen den Kapselungsteilen 1 und 2 ist eine Widerstandsbrücke 6 angeordnet. Diese Widerstandsbrücke 6 kann, wie in Fig. 4 dargestellt, aus elektrischen Leitern mit ausserhalb der Kapselung liegendem Widerstand aufgebaut sein. Dies hat den Vorteil, dass die in dem Widerstand erzeugte Wärme nicht an der Kapselung selbst sondern ausserhalb auftritt.

25

Eine solche Widerstandsbrücke kann jedoch auch durch eine, mehrere oder alle Schrauben mit Muttern der ansonsten nicht leitenden Schraubverbindung 4 gebildet sein, die aus Widerstandsmaterial mit dem erforderlichen Widerstand bestehen. Solche Schrauben mit Muttern lassen sich beispielsweise aus Teilen bilden, die aus kohlefaserverstärktem Kohlenstoff bestehen. Die Schäfte der Schrauben aus Widerstandsmaterial müssen gegenüber den Bohrungen der Flansche durch Isolierstoffhülsen 7 isoliert sein, die Unterlegscheiben müssen jedoch aus elektrisch leitendem Material bestehen.

30

Fig. 5 zeigt eine Anordnung wie Fig. 4, wobei jedoch die Widerstandsbrücke folgendermassen ausgebildet ist:

35

Die Schrauben und Muttern der Schraubverbindung 4 bestehen aus metallischem Werkstoff und die Schraubenschaftes sind durch Isolierstoffhülsen 7 gegen das Metall der Flansche isoliert. Unter den Schraubenköpfen oder unter den Muttern der Schraubverbindung 4 sind als Widerstandsscheiben ausgebildete Unterlegscheiben 8 eingelegt. Die Widerstandsscheiben 8 können auch unter Muttern und Schraubenköpfen angeordnet sein. Jede Widerstandsscheibe muss den entsprechenden Teil des erforderlichen Widerstands aufweisen.

40

Fig. 6 zeigt eine Ausbildung, bei der zwischen den Flanschen im Bereich der Schraubverbindung 4 eine ringförmige Isolierstoffzwischenlage 10, z.B. aus glasfaserverstärktem Epoxidharz eingespannt ist, die den durch die Schraubverbindung 4 erzeugten Anpressdruck der Flansche aufnimmt, die Gasdichtigkeit gewährleistet und dafür sorgt, dass die Widerstandsscheibe 11 mechanisch nicht beansprucht wird. In den übrigen Bereichen zwischen den Flanschen ist die Widerstandsscheibe 11 eingelagert, die den erforderlichen Widerstand aufweist und mit den Flanschen kontaktiert ist. Zur besseren Kontaktherstellung ist zwischen der Widerstandsscheibe 11 und jeweils einer Flanschfläche ein leitfähiger, elastischer O-Ring 9 eingelagert. Die Schraubverbindung 4 muss entweder aus nichtleitendem Material bestehen, oder es wird, wie dargestellt, eine metallische Schraubverbindung 4 verwendet, die durch Isolierstoffhülsen 7 und Isolierstoffunterlegscheiben 16 gegen das Metall der Kapselungsteile 12 isoliert ist.

50

Der Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, dass die Widerstandsscheibe 11 aus einem Material hergestellt sein kann, das unelastisch und empfindlich gegen Druckkräfte ist. Beispielsweise kann eine Widerstandskeramik verwendet werden, die temperaturbeständiger und alterungsbeständiger ist als ein elastisches Widerstandsmaterial. Der Kontaktübergang bleibt besser erhalten.

55

Fig. 7 zeigt einen Ausschnitt aus dem Flanschbereich zweier Kapselungsteile 1, 2, wobei der Schnitt nicht durch eine Schraube der Schraubverbindung 4 vorgenommen wurde. Bei dieser Ausgestaltung ist eine Widerstandsscheibe 13 mit einem Teil einer Flanschfläche verbunden. Mit der anderen Seite der Widerstandsscheibe 13 ist eine Metallscheibe 14 mechanisch und elektrisch verbunden, wobei mittels der Kraft der Schraubverbindung 4 die an der anderen Flanschfläche angeordneten Federn 15 in die Metallscheibe 14 eingepresst sind. Die Widerstandsscheibe 13 mit der Metallscheibe 14 und die Federn 15 werden zweckmässigerweise in dem Bereich des Flansches, in dem sich auch die Schraubverbindung 4 befindet, angeordnet. Diese Anordnung im Bereich stärkster Zusammenpressung der Flansche, sowie die Ausgestaltung mittels Metallscheibe 14 und am Umfang verteilter Federn 15 hat den Vorteil, dass eine

65

gute und dauerhafte Kontaktgabe erfolgt. Sollte im Laufe einer langen Zeitdauer eine Verschlechterung der Kontaktgabe eintreten, so kann diese durch das Anziehen der Schrauben wieder hergestellt werden.

In den übrigen Bereichen der Flanschflächen ist eine ringförmige Isolierstoffzwischenlage 12 angeordnet, die der Gasdichtigkeit der Flanschverbindung dient. Diese Gasdichtigkeit kann dadurch noch sicherer ausgestaltet werden, dass zwischen der Isolierstoffzwischenlage 12 und den Flanschen O-Ringe 17 eingelegt sind.

Die Schraubverbindung 4 ist ebenfalls so ausgestaltet, dass sie nicht elektrisch leitet. Sie muss also entweder aus nicht leitendem Werkstoff hergestellt oder mittels Isolierstoffhülsen 7 und Isolierstoffunterlegscheiben 16 gegen das Metall der Kapselung 1, 2 isoliert sein.

Patentansprüche

1. Hülle eines gasisolierten, metallgekapselten Leiters, aus Kapselungsteilen, welche Verbindungsflansche aufweisen, die der gasdichten mechanischen Verbindung der Kapselungsteile dienen, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapselungsteile (1, 2) elektrisch jeweils über einen Widerstand (3) miteinander verbunden sind.

2. Hülle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kapselungsteilen (1, 2) eine Widerstandsscheibe (3) eingelagert ist, welche auch der mechanischen und gasdichten Verbindung der Kapselungsteile (1, 2) dient.

3. Hülle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kapselungsteilen (1, 2) eine Widerstandsscheibe (3) eingelagert ist, die aus einem elastischen Kunststoff besteht, und dass die Flanschverbindung der Kapselungsteile (1, 2) durch eine elektrisch nichtleitende Schraubverbindung (4) gasdicht zusammengepresst ist.

4. Hülle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kapselungsteilen (1, 2) eine elastische, gasdicht abdichtende Isolierstoffscheibe (5) eingelagert ist und dass die Flanschverbindung der Kapselungsteile (1, 2) durch mindestens eine Schraube mit Mutter aus Widerstandsmaterial erfolgt, wobei die Schraubverbindung (4) ansonsten nicht leitend ist.

5. Hülle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schraube(n) mit Mutter(n) aus Teilen gebildet sind, die aus kohlefaserverstärktem Kohlenstoff bestehen.

6. Hülle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kapselungsteilen (1, 2) eine elastische, gasdichte Isolierstoffscheibe (5) eingelagert ist, dass die Flanschverbindung der Kapselungsteile (1, 2) durch eine nichtleitende Schraubverbindung (4) zusammengepresst ist und dass eine Widerstandsbrücke (6) die Kapselungsteile (1, 2) elektrisch miteinander verbindet.

7. Hülle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kapselungsteilen (1, 2) eine elastische, gasdicht abgedichtete Isolierstoffscheibe (5) eingelagert ist, dass die Flanschverbindung der Kapselungsteile (1, 2) durch eine Schraubverbindung (4) aus elektrisch leitendem Werkstoff zusammengepresst ist, dass die Schäfte der Schraubverbindung (4) gegen die Bohrungen in den Flanschen mittels Isolierstoffhülsen (7) elektrisch isoliert sind und dass zwischen einem Flansch und den Schraubenköpfen oder den Muttern der Schraubverbindung (4) oder beiden als Widerstandsscheiben ausgebildete Unterlegscheiben (8) eingelegt sind.

8. Hülle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Flanschen im Bereich der Schraubverbindung (4) eine ringförmige Isolierstoffzwischenlage (10) gasdicht eingespannt ist, dass in den anderen Bereichen zwischen den Flanschen eine Widerstandsscheibe (11) eingelagert ist, die mit den Flanschen kontaktiert ist, wobei die Flansche durch eine elektrisch nicht leitende Schraubverbindung (4) zusammengepresst sind.

9. Hülle nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens je ein leitfähiger, elastischer O-Ring (9) die elektrische Verbindung der Widerstandsscheibe (11) mit den Flanschflächen der Kapselungsteile (1, 2) herstellt.

10. Hülle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Aufnahme des Anpressdrucks eine ringförmige, einen Teil der Flanschflächen bedeckende Isolierstoffzwischenlage (12) gasdicht zwischen den Flanschen der Kapselungsteile (1, 2) eingespannt ist, dass eine Widerstandsscheibe (13) mit dem übrigen Teil einer der Flanschflächen elektrisch und mechanisch verbunden ist und durch eine Metallscheibe (14) und mehrere, am Umfang verteilte Federn (15) mit der gegenüberliegenden Flanschfläche kontaktiert ist und dass eine nicht leitende Schraubverbindung (4) die Flansche zusammenpresst.

11. Hülle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierstoffzwischenlage (12) mit Hilfe von O-Ringen (17) gasdicht zwischen den Flanschen der Kapselungsteile (1, 2) eingespannt ist.

12. Hülle nach einem der Ansprüche 2, 3 und 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Widerstandsscheibe (3, 11, 13) aus einer Widerstandskeramik besteht.

13. Hülle nach einem der Ansprüche 3, 6, 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die nicht leitende Schraubverbindung (4) aus Schrauben und Muttern aus Metall besteht, wobei die Schraubenschäfte durch Isolierstoffhülsen (7) und die Schraubenköpfe sowie die Muttern durch Isolierstoffunterlegscheiben (16) gegen die Kapselungsteile (1, 2) elektrisch isoliert sind.

14. Hülle nach einem der Ansprüche 3, 6, 8, 9 oder 10 dadurch gekennzeichnet, dass die Schraubverbindung (4) aus einem elektrisch nicht leitenden Werkstoff besteht.

FIG.1

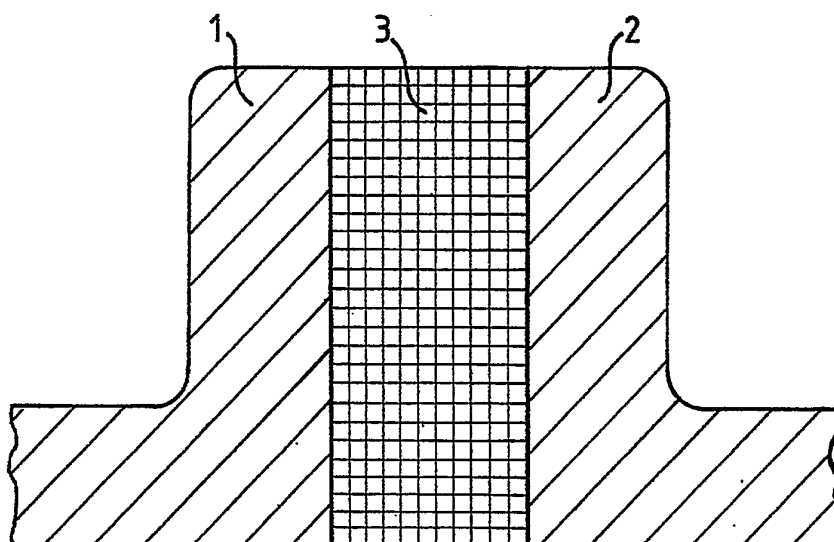


FIG.2

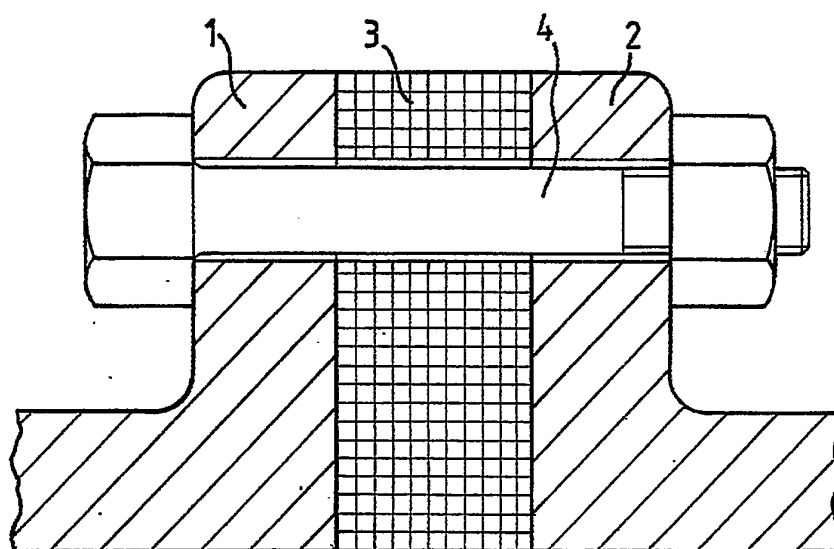


FIG.3

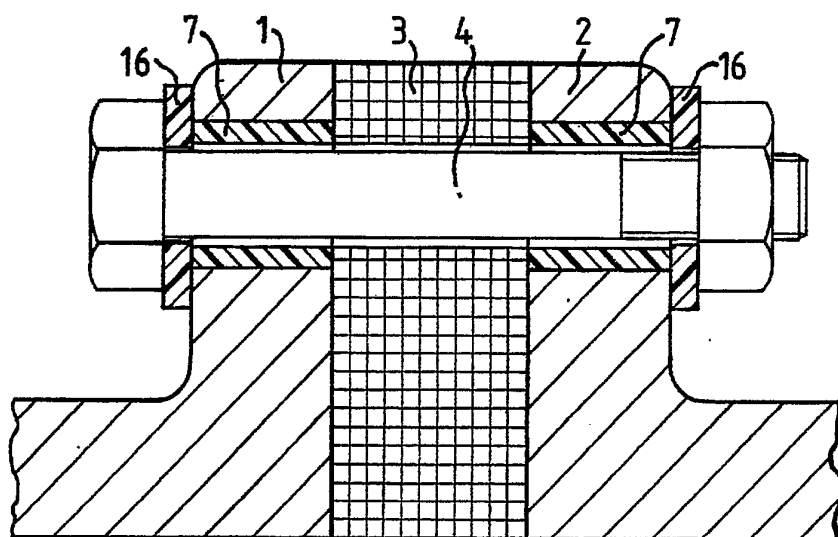


FIG.4

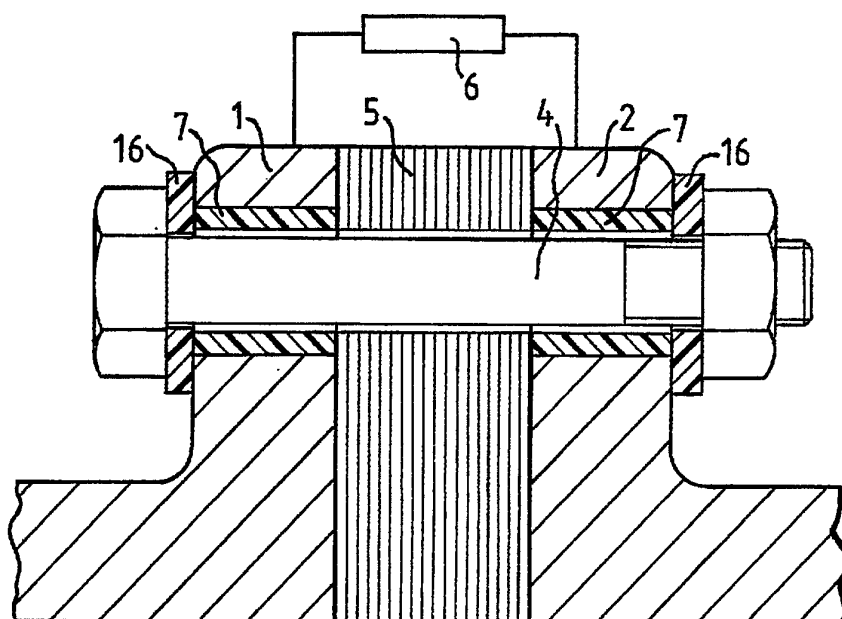


FIG.5

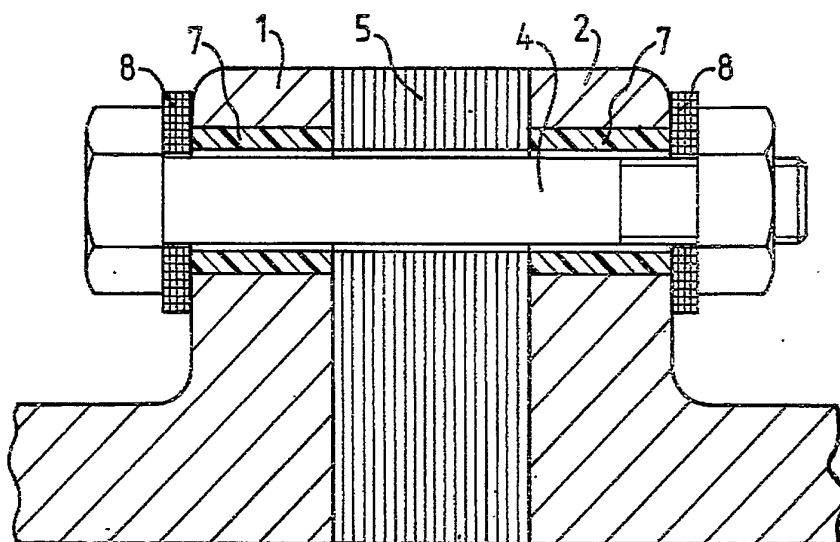


FIG.6

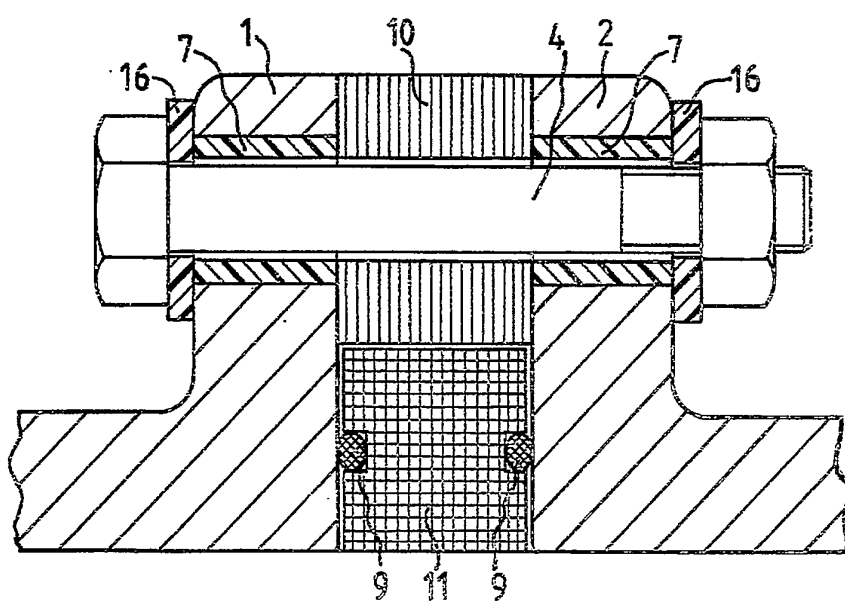


FIG.7

