

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 782 760 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**25.03.1998 Patentblatt 1998/13**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H01H 33/66**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/DE95/01272**

(21) Anmeldenummer: **95931885.8**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 96/09637 (28.03.1996 Gazette 1996/14)**

(22) Anmeldetag: **08.09.1995**

(54) **VAKUUMSCHALTER-KONTAKTANORDNUNG**

VACUUM SWITCH CONTACT ARRANGEMENT

SYSTEME DE CONTACT POUR INTERRUPTEUR SOUS VIDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

(73) Patentinhaber: **Slamecka, Ernst**  
**13595 Berlin (DE)**

(30) Priorität: **22.09.1994 DE 4435372**  
**12.05.1995 DE 19518233**  
**18.05.1995 DE 19519077**  
**11.06.1995 DE 19521948**

(72) Erfinder: **Slamecka, Ernst**  
**13595 Berlin (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.07.1997 Patentblatt 1997/28**

(56) Entgegenhaltungen:

**DE-A- 2 734 646**

**DE-A- 3 519 449**

**FR-A- 2 520 927**

**US-A- 3 764 764**

**EP 0 782 760 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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 betrifft eine Vakuumschalter-Kontaktanordnung mit den im Obergriff der Ansprüche 1 und 20 angeführten Gattungsmerkmalen. Vakuumschalter mit derartigen Kontaktanordnungen dienen zum Öffnen und Schließen von Stromkreisen in Mittel- und Hochspannungsschaltanlagen. Eine Kontaktanordnung der vorausgesetzten Art ist durch die DE 32 27 482 A1 bekannt. Dabei erzeugen schräge Spalte im Wandteil der schalenförmigen Schaltstücke zur Schaltstückachse geneigte Windungselemente, und diese im stromdurchflossenen Zustand ein axiales Magnetfeld. Die Spalte im Wandteil können sich im Bodenteil des Schaltstücks fortsetzen. Der Nachteil dieser Kontaktanordnung liegt in der Schräge der Windungselemente, denn nur deren Azimutalkomponenten tragen im stromdurchflossenen Zustand zur Erzeugung des axialen Magnetfeldes bei.

Eine andere Kontaktanordnung der vorausgesetzten Art wird in der EP 0 133 368 A3 beschrieben. Auch hier sind achsenschräge Spalte im Wandteil eines schalenförmigen Schaltstücks angeordnet, die sich in derselben Ebene im Bodenteil fortsetzen. Der Spaltbereich im Bodenteil verläuft entsprechend einer Sehne. Durch diese Spaltanordnung sollen die Ströme im Schaltstück eine erhebliche tangential Komponente erhalten, damit ein zwischen den öffnenden Kontakten entstehender Lichtbogen veranlaßt wird, sofort auf der Stirnseite des Wandteils zu rotieren. Somit wird offensichtlich von zwei axial gegenüberstehend angeordneten Schaltstücken in der Schaltstrecke ein radiales Magnetfeld erzeugt und ein Beitrag zur verbesserten Erzeugung eines axialen Magnetfeldes liegt nicht vor.

Es ist Aufgabe der Erfindung, gegenüber dem Stand der Technik eine Windungsanordnung mit erheblich größerer Effizienz bei der Erzeugung eines axialen Magnetfeldes zu schaffen, so daß eine damit ausgestattete Kontaktanordnung eine erheblich größere Kurzschluß-Ausschaltleistung erreicht. Die Erfindungsaufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 20 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben. Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß bei den bekannten, ein Magnetfeld erzeugenden Kontaktanordnungen die benutzte Schalenform nur zu einem Teil für die Bildung kreisringabschnittförmiger Windungskörper ausgenützt wird. In der Gedankenfolge besteht das Wesentliche der Erfindung darin, zuerst den Schalenboden und dann gegebenenfalls auch die Schalenwand als Träger von kreisringabschnittförmigen Windungskörpern zu nutzen. Dies erfolgt durch im Schalenboden angeordnete, im wesentlichen teilkreisförmig verlaufende Spalte. An die Enden der im Boden verlaufenden ersten, windungserzeugenden ersten Spalte schließen zweite Spalte an, die im wesentlichen dem Kontakt- und Elektrodenkörper zugewandt in der Schalenwand verlaufend die Windungskörper azimuthal begrenzen.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeich-

nungen von Ausführungsbeispielen in den Figuren 1 bis 12 näher erläutert. Von deren Bezugszeichen machen die Ansprüche 1 bis 13 und 18 bis 20 Gebrauch.

Es zeigen:

- 5 Fig.1: Längsschnitt durch Schaltstück in Ansicht mit radialem, abgestuft radialem bzw. entlang einer schraubenförmigen Schnittfläche verlaufendem Schalenwandspalt.
- 10 Fig.2: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.1 ohne Kontaktscheibe.
- Fig.3: Ansicht des vollständigen Schaltstücks nach Fig.1.
- Fig.4: Draufsicht auf das Schaltstück nach Fig.3.
- 15 Fig.5: Längsschnitt durch Schaltstück mit Schalenwandspalten in einer zur Schaltstückachse geneigten Schnittebene.
- Fig.6: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.5, ohne Kontaktscheibe.
- 20 Fig.7: Ansicht des vollständigen Schaltstücks nach Fig.5.
- Fig.8: Draufsicht auf das Schaltstück nach Fig.7.
- Fig.9: Längsschnitt durch Schaltstück mit tangentialen Schalenwandspalten.
- 25 Fig.10: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.9.
- Fig.11: Ansicht des vollständigen Schaltstücks nach Fig.9.
- Fig.12: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.11.

30 Die Schaltstücke I, II, III der Figuren 1 bis 12 stellen jeweils eines der beiden in eine nicht dargestellte Vakuum-Schaltrohre eingebauten, relativ zueinander im wesentlichen axial bewegbaren Schaltstücke dar. Diese beiden Schaltstücke sind aus gleichen Bauteilen zusammengesetzt und stehen sich axial fluchtend, jedoch nicht spiegelbildlich gegenüber. Jedes der drei Schaltstücke I, II, III wird in je zwei verschiedenen Ansichten bzw. Draufsichten dargestellt, wobei gleiche Bauteile i. a. nur einmal beschrieben werden.

40 Das Stromanschlußstück 2, Fig.1, ist als hohlzylindrischer, einseitig abgeschlossener Körper ausgebildet. Auf seiner der nicht dargestellten Schaltstrecke zwischen den Schaltstücken zugewandten Stirnseite lagert das Bodenteil 3 des insgesamt schalenförmigen Schaltstücks I. Das Bodenteil hat die Form eines flachen auf dem Kopf stehenden Kegelstumpfs. Dieses Teil kann auch die Form einer Kreisringplatte haben und für das Stromanschlußstück kann auch ein vollzylindrischer Bolzen verwendet werden. An das Bodenteil 3 schließt ein zylindrisches Wandteil 4 an. Stromanschlußstück, Bodenteil und Wandteil können einzelne Bauteile darstellen, die zu dem schalenförmigen Schaltstück verbunden werden. Diese Einzelbauteile können jedoch auch schon integrierte Bestandteile eines einstückig, z. B. im Gießverfahren hergestellten Schaltstückkörpers sein, was für das Ausführungsbeispiel zutrifft.

Auf dem freien Rand des Wandteils 4 lagert ein Kreisscheibenförmiger Kontakt- und Elektrodenkörper

5, Fig.3, 4. Diese Scheibe besteht aus einer zumindest Chrom und Kupfer enthaltenden Metallverbindung. Der allgemein scheibenförmige Kontakt- und Elektrodenkörper 5 an dem Schaltstück I sowie auch an den noch zu beschreibenden Schaltstücken II und III kann in nicht dargestellter Weise auch aus zwei Teilscheiben aus Werkstoffen verschiedener elektrischer Leitfähigkeit zusammengesetzt sein. Dabei bildet die Teilscheibe aus einem Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit, z.B. OFHC-Kupfer, die Basis, die auf dem Rand des Wandteils 4 z.B. durch Lötung befestigt ist. Auf diese Grundlage ist die erheblich dünnere zweite Teilscheibe aus einem Material mit relativ kleinerer elektrischer Leitfähigkeit, z.B. aus einer Metallverbindung mit hohem Chromanteil großflächig aufgelötet oder aufgeschweißt. Die zweite Teilscheibe kann auch durch Beschichtung der Basisscheibe z.B. mit Chrom hergestellt sein. Schalenkörper und Stromanschlußstück sind aus elektrisch hochleitfähigem Kupfer angefertigt, was auch für die Schalenkörper und Stromanschlußstücke der Schaltstücke II und III gilt. Zur Herstellung der Windungskörper 9 sind entlang der Innenseite des Wandteils 4 zunächst drei rotationssymmetrisch verteilte, das Bodenteil mit zylindrischen Seitenflächen durchdringende erste Spalte 6 angeordnet, Fig.2. Damit ergibt sich jeweils zwischen zwei ersten Spalten ein Vorsprung 8 im Bodenteil 3, von dem jeweils ein Windungskörper 9 ausgeht, wobei ihn ein am Ende eines ersten Spalts anschließender zweiter Spalt 7 begrenzt. Die Seitenflächen der ersten Spalte 6 können auch zur Schaltstücksachse geneigt sein und sich allgemein konisch einwärts oder auswärts erstrecken. Auch eine kleinere oder größere Anzahl von ersten Spalten je Schaltstück, z. B. zwei oder sechs, ist ausführbar. Die ersten Spalte 6 können auch einen bestimmten radialen Abstand zur Innenseite des Wandteils 4 einhalten.

Die zweiten Spalte 7 reichen bis zum Stirnrand des Wandteils 4, können aber in nicht dargestellter Weise schon davor enden; sie sind zunächst in drei Ausführungsvarianten 7a, 7b, 7c dargestellt. Der zweite Spalt 7a verläuft in einer ersten Radialebene bis knapp unterhalb der Oberfläche des Schalenbodens 3. Dann biegt der Spalt 7a etwa rechtwinklig ab und verläuft azimuthal den Vorsprung 8 entlang, um sich am Ende in einer zweiten Radialebene bis an die Unterseite des Bodenteils 3 fortzusetzen. In der Ansicht des Schalenwandteils 4 zeigt sich dieser Typus von zweitem Spalt als liegendes Z. Demnach überlappt das Ende des zugehörigen Windungskörpers 9 den Bodenvorsprung 8. Im vorliegenden Fall ist noch eine Trennung des Windungsendes vom Vorsprung 8 durch einen Distanzierungsspalt 10 entlang der Innenseite des zum Windungsende naheliegenden Wandteils nötig, Fig. 2.

Bei dem Windungskörper 9 rechts oben in Figur 2 verläuft der zweite Spalt 7b im Wandteil 4 entlang einer Schraubenfläche. Diese Fläche kann durch eine mit etwa konstanter Steigung rotierende Gerade erzeugt werden, wobei sie die Schaltstückachse im rechten Winkel

schneidet; die erzeugende Gerade kann die Schaltstückachse auch unter schieferm Winkel schneiden. Der zweite Spalt 7b kann auch entlang einer zur Schaltstückachse schiefer Ebene verlaufen, die den Stirnrand des Wandteils mit einer radialen Spur schneidet, was nicht dargestellt ist. Wegen der relativ geringen azimuthalen Erstreckung des Wandteils im Bereich des Bodenvorsprungs 8 und damit auch der geringen Länge allgemein geneigter Spalte 7b im Wandteil 4 weisen diese Spaltformen untereinander nur kleine strukturelle Unterschiede auf. Auch hier ist eine Abgrenzung des überlappenden Windungsendes durch einen Distanzierungsspalt 10 in dem Bereich des Vorsprungs 8 erforderlich, wo der schiefe zweite Spalt unterhalb der inneren Oberfläche des Bodenteils 3 verläuft.

Bei dem zweiten Spalt 7c, links oben in Figur 2, handelt es sich um einen Stromleiterspalt, der in einer radialen Ebene verläuft. Demnach findet eine Überlappung des Endes des Windungskörpers 9 mit dem Bodenvorsprung 8 nicht statt, so daß eine Lücke in der Magnetisierung aufscheint. Dies läßt sich durch dritte Spalte 11 im Bodenteil, Fig.2, zumindest teilweise ausgleichen. Diese Spalte gehen vom oder nahe vom Innenrand des Bodenteils 4 oder des hohlzylindrischen Stromanschlußstücks 2 aus und nähern sich mit zunehmender Länge dem Wandteil 4; dadurch geben sie der Strömung im Bodenteil einen zunehmend azimuthalen und damit axial magnetisierenden Verlauf. Gleichzeitig werden auch die Wirbelströme im Bodenteil gedämpft. Eine andere, nicht dargestellte, zumindest partielle Ausgleichsmöglichkeit der Magnetisierung bei nicht überlappenden Windungsabschnitten 9 besteht darin, das feststehende und das bewegbare Schaltstück einander azimuthal folgendermaßen zuzuordnen: einem radialen Spalt 7c und einem anschließenden Bodenvorsprung 8 bei dem einen Schaltstück steht bei dem anderen Schaltstück ein Bereich eines Windungsabschnitts 9 gegenüber.

Zur Dämpfung der Wirbelströme in der Kontakt- und Elektroden Scheibe 5 können darin z.B. radiale Spalte 12 angeordnet sein, Fig.3, 4. Fluchten diese Spalte noch mit den zweiten Spalten 7a, 7b, 7c im Wandteil 4, verhindern sie auch direkte Ausgleichsströme zwischen dem benachbarten, auf verschiedenem Potential befindlichen Ende und Anfang zweier Windungskörper. Der Potentialunterschied nimmt mit der Länge der Windungskörper zu. Bei vier, fünf oder sechs Windungselementen pro Schaltstück und/oder bei kleinen Schaltstückdurchmessern sind die Windungslängen bereits erheblich kürzer und dementsprechend die Potentialdifferenzen kleiner. Daher kann in diesen Fällen auch eine andere Art der teilweisen Abdeckung des Innenraums des schalenförmigen Schaltstücks gewählt werden: z. B. durch einen nicht dargestellten kreisringplattenförmigen Kontakt- und Elektrodenkörper. Im Zwischenraum zwischen dem Bodenteil und dem Kontakt- und Elektrodenkörper kann ein Stützkörper 13 aus elektrisch höchstens schlecht leitendem Material angeordnet sein. Im

vorliegenden Ausführungsbeispiel hat dieser Körper etwa die Form einer Kreisringplatte, deren Innendurchmesser gleich groß ist wie der Innendurchmesser des hohlzylindrischen Stromanschlußstücks 2, Fig.1. Auch kann bei dem Stützkörper zum Zweck der Gewichtseinsparung zumindest eine teilweise Unterbrechung seines körperhaften Zusammenhangs vorgesehen werden.

Der zweite Spalt 7d im Schaltstück II der Figuren 5, 6 wird durch eine Schnittebene erzeugt, die eine Sehne des Boden- und Wandteils 34 enthält und zur Schaltstückachse im stumpfen Winkel geneigt ist. Die Anströmung der Bodenvorsprünge 8 zu den Windungskörpern 9 aus dem Stromanschlußstück 2 über das Bodenteil 3 wird durch Stromleitspalte, dritte Spalte 14, günstig beeinflusst. Diese Spalte schließen an die freien Anfänge der ersten Spalte 6 an und nehmen als Teile von Sehnen Verläufe, die sich von den ersten Spalten abwenden. Im Vergleich zu Figur 1 ist in Figur 5 der Stützkörper für die Kontakt- und Elektroden Scheibe weggelassen. Die Kontakt- und Elektroden Scheibe 5, Fig.7, 8, weist drei rotationssymmetrisch angeordnete Spalte 12d auf, die vom Außenrand der Kontakt- und Elektroden Scheibe beginnend über dem Rand des Wandteils 4 mit den zweiten Spalten 7d fluchten und im weiteren Verlauf radial ausgerichtet sind.

Einen im wesentlichen tangentialen Anschluß an die ersten Spalte 6 weisen die zweiten Spalte 7e des Schaltstücks III der Figuren 9, 10 auf. Die erzeugenden Schnittebenen dieser Spalte verlaufen im wesentlichen parallel zur Schaltstückachse. Eine Überlappung von Windungsende und Bodenvorsprung 8 findet daher lateral statt. Die Anströmung der Bodenvorsprünge 8 zu den Windungselementen 9 aus dem Stromanschlußstück 2 über das Bodenteil 3 wird durch dritte Spalte 15 im Bodenteil günstig beeinflusst, Fig.10. Diese rotationssymmetrisch angeordneten, an die Anfänge der Teilkreis spalte 6 anschließenden und mit den zweiten Spalten 7e etwa parallelen Spalte 15 leiten die Strömung aus dem Stromanschlußstück 2 über eine etwa spiralförmige Zwischenphase im Bodenteil 3 in die Kreisphase der Windungskörper 9, was Strömungspfeile andeuten. Wenn sich die dritten Spalte bis zum Innenrand des Stromanschlußstücks 2 erstrecken, dämpfen sie auch noch die Wirbelströme in dessen Stirnbereich. Im Kontakt- und Elektrodenkörper 5, Fig.11, 12, sind rotationssymmetrisch verteilt drei Spalte 12e angeordnet mit dem bereits anhand der Figur 8 beschriebenen typischen Verlauf.

An den sich axial etwa fluchtend gegenüberstehenden Schaltstücken, einerseits I, II, III und andererseits I', II', III', letztere sind nicht dargestellt, sind die Windungskörper 9, bzw. 9' so angeordnet, daß sie relativ zueinander denselben dungsinn aufweisen. Somit erzeugt jede Windungsanordnung für sich je ein axiales Magnetfeld gleicher Richtung. Die Windungskörper 9 und 9' können an den Schaltstücken I, II, III bzw. I', II', III' auch mit relativ zueinander entgegengesetztem Windungssinn angeordnet sein, so daß zwei axiale Magnet-

felder mit entgegengesetzter Richtung erzeugt werden.

Im folgenden wird die Erfindung in Weiterbildungen anhand der Zeichnungen von Ausführungsbeispielen in den Figuren 13 bis 23 näher erläutert. Von deren Bezugszeichen machen die Ansprüche 14 bis 16 Gebrauch. Es zeigen:

Fig.13: Schaltstück in Schnittansicht, Kontakt- und Elektrodenkörper entfernt; links von der Mitte: Schnitt A - M gemäß Fig.14; Umlaufspalt im Schalenboden mit achsenparallelen Seitenflächen; tangential an den Umlaufspalt anschließender Spalt in der Schalenwand; rechts von der Mitte: Schnitt B - M.

Fig.14: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.13, ungeschnitten.

Fig.15: Schaltstück in Schnittansicht A - A gemäß Fig.14, mit Kontakt- und Elektrodenkörper sowie Stützkörper.

Fig.16: Schaltstück nach Fig.15 in Ansicht.

Fig.17: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.16.

Fig.18: Schaltstück in Schnittansicht, Kontakt- und Elektrodenkörper sowie Stützkörper entfernt; links von der Mitte: Schnitt A - M gemäß Fig.19; Umlaufspalt im Schalenboden mit gegenüber der Schaltstückachse geneigten Seitenflächen; rechts von der Mitte: Schnitt B - M gemäß Fig.19; Umlaufspalt im Schalenboden mit gegenüber Schaltstückachse geneigten Seitenflächen, azimuthal anschließender Umlaufspalt in Schalenwand.

Fig.19: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.18, ungeschnitten; links von der Mitte: nach Fig.18, links von der Mitte; rechts von der Mitte: nach Fig.18, rechts von der Mitte.

Fig.20: Schaltstück in Schnittansicht nach Fig.18, links von der Mitte, mit Kontakt- und Elektrodenkörper sowie Stützkörper.

Fig.21: Schaltstück in Ansicht nach Fig.20, rechts von der Mitte.

Fig.22: Schaltstück in Ansicht nach Fig.18, rechts von der Mitte.

Fig.23: Schaltstück in Draufsicht nach Fig.21 oder 22.

An den ersten Spalt 6 im Schalenboden 3 des schalenförmigen Kontakt- und Elektroden- sowie Windungsträgers 34 des Schaltstücks 1 schließt etwa tangential ein zweiter Spalt 7 an, Fig.13, 14, 15. Der zweite Spalt erstreckt sich in der Schalenwand 4 nicht bis zu deren stirnseitiger Oberfläche, sondern darin nur soweit, daß an diesen Spalt ein dritter Spalt 78 anschließen kann. Dieser Spalt verläuft dann über dem Schalenboden und reicht bis kurz vor den vorangehenden Spalt 6, Fig.14. Dort schließt ein vierter Spalt 79 an, der an die Stirnseite der Schalenwand führt und Sie radial durchdringt; der Übergang vom Schalenboden zur Schalenwandstirn er-

folgt somit in einer Stufe, Fig.16. Der Spalt 79 kann jedoch auch eine Neigung zur Schaltstückachse aufweisen, so daß sich der Übergang rampenförmig vollzieht, was nicht mehr dargestellt ist. Entlang des tangential an den erster Spalt 6 anschließenden zweiten Spalts 7 findet eine periphere Überlappung des Austrittsbereichs des vorangehenden Windungsabschnitts 41 durch den Bereich 42 des nachfolgenden Windungsabschnitts 41 statt. Anschließend an die periphere Überlappung wird dieser Austrittsbereich durch die azimuthale Verlängerung 43 des nachfolgenden Windungsabschnitts 41 noch axial überlappt, Fig.13, 14. Auf dem schalenförmigen Körper 34 des Schaltstücks 1 ist ein kreisringscheibenförmiger Kontakt- und Elektrodenkörper 49 gelagert, Fig. 15, 16, 17. Die Kontakt- und Elektroden-scheibe kann mit radialen Spalten 50 ausgestattet sein, was bei einer Hälfte dieser Scheibe erfolgt ist, Fig.17. Diese Scheibe kann gegebenenfalls - die spezifische elektrische Leitfähigkeit des Scheibenmaterials ist dann relativ zu derjenigen von Kupfer erheblich kleiner - auch ohne Spalte ausgeführt sein, wie es die andere Scheibenhälfte in Figur 17 erkennen läßt. Gestützt wird die Kontakt- und Elektroden-scheibe durch einen im wesentlichen gleichfalls scheibenförmigen Stützkörper 16, Fig. 15, der sich zumindest bis in einen Teilbereich der Spalte 78 erstreckt, Fig.13. Der kreisscheibenförmige Stützkörper 16 kann auch - weiter nicht dargestellt - als Kreisringscheibe ausgeführt sein.

Zur Spaltausführung 6i: Die zur Schaltstückachse geneigten seitlichen Begrenzungsflächen des ersten Spalts 6i werden an einem seiner Enden beginnend - oder auch erst danach - mit zunehmender Neigung derart geführt, daß die innenseitige Begrenzungsfläche zunächst den Bodenrand erreicht und sich dann mit konstanter Neigung bis zum vorangehenden ersten Spalt erstreckt, Fig.19, linke Hälfte der Draufsicht. Bei dieser Führung des ersten Spalts im Schalenboden dient die Schnittlinie der Innenseite der Schalenwand mit der inneren Oberfläche des Schalenbodens als Führungskante für ein Fräswerkzeug. An das freie Ende des ersten Spalts schließt ein zweiter Spalt 7i an und reicht axial bis zur stirnseitigen Oberfläche der Schalenwand, die er radial durchdringt, Fig.19, linke Hälfte der Draufsicht Fig.21. Es resultiert ein Windungsabschnitt 44 mit einem zweifach überlappenden Windungsbereich 45, Fig.19, linke Hälfte der Draufsicht. Im unteren Bildviertel ist der Windungsabschnitt 44 zum größten Teil weggebrochen, damit die innenliegende seitliche Begrenzungsfläche des ersten Spalts 6i sichtbar wird. Dabei ist als Variante der Bereich der ortsgleich zweifachen Überlappung über eine größere Bogenlänge des ersten Spalts mit konstanter Neigung ausgeführt. Dem Austrittsbereich der Windungsabschnitte 44 aus dem Schalenboden wird jeweils durch im Schalenboden an die ersten Spalte 6i anschließende gekrümmte oder - nicht dargestellte - gerade fünfte Leitspalte 40 der Strom bereits mit einer erheblichen azimuthalen Komponente zu-geführt, Fig.19. Der durch den radialen Spalt 7i bedingte

stufenförmige Übergang vom Schalenboden zur Stirnseite der Schalenwand kann in einer nicht dargestellten Variante durch einen gegenüber der Schaltstückachse geneigten Spalt auch rampenförmig gestaltet sein.

5 Zur Spaltausführung 6j: Die zur Schaltstückachse geneigten seitlichen Begrenzungsflächen des ersten Spalts 6j werden an einem seiner Enden beginnend - oder erst danach - mit zunehmender Neigung bis zur Unterseite des Schalenbodens variantenhalber derart  
10 geführt, daß die innenliegende Begrenzungsfläche zum äußeren Bodenrand einen Abstand einhält, um sich dann mit konstanter Neigung azimuthal weiter zu erstrecken, wobei zum vorangehenden ersten Spalt 6j auch ein Abstand eingehalten wird, Fig.19, rechte Hälfte der  
15 Draufsicht. Es schließt ein nicht bis zur stirnseitigen Oberfläche des Schalenrands reichender zweiter Spalt 7j an und an diesen ein dritter Spalt 78j, Fig.18, der in der Schalenwand über dem Schalenboden geführt ist, wobei er vor dem vorangehenden ersten Spalt 6j endet.  
20 Darauf folgt ein Trennspace 79j in einer radialen Schnittebene vom Schalenboden bis zur Stirn der Schalenwand reichend, Fig.18, rechte Hälfte der Schnittansicht, Fig.19, rechte Hälfte der Draufsicht und Fig.22. Durch die ersten und zweiten Spalte 6j bzw. 7j im Schalenboden sowie die dritten und vierten Spalte 78j bzw. 79j  
25 in der Schalenwand entstehen die Windungsabschnitte 46 mit jeweils zwei Bereichen: im Bereich 47 findet eine peripher-axiale Überlappung statt, Fig.19, rechte Hälfte der Draufsicht; im anschließenden Windungsbereich 48 ist sie nur axial, Fig.19, rechte Hälfte der Draufsicht und Fig.22. Überlappt wird jeweils der vorangehende Austrittsbereich der Windungsabschnitte 46 aus dem Schalenboden 3 durch die nachfolgenden Windungsabschnitte 46 mit den vorstehend angeführten Überlappungsbereichen 47 und 48. Im rechten unteren Viertel der Draufsicht, Fig.19, ist der Windungsabschnitt 46 zum größten Teil weggebrochen, damit die geneigte innenliegende seitliche Begrenzungsfläche des ersten Spalts 6j sichtbar wird sowie die durch den Spalt 78j verursachte Erweiterung der Bodenfläche bis zum Bodenrand. Die beiden stufenförmigen Übergänge in diesem Bereich im Zusammenhang mit den Spalten 7j und 79j lassen sich in bereits dargelegter Weise auch rampenförmig gestalten. Auf der stirnseitigen Oberfläche der Schalenwand 4 lagert eine Kontakt- und Elektroden-scheibe 49, Fig.17, 20, 23, die mit radialen Spalten 50  
40 - zwei bzw. einer davon sind dargestellt - ausgestattet sein kann - oder auch nicht, wie die übrige Oberfläche des Kontakt- und Elektrodenkörpers 49 zeigt. Die radialen Spalte 50 in der Kontakt- und Elektroden-scheibe sind über den Spalten 79, 7i, 79j in der Schalenwand angeordnet, wobei die Spalte in der Scheibe kleiner sein können als die Spalte in der Schalenwand, Fig.16 bis 23.

55 Im folgenden wird die Erfindung in einer Weiterbildung anhand der Zeichnungen eines Ausführungsbeispiels in den Figuren 24 bis 26 näher erläutert. Von deren Bezugszeichen machen die Ansprüche 18, 19 Ge-

brauch. Es zeigen:

- Fig.24: Schaltstück mit axialer Überlappung des Bodenvorsprungs durch die Endbereiche der Windungsabschnitte in drei Teilansichten.  
 Fig.25: Draufsicht auf Schaltstück nach Figur 24, Schnitt A - A.  
 Fig.26: Draufsicht auf Schaltstück gemäß Figur 24, ungeschnitten.

Im Schalenboden 3 des Schaltstücks I sind entlang der Innenseite der Schalenwand 4 vier etwa rotations-symmetrisch verteilte erste Spalte 6 angeordnet, Fig. 24,25. An die ersten Spalte schließen in einer radialen Ebene geführte zweite Spalte 71 an, Fig.24, 25, die axial nur so weit in die Schalenwand reichen, daß daran in der Schalenwand unmittelbar über dem Schalenboden verlaufende dritte Spalte 72 anschließen können, Fig. 24. Die dritten Spalte 72 erstrecken sich bis zu den vorangehenden ersten Spalten 6, wo sich ein in einer radialen Ebene bis zur Stirnseite der Schalenwand geführter vierter Spalt 73 anschließt, Fig.24. Durch die Spalte 6, 71, 72, 73 entstehen kreisringabschnittförmige Windungskörper 9; ihr Bereich 91 umgibt den Schalenboden peripher, während ihr Bereich 92 den Bodenvorsprung 8 axial überlappt, Fig.24, 25. Im Schalenboden 3 sind den ersten Spalten 6 im Bereich zwischen den Bodenvorsprüngen 8 und dem Stromanschlußstück 2 Spalte vorgelagert, um eine Anströmung der ersten Spalte 6 wegen ungünstiger Auswirkungen zu verhindern. Diese vorgelagerten Spalte können z.B. in folgenden Varianten ausgeführt sein: Die Spalte 20 sind nach einer Kreisbogenlinie gekrümmt und dabei so angeordnet, daß die Wölbung des Kreisbogens nach innen zeigt, Fig.25. In der Abschirmung weniger wirksam sind - nicht dargestellte - kreisbogenförmige Spalte, bei denen die Wölbung nach außen zeigt. Eine Radiuslinie durch den Scheitel der Wölbung stellt zumindest für einen Teilbereich der Spalte 20 eine Symmetrieachse dar. Die vorgelagerten Spalte 21 haben die Form eines Winkels, dessen Öffnung den ersten Spalten 6 zugewandt ist, Fig.25. Eine Radiuslinie durch den Winkelschenkel eine Symmetrieachse dar. An Stelle gekrümmter oder winkelförmiger Abschirmspalte 20 bzw. 21 sind auch - nicht dargestellte - entlang einer Geraden verlaufende Spalte verwendbar, die im Bodenbereich vor dem ersten Spalt 6 zwischen zwei Vorsprüngen 8 und dem Stromanschlußstück 2 liegen.

Auf der freien Stirnseite der Schalenwand 4 lagert eine Kontakt- und Elektroden Scheibe 5, Fig.26, die von einem - nicht dargestellten - im wesentlichen scheibenförmigen, aus elektrisch schlecht leitendem oder isolierendem Material bestehendem Körper gestützt wird. Zwischen dem an den ersten Spalt 6 radial anschließenden Spalt 71 und dem vorangehenden ersten Spalt 6 ergibt sich ein Vorsprung 8 im Schalenboden: Daran schließt einseitig ein Windungsabschnitt 9 an. Damit

sich bei der Anströmung dieses Windungsabschnitts aus dem Schalenboden im Bodenvorsprung eine ausreichend große azimutale Strömungskomponente ausbilden kann, beträgt die maximale azimutale Erstreckung des Bodenvorsprungs 8 rund das Dreifache der radialen Erstreckung des anschließenden Windungsabschnitts 9.

Im folgenden wird die Erfindung in Weiterbildungen anhand der Zeichnungen von Ausführungsbeispielen in den Figuren 27 bis 37 näher erläutert. Von deren Bezugszeichen machen die Ansprüche 20 bis 24 Gebrauch. Es zeigen:

- Fig.27: Schaltstück in Schnittansicht B - B gemäß Fig.29; Umlaufspalt im Schalenboden mit seitlichen Begrenzungsflächen parallel zur Schaltstückachse.  
 Fig.28: Draufsicht auf Schnitt A - A des Schaltstücks gemäß Fig.27.  
 Fig.29: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.27, ungeschnitten.  
 Fig.30: Schaltstück nach Fig.27 mit Kontakt- und Stützkörper.  
 Fig.31: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.30.  
 Fig.32: Ansicht des Schaltstücks nach Fig.30, ungeschnitten.  
 Fig.33: Schaltstück in Schnittansicht B - B nach Fig. 35; Umlaufspalt im Schalenboden mit seitlichen Begrenzungsflächen geneigt zur Schaltstückachse.  
 Fig.34: Draufsicht auf Schnitt A - A des Schaltstücks nach Fig.33.  
 Fig.35: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.33, ungeschnitten.  
 Fig.36: Ansicht des Schaltstücks nach Fig.33 mit Kontaktscheibe.  
 Fig.37: Draufsicht auf Schaltstück nach Fig.36.

Der Kontaktträger 34 ist bodenseitig mit einem zumindest im Verbindungsbereich hohlzylindrisch ausgebildeten Stromanschlußstück 2 verbunden. Im Schalenboden 3 ist entlang der Innenseite der Schalenwand 4 ein Spalt 6 geführt, Fig.27, 28, 29. An dessen einem Ende schließt in Richtung zum Stromanschlußstück 2, seine Wand im Stirnbereich schneidend, ein gekrümmter Spalt 102 an, der jedoch auch geradlinig ausgeführt sein kann. In einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsvariante ist dieser Spalt 102 nur im Stirnbereich des Stromanschlußstücks angeordnet. Am anderen Ende des Spalts 6 schließt weiterhin im Schalenboden 3 und etwa tangential ein zweiter Spalt 7 an, der sich bis zum äußeren Umfang des Schalenbodens erstreckt, Fig. 28. Entlang der Außenseite des Spalts 7 schließt ein in der Schalenwand 4 unmittelbar über dem Schalenboden 3 geführter dritter Spalt 100 an, der bis zum äußeren Umfang reicht und dann in Umfangsrichtung bis etwa zum Endbereich des vorausgehenden ersten Spalts 6 verläuft, Fig.27, 28. Dort schließt ein vierter

Spalt 101 an, der an der Stirnseite der Schalenwand entlang einer Radiuslinie zum Vorschein kommt, Fig. 29, 32. In den Zeichnungen ist der Spalt 101 entlang einer zur Schaltstückachse parallelen Ebene geführt, so daß sich ein stufenförmiger Übergang vom Schalenboden 3 zur Stirnseite der Schalenwand 4 ergibt, Fig. 32. In einer nicht dargestellten Ausführungsvariante läßt sich dieser Übergang auch etwa rampenförmig, also schräg zur Schaltstückachse verlaufend gestalten. Dabei ergibt sich auch eine Überdeckung des Endbereichs eines Windungsabschnitts 103 mit dem Übergangsbereich 106 eines vorausgehenden Windungsabschnitts 103. Diese systematische Aufeinanderfolge der Spalte 6, 7 im Boden 3 und 100, 101 in der Wand 4 der Schale 34 ergibt einen Windungsabschnitt 103 mit zwei Bereichen: Der Abschnittsbereich 104 verläuft im Boden, der Abschnittsbereich 105 in der Wand, Fig. 27, 32, und der Spalt 102 bewirkt die Anströmung des Abschnittsbereichs 104 bereits mit einer azimuthalen Strömungskomponente, Fig. 28. Zwischen den Abschnittsbereichen 104 und 105 eines Windungsabschnitts 103 liegt der Übergangsbereich 106. Der Querschnitt des Wandbereichs 105 der Windungsabschnitts 103 soll nicht kleiner sein als etwa 25% des Querschnitts des Bodenbereichs 104. Vorteilhaft kann es sein, wenn der Querschnitt des Wandbereichs 105 mindestens gleich groß ist wie der Querschnitt des Bodenbereichs 104.

Der Schalenkörper 34 enthält vier solcher Windungsabschnitte 103, die vierfach parallelgeschaltet sind. Dabei überlappt der Wandbereich 105 eines Windungsabschnitts 103 jeweils den Bodenbereich 104 eines vorausgehenden Windungsabschnitts 103, Fig. 32. Das Ausmaß dieser Überlappung hängt von der Ortswahl für den Spalt 101 ab und ist somit justierbar. In der Gesamtheit ergeben sich durch die vier je eine Ebene in Wand und Boden der Schale besetzenden Bereiche der vier Windungsabschnitte 103 in relativ guter Näherung zwei Vollkreiswindungen; durch eine jede fließt ein Viertel des Gesamtstroms der Kontakthanordnung. Resultierend fließt entlang des Umfangbereichs der Schale 34 ein magnetfelderzeugender Ringstrom mit einem Maximalwert gleich dem halben Nenn-Kurzschlußauschaltstrom der Kontakthanordnung.

Auf der Stirnseite der Schalenwand 4 liegt die Kontakt- und Elektroden Scheibe 107 an, Fig. 30, 31, 32; sie ist als Kreisringscheibe ausgebildet und weist radiale Spalte 108 zur Wirbelstromdämpfung auf. Der metallische Werkstoff der Kontakt- und Elektroden Scheibe 107 hat gegenüber dem elektrisch gut leitendem Kupfer zumindest teilweise eine kleinere elektrische Leitfähigkeit. Zu diesem Zweck kann ein erheblicher Chrom-Anteil vorteilhaft sein, z.B. Chrom/Kupfer zu mindestens 75/25 Teilen. Dabei können sich die radialen Spalte in der Kontakt- und Elektroden Scheibe erübrigen. Vorteilhaft kann es auch sein, die Kontakt- und Elektroden Scheibe durch voneinander getrennte allgemein segmentförmige Körper dartzustellen. Als Stütze der Kontakt- und Elektroden Scheibe 107 dient ein allgemein scheibenförmiger

Körper 109, der auch den Wandbereich 105 der Windungsabschnitte 103 abstützt, Fig. 30. Dieser Stützkörper besteht aus einem keramischen Material, dessen mechanische Festigkeit eingelagerte jedoch nicht dargestellte Faserstoffe verstärken. Der Stützkörper 109 kann auch aus einer Stahllegierung angefertigt sein, die relativ zu Kupfer eine erheblich kleinere spezifische elektrische Leitfähigkeit aufweist, wie z.B. rostfreier Stahl.

Eine Überlappung von Übergangsbereich 137 eines Windungsabschnitts 134 und Austrittsbereich aus dem Boden 3 eines vorausgehenden Windungsabschnitts 134 sowohl peripher als auch axial zeigt das folgende Ausführungsbeispiel, Fig. 33, 34, 35. Zu diesem Zweck ist der erste Spalt 130 zumindest auf einem Teil seiner Länge seitlich durch Wände begrenzt, die gegenüber der Schaltstückachse auswärts geneigt sind. Diese Neigung der Spaltwände entlang des Spalts 130 nimmt bis zum Erreichen der Außenseite des Schalenbodens 3 zu und bleibt anschließend konstant, Fig. 34. Am Ende des Spalts 130 trennt ein Spalt 131 den Bodenbereich 135 des Windungsabschnitts 134 vom Schalenboden 3, Fig. 34. Dieser zweite Spalt 131 verläuft innenseitig entlang der innenseitigen schrägen Wand des ersten Spalts 130 und weiter in Richtung zum äußeren Umfang des Schalenbodens 3 im wesentlichen entlang einer Radiuslinie. Der Übergang zum vorausgehenden Austrittsbereich aus dem Schalenboden des Windungsabschnitts 134 erfolgt demnach in einer Stufe mit Dreiecksprofil, Fig. 34. In einer nicht dargestellten Ausführungsvariante kann dieser Übergang durch einen entlang einer schrägen Ebene geführten Spalt auch rampenförmig gestaltet sein. Ein anschließender in der Schalenwand 4 über dem Schalenboden 3 verlaufender dritter Spalt 132 läßt den Wandbereich 136 des Windungsabschnitts 134 entstehen, Fig. 33, 36. Die völlige Trennung der Enden der Windungsbereiche 136 von der Schalenwand 4 bewirkt ein vierter Spalt 133, Fig. 35, 36. Auch dieser Trennsplatt ist entlang einer radialen Ebene geführt. Eine Führung des Trennspalts 133 entlang einer zur Schaltstückachse geneigten Ebene ermöglicht einen rampenförmigen Übergang, was jedoch nicht mehr dargestellt ist. Der als Kreisringscheibe ohne Spalte ausgeführte Kontakt- und Elektrodenkörper 138, Fig. 37 lagert auf der Stirnfläche der Wandbereiche 136 der Windungsabschnitte 134, Fig. 36. Hinsichtlich weiterer möglicher Ausführungsformen des Kontakt- und Elektrodenkörpers 138 und des dafür zu verwendenden Materials sei auf die Beschreibung des Kontakt- und Elektrodenkörpers 107, Fig. 30, 31 verwiesen. Das gleiche gilt für den Stützkörper 109, der nicht mehr dargestellt ist.

## 55 Patentansprüche

1. Vakuumschalter-Kontakthanordnung mit zwei relativ zueinander axial bewegbaren, je ein Stroman-

schlußstück (2) und einen Kontakt- und Elektrodenkörper (5) umfassenden Schaltstücken (I, II, III) von denen zumindest ein Schaltstück eine allgemein schalenförmige Struktur mit einem Bodenteil (3) und einem Wandteil (4) aufweist, wobei im schalenförmigen Körper windungsbildende Spalte (6) angeordnet sind, der Innenraum durch den Kontakt- und Elektrodenkörper (5) zumindest teilweise abgedeckt ist und im Fall von zwei derart ausgestatteten Schaltstücken die Windungen an diesen Schaltstücken im gleichen Windungssinn aufeinander folgen, damit das im stromdurchflossenen Zustand erzeugte Magnetfeld sich im wesentlichen axial ausbildet, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

im Bodenteil (3) zumindest eines Schaltstücks (I, II, III) ist zumindest ein im wesentlichen in Form eines Teilkreises verlaufender, das Bodenteil (3) zumindest teilweise durchdringender erster Spalt (6) angeordnet, wobei sich am Spaltende ein zumindest zuletzt im Wandteil (4) verlaufender, dem Kontakt- und Elektrodenkörper (5) zugewandter zweiter Spalt (7) anschließt, so daß radial außerhalb des ersten Spaltes (6) zumindest ein abgegrenzter Windungskörper (9) entsteht.

2. Kontaktnanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der erste Spalt (6) verläuft in seiner maximalen radialen Erstreckung an der inneren Oberfläche des Bodenteils (3) im wesentlichen entlang der Innenseite des Wandteils (4).

3. Kontaktnanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der erste Spalt (6) weist zur Schaltstückachse im wesentlichen parallele seitliche Begrenzungsflächen auf.

4. Kontaktnanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der erste Spalt (6) weist zumindest eine zur Schaltstückachse geneigte seitliche Begrenzungsfläche auf.

5. Kontaktnanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der zweite Spalt (7c) verläuft im wesentlichen entlang einer Schnittebene, die einen Radius des Wandteils (4) und die Schaltstückachse enthält.

6. Kontaktnanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

der zweite Spalt (7a) verläuft im wesentlichen entlang zweier Schnittebenen, die jeweils einen Radius des Wandteils (4) und die Schaltstückachse enthalten und das Wandteil nur teilweise durchdringen, und einer dritten im wesentlichen zur Schalt-

stückachse senkrechten, die beiden radialen Schnittebenen ververbindenden Schnittebene.

7. Kontaktnanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der zweite Spalt (7) verläuft im wesentlichen entlang einer Schnittebene, die einen Radius des Wandteils (4) enthält und zur Schaltstückachse geneigt ist.

8. Kontaktnanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der zweite Spalt (7b) verläuft im wesentlichen entlang einer Schraubenfläche.

9. Kontaktnanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der zweite Spalt (7) verläuft im wesentlichen entlang einer Schnittebene, die eine Sehne des Wandteils (4) und des Bodenteils (3) enthält und zur Schaltstückachse Parallelität aufweist.

10. Kontaktnanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der zweite Spalt (7d) verläuft im wesentlichen entlang einer Schnittebene, die eine Sehne des Wandteils (4) und des Bodenteils (3) enthält und zur Schaltstückachse geneigt ist.

11. Kontaktnanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der zweite Spalt (7e) verläuft im wesentlichen entlang einer Schnittebene, die eine Tangente an den ersten Spalt (6) enthält und zur Schaltstückachse Parallelität aufweist.

12. Kontaktnanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der zweite Spalt (7) verläuft im wesentlichen entlang einer Schnittebene, die eine Tangente an den ersten Spalt (6) enthält und zur Schaltstückachse geneigt ist.

13. Kontaktnanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

a) bei den schalenförmigen Körpern (34) des feststehenden und des bewegbaren Schaltstücks schließt jeweils an den im Schalenboden (3) in Umfangrichtung verlaufenden ersten Spalt (6) ein zumindest näherungsweise entlang einer radialen Ebene in der Schalenwand (4) verlaufender, sich in Richtung zu deren stirnseitiger Oberfläche erstreckender zweiter Spalt (7c) an;

b) das feststehende Schaltstück und das dazu axial fluchtend angeordnete bewegbare Schaltstück weisen azimuthal derartige Positio-



nen auf, daß zumindest jeweils dem zweiten Spalt an dem ersten Schaltstück jeweils ein Teil eines Windungsabschnitts (9) an dem anderen Schaltstück gegenübersteht.

14. Kontakthanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

an den ersten Spalt (6) im Schalenboden (3) des schalenförmigen Körpers (34) schließt ein in seiner Richtung von einer Tangente an den ersten Spalt um nicht mehr als neunzig Winkelgrade abweichender zweiter Spalt (7) an und an diesen ein dritter Spalt (78), der in der Schalenwand (4) über dem Schalenboden verlaufend sich maximal bis zu dem vorangehenden ersten Spalt erstreckt, wo ein in Richtung zur stirnseitigen Oberfläche der Schalenwand geführter vierter Spalt (79) anschließt.

15. Kontakthanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

der erste Spalt (6i) im Schalenboden (3) des schalenförmigen Körpers (34) weist zumindest entlang eines Teils seiner Länge gegenüber der Schaltstückachse geneigte seitliche Begrenzungsflächen auf, wobei er sich maximal bis zum vorangehenden ersten Spalt (6i) erstreckt, wo ein zweiter Spalt (7i) in Richtung zur stirnseitigen Oberfläche der Schalenwand (4) anschließt.

16. Kontakthanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

der erste Spalt (6j) im Schalenboden (3) des schalenförmigen Körpers (34) weist zumindest entlang eines Teils seiner Länge gegenüber der Schaltstückachse geneigte seitliche Begrenzungsflächen auf, wobei an seinem Ende ein sich zur Oberfläche des Schalenbodens erstreckender zweiter Spalt (7j) anschließt und an diesen ein in der Schalenwand (4) über dem Schalenboden verlaufender, maximal bis zum vorangehenden ersten Spalt (6j) geführter dritter Spalt (78j), auf den ein vierter Spalt (79j) folgt in Richtung zur Stirnseite der Schalenwand.

17. Kontakthanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

im Bodenteil (3) ist in dem vom ersten Spalt (6) umgebenen Bereich mindestens ein dritter Spalt (11; 14; 15) angeordnet, der im zentralen Bereich des Bodenteils beginnt und an den ersten Spalt (6) nicht anschließt (11), oder anschließt (14, 15).

18. Kontakthanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale: zumindest einem Teil der Innenseite des ersten Spalts (6) ist im Schalenboden (3) in einem Bereich, der azimuthal von Radiuslinien durch die Bodenvorsprünge (8) zu beiden Seiten des ersten Spalts und radial einwärts durch

die Projektion eines Umfangs des Stromanschlußstücks (2) auf die Oberfläche des Schalenbodens zumindest näherungsweise begrenzt ist, ein Spalt vorgelagert, der eine gekrümmte Form (20) aufweisen kann, oder zumindest annähernd in Form eines Winkels (21) ausgebildet sein kann.

19. Kontakthanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal: die azimuthale Erstreckung des Vorsprungs (8) im Schalenboden (3) ist im Bereich des Übergangs zum Windungsabschnitt (9) größer als die radiale Erstreckung des Windungsabschnitts (9).

20. Vakuumschalter-Kontakthanordnung mit zwei in einer Vakuum-Schaltröhre relativ zueinander bewegbar angeordneten, mit Kontakt- und Elektrodenkörpern (5) ausgestatteten Schaltstücken (I, II, III), von denen zumindest eines einen im wesentlichen schalenförmigen mit windungsbildenden Spalten (6) versehenen Körper aufweist, dessen Boden (3) außenseitig mit einem Stromanschlußstück (2) verbunden ist und dessen Innenraum stirnseitig der Kontakt- und Elektrodenkörper (5) zumindest teilweise abdeckt, wobei im Fall von zwei derart ausgestatteten Schaltstücken die Windungen an diesen Schaltstücken in gleichen Windungssinn aufeinander folgen, gekennzeichnet durch folgende Merkmale: im Schalenboden (3) ist zumindest ein zumindest auf der Innenseite des Schalenbodens in Umfangrichtung verlaufender erster Spalt (6, 130) angeordnet; an den ersten Spalt schließt ein sich zumindest in Richtung auf den äußeren Umfang des Schalenbodens erstreckender zweiter Spalt (7; 131) an; an den zweiten Spalt schließt ein in der Schalenwand (4) über dem Schalenboden in Umfangrichtung verlaufender, den vorangehenden ersten Spalt zumindest teilweise umgebender dritter Spalt (100; 132) an; an den dritten Spalt schließt ein sich in Richtung zur Stirnseite der Schalenwand erstreckender vierter Spalt (101; 133) an.

21. Kontakthanordnung nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

der im Schalenboden (3) umlaufende erste Spalt (6) weist zur Schaltstückachse parallele seitliche Begrenzungsflächen auf, wobei der zweite Spalt (7) in einem Bereich anschließt, der sich von einer Tangente bis zu einer Radiuslinie an den ersten Spalt erstreckt und an den zweiten Spalt der in der Schalenwand (4) über dem Schalenboden in Umlaufrichtung verlaufende, den vorangehenden ersten Spalt zumindest teilweise umumgebende dritte Spalt (100) anschließt und an diesen der sich in Richtung zur Stirnseite der Schalenwand erstreckende vierte Spalt (101).

22. Kontakthanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet

net durch folgende Merkmale:

der erste Spalt (130) weist zumindest entlang eines Teils seiner Länge gegenüber der Schaltstückachse geneigte seitliche Begrenzungsflächen auf, wobei an einem Ende des ersten Spalts ein sich zur Oberfläche des Schalenbodens (3) erstreckender zweiter Spalt (131) anschließt, gefolgt von einem in der Schalenwand (4) verlaufenden, den ersten Spalt zumindest teilweise umgebend dritten Spalt (132) und einem sich in Richtung Stirnseite der Schalenwand erstreckenden vierten Spalt (133).

23. Kontakthanordnung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

der vierte Spalt (101; 133) in der Schalenwand (4) verläuft zumindest an der Stirnfläche dieser Wand zumindest annähernd entlang einer Radiuslinie.

24. Kontakthanordnung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

an den ersten Spalt (6; 130) schließt ein mit dem freien Spaltende sich dem Mittenbereich des Schalenbodens (3) zumindest annähernder fünfter Spalt (102) an, oder aus dem Verbindungsbereich des Schalenbodens mit dem Stromanschlußstück (2) erstreckt sich ein Spalt zumindest annähernd in Richtung auf das freie Ende des ersten Spalts (6; 130).

## Claims

1. Vacuum switch contact arrangement comprising a pair of contacts (I, II, III) to each other relatively axially movable, each of said contacts showing a current conducting rod (2) and a contact and electrode member (5), at least one of said contacts is provided with a generally cup-shaped structure consisting of a base portion (3) and a wall portion (4), in said cup-shaped structure winding sections producing slots (6) being arranged, the inside of said cup-shaped structure being at least partly covered with a contact and electrode member (5), in case of both contacts being structured in the manner of said first contact the winding sections at each of said contacts follow each other in the same sense of winding generating thereby in the current carrying state an essentially axial magnetic field, characterized in that the base portion (3) of at least one contact (I; II ; III) is provided with at least one first slot (6) essentially extending along a part of a circle, penetrating at least partly the base portion, to said slot (6) joins at one end a second slot (7) extending at least finally in the wall portion (4) of said cup-shaped member in the direction of the contact- and electrode-member (5), so that radially outside of said first slot (6) is pro-

duced at least one winding section (3).

2. A contact according to claim 1 wherein the first slot (6) in its maximal radial extension at the inside surface of the base portion (3) is running essentially along the inside surface of the wall portion (4).
3. A contact according to claim 1 wherein the lateral surfaces of the first slot (6) extend essentially in parallel in relation to the contact axis.
4. A contact according to claim 1 wherein the first slot (6) exhibits at least one lateral surface being inclined to the contact axis.
5. A contact according to any claim 1 to 4 wherein the second slot (7c) extends essentially along a plane of cut comprising a radius of the wall portion (4) and the contact axis.
6. A contact according to any claim 1 to 4. wherein the second slot (7a) extends essentially along two planes of cut, both cuts comprising a radius of the wall portion (4) and the contact axis, penetrating the wall portion only partially, and along a third plane of cut being essentially perpendicular to the contact axis and connecting said two radial planes of cut.
7. A contact according to any claim 1 to 4, wherein the second slot (7) extends essentially along a plane of cut, said plane of cut comprising a radius of the wall portion (4) and being inclined to the contact axis.
8. A contact according to any claim 1 to 4 wherein the second slot (7) extends essentially along a screw shaped
9. A contact according to any claim 1 to 4 wherein the second slot (7) extends essentially along a plane of cut comprising a chord of the wall portion (4) and the base portion (3) and running in parallel to the contact axis.
10. A contact according to any claim 1 to 4 wherein the second slot (7d) extends essentially along a plane of cut comprising a chord of the wall portion (4) and the base portion (3) and being inclined to the contact axis.
11. A contact according to any claim 1 to 4 wherein the second slot (7e) extends essentially along a plane of cut comprising a tangent to the first slot (6) and running in parallel to the contact axis.
12. A contact according to any claim 1 to 4 wherein the second slot (7) extends essentially along a plane of cut comprising a tangent to the first slot (6) and being inclined to the contact axis.

**13.** Contact according to claim 1 wherein

- a) for the cup-shaped structures (34) of the fixed and the movable contact, the first slot (6) running in circumferential direction in the cup base (3) is in each case joined by a second slot (7c), which extends at least approximately along a radial plane in the cup wall (4) and progresses in the direction of its frontal surface;
- b) the fixed contact and the movable contact, which is arranged axially aligned with it, are positioned in azimuthal direction, such that at least the second slot on the first contact in each case is faced by a part of a winding section (9) at the other contact.

**14.** A contact according to claim 1 wherein adjoins the first contact (6) in the base portion (3) of the cup-shaped structure (34) a second slot (7), said slot deviating in its direction maximally not more than ninety angular degrees from a tangent to said first slot, said second slot adjoins a third slot (78) extending in the wall portion (4) above the base portion (3) maximally up to the preceding first slot, said third slot adjoins a fourth slot (79) extending in the direction of the frontal side of the wall portion.

**15.** A contact according to claim 1 wherein a first slot (6i) in the base portion (3) of the cup-shaped structure (34) exhibits at least along a part of its length lateral surfaces being inclined to the contact axis said first slot extending maximally to the preceding first slot (6i), where a second slot (7i) joins to said first slot extending in the direction of the front side of the wall portion (4) of said cup-shaped structure (34).

**16.** A contact according to claim 1 wherein a first slot (6j) in the base portion (3) of said cup-shaped structure (34) exhibits at least along a part of its length lateral surfaces being inclined to the contact axis, to said first slot at one end joins a second slot (7j) extending to the inside surface of the base portion, to said second slot joins a third slot (78j) extending in the wall portion maximally up to the preceding first slot (6j), to said third slot joins a fourth slot (79j) extending in the direction of the front side of the cup-shaped structure (34).

**17.** A contact according to any claim 1 to 12 wherein is disposed at least one third slot (11; 14; 15) in the region of the base portion (3) surrounded by the first slot (6) said third slot originating in the central region of said base portion approaches said first slot in a way either to said first slot not joining (11) or to said first slot joining (14; 15).

**18.** A contact according to claim 1 wherein in a region

of the base portion (3) limited azimuthally by radius lines through the projections (8) of said base portion and radially inward by the projection of a circumference of the current conductive rod (2) to the surface of the base portion a slot being positioned in front of at least a part of the inside of the first slot (6), said slot exhibiting either a curved shape (20) or a shape (21) approximately like an angle.

**19.** A contact according to claim 1 wherein the azimuthal extension of the projection (8) of the base portion (3) in the region of the transition to the winding section (9) is greater than the radial extension of the winding section (9).

**20.** Vacuum switch contact arrangement comprising arranged in a vacuum tube a pair of contacts (I, II, III) relative to each other axially movable from a position of engagement to a position of disengagement, which have contact and electrode members (5), at least one of said contacts is provided with an essentially cup-shaped structure, said structure showing winding sections producing slots (6), the outside of the base portion (3) of said cup-shaped structure being connected with a current conducting rod (2), and the inside of said cup-shaped structure being at least partially covered with a contact and electrode member (5), in case both of said contacts being structured in this way the winding sections at each of said contacts follow to each other in the same sense of winding, characterized in that the base portion (3) is provided with at least one at least at the inside of said base portion in circumferential direction extending first slot (6; 130), to said first slot joins a second slot (7; 131) extending at least in the direction of the periphery of said base portion, to said second slot joins a third slot (100; 132) extending in circumferential direction in the wall portion (4) above the base portion surrounding at least partially the preceding first slot, to said third slot joins a fourth slot (101; 133) extending in the direction of the front side of the wall portion of said cup-shaped structure.

**21.** A contact according to claim 20 wherein the first slot (6) in the base portion exhibits lateral surfaces running parallel to the contact axis, to said first slot joins a second slot (7) in a region ranging from a tangent up to a radius line on said first slot, to said second slot joins a third slot (100) extending in the wall portion in circumferential direction above the base portion surrounding at least partly the preceding first slot, to said third slot joins a fourth slot (101) extending in the direction to the front side of the wall portion.

**22.** A contact according to claim 20 wherein the the first slot (130) exhibits at least along a part of its length lateral surfaces being inclined relative to the contact

axis, to the one end of said slot joins a second slot (131) extending up to the inside surface of the base portion (3), to said second slot joins a third slot (132) extending in the wall portion (4) surrounding at least partly the preceding first slot, to said third slot joins a fourth slot (133) extending in the direction of the front side of the wall portion.

23. A contact according to any claim 20 to 23 wherein to the 133) in the wall portion (4) extends at least along the front surface of said wall portion at least approximately along a radius line.

24. A contact according to any claim 20 to 23 wherein to the slot (6; 130) joins a fifth slot (102) approaching with its free end at least the central region of the base portion (3), or from the region of the connection of the base portion with the current conducting rod (2) said fifth slot extends at least in an approximation in the direction of the free end of the first slot (6; 130).

## Revendications

1. Système de contact pour interrupteur sous vide du genre comprenant deux contacts (I, II, III) à coulissement axial l'un par rapport à l'autre, chacun présentant une tige d'amenée du courant (2) et une pièce de contact et d'électrode (5), l'un au moins desdits contacts présentant une structure généralement en forme de coupe avec un fond (3) et une paroi (4), ladite coupe étant munie de fentes (6) formant des spires, l'intérieur de ladite coupe étant couvert au moins partiellement par la pièce de contact et d'électrode (5) et, dans le cas où deux contacts sont ainsi équipés, les spires de ces contacts se succédant dans la même direction, afin de produire en état d'amenée du courant un champ magnétique essentiellement axial, caractérisé en ce que:

dans le fond (3) de l'un au moins des contacts (I, II, III) est agencée une première fente (6) essentiellement en forme de portion de cercle traversant au moins partiellement le fond (3), une deuxième fente (7) terminant sa course dans la paroi (4) et tournée vers la pièce de contact et d'électrode (5) venant rejoindre l'extrémité de la première fente, afin que se forme radialement hors de la première fente (6) au moins une spire (9) délimitée.

2. Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que:

la première fente (6) suit dans sa projection radiale maximale la surface intérieure du fond (3) en longeant essentiellement la face intérieure de la paroi (4).

3. Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que:

la première fente (6) présente des flancs essentiellement parallèles à l'axe du contact.

4. Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que:

la première fente (6) présente au moins un flanc incliné vers l'axe du contact.

5. Système de contact selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que:

la deuxième fente (7c) court essentiellement le long d'un plan de coupe comportant un rayon de la paroi (4) et l'axe du contact.

6. Système de contact selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que:

la deuxième fente (7a) court essentiellement le long de deux plans de coupe comportant chacun un rayon de la paroi (4) et l'axe du contact et ne traversant que partiellement la paroi, ainsi que le long d'un troisième plan de coupe essentiellement vertical par rapport à l'axe du contact et reliant les deux plans de coupe radiaux.

7. Système de contact selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que:

la deuxième fente 7 court essentiellement le long d'un plan de coupe comportant un rayon de la paroi (4) et incliné vers l'axe du contact.

8. Système de contact selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que:

la deuxième fente (7b) court essentiellement le long d'une surface hélicoïdale.

9. Système de contact selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que:

la deuxième fente (7) court essentiellement le long d'un plan de coupe comportant une corde de la paroi (4) et du fond (3) et parallèle par rapport à l'axe du contact.

10. Système de contact selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que:

la deuxième fente (7d) court essentiellement le long d'un plan de coupe comportant une corde de la paroi (4) et du fond (3) et incliné vers l'axe du contact.

11. Système de contact selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que:

la deuxième fente (7e) court essentiellement le long d'un plan de coupe comportant une tangente à la première fente (6) et parallèle par rapport à l'axe du contact.

- 12.** Système de contact selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que:

la deuxième fente (7) court essentiellement le long d'un plan de coupe comportant une tangente à la première fente (6) et incliné vers l'axe du contact.

- 13.** Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que:

a) dans le corps en forme de coupe (34) du contact fixe et du contact mobile vient se connecter, sur la première fente (6) courant dans le fond de la coupe (3) en direction de la circonférence, une deuxième fente radiale (7c) se rapprochant le long d'un plan radial dans la paroi de la coupe (4) et se prolongeant en direction de la surface frontale de cette dernière;

b) le contact fixe et le contact coulissant axialement sont positionnés azimuthalement de façon à ce qu'en face de chaque deuxième fente du premier contact se trouve une partie de portion de spire (9) de l'autre contact.

- 14.** Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que:

sur la première fente (6) dans le fond (3) de la coupe (34) vient se raccorder une deuxième fente (7) ne s'écartant pas de plus de quatre-vingt dix degrés d'une tangente à la première fente. Sur cette deuxième fente vient se raccorder une troisième fente (78) courant dans la paroi (4) de la coupe au-dessus du fond de la coupe et se prolongeant au maximum jusqu'à ladite première fente, où se raccorde une quatrième fente (79) courant en direction de la surface frontale de la paroi.

- 15.** Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que:

la première fente (6i) dans le fond (3) de la coupe (34) présente au moins sur une partie de sa longueur des flancs inclinés par rapport à l'axe du contact, se prolongeant au maximum jusqu'à la ladite première fente (6i) où une deuxième fente (7i) se raccorde en direction de la surface frontale de la paroi (4).

- 16.** Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que:

la première fente (6j) dans le fond (3) de la coupe (34) présente au moins le long d'une partie de sa longueur des flancs inclinés par rapport à l'axe du contact. A son extrémité se raccorde une deuxième fente (7j) se prolongeant vers la surface du fond de la coupe. A cette deuxième fente se raccorde une troisième fente (78j) courant dans la paroi (4) de la coupe au-dessus du fond de la coupe, au maximum jusqu'à ladite première fente (6j) sui-

vie par une quatrième fente (79j) en direction de la face frontale de la paroi de la coupe.

- 17.** Système de contact selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que:

dans le fond (3), dans la zone cernée par la première fente (6), est agencée au moins une troisième fente (11; 14; 15) commençant dans la zone centrale du fond et ne rejoignant pas (11) la première fente (6) ou la rejoignant (14, 15).

- 18.** Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que: au moins en avant d'une partie de la face intérieure de la première fente (6) dans le fond (3) de la coupe, dans une zone plus ou moins limitée azimuthalement par des lignes radiales à travers les avances (6) du fond des deux côtés de la première fente et radialement vers l'intérieur par la projection d'une circonférence de la tige d'amenée du courant (2) à la surface du fond de la coupe, est placée une fente de forme courbe (20) ou pouvant se rapprocher plus ou moins de celle d'un angle (21).

- 19.** Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que: la projection azimuthale de l'avance (8) dans le fond (3) de la coupe est supérieure dans la zone de transition vers la portion de spire (9) à la projection radiale de la portion de spire (9).

- 20.** Système de contact pour interrupteur sous vide comprenant, dans une cartouche allongée, deux contacts (I, II, III) équipés de deux pièces de contact et d'électrode (5) mobiles l'un par rapport à l'autre. Au moins l'un des dits contacts présente une structure essentiellement en forme de coupe avec des fentes (6) formant des spires, le fond (3) de cette coupe étant raccordé extérieurement à une tige (2) d'amenée du courant et son intérieur étant partiellement couvert frontalement par la pièce de contact et d'électrode (5). Au cas où deux des contacts sont ainsi équipés, leurs spires se succèdent dans la même direction. Ledit système est caractérisé en ce que: dans le fond (3) de la coupe est agencée au moins une première fente (6, 130) courant au moins sur la face intérieure du fond de la coupe en direction de la circonférence; sur cette première fente se raccorde une deuxième fente (7; 131) se prolongeant au moins en direction de la périphérie du fond de la coupe; sur la deuxième fente se raccorde une troisième fente (110; 132) courant dans la paroi (4) de la coupe) au-dessus du fond de la coupe en direction de la circonférence et cernant au moins partiellement la première fente précédente; sur la troisième fente se raccorde une quatrième fente (101; 133) se prolongeant en direction de la face frontale de la paroi de la coupe.

- 21.** Système de contact selon la revendication 20, caractérisé en ce que:

la première fente (6) circulaire courant dans le fond (3) de la coupe est dotée de flancs parallèles à l'axe du contact, la deuxième fente (7) venant se raccorder dans une zone s'étendant d'une tangente à une ligne radiale de la première fente. Sur la deuxième fente vient se raccorder la troisième fente (100) courant dans la paroi (4) de la coupe au-dessus du fond de la coupe en direction de la circonférence et cernant au moins partiellement la première fente précédente. Sur la troisième fente se raccorde la quatrième fente (101) se prolongeant en direction de la face frontale de la paroi de la coupe.

5

10

15

- 22.** Système de contact selon la revendication 1, caractérisé en ce que:

la première fente (130) présente au moins le long d'une partie de sa longueur des flancs inclinés par rapport à l'axe du contact, une deuxième fente (131) se prolongeant vers la surface du fond (3) de la coupe se raccordant à l'une des extrémités de la première fente, suivie d'une troisième fente (132) courant dans la paroi (4) de la coupe et cernant au moins partiellement la première fente, et d'une quatrième fente (133) s'étendant en direction de la face frontale de la paroi.

20

25

- 23.** Système de contact selon l'une des revendications 20 à 22, caractérisé en ce que:

30

la quatrième fente (101; 133) dans la paroi (4) de la coupe court au moins le long de la face frontale de cette paroi et plus ou moins le long d'une ligne radiale.

35

- 24.** Système de contact selon l'une des revendications 20 à 23, caractérisé en ce que:

sur la première fente (6; 130) vient se connecter une cinquième fente (102) dont l'extrémité libre se rapproche plus ou moins de la zone centrale du fond (3) de la coupe. Ou bien, de la zone de raccordement du fond de la coupe avec la tige d'amenée du courant (2) une fente s'étend plus ou moins en direction de l'extrémité libre de la première fente (6; 130).

40

45

50

55

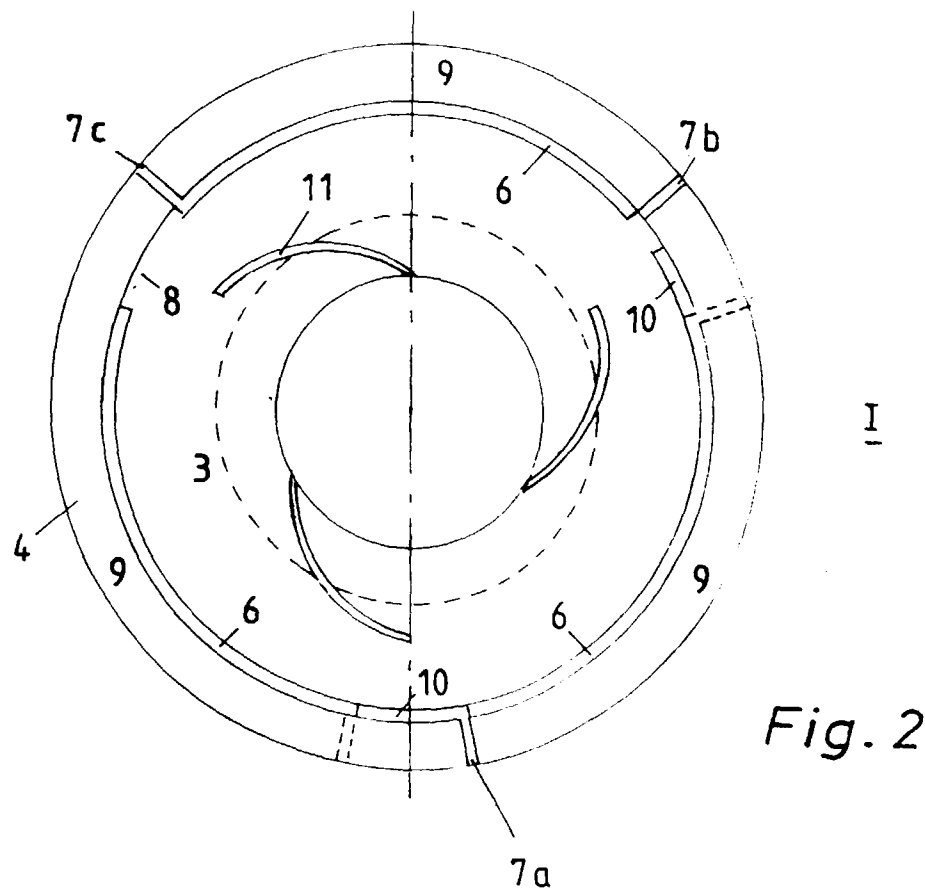


Fig. 2

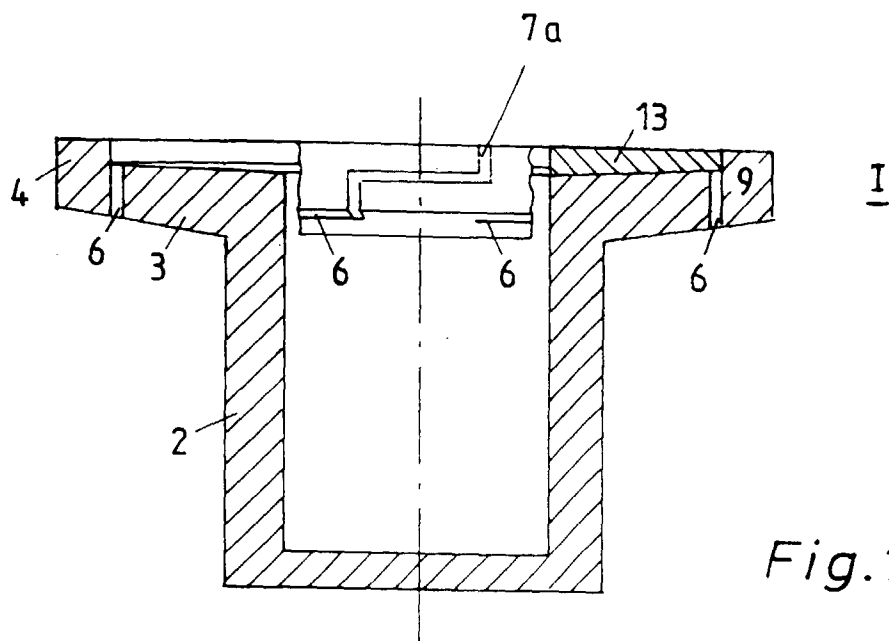
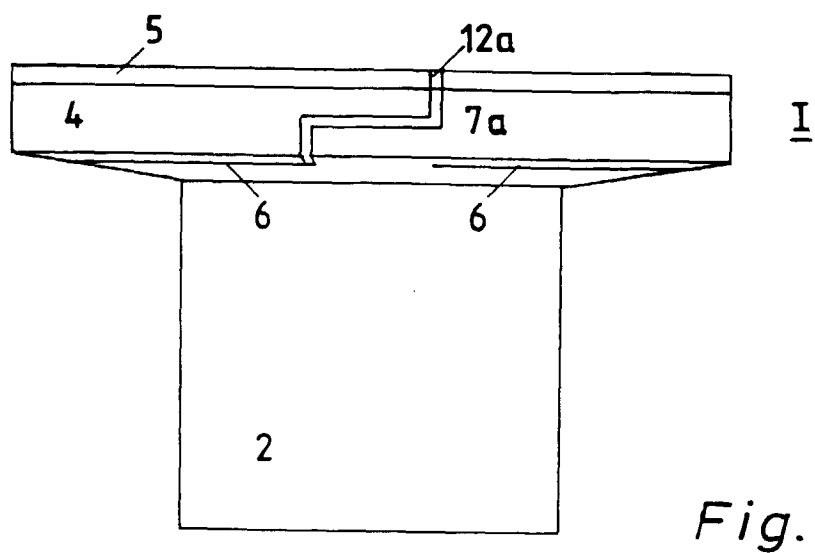
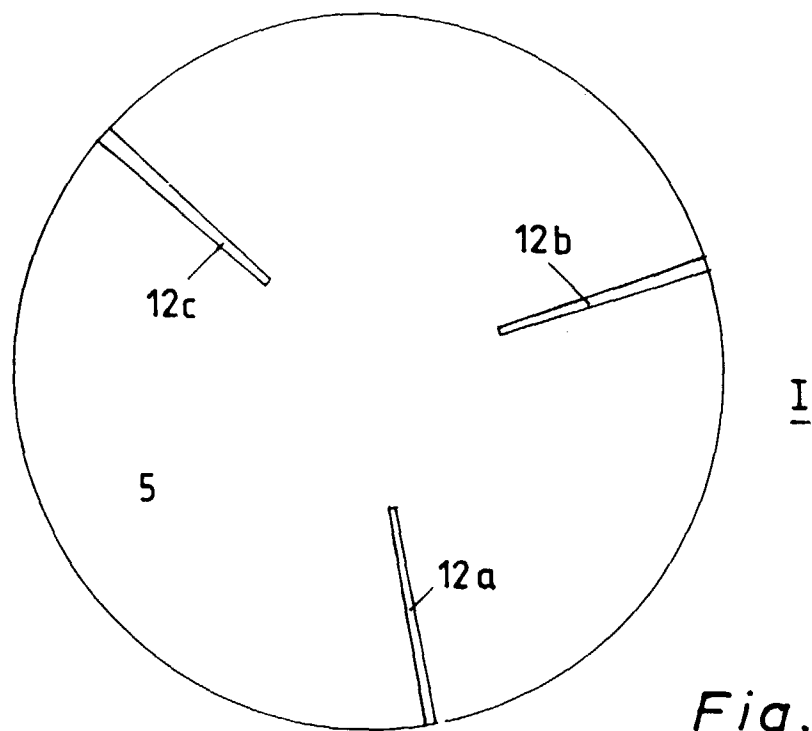


Fig. 1





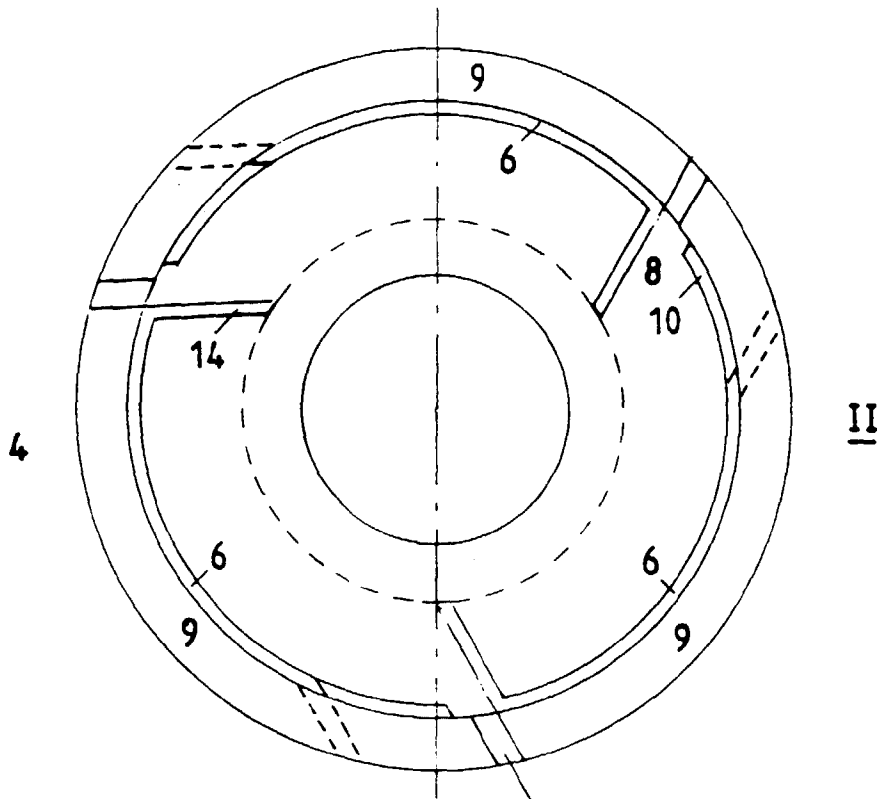


Fig. 6

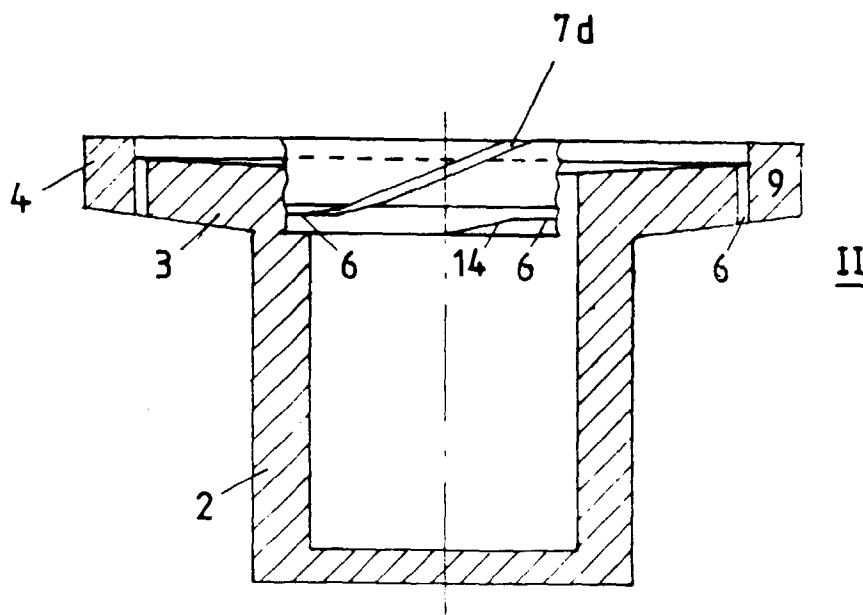
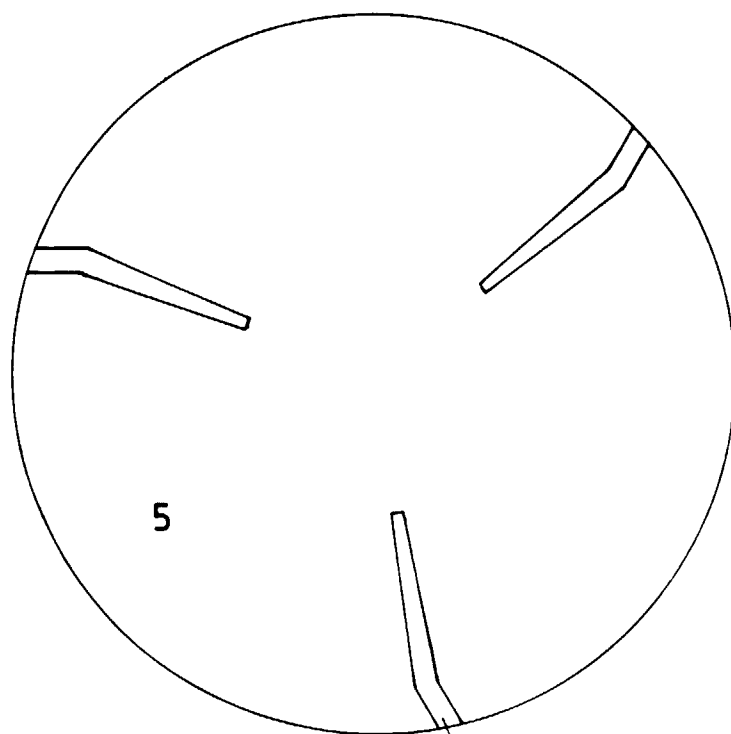
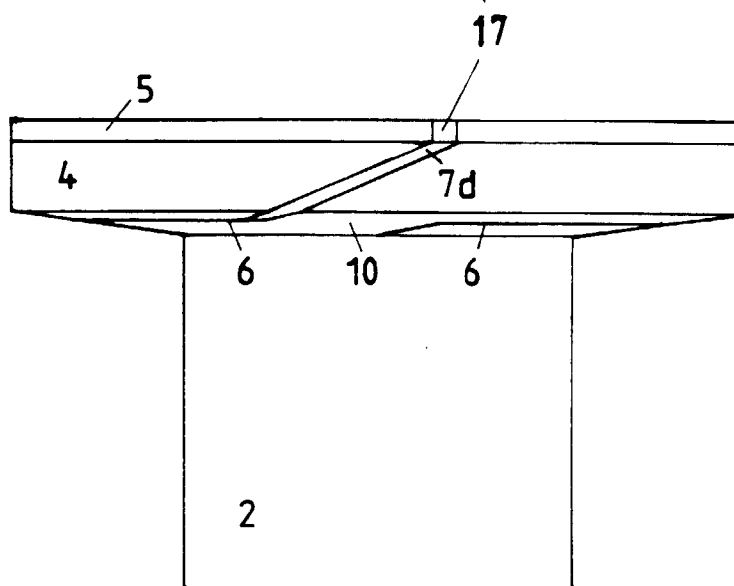


Fig. 5



II

*Fig. 8*



II

*Fig. 7*

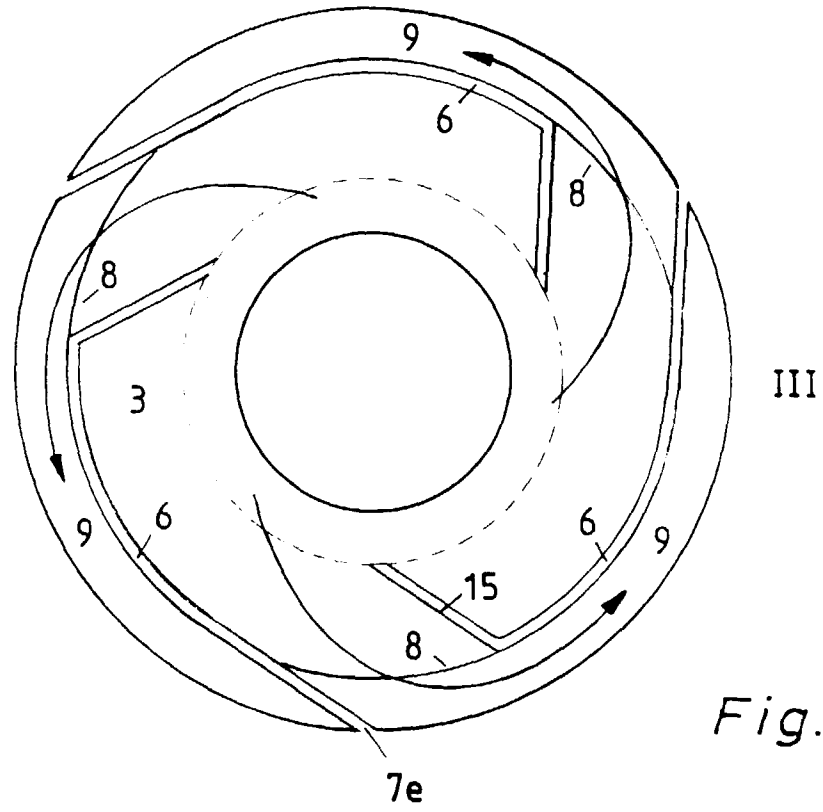


Fig. 10

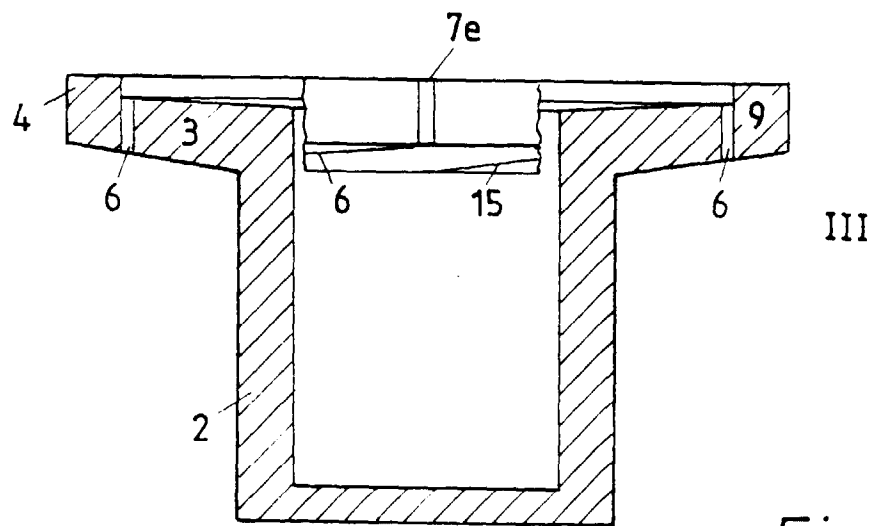
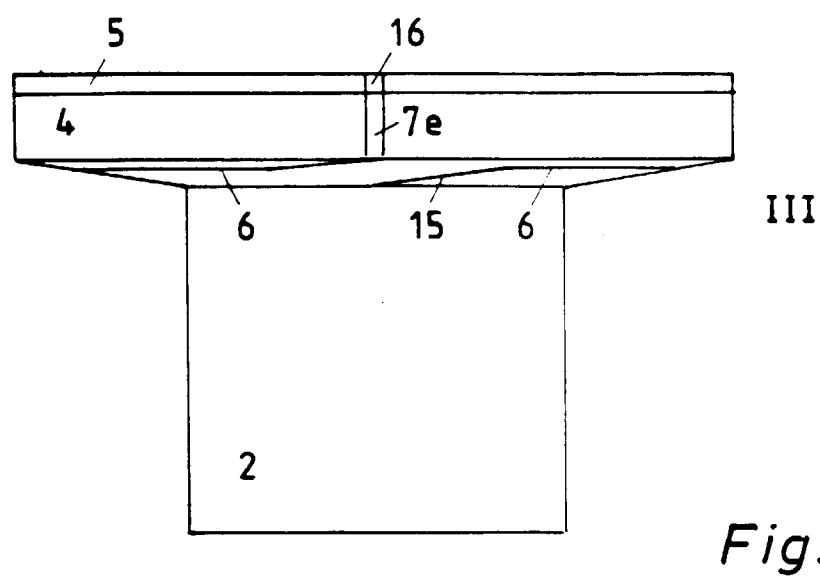
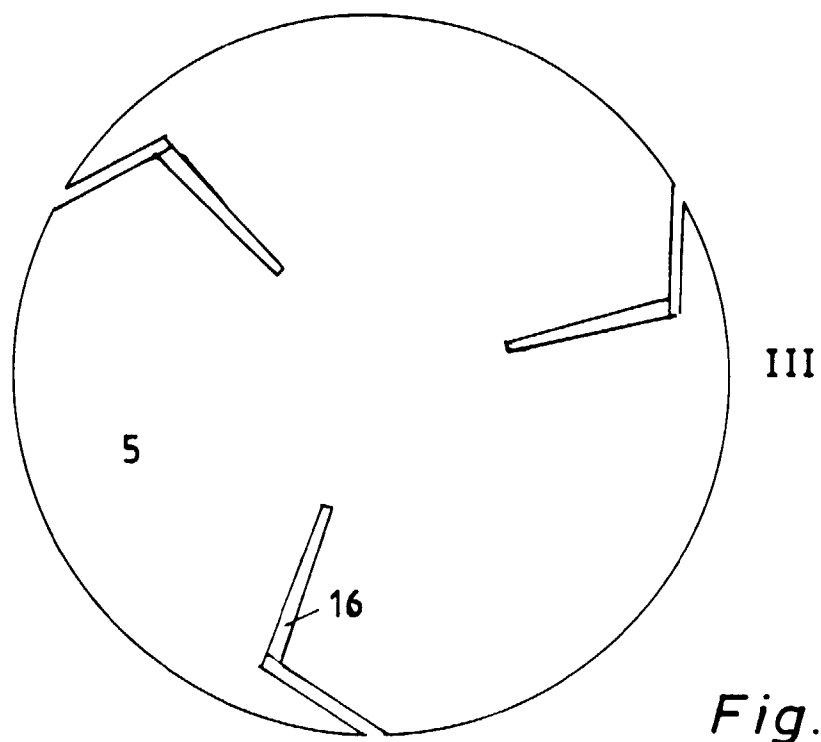


Fig. 9



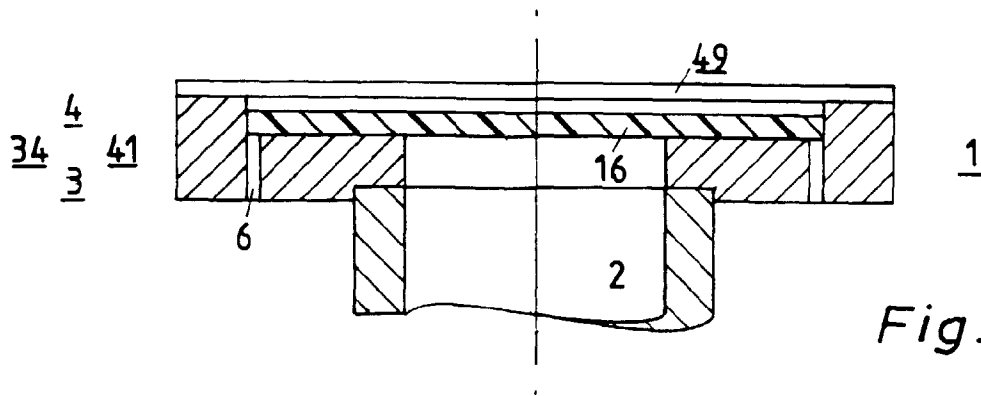
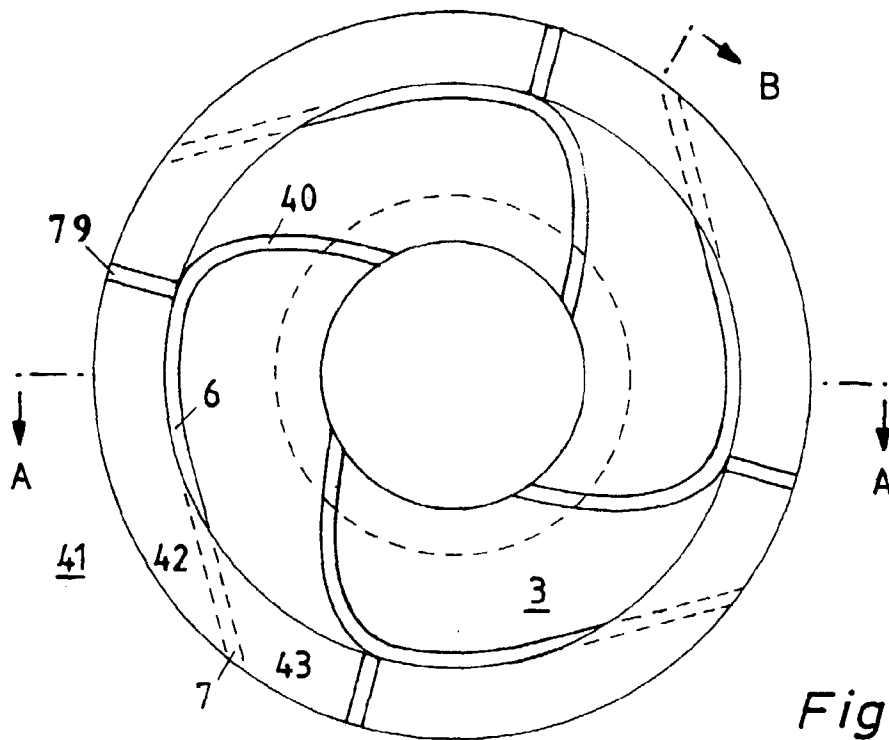
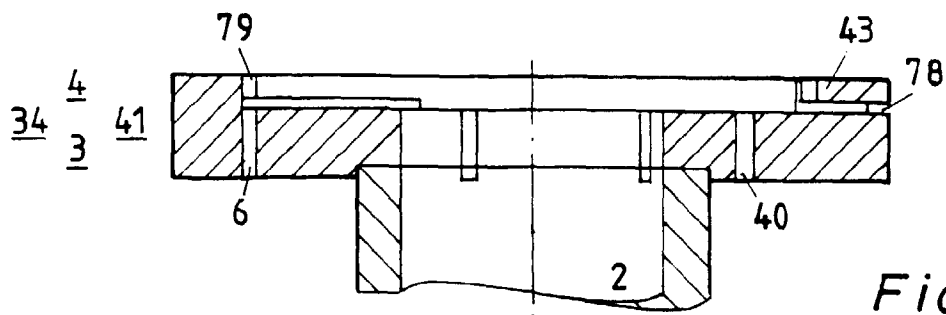


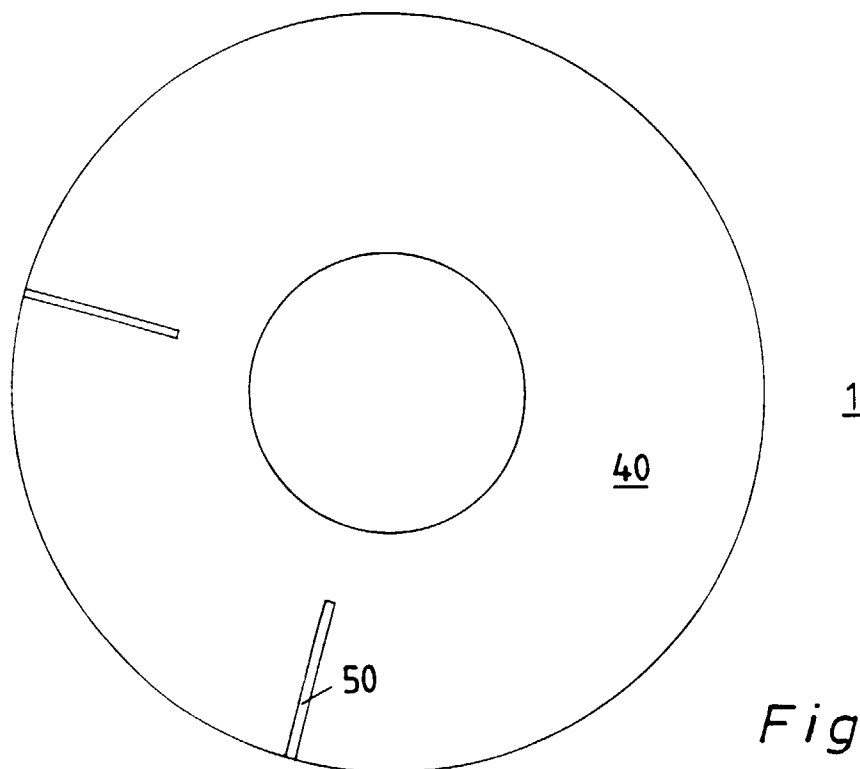
Fig. 15



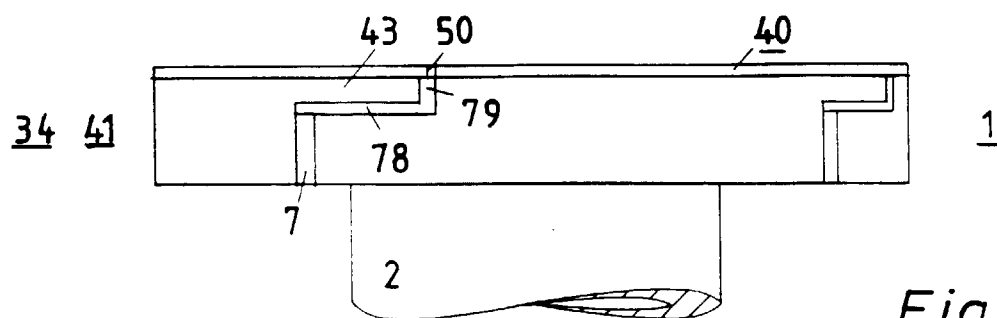
*Fig. 14*



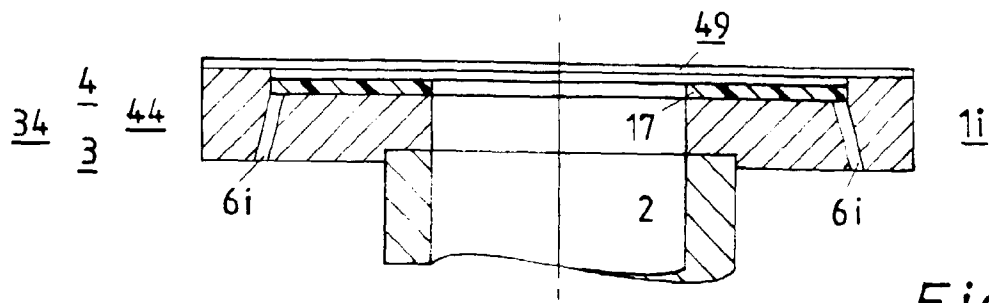
*Fig. 13*



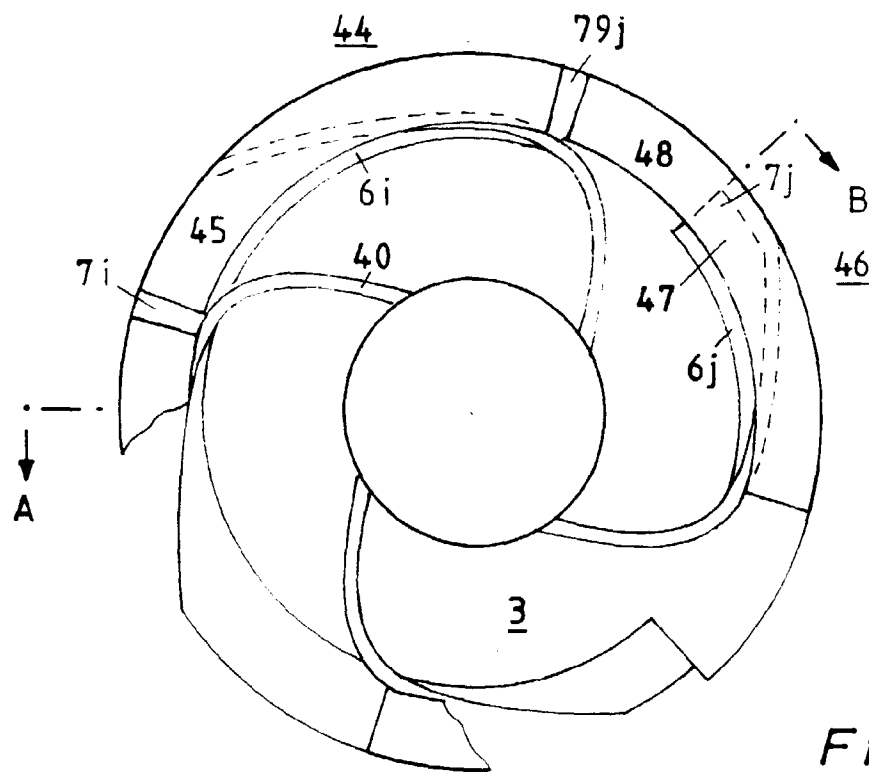
*Fig. 17*



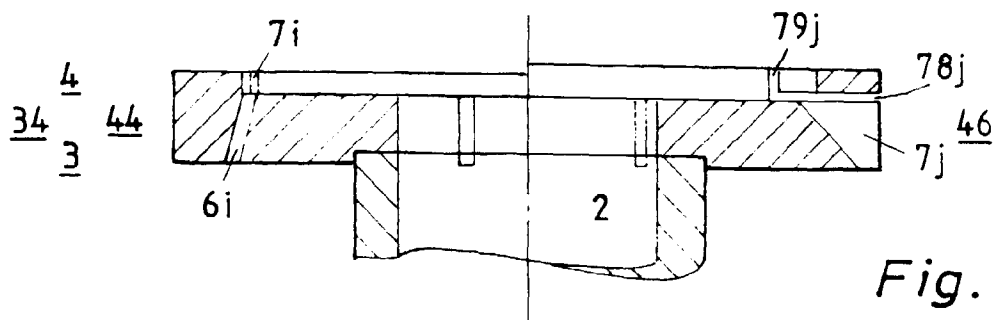
*Fig. 16*



*Fig. 20*



*Fig. 19*



*Fig. 18*

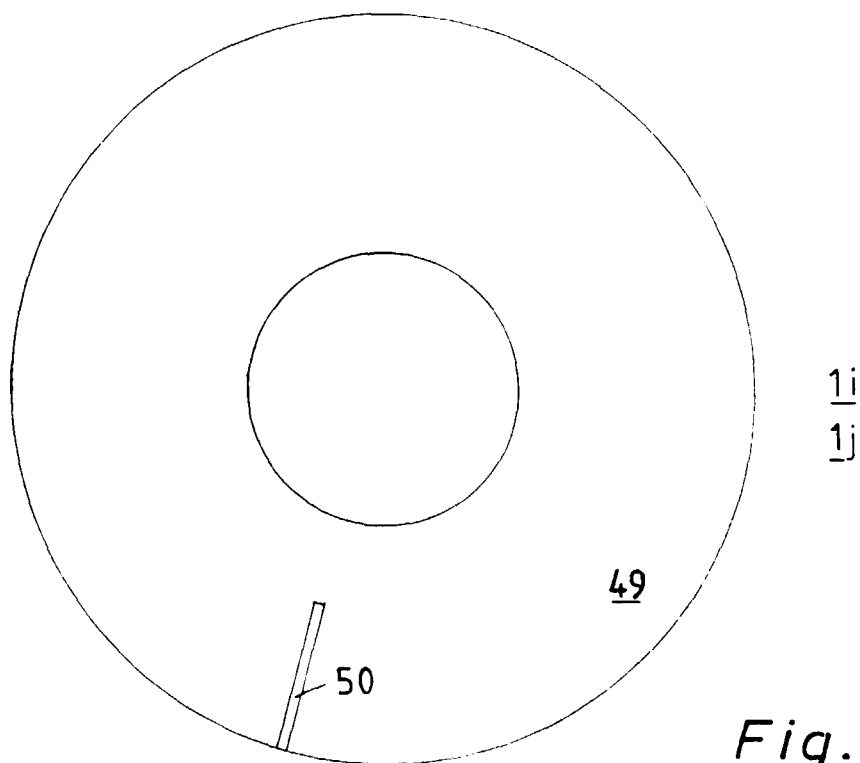


Fig. 23

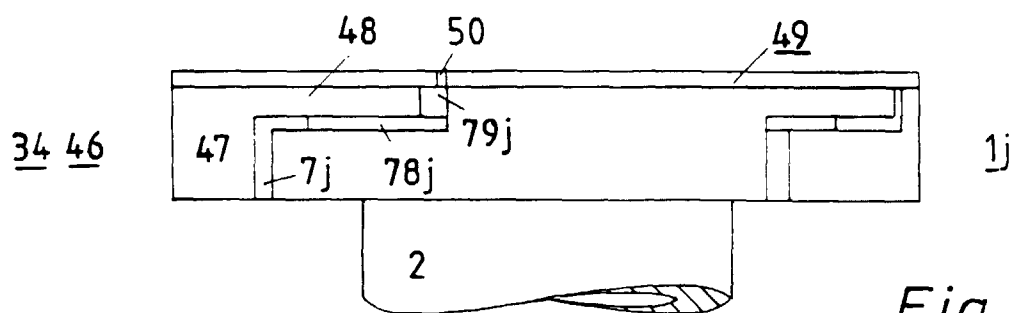


Fig. 22

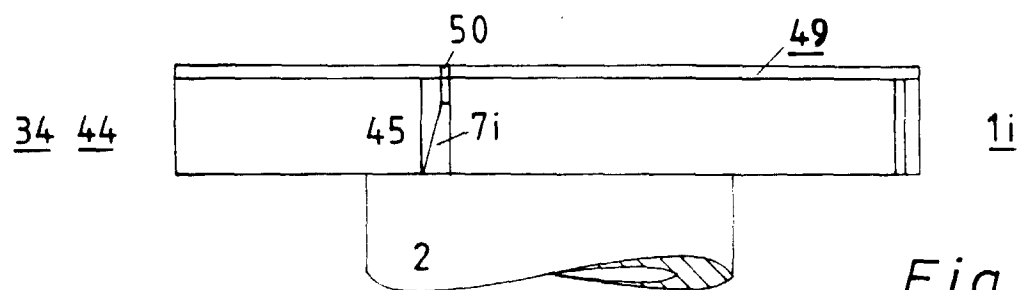


Fig. 21



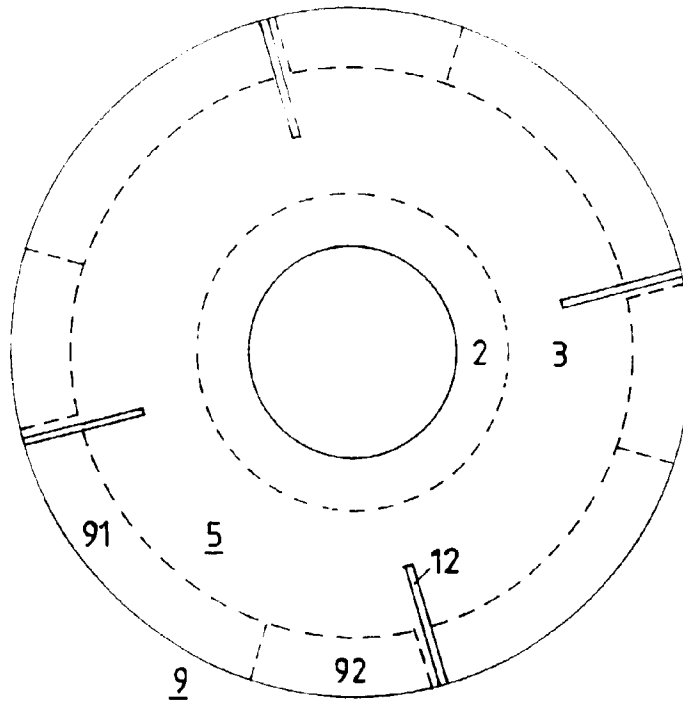


Fig. 26

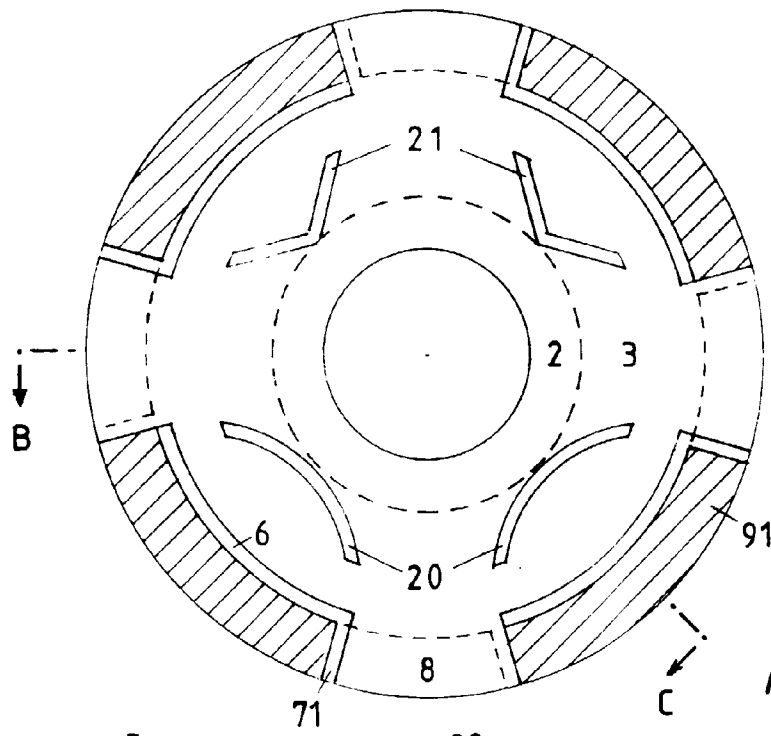


Fig. 25

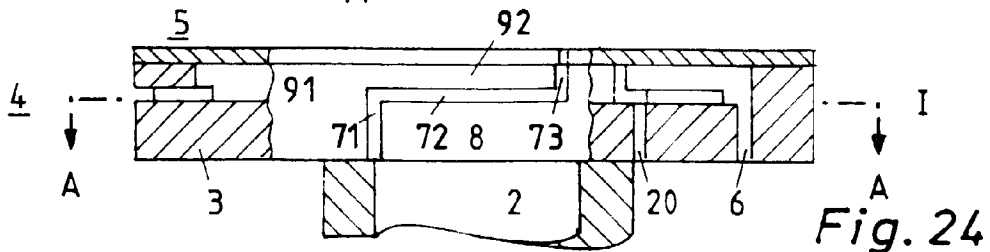


Fig. 24

Fig. 29

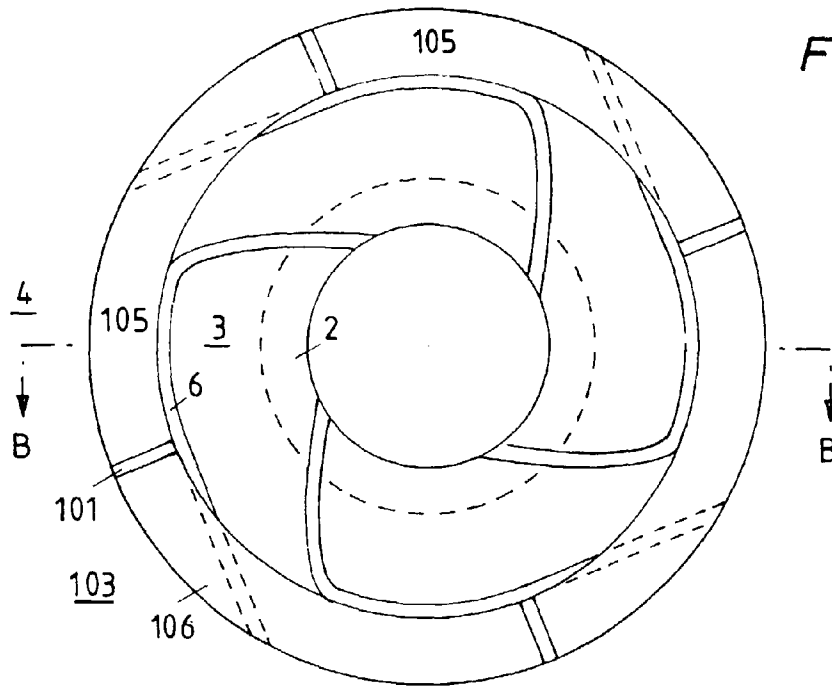


Fig. 28

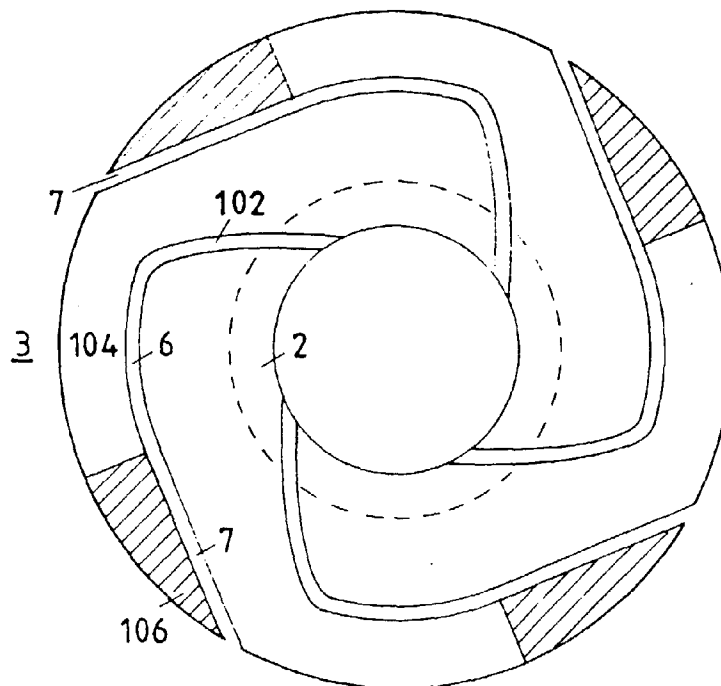
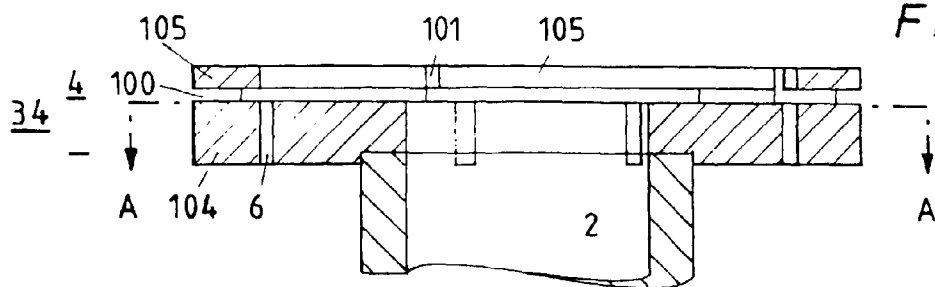
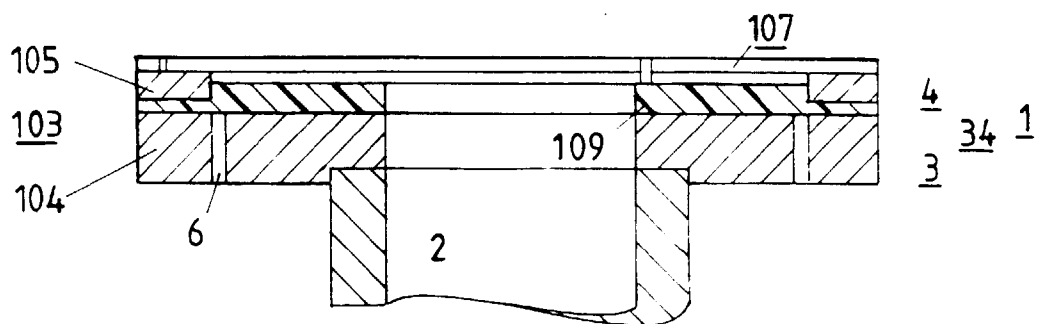
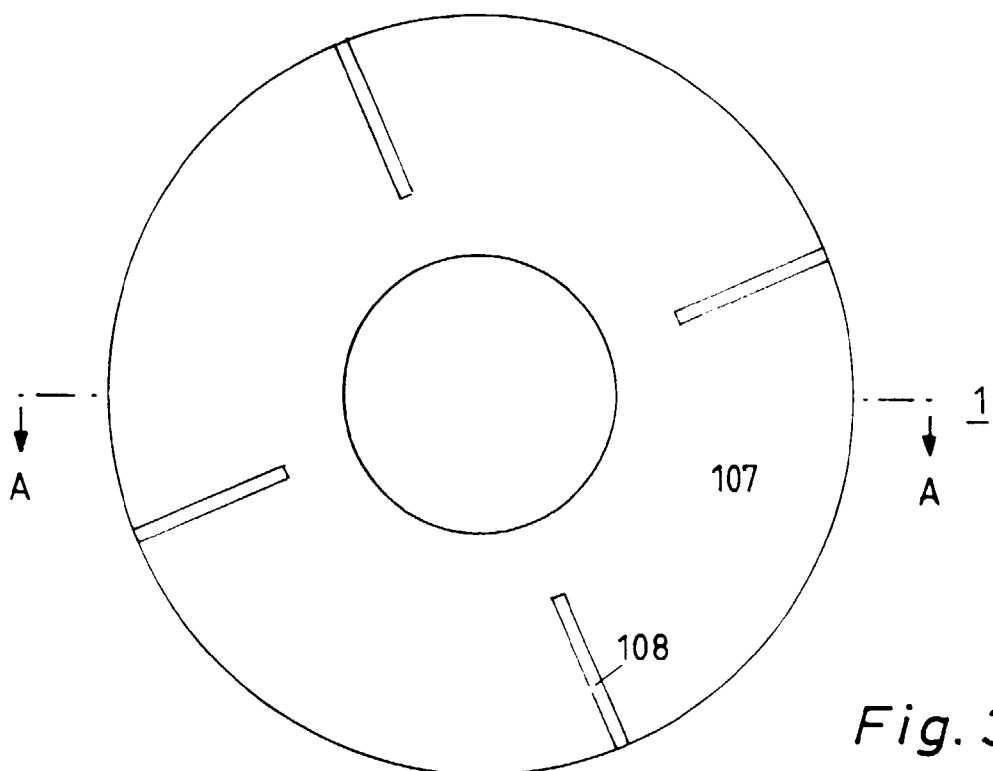
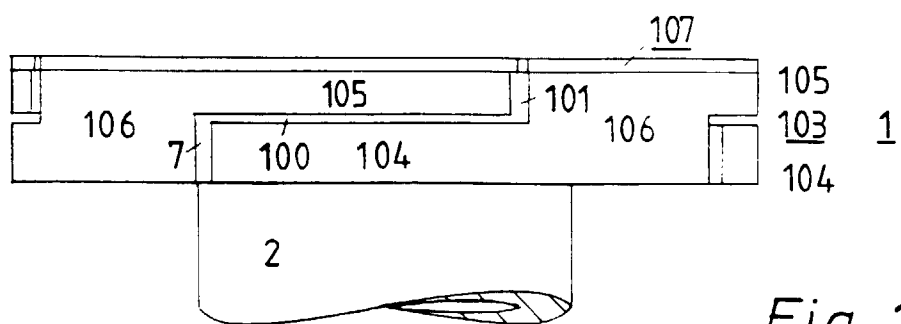


Fig. 27





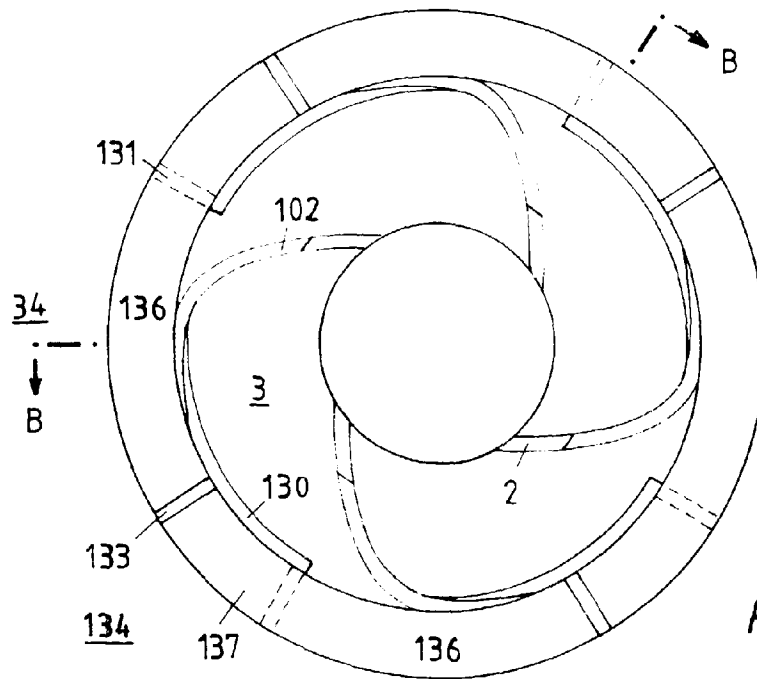


Fig. 35

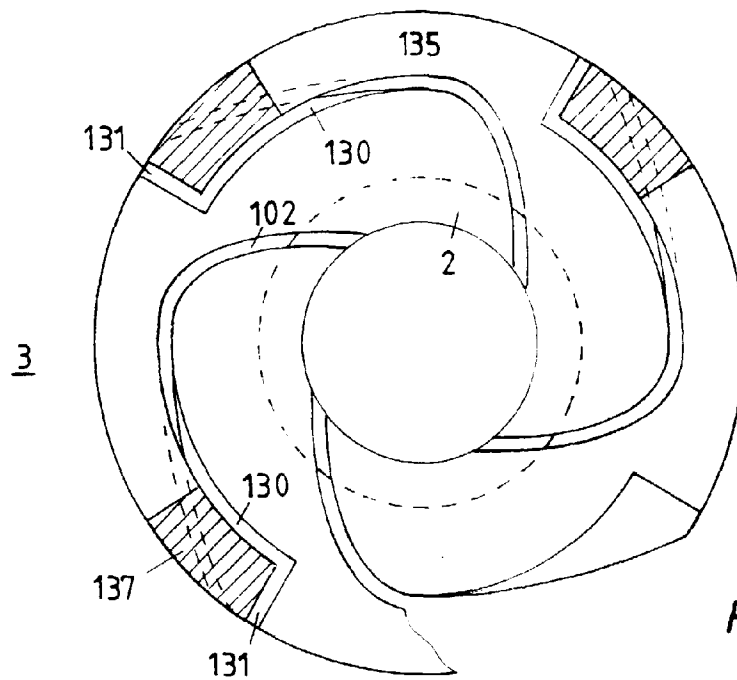


Fig. 34

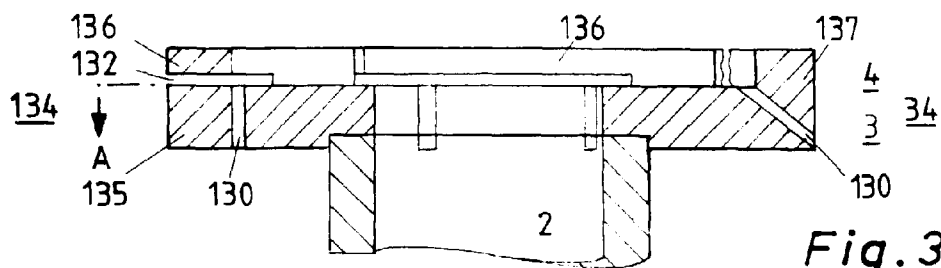
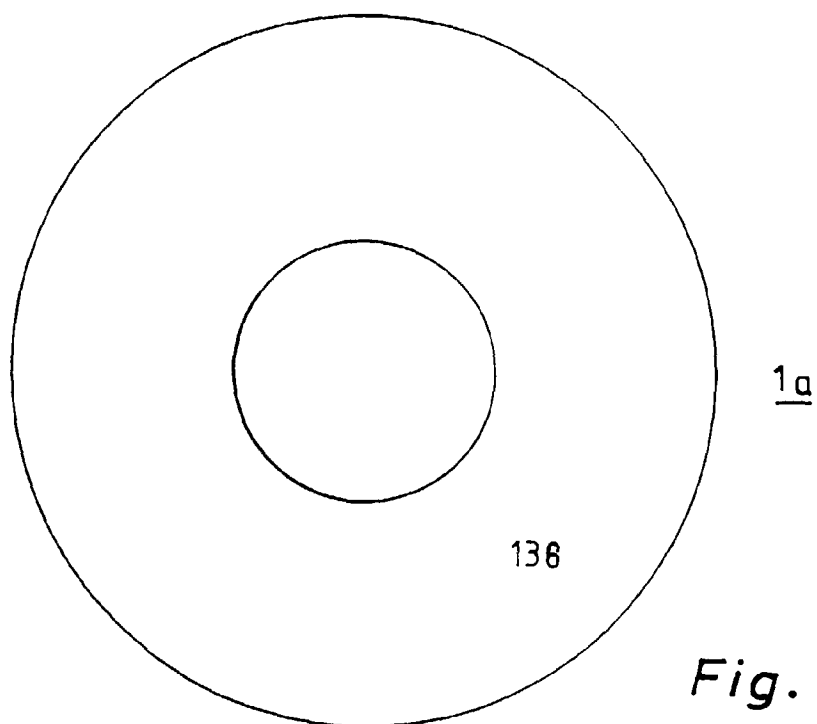
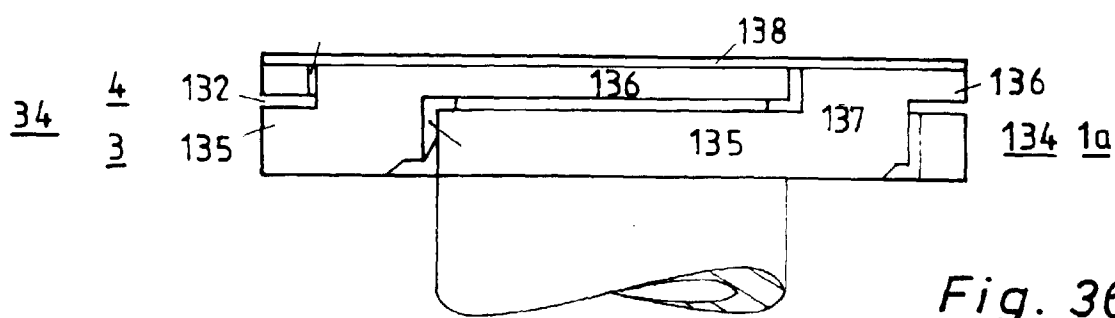


Fig. 33



*Fig. 37*



*Fig. 36*