

⑫

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer: 85111118.7

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 01 H 33/66**

⑱ Anmeldetag: 03.09.85

⑳ Priorität: 28.09.84 DE 3435815

⑦① Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

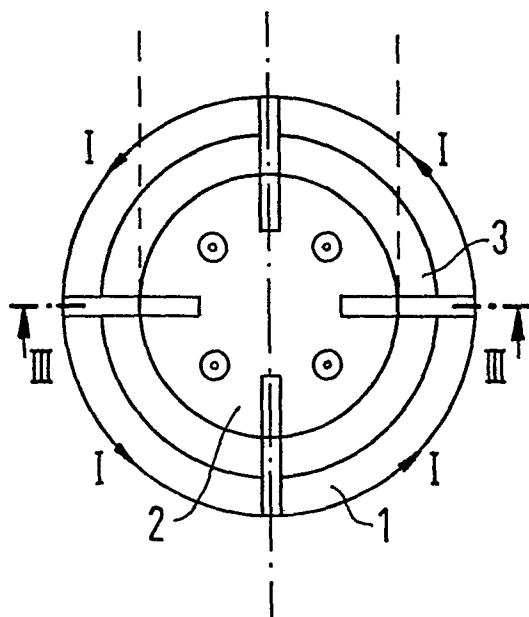
④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 16.04.86  
Patentblatt 86/16

⑦② Erfinder: **Hoene, Ernst-Ludwig, Dr., Dipl.-Phys., Fürstendamm 1, D-1000 Berlin 28 (DE)**  
Erfinder: **Renz, Roman, Dr. Dipl.-Phys., Rubensstrasse 7, D-1000 Berlin 42 (DE)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **CH DE FR GB LI**

⑤④ **Kontaktanordnung für Vakuumschalter.**

⑤⑦ In einer Kontaktanordnung für Vakuumschalter mit koaxialen Schaltkontakten wird eine hohe Schaltleistung in Verbindung mit einem niedrigen Stromabriß (current chopping) erreicht, indem im Bereich der Schaltkontakte ein axiales Magnetfeld mit örtlich unterschiedlicher Feldstärke erzeugt wird, indem die Schaltstücke zumindest eine Kontaktfläche (1) und eine Lichtbogenbrennfläche (2) aufweisen und indem die Kontaktflächen (1) im Bereich geringer Feldstärke des axialen Magnetfeldes und die Lichtbogenbrennfläche (2) im Bereich größerer Feldstärke des Magnetfeldes liegen, indem in den Kontaktflächen (1) ein low-surge-material vorliegt, in den Lichtbogenbrennflächen (2) dagegen ein Kontaktmaterial mit einem hohen Schaltvermögen und indem durch konstruktive Ausgestaltung der Ausschalt-Lichtbogen stets im Bereich der Kontaktflächen (1) gezündet wird. Die Erfindung eignet sich für Vakuumschalter für grobe Kurzschlußausschaltstromwerte.



**EP 0 177 750 A1**

Siemens Aktiengesellschaft  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA 84 P 1827 E

5 Kontaktanordnung für Vakuumschalter

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kontaktanordnung für Vakuumschalter nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Eine derartige Kontaktanordnung ist aus der  
10 US-PS 4 196 327 bekannt. Dort werden hinter den Schaltstücken Stromschleifen angeordnet, welche im Kontaktstück und in den Kontaktflächen Bereiche hoher und Bereiche geringer magnetischer Feldstärke in axialer Richtung erzeugen. Benachbarte Bereiche hoher magnetischer Feldstärke  
15 weisen dabei teilweise eine entgegengesetzte Polarität der Feldstärke auf.

Derartige Vakuumschalter zeichnen sich durch eine schnelle dielektrische Wiederverfestigung der Schaltstrecke  
20 nach dem Strom-Nulldurchgang (Bogenabriß) aus. Dieser Vorteil der Vakuumschalter kann sich bei ungünstigen Kreisdaten bzw. elektrischen Verhältnissen im Netz, z. B. beim Abschalten von anlaufenden Motoren, negativ auswirken. Dabei können nämlich frühzeitige Strom-Nulldurchgänge mit hoher Steilheit entstehen, welche zu Erscheinungen  
25 führen, die in der Literatur als "multiple Wiedierzündungen" bezeichnet werden und im wesentlichen bei Ausschaltströmen  $< 1$  kA im Netz zu störenden Überspannungen führen können.

30

Um diesen Effekt klein zu halten, wird nach dem Stand der Technik die Schaltstrecke so beeinflusst, daß die Abreißstromstärke klein gehalten wird, wodurch nach allgemeiner Ansicht die Überspannungen vermindert werden. Dies  
35 wird durch ein entsprechend ausgewähltes Kontaktmaterial, ein sogenanntes "low-surge-material" erreicht. Hierzu

zählen beispielsweise Chrom-Kupfer-Verbundmaterialien mit Zusatz von Wismut oder Tellur. Solche Materialien weisen jedoch insbesondere wegen ihres großen Dampfdruckes nur eine relativ kleine maximale Schaltleistung auf. Beim  
5 Ausschalten von Strömen, die beispielsweise mehr als 10 kA betragen, treten auch hier leicht Wiederzündungen auf; das Ausschalten gelingt nicht mit Sicherheit.

*GB-PS 15 88 397*

Aus der ~~DE-OS 28 22 510~~ ist bekannt, bei Kontakten mit  
10 rotierendem Lichtbogen den Kontakt in einen Hauptkontaktteil und einen Hilfskontaktteil aufzuteilen, wobei die Hilfskontaktteile der beiden Schaltstücke beim Schließen des Schalters miteinander in Berührung gebracht werden, die Hauptkontaktteile aber nicht. Aufgrund  
15 der Stromführung in dem dort beschriebenen Kontakt soll der Lichtbogen vom Hilfskontaktteil auf den Hauptkontaktteil abgedrängt werden. Der Hilfskontaktteil weist ein low-surge-material auf, der Hauptkontaktteil ein Material für große Schaltleistung. Durch die spezielle Formgebung  
20 soll bei den dort beschriebenen Kontakten ein schwacher Strom nur im Bereich der Hilfskontakte einen Lichtbogen erzeugen, während der Lichtbogen eines starken Stromes auf den Hauptkontaktteil wandert, wo er ein Material hoher Ausschaltleistung vorfindet. Die elektromotorische  
25 Kraft, die auf den Lichtbogen wirkt, soll durch den Stromfluß über die Kontakte entstehen, vergleiche Fig. 1 a und 1 b und Seite 6 der Beschreibung.

Auf Grund des instabilen Verhaltens des bei größeren  
30 Stromstärken kontrahiert brennenden Lichtbogens ist jedoch nicht immer gewährleistet, daß dieser die Hilfskontaktflächen so schnell verläßt, daß eine thermische Überlastung derselben mit Sicherheit ausgeschlossen ist.

35 Die Aufgabe, die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegt, besteht darin, eine Kontaktanordnung anzugeben, welche einerseits beim Ausschalten von Strömen, die etwa

gleich dem oder kleiner als der Nennstrom sind, eine genügend langsame Wiederverfestigung des Dielektrikums aufweist und andererseits bei höheren Strömen eine große Schaltleistung gewährleistet.

5

Diese Aufgabe wird bei einem Schaltkontakt gemäß dem Oberbegriff durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

- 10 Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß ein Metall-  
dampf-Lichtbogen in der Vakuumschaltröhre unter dem Ein-  
fluß eines axialen Magnetfeldes nach dem Zünden inner-  
halb einer Kommutierungszeit  $t_0$ , welche mit wachsender  
Stromstärke sinkt und bei 10 kA beispielsweise ca. 3 ms  
15 beträgt, in einen diffus brennenden Zustand übergeht, und  
zwar in Kontaktbereichen, in denen die durch die axiale  
Magnetfeldkomponente hervorgerufene spezifische Induk-  
tion  $B_z/I$  einen Mindestwert erreicht. Im diffus brennen-  
den Zustand liegt die Bogenbrennspannung um ein Vielfa-  
20 ches unter dem Wert der Brennspannung in einem kontra-  
hierten Bogen. In der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung  
wird durch eine entsprechende Form und Anordnung gewähr-  
leistet, daß der Lichtbogen beim Trennen der Kontakte zu-  
erst in den Kontaktflächen und das heißt im Low-surge-Ber-  
25 reich gezogen wird. Unter der Wirkung des axialen Magnet-  
feldes verlagert sich der konzentriert brennende Bogen  
schnell, innerhalb  $t_0$  in die Bereiche maximaler Magnet-  
feldstärke, wobei er sich je nach der lokalen Feldvertei-  
lung in einen diffusen Lichtbogen oder in mehrere diffus  
30 brennende Teilbögen auflöst. Dort brennt er, wie bereits  
bekannt, mit stark verringerter Bogenbrennspannung auf  
Kontaktflächen mit hoher Belastbarkeit. Somit wird ver-  
hindert, daß die Kontaktflächen, welche aus einem soge-  
nannten low-surge-material bestehen, thermisch überlastet  
35 werden und gewährleistet, daß der Bogen nach  $t_0$  im Be-

reich der für hohe Schaltleistungen geeigneten Lichtbogenbrennflächen brennt und damit ein hohes Ausschaltvermögen der Kontaktanordnung gewährleistet.

- 5 Die im Patentanspruch genannten Stromschleifen können an einem oder beiden Kontakten angebracht oder auf andere Weise in ihrer Lage gegenüber den Kontakten so fixiert sein, daß ihr Magnetfeld in den Punkten der Kontaktflächen, welche aus low-surge Kontaktmaterial bestehen, wesentlich kleiner ist als in den Lichtbogenbrennflächen mit hoch belastbarem Kontaktmaterial. Solange diese Bedingung erfüllt ist, können beliebige Formen von Stromschleifen eingesetzt werden.
- 10
- 15 Eine vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung besteht darin, daß die Kontaktflächen, nicht aber die Lichtbogenbrennflächen eines Kontaktstückes mit den entsprechenden Flächen des zweiten Kontaktstückes in Berührung gebracht werden können. So ist auf einfache Weise gewährleistet, daß der Lichtbogen nur im Bereich der Kontaktflächen gezogen wird. Eine Ausführungsform mit nur einer Lichtbogenbrennfläche, in der nur ein diffuser Lichtbogen entsteht, ist gegeben, indem die Kontaktfläche einen Kreisring darstellt und indem die
- 20
- 25 Lichtbogenbrennfläche sich konzentrisch im Inneren dieses Kreisringes an diesen anschließt. Dabei kann die Lichtbogenbrennfläche den durch die Kontaktflächen gebildeten Kreisring vollständig ausfüllen oder selbst ringförmig gestaltet sein, in beiden Fällen ergibt sich ein diffus brennender Lichtbogen, der die gesamte Lichtbogenbrennfläche ausfüllt. Eine Ausführungsform mit mehreren diffus brennenden Lichtbögen wird erreicht, indem die Kontaktfläche eine zur Kontaktachse konzentrische Kreisscheibe darstellt und indem die Lichtbogenbrennflächen auf einem
- 30
- 35 die Kontaktfläche umgebenden Ring liegen. Diese Ausführung ist besonders vorteilhaft in Verbindung mit einer

Erzeugung des axialen Magnetfeldes durch Leiterschleifen einsetzbar, wenn die Leiterschleifen auf der von der Kontaktfläche abgewandten Seite des Kontaktstückes angeordnet sind und, wie z. B. aus der US-PS 4,196,327 bekannt, 5 jeweils nur einen Sektor eines Kreisringes umfassen. In diesem Fall ergeben sich feldfreie Zonen in der Mitte des Kreisringes und im Bereich der Begrenzung der Sektoren. Feldfrei heißt in diesem Zusammenhang frei vom Axialfeld, welches durch den Strom in der Leiterschleife hervorgerufen wird. Bei dieser Ausführungsform können besonders 10 einfach zwei oder mehr Lichtbogenbrennflächen auf dem Ring erzeugt werden, wobei die Lichtbogenbrennflächen von axialen Magnetfeldern unterschiedlicher Feldrichtung durchsetzt werden.

15

Ein diffuser Lichtbogen in den Brennflächen ist gewährleistet, wenn die strombezogene, spezifische Feldstärke in axialer Richtung in den Kontaktflächen unter und in den Lichtbogenbrennflächen über  $1,5 \mu\text{T/A}$  liegt. Dabei 20 sollte in den Bereichen maximaler Feldstärke der Lichtbogenbrennflächen der Wert  $3 \mu\text{T/A}$  zumindest erreicht werden, damit die Bogenbrennspannung ihr Minimum erreicht. In einer derartigen Ausführungsform wandert der Bogen vom Ort der Bogenzündung bei Stromstärken oberhalb des Wertes, ab welchem mit dem Auftreten von multiplen Wiederzündungen zu rechnen ist, innerhalb  $t_0$  in die Lichtbogenbrennflächen und geht in einen diffus brennenden Zustand über. 25

Der diffuse Lichtbogen brennt gleichmäßig, seine Brennspannung ist um ein Mehrfaches geringer als die eines kontrahierten Lichtbogens. Dieser Vorteil kommt insbesondere bei Strömen von mehr als 10 kA zu tragen, bei denen der Lichtbogen ohne ein axiales Magnetfeld kontrahiert brennt und erfahrungsgemäß ein unstabiles Verhalten aufweist. 35

Als Kontaktmaterial für die Lichtbogenbrennflächen eignet sich Chrom-Kupfer, welches eine hohe Schaltleistung gewährleistet.

5 Die Erfindung wird nun anhand von sechs Figuren näher erläutert. Die Fig. 1 und 4 zeigen die Verteilung der spezifischen Induktion in axialer Richtung für zwei Ausführungsbeispiele, die Fig. 2 und 5 zeigen die zugehörigen Kontaktflächen und Lichtbogenbrennflächen schematisch, die Fig. 3 und 6 zeigen je ein Ausführungsbeispiel eines entsprechenden Kontaktstückes.

Im ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 3 umschließt eine ringförmige Kontaktfläche 1 mit einem kegelstumpfförmigen Übertragungsbereich 3 eine Lichtbogenbrennfläche 2. In der Kontaktfläche 1 ist ein low-surge-material enthalten, so daß dort kein störender Stromabriß (current chopping) entstehen kann. Die Lichtbogenbrennfläche 2 besteht aus einem Kontaktwerkstoff für große Ausschaltleistungen, beispielsweise Chrom-Kupfer. Dieser Kontakt weist vorteilhaft den in Fig. 3 gezeigten Aufbau auf, in dem ein Kontaktträger 4 aus einem elektrisch gut leitfähigen Material topfförmig ausgebildet ist und in seiner Kontaktträgerwand Schlitze aufweist, welche mit der Rotationsachse 7 einen relativ großen Winkel bilden, wodurch eine axiale Magnetfeldkomponente erzeugt wird. Dieser Winkel beträgt beispielsweise etwa  $70^{\circ}$ . Die zwischen den Schlitzen 6 verbleibenden Stege 8 werden mit einem Material geringer elektrischer Leitfähigkeit, z. B. mit einem Rotationskörper R, aus Keramik oder Metall entlastet oder abgestützt, damit der Kontakt die notwendige mechanische Festigkeit besitzt. Die Stege 8 bilden hier Teilstücke von Leiterschleifen zur Erzeugung eines Magnetfeldes mit einer axialen Komponente. Die axiale Komponente des Magnetfeldes weist in der Lichtbogenbrennfläche 2 auf einer Kontaktscheibe 5, die aus einem Mate-

rial mit großem Schaltvermögen besteht, eine strombezogene Mindestinduktion  $B_z(\text{min})/I$  von  $1,5 \mu\text{T/A}$  auf. Die daran anschließende Übergangsfläche 3 und die Kontaktfläche 1 sind aus einem Ring aus low-surge-material gebildet, dessen Abmessungen gewährleisten, daß innerhalb der Übergangszone die strombezogene Mindestinduktion  $B_z(\text{min})/I$  überschritten ist. Dieser Ring aus low-surge-material und die Kontaktscheibe 5 sind zweckmäßigerweise mit radialen Schlitzern 5 versehen, um eine Wirbelstrombildung im Kontakt, welche die axiale Feldkomponente bis auf einen Rest von etwa 30 % reduzieren kann, zu vermeiden. Diese Ausführungsform bildet einen diffus brennenden Lichtbogenbereich, der die gesamte Lichtbogenbrennfläche 2 ausfüllt. Die maximale spezifische Induktion  $B_z(\text{max})/I$  liegt hierbei im Bereich der Rotationsachse des Kontaktes. Sie überschreitet den Wert  $3 \mu\text{T/A}$  (Unipolkontakt).

Das zweite Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 4 bis 6 weist eine scheibenförmige Kontaktfläche 9 und einen daran anschließenden, konzentrischen Ring 10 auf, welcher aus einem Material für hohe Schaltleistungen, z. B. Chrom-Kupfer, besteht. Hinter dem Ring 10 sind Leiter-schleifen angeordnet, welche von Teilen des durch den Kontakt fließenden Stromes durchflossen werden und auf dem Kontaktring Lichtbogenbrennflächen 11 bis 14 festlegen, in denen der Mindestwert für die spezifische Induktion  $B_z(\text{min})/I$  überschritten ist. Dabei ändert das Feld zwischen jeweils benachbarten Lichtbogenbrennflächen 11 bis 14 seine Richtung (Multipolkontakt).

Eine einfache Ausführungsform eines derartigen Kontaktes ist gegeben, indem der Kontaktring 10 Teil einer Kontaktscheibe 15 ist und indem auf die Kontaktscheibe 15 konzentrisch eine Scheibe 20 aus low-surge-material aufgebracht ist, welche die Kontaktfläche 9 bildet. Das in



axialer Richtung wirkende Magnetfeld wird durch eine an sich bekannte Windungsanordnung in der Form eines Speichenrades gebildet, wobei mit 16, 17 zueinander senkrechte Speichen bezeichnet sind, welche zu einem Ring 18 führen. Die Speichen 16 und 17 sind durch einen Stützkörper 19 mit geringer elektrischer Leitfähigkeit in axialer Richtung gegeneinander abgestützt. Der Strom fließt von der Speiche 16 durch den Ring 18 in die Speiche 17 und von dort in die Kontaktscheibe 15.

10

Bei dieser Ausführungsform wird in den Lichtbogenbrennflächen der Minimalwert der spezifischen Induktion erreicht, der Spitzenwert der spezifischen Induktion liegt aber tiefer als bei Beispiel 1. Da bei dieser Anordnung die Wanderung des Lichtbogens in die Lichtbogenbrennflächen durch die Stromkräfte begünstigt wird, die den Lichtbogen in radialer Richtung nach außen drängen, ist bei diesem Beispiel auch ein gewisser Abstand zwischen der Kontaktfläche 9 und den Lichtbogenbrennflächen 11 bis 14 zulässig.

20

7 Patentansprüche

6 Figuren

Patentansprüche

1. Kontaktanordnung für Vakuumschalter, welche Kontakt-  
stücke und Einrichtungen zur Erzeugung eines Magnetfel-  
des in axialer Richtung enthält, wobei jeder Kontakt  
5 zumindest eine Kontaktfläche enthält, welche mit einer  
in Axialrichtung gegenüberliegenden Kontaktfläche des  
zweiten Kontaktes in Berührung gebracht werden kann, und  
wobei die Stromschleifen in den Kontaktstücken Bereiche  
10 unterschiedlicher Feldstärke in axialer Richtung erzeu-  
gen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Kontaktstücke in der Nähe der Kontaktflächen  
(1, 9) Lichtbogenbrennflächen (2, 11 bis 14) aufweisen,  
denen entsprechende Lichtbogenbrennflächen des zweiten  
15 Kontaktes in axialer Richtung gegenüberliegen, und daß  
die Kontaktstücke so gestaltet sind, daß der Ausschalt-  
lichtbogen nur an den Kontaktflächen (1, 9) entsteht, daß  
die Einrichtungen zur Erzeugung eines axialen Magnetfel-  
des so gestaltet sind, daß sie in den Kontaktflächen  
20 (1, 9) ein kleineres axiales Magnetfeld erzeugen als in  
den Lichtbogenbrennflächen (2, 11 bis 14) und daß die  
Kontaktstücke im Bereich der Kontaktflächen (1, 9) ein  
Material mit kleinerem Bogen-Abriß-Strom (low-surge-mate-  
rial) und im Bereich der Lichtbogenbrennflächen (2, 11  
25 bis 14) ein Material mit großer Schaltleistung enthalten.

2. Kontaktanordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kontaktflächen,  
nicht aber die Lichtbogenbrennflächen eines Kontakt-  
30 stückes mit den entsprechenden Flächen des zweiten Kon-  
taktstückes in Berührung gebracht werden können.

3. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
35 Kontaktfläche einen Kreisring darstellt, daß sich an die-  
sen in Richtung auf seine Rotationsachse hin eine Über-

gangszone aus low-surge-material anschließt und daß die Lichtbogenbrennfläche sich an diese Übergangszone anschließt und konzentrisch und rotationssymmetrisch ausgebildet ist.

5

4. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfläche eine zur Kontaktachse konzentrische Kreisscheibe darstellt und daß Lichtbogenbrennflächen auf einem die Kontaktfläche umgebenden Kreisring liegen.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehr Lichtbogenbrennflächen auf dem Kreisring liegen und daß die entsprechenden Einrichtungen zur Erzeugung der axialen Magnetfelder Magnetfelder unterschiedlicher Feldrichtung hervorrufen.

6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die strombezogene spezifische Feldstärke in axialer Richtung in den Kontaktflächen unter und in den Lichtbogenbrennflächen über  $1,5 \mu\text{T/A}$  liegt.

25

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Feldstärke in axialer Richtung in den Bereichen maximaler Feldstärke der Lichtbogenbrennflächen zumindest  $3 \mu\text{T/A}$  beträgt.

FIG 1

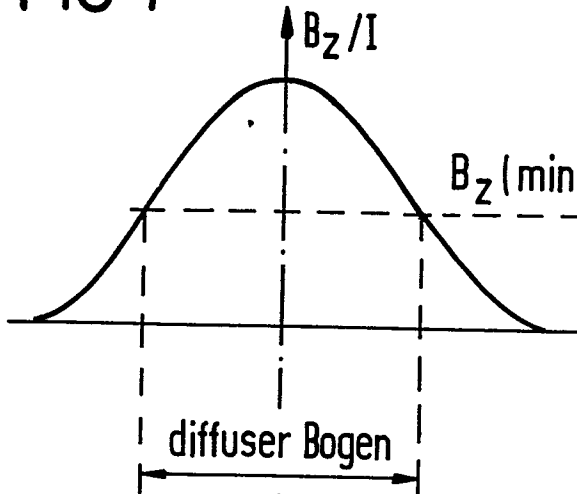


FIG 4

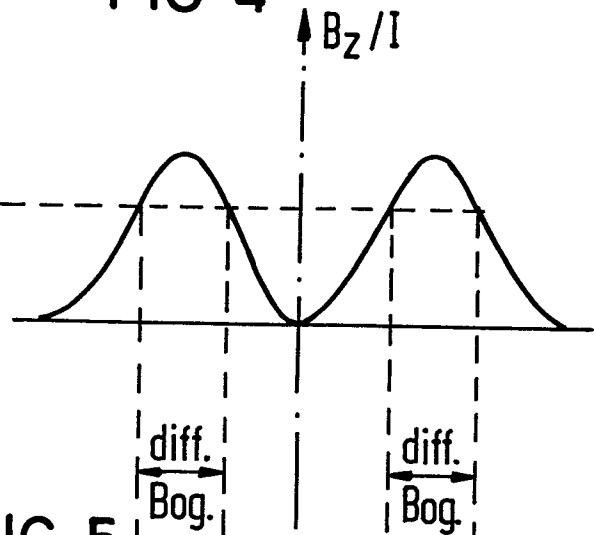


FIG 2

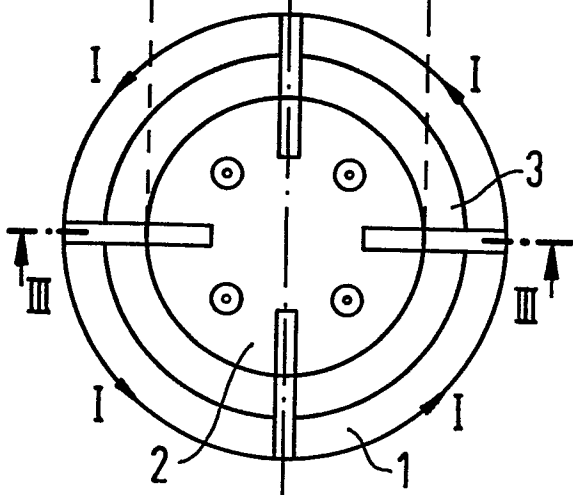


FIG 5

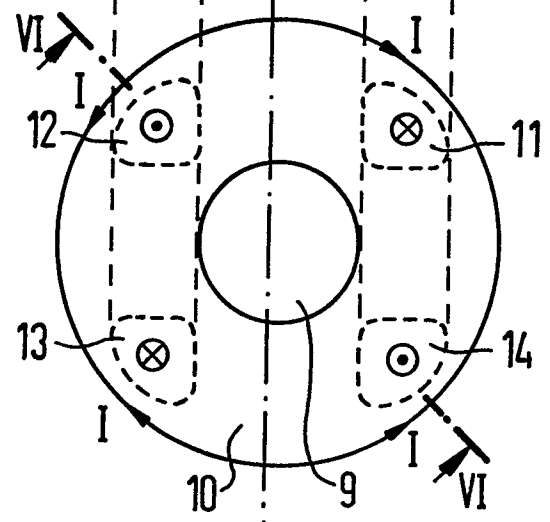


FIG 3

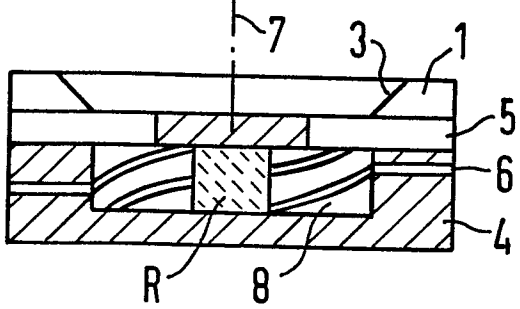
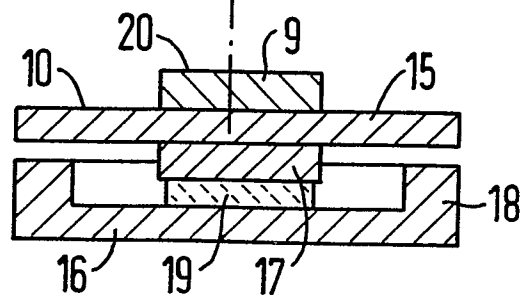


FIG 6





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Y	GB-A-2 010 587 (HAZEMEYER) * Seite 1, Zeilen 97-119; Seite 2, Zeilen 87-96; Figuren 1-4 *	1	H 01 H 33/66
A	---	5	
Y	EP-A-0 119 563 (K.K. MEIDENSHA) * Seite 13, Zeilen 12-15; Figuren 1-3 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
A	---	4	
A,D	US-A-4 196 327 (HITACHI) * Spalte 3, Zeile 24 - Spalte 4, Zeile 7; Figuren 1-5 *	1	H 01 H 33/00
A	DE-A-2 557 197 (WESTINGHOUSE) * Seite 8, Absatz 2 - Seite 9, Absatz 2; Figuren 1-5 *	1-3	
A,D	FR-A-2 392 482 (MITSUBISHI) * Seite 3, Zeilen 12-19; Figur 1b *	1	
-----			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20-12-1985	Prüfer TOUSSAINT F.M.A.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund			
O : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	