

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 906 634 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

05.01.2000 Patentblatt 2000/01

(51) Int Cl.7: **H01H 33/66**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE97/01221

(21) Anmeldenummer: **97931617.1**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 97/50105 (31.12.1997 Gazette 1997/57)

(22) Anmeldetag: **16.06.1997**

(54) **KONTAKTANORDNUNG FÜR VAKUUMSCHALTER**

CONTACT ARRANGEMENT FOR VACUUM SWITCH

AGENCEMENT DE CONTACT POUR INTERRUPTEUR A VIDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

(72) Erfinder: **HAAS, Wilfried**
D-91058 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **21.06.1996 DE 19624920**

(56) Entgegenhaltungen:

US-A- 4 324 960

US-A- 5 103 069

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.1999 Patentblatt 1999/14

- Patent Abstracts of Japan, Band 14, Nr 483(E-993); & JP,A,02201836 (MEIDENSHA CORP), 1990-08-10

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

EP 0 906 634 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

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Kontaktanordnung für Vakuumschalter, bestehend aus zwei einander gegenüberliegenden Schaltstücken mit kreisförmiger Grundfläche von vorgegebenem Radius und zentraler kreisförmiger Eindrehung, wobei jedes Schaltstück drei bis sechs von einem Zentrum ausgehende, nach außen verlaufende Schlitze aufweist, so daß ein Spiralkontakt gebildet ist, wobei die Konturen der Schlitze einen variablen Radius aufweisen, und wobei der Fußpunkt des Radius der Schlitzkonturen mit dem Mittelpunkt des Kontaktstückes mit vorgegebenem Radius zusammenfällt. Eine derartige Kontaktanordnung ist aus US-A-4 999 463 bekannt. Vakuumschalter haben sich in letzter Zeit zunehmend durchgesetzt. Neben dem Mittelspannungsbereich werden auch Anwendungen im Hochspannungs- bzw. Niederspannungsbereich vorgeschlagen. Bei letzterem sind die Kontaktanordnungen in den Vakuumschaltröhren hauptsächlich so konzipiert, daß ein radiales Magnetfeld zur Beeinflussung des Lichtbogens entsteht.

[0002] Der bei Kurzschlußabschaltungen in Vakuumschaltröhren mit Radialmagnetfeldkontakten entstehende kontrahierte Metaldampfbogen soll sich möglichst rasch von seinem Entstehungsort im Zentralbereich der Kontakte wegbewegen. Dadurch werden lokale thermische Überlastungen der Kontaktoberflächen vermieden. Auch im weiteren zeitlichen Verlauf der Abschaltung soll eine große Wärmebeanspruchung durch ein rasches kontinuierliches Bogenlaufen in den Randzonen der Schaltstücke verhindert werden. Zudem soll die nach außen gerichtete Plasmaströmung aus dem Lichtbogen möglichst klein sein, um die Schirmbelastung niedrig zu halten.

[0003] Bei Spiralkontakten erreicht man ein solches Lichtbogenverhalten beispielsweise durch das Anbringen von Schlitzen in den Schaltstücken. Durch die Gestaltung dieser Schlitze kann in den Kontakten eine solche Richtung des Stromflusses erzwungen werden, daß das dadurch verursachte Magnetfeld bzw. die damit verknüpfte Lorentzkraft den Lichtbogen in seinem Bewegungs- und Plasma-Abströmverhalten entsprechend beeinflusst.

[0004] Bei bekannten Spiralkontakten, die in kommerziellen Vakuumschaltröhren eingesetzt werden, treten entweder beim Loslaufen des Lichtbogens oder beim nachfolgenden Umlaufen in den Kontaktrandzonen aber auch beim Übergang zwischen beiden Bewegungsphasen Schwierigkeiten auf. Außerdem kann das Kommutieren des Lichtbogens über die Schlitze hinweg erschwert sein, wenn der Betrag der antreibenden Magnetkraft zwar groß ist, aber die den Lichtbogen bewegende Azimutalkomponente zu klein und die die Plasmaströmung auf den Schirm antreibende Radialkomponente zu groß ist. Bei diesen Beispielen verlaufen die Schlitze entweder geradlinig, oder ihre Kontur zeichnet sich durch einen konstanten Krümmungsradius aus.

[0005] Im US-Patent 4 999 463 wird eine Schlitzkontur mathematisch beschrieben, welche einen variablen Radius besitzt, dessen Fußpunkt nicht mit dem Schaltstückmittelpunkt zusammenfällt. Dadurch kann der Schlitz bis an die Eindrehung der Kontakte heranreichen, und so ein Verharren des Lichtbogens beim Loslaufen vermieden werden. In diesem Fall scheint aber die Radial- und Azimutalkomponenten der auf den Lichtbogen wirkenden Lorentzkraft am äußeren Ende des Spiralfügels so groß bzw. so klein zu sein, daß zum einen dessen Kommutierung erschwert ist, zum anderen die thermische Schirmbelastung zu groß wird. Außerdem wird durch den kleinen Schnittwinkel zwischen Schlitzkontur und Umfang der Eindrehung das Loslaufen des Lichtbogens erschwert.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, die Spiralkontakte in ihrem Wirkungsgrad weiter zu verbessern.

[0007] Die Aufgabe ist bei der eingangs genannten Kontaktanordnung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Schlitze im Bogenmaß eine Länge zwischen $5/12\pi$ und $2/3\pi$ haben und der vom Schlitz mit dem Umfang der Eindrehung gebildete Winkel $\phi > \frac{\pi}{3}$ ist. Vorzugsweise enden die Schlitze an der in der Mitte des Schaltstückes liegenden Eindrehung mit vorgegebenem Radius (R_1) oder überschneiden diese geringfügig, wobei $R_1 \approx 0,25 - 0,33 R_K$ ist. Insbesondere können die Schlitze vor der Eindrehung in einer kreisförmigen Bohrung enden.

[0008] Mit der Erfindung sind Schaltstücke mit drei bis sechs, vorzugsweise mit vier Schlitzen, so gestaltet, daß die auf den Lichtbogen wirkende Magnetkraft sowohl in den zentralen als auch in den peripheren Kontaktbereichen ein optimales Verhalten aufweist. Damit ist gegenüber dem Stand der Technik eine beachtliche Verbesserung bewirkt.

[0009] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigen

FIG 1 die Draufsicht auf einen neuen Spiralkontakt als Teil der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung,

FIG 2 einen Schnitt durch FIG 1 längs der Linie II-II,

FIG 3 verschiedene Varianten der Schlitzkonturführung,

FIG 4 einen Spiralkontakt mit vier Schlitzen, die vor der Eindrehung in Kreisbohrungen enden, und

FIG 5 einen solchen Spiralkontakt mit sechs Schlitzen.

[0010] Die Figuren werden teilweise gemeinsam beschrieben. Gleiche und gleich wirkende Teile haben in den Figuren gleiche Bezugszeichen.

[0011] In FIG 1 und FIG 2 bedeuten 1 ein Schaltstück, das Teil einer Kontaktanordnung für einen Vakuumschalter ist und dazu in einer zugehörigen Schaltröhre angeordnet wird. Das Schaltstück 1 ist kreissymmetrisch ausgebildet

und hat im Zentrum eine Eindrehung 2. Von der Eindrehung 2 ausgehend sind in FIG 1 vier Schlitz 3 bis 6 ersichtlich, die jeweils spiralförmig verlaufen und das Schaltstück zu einem Spiralkontakt definieren.

[0012] Werden zwei solcher Spiralkontakte einander gegenüber gestellt, entsteht durch den Stromfluß ein radiales Magnetfeld, das einen kontrahierten Lichtbogen in eine azimutale, durch die Geometrie des Spiralkontaktes vorgegebene Bewegung versetzt.

[0013] Statt vier Schlitz können ebenso gut sechs Schlitz vorhanden sein. Für die Praxis kann es sich empfehlen wie in FIG 4 und 5 dargestellt, daß die Schlitz 3 bis 6 bzw. 3 bis 8 vor der zentralen Eindrehung 2 in kreisförmigen Bohrungen 13 bis 16 bzw. 13 bis 18 enden.

[0014] Wesentlich ist die geometrische Ausbildung der Schlitz 3 bis 6 bzw. 3 bis 8. Bezüglich eines Polarkoordinatensystems, dessen Ursprung mit dem Kontaktmittelpunkt zusammenfällt, weisen solche Schlitz einen variablen Radius $r(\varphi)$ auf, dessen Mittelpunkt mit dem Kontaktmittelpunkt zusammenfällt. Die Schlitz 3 bis 8 enden an der in der Mitte der Schaltstücke liegende sog. Eindrehung mit dem Radius R_I oder überschneiden diese geringfügig. Mit R_K als Kontaktradius gilt

$$R_I \leq r(\varphi) \leq R_K \text{ und } R_I = 0,25 \dots 0,33 * R_K \quad (1)$$

[0015] Die im Bogenmaß angegebene Länge der Schlitz liegt typischerweise bei

$$\Psi = \frac{5}{12} \dots \frac{2}{3} \pi \quad (2)$$

[0016] Die Breite b der Schlitz beträgt etwa 4-10 % des Kontaktdurchmessers $D = 2 * R_K$, d. h.

$$b = 0,04 \dots 0,1 * D \quad (3)$$

[0017] Ein rasches Loslaufen und Kommutieren des Lichtbogens wird durch Schlitzkonturen erreicht, die die Eindrehung unter einem möglichst großen Winkel

$$\phi > \frac{\pi}{3} \quad (4)$$

schneiden und den Umfang des Kontaktes unter einem möglichst kleinen Winkel

$$\theta < \frac{\pi}{6} \quad (5)$$

[0018] Magnetfelder, die die Lichtbogenbewegung in ihrer Gesamtphase günstig beeinflussen, werden beispielsweise durch solche Schlitzkonturen erreicht, die in fünf Fällen analytisch beschrieben werden:

1. Fall

$$r_1(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) * \left[\frac{\cosh(a_1 \cdot \varphi) - 1}{\cosh(a_1 \cdot \Psi) - 1} \right]^{f_1} \quad \text{mit } a_1 = 1 \quad \text{und} \quad f_1 = 0,30 \quad (6.1)$$

2. Fall

$$r_2(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) * \left[\frac{\sinh(a_2 \cdot \varphi)}{\sinh(a_2 \cdot \Psi)} \right]^{f_2} \quad \text{mit } a_2 = 1 \quad \text{und} \quad f_2 = 0,50 \quad (6.2)$$

3. Fall

$$r_3(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \cdot \left[\frac{1 - \cos(a_3 \cdot \varphi)}{1 - \cos(a_3 \cdot \Psi)} \right]^{f_3} \quad \text{mit } a_3 = 1, \quad f_3 = 0.38 \quad (6.3)$$

4. Fall

$$r_4(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \cdot \left[\frac{\sin(a_4 \cdot \varphi)}{\sin(a_4 \cdot \Psi)} \right]^{f_4} \quad \text{mit } a_4 = 0.5, \quad f_4 = 0.75 \quad (6.4)$$

5. Fall

$$r_5(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \cdot \left[\frac{\varphi}{\Psi} \right]^{f_5} \quad \text{mit } f_5 = 0.67 \quad (6.5)$$

[0019] Für eine Feinabstimmung der Kontur der Schlitz 3 bis 8 hinsichtlich des Magnetfeldes oder auch aus fertigungstechnischen Gründen können die Formfaktoren a und f innerhalb bestimmter Grenzen variiert werden. Dabei hat eine Verkleinerung des Parameters a selbst um den Faktor 100 in allen Fällen nur einen sehr geringen Einfluß auf die Schlitzkontur.

[0020] Dagegen ist die Vergrößerung in den ersten beiden Fällen auf 100 bzw. 50 %, in den restlichen Fällen auf 75 % beschränkt, wenn die Kontaktschätzung in der Praxis realisierbar sein soll.

[0021] Im Rahmen einer sinnvollen Auslegung der Kontakte ist die Änderung des Parameters f nach oben und unten auf den Faktor 2 beschränkt.

[0022] FIG 3 zeigt die sich in den angegebenen fünf Fällen ergebenden Schlitzkonturen zusammen mit den Grenzen, innerhalb der sie sich bei den angegebenen Variationen von a und f ändern können. Ganz entsprechend sind auch andere mathematische Beschreibungen der hier angegebenen Schlitzkonturen oder solcher, die nur geringfügig davon abweichen möglich. Dies ist z. B. durch Reihenentwicklungen oder Linearkombinationen der hier angegebenen Beziehungen, aber auch Verknüpfung der bei den Fällen 1 bis 5 in eckiger Klammer stehenden Ausdrücke gemäß

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \cdot \left[\gamma_1 \frac{\cosh(a_1 \varphi) - 1}{\cosh(a_1 \Psi) - 1} + \gamma_2 \frac{\sinh(a_2 \varphi)}{\sinh(a_2 \Psi)} + \gamma_3 \frac{1 - \cos(a_3 \varphi)}{1 - \cos(a_3 \Psi)} + \gamma_4 \frac{\sin(a_4 \varphi)}{\sin(a_4 \Psi)} + \gamma_5 \left(\frac{\varphi}{\Psi} \right) \right]^f$$

mit $\sum \gamma_v = 1$ und $0.01 < a_i < 1$

sowie $0.2 < f < 0.75$

(6.6)

möglich. Gemeinsames Merkmal sind dabei die Eigenschaften nach 6.1 - 6.5 und die Tatsache, daß der Fußpunkt des Radius der Schlitzkontur mit dem Kontaktmittelpunkt zusammenfällt.

[0023] Da beim Fräsen der Kontaktschlitz 3 bis 8 in der Nähe der Eindrehung, wegen des hier vorkommenden kleinen Krümmungsradius, aus maschinentechnischen Gründen Schwierigkeiten auftreten können, kann gemäß FIG 4 der Schlitz in diesem Bereich durch eine Bohrung 13 bis 18 mit dem Durchmesser d ersetzt werden. Die Bohrungen 13 bis 18 sollten die Eindrehung entweder berühren oder geringfügig überlappen. Der Durchmesser ist sinnvollerweise nach oben gemäß

$$d \leq 3 \cdot b \quad (7)$$

begrenzt.

[0024] Die Entfernung e des Mittelpunktes dieser Bohrung von der Schlitzkontur liegt im Bereich

$$0 \leq e \leq \frac{d-b}{2} . \quad (8)$$

[0025] Anlage 5 zeigt ein Beispiel für Bohrungen, deren Mittelpunkte nicht auf der Schlitzkontur liegen.

[0026] Es ist möglich, die in FIG. 4 aufgeführten scharfen Kanten bei den Übergängen Flügel-Schlitz oder Bohrung-Schlitz ebenso wie Flügelspitzen durch Rundungen mit einem Krümmungsradius

$$R_S = 0.25 \cdots 1.0 \cdot b \quad (9)$$

zu ersetzen, wenn die Wiederezündungswahrscheinlichkeit reduziert werden muß.

Patentansprüche

1. Kontakthanordnung für Vakuumschalter, bestehend aus zwei einander gegenüberliegenden Schaltstücken mit kreisförmiger Grundfläche von vorgegebenem Radius (R_K) und zentraler kreisförmiger Eindrehung (2), wobei jedes Schaltstück (1) drei bis sechs von einem Zentrum ausgehende nach außen verlaufende Schlitze (3-8) aufweist, so daß ein Spiralkontakt gebildet ist, wobei die Konturen der Schlitze (3-8) einen variablen Radius ($r(\varphi)$) aufweisen, und wobei der Fußpunkt des Radius ($r(\varphi)$) der Schlitzkonturen mit dem Mittelpunkt (10) des Schaltstückes (1) mit vorgegebenem Radius (R_K) zusammenfällt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlitze (3-8) im Bogenmaß eine Länge zwischen $5/12\pi$ und $2/3\pi$ haben und der vom einzelnen Schlitz (3-8) mit dem Umfang der Eindrehung (2) gebildete Winkel $\phi > \frac{\pi}{3}$ ist.

2. Kontakthanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlitze (3-8) an der Eindrehung (2) mit vorgegebenem Radius (R_I) enden oder diese geringfügig überschneiden, wobei $R_I \approx 0,25 \dots 0,33 \cdot R_K$ ist.

3. Kontakthanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlitze (3-8) vor der Eindrehung (2) in kreisförmigen Bohrungen (13-18) enden.

4. Kontakthanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß für den Radius ($r(\varphi)$) der Schlitzkonturen gilt:

$$R_I \leq r(\varphi) \leq R_K$$

5. Kontakthanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlitzkontur durch folgende Beziehung beschrieben wird:

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \cdot \left[\frac{\cosh(a_1 \cdot \varphi) - 1}{\cosh(a_1 \cdot \Psi) - 1} \right]^{f_1}$$

mit $0,01 < a_1 < 2$ und $0,15 < f_1 < 0,6$

6. Kontakthanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß $a_1 = 1$ und $f_1 = 0.30$ ist.

7. Kontakthanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlitzkontur durch folgende Beziehung beschrieben wird:

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \left[\frac{\sinh(a_2 \cdot \varphi)}{\sinh(a_2 \cdot \Psi)} \right]^{f_2}$$

mit $0,01 < a_2 < 1,5$ und $0,25 < f_2 < 1$

8. Kontaktnanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß $a_2 = 1$ und $f_2 = 0,50$ ist.

9. Kontaktnanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlitzkontur durch folgende Beziehung beschrieben wird:

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \left[\frac{1 - \cos(a_3 \cdot \varphi)}{1 - \cos(a_3 \cdot \Psi)} \right]^{f_3}$$

mit $0,01 < a_3 < 1,75$ und $0,19 < f_3 < 0,76$

10. Kontaktnanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß $a_3 = 1$ und $f_3 = 0,38$ ist.

11. Kontaktnanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlitzkontur durch folgende Beziehung beschrieben wird:

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \left[\frac{\sin(a_4 \cdot \varphi)}{\sin(a_4 \cdot \Psi)} \right]^{f_4}$$

mit $0,01 < a_4 < 0,88$ und $0,37 < f_4 < 1,5$

12. Kontaktnanordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß $a_4 = 0,5$ und $f_4 = 0,75$ ist.

13. Kontaktnanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlitzkontur durch folgende Beziehung beschrieben wird:

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \left[\frac{\varphi}{\Psi} \right]^{f_5}$$

mit $0,34 < f_5 < 1,35$

14. Kontaktnanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß $f_5 = 0,67$ ist.

15. Kontaktnanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **gekennzeichnet** durch Linearkombinationen und/oder Reihenentwicklungen der angegebenen Beziehungen.

16. Kontaktnanordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlitzkontur durch folgende Beziehung beschrieben wird:

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) \cdot \left[\gamma_1 \frac{\cosh(a_1 \varphi) - 1}{\cosh(a_1 \Psi) - 1} + \gamma_2 \frac{\sinh(a_2 \varphi)}{\sinh(a_2 \Psi)} + \gamma_3 \frac{1 - \cos(a_3 \varphi)}{1 - \cos(a_3 \Psi)} + \gamma_4 \frac{\sin(a_4 \varphi)}{\sin(a_4 \Psi)} + \gamma_5 \left(\frac{\varphi}{\Psi} \right) \right]^f$$

mit $\sum \gamma_v = 1$ und $0.01 < a < 1$ sowie $0.2 < f < 0.75$

17. Kontaktnordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Breite (b) der Schlitz (3-8) kleiner als 1/10 des Durchmessers (D) ist.

18. Kontaktnordnung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Breite (b) der Schlitz (3-8) gilt:

$$0,04 D \leq b \leq 0,1 D.$$

Claims

1. Contact arrangement for vacuum switches, comprising two opposing contact pieces having a circular base surface of predetermined radius (R_K) and a central circular recess (2), wherein each contact piece (1) has three to six slots (3-8) starting from a centre and extending outwards so that a spiral contact is formed, wherein the contours of the slots (3-8) have a variable radius ($r(\varphi)$), and wherein the foot of the radius ($r(\varphi)$) of the slot contours coincides with the centre point (10) of the contact piece (1) having the predetermined radius (R_K), characterised in that the slots (3-8) have in radian measure a length of between $5/12 \pi$ and $2/3 \pi$ and the angle formed by the individual slot (3-8) with the circumference of the recess (2) is $\phi > \frac{\pi}{3}$.

2. Contact arrangement according to claim 1, characterised in that the slots (3-8) end at the recess (2) having the predetermined radius (R_I) or slightly overlap the latter, with $R_I \approx 0.25 \dots 0.33 \cdot R_K$.

3. Contact arrangement according to claim 2, characterised in that the slots (3-8) end in front of the recess (2) in circular bores (13-18).

4. Contact arrangement according to claim 1, characterised in that for the radius ($r(\varphi)$) of the slot contours, the following applies:

$$R_I \leq r(\varphi) \leq R_K.$$

5. Contact arrangement according to claim 4, characterised in that the slot contour is described by the following relation:

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) * \left[\frac{\cosh(a_1 \cdot \varphi) - 1}{\cosh(a_1 \cdot \psi) - 1} \right]^{f_1}$$

with $0.01 < a_1 < 2$ and $0.15 < f_1 < 0.6$

6. Contact arrangement according to claim 5, characterised in that $a_1 = 1$ and $f_1 = 0.30$

7. Contact arrangement according to claim 4, characterised in that the slot contour is described by the following relation:

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) * \left[\frac{\sinh(a_2 \cdot \varphi)}{\sinh(a_2 \cdot \psi)} \right]^{f_2}$$

with $0.01 < a_2 < 1.5$ and $0.25 < f_2 < 1$

8. Contact arrangement according to claim 7, characterised in that $a_2 = 1$ and $f_2 = 0.50$

9. Contact arrangement according to claim 4, characterised in that the slot contour is described by the following relation:

$$r(\varphi) = R_l + (R_k - R_l) * \left[\frac{1 - \cos(a_3 \cdot \varphi)}{1 - \cos(a_3 \cdot \psi)} \right]^{f_3}$$

with $0.01 < a_3 < 1.75$ and $0.19 < f_3 < 0.76$

10. Contact arrangement according to claim 9, characterised in that $a_3 = 1$ and $f_3 = 0.38$

11. Contact arrangement according to claim 4, characterised in that the slot contour is described by the following relation:

$$r(\varphi) = R_l + (R_k - R_l) * \left[\frac{\sin(a_4 \cdot \varphi)}{\sin(a_4 \cdot \psi)} \right]^{f_4}$$

with $0.01 < a_4 < 0.88$ and $0.37 < f_4 < 1.5$

12. Contact arrangement according to claim 11, characterised in that $a_4 = 0.5$ and $f_4 = 0.75$

13. Contact arrangement according to claim 3, characterised in that the slot contour is described by the following relation:

$$r(\varphi) = R_l + (R_k - R_l) * \left[\frac{\varphi}{\psi} \right]^{f_5}$$

with $0.34 < f_5 < 1.35$

14. Contact arrangement according to claim 4, characterised in that $f_5 = 0.67$

15. Contact arrangement according to one of claims 5 to 9, characterised by linear combinations and/or series expansions of the given relations.

16. Contact arrangements according to claim 10, characterised in that the slot contour is described by the following relation:

$$r(\varphi) = R_l + (R_k - R_l) \cdot \left[\gamma_1 \frac{\cosh(a_1 \varphi) - 1}{\cosh(a_1 \psi) - 1} + \gamma_2 \frac{\sinh(a_2 \varphi)}{\sinh(a_2 \psi)} + \gamma_3 \frac{1 - \cos(a_3 \varphi)}{1 - \cos(a_3 \psi)} + \gamma_4 \frac{\sin(a_4 \varphi)}{\sin(a_4 \psi)} + \gamma_5 \left(\frac{\varphi}{\psi} \right) \right]^f$$

with $\sum \gamma_v = 1$ and $0 < a < 1$ and $0.2 < f < 0.75$

17. Contact arrangement according to one of the preceding claims, characterised in that the width (b) of the slots (3-8) is less than 1/10 of the diameter (D).

18. Contact arrangement according to claim 17, characterised in that for the width (b) of the slots (3-8), the following applies:

$$0.04 D \leq b \leq 0.1 D.$$

Revendications

1. Agencement de contact pour interrupteur à vide, constitué de deux pièces de commutation en regard l'une de l'autre et présentant une surface de base de forme circulaire d'un rayon (R_K) prescrit et un creux (2) central tourné dans la masse, de forme circulaire, chaque pièce de commutation (1) présentant trois à six fentes (3-8) qui s'étendent vers l'extérieur en étant issues d'un centre, de façon à ce que soit formé un contact en spirale, les contours des fentes (3-8) présentant un rayon ($r(\varphi)$) variable, et le point origine du rayon ($r(\varphi)$) des contours de fente coïncidant avec le centre (10) de la pièce de commutation (1) de rayon (R_K) prescrit, **caractérisé** en ce que les fentes (3-8) présentent en mesure d'arc une longueur entre $5/12\pi$ et $2/3\pi$, et l'angle (ϕ) formé par la fente (3-8) individuelle avec la périphérie du creux (2) tourné dans la masse est tel que $\phi > \frac{\pi}{3}$.

2. Agencement de contact selon la revendication 1, **caractérisé** en ce que les fentes (3-8) se terminent au niveau du creux (2) tourné dans la masse de rayon (R_I) prescrit, ou chevauchent très légèrement celui-ci, R_I étant tel que $R_I \approx 0,25 \dots 0,33 \cdot R_K$.

3. Agencement de contact selon la revendication 2, **caractérisé** en ce que les fentes (3-8) se terminent avant le creux (2) tourné dans la masse, dans des alésages (13-18) de forme circulaire.

4. Agencement de contact selon la revendication 1, **caractérisé** en ce que le rayon ($r(\varphi)$) des contours de fente satisfait à la relation suivante:

$$R_I \leq r(\varphi) \leq R_K.$$

5. Agencement de contact selon la revendication 4, **caractérisé** en ce que le contour de fente est décrit par la relation suivante :

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) * \left[\frac{ch(a_1 \cdot \varphi) - 1}{ch(a_1 \cdot \psi) - 1} \right]^{f_1}$$

avec $0,01 < a_1 < 2$ et $0,15 < f_1 < 0,6$.

6. Agencement de contact selon la revendication 5, **caractérisé** en ce que $a_1 = 1$ et $f_1 = 0.30$.

7. Agencement de contact selon la revendication 4, **caractérisé** en ce que le contour de fente est décrit par la relation suivante :

$$r(\varphi) = R_I + (R_K - R_I) * \left[\frac{sh(a_2 \cdot \varphi)}{sh(a_2 \cdot \Psi)} \right]^{f_2}$$

avec $0,01 < a_2 < 1,5$ et $0,25 < f_2 < 1$.

8. Agencement de contact selon la revendication 7, **caractérisé** en ce que $a_2 = 1$ et $f_2 = 0.50$.

9. Agencement de contact selon la revendication 4, **caractérisé** en ce que le contour de fente est décrit par la relation suivante :

$$r(\varphi) = R_1 + (R_k - R_1) * \left[\frac{1 - \cos(a_3 \cdot \varphi)}{1 - \cos(a_3 \cdot \Psi)} \right]^{f_3}$$

avec $0,01 < a_3 < 1,75$ et $0,19 < f_3 < 0,76$.

10. Agencement de contact selon la revendication 9, **caractérisé** en ce que $a_3 = 1$ et $f_3 = 0,38$.

11. Agencement de contact selon la revendication 4, **caractérisé** en ce que le contour de fente est décrit par la relation suivante :

$$r(\varphi) = R_1 + (R_k - R_1) * \left[\frac{\sin(a_4 \cdot \varphi)}{\sin(a_4 \cdot \Psi)} \right]^{f_4}$$

avec $0,01 < a_4 < 0,88$ et $0,37 < f_4 < 1,5$.

12. Agencement de contact selon la revendication 11, **caractérisé** en ce que $a_4 = 0,5$ et $f_4 = 0,75$.

13. Agencement de contact selon la revendication 3, **caractérisé** en ce que le contour de fente est décrit par la relation suivante :

$$r(\varphi) = R_1 + (R_k - R_1) * \left[\frac{\varphi}{\Psi} \right]^{f_5}$$

avec $0,34 < f_5 < 1,35$.

14. Agencement de contact selon la revendication 13, **caractérisé** en ce que $f_5 = 0,67$.

15. Agencement de contact selon l'une des revendications 5 à 9, **caractérisé** par des combinaisons linéaires et/ou des développements en série des relations indiquées.

16. Agencement de contact selon la revendication 10, **caractérisé** en ce que le contour de fente est décrit par la relation suivante :

$$r(\varphi) = R_1 + (R_k - R_1) * \left[\gamma_1 \frac{ch(a_1 \varphi) - 1}{ch(a_1 \Psi) - 1} + \gamma_2 \frac{sh(a_2 \varphi)}{sh(a_2 \Psi)} + \gamma_3 \frac{1 - \cos(a_3 \varphi)}{1 - \cos(a_3 \Psi)} + \gamma_4 \frac{\sin(a_4 \varphi)}{\sin(a_4 \Psi)} + \gamma_5 \left(\frac{\varphi}{\Psi} \right) \right]^f$$

avec

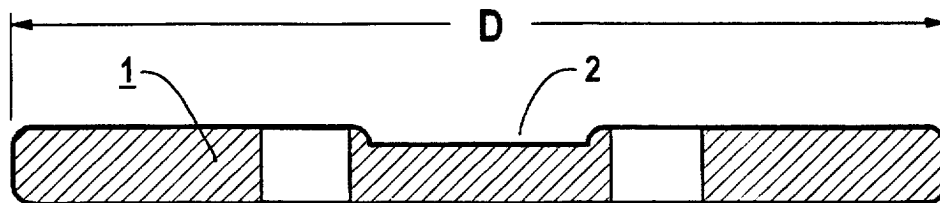
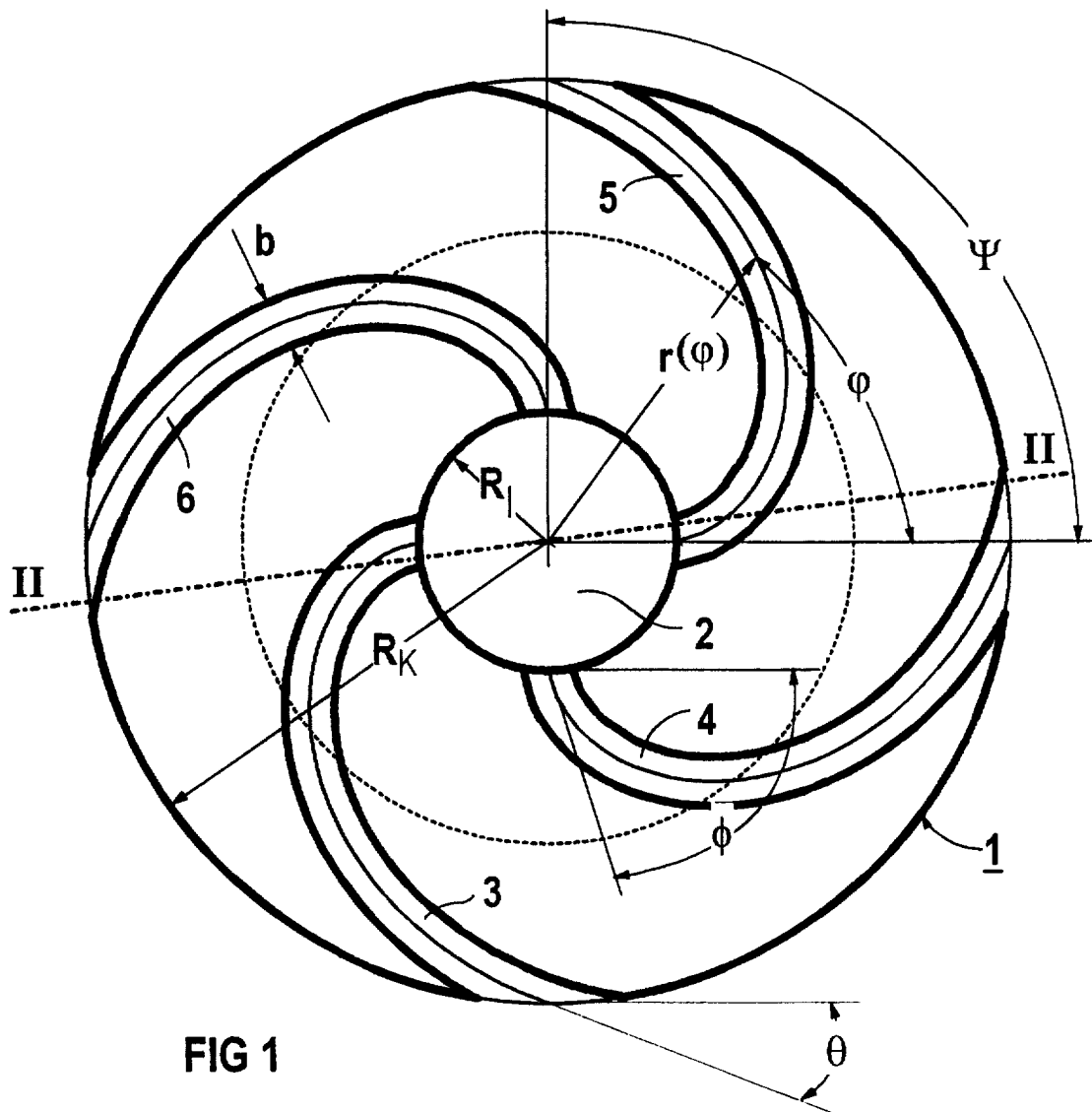
$$\sum_v \gamma_v = 1$$

et $0,01 < a_1 < 1$ ainsi que $0,2 < f < 0,75$.

17. Agencement de contact selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé** en ce que la largeur (b) des fentes (3-8) est inférieure à 1/10 du diamètre (D).

18. Agencement de contact selon la revendication 17, **caractérisé** en ce que la largeur (b) des fentes (3-8) satisfait à la relation suivante :

$$0,04 D \leq b \leq 0,1D.$$



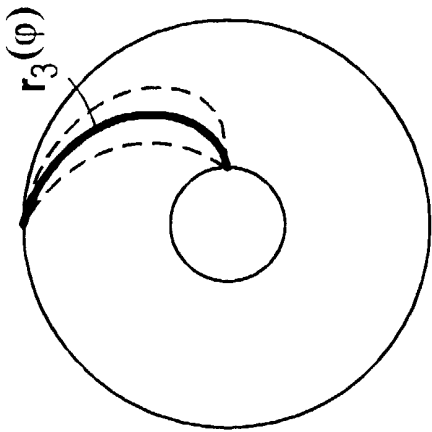


FIG 3c

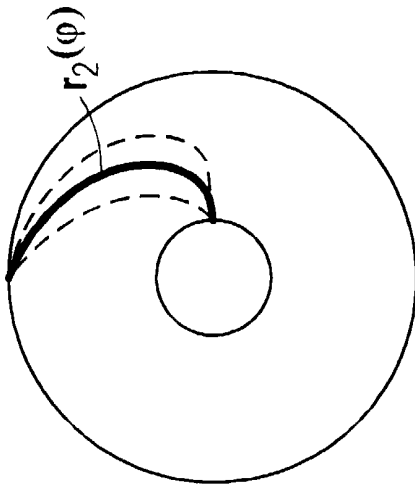


FIG 3b

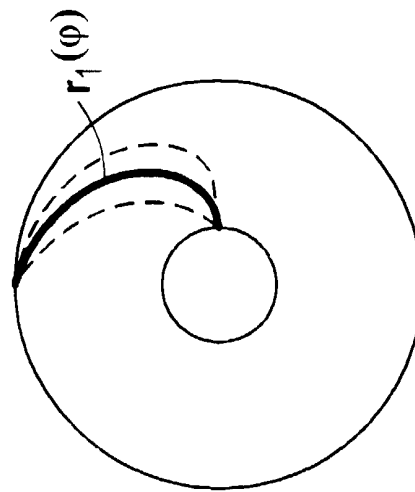


FIG 3a

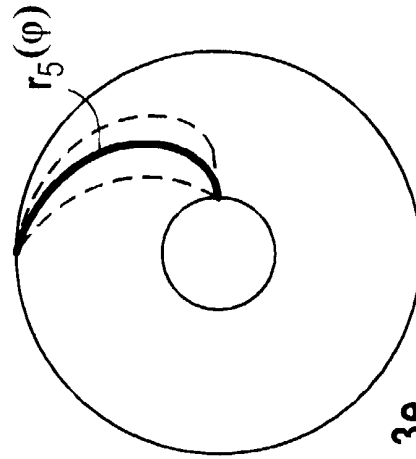


FIG 3

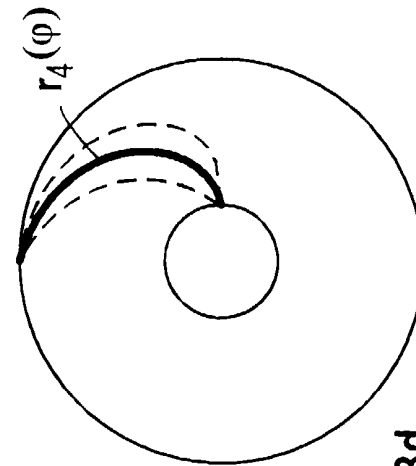


FIG 3d

FIG 3e

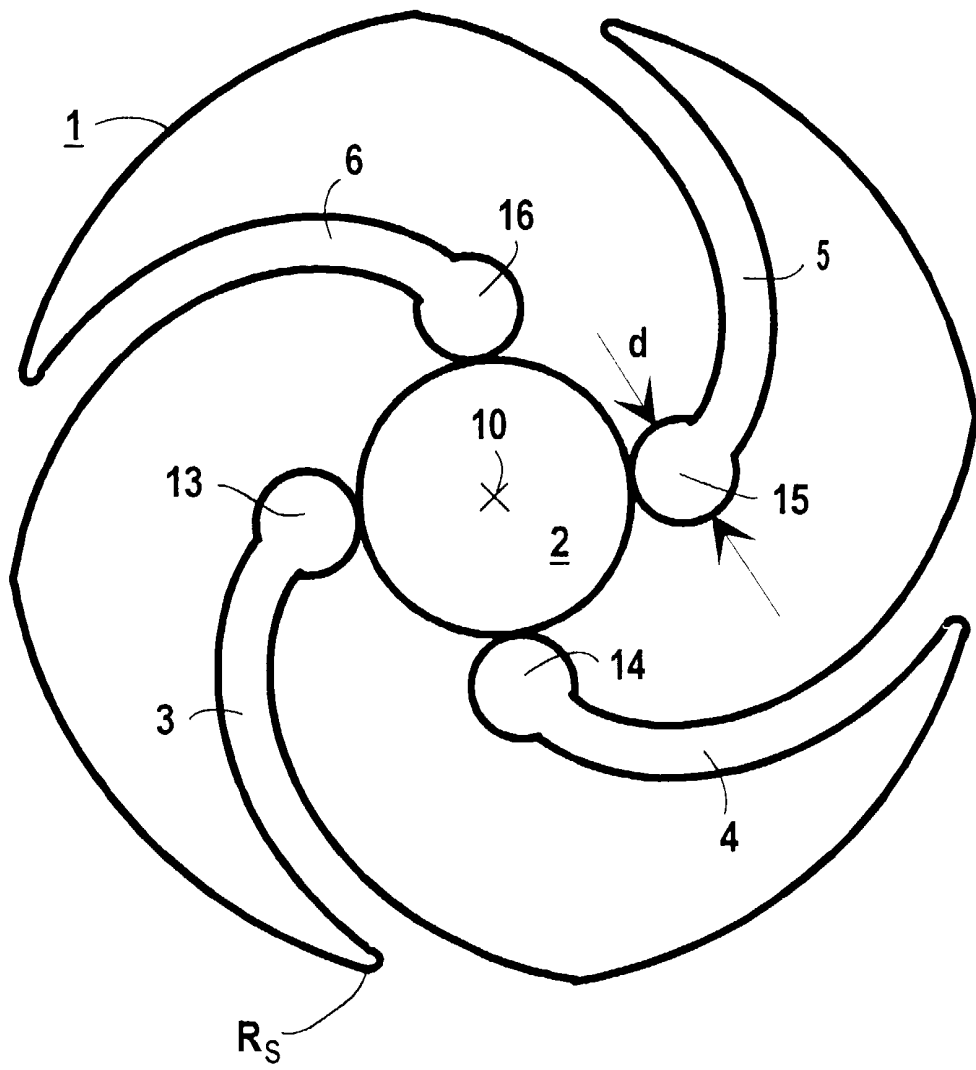


FIG 4

