

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 796 500 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

**12.09.2001 Patentblatt 2001/37**

(51) Int Cl.7: **H01H 1/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/EP96/04294**

(21) Anmeldenummer: **96933439.0**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 97/14163 (17.04.1997 Gazette 1997/17)**

(22) Anmeldetag: **02.10.1996**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES KONTAKTSTÜCKES**

PROCESS AND DEVICE FOR MAKING A CONTACT

PROCEDE ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'UNE PIECE DE CONTACT

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE FR GB**

• **Sawitzki, Georg**

**D-62553 Velbert (DE)**

(30) Priorität: **10.10.1995 DE 19537657**

(74) Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing.**

**c/o ABB Patent GmbH,**

**Postfach 10 03 51**

**68128 Mannheim (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**24.09.1997 Patentblatt 1997/39**

(73) Patentinhaber: **ABB PATENT GmbH**

**68309 Mannheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 099 066**

**WO-A-91/09409**

**DE-A- 2 536 153**

**DE-A- 3 107 688**

**DE-A- 3 541 584**

**DE-A- 3 842 919**

**GB-A- 2 105 910**

(72) Erfinder:

• **GENTSCH, Dietmar**

**D-40878 Ratingen (DE)**

**EP 0 796 500 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 betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kontaktstückes nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 (vgl. DE 25 36 153 A1, Figur 3).

**[0002]** Kontaktstücke, die bei einer Schalthandlung einen Lichtbogen führen müssen, müssen unterschiedlichen Bedingungen genügen. Zum einen muß bei geschlossenem Schalter das Kontaktstück eine ausreichend hohe elektrische Leitfähigkeit besitzen; zum anderen darf das Kontaktstück bei Auftreten eines Schaltlichtbogens nicht zu schnell erodieren, damit die Lebensdauer des Schaltgerätes ausreichend hoch bleibt. Während bei gasisolierten Hochspannungsleistungsschaltern die Kontaktanordnung aufgeteilt werden kann in Kontaktstücke, die den Nennstrom führen, und Kontaktstücke, die den Lichtbogen führen und demgemäß abbrandfest sein müssen, können bei einem Vakuumschalter keine den Nennstrom führenden Kontaktstücke vorgesehen werden, so daß die einzige Kontaktstückanordnung sowohl den Nennstrom als auch den Lichtbogen führen muß.

**[0003]** Bei einer Ausschalthandlung in einer Vakuumkammer bildet sich bei bestimmten Stromstärken ein sog. kontrahierter Lichtbogen, der durch geeignete Formgebung der Kontaktstücke in Rotation versetzt wird, so daß der Abbrand des Kontaktmaterials niedrig gehalten werden kann. Gleichwohl muß die Oberfläche der sich gegenüberliegenden Kontaktstücke mit abbrandfestem Material versehen sein, damit die Erosion der Kontaktstücke, wie eingangs erwähnt, gering bleibt.

**[0004]** In der Vergangenheit sind die Kontaktstücke für einen Vakuumschalter aus zwei oder mehr metallischen Komponenten hergestellt worden, in dem eine sintermetallische Struktur, die oft im wesentlichen aus Chrom besteht, mit Kupfer getränkt wird, so daß ein Kontaktkörper aus einer Chrom-Kupferlegierung entsteht. Großtechnisch können in der Regel solche Chrom-Kupferkontakte sintermetallurgisch auch aus einer Pulvermischung der entsprechenden Metalle hergestellt werden, wobei hier Kontaktstücke entstehen, die vollständig aus diesem Gemisch bestehen.

**[0005]** Da das abbrandfeste Material, beispielsweise Chrom, eine geringere elektrische Leitfähigkeit aufweist als Kupfer, ist man bestrebt, den Chromanteil in dem gesamten Kontaktstück möglichst gering zu halten, was auf die unterschiedlichsten Weisen gelingt. Beispielsweise kann auf einem Grundkörper eine Kontaktplatte aus dem Verbundmetall aufgebracht werden; aus der DE 31 07 688 beispielsweise ist bekannt, die Oberfläche durch ein Plasmaspritzverfahren zu beschichten.

**[0006]** Aus der DE 35 41 584 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Metall-Verbundwerkstoffen sowie damit hergestellte Kontaktstücke für elektrische Schaltgeräte bekannt geworden, bei denen mit einem geeigneten Energiestrahle die Oberfläche des Grundkörpers bereichsweise aufgeschmolzen und Pulververwirkkomponenten dem Schmelzvolumen zugeführt

und in den Grundwerkstoff eingebaut werden.

**[0007]** Bei dem Verfahren nach der EP 0 458 922 B1 wird die Substratoberfläche, d. h. die Oberfläche des Trägerkörpers lokal aufgeschmolzen und der Zusatzstoff in Form einer losen Pulverschicht auf die Substratoberfläche aufgebracht; dadurch wird das in der Pulverschicht befindliche Pulver benetzt bzw. die Pulverschicht wird mit dem flüssigen Material aus dem aufgeschmolzenen lokalen Bereich getränkt, wodurch das Pulver der Pulverschicht in die Oberfläche des Substrates eingebunden und die angestrebte Oberflächenschicht gebildet wird.

**[0008]** Aus der EP 0 099 066 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Verbundwerkstoffes aus Chrom und Kupfer bekannt geworden, bei dem in eine entgaste Arbeitsform Chrompulver geschüttet wird, auf welches Pulver ein Stück aus sauerstoffarmem Kupfer aufgelegt wird. Daraufhin wird die Arbeitsform mit einem porösen Deckel verschlossen, entgast, sodann die Ofentemperatur auf eine Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Kupfers erhöht, eine Zeitlang konstant gehalten und anschließend soweit weiter erwärmt, bis das Kupfer schmilzt und die Chrompulverschüttung vollständig vom flüssigen Kupfer ausgefüllt ist. Mit diesem Verfahrensablauf wird ein Chrom-Kupfer-Verbundblock hergestellt, der in Kontaktstücke der erforderlichen Geometrie zerlegt wird.

**[0009]** Aus der DE 25 36 153 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen mehrschichtiger Kontaktstücke für Vakuummittelspannungsleitungsschalter bekannt geworden, bei dem in einen Tiegel Chrom-Pulver oder eine Sinterscheibe aus Chrom eingelegt und darauf eine Kupferscheibe aufgelegt werden. Wenn die Temperatur über die Schmelztemperatur des Kupfers erhöht wird, dann dringt das Kupfer in die Sinterschicht ein, durchfließt sie und sammelt sich in einem freien Raum des Tiegels unterhalb der Sinterschicht. Bei einer anderen Ausgestaltung befindet sich unterhalb der Sinterschicht aus Chrom-Pulver eine Scheibe aus Chromnickelstahl oder ähnlichem Material; nach Erhöhen der Temperatur über die Schmelztemperatur des Kupfers dringt dieses in die Sinterstruktur ein und trinkt diese, so daß hierdurch ein Kontaktstück mit Chromnickelstahl und einer Kupfer-Chromschicht gebildet ist. Bei allen beiden Verfahren liegt die Kupferscheibe auf der Seite der Chrom-Sinter- oder Pulverstruktur, die der offenen Seite des Tiegels zugewandt ist.

**[0010]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung eines Kontaktstückes zu schaffen, das einfach in der Durchführung ist und bei dem ein Kontaktstück hergestellt wird, welches einerseits eine gute elektrische Leitfähigkeit mit hoher Lichtbogenabbrandfestigkeit so wie ausreichender mechanischer Festigkeit aufweist.

**[0011]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

**[0012]** Erfindungsgemäß soll das zweite Material zur

Bildung der Sinterstruktur in Pulverform oder in Form einer vorgesinterten Platte (Grünling) auf das erste Material aufgebracht werden. Danach werden die Materialien zunächst auf eine Sintertemperatur oder Entgasungstemperatur unterhalb der Schmelztemperatur des ersten Materials zur Erzeugung der Sinterstruktur und danach beide über die Schmelztemperatur des ersten Materials erhitzt.

**[0013]** Erfindungsgemäß werden die beiden Materialien so in die vorzugsweise napfartige Form eingebracht, daß das erste Material auf der Bodenseite und das zweite Material auf der offenen Seite der napfartigen Form angeordnet sind; damit bildet das erste Material den Grundkörper und das zweite Material die Sinterstruktur für die Kontaktfläche. Zur Bildung der Sinterstruktur wird das zweite Material in Pulverform auf das erste Material aufgebracht bzw. aufgestreut werden. Alternativ wird das zweite Material in Form einer vorgesinterten Platte, also eines Grünlings auf das erste Material aufgelegt. Danach werden beide Materialien zunächst auf eine Sintertemperatur unterhalb der Schmelztemperatur des ersten Materials zur Erzeugung der Sinterstruktur und danach über die Schmelztemperatur des ersten Materials erhitzt.

**[0014]** Bei Untersuchungen hat sich ergeben, daß insbesondere dann, wenn die Form aus Stahl besteht, das Kupfer die Innenwand der Stahlform benetzt, so daß dann, wenn die Pulvermenge in gleicher Höhe oder unterhalb des Randes der Form liegt, die aufgebrachte Chrom-Kupferschicht sich vom Rand her nach innen absenkt, so daß bei einer Nachbearbeitung im Randbereich die gesamte Kontaktkörperschicht abgedreht wird.

**[0015]** Aus diesem Grund wird die Form mit Pulver überfüllt, so daß das Pulver den Rand der Form überragt. Damit seitlich das Pulver nicht herabrieselt, wird ein Formring auf den Grundkörper aufgelegt, der dafür sorgt, daß das Pulver im Randbereich konisch abgeschrägt ist; der Konuswinkel ist ein Böschungswinkel, der abhängig ist von der Korngröße des Pulvers. Jedenfalls muß ein solcher Winkel gewählt werden, damit das Pulver in diesem Bereich nicht nach außen herabrieselt.

**[0016]** Der Grundkörper kann dabei an seiner Kontaktseite auch eine napfförmige Vertiefung aufweisen, in die das zweite Material eingebracht wird; der Rand der Vertiefung sollte dann den Rand der Form überragen.

**[0017]** Es besteht auch die Möglichkeit, zur Erzielung einer napfförmigen Vertiefung einen Ring aus dem ersten Material auf den Grundkörper aufzulegen, der die Innenwandung der Form berührt und in dessen Inneren sich das zweite Material in Pulverform z. B. befindet. Auch dieser Ring sollte den Rand der Form überragen.

**[0018]** Auch in dem Fall, daß das zweite Material schon vorgesintert in Form einer Platte, d. h. in Form eines Grünlings, auf das erste Material aufgelegt wird, soll diese vorgesinterte Platte den Rand der Form überragen.

**[0019]** Die napfartige Form kann aus Metall, vorzugs-

weise aus Stahl oder Edelstahl bestehen; am fertigen Kontaktstück verbleibt dann diese Form als sog. verlorene Form. Diese verlorene Form hat den Vorteil, daß sie auf der der Kontaktfläche entgegengesetzt liegenden Seite des Kontaktstück mechanisch verstärkt und versteift. Verwendet man ferritischen Stahl, dann wird man zweckmäßigerweise die Wandung der Napfform lediglich teilweise entfernen und zwar soweit, daß bei einer Ausschalthandlung der Lichtbogen nicht den Endrand der Form aus dem ferritischen Stahl erreicht. Hierdurch erhält man einen weiteren Vorteil: es gibt verschiedene Arten von Kontaktstücken, beispielsweise Spiralkontaktstücke, zwischen denen beim Ausschalten ein radiales Magnetfeld erzeugt wird. Dabei kontrahiert der Lichtbogen und wird von der Spiralforn in Drehung versetzt. Günstig ist es, ein axiales Magnetfeld zu erzeugen, weil das axiale Magnetfeld einen diffusen Lichtbogen erzeugt. Wenn die Wandung der Form nach dem Erkalten nur teilweise abgedreht ist, also am Außenrand des Kontaktstückes noch vorhanden ist, dann verstärkt diese Wandung zusammen mit der Wandung des gegenüberliegenden Kontaktstückes im Umfangsbereich das axiale Magnetfeld.

**[0020]** Es besteht auch die Möglichkeit, die Form aus Keramik herzustellen; anstatt die Form vollständig aus Keramik herzustellen, kann sie einen Boden aus Kohlenstoff (Graphit) und eine gegen den Boden gedrückte Wandung aus Keramik aufweisen. Die Innenfläche der Wandung aus Keramik wird von dem ersten Material nicht benetzt, so daß nach der Erstarrung die Oberfläche konvex gewölbt ist. Als Keramik kann vorteilhaft  $Al_2O_3$  verwendet werden.

**[0021]** Bei Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß beim Abkühlen ohne weitere Maßnahmen im mittleren Bereich Lunker entstehen können, so daß ein solches Kontaktstück nicht verwendbar ist. Daher muß der Abkühlvorgang so gesteuert werden, daß die Abkühlung im Bereich der Mittelachse des Kontaktstückes früher erfolgt als im Umfangsbereich, und zu diesem Zweck wird der Umfangsbereich des Kontaktstückes im Ofen von Abschirmblechen umgeben, die die vom Rand des Kontaktstückes nach außen abgestrahlte Wärme reflektieren, so daß die Abkühlung von innen, also von der Mittelachse des Kontaktstückes aus erfolgen kann. Dadurch werden im mittleren Bereich Lunker vermieden und evtl. Kleinklunker im Außenbereich können leicht abgedreht und entfernt werden.

**[0022]** Wenn ein Kontaktstück hergestellt werden soll, das in eine Vakuumschaltkammer eingebaut wird, dann wird als Kupfer oxygenfreies hochleitendes Kupfer verwendet und die Erhitzung in einem Hochvakuumofen durchgeführt. Dabei entgast das Chrompulver im Hochvakuumofen bei den Temperaturen unterhalb des Kupferschmelzpunktes. Im Zuge dieser Extremtemperatursinterung sintert das Pulver zu einem steifen porösen Gerüst zusammen, wobei sich die Dicke der Schicht unwesentlich ändert. Es besteht natürlich auch die Möglichkeit, während dieses Entgasungsvorganges das Chrompulver ei-

ner Druckkraft zu unterwerfen, was mit einem entsprechenden Druckstempel erfolgen kann. Nach Abschluß dieses Prozesses wird dann das System kurzzeitig über den Kupferschmelzpunkt erhitzt, so daß die poröse Chromschicht porenfrei mit hochreinem Kupfer getränkt wird.

**[0023]** Es besteht auch die Möglichkeit, das Verfahren anstatt in Vakuum in einer Schutzgasatmosphäre durchzuführen, die aus Argon oder Helium bestehen kann.

**[0024]** Anstatt Chrompulver allein kann natürlich jede Art von Metall verwendet werden, vorausgesetzt, daß seine Schmelztemperatur oberhalb der von der Schmelztemperatur des Trägerkörpers liegt. Anstatt Chrom allein kann demgemäß auch jedes andere Metall sowie Mischungen aus diesen Metallen verwendet werden.

**[0025]** Darüberhinaus kann die Erfindung auch zur Herstellung von Kontaktstücken für Schaltgeräte verwendet werden, die nicht Vakuumschaltkammern sind. Wenn anstatt einer plattenförmigen Grundkörperform der Grundkörper eine abgerundete Kuppelform aufweist, dann kann diese auch in einer Form aus Stahl beispielsweise eingesetzt werden: sie wird dann vollständig mit dem zweiten Material angefüllt, so daß der kuppelförmige Grundkörper vollständig bedeckt ist; auch hier ist eine Überfüllung der Form mit dem zweiten Material in gleicher Weise sinnvoll wie bei den scheibenförmigen Kontaktstücken.

**[0026]** Mit der Dicke der Pulverschicht wird auch die Dicke der Kontaktschicht bestimmt; je nach Korngröße des Pulvers und Sinterverfahren kann der Anteil des Chroms in der Kontaktschicht variiert werden.

**[0027]** Anhand der Zeichnung, in der einige Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind, sollen die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung und weitere Vorteile näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

**[0028]**

- |                |   |
|----------------|---|
| Fig. 1 bis 5   | unterschiedliche Ausgestaltungen der Form mit eingesetzten Komponenten, |
| Fig. 6         | eine Schnittansicht durch eine Form mit Abschirmblechen,                |
| Fig. 7 und 8   | zwei weitere Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Form,            |
| Fig. 9 und 10  | zwei fertige Kontaktstücke,   |
| Fig. 11 und 12 | zwei weitere Ausführungsformen der Erfindung,                           |

Fig. 13

die Anordnung gemäß Fig. 12 nach der Wärmebehandlung, und

Fig. 14

ein Temperatur-Zeit-Diagramm zur Wärmebehandlung der Kontaktstücke.

**[0029]** Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und zur Herstellung eines Kontaktstückes mit einem Grundkörper aus elektrisch gut leitendem Material, vorzugsweise aus Kupfer, und einer Kontaktschicht, vorzugsweise aus Chrom-Kupfer wird wie folgt hergestellt:

**[0030]** In eine napfförmige Form 10 mit einem Boden 11 und einer Seitenwandung 12 wird ein Grundkörper 13 aus Kupfer eingelegt, der an seiner kontaktseitigen Fläche eine napfförmige Vertiefung 14 mit einem axial vorspringenden Rand 15 aufweist; in die Napfform 14, 15 wird Chrompulver 16 eingefüllt. Der Ringspalt 17 zwischen der Innenfläche der Form 10 und der Außenfläche des Grundkörpers 13 sollte möglichst eng ausgebildet sein. Sodann wird die Form 10 mit dem Grundkörper 13 und dem Chrompulver 16 (im folgenden auch Kontaktschicht 16 genannt) in einen Hochvakuumofen eingebracht und gemäß Fig. 14 einer Wärmebehandlung unterzogen. Zunächst wird die Anordnung auf eine Temperatur  $T_1$  erwärmt, die unterhalb des Schmelzpunktes des Materials liegt, aus dem der Grundkörper 13 besteht. Bei Kupfer ist dies eine Temperatur von  $1.083^\circ \text{C}$ ; die Temperatur  $T_1$  muß kleiner sein als  $1.083^\circ \text{C}$ . Während des Zeitraumes  $\Delta t_E$  wird die Anordnung entgast und durch die Fusion sintert das Pulver 16 zusammen und bildet ein poriges Gerüst, eine Sinterstruktur. Durch Erhöhung der Temperatur innerhalb des Ofens auf den Wert  $T_2$ , der oberhalb des Schmelzpunktes von Kupfer aber unterhalb des Schmelzpunktes des Chrompulvers liegt, wird die Sinterstruktur mit Kupfer getränkt, so daß die Kontaktschicht gebildet wird. Die Abkühlung erfolgt dann innerhalb des Ofens, wobei um die Anordnung gemäß Fig. 6 eine Abschirmung 18 angeordnet ist, die im Bereich der Mittelachse M-M der Anordnung je eine Öffnung 19 und 20 in der parallel zum Boden 11 der Form 10 verlaufenden Wandung 21 und 22 der Abschirmung 18 besitzt. Dadurch kann Wärmeenergie E durch die Öffnungen 19 und 20 abstrahlen, wogegen die Wärmeenergie W, die vom Rand der Anordnung abgestrahlt wird, durch die Abschirmung 18 wieder zum Rand hin reflektiert wird. Dadurch ist die Abkühlung gesteuert von innen, also vom Zentrum M-M her nach außen, wodurch Lunker im Bereich des Zentrums M-M verhindert werden: sollten evtl. im Bereich des Randes kleine Lunker auftreten, so können diese ohne weiteres durch Zerspanung entfernt werden. Die Fig. 6 zeigt dabei das fertige Kontaktstück 23 und man erkennt, daß der Kragen 15 in der Kontaktschicht 16a der Fig. 6 verschwunden ist; das Material dieses Kragens ist in die Sinterstruktur eingeflossen. Die Dicke der Kontaktschicht 16a ist abhängig von der Tiefe oder Hö-

he der Pulverschicht 16 der Fig. 1.

**[0031]** Bei der Ausführung gemäß Fig. 1 ist die Form aus einem Material hergestellt, das von dem Kupfer des Grundkörpers 13 nicht benetzt wird.

**[0032]** Bei der Ausführung gemäß Fig. 2 ist die Form 24 aus Metall, aus Edelstahl oder Stahl hergestellt; diese Form wird von Kupfer benetzt und ist dann eine sog. verlorene Form; sie ist Teil des Kontaktstückes.

**[0033]** Bei der Ausführung nach Fig. 3 ist auf den Kragen 15 ein Deckel oder eine Platte 25 aufgebracht, der Löcher 26 aufweist, durch den aus dem Pulver beim Sinter- und Entgasungsvorgang das Gas austreten kann. Ggf. kann der Außendurchmesser der Platte 25 kleiner sein als der Innendurchmesser des Kragens 15; dann kann die Platte 25 mit einer bestimmten Druckkraft gegen das Pulver gedrückt werden, wodurch die Größe der beim Sinter- und Entgasungsvorgang entstehenden Hohlräume beeinflusst werden kann.

**[0034]** Bei der Ausführung gemäß Fig. 4 wird der Boden 27 der Form 24 und die Seitenwand 28 mit Keramik 29 und 30 beschichtet, so daß das gesinterte Kontaktstück aus der Form 24 herausgenommen werden kann. Es besteht dabei auch die Möglichkeit, die Beschichtung 29 wegzulassen, so daß das Kupfer des Grundkörpers 13 den Boden 27 benetzt.

**[0035]** Bei der Ausführung gemäß Fig. 5 ist in die Form 24 eine Platte 31 aus Kupfer eingelegt. Auf die Platte 31 aus Kupfer ist ein Ring 32 aufgelegt, der einen radialen Kragen 33 und einen zylindrischen Vorsprung 34 aufweist. Der zylindrische Vorsprung 34 besitzt einen Außendurchmesser, der genau in die Wandung 28 der Form 24 hineinpaßt. Die Innenfläche 35 des zylindrischen Vorsprungs 32 ist konisch und zwar sich zum Boden 24 hin erweiternd ausgebildet. Der Winkel  $\alpha$ , den eine Mantellinie mit der benachbarten Oberfläche der Kupferplatte 31 bildet, ist so zu bemessen, daß das auf die Platte 31 aufgelegte Pulver 36 nicht herunterrieselt, wenn der Ring 32 entfernt wird. Der Winkel  $\alpha$  ist praktisch ein Böschungswinkel; er ist abhängig von der Körnung des Pulvers 36.

**[0036]** Aus der Fig. 5 ist ersichtlich, daß die freie Fläche des Pulvers 36 die Randkante der Seitentwand 24 überragt. Dies ist auf folgendes zurückzuführen:

**[0037]** Bei der Ausführung nach den Fig. 2, 3 besteht das Problem, daß das Kupfer des Grundkörpers 13 die Seitenwandung 28 der Form 24 benetzt. Dadurch zieht sich das Kupfer des Grundkörpers 13 an der Innenwandung zum Rand der Seitenwandung 28 hoch, so daß die Dicke des fertigen Kontaktstückes in der Mitte, also im Zentrum M-M niedriger ist als am Außenumfangsrand; die Kontaktschicht 16a ist konkav ausgebildet, so daß bei der Herstellung des eigentlichen Kontaktstückes am Umfangsrand die Gefahr besteht, daß die gesamte Kontaktschicht abgedreht wird. Eine solche Struktur ist nicht zu verwenden. Aus diesem Grund ist die Höhe der Pulverschicht 36 so gewählt, daß sie den Rand der Seitenwandung 28 überragt. Die Form 24 ist damit überfüllt und es bildet sich eine Kontaktstückform

aus, bei der die Trennebene 16b der Kontaktschicht 16 und des Grundkörpers 13a sehr eben ist, vorausgesetzt, die benachbarte Oberfläche des Grundkörpers 13a war eben. Wenn die benachbarte Fläche des Grundkörpers 13a eine andere Form besitzt, dann wird diese Trennebene dieser anderen Form entsprechen, da die Sinterstruktur durch diese Oberfläche des Kontaktkörpers oder Grundkörpers 13 beeinflusst ist.

**[0038]** Wenn die Form aus einem nicht benetzenden Material hergestellt ist, dann wird sich eine konvex gewölbte Oberfläche der Kontaktschicht 16a bilden, siehe auch Fig. 13.

**[0039]** Um eine konkave Ausgestaltung der Kontaktschicht 16a zu vermeiden, wird gemäß Fig. 7 der Grundkörper 70 mit einem vorspringenden Kragen 71 zur Bildung einer Vertiefung 72 so bemessen, daß er den freien Rand 73 der Seitenwandung 74 der Form 75, die der Form 24 entspricht, überragt.

**[0040]** Anstatt eines einstückig angeformten Randes oder Kragens 71 kann auf den Grundkörper 80 ein Ring 81 aufgelegt werden, dessen Außendurchmesser dem Innendurchmesser der Seitenwandung 74 der Form 75 entspricht. Der Ring 81 überragt den Rand 73.

**[0041]** Bei der Ausführung nach Fig. 9 ist die Seitenwandung 74 der verlorenen Form 75 abgedreht, wobei der freie Rand 76 abgeschrägt ist und unterhalb der Trennebene 77 zwischen dem Grundkörper 78 und der Kontaktschicht 79 liegt, so daß ein Lichtbogen nicht mit der Seitenwandung 74 der Form in Kontakt gerät.

**[0042]** Bei der Ausführung gemäß Fig. 10 kann die abgeschrägte Randfläche oder Stirnfläche durch eine konkave Bogenform 82 ersetzt werden.

**[0043]** Bei der Ausführung nach den Fig. 9 bzw. 10 wird die Form 75 aus ferritischem Material hergestellt. Dadurch entsteht im Bereich der Seitenwandungen 74 zwischen dem in Fig. 9 bzw. Fig. 10 gezeigten Kontaktstück und einem gleichartig ausgebildeten, gegenüberliegenden Kontaktstück ein axiales Magnetfeld 83, welches weitere Vorteile hat, insbesondere dann, wenn durch geeignete Maßnahmen zwischen den sich öffnenden Kontaktstücken ein Axialmagnetfeld erzeugt wird.

**[0044]** Bei den Ausführungen nach den Fig. 1 bis 10 ist der Grundkörper als Scheibe, ggf. mit vorspringendem Rand gezeichnet. Es besteht auch die Möglichkeit, siehe Fig. 11, in eine Form 84, die den Formen 24, 75 entspricht, einen kuppelförmigen Grundkörper 85 einzulegen und den Raum 86 zwischen der Form 84 und dem Grundkörper 85 mit Pulver 87 auszufüllen, wobei die freie Fläche 88 des Pulvers den Rand 89 der Form 84 überragt und dort wieder eine Böschung ähnlich der Böschung 35 der Fig. 5 gebildet wird. Man kann nun die Anordnung gemäß Fig. 11 in der gleichen Weise einem Wärmebehandlungsverfahren unterwerfen wie z. B. die Anordnungen gemäß den Fig. 1 bis 6. Dann wird der kuppelförmige Grundkörper 85 in die Sinterstruktur, die durch das Pulver 87 gebildet ist, eindringen und durch eine geeignete spanende Nachbearbeitung kann dadurch ein kuppelförmiges Kontaktstück gebildet wer-

den, welches als Lichtbogenabreißkontaktstück bei einem Hochspannungsleistungsschalter verwendet werden kann, bei dem ein Isoliergas als Löschmedium verwendet wird.

**[0045]** Die Form gemäß Fig. 1 ist eine Keramikform, die beispielsweise aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hergestellt sein kann.

**[0046]** Bei der Ausführung gemäß den Fig. 12 und 13 wird eine Form benutzt, die eine Kohlenstoffplatte (Graphit-Platte) 90 aufweist, auf der ein zylindrischer Ring 91 aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  aufgesetzt wird. In den Ring 91 wird auf die Platte ein Grundkörper eingesetzt, der, da er den Grundkörpern gemäß den Fig. 1 bis 4 gleicht, die Bezugsziffer 13 erhält. Der Ring 91 muß mit mechanischer Kraft F gegen die Platte 90 gedrückt werden, damit vermieden wird, daß durch den Spalt zwischen dem Ring 91 und der Platte 90 flüssiges Kupfer austreten kann. Nach der Wärmebehandlung, die in gleicher Weise abläuft wie die oben beschriebenen Verfahrensabläufe, ist die Kontaktschicht 92 konvex gewölbt, insbesondere im Umfangsrand, da das Kupfer des Grundkörpers 13 den Keramikring nicht benetzt. Bei allen Anordnungen wird für den Grundkörper vorzugsweise sauerstofffreies hochleitendes Kupfer verwendet; zur Bildung der Kontaktschicht wird Chrompulver verwendet. Es ist selbstverständlich, daß jede Art von Materialien sowohl für den Grundkörper als auch die Kontaktschicht verwendet werden kann, sofern das Material des Grundkörpers elektrisch gut leitend und das Material für die Kontaktschicht abbrandfest ist und geringe Verschweißneigung aufweist. Kupfer und Chrom sind dabei lediglich übliche Materialien, die üblicherweise bei Vakuumschaltkammern verwendet werden. Das Kupfer-Chrom-Mischungsverhältnis kann, wie bekannt auf sintermetallurgischem Wege in einem weiten Bereich eingestellt werden, so daß der elektrische Widerstandswert, die Lichtbogenfestigkeit und die Verschweißneigung optimiert werden können. Das Chrompulver kann unterschiedliche Korngrößen oder lediglich eine Korngröße in engem Größenbereich aufweisen. Es können auch Körner unterschiedlicher Gestalt benutzt werden, wobei zusätzlich noch möglich ist, zur Bildung der Sinterstruktur für die Kontaktschicht eine Mischung aus Chrom-Kupferpulver zu verwenden.

**[0047]** Es ist oben dargestellt, daß alle Sinterstrukturen dadurch hergestellt werden, daß Pulver in rieselfähiger Form auf den Grundkörper aufgebracht und danach das rieselfähige Pulver gesintert wird. Es besteht auch die Möglichkeit, eine vorher gesinterte Platte auf den Grundkörper aufzulegen; die bei den Ausführungen nach den Fig. 1 bis 13 geltenden Überlegungen betreffend konvexer oder konkaver Oberflächengestalt sind auch dann zu beachten, wenn eine Sinterplatte (Grünling) aufgelegt wird.

**[0048]** Bei der Verwendung einer Form aus Stahl oder Edelstahl besteht das Problem, daß eine gewisse Menge an Stahl in die Kupferschmelze einlegiert. Wenn erforderlich, könnte die Innenfläche der Form 24 mit einer Folie aus einem Material, das in der Kupferschmelze un-

löslich ist, z. B. Wolfram oder Molybdän belegt werden, so daß die Form von der Kupferschmelze, ähnlich wie bei der Ausführung mit der Beschichtung 29, 30 mit Keramik, getrennt ist.

**[0049]** Für die Herstellung von Kontaktstücken für einen Vakuumschalter wird ein Hochvakuumofen zu verwenden sein, damit das Chrompulver ausreichend entgast werden kann. Wenigstens bei der Ausführung nach Fig. 11 könnte auch eine Schutzgasatmosphäre im Ofen herrschen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kontaktstückes mit einem Grundkörper aus einem ersten elektrisch gut leitendem Material und einer Kontaktschicht aus einem zweiten elektrisch weniger gut leitendem, lichtbogenabbrandfestem Material wobei die Kontaktschicht eine mit dem Material des Grundkörpers getränkte Sinterstruktur aufweist, wobei der Grundkörper und die Sinterstruktur übereinander in eine napfförmige Form eingebracht und darin bis über die Schmelztemperatur des ersten Materials, aber noch unter der Schmelztemperatur des zweiten Materials erwärmt werden, so daß das erste Material aufschmilzt und in die Sinterstruktur eindringt, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite Material zur Bildung der Sinterstruktur in Pulverform oder in Form einer vorgesinterten Platte auf das erste Material aufgebracht wird, daß die Materialien zunächst auf eine Sintertemperatur oder Entgasungstemperatur unterhalb der Schmelztemperatur des ersten Materials zur Erzeugung der Sinterstruktur und danach beide über die Schmelztemperatur des ersten Materials erhitzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine solche Menge an Pulver auf den Kontaktkörper aufgestreut wird, daß das Pulver den Rand der Form überragt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Pulver im Umfangsbereich konisch abgeschrägt auf den Grundkörper aufgestreut wird, wobei der Konus- oder Böschungswinkel so gewählt ist, daß ein Abrieseln des Pulvers verhindert ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Böschungswinkel mittels eines Formringes, der auf den Grundkörper aufgelegt wird, erzeugt wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Grundkörper an seiner Kontaktseite eine napfförmige Vertiefung aufweist, in die das zweite Material eingebracht

wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Ring aus erstem Material auf den Grundkörper aufgelegt wird, der die Innenwandung der Form berührt und in dessen Innenraum das zweite Material eingebracht wird. 5
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ring den Rand der Form überragt. 10
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Platte so gesintert wird, daß sie eine Dicke erhält, so daß sie nach Auflegen auf den Grundkörper den freien Rand der Form überragt. 15
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Sinterstruktur vorzugsweise aus Chrom, Molybdän, Wolfram, Hafnium, Niob und Tantal sowie Mischungen daraus hergestellt wird. 20
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Metallpulver ein Sinterhilfsstoff beigemischt ist, der entweder ein Metallpulver oder ein leicht zersetzbares Metallsalz ist. 25
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** als napfartige Form eine solche aus Metall, vorzugsweise aus Stahl oder Edelstahl, verwendet wird. 30
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach Erkalten die Wandung der Form wenigstens teilweise abgedreht wird. 35
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor Einlegen der Cu-Platte und der Sinterstruktur wenigstens die Innenfläche der Wandung der Form mit einer Keramikschicht abgedeckt wird. 40
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 und 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor Einlegen der Cu-Platte und der Sinterstruktur die Innenfläche der Form aus Metall mit einer Folie aus einem mit dem ersten Material nicht löslichen Metall ausgekleidet wird, so daß beim Aufschmelzen des ersten Materials ein Lösen des Metalls der Form vermieden wird. 45 50
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Form wenigstens teilweise aus Keramik hergestellt wird. 55
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet,**

**zeichnet, daß** die Form so hergestellt wird, daß sie einen Boden aus Kohlenstoff und eine gegen den Boden gedrückte Wandung aus Keramik, vorzugsweise  $\text{Al}_2\text{O}_3$  aufweist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Pulverschicht mit einer Metallplatte abgedeckt wird, die beim Tränkvorgang fest und porenfrei mit der Kontaktschicht verbunden ist und die Bohrungen oder Nuten zur Entgasung aufweist.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abkühlvorgang in einem Ofen so gesteuert wird, daß das Kontaktstück im Bereich der Mittelachse stärker abkühlt als im Bereich des Umfangs.
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Umfangsbereich des Kontaktstückes im Ofen von Abschirmblechen umgeben wird, die die vom Rand des Kontaktstückes beim Abkühlen abgestrahlte Wärme reflektieren, so daß die Abkühlung von innen, also von der Mittelachse des Kontaktstückes aus erfolgt.

#### Claims

1. Method of producing a contact element having a base body made of a first material having good electrical conductivity and a contact layer made of a second material which has a less good electrical conductivity and is resistant to arc erosion, the contact layer having a sinter structure which is impregnated with the material of the base body, the base body and the sinter structure being placed one above the other in a cup-like mould and being heated therein to above the melting temperature of the first material but still below the melting temperature of the second material, so that the first material fuses and penetrates into the sinter structure, **characterized in that**, in order to form the sinter structure, the second material is applied in powder form or in the form of a presintered plate onto the first material, in that the materials are firstly heated to a sintering temperature or degassing temperature which is below the melting temperature of the first material, in order to produce the sinter structure, and then both materials are heated to above the melting temperature of the first material.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the amount of powder scattered onto the contact body is such that the powder protrudes above the rim of the mould.
3. Method according to Claim 2, **characterized in that**

the powder in the peripheral region is scattered onto the base body in a conically bevelled manner, the cone or slope angle being selected such that the powder is prevented from trickling downwards.

4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the slope angle is produced by means of a moulding ring which is placed onto the base body.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the base body has a cup-like depression, into which the second material is introduced, on its contact side.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a ring made of the first material is placed onto the base body, which ring touches the inner wall of the mould and into the interior of which ring the second material is introduced.
7. Method according to Claim 6, **characterized in that** the ring protrudes above the rim of the mould.
8. Method according to Claim 1, **characterized in that** the plate is sintered such that it has a thickness which is such that it protrudes above the free rim of the mould after being placed onto the base body.
9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sinter structure is preferably produced from chromium, molybdenum, tungsten, hafnium, niobium and tantalum and mixtures thereof.
10. Method according to Claim 9, **characterized in that** a sintering aid is admixed to the metal powder, which sintering aid is either a metal powder or a readily decomposable metal salt.
11. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cup-like mould used is one which consists of metal, preferably of steel or stainless steel.
12. Method according to Claim 11, **characterized in that** after cooling the wall of the mould is at least partially removed by turning.
13. Method according to one of Claims 11 to 13, **characterized in that** at least the inner surface of the wall of the mould is covered with a ceramic layer before the Cu plate and sinter structure are inserted.
14. Method according to one of Claims 11 and 12, **characterized in that** before the Cu plate and sinter structure are inserted the inner surface of the mould made of metal is lined with a foil made of a metal

which is not soluble with the first material, so that during fusion of the first material the metal of the mould is prevented from dissolving.

- 5 15. Method according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the mould is formed at least partially from ceramic.
- 10 16. Method according to Claim 15, **characterized in that** the mould is produced in such a manner that it has a bottom made of carbon and a wall made of ceramic, preferably  $Al_2O_3$ , which is pressed against the bottom.
- 15 17. Method according to one of Claims 11 to 16, **characterized in that** the powder layer is covered with a metal plate which is joined to the contact layer in a fixed and pore-free manner during the impregnation operation and which has bores or grooves for degassing.
- 20 18. Method according to one of Claims 11 to 17, **characterized in that** the cooling operation is controlled in a furnace such that the contact element cools down more rapidly in the region of the centre axis than in the region of the periphery.
- 25 19. Method according to Claim 18, **characterized in that** the peripheral region of the contact element is surrounded in the furnace by screening plates which reflect the heat radiated from the edge of the contact element during cooling, so that the cooling takes place from the inside, that is to say from the centre axis of the contact element.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'une pièce de contact comprenant un corps de base en un premier matériau électriquement bon conducteur et une couche de contact en un second matériau électriquement moins bon conducteur, résistant aux brûlures d'arc, la couche de contact présentant une structure frittée imprégnée avec le matériau du corps de base, le corps de base et la structure frittée étant disposés l'un au-dessus de l'autre dans un moule en forme de godet et étant chauffés dans celui-ci, jusqu'à une température qui est supérieure à la température de fusion du premier matériau mais inférieure à la température de fusion du second matériau, de telle sorte le premier matériau fonde et pénètre dans la structure frittée, **caractérisé en ce que**, pour former la structure frittée, on applique le second matériau sur le premier matériau sous la forme de poudre ou sous la forme d'une plaque préfrittée, en ce qu'on chauffe d'abord les matériaux à une température de frittage ou une température d'élimination

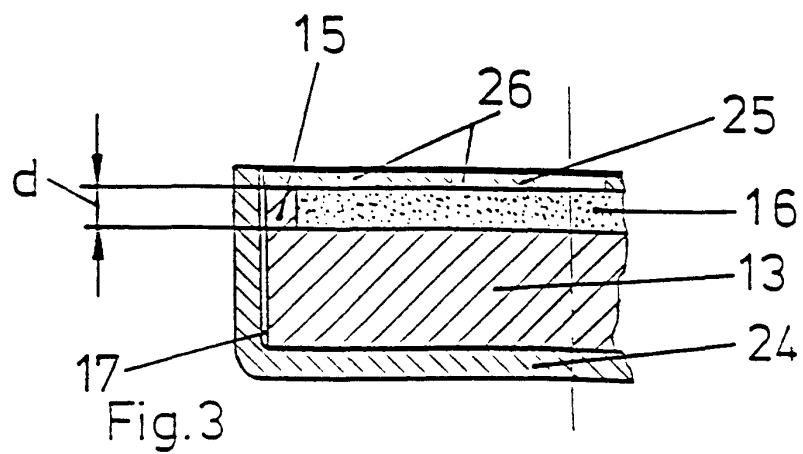
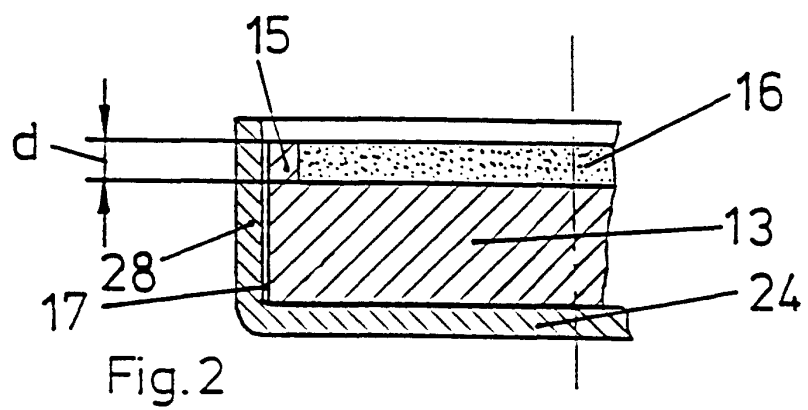
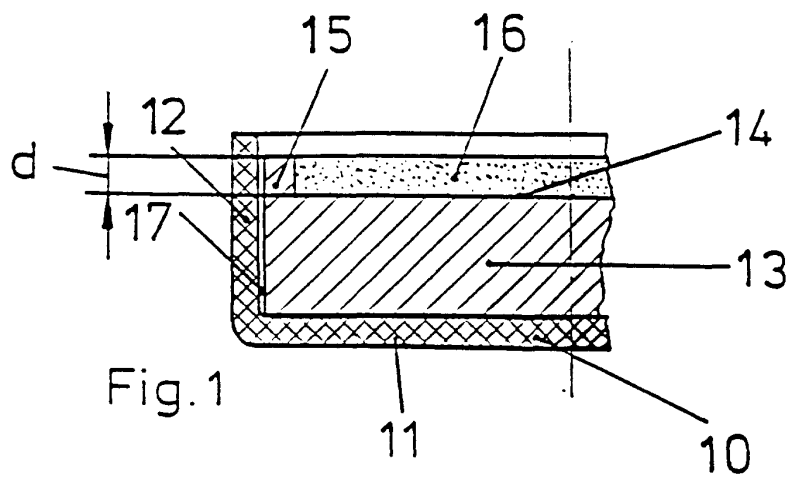


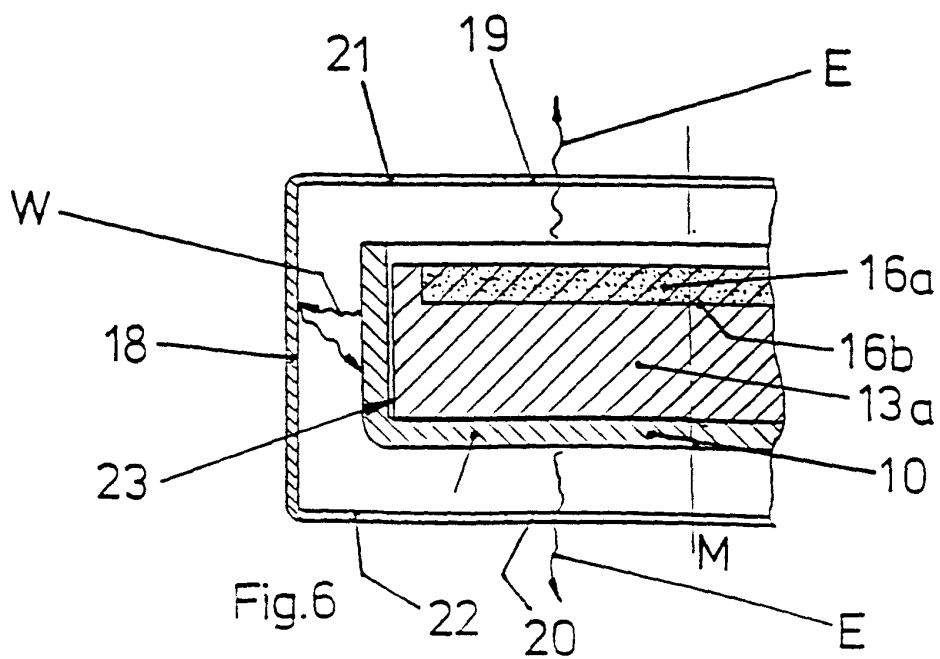
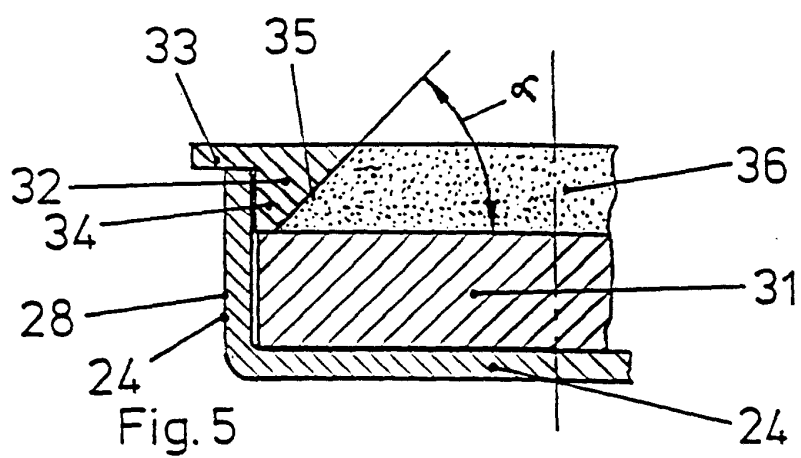
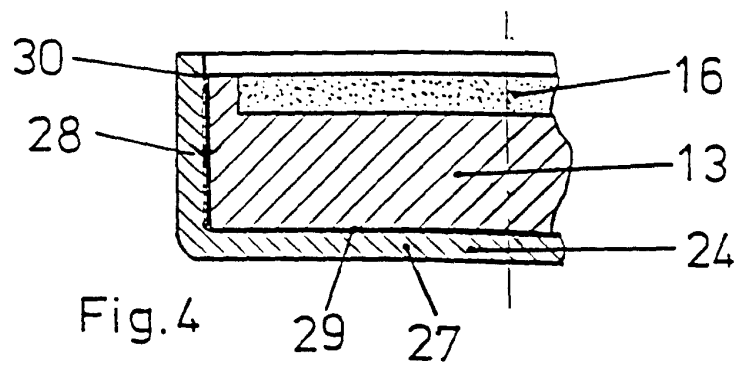
du gaz qui est inférieure à la température de fusion du premier matériau, aux fins de produire la structure frittée, puis on chauffe les deux matériaux à une température supérieure à la température de fusion du premier matériau.

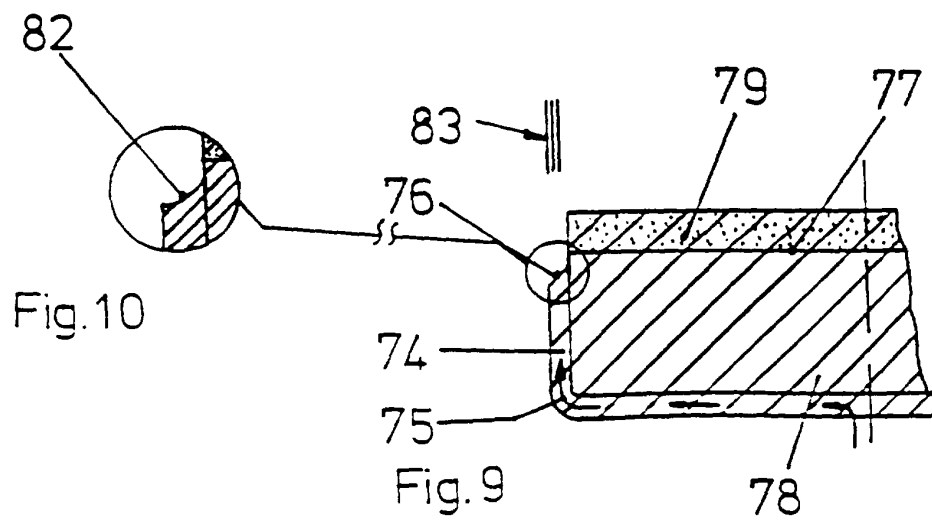
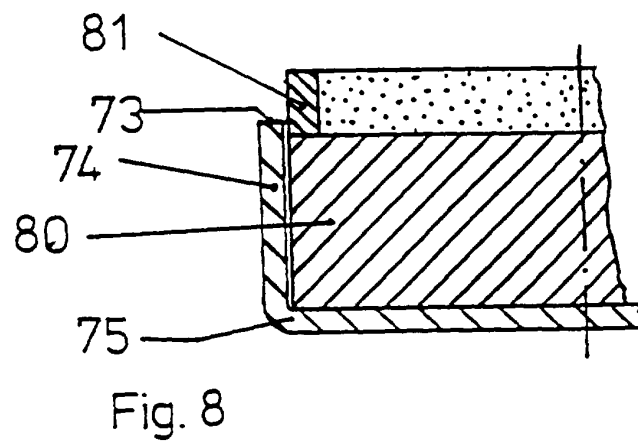
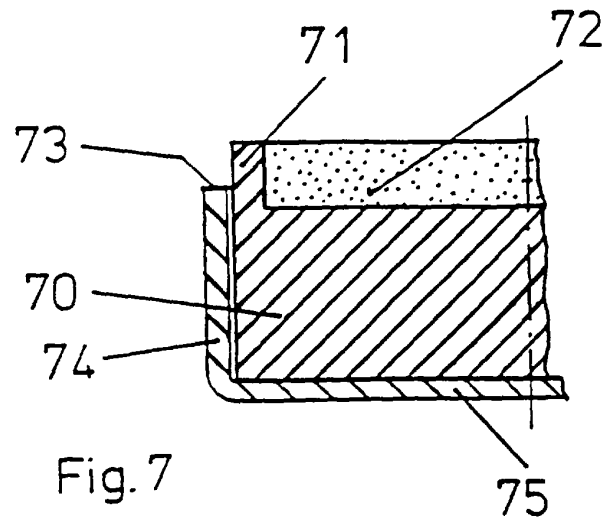
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** applique sur le corps de contact une quantité de poudre telle, que la poudre dépasse au-delà du bord du moule. 10
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la poudre, dans la région de la périphérie, est appliquée sur le corps de contact en formant une surface inclinée conique, l'angle de cône ou de flanc étant choisi de manière à éviter un écoulement de la poudre. 15
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'angle de flanc est obtenu à l'aide d'une bague formant moule que l'on applique sur le corps de base. 20
5. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le corps de base comporte dans sa face de contact, une dépression en forme de godet dans laquelle le second matériau est appliqué. 25
6. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** bague en premier matériau et appliquée sur le corps de base, bague qui est en contact avec la paroi intérieure du moule et dans l'espace intérieur de laquelle est appliqué le second matériau. 30
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la bague s'étend au-delà du bord du moule. 35
8. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque est frittée de manière à obtenir une épaisseur telle, qu'après application de la plaque sur le corps de base, ladite plaque dépasse par rapport au bord libre du moule. 40
9. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la structure frittée est réalisée en chrome, molybdène, tungstène, hafnium, niobium et tantale, ainsi qu'en des mélanges de ces matériaux. 45
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'on** ajoute à la poudre de métaux un adjuvant de frittage, qui est soit une poudre métallique, soit un sel métallique facilement dégradable. 50
11. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'on** utilise comme moule 55

en forme de godet, un moule en métal, de préférence en acier ou en acier spécial.

12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'après** refroidissement on élimine le moule, au moins partiellement par tournage. 5
13. Procédé selon une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce qu'avant** de mettre en place la plaque de Cu et la structure frittée, on recouvre au moins la surface intérieure de la paroi du moule d'une couche de céramique. 10
14. Procédé selon une des revendications 11 et 12, **caractérisé en ce qu'avant** de mettre en place la plaque de Cu et la structure frittée, on habille la surface intérieure du moule en métal d'une feuille de métal non soluble dans le premier matériau, afin d'éviter une dissolution du métal du moule lors de la fusion du premier matériau. 15
15. Procédé selon une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le moule est réalisé au moins partiellement en céramique. 20
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le moule est réalisé de manière telle, qu'il comporte un fond en carbone et une paroi en céramique, de préférence en  $Al_2O_3$ , qui est pressée contre le fond. 25
17. Procédé selon une des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce que** la couche de poudre est recouverte d'une plaque de métal qui, lors du processus d'imprégnation, est liée de manière solidaire et sans pores à la couche de contact et comporte des trous ou des rainures pour l'élimination du gaz. 30
18. Procédé selon une des revendications 11 à 17, **caractérisé en ce qu'on** contrôle le processus de refroidissement dans un four de telle sorte que la pièce de contact soit plus fortement refroidie dans la région de l'axe médian que dans la région de la périphérie. 35
19. Procédé selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** la région périphérique de la pièce de contact, dans le four, est entourée de tôles-écrans qui réfléchissent la chaleur rayonnée par le bord de la pièce de contact lors du refroidissement afin que celui-ci ait lieu à partir de l'intérieur, c'est-à-dire à partir de l'axe médian de la pièce de contact. 40







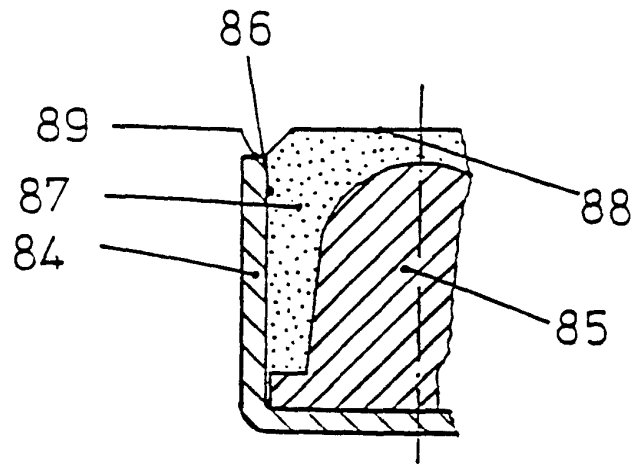


Fig. 11

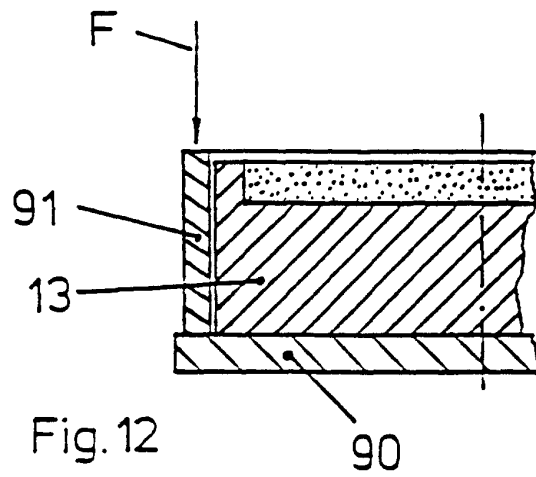


Fig. 12

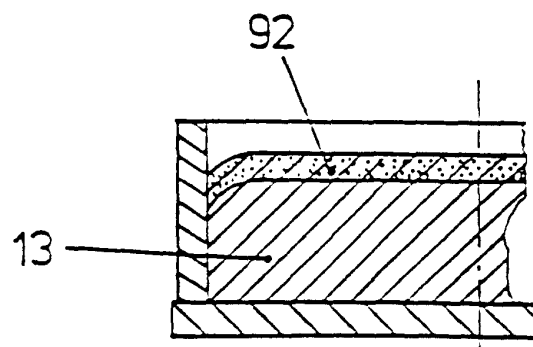


Fig. 13

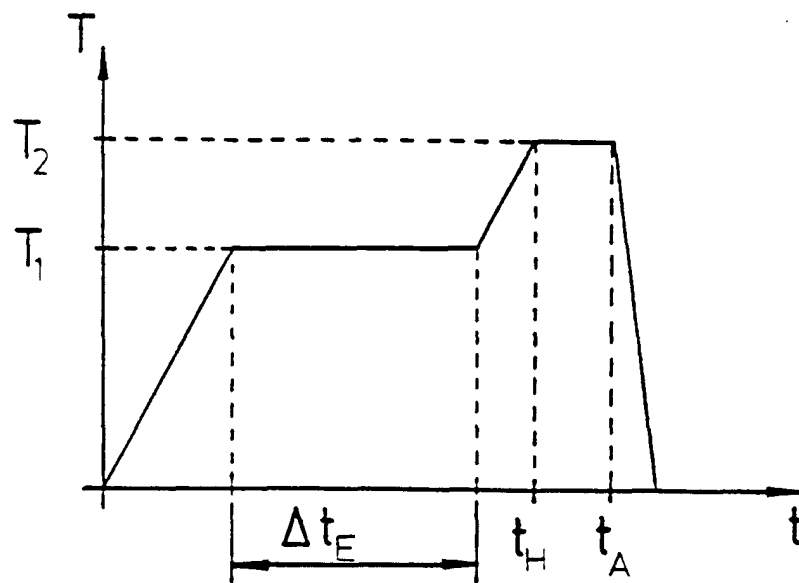


Fig.14