(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 44 30 745 B4** 2006.06.14

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 44 30 745.4**
(22) Anmeldetag: **30.08.1994**
(43) Offenlegungstag: **09.03.1995**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **14.06.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***H01R 43/12*** (2006.01)
H01R 39/20 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
93 10881 02.09.1993 FR

(73) Patentinhaber:
Carbone Lorraine Applications Electriques, Amiens, FR

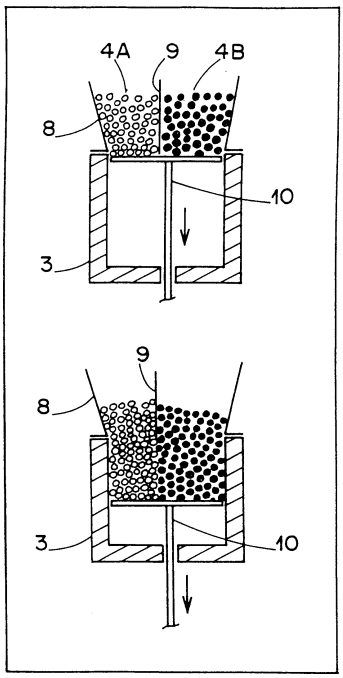
(74) Vertreter:
BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538 München

(72) Erfinder:
Kammerer, Eric, Amiens, FR; Biering, Lothar, 60437 Frankfurt, DE; Grohs, Erhard, 61440 Oberursel, DE; Groht, Klaus, 61194 Niddatal, DE; Reynvaan, Conrad, 61352 Bad Homburg, DE; Siegmund, Horst, 61389 Arnoldshain, DE; Spangenberg, Jörgen, 61118 Bad Vilbel, DE; Uecker, Arwel, Dr., Farmville, Va., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 28 56 112 A1
DE 27 15 347 A1
DE 88 15 801 U1
DE 66 00 333 U
FR 20 93 513 A5
FR 20 09 196 A1
EP 04 49 909 B1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Vielschicht-Schleifkontakten**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung von Vielschicht-Schleifkontakten (1), die mit elektrischen Leitern (2) bestückt und zum Sichern des elektrischen Kontakts mit dem Kollektor eines Elektromotors bestimmt sind, das eine Beladung einer Form (3) mit wenigstens zwei elektrisch leitenden Pulvern (4A, 4B, 4C, ...), eine Kompression des Inhalts der Form mit Hilfe wenigstens eines Kolbens (5) zur Bildung eines rohen Schleifkontakts (7), eine Wärmebehandlung des rohen Schleifkontakts (7) sowie eine Fixierung der Enden der elektrischen Leiter (2) umfasst, wobei die Beladung der Form (3) die gleichzeitige Einführung wenigstens zweier leitender Pulver (4A, 4B, 4C, ...) aufweist, wobei jedes der gleichzeitig eingeführten Pulver (4A, 4B, 4C, ...) durch eine obere Öffnung (6) der Form (3) dank Trennungsmitteln (9) in einem gesonderten Materialstrom so fließt, dass nach dem Kompressionsschritt und der Wärmebehandlung ein aus fest verbundenen Blöcken (1A, 1B, 1C, ...) gebildeter Schleifkontakt (1) erhalten wird, bei dem jeder der Blöcke (1A, 1B, 1C, ...)...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Vielschicht-Schleifkontakten nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Ein solches Verfahren ist aus der DE 660 0333 U bekannt.

[0003] Die Schleifkontakte bestehen wesentlich aus einem Block eines elektrisch leitenden, für die Oberfläche des Kollektors wenig verschleißenden Materials, welcher Block in elektrischem Kontakt mit einem elektrischen Leiter, allgemein einem am Block befestigten Kupferlitzenleiter oder -kabel, ist.

[0004] In zahlreichen Fällen besteht der Schleifkontakt aus einem einzigen Material oder einer einzigen Mischung von Materialien. Jedoch kennt man auch Vielschicht-Schleifkontakte, wobei jede der Schichten eine ihr eigene Funktion hat.

[0005] So wird im französischen Patent FR 2 093 513 A5 ein Schleifkontakt beschrieben, der einen Verschleißblock aufweist, der in einer Einschleifschicht endet, die stark verschleißt und die Krümmung des Kollektors hat. Wenn dieser Vielschicht-Schleifkontakt erhalten wird, indem man zwei verschiedene Pulver in einer Form stapelt und sie komprimiert, ist die Grenzfläche zwischen dem Verschleißblock und der Einschleifschicht senkrecht zur Kompressionsrichtung.

[0006] Man kennt aus dem französischen Patent FR 2 009 196 A1 auch ein typisches Beispiel eines Vielschicht-Schleifkontakts, der aus zwei Teilen besteht: einem Verschleißblock, der den Kontakt mit dem Kollektor sichert, und einer Metallschicht, die auf eine Oberfläche dieses Blocks aufgesintert ist, wobei ein elektrischer Leiter an der Sintermetalllschicht hauptsächlich durch Schweißen befestigt wird.

[0007] Ein solcher Schleifkontakt bezweckt eine Verbesserung der mechanischen Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter und dem Verschleißblock derart, um die Gefahr einer Loslösung des Leiters zu verringern, wenn dieser einer Zugspannung ausgesetzt wird.

[0008] Ein solcher Schleifkontakt wird typisch erhalten, indem man in einer Form das zur Bildung des Verschleißblocks bestimmte leitende Pulver und dann das zur Bildung der Schicht aus gesintertem Metall bestimmte metallische Pulver aufschichtet.

[0009] Andererseits beschreibt das europäische Patent EP 449 909 B1 ein Verfahren zur Herstellung von Schleifkontakten, die aus einem ersten kohlenstoffhaltigen Material bestehen und auf einer Oberfläche einen Überzug eines zweiten kohlenstoffhaltigen Materials tragen, das diese Oberfläche teilweise bedeckt, wobei der elektrische Zuführungsleiter aus dem ersten kohlenstoffhaltigen Material durch diese Oberfläche austritt.

[0010] Bei diesem Verfahren komprimiert man zunächst das zweite kohlenstoffhaltige Material zur Bildung eines vorkomprimierten Überzugs vor, dann füllt man eine Matrize (oder Form) mit Pulver, das zur Bildung des ersten kohlenstoffhaltigen Materials dient, man legt anschließend den vorkomprimierten Überzug auf die Oberfläche der Pulvermasse, dann komprimiert man mit Hilfe eines Stempels und vereinigt miteinander die Pulvermasse und den vorkomprimierten Überzug und versenkt zur gleichen Zeit die Enden der elektrischen Zuführungsleiter in der Pulvermasse.

[0011] Aus der DE 660 0333 U ist ein Verfahren zur Herstellung von Kohlebürsten bekannt, bei dem zwei verschiedene leitende Pulver über einen durch eine Trennwand zweigeteilten Füllschuh in ein Gesenk gefüllt werden. Dadurch bilden sich nach dem Verspressen zwei verschiedene Schleifkontaktbereiche, deren Grenze zueinander jedoch unregelmäßig auf Grund des Einfüllens mit Abstand vom Gesenkboden ist.

[0012] DE 88 15 801 U1 und die DE 28 56 112 A1 beschreiben ein Kohleschleifstück, das als Verbundkörper aus mehreren Presslingen zusammengesteckt ist, wobei beim Verpressen in mindestens einen Pressling Stromzuleitungskabel eingelassen sind.

[0013] Aus der DE 27 15 347 A1 ist eine Kohlebürste bekannt, bei der die Stromzuführungen durch Widerstandsschweißen in den Sinterkörpern befestigt sind.

[0014] Die Herstellung eines Schleifkontakts nach dem Stand der Technik weist, ob der Schleifkontakt nun vielschichtig ist oder nicht, die folgenden allgemeinen Stufen auf:

– Herstellung so vieler leitender Pulvermengen, wie es zu stapelnde Schichten gibt (Mischungen von Pulvern mit einem Bindemittel),
– aufeinander folgende Einfüllung der Pulver oder eines Pulvers und eines vorkomprimierten Pulvers im Patent EP 449 909 B1 in eine Form derart, um eine Stapelung zu bilden,
– Kompression des Pulvers (der Pulver), eventuell nach Positionierung des elektrischen Leiters am Kopf der Form,
– Wärmebehandlung (Ausbacken/Sintern)
– Endbearbeitung.

[0015] Die Hersteller von Schleifkontakten treffen

auf eine gewisse Zahl von Problemen, die unter den drei folgenden Rubriken zusammengefasst werden können:

– Einerseits gibt es eine Notwendigkeit, die Schleifkontakte des Standes der Technik zu entwickeln und zu vervollkommnen, um insgesamt ihre Leistung (Lebensdauer, Verschleiß der Kollektoren, Verlässlichkeit der elektrischen Verbindung, Güte der Kommutierung) zu verbessern und sich rasch einerseits den Entwicklungen der Techniken zur Herstellung der Elektromotoren und andererseits einer immer größeren Vielseitigkeit der Verwendungen dieser Elektromotoren und folglich der Besonderheiten der Schleifkontakte anzupassen.

Außerdem kann sich dabei eine Notwendigkeit ergeben, die Störungen zu beschränken, deren Ursache die Schleifkontakte sein können (Lärm, Abstrahlung parasitärer elektromagnetischer Wellen usw. ...), und daher die Schleifkontakte den gegenwärtigen oder zukünftigen Vorschriftsbegrenzungen anzupassen.

– Andererseits ist es eine Hauptsorge jedes Industriellen, wie der Hersteller von Schleifkontakten, die Menge von Abfällen aller Arten, insbesondere fester Stoffe, maximal zu verringern.

Nun ist die Verarbeitung der Schleifkontakte eine Quelle erheblicher fester Abfälle. Typisch entsprechen die festen Abfälle im Mittel 5 bis 15 Gew.-% Trockenäquivalent der zu Beginn des Herstellungszyklus eingesetzten Materialien.

– Schließlich ist das Gebiet der Schleifkontakte, im Gegensatz zu anderen als technischer betrachteten Bereichen, ein hochgradig wettbewerblicher Bereich, der besonders dem Druck der Kunden exponiert und bezüglich des Niveaus der Preise sehr empfindlich ist, sodass schon eine Verringerung des Gestehungspreises der Schleifkontakte selbst um 5 bis 10 % bereits ein erheblicher wirtschaftlicher Vorteil ist.

Aufgabenstellung

[0016] Die Erfindung hat als Aufgabe die Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von Vielschicht-Schleifkontakten, das gleichzeitig drei vorstehend schon angedeutete Anforderungen erfüllt: Verbesserung der technischen Qualität der Schleifkontakte und große Flexibilität oder Anpassungsmöglichkeit des Verfahrens/Verringerung der festen Abfälle/Verringerung des Gestehungspreises.

[0017] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0018] Unteransprüche sind auf Merkmale bevorzugter Ausführungsformen gerichtet.

[0019] Das Verfahren gemäß der Erfindung ist ein "offenes" Verfahren, das die Vielwertigkeit und Anpassungsfähigkeit der Anwendung in dem Sinn bezweckt, dass ein und dasselbe Basisverfahren zu einer ganzen Familie sehr verschiedener Schleifkontakte trotz Ausgehens vom gleichen Basisprinzip derart führen kann, dass dieses Verfahren ermöglicht, dem Schleifkontakt Funktionen "nach Maß" zu verleihen, die jeder besonderen Verwendung angepasst sind, und rasch eine technische und wirtschaftliche Lösung für die jedem Kunden eigenen Anforderungen zu finden.

[0020] Bei ihren Untersuchungen bezüglich der Schleifkontakte bestätigte die Anmelderin in zahlreichen Fällen den Vorteil, einen Schleifkontakt herzustellen, dessen Verschleißoberfläche parallel zur Kompressionsrichtung der den Schleifkontakt bildenden Pulver ist. Die Kompression der Pulver führt nämlich zu einer Ausrichtung der nicht kugelförmigen Teilchen (Graphitschuppen) derart, dass das den Schleifkontakt bildende Material eine Anisotropie aufweist, die man sehr schematisch mit der eines blättrigen Materials vergleichen könnte (wobei die Ebene der "Blättchen" senkrecht zur Kompressionsrichtung ist).

[0021] Es ist, auf der Ebene der technischen Leistung des Schleifkontakts, insbesondere des Verschleißes des Schleifkontakts, allgemein vorzuziehen, dass diese Ebene der "Blättchen" senkrecht zur Verschleißoberfläche ist oder, was auf das gleiche herauskommt, dass die Verschleißoberfläche parallel zur Kompressionsrichtung ist. Nach einer im Fall einer zur Kompressionsrichtung parallelen Verschleißoberfläche entwickelten Hypothese würde es weniger Gefahren eines Abreißens der gröbsten Teilchen des Schleifkontakts geben, und vor allem würde dank der sich ergebenden elektrischen Anisotropie die Kommutierung des Schleifkontakts verbessert.

[0022] Das Erhalten einer zur Kompressionsrichtung parallelen Verschleißoberfläche erfolgt unverzüglich im Fall eines "Einschicht"-Schleifkontakts. Dieser wird erhalten, indem man als Verschleißoberfläche die Fläche des Schleifkontakts nimmt, die einer der vier Seitenflächen der Form entspricht.

[0023] Andererseits musste die Anmelderin, da die Analyse der Anforderungen sie zu den Vielschicht-Schleifkontakten gelenkt hat, ein verlässliches Verfahren entwickeln, um mit einer einzigen Kompression von Pulvern einen Schleifkontakt gemäß der Erfindung zu erhalten, der den zu erreichenden Zielen genügt.

[0024] So musste die Anmelderin ein Herstellungsverfahren entwickeln, bei dem sie gleichzeitig wenigstens zwei Pulver in die Form einführte.

[0025] Es ist die Beherrschung dieser gleichzeitigen Einführung verschiedener Pulver, die es der Anmel-

derin ermöglichte, alle die gestellten Aufgaben zu lösen, wobei das Problem darin bestand, einerseits diese Arbeitsweise als für den Fachmann möglich zu entwerfen und andererseits die Bedingungen zu finden, die das Erhalten der Qualitätsschleifkontakte ermöglichen.

[0026] Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglicht, während der gesamten Phase des Füllens der Form eine Füllungsfront zu bewahren, die im wesentlichen eben ist und aus so vielen gesonderten nebeneinander liegenden Zonen besteht, wie es gleichzeitig eingeführte Pulver gibt, wobei sich diese Trennung in verschiedene Zonen aus der geometrischen Gestaltung der Trennungsmittel und der Arbeitsweise ergibt, die sich aus dem Folgenden ersehen lassen.

[0027] Die Grenze zwischen zwei verschiedenen Blöcken (oder zwei Zonen, wenn man den Schnitt zweier Blöcke betrachtet) wurde "Grenzfläche" genannt. Physikalisch stellt eine Grenzfläche zwischen zwei Blöcken zweier verschiedener Pulver eine Schicht geringer Dicke an der Grenze beider Blöcke dar, innerhalb deren die zwei Pulver gemischt sind.

[0028] Die Maßnahmen der Erfindung ermöglichen gerade, einerseits die Dicke dieser Schicht allgemein auf weniger als einige mm und typisch weniger als S mm und vorzugsweise weniger als 2 mm zu begrenzen, was zur Erreichung der durch die Erfindung angestrebten Ziele ausreichend ist, und andererseits eine Grenzfläche in fester, nicht "wellenförmiger" Lage im Schleifkontakt zu erhalten, was genauso wichtig wie eine relativ geringe Dicke der Grenzflächenschicht ist.

Ausführungsbeispiel

[0029] Alle Figuren veranschaulichen die Erfindung.

[0030] Die Fig. 1 stellt im Schnitt längs der Kompressionsachse (**13**) die verschiedenen Schritte eines herkömmlichen Verfahrens zum Erhalten der gleichzeitigen Beladung einer Form (**3**) mit zwei Pulvern (**4A**) und (**4B**) dar, die durch Schwerkraft aus einem Behälter (**8**) fließen, der mit einer die Pulver (**4A**) und (**4B**) trennenden Trennwand. (**9**) versehen ist, wobei sich die Füllungsebene (**17**) nach und nach bis zu einer vorbestimmten Höhe Ho erhebt.

[0031] Nach dem Füllen der Form (**3**) bis zur gewünschten Höhe Ho komprimiert der Kolben (**5**), der von einem Ende eines elektrischen Leiters (**2**) durchsetzt ist, den Inhalt der Form dank eines Drucks P bis zur Endhöhe Hp, was das Erhalten eines komprimierten rohen Schleifkontakts (**7**) ermöglicht, der eine im wesentliche Hp angenäherte Höhe hat und aus zwei fest miteinander verbundenen Blöcken (**7A**) und (**7B**) besteht.

[0032] Die Fig. 2 zeigt im Schnitt längs der Kompressionsachse einen erfindungsgemäßen Schritt der Beladung der Form der Fig. 1 mit zwei Pulvern, wenn eine besonders strenge Trennung der Pulver (Grenzfläche geringer Dicke) angestrebt wird, wobei ein beweglicher Boden (**10**) verwendet wird, der weniger schnell als der freie Strom (in diesem Figurenfall) der Pulver (**4A**) und (**4B**) abgesenkt wird.

[0033] Die Fig. 3 veranschaulicht im Schnitt längs der Kompressionsachse eine Einrichtung zum Füllen einer an beiden Seiten offenen Form (**3**) mit einer Kompression mit Hilfe von zwei Kolben (**5** und **5'**), die sich beide relativ zur Form verschieben, um die Pulver (**4A** ...) von beiden Seiten zu komprimieren.

[0034] Die Fig. 4a zeigt als Ordinate die Volumenkonzentration an Material A (mit feinem Strich) und an Material B (mit dickem Strich) längs einer zur Grenzfläche (**1AB**) senkrechten Gerade als Abszisse als Funktion des Abstandes **1**, der von 0 bis L variiert (wobei L die Dicke der betrachteten zwei Blöcke (**1A**) und (**1B**) ist). Die Grenzfläche (**1AB**) hat eine mit Ej bezeichnete Dicke und befindet sich im Abstand Lj von einem Rand des Blocks (**1A**) als Ursprung, wobei der Abstand Lj der Abszisse des Punkts gleicher Volumenkonzentration ($C_A = C_B$) entspricht.

[0035] Die Fig. 4b zeigt schematisch in dickem Strich eine typische Kurve, die den Abstand von Lj als Funktion der Höhe H der Grenzfläche (**1AB**) (Höhe, die der Kompressionsrichtung entspricht) wiedergibt. Das auf dieser Figur gezeigte Rechteck entspricht einem Schnitt (Fig. 5a) der Genzfläche (**1AB**) durch eine zur Grenzfläche (**1AB**) senkrechte und zur Kompressionsachse (**13**) parallele Fläche der Fig. 5. Die Änderungen von Lj finden sich im Inneren eines Bereichs ΔL.

[0036] Die Fig. 5 und Fig. 5a zeigen einen Schleifkontakt (**1**) mit zwei Blöcken (Block **1A** = Verankerungsblock, Block **1B** = Verschleißblock) gemäß der Erfindung mit einer zur Kompressionsrichtung, die durch einen Pfeil (**13**) dargestellt ist, parallelen Grenzfläche (**1AB**). In allen Perspektivfiguren von Schleifkontakten (Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9 und Fig. 9b) ist mit einem schraffierten Bereich die Verschleißoberfläche (**11**) (= Kontaktoberfläche mit dem Kollektor) dargestellt. Die Kompressionsrichtung (**13**) ist also parallel zu dieser Oberfläche und senkrecht zur radialen Richtung "r", die bezüglich des (nicht dargestellten) Kollektors definiert wird.

[0037] Die Fig. 5 ist eine Perspektivdarstellung des Schleifkontakts, wobei die Fig. 5a ein Axialschnitt desselben Schleifkontakts entsprechend dem gestrichelten Rechteck der Fig. 5 ist.

[0038] Die folgenden Figuren von Fig. 6 und Fig. 6a bis Fig. 9 und Fig. 9a wiederholen die gleiche Dar-

stellungsweise wie die der Fig. 5 und Fig. 5a.

[0039] Sie unterscheiden sich durch Folgendes:

[0040] Die Fig. 6 und Fig. 6a entsprechen einem Schleifkontakt mit zwei Blöcken (Block **1B** in L-Form, der als Verankerungsblock und als Verschleißblock dient, und Block **1C**, der als Kommutierungsblock dient) mit einer Grenzfläche **1BC**, die zum Teil parallel und zum Teil senkrecht zur Kompressionsachse (**13**) ist.

[0041] Es sind in der Fig. 6 und den folgenden auch die Richtungen a (axial), r (radial) und t (tangential) dargestellt, die herkömmlich die Ausrichtung eines Schleifkontakts bezüglich des Kollektors definieren, wobei die Ebene "a-t" die mittlere Berührungsebene des Schleifkontakts und des Kollektors ist. Mit der in Fig. 6 dargestellten Ausrichtung a/r/t des Schleifkontakts bezüglich des Kollektors stellt der Block (**1C**) die Ausgangskante (im Englischen "trailing edge") dar.

[0042] Die Fig. 7 und Fig. 7a entsprechen einem Schleifkontakt mit drei Blöcken (Verankerungsblock **1A**, Verschleißblock **1B** und Kommutierungsblock **1C**), die aus Pulvern (**4A**) bzw. (**4B**) bzw. (**4C**) gebildet wurden, mit zwei zur Kompressionsachse (**13**) parallelen Grenzflächen (**1AB** und **1AC**) und einer zur Kompressionsachse (**13**) senkrechten Grenzfläche (**1BC**).

[0043] Mit der in der Fig. 7 dargestellten Ausrichtung a/r/t stellt der Block **1C** auch die Ausgangskante dar, wie dies auch in den Fig. 8 und Fig. 9b der Fall sein wird.

[0044] Die Fig. 8 und Fig. 8a entsprechen einem anderen Schleifkontakt mit drei Blöcken (Verankerungsblock **1A**, Verschleißblock **1B** und Kommutierungsblock **1C**) mit einer zur Kompressionsachse (**13**) parallelen Grenzfläche (**1AB**) und einer zur Kompressionsachse (**13**) senkrechten Grenzfläche (**1BC**).

[0045] Die Fig. 9 und Fig. 9a entsprechen einem Schleifkontakt mit drei Blöcken (Verankerungsblock **1A**, Verschleißblock **1B** und Einschleifblock **1D**) mit zwei parallelen Grenzflächen (**1AB**, **1BD**), wobei der Block (**1D**) als Einschleifmaterial dient und die Krümmung des Kollektors aufweist.

[0046] Die Fig. 9b ist der Fig. 9 analog, weist jedoch einen vierten Block (**1C**) (Kommutierungsblock) auf. Dieser Schleifkontakt wird mit Hilfe eines Füllungsbehälters (**8**) mit 4 Abteilen erhalten.

[0047] Die Fig. 10 zeigt eine Draufsicht der Form (**3**), von der man die obere Öffnung (**6**) und zwei unterteilte Behälter (**8**) und (**8'**) sieht, die jeweils mit Pulvern (**4A**) bzw. (**4C**) im Behälter (**8**) und mit Pulvern (**4A**) bzw. (**4B**) im Behälter (**8'**) beladen sind, die zur Herstellung des Schleifkontakts (**1**) der Fig. 7 verwendet werden.

[0048] In diesem Fall und was nur die Beladung der Form betrifft, 1) führt man zunächst gleichzeitig Pulver (**4A**) und Pulver (**4C**) vom Behälter (**8**) ein (Bewegung hin/Beladung/zurück = Pfeil 1)) und 2) führt man anschließend gleichzeitig Pulver (**4A**) und Pulver (**4B**) vom Behälter (**8'**) ein (Bewegung hin/Beladung/zurück = Pfeil 2)).

[0049] Die Fig. 11 zeigt mit ausgezogenem Strich eine typische Kompressionskurve C_B eines Pulvers (**4B**). Diese Kurve ergibt als Ordinate das Verhältnis Ho/Hp als Funktion des Drucks P, der auf den Kolben ausgeübt wird, als Abszisse (in t/cm^2; 1 t/cm^2 entspricht etwa 10 MPa).

[0050] Es ist ein schraffierter Bereich D_A gezeigt, der durch gestrichelte Kurven begrenzt und durch die Werte der Kurve C_B +/– 10 % und für P < 0,5 t/cm^2 (Bereich, wo die Pulver während der Kompression fließen können) definiert ist. Jedes Pulver (**4A**), das eine Kompressibilitätskurve (für P < 0,5 t/cm^2) in dem Bereich D_A zeigt, kann gleichzeitig mit dem Pulver (**4B**) eingeführt werden, so daß man Qualitätsschleifkontakte erhält (Grenzfläche **1AB** im wesentlichen eben).

[0051] Die Fig. 12a bis Fig. 12c und Fig. 13a bis Fig. 13c betreffen den Fall, wo die Befestigung des Endes der elektrischen Leiter nach Herstellung des Schleifkontakts selbst stattfindet. In diesem Fall wird der Schleifkontakt mit Mitteln, typisch einer Nut (**14**), eventuell an einem Ende erweitert, wie im Fall der Fig. 13a bis Fig. 13c, versehen. Diese Nut (**14**) wird mittels eines Reliefrohres (**16**) erhalten, das auf einer Seitenwand der Form (**3**) im Fall der Fig. 12a bis Fig. 12c oder auf dem Boden im Fall der Fig. 13a bis Fig. 13c gebildet ist.

[0052] Die Fig. 12a und Fig. 13a sind Draufsichten der Form **3**, die Fig. 12b und Fig. 13b sind Vertikalschnitte nach I I der Fig. 12a und Fig. 13a, die Fig. 12c und Fig. 13c sind Perspektivdarstellungen der Schleifkontakte (**1**), die mit Hilfe dieser Formen erhalten wurden, wobei die Nuten (**14**) gemäß Aufbau nach der Erfindung im Verankerungsblock (**1A**) angebracht sind.

[0053] Ein erstes Mittel zur Durchführung des Verfahrens der Erfindung besteht darin, die Füllungsfront (**17**) der Form (**3**) während des gesamten Beladungs-(oder Füllungs schritts der Pulver im wesentlichen eben zu bewahren, was dadurch bewirkt wird, daß man einen gleichen Volumendurchsatz je Oberflächeneinheit (Schnitt des den Durchgang von Pulver durch die obere Öffnung (**6**) der Form) für jedes gleichzeitig eingeführte Pulver (**4A**, **4B** ...) sichert.

[0054] In keinem Fall dürfte die Neigung der Füllungsebene (**17**) nahe der Grenzneigung sein, jenseits der ein Ableiten von Stoff auftritt und dadurch eine Gefahr erheblicher Vermischung der Pulver bringt, was zweckmäßig zu vermeiden ist.

[0055] Andererseits hat die Anmelderin beobachtet, daß die vorstehende Bedingung nicht immer genügt, um eine Herstellung von Qualitätsschleifkontakten zu sichern, insbesondere Schleifkontakte zu erhalten, deren Grenzflächen (**1AB**) zwischen den Blöcken (**1A**) und (**1B**) im Fall von zur Kompressionsrichtung (**13**) parallelen Grenzflächen und einer Höhe H von wenigstens gleich 2 mm relativ eben sind, wie in der Fig. 4b dargestellt ist.

[0056] Nach Durchführung ihrer Versuche fand die Anmelderin ein ergänzendes Kriterium, das es ermöglicht, Schleifkontakte mit im wesentlichen ebenen Grenzflächen zu erhalten. Hierzu müssen die gleichzeitig eingeführten Pulver Kompressibilitätskurven aufweisen, die nicht mehr als +/– 10 % in dem Kompressibilitätsbereich der Schleifkontakte variieren, wo die Pulver noch fließen können.

[0057] Dieser Kompressibilitätsbereich der Schleifkontakte erstreckt sich allgemein bis 0,5 t/m^2 (etwa 5 MPa). Jenseits von 5 MPa und bis zum Kompressionsenddruck, der allgemein zwischen 10 und 60 MPa liegt, wird die Gefahr eines Fließens der Pulver sehr gering, wenn nicht Null.

[0058] Eine ebene Grenzfläche bedeutet gleichfalls eine Abwesenheit eines mechanischen Spannungsgradienten zwischen den beiden Blöcken, die die Grenzfläche trennt, was nur günstig zum Erhalten von gradlinigen Schleifkontakten sein kann, wobei die Gefahren einer Deformation und eines Fließens insbesondere während der Wärmebehandlung dann sehr begrenzt sind.

[0059] Das Kompressibilitätskriterium wurde in der Fig. 11 dargestellt: Für ein Pulver (**4B**) mit einer gegebenen Kompressibilitätskurve C_B ist es erwünscht, als gleichzeitig einzuführendes Pulver (**4A**) ein Pulver zu wählen, dessen Kompressibilitätskurve sich im Bereich D_A befindet, der durch die Kurve C_B +/– 10 % definiert ist.

[0060] Erfindungsgemäß müssen die Kompressibilitätskurven der Pulver (**4A**) und (**4B**) umso näher beieinander (wenigstens im Bereich der "niedrigen Drücke" zu Beginn der Kompression mit P < 5 MPa) sein, je größer die Höhe H der Grenzfläche (**1AB**) längs der Kompressionsrichtung (**13**) ist.

[0061] So weisen im Fall von Schleifkontakten, deren Grenzfläche längs der Kompressionsrichtung (**13**) eine Höhe über 5 mm aufweist, die gleichzeitig eingeführten Pulver vorzugsweise Kompressibilitätskurven auf, die im durch P < 5 MPa definierten Kompressionsbereich des Schleifkontakts nicht mehr als +/– 5 % variieren.

[0062] Was die Qualität der Schleifkontakte (**1**) betrifft und insbesondere was die Homogenität jedes Blocks (**1A**, **1B** ...) aus einem gleichen komprimierten Pulver (**4A**, **4B** ...) oder die Ebenheit der zwei Blöcke (**1A**, **1B** ...) trennenden Grenzflächen (**1AB** ...) betrifft, ermöglichen die Fig. 4a und Fig. 4b, besser zu präzisieren, was das Verfahren der Erfindung anstrebt:

– Einerseits ist, wie in der Fig. 4a veranschaulicht, die Variation der Volumenkonzentration C_A und C_B der zwei Pulver (**4A**) und (**4B**) längs einer zur Grenzfläche (**1AB**) zwischen zwei Blöcken (**1A** und **1B**) senkrechten Richtung zeigt, diese Grenzfläche eine Grenzzone zwischen zwei Blöcken (**1A** und **1B**) einer Dicke E_j, innerhalb deren die Pulver (**4A**) und (**4B**) vermischt sind. Es ist wichtig, daß diese Dicke E_j (> 0 zum Erhalten der mechanischen Festigkeit der Grenzfläche) absolut gering (unter einigen mm) und typisch unter im Mittel 0,2 L und vorzugsweise 0,1 L ist, wobei L die Gesamtdicke der Blöcke **1A** und **1B** senkrecht zur betrachteten Grenzfläche **1AB** ist.

– Andererseits ist es, wie in der Fig. 4b dargestellt, zum Vermeiden wesentlicher Leistungsschwankungen des Schleifkontakts im Lauf seiner Lebensdauer wichtig, daß diese Grenzfläche (**1AB**) nicht "wellenförmig" mit einem variablen Abstand Lj (Lj = Abstand zwischen der Grenzfläche und einem der Ränder des Blocks **1A** als Ursprung im Fall der Fig. 4b genommen) ist. Es ist also wesentlich, daß diese Grenzfläche (**1AB**) einer Ebene nahekommt und daß die geringen lokalen Schwankungen im Inneren von relativ kleinen Grenzen (Δ L) liegen. Gemäß der Erfindung ist Δ L unter 0,2 L und vorzugsweise unter 0, 1 L.

[0063] Die mittleren Werte von Ej und von ΔL hängen auch von der Art der gleichzeitigen Einführung wenigstens zweier Pulver in die Form ab.

[0064] Nach einer ersten Variante der Erfindung bezüglich der gleichzeitigen Einführung der Pulver werden diese Pulver (**4A** ...) durch Schwerkraft in die Form (**3**) mit Hilfe eines Behälters (**8**) eingeführt, der mit wenigstens einer Trennwand (**9**) versehen ist, deren unteres Ende allgemein mit der oberen Öffnung (**6**) der Form (**3**) fluchtet.

[0065] Der Behälter (**8**) kann derart gestaltet sein, daß die Wand (**9**) in einer horizontalen Ebene derart verschoben werden kann, um ggf. den relativen (Volumen-)Anteil jedes der gleichzeitig eingeführten Pulver zu verändern.

[0066] Nach einer zweiten praktischen Variante der Erfindung, die bevorzugt wird, wenn man eine mög-

lichst enge und möglichst ebene Grenzfläche (**1AB**) anstrebt, weist die Form (**3**) einen beweglichen Boden (**10**) auf, der zu Beginn der Beladung (oder Füllung) der Form auf Höhe der oberen Öffnung (**6**) positioniert ist und im Maße der Einführung durch Schwerkraft oder durch erzwungene Bewegung der Pulver absinkt, die eventuell in einem Behälter (**8**) gespeichert sind, der mit einer Trennwand (**9**) ausgerüstet ist, die das Niveau der oberen Öffnung (**6**) der Form erreicht, oder die mit Hilfe von Einspeisungsrohren mit einem dem der zu erhaltenden Blöcke entsprechenden Querschnitt zugeführt werden.

[0067] Nach dieser Variante gibt es keinen freien Fall durch Schwerkraft verschiedener Pulver von einem Speicherbehälter bis zum Boden der Form oder bis zur Füllungsebene (**17**) wie in der vorhergehenden Variante, sondern einen Gesamtstrom, der aus wenigstens zwei parallelen Strömen besteht und der dem beweglichen Boden der Form so folgt, daß ein Strömen eines "Kolben"-Typs ohne Druckgradient zwischen den verschiedenen Pulverströmen, die diesen Gesamtstrom bilden, derart bewirkt wird, um eine ebene Grenzfläche (kein Fließen von Stoff von einem Block zu einem benachbarten Block) zu erhalten.

[0068] Es ist auch möglich, für jeden Strom von gleichzeitig einzuführendem Pulver eine erzwungene Einspeisung (Strömung vom "Kolben"-Typ) zu bewirken, indem man die Verschiebung des beweglichen Bodens an die erzwungene Einspeisung anpaßt, um den sich aus der erzwungenen Einspeisung ergebenden Druck im wesentlichen konstant und auf einem niedrigen Niveau zu halten.

[0069] Außerdem gibt es gemäß der Erfindung eine große Zahl von Verfahrensvarianten:
Einerseits ist es möglich, gleichzeitig mehr als zwei leitende Pulver einzuführen und so einen Schleifkontakt mit wenigstens zwei zur Kompressionsrichtung parallelen Grenzflächen zu erhalten, was, wie in der Fig. 9 dargestellt, nützlich ist, wenn man den Schleifkontakt zusätzlich zu den Verschleiß- und Verankerungsblöcken (**1B**) bzw. (**1A**) mit einem Einschleifblock (**1D**) versehen will.

[0070] Andererseits ist es möglich, die Beladung (oder Füllung) dieser Form durch eine erste gleichzeitige Einführung von wenigstens zwei Pulvern, auf die wenigstens eine zweite gleichzeitige Einführung von wenigstens zwei Pulvern folgt, vorzunehmen, wie dies der Fall ist, um den Schleifkontakt der Fig. 7 herzustellen, wo man zunächst gleichzeitig die Pulver (**4A**) und (**4C**) und danach gleichzeitig die Pulver (**4A**) und (**4B**) einfüllt.

[0071] Schließlich kann die Beladung der Form zusätzlich zu der wenigstens einen gleichzeitigen Einführung von wenigstens zwei parallele Ströme bildenden Pulvern die Einführung eines Pulvers in die Form nach oder vor der gleichzeitigen Einführung das von den gleichzeitig eingeführten (oder einzuführenden) Pulvern verschieden oder nicht verschieden sein kann, derart aufweisen, daß zusätzlich eine zur Kompressionsrichtung senkrechte Grenzfläche gebildet wird.

[0072] So führt man, um den Schleifkontakt der Fig. 6 zu erhalten, zunächst das Pulver (**4B**), danach gleichzeitig das Pulver (**4B**) und das Pulver (**4C**) ein.

[0073] Ebenso führt man, um den Schleifkontakt der Fig. 8 zu erhalten, zunächst das Pulver (**4C**) und danach gleichzeitig das Pulver (**4A**) und das Pulver (**4B**) ein, doch wäre eine Einführung in der umgekehrten Reihenfolge sicher gleichfalls möglich.

[0074] Was die Befestigung der Enden der elektrischen Leiter (**2**) an den Schleifkontakten (**1**) betrifft, kann man auf zwei Arten vorgehen:
Einerseits kann man gemäß der Erfindung die elektrischen Leiter (**2**) in die leitenden Pulver mit Hilfe des Kolbens (**5**) während der gleichzeitigen Kompression des Inhalts der Form so einführen, um von dieser Kompression zur Verankerung des Leiters in einem der Blöcke des Schleifkontakts (allgemein dem Verankerungsblock **1A**) zu profitieren.

[0075] Andererseits kann man auch Schleifkontakte gemäß der Erfindung ohne elektrische Leiter herstellen und danach die Befestigung der Enden der elektrischen Leiter (**2**) durch Verschweißen oder Verlöten der Enden mit diesen Schleifkontakten (**1**) oder den vorgesehenen Verankerungsblöcken (**1A**) sichern, wobei diese Schleifkontakte oder diese Verankerungsblöcke vorzugsweise ein Verankerungsmittel (**14**) (Nut, Loch ...) aufweisen, das zur Aufnahme der Enden derart bestimmt ist, um die Schleifkontakte (**1**) und die elektrischen Leiter (**2**) stark miteinander zu verbinden.

[0076] Tatsächlich kann es erforderlich für den Hersteller von Schleifkontakten sein, Schleifkontakte ohne elektrische Leiter zu liefern, weil diese Schleifkontakte, im Gegensatz zu denen, die mit elektrischen Leitern bestückt sind, auf einer automatischen Montagemaschine leicht verwendbar, da in der Einheit typisch mit Hilfe von vibrierenden Schalen und ausgehend von einem Vorrat als Haufen leicht positionierbar sind. Es ist, nachdem einmal der Schleifkontakt positioniert ist, leicht, auf dem Schleifkontakt (**1**) und in völlig automatischer Weise das Ende eines elektrischen Leiters (**2**) zu fixieren und dann den mit seinem elektrischen Leiter bestückten Schleifkontakt in mehr oder weniger automatischer Weise mit dem Motor zu verbinden.

[0077] So kann es, je nach dem Automatisierungsniveau beim Kunden oder je nach den erforderlichen Abläufen, vorteilhafter sein, Schleifkontakte (**1**) ohne

elektrische Leiter (**2**) statt der mit den elektrischen Leitern versehenen Schleifkontakte zu liefern, da man weiß, daß die mit elektrischen Leitern bestückten Schleifkontakte in vielen Fällen (als Funktion der Länge und der Steifigkeit der elektrischen Leiter) voneinander per Hand getrennt werden, was erhöhte Kosten verursacht, die manchmal höher als der Preis des Schleifkontakts selbst sind.

[0078] Alle diese Mittel der Erfindung ermöglichen die Herstellung der zusammengesetzten Schleifkontakte (**1**), die aus fest verbundenen Blöcken (**1A**, **1B** ...) gebildet sind, deren jeder eine besondere Funktion durch ihre Art und ihre Lage im Schleifkontakt unter Berücksichtigung zur Lage des Schleifkontakts bezüglich des Kollektors (durch a/r/t definierte Lage) hat.

[0079] Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglicht die Herstellung einer ersten Gruppe von Schleifkontakten: Man bildet einen zusammengesetzten Schleifkontakt (**1**) mit wenigstens zwei Blöcken, einem Block (**1B**), der die Verschleißfunktion sichert, dem anderen Block (**1A**), der die Verankerungs- oder elektrische Verbindungsfunktion des Endes des elektrischen Leiters (**2**) sichert, indem man gleichzeitig in die Form ein sog. Verschleißpulver (**4B**), das zur Bildung eines den Kontakt mit dem Kollektor sichernden Verschleißblocks (**1B**) geeignet ist, und ein sog. Verankerungspulver (**4A**) einführt, das zur Bildung eines Blocks (**1A**) zur Verankerung des elektrischen Leiters (**2**) geeignet ist.

[0080] Die Fig. 5 und Fig. 5a, Fig. 12c und Fig. 13c stellen diesen Schleifkontakttyp dar.

[0081] Eine solche Trennung der Funktionen, die schematisch mit "Verankerung" und "Verschleiß" bezeichnet sind, ist in technischer Hinsicht in dem Maße vorteilhaft, wo sie eine Optimierung jeder Funktion ermöglicht. Beispielsweise muß der Verankerungsblock (**1A**) einen geringen ohmschen Abfall an der Grenzfläche zwischen dem Verankerungsblock (**1A**) und dem Ende des elektrischen Leiters (**2**) ermöglichen, eine Eigenschaft, die nicht für den Verschleißblock (**1B**) erforderlich ist, der seinerseits anderen besonderen technischen Anforderungen genügen muß.

[0082] Eine solche Trennung der Funktionen ist in wirtschaftlicher Hinsicht vorteilhaft, da die Versuche der Anmelderin gezeigt haben, daß das zum Bilden des Verankerungsblocks bestimmte Verankerungspulver (**4A**) ein wirtschaftliches oder Wiedergewinnungspulver aufweisen kann, das insbesondere von der Bearbeitung der Schleifkontakte stammt.

[0083] Es ist besonders vorteilhaft, um gleichzeitig die festen Abfälle und die Gestehungspreise zu verringern, ein Wiedergewinnungspulver und/oder evtl. andere wirtschaftlichere Pulver als die zu wählen, die verwendet würden, wenn es keine Trennung der Verankerungs- und Verschleißfunktionen gäbe.

[0084] In der Praxis arbeitet man, um die Wiedergewinnungspulver (oder billige Pulver) rückzuführen, in der folgenden Weise:

a) Man sieht eine Verschleißpulvermenge (**4B**) vor, die zur Bildung des Verschleißblocks (**1B**) für eine Gruppe gegebener Schleifkontakte (für eine besondere Verwendung) bestimmt ist, und eine Menge dieses Wiedergewinnungspulvers vor,

b) man stellt die Kompressibilitätskurven des Verschleißpulvers (**4B**) und des Wiedergewinnungspulvers auf,

c) man justiert die Kompressibilitätskurve des Wiedergewinnungspulvers durch Zusatz, je nach dem Fall, entweder eines sog. wenig kompressiblen Pulvers oder eines sog. kompressiblen Pulvers, um ein Verankerungspulver (**4A**) einer der des Pulvers (**4B**) nahen Endkompressibilität (Abweichung unter +/– 10 % oder vorzugsweise unter +/– 5 % in den Fällen die am meisten eine Ebenheit der Grenzfläche erfordern) zu erhalten; siehe Fig. 11.

[0085] Das wenig kompressible Pulver ist ein Metallpulver in Form massiver Körner (wenig eingeschnittene Körner, wenig hohes Verhältnis der großen Abmessung zur kleinen Abmessung des Korns), vorzugsweise auf Basis von Cu, Fe, und das kompressible Pulver ist entweder ein Metallpulver mit eingeschnittenen Körnern (dendritischen Körnern), vorzugsweise auf Basis von Cu, oder ein Pulver von allgemein leitfähigem kohlenstoffhaltigem Material.

[0086] Typisch wird das wenig kompressible Pulver aus Teilchen einer mittleren Größe über 60 µm gebildet, während das kompressible Pulver aus Teilchen einer mittleren Größe unter 60 µm gebildet wird.

[0087] Diese sog. wenig kompressiblen oder kompressiblen Pulver sind handelsübliche Pulver.

[0088] So erhält man Schleifkontakte (**1**), die wenigstens zwei fest verbundene Blöcke aufweisen, die durch wenigstens eine zur Kompressionsrichtung des Schleifkontakts parallele Grenzfläche getrennt sind: einen Verschleißblock (**1B**), der zur Sicherung des Kontakts mit dem Kollektor bestimmt ist, dessen Kontaktfläche (**11**) parallel zur Kompressionsrichtung (**13**) des Schleifkontakts ist, und einen Verankerungsblock (**1A**) für den elektrischen Leiter (**2**), welcher Block die Wiedergewinnungspulver enthält.

[0089] Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglicht die Herstellung einer zweiten Gruppe von Schleifkontakten, in denen der Verschleißblock (**1B**) außerdem einen sog. Kommutierungsblock (**1C**) aufweist, der durch Kompression eines sog. Kommutie-

rungspulvers (**4C**) (wenigstens zweifach weniger leitend als das Verschleißpulver (**4B**)) derart erhalten wird, um einen Kommutierungsblock (**1C**) zu bilden, der die Ausgangskante des Schleifkontakts darstellt, wobei die Grenzfläche (**1BC**) zwischen dem Verschleißblock (**1B**) und dem Kommutierungsblock (**1C**) vorzugsweise senkrecht zur Kompressionsrichtung (**13**) ist, was bedeutet, daß das den Verschleißblock bildende Verschleißpulver (**4B**) und das den Kommutierungsblock bildende Kommutierungspulver (**4C**) vorzugsweise nacheinander in die Form eingeführt werden.

[0090] Die Fig. 7 und Fig. 7a, Fig. 8 und Fig. 8a und Fig. 9b veranschaulichen Varianten von Schleifkontakten, die mit einem Kommutierungsblock (**1C**) versehen sind: im Fall der Fig. 7 und Fig. 7a, Fig. 8 und Fig. 8a werden die Verschleiß- und Kommutierungspulver (**4B**) bzw. (**4C**) nicht gleichzeitig in die Form eingeführt. Dagegen wird im Fall der Fig. 9b das Kommutierungspulver (**4C**) zur gleichen Zeit wie das Verschleißpulver (**4B**) und wie die Verankerungs- und Einschleifpulver (**4A**) bzw. (**4D**) unter Berücksichtigung der Krümmung des Einschleifblocks (**1D**) und der geometrischen Lage des Kommutierungsblocks (**1C**) eingeführt, der die Ausgangskante bilden soll.

[0091] Eine andere Variante eines Schleifkontakts (**1**), der mit einem Kommutierungsblock (**1C**) versehen ist, ist in den Fig. 6 und Fig. 6a dargestellt: in diesem Fall dient das gleiche Verschleißpulver (**4B**) zur Herstellung des Verschleißblocks (**1B**) und des Verankerungsblocks (**1A**), die nur einen einzigen Block in "L"-Form bilden. Diese Variante, die nicht wirtschaftlich ist, da sie keine Rückführung von Wiedergewinnungspulvern aufweist (erfindungsgemäß gibt es aus Qualitätssorge keine Wiedergewinnungspulver im Verschleißblock), ist eine mögliche, aber im Rahmen der Erfindung nicht bevorzugte Abwandlung.

[0092] Schließlich kann, wie in den Fig. 9 und Fig. 9a ersichtlich, der Schleifkontakt (**1**) gemäß der Erfindung auch einen sog. Einschleifblock (**1D**) aufweisen, der mit dem Verschleißblock (**1B**) und evtl. auch mit dem Kommutierungsblock (**1C**) fest verbunden ist, wie in der Fig. 9b dargestellt ist. Dieser Einschleifblock (**1D**) wird durch Kompression eines sog. Einschleifpulvers (**4D**) erhalten, wobei der Einschleifblock (**1D**), der die Krümmung des Kollektors aufweisen kann, zur Beschleunigung des Einschleifens und zur Bildung der Gleitfläche des Kollektors bei Inbetriebnahme des Elektromotors bestimmt ist und sich rasch anpaßt, um eine reibende Fläche zu bilden, die sich über fast die Gesamtheit der Reiboberfläche erstreckt, wobei die Grenzfläche (**1BD**) zwischen dem Verschleißblock (**1B**) und dem Einschleifblock (**1D**) vorzugsweise parallel zur Kompressionsrichtung (**13**) ist.

[0093] Es gibt tatsächlich Bereiche, die den Verkauf eines schon eingeschliffenen Motors beim Kunden derart erfordern, daß beim Start der Motor hinsichtlich der Leistungen (Stärke) und des Niveaus von Störungen (Lärm) stabil ist. Dies erfordert eine Einschleifphase beim Hersteller von Motoren, welche Phase vorteilhaft dank der Schleifkontakte abgekürzt wird, die mit einem Einschleifblock (**1D**) versehen sind.

[0094] Alle nach dem Verfahren der Erfindung erhaltenen Schleifkontakte stellen einen zweiten Gegenstand der Erfindung dar, der unter Berücksichtigung der großen Zahl möglicher Kombinationen im Rahmen der Erfindung auf die in den Figuren dargestellten oder in den Beispielen beschriebenen Schleifkontakte nicht begrenzt ist.

[0095] Wenn man die Gesamtheit der hauptsächlichen angegebenen Funktionen und der entsprechenden Blöcke eines Schleifkontakts gemäß der Erfindugn zusammenfaßt, findet man:

* einen Verschleißblock (**1B**), der aus einem elektrisch leitenden Gemisch mit einem Metallpulver, einem Graphitpulver, einem Bindemittel und Zusatzstoffen erhalten wird, wobei der Widerstand (rho) an die Endbestimmung des Schleifkontakts durch Einstellung insbesondere des Gehalts an Metallpulver angepaßt ist,
* einen Kommutierungsblock (**1C**), der aus einem dem zum Verschleißblock (**1B**) führenden analogen Gemisch, jedoch einer Zusammensetzung erhalten wird, die gewählt wird, um einen wenigstens zweifach höheren Widerstand als den des Verschleißblocks (**1B**) zu erhalten,
* einen Verankerungsblock (**1A**), der aus einem dem zum Verschleißblock (**1B**) führenden analogen Gemisch erhalten wird, wobei jedoch das Graphitpulver durch ein wirtschaftliches oder Wiedergewinnungspulver ersetzt werden kann und der Widerstand höchstens gleich dem des Verschleißblocks gewählt wird,
* einen Einschleifblock (**1D**), der aus einem dem zum Verschleißblock (**1B**) führenden analogen Gemisch erhalten wird, wobei jedoch die Pulver und der Bindemittelgehalt (verringert) so gewählt werden, daß die Härte des Einschleifblocks geringer als die des Verschleißblocks ist (typisch zweifach geringer).

[0096] In allgemeiner Weise bestimmt man, ausgehend von einem Bezugswert von rho_B (Widerstand des Verschleißblocks **1B**), der je nach den Verwendungen variabel ist (beispielsweise ist rho_B für Schleifkontakte einer Benzinpumpe in der Größenordnung von 2000 – 3000 µΩcm, für Schleifkontakte von elektrischen Bohrmaschinen jedoch in der Größenordnung von 100000 µΩcm), die Werte von rho für die anderen Blöcke (**1A**, **1C**, **1D** ...).

[0097] Der Wert von rho_A des Verankerungsblocks (**1A**) ist höchstens gleich dem von rho_B und meistens merklich unter dem von rho_B.

[0098] Dagegen ist der Wert von rho_C des Kommutierungsblocks (**1C**) größer (allgemein 2 – 3fach größer) als der von rho_B.

[0099] Was den Wert von rho_D des Einschleifblocks (**1D**) betrifft, ist sein Wert nahe dem von rho_B, wobei der wesentliche Unterschied zwischen dem Verschleißblock (**1B**) und dem Einschleifblock (**1D**), wie bereits angegeben, hauptsächlich ein Härteunterschied ist, d.h. daß der Einschleifblock (**1D**) weicher als der Verschleißblock (**1B**) ist.

[0100] Wie schon erwähnt, sind die Bestandteile jedes Pulvertyps (**4A**, **4B**, **4C** ...) und die Rezeptur jedes Pulvertyps an sich dem Fachmann bekannt, der imstande ist, die Zusammensetzung eines Pulvers zu variieren und den Gehalt jedes Bestandteils eines Pulvers anzupassen, um den gewünschten Widerstandswert (rho) zu erhalten, indem er vor allem den Gehalt der am meisten leitenden Stoffe (Kupferpulver) reguliert, oder einen mehr oder weniger weichen Block zu erhalten, indem er den mehr oder weniger großen Gehalt an Bindemittel reguliert.

[0101] Tatsächlich verfügt der Hersteller von Schleifkontakten allgemein über mehrere hundert oder tausend Zusammensetzungsrezepte, die praktisch die Gesamtheit des Widerstands- und des Härtebereichs erfassen, der in den Schleifkontakten angetroffen wird.

[0102] Die (metallischen oder kohlenstoffhaltigen, im wesentlichen aus Graphit bestehenden) Pulver, Bindemittel und Zusatzstoffe, die zur Herstellung der Schleifkontakte dienen, sind dem Fachmann als solche bekannt. Als verwendetes Bindemittel kann man die Phenolharze nennen. Als Zusatzstoff kann man das Blei und das Molybdänsulfid nennen, die das Gleiten des Schleifkontakts auf dem Kollektor begünstigen.

[0103] Die Schleifkontakte gemäß der Erfindung weisen obligatorisch zwei unterschiedliche Blöcke mit einer zur Kompressionsrichtung parallelen Grenzfläche, stets einen Verschleißblock (**1B**) und meistens einen Verankerungsblock (**1A**) auf. Wenn jedoch der Verankerungsblock und der Verschleißblock vereint sind, wie in der Fig. 6 dargestellt, ist der zweite Block ein Kommutierungsblock (**1C**).

[0104] Indessen ist das Verfahren der Erfindung nicht auf die Herstellung von Schleifkontakten beschränkt, die mit den alleinigen erwähnten Funktionen versehen sind. Tatsächlich beschränkt das erfindungsgemäße Verfahren weder die Zahl aufeinanderfolgender Pulverladungen noch die Art dieser Pulver bezüglich ihrer Funktion, noch die Eigengeometrie jedes endgültigen Blocks. Sie läßt also leicht die Zufügung jeder Zusatzfunktion zu.

[0105] Ebenso schließt, obwohl es in allgemeiner Weise bevorzugt wird, daß der Schleifkontakt (**1**) gegenüber dem Kollektor so ausgerichtet wird, daß die Kompressionsrichtung (**13**) des Schleifkontakts senkrecht zur radialen Richtung r ist, die Erfindung nicht aus, daß in bestimmten Fällen und unter Berücksichtigung der großen Vielfalt der Verwendungsbedingungen der Schleifkontakte die Schleifkontakte gemäß der Erfindung ohne größeren Nachteil mit einer zur radialen Richtung r parallelen Kompressionsrichtung verwendet werden können.

BEISPIELE

[0106] Alle Figuren und, was die Schleifkontakte selbst betrifft, insbesondere die Fig. 5 bis Fig. 9b stellen Beispiele der Erfindung dar.

Beispiel 1

[0107] Man stellte Schleifkontakte für 12 V – Anlasser gemäß den Fig. 7 und Fig. 7a mit den folgenden Abmessungen her:

– L = 23 mm (L_A = 7 mm/L_B = 16 mm)
– H = 10 mm (H_B = 8 mm/H_C = 2 mm)
– 1 = 20 mm

[0108] Für diese Verwendung sind die angestrebten Widerstandswerte (rho) für jeden Block:

– Verschleißblock (**1B**): rho_B der Größenordnung von 50 µΩ.cm
– Verankerungsblock (**1A**): rho_A der Größenordnung von 30 – 50 µΩ.cm
– Kommutierungsblock (**1C**): rho_C der Größenordnung von 300 µΩ.cm

A) Die verwendeten Pulver:

[0109] Das Gemisch von Pulvern, das das Verschleißpulver (**4B**) dieser Versuchsserie bildet, weist auf:

– Kupferpulver mit massiven Körnern einer spezifischen Oberfläche von 1800 cm^2/g und einer mittleren Teilchengröße von 100 µm (65 Gew.-%),
– Naturgraphitpulver (Schuppen von etwa 200 µm bei 10 µm Dicke) (20 Gew.-%) ,
– ein Bindemittel (Phenolharz) (10 Gew.-%),
– Zusatzstoffe (MoS_2, Blei ...) (insgesamt 5 Gew.-%).

[0110] Die anderen Gemische von Pulvern leiten sich von diesem mit den jedem Pulvertyp eigenen Korrekturen (Wert von rho, Härte, Rückführung von Wiedergewinnungspulver) ab:

– für das Verankerungspulver (**4A**) verwendete man Wiedergewinnungspulver anstelle der Kup-

fer- und Graphitpulver und paßte die Kompressibilität (Kompressibilitätsabweichung unter 5 %, da Grenzflächenhöhe H > 5 mm) und den Wert von rho mit Hilfe von metallischen Kupferpulvern an. Es ist zu bemerken, daß man in anderen Fällen eventuell Graphitpulver oder auch, je nach dem Fall, nichtleitende kohlenstoffhaltige Pulver hätte verwenden müssen.
– Für das Kommutierungspulver (**4C**) erhöht man den Widerstand des Verschleißpulvers (**4B**) unter Verwendung einer zweifach geringeren Kupfermenge (wobei die Graphitpulvermenge als Konsequenz erhöht wird).
– Für das Einschleifpulver verringert man die Härte, indem man etwa zweifach weniger Bindemittel verwendet.

B) Herstellung der Schleifkontakte:

[0111] Für die Versuche verwendete man eine Form des Typs mit beweglichem Boden (**10**), deren Querschnitt 20 × 23 mm (Form mit Endmaßen unter Berücksichtigung der vorab gemessenen Schrumpfung beim Ausbrennen) und deren Tiefe 40 mm waren, welche Form von zwei Behältern **8** und **8'**, wie in der Fig. 10 gezeigt, gespeist wurde, deren jeder mit einer Trennwand (**9**) ausgerüstet war, deren Stellung die Bildung der Grenzflächen **1AC** und **1AB** ermöglichte.

[0112] Man chargierte zunächst auf 6 mm Höhe gleichzeitig Verankerungpulver (**4A**) und Kommutierungspulver (**4C**) mit Hilfe des ersten Behälters (**8**) und dann auf 24 mm Höhe gleichzeitig Verankerungspulver (**4A**) und Verschleißpulver (**4B**) mit Hilfe des zweiten Behälters (**8'**). Die Gesamthöhe Ho ist 30 mm.

[0113] Man komprimierte anschließend die Gesamtheit dieser Pulver mit einem Kolben (**5**), der mit einer Öffnung versehen war, durch die das Ende einer Kupferlitze (**2**) (auf etwa 5 mm) durchging.

[0114] Man übte einen Druck von etwa 4 t/cm^2 (d.h. etwa 40 MPa) aus, um einen Rohschleifkontakt einer Endhöhe Hp nahe oder etwas über 10 mm zu erhalten.

[0115] Man unterwarf anschließend die erhaltenen Rohschleifkontakte einer Wärmebehandlung bei 600 °C unter reduzierender Atmosphäre während 30 min in einem Durchlaufofen. Diese Behandlung spielt eine vielfältige Rolle: Polymerisierung, dann Carbonisierung des Bindemittels, Sinterung der Metallpulver usw. ...

[0116] Man bearbeitete schließlich die Schleifkontakte auf die Endabmessungen (H = 10 mm, L = 23 mm, 1 = 20 mm).

[0117] Man führte auch Versuche durch, bei denen man die Füllungsreihenfolge umkehrte: Man führte zunächst gleichzeitig die Pulver (**4A**) und (**4B**) vom Behälter (**8'**) und danach die Pulver (**4A**) und (**4C**) vom Behälter (**8**) ein.

[0118] Man fertigte mit derselben Form die Gesamtheit der in den Fig. 5 bis Fig. 9b dargestellten Schleifkontakte.

[0119] Im Fall des Schleifkontakts der Fig. 9b wurde der Einschleifblock (**1D**) aus einem dem Verschleißpulver (**4B**) analogen Einschleifpulver (**4D**), jedoch mit zweifach weniger Bindemittel (Bindemittel durch Graphitpulver ersetzt) erhalten.

[0120] All diese Schleifkontakte wurden bezüglich ihrer mechanischen Eigenschaften (Festigkeit der Schleifkontakte und feste mechanische Verbindung zwischen den Blöcken desselben Schleifkontaks), ihrer elektrischen Eigenschaften und auf dem Prüfstand am Motor getestet. Sie zeigten in jeder Hinsicht die erwarteten Eigenschaften unter Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen Strukturen, d.h. wenigstens so gute Eigenschaften wie die der Produkte des Standes der Technik, die die gleichen Funktionen (Verankerung/Verschleiß/Verbindung/Einschleifen) allgemein getrennt und nicht notwendigerweise mit der guten Ausrichtung (Kompressionsrichtung (**13**) nicht notwendigerweise senkrecht zur Richtung r, wie bei der Erfindung) aufwiesen.

[0121] Andererseits bestätigten die an den verschiedenen, zur Kompressionsrichtung (**13**) parallelen oder senkrechten Grenzflächen vorgenommenen Schnitte die Güte der Schleifkontakte und zeigten gleichzeitig die geringe Dicke der Grenzfläche (Ej unter 2 mm) und die gute Ebenheit jeder Grenzfläche (ΔL unter 2 mm).

Beispiel 2

[0122] Man führte eine zweite Serie von Versuchen durch, die sich von den vorstehenden Versuchen in dem Sinn unterscheiden, daß die elektrischen Leiter (**2**) nicht während des Kompressionsschritts, sondern durch Löten nach der Endbearbeitung an den Schleifkontakten befestigt wurden.

[0123] Während dieser Versuche verwendete man Formen, die zum Erhalten von Schleifkontakten mit Nut (**14**) geeignet sind, also Formen wie die in den Fig. 12a und b, Fig. 13a und b gezeigten, um Schleifkontakte zu erhalten, wie sie in den Fig. 12c und Fig. 13c dargestellt sind.

[0124] Diese Verfahrensvariante gemäß der Erfindung ermöglichte eine Durchführung einer Wärmebehandlung bei einer höheren Temperatur (900°C) als in der ersten Versuchsserie, wo die Wärmebehandlungstemperatur durch die Gegenwart eines

elektrischen Leiters aus Kupfer (geflochtenes oder verlitztes Kabel) beschränkt ist, dessen mechanische Eigenschaften zu bewahren sind.

[0125] So ermöglichte diese Erhöhung der Wärmebehandlungstemperatur, den Fächer der brauchbaren Pulver zu erweitern und insbesondere wirtschaftliche Pulver, wie z.B. Eisenpulver, insbesondere für die Herstellung des Verankerungsblocks (**1A**) zu verwenden.

[0126] Man stellte auch Varianten von Schleifkontakten her, bei denen die Gesamtheit oder ein Teil des Verankerungsblocks aus Kupferpulver erhalten wird und aus gesintertem Kupferpulver besteht, was in Verbindung mit dem Vorliegen von Nuten (**14**) oder evtl. von Löchern durch Schweißen/Löten zu einer sehr festen Verankerung des Endes des elektrischen Leiters (**2**) und des Schleifkontakts (**1**) führt.

[0127] Natürlich wird die Ausrichtung der Nuten (**14**) oder der Löcher von jeder Verwendungsart abhängen, da für eine gegebene Verwendungsart eine optimale Positionierung existieren muß, bei der die Bruchgefahr des elektrischen Leiters unter Berücksichtigung der Schwingungen des Motors minimiert wird. Außerdem kann es zu diesem Zweck vorteilhaft sein, daß die Nut (**14**) an ihrem äußeren Ende aufgeweitet ist, wie in der Fig. 13a dargestellt ist.

Vorteile der Erfindung

[0128] Es sind zunächst die großen Möglichkeiten der Erfindung hervorzuheben, was die Vielfältigkeit der Auslegung der Schleifkontakte in dem Maß betrifft, wo das bei der Erfindung entwickelte Konzept den Weg für praktisch jede Herstellung von zusammengesetzten Schleifkontakten mit wenigstens zwei Blöcken öffnet.

[0129] Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglichst also, in ein und demselben Schleifkontakt Leistungsqualitäten zu vereinigen, die man beim Stand der Technik allgemein in getrennten Schleifkontakten fand.

[0130] Dieses Verfahren ermöglicht dem Hersteller, eine sehr große Palette von Schleifkontakten anzubieten und – dank der Raschheit einer Anpassung des Verfahrens – den neuen Bedürfnissen der Abnehmer zu genügen.

[0131] Außerdem ist dieses Verfahren für zukünftige Entwicklungen völlig offen, die die Integrierung neuer Funktionen mit den hier erwähnten, nicht beschränkenden Funktionen bezwecken.

[0132] Was den wirtschaftlichen Aspekt betrifft, führt die Möglichkeit der Rückführung bzw. Verwendung der Pulver (Rückgewinnungspulver) bei einem Wert von fast Null (oder eventuell einem negativen Wert) oder einem etwas erhöhten Wert, zu einer merklichen Verringerung des Gestehungspreises, die in bestimmten Fällen von 5 bis 15 % gehen kann, was für ein Produkt wesentlich ist, das Gegenstand einer Massenproduktion ist.

[0133] Andererseits ist es wohl nicht nötig, für einen Hersteller den ökonomischen (und ökologischen) Vorteil zu erwähnen, die eigenen Abfälle (Pulver oder Abfälle, die sich aus der Herstellung der Schleifkontakte und insbesondere der Endbearbeitung der Schleifkontakte ergeben) rückzuführen.

[0134] Schließlich ermöglicht die Erfindung, Schleifkontakte ohne elektrische Leiter, jedoch deren Aufnahme unter den Bedingungen einer automatischen Fertigung, insbesondere auf der gleichen Montagelinie beim Abnehmer und zur Bildung einer im wesentlichen gegenüber Schwingungen so widerstandsfähigen Verankerung wie die beim Einführen des Endes der elektrischen Leiter während der Kompression der Pulver erhaltene geeignet, herzustellen.

[0135] Die Erfindung ist auf die Herstellung aller Arten von Schleifkontakten anwendbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Vielschicht-Schleifkontakten (**1**), die mit elektrischen Leitern (**2**) bestückt und zum Sichern des elektrischen Kontakts mit dem Kollektor eines Elektromotors bestimmt sind, das eine Beladung einer Form (**3**) mit wenigstens zwei elektrisch leitenden Pulvern (**4A**, **4B**, **4C**, ...), eine Kompression des Inhalts der Form mit Hilfe wenigstens eines Kolbens (**5**) zur Bildung eines rohen Schleifkontakts (**7**), eine Wärmebehandlung des rohen Schleifkontakts (**7**) sowie eine Fixierung der Enden der elektrischen Leiter (**2**) umfasst, wobei die Beladung der Form (**3**) die gleichzeitige Einführung wenigstens zweier leitender Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...) aufweist, wobei jedes der gleichzeitig eingeführten Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...) durch eine obere Öffnung (**6**) der Form (**3**) dank Trennungsmitteln (**9**) in einem gesonderten Materialstrom so fließt, dass nach dem Kompressionsschritt und der Wärmebehandlung ein aus fest verbundenen Blöcken (**1A**, **1B**, **1C**, ...) gebildeter Schleifkontakt (**1**) erhalten wird, bei dem jeder der Blöcke (**1A**, **1B**, **1C**, ...) eines der in die Form (**3**) eingeführten Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...) aufweist und eine Grenzfläche (**1AB**, **1BC**, ...) zwischen den Blöcken (**1A**, **1B**, **1C**, ...) wenigstens teilweise in der Kompressionsrichtung (**13**) ausgerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass, um zwischen den wenigstens gleichzeitig eingeführten Pulvern (**4A**, **4B**, **4C**, ...) eine schmalst- und ebenstmögliche Grenzfläche (**1AB**, **1BC**, ...) zu erhalten, die Form (**3**) einen beweglichen Boden (**10**) aufweist, der zu Beginn der Beladung der Form (**3**) auf Höhe der oberen Öffnung

(**6**) angeordnet ist und im Maße der Einführung der Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...), die in einem Vorratsbehälter gespeichert sind, durch Schwerkraft oder durch erzwungene Bewegung absinkt, wobei der Vorratsbehälter mit wenigstens einer Trennwand (**9**) ausgerüstet ist, die das Niveau der oberen Öffnung (**6**) erreicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass, um jede in der Kompressionsrichtung (**13**) ausgerichtete Grenzfläche (**1AB**, **1BC**, ...) im Wesentlichen eben zu erhalten, die gleichzeitig eingeführten Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...) Kompressibilitätskurven aufweisen, die nicht über +/– 10 % im Kompressionsbereich des Schleifkontakts (**1**) variieren, wo es eine Gefahr plastischen Fließens der Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...) gibt (Druck P < 0, 5 t/cm^2, d. h. etwa 5 MPa).

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Fall von Schleifkontakten (**1**), deren Grenzfläche (**1AB**, **1BC**, ...) in der Kompressionsrichtung eine Höhe H über 5 mm aufweist, die gleichzeitig eingeführten Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...) Kompressibilitätskurven aufweisen, die nicht über +/– 5 in dem durch P < 0,5 t/cm^2 definierten Kompressionsbereich des Schleifkontakts (**1**) variieren.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Beladung der Form (**3**) eine erste gleichzeitige Einführung wenigstens zweier Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...) aufweist, auf die wenigstens eine zweite gleichzeitige Einführung wenigstens zweier Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...) folgt.

5. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Beladung der Form (**3**) außer einer gleichzeitigen Einführung wenigstens zweier Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...), die parallele Ströme bilden, vor oder nach dieser gleichzeitigen Einführung die Einführung eines Pulvers (**4A**, **4B**, **4C**, ...), das von den gleichzeitig eingeführten (oder einzuführenden) Pulvern (**4A**, **4B**, **4C**, ...) verschieden ist, in die Form (**3**) derart aufweist, um außer einer in der Kompressionsrichtung (**13**) ausgerichteten Grenzfläche (**1AB**, **1BC**, ...) eine senkrecht zur Kompressionsrichtung (**13**) ausgerichtete Grenzfläche (**1AB**, **1BC**, ...) zu bilden.

6. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man die Fixierung der Enden der elektrischen Leiter (**2**) sichert, indem man die elektrischen Leiter (**2**) in die leitenden Pulver (**4A**, **4B**, **4C**, ...) mit Hilfe des Kolbens (**5**) während der gleichzeitigen Kompression des Inhalts der Form (**3**) derart einführt, dass die Kompression zur Verankerung an einem der Blöcke (**1A**, **1B**, **1C**, ...) des Schleifkontakts (**1**) ausgenützt wird.

7. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man die Fixierung der Enden der elektrischen Leiter (**2**) durch Schweißen oder Löten der Enden an die Schleifkontakte (**1**) oder zu diesem Zweck vorgesehene Verankerungsblöcke (**1A**) sichert, wobei die Schleifkontakte (**1**) ein Verankerungsmittel (**14**) (Nut, Loch ...) aufweisen, das zur Aufnahme der Enden derart bestimmt ist, um die Schleifkontakte (**1**) und die elektrischen Leiter (**2**) stark zu verbinden.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass man einen Verbundschleifkontakt (**1**) mit wenigstens zwei Blöcken (**1A**, **1B**, **1C**, ...), von denen der eine (**1B**) die Verschleißfunktion sichert und der andere (**1A**) die Funktion der Verankerung des elektrischen Leiters (**2**) sichert, bildet, indem man in die Form (**3**) gleichzeitig ein Pulver (**4B**), das sich zur Bildung eines den Kontakt mit dem Kollektor sichernden Verschleißblocks (**1B**) eignet, und ein Pulver (**4A**) einführt, das sich zur Bildung eines Blocks (**1A**) zur Verankerung des elektrischen Leiters (**2**) eignet.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das zur Bildung eines Verankerungsblocks (**1A**) geeignete Pulver (**4A**) ein Wiedergewinnungspulver aufweist, das besonders vom Verschleiß von Schleifkontakten stammt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
a) Man beschafft eine Charge des zur Bildung eines Verschleißblocks (**1B**) geeigneten Pulvers (**4B**) und eine Charge des Wiedergewinnungspulvers,
b) man stellt die Kompressibilitätskurven des Pulvers (**4B**) und des Wiedergewinnungspulvers auf und
c) man justiert die Kompressibilitätskurve des Wiedergewinnungspulvers durch Zusatz, je nach dem Fall, entweder eines wenig kompressiblen Pulvers oder eines kompressiblen Pulvers, um eine der des Pulvers (**4B**) nahe Endkompressibilität (Abweichung unter +/– 10 %) zu erhalten.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das wenig kompressible Pulver ein Metallpulver in Form von massiven Körnern auf Basis von Cu, Fe, ist und das kompressible Pulver entweder ein Metallpulver mit eingeschnittenen Körnern (dendritischen Körnern) auf Cu-Basis, oder ein Pulver aus leitendem kohlenstoffhaltigem Material ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das wenig kompressible Pulver aus Teilchen einer mittleren Größe über 60 µm gebildet ist, während das kompressible Pulver aus Teilchen einer mittleren Größe unter 60 µm gebildet ist.

13. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschleißblock (**1B**) außerdem einen sog. Kommutationsblock (**1C**) aufweist, der durch Kompression ei-

nes Kommutationspulvers (**4C**) (wenigstens zweifach weniger leitend als das erste Pulver) derart erhalten wird, um einen die Ausgangskante bildenden Kommutationsblock (**1C**) zu bilden, wobei die Grenzfläche (**1BC**) zwischen dem Verschleißblock (**1B**) und dem Kommutationsblock (**1C**) senkrecht zur Kompressionsrichtung (**13**) ist und wobei das den Verschleißblock (**1B**) bildende Pulver (**4B**) und das den Kommutationsblock (**1C**) bildende Pulver (**4C**) nicht gleichzeitig in die Form (**3**) eingeführt werden.

14. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschleißblock (**1B**) außerdem einen Einschleifblock (**1D**), der durch Kompression eines sog. Einschleifpulvers (**4D**) erhalten wird, aufweist, welcher Einschleifblock (**1D**), der eine der des Kollektors nahe Krümmung haben kann, dazu bestimmt ist, bei der Inbetriebsetzung des Elektromotors die Gleitfläche des Kollektors zu bilden, und sich schnell anpasst, um eine über quasi die Gesamtheit der Reiboberfläche reichende Reibfläche zu bilden, wobei die Grenzfläche (**1BD**) zwischen dem Verschleißblock (**1B**) und dem Einschleifblock (**1D**) parallel zur Kompressionsrichtung (**13**) ist.

15. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet,
dass der Verschleißblock (**1B**) aus einem elektrisch leitenden Gemisch (**4B**) erhalten wird, das ein Metallpulver, ein Graphitpulver, ein Bindemittel und Zusatzstoffe aufweist, wobei der Widerstand an die endgültige Bestimmung des Schleifkontakts vor allem durch Regulierung des Gehalts an Metallpulver angepasst wird,
dass der Kommutationsblock (**1C**) aus einem dem zum Verschleißblock führenden analogen Gemisch (**4C**), jedoch einer Zusammensetzung erhalten wird, die gewählt ist, um einen wenigstens zweifach höheren Widerstand zu erhalten,
dass der Verankerungsblock (**1A**) aus einem dem zum Verschleißblock führenden analogen Gemisch (**4A**) erhalten wird, wobei jedoch das Graphitpulver durch ein Rückgewinnungsprodukt ersetzt werden kann und der Widerstand höchstens gleich dem des Verschleißblocks gewählt wird, und dass der Einschleifblock (**1D**) aus einem dem zum Verschleißblock führenden analogen Gemisch (**4D**) erhalten wird, wobei jedoch die Pulver und der (verminderte) Bindemittelgehalt so gewählt werden, dass die Härte des Einschleifblocks (**1D**) geringer als die des Verschleißblocks (**1B**) (typisch zweifach geringer) ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

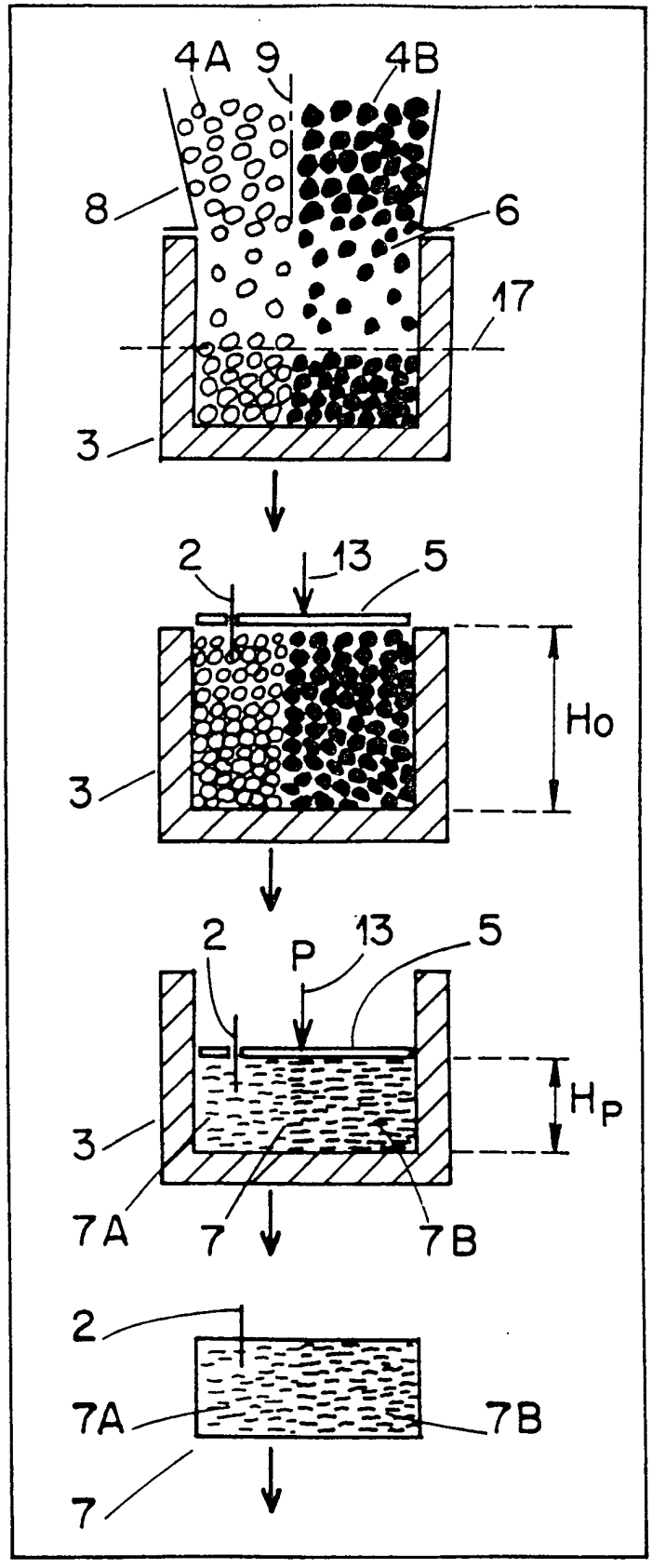


Fig. 1

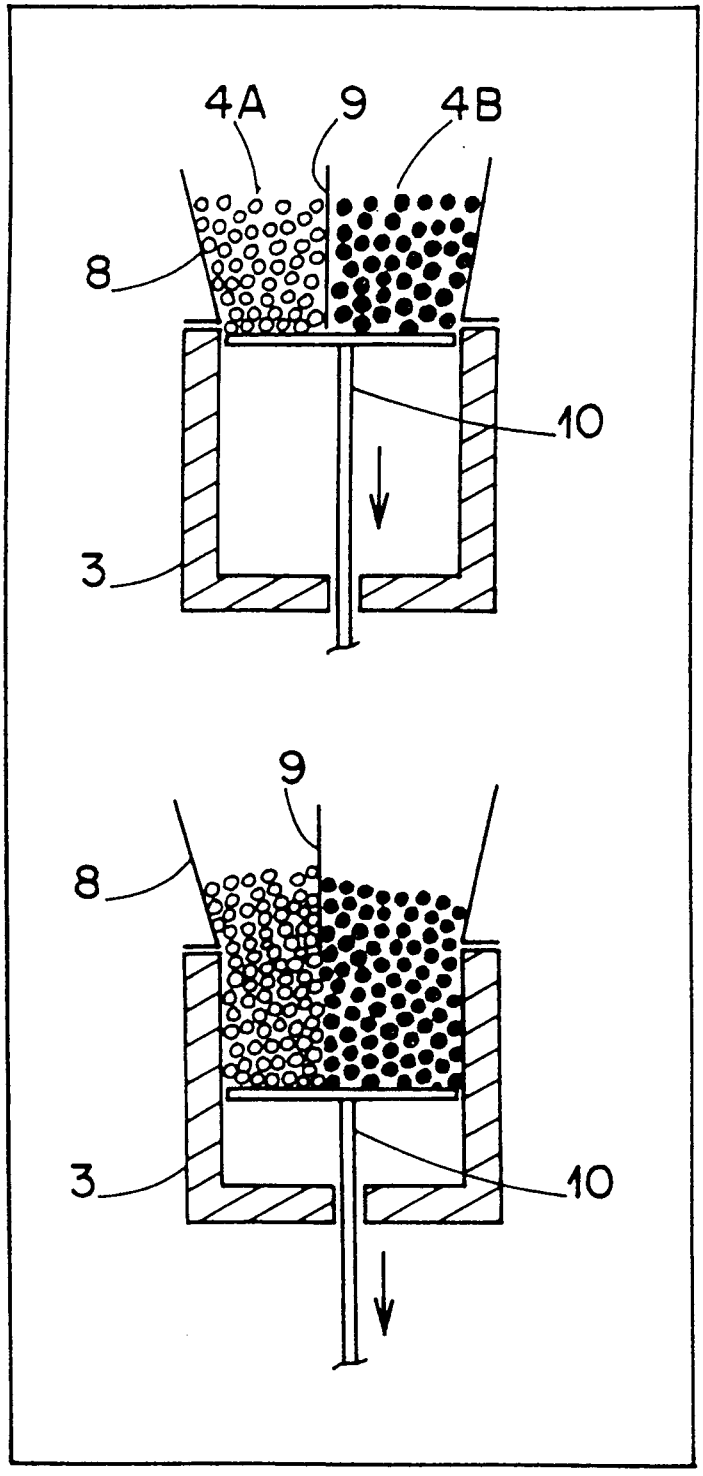


Fig. 2

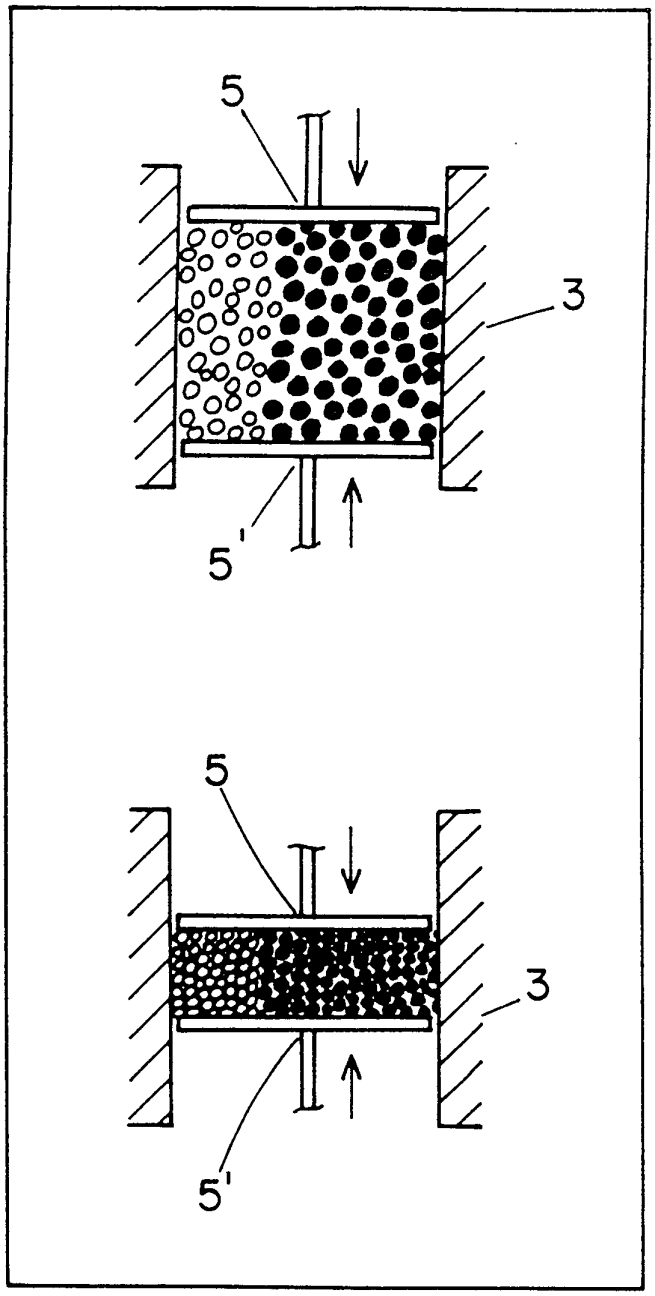


Fig. 3

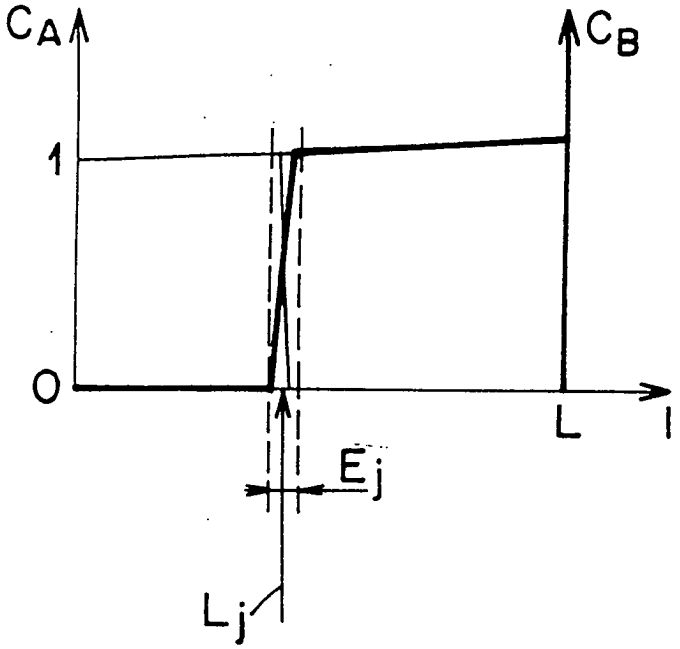


Fig. 4a

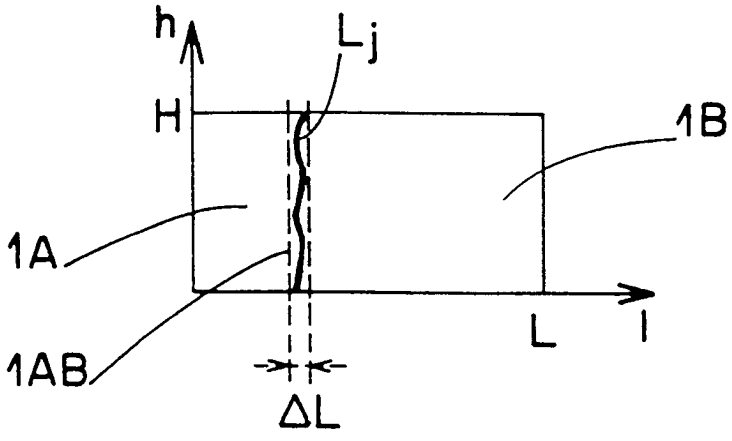


Fig. 4b

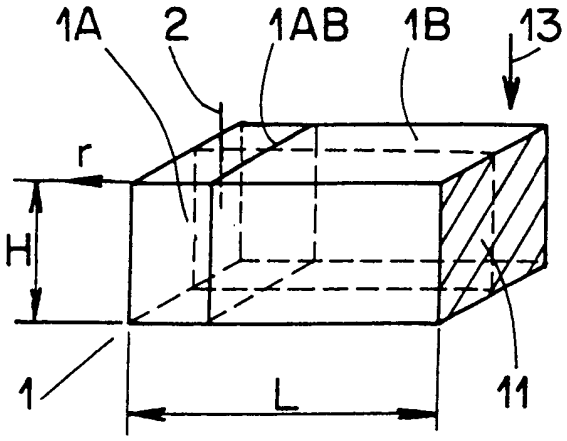


Fig. 5

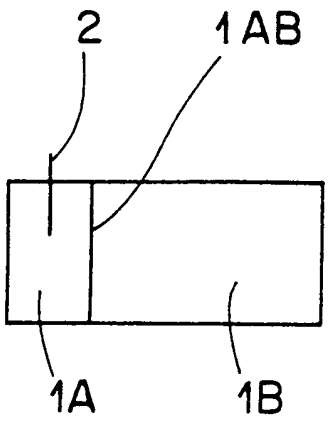


Fig. 5a

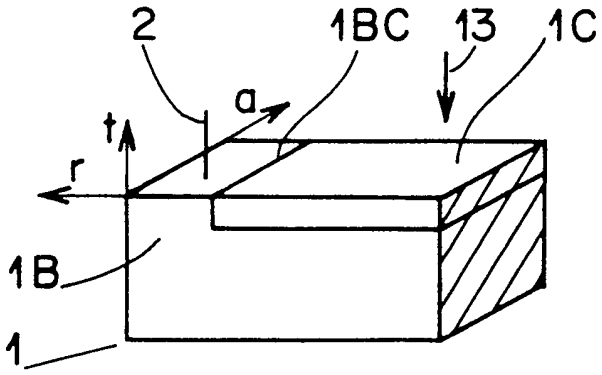


Fig. 6

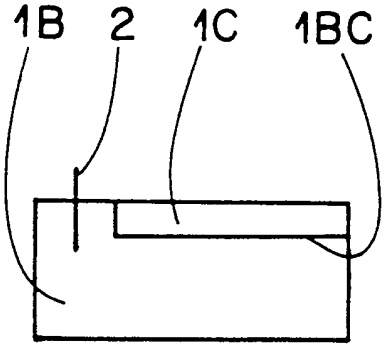


Fig. 6a

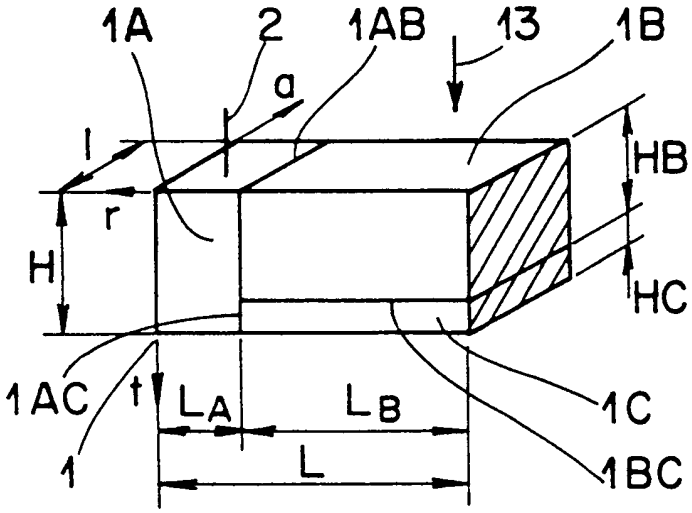


Fig. 7

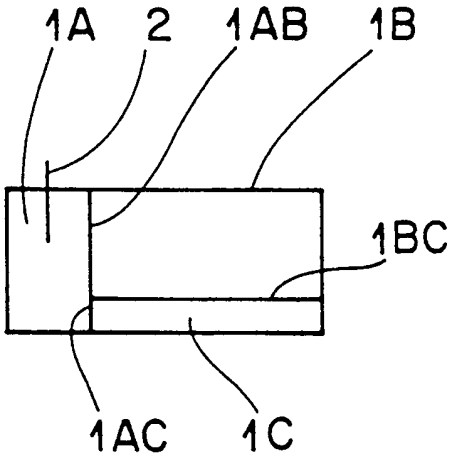


Fig. 7a

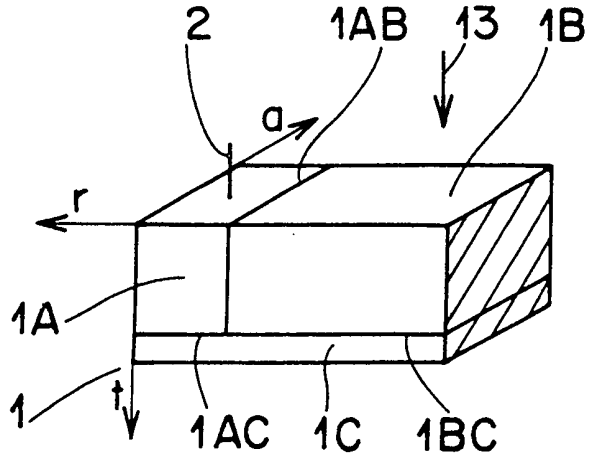


Fig. 8

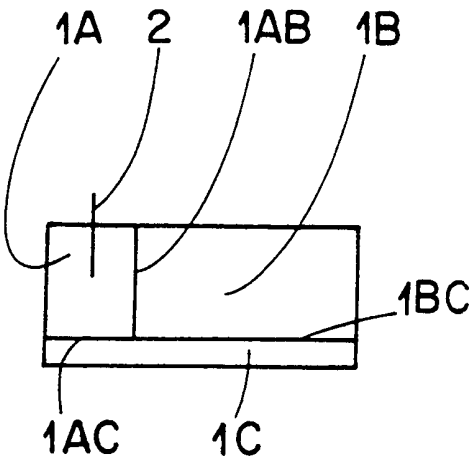


Fig. 8a

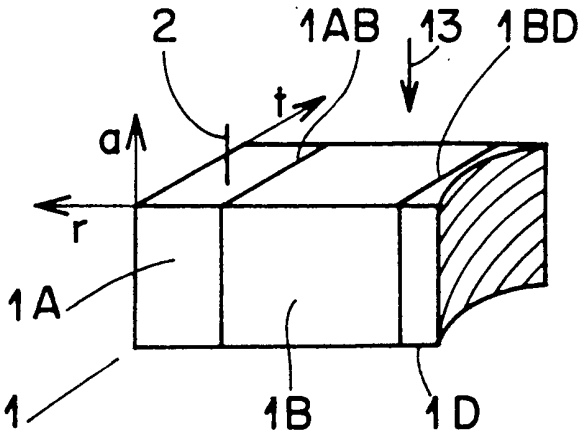


Fig. 9

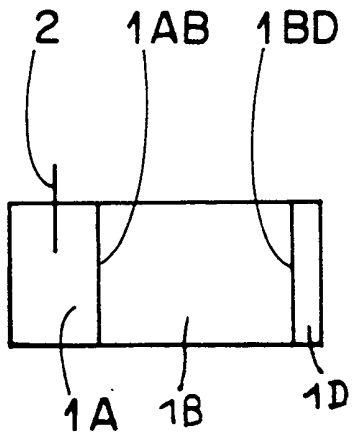


Fig. 9a

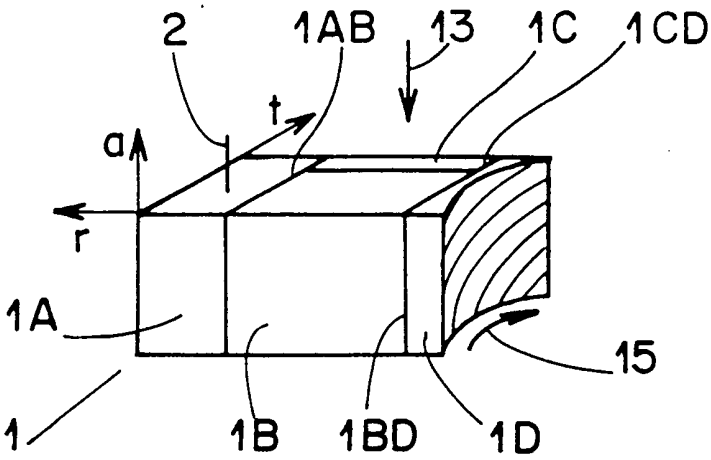


Fig. 9b

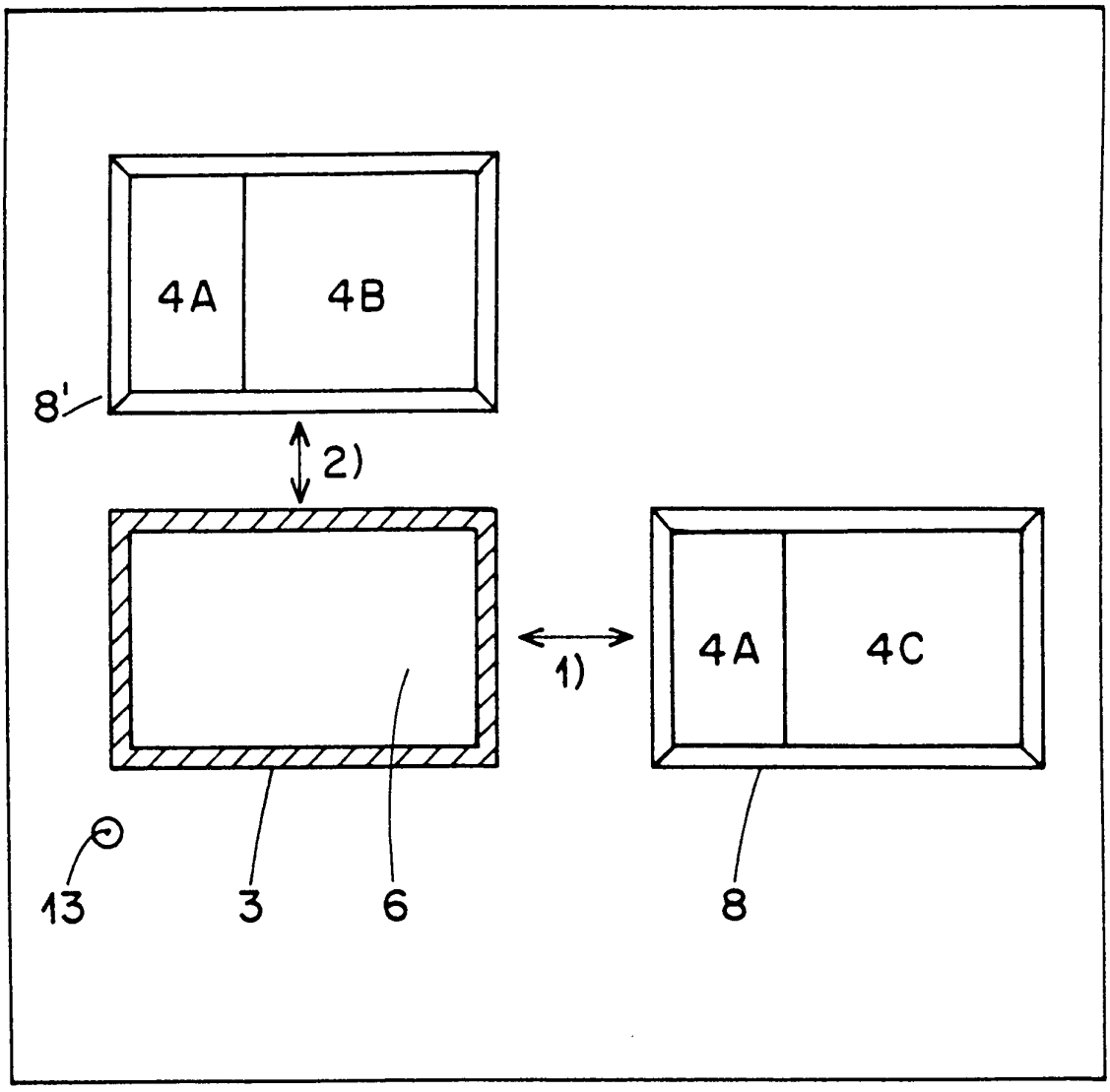


Fig. 10

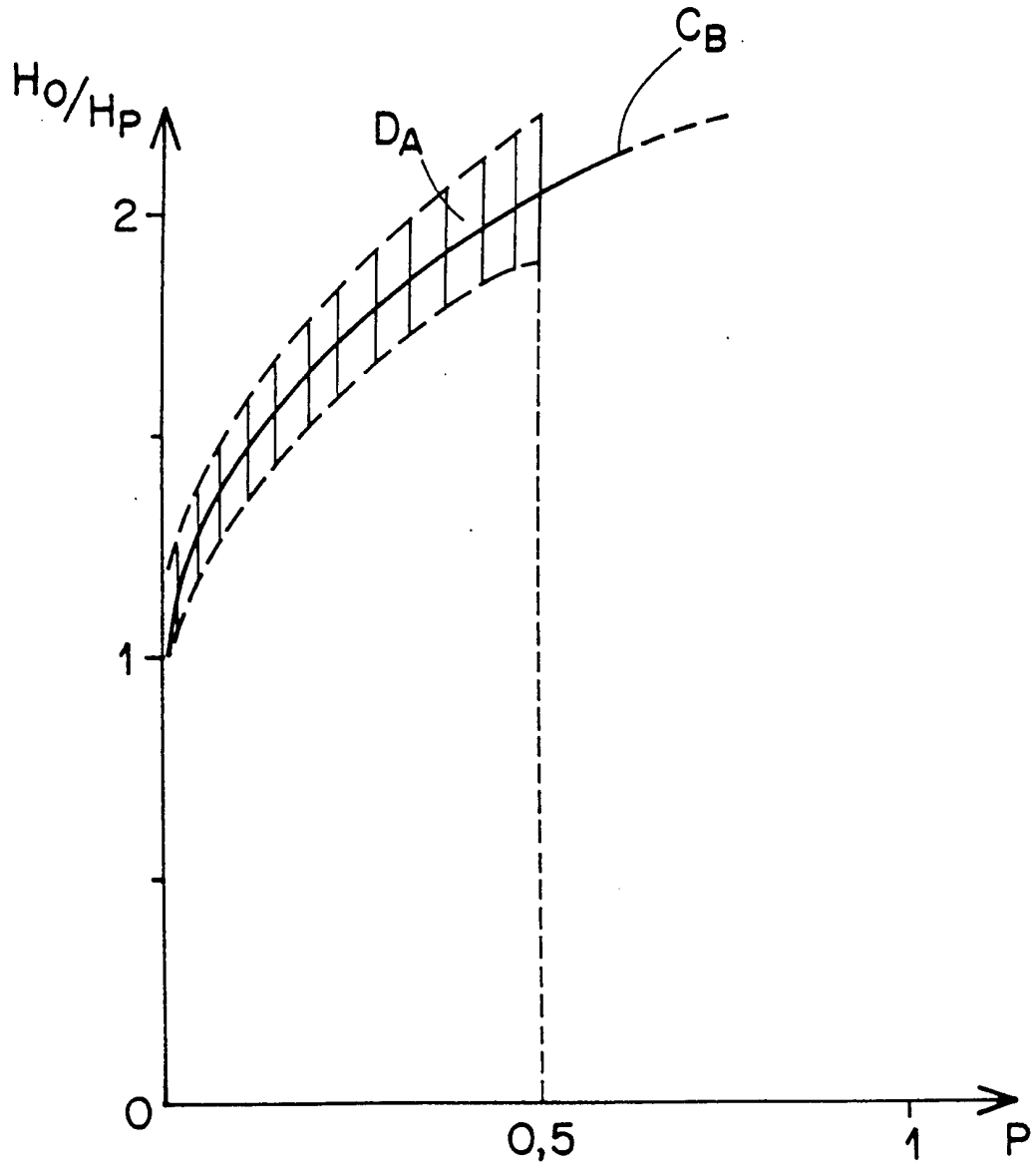


Fig. 11

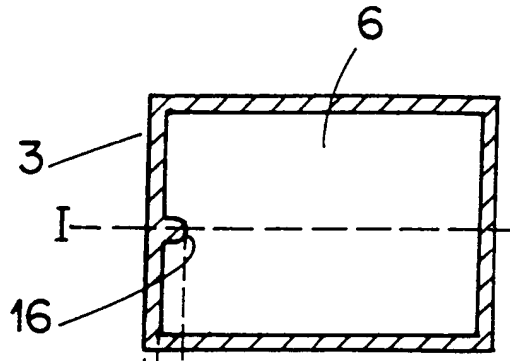


Fig. 12 a

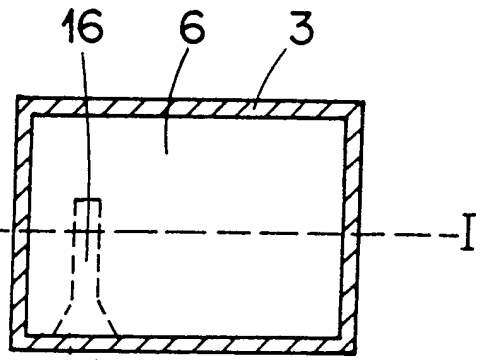


Fig. 13 a

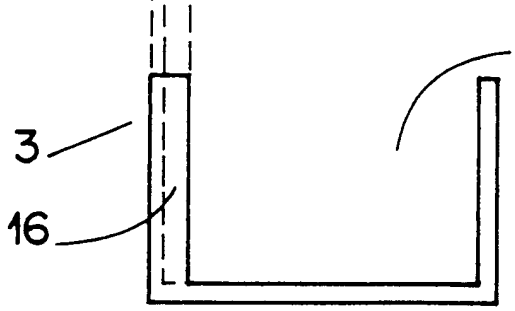


Fig. 12 b

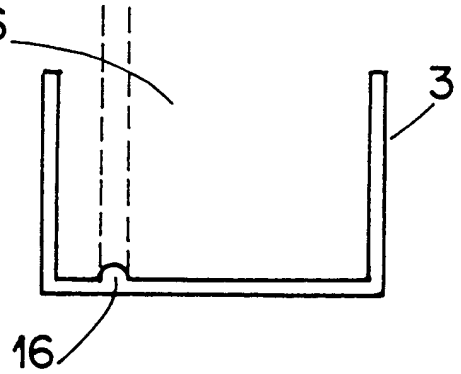


Fig. 13 b

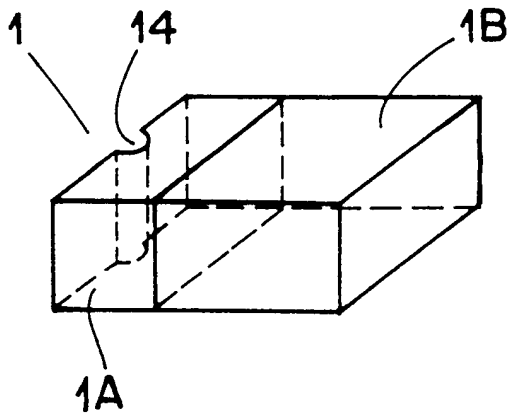


Fig. 12 c

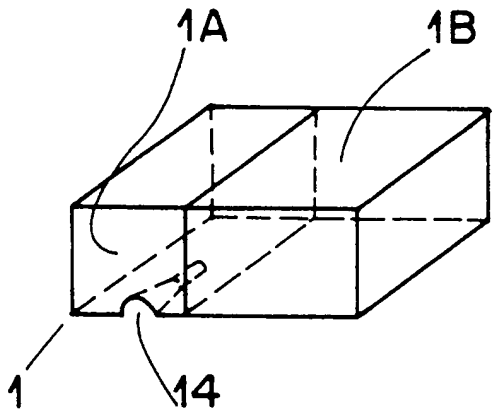


Fig. 13 c