

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: **79105276.4**

⑤① Int. Cl.³: **B 22 F 3/20, B 30 B 11/26**

⑱ Anmeldetag: **19.12.79**

③① Priorität: **30.01.79 DE 2903510**

⑦① Anmelder: **GLACIER GmbH - DEVA Werke,**
Schulstrasse 20 Postfach 1160,
D-3570 Stadthallendorf 1 (DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: **06.08.80**
Patentblatt 80/16

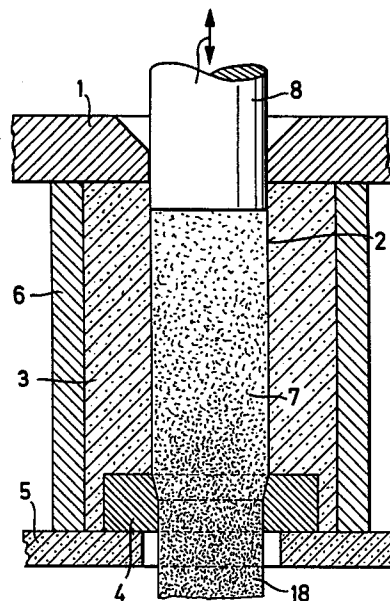
⑦② Erfinder: **Lichtinghagen, Klaus, Eulenweg 3,**
D-3575 Kirchhain 5 (DE)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **AT FR GB IT**

⑦④ Vertreter: **Geyer, Werner, Dr.-Ing. et al, GEYER,**
HAGEMANN & PARTNER
Destouchesstrasse 60 Postfach 40 07 45,
D-8000 München 40 (DE)

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zum kontinuierlichen Strangpressen elektrisch-leitfähiger, granulierter, vorzugsweise pulvermetallurgischer Werkstoffe.**

⑤⑦ Bei einem Verfahren zum kontinuierlichen Strangpressen elektrisch-leitfähiger, granulierter, vorzugsweise pulvermetallurgischer Werkstoffe wird der Werkstoff (7) mittels laufender Hübe eines Stempels (8; 8b) im Durchlaufkanal (2) eines Gesenkes gegen den Reibungswiderstand des im Gesenk vorhandenen, bereits verdichteten Strangabschnittes verdichtet, unter dem Druck des Verdichtungsdruckes im Durchlaufkanal (2) weitergeschoben, unter Erwärmung durch elektrische Ströme gesintert und über ein am Ende des Durchlaufkanals (2) angebrachtes Mundstück (4) stranggepreßt. Um dabei eine Erwärmung des Werkstoffes (7) im Gesenk zum Sintern derart zu erreichen, daß sie über den Strangquerschnitt möglichst gleichmäßig und weiterhin auch in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad des Werkstoffes (7) erfolgt, wird die Erwärmung zum Sintern längs des gesamten jeweils zwischen Stempel (8; 8b) und Mundstück (4) im Gesenk befindlichen Werkstoffes (7) durch Erzeugung eines in diesem fließenden, in Längsrichtung gerichteten Stromes vorgenommen. Bei einer hierfür geeigneten Vorrichtung sind der Stempel (8; 8b) und das Mundstück (4) am Gesenkausgang mit den Polen einer Spannungsquelle verbunden, wobei die Wand (3) des Durchlaufkanals (2) aus einem elektrisch nichtleitenden Material besteht.



GEYER, HAGEMANN & PARTNER
PATENTANWÄLTE

Destouchesstraße 60 · Postfach 400745 · 8000 München 40 · Telefon 089/30 40 71* · Telex 5-216 136 hage d
Telegramm hageypatent · Telekopierer 089/30 40 71

- 1 -

Verfahren und Vorrichtung zum kontinuierlichen Strang-
pressen elektrisch-leitfähiger, granulierter, vorzugs-
weise pulvermetallurgischer Werkstoffe

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum kontinuierlichen Strangpressen elektrisch-leitfähiger, granulierter, vorzugsweise pulvermetallurgischer Werkstoffe, bei dem der Werkstoff in ein Gesenk eingebracht, mittels laufender Hübe eines Stempels in einen Gesenk-Durchlaufkanal gegen einen durch einen Abschnitt des dort bereits verdichteten Stranges aufgebauten Reibungswiderstand verdichtet, unter dem Druck des Verdichtungs-
5 hubes im Gesenk-Durchlaufkanal weitergeschoben, unter Erwärmung durch elektrische Ströme gesintert und über
10 ein am Ende des Durchlaufkanales angebrachtes Mundstück stranggepreßt wird. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum kontinuierlichen Strangpressen elektrisch-leitfähiger,
15 granulierter, vorzugsweise pulvermetallurgischer Werkstoffe, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens

- der eingangs genannten Art, mit einem Gesenk, das einen Gesenk-Durchlaufkanal zum Durchschieben des Werkstoffes aufweist, mit einem Stempel zum Verdichten und Verschieben des Werkstoffes im Durchlaufkanal und zum Auspressen des Werkstoffstranges über ein am Ende des
- 5 Gesenkes befestigtes Mundstück, und mit einer Einrichtung zum Erwärmen des Werkstoffes im Durchlaufkanal durch elektrische Ströme.
- 10 Es ist ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt (deutsche Auslegeschrift Nr. 27 33 009), bei dem der jeweils zu verarbeitende pulvermetallurgische Werkstoff in einem Gesenk kontinuierlich stranggepreßt wird, wobei innerhalb eines bestimmten
- 15 Bereiches, in dem die Sinterung des verdichteten Werkstoffes stattfinden soll, eine Aufheizung des Werkstoffes durch Induktion vorgenommen wird. Die dabei erzeugten induktiven Wirbelströme zur Aufheizung des bereits verdichteten Werkstoffstranges führen allerdings
- 20 hauptsächlich zur Erwärmung der verwendeten metallischen Gesenke und werden nur in geringem Maße selbst auf der Oberfläche des Leiterstranges erzeugt. Die für die Sinterung erforderliche Aufwärmung des Gesamtstranges geschieht somit im wesentlichen rein durch Wärmeleitung vom
- 25 Gesenk bzw. von der Strangaußenfläche her in das Stranginnere. Dabei können gewisse Schwierigkeiten derart auftreten, daß nämlich die Innenquerschnitte des Stranges nicht immer zuverlässig erreicht werden bzw. zumindest örtlich relativ stark unterschiedliche Temperaturfelder
- 30 innerhalb des Werkstoffstranges auftreten. Die Wirkung der Induktionsheizung ist dabei auch beschränkt auf den Ort, wo das elektromagnetische Feld der induktiven Heizanlage am Strang angreift. Weiterhin ist für die relativ aufwendigen Induktionsheizungen ein ziemlich großer
- 35 Platzbedarf vorgesehen. Zudem sind induktive Heizungen auch nicht für alle elektrisch-leitfähigen Materialien

einsetzbar, sondern nur für solche, die magnetisierbar sind. Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß bei seiner Anwendung eine Verarbeitung
5 aller elektrisch-leitenden Materialien ermöglicht wird, eine gegenüber der induktiven Heizung gleichmäßigere Erwärmung des im Gesenk befindlichen Stranges über alle Leiterquerschnitte hinweg durchführbar und überdies eine mit fallendem Verdichtungsgrad des Werkstoffstranges
10 zunehmende Erwärmung desselben erzielbar ist, wobei gleichzeitig der apparative Aufwand besonders klein gehalten sein soll.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird bei
15 einem Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 dadurch gelöst, daß die Erwärmung zum Sintern längs des gesamten jeweils zwischen Stempel und Mundstück im Gesenk-Durchlaufkanal befindlichen Werkstoffes durch Erzeugung eines in diesem Werkstoffabschnitt fließenden,
20 in Stranglängsrichtung gerichteten Stromes vorgenommen wird. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird somit innerhalb des im Gesenk befindlichen Werkstoffstranges anstelle der bekannten induktiven Wirbelströme ein gerichteter Stromfluß erzeugt, der über alle Leiterquerschnitte
25 hinweg in Stranglängsrichtung fließt und dadurch auch innenliegende Leiterquerschnitte unschwer erwärmt. Hierdurch läßt sich eine sehr gleichmäßige Erwärmung über alle Leiterquerschnitte hinweg für jedes elektrisch-leitende Material erzielen. Bei der Erfindung wird die
30 Erkenntnis ausgenutzt, daß elektrisch-leitende Materialien, wie beispielsweise Metalle, Metalloide oder sogenannte "Leiter zweiter Klasse" (z.B. Graphit) mit abnehmender Dichte einen deutlich ansteigenden elektrischen Widerstand aufweisen. Dies beruht darauf, daß bei abnehmender Dichte die Kontaktstellen benachbarter Teilchen
35 geringer werden und damit dem fließenden Strom zunehmend

ein höherer Widerstand entgegengesetzt wird. Die hierbei auftretenden Verluste werden nahezu ausnahmslos in Wärmeenergie umgesetzt. Unter Ausnutzung dieser Erkenntnis wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Möglichkeit einer Verdichtung der eingesetzten pulvermetallurgischen Erzeugnisse unter Druck und gleichzeitig einwirkender Temperatur derart ausgenutzt, daß sich höchste Festigkeiten für den erzeugten Strang erzielen lassen. Da das Erreichen dieser Festigkeitseigenschaften jedoch durch die Materialeigenschaften der werkzeugbildenden Teile begrenzt ist, ist es wünschenswert, für die Herstellung von Sinterteilen (beispielsweise auf Eisenbasis) bei den einzusetzenden Sintertemperaturen von ca. 1150°C gleichzeitig einen hohen mechanischen Druck aufzubringen. Dies führt zu Teilen höchster Festigkeit und optimaler Dichte, wobei bislang das Erreichen dieses Zieles an der Werkzeugfrage deshalb scheiterte, da zum einen auch hochwarmfeste Stähle bei solchen Temperaturen keine Eigenfestigkeit mehr aufweisen, andererseits die einsetzbaren Keramikwerkstoffe, wie beispielsweise Siliciumnitrid oder Aluminiumoxid, bei solchen Temperaturen zwar eine entsprechende Temperaturbeständigkeit und Eigenfestigkeit aufweisen, jedoch nicht mehr in der Lage sind, auch nur geringe Zugspannungen zu verkraften. Da solche Zugspannungen jedoch innerhalb eines Gesenkes beim Verpressen eines Werkstoffes unvermeidbar eintreten, war bislang die gleichzeitige Anwendung hoher Drücke bei solchen Sintertemperaturen nicht möglich. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird hier eine Möglichkeit geschaffen, die zu bislang ungekannt guten Eigenschaften des erzeugten Endstranges führt. Beim Einsatz von Induktionsheizungen wurde bisher die Erwärmung elektrischleitender Werkstoffe auch dadurch begrenzt, daß die ggf. verwendeten Stützwerkstoffe für die eingesetzte keramische Matrize innerhalb der Gesenkbohrung ebenfalls induktiv erregt wurden und/oder bei hohen Temperaturen (z.B. über 1000°C) keine für das Verpressen mehr aus-

reichende Festigkeit aufweisen. Eine Widerstandsbeheizung von außen hat sich aus gleichen Gründen bislang ebenfalls ausgeschlossen. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt es demgegenüber, unter Ausnutzung der hohen thermischen Druckfestigkeit von Keramik und deren elektrischen Isolationseigenschaften den steigenden Eigenwiderstand elektrisch-leitender Materialien mit abnehmender Dichte für die Eigenerwärmung der Materialien auszunutzen. Dabei nimmt die Temperatur innerhalb des verdichteten Stranges vom Druckstempel her zum Mundstück stark ab, weil im Bereich des Mundstückes bereits die höchste Verdichtung vorliegt und gleichzeitig dort auch ein ausgezeichneter Kontaktschluß gegeben ist. Andererseits wird wegen des auftretenden hohen Eigenwiderstandes des am oberen Strangende zu verdichtenden, nachgefüllten Materiales während des Preßvorganges eine sehr starke Eigenerwärmung gerade innerhalb dieses zu verdichtenden Materiales erzeugt und damit eine Sinterung unter Druck ermöglicht, die zu den bemerkenswerten Festigkeitseigenschaften des unter Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugten Stranges führt.

Eine besonders einfache Möglichkeit zur Erzeugung des gewünschten gerichteten Stromflusses innerhalb des Werkzeugstranges im Gesenk wird dadurch erreicht, daß der Stromfluß im Werkstoff durch Anlegen einer Spannung zwischen Mundstück und Stempel erzeugt wird. Hierdurch kann bei nur geringem apparativem Aufwand beim Auf- und Abwärtsbewegen des Stempels gleichzeitig das Einleiten und Abbrechen des Stromflusses bei Beginn bzw. Ende des Verdichtungshubes selbsttätig durchgeführt werden. Vorteilhafterweise wird der Stromfluß jedoch nicht gleichzeitig mit der ersten Berührung des Druckstempels mit dem zu verdichtenden, oben im Gesenk befindlichen Werkstoff ausgelöst, sondern erst dann, wenn der Stempel bei jedem Verdichtungshub bereits etwa

die Hälfte seines maximalen Verdichtungsweges zurückgelegt hat. Hierdurch läßt sich vermeiden, daß z.B. durch Funkenüberschlag ein Anbrennen des Pulvers an den Kontakten (Stempel, Mundstück) eintritt. Weiterhin ist vorteilhaft, wenn der Stromfluß entweder am Ende jedes Verdichtungshubes oder, manchmal besonders vorzugsweise, erst um eine einstellbare Zeitspanne nach Beendigung des Verdichtungshubes unterbrochen wird. Hierdurch läßt sich erreichen, daß im bereits verdichteten Material auch nach Beendigung des Verdichtungshubes immer noch für einen gewissen Zeitraum Strom fließt und dadurch eine entsprechende Erwärmung stattfindet. Vorteilhafterweise wird als Spannung für den Erwärmungsstrom eine solche von 2 bis 5 Volt eingesetzt, die sich aus der üblichen Netzspannung ohne Schwierigkeiten bei gleichzeitiger Erhöhung des Stromflusses herabtransformieren läßt.

Um das erfindungsgemäße Verfahren in ganz besonderem Maße speziellen Bedingungen des Einzelfalls anpassen zu können, kann es empfehlenswert sein, daß der Stromfluß erst nach Beginn des Verdichtungshubes eingeschaltet und erst nach Beendigung desselben abgeschaltet wird. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Dauer der Zeitspannen zwischen Einschalten des Stromflusses und Beginn des Verdichtungshubes und/oder Ausschalten des Stromflusses und Ende des Verdichtungshubes einstellbar sind. In manchen Fällen ist es sogar besonders vorteilhaft, wenn der Zeitpunkt des Einschaltens des Stromflusses in Abhängigkeit von einem repräsentativen Wert für den Verdichtungsgrad des Werkstoffes unterhalb des Stempels, d.h. des Werkstoffes zwischen Stempel und oberem Ende des bereits verdichteten, sich in dem Gesenk-Durchgang befindlichen Stranges, eingestellt wird: bei Verwendung des Oberstempels als Gegenkontakt empfiehlt es sich beispielweise, den elektrischen Strom erst einzuschalten,

wenn das zu verdichtende Material ca. 50 % der erzielbaren Dichte erreicht hat.

5 Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit zur Anpassung
des erfindungsgemäßen Verfahrens an die speziellen
Gegebenheiten des Einzelfalles besteht auch darin, daß
die Geschwindigkeit des Stempels oder die Stärke des
Stromflusses durch den Werkstoff während des Verdich-
tungsHubes gesteuert verändert wird. Verändert man die
10 Stärke des Stromflusses, dann wird vorzugsweise der
Stromfluß mit zunehmendem Hubweg des Stempels vergrößert.

Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es
somit möglich, elektrisch-leitende Materialien herzu-
15 stellen, deren Sintertemperaturen weit über den bisher
erreichbaren Temperaturen liegen: so lassen sich z.B.
auch Eisenwerkstoffe mit Sintertemperaturen im Bereich
von ca. 1150°C aus pulvermetallurgischen Werkstoffen
durch das erfindungsgemäße Verfahren in einem kontinuier-
20 lichen Strangpreßverfahren herstellen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung geht aus von einer
Vorrichtung zum kontinuierlichen Strangpressen elektrisch-
leitfähiger, granulierter, vorzugsweise pulvermetallur-
25 gischer Werkstoffe, mit einem Gesenk, das einen Gesenk-
Durchlaufkanal zum Durchschieben des Werkstoffes auf-
weist, weiterhin mit einem Stempel zum Verdichten und
Weiterschieben des Werkstoffes im Durchlaufkanal und
zum Auspressen des Werkstoffstranges über ein am Ende
30 des Gesenkes befestigtes Mundstück, und mit einer Ein-
richtung zum Erwärmen des Werkstoffes im Durchlaufkanal
durch elektrische Ströme. Erfindungsgemäß sind dabei zum
Erwärmen des Werkstoffes im Durchlaufkanal der Stempel
und das Mundstück mit den Polen einer Spannungsquelle
35 verbunden und es besteht die Wand des Durchlaufkanales
aus einem elektrisch nicht-leitenden Material. Vorzugs-
weise ist dabei eine Schalteinrichtung vorgesehen,

mittels derer die elektrische Spannung erst nach Beginn des Verdichtungshubes an den Stempel und an das Mundstück anlegbar ist. Weiterhin empfiehlt es sich, daß das Material der Wandung des Durchlaufkanales aus einem

5 keramischen Werkstoff, vorzugsweise Siliciumnitrid oder Aluminiumoxid, besteht. Diese vorzugsweisen Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ermöglichen eine besonders einfache Ausführung derselben und schaffen dadurch eine Vorrichtung, die mit geringem Aufwand und damit besonders wirtschaftlich eine Durchführung

10 des erfindungsgemäßen Verfahrens zuläßt. Für die Erzeugung von Hohlsträngen wird die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise mit einem Stempel aus einem zentral angeordneten Mitteldorn und einem relativ zu diesem

15 bewegbaren und um ihn herum angeordneten, zur Verdichtung des Werkstoffes im Gesenk vorgesehenen Oberstempel versehen, wobei der Oberstempel aus elektrisch leitendem Material besteht und mit dem einen Pol einer Spannungsquelle verbunden ist, während der Mitteldorn längs des

20 Bereiches, der mit dem Werkstoffstrang im Durchlaufkanal in Berührung kommt, eine Wandung aus elektrisch nicht-leitendem Material aufweist. Hierdurch wird eine elektrische Isolation des Mitteldornes bei gleichzeitig hoher Eigenfestigkeit unter Temperatur erreicht. Der

25 Rest des Mitteldornes besteht vorzugsweise aus Stahl, wobei dieser Stahlkern zur Erhaltung der Eigenfestigkeit des Mitteldornes etwa radial innerhalb der Keramikhülse mit einer zusätzlichen Kühlung ausgerüstet sein soll. Der Oberstempel stellt hier den für den Stromfluß erforderlichen Gegenkontakt dar. Vorzugsweise wird der

30 Oberstempel an einer Zwischenplatte befestigt, die sich ihrerseits unter isolierender Zwischenschaltung einer Elastizität an einer mit dem Mitteldorn verbundenen Kopfplatte abstützt. Vorteilhafterweise weist dabei

35 die Elastizität zwischen Kopfplatte und Zwischenplatte angeordnete Tellerfedern auf, deren Auflageflächen auf der Zwischenplatte aus dünnwandigen, elektrisch nicht-

leitenden Hülzen bestehen. Wesentlich ist dabei, daß eine elektrisch Isolation zwischen Kopfplatte und Zwischenplatte stets aufrechterhalten ist. Durch die Elastizität werden Kopfplatte und Zwischenplatte in entspanntem Zustand auf einem bestimmten Hubabstand gehalten, wobei die Federkraft vorzugsweise so ausgelegt wird, daß nach ca. 30 % des maximalen Hubweges die erforderliche Preßkraft für den ringförmigen Querschnitt erreicht ist und dann bis zu maximal dem 1,5-fachen des errechneten Verdichtungsdruckes ansteigen kann. In weiterer, vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die nicht-leitende Wandung des Mitteldornes kürzer als die Länge des Bereiches des Kontaktes zwischen Mitteldorn und Werkstoff ausgeführt und der Mitteldorn nach Abschalten der Stromführung durch den Oberstempel seinerseits an den entsprechenden Pol der Spannungsquelle anschließbar. Bei der Herstellung solcher rohrförmiger Querschnitte ist es denkbar, Mitteldorn und Oberstempel abwechselnd stromführend zu halten. Durch entsprechende Verkürzung der Keramikhülse im Gesenk kann der Mitteldorn nach dem Abschalten der Stromführung des Oberstempels als stromführender Pol geschaltet werden. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, daß im bereits verdichteten Material nach wie vor ein Strom fließt und eine entsprechende Erwärmung stattfindet. Dabei wird auch gleichzeitig die Amplitude des wahrscheinlich sinusförmigen Temperaturverlaufes während des Preßvorganges etwas abgeschwächt. Weiterhin vorzugsweise werden bei einer solchen erfindungsgemäßen Vorrichtung zwischen Kopf- und Zwischenplatte Führungen für die Relativbewegung beider Platten zueinander vorgesehen. Diese Führungen bestehen vorzugsweise aus an der Kopfplatte befestigten (gehärteten) Stahlbolzen, die sich durch die in der Zwischenplatte angebrachten dünnwandigen Hülzen hindurch erstrecken. Wesentlich ist auch hier wieder,

daß die elektrische Isolation zwischen Kopfplatte und Zwischenplatte trotz der Führungen und der zwischengeschalteten Elastizität stets aufrechterhalten wird.

5 Eine andere erfindungsgemäße Vorrichtung geht aus von einer Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum kontinuierlichen Strangpressen elektrisch-leitfähiger, granulierter, vorzugsweise pulvermetallurgischer Werkstoffe, mit einem Gesenk, das einen Durchlaufkanal zum Durchschieben des Werkstoffes aufweist,
10 mit einem Stempel zum Verdichten und Weiterschieben des Werkstoffes im Durchlaufkanal und zum Auspressen des Werkstoffstranges über ein am Ende des Gesenkes angeordnetes Mundstück, und mit einer Einrichtung zum
15 Erwärmen des Werkstoffes in dem Durchlaufkanal durch elektrische Ströme. Erfindungsgemäß besteht die Wand des Durchlaufkanales wiederum aus einem elektrisch-leitenden Material, bei dem im mittleren Bereich der Wandlänge ein aus elektrisch-leitendem Material bestehender
20 Ring eingelassen ist, dessen innere Ringfläche mit der Innenfläche des Gesenk-Durchlaufkanales bündig abschließt, wobei dieser Ring mit dem einen und das Mundstück mit dem anderen Pol einer Spannungsquelle verbunden sind. Durch geeignete Wahl der Höhenlage dieses Ringes
25 innerhalb der Matrice können auch besondere Erwärmungsverhältnisse in dem verdichteten Metallpulver erzielt werden, falls dies gewünscht wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung
30 beispielshalber im Prinzip noch näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 einen Prinzipquerschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur
35 Herstellung eines kontinuierlichen Vollstranges, und

Figur 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung eines Hohlstranges.

Bei der Vorrichtung nach Figur 1 ist eine Füllplatte 1
5 erkennbar, die oberhalb eines Gesenkes mit einem Gesenk-
Durchlaufkanal 2 angeordnet ist. Dieser Durchlaufkanal
2 wird von einer Wandung 3 (Matrize) aus einem elektrisch
nicht-leitenden, vorzugsweise keramischen Material um-
geben, das radial von außen durch eine Stützwand 6
10 gehalten und abgestützt ist. Am unteren Ende der Öffnung
des Durchlaufkanales 2 ist ein Mundstück 4 (Kalibrier-
mundstück) eingesetzt, das eine sich radial nach innen
hin etwas verjüngende Kalibrieröffnung aufweist. Ein
Stützring 5 dient zur Aufnahme der auf das Mundstück 4
15 wirkenden Kräfte während des Auspreßvorganges.

Weiterhin ist ein Stempel 8 vorgesehen, der zur Verdich-
tung des Materiales 7 in dem Gesenk-Durchlaufkanal 2
von oben her dient. Der Stempel 8 und das Mundstück 4
20 sind (in Figur 1 nicht gezeigt) mit den Polen einer
Stromquelle (ebenfalls nicht gezeigt) verbunden. Bei der
Herstellung eines Vollmateriales wird der Oberstempel
somit als Gegenkontakt verwendet, wobei der elektrische
Strom erst in dem Augenblick eingeschaltet wird, wenn
25 das zu verdichtende Material etwa 50 % der erzielbaren
Dichte erreicht hat. Sobald der Stempel 8 den maximalen
Verdichtungshub ausgeführt hat, wird er wieder nach
oben abgezogen, dadurch der Stromfluß innerhalb des
Gesenk-Durchlaufkanales 2 befindlichen Material 7 unter-
30 brochen, von oben über die Füllplatte neues Granulat
in das Gesenk eingefüllt und anschließend der Stempel 8
wieder zur Durchführung eines neuen Verdichtungshubes
nach unten bewegt. Hierdurch ist die Herstellung eines
kontinuierlichen Stranges möglich, bei dem eine Sinterung
35 bei hohen Temperaturen und gleichzeitig hohem Druck
stattfinden kann, wobei durch den Stromfluß vom Mundstück
4 zum Stempel 8 und die dadurch bedingte Aufheizung des

gesamten innerhalb des Gesenkes befindlichen Strangabschnittes auch noch ein geringes Nachsintern selbst bereits verdichteter und gesinterter Strangabschnitte bis zum Erreichen des Mundstückes 4 erfolgen kann. Aus dem Mundstück 4 tritt der fertiggepreßte und gesinterter Werkstoffstrang 18 aus.

In Figur 2 ist eine Vorrichtung gezeigt, mit der die kontinuierliche Herstellung rohrförmiger Körper möglich ist. Dabei ist wiederum eine Füllplatte 1 vorgesehen, an die sich ein Gesenk mit einem Gesenk-Durchlaufkanal 2 anschließt, der wiederum von einer elektrisch nicht-leitenden Matrize 3 umgeben ist, die sich ihrerseits radial außen über eine Stützwand 6 abstützt. Am unteren Ende der Matrize 3 ist, wie bei der Vorrichtung nach Figur 1, ein Mundstück 4 aus elektrisch-leitendem Material vorgesehen, das mit einem Pol einer Spannungsquelle (nicht gezeigt) verbunden ist. Ein Stützring 5 stützt das Mundstück 4 axial nach außen ab.

Anstelle des in Figur 1 verwendeten einzigen Druckstempels 8 ist bei der hier gezeigten Ausführung eine Stempelanzordnung vorgesehen, die aus einem Mitteldorn 8a und einem diesen radial umgebenden, relativ zum Mitteldorn 8a verschiebbaren Oberstempel 8b besteht. Dabei ist der Oberstempel 8b an einer Zwischenplatte 10 befestigt, während der Mitteldorn 8a durch die Zwischenplatte 10 nach oben hindurchreicht und weiter oben an einer Kopfplatte 9 befestigt ist. An der Kopfplatte 9 sind gleichzeitig aus gehärtetem Stahl bestehende Führungsbolzen 13 über Gewinde 14 eingeschraubt. Diese Führungsbolzen 13 dienen zur Führung der Zwischenplatte bei einer Relativbewegung zur Kopfplatte, wobei weiterhin Tellerfedern 11 um die Führungsbolzen 13 herum angeordnet sind, durch die Kopfplatte 9 und Zwischenplatte 10 in einem bestimmten Hubabstand voneinander

gehalten werden. Dabei ist die Federkraft so ausgelegt, daß nach etwa 30 % des zwischen Zwischenplatte 10 und Kopfplatte 9 möglichen Hubweges die erforderliche Preßkraft für den ringförmigen Querschnitt erreicht ist und bei voller Eindrückung des möglichen Hubweges bis zu maximal dem 1,5-fachen des errechneten Verdichtungsdruckes ansteigen kann. Die als Führungen ausgebildeten Stahlbolzen 13 (von denen in Figur 2 nur einer beispielshalber gezeigt ist) ragen zu einer präzisen Führung in als Führungshülsen ausgebildete, sogenannte "Kugelhülsen" 20 hinein, die in der Zwischenplatte 10 eingepreßt werden. Die zwischen Kopfplatte 9 und Zwischenplatte 10 erforderliche elektrische Trennung wird dadurch erreicht, daß zwischen den Führungshülsen 20 und der Zwischenplatte 10 jeweils eine elektrisch nicht-leitende, dünnwandige Auflagehülse 12 eingepreßt wird. Bei einer Relativbewegung der Kopfplatte 9 zur Zwischenplatte 10 kann dabei jeder Führungsbolzen 13 innerhalb der Kugelhülsen 20 gleiten, wodurch eine genaue Führung der beiden Platten zueinander gewährleistet ist.

Der Mitteldorn 8a besteht aus Stahl, ist jedoch innerhalb des Sinterungs- und Verdichtungsgebietes des im Gesenk befindlichen Werkstoffes mit einer Keramikhülse 15 umgeben. Damit wird eine elektrische Isolation bei gleichzeitig hoher Eigenfestigkeit unter Temperatur erreicht. Der Stahlkern 16 innerhalb der Keramikhülse 15 kann zur Erhaltung seiner Eigenfestigkeit mit einer zusätzlichen Kühlung ausgerüstet werden, wozu sich jede übliche, geeignete Kühlung eignet. Den Gegenkontakt für den Stromfluß stellt bei dieser Vorrichtung der Oberstempel 8b dar, der auf der beweglich angeordneten Zwischenplatte befestigt und mit einem Pol einer Spannungsquelle verbindbar ist.

Die in Figur 2 gezeigte Vorrichtung arbeitet wie folgt (was gleichzeitig analog für die Arbeit der Vorrichtung nach Figur 1 gilt):

- 5 In den Gesenkaufbau wird zunächst ein ringförmiges Teil entsprechend dem Auslaßquerschnitt zwischen Mundstück 4 und Mitteldorn 8a lose eingeführt, nachfolgend über die Füllplatte 1 granulierter Werkstoff zugeführt und diskontinuierlich solange nachverdichtet, bis der ursprünglich
10 lich eingebrachte Ring als sogenannter "verlorener Kopf" ausgestoßen wird. Hiernach wird das Mundstück 4 einerseits und der Oberstempel 8b andererseits an die beiden Pole einer Stromquelle angeschlossen, wobei folgender Vorgang abläuft:
- 15 In dem zunächst kaltverdichteten Material mit relativ geringem Eigenwiderstand fließt der Strom vom Mundstück 4 bis in den oberen Teil des im Gesenk befindlichen Werkstoffstranges, wo nur eine geringfügige Aufschüttung
20 des Pulvers vorliegt. Beim Abwärtshub entlastet der an seinem Ende konisch ausgebildete, mit einer Mutter 17 verschlossene Mitteldorn 8a, der zuerst nach unten geführt wird, wonach dann eine Verdichtung des Werkstoffes über den Oberstempel 8b erfolgt, während gleichzeitig der
25 Oberstempel 8b stromführend wird. Während dieses Verdichtungsvorganges ist im langsam verdichteten Pulver der ursprünglich hohe elektrische Widerstand abgebaut, wobei gleichzeitig eine entsprechende Umsetzung des Stromes in Wärme erfolgt. Weiterhin kann jedoch noch ein
30 Temperaturgefälle nachgewiesen werden, da die Verdichtung des stranggepreßten Rohres zum Mundstück 4 hin zunimmt. Während der Oberstempel 8b nun gleichzeitig mit dem Mitteldorn 8a eine parallel laufende Bewegung zur weiteren Verdichtung des Werkstoffes 7 bzw. zum Auschieben des Werkstoffstranges im Gesenk 2 ausführt,
35 findet über das Mundstück 4 eine Nachverdichtung von außen her statt. Hierbei baut sich gleichzeitig der

Druck der Federn 11 auf, bis der maximale Hubweg erreicht ist. Beim nachfolgenden Entlastungsvorgang baut sich zunächst der Druck der Federn 11 ab, wodurch gewährleistet ist, daß eine Kalibrierung des Rohres im
5 Gesenk von innen her erfolgen kann. Zur gleichen Zeit ruht aber noch der Druck des Oberstempels 8b auf dem Strang. Werden die beiden Stempel langsam wieder aufwärts bewegt, dann findet nur auf dem letzten Bewegungsabschnitt vor der kompletten Entlastung der Federn
10 11 noch eine Bewegung des Mitteldorns 8a allein statt, während der Oberstempel 8b keine Berührung mehr zum gepreßten Strang aufweist. In diesem Augenblick setzt der Nachfüllvorgang ein.

15 Auf diese Art und Weise ist gewährleistet, daß ein Auseinanderreißen des Stranges während der unterschiedlichen Relativbewegungen von Oberstempel 8b und Mitteldorn 8a zueinander sicher vermieden ist.

20 Bei diesem Verfahren wird die übliche Netzspannung von 220 Volt auf einen Wert zwischen 2 und 5 Volt bei gleichzeitigem Fließen eines hohen Stroms herabtransformiert (Prinzip eines Schweißtransformators). Nach
25 etwa 50 % des Verdichtungsweges wird dabei jeweils der Stromdurchfluß freigegeben, wodurch vermieden wird, daß durch Funkenüberschlag ein Anbrennen des Pulvers an den Kontakten eintreten kann. Es können aber auch Mitteldorn 8a und Oberstempel 8b abwechselnd stromführend gehalten werden, was aber eine entsprechende Verkürzung der
30 Keramikhülse 15 des Mitteldornes 8a voraussetzt, damit nach dem Abschalten der Stromführung des Oberstempels 8b der Mitteldorn 8a auch tatsächlich als stromführender Pol geschaltet werden kann. Hierbei kann erreicht werden, daß im bereits verdichteten Material nach wie vor ein
35 Strom fließt und eine entsprechende Erwärmung stattfindet.

Da selbst Graphit als "Leiter zweiter Klasse" den aufgezeigten physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Abhängigkeit des Eigenwiderstandes vom Verdichtungsgrad unterliegt, ist es durchaus möglich, selbst Graphitrohre nach dem aufgezeigten Verfahren herzustellen.

Bei einer anderen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wird anstelle eines stromführenden Oberstempels 8 bzw. 8b ein in die Matrize eingelassener Ring 21 verwendet, wie dies in Figur 2 in gestrichelter Darstellung wiedergegeben ist. Dieser Ring 21 ist dann über eine geeignete Verbindung 22 mit dem einen Pol einer Spannungsquelle verbunden, mit deren anderem Pol das Mundstück 4 in Verbindung steht. Hierdurch kann ein andauernder Stromfluß in dem Abschnitt des Werkstoffstranges im Gesenk 2, der sich zwischen dem Ring 22 und dem Mundstück 4 befindet, sichergestellt werden. Der Ring 21 wird dabei vorzugsweise etwa in der Hälfte der Höhe der Matrize 3 angebracht, um auch bei aus dem Gesenk herausfahrendem Oberstempel 8b bzw. 8 einen kontinuierlichen Stromfluß innerhalb des dann noch im Gesenk verbleibenden Werkstoffstrang-Abschnittes sicherzustellen, d.h. die Höhenlage des Ringes 21 innerhalb der Matrize 3 sollte so gewählt sein, daß stets - auch bei ausgefahrenem Oberstempel 8b - leitender Kontakt mit dem im Gesenk verbliebenen Teil des Werkstoffstranges vorliegt.

Patentansprüche:

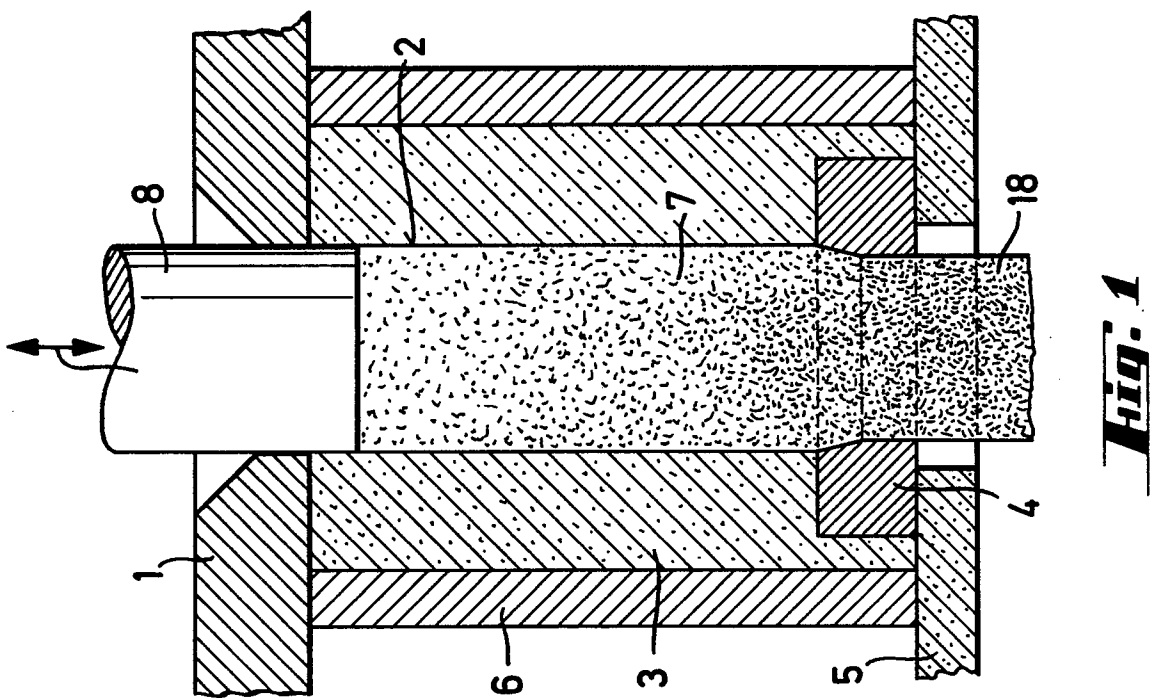
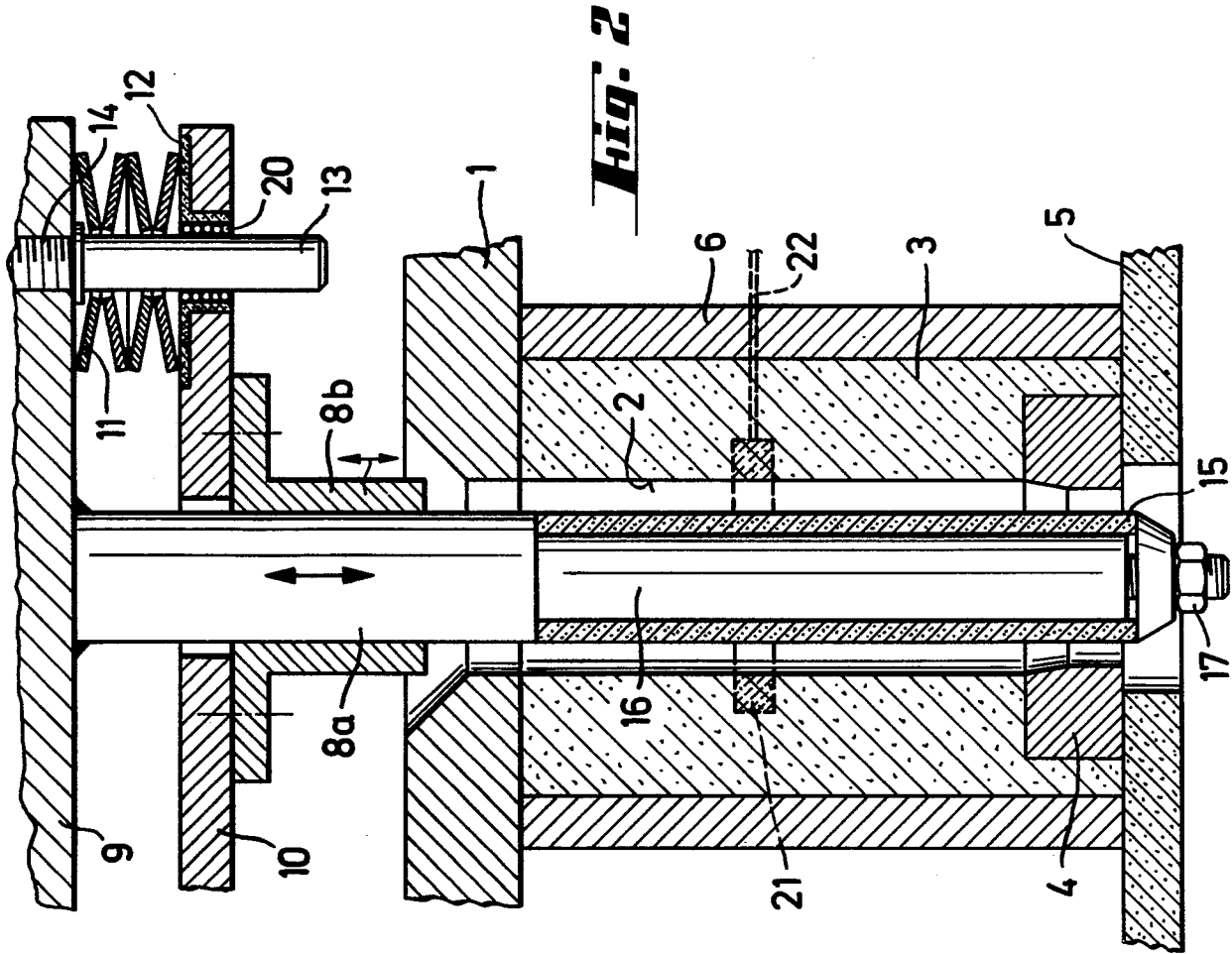
1. Verfahren zum kontinuierlichen Strangpressen
elektrisch-leitfähiger, granulierter, vorzugsweise
5 pulvermetallurgischer Werkstoffe, bei dem der
Werkstoff (7) in ein Gesenk eingebracht, mittels
laufender Hübe eines Stempels (8) in einen Gesenk-
Durchlaufkanal (2) gegen einen durch einen
Abschnitt des dort bereits verdichteten Stranges
10 (18) aufgebauten Reibungswiderstand verdichtet,
unter dem Druck des Verdichtungshubes im Gesenk-
Durchlaufkanal (2) weitergeschoben, unter Erwärmung
durch elektrische Ströme gesintert und über ein am
Ende des Durchlaufkanales (2) angebrachtes Mundstück
15 (4) stranggepreßt wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Erwärmung zum Sintern längs des gesamten
jeweils zwischen Stempel (8; 8b) und Mundstück (4)
im Gesenk-Durchlaufkanal (2) befindlichen Werkstoffes
20 (7) durch Erzeugung eines in diesem Werkstoff-
abschnitt fließenden, in Stranglängsrichtung
gerichteten Stromes vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
25 daß der Stromfluß im Werkstoff (7) durch Anlegen
einer Spannung zwischen Mundstück (4) und Stempel
(8; 8b) erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
30 zeichnet, daß der Stromfluß bei jedem Verdichtungs-
hub erst ausgelöst wird, wenn der Stempel (8; 8b)
bereits die Hälfte seines Verdichtungshubes zurück-
gelegt hat.
- 35 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß der Stromfluß am Ende jedes Verdichtungshubes
unterbrochen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromfluß erst um eine einstellbare Zeitspanne nach Beendigung des Verdichtungshubes unterbrochen wird.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Spannung für den Erwärmungsstrom 2 bis 5 Volt eingesetzt werden.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromfluß erst nach Beginn des Verdichtungshubes eingeschaltet und erst nach Beendigung desselben abgeschaltet wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer der Zeitspannen zwischen Einschalten des Stromflusses und Beginn des Verdichtungshubes und/oder Ausschalten des Stromflusses und Ende des Verdichtungshubes einstellbar sind.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitpunkt des Einschaltens des Stromflusses in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad des Werkstoffes (7), der sich unterhalb des Stempels (8; 8b) befindet, eingestellt wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit des Stempels (8; 8b) während des Verdichtungshubes gesteuert verändert wird.
- 30 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke des Stromflusses durch den Werkstoff (7) während des Verdichtungshubes gesteuert verändert wird.
- 35

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromfluß mit wachsendem Hubweg des Stempels (8; 8b) vergrößert wird.
- 5 13. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum kontinuierlichen Strangpressen elektrisch-leitfähiger, granulierter, vorzugsweise pulver-metallurgischer Werkstoffe, insbesondere zur Durch-führung eines Verfahrens nach Anspruch 1, mit
10 einem Gesenk, das einen Gesenk-Durchlaufkanal (2) zum Durchschieben des Werkstoffes (7) aufweist, mit einem Stempel (8) zum Verdichten und Weiter-schieben des Werkstoffes (7) im Durchlaufkanal (2) und zum Auspressen des Werkstoffstranges (18) über
15 ein am Ende des Gesenkes befestigtes Mundstück (4), und mit einer Einrichtung zum Erwärmen (8; 8b) des Werkstoffes (7) im Durchlaufkanal (2) durch elektrische Ströme, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erwärmen des Werkstoffes (7) im Durchlaufkanal
20 (2) der Stempel (8; 8b) und das Mundstück (4) mit den Polen einer Spannungsquelle verbunden sind und die Wand (3) des Durchlaufkanales (2) aus einem elektrisch nicht-leitenden Material besteht.
- 25 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeich-net, daß eine Schalteinrichtung vorgesehen ist, mittels derer die elektrische Spannung erst nach Beginn des Verdichtungshubes an den Stempel (8; 8b) und an das Mundstück (4) anlegbar ist.
- 30 15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der Wandung (3) des Durchlaufkanales (2) aus einem keramischen Werkstoff, vorzugsweise Siliciumnitrid oder Aluminium-
35 oxid, besteht.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
bei der zur Erzeugung von Hohlsträngen der Stempel
aus einem zentral angeordneten Mitteldorn (8a) und
einem relativ zu diesem bewegbaren und um ihn
herum angeordneten, zur Verdichtung des Werkstoffes
(7) im Gesenk vorgesehenen Oberstempel (8b) besteht,
dadurch gekennzeichnet, daß der Oberstempel (8b)
aus elektrisch leitendem Material besteht und mit
dem einen Pol einer Spannungsquelle verbunden ist,
während der Mitteldorn (8a) längs des Bereiches,
der mit dem Werkstoffstrang im Durchlaufkanal (2)
in Berührung kommt, eine Wandung (15) aus elektrisch
nicht-leitendem Material aufweist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeich-
net, daß der Oberstempel (8b) an einer Zwischen-
platte (10) befestigt ist, die sich ihrerseits unter
isolierender Zwischenschaltung einer Elastizität
(11 bis 14) an einer mit dem Mitteldorn (8a) ver-
bundenen Kopfplatte (9) abstützt.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeich-
net, daß die Elastizität zwischen Kopfplatte (9)
und Zwischenplatte (10) angeordnete Tellerfedern
(11) aufweist, deren Auflageflächen auf der Zwischen-
platte (10) aus dünnwandigen, elektrisch nicht-
leitenden Hülsen (12) bestehen.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, daß die nicht-leitende
Wandung (15) des Mitteldornes (15b) kürzer als die
Länge des Bereiches des Kontaktes zwischen Mittel-
dorn (15b) und Werkstoff (7) ausgeführt und der
Mitteldorn (15) nach Abschalten der Stromführung
durch den Oberstempel (8b) seinerseits an den ent-
sprechenden Pol der Spannungsquelle anschließbar ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß Führungen (13) für die Relativbewegung zwischen Kopf- (9) und Zwischenplatte (10) vorgesehen sind.
- 5
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungen aus an der Kopfplatte (9) befestigten Stahlbolzen (13) bestehen, die sich durch die in der Zwischenplatte (10) angebrachten dünnwandigen Hülsen (12) erstrecken.
- 10
22. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum kontinuierlichen Strangpressen elektrisch-leitfähiger, granulierter, vorzugsweise pulvermetallurgischer Werkstoffe, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Gesenk, das einen Durchlaufkanal (2) zum Durchschieben des Werkstoffes (7) aufweist, mit einem Stempel (8a, 8b) zum Verdichten und Weiterschieben des Werkstoffes (7) im Durchlaufkanal (2) und zum Auspressen des Werkstoffstranges (18) über ein am Ende des Gesenkes angeordnetes Mundstück (4), und mit einer Einrichtung zum Erwärmen des Werkstoffes (7) in den Durchlaufkanal (2) durch elektrische Ströme, dadurch gekennzeichnet, daß die Wand (3) des Durchlaufkanales (2) aus einem elektrisch nicht-leitende Material besteht, in das im mittleren Bereich der Wand (3) ein aus elektrisch-leitendem Material bestehender Ring (21) eingelassen ist, dessen innere Ringfläche mit der Innenfläche des Gesenk-Durchlaufkanales (2) bündig abschließt, und daß dieser Ring (21) mit dem einen und das Mundstück (4) mit dem anderen Pol einer Spannungsquelle verbunden sind.
- 15
- 20
- 25
- 30





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0013747

Nummer der Anmeldung

EP 79 10 5276

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>US - A - 2 975 893</u> (H.G. JOHNSON) * Spalten 2,3 *	1,2, 13-15,	B 22 F 3/20 B 30 B 11/26
	--		
	<u>US - A - 3 670 137</u> (K. INOUE) * Spalte 10, Zeilen 43-71; Figuren 23-25 *	1,2	
	--		
	<u>US - A - 2 902 714</u> (H.G. JOHNSON) * Spalte 3, Zeilen 11-19 *	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)
	--		
	<u>GB - A - 833 513</u> (DEAG) * Seite 2, Zeilen 18-55; Ansprüche 1,3 *	3-5,7- 12,14	B 22 F
	--		
	<u>US - A - 2 372 605</u> (W.F. ROSS) * Seite 3, rechte Spalte, Zeilen 19-31; Anspruch 11 *	6,11, 16	
	--		
	<u>US - A - 1 896 854</u> (G.F. TAYLOR) * Ansprüche 7,8 *	4,9	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
	----		X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patent- familie, übereinstimmendes Dokument
☒ Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	07-05-1980	SCHRUERS	