



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 000 690 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2000 Patentblatt 2000/20

(51) Int Cl.7: **B22F 3/11**

(21) Anmeldenummer: **99122624.2**

(22) Anmeldetag: **13.11.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Cohrt, Henri, Dr.**
35444 Biebertal (DE)
- **Brungs, Dieter, Dr.**
59872 Meschede (DE)
- **Gers, Horst**
59872 Meschede (DE)

(30) Priorität: **13.11.1998 DE 19852277**

(71) Anmelder: **SCHUNK SINTERMETALLTECHNIK
GMBH**
D-35452 Heuchelheim (DE)

(74) Vertreter:
Stoffregen, Hans-Herbert, Dr. Dipl.-Phys.
Patentanwalt
Postfach 21 44
63411 Hanau (DE)

(72) Erfinder:
• **Baumgärtner, Frank**
35435 Wettenberg (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung eines aufschäumbaren Halbzeuges sowie Halbzeug

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines aufschäumbaren Halbzeuges, insbesondere bestimmt für einen metallischen Verbundwerkstoff umfassend zumindest eine mit dem Halbzeug verbundene Deckschicht, wobei das Halbzeug durch Pressen einer Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabspaltenden Treibmittelpulver hergestellt wird. Um eine verfahrensmäßige Verein-

fachung bei der Herstellung von metallischen Verbundwerkstoffen zu erzielen, insbesondere die Möglichkeit zu schaffen, Metallkörper nahezu beliebiger Abmessungen zur Verfügung zu stellen, wird vorgeschlagen, dass die Mischung aus dem mindestens einen Metallpulver und dem mindestens einen gasabspaltenden Treibmittelpulver durch Pressen zu einem offenporigen Pressling gepresst wird, der seinerseits oder ein Abschnitt von diesem als das Halbzeug verwendet wird.

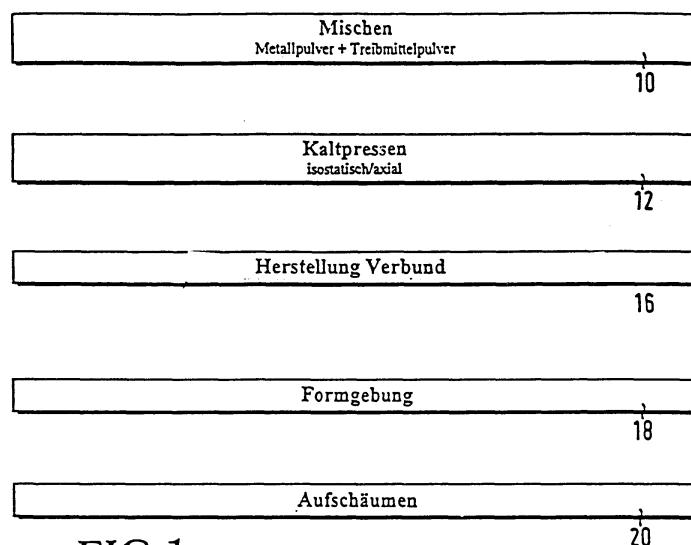


FIG.1

EP 1 000 690 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines aufschäumbaren Halbzeuges, insbesondere bestimmt für einen metallischen Verbundwerkstoff, umfassend zumindest eine mit dem Halbzeug verbundene Deckschicht, wobei das Halbzeug durch Pressen einer Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabsplattenden Treibmittelpulver hergestellt wird. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Halbzeug bestimmt für einen metallischen Verbundkörper, wobei das Halbzeug durch Pressen einer Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabsplattenden Treibmittelpulver hergestellt ist.

[0002] Aus der DE 44 26 627 C2 ist ein metallischer Verbundwerkstoff bekannt. Dabei wird zunächst ein aufschäumbarer Kern durch Verdichten mittels Druck- und Temperatureinwirkung einer Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabsplattenden Treibmittelpulver hergestellt. Der durch Verdichten der Mischung hergestellte Kern ist geschlossenporig ausgebildet, so dass bei gezielter Temperatureinwirkung ein Aufschäumen erfolgt. Zuvor wird jedoch nach erfolgter Oberflächenbehandlung sowohl des Kerns als auch einer mit diesem verbundenen Deckschicht ein eine Sandwich-Struktur aufweisendes Paket durch Kalt- oder Warmwalzen oder Diffusionsschweißen hergestellt, wodurch eine innige Verbindung zwischen der Deckschicht und dem Kern hergestellt wird. Anschließend erfolgt durch Pressen, Biegen oder Tiefziehen eine Formgebung des entstandenen Verbundes, um sodann durch thermische Einwirkung den Kern aufzuschäumen.

[0003] Der DE 41 24 491 C1 ist ein Verfahren zur Herstellung von aufschäumbaren Metallkörpern durch Walzen zu entnehmen. Dabei wird eine Pulvermischung aus mindestens einem treibmittelhaltigen Pulver und einem Metallpulver ohne äußere Temperaturerhöhung kalt gepresst. Dabei wird jedoch der Pressdruck so gewählt, dass die Treibmittelteilchen von den Metallpulverteilchen dicht umhüllt werden, damit diese bei einer anschließenden Vorerwärmung des Materials kein Gas freisetzen.

[0004] Auch nach der DE 41 01 630 C2 wird ein aufschäumbarer Kern eines metallischen Verbundwerkstoffes vorgeschlagen, wobei gasabsplattende Treibmittelteilchen zwischen Metallteilchen eingeschlossen werden, um zu verhindern, dass vorzeitig Treibgas aus dem verdichteten Kern austritt. Das Verdichten des Kerns erfolgt dabei durch Heißkompaktieren.

[0005] Der DE 196 12 781 C1 ist ein Bauteil aus metallischem Schaumwerkstoff zu entnehmen. Dabei wird zunächst ein Halbzeug hergestellt, das durch Verdichten und Verfestigung einer Mischung aus Metallpulver und Treibmittel besteht. Anschließend wird das Halbzeug zumindest auf einer Seite mit einem massiv metallischen Blech versehen, um sodann im Verbund um-

zuformen und durch Wärmebehandlung das das Treibmittel enthaltene Metallpulver aufzuschäumen.

[0006] Der DE-Z.: Ingenieur Werkstoffe, Nr. 3 (1998) S. 42 - 45 ist ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus Aluminiumschäumen zu entnehmen, wobei zunächst eine Mischung aus Treibmittel, Aluminiumpulver und Zusätzen kaltisostatisch verpresst wird, um eine theoretische Dichte von in etwa 70 bis 80 % des Basiswerkstoffes zu erzielen. Sodann wird der so gewonnene Körper durch Strangpresstechnik umgeformt, um ein annähernd 100 % gasdichtes, also geschlossenporiges Halbzeug herzustellen. Dieses wird sodann zum Beispiel mit Aluminium- oder Stahlblechen plattiert und anschließend aufgeschäumt, um ein gewünschtes Bauteil aus Aluminiumschaum zu erhalten.

[0007] Unabhängig von dem zum Einsatz gelangenden Herstellungsverfahren wird dabei nach dem Stand der Technik folglich ein an sich aufschäumbarer Körper, der durch Verdichten einer Mischung aus dem mindestens einen Metallpulver und mindestens einen gasabsplattenden Treibmittelpulver eine geschlossene Porosität aufweist, plattiert, gegebenenfalls umgeformt und sodann aufgeschäumt.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, ein Verfahren sowie ein Halbzeug der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass sich eine verfahrensmäßige Vereinfachung bei der Herstellung von metallischen Verbundwerkstoffen ergibt, wobei insbesondere die Möglichkeit geschaffen sein soll, Metallkörper nahezu beliebiger Abmessungen zur Verfügung zu stellen.

[0009] Erfindungsgemäß wird das Problem dadurch gelöst, dass die Mischung aus dem mindestens einen Metallpulver und dem mindestens einen gasabsplattenden Treibmittelpulver durch Pressen, insbesondere Kaltpressen zu einem offenporigen Pressling gepresst wird, der seinerseits oder ein Abschnitt von diesem als das Halbzeug verwendet und mit der zumindest einen Deckschicht verbunden wird.

[0010] Abweichend vom vorbekannten Stand der Technik wird als Halbzeug kein geschlossenporiger, sondern ein offenporiger Körper vorzugsweise mit einer theoretischen Dichte von 70 % bis 95 % benutzt, der insbesondere durch isostatisches Kaltpressen hergestellt wird. Hierdurch besteht nicht nur die Möglichkeit, auf sämtliche zur Verfügung stehenden Treibmittelpulver zurückzugreifen, da insbesondere beim Kaltpressen selbst die Gefahr des Absplattens von Gasen minimiert wird, sondern es können Pressen wie Axialpressen etc. benutzt werden. Diese ermöglichen, großflächige, insbesondere plattenförmige Presslinge herzustellen, aus denen die Halbzeuge in gewünschter Geometrie ausgeschnitten werden können. Somit kann auf einfache Weise eine Bevorratung von weiterzuverarbeitenden Halbzeugen erfolgen, wobei aufgrund der Offenporigkeit gezielt eine temperaturabhängige durch Gasaustritt verursachte Geometrieänderung der Presslinge ausgeschlossen oder nahezu ausgeschlossen ist.

[0011] Insbesondere ist jedoch von Vorteil, dass bei einer Weiterverarbeitung der Halbzeuge eine Oberflächenbehandlung nicht erforderlich ist; denn beim anschließenden Versehen mit einer Deckschicht wie Plattieren, insbesondere durch Walzen, werden auf Grund der beim Verformen auftretenden Scherkräfte die Oberfläche verändert und somit etwaige Oxidschichten aufgebrochen.

[0012] In Weiterbildung ist vorgesehen, dass der offenporige Pressling bzw. das aus diesem ausgeschnittene Halbzeug in einem Verfahrensabschnitt durch direktes Walzen mit zumindest einer Deckschicht verbunden wird, wodurch zum einen der offenporige Pressling bzw. das offenporige Halbzeug geschlossenporig wird und zum anderen gleichzeitig die gewünschte innige Verbindung mit der zumindest einen Deckschicht erfolgt. Die sich anschließenden Verfahrensschritte wie gegebenenfalls Formgebung und Aufschäumen bleiben sodann unverändert.

[0013] Ein Halbzeug bestimmt für einen metallischen Verbundkörper, wobei das Halbzeug durch Pressen einer Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasaspaltenden Treibmittelpulver hergestellt ist, zeichnet sich dadurch aus, dass das Halbzeug ein offenporiger Pressling oder ein Abschnitt von diesem ist.

[0014] Als Treibmittelpulver in der Mischung kommen übliche Treibmittel in Frage wie Metallhydride wie z. B. Titanhydrid oder Carbonate wie z. B. Calciumcarbonat, Kaliumcarbonat, Natriumcarbonat, Natriumbicarbonat oder Hydrate wie z. B. Aluminiumsulfathydrat, Alaun, Aluminiumhydroxid oder leichtverdampfende Stoffe wie z. B. Quecksilberverbindungen oder pulverisierte organische Substanzen.

[0015] Als Metallpulver kommen insbesondere Aluminiumpulver, Aluminiumpulver mit Si- und/oder Cu, Si-Pulver oder jegliche verdünnte Aluminium-Basislegierungen in Frage. Hierdurch erfolgt jedoch eine Beschränkung der Erfindung nicht.

[0016] Als Deckschicht kommen solche Metalle in Frage, die z.B. auch Bestandteil der Mischung sind oder Deckschichten aus Aluminium oder Stahl.

[0017] Anhand des nachfolgenden Beispiels ergeben sich weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0018] Eine Pulvermischung aus Aluminiumpulver und 12 Gew.-% Siliziumpulver und 0,8 Gew.-% Titanhydridpulver wird durch kaltisostatisches Pressen zu Pressbarren mit quaderförmigen Abmessungen abgepresst. Dieser vorkompaktierte offenporige Barren wird sodann zwischen zwei entlang von Druckwalzen geführte Blechstreifen aus Aluminium eingeführt, wobei die Druckwalzen einen Druck über die Blechstreifen auf die vorkompaktierte Pulvermischung ausüben. Die Temperatur beim Walzen beträgt 400 °C.

[0019] Der so hergestellte Verbund mit einer Gesamtdicke von 4,2 mm wurde in einem vorgeheizten Ofen aufgeschäumt. Die Dicke des in dieser Weise herge-

stellten Sandwichbleches auf Aluminiumbasis lag nach dem Schäumvorgang bei ca. 16 mm.

[0020] Die Erfindung wird nachstehend anhand von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0021] Es zeigen:

Fig. 1 ein Fließbild zur Veranschaulichung eines Verfahrensablaufs,

Fig. 2 eine erste Ausführungsform eines Halbzeuges zur Herstellung eines metallischen Verbundwerkstoffs und

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform von Halbzeugen zur Herstellung von metallischen Verbundwerkstoffen.

[0022] Ein zur Herstellung eines metallischen Verbundkörpers erfolgender Verfahrensablauf ist der Fig. 1 zu entnehmen.

[0023] In einem ersten Verfahrensschritt 10 wird Metallpulver wie Aluminiumpulver mit Titanhydridpulver als Treibmittelpulver vermischt, wobei der Anteil des Titanhydridpulvers in etwa 0,8 Gew.-% beträgt.

[0024] Sodann wird in einem Verfahrensschritt 12 ein offenporiger Pressling, der auch als Halbzeug zu bezeichnen ist, hergestellt. Dabei wird durch isostatisches oder axiales Pressen ein barren-, quader- oder plattenförmiger Körper hergestellt. Anschließend kann aus dem Pressling ein Körper gewünschter Geometrie ausgeschnitten werden oder der Pressling selbst kann benutzt werden, wobei der offenporige Pressling bzw. das offenporige Halbzeug zu einem Verbund durch Auflegen einer oder mehrerer Deckschichten oder Einfügen in einem Rahmen hergestellt werden kann, um den Verbund sodann als Einheit durch Walzen einerseits innig zu verbinden und andererseits den Pressling bzw. das Halbzeug derart umzuformen, dass die Treibmittelteilchen zwischen dem Metallteilchen eingeschlossen werden (Verfahrensschritt 16). In gewohnter Weise kann dann der Verbund durch z. B. Pressen, Biegen oder Tiefziehen eine gewünschte Form erhalten (Verfahrensschritt 18). Schließlich wird der so hergestellte Verbund in einem Verfahrensschritt 20 durch ein thermisches Verfahren erwärmt, wobei die Temperaturführung so gewählt ist, dass ein Aufschäumen des Halbzeuges ausgelöst wird, ohne dass jedoch die Schmelztemperatur der Deckschicht bzw. des Rahmens erreicht wird.

[0025] In Fig. 2 ist ein offenporiges Halbzeug 22 dargestellt, das umfangsseitig von einem Rahmen 24 und boden- und kopfseitig von Platten 26, 28 umschlossen ist. Die Boden- und Kopfplatte 26, 28 sind z. B. durch Kleben, Schweißen oder mechanisches Fügen mit dem Rahmen 24 verbunden, um bei dem anschließenden Walzvorgang entsprechend dem Verfahrensschritt 16 sicherzustellen, dass die das Halbzeug 22 umgebenden Platten 26, 28 bzw. der Rahmen 24 nicht zueinander

verschoben werden können. Sowohl der Rahmen als auch die Platten 26, 28 können dabei aus Metall wie insbesondere Aluminium oder Stahl bestehen.

[0026] Die Verwendung des Rahmens 24 ist von Vorteil, da der Pressling 22 recht spröde sein kann, so dass bei dem Verfahrensschritt Walzen, bei dem das Halbzeug 22 zu einem aufschäumbaren und damit geschlossenenporigen Kern verdichtet wird, das Halbzeug 22 nicht zerbricht.

[0027] In Fig. 3 ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform zur Herstellung eines metallischen Verbundwerkstoffes dargestellt. Dabei werden Halbzeuge 30, 32, 34, 36 zwischen Boden- und Kopfblechen 38, 40 angeordnet, die zueinander ausgerichtete Falze oder Erhebungen 42, 44, 46, 48, 50, 52 aufweisen, wodurch eine Kammerung erfolgt, die sicherstellt, dass beim anschließenden Walzen eine eindeutige Fixierung der Halbzeuge 30, 32, 34, 36 bei gleichzeitigem Vermeiden eines Zerbrechens dieser gewährleistet ist. In diesem Fall ist es allerdings erforderlich, dass die Walze im Bereich der freien Stirnflächen der Halbzeuge 30, 32, 34, 36 Bünde aufweist, um ein seitliches Ausbrechen der Halbzeuge 30, 32, 34, 36 auszuschließen.

[0028] Die Halbzeuge 22, 30, 32, 34, 36 selbst weisen vorzugsweise eine theoretische Dichte von 70 % bis 90 % auf, wodurch die gewünschte Offenporigkeit gewährleistet ist. Eine Behandlung der Halbzeuge 22, 30, 32, 34, 36 vor dem Verbinden bzw. Plattieren mit den Blechen 26, 28, 38, 40 bzw. dem Rahmen 24 ist nicht erforderlich, da bei dem Verbindungsschritt "Walzen" auf Grund der auftretenden Scherkräfte eine Oberflächenveränderung derart erfolgt, dass vorhandene Oxidschichten aufbrechen.

[0029] Um die für Halbzeuge 22, 30, 32, 34, 36 benötigten Presslinge, aus denen die Halbzeuge 22, 30, 32, 34, 36 geschnitten wie gesägt werden können, herzustellen, kann erfindungsgemäß ein kaltisostatisches Pressen erfolgen. Hierzu wird - wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist - ein Durchbrechungen aufweisender Stützkörper mit einem Hohlraum benutzt, in den eine gummielastische Form eingelegt wird, die ihrerseits mit der Mischung aus dem zumindest einen metallischen Pulver und dem zumindest einen gasabspaltenden Treibmittelpulver gefüllt wird. Sodann wird die Latexform verschlossen. Der Innenraum der Latexform wird abgesaugt, um beim anschließenden kaltisostatischem Pressen Gase nicht komprimieren zu müssen. Sodann wird der Stützkörper mit der Latexform und der in dieser vorhandenen Pulvermischung einem hydrostatischen Druck von ca. 2×10^8 Pa ausgesetzt. Hierzu wird der Stützkörper in ein entsprechendes mit Wasser gefülltes Behältnis eingebracht. Zu dem kaltisostatischen Pressen ist noch anzumerken, dass der Pressling bei Raumtemperatur hergestellt wird.

[0030] Zur Herstellung von Platten kann ein axiales Pressen erfolgen, wobei gegebenenfalls Temperaturen bis 250°C auftreten können, wobei der Pressling eine theoretische Dichte zwischen 70 % und 95 % erfährt.

[0031] Entsprechende Verbundkörper können als Leichtbaustrukturen für den Automobilbereich oder in der allgemeinen Verkehrstechnik zur Anwendung gelangen. Auch eine Beplankung von Gegenständen mit entsprechenden Verbundkörpern ist denkbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines aufschäumbaren Halbzeuges, insbesondere bestimmt für einen metallischen Verbundwerkstoff, umfassend zumindest eine Deckschicht, wobei das Halbzeug durch Pressen einer Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabspaltenden Treibmittelpulver hergestellt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mischung aus dem mindestens einen Metallpulver und dem mindestens einen gasabspaltenden Treibmittelpulver durch Pressen zu einem offenporigen Pressling gepresst wird, der seinerseits oder ein Abschnitt von diesem als das Halbzeug verwendet und mit der zumindest einen Deckschicht verbunden wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mischung durch zum Beispiel isostatisches und/oder axiales Pressen, insbesondere durch Kaltpressen zu einem barren-, quader- oder plattenförmigen Pressling geformt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Halbzeug mit der zumindest einen Deckschicht zu einem Verbund gebildet wird, dass der Verbund einer Druckeinwirkung wie Walzen zur geschlossenenporigen Ausbildung des Halbzeuges und innigen Verbinden des Halbzeuges mit der zumindest einen Deckschicht ausgesetzt wird und dass der so hergestellte Verbund gegebenenfalls nach einer Formgebung durch z. B. Pressen, Biegen oder Tiefziehen derart wärmebehandelt wird, dass der geschlossenenporige Körper aufschäumt, ohne dass die zumindest eine Deckschicht schmilzt.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mischung zur Ausbildung des offenporigen Presslings einem Druck von 10^7 Pa bis 2×10^8 Pa, insbesondere 3×10^7 bis 12×10^7 Pa ausgesetzt wird.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mischung während des Ausbildens des of-

fenporigen Presslings bei einem kaltisostatischem Pressvorgang Raumtemperatur ausgesetzt wird.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet,
 dass die Mischung während des Ausbildens des off-
 fenporigen Presslings bei einem axialen Pressen
 einer Temperatur von bis 250 °C ausgesetzt wird. 10

7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 15
dadurch gekennzeichnet,
 dass der Pressling eine Dichte aufweist, die 70 %
 bis 95 % der theoretischen Dichte der Mischung aus
 dem mindestens einen Metallpulver und dem min-
 destens einen gasabsplattenden Treibmittelpulver
 entspricht.

8. Halbzeug bestimmt für einen metallischen Ver- 20
 bundkörper, wobei das Halbzeug durch Pressen ei-
 ner Mischung aus mindestens einem Metallpulver
 und mindestens einem gasabsplattenden Treibmit-
 telpulver hergestellt und mit zumindest einer Deck-
 schicht verbunden ist, 25
dadurch gekennzeichnet,
 dass das Halbzeug (22, 30, 32, 34, 36) ein offeno-
 riger Pressling oder ein Abschnitt von diesem ist.

9. Halbzeug nach Anspruch 8, 30
dadurch gekennzeichnet,
 dass das Halbzeug (22) während des Verdichtens
 des Halbzeuges zu einem aufschäumbaren Kern
 umfangsseitig von einem Rahmen (24) und/oder
 unter- und oberseitig von Platten (26, 28) umgeben 35
 ist, der bzw. die aus Metall bestehen.

10. Halbzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 40
dadurch gekennzeichnet,
 dass das Halbzeug (30, 32, 34, 36) auf gegenüber-
 liegenden Seiten von Blechen (38, 40) abgedeckt
 ist, wobei aufeinanderfolgende Halbzeuge gegenein-
 ander über von den Blechen (38, 40) ausgehende
 und aufeinanderzugerichtete Vorsprünge wie Falze 45
 (42, 44, 46, 48, 50, 52) beabstandet sind.

50

55

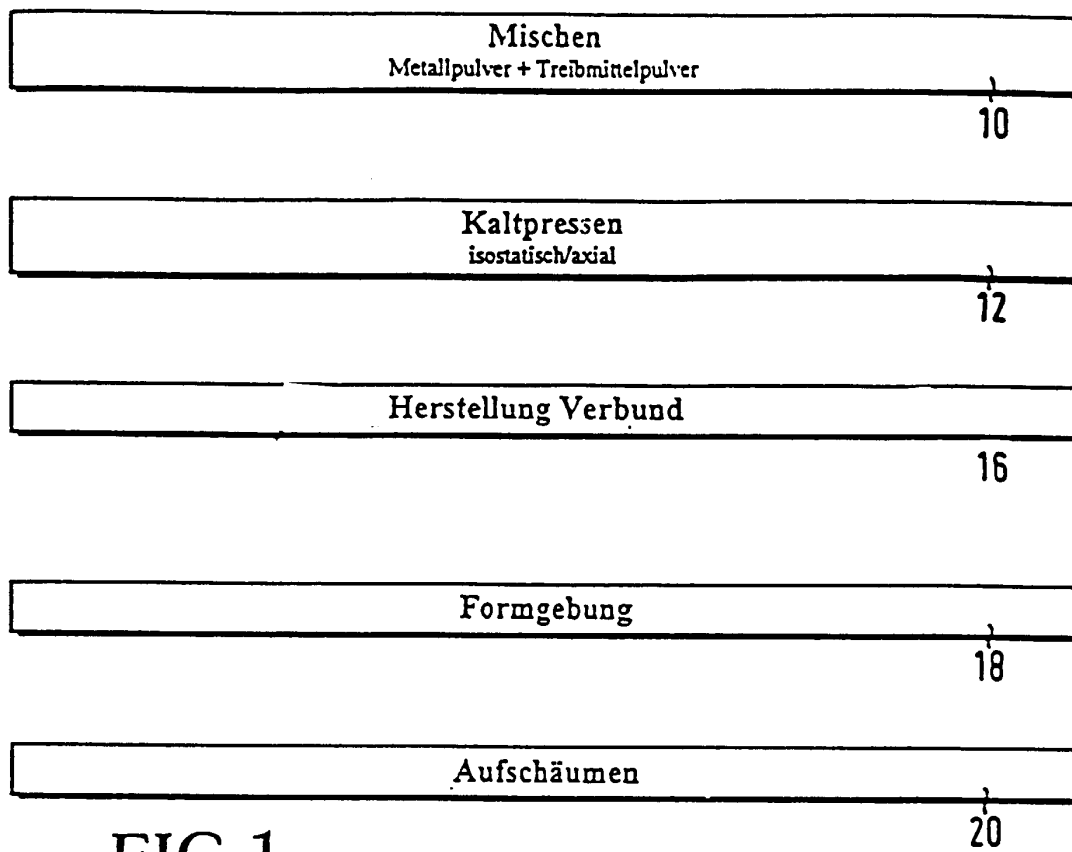


FIG. 1

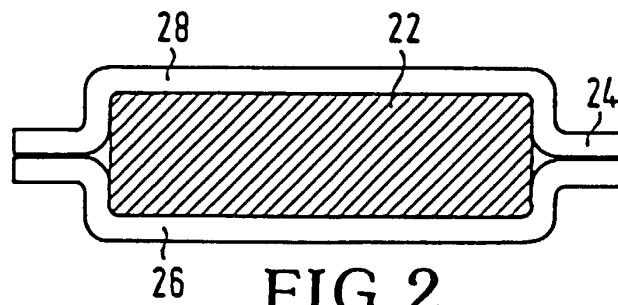


FIG. 2

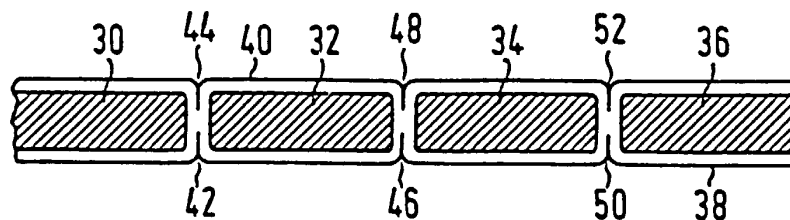


FIG. 3