



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 798 062 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.10.1997 Patentblatt 1997/40

(51) Int. Cl.⁶: **B22F 7/00**, B22F 3/11,
B32B 1/00

(21) Anmeldenummer: **97105225.3**

(22) Anmeldetag: **27.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: **29.03.1996 DE 19612781**

(71) Anmelder: **Wilhelm Karmann GmbH**
D-49084 Osnabrück (DE)

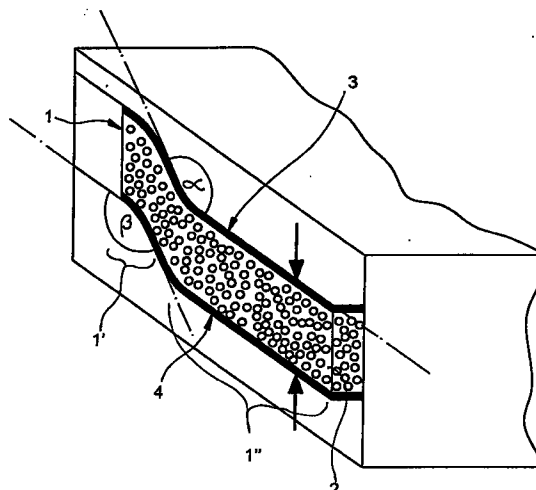
(72) Erfinder:
• **Seeliger, Hans-Wolfgang**
49074 Osnabrück (DE)
• **Bunsmann, Winfried**
49143 Bissendorf (DE)

(74) Vertreter: **Busse & Busse**
Patentanwälte
Postfach 12 26
49002 Osnabrück (DE)

(54) **Bauteil aus metallischem Schaumwerkstoff**

(57) Ein Bauteil für insbesondere Landfahrzeuge, vorzugsweise Karosseriebauteil für Kraftfahrzeuge, bestehend aus einem metallischen Schaumwerkstoff mit einer Metallpulver und Treibmittel umfassenden aufgeschäumten porösen Schicht, und eventuell zumindest einem massivmetallischen Blech, wobei zwischen dem massivmetallischen Blech und der aufgeschäumten porösen Schicht metallische Bindungen bestehen, weist zumindest eine aus seiner Fläche (1'') erhabene ausgeprägte Kontur (1') auf, wobei die im Bereich der Übergänge zwischen der dreidimensional ausgeformten Kontur (1') und dem Flächenbereich (1'') vorkommenden Winkel (α) in einer Größenordnung zwischen 100° und 180° gehalten sind. Zu dessen Herstellung wird ein im wesentlichen flächiger metallischer Schaumwerkstoff, der mit massivmetallischen Blechen als Deckschichten versehen sein kann, zunächst zu einem einseitig endkonturierten Formhalbzeug umgeformt und das so gebildete Formhalbzeug in eine mit einer Wandung an dessen endkonturierte Seite angepaßte Aufschäumform und darin aufgeschäumt.

FIG. 3



EP 0 798 062 A2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Bauteil aus einem metallischen Schaumwerkstoff nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 oder Anspruch 2. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Endformen eines aus im wesentlichen flächigem metallischem Schaumwerkstoff gebildeten Bauteils nach dem Oberbegriff des Anspruchs 6 sowie Vorrichtungen zur Ausführung des Verfahrens.

Metallische Schaumwerkstoffe, die entweder allein eine Metallpulver und Treibmittel umfassende aufschäumbare Schicht enthalten oder die eine aufschäumbare Metallpulver und Treibmittel umfassende Schicht enthalten, die mit zumindest einem massivmetallischen Blech als Deckschicht versehen ist, wobei zwischen dem massivmetallischen Blech und der aufschäumbaren Schicht metallische Bindungen bestehen, sind an sich bekannt.

In der DE 41 01 630 A1 ist dargestellt, wie aus einem metallischen Pulver und einer Zugabe eines gasabspaltenden Treibmittelpulvers, vorzugsweise eines Metallhydrides, ein Schaumwerkstoff gebildet wird, der nach der Durchmischung einem hohen Druck und hoher Temperatur ausgesetzt wird, was beispielsweise durch einen Warm-Walzvorgang erreicht werden kann, und anschließend abgekühlt wird, so daß ein aufschäumbares Halbzeug entsteht.

In der DE 44 26 627 A1 ist die Herstellung eines Werkstoffes mit einer aufschäumbaren, aus Metallpulver und Treibmittel bestehenden Schicht, die zumindest von einer massivmetallischen Deckschicht begrenzt ist, dargestellt. Für flächige Verbundwerkstoffe dieser Art wird dabei eine Verbindung der unterschiedlichen Schichten durch Walzplattieren vorgeschlagen, wodurch ein flacher Schichtwerkstoff entsteht, der nach seiner Endformung aufgeschäumt werden soll.

Die vorgestellten Verfahren zur Herstellung eines geeigneten Schaumwerkstoffes zeigen noch keine Möglichkeit, aus den zur Verfügung gestellten Werkstoffen in reproduzierbarer Weise Serienbauteile zu bilden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, metallische Leichtbauteile für eine konstant maßhaltige Serienfertigung, insbesondere im Fahrzeugbau, aus flächigen Schaumwerkstoffen der eingangs genannten Art zu schaffen.

Die Erfindung sieht zur Lösung dieser Aufgabe für verschiedene Ausgangswerkstoffe Bauteile mit den Merkmalen der Ansprüche 1 oder 2 vor sowie ein Herstellungsverfahren nach Anspruch 6.

Das erfindungsgemäße Bauteil löst alle wesentlichen geometrischen Anforderungen, die im Karosserie- und Fahrzeugbau an flächige metallische Bauteile gestellt werden. Durch die Ausbildung der Übergangswinkel zwischen 100° und weniger als 180° ist erreicht, daß die Struktur der aufgeschäumten Schicht im Bereich der Übergänge nicht unterbrochen, eingezogen oder verdünnt ist, so daß die mechanische Stabilität und Maßhaltigkeit des Bauteils über seinen gesamten

Bereich erhalten bleibt.

Ein erfindungsgemäßes Bauteil weist eine sehr geringe Masse auf, wobei gleichzeitig eine hohe Steifigkeit, insbesondere bei Mehrschichtverbünden, gegeben ist, so daß solche Bauteile sowohl im tragenden Bereich der Karosserie als auch zu Verkleidungs- und Abschirmzwecken eingesetzt werden können.

Bauteile, die allein aus einer Metallpulver und Treibmittel umfassenden aufgeschäumten porösen Schicht bestehen, sog. Integralschaum, können insbesondere als Crashelemente eingesetzt werden, wobei sich durch die zellige Struktur des aufgeschäumten Werkstoffes eine sehr gute Energieabsorptionsfähigkeit bei Verformung des Bauteiles ergibt. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Bauteiles ist es möglich, dieses vor seinem Aufschäumen soweit zu verformen, daß es beispielsweise als innere Lage einer Stoßstange aus z. B. Kunststoff eingesetzt werden kann.

Bauteile, die eine aufgeschäumte metallische Schicht umfassen, die einseitig mit einer massivmetallischen Deckschicht versehen ist, sind geeignet, sehr leichte und hochsteife Bauteile, beispielsweise ein Fahrzeugdach, das ohne eine versteifende Unterkonstruktion auskommt, zu bilden.

Werkstoffe, die eine aufgeschäumte Schicht und eine beidseitige Plattierung mit einem massivmetallischen Blech aufweisen, sind geeignet zur Herstellung von Bauteilen, die beiderseits eine glattwandige und Zug- und Druckkräfte aufnehmende Oberfläche aufweisen, beispielsweise für die hintere Querwand eines Fahrzeuges. Die aufgeschäumte Lage übernimmt dabei die Funktion des Abstandhalters sowie die Übertragung der Schubkräfte. Ein solches Bauteil weist ebenfalls eine hohe Steifigkeit bei geringer Masse auf, ist geeignet, hohe Energien - etwa bei einem Unfall - aufzunehmen und ist zudem gut schallisierend.

Die aufgeschäumte Schicht besteht üblicherweise aus einem Metallpulver auf Aluminiumbasis mit zulegierten Anteilen - beispielsweise von Silizium. Durch eine geeignete Wahl der Legierungselemente und -anteile sind mechanische Eigenschaften des Bauteils einstellbar. Auch für massivmetallische Bleche bietet sich die Verwendung von Leichtmetalllegierungen an.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung des Bauteils sowie seines Herstellungsverfahrens. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 in schematischer Ansicht schräg von oben eine Tiefziehform mit aufgelegtem zu verformendem Schaumwerkstoff,

Fig. 2 ein in eine Aufschäumform eingelegtes und einseitig endkonturiertes Formhalbzeug in schematischer perspektivischer Ansicht,

Fig. 3 eine ähnliche Ansicht des Bauteils am Ende des Aufschäumprozesses,

Fig. 4 das gesamte Herstellungsverfahren eines erfindungsgemäßen Bauteil im schematischen Überblick,

Fig. 5 das erfindungsgemäße Aufschäumen des Bauteils in einem schematischen Ablaufplan.

Ein erfindungsgemäßes Bauteil 1 weist eine aufgeschäumte Schicht 2 auf, die ein Metallpulver und ein Treibmittel umfaßt, die durch einen Mischungsvorgang homogen miteinander vermengt wurden und anschließend unter Druckeinwirkung, etwa durch axiales Pressen oder durch Strangpressen, zu einem kompakten, aufschäumbaren Halbzeug 2'' verdichtet und verfestigt worden ist.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die aufgeschäumte Schicht 2 ober- und unterseitig mit jeweils einem massivmetallischen Blech 3, 4 versehen, was jedoch nicht zwingend ist und insbesondere bei Ausbildung eines erfindungsgemäßen Bauteils 1 als Crashelement verzichtbar ist. Es ist weiterhin möglich, eine aufgeschäumte Schicht 2 mit nur einer massivmetallischen Deckschicht 3 bzw. 4 zu verbinden oder auch Verbünde aus mehreren unterschiedlichen aufgeschäumten Schichten, eventuell abgetrennt durch massivmetallische Schichten, herzustellen, etwa um Aufprallelemente zu schaffen, bei denen je nach Aufprallgeschwindigkeit und damit -energie eine unterschiedliche Anzahl von aufgeschäumten Schichten an der Verformung durch den Aufprall teilnimmt.

Im Ausführungsbeispiel einer doppelseitig mit massivmetallischen Blechen 3 und 4 versehenen aufgeschäumten Schicht 2 ist die Verbindung zwischen der am Ende des Verfahrens aufgeschäumten Schicht 2 und den massivmetallischen Blechen 3 und 4 unter Druckeinwirkung derart zustande gekommen, daß eine metallische Bindung zwischen den einzelnen Schichten 2', 3', 4' vor der Umformung und Aufschäumung erreicht worden ist. Dazu bietet sich an, ein Walzplattieren eines Verbundes aus dem aufschäumbaren Halbzeug 2'', das nach dem Strangpressen bzw. axialen Pressen entstanden ist, und den massivmetallischen Blechen 3'', 4'' zwischen zwei Walzen 5 vorzunehmen, so daß ein Verbundwerkstoff 6 mit Sandwichstruktur zweier massivmetallischer Deckschichten 3' und 4' und einer noch nicht aufgeschäumten porösen Zwischenschicht 2' entsteht.

Ein solcher im wesentlichen flächiger metallischer Verbundwerkstoff 6, der in jedem Fall eine noch aufschäumbare Schicht 2' umfaßt, weist zwischen den metallischen Blechen 3' und 4' und der aufschäumbaren Schicht 2' metallische Bindungen auf und steht nun zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Dieser flächige Verbundwerkstoff 6 wird zunächst in Stücke geeigneter Größe zerteilt, beispielsweise mit Hilfe einer Säge.

Ein solcher auf die gewünschten Außenmaße zurechtgeschnittener Verbundwerkstoff 6 wird nun zu einem Formhalbzeug 7 umgeformt, wobei die Umfor-

mung sowohl eine kontinuierliche Krümmung des Verbundwerkstoffes 6 bewirken kann als auch die Ausprägung einzelner Bereiche 7'.

In jedem Falle weist die zur Umformung des Verbundwerkstoffes 6 zum Formhalbzeug 7 eingesetzte Form 8 quer zur Auflagefläche des Verbundwerkstoffes 6 Winkel γ in einer Größe zwischen etwa 100° und 260° auf, wobei die Kanten abgerundet sind, um somit ein direktes Abkanten des Verbundwerkstoffes 6 zu vermeiden. Dadurch bleibt der Verbund auch in den Winkelbereichen erhalten, und die mechanische Festigkeit des durch die Umformung erreichten Formhalbzeuges 7 weist keine punktuellen Schwachstellen auf.

Das Umformen kann durch bekannte übliche Umformmaßnahmen erfolgen, etwa durch Tiefziehen mit und ohne Niederhalter, wie es im Karosseriebau bekannt ist, oder durch ein einseitiges Umformverfahren, wie etwa das Fluidzellverfahren.

In jedem Falle wird ein Formhalbzeug 7 erhalten, das entweder planebene oder gekrümmte Flächenbereiche 7'' enthält und eventuell aus diesem ausgeformte Konturen 7' und das zur weiteren Bearbeitung eine aufschäumfähige Lage 2' umfaßt.

Das Aufschäumen des Formhalbzeuges 7 zu einem Bauteil 1 in einer definierten, reproduzierbaren und maßhaltigen Weise zu gestalten ist die eigentliche Intention der Erfindung, weil dadurch erst ermöglicht wird, Bauteile für eine Serienfertigung zur Verfügung zu stellen.

Dazu wird das Formhalbzeug 7 in eine Aufschäumform 9 eingelegt, deren eine Wandung 12 eine Seite 10 des Formhalbzeuges 7 im wesentlichen flächendeckend abstützt, so daß diese Seite 10 bereits ihre Endkontur aufweisen muß, da eine weitere Konturgebung durch das Aufschäumen des Formhalbzeuges 7 zu einem Bauteil 1 keine Verformung dieser Seite 10 mehr mit sich bringt.

Die Wandungen 12, 13 der Aufschäumform 9 können beispielsweise aus Stahl oder auch aus Keramik bestehen. In jedem Fall ist wichtig, daß das Bauteil 1 trotz seines beim Aufschäumen herrschenden Innendruckes keine Verbindung mit den Wandungen 12, 13 der Aufschäumform 9 eingeht. Um hier jegliches Aneinanderhaften zu unterbinden, können diese Wandungen 12, 13 beschichtet sein.

Durch die flächige Unterstützung einer endkonturierten Seite 10 des noch nicht aufgeschäumten Formhalbzeuges 7 wird beim Aufschäumen vermieden, daß diese bereits die Endkontur des späteren Bauteils 1 aufweisende Seite 10 während des Aufschäumens durch den Druck des gasabspaltenden Treibmittels in der aufschäumenden Schicht 2' nach außen hin verformt wird. Dabei ist es vorteilhaft und für manche Anwendungen zwingend, der gegenüberliegenden Seite 11 des Formhalbzeuges 7 eine weitere Wandung 13 der Aufschäumform 9 zuzuordnen, die mit festem Abstand zur Wandung 12 angeordnet ist, um dadurch das Maß der Ausdehnung der aufschäumenden Schicht 2' definiert zu begrenzen und somit eine Maßhaltigkeit des fertigen

Bauteils 1 mit weniger als 5/10 mm Abweichung zu ermöglichen. Durch eine Einstellbarkeit des Abstandes der Wandungen 12 und 13 läßt sich die Dicke des Bauteils 1 vorwählen - und damit auch seine Dichte und seine mechanische Festigkeit. Dadurch ist erreicht, daß derselbe Ausgangswerkstoff für Bauteile 1 mit völlig verschiedenen Eigenschaften verwendet werden kann. Je größer der erlaubte Aufschäumweg in der Aufschäumform 9 gelassen wird, desto geringer ist die Dichte des fertigen Bauteils 1. Auch seine Steifigkeit läßt sich auf diese Weise einstellen. Damit können beispielsweise die unterschiedlichen Steifigkeitsanforderungen eines kurzen PKW-Daches bzw. eines langen Daches eines Kombis über den Grad der Aufschäumung erfüllt werden.

Die obere Wandung 13 der Aufschäumform kann entfallen, wenn an die Dickenmaßhaltigkeit des aufschäumenden Formhalbzeuges 7 nur geringe Ansprüche gestellt werden, wie beispielsweise bei der Ausbildung von Crashelementen.

In den meisten Fällen wird es jedoch unverzichtbar sein, durch beide Wandungen 12 und 13 den Aufschäumweg und damit das Endmaß des aufgeschäumten Bauteils 1 zu begrenzen, wodurch eine Serienfertigung immer gleicher aufgeschäumter Bauteile 1 ermöglicht ist.

Die beiden gegenüberliegenden Wandungen 12 und 13 der Aufschäumform 9 weisen dabei im wesentlichen parallele Flächenstrukturen auf, da es nicht möglich ist, durch das Aufschäumen weitere Strukturen etwa nur in eine Oberfläche 11 des Formhalbzeuges 7 einzuprägen - etwa durch Aussparungen in der begrenzenden Wand 13 der Aufschäumform 10.

Durch ein derart definiertes Aufschäumen werden Bauteile 1 als Leichtbauserienprodukte erhalten, die beispielsweise als Karosserieinnenbleche, als Spritzwände oder Abtrennwände gegenüber Motor- oder Kofferraum oder zur crashsichernden und aussteifenden Funktion innerhalb der Karosserie eingesetzt werden können.

Solche Bauteile können insgesamt gekrümmt sein, beispielsweise zur Verwendung als Türaußenbleche, oder aus planebenen oder gekrümmten Bereichen 1" herausgearbeitete ausgeprägte Konturen 1' umfassen, die im Bereich der Übergänge gegenüber dem gekrümmten oder planebenen Flächenbereich Winkel α in der Größenordnung zwischen 100° und weniger als 180° aufweisen, so daß hiermit die verschiedensten Anforderungen an Karosseriebleche bzw. Karosserieinnenbleche erfüllt werden können - mit sehr leichten und verwindungssteifen Bauteilen 1.

Ebenso können innerhalb der ausgeprägten Konturen 1' Winkel β in der gleichen Größenordnung auftreten, so daß auch hier eine maximale Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an die Ansprüche der Karosseriebauer gegeben ist.

Mit dem hier vorgestellten Verfahren und den daraus resultierenden Bauteilen ist es erstmals möglich, Werkstoffe aus metallischen Schäumen - und eventuell

massivmetallischen Blechen, die mit diesen verbunden sind - zur Serienfertigung einzusetzen und in reproduzierbarer Weise durch bekannte Umformprozesse und ein anschließendes definiertes Aufschäumen der Metallpulver und Treibmittel enthaltenden Schicht 2' die Vorteile, die ein solcher Leichtbau bietet, in die Praxis umzusetzen.

Patentansprüche

1. Bauteil, für insbesondere Landfahrzeuge, vorzugsweise Karosseriebauteil für Kraftfahrzeuge, bestehend aus einem metallischen Schaumwerkstoff mit einer Metallpulver und Treibmittel umfassenden aufgeschäumten porösen Schicht, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bauteil (1) zumindest eine aus seiner Fläche (1") erhabene ausgeprägte Kontur (1') aufweist, wobei die im Bereich der Übergänge zwischen der dreidimensional ausgeformten Kontur (1') und dem Flächenbereich (1") vorkommenden Winkel (α) in einer Größenordnung zwischen 100° und < 180° gehalten sind.
2. Bauteil, für insbesondere Landfahrzeuge, vorzugsweise Karosseriebauteil für Kraftfahrzeuge, bestehend aus einem metallischen Schaumwerkstoff mit zumindest einer Metallpulver und Treibmittel umfassenden aufgeschäumten porösen Schicht und zumindest einem massivmetallischen Blech, wobei zwischen dem massivmetallischen Blech und der aufgeschäumten porösen Schicht metallische Bindungen bestehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bauteil (1) zumindest eine aus seiner Fläche (1") erhabene ausgeprägte Kontur (1') aufweist, wobei die im Bereich der Übergänge zwischen der dreidimensional ausgeformten Kontur (1') und dem Flächenbereich (1") vorkommenden Winkel (α) in einer Größenordnung zwischen 100° und < 180° gehalten sind.
3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2 mit einer erhabenen ausgeprägten Kontur, innerhalb der Winkel auftreten, **dadurch gekennzeichnet**, daß diese Winkel (β) im Bereich von 100° bis < 180° gehalten sind.
4. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flächenbereiche (1") planeben sind.
5. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flächenbereiche (1") gekrümmt sind.
6. Verfahren zum Endformen eines aus im wesentlichen flächigem metallischem Schaumwerkstoff gebildeten Bauteils, insbesondere nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, das zumindest eine mit einem Treibmittel vermisches Metallpulver umfassende Schicht aufweist und ggf. mit zumin-

dest einem massivmetallischen Blech durch z. B. Walzplattieren verbunden ist, wobei die Schichten nach Druckeinwirkung mit metallischer Bindung aneinanderhaften und wobei der flächige Schaumwerkstoff durch einseitige oder beidseitige Formgebung in ein dreidimensionales und einseitig endkonturiertes Formhalbzeug umgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das so gebildete Formhalbzeug (7) in eine mit einer Wandung (12) an dessen endkonturierte Seite (10) angepaßte Aufschäumform (9) eingebracht und darin aufgeschäumt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch eine Anpassung der Wandungen (12,13) der Aufschäumform an beide Seiten (10,11) des Formhalbzeuges (7) das Maß der Ausdehnung der aufschäumenden Schicht (2') durch die Wandungen (12,13) der Aufschäumform (9) definiert begrenzt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Umformung des Verbundwerkstoffes (6) eine Krümmung von Flächenbereichen (7'') in einem Formhalbzeug (7) bewirkt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Umformung des Verbundwerkstoffes (6) eine Ausprägung von Teilbereichen (7') aus Flächenbereichen (7'') des Formhalbzeuges (7) bewirkt wird.
10. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Umformung eine Form (8) vorgesehen ist, die den aufliegenden flächigen Verbundwerkstoff (6) einseitig abstützt und quer zu dessen Auflagefläche Winkel (γ) in einer Größe zwischen 100° und 260° aufweist.
11. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gegenüberliegenden Wandungen (12,13) der Aufschäumform (9) im wesentlichen parallele Flächenstrukturen aufweisen.

50

55

FIG. 1

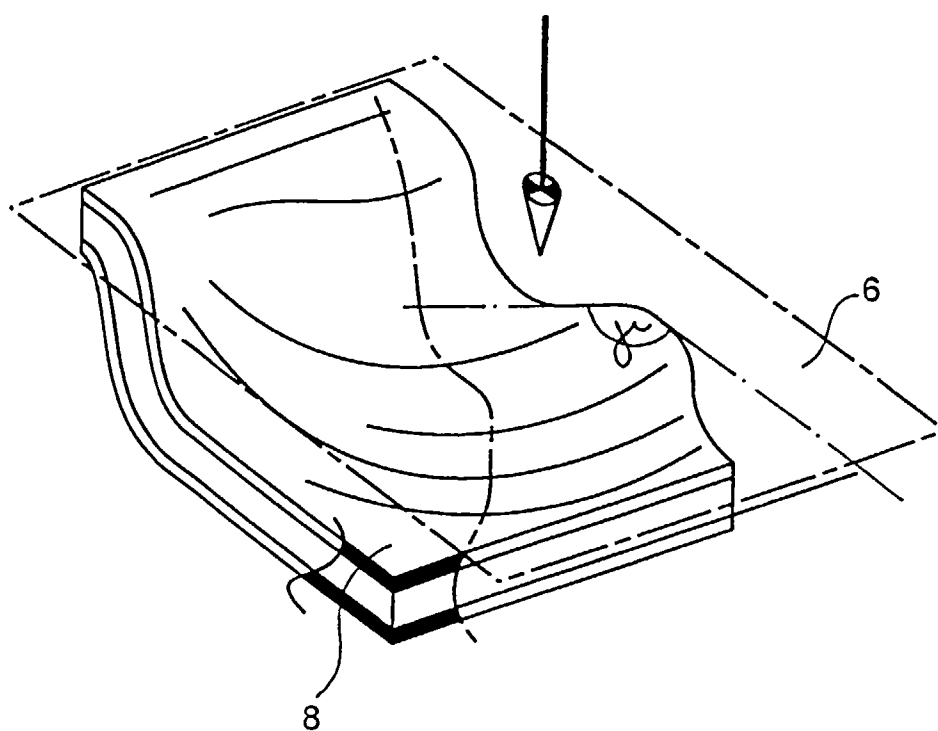


FIG. 2

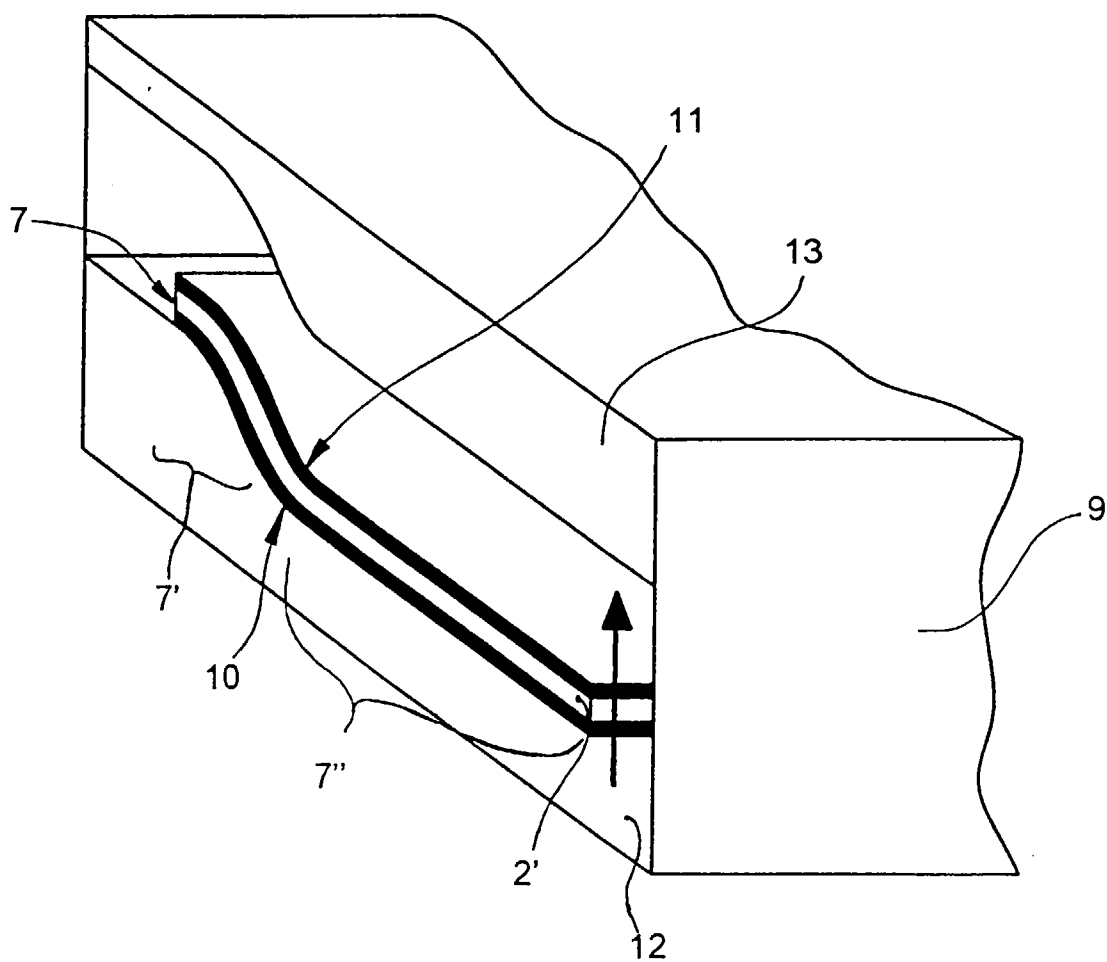


FIG. 3

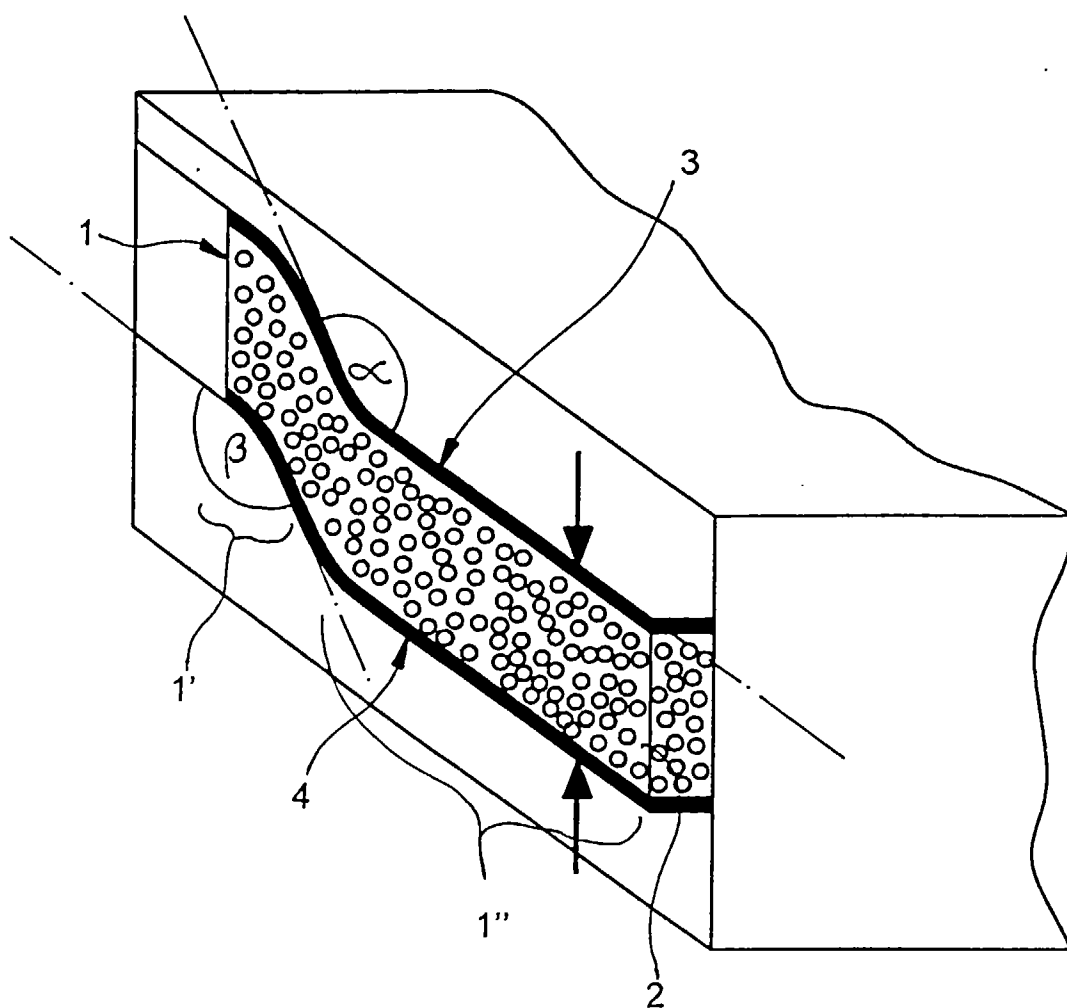


FIG. 4

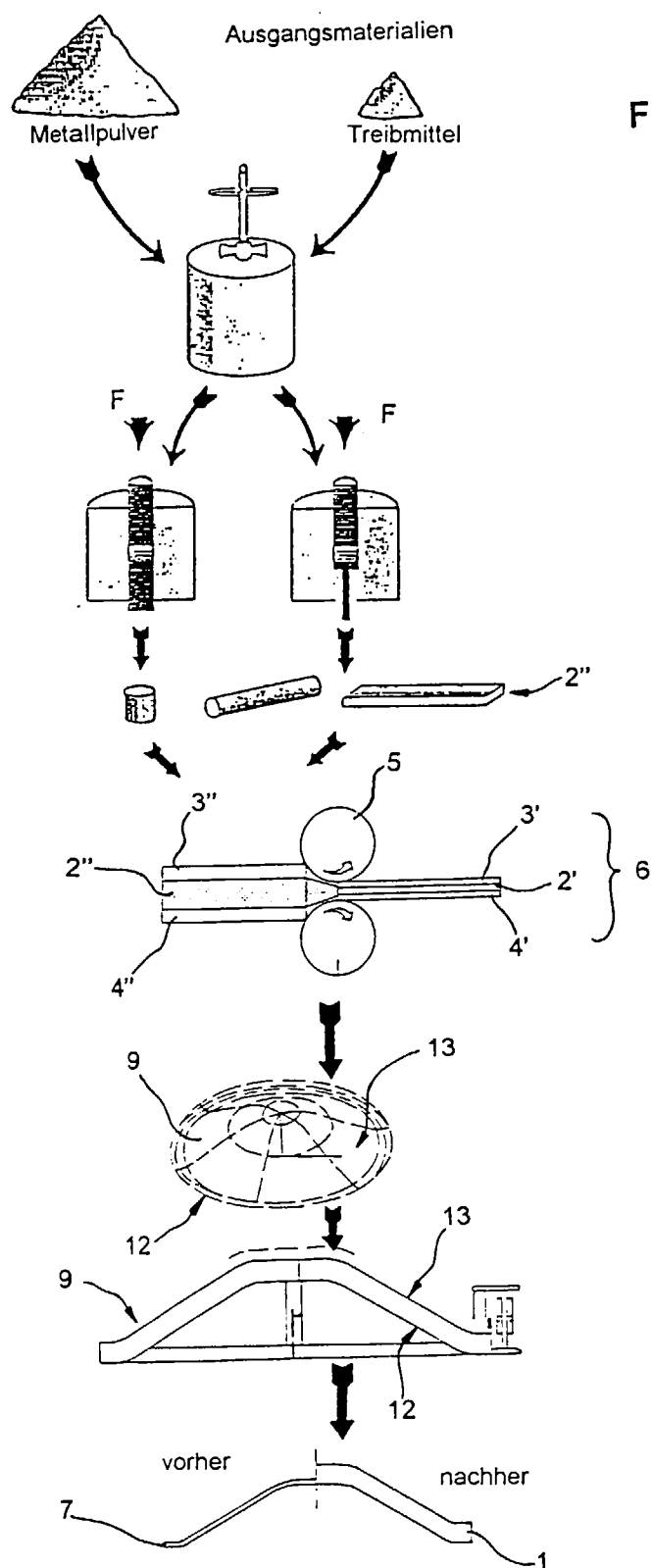


FIG. 5

