



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.05.2003 Patentblatt 2003/18

(51) Int Cl.7: **B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: **02020724.7**

(22) Anmeldetag: **14.09.2002**

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

(72) Erfinder:
• **Katzlinger, Peter**
85540 Haar (DE)
• **Reuter, Helmut**
94437 Mamming (DE)
• **Baumann, Bernd, Dr.**
56567 Neuwied (DE)
• **Heine, Burkhard, Prof. Dr.**
73431 Aalen (DE)
• **Bauer, Herbert, Prof. Dr.-Ing.**
73430 Aalen (DE)
• **Haas, Andreas, Dr.**
73457 Essingen (DE)

(30) Priorität: **27.10.2001 DE 10153139**

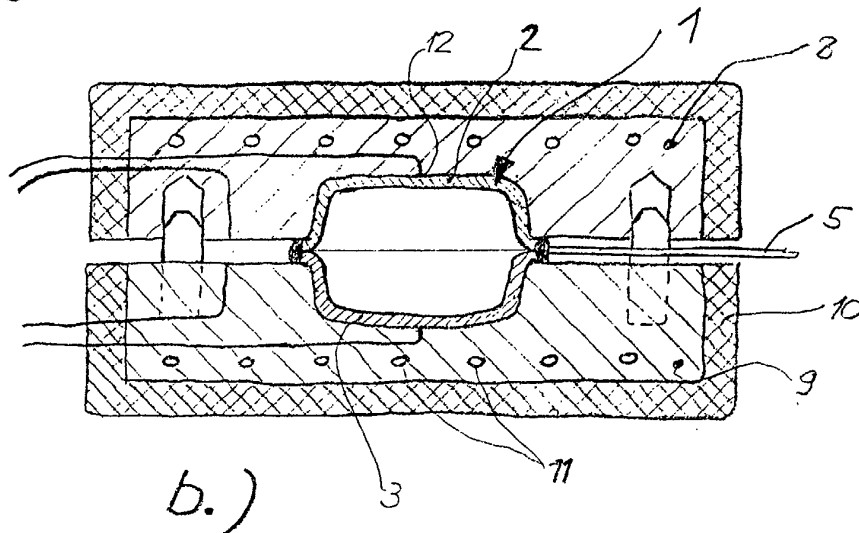
(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(54) **Thermisches Innendruck-Umformverfahren**

(57) Bei einem thermischen Innendruck-Umformverfahren, bei dem randseitig miteinander verschweißte Blechplatinen (2,3) in ein Formwerkzeug (6) eingelegt, bis nahe der Schmelztemperatur der Blechplatinen (2,3) erwärmt und im erwärmten Zustand durch Einleiten eines Druckmediums zwischen die Platinen (2,3) bis zur Anlage an der Formkavität (7) des Formwerkzeugs (6) zu einem Hohlbauteil (1) aufgeweitet und anschließend aus dem Formwerkzeug (6) entformt werden, werden die Herstellungskosten ohne Beeinträchtigung der me-

chanischen Eigenschaften des fertigen Hohlbauteils (1) erfindungsgemäß dadurch wesentlich reduziert, dass die Blechplatinen (1,2) aus einem konventionellen, unter Wärmeeinwirkung rekristallisationsanfälligen Werkstoff bestehen und für die Erwärmungs- und Innendruckverformungsphase der Blechplatinen (1,2) eine kurze, unterhalb der Gefügeumwandlungszeit des rekristallisationsanfälligen Materials bei Erwärmungstemperatur liegende Zeitspanne von wenigen Minuten eingehalten wird.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein thermisches Innendruck-Umformverfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der DE 195 31 035 C2 ist ein Verfahren dieser Art zur Innendruckumformung von randseitig miteinander verschweißten Blech- und insbesondere Aluminiumplatinen bekannt, bei dem die Blechplatinen entweder außerhalb des Formwerkzeugs oder in diesem selbst durch Vor- oder Aufheizen der Form oder des Druckmediums auf ein erhöhtes Temperaturniveau erwärmt und in diesem Zustand umgeformt werden, um auf diese Weise mit relativ niedrigen Drücken hohe Umformgrade zu erzielen. Dabei ergeben sich jedoch bei Werkstoffen wie Titan oder eben auch Aluminium, die in der Kraft- und Luftfahrzeugindustrie zunehmend häufiger zum Einsatz kommen, höchst unerwünschte Gefügeumwandlungen mit Rekristallisations- und Versprödungseffekten, wenn nicht auf Korngrößenstabilisierte, superplastische Sonderwerkstoffe zurückgegriffen wird, die sehr kostspielig und zumindest für eine Serienfertigung nicht akzeptabel sind.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, das Verfahren der eingangs genannten Art so auszugestalten, dass auch konventionelle, unter Wärmeeinwirkung rekristallisationsanfällige Werkstoffe, wie normales Aluminium oder Titan, auf fertigungstechnisch einfache Weise ohne unerwünschte Gefügeumwandlungen im schmelzpunktnahen Temperaturbereich zu qualitativ hochwertigen Hohlbauteilen innendruckumformbar sind.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das im Patentanspruch 1 angegebene Verfahren gelöst.

[0005] Erfindungsgemäß wird durch eine gegenüber den bekannten Verfahren wesentliche Verkürzung der Erwärmungs- und Verformungsphase eine störende Gefügeumwandlung an in dieser Hinsicht empfindlichen Materialien unterbunden und in Verbindung mit der Verwendung konventioneller, nicht-korngrößenstabiler anstelle von superplastischen Werkstoffen eine erheblich kostengünstigere Bauteilfertigung mit hohen Umformgraden sichergestellt, ohne dass sich der schmelzpunktnahe Erwärmungszustand der Blechplatinen nachteilig auf die Materialeigenschaften des fertigen Hohlbauteils auswirkt, mit dem weiteren, insbesondere für eine Serienfertigung bedeutsamen Effekt, dass sich aufgrund der verkürzten Taktzeiten zugleich auch entsprechend erhöhte Produktionsraten erzielen lassen.

[0006] Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, die Erwärmungs- und Verformungsphase auf einen Zeitraum von etwa 5 Minuten zu begrenzen. Im Rahmen der Erfindung werden vorzugsweise konventionelle Aluminiumbleche oder solche aus einer nicht-korngrößenstabilisierten Aluminiumlegierung bei einem Temperaturniveau von etwa 500 °C innendruckverformt. In weiterer, besonders bevorzugter Ausgestaltung der Erfin-

nung werden die Blechplatinen nach dem Einlegen in das Formwerkzeug auf dem Wege über eine in dieses integrierte Heizeinrichtung erwärmt, wodurch einerseits Zeitverluste, die beim Aufheizen der Platinen außerhalb des Formwerkzeugs entstehen, vermieden werden und andererseits - anders als beim Erwärmen der Blechplatinen mit Hilfe eines erhitzten Druckmediums - eine exakte, zeitlich getrennte Steuerung von Aufheiz- und Verformungsvorgang ermöglicht wird.

[0007] Die Innendruckverformung erfolgt zweckmäßigerweise mit Hilfe eines gasförmigen Druckmediums, im einfachsten Fall Luft, unter einem Druck von normalerweise 20 bis 40 bar bis hin zu Druckwerten von ca. 250 bar, falls z. B. scharfkantige Eckbereiche an den Hohlbauteilen ausgeformt werden sollen. Um sicherzustellen, dass die Blechplatinen unter der Wärmeeinwirkung nicht an ihren an die Schweißnaht angrenzenden Kontaktflächen zusammenmelzen, werden diese zweckmäßigerweise mit einem Trennmittel partiell vorbeschichtet. Die konstruktive Steifigkeit der Hohlbauteile schließlich lässt sich dadurch auf fertigungstechnisch einfache Weise erhöhen, dass zwischen den äußeren Blechplatinen zumindest eine werkstoffgleiche Innenplatte angeordnet und randseitig mit diesen verschweißt wird, welche sich beim Aufweiten der Außenplatinen zu einem den Hohlkörper durchsetzenden Versteifungsblech verformt.

[0008] Die Erfindung wird nunmehr anhand zweier Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen in stark schematisierter Darstellung in

Fig. 1a, b zwei aufeinanderfolgende Fertigungsstufen eines Hohlbauteils a.) nach dem Einlegen der Blechplatinen in das Formwerkzeug und b.) nach Beendigung des Umformprozesses; und

Fig. 2a, b, c den Fertigungsablauf für ein modifiziertes, innenblechversteiftes Hohlbauteil a.) vor Beginn, b.) in einer Zwischenstufe und c.) nach Beendigung des Umformvorgangs.

[0009] Bei dem anhand der Fig. 1 erläuterten Umformverfahren zur Herstellung eines im Querschnitt geschlossenen Hohlbauteils 1 werden zunächst zwei Blechplatinen 2, 3 mit einer Wandstärke von jeweils einigen mm aus konventionellem, nicht-korngrößenstabilisiertem Aluminium oder einer ebensolchen Aluminiumlegierung, welche an ihren Kontaktflächen - mit Ausnahme eines schmalen Randstreifens - mit einer siliziumnitridhaltigen, gestrichelt dargestellten Trennmittelschicht 4 belegt sind, unter Zwischenschaltung einer Drucklanze 5 in ein insgesamt mit 6 bezeichnetes Formwerkzeug eingelegt. Dieses besteht aus einem mit einer der Außenkontur des Hohlbauteils 1 entsprechenden Formka-
 7 versehenen Werkzeugober- und -unterteil 8, 9,

welche auf der Außenseite jeweils von einer Wärmeisolationsschicht 10 umschlossen sind und durch eine Heizeinrichtung 11 kontinuierlich auf einem nahe dem Schmelzpunkt der Blechplatinen 2, 3 liegenden Temperaturniveau von etwa 500 °C gehalten werden. Zur Überwachung des Temperaturniveaus sind im Bereich der Formkavität 7 und im Randbereich der Blechplatinen 2, 3 jeweils Temperatursensoren 12 angeordnet.

[0010] Nach dem Einlegen der Blechplatinen 2, 3 werden die Werkzeugeile 8, 9 zusammengefahren und die Blechplatinen 2, 3 unter der Druckwirkung der Werkzeugeile 8, 9 und der gleichzeitigen, schmelzpunktnahen Erwärmung an ihren trennmittelfreien Randzonen miteinander preßverschweißt, während eine Schmelzbindung an den übrigen Kontaktflächen infolge der Trennmittelbeschichtung 4 unterbunden wird.

[0011] Anschließend werden die Blechplatinen 2, 3 über die Drucklanze 5 mit einem Druckmedium, z. B. Druckluft, innendruckbeaufschlagt und dadurch bis zur Anlage an der Formkavität 7 des Formwerkzeugs 6 aufgeweitet, so dass der in Fig. 1b gezeigte Hohlkörper 1 entsteht. Das Druckniveau des Druckmediums liegt dabei normalerweise zwischen 20 und 40 bar, kann jedoch je nach Verformungsgrad und Querschnittsgeometrie des Hohlbauteils 1 bis zu 250 bar angehoben werden.

[0012] Nach Beendigung des Umformvorgangs wird das Formwerkzeug 6 geöffnet und der Hohlkörper 1 entnommen, woraufhin die Drucklanze 5 abgetrennt, die entstehende Hohlkörperöffnung verschlossen und ein neuer Fertigungszyklus begonnen werden kann. Wesentlich ist, dass die Zeitspanne zwischen dem Aufheizen der Blechplatinen 2, 3 und der Entnahme des Hohlkörpers 1 so kurz bemessen wird, dass eine Gefügeumwandlung der Blechplatinen 2, 3 unterbleibt. Diese Zeitspanne liegt bei konventionellen, nicht-korngrößenstabilisierten Aluminiumplatinen in der Größenordnung von wenigen, nämlich etwa 5 Minuten.

[0013] Die Ausführungsform nach Fig. 2, wo die dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechenden Komponenten durch ein um 100 erhöhtes Bezugszeichen gekennzeichnet sind, unterscheidet sich von diesem in erster Linie durch einen anders aufgebauten Platinenverbund, welcher hier aus z. B. durch Laserstrahlnähte 13, 14 randseitig miteinander vorverschweißten Außen- und kleineren, von Durchlassöffnungen 15 durchsetzten Innenplatinen 102, 103 bzw. 16, 17 wiederum aus konventionellem, nicht-korngrößenstabilisiertem Aluminium oder einer gleichartigen Aluminiumlegierung besteht. Aus Fig. 2b ist ersichtlich, wie die Außenplatinen 102, 103 unter der Innendruckwirkung und der gleichzeitigen, schmelzpunktnahen Erwärmung ballonartig aufgeweitet und zugleich die Innenplatinen 16, 17 gestreckt werden, bis am Ende des thermischen Umformprozesses (Fig. 2c) ein im Querschnitt geschlossenes Hohlbauteil 101 mit scharfkantigen Eckbereichen und durch die Innenplatinen 16, 17 gebildeten, parallel zur Verbindungsnaht 13 der Außenplatinen 102, 103 verlaufenden Versteifungsblechen entsteht. Aufgrund der

rechteckförmigen Querschnittsgeometrie des Hohlbauteils 101 muss in diesem Fall mit wesentlich höheren Innendrüken in der Größenordnung von 200 bar gearbeitet werden. Im Übrigen ist die Verfahrensweise sowohl hinsichtlich der formwerkzeugseitigen Aufheizung als auch hinsichtlich der auf wenige Minuten begrenzten Zeitspanne zwischen dem Einlegen des Platinenverbunds und dem Entformen des Hohlbauteils 101 die gleiche wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

Patentansprüche

1. Thermisches Innendruck-Umformverfahren, bei dem randseitig miteinander verschweißte Metallplatinen in ein Formwerkzeug eingelegt, bis nahe der Schmelztemperatur der Metallplatinen erwärmt und im erwärmten Zustand durch Einleiten eines Druckmediums zwischen die Platinen bis zur Anlage an der Formkavität des Formwerkzeugs zu einem Hohlkörper aufgeweitet und anschließend aus dem Formwerkzeug entformt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die Metallplatinen aus einem nicht korngrößenstabilisierten Werkstoff bestehen und
 - für die Erwärmungs- und Innendruckverformungsphase der Metallplatinen eine kurze, unterhalb der Gefügeumwandlungszeit des nicht korngrößenstabilisierten Werkstoffs bei Erwärmungstemperatur liegende Zeitspanne von wenigen Minuten eingehalten wird.
2. Umformverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmungs- und Innendruckverformungsphase innerhalb einer Zeitspanne von etwa 5 Minuten gehalten wird.
3. Umformverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nicht-korngrößenstabilisierten Metallplatinen aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen und auf eine Temperatur von etwa 500 °C erwärmt werden.
4. Umformverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallplatinen nach dem Einlegen in das Formwerkzeug auf dem Wege über eine in dieses integrierte Heizeinrichtung erwärmt werden.
5. Umformverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallplatinen mit einem Innendruck von maximal 250 bar druckgasverformt werden.
6. Umformverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallplatinen an ihren an die Schweißnaht an-

grenzenden Kontaktflächen mit einem Trennmittel beschichtet werden.

7. Umformverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** 5
zwischen die äußeren Metallplatinen zumindest eine weitere, randseitig mit den Außenplatinen verschweißte und nach dem Aufweiten der Außenplatinen ein den Hohlkörper durchsetzendes Innenblech bildende Metallplatine eingesetzt wird. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

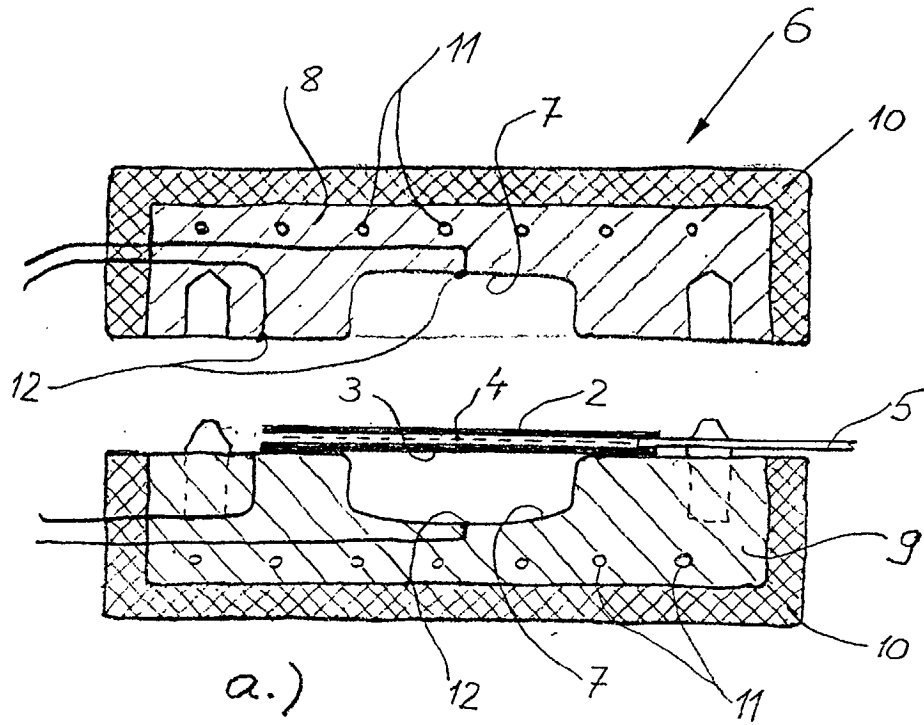
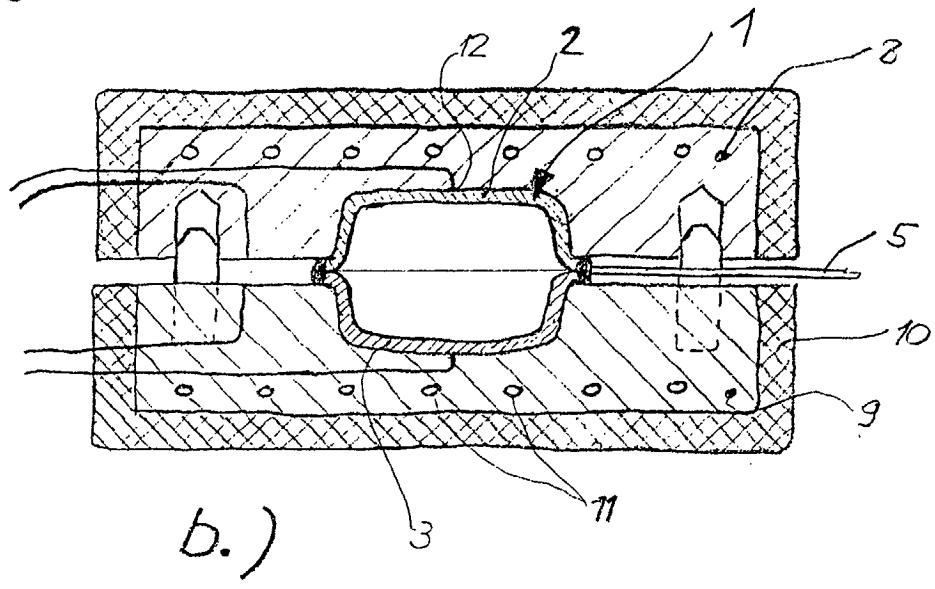


Fig. 1



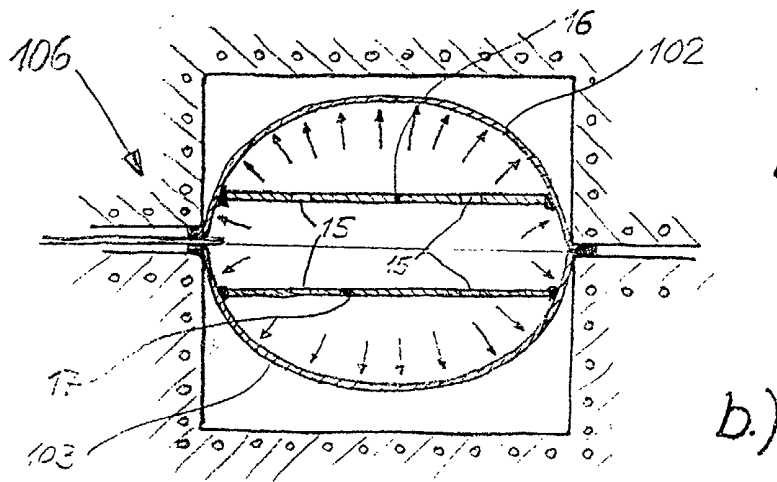
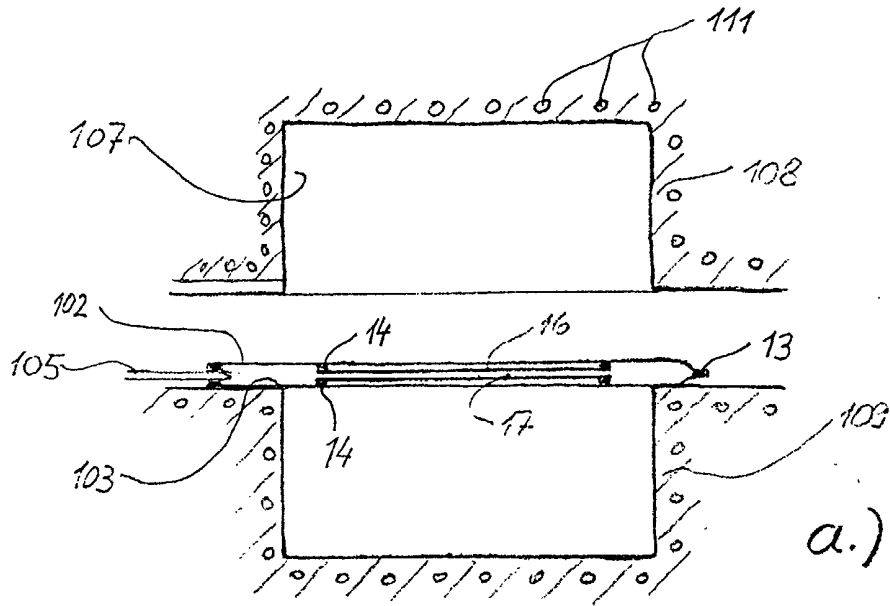
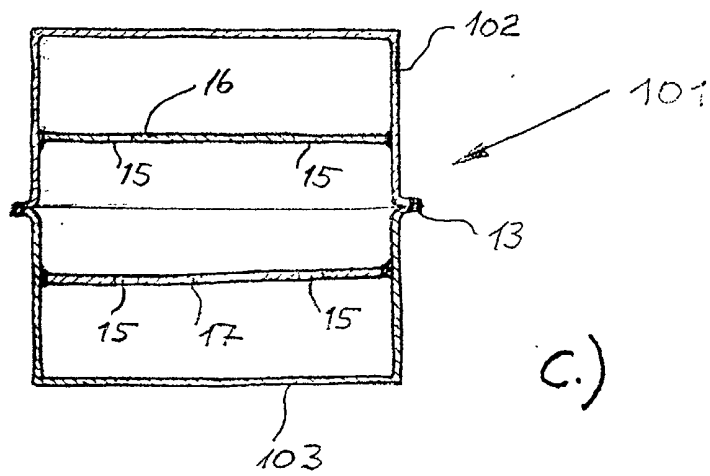


Fig. 2





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A,D	DE 195 31 035 A (ALCAN GMBH) 27. Februar 1997 (1997-02-27) * Ansprüche 1-3; Abbildungen 1-3 * ---	1-7	B21D26/02
A	DE 199 46 290 A (VAW VER ALUMINIUM WERKE AG) 12. April 2001 (2001-04-12) * Spalte 2, Zeile 18 - Spalte 2, Zeile 22; Ansprüche 1,2; Abbildung 1 * ---	1-7	
A	DE 23 61 215 A (VOLKSWAGENWERK AG) 12. Juni 1975 (1975-06-12) * Seite 6, Zeile 21 - Seite 6, Zeile 30; Abbildungen 1-3 * -----	1-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 30. Oktober 2002	Prüfer Vinci, V
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B21D

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 02 0724

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-10-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19531035	A	27-02-1997	DE	19531035 A1	27-02-1997
DE 19946290	A	12-04-2001	DE	19946290 A1	12-04-2001
DE 2361215	A	12-06-1975	DE	2361215 A1	12-06-1975

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82