(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 740 969 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.11.1996 Patentblatt 1996/45

(51) Int. Cl.[6]: **B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: **96106329.4**

(22) Anmeldetag: **23.04.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL PT SE

(30) Priorität: **04.05.1995 DE 19516064**

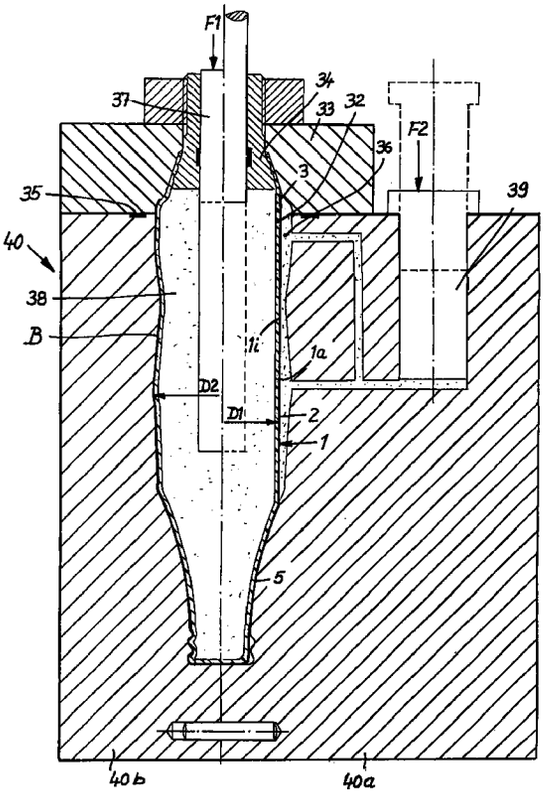
(71) Anmelder: **Rasselstein Hoesch GmbH**
56562 Neuwied (DE)

(72) Erfinder: **Sauer, Reiner, Dr.**
56566 Neuwied (DE)

(74) Vertreter: **Liebau, Gerhard, Dipl.-Ing.**
Patentanwaltsbüro
Liebau & Liebau
Postfach 22 02 29
86182 Augsburg (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung eines Blechhohlkörpers mit komplizierter Form

(57) Bei diesem Verfahren zur Herstellung eines Blechhohlkörpers mit komplizierter Form (3), insbesondere einer profilierten Dose, wird zunächst durch Kaltverformen, wie Tiefziehen, Biegen oder dgl. ein vorgeformter Hohlkörper (1) mit mindestens einem offenen Ende hergestellt und anschließend durch hydromechanisches Expandieren in einer Hohlform (40), deren Innenkontur im wesentlichen der endgültigen Außenkontur des Blechhohlkörpers entspricht, expandiert, indem das Innere (38) des Hohlkörpers hydraulischem Druck ausgesetzt wird. Der Hohlkörper wird während des Expandierens auch an seiner Außenseite (36) hydraulischem Druck ausgesetzt, wobei der Druck im Innern des Hohlkörpers größer ist als der Druck an seiner Außenseite und dieser äußere Druck mindestens 500 bar beträgt.



EP 0 740 969 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Blechhohlkörpers mit komplizierter Form, insbesondere einer profilierten Dose oder dgl., bei dem zunächst durch Kaltverformen, wie Tiefziehen, Biegen oder dgl. ein vorgeformter, kaltverfestigter Hohlkörper mit mindestens einem offenen Ende hergestellt und anschließend durch hydromechanisches Expandieren in einer Hohlform, deren Innenkontur im wesentlichen der endgültigen Außenkontur des Blechhohlkörpers entspricht, expandiert wird, indem das Innere des vorgeformten Hohlkörpers hydraulischem Druck ausgesetzt wird.

Beim Expandieren kann der in die Hohlform eingesetzte, vorgeformte Hohlkörper entweder mit Flüssigkeit, wie Wasser oder dgl., gefüllt, an seinem offenen Ende durch einen Stempel oder dgl. verschlossen und dann die Flüssigkeit unter Druck gesetzt werden, oder es wird ein mit Flüssigkeit gefüllter Gummibeutel von dem offenen Ende des Hohlkörpers her in diesen eingeführt und dann die Flüssigkeit im Innern des Beutels unter Druck gesetzt. In beiden Fällen kann jedoch das Expandieren nur dann erfolgen, wenn das Blech des vorgeformten Hohlkörpers bei der vorangegangenen Kaltverformung, z.B. Tiefziehen und gegebenenfalls Abstreckziehen, nur einer geringen Kaltverformung unterworfen war, so daß es noch eine ausreichende Bruchdehnung aufweist. Wenn jedoch der vorgeformte Hohlkörper ohne Zwischenglühen (Rekristallisationsglühen) in mehreren Stufen tiefgezogen und gegebenenfalls abstreckgezogen wurde, wie es z.B. bei einer Dose oder einem sonstigen Behälter mit großer Höhe im Verhältnis zu seinen Querabmessungen (Durchmesser), z.B. einem flaschenförmigen Behälter, einer Getränkedose, einer Spraydose oder dgl., der Fall ist, dann ist das Material der Hohlkörperwand stark kaltverfestigt und weist nur noch eine geringe Bruchdehnung auf. Abgesehen davon, daß Zwischenglühen einen separaten Arbeitsvorgang erfordert, der das kontinuierliche Herstellungsverfahren der Dose unterbricht, kommt Zwischenglühen bei der Verwendung von Weißblech nicht in Frage, da hierdurch die Zinnschicht zerstört werden würde. Verzichtet man auf Zwischenglühen, so könnte unter diesen Umständen der vorgeformte Hohlkörper nur noch in sehr geringem Maße expandiert werden, ohne daß seine Wandung reißt. Ein aus Weißblech hergestellter dosenförmiger Hohlkörper hätte nach dem Tiefziehen und Abstreckziehen nur noch eine Bruchdehnung von weniger als 1% und würde bei einer Expansion seines Durchmessers von weniger als 1% reißen. Ein großer Verformungsgrad und damit eine entsprechend hohe Kaltverfestigung der Wandung des vorgeformten Hohlkörpers ist jedoch erforderlich, um eine optimale Materialausnutzung zu erreichen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Blechhohlkörpers mit komplizierter Form, insbesondere einer profilierten Dose oder dgl., der eingangs erwähnten Art aufzuzeigen, welches dennoch ein beachtliches Expandieren eines durch vorhergehendes Tiefziehen und gegenbenenfalls Abstreckziehen stark kaltverfestigten Hohlkörpers ohne Zwischenglühen ermöglicht.

Dies wird nach der Erfindung dadurch erreicht, daß der vorgeformte, kaltverfestigte Hohlkörper ohne Zwischenglühen expandiert und während des Expandierens auf die Außenseite aller zu expandierender Bereiche des Hohlkörpers ein Gegendruck durch eine auf die Außenseite unmittelbar oder unter Zwischenschaltung einer an der Außenseite anliegenden Membrane mittelbar einwirkende Flüssigkeit ausgeübt wird, um durch die Wirkung des beidseitig auf die Wandung des Hohlkörpers einwirkenden Druckes ein Reißen des Werkstoffverbundes zu verhindern, wobei der Druck im Innern des Hohlkörpers größer ist als der Gegendruck und dieser Gegendruck mindestens 500 bar beträgt.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß auch durch vorhergehendes Tiefziehen und gegenbenenfalls Abstreckziehen stark kaltverfestigte, vorgeformte Hohlkörper aus Blech noch in beachtlichem Maße expandiert werden können, wenn man den Hohlkörper beidseitig, d.h. innen und außen, einem sehr hohen Druck einer Flüssigkeit aussetzt, d.h. einem Druck, der wesentlich höher ist als der zur Verformung erforderliche Druck. Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, daß beim Expandieren des vorgeformten Hohlkörpers die Flüssigkeit (Druckmedium) auf der Außenseite alle zu expandierenden Bereiche umschließt. Hierzu steht sie in unmittelbarem Kontakt mit dem Hohlkürper, eventuell durch eine Gummimembran getrennt. Es gilt, jedes Einzelelement von außen der Wandung des Hohlkörpers (Stützflüssigkeit) wie von innen (Expansionsflüssigkeit) unter Druck zu setzen, um durch die Wirkung des beidseitig hydrostatischen Druckes ein Reißen des Materialverbundes zu verhindern. Die Stützwirkung des Außendruckmediums (Flüssigkeit) in Verbindung mit dem Innendruckmedium (Flüssigkeit, Kunststoff) ist insbesondere bei hochverfestigten Metallen erforderlich, wenn Expansionsraten von mehr als 10% erreicht werden sollen und die Bruchdehnung des Werkstoffes im Zugversuch kleiner als 5% ist. Beim Expandieren unter einem Außendruck von 500 bar und mehr bleibt der Materialverbund während des Expandierens auch bei hochverfestigten Blechen erhalten. Sollen bei der Ausbauchung von dosen- oder flaschenförmigen Behältern Durchmesservergrößerungen von 20% erzielt werden, so ist ein äußerer Druck von ca. 1000 bar zu wählen. Mit zunehmender Expansion ist der Gegendruck zu erhöhen, wobei eine höhere Kaltverfestigung des vorgeformten Hohlkörpers auch höhere Gegendrücke erfordert.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich sowohl auf Weißblech als auch auf Aluminiumblech anwenden. Auch Hohlkörper aus Stahlblechen mit anderer Oberflächenbeschichtung oder ohne Oberflächenbeschichtung, oder aus anderen Materialien, können auf diese Weise ohne die Gefahr eines vorzeitigen Reißens und

ohne Rekristallisationsglühung nach dem Tiefziehen und gegebenenfalls Abstreckziehen expandiert werden. Ferner kommt das erfindungsgemäße Verfahren auch für andere Anwendungsbereiche in Betracht, wo hohe Festigheiten gefordert werden und Blechhohlkörper zur Festigkeitssteigerung durch Vorverformung schon eine hohe Kaltverfestigung erfahren haben, bevor sie durch Expansion ihre endgültige Außenkontur erhalten. Das Verfahren ist auch dann anwendbar, wenn sehr hohe Verformungen zu Reißern führen und vor der Endformgebung ein Zwischenglühen erforderlich wird. Mit Vergrößerung des Außendruckes läßt sich beim Expandieren wegen der Erhöhung des auf den Werkstoff wirkenden mittleren Druckes die Umformrate vergrößern, so daß auf das Glühen verzichtet werden kann. So läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren im Automobilbau, z.B. für komplizierte Abgaskrümmer und -rohre, Träger, Hilfsrahmen, Katalysatorgehäuse usw. anwenden. Im Apparatebau können Präzisionsrohrbögen, Ventilgehäuse, Ventilkugeln und dgl. geformt werden. Auch Gebrauchsgüter, wie z.B. Geschirre sowie Leichtbauträger für die Bauindustrie, lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellen. Dies sind jedoch nur einige Beispiele, ohne daß die Anwendung der Erfindung hierauf beschränkt sein soll.

Zur Erzeugung des hydraulischen Druckes im Innern des Körpers wird vorteilhaft ein mit Flüssigkeit gefüllter Gummibeutel von dem offenen Ende des vorgeformten Hohlkörpers in diesen eingeführt und dann die Flüssigkeit im Gummibeutel unter Druck gesetzt. Auf den Gummibeutel kann verzichtet werden, wenn die Wasserbefüllung der Dose in das zeitliche Ablaufkonzept des Fertigungsprozesses paßt. Eine Vorabwasserbefüllung ist auch möglich.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der beiliegenden Zeichnung, die einen Längsschnitt einer Hohlform mit einem darin angeordneten, vorgeformten Hohlkörper bzw. fertigen Behälter zeigt, beschrieben.

Bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel soll ein flaschenförmiger Behälter B hergestellt werden, der eine von der zylindrischen Form abweichende, komplizierte Form, z.B. die Form einer Cola-Getränke-Flasche, aufweist. Zu diesem Zweck wird aus einer Blechronde, z.B. aus Weißblech, einer Dicke von 0,05 - 0,5 mm durch Tiefziehen und gegebenenfalls Abstreckziehen in mehreren Stufen ein vorgeformter Hohlkörper hergestellt, der die in der Zeichnung, rechts, dargestellte Flaschenförmige Form hat. Hierbei weist dieser vorgeformte Hohlkörper 1 einen zylindrischen Abschnitt 2, ein Halsteil 5 und ein offenes Ende 3 auf. Durch das vorangegangene Tiefziehen und gegebenenfalls Abstreckziehen ist die Wandung des zylindrischen Abschnittes 2 stark kaltverfestigt und weist nur noch eine geringe Bruchdehnung auf. Überraschenderweise hat sich jedoch gezeigt, daß auch der stark kaltverfestigte zylindrische Abschnitt 2 sich noch ausbauchen läßt, wenn man hierbei die nachfolgend beschriebenen speziellen Maßnahmen anwendet.

Der vorgeformte Hohlkörper 1 wird durch spezielles hydromechanisches Expandieren, bei dem hoher Flüssigkeitsdruck sowohl auf die Innenseite als auch auf die Außenseite des Hohlkörpers ausgeübt wird, expandiert. Hierzu wird der Hohlkörper 1 in eine aus den beiden Formhälften 40a, 40b bestehende Hohlform 40 eingesetzt. Die Innenkontur 41 der Hohlform entspricht im wesentlichen der Außenkontur des fertigen Hohlkörpers B, wie er in der Zeichnung, links, dargestellt ist. Ein mit Flüssigkeit, z.B. Wasser, gefüllter Gummibeutel 32, dessen eines Ende zwischen den Halteteilen 33 und 34 eingespannt ist, wird von dem offenen Ende 3 in den vorgeformten Hohlkörper 1 eingeführt. Der zwischen der Außenwand 1a des vorgeformten Hohlkörpers 1 und der Innenkontur 41 der Hohlform 30 gebildete Außenraum 35 ist oben durch das Halteteil 33 und die Dichtung 35 druckdicht abgeschlossen. Der Außenraum 36 wird vollständig mit Flüssigkeit, z.B. Wasser, gefüllt, wobei dafür gesorgt wird, daß Luft über ein nicht dargestelltes Ventil entweichen kann. Die Flüssigkeit wirkt also unmittelbar auf alle zu expandierenden Bereiche des Hohlkörpers 1 ein. Auf den in dem Halteteil 34 verschiebbaren Kolben 37 wird eine Kraft F1 ausgeübt, die den Kolben 37 in den Innenraum 38 des Gummibeutels 32 drückt. Dieser legt sich an die Innenwand 1i des Hohlkörpers 1 an, wobei auch hier dafür gesorgt ist, daß die Luft zwischen Gummibeutel 32 und Innenwand 1i entweichen kann. Durch den Kolben 37 oder andere geeignete Mittel, z.B. eine Pumpe, wird der Innenraum 38 des Gummibeutels 32 und damit auch der Innenraum des Hohlkörpers 1 unter einen Druck Pi gesetzt. Gleichzeitig wird durch den Kolben 39, auf den eine Kraft F2 wirkt, oder andere geeignete Mittel im Außenraum 35 ein Druck Pa erzeugt, der kleiner ist als der Druck Pi. Statt des Kolbens kommt auch eine Membrane oder elastisches bzw. kompressibles Medium in Frage, dessen elastisches Verhalten einer bestimmten Federkennlinie folgt. Wird der Innendruck erhöht, so wachst gleichzeitig mit der Expansion des Hohlkörpers der Außendruck an. Der Außendruck muß über das elastische Verhalten der Membran (auch Wasservolumen kommt wegen Kompressibilität in Frage) so wachsen, daß er in der gesamten Expansionsphase ein Reißen des Hohlkörpers verhindert. Durch die Druckdifferenz zwischen Pi und Pa wird das Material der Wandung des Hohlkörpers 1 zum Fließen gebracht.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß sich das stark kaltverfestigte Material der Wandung des zylindrischen Abschnittes 2 um 10% und mehr im Durchmesser expandieren läßt, wenn man hierbei innen und außen sehr hohe Drücke auf den Hohlkörper 1 einwirken läßt. Besteht dieser z.B. aus verzinntem Blech, so ist bei einer Vergrößerung des Durchmessers D1 des vorgeformten Hohlkörpers 1 auf einen Durchmesser D2 des fertigen Behälters um 20% ein äußerer Druck Pa von etwa 1000 bar zu wählen. Dies bedeutet, daß der Druck Pi im Innenraum 38 um den für die Expansion des Körpers erforderlichen Druck höher sein und etwa 1200 bar betragen muß. Unter dem allseitigen

Hochdruck bleibt der Materialverbund auch beim Expandieren des stark kaltverfestigten Materials erhalten. Der Differenzdruck Pi - Pa von ca. 200 bar - der von der Festigkeit und der Wanddicke des Werkstoffes abhängt - ist der für das Expandieren des Hohlkörpers erforderliche Druck. Bei geringerer Durchmesser-Expansion von z.B. 10% kann der äußere Druck Pa entsprechend niedriger sein und etwa 500 bar betragen. Die Anwendung von äußeren Drücken bis zu 10000 bar ist je nach Material und vorhergehender Kaltverfestigung erforderlich.

Nachdem der Hohlkörper in die in der Zeichnung, links, dargestellte Form expandiert wurde, wird er an seinem offenen Ende 5 noch in bekannter Weise weiterverformt, so daß er an seinem offenen Ende, z.B. durch Bördeln, mit einem nicht dargestellten Boden verschlossen werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich nicht nur zum Expandieren von vorgeformten Hohlkörpern mit kreisförmigem Querschnitt sondern auch mit quadratischem, sechseckigen oder sonstigen Querschnitt anwenden. Speziell bei Querschnitten, die von der kreisrunden Form abweichen, ist das erfindungsgemäße Verfahren von Vorteil, da bei solchen abweichenden Querschnitten die Wandung des vorgeformten Hohlkörpers nach dem Tiefziehen und gegebenenfalls Abstreckziehen unterschiedliche Dicken aufweisen kann. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können auch z.B. Getränkedosen hergestellt werden, bei denen das offene Ende der Dose im Durchmesser gegenüber dem Durchmesser des übrigen Dosenrumpfes verringert ist, um einen im Durchmesser möglichst kleinen Deckel mit kleinem Materialeinsatz verwenden zu können. Solche Dosen sind im Prinzip bekannt, jedoch wird bisher das Verkleinern des Durchmessers am offenen Ende der Dose durch sogenanntes Stauchnecken in mehreren Stufen erreicht. Durch das Expandieren unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens läßt sich generell eine noch bessere Ausnutzung des Werkstoffes erreichen, da ein Material, welches nach dem Tiefziehen und Abstreckziehen praktisch kaum mehr eine Bruchdehnung aufweist, nochmals Durchmesservergrößerungen von z.B. 20% unterworfen werden kann, was eine wesentlich höhere Volumenvergrößerung ergibt.

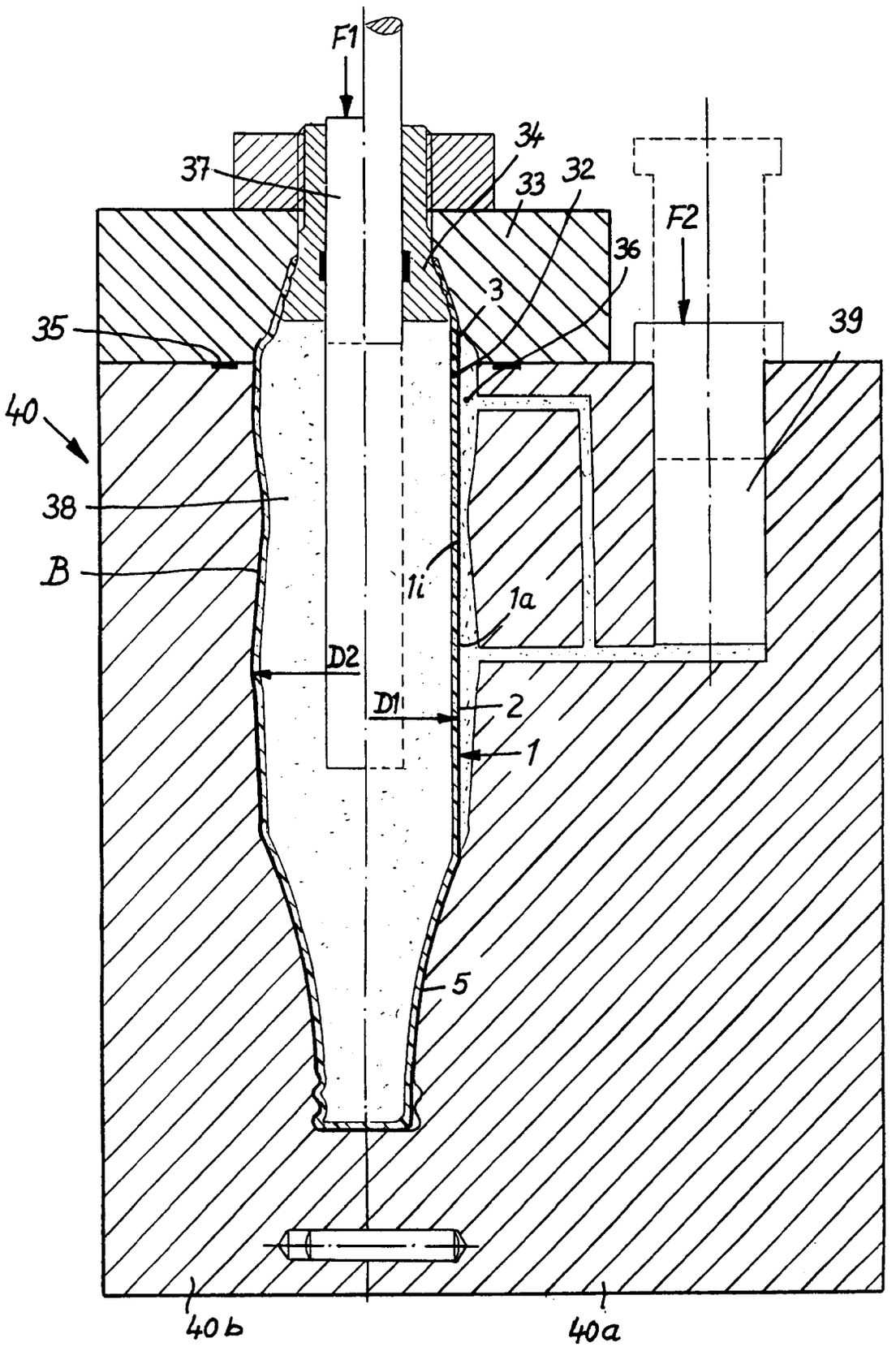
Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Blechhohlkörpers mit Komplizierter Form, insbesondere einer profilierten Dose oder dgl., bei dem zunächst durch Kaltverformen, wie Tiefziehen, Biegen oder dgl. ein vorgeformter, kaltverfestigter Hohlkörper mit mindestens einem offenen Ende hergestellt und anschließend durch hydromechanisches Expandieren in einer Hohlform, deren Innenkontur im wesentlichen der endgültigen Außenkontur des Blechkörpers entspricht, expandiert wird, indem das Innere des vorgeformten Hohlkörpers hydraulischem Druck ausgesetzt wird, **dadurch gekennzeichnet,** daß der vorgeformte, kaltverfestigte Hohlkörper ohne Zwischenglühen expandiert und während des Expandierens auf die Außenseite aller zu expandierender Bereiche des Hohlkörpers ein Gegendruck (Pa) durch eine auf die Außenseite unmittelbar oder unter Zwischenschaltung einer an der Außenseite anliegenden Membrane mittelbar einwirkende Flüssigkeit ausgeübt wird, um durch die Wirkung des beidseitig auf die Wandung des Hohlkörpers einwirkenden Druckes ein Reißen des Werkstoffverbundes zu verhindern, wobei der Druck (Pi) im Innern des Hohlkörpers größer ist als der Gegendruck (Pa) und dieser Gegendruck (Pa) mindestens 500 bar beträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Gegendruck (Pa) bei einer Expansion des Durchmessers eines Hohlkörpers um 20% etwa 1000 bar beträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** daß zur Erzeugung des hydraulischen Druckes (Pi) im Innern des Hohlkörpers ein mit Flüssigkeit gefüllter Gummibeutel von dem offenen Ende des Hohlkörpers in diesen eingeführt und dann die Flüssigkeit im Gummibeutel unter Druck gesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß als Ausgangsmaterial zur Herstellung des Hohlkörpers Weißblech in einer Dicke von 0,05 bis 0,5 mm verwendet wird.


F1
37
34
33
32
F2
36
3
35
39
40
38
B
1i
1a
D2
D1
2
1
5
40b
40a

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 6329

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	US-A-5 085 068 (MICHAEL L. RHOADES ET AL.) * Ansprüche 1-7; Abbildungen 1-6 *	1,2,4	B21D26/02
Y	DE-A-24 26 601 (ALTER LICENSING ESTABLISHMENT) * Ansprüche 1-6; Abbildungen 1-8 *	1,2,4	
Y	DE-A-27 35 505 (FRIED. KRUPP GMBH) * Seite 7, Zeile 1 - Zeile 28; Abbildungen 1-3 *	1,2	
Y	US-A-4 936 128 (JAMES M. STORY ET AL.) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,2	
A	DE-A-31 25 367 (VEREINIGTE FLUGTECHNISCHE WERKE GMBH) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,2,4	
A	FR-A-2 241 356 (GEPIPARI TECHNOLOGIAI INTÉZET) * Seite 2, Zeile 29 - Seite 4, Zeile 38; Abbildung 1 *	1,2,4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	DE-A-36 42 208 (HITACHI, LTD.) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1,3	B21D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
BERLIN	17.Juli 1996	Cuny, J-M

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 : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)