

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

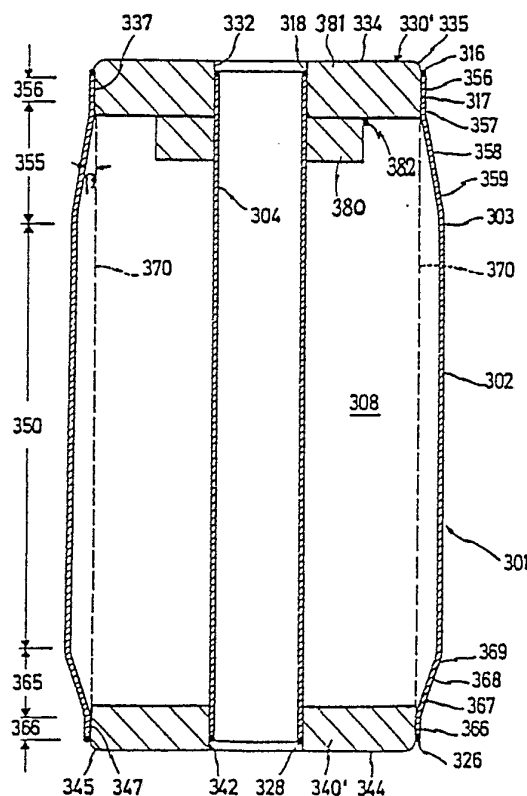
(51) Internationale Patentklassifikation ³: B22F 3/20	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 80/00803 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1 Mai 1980 (01.05.80)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP79/00083 (22) Internationales Anmeldedatum: 26. Oktober 1979 (26.10.79) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 28 46 658.2 P 28 46 659.3 P 28 46 660.6 (32) Prioritätsdaten: 26. Oktober 1978 (26.10.78) 26. Oktober 1978 (26.10.78) 26. Oktober 1978 (26.10.78) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder: GRÄNGES NYBY AB [SE/SE]; S-640 44 Nybybruk (SE). (72) Erfinder: ÅSLUND, Christer; Juhlingatan 21, S-644 00 Torshälla (SE). ÅKERMAN, Åke; Germundsgatan	56, S-644 00 Torshälla (SE). ERIKSSON, Hans; Vällargatan 6, S-644 00 Torshälla (SE). FLODIN, Benny; Thermanusgatan 10, S-644 00 Torshälla (SE). TORNBERG, Claes; Ståltappargatan 27, S-644 00 Torshälla (SE). (74) Anwalt: NEUGEBAUER, Erich; Postfach 260101, D-8000 München 26 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE, DE (Gebrauchsmuster), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), SU. Veröffentlicht <i>Mit dem internationalen Recherchenbericht</i>	

(54) Title: CASINGS AND PRESSED PIECES UTILIZED FOR THE EXTRUSION OF ARTICLES, IN PARTICULAR PIPES, AND METHOD FOR PRODUCING SUCH CASINGS AND PRESSED PIECES

(54) Bezeichnung: KAPSELN UND PREßLINGS ZUM EXTRUDIEREN VON GEGENDSTÄNDEN, INSB. ROHREN, UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN DER KAPSELN UND PREßLINGS

(57) Abstract

A casing for isostatically pressed pieces, which are intended for the extrusion of metal articles, in particular stainless steel metal pipes. The outer and inner envelopes (302, 304) of the casing (301) are comprised of a thin metal sheet, the outer envelope (302) at least has, along the periphery thereof, resistance characteristic substantially uniform in the axial direction and it consists of, in particular, a spiral welded pipe and is provided, preferably, with a bulge directed outwardly, opposed to the narrowing. It is provided, at least at the front part of the casing an intermediary piece which is made of one or several parts, this piece is obtained from ductile material or from a material obtained by compression of a powder. It is also provided a method for producing such casings and pressed pieces and a method for the extrusion of pipes as well as pipes obtained by such method.



(57) Zusammenfassung

Eine Kapsel für isostatisch gepresste Presslinge und auf diese Presslinge, die zum Extrudieren von metallischen Gegenständen, insbesondere Rohren, aus rostfreiem Stahl dienen, wobei der Aussen- und Innenmantel (302, 304) der Kapsel (301) aus dünnwandigem Blech bestehen und wobei zumindest der Aussenmantel (302) längs seines Umfangs etwa gleiche Festigkeits-eigenschaften in axialer Richtung aufweist und insbesondere aus einem spiralgeschweissten Rohr besteht und vorzugsweise mit einer der Schrumpfung beim isostatischen Pressen entgegen- und nach aussen gerichteten Ausbauchung (303) versehen ist und wobei zumindest an der vorderen Stirnseite der Kapsel ein Einsatz (330') vorgesehen ist, der ein- oder mehrteilig ist und aus einem duktilen Vollmaterial oder aus einem aus Pulver gepressten duktilen Material besteht. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen derartiger Kapseln und Presslinge und zum Extrudieren von Rohren und die nach diesem Verfahren erhaltenen Rohre.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	LU	Luxemburg
BR	Brasilien	MC	Monaco
CF	Zentrale Afrikanische Republik	MG	Madagaskar
CG	Kongo	MW	Malaŵi
CH	Schweiz	NL	Niederlande
CM	Kamerun	RO	Rumania
DE	Deutschland, Bundesrepublik	SE	Schweden
DK	Dänemark	SN	Senegal
FR	Frankreich	SU	Soviet Union
GA	Gabun	TD	Tschad
GB	Vereinigtes Königreich	TG	Togo
JP	Japan	US	Vereinigte Staaten von Amerika

-1-

Kapseln und Preßlinge zum Extrudieren von Gegenständen, insb.
Rohren, und Verfahren zum Herstellen der Kapseln und Preßlinge

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Weiterbildung des
Verfahrens zum Herstellen von rostfreien Rohren gemäß der
DE-AS 24 19 014 (deutsche Auslegeschrift Nr. 24 19 014).

Die DE-AS 24 19 014 beschreibt
ein Verfahren zum Herstellen von Rohren aus rostfreiem
Stahl, die gleichmäßiges Gefüge sowie gleichmäßig physikalische
und chemische Eigenschaften und eine gute Weiterverarbeitbar-
keit aufweisen, wobei Pulver aus solchem Stahl in metallische
Kapseln gefüllt und die verschlossenen Kapseln mittels allsei-
tig wirkendem Druck komprimiert werden und der so erhaltene
Preßling zu Rohren stranggepreßt wird, und wobei durch Zer-
stäuben von Schmelze in Inertgas hergestelltes Stahlpulver aus
überwiegend sphärischen Teilchen verwendet wird, dünnwandige
Kapseln aus einem duktilen Metall verwendet werden, deren Wand-



dicke maximal etwa 5 % des Außendurchmessers der Kapsel beträgt, die Dichte des in die Kapsel eingefüllten Stahlpulvers durch Vibration und/oder Ultraschall auf etwa 60 bis 70 % der theoretischen Dichte erhöht wird und die Dichte des Stahlpulvers durch isostatisches Kaltpressen der Kapsel mittels eines Druckes von mindestens 1500 bar auf mindestens 80 %, vorzugsweise 80 % bis 93 % der theoretischen Dichte erhöht wird, der Preßling erwärmt und anschließend heiß, vorzugsweise bei Temperaturen von mindestens etwa 1200°C zu dem gewünschten Halbzeug stranggepreßt wird.

Nach der DE-AS 24 19 014 kann man die metallischen Kapseln, die mit dem Stahlpulver gefüllt sind, vor dem Verschließen evakuieren und/oder mit einem Gas, insbesondere einem Inertgas, z.B. Argon, füllen.

Nach der DE-AS 24 19 014 werden vorzugsweise metallische Kapseln verwendet, deren Wanddicke weniger als 3 %, insbesondere weniger als 1 % des Außendurchmessers der Kapsel beträgt und insbesondere metallische Kapseln verwendet, deren Wanddicke zwischen etwa 0,1 bis 5 mm, vorzugsweise zwischen etwa 0,2 und 3 mm liegt.

Nach der DE-AS 24 19 014 sind auch Verbundrohre herstellbar, wobei man dünnwandige metallische Kapseln verwendet, die durch eine oder mehrere konzentrische Scheidewände in zwei



- 3 -

oder mehr Bereiche getrennt sind und man die überwiegend sphärischen Pulverteilchen der verschiedenen Stahlqualitäten in jeweils einen dieser Bereiche unter gleichzeitigem Vibrieren einfüllt, danach die Scheidewände entfernt und die Kapseln verschließt, worauf das isostatische Kaltpressen und das Strangpressen bei erhöhter Temperatur erfolgt. Beim Strangpressen der Preßlinge zu Rohren wird normalerweise Glas als Schmiermittel verwendet. Da große Ansprüche an das Schmiermittel beim Extrudieren, insbes. von rostfreien Stahlqualitäten, bei höheren Temperaturen gestellt werden, ist es notwendig, eine im wesentlichen plane Stirnfläche des Preßlings zu haben, damit das in Form eines Glasrondells auf die Stirnfläche des Preßlings gegebene Schmiermittel wirklich ausgenutzt wird.

Es hat sich nun gezeigt, daß man bei der Extrudierung Oberflächenfehler erhielt, und zwar im vorderen Teil des extrudierten Produktes, was seinen Grund darin hatte, daß man beim Übergang zwischen Deckel und Mantel eine kräftige Störung des Fließverlaufs erhielt, was auf die störende Wirkung der Schweißung zurückzuführen war. Dies verursachte eine bedeutende Ausbeuteeinbuße am fertigen Produkt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Ausbeute zu erhöhen, d.h. den prozentuellen Anteil an fehlerhaften extrudierten Produkten zu verringern und die Qualität und Maßgenauigkeit der extrudierten Produkte zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zumindest



der Außenmantel der Kapsel mit einer der Schrumpfung beim isostatischen Pressen entgegen- und nach außen gerichteten Ausbauchung versehen ist, die so bemessen ist, daß sie durch die Schrumpfung im wesentlichen wieder beseitigt wird.

Die erfindungsgemäße Ausbildung der Kapsel bietet den Vorteil, daß der Preßling nach dem kaltisostatischen Pressen der Kapsel keine "Sanduhrform" mit eingeschnürtem mittleren Bereich zeigt. Diese sogenannte "Sanduhrform" entsteht vielfach dadurch, daß die Enden der Kapsel, die mittels Deckel oder dergl. verschlossen sind, eine geringere Schrumpfung bei einer kaltisostatischen Pressung zeigen als der mittlere Bereich der Kapsel. Da für den Extrudiertvorgang ein Preßling erforderlich ist, dessen Außenmantel möglichst genau zylinderförmig ausgebildet ist, ist es notwendig, bei einer "Sanduhrform" des Preßlings die Enden zu trimmen, was eine sehr teure Bearbeitung darstellt, wobei die Gefahr besteht, daß Risse auftreten. Die erfindungsgemäße Ausbildung der Kapsel bietet den Vorteil, daß eine Bearbeitung bzw. ein Trimmen des Preßlings zur Erzielung einer zylindrischen Form entfällt. Darüberhinaus ermöglicht es die Erfindung, Preßlinge herzustellen, deren Durchmesser sehr genau den gewünschten Durchmesserabmessungen entsprechen. Erfindungsgemäß können Genauigkeiten von $\pm 0,2\%$, insbesondere $\pm 0,1\%$ erreicht werden. Dabei können die Durchmesserabmessungen des Preßlings absolut $\pm 0,2\text{ mm}$, insbesondere $\pm 0,1\text{ mm}$ genau hergestellt werden.



Vorzugsweise werden bei der erfindungsgemäßen Kapsel der Außenmantel und/oder der Innenmantel im Bereich der Kapselenden als im wesentlichen zylindrische Abschnitte hergestellt, deren Durchmesserabmessungen genau denjenigen des gewünschten Preßlings entsprechen und die stetig in einen ausgebauchten mittleren Kapselbereich übergehen.

Vorteilhafterweise wird die Formgebung des Außen- und/oder Innenmantels der Kapsel erfindungsgemäß so gestaltet, daß die Aubauchung von jedem der zylindrischen Abschnitte an den Kapselenden aus in axialer Richtung, jeweils zur Kapselmitte hin gesehen, zunächst in einem nach außen ein konkaves Querschnittsprofil aufweisenden Bereich allmählich und stetig zunimmt, wobei die Neigung des Außen- und/oder Innenmantels gegen die Kapselachse ebenfalls allmählich und stetig zunimmt, dann folgt vorzugsweise ein konischer Zwischenbereich, in dem die Neigung des Außen- und/oder Innenmantels im wesentlichen etwa konstant bleibt, wobei sich an diesen konischen Zwischenbereich ein Bereich anschließt, in dem der Außen- und/oder Innenmantel nach außen ein konvexes Querschnittsprofil aufweist und allmählich und stetig in einen achsparallelen Mittelabschnitt übergeht, der vorzugsweise im wesentlichen einen konstanten Durchmesser aufweist.

Eine Verbesserung der Maßgenauigkeit des Preßlings und eine Verminderung der Ausschussquote kann erfindungsgemäß auch



dadurch erzielt werden, daß an der vorderen und/oder hinteren Stirnseite der Kapsel ein platten-, kegel-, halbkugel- oder trichterförmiger Einsatz aus Vollmaterial angeordnet wird. Durch das Vorsehen derartiger Einsätze werden die Fließeigenschaften beim Extrudieren des Preßlings wesentlich verbessert und die Ausbeute an rostfreiem Material erhöht, da die Einsätze, die vorzugsweise aus elektrisch leitendem Metall, insbesondere Weicheisen bzw. einem kohlenstoffarmen weichen Stahl bestehen, die Enden der extrudierten Rohre bilden, die ohnehin abgeschnitten werden müssen. Ferner wird durch die vorzugsweise aus einem elektrisch leitenden Metall bestehenden Einsätze im Bereich der vorderen und/oder hinteren Stirnfläche der Kapsel die Erwärmung des Preßlings vor dem Extrudieren mittels induktiver Wärme wesentlich erleichtert, da die metallischen Einsätze sich leicht induktiv aufheizen lassen und ihre Wärme an die übrigen Teile des Preßlings, insbesondere an den mit Pulver gefüllten Innenraum abgeben und damit zur schnellen Aufheizung des gesamten Preßlings beitragen.

Als besonders vorteilhaft hat sich die Kombination der vorgenannten Einsätze im Bereich der vorderen und/oder hinteren Stirnfläche der Kapsel und die Ausbildung des Außen- und/oder Innenmantels der Kapsel mit einer der Schrumpfung beim isostatischen Pressen entgegen- und nach außen gerichteten Ausbauchung erwiesen, die so bemessen ist, daß sie durch die Schrumpfung



im wesentlichen wieder beseitigt wird. Durch diese Kombination können erfindungsgemäß die Abmessungen des Preßlings noch wesentlich genauer eingehalten werden. Insbesondere ist es möglich, die Abmessungen des Preßlings auf $\pm 0,05\%$ oder absolut auf $\pm 0,1$ mm oder genauer einzuhalten, was für die fehlerfreie Herstellung von extrudierten Gegenständen, insbesondere von extrudierten Rohren, von größter Bedeutung ist.

Erfindungsgemäß können die Einsätze als die Kapsel stirnseitig verschließende Deckel ausgebildet sein, wobei die Einsätze mit dem Kapselaußenmantel und dem Kapselinnenmantel dicht verschweißt werden können. Vorteilhafterweise können zwischen den Einsätzen und dem Innenraum der Kapsel auch Blecheinlagen angeordnet werden, die als Deckel ausgebildet sind und mit dem Außenmantel und dem Innenmantel durch Schweißen dicht verbunden werden.

Erfindungsgemäß können für Kapseln zum Herstellen von Preßlingen zum Extrudieren von Rohren Einsätze für die vordere Stirnseite der Kapsel verwendet werden, die trichterförmig ausgebildet und mit einer zentralen Bohrung versehen sind, wobei der Winkel δ zwischen der Wandung der zentralen Bohrung für den Innenmantel der Kapsel und der kegeligen Mantelfläche des trichterförmigen Einsatzes etwa 40° bis 60° , vorzugsweise etwa 40° bis 50° insbes. etwa 45° beträgt.



- 8 -

Erfindungsgemäß kann es für die Rohrherstellung vorteilhaft sein, daß zumindestens an der vorderen Stirnseite der Kapsel ein mit einer zentralen Bohrung versehener ringförmiger Einsatz vorgesehen wird, der eine im wesentlichen plane Stirnfläche aufweist, und dessen Begrenzungsfläche zwischen der Wandung der zentralen Bohrung und seinem größten Außendurchmesser ein etwa kreisbogenförmiges Querschnittsprofil aufweist, wobei der Mittelpunkt des Kreisbogenprofils etwa im Bereich der Schnittlinie zwischen der planen Stirnfläche und der zentralen Bohrung liegt.

Eine weitere wesentliche Verbesserung der Kapseln und der daraus hergestellten Preßlinge und der extrudierten Gegenstände, insbesondere der extrudierten Rohre, kann in Kombination mit den vorstehend beschriebenen erfindungsgemäß ausgebildeten Einlagen oder unabhängig von diesen Einlagen nach der Erfindung dadurch erzielt werden, daß zumindest der Mantel der Kapsel über den ganzen Umfang etwa gleiche Festigkeitseigenschaften in axialer Richtung aufweist. Vorzugsweise ist mindestens der Außenmantel der Kapsel nach der Erfindung von einem dünnwandigen, spiralgeschweißten oder extrudierten Rohr gebildet. Eine derartige Ausbildung des Außenmantels der Kapsel bietet den Vorteil, daß extrudierte Produkte, insbesondere Rohre, erhalten werden, bei denen die Fehlerquote und damit der Ausschuß merklich verringert sind.



- 9 -

Vorzugsweise wird die Steigung der von der Schweißnaht gebildeten Spirale im Verhältnis zur Länge der Kapsel so bemessen, daß die Schweißnaht etwa eine vollständige Windung bildet. Ein mit einer derartigen Schweißnaht vorgesehener Außenmantel weist an jedem Punkt längs seines Umfanges in axialer Richtung nur eine Schweißnaht und in axialer Richtung in etwa gleiche Festigkeitseigenschaften auf. Alternativ kann die Schweißnaht zwei, drei oder mehr vollständige Windungen bilden.

Die vorliegende Erfindung ist anwendbar bei Kapseln und Preßlingen zum Extrudieren von Gegenständen, insb. von Rohren, Stangen oder ähnlich profilierten, langgestreckten, dichten, metallischen Gegenständen, insbesondere aus rostfreiem Stahl oder hochlegierten Nickelstählen, insbesondere warmfesten Stählen für Wärmetauscher, z.B. hochlegierten Nickelstählen mit 80 % Nickel und 20 % Chrom, wobei in die erfindungsgemäße Kapsel Pulver aus Metall oder Metallegierungen oder Mischungen davon oder Mischungen von Pulvern aus Metallen und/oder Metallegierungen mit keramischen Pulvern gefüllt wird. Als Pulver wird vorzugsweise sphärisches oder zum überwiegenden Teil sphärisches Pulver verwendet, mit einem mittleren Durchmesser vorzugsweise unter etwa 1 mm. Erfindungsgemäß wird sphärisches Pulver verwendet, das in einer Schutzgas-, vor-



zugsweise Argonatmosphäre, aus dem gewünschten Ausgangsmaterial, d.h. dem gewünschten Metall und/oder Metallegierung durch Atomisieren hergestellt worden ist. Dabei werden vorzugsweise Pulverkörner mit einem Durchmesser größer als 1 mm, zumindest zum überwiegenden Teil, abgesiebt, da die Gefahr besteht, daß in Pulverkörnern mit einem Durchmesser größer als 1 mm Argon eingeschlossen ist. Ein derartiger Einschluß von Argon kann beim Atomisieren z.B. durch Turbulenz erfolgen. Ein Argoneinschluß würde beim Extrudieren ungünstige Eigenschaften der extrudierten Gegenstände hervorrufen und zu Einschlußzeilen führen.

Erfindungsgemäß wird die Kapsel zum Herstellen der Preßlinge für die zu extrudierenden Rohre mit dem Pulver gefüllt, wobei die Dichte des in die Kapsel gefüllten Pulvers durch Vibration auf etwa 60 bis 71 % der theoretischen Dichte erhöht wird und wobei die Frequenz der Vibration vorzugsweise mindestens etwa 70 Hz, vorteilhafterweise 80 bis 100 Hz gewählt wird. Durch Vibration mit 80 bis 100 Hz kann eine Dichte von etwa 68 bis 71 % der theoretischen Dichte erhalten werden.

Nach dem Einfüllen und Verdichten des Pulvers mittels Vibration wird die Kapsel verschlossen, vorzugsweise nach Evakuierung und/oder Füllen mit Inertgas. Danach wird die



Dichte des Pulvers durch isostatisches Kaltpressen mit einem Druck von mindestens 4000 bar, vorzugsweise 4200 bis 6000 bar, insb. 4500 bis 5000 bar, mit mindestens 80 bis 93 % der theoretischen Dichte erhöht.

Es hat sich gezeigt, daß Kapseln, die im allgemeinen aus dünnem Blech, vorzugsweise etwa 1 bis 2 mm dickem Blech, insb. etwa 1,5 mm dickem Blech, besonders vorteilhaft sind. Als Material für diese Kapsel wird vorzugsweise kohlenstoffarmer weicher Stahl, insb. mit einem Kohlenstoffgehalt kleiner 0,015 %, insb. kleiner 0,004 % verwendet, um ein Aufkohlen des Pulvers während der Erwärmung und beim Extrudieren zu verhindern.

Durch den allseitigen Druck beim kaltisostatischen Pressen wird die Kapsel gleichförmig sowohl in Längsrichtung wie auch in radialer Richtung komprimiert und bildet dann einen Preßling. Dieser Preßling soll möglichst keine Unregelmäßigkeiten aufweisen, da diese zu Schwierigkeiten beim Extrudieren, insb. beim Extrudieren von Rohren, führen.

Um einen Preßling zum Extrudieren eines Rohres herzustellen, wird eine Kapsel verwendet, die als Ringkörper ausgebildet ist, wobei der Außenmantel dieses Ringkörpers von einem spiralgeschweißten Rohrabschnitt gebildet wird, der z.B. aus einem etwa 1,5 mm dicken Blech hergestellt ist.



Im Inneren dieses Außenmantels wird ein Innenmantel z.B. in Form eines längsgeschweißten Rohrabschnitts eingesetzt, der einen kleineren Durchmesser, aber die gleiche Wandstärke aufweist, wie der Außenmantel. An einer Seite wird ein ringförmiger Deckel zwischen Außen- und Innenmantel befestigt und der Ringraum zwischen den beiden Rohren so einseitig verschlossen. Dann wird sphärisches Pulver in den Ringraum eingefüllt und durch Vibrieren mit z.B. 80 Hz auf etwa 68 % der theoretischen Dichte verdichtet. Dann wird evakuiert und die andere Stirnseite des ringförmigen Körpers durch einen entsprechenden zweiten Deckel abgedichtet. Danach erfolgt ein kaltisostatisches Pressen in einer Flüssigkeit, z.B. Wasser, mit einem Druck von z.B. 4700 bar. Durch den allseitigen Druck erhält man einen Preßling mit einer Dichte von z.B. 85 % der theoretischen Dichte.

Bei der erfindungsgemäßen Kapsel wird angestrebt, daß die spiralförmige Schweißnaht möglichst glatt ist und möglichst die Eigenschaften des Bleches nicht wesentlich verändert. Daher wird die Schweißnaht vorzugsweise mittels Walzen und/oder mittels Schleifen geglättet. Die Glättung der Schweißnaht mittels Walzen kann unmittelbar an den Schweißvorgang erfolgen.

Bei Kapseln zum Herstellen von Rohren kann es zweckmäßig sein, nicht nur den Außenmantel, sondern auch den Innen-

mantel aus einem Rohr zu fertigen, das längs seines Umfangs etwa gleiche Festigkeitseigenschaften in axialer Richtung aufweist. Hierbei kann der Innenmantel entweder aus einem spiralgeschweißten Rohr oder aus einem extrudierten Rohr bestehen. Die Anwendung eines extrudierten oder spiralgeschweißten Rohres für den Innenmantel ist insbesondere bei großen Abmessungen zweckmäßig. Bei kleineren Abmessungen ist es im allgemeinen ausreichend, wenn der Außenmantel der Kapsel erfindungsgemäß aus einem Rohrabschnitt hergestellt wird, der längs seines Umfangs etwa die gleichen Festigkeitseigenschaften in axialer Richtung aufweist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer schematischen Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine oben offene Kapsel in Ansicht;

Fig. 2 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform der Kapsel im Längsschnitt;

Fig. 3 bis 6 Längsschnitte ähnlich Fig. 2 von weiteren abgewandelten Ausführungsformen.

Die Kapsel ist in Fig. 1 allgemein mit 1 bezeichnet. Die Kapsel weist einen Außenmantel 2 und einen Innenmantel 4 auf. Der Außenmantel 2 besteht aus einem spiralgeschweißten Rohrabschnitt mit der Länge L. Die Schweißnaht 5 verläuft spiralförmig über den Umfang des Außenmantels 2, wobei die Spirale einen Steigungswinkel α aufweist, der so bemessen ist, daß die Spirale etwa eine vollständige Windung bildet.

Es hat sich gezeigt, daß es zweckmäßig ist, die Schweißnaht 5 so anzuordnen, daß sie zwischen der Schweißnaht 16, mittels der der in Fig. 1 nicht dargestellte Deckel der Kapsel an dem Außenmantel 2 festgeschweißt wird, und der bei 16 angedeuteten Schweißnaht, mittels der der Boden der Kapsel an dem Außenmantel befestigt ist, eine vollständige Windung bildet. Die Strecke zwischen den Schweißnähten 16 und 26 ist in Fig. 1 mit L' bezeichnet. Diese Länge L' kann als effektive Länge der Kapsel bezeichnet werden. Es ist zweckmäßig, den Steigungswinkel α der Spiralschweißung so zu wählen, daß

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{L'}{n \cdot \pi \cdot D}$$

ist, wobei D der Durchmesser der Kapsel und n die Anzahl der gewünschten Windungen ist, die die Spiralschweißnaht 5 aufweisen soll. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, $n = 1$ zu wählen. Es kann aber auch vorteilhaft sein, $n = 2, 3, 4$ oder gleich einer größeren ganzen Zahl zu wählen.

Der Außenmantel 2 und auch der Innenmantel 4 der Kapsel 1 bestanden bei einem praktischen Beispiel aus 1,5 mm dickem weichem Stahlblech mit einem Kohlenstoffgehalt kleiner als 0,004 %. Der in Fig. 1 nicht dargestellte Deckel wurde längs der Schweißnaht 16 eingeschweißt. Zum Herstellen des Preßlings wurde Pulver, das zum überwiegenden Teil aus sphärischen

Körnern mit einem mittleren Durchmesser unter 1 mm bestand und daß durch Zerstäuben in Argonatmosphäre aus dem gewünschten Ausgangsmaterial z.B. aus rostfreiem Stahl hergestellt worden war in die Kapsel eingefüllt. Nach dem Einfüllen wurde das Pulver durch Vibration mit einer Frequenz von 80 Hz auf eine Dichte von etwa 68 % der theoretischen Dichte verdichtet. Danach wurde evakuiert und die Kapsel mittels eines Deckels verschlossen. Der Deckel wurde durch Schweißen etwa längs der Linie 16 in Fig. 1 mit der Außenwand 2 der Kapsel verbunden. Die Kapsel hatte bei dem genannten Ausführungsbeispiel eine Länge von 600 mm und einen Außendurchmesser von 150 mm. Der Innendurchmesser des Innenmantels 4 betrug etwa 55 mm. Der Innenmantel 4 bestand aus einem längsgeschweißten Rohrabschnitt mit einer Längsschweißnaht 6. Danach wurde die Dichte des Pulvers durch isostatisches Kaltpressen mit einem Druck von 4700 bar auf etwa 85 % der theoretischen Dichte erhöht. Der so erhaltene Preßling wurde, wie in der DE-AS 24 19 014 beschrieben, zum Rohr extrudiert.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 sind sowohl im Bereich des Deckels 10 wie des Bodens 20 jeweils ein Einsatz 30 bzw. 40 angeordnet, die die vordere bzw. hintere Stirnfläche der Kapsel bilden. Der vordere Einsatz 30 ist allgemein kegelförmig ausgebildet und weist eine zentrale Bohrung 32 für die Aufnahme des Innenmantels 4 der Kapsel auf. Die Kegelmantel-



fläche 36 des kegel- bzw. trichterförmigen Einsatzes 30 bildet mit der Wandung der Bohrung 32 einen Winkel γ , der vorzugsweise im Bereich zwischen etwa 40° und 60° , vorteilhafterweise im Bereich zwischen etwa 40° und etwa 50° und insbesondere bei etwa 45° liegt. Der Einsatz 30 weist eine im wesentlichen plane Stirnfläche 34 auf. Er ist jedoch an seinem äußeren Rand bei 35 abgeschrägt bzw. abgerundet und weist dann zunächst einen zylindrischen Abschnitt 37 auf, der in die kegelförmige Mantelfläche 36 übergeht. Bei 39 ist der Übergang von der kegelförmigen Mantelfläche 36 zur Wandung der zentralen Bohrung 32 abgerundet. Der Deckel 10, der als Blecheinlage ausgebildet ist, entspricht in seiner Kontur genau derjenigen der angrenzenden Teile der Einlage 30. Insbesondere weist der Deckel 10 am äußeren Rand einen zylindrischen Abschnitt 17 auf, der eine gute Anlage des Deckels 10 an dem Außenmantel 2 sicherstellt, wobei der äußere Rand dieses zylindrischen Abschnittes 17 mittels einer Schweißnaht 16 mit dem Außenmantel 2 verbunden ist. Auch im inneren Bereich weist der Deckel 10 einen kurzen, im wesentlichen zylindrischen Abschnitt 19 auf, der an dem Innenmantel 4 der Kapsel anliegt und bei 18 mittels einer Schweißnaht mit dem Innenmantel 4 dicht verschweißt ist. Auch weist der Deckel 10 eine der Abrundung 39 des Einsatzes 30 entsprechende Abrundung auf.

Im Bereich der hinteren Stirnseite der Kapsel 1 ist ein eine

etwa ebene Platte bildender Einsatz 40 angeordnet, der eine zentrale Bohrung 42 aufweist und eine nach außen weisende Stirnfläche 44. Dieser plattenförmige Einsatz 40 ist am Rand bei 45 ebenfalls abgeschrägt bzw. abgerundet und weist einen äußeren zylindrischen Abschnitt 47 auf. Der Kapselboden 20 entspricht in seiner Form der Form des Einsatzes 40 und weist auch einen äußeren zylindrischen Abschnitt 27 und einen inneren zylindrischen Abschnitt 29 auf. Der Boden 20 ist mittels Schweißnähten 26 und 28 mit dem Außenmantel 2 bzw. dem Innenmantel 4 dicht verschweißt. Die Einsätze 30 und 40 bestehen vorzugsweise aus Weicheisen bzw. kohlenstoffarmem weichem Stahl.

In Fig. 3 ist eine abgewandelte Ausführungsform der Kapsel dargestellt, wobei ein an der vorderen Stirnseite der Kapsel vorgesehener Einsatz 130 ein im wesentlichen kreisbogenförmiges Querschnittsprofil 136 aufweist sowie eine plane Stirnfläche 134 und eine zentrale Bohrung 132. Die Mittelpunkte des kreisbogenförmigen Querschnittsprofils 136 liegen auf einem Kreis, der etwa im Bereich der Schnittlinie zwischen der planen Stirnfläche 134 und der Wandung der Bohrung 132, d.h. im Bereich der vorderen Begrenzungslinie der Bohrung 132, liegt und durch zwei Kreuze 138 in Fig. 3 angedeutet ist. Das etwa kreisbogenförmige Querschnittsprofil 136 bietet den Vorteil, daß beim Extrudieren des Preßlings der aus Weicheisen oder einem ähnlichen Metall bestehende Einsatz 130 zusammen mit dem Deckel 110, den Schweißnähten 116, 118 und den benachbarten

Teilen des Außenmantels 102 und des Innenmantels 104 den ersten Teil des Rohres bilden, der nach dem Extrudieren abgeschnitten wird oder sogar von selber abfällt, wenn die Verbindung zu dem vorzugsweise aus rostfreiem Stahl bestehenden, aus der Pulverfüllung der Kapsel hergestellten nachfolgenden Rohr keine oder keine hinreichende Festigkeit aufweist. Durch die etwa kreisbogenförmige Ausbildung der Begrenzungslinie 136 des Einsatzes 130 wird erreicht, daß die Trennungslinie zwischen dem vorderen, als Abfall anfallenden Abschnitt des extrudierten Rohres und dem eigentlichen aus hochwertigem rostfreiem Material bestehenden Rohr scharf und als sich im wesentlichen senkrecht zur Rohrlängsachse erstreckende Trennungsfläche ausgebildet ist. Auch der Deckel 110 weist einen in etwa zylindrischen Abschnitt 117 auf, der bei 116 mit dem Außenmantel 102 der Kapsel verschweißt ist, sowie einen etwa zylinderförmigen inneren Abschnitt 119, der an dem Innenmantel 104 anliegt und bei 118 mittels einer umlaufenden Schweißnaht dicht mit dem Innenmantel verbunden ist. Der Übergang von der Wandung der zentralen Bohrung 132 zu dem kreisförmigen Querschnittsprofil 136 ist bei 139 abgerundet.

Es kann auch vorteilhaft sein, die Einsätze 30 und 40 unmittelbar mit dem Außenmantel 2 bzw. dem Innenmantel 4 dicht zu verschweißen. In diesem Fall können Deckel 10 und Boden 20 entfallen. In analoger Weise kann der Einsatz nach Fig. 3



direkt mit dem Außenmantel 102 und dem Innenmantel 104 dicht verschweißt werden.

Bei Verwendung von Blecheinlagen als Deckel bzw. Boden kann es zweckmäßig sein, an diesen die Einsätze 30, 40, 130 durch Punktschweißen zu befestigen. Vielfach genügt es jedoch auch, die Einsätze 30, 40 und 130 durch die gebördelten Enden 15, 25 bzw. 115 des Außenmantels 2 bzw. 102 festzulegen.

Der Einsatz im Bereich der vorderen Stirnfläche der Kapsel führt beim Extrudieren zu einer Art Tunneleffekt, wenn dieser Einsatz aus duktilem Material, z.B. duktilem Eisen, Weicheisen, niedriglegiertem Kohlenstoffstahl oder Gußeisen, besteht. Der Druck, der im Container der Extrusionspresse zum Extrudieren des Preßlings erforderlich ist, erniedrigt sich, wenn der vordere Einsatz aus duktilem Material besteht und dieses Material leichter zum Fließen bringbar ist, als die Pulverfüllung des Preßlings. Ist der Fließvorgang, der bei der Extrusion stattfindet, einmal eingeleitet, so greift er auch auf die Pulverfüllung über, selbst dann, wenn die Fließgrenze der Pulverfüllung höher liegt als die Fließgrenze des duktilen Materials des Einsatzes; es findet also eine Art Tunneleffekt statt.

- 20 -

Der Außenmantel 102 weist in Figur 3 eine Ausbauchung 103 auf, die der Schrumpfung beim kaltisostatischen Pressen entgegengesetzt ist. In Figur 3 weist auch der Einsatz 140 im Bereich des Kapselbodens 120 ein etwa kreisbogenförmiges Querschnittsprofil 146 auf, das im Bereich der zentralen Bohrung 142 über einen abgerundeten Bereich 149 in die Wandung der Bohrung 142 übergeht. Außen besitzt der Einsatz 140 einen im wesentlichen zylindrischen Abschnitt 147, an dem ein zylindrischer Abschnitt 127 des Bodens 120 zur Anlage kommt. Der zylindrische Abschnitt 127 ist bei 126 an einem im wesentlichen zylindrischen Abschnitt 166 des Außenmantels 102 angeschweißt. An dem Innenmantel 104 liegt der Deckel 120 mit seinem zylindrischen Abschnitt 129 an und ist bei 128 mit dem Innenmantel verschweißt. Die äußere Stirnfläche 144 des Einsatzes 140 ist plan ausgebildet und am äußeren Rand bei 145 abgerundet bzw. abgeschrägt, sodaß der gebördelte untere Rand 125 des Außenmantels 102 den Einsatz 140 festhalten kann. Die Ausbauchung 103 ist so bemessen, daß die Innenfläche des Außenmantels 102 nach dem kaltisostatischen Pressen bis zur Linie 170 schrumpft, die der idealen Zylinderform entspricht. Dementsprechend sind auch die zylindrischen Abschnitte 156 und 166 des Außenmantels 102 bis zur Fluchtung mit der Linie 170 vorzugsweise durch Walzen eingezogen.

Um keine Faltenbildung zu erhalten und einen möglichst genau zentrierten Preßling zu erzielen, ist es erfindungsgemäß vorteilhaft, die Änderung des Durchmessers des Außenmantels 102 auf den Bereich der Einsätze 130 bzw. 140 im wesentlichen zu beschränken. Zwischen diesen Einsätzen weist der Außenmantel 102 in dem bei 150 angedeuteten Bereich im wesentlichen einen konstanten Außendurchmesser auf. Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, an die zylindrischen Abschnitte 156, 166 zur Kapselmitte hin jeweils einen Bereich 157 bzw. 167 mit einem nach außen konkaven Querschnittsprofil und daran einen kegelstumpfförmigen Zwischenbereich 158 bzw. 168 anzuschließen und diesem einen Bereich 159, 169 folgen zu lassen, der ein nach außen konvexes Querschnittsprofil aufweist und in den zylindrischen, achsparallelen Mittelbereich 150 übergeht. Wesentlich ist, daß die nach außen konkaven Bereiche 157 und 167 etwa spiegelbildlich zu dem Querschnittsprofil 136 bzw. 146 der Einsätze ausgebildet sind, wobei die Linie 170 die Spiegelsymmetrieachse darstellt und der bei β ange-deutete Krümmungswinkel des Außenmantels etwa im Verhältnis der prozentualen Schrumpfung zum Krümmungswinkel δ des benachbarten Einsatzes verkleinert ist.

Die Figur 4 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform, ähnlich Figur 3, bei der alle gleichen oder ähnlichen Teile mit um hundert erhöhten Bezugsziffern versehen sind. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß die Einsätze 230 und 240 ein bei 239 und 249 im wesentlichen spitz zulaufendes Querschnittsprofil aufweisen, sodaß der entsprechend ausgebildete Deckel 210



und der entsprechend ausgebildete Boden 220 sich bis unmittelbar an den Innenmantel 204 erstrecken und mit diesen einen stumpfen Winkel a bzw. a' bilden. Es hat sich gezeigt, daß diese Ausbildung für eine exakte Zentrierung des Preßlings vorteilhaft ist. Bei der Ausführung nach Figur 4 ist eine Ausbauchung des Innenmantels 204 nicht erforderlich. Dagegen kann bei der Ausführung gemäß Figur 3 eine geringe nach außen gerichtete Ausbauchung des Innenmantels vorteilhaft sein. Die Ausbauchung des Außen- und/oder Innenmantels kann in Verbindung mit beliebig ausgebildeten Einsätzen erfindungsgemäß vorteilhaft sein. Auch kann die Ausbauchung in Kombination mit einem spiralgeschweißten Außen- und/oder Innenrohr vorteilhaft sein.

Die Figur 5 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform, ähnlich Figur 4, bei der alle gleichen oder ähnlichen Teile mit um hundert erhöhten Bezugsziffern versehen sind. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß die Einsätze 330 und 340 mit Spitzen 339 und 349 versehen sind und daß keine Blecheinlagen vorgesehen sind. Die Ausbauchung 303 von jedem der zylindrischen Abschnitte 356, 366 aus in axialer Richtung, jeweils zur Kapselmitte hin gesehen zunächst in einem ein konkaves Querschnittsprofil aufweisenden Bereich 357, 367 allmählich und stetig zunimmt, wobei die Neigung des Außenmantels 302 gegen die Kapselachse ebenfalls allmählich und stetig zunimmt, dann über einen kegelförmigen Zwischenbereich 358, 368 die Neigung des

- 23 -

Außenmantels 302 im wesentlichen etwa konstant bleibt und sich ein Bereich 359, 369 anschließt, in dem der Außenmantel 302 ein nach außen konvexes Querschnittsprofil aufweist und allmählich und stetig in einen achsparallelen Mittelbereich 350 übergeht. Dabei bilden die Bereiche mit sich änderndem Querschnitt des Außenmantels 302 jeweils einen Übergangsbereich 355, 365, der im Bereich eines Einsatzes 330 bzw. 340 angeordnet ist. Die Querschnittskontur 336, 346 der Einsätze 330, 340 ist etwa ein Spiegelbild der Kontur des Außenmantels in den Übergangsbereichen 355, 365, das an der Linie 370 der gewünschten Zylinderform des Preßlings gespiegelt, jedoch in radialer Richtung gedehnt ist, wobei das Maß der Dehnung etwa dem Verhältnis von Differenz zwischen Außen- und Innendurchmesser des Preßlings zu Durchmesser-schrumpfung der Kapsel, vorzugsweise unter Berücksichtigung der Änderung der Querschnittsfläche mit kleiner werdenden Radius, entspricht.

Bei 316, 318, 326 und 328 sind die Einsätze 330 bzw. 340 direkt mit dem Außen- bzw. Innenmantel dicht verschweißt. 337 und 347 sind zylindrische Abschnitte der Einsätze 330 bzw. 340, die den zylindrischen Abschnitten 137, 147 bzw. 237, 247 der Figur 3 und 4 entsprechen.



Beispiel:

Um einen Preßling mit einem Außendurchmesser von 144 mm für das Extrudieren eines Rohres aus rostfreiem Stahl mit einem Außendurchmesser von 50 mm und einer Wandstärke von 5 mm herzustellen, wurde als Außenmantel für die Kapsel ein spiralgeschweißtes 600 mm langes Rohr mit einem Außendurchmesser von 154 mm und einer Wandstärke von 1,5 mm an seinen beiden Enden durch Walzen oder Drehdrücken eingeschnürt, derart, daß an den Enden zylindrische Abschnitte mit einem Außendurchmesser von 144 mm, entsprechend den Abschnitten 156, 166; 256, 266; 356, 366 der Figur 3 bis 4 vorhanden waren, an die sich Übergangsbereiche anschlossen, die entsprechend den Übergangsbereichen 155, 165; 255, 265; 355, 365 geformt waren. Dann wurden die Enden des Außenmantels plan geschliffen. An einem ersten Ende wurde eine einen Boden bildende Blecheinlage ähnlich der Einlage 120 in Figur 3, einerseits dicht mit dem Außenmantel und andererseits dicht mit einem Innenmantel verschweißt, der aus einem 590 mm langen längsgeschweißten Rohr mit einer Wandstärke von 1,5 mm und einem Innendurchmesser von 40 mm bestand.

Bis zur Anlage an das Bodenblech wurde ein ring- bzw. trichterförmiger Einsatz, ähnlich dem Einsatz 140, der aus niedriglegiertem Kohlenstoffstahl mit ca. 0,004 % Kohlenstoffbestand von dem genannten ersten Ende des Außenmantels aus eingeschoben und mittels Punktschweißen befestigt.



- 25 -

Die Kapsel wurde stehend auf eine Platte gestellt, mit Pulver gefüllt und mit 80 Hz vibriert und auf etwa 68 % der theoretischen Dichte verdichtet und gleichzeitig mit einer trichterförmigen als Deckel dienenden Blecheinlage ähnlich 110 in Figur 3, versehen, die zwischen Innen- und Außenmantel von oben mit großem Druck eingeschoben wurde. Dann wurde die Blecheinlage mit dem Innen- und Außenmantel dicht verschweißt, wie in Figur 3 bei 116 und 118 angedeutet. Dann wurde der vordere ring- bzw. trichterförmige Einsatz von oben eingeschoben, der ähnlich 130 in Figur 3 ausgebildet war und aus niedrig legiertem Kohlenstoffstahl mit ca. 0,004 % C bestand. Mit Vorteil wurde dieser ringförmige Einsatz mittels Punktschweißen an der trichterförmigen Blecheinlage oder dem Innen- oder Außenmantel angeschweißt.

Die Kapsel wurde kaltisostatisch gepreßt bei 4700 bar in Wasser auf eine Dichte von 88 % der theoretischen Dichte. Dabei schrumpfte der Preßling auf 144 mm Außendurchmesser, d.h. auf dieselbe Abmessung wie die eingezogenen zylindrischen Abschnitte an den Enden. Die Abmessung von 144 mm entsprach ebenfalls dem Innendiameter des Containers der Extrudionspresse. Eine perfekte Zentrierung war damit gewährleistet. Zudem war auch der Innendurchmesser des Preßlings fast genau 40 mm.



Der Preßling war auch im übrigen vollständig gerade und konnte nach induktiver Erwärmung auf 1200° C direkt zu dem gewünschten nahtlosen Rohr aus rostfreiem Stahl extrudiert werden, ohne daß weitere Bearbeitungen notwendig waren. Der aus niedriglegiertem Kohlenstoffstahl bestehende vordere Abschnitt des Rohres wurde abgeschnitten. Von dem rostfreien Stahl wurde nichts abgeschnitten. Dadurch, daß der Einsatz konisch ist, hielt man bei dem extrudierten Rohr eine gegen die Rohrachse etwa senkrechte Trennungslinie zwischen dem extrudierten Einsatz und dem rostfreien Stahl. Der Teil des Rohres, der aus rostfreiem Material bestand, hatte eine fehlerfreie Oberfläche. Der Materialverlust wurde dadurch auf ein Minimum eingeschränkt.

Um eine gute Trennung zwischen dem vorderen Abschnitt des extrudierten Rohres, der aus niedriglegiertem Kohlenstoffstahl besteht, und dem gewünschten nahtlosen Rohr aus rostfreiem Stahl zu erzielen, kann erfindungsgemäß eine Glaschicht auf der der Pulverfüllung 308 zugewandten Fläche des vorderen Einsatzes aufgebracht werden. Hierzu kann es zweckmäßig sein, das vordere Einsatzstück 330 zu erwärmen und die Fläche 336 mit Glaspulver zu bestreuen, wobei die Temperatur des Einsatzstückes so gewählt wird, daß das Glaspulver erweicht und festklebt. Durch eine derartige Glaszwischen-schicht wird die Trennung zwischen dem niedriglegierten Kohlenstoffstahl und dem rostfreien Stahl bei Erhalt des extrudierten Rohres wesentlich erleichtert, so daß die beiden Stahlsorten völlig getrennt voneinander und ohne Vermischung erhalten werden.



In analoger Weise kann auch die an die Pulverfüllung 308 angrenzende Fläche des bodenseitigen Einsatzstückes 340 mit einer Glasschicht versehen werden, die eine Trennung von rostfreiem Material und niedriglegiertem Kohlenstoffstahl erleichtert.

Die Einsatzstücke 30, 40, 130, 140, 230, 240, 330 und 340 können auch aus pulverförmigem Ausgangsmaterial gepreßt werden. Hierzu kann z.B. wasseratomisiertes Weicheisen bzw. wasseratomisierter kohlenstoffarmer Stahl verwendet werden, der kaltisostatisch zu der gewünschten Form der genannten Einsatzstücke gepreßt und anschließend gesintert wird. Die Pressung des Weicheisenpulvers kann kaltisostatisch in einer Kunststoffform vorgenommen werden, wobei der Druck vorzugsweise mindestens genauso hoch, wenn nicht höher als der Druck der für die kaltisostatische Pressung gewählt wird; die für die Herstellung der Kapseln verwendet wird. Durch anschließende Heißsinterung kann ein dichtes Material erhalten werden. Alternativ oder zusätzlich kann durch Aufbringen einer äußeren Glasschicht, in diesem Fall auch auf den Stirnseiten 34, 134, 234, 334 bzw. 44, 144, 244 und 344 sowie den Umfangsflächen eine Abdichtung erhalten werden.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 6 entspricht weitgehend derjenigen gemäß Fig. 5. Lediglich die Einsatzstücke weisen eine abgeänderte Form auf. Der vordere Einsatz 330' besteht



aus zwei Ringen 380 und 381, die mittels mehrerer Punktschweißungen 382 zusammengehalten sind. Anstelle von zwei Ringen 380, 381 können natürlich auch drei und mehrere Ringe vorgesehen sein, deren äußere Kontur eine Annäherung an die ideale Kontur des vorderen Einsatzstückes darstellt, welche durch die Kurve 336 der Fig. 5 bzw. den kreisbogenförmigen Querschnitt 236 der Fig. 4 bzw. 136 der Fig. 3 gegeben ist. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 besteht der bodenseitige Einsatz 340' aus einer ringförmigen Platte. Auch hier können, falls erwünscht, zusätzliche Ringe mit abgestuftem Außendurchmesser und/oder abgestuftem Innendurchmesser vorgesehen sein, um eine Annäherung an das gewünschte ideale Profil, z.B. eine Annäherung an das Profil 346 gemäß Fig. 3 zu erzielen.

Alle in den Unterlagen offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die offenbarte räumliche Ausgestaltung, werden, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind, als erfindungswesentlich beansprucht.

- 29 -

A n s p r ü c h e

1. Kapseln für Preßlinge zum Extrudieren von Gegenständen, insb. von Rohren, Stangen oder ähnlich profilierten, langgestreckten, dichten, metallischen Gegenständen, insbesondere aus rostfreiem Stahl oder hochlegierten Nickelstählen, insbesondere warmfesten Stählen für Wärmetauscher, z.B. hochlegierten Nickelstählen mit 80 % Nickel und 20 % Chrom, wobei die Kapsel aus dünnem, vorzugsweise 1 bis 2 mm dickem und vorzugsweise kohlenstoffarmem, einen Kohlenstoffgehalt kleiner als 0,015 %, vorzugsweise kleiner als 0,004 %, aufweisenden Blech besteht und in die Kapsel Pulver aus Metall oder Metallegierungen oder Mischungen davon oder Mischungen von Pulvern aus Metallen und/oder Metallegierungen mit keramischen Pulvern gefüllt wird, das vorzugsweise aus sphärischen oder zum überwiegenden Teil aus sphärischen Körnern besteht, die in einer Schutzgas-, vorzugsweise Argonatmosphäre, aus dem gewünschten Ausgangsmaterial durch Atomisieren hergestellt sind und wobei die Dichte des in die Kapsel gefüllten Pulvers durch Vibration



mit vorzugsweise 80 bis 100 Hz auf etwa 60 bis 71 % der theoretischen Dichte erhöht wird und nach Verschließen der Kapsel die Dichte des Pulvers durch isostatisches Kaltpressen mit einem Druck von mindestens 4000 bar, vorzugsweise 4200 bis 6000 bar, insbesondere 4500 bis 5000 bar, weiter auf mindestens 80 bis 93 % der theoretischen Dichte erhöht wird, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der Außenmantel (102; 202; 302) der Kapsel (101; 201; 301) mit einer der Schrumpfung beim isostatischen Pressen entgegen- und nach außen gerichteten Ausbauchung (103; 203; 303) versehen ist, die so bemessen ist, daß sie durch die Schrumpfung im wesentlichen wieder beseitigt wird und vorzugsweise an der vorderen und/oder hinteren Stirnseite der Kapsel (1; 101; 201) ein platten-, kegel-, halbkugel- oder trichterförmiger Einsatz (30, 40; 130, 140; 230, 240, 330, 340, 330', 340') ein- oder mehrteilig aus Vollmaterial und/oder aus Pulver gepreßt vorgesehen ist und wobei vorzugsweise zumindest der Außenmantel (2; 102; 202; 302) der Kapsel (1; 101; 201) längs seines Umfangs etwa gleiche Festigkeitseigenschaften in axialer Richtung aufweist und insbesondere spiralgeschweißt oder extrudiert ist.

2. Kapsel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Einsätze (330, 340) als die Kapsel (301) stirnseitig verschließende Deckel ausgebildet und vorzugsweise mindestens zur Pulverfüllung (380) hin mit einer Zwischenschicht aus Glas versehen sind.

3. Kapsel zum Herstellen von Preßlingen zum Extrudieren von Rohren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Einsätze (20) für die vordere Stirnseite der Kapsel (1) verwendet werden, die trichterförmig ausgebildet sind und mit einer zentralen Bohrung (32) versehen sind, wobei der Winkel (φ) zwischen der Wandung der zentralen Bohrung (32) für den Innenmantel (4) der Kapsel (1) und der kegeligen Mantelfläche (34) des trichterförmigen Einsatzes (30) etwa 40° bis 60° , vorzugsweise etwa 45° beträgt.

4. Kapsel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zumindestens an der vorderen Stirnseite der Kapsel (101; 201) ein mit einer zentralen Bohrung (132; 232) versehener ringförmiger Einsatz (130; 230) vorgesehen ist, der eine im wesentlichen plane Stirnfläche (134; 234) aufweist, und dessen Begrenzungsfläche (136; 236) zwischen der Wandung der zentralen Bohrung (132; 232) und seinem größten Außendurchmesser ein etwa kreisbogenförmiges Querschnittsprofil (136; 236) aufweist, wobei der Mittelpunkt des Kreisbogenprofils (136; 236), vorzugsweise etwa im Bereich der kreisförmigen Schnittlinie (138; 238) zwischen der planen Stirnfläche (134; 234) und der zentralen Bohrung (132; 232) oder innerhalb dieses Kreises (138; 238) liegt.



5. Kapsel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Außen- und/oder Innenmantel im Bereich der Kapselenden im wesentlichen zylindrische Abschnitte (156, 166; 256, 266; 356; 366) aufweist, deren Außen- und/oder Innendurchmesser im wesentlichen genau, vorzugsweise bis auf etwa $\pm 0,1$ % oder $\pm 0,2$ mm, insbesondere $\pm 0,1$ mm, mit den gewünschten Durchmesserabmessungen des Preßlings übereinstimmt und daß die Ausbauchung (103; 203; 303) des Außenmantels tangential in diese zylindrischen Abschnitte einmündet und daß die Ausbauchung (103; 203; 303) von jedem der zylindrischen Abschnitte (156, 166; 256, 266; 356, 366) aus in axialer Richtung, jeweils zur Kapselmitte hin gesehen zunächst in einem ein konkaves Querschnittsprofil aufweisenden Bereich (157, 167; 257, 267; 357, 367) allmählich und stetig zunimmt, wobei die Neigung des Außenmantels (102; 202) gegen die Kapselachse ebenfalls allmählich und stetig zunimmt, dann vorzugsweise über einen kegelförmigen Zwischenbereich (158, 168; 258, 268; 358, 368) die Neigung des Außenmantels (102; 202; 302) im wesentlichen etwa konstant bleibt und daß sich vorzugsweise ein Bereich (159, 169; 259, 269; 359, 369) anschließt, in dem der Außenmantel (102; 202; 302) ein nach außen konvexes Querschnittsprofil aufweist und allmählich und stetig in einen achsparallelen Mittelbereich (150; 250) übergeht und daß die Bereiche mit sich änderndem Querschnitt des Außenmantels (102; 202; 302) jeweils einen Übergangsbereich (155, 165; 255, 265; 355, 356) bilden, der vorzugsweise im Bereich eines Einsatzes angeordnet ist, dessen Querschnittskontur (136, 146; 236, 246;

336, 339; 346, 349) etwa ein Spiegelbild der Kontur des Übergangsbereichs darstellt, das an der Linie (170; 270; 370) der gewünschten Zylinderform des Preßlings gespiegelt, jedoch im Verhältnis von Durchmesser des Preßlings zu Durchmesserschrumpfung in radialer Richtung vergrößert ist.

6. Preßling zum Extrudieren von Gegenständen, insb. von Rohren, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Kapsel (1; 101; 201; 301) gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 aufweist.

7. Verfahren zum Herstellen von Kapseln nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der Außenmantel der Kapsel, der vorzugsweise aus einem spiralgeschweißten oder extrudierten Rohrabschnitt hergestellt wird, mit einer der Schrumpfung beim isostatischen Pressen entgegen- und nach außengerichteten Ausbauchung versehen wird, die so bemessen ist, daß sie durch die Schrumpfung im wesentlichen wieder beseitigt wird, wobei vorzugsweise der Außen- und/oder Innenmantel im Bereich der Kapselenden mit im wesentlichen zylindrischen Abschnitten versehen wird, deren Außen- und/oder Innendurchmesser im wesentlichen genau, vorzugsweise bis auf etwa $\pm 0,2\%$, insbes. etwa $\pm 0,1\%$ oder $\pm 0,2$ mm, insbes. $\pm 0,1$ mm, mit den gewünschten Durchmesserabmessungen des Preßlings übereinstimmt und die Ausbauchung des Außen- und/oder Innenmantels tangential



in diese zylindrischen Abschnitte einmündet und vorzugsweise an der vorderen und/oder hinteren Stirnseite der Kapsel ein platten-, kegel-, halbkugel- oder trichterförmiger ein- oder mehrteiliger Einsatz aus Vollmaterial und/oder aus Pulver gepreßt eingesetzt wird und vorzugsweise zwischen den Einsätzen und dem Innenraum der Kapsel Glasschichten angeordnet werden.

8. Verfahren zum Herstellen von Preßlingen gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel gemäß Anspruch 7 hergestellt wird, wobei mindestens an der vorderen Stirnseite ein Einsatz vorgesehen ist, der aus einem duktilen Material, vorzugsweise duktilen Metall, wie z.B. Weicheisen, kohlenstoffarmer Stahl oder Gußeisen, hergestellt wird, dessen Fließgrenze in Container der Extrusionspresse merklich unterhalb der Fließgrenze der Pulverfüllung des Preßlings liegt, derart, daß der Extrusionsvorgang bei dem für das duktile Material des Einsatzes erforderlichen Druck beginnt und durch Tunneleffekt auf die Pulverfüllung übergreift.

9. Verfahren zum Extrudieren von Gegenständen, insb. von Rohren, Stangen oder ähnlich profilierten, langgestreckten, dichten, metallischen Gegenständen, insbesondere aus rostfreiem Stahl oder hochlegierten Nickelstählen, insbesondere warmfesten Stählen für Wärmetauscher, z.B. hochlegierten Nickelstählen mit 80 % Nickel und 20 % Chrom, dadurch gekennzeichnet, daß Kapseln oder Preßlinge ver-

wendet werden, die die Merkmale eines oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 6 aufweisen und/oder nach dem Verfahren gemäß Anspruch 8 hergestellt sind.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung einer guten Schmierung beim Extrudiervorgang, das zur Schmierung dienende Glas, welches in Form einer Glasrondelle an der Stirnseite (34, 134, 234, 334) des Preßlings im Container bzw. Rezipienten der Extrusionspresse platziert wird, durch die abgeschrägte vordere Kante (35, 135, 235, 335) des vorderen Einsatzes (30, 130, 230, 330, 330') und die sehr genaue Anpassung des im wesentlichen genau zylindrischen Außendurchmessers des Preßlings an den im wesentlichen zylindrischen Innendurchmesser des Containers bzw. Rezipienten der Extrusionspresse während des gesamten Extrudiervorganges etwa gleichmäßig in Umfangrichtung verteilt zwischen Werkzeug und extrudiertem Gegenstand zugeführt wird.



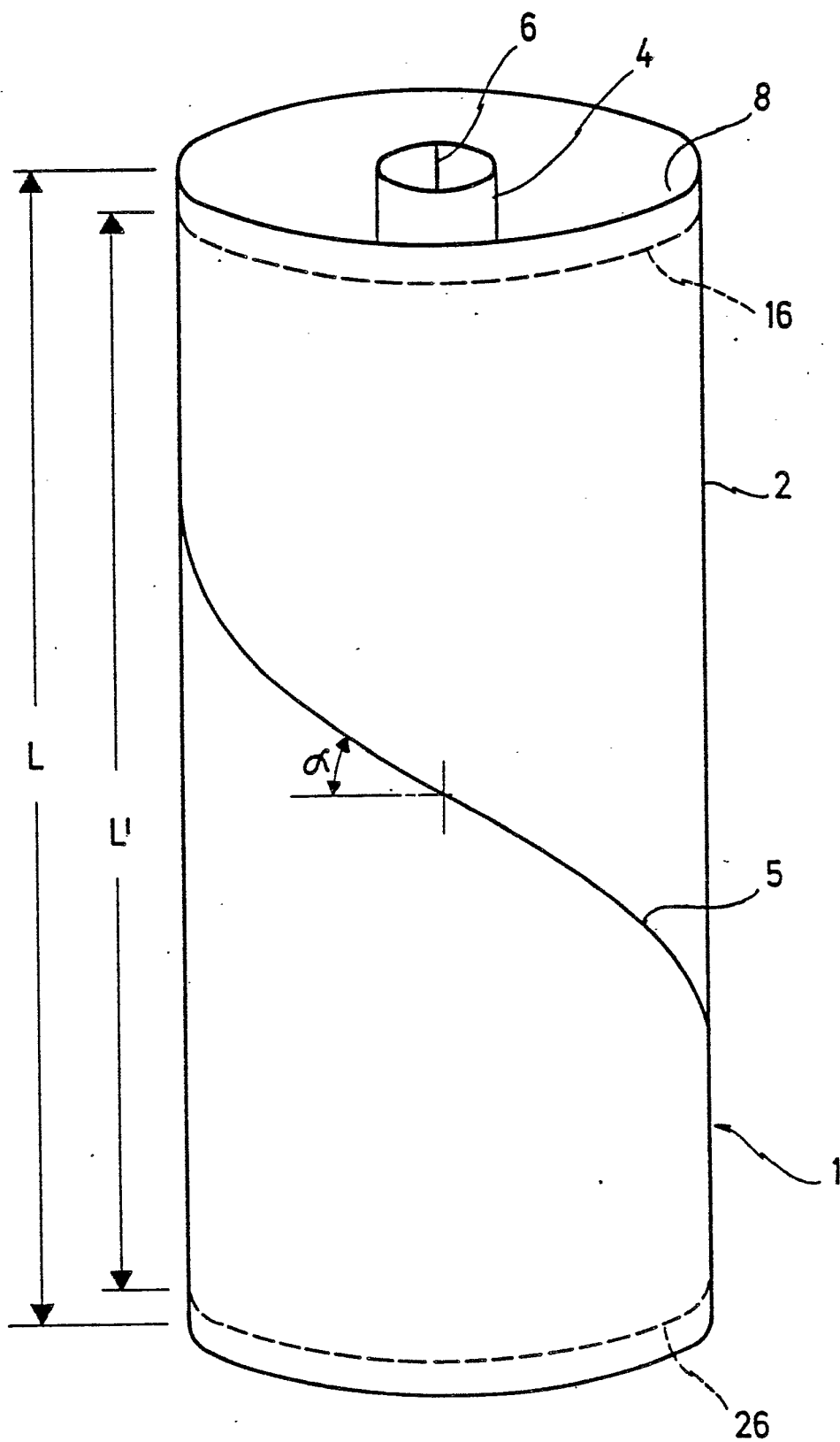


FIG. 1

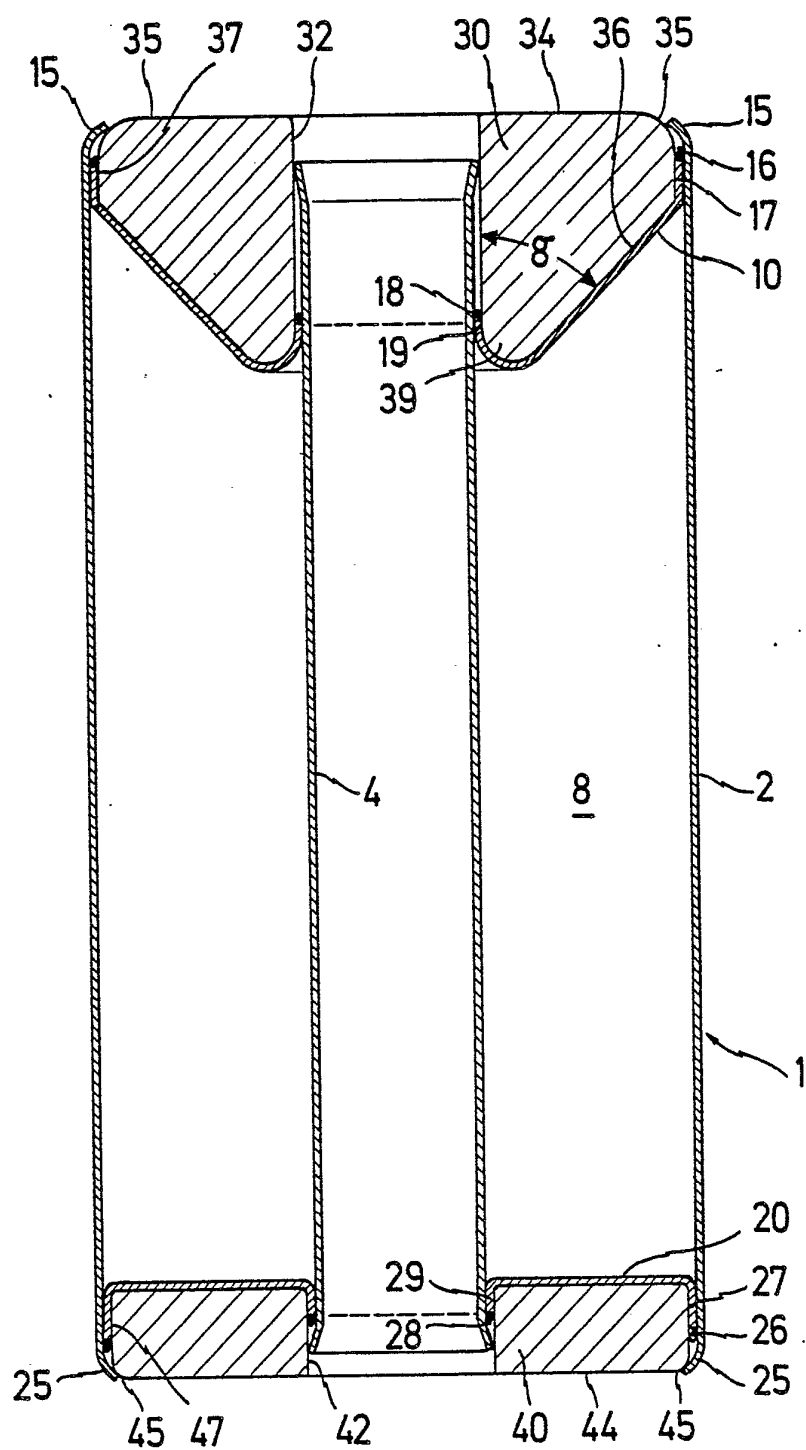


FIG. 2

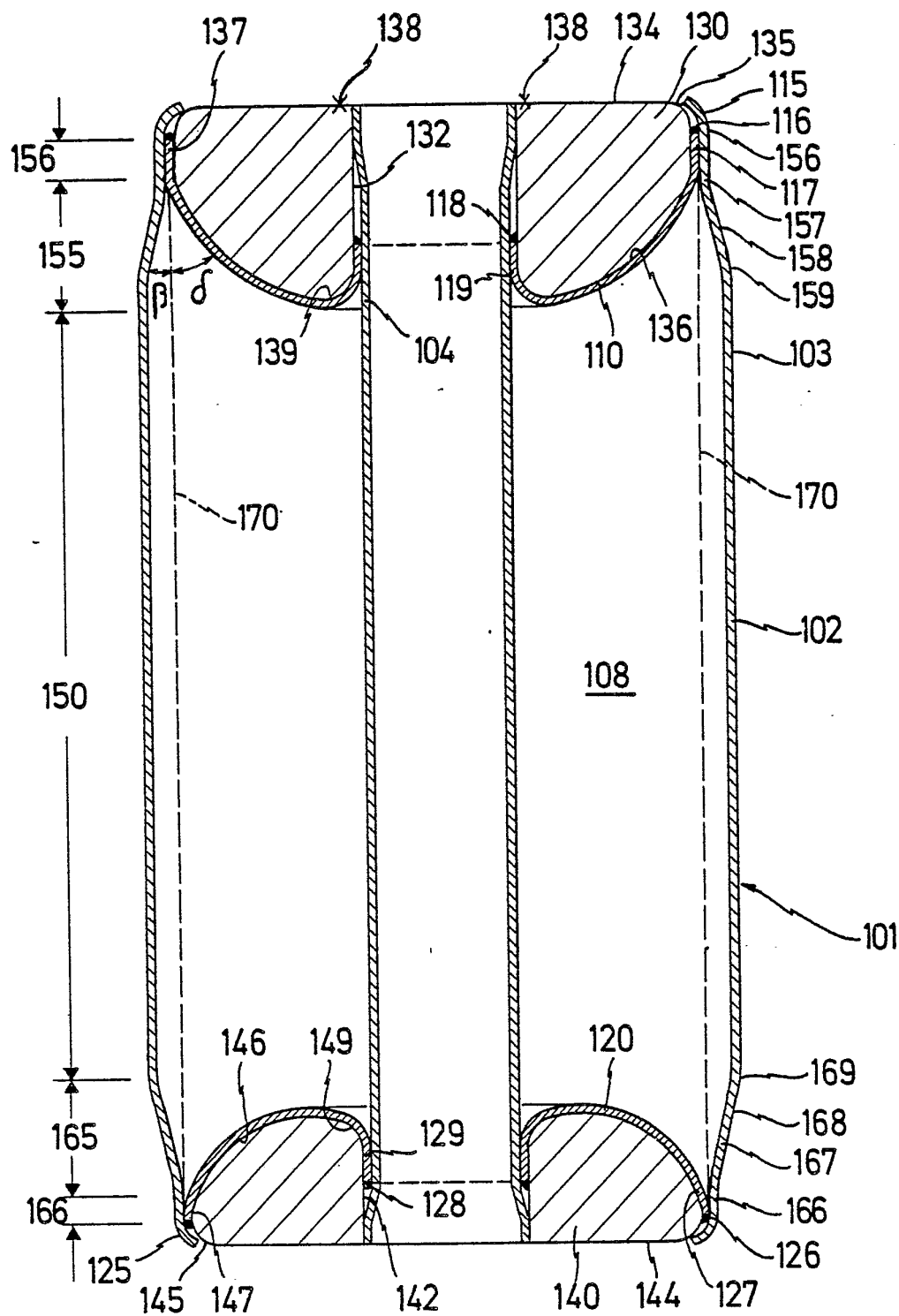


FIG. 3

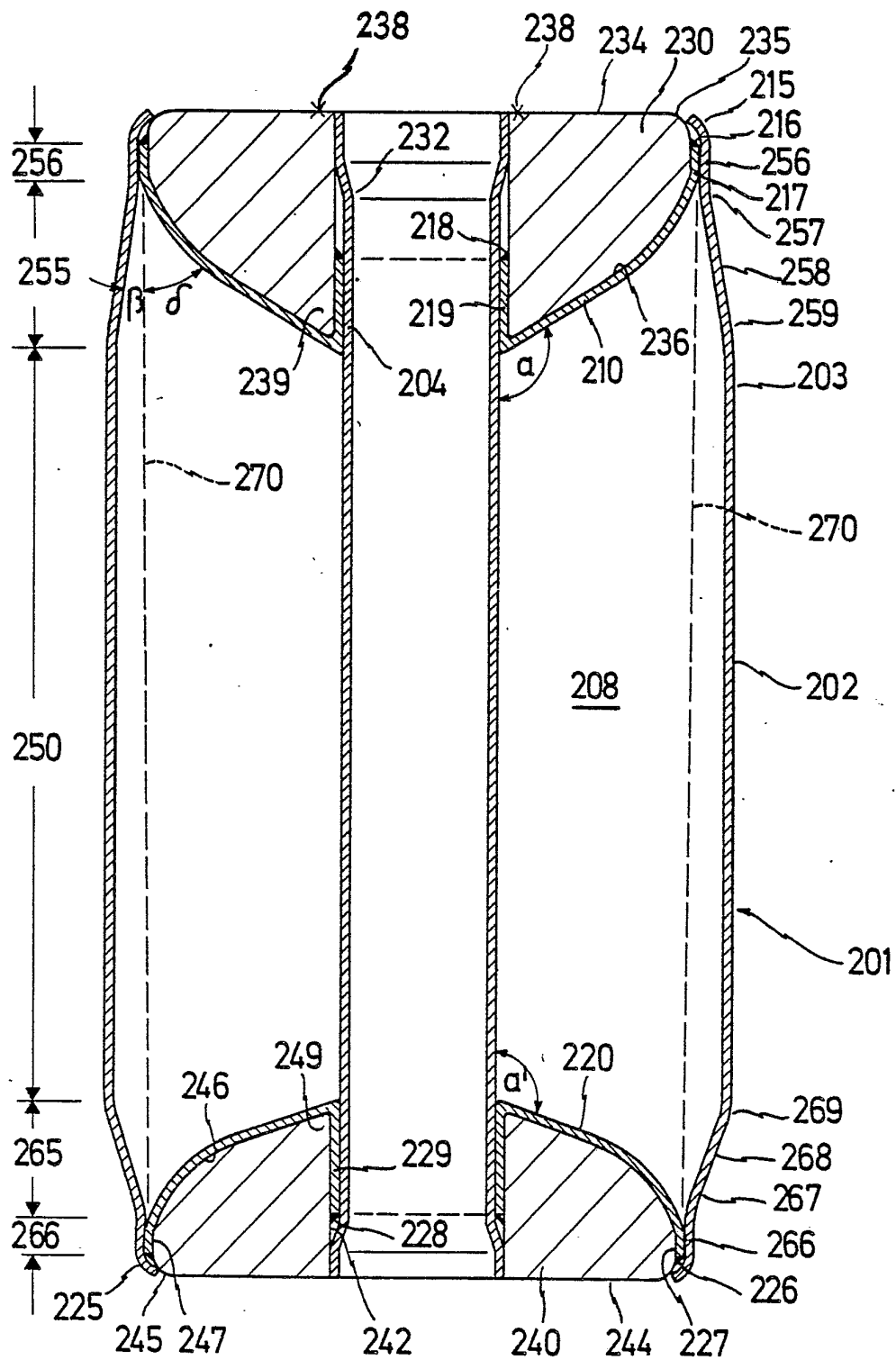


FIG. 4

5/6

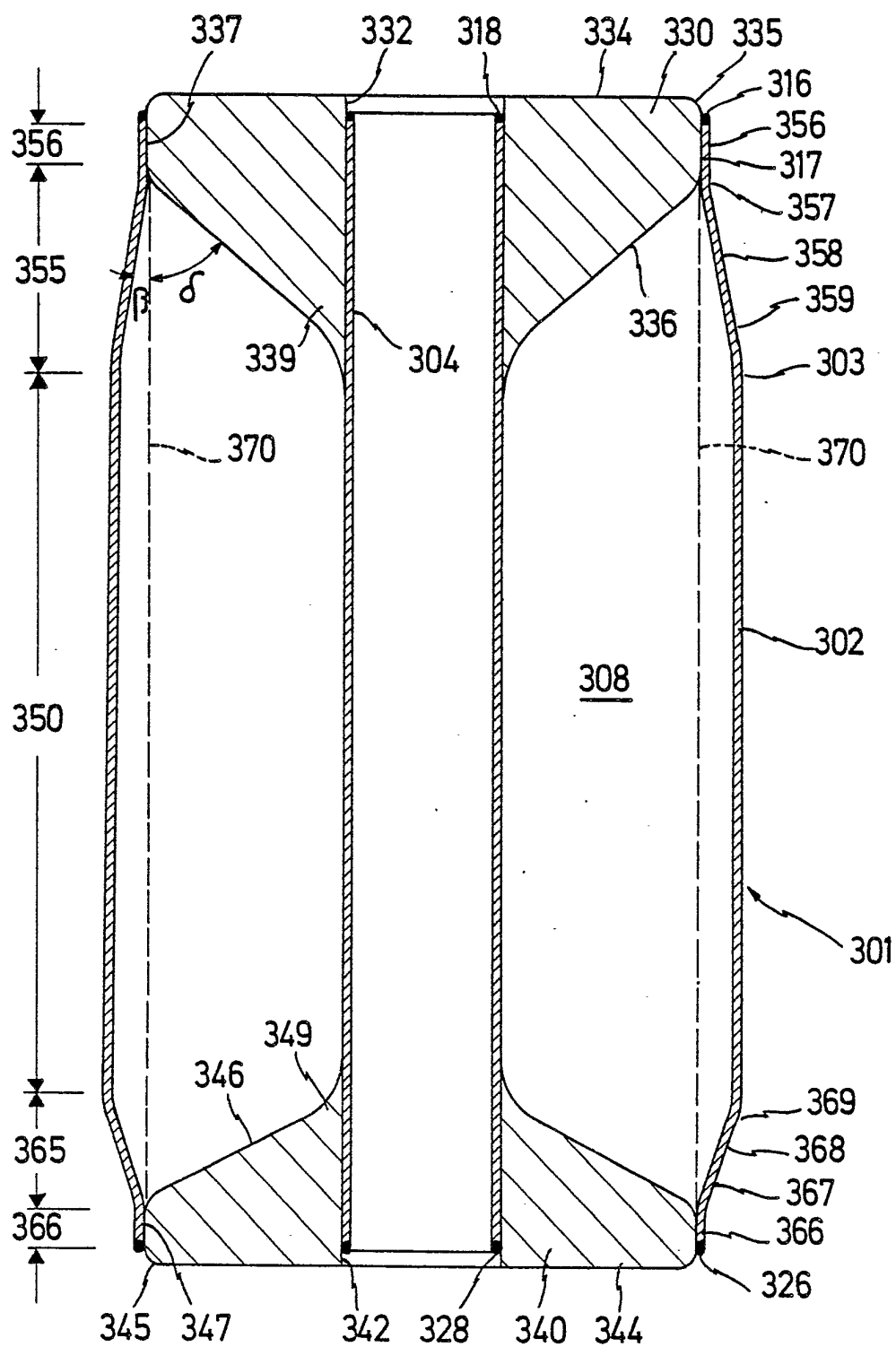


FIG. 5

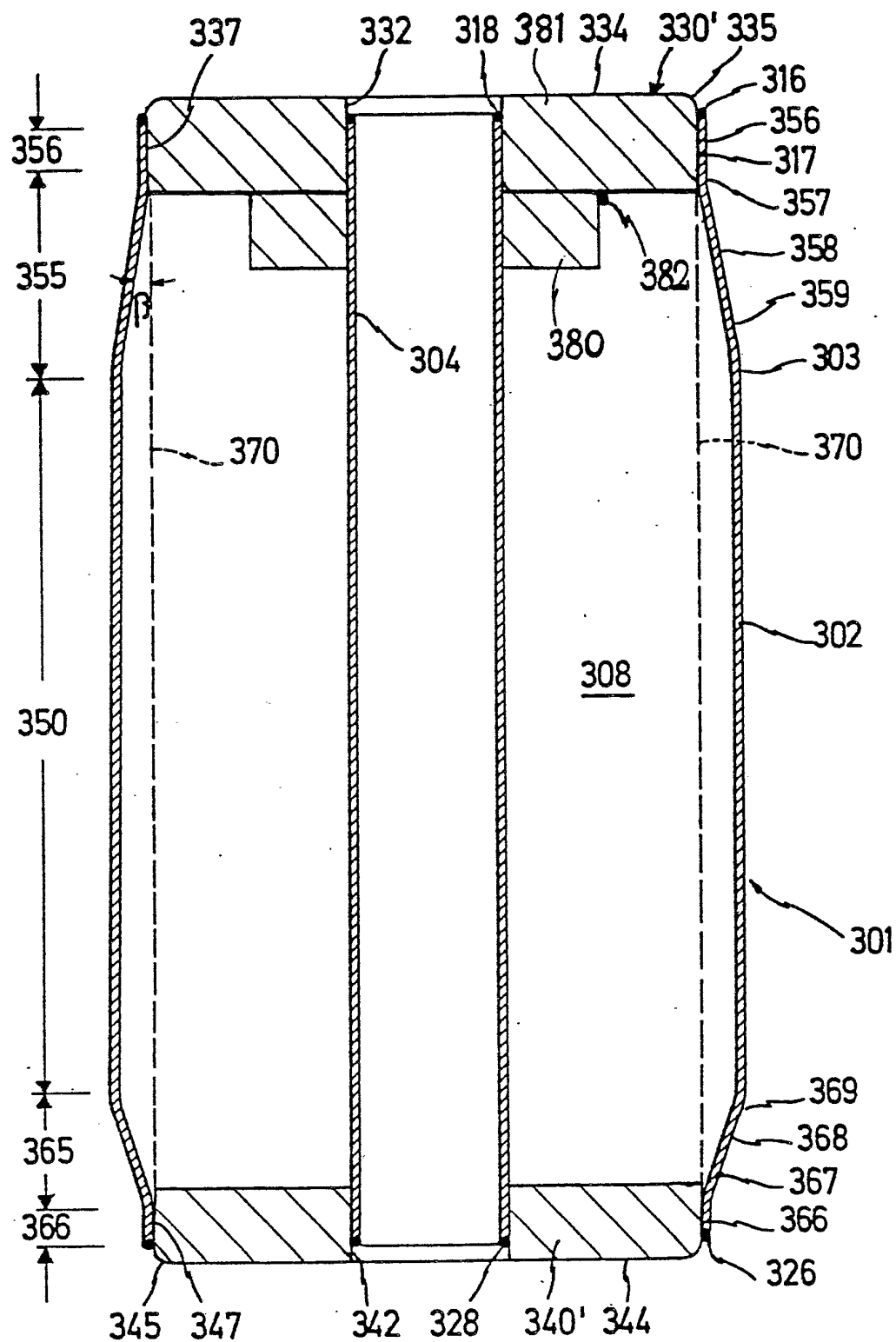


FIG. 6

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 79/00083

Formblatt PCT / ISA / 210 (Blatt 2) (Oktober 1977)

FORTSETZUNG DER ANGABEN VOM ZWEITEN BLATT		
A	US, A, 3892030, veröffentlicht am 1. Juli 1975, siehe Patentanspruch, Figur 1, V.DE Pierre et al. --	
A	DE, A, 2419014, veröffentlicht am 6. November 1975, siehe Ansprüche 1-4, 6, 7, Nyby Bruk A.B. -- (In der Anmeldung angeführt)	1
V. ☐ BEMERKUNGEN ZU DEN ANSPRÜCHEN, DIE SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN HABEN ¹⁰		
Dieser internationale Recherchenbericht geht gemäß Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe a aus folgenden Gründen auf einige Ansprüche nicht ein: 1. ☐ Ansprüche Nr., weil sie sich auf Gebiete beziehen, in bezug auf die diese Behörde nicht zur Durchführung einer Recherche verpflichtet ist, nämlich 2. ☐ Ansprüche Nr., weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle Recherche nicht durchgeführt werden kann ¹³⁾, insbesondere		
VI. ☐ BEMERKUNGEN BEI MANGELNDER EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG ¹¹⁾		
Die Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält: 1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche der internationalen Anmeldung. 2. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche der internationalen Anmeldung, für die Gebühren gezahlt worden sind, also auf die folgenden Ansprüche: 3. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die zuerst in den Ansprüchen erwähnte Erfindung; sie ist in folgenden Ansprüchen erfaßt: Bemerkung hinsichtlich eines Widerspruchs ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt. ☐ Die Zahlung zusätzlicher Gebühren erfolgte ohne Widerspruch.		

PCT/EP 79/00083

International Application No

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ³ : B 22 F 3/20		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ³	B 22 F 3	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category *	Citation of Document, ¹⁶ with Indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
P	GB, A, 2002817, published 28 February 1979, see page 2, lines 102-115; figures 3, 4; Motoren und Turbinenunion München GmbH in accordance with DE, A, 2737248 and FR, A, 2400665	1, 5-7
	CH, A, 316476, published 30 November 1956, see page 1, lines 36-46; claim ; subclaims 1-4, I.C.I. Ltd.	1, 2, 6, 9
	FR, A, 2192885, published 15 February 1974, see claims 1, 3, 5-7, Federal - Mogul Corp.	1, 2, 6, 8, 9
	FR, A, 1596175, published 24 July 1970, see abstract, C.E.N.	3
	FR, A, 1164348, published 12 May 1958, see abstract, lines 1 - 4, Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon Bühlre	2
A	US, A, 3892030, published 1 July 1975, see claim, figure 1, V. DE Pierre et al.	
A	DE, A, 2419014, published 6 November 1975, see claims 1 - 4, 6, 7, Nyby Bruk A. B. (cited in the application)	1
* Special categories of cited documents: ¹⁵ "A" document defining the general state of the art "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed "T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ²	Date of Mailing of this International Search Report ²	
1 February 1980 (2 - 1 - 1980)	15 February 1980 (2 - 15 - 1980)	
International Searching Authority ¹	Signature of Authorized Officer ²⁰	
European Patent Office		