



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 656 091 A5

⑤① Int. Cl.⁴: B 29 C 49/06
B 29 C 49/34

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

// B 29 K 31:00, 67:00, 77:00,
B 29 L 23:22

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 3487/81

⑦③ Inhaber:
PLM AB, Malmö (SE)

㉒ Anmeldungsdatum: 27.05.1981

③① Priorität(en): 29.05.1980 SE 8004003

⑦② Erfinder:
Nilsson, Claes Torsten, Löddeköpinge (SE)
Jakobsen, Kjell Mosvoll, Skanör (SE)

㉔ Patent erteilt: 13.06.1986

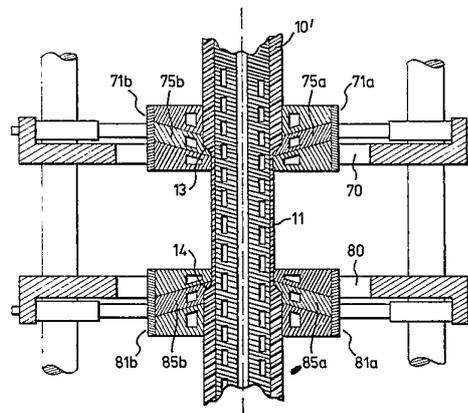
④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.06.1986

⑦④ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines rohrförmigen Körpers auf Basis von thermoplastischem Kunststoff sowie nach dem Verfahren hergestellter Körper.**

⑤⑦ Aus einem rohrförmigen Rohling (10) aus thermoplastischem Kunststoff vom Typ Polyester oder Polyamid in amorphem Zustand, vorzugsweise aus Polyäthylenterephthalat, wird ein rohrförmiger Körper hergestellt. Hierbei bilden sich bei dem Körper ein oder mehrere Abschnitte (11) aus in der Hauptsache monoaxial orientiertem Werkstoff dadurch, dass eine mechanisch gesteuerte Übergangszone (13, 14) zu Werkstoff von reduzierter Wanddicke über den Rohling (10) entlang verschoben wird. Mechanische Organe (81a, 81b) liegen in der Übergangszone gegen den Werkstoff an und verschieben die Übergangszone entlang dem Rohling bei gleichzeitiger Reduktion der Dicke der Werkstoffwand. Diese hat nach dem letzten Umformen höchstens die gleiche Dicke, wie der entsprechende Werkstoff beim freien Ziehen bis zum Fließen bei einer Temperatur unterhalb der Glasumwandlungstemperatur (TG) annimmt. Während des Umformvorganges wird die Temperatur beim Werkstoff in der Übergangszone (13, 14) auf einen Wert eingeregelt, der unmittelbar vor dem Umformen in der Nähe der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt. Bei einer Ausführungsform beginnt die Reduktion der Werkstoffwand in einer Nut in der Rohlingwand und setzt symmetrisch um den Nutumkreis fort. Fixierungsorgane sichern die axiale Positionierung des Rohlings. Der Körper eignet sich zum Umformen in z.B.

einen Behälter, bei dem auch der Mündungsteil aus orientiertem Werkstoff besteht. Dies ermöglicht eine Werkstoffeinsparung und gleichzeitig eine Verbesserung der thermischen und mechanischen Eigenschaften des Behälters.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines rohrförmigen Körpers auf Basis von thermoplastischem Kunststoff ausgehend von einem rohrförmigen Rohling mit einer Rohlingwand aus in der Hauptsache amorphem Werkstoff, dadurch gekennzeichnet, dass der rohrförmige Körper durch eine Reduktion der Werkstoffdicke wenigstens in einem Abschnitt des Rohlings (10, 15, 17) durch einen einzigen oder mehrere aufeinander folgende Umformungsvorgänge gebildet wird, wobei durch ein mechanisches Formungsorgan (23, 29, 71a, 71b, 81a, 81b) eine Übergangzone (13, 14, 113) zwischen dünnerem und dickerem Werkstoff verschoben wird und gleichzeitig in der Verschiebungsrichtung der Übergangzone der Rohling verlängert wird und dass nach dem letzten Umformungsvorgang der dünnere Werkstoff eine Orientierung und eine Dicke aufweist, die der Dicke entspricht, die eine Platte bei monoaxialem freien Ziehen bis zum Fließen erhält, wobei unmittelbar vor dem Ziehen die Dicke der Platte dieselbe wie die Ursprungsdicke der Wand des Rohlings ist, und die Temperatur des Werkstoffes der Platte dieselbe wie die Temperatur des Werkstoffes des Rohlings unmittelbar vor dem letzten Umformungsvorgang ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der thermoplastische Kunststoff vom Typ Polyester oder Polyamid oder Polyäthylenterephthalat ist.

3. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar vor der Dickenreduktion der Werkstoff, der beim Verschieben der Übergangzone (13, 14, 113) einer Dickenreduktion ausgesetzt wird, eine Temperatur unter der oder im Bereich der Glasumwandlungstemperatur (TG) des Werkstoffes aufweist.

4. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass die mechanischen Formungsorgane (23, 29, 71a, 71b, 81a, 81b) gegen den Werkstoff im Bereich der Übergangzone anliegen und mit diesem Berührungsfächen bilden und der Werkstoff in der Übergangzone durch eine Wärmeübertragung zwischen Werkstoff und den mechanischen Formungsorganen auf einer Temperatur gehalten wird, die im Bereich der Glasumwandlungstemperatur (TG) des Werkstoffes liegt.

5. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff unmittelbar nachdem er seine reduzierte Wanddicke angenommen hat, auf eine Temperatur unterhalb der Glasumwandlungstemperatur (TG) des Werkstoffes abgekühlt wird.

6. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass bei Herstellung des Körpers der äussere Umkreis im Querschnitt der Werkstoffabschnitte abnimmt, bei der die Werkstoffdicke reduziert wird und/oder der innere Umkreis im Querschnitt der Werkstoffabschnitte zunimmt, bei der die Werkstoffdicke reduziert wird.

7. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass die Dickenreduktion in einem oder mehreren Bereichen (11, 16, 18) stattfindet, die zwischen den Enden des Rohlings liegen und/oder an diese Enden anschliessen, und dass der Rohling anschliessend geteilt wird, um eine Anzahl von Körpern zu bilden, von denen jeder einzelne wenigstens einen Bereich mit reduzierter Wanddicke aufweist.

8. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, dass die Dickenreduktion in zum Umkreis gerichteten, rundum laufenden Nuten (12, 19) beginnt und die Reduktion der Wanddicke vorzugsweise in beiden Richtungen von der Nut bzw. den Nuten (12, 19) aus gesehen stattfindet.

9. Verfahren gemäss Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des Bodens der Nut (12, 19) ein Fixierungsorgan (41a, 41b) Teile der Werkstoffwand beim

Rohling bis zum Anliegen gegen die Aussenfläche des Dorns (20) verschiebt, um die Lage des Rohlings (10) im Verhältnis zum Dorn zu fixieren, und zwar zumindest während der Initialphase der Dickenreduktion der Rohlingwand mit Hilfe der mechanischen Formungsorgane (23, 29, 71a, 71b, 81a, 81b).

10. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, dass der rohrförmige Rohling vor oder nach den genannten Umformvorgängen am einen Ende durch Erwärmen des Werkstoffes und Zusammenpressen des Endes in einer Form, z. B. einer Schalenform, verschlossen wird.

11. Verfahren gemäss einem der Patentansprüche 1–10, dadurch gekennzeichnet, dass bei Polyäthylenterephthalat die Werkstoffdicke in dem Abschnitt oder den Abschnitten, bei der eine Dickenreduktion stattfindet, auf eine endgültige Werkstoffdicke von ca. $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen Dicke des Werkstoffes reduziert wird und der Werkstoff zumindest vor der letzten Dickenreduktion auf eine Temperatur gebracht wird, die unter der oder im Bereich der Glasumwandlungstemperatur (TG) des Werkstoffes liegt und vorzugsweise von dieser um weniger als 15°C abweicht, normalerweise um weniger als 3°C .

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl Ziehringe (23, 29, 71a, 71b, 81a, 81b) so angeordnet ist, dass sie den Rohling zu umgeben vermögen, und/oder ein Formungsorgan (20, 28) vorgesehen ist, das für die Anordnung im Inneren des Rohlings ausgebildet ist, eine Anzahl Antriebsorgane (32) für das Verschieben des jeweiligen Ziehriings und/oder Formungsorgans im Verhältnis zum Rohling in dessen Axialrichtung angeordnet sind, wobei die Ziehringe und/oder das Formungsorgan mit Kanälen (21, 124–126, 174a–176a, 174b–176b, 184a–186b, 184b–186b) versehen sind, die von Flüssigkeit durchströmt werden, um eine Stabilisierung der Temperatur auf Werte in der Nähe der Glasumwandlungstemperatur (TG) des Werkstoffes des Rohlings in der oder den Übergangszonen (13, 14, 113), die vom Ziehring bzw. den Ziehringen entlang dem Rohling verschoben werden, zu bewirken, und wo der Werkstoff Berührungsfächen mit den Ziehringen und/oder dem Formungsorgan aufweist.

13. Vorrichtung gemäss Patentanspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Ziehringe (23, 29, 71, 81) aus einer Anzahl von Ziehringsegmenten, vorzugsweise zwei Ziehringhälften (29 a–b, 71a–b, 81a–b), zusammengesetzt sind, die von Antriebsorganen (73, 83) in eine und aus einer Arbeitsstellung verschoben werden, in der die Ziehringe eine in der Hauptsache säulenförmige, geschlossene Innenfläche bilden, die auf die Begrenzungsfläche der Nut (12, 19) angepasst ist und die Ziehringe vorzugsweise axial in Teilringe (24–26, 74a–76b, 74b–76b, 84a–86a, 84b–86b, 96a, 97a, 96b, 97b) aufgeteilt sind, die gegebenenfalls durch eine thermische Isolierung (79, 89) voneinander getrennt sind und wobei jeder Teilring mit Flüssigkeitskanälen (94, 95, 124–126, 174a–176a, 174b–176b, 184a–186a, 184b–186b) versehen ist.

14. Vorrichtung gemäss Patentanspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Fixierungsorgan (41) im Anschluss an die Ziehringe in eine und aus einer Arbeitsstellung verschiebbar angeordnet ist, wobei das Fixierungsorgan derart ausgebildet ist, um Teile der Rohlingwand im Boden der Nut (12) zum festen Anliegen gegen die Aussenfläche des Dorns (20) zur Fixierung des Rohlings im Verhältnis zum Dorn zu halten.

15. Rohrförmiger Körper aus Polyäthylenterephthalat, hergestellt nach dem Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper zumindest in seinem zylindrischen Teil völlig oder teilweise aus Werkstoff

besteht, der in der Hauptsache ausschliesslich in Axialrichtung des Körpers orientiert ist und eine Kristallinität von maximal 30% aufweist, und wo die durch die genannte Orientierung im Werkstoff aufgetretene Kristallinität höchstens 17% beträgt.

16. Rohrförmiger Körper nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Kristallinität im Bereich von 10–25% aufweist.

Vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines rohrförmigen Körpers auf Basis von thermoplastischem Kunststoff ausgehend von einem rohrförmigen Rohling mit einer Rohlingwand aus in der Hauptsache amorphem Werkstoff. Der Körper hat einen oder mehrere Werkstoffabschnitte, in denen die Werkstoffdicke des Rohlings durch einen oder mehrere Umformvorgänge bei Polyäthylenterephthalat auf ca. $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen Werkstoffdicke reduziert worden ist. Bei gewissen Anwendungen ist die Werkstoffdicke über die gesamte Länge des Körpers reduziert. In den Bereichen mit reduzierter Wanddicke ist der Werkstoff axial orientiert, und er hat bei Polyäthylenterephthalat eine Kristallinität von weniger als ca. 30%, normalerweise in der Grössenordnung 10–25%. Die Ausgangstemperatur für den Werkstoff beim Umformen liegt vorzugsweise unter der Glasumwandlungstemperatur (TG), und das Umformen erfolgt bei einer Temperaturkontrolle des Werkstoffs im Umformbereich, wo der Werkstoff Berührungsflächen gegen einen äusseren Ziehring und/oder ein inneres Formungsorgan hat.

Gemäss dem schwedischen Patentantrag SE 7 905 043-1 ist bereits ein Körper bekannt, bei dem die Wanddicke eines vorzugsweise mittigen Abschnitts des Körpers auf ca. $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen Dicke des Werkstoffes reduziert worden ist. Die Reduktion ergibt sich dadurch, dass ein rohrförmiger Rohling mit dem Werkstoff bei einer Ausgangstemperatur unter der Glasumwandlungstemperatur (TG) in beiden Enden zwischen zwei Backen fixiert wird, wonach diese beiden Backen voneinander verschoben werden. Dadurch, dass ein ringförmiger Bereich des Werkstoffes eine höhere Temperatur hat als der umgebende Werkstoff, ergibt sich ein Ansatz, in dem die Dickenverminderung während des Ziehvorgangs beginnt. In gewissen Anwendungsfällen wird der innere Durchmesser des Körpers mit Hilfe eines inneren Dorns stabilisiert. Bei dem bekannten Verfahren erhält man einen Körper, dessen Werkstoff axial orientiert ist und eine Kristallinität von weniger als ca. 30%, normalerweise in der Grössenordnung 10–25% aufweist.

Aus dem schwedischen Patentantrag 7 905 045-6 ist bekannt, durch ein äusseres Organ einen rohrförmigen Rohling zur Reduktion der Werkstoffdicke mechanisch zu beeinflussen. Das Organ besteht aus einer oder mehreren Rollen, die gegen die äussere und/oder innere Fläche des Rohlings mit so hoher Kraft anliegen, dass die gewünschte Dickenverminderung auftritt, wenn die Ausgangstemperatur des Werkstoffes unter der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt. Das äussere Organ wird in Umkreisrichtung des Rohlings und gleichzeitig in Axialrichtung des Rohlings verschoben. Auch bei dieser Technik entsteht ein Körper, bei dem in den Bereichen der verminderten Werkstoffdicke die Kristallinität unter ca. 30% und in der Grössenordnung 10–25% liegt. Dementgegen ist der Werkstoff nicht in gleicher Weise ausgeprägt in Axialrichtung des Rohlings orientiert wie bei dem Verfahren gemäss dem vorhergehenden Absatz.

Gemäss den oben genannten Erfindungen ergeben sich in gewissen Anwendungsfällen Körper, die in der Übergangs-

zone zwischen gestrecktem und ungestrecktem Werkstoff voneinander abweichen. Dieses Verhältnis liegt z. B. dann vor, wenn ein mittiger Abschnitt eines rohrförmigen Rohlings gestreckt wird, wenn der Werkstoff im Rohling eine Ausgangstemperatur hat, die unter der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt, und der gestreckte Rohling in zwei Teile geteilt wird, um zwei getrennte Körper zu bilden. Die Unterschiedlichkeit beruht darauf, dass der eine Körper die Startzone für das durch das Strecken erzielte Fliesen, während der andere Körper die Stopzone für das Fliesen enthält.

Bei Anwendung der Erfindung gemäss SE 7 905 043-1 bildet sich normalerweise eine ringförmige Übergangszone zwischen dem gestreckten und dünneren Werkstoff bzw. dem nichtgestreckten und dickeren Werkstoff, wobei die Werkstofffläche in der Übergangszone einen Winkel von ca. 45° mit den Werkstoffflächen bei dem gestreckten bzw. ungestreckten Werkstoff bildet. Beim Ziehen entstehen manchmal axial verschobene, spitzenähnliche Bereiche bei der in der Hauptsache ringförmigen Übergangszone, wobei diese Bereiche in der Regel mit sich führen, dass der hergestellte Körper verschrottet werden muss.

Vorliegende Erfindung beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung rohrförmiger Körper mit Wandabschnitten, bei denen bei Polyäthylenterephthalat die ursprüngliche Dicke auf ca. $\frac{1}{3}$ reduziert ist, bei denen der Werkstoff in der Hauptsache ausschliesslich in Axialrichtung des Körpers orientiert ist, und bei denen die Kristallinität weniger als 30% beträgt und vorzugsweise einen Wert im Bereich 10–25% aufweist und wo die durch die gesamte Orientierung im Werkstoff aufgetretene Kristallinität höchstens 17% beträgt. Weiterhin ist der Werkstoff in den Bereichen hauptsächlich in Axialrichtung des Rohlings orientiert. Gemäss der Erfindung lässt sich eine höhere Geschwindigkeit bei der Reduktion der Werkstoffdicke erreichen als bei bisher bekannter Technik. Ausserdem nimmt die Übergangszone zwischen Werkstoff der ursprünglichen Wanddicke und Werkstoff der reduzierten Wanddicke immer eine vorgegebene Form an, gleichzeitig wie die Länge der Abschnitte mit reduzierter Wanddicke immer gut definiert ist, da die Umformung des Rohlings in der eigentlichen Übergangszone mechanisch gesteuert ist. Bei der Herstellung z. B. eines Körpers für zwei gegeneinander liegende, zukünftige Vorformlinge ausgehend von einem rohrförmigen Rohling verdoppelt sich die Produktionsgeschwindigkeit ausserdem dadurch, dass das Ziehen in einer mittigen Zone beginnt und von dieser aus in Richtung beider Enden des Rohres gleichzeitig fortsetzt. Nach Abtrennen des hergestellten Körpers und Verschluss der beiden abgetrennten Teile ergeben sich zwei zukünftige Vorformlinge, bei denen die Übergangszone zwischen Werkstoff der ursprünglichen Dicke und Werkstoff von reduzierter Dicke immer eine im voraus festgelegte Form hat und Werkstoffeigenschaften aufweist, die von Vorformling zu Vorformling gleich sind.

Gemäss der vorliegenden Erfindung ist es weiterhin möglich, einen Körper herzustellen, bei dem die Werkstoffdicke entweder über die gesamte Länge des Körpers oder in einem oder mehreren zylindrischen Abschnitten des Körpers reduziert ist. Der Körper besteht aus einem in beiden Enden offenen Rohr oder, in gewissen Anwendungsfällen, einem Rohr, dessen eines Ende verschlossen ist. Der Körper ist vorzugsweise zur Umformung in einen Behälter vorgesehen, wobei aus jedem Körper entweder ein einziger Behälter oder eine Anzahl von Behältern gebildet wird. Im letzteren Fall wird der Körper in eine Anzahl von Teilen geteilt, die anschliessend zu Behältern umgeformt werden.

Bei der Herstellung eines Körpers gemäss der Erfindung geht man von einem rohrförmigen Rohling aus einem ther-

moplastischen Kunststoff aus. Die Kristallinität des Werkstoffes ist weniger als 10% und vorzugsweise weniger als 5%. In einem oder mehreren aufeinander folgenden Vorgängen wird bei Polyäthylenterephthalat die Werkstoffdicke des Rohlings auf ca. $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen Dicke reduziert. Die Reduktion erfolgt entweder über die gesamte Länge des Rohlings oder in einem oder mehreren Abschnitten des Rohlings. In gewissen Anwendungsfällen wird hierbei ein Ziehring verwendet, dessen innerer Umkreis auf den äusseren Umkreis des Rohlings auf solche Weise abgestimmt ist, dass der Ziehring beim Verschieben in Axialrichtung des Rohlings eine Reduktion der Werkstoffdicke bewirkt. Der Werkstoff hat hierbei unmittelbar vor der Reduktion der Dicke eine Temperatur, die unter den oder im Bereich der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt und vorzugsweise die Glasumwandlungstemperatur mit maximal 15°C unterschreitet. Auch wenn die technische Wirkung der Erfindung bei einer wesentlich niedrigeren Temperatur einstellt, ist es von Vorteil, mit einer Ausgangstemperatur zu arbeiten, die in der Nähe der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt, z. B. 1 bis 3°C unter der Glasumwandlungstemperatur, da diese Ausgangstemperatur beim Werkstoff eine hohe Geschwindigkeit beim Verschieben des Ziehtrings ermöglicht. In gewissen Anwendungsbeispielen wirkt der Ziehtring mit einem inneren Formungsorgan zusammen, das im Inneren des Rohlings angeordnet wird, wobei das innere Formungsorgan eine äussere Begrenzung aufweist, die auf die innere Begrenzungsfläche des Rohlings angepasst ist. Bei anderen Anwendungsbeispielen wird lediglich das innere Formungsorgan verwendet. Beim Verschieben des Ziehtrings und/oder inneren Formungsorgans in Axialrichtung des Rohlings reduziert sich die Werkstoffdicke im Rohling bei Kontakt mit dem Ziehtring und/oder Formungsorgan. Während des Umformungsvorgangs bildet sich eine Übergangszone zwischen Werkstoff der ursprünglichen Dicke und Werkstoff der reduzierten Dicke, wobei sich diese Übergangszone nach und nach in Axialrichtung des Rohlings verschiebt. Der Werkstoff in der Übergangszone wird während des Umformungsvorgangs durch Wärmeableitung auf den Ziehtring und/oder das im Inneren des rohrförmigen Rohlings angeordnete Organ bei einer Temperatur gehalten, die in der Nähe der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt. In gewissen Anwendungsfällen darf der Werkstoff in der Übergangszone jedoch eine Temperatur annehmen, die die Glasumwandlungstemperatur (TG) mit höchstens 30°C und vorzugsweise höchstens 15°C übersteigt. In gewissen Anwendungsfällen wird der Werkstoff im Bereich neben der Übergangszone unmittelbar nach Reduktion der Dicke des Werkstoffes auf eine Temperatur abgekühlt, die unter der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt.

Gemäss der Erfindung besteht die Möglichkeit, einen Körper herzustellen, der Werkstoffabschnitte aus in der Hauptsache monoaxialer Orientierung und von reduzierter Wanddicke aufweist, und bei dem im Verhältnis zu den entsprechenden Werkstoffabschnitten beim Rohling der äussere Umkreis abgenommen und/oder der innere Umkreis zugenommen hat.

In den Fällen, wo Abschnitte von reduzierter Wanddicke in Bereichen hergestellt werden sollen, die zwischen den Enden des Rohlings liegen, beginnt die Dickenreduktion durch Einpressen einer oder mehrerer zum Umkreis gerichteter Nuten in der Rohlingwand, gleichzeitig wie der Rohling durch äussere Organe axial zum Rohling gerichteten Streckkräften ausgesetzt wird. In den Nuten reduziert sich beim Strecken die Wanddicke auf ca. $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen Dicke, gleichzeitig wie sich der Rohling in axialer Richtung verlängert. Die weitere Reduktion der Dicke der Rohlingwand erfolgt dadurch, dass der Ziehtring in die genannte oder ge-

nannten Nuten eingesetzt und in Axialrichtung des Rohlings verschoben wird. In gewissen Anwendungsfällen werden zwei Ringe eingesetzt, wobei, ausgehend von einer bestimmten Nut, die Reduktion der Wanddicke gleichzeitig in Richtung beider Enden des Rohlings erfolgt.

In den Fällen, wo das eine Ende des Rohlings geschlossen ist und die Reduktion der Wanddicke in der Nähe dieses verschlossenen Endes erfolgen soll, wird der Ziehtring vorzugsweise vom verschlossenen Ende zum gegenüberliegenden Ende des Rohlings hin verschoben. In gewissen Anwendungsfällen lässt man hierbei die Dickenreduktion über die gesamte Länge des Rohlings fortsetzen.

In den Anwendungsfällen, wo der Rohling aus einem in beiden Enden geöffneten Rohr besteht, wird dies in gewissen Fällen nach der Reduktion der Dicke durch Erwärmen des Werkstoffes im einen Ende des Körpers verschlossen, wobei der Werkstoff in einer Form zusammengesprengt wird, die z. B. schalenförmig ausgeführt ist. In der Patentschrift DE PS 1 704 119 sind Beispiele über eine für ein derartiges Verschliessen geeignete Technik aufgeführt.

Die Reduktion der Werkstoffdicke in mehreren Stufen findet vorzugsweise in den Fällen Anwendung, wo der Werkstoff von solcher Dicke ist, dass Schwierigkeiten bestehen, die erforderliche Wärmeableitung aus der Übergangszone zu erreichen. Durch die Reduktion der Werkstoffdicke in mehreren Stufen vor der letzten Dickenreduktion ergibt sich ein dünnerer Werkstoff, was dem Wärmetransport von der Übergangszone auf den anliegenden Ziehtring und/oder das innere Formungsorgan zuträglich ist.

Zu einer Vorrichtung, um gemäss der Erfindung einen Körper herzustellen, gehören zwei Ziehringe. Axial mit diesen beiden Ziehringen und im Inneren dieser ist ein Dorn angeordnet, auf den beim Ziehen ein rohrförmiger Rohling geschoben wird. Weiterhin sind getrennte Fixierungsorgane im Anschluss an die Endabschnitte des Rohlings angeordnet. Jeder Ziehtring besteht aus zwei Ziehtringhälften, die über Antriebsorgane zwischen einer Betriebsstellung, in der die Ziehtringhälften gegeneinander anliegen, und einer Öffnungsstelle, wo die Ziehtringhälften voneinander getrennt sind, verschoben werden. Die Öffnungsstellung dient zum Einsetzen oder Herausnehmen des rohrförmigen Rohlings bzw. des fertiggestellten Körpers aus der Vorrichtung.

Weiterhin sind Antriebsorgane für die Verschiebung der Ziehringe und Fixierungsorgane in Axialrichtung des Rohlings angeordnet. Die Bewegung der Ziehringe ist zumindest bei Verschieben der Ziehringe in Richtung der Enden des rohrförmigen Rohlings so mit der Bewegung der Fixierungsorgane koordiniert, dass der jeweilige Ziehtring und das zugeordnete Fixierungsorgan in der gleichen Richtung und auf die Weise verschoben werden, dass sich der Quotient zwischen der Geschwindigkeit von Ziehtring und Fixierungsorgan nach der Dickenreduktion des Werkstoffes richtet, die bei dem rohrförmigen Rohling stattfinden soll. Bei z. B. einer Reduktion der Wanddicke des Rohlings auf $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen Dicke muss der Quotient zwischen den Geschwindigkeiten von Fixierungsorgan und Ziehtring $\frac{2}{3}$ betragen, bei einer Reduktion auf $\frac{1}{2}$ der ursprünglichen Dicke muss der Quotient $\frac{1}{2}$ betragen usw.

Die Fixierungsorgane sind mit axial beweglichen Federelementen ausgeführt, gegen die die Kanten des rohrförmigen Rohlings anliegen. Etwaige Längstoleranzen beim Rohling sowohl vor als auch während des Ziehens werden von den Federelementen aufgenommen.

Jeder Ziehtring besteht gemäss einer Ausführung der Erfindung aus drei Teilringen, die in gewissem Ausmass thermisch voneinander isoliert sind. Jeder Teilring ist mit Kanälen für Flüssigkeit versehen, wobei die Flüssigkeit den Teilring entweder erwärmt oder abkühlt. Auf gleiche Weise ist

der bereits genannte Dorn mit Kanälen für Flüssigkeit versehen. Der mittlere Teilring umfasst den Teil des Ziehrings, gegen den die Übergangszone zwischen dem Werkstoff von ursprünglicher Wanddicke und dem Werkstoff von reduzierter Wanddicke während des Ziehens des rohrförmigen Rohlings gebildet wird. Von den umgebenden Teilringen liegt während des Ziehens der Teilring mit dem grössten Innendurchmesser gegen den Werkstoff von ursprünglicher Dicke an, während der andere Teilring, der den kleinsten Innendurchmesser aufweist, gegen den Werkstoff von reduzierter Dicke anliegt.

Beim Ziehen eines rohrförmigen Rohlings wird dieser auf dem Dorn so angebracht, dass er von den Fixierungsorganen festgehalten wird. In dem rohrförmigen Rohling ist ausserdem auf oben beschriebene Weise eine mittige, rundumlaufende Nut angeordnet, in deren Boden die Wanddicke auf ca. $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen Dicke reduziert ist. Die Ziehringhälften werden anschliessend in die Arbeitsstellung verschoben. Die Form und die axiale Länge der Teile der Ziehringe, die in die Nut eingesetzt werden, stimmen mit der Form und der axialen Länge der Nut überein.

Vorzugsweise ist der Werkstoff des Rohlings in dem zukünftigen Ziehbereich bereits vor der Anordnung auf dem Dorn auf eine Temperatur in der Nähe, aber unter der Glasumwandlungstemperatur (TG) vorgewärmt. Durch die zwischen dem Werkstoff des Rohlings und den Ziehringen sowie dem Dorn entstehende Berührungsfläche nimmt der Werkstoff die richtige Ziehtemperatur an.

Während des eigentlichen Ziehvorgangs werden die Ziehringe und die Fixierungsorgane von Antriebsorganen in Richtung von der Nut verschoben, wobei das bereits angegebene Geschwindigkeitsverhältnis zwischen Ziehringen und Fixierungsorganen aufrechterhalten wird. Die Werkstoffdicke im Rohling wird hierbei von den Ziehringen reduziert, solange das Verschieben stattfindet. Gleichzeitig verlängert sich der Rohling in seiner Axialrichtung.

Wesentlich für die Vorrichtung ist die Temperatursteuerung des Werkstoffes in der Übergangszone zwischen amorphem Werkstoff von ursprünglicher Wanddicke und in der Dicke reduziertem Werkstoff. Der Ziehring besitzt ein inneres Profil, das auf die Veränderung der Werkstoffdicke angepasst ist, die in der Übergangszone stattfindet. Dieses Profil ist so gewählt, dass sich in der Übergangszone, ebenso wie vor und hinter dieser, während des Ziehvorgangs Berührungsflächen zur inneren Fläche des Ziehrings bilden. Auf diese Weise steuert der Ziehring die Form der Übergangsfläche in der Übergangszone. Durch einen Wärmetransfer zwischen dem Werkstoff im Rohling und den Ziehringen bzw. dem Dorn wird die Temperatur beim Werkstoff im Rohling über den gesamten Ziehvorgang geregelt. Besonders wichtig ist, dass der Teilring des Ziehrings, der gegen den Werkstoff in der Übergangszone anliegt, den Werkstoff des Rohlings bei einer Temperatur hält, die in der Nähe der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt.

In einer vereinfachten Ausführungsform der Erfindung wird ein einziger Ziehring verwendet, der von einer Ausgangsnut vorzugsweise bis zum Rand eines beliebigen Endes des Rohlings verschoben wird. Hierbei ergibt sich ein Körper, dessen Wanddicke nur am einen Ende reduziert ist. Bei dieser Ausführungsform wird vorzugsweise ein innerer Dorn als Gegenhalter verwendet, um die axial gerichteten Kräfte aufzunehmen, die während der Reduktion der Wanddicke auftreten. Das Verschieben des Ziehrings wird bei bestimmten Anwendungen unterbrochen, bevor der Ziehring die Kante des rohrförmigen Rohlings überschreitet. Nach dem Ziehen wird die Kante deshalb von einem Kranz umgeben, bei dem die Dicke der Wand nicht reduziert ist. Der auf diese Weise hergestellte Körper eignet sich als Vorformling, evtl.

nach einer gewissen Umformung beim Kranz, d.h. der zukünftigen Mündungskante, für einen Behälter, der sich zum Verschluss durch z. B. einen Kronenkorken eignet. Vor dem Umformen in einen Behälter erfolgt eine Stabilisierung der zukünftigen Mündung durch Erwärmen und thermische Kristallisation, und normalerweise lässt man die Kristallisation solange andauern, dass der Werkstoff in dem oben angegebenen Kranz opak wird.

In einer vorzugsweisen Ausführungsform der Erfindung wird im Rohling eine Ausgangsnut von solcher axialer Länge angeordnet, dass auch ein Fixierungsorgan zusammen mit dem Ziehring bzw. den Ziehringen in der Nut untergebracht werden kann. Das Fixierungsorgan hält, zumindest während der Initialphase der Verschiebens des Ziehrings bzw. der Ziehringe, Abschnitte der Werkstoffwand im Boden der Nut gegen den Dorn gedrückt. Auf diese Weise wird die Lage des Rohlings im Verhältnis zum Dorn fixiert. In der Ausführungsform der Erfindung, bei der zwei Ziehringe in Richtung auseinander verschoben werden, ist das Fixierungsorgan so angeordnet, dass es gegen die Rohlingwand in einem Bereich zwischen den Ziehringen anliegt. Durch die Festhaltung des Rohlings gegen den Dorn wird die axiale Verschiebung des Rohlings im Verhältnis zum Dorn verhindert, die auf Grund der axial gerichteten Kräfte, die in den Berührungsflächen zwischen dem jeweiligen Ziehring und dem Werkstoff in der Übergangszone zwischen Rohlingwand von reduzierter Dicke und Rohlingwand von unreduzierter Dicke auftreten, eintreten könnte. Eine Verschiebung könnte beispielsweise den Nachteil mit sich bringen, dass bei der Ausführungsform der Erfindung, wo nur ein Bereich im Anschluss an die Nut eine reduzierte Wanddicke erhält, der Bereich mit reduzierter Wanddicke im Verhältnis zur Ausgangsnut asymmetrisch zu liegen kommen könnte.

Durch Verwendung eines Fixierungsorgans gemäss der Beschreibung im vorhergehenden Absatz ergibt sich die Möglichkeit, für den Bereich, in dem die Dicke der Werkstoffwand reduziert worden ist, eine beliebige axiale Länge zu erreichen. Bei gewissen Anwendungsfällen lässt man hierbei die Werkstoffwand über die gesamte Länge des Rohlings eine solche Reduktion annehmen, während man bei anderen Anwendungsbeispielen die Dickenreduktion unterbricht, bevor der Ziehring bzw. die Ziehringe das Ende bzw. die Enden des Rohlings erreichen und überschreiten. Dadurch, dass ein Bereich aus amorphem Werkstoff am äusseren Ende bzw. an den äusseren Enden des Rohlings belassen wird, ergibt sich ein Werkstoffabschnitt, der sich beispielsweise gut zum Verschliessen eignet, um den Boden eines Vorformlings zu bilden, z. B. unter Anwendung der Technik, die in der Patentschrift DE PS 1 704 119 beschrieben ist, oder um nach einer thermischen Kristallisation eine Mündungskante für ein Zusammenwirken mit einem Kronenkorken zu bilden.

Bei einer wahlweisen Ausführungsform wird mit Hilfe des Ziehrings die Werkstoffwand bei einem im Boden verschlossenen rohrförmigen Rohling reduziert, der in seinem Mündungsteil bereits mit einem Verschlussorgan, z. B. Gewinde versehen ist. Der Rohling, dessen Werkstoff für eine Dickenreduktion vorgesehen ist, ist hierbei gemäss einer bereits bekannten Technik hergestellt, z. B. durch Spritzgiessen oder Extrusion mit anschliessendem Verschliessen und Formen des Bodens und des Mündungsabschnitts. In gewissen Anwendungsfällen wird hierbei die Ausgangsnut auf oben beschriebene Weise angeordnet, während bei anderen Anwendungsfällen eine Ausgangsanweisung oder die Ausgangsnut völlig oder teilweise im Zusammenhang mit dem Spritzgiessen des Vorformlings angeordnet wird.

Bei der Reduktion der Werkstoffdicke der Rohlingwand mit Hilfe eines äusseren Ziehrings ergibt sich, wie bereits beschrieben, auch eine gewisse Reduktion des inneren Durch-

messers des Rohlings. Der Dorn im Inneren des Rohlings stellt hierbei ein Formungsorgan dar, das massgeblich für die Grösse dieser Durchmessererminderung ist. Es hat sich hierbei überraschenderweise gezeigt, dass innerhalb der oben angegebenen Temperaturintervalle für den Werkstoff während des Umformvorganges die durch die Kontraktion erzielte Anliegung der Werkstoffwand gegen den Dorn relativ geringe Anliegedrücke zwischen der Innenfläche der Rohlingwand und der Aussenfläche des Dorns ergibt, so dass keinerlei Schwierigkeiten bestehen, den hergestellten Körper nach abgeschlossenem Formungsvorgang (Ziehvorgang) des Rohlings vom Dorn zu trennen.

Bei bestimmten Anwendungsformen der Vorrichtung ist kein innerer Dorn erforderlich, so dass der Körper einen inneren Umkreis annehmen kann, der geringer ist als der ursprüngliche Umkreis. Dadurch, dass bei anderen Anwendungsbeispielen ein innerer Dorn gewählt wird, dessen äusserer Umkreis kleiner ist als der innere Umkreis des Rohlings, ist es möglich, beim Ziehen die Reduktion des inneren Umkreises des Rohlings auf einen für den besonderen Anwendungsfall angepassten Wert zu steuern.

Eine nähere Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung erfolgt im Anschluss an eine Anzahl von Abbildungen, wobei

Abb. 1 eine Ziehvorrichtung in perspektivischer Darstellung zeigt,

Abb. 2 einen Längsschnitt durch die Ziehvorrichtung gem. Abb. 1 mit den Ziehringen der Ziehvorrichtung in der Ausgangsstellung vor dem Ziehvorgang zeigt,

Abb. 3 einen Teil eines Längsschnittes entsprechend Abb. 2 mit den Ziehringen voneinander versetzt zeigt,

Abb. 4 eine Trägerplatte mit einem Ziehring in Arbeitsstellung angeordnet zeigt,

Abb. 5 einen Längsschnitt durch einen rohrförmigen Rohling mit einem Ziehring in Ausgangsstellung zeigt,

Abb. 6 einen Längsschnitt eines rohrförmigen Rohlings während des Ziehens in Richtung von dessen verschlossenem Teil zeigt,

Abb. 7 einen Querschnitt eines rohrförmigen Rohlings mit einem Ziehring in Ausgangsstellung zum Ziehen des Rohlings in einem kürzeren Bereich in dessen einem Ende zeigt,

Abb. 8 einen Querschnitt des rohrförmigen Rohlings gem. Abb. 7 mit dem Ziehring in Endstellung zeigt,

Abb. 9 zeigt einen Längsschnitt durch eine Ziehvorrichtung mit einem mittigen Fixierungsorgan und mit den Ziehringen bzw. dem Fixierungsorgan in der Ausgangsstellung vor dem Ziehvorgang,

Abb. 10 zeigt einen Teil eines Längsschnittes entsprechend Abb. 9, wobei die Ziehringe in Richtung voneinander verschoben sind,

Abb. 11 zeigt den mittigen Bereich gemäss Abb. 9 in Teilvergrösserung,

Abb. 12 zeigt den mittigen Bereich gemäss Abb. 10 in Teilvergrösserung,

Abb. 13–14 zeigen alternative Ausführungsformen des Körpers.

In der Abb. 1, die eine übersichtliche perspektivische Darstellung einer Ziehvorrichtung gem. der Erfindung zeigt, erkennt man eine Bodenplatte 30, auf der eine Anzahl in der Abbildung senkrecht angeordneter Führungssäulen 31 angebracht ist. Die weitere Beschreibung der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf die in Abb. 1 dargestellte Orientierung der Vorrichtung, aber der Erfindungsgedanke schliesst in keiner Weise andere Orientierungen aus. Die in der weiteren Beschreibung teilweise gebrauchten Bezeichnungen «obere» bzw. «untere» o. dgl. im Anschluss an einzelne Organe dienen lediglich einer Verdeutlichung.

Im Anschluss an die Bodenplatte sind (nicht abgebildete) Antriebsvorrichtungen mit Untersetzungen für eine Anzahl parallel zu den Führungssäulen angeordneten Gewindespindeln 32 vorhanden. Rechtwinklig zu den Führungssäulen und Gewindespindeln sind vier Trägerplatten 50, 60, 70, 80 angeordnet. Jede Trägerplatte enthält Lagerungen für die Führungssäulen 31 sowie Gewindelöcher 52, 62, 72, 82 für ein Zusammenwirken mit einer Anzahl der Gewindespindeln 32. Hierüber hinaus haben die Trägerplatten Durchgangslöcher 58, 68, 78, 88 für die Gewindespindeln, die nicht mit der jeweiligen Trägerplatte im Gewindeeingriff stehen. Die oberste und die unterste Trägerplatte 50 bzw. 60 sind so angeordnet, dass sie mit den beiden Gewindespindeln 32a und c zusammenwirken, während die beiden dazwischenliegenden Trägerplatten 70 bzw. 80 so angeordnet sind, dass sie mit den beiden restlichen Gewindespindeln 32b und d zusammenwirken. Weiterhin haben die oberen Teile der Gewindespindeln, die mit den Trägerplatten 50 und 70 zusammenwirken, ein Gewinde in der entgegengesetzten Richtung im Verhältnis zu den unteren Teilen der Gewindespindeln, die mit den Trägerplatten 60 und 80 zusammenwirken. Dies bedeutet, dass die beiden oberen Trägerplatten bei Verdrehen der Gewindespindeln in der gleichen Richtung aber entgegengesetzt der Verschiebungsrichtung der beiden unteren Trägerplatten verschoben werden.

Da die oberste und unterste Trägerplatte von den Gewindespindeln 32a und c und die beiden mittleren Trägerplatten von den Gewindespindeln 32b und d angetrieben werden, richtet sich die Vorschubgeschwindigkeit der jeweiligen Trägerplatte nach der Drehgeschwindigkeit und der Steigung der Gewindespindel, mit der die jeweilige Trägerplatte zusammenwirkt. Die Steigung der Gewindespindel-Gewinde ist so gewählt, dass sich die oberste und unterste Trägerplatte immer mit langsamerer Geschwindigkeit verschiebt als die beiden mittleren Trägerplatten. In Ausgangsstellung befinden sich die beiden mittleren Platten dicht bei einander, und die oberste bzw. unterste Platte befinden sich in einer Stellung, die ein Verschieben in Richtung der Endbereiche der Führungssäulen erlaubt. Nach abgeschlossenem Vorschub haben sich die beiden mittleren Trägerplatten der oberen bzw. unteren Trägerplatte genähert.

Die oberste Trägerplatte 50 und die unterste Trägerplatte 60 sind mit den Fixierungsorganen 51 bzw. 61 zum Festhalten des jeweiligen Endes eines rohrförmigen Rohlings 10 ausgerüstet. Der Rohling ist mit einer vorzugsweise mittig rundum laufenden Ausgangsnut 12 (Abb. 2) versehen, in der die Dicke des Werkstoffes ca. $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen Dicke beträgt. Die Ausgangsnut wird vorzugsweise vor Anbringen des Rohlings in der Vorrichtung auf die Art hergestellt, dass ein äusserer Druck gegen die Werkstoffwand angesetzt wird, z. B. mit Hilfe einer Anzahl zusammenwirkender Rollen, wobei gleichzeitig der rohrförmige Rohling von Streckkräften in seiner axialen Richtung beaufschlagt wird. Bei der Herstellung der Ausgangsnut wird durch die Rollen und das Strecken eine im voraus festgelegte axiale Länge der Nut erreicht, wodurch die Nut ein Profil erhält, das im grossen Ganzen mit dem Profil der Teile der Ziehringe übereinstimmt, die beim Umformen des Rohlings in den Körper in der Nut angesetzt werden (vgl. Beschreibung zu Abb. 2 unten). Bei Herstellung der Ausgangsnut erfolgt eine Verlängerung des rohrförmigen Rohlings in axialer Richtung. Die beiden mittleren Trägerplatten 70 und 80 sind mit je einem Ziehring 71 bzw. 81 versehen, wobei der letztere Ziehring in der Abbildung verdeckt ist. Das Fixierungsorgan 51 der obersten Trägerplatte und die Ziehringe 71, 81 der beiden mittleren Trägerplatten bestehen aus zwei Hälften 51a, b, 71a, b bzw. 81a, b die mit Hilfe der Antriebsorgane 53, 73, 83 in die und von der Schliessstellung verschoben werden,

die in der Abbildung dargestellt ist (das Fixierungsorgan 81 ist in der Abbildung verdeckt).

In Abb. 2, die einen Längsschnitt durch die Ziehvorrichtung gemäss Abb. 1 darstellt, wird im linken Teil der Abbildung die Vorrichtung gezeigt, wenn sich das obere Fixierungsorgan 51 und die beiden Ziehringe 71, 81 in Öffnungsstellung befinden, und im rechten Teil der Abbildung die Vorrichtung, wenn sich das obere Fixierungsorgan 51 und die beiden Ziehringe 71, 81 in Schliessstellung (Arbeitsstellung) befinden.

In der Abbildung erkennt man auch den Rohling 10. In dessen mittigem Teil ist eine um den Umkreis laufende Ausgangsnut 12 gem. obiger Beschreibung angeordnet.

Zusätzlich zu den Darstellungen in Abb. 1 zeigt Abb. 2, dass die oberen und unteren Fixierungsorgane 51, 61 mit rückfedernden Stützscheiben 54 bzw. 64 versehen sind, gegen die die Endkanten des rohrförmigen Rohlings 10 anliegen. Die erforderliche rückfedernde Funktion bewirken Federn 55, 65, die die Führungsorgane 56 bzw. 66 der Stützscheiben 54 bzw. 64 umschliessen, wobei die Führungsorgane in den Stützscheiben angeschraubt sind.

Die Abbildung lässt weiterhin erkennen, dass die beiden Ziehringe 71 bzw. 81 aus zwei Ziehringhälften 71a, b bzw. 81a, b bestehen. Jeder Ziehring ist in drei Teilringe 74, 75, 76 bzw. 84, 85, 86 unterteilt, die wiederum jeder aus zwei Teilringhälften 74a–76a, 74b–76b bzw. 84a–86a, 84b–86b bestehen. Die Teilringe sind in gewissem Ausmass thermisch voneinander isoliert. Die Teilringe sind durch den Ringmantel 77a, b bzw. 87a, b aneinander fixiert, um auf diese Weise die beiden Ziehringhälften der Ziehringe zu bilden. In jedem Teilring befinden sich Kanäle 174, 175, 176 und 184, 185, 186 für den Transport von Flüssigkeit.

Die Teilringe des Ziehrings bestehen aus einem Teilring 74 bzw. 84 mit einem inneren Umkreis entsprechend dem Umkreis beim Werkstoff des Rohlings, wo die Werkstoffdicke nicht reduziert ist, einem Teilring 76 bzw. 86 mit einem inneren Umkreis entsprechend dem Umkreis beim Werkstoff des Rohlings, wo die Werkstoffdicke reduziert ist, und einem Teilring 75 bzw. 85, um Berührungsflächen mit dem Werkstoff in der Übergangszone zwischen reduziertem und unreduziertem Werkstoff beim Rohling zu bilden.

Schliesslich zeigt Abb. 2 einen Dorn 20, der auf die Innenfläche des Rohlings 10 abgestimmt und mit Flüssigkeitskanälen 21 versehen ist.

In Abb. 3, die einen Teil eines Längsschnitts entsprechend den mittigen Teilen von Abb. 2 darstellt, wobei die Ziehringe in Axialrichtung des Rohlings voneinander verschoben sind oder werden, erkennt man einen mittigen Rohlingteil 11, in dem die Wanddicke des Werkstoffes beim Rohling 10' reduziert ist. In der Übergangszone 13, 14 zwischen Werkstoff der ursprünglichen Wanddicke und Werkstoff von reduzierter Wanddicke entstehen Berührungsflächen zwischen den mittleren Teilringen 75, 85 und dem Werkstoff in der Übergangszone. Auf diese Weise steuern die Teilringe die Form der Übergangsfläche zwischen Werkstoff von ursprünglicher Wanddicke und Werkstoff von reduzierter Wanddicke.

Abb. 4 zeigt die Trägerplatte 70 in Draufsicht, wobei sich der Ziehring 71 in Schliessstellung befindet.

Die Abbildung zeigt die Anordnung der Lagerungen für die Führungssäulen 31 und die Durchgangslöcher 78 bzw. Gewindelöcher 72 für die Gewindespindeln 32. Die übrigen Trägerplatten, die mit dem Ziehring 81 oder den Fixierungsorganen 51 oder 61 versehen sind, sind auf entsprechende Weise angeordnet. Wie bereits genannt, ist jedoch das Fixierungsorgan 61 ungeteilt, so dass Gegenstücke für die Antriebsorgane 73 fehlen.

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen Anwendungsbeispiele der Erfindung, wobei die Wanddicke eines rohrförmigen Rohlings 15, 15', der am einen Ende verschlossen ist, mit Beginn am verschlossenen Ende des Rohlings reduziert ist. Der Ziehring 23 ist hierbei vorzugsweise so bemessen, dass er bei Beginn des Ziehvorgangs mit dem mittleren Teilring und dem oberen Teilring gegen die Innenfläche des rohrförmigen Rohlings anliegt. Auch hier besteht der Ziehring aus drei Teilringen 24, 25, 26 mit den Flüssigkeitskanälen 124, 125, 126. Die Teilringe sind auf entsprechende Weise bemessen wie die bereits beschriebenen Teilringe und werden durch den Ringmantel 27 zusammengehalten. Ein Dorn 28 wirkt mit dem Ziehring 23 beim Umformen des Rohlings zusammen. Der Dorn ist normalerweise mit Flüssigkeitskanälen ausgeführt, die jedoch nicht aus den Abbildungen ersichtlich sind.

Aus Abb. 6 ist erkennbar, dass der Umformvorgang begonnen hat und ein Rohlingteil 16 mit reduzierter Wanddicke im unteren Teil des Rohlings entsteht. Normalerweise setzt der Umformvorgang solange fort, bis der gesamte Werkstoff im zylindrischen Teil des Rohlings eine reduzierte Wanddicke angenommen hat. Für den Fall, dass z. B. der Mündungsteil bereits geformt ist, was der Fall bei einem Spritzguss-Rohling sein kann, wird jedoch der Umformvorgang des Rohlings dann unterbrochen, wenn der Ziehring beim Mündungsteil angelangt ist. Die Übergangszone zwischen Werkstoff der ursprünglichen Wanddicke und Werkstoff von reduzierter Wanddicke ist in der Abbildung mit dem Bezugszeichen 113 gekennzeichnet.

In Abb. 7 und 8 sind wahlweise Ausführungsformen der Erfindung dargestellt, wo ein Ziehring 29 aus lediglich zwei Teilringen 96, 97 mit gesonderten Flüssigkeitskanälen 94, 95 besteht. Auch bei dieser Anwendungsvariante ist zwischen den Teilringen eine gewisse thermische Isolierung vorhanden. Bei Bedarf wird der Ziehring mit einem dritten Teilring mit getrenntem Flüssigkeitskanal und auf bereits beschriebene Art bemessen ergänzt. Auch hier wirkt der Ziehring mit einem inneren Dorn 28 zusammen, der normalerweise mit Flüssigkeitskanälen ausgeführt ist, die jedoch nicht aus den Abbildungen hervorgehen. Der Ziehring formt den Mündungsteil eines rohrförmigen Rohlings 17 um, wobei dieser Rohling an einem Ende verschlossen ist. In einem Bereich, der normalerweise verhältnismässig nahe an der Öffnung des Rohlings liegt, ist eine um den Umkreis laufende Ausgangsnut 19 angeordnet, in der die Werkstoffdicke auf ca. $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen Dicke reduziert ist. Die Ausgangsnut wird auf bereits beschriebene Weise erzeugt.

In Abb. 8 ist der Ziehring 29 im Verhältnis zum Rohling mit Hilfe des Dorns 28 so versetzt, dass sich ein Rohlingteil 18 von reduzierter Wanddicke im Anschluss an die Öffnung des Rohlings 17' gebildet hat.

Die Abbildungen 9 und 10 zeigen eine weitere, wahlweise Ausführungsform der Erfindung, wobei ein mittiges Fixierungsorgan 41a, b im Bereich zwischen den Ziehringen 71 und 81 angeordnet ist. Das Fixierungsorgan ist hierbei auf einer mittigen Trägerplatte 40 mit einer festen Lage in der Vorrichtung angeordnet. Diese feste Lage wird beispielsweise dadurch erreicht, dass die Trägerplatte an den Führungssäulen 31 fixiert ist. Die mittige Trägerplatte ist weiterhin mit Antriebsorganen 43a, b zum Verschieben der beiden Teile 41a, b des mittigen Fixierungsorgans in die und aus der Arbeitsstellung der jeweiligen Teile versehen. Bei gewissen Ausführungsformen hat das mittige Fixierungsorgan Flüssigkeitskanäle 141a, b. Die übrigen Organe gemäss Abb. 9 und 10 haben ihre Gegenstücke in Abb. 1–4, und im vorkommenden Fall stimmen die Hinweisziffern mit den Hinweisziffern in diesen Abbildungen überein. Ein Gegenstück zum Fixierungsorgan 51 fehlt bei dieser Ausführungsform.

Die Abbildungen 11 und 12 zeigen in Teilvergrößerung die mittigen Bereiche aus Abb. 9 und 10, d. h. die Bereiche, wo die Werkstoffwand des Rohlings mit einer Ausgangsnut versehen ist bzw. wo an der Werkstoffwand im Zusammenhang mit dem Verschieben der Ziehringe eine Reduktion der Dicke stattgefunden hat. Die Hinweisziffer 112 bezeichnet einen Anliegebereich zwischen der Innenfläche des Rohlings 10, 10' und der Aussenfläche des Dorns 20, wobei dieser Anliegebereich durch eine gewisse Verformung der Rohlingwand ergeben hat, die durch das Fixierungsorgan 41a verursacht wird, wenn dieses sich in Arbeitsstellung befindet.

Die Hinweisziffern 115, 116 bezeichnen Bereiche, in denen die inneren Flächen der während des Ziehvorgangs in der Dicke reduzierten Werkstoffabschnitte beim Rohling 10' gegen den Dorn anliegen.

Das mittige Fixierungsorgan 41 wird gemäss der Erfindung entsprechend einer Mehrzahl wahlweiser Ausführungsformen angeordnet. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass das Fixierungsorgan 41a, b in Arbeitsstellung die Rohlingwand umschliesst und dabei in Umkreisrichtung des Rohlings bereichsweise verteilte Anliegeflächen gegen die Aussenfläche der Rohlingwand bildet. Diese Verteilung der Anliegeflächen verursacht das Fixierungsorgan z. B. dadurch, dass die gegen den Rohling gerichteten Flächen des Fixierungsorgans keine Zylinderflächen mit kreisrundem Querschnitt darstellen, sondern Zylinderflächen mit beispielsweise elliptischem oder vieleckigem Querschnitt.

Die Abbildungen 13–15 zeigen Beispiele für Körper 210', 210'', 210''' gemäss der Erfindung. Der Körper 210' in Abb. 13 hat in seinem unteren Teil einen zylindrischen Wandabschnitt 213 aus amorphem Werkstoff, der an einen verschlossenen Bodenteil 211' beim Körper, ebenfalls aus amorphem Werkstoff, anschliesst. In Abb. 14 erkennt man einen Körper 210'', bei dem die äussere, zylindrische Fläche des Körpers den gleichen Durchmesser über die gesamte Länge des Körpers aufweist. Der verschlossene Bodenteil 211'' des Körpers besteht auch bei dieser Ausführungsform aus amorphem Werkstoff. Die Abb. 15 zeigt schliesslich eine Ausführungsform, bei der die Mündungskante 212 des Körpers aus Werkstoff von ursprünglicher Dicke besteht, während der restliche Teil des Körpers in Übereinstimmung mit dem Körper gemäss Abb. 14 geformt ist.

Bei Anwendung der Erfindung gemäss den in Abb. 1–4 dargestellten Anwendungsbeispielen wird der Rohling 10 über den Dorn 20 geführt. Das Fixierungsorgan 51 und die Ziehringe 71 bzw. 81 befinden sich hierbei in Öffnungsstellung, entsprechend der Stellung, die im linken Teil von Abb. 2 dargestellt ist. Der um den Dorn angeordnete Rohling bildet Berührungsflächen mit dem Dorn. Nachdem der Rohling seine Bearbeitungslage eingenommen hat und gegen die rückfedernde Stützscheibe 64 des unteren Fixierungsorgans 61 anliegt, wird das obere Fixierungsorgan 51 einschliesslich der Ziehringhälften in Schliessstellung gebracht. Die beiden Ziehringe 71 und 81 greifen in die Ausgangsnut 12 ein und bilden hierbei Berührungsflächen mit der Aussenwand des Rohlings dort, wo die Wanddicke unreduziert ist, wo die Wanddicke auf ihren geringsten Wert reduziert ist und mit der Übergangszone zwischen den beiden soeben genannten Bereichen.

Bei Anbringen des Rohlings über dem Dorn hat der Werkstoff des Rohlings vorzugsweise eine erhöhte Temperatur, die jedoch unter den oder im Bereich der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt. Die schliessliche Werkstofftemperatur wird durch Wärmeübertragung zwischen Dorn und Rohling bzw. zwischen Ziehringen und Rohling erreicht. Die Temperaturregelung erfolgt mit Hilfe der Flüssigkeit, die durch die Flüssigkeitskanäle 21 beim Dorn bzw. die Flüssigkeitskanäle 174, 175, 176 und 184, 185, 186 bei den Ziehrin-

gen strömt. Durch die zwischen den Teilringen der Ziehringe bestehende Wärmeisolierung wird in der Regel eine gewisse Differenztemperatur zwischen den einzelnen Werkstoffbereichen des Rohlings aufrechterhalten. Die Teilringe 74, 84 mit dem grössten Innendurchmesser erwärmen in der im rechten Teil von Abb. 2 dargestellten Stellung den Werkstoff auf eine Temperatur normalerweise kurz unterhalb und vorzugsweise höchstens 15 °C unterhalb der Glasumwandlungstemperatur (TG). Die Teilringe 75, 85 haben eine ähnliche Funktion, während die Teilringe 76, 86 eine Temperatur halten, die reichlich unterhalb und vorzugsweise mindestens 15 °C unterhalb der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt, um den Werkstoff abzukühlen, nachdem bei diesem die Dickenreduktion stattgefunden hat.

Wenn der Werkstoff die vorgegebenen Temperaturen angenommen hat, laufen die Antriebsvorrichtungen der Bodenplatte an und bewirken ein Verdrehen der Gewindespindel 32, wobei die Trägerplatten 50, 70 und somit das Fixierungsorgan 51 und der Ziehring 71 (in den Abbildungen) nach oben und die Trägerplatten 60, 80 und somit auch das Fixierungsorgan 61 und der Ziehring 81 (in den Abbildungen) nach unten verschoben werden. Die Werkstoffdicke im Rohling wird hierbei durch die Ziehringe solange reduziert, wie der Vorschub stattfindet. Gleichzeitig verlängert sich der Rohling in seiner axialen Richtung, wobei diese Verlängerung proportional der Reduktion der Werkstoffdicke und dem axialen Vorschub der Ziehringe ist. Die Vorschubgeschwindigkeiten der Trägerplatten 50 und 60 sind hierbei so festgelegt, dass die Stellungen der Fixierungsorgane 51, 61 auf die Verlängerung des Rohlings abgestimmt sind. Etwaige Unregelmässigkeiten werden von den rückfedernden Stützscheiben 54 bzw. 64 aufgenommen.

Der mittlere Ziehring 75 bzw. 85 liegt gegen die Übergangszone zwischen Werkstoff von reduzierter Dicke und Werkstoff von ursprünglicher Dicke an. Das Profil des mittleren Teilrings ist so gewählt, dass der Werkstoff während des Umformvorgangs Berührungsflächen gegen die innere Fläche des Teilrings bildet. Hierdurch steuert der Teilring die Form der Übergangsfläche zwischen Werkstoff von reduzierter Dicke und Werkstoff von ursprünglicher Dicke. Der Teilring hat gleichzeitig eine Temperaturregelfunktion auf die Weise, dass in den genannten Berührungsflächen ein Wärmeübergang stattfindet, so dass der Werkstoff in der Übergangszone während des gesamten Ziehvorganges auf einer Temperatur gehalten wird, die in der Nähe der Glasumwandlungstemperatur (TG) liegt. Insbesondere beim Ziehen mit hoher Geschwindigkeit oder bei grosser Werkstoffdicke ist es notwendig, dass der mittlere Ziehring eine gute Wärmeableitungsfähigkeit aufweist, damit der Werkstoff in der Übergangszeit keine übermässig hohe Temperatur annimmt.

Nachdem die Ziehringe so voneinander verschoben sind, dass der mittlere Rohlingteil 11 eine im voraus festgelegte Länge angenommen hat, wird der Vorschub der Trägerplatten unterbrochen. Die Antriebsorgane 53, 73, 83 verschieben danach das Fixierungsorgan 51 und die Ziehringe 71 bzw. 81 zur Öffnungsstellung, und der auf beschriebene Weise hergestellte Körper wird vom Dorn entfernt, wonach ein neuer, rohrförmiger Rohling auf dem Dorn angebracht und der Vorgang wiederholt wird.

Bei dem hergestellten Körper bildet der Teil 11 mit reduzierter Wanddicke einen mittigen Abschnitt, und in diesem Abschnitt wird der Körper abgetrennt, um zwei symmetrische Teile zu bilden. Der jeweilige Teil wird in dem Ende mit ursprünglicher Wanddicke verschlossen, und danach stellt er einen Vorformling dar, der z. B. zum Blasen eines Behälters verwendet werden kann. Die Teile des Vorformlings, die reduzierte Wanddicke aufweisen, bilden beim weiteren Umfor-

men den Ausgangswerkstoff für den Mündungsteil des zukünftigen Behälters.

Bei Anwendung der in Abb. 5 und 6 dargestellten Ausführungsform der Erfindung stimmt die Funktion im Prinzip mit der oben beschriebenen überein. Der innere Dorn 28 dient als Gegenhalter für die Kräfte, die beim Vorschub des Ziehtrings 23 in Axialrichtung des Rohlings auftreten. Auch bei diesem Anwendungsbeispiel ist die Temperaturregelung in den einzelnen Werkstoffbereichen von grosser Bedeutung. Der Dorn 28 ist normalerweise mit Flüssigkeitskanälen versehen, die den Flüssigkeitskanälen 21 beim Dorn 20 in Abb. 2 und 3 entsprechen. Bei bestimmten Anwendungsbeispielen wird die Dicke des gesamten Werkstoffes im zylindrischen Teil des Rohlings reduziert, während bei anderen Anwendungsbeispielen der Umformvorgang früher unterbrochen wird.

Die in Abb. 7 und 8 dargestellte Ausführungsform ist in den Fällen anwendbar, wo eine Anzahl von Werkstoffbereichen, bestehend aus Werkstoff von reduzierter Dicke, hergestellt werden soll. Für jeden solchen Werkstoffbereich ist eine Ausgangsnut erforderlich, in der die Reduktion der Dicke des Werkstoffes eingeleitet wird. Beim Herstellen eines Körpers wird der Ziehtring 29 in eine erste Ausgangsnut gebracht, und die Ziehtringhälften nehmen ihre Arbeitsstellung ein. Von der Ausgangsnut aus wird der Ziehtring über kurze Entfernung in Axialrichtung des Rohlings verschoben, wobei sich die Werkstoffdicke reduziert, bis der erste Werkstoffabschnitt mit reduzierter Wanddicke hergestellt ist. Anschliessend werden die Ziehtringhälften auseinandergeschoben, und der Ziehtring wird zur nächsten Ausgangsnut gebracht, und die Ziehtringhälften nehmen erneut die Arbeitsstellung ein.

Der Ziehtring wird nun erneut in axialer Richtung des Rohlings verschoben, um einen neuen Werkstoffbereich von reduzierter Werkstoffdicke herzustellen usw. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis die gewünschte Anzahl von Bereichen mit reduzierter Werkstoffdicke erhalten ist.

Bei dem in einer Richtung stattfindenden Ziehvorgang, der im Anschluss an Abb. 5–8 beschrieben ist, ist der Rohling mit dem einen Ende verschlossen dargestellt. Dieser Verschluss hat dabei mit einem inneren Dorn zusammengewirkt, um die axial gerichteten Kräfte aufzunehmen, die während des Ziehvorganges erforderlich sind. Es ist selbstverständlich möglich, äussere Fixierungsorgane zu benutzen, die die Funktion des Dorns in dieser Hinsicht ersetzen. Diese Alternative wird beim Ziehen rohrförmiger Rohlinge verwendet, die an beiden Enden geöffnet sind.

Bei Anwendung der Erfindung unter Verwendung der in Abb. 9–12 dargestellten Ausführungsform wird der Rohling 10 über den Dorn 20 bis zum Anschlag gegen das untere Fixierungsorgan 61 geführt. Dieses stellt hierbei ein Organ dar, das die axiale Lage des Rohlings bestimmt und dadurch sicherstellt, dass die Nut 12 des Rohlings eine Lage einnimmt, die der Anordnung der Ziehringe 71, 81 und des Fixierungsorgans 41 angepasst ist. Dieser Situation entspricht der linke Teil von Abb. 9. Die Antriebsorgane 43, 73, 83 verschieben anschliessend das Fixierungsorgan 41 bzw. die Ziehringe 71, 81 bis zum Anliegen gegen die äussere Oberfläche des Rohlings in und neben der Nut 12. Eine Temperierung des Werkstoffes im Rohling erfolgt anschliessend auf entsprechende Weise wie vorher beschrieben, wobei in gewissen Anwendungsfällen eine zusätzliche Flüssigkeitsströmung in den Kanälen 141 im Fixierungsorgan 41 stattfindet. Dieser Situation entsprechen der rechte Teil in Abb. 9 und die Teilvergrößerung in Abb. 11.

In seiner Arbeitsstellung umschliesst das mittige Fixierungsorgan 41 den Rohling 10 im Boden der Nut 12. Hierbei ergeben sich im Boden der Nut Anliegeflächen, die auf eine

Anzahl von Bereichen entlang dem Umkreis des Rohlings verteilt sind. Der Anliegedruck in diesen Flächen wiederum führt mit sich, dass sich zwischen der inneren Oberfläche des Rohlings und der Oberfläche des Dorns Berührungsflächen ergeben. Die Berührungsflächen erhalten Lagen, die der Verteilung der Anliegeflächen entsprechen. Die Berührungsflächen entstehen dadurch, dass das Fixierungsorgan die Form der inneren Begrenzungsflächen des Rohlings verformen.

Der Anliegedruck des Fixierungsorgans ist so gewählt, dass bei einer Verformung der Form die Werkstoffdicke im Boden der Nut in der Hauptsache unverändert beibehalten bleibt. Eine Berührungsfläche wird als Teilvergrößerung in Abb. 12 dargestellt und trägt die Hinweisnummer 112.

Antriebsorgane in der Bodenplatte 30 (Abb. 1) verdrehen anschliessend die Gewindespindeln 32, wobei die Ziehringe 71, 81 in Axialrichtung des Rohlings in Richtung voneinander verschoben werden, wobei gleichzeitig eine Umformung der Werkstoffwand und eine Verlängerung des Rohlings stattfinden. Die Reibung zwischen Rohling und Dorn in den vorgenannten Berührungsflächen 112 fixiert hierbei die Lage des Rohlings auf dem Dorn und gewährleistet, dass die Umformung des Rohlings symmetrisch um die Nut 12 stattfindet. Der Antrieb der Trägerplatte 60 ist so gewählt, dass das Fixierungsorgan 61 mit Sicherheit vom Ende des Rohres aus verschoben wird, um die Verlängerung des Rohres, die im Zusammenhang mit der Reduktion der Dicke der Rohlingwand stattfindet, nicht zu beeinflussen. Diese Arbeitssituation entspricht Abb. 10 und 12. Aus Abb. 12 ist weiterhin erkenntlich, dass im Anschluss an das Strecken des Werkstoffes, das beim Umformen der Rohlingwand stattfindet, eine Kontraktion des Rohlings erfolgt, wodurch dessen Innenfläche bis zum Anliegen gegen den Dorn 20 verschoben wird. In der Abbildung sind diese Anliegeflächen mit den Hinweisnummern 115, 116 gekennzeichnet. Die Ausbildung dieser Anliegefläche ergänzt die Fixierung des Rohlings im Verhältnis zum Dorn, die mit Hilfe des mittigen Fixierungsorgans 41 erzielt wird.

Es hat sich gezeigt, dass bei den meisten Anwendungsbeispielen die ergänzende Fixierung über die Anliegeflächen 115, 116 nicht erforderlich ist, um die angestrebte, symmetrische Umformung des Rohlings zu erreichen.

Die Beschreibung im vorhergehenden Absatz zeigt, dass die wahlweise Ausführungsform der Erfindung gemäss Abb. 9–12 erlaubt, dass eine beliebige Länge des Rohlings eine reduzierte Werkstoffdicke erhält. Es ist somit möglich, eine Werkstoffreduktion über die gesamte Länge des Rohlings erfolgen zu lassen, diese unmittelbar vor den Enden des Rohlings zu unterbrechen oder diese in einer Anzahl in Axialrichtung des Rohlings liegender Bereiche stattfinden zu lassen, die von Werkstoffabschnitten getrennt sind, wo eine Dickenreduktion nicht stattgefunden hat. Für jeden Bereich von reduzierter Werkstoffdicke wird die Reduktion der Dicke in einer neuen Ausgangsnut begonnen.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass beim Umformen des Rohlings bei oben angegebenen Temperaturen relativ geringfügige Anliegedrucke zwischen Werkstoff des Rohlings und Dorn auftreten, so dass sich keine Schwierigkeiten ergeben, nach abgeschlossenem Formungsvorgang den durch das Formen gebildeten Körper vom Dorn zu trennen.

Die in den Abbildungen 13–15 gezeigten Ausführungsformen des Körpers sind Beispiele für gemäss vorhergehender Beschreibung hergestellte Körper. Bei der Herstellung eines Körpers gemäss Abb. 13 wird die Dicke bei einer vorzugsweisen Anwendung bei einem an beiden Enden offenen, rohrförmigen Rohling reduziert, wobei an dem Ende des Rohlings, das anschliessend verschlossen werden soll, ein Werkstoffbereich aus amorphem Werkstoff belassen wird, der nach einem Erwärmen gemäss oben beschriebener Tech-

nik verschlossen wird. Die Abbildungen 14 und 15 beziehen sich auf Ausführungsformen, bei denen ein bereits verschlossener, rohrförmiger Rohling aus amorphem Werkstoff zylindrische Wandabschnitte erhält, die in der Hauptsache aus monoaxial orientiertem Werkstoff bestehen. In Abb. 14 umfasst der monoaxial orientierte Werkstoff den Körper in dessen gesamter Länge, während in Abb. 15 die Mündungskante 212 aus Werkstoff besteht, bei dem keine solche Orientierung stattgefunden hat.

Der Gedanke der Erfindung umspannt auch die Möglichkeit, zusätzlich zu der im Zusammenhang mit der monoaxialen Orientierung beim Werkstoff auftretenden Kristallisation durch Erwärmen des Werkstoffes die Kristallisation weiterhin zu erhöhen. Dies darf hierbei nicht in so hohem Ausmass geschehen, dass für den Fall, dass der Körper einen Vorformling für ein in einem anschliessenden Schritt stattfindendes Umformen in einen Artikel darstellt, die Möglichkeit des Werkstoffes für ein weiteres Umformen beeinträchtigt wird.

Normalerweise darf die Kristallinität bei einem Körper einen Höchstwert von ca. 30% annehmen, wenn ein weiteres Umformen des Körpers stattfinden soll. Vorzugsweise lässt man jedoch die Kristallinität einen Wert im Bereich 10–25% annehmen, wobei die durch die monoaxiale Orientierung aufgetretene Kristallinität maximal ca. 17% beträgt.

Die Werte der Kristallinität, die in dieser Anmeldung angegeben sind, beziehen sich auf die Theorie, die in der Publikation «Die Makromolekulare Chemie» 176, 2459–2465 (1975) gezeigt ist.

Obige Beschreibung basiert auf der Annahme, dass die Reduktion der Werkstoffdicke bis zum endgültigen Wert in einem einzigen Reduktionsschritt erfolgt. Der Erfindungsgedanke umspannt jedoch auch die Möglichkeit, durch eine

Anzahl aufeinander folgender Reduktionsschritte die Werkstoffdicke zu vermindern, um in einem letzten Schritt die Werkstoffdicke auf ca. $\frac{1}{3}$ der ursprünglichen zu bringen. Der Ziehring bzw. die Ziehringe bestehen hierbei aus einer Anzahl von Teilringen für die nacheinander stattfindende, schrittweise Reduktion der Werkstoffdicke. Die in diesem Absatz beschriebene Ausführungsform findet vorzugsweise dann Anwendung, wenn der Werkstoff des Rohlings grosse Wanddicke aufweist und oder bei hohen Vorschubgeschwindigkeiten der Ziehringe.

Obige Beschreibung befasste sich mit rohrförmigen Rohlingen von kreisrundem Querschnitt. Selbstverständlich liegt es im Gedanken der Erfindung, auch mit rohrförmigen Rohlingen anderer Querschnittsformen zu arbeiten.

Obige Beschreibung bezieht sich auf den Kunststoff Polyäthylenterephthalat. Die in der Beschreibung angegebenen Werte für die Dickenreduktionen und Temperaturen beziehen sich deshalb gleichermassen auf diesen Werkstoff. In der Technik ist jedoch eine grosse Anzahl von Werkstoffen vom Typ Polyester oder Polyamid mit gleichartigen Eigenschaften bekannt, so dass die Erfindung als solche völlig oder teilweise auch für diese Werkstoffe anwendbar ist, wobei die Dickenreduktionen und Temperaturen auf die spezifischen Bedingungen für den jeweiligen Werkstoff anzupassen sind. Beispiele für Werkstoffe, bei denen die Erfindung nach obiger Anpassung anwendbar ist, sind Polyhexamethylen-Adipamid, Polycaprolactam, Polyhexamethylen-Sebacamid, Polyäthylen-2,6- und 1,5-Naphthalat, Polytetramethylen-1,2-Dioxybenzoat und Copolymere von Äthylenterephthalat, Äthylenisophthalat und andere, ähnliche Polymere.

Über obenstehende Beschreibung hinaus geht die Erfindung auch aus den Patentansprüchen hervor.

35

40

45

50

55

60

65

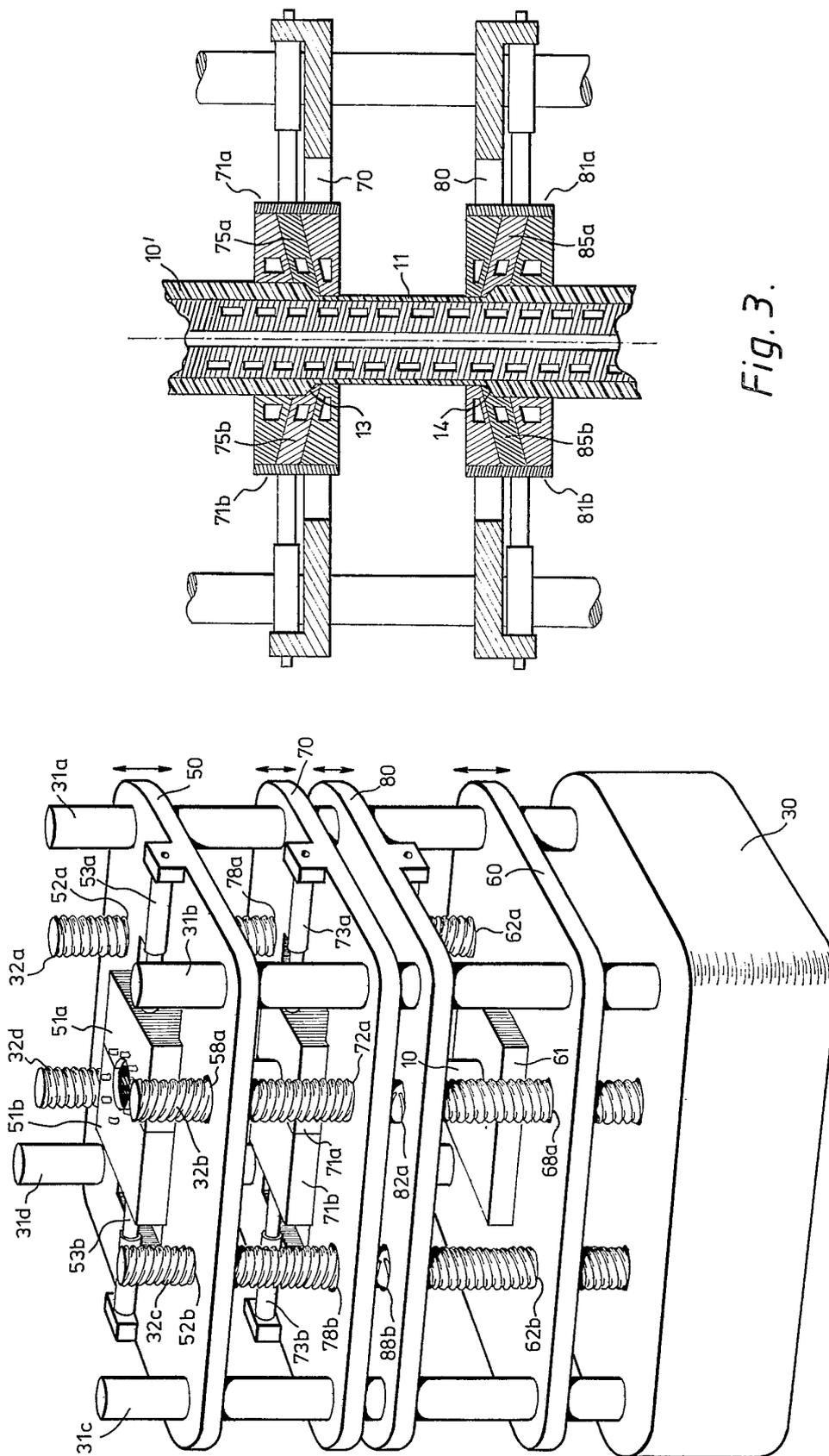


Fig. 3.

Fig. 1.

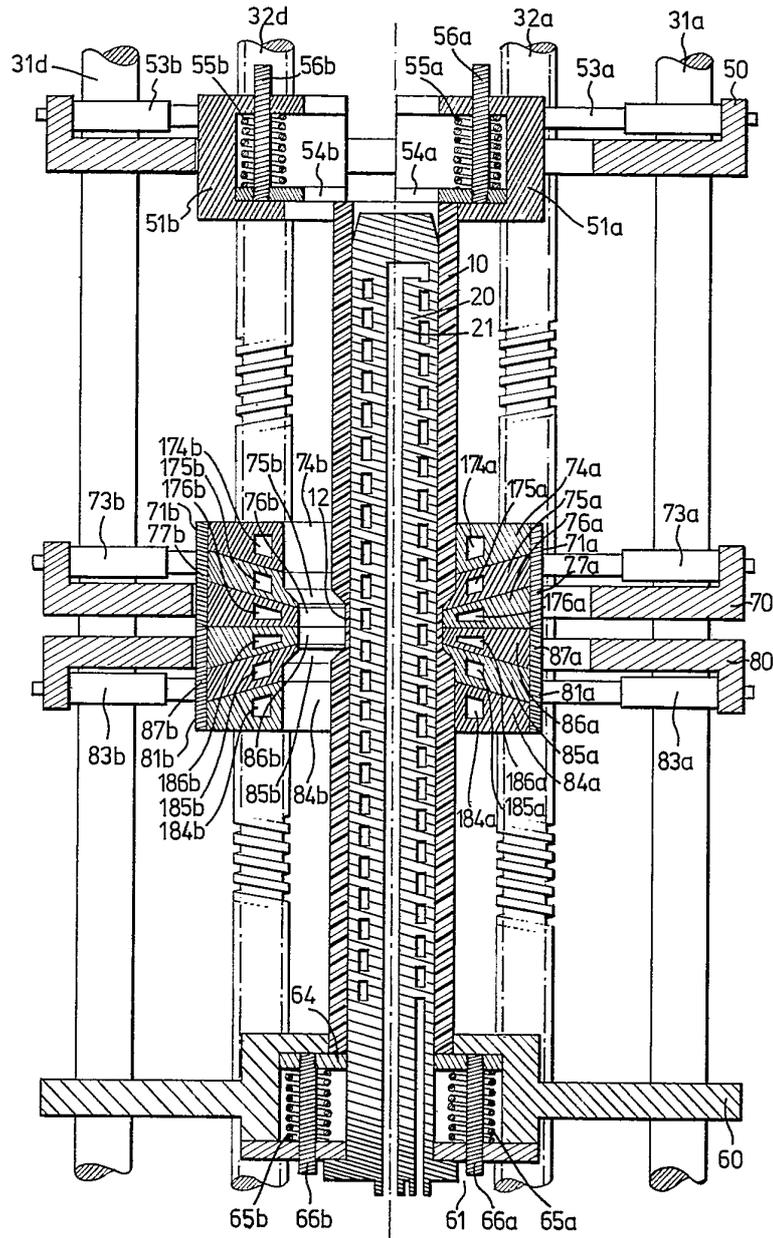


Fig. 2.

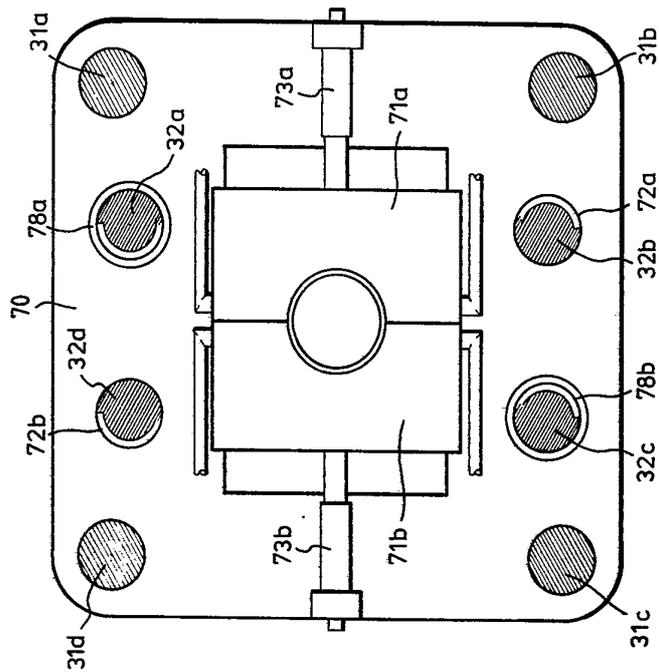


Fig. 4.

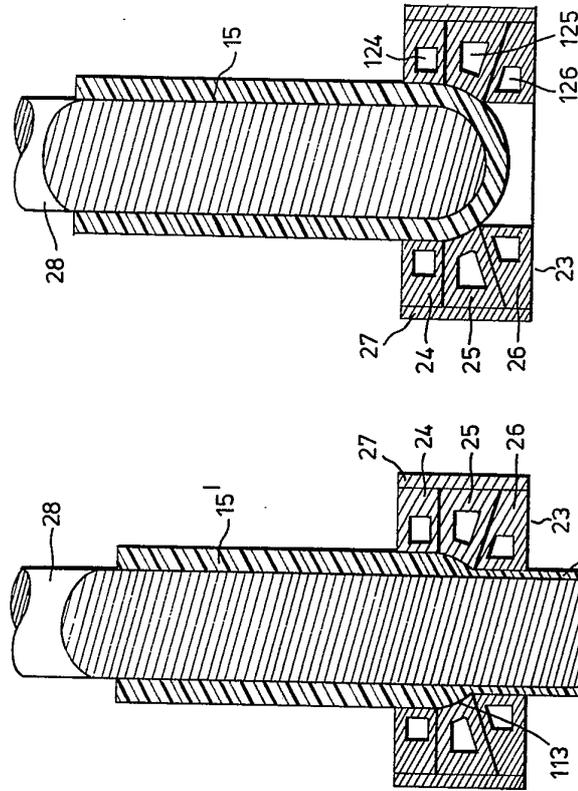


Fig. 5.

Fig. 6.

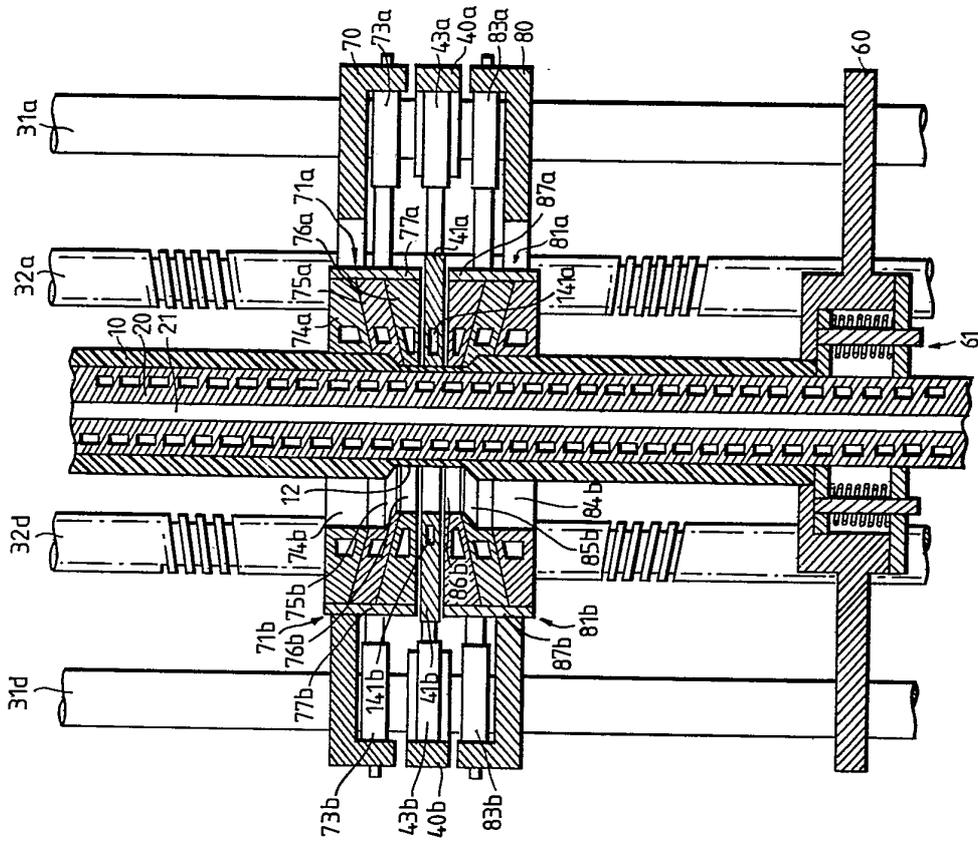


Fig. 9.

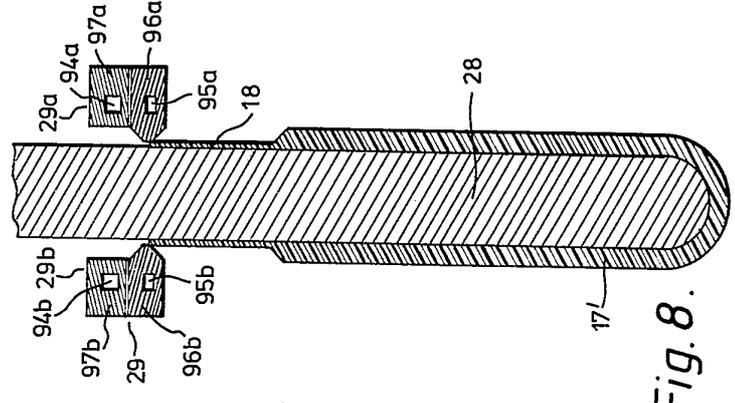


Fig. 8.

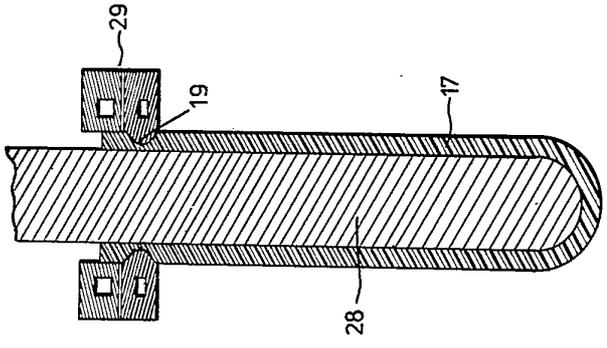


Fig. 7.

Fig.15.

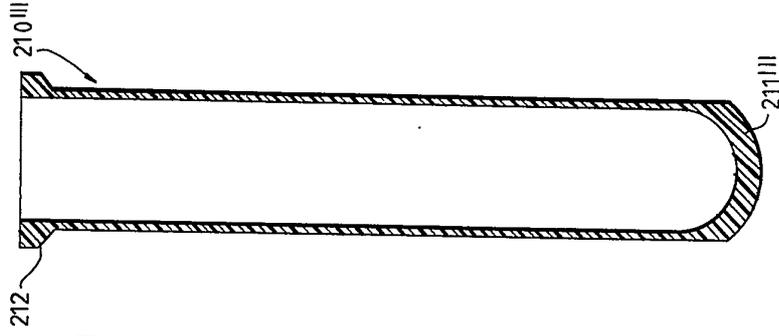


Fig.14.

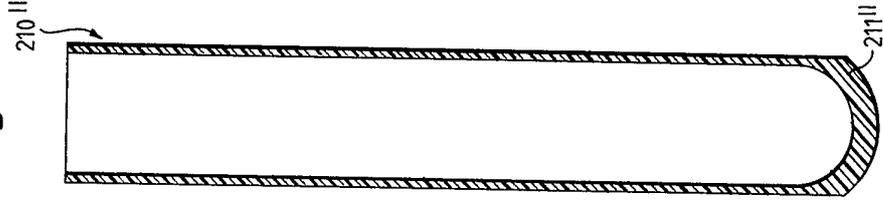


Fig.13.

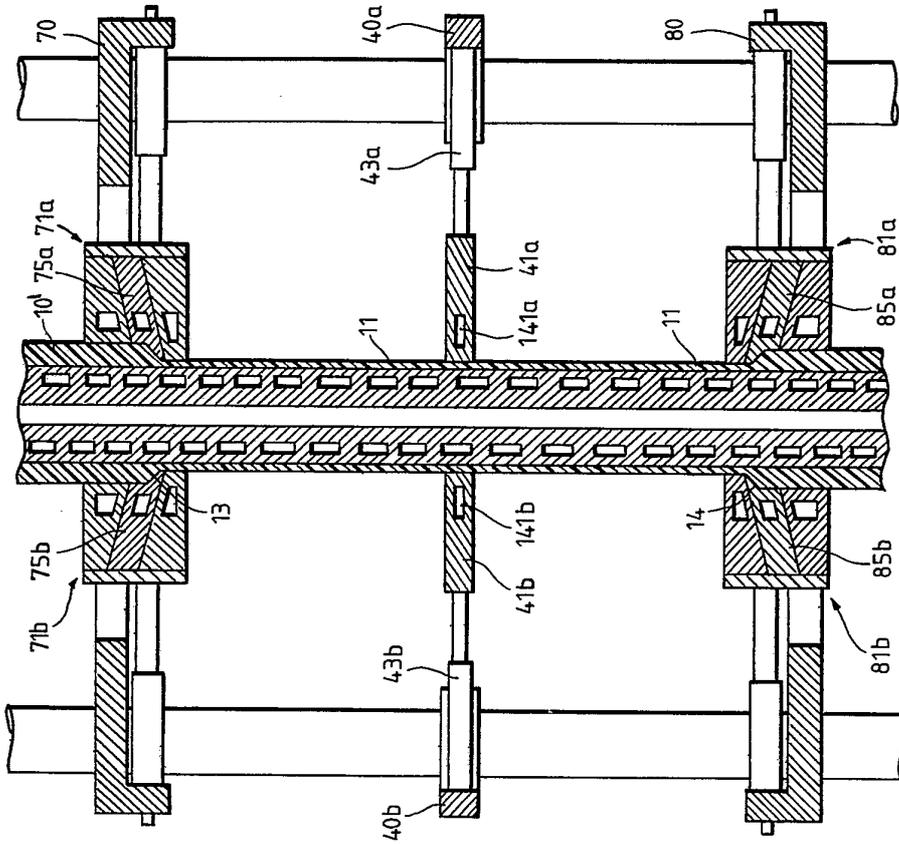
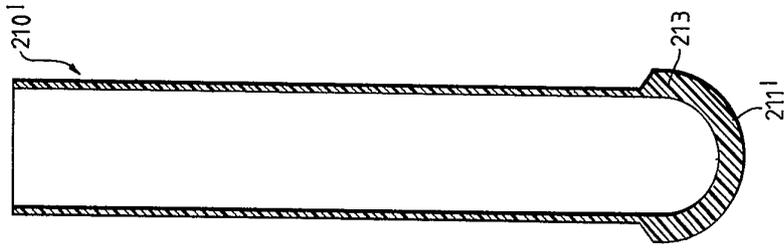


Fig.10.

Fig. 11.

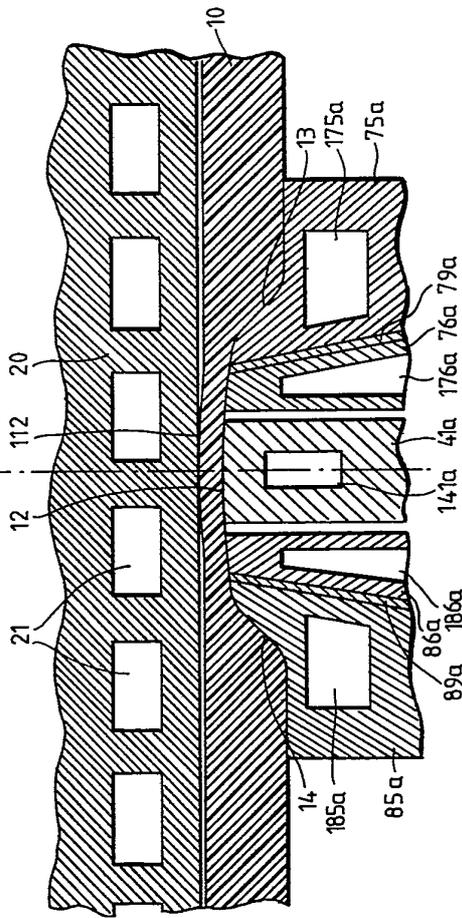


Fig. 12.

