

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 6446/79

(51) Int.Cl.⁵ : **B29C 57/04**

(22) Anmeldetag: 2.10.1979

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1989

(45) Ausgabetag: 25. 4.1990

(30) Priorität:

3.10.1978 JP 122326/53 beansprucht.
28.11.1978 JP 147402/53 beansprucht.
5. 3.1979 JP 25899/54 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

KUBOTA LTD.
OSAKA-SHI (JP).

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS2515461 DE-OS2538106

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BILDUNG EINER MUFFE AM ENDE EINES KUNSTSTOFFROHRES

AT 390 399 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bildung einer Muffe am Ende eines Kunststoffrohres, bei welchem die Rohrwand am Ende auf die Erweichungstemperatur des Kunststoffes erwärmt und unter Erweiterung des Rohrdurchmessers ein erstes Mal konisch aufgeweitet wird, der aufgeweitete Rohrabschnitt in axialem Abstand von dieser Aufweitung unter Erweiterung des Rohrdurchmessers ein zweites Mal konisch aufgeweitet wird, das Rohr am freien Ende unter Verringerung des Rohrdurchmessers verengt wird und die Rohrwand durch Stauchen verdickt wird, und betrifft weiters eine Vorrichtung zur Durchführung des vorangehend genannten Verfahrens, die einen Formkern aufweist, der von zwei Sätzen unterschiedlicher Kernsegmente gebildet ist, die abwechselnd unter Bildung eines ringförmigen Kernes angeordnet und von einem Steuerorgan in radialer Richtung verstellbar sind, wobei die Kernsegmente zumindest eines Satzes zusätzlich in axialer Richtung verstellbar sind, wobei das Steuerorgan auf einem Dorn axial führbar ist und mit den Kernsegmenten beider Sätze zusammenwirkende schräge Führungsflächen aufweist und wobei die Steuerung der Kernsegmente des ersten bzw. zweiten Satzes in radialer Richtung aufeinanderfolgend erfolgt.

Die Erfindung ist insbesondere zur Herstellung von Rohrverbindungen aus Polyvinylchlorid vorgesehen.

Derartige Verfahren bzw. Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens zur Bildung einer Muffe am Ende eines Kunststoffrohres sind z. B. aus der DE-OS 2 538 106, der DE-OS 2 515 461, der US-PS 3 557 278 und der JA-PS 25871/52 bekannt.

Die DE-OS 2 538 106 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bildung einer Muffe am Ende eines Rohres aus thermoplastischem Material. Dabei wird das Rohr aus thermoplastischem Material erwärmt, bis es plastisch verformbar ist, und hierauf mittels einer Rohrklemme über einen beheizten Formdorn geschoben. Der Formdorn ist von einer ebenfalls beheizten, schließbaren Formhülse umgeben, die von einem beheizten Schlußring abschließbar ist. Der Formdorn, die Formhülse und der Schlußring bilden in geschlossenem Zustand einen Formraum, welcher der Form der zu bildenden Muffe am Ende des Rohres entspricht. Durch Verschiebung der Rohrklemme mit dem Rohr gegen den Formdorn wird erreicht, daß die Rohrwand im Formraum gestaucht wird, sodaß sie diesen ganz ausfüllt. Die Formteile werden hierauf abgekühlt und geöffnet.

Das erwärmte Rohrende wird also gemäß der DE-OS 2 538 106 mit Hilfe eines Formdornes zu einer Muffe verformt, deren Innendurchmesser von der Rohrseite aus zunächst stufenweise auf einen maximalen Wert ansteigt und danach stufenweise abnimmt und eine ringförmige Abdichtungskammer mit einer Abdichtungsfläche aufweist, die sich von der Rohrseite aus nach der ersten Erweiterungsstufe befindet; anschließend wird die Muffe gestaucht und die Wanddicke derart vergrößert, daß die Wanddicke der Muffe zumindest gleich der Wanddicke des Rohres ist, und schließlich wird die derart gebildete Muffe abgekühlt. Die Stauchung wird derart ausgeführt, daß die Wanddicke der Muffe von der Rohrseite her zunimmt, wobei die maximale Wanddicke auf dem die Abdichtungsfläche aufweisenden Muffenabschnitt erzielt wird. Die Wanddicke der Muffe nimmt von diesem Abschnitt zum freien Muffenende hin ab. Die Stauchung der Muffe erfolgt ausschließlich von der Rohrseite her, und die aufeinanderfolgenden Muffenabschnitte werden nacheinander in Richtung des freien Muffenendes gestaucht.

Nachteilig für die Bildung der Muffe ist, daß der Muffenabschnitt zwischen der ersten und der zweiten Erweiterungsstufe zylindrisch ist, d. h. über seinen gesamten Bereich den gleichen Innendurchmesser aufweist. Dadurch ergeben sich örtliche Reibungsstellen an der Außenform, verstärkt durch den vom freien Rohrende her wirkenden Rückdruck, sodaß der aufgeweitete zylindrische Abschnitt instabil wird und nicht überall an der Zylinderoberfläche anliegt. Infolgedessen ist die Gefahr von Faltenbildungen der Rohrwand in diesem zylindrischen Bereich groß.

Die Vorrichtung zur Bildung der Muffe weist einen Formdorn mit einem Metallkern und einem elastischen Formring auf, weiters eine Formhülse, eine Rohrklemme und ein Stauchelement. Von Nachteil ist, daß der elastische Formring nach Bildung der Muffe in der Muffe verbleibt und aus dieser mit Hilfe eines Werkzeuges oder manuell entnommen werden muß. Es steht außer Frage, daß dies sehr umständlich und zeitraubend ist.

Die DE-OS 2 515 461 beschreibt eine Vorrichtung zum Ausbilden von Erweiterungen, insbesondere von tiefen Innennuten, wie Dichtungsnuten, in Kunststoffrohren und Kunststoffrohrteilen, mit einem zum Ausformen des inneren Profils der Erweiterung vorgesehenen Profilring, der in bezug auf seine Umfangsfläche in zwei Segmentgruppen aufgeteilt ist, die zum Auseinandernehmen und Abnehmen des Profilringes vom Rohr nach dem Ausformen der Erweiterung radial nach innen verschiebbar sind, einem coaxial durch den Profilring verschiebbaren Kern, sowie an den Kern angeschlossenen Organen zum Bewirken einer radialen Bewegung der Segmente, die zwei in axialem Abstand hintereinander angeordnete Gruppen geneigter Flächen aufweisen, je eine für jede Segmentgruppe, wobei jede zur zweiten Gruppe gehörende geneigte Fläche sich an eine vor ihr angeordnete, wenigstens annähernd axiale Führungsfläche anschließt.

Hierbei wird das Prinzip angewendet, daß die zu der einen Segmentgruppe des Profilringes gehörenden Segmente zunächst radial nach innen verschoben werden, um von den Segmenten der zweiten Gruppe gelöst zu werden, und gleichzeitig mit diesen ohne Veränderung ihrer radialen Stellung axial verschoben werden, bis sie außerhalb der axialen Erstreckung der erstgenannten Segmente zu liegen kommen. Erst hienach werden die Segmente der zweiten Gruppe ihrerseits radial nach innen verschoben. Hiedurch wird der vorgesehene radiale Raum größer, während die größte Dimension des Profilringes im Vergleich zu den bislang bekannten Ausführungen erheblich geringer ist.

Die US-PS 3 557 278 beschreibt ein Verfahren zum Verformen des Endabschnittes eines Polyvinylchlorid-

Rohres zu einer Muffe mit dickerer Wandstärke, wobei eine Außenform um einen Muffenkern angeordnet und der zwischen diesem und der Außenform gebildete Raum im wesentlichen gleich der Wandstärke des Polyvinylchlorid-Rohres gemacht wird, worauf das erwähnte Ende des Polyvinylchlorid-Rohres in diesen Raum eingepreßt wird. Die Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens hat einen Aufbau, bei dem die Hälfte des Formkernes von einer horizontalen Führung getragen ist, wogegen die andere Kernhälfte von einer senkrecht zur horizontalen Führung angeordneten vertikalen Führung getragen ist, sodaß der Kern nach Bildung der Muffe nach außen gezogen werden kann. Ferner ist ein Lagermechanismus vorgesehen, der groß genug ist, um die zwischen Rohr und Kern auftretende große Reibungskraft aufzunehmen, auf die jedoch zuwenig geachtet wird.

Aus der JA-PS 25871/52 ist ein Verfahren bekannt, welches aus folgenden Schritten besteht: Vergrößern der Wandstärke des erweichten Endes eines Kunststoffrohres zwischen einem Kern und einer Außenform ohne Aufweitung des Innendurchmessers, Ausbildung eines gekühlten Filmes an der inneren und äußeren Mantelwand des verdickten Endes, Aufschieben dieses Endes auf einen konischen Kernabschnitt unter Erweiterung des Innendurchmessers und gleichzeitiger Verminderung der Wandstärke des Rohrendes, wobei der Kern nicht von einer Außenform umgeben ist, Bildung einer ringförmigen Innennut mit Hilfe eines an der Innenseite des Rohres angreifenden ringförmigen Vorsprungs. Von Nachteil ist bei diesem Verfahren, daß es nicht möglich ist, die Wandstärke im erweiterten Abschnitt des Rohrendes ausreichend zu vergrößern.

Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens zur Bildung einer Muffe am Ende eines Kunststoffrohres, das einfach und sicher durch steuerbare Verformung des Kunststoffrohr-Endes die Herstellung der Muffe ermöglicht. Weiters soll der bei der Herstellung auftretende Reibungswiderstand vermindert werden, Faltenbildung vermieden werden und die Vergrößerung des Wandverdickungseffektes durch Aufeinanderabstimmen verschiedener innerer Spannungen (wie Dehnungs- und Stauchungsverformungen in Umfangs- und Axialrichtung, die in der erweichten Ringwand der erweiterten Abschnitte infolge der Einschiebkraft auf das erweichte Polyvinylchlorid-Rohr in dessen Axialrichtung bewirkt werden) erzielt werden. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer Vorrichtung zur Durchführung des vorangehend genannten Verfahrens.

Dieses Ziel wird mit einem Verfahren der eingangs angegebenen Art dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß die Rohrwand zwischen der ersten Erweiterung und der zweiten Erweiterung in dem dem axialen Abstand entsprechenden Bereich konisch auf einen Rohrdurchmesser verjüngt wird, der größer als der ursprüngliche Rohrdurchmesser ist, und daß die Stauchung durch Ausüben eines Axialdruckes auf das Rohr nach der durchmessergrößten Stelle der zweiten Erweiterung durchgeführt wird.

Andererseits wird dieses Ziel mit einer Vorrichtung der eingangs angegebenen Art dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß der Kern einen konischen Abschnitt zur Bildung der konischen Verengung der Rohrmuffe aufweist, daß das Steuerorgan in eine Anzahl je einem Kernsegment zugeordnete Steuerfinger unterteilt ist, an denen die schrägen Führungsflächen für beide Sätze der Kernsegmente abwechselnd ausgebildet sind, daß die den Kernsegmenten des ersten bzw. zweiten Satzes zugeordneten Steuerfinger an jeweils einer ringförmigen Halterung angebracht sind, von denen die eine Halterung an ein Betätigungsglied angeschlossen und mit der anderen Halterung über eine Totgangkupplung verbunden ist, wobei die Steuerfinger bei Ausübung einer auf die Kernsegmente in axialer Richtung wirkenden Kraft auf den Dorn selbsthemmend verriegelt sind.

Der Vergleich mit dem vorangehend angeführten relevanten Stand der Technik zeigt, daß das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens die Bildung einer Muffe am Ende eines Kunststoffrohres leicht und sicher durch eine einfache steuerbare Verformung des Kunststoffrohr-Endes ermöglicht. Durch die im Bereich zwischen der ersten Erweiterung und der zweiten Erweiterung konisch verjüngte Rohrwand ist der Vorschub des Rohres in die Form erleichtert, weil die Reibungskräfte an der Rohraußenseite praktisch beseitigt sind. Da die Rohrwand im erweichten Zustand die Neigung hat, sich zusammenzuziehen, liegt sie an der Innenseite der Außenform nicht an; aber auch innenseitig ist die Reibung aufgrund der konischen Verjüngung des Kernes im Abschnitt zwischen seiner ersten und seiner zweiten Erweiterung vermindert. Daher kann es beim Vorschub des Rohres in die Form zu keinem Blockieren kommen, wie dies bei bekannten Verfahren und Vorrichtungen möglich ist. Auch Faltenbildungen werden erfolgreich verhindert. Wird das Rohr vorgeschoben, so wird zuerst der Formhohlraum im Bereich der zweiten Erweiterung vollständig gefüllt, danach der verjüngte Abschnitt und erst zuletzt die Rohrwand im Bereich der ersten Erweiterung verdickt. Die Verdickung der Rohrwand wird durch Ausübung eines axialen Druckes auf die Rohrwand nach der durchmessergrößten Stelle der zweiten Erweiterung durchgeführt (nach dem Stand der Technik schreitet beim Stauchen die Verdickung in umgekehrter Reihenfolge fort). In weiterer Folge entfällt die Notwendigkeit, auf die Drücke bzw. einen Druckausgleich zu achten, wodurch die Herstellung der Muffe vereinfacht und die Produktionskosten verringert werden.

Nach dem Stand der Technik wird die Stauchung derart durchgeführt, daß die Wanddicke der Muffe (z. B. Anspruch 1 der DE-OS 2 538 106) von der Rohrseite her zunimmt.

Im folgenden wird die Erfindung an Hand bevorzugter Ausführungsformen näher erläutert, die in den Zeichnungen zum Teil schematisch dargestellt sind; es zeigen:

Fig. 1A bis 1D Schnitte durch eine herkömmliche Vorrichtung zur Herstellung von Rohrmuffen, Fig. 2A und 2B Schnitte durch die erfindungsgemäße Vorrichtung, Fig. 3A bis 3C Schnitte zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens, Fig. 4 eine schaubildliche Ansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung, Fig. 5 einen Längsschnitt durch die Hauptbestandteile dieser Vorrichtung, Fig. 6 einen Schnitt nach der Linie (VI-VI)

in Fig. 5, Fig. 7 einen Schnitt nach der Linie (VII-VII) in Fig. 5, Fig. 8A einen Längsschnitt durch den zusammengezogenen Kern, Fig. 8B einen entsprechenden Querschnitt, Fig. 8C einen Schnitt durch die sich im Zustand zum Ausziehen aus der Rohrmuffe befindliche Formvorrichtung und Fig. 9 einen Schnitt durch eine Variante der Erfindung mit einem Selbstsperremechanismus.

In Fig. 1A bis 1D (herkömmliche Vorrichtung) sind ein konischer Abschnitt (a'), ein zylindrischer Abschnitt (b') und ein Ringabschnitt (c') gezeigt. Mit (P') ist das warmerweichte Ende eines Polyvinylchlorid-Rohres bezeichnet, das in den Raum zwischen einem Kern und einer Außenform eingepreßt wird. Gemäß Fig. 1A wird die Wandstärke des erweichten Rohrendes durch die Preßkraft (f) verdickt, welche in Axialrichtung auf das Rohr ausgeübt wird, wenn dieses den konischen Abschnitt (a') erreicht.

Bei Verschieben des Rohres wird diese Preßkraft (f) größer und somit wird auch die Querschnittsfläche des Rohres größer. Da aber auch der Durchmesser des Rohres vergrößert wird, wird die Wandstärke des Rohrabschnittes, dessen Durchmesser vergrößert wird, verringert, wie dies in Fig. 1B gezeigt ist, wobei ein Spalt (g') im zylindrischen Abschnitt (b') zwischen der Innenseite der Außenform und der Außenseite des Rohres entsteht.

Die Breite des Spaltes (g') läßt sich folgendermaßen herleiten: Unter der Annahme, daß in Fig. 1B die Querschnittsfläche des Rohres an der Stelle (P₀) gleich (S) ist und der Innenradius des Rohres gleich ist, kann der Außenradius (R) des Rohres wie folgt ausgedrückt werden:

$$\text{Daher ist} \quad R = \sqrt{\frac{\pi(R^2 - r^2) = S}{S/\pi + r^2}}$$

Der räumliche Abstand zwischen Kern und Außenform sei t; die Breite des Spaltes ist dann

$$d = t + r - R = t + r - \sqrt{\frac{S}{\pi + r^2}} \quad (1)$$

Wenn das Einschieben des Rohres fortgesetzt wird und das freie Ende des Rohres an der ersten Stufe (c₁') des Ringabschnittes (c') anlangt (Fig. 1C), so steigt die in Axialrichtung wirkende Preßkraft (f) weiter an und führt zu dem Effekt einer rasch ansteigenden Wandstärke, so daß die Wandstärke des im zylindrischen Abschnitt befindlichen Rohrabschnittes durch die Preßkraft (f) vergrößert wird.

Allerdings hat sich herausgestellt, daß wegen der großen Breite (d) des Spaltes über dem Rohr im zylindrischen bzw. geraden Abschnitt Verziehen, Ausbeulen und Auswölben des Rohres in diesem Abschnitt an derjenigen Stelle auftritt, an der die Wandstärkeverdrückung infolge der Preßkraft (f) beginnt, und weiters Falten und Runzeln an der Außenseite der Muffe entstehen.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben.

Fig. 2A und 2B zeigen einen Kern (1) und eine Außenform (2), zwischen denen ein Raum begrenzt ist, dessen Breite genau so groß ist wie die Wandstärke des umzuformenden Polyvinylchlorid-Rohres (P). Mit (a) ist ein erster, sich auswärts erweiternder Abschnitt des Kernes (1) bezeichnet, mit (c) ein zweiter, sich auswärts erweiternder Abschnitt und mit (b) ein sich einwärts verengender Abschnitt bezeichnet. Das Profil des Kernes (1) ist der zu bildenden Muffe am Ende des Rohres entsprechend gestaltet. Die Winkel, unter denen die sich erweiternden Abschnitte (a) und (c) geneigt verlaufen, liegen üblicherweise zwischen 30° und 45°, der Winkel des sich verengenden Abschnittes beträgt etwa 1° bis 5°.

Der Endbereich des Polyvinylchlorid-Rohres (P) wird erwärmt und auf diese Weise erweicht und in dem zwischen Kern (1) und Außenform (2) befindlichen Raum eingepreßt.

Aus nachstehender Gleichung folgt:

$$\Delta d = \Delta r \frac{\sqrt{\frac{S}{\pi + r^2}} - r}{\sqrt{\frac{S}{\pi + r^2}}} > 0$$

Da ersichtlicherweise die Breite des Spaltes (g) durch Verminderung des Radius (r) des Kernes (1) verringert werden kann, ist der mittels des sich einwärts verengenden Abschnittes erzielte Effekt hervorragend.

Da die Dehnungsverformung der Rohrwand, die in Umfangsrichtung mittels des sich auswärts erweiternden Kernabschnittes, der zur Erweiterung der Rohrwand in Radialrichtung dient, größer wird, wenn der Erweiterungswinkel größer als 15° wird, unterstützt diese große Dehnungsverformung in ähnlicher Weise die

Dehnungsverformung der Rohrwand in Umfangsrichtung, gerade bevor die Rohrwand den sich auswärts erweiternden Abschnitt erreicht. Wenn eine solche Verformung auftritt, so fließt die innere Umfangswand des Rohres von der durchmessergeringsten Stelle, von welcher der Abschnitt ausgeht, und wenn dies in Axialrichtung der Rohrwand betrachtet wird, so ist verständlich, daß eine Zugkraft in Axialrichtung bewirkt wird.

Sodann wird der zweite Verfahrensschritt der Erfindung angewendet, nämlich diese Fließbewegung zu verhüten und zu verhindern, daß die axiale Zugspannung das erweichte Rohr in Axialrichtung bewegt.

Die in der Rohrwand hervorgerufene axial gerichtete Zugkraft ist als wesentlicher Faktor der Entstehung außerordentlicher Reibungswiderstände gegen Axialbewegungen des erweichten Rohres zu betrachten, wobei Unterschiede im Verformungsvolumen zwischen der äußeren und inneren Umfangswandung des Rohres zu Faltenbildung und zur Verminderung des Effektes der Wandstärkevergrößerung führen, welcher Effekt aber dazu benötigt wird, die auf die Durchmesserergrößerung folgende Verminderung der Wandstärke zu beseitigen. Die axial gerichtete Zugkraft kann durch das erfindungsgemäße Verfahren wirkungsvoll gesteuert werden, und die Erfindung ermöglicht die Formung einer Muffe, deren Wand vorzugsweise zwischen 25 bis 45° schräg verläuft, wobei trotzdem die notwendige Wandstärke erhalten bleibt.

Die Volumszunahme in den Bereichen des Rohres (P) an den verschiedenen Stellen des Kernes (1) hängt von der Druckkraft ab, die auf das Rohr (P) in Axialrichtung ausgeübt wird. Der an dem sich verengenden Kernabschnitt (b) angeordnete Rohrbereich ist infolge der Vorsehung des zweiten sich erweiternden Kernabschnittes (c) einer relativ großen Druckkraft (f) ausgesetzt, und die Querschnittsfläche des Rohres (P) wird bezüglich der des unverformten Rohres (P) vergrößert, aber die Volumszunahme in dieser Querschnittsfläche hat noch nicht dasjenige Ausmaß erreicht, bei dem der Raum zwischen dem Kern (1) und der Außenform (2) mit dem Kunststoff vollständig gefüllt ist. Daher besteht ein Spalt (g) zwischen der Außenseite des im Abschnitt (b) angeordneten Rohres (P) und der Innenseite der Außenform (2). Jedenfalls kann die Breite des Spaltes (g) geringer gemacht werden, als dies bei einem geraden bzw. horizontalen Kernabschnitt (b) der Fall ist.

Fig. 2B zeigt einen folgenden Zustand, in dem das Rohr (P) in seine Endlage zwischen Kern (1) und Außenkern (2) gepreßt worden ist, wobei die Einschiebekraft in diesem Zustand größer ist als bei dem in Fig. 2A wiedergegebenen Zwischenzustand. In diesem Endzustand besteht zwischen dem Rohr (P) und der Außenform (2) kein Spalt mehr.

Der zwischen der Außenseite des PVC-Rohres (P) im Bereich des sich verengenden Kernabschnittes (b) und der Innenseite der Außenform (2) erstreckt sich gemäß Fig. 2A über die gesamte Länge dieses Abschnittes (b). Wenn daher der Spalt (g) breiter ist, wird sich das PVC-Rohr (P) stark wellen, wodurch Falten und Runzeln entstehen, bevor der Spalt (g) vollständig mit dem Kunststoff des Rohres (P) ausgefüllt ist. Erfindungsgemäß wird ermöglicht, den Spalt (g) sehr eng zu halten, sodaß der vorstehend genannte Nachteil beseitigt ist. Folglich kann mit Hilfe der Erfindung das Ende eines PVC-Rohres zu einer Muffe verformt werden, die trotz großer Wandstärke keine Falten oder Runzeln an ihrer Außenseite aufweist.

Die mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erzielten Ergebnisse und Merkmale sind folgende:

Wie in Fig. 3A gezeigt, kann bei (X) im Eintrittsabschnitt (a') eine Wandstärkezunahme des erweichten PVC-Rohres (P) festgestellt werden, das den sich verengenden Abschnitt (b) (Winkel: -3°) erreicht hat, nachdem es über die durchmessergeringste Stelle (a'') des ersten sich erweiternden Abschnittes (a) (Winkel: 30°) des zwischen Kern (1) und Außenform (2) vorgesehenen ringförmigen Formhohlraumes gelangt ist. Die Wandstärke an der Stelle (X) ist 6,1 mm, wogegen die ursprüngliche Wandstärke des PVC-Rohres 5,8 mm beträgt, sodaß also eine Wandstärkezunahme von 12 % erzielt ist. Die Wandstärke an der Stelle (a'') ist 5,3 mm, und das Verhältnis zwischen der ringförmigen Fläche an dieser Stelle (a''), die im Durchmesser vergrößert ist und der des ursprünglichen Rohres zeigt, daß eine Wandstärkezunahme um 23 % erreicht wurde. Das in der Mitte des sich verengenden Abschnittes (b) ankommende PVC-Rohr ist 5,4 mm dick, sodaß die Wandstärkezunahme hier 24 % beträgt. Dies wird als erste Wandverdickungswirkung bezeichnet.

Der Durchmesser, der am ersten sich erweiternden Abschnitt (a) vergrößert worden ist, wird am sich verengenden Abschnitt (b) wieder verringert, und wie oben beschrieben, können eine Zusammenziehung in Radialrichtung sowie Schrumpfen in Axialrichtung des in diesem Bereich angeordneten Rohres (P) bewirkt werden. Mit anderen Worten wird eine natürliche Stauchung in Umfangs- sowie Axialrichtung des Rohres ohne Dehnungsverformungen erzielt, wobei die Spannungsverteilung in der Rohrwand ausgeglichen und stabilisiert wird, sodaß die zwischen Rohr (P), Kern (1) und Außenform (2) auftretende Reibung an dem sich verengenden Abschnitt (b) genügend klein gemacht werden kann.

Während der Vorschubbewegung, während das erweichte PVC-Rohr (P) in den in Fig. 3A dargestellten Zustand gelangt, wirkt der Kraft zum Einschieben des Rohres (P) in Axialrichtung bloß der durch den ersten sich erweiternden Abschnitt (a) hervorgerufene Widerstand entgegen. Infolgedessen kann das erweichte Rohr (P) durch das Einschieben glatt vorwärtsbewegt werden, wobei der Widerstand am sich verengenden Abschnitt (b) vernachlässigbar ist. Bei Anlangen des Rohres (P) am zweiten sich erweiternden Abschnitt (c) wirkt auf das Rohr (P) ein zweiter Widerstand. Dieser zweite Widerstand übt eine stabile Stauchkraft auf die erweichte Rohrwand aus, auf die im wesentlichen keine Verformung mehr wirkt, so daß die Rohrwand verdickt werden kann und in kontrollierter Weise eine Wandstärke am sich verengenden Abschnitt (b) erzielt wird, deren dickste Stelle bei (Y), d. h. üblicherweise an der durchmessergeringsten Stelle (c') dieses Abschnittes (b) auftritt.

Fig. 3B zeigt den Bereich des erweichten PVC-Rohres (P) im sich auswärts erweiternden Abschnitt (c). Zusätzlich zu der bestehenden Durchmesserergrößerung (X) tritt die Durchmesserergrößerung (Y) (Dicke 5,9 mm, Wandstärkezunahme 29 %) an der durchmessergeringsten Stelle (c') des sich verengenden Abschnittes (b) auf, und die Dicke an dessen durchmessergrößerster Stelle (a'') ist auf 5,8 mm vergrößert, was

5 einer Wandstärkezunahme von 28 % entspricht. Die Dicke des Rohres am zweiten sich erweiternden Abschnitt (c) beträgt wegen der üblicherweise auftretenden Wanddickevergrößerung (Y) 5,6 mm, wobei eine Wandstärkezunahme von 28 % erzielt wird, und die Wandstärke an der Stelle (c'') beträgt 5,0 mm, was einer Wandstärkezunahme von 24 % entspricht. Dies wird als zweite Wandverdickungswirkung bezeichnet.

10 Nach gleichmäßiger Verminderung der zuerst in der erweichten Rohrwand in Umfangs- sowie Axialrichtung hervorgerufenen Spannungen wird das Rohr in den zweiten sich erweiternden Abschnitt (c) durch Ausüben einer Axialkraft eingeschoben. Da die Stelle (Y) mit der größten Wandstärke bezüglich der durchmessergeringsten Stelle (c') ortsfest bleibt, erfolgt die Ausdehnung der Rohrwand in Umfangs- sowie Axialrichtung in diesem Bereich gleichmäßig, wodurch die Spannungsverformungen der Rohrwand wirkungsvoll unterdrückt werden, die durch den

15 Unterschied im Verformungsvolumen zwischen der Außen- bzw. Innenseite der Rohrwand bewirkt werden, und wodurch das Auftreten von Falten oder Runzeln vermieden wird. Mit anderen Worten, solange die Stelle (Y) der dicksten Wandstärke am sich verengenden Abschnitt (b) ortsfest gehalten wird, ist es möglich, die Spannungsverteilung in der erweichten Rohrwand sowohl an dem ersten als auch dem zweiten sich erweiternden Abschnitt (a) bzw. (c) sowie dem sich verengenden Abschnitt (b) zufolge der auf das Rohr in Axialrichtung ausgeübten Einschiebkraft im wesentlichen stabil zu halten. Infolgedessen kann angenommen werden, daß die

20 Reibung zwischen der erweichten Rohrwand, dem Kern (1) und der Außenform (2) auf einem möglichst geringen Wert stabilisiert werden kann.

Zum Vergleich sei angenommen, daß der sich verengende Abschnitt (b) parallel zur Rohrachse (Winkel 0°) verlaufe oder unter einem kleinen Winkel geneigt sei. Selbst wenn die Stelle (Y) mit der größten Wandstärke in diesem Falle erzielbar wäre, würde diese Stelle (Y) zwar im Abstand vor dem zweiten sich erweiternden Abschnitt (c), jedoch in Nähe der durchmessergrößten Stelle (a'') des ersten sich erweiternden Abschnittes (a) auftreten. Dies stellt einen erheblichen Unterschied zum Effekt des sich verengenden Abschnittes (b) dar, und die von der durchmessergrößten Stelle (a'') ausgeübte Reaktionskraft wird zum Ausgleich der am zweiten sich

30 erweiternden Abschnitt (c) antretenden Reaktionskraft ausgenützt. Wäre der sich verengende Abschnitt (b) nicht vorgesehen, so wäre die Lage zum Ausgleich der von dem zweiten sich erweiternden Abschnitt (c) hervorgerufenen Reaktionskraft über die lange axiale Strecke zwischen der durchmessergeringsten Stelle (c') des zweiten sich erweiternden Abschnittes (c) und der durchmessergrößten Stelle (a'') des ersten sich erweiternden Abschnittes (a) nicht festgelegt, wobei die Berührungsbedingungen zwischen der erweichten Rohrwand, dem Kern (1) und der Außenform (2) entlang dieser Strecke frei veränderlich

35 wären; die Änderungen dieser Berührbedingungen würden eine große Reibung und somit ein unnötiges Ansteigen der Einschiebkraft bewirken, die auf das Rohr in Axialrichtung auszuüben ist. Die Erfindung beseitigt diese Nachteile.

Fig. 3C zeigt den Zustand, in dem das erweichte PVC-Rohr (P) am Ende des Formhohlraumes anschlägt, wodurch eine weitere, nämlich die dritte Wandverdickungswirkung ausgeübt wird, wodurch der Formhohlraum zwischen dem Kern (1) sowie der Außenform (2) im wesentlichen vollständig mit dem Kunststoff des Rohres (P) ausgefüllt ist. Die noch bestehenden Spalten zwischen den gekrümmten Oberflächen des Formhohlraumes und der Rohrwand werden dabei durch die auf das freie Ende des Rohres (P) wirkende Reaktionskraft beseitigt, die - weil das Rohrende an der Stirnseite des Formhohlraumes anliegt - auf den ersten sich erweiternden Abschnitt (a) zurückwirkt und dem Rohr (P) das gleiche Profil wie das des Formhohlraumes aufprägt. Die gemessenen Beträge

40 und Zunahmen der Wandstärke betragen 6,5 mm bzw. 43 % an der durchmessergrößten Stelle (a''), 6,5 mm bzw. 47 % an dem zweiten sich erweiternden Abschnitt (c) und 5,8 mm bzw. 41 % an dessen durchmessergrößter Stelle (c').

Es ist ersichtlich, daß die vorgenannte zweite Wandverdickungswirkung dazu dient, die Reibung zwischen dem eingeschobenen Rohr (P) und den gekrümmten Flächen des Formhohlraumes auf den geringstmöglichen Wert zu halten, sodaß das Rohr leicht durch den zweiten sich erweiternden Abschnitt (c) gleiten kann. Auf diese Weise wird eine ausgezeichnete Formgebung erzielt. Da der Reibungswiderstand an der Stelle der zweiten Wandverdickungswirkung noch immer sehr niedrig ist, kann das erweichte PVC-Rohr durch den Formhohlraum weiter vorgeschoben werden, um die dritte Wandverdickungswirkung zu erzielen, was eines der Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt.

55 Die sich erweiternden Abschnitte, die bei der Formung des Rohres im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sind, haben Winkel bezüglich der Längsachse des Rohres zwischen 15° und 60°, vorzugsweise zwischen 25° und 45°. Entsprechend diesen Winkeln werden die Winkel an der Außenseite des Kernes ausgewählt, wobei der wichtige Winkel des sich verengenden Abschnittes, der die durchmessergrößte Stelle des einen mit der durchmessergeringsten Stelle des anderen sich erweiternden Abschnittes verbindet und in negativer Richtung geneigt ist, vorzugsweise im Bereich von 1° bis 5° liegt. Dieser negative Winkel ermöglicht die Erzielung der vollständigen Wirkung über die gesamte Länge zwischen den beiden sich erweiternden Abschnitten, selbst wenn dieser Winkel kleiner als 1° ist und nahe bei 0° liegt. Aber auch wenn der negative Winkel größer als der oben

60

genannte Bereich für die sich erweiternden Abschnitte sein sollte, wird der Effekt der Wandstärkevergrößerung völlig erreicht.

Das Verfahren zur Bearbeitung eines Kunststoffrohres zur Formung einer Muffe wird mit einer Vorrichtung durchgeführt, die im folgenden beschrieben ist. Der vom erweichten Kunststoffrohr, das in den erfindungsgemäßen Formhohlraum eingepreßt wird, ausgeübte große Preßdruck bewirkt, daß die Formvorrichtung selbstsperrend ist, sodaß die Formflächen genau festgelegt sind und bleiben. Diese stabilen Formflächen dienen zur gleichmäßigen Durchführung der Verformung der Rohrwand, die unter Druck durch den Formhohlraum vorgeschoben wird, und zur Verhinderung des nachteiligen Ansteigens des Reibungswiderstandes sowie teilweiser übermäßiger Verformung sowie zur Vermeidung von Falten oder Runzeln an der Muffenwand.

In Fig. 4 bis 7 ist ein Dorn (41) gezeigt, an dessen vorderstem Ende ein Basisglied (42) angebracht ist. An dem Basisglied (42) ist eine Kappe (43) mit Hilfe von Bolzen (44) befestigt. Die Hinterseite (71) der Kappe (43) springt über die Hinterseite des Basisgliedes (42) zurück.

Mit (45a) ist ein erstes Steuerorgan bezeichnet, das mehrere Steuerfinger (92a) aufweist, die um einen Ringabschnitt (91a) in gleichen Winkelabständen angeordnet sind. Gemäß der Zeichnung sind drei Steuerfinger (92a) in Winkelabständen von 120° vorgesehen. Jeder Steuerfinger (92a) wird mit zunehmender Annäherung zum vordersten Ende niedriger, sodaß eine Schrägfläche (93a) gebildet ist. Wie in Fig. 6 und 7 gezeigt, ist an der Schrägfläche (93a) eine Führungsschiene (94a) ausgebildet. Jeder Steuerfinger (92a) hat an der Unterseite seines hinteren Endes eine Ausnehmung (580a).

Ein zweites Steuerorgan (45b) weist ebenfalls mehrere Steuerfinger (92b) auf, die in denselben Winkelabständen rund um einen Ringausschnitt (91b) angeordnet sind. Die Anzahl und der Neigungswinkel der Steuerfinger (92b) sind die gleichen wie diejenigen der Steuerfinger (92a) des ersten Steuerorgans (45a). Gemäß Fig. 6 und 7 ist an der oberen Schrägfläche (93b) eine Führungsschiene (94b) ausgebildet.

Gemäß Fig. 6 und 7 ist jeder Steuerfinger (92a) des ersten Steuerorgans (45a) im Querschnitt rechteckig, wobei die Unterseite (95a) entsprechend dem Umfang des Dorns (41) gekrümmt ist. Jeder Steuerfinger (92b) des zweiten Steuerorgans (45b) ist im Querschnitt polygonal, wobei beidseits der entsprechend dem Dorn (41) gekrümmten Unterseite (95b) Schrägflächen (96b) vorgesehen sind, mit denen ein unterer Bereich der Seitenflächen der Steuerfinger (92a) des ersten Steuerorgans (45a) in Berührung gebracht sind.

Die beiden Steuerorgane (45a) und (45b) sind auf dem Dorn (41) frei beweglich gelagert. Die Steuerfinger (92a), (92b) der Steuerorgane (45a), (45b) sind abwechselnd angeordnet, wie in Fig. 6 und 7 gezeigt, wobei der Ringabschnitt (91b) des zweiten Steuerorgans (45b) von dem Ringabschnitt (91a) des ersten Steuerorgans (45a) aufgenommen ist (Fig. 5). Die Ausnehmung (580a) des Ringabschnittes (91a) des ersten Steuerorgans (45a) dient zur Aufnahme des Ringabschnittes (91b) des zweiten Steuerorgans (45b).

Mit dem Ringabschnitt (91a) des ersten Steuerorgans (45a) ist mittels Bolzen (47) eine rohrförmige Halterung (46) verbunden, der eine Stirnplatte (101) mit einer Durchgangsbohrung (650) aufweist, durch die der Dorn (41) verläuft. Mit der Stirnplatte (101) ist ein Betätigungsglied (48) eines (nicht dargestellten) Hydraulikzylinders verbunden. Am Ringabschnitt (91b) des zweiten Steuerorgans (45b) ist mittels Bolzen (50) eine ringförmige Halterung (49) befestigt. Von der Stirnplatte (101) der rohrförmigen Halterung (46) ist ein Hydraulikzylinder (51) getragen, dessen Kolbenstange (151) mit der ringförmigen Halterung (49) verbunden ist.

Der Kern (1) ist geteilt und die Kernsegmente (52a), (52b) haben ein Profil sowie Abmessungen, die dem Formhohlraum entsprechen, der zur Durchführung des Verfahrens zur Herstellung der Rohrmuffe vorgesehen ist. An der Außenseite der Kernsegmente (52a), (52b) sind Kuppen ("c") zur Formung eines einen Gummiring aufnehmenden Kanals in der zu bildenden Muffe vorgesehen sowie ein sich einwärts verjüngender Abschnitt (b) zur Ausbildung des sich verengenden Abschnittes der Muffe ausgebildet, wobei die Kuppe ("c") der durchmessergrößten Stelle entspricht. In der Zeichnung sind sechs Kernsegmente (52a), (52b) dargestellt.

Die Kernsegmente (52a), (52b) sind in abwechselnd angeordnete Kernsegmente (52a) erster Art und Kernsegmente (52b) zweiter Art unterteilt.

Gemäß Fig. 6 ist jedes Kernsegment (52a) erster Art auf der Führungsschiene (94a) des jeweiligen Steuerfingers (92a) des ersten Steuerorgans (45a) mit Hilfe einer Schwalbenschwanznut (161a) an der Unterseite des Kernsegmentes (52a) frei gleitend gelagert und jedes Kernsegment (52b) zweiter Art auf der Führungsschiene (94b) des zugeordneten Steuerfingers (92b) des zweiten Steuerorgans (45b) mittels einer Schwalbenschwanznut (161b) an der Unterseite des Kernteiles (52b) ebenfalls frei gleitend angeordnet.

Wie aus Fig. 5 entnehmbar, ist an der Stirnseite jedes Kernsegments (52a), (52b) ein Absatz (162) ausgebildet, an dem die rückspringende Hinterseite (71) der Kappe (43) angreift.

Die Vorderseite jedes Kernsegments (52a) ist mit dem Basisglied (42) derart verbunden, daß es in Radialrichtung frei gleiten kann, wobei der Verbindungsmechanismus (53) im wesentlichen gleich dem zwischen den Steuerfingern (92a), (92b) und den Kernsegmenten (52a), (52b) ist.

Nach Fig. 4 wird jedes Kernsegment (52a) erster Art mit zunehmender Annäherung an seine Hinterseite schmaler, wogegen jedes Kernsegment (52b) zweiter Art mit zunehmender Annäherung an seine Hinterseite breiter wird.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht ein Zusammenhang zwischen dem Winkel (Θ_1) (Fig. 4), welcher der Breitenänderung der Kernsegmente (52a), (52b) der ersten und zweiten Art entspricht, dem Winkel

(Θ_2) (Fig. 6), unter dem die Kernsegmente (52a), (52b) abwechselnd angeordnet sind, und dem Neigungswinkel (Θ_3) (Fig. 5) der oberen Schrägfläche (93a) bzw. (93b) der Steuerfinger (92a), (92b).

Dieser Zusammenhang geht aus der Beschreibung der Durchmesserverringung bei der Verwendung der Vorrichtung hervor.

5 Bei Durchführung dieser Durchmesserverringung wird zunächst der Hydraulikzylinder (51) betätigt, wodurch das zweite Steuerorgan (45b) zusammen mit seiner ringförmigen Halterung (49) in Richtung zur Stirnplatte (101) der rohrförmigen Halterung (46) zurückgezogen wird (Fig. 8A). Wegen dieser Rückzugbewegung des zweiten Steuerorgans (45b) können sich die Kernsegmente (52b) der zweiten Art zum Dorn (41) hin absenken (Fig. 8B).

10 Sobald die Absenkbewegung beendet ist, ist die Kuppe (c'') der Kernsegmente (52b) zweiter Art im Abstand radial nach innen von der Muffe (W) (strichlierte Linien in Fig. 8A) angeordnet.

Nach diesem Vorgang wird das Betätigungsglied (48) in seinen Hydraulikzylinder eingezogen und somit werden die Steuerfinger (92b), (92a) des zweiten und des ersten Steuerorgans (45b), (45a) gleichzeitig zurückgezogen (Fig. 8C).

15 Das Kernsegment (52b) zweiter Art, das auf der Oberseite des Steuerfingers (92b) des zweiten Steuerorgans (45b) gleiten kann, ist nicht mit dem Basisglied (42) verbunden, sodaß nach der Rückzugsbewegung des zweiten Steuerorgans (45b) das Kernsegment (52b) durch eine horizontale Kraftkomponente zurückgezogen wird, die von der Schrägfläche des Steuerfingers (92b) ausgeübt wird. Andererseits ist das Kernsegment (52a) erster Art, das auf der Schrägfläche des Steuerfingers (92a) des ersten Steuerorgans (45a) gleitet, an seiner Vorderseite mit dem Basisglied (42) radial beweglich verbunden, sodaß nach der Rückzugbewegung des ersten Steuerorgans (45a) das Kernsegment (52a) erster Art sich lediglich zum Dorn (41) hin bewegen kann.

20 Zum Zweck einer gleichmäßigen Rückzugbewegung der Kernsegmente (52b) zweiter Art und der Bewegung der Kernsegmente (52a) erster Art zum Dorn (41) hin, d. h. zwecks Erzielung einer gleichmäßigen Durchmesserverkleinerung nach der gleichzeitigen Rückzugbewegung der beiden Steuerorgane (45a), (45b), ist ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Winkel (Θ_1) (Fig. 4), der der Änderung der Breite der Kernsegmente (52a), (52b) entspricht, dem Winkel (Θ_2) (Fig. 6), unter dem die Kernsegmente (52a), (52b) wechselweise angeordnet sind, und dem Neigungswinkel (Θ_3) (Fig. 5) der Steuerfingeroberflächen vorzusehen, wie anhand Fig. 8B erläutert wird.

30 In Fig. 8B ist mit strichlierten Linien diejenige Stellung eingezeichnet, in welche die Kernsegmente (52b) zweiter Art zeitweilig um den Betrag $\Delta 1$ zurückgezogen sind, wobei zwischen benachbarten Kernsegmenten (52a) und (52b) ein Spalt (ΔA) gebildet ist. (ΔA) kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$A = \Delta 1 \tan \Theta_1$$

35

Die Richtung der Durchmesserverringung der Kernsegmente (52a) erster Art ist durch den Winkel (Θ_2) begrenzt; ein dieser Richtung entsprechender Spalt (ΔB) beträgt

40

$$\Delta B = \Delta A / \sin \Theta_2 = \frac{\Delta 1 \tan \Theta_1}{\sin \Theta_2}$$

45 Da die ersten und zweiten Steuerorgane (45a), (45b) gleichzeitig zurückgezogen werden, bewegt sich andererseits das erste Steuerorgan (45a) auch nur um den Betrag $\Delta 1$, nach dem die Rückzugbewegung des zweiten Steuerorgans (45b) beendet ist, welche die Rückzugbewegung $\Delta 1$ der Kernsegmente (52) zweiter Art bewirkt, und die eine Radiusverringung um $\Delta 1$ bewirkende Bewegung der Kernsegmente (52a) erster Art nach der Rückzugbewegung des ersten Steuerorgans (45a) läßt sich folgendermaßen ausdrücken:

50

$$\Delta C = \Delta 1 \cdot \tan \Theta_3$$

Die Gleichgewichtsbedingung zwischen der Durchmesserverringung der Kernsegmente erster Art und der Rückzugbewegung der Kernsegmente zweiter Art kann als $\Delta B \geq \Delta C$ dargestellt und daher folgende Ungleichung aufgestellt werden:

55

$$\tan \Theta_1 / \sin \Theta_2 \geq \tan \Theta_3$$

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden bevorzugterweise die Winkel (Θ_1), (Θ_2) und (Θ_3) derart

gewählt, daß sie dieser Ungleichung genügen.

Bei dem in Fig. 8C gezeigten Betriebszustand sind die Kernsegmente (52b) zweiter Art von der geformten Muffe (W) zurückgezogen bzw. abgehoben, indem das Betätigungsglied (48) eingezogen worden ist, und diese Rückzugbewegung der Kernsegmente (52b) kann deshalb glatt durchgeführt werden, weil die Kuppe (c'') bezüglich der Lage der Muffe (W) abgesenkt worden ist.

Die Ungleichung $\tan \Theta_1 / \sin \Theta_2 \geq \tan \Theta_3$ gilt unter der Voraussetzung, daß die Neigungswinkel der Steuerfingerflächen der beiden Steuerorgane (45a), (45b) einander gleich, nämlich (Θ_3) sind.

Allerdings können die Neigungswinkel auch voneinander abweichen; in diesem Fall kann aber ein der obigen Ungleichung entsprechender Zusammenhang aus der beschriebenen Betriebsweise der Vorrichtung ohne weiteres abgeleitet werden.

Der Endabschnitt eines Kunststoffrohres wird erwärmt und sodann von der Seite der Kappe (43) auf die Kernsegmente (52) der Formvorrichtung unter Druck aufgeschoben bzw. in den Raum eingeschoben, der zwischen dem Kern (1) und der Außenform (2) gebildet ist, die ja die Kernsegmente (52a), (52b) und Kappe (43) umgibt; dieser Raum weist dieselben Abmessungen auf, wie sie die fertige Muffe (W) aufweisen soll. Beispielsweise wurde ein Rohr aus Vinylchlorid bearbeitet, das einen Durchmesser von 150 mm und eine Wandstärke von 8,9 mm hatte. Die vorstehend genannten Winkel lagen im Bereich von $\Theta_1 = 3^\circ$ bis 11° , $\Theta_2 = 60^\circ$ und $\Theta_3 = 4^\circ$ bis 12° . Der Abstand zwischen dem Kern (1) und der Außenform (2) betrug 10,5 mm. Das Rohr wurde unter einem Druck von 5 000 bis 10 000 N bis in die in Fig. 3B gezeigte Lage vorgeschoben. Zum Abschluß des Formvorganges gemäß Fig. 3C wurde ein Druck von etwa 100 000 N aufgewendet.

Der erste und der zweite Preßdruck sind verhältnismäßig groß, weshalb die Kernsegmente erster sowie zweiter (52a), (52b) Art einem hohen vom Rohr übertragenen Außendruck ausgesetzt sind.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, werden beide Kernsegmente (52a) erster Art mit zunehmender Annäherung an ihre Vorderseiten breiter, können sich aber nicht zurückbewegen, da sie mit dem Basisglied (42) verbunden und nur in Radialrichtung bewegbar sind. Da diese Kernsegmente (52a) an den schrägen Führungsflächen (93a) der Steuerfinger (92a) des ersten Steuerorgans (45a) anliegen, dienen diese Kernsegmente (52a) dazu, die Steuerfinger (92a) an den Dorn (41) infolge der Normalkomponente der Druckkraft, die vom Winkel (Θ_3) der schrägen Führungsfläche (93a) abhängt, anzupressen.

Andererseits sind die Kernsegmente (52b) zweiter Art, die sich von den Kernsegmenten (52a) erster Art unterscheiden, mit dem Basisglied (42) nicht verbunden, liegen aber an der Hinterseite des Ringabschnittes (91a) des ersten Steuerorgans (45a) an. Dieses Steuerorgan (45a) wird auf den Dorn (41) infolge der Normalkomponente der auf die Kernsegmente (52a) erster Art wirkenden Kraft gepreßt, und auf diese Weise viel besser stabilisiert als in dem Fall, in dem eine Fixierung des ersten Steuerorgans (45a) bloß mittels des Betätigungsgliedes (48) erfolgt. Demzufolge können auch die Kernsegmente (52b) zweiter Art ohne Rückzugbewegung gegen die Druckkraft auf das Ende des Kunststoffrohres äußerst stabil fixiert werden.

Die Fixierung der Kernsegmente (52b) zweiter Art steht im Zusammenhang mit der Fixierung des zweiten Steuerorgans (45b), welches die Kernsegmente (52b) mittels der schrägen Führungsfläche (93b) der Steuerfinger (92b) trägt, sowie mit der Fixierung des ersten Steuerorgans (45a), welches die Hinterenden der Kernsegmente (52b) zweiter Art mit Hilfe des Ringabschnittes (91a) abstützt. Daher liegt die Funktion der Betätigungsglieder (48) und (151) nur in der Fixierung und Stabilisierung der Kernsegmente (52b) zweiter Art. Wegen der Kompression und Zusammenziehung des Hydrauliköles ist es schwierig, die Betätigungsglieder (48), (151) vollständig zu fixieren.

Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, kann bei der Formvorrichtung die Druckkraft auf das Ende des Kunststoffrohres wirkungsvoll zur Fixierung des ersten Steuerorgans (45a) ausgenützt werden, welches die Kernsegmente (52b) zweiter Art gegen diese Druckkraft abstützt, sodaß die Kernsegmente (52b) genauso stabil fixiert werden können wie die Kernsegmente (52a) erster Art.

Infolgedessen kann auch verhindert werden, daß die Kernsegmente (52a), (52b) gegeneinander gleiten, so daß die fertige Muffe genau die vorgesehene Innengestalt sowie die genauen Abmessungen aufweist.

Fig. 9 zeigt eine einfachere Ausführungsform, bei der die Steuerfinger (92b) des zweiten Steuerorgans (52b) unmittelbar an einer ringförmigen Halterung (910) befestigt sind und eine mit den Steuerfingern (92a) des ersten Steuerorgans (52a) verbundene Stange (1510) durch diese ringförmige Halterung (910) verläuft, und am äußeren Ende der Stange (1510) eine Halterung (490) angebracht ist. Diese Halterung (490) kann auf dem Dorn (41) gleiten. Die ringförmige Halterung (910) ist an das Betätigungsglied (480) eines Hydraulikzylinders angeschlossen und wird mit dessen Hilfe in eine Lage gezogen, in welcher das zweite Steuerorgan (52b) die erste Rückzugbewegung ausführt, worauf das erste Steuerorgan (52a) mittels der Halterung (490) die zweite Rückzugbewegung durchführen kann.

Die Kernsegmente (52a) und (52b) erster und zweiter Art sind einem großen, vom Rohr ausgeübten Druck unterworfen und dienen zum Anpressen der Steuerfinger (92a) und (92b) über die Schrägflächen an den Dorn (41). Die auf die Schrägflächen und auf den Dorn (41) ausgeübten Spannungen werden in einer Ebene ausgeglichen, die im wesentlichen parallel zur Horizontalen verläuft, in der auch das Rohr vorgeschoben wird, wobei ein Spannungsausgleich im Rohr in einer im wesentlichen senkrecht zur Richtung des Rohrdruckes

verlaufenden Ebene nicht erfolgt, sodaß der umfängliche Kontakt zwischen den Kernsegmenten (52a), (52b) ersten und zweiter Art entsprechend dem Rohrdruck einheitlich verstärkt wird. Zusätzlich schaffen in dem Falle, in dem die umfänglich berührten Seiten der benachbarten Kernsegmente bezüglich der Dornachse unter einem Winkel angeordnet sind, diese umfänglich in Berührung stehenden Seiten einen gegenseitig wirkenden, fortlaufend größer werdenden Berührungsdruck, wobei ihnen noch der auf das Rohr wirkende Vorschubdruck vermittelt wird, sodaß auf diese Weise der Zusammenhalt der Kernsegmente unverrückbar ist und die Genauigkeit des Formprofiles stets erzielt wird. Die Lage des Formprofiles befindet sich nicht in der zur horizontalen Vorschubrichtung des Rohres senkrechten Ebene, sondern vielmehr wegen der Reibung bzw. des Vorschubdruckes in Ebenen, die im wesentlichen parallel zur Horizontalen verlaufen. Daher wird die Genauigkeit des Formprofiles einschließlich des sich verengenden Abschnittes (b), der ein wesentliches Merkmal der Erfindung darstellt, in ausgezeichneter Weise eingehalten.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bildung einer Muffe am Ende eines Kunststoffrohres, bei welchem die Rohrwand am Ende auf die Erweichungstemperatur des Kunststoffes erwärmt und unter Erweiterung des Rohrdurchmessers ein erstes Mal konisch aufgeweitet wird, der aufgeweitete Rohrabschnitt in axialem Abstand von dieser Aufweitung unter Erweiterung des Rohrdurchmessers ein zweites Mal konisch aufgeweitet wird, das Rohr am freien Ende unter Verringerung des Rohrdurchmessers verengt wird und die Rohrwand durch Stauchen verdickt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohrwand zwischen der ersten Erweiterung und der zweiten Erweiterung in dem dem axialen Abstand entsprechenden Bereich konisch auf einen Rohrdurchmesser verjüngt wird, der größer als der ursprüngliche Rohrdurchmesser ist, und daß die Stauchung durch Ausüben eines Axialdruckes auf das Rohr nach der durchmessergrößten Stelle der zweiten Erweiterung durchgeführt wird.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, die einen Formkern aufweist, der von zwei Sätzen unterschiedlicher Kernsegmente gebildet ist, die abwechselnd unter Bildung eines ringförmigen Kernes angeordnet und von einem Steuerorgan in radialer Richtung verstellbar sind, wobei die Kernsegmente zumindest eines Satzes zusätzlich in axialer Richtung verstellbar sind, wobei das Steuerorgan auf einem Dorn axial führbar ist und mit den Kernsegmenten beider Sätze zusammenwirkende schräge Führungsflächen aufweist und wobei die Steuerung der Kernsegmente des ersten bzw. zweiten Satzes in radialer Richtung aufeinanderfolgend erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (1) einen konischen Abschnitt (b) zur Bildung der konischen Verengung der Rohrmuffe aufweist, daß das Steuerorgan (45a, 45b) in eine Anzahl je einem Kernsegment (52a; 52b) zugeordnete Steuerfinger (92a; 92b) unterteilt ist, an denen die schrägen Führungsflächen (93a; 93b) für beide Sätze der Kernsegmente (52a; 52b) abwechselnd ausgebildet sind, daß die den Kernsegmenten (52a; 52b) des ersten bzw. zweiten Satzes zugeordneten Steuerfinger (92a; 92b) an jeweils einer ringförmigen Halterung (46, 101; 49) angebracht sind, von denen die eine Halterung (46, 101) an ein Betätigungsglied (48) angeschlossen und mit der anderen Halterung (49) über eine Totgangkupplung verbunden ist, wobei die Steuerfinger (92a; 92b) bei Ausübung einer auf die Kernsegmente (52a; 52b) in axialer Richtung wirkenden Kraft auf dem Dorn (41) selbsthemmend verriegelt sind.

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

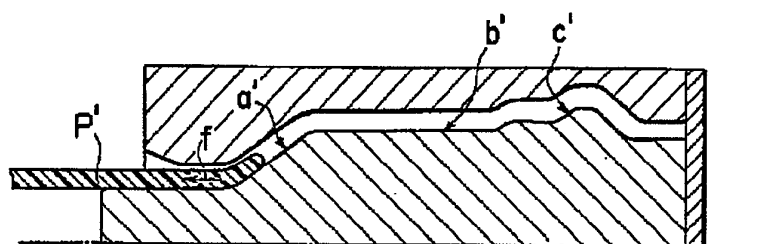


FIG. 1B

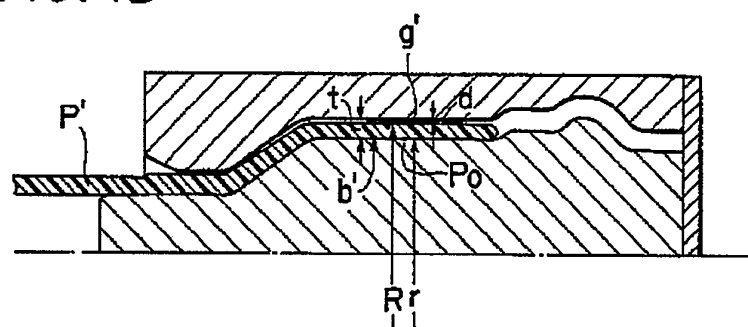


FIG. 1C

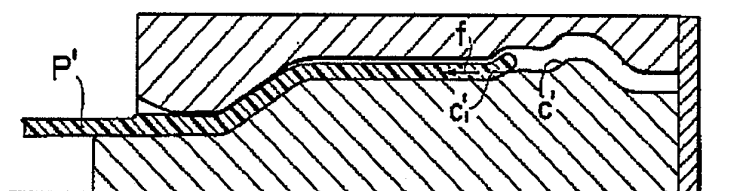


FIG. 1D

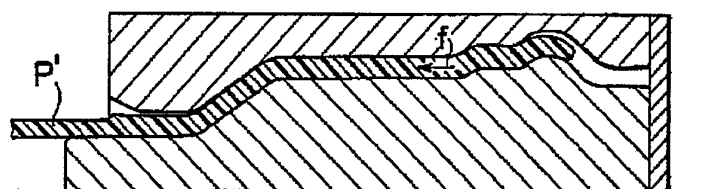


FIG. 2A

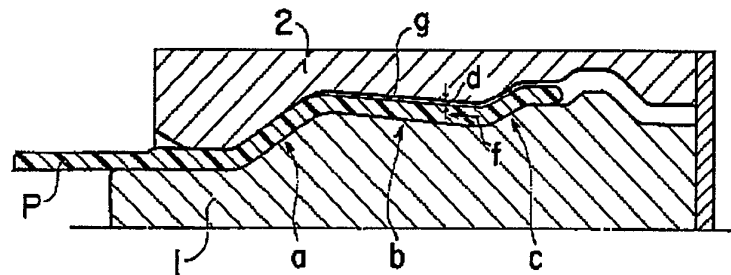


FIG. 2B

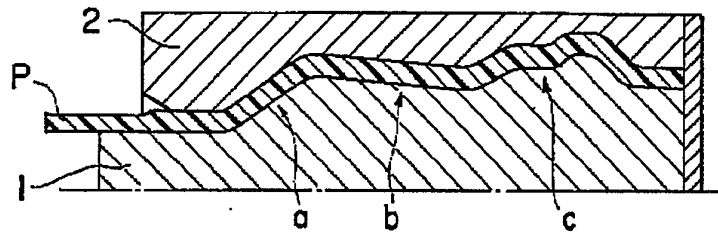


FIG. 3A

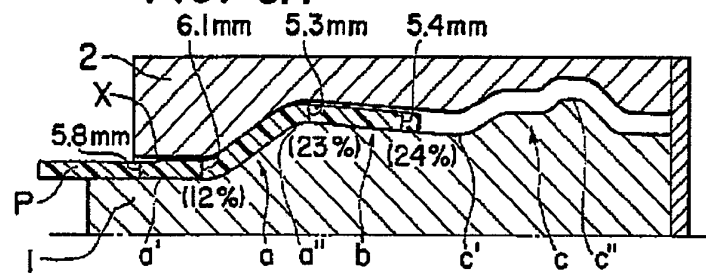


FIG. 3B

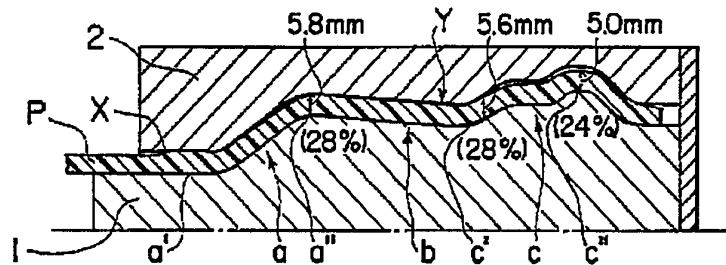


FIG. 3C

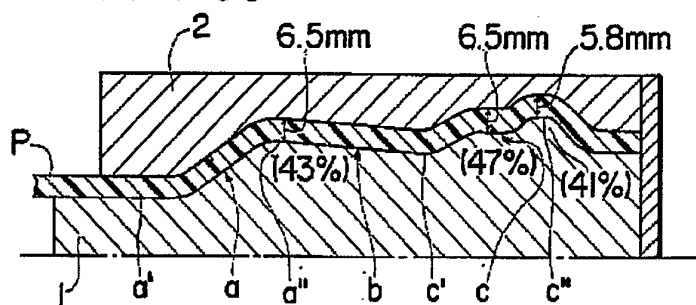


FIG. 4

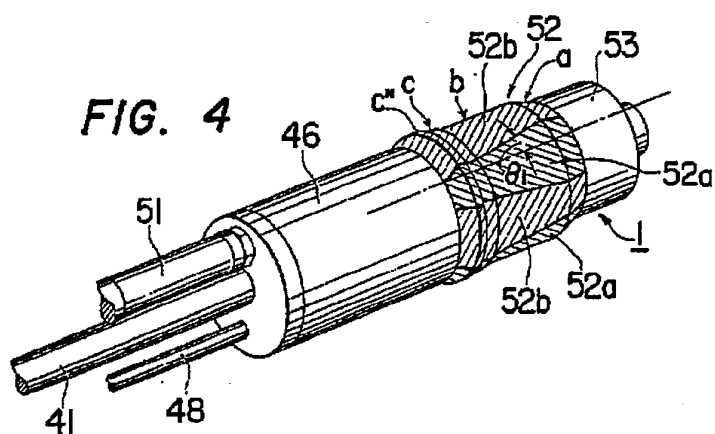


FIG. 9

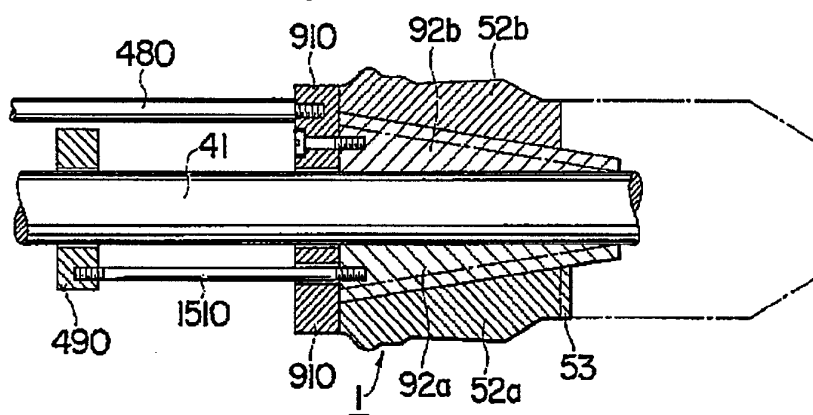


FIG. 5

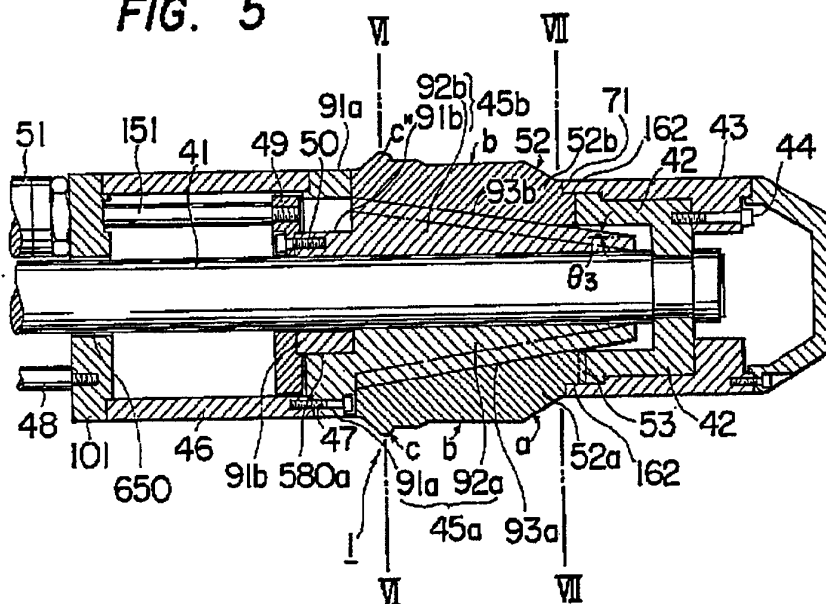


FIG. 6

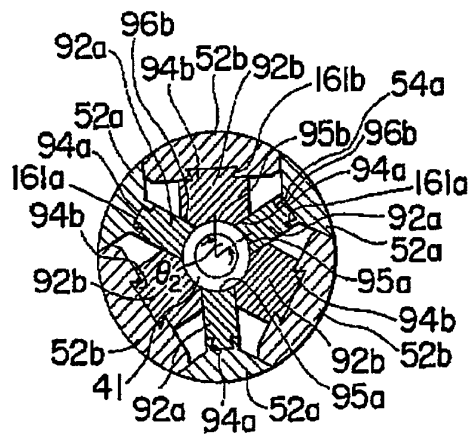


FIG. 7

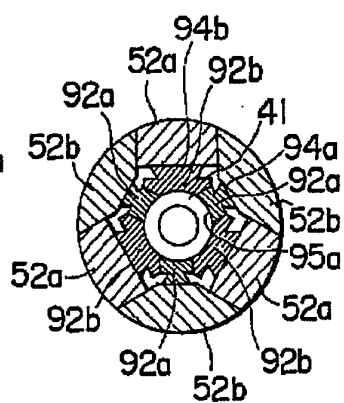


FIG. 8A

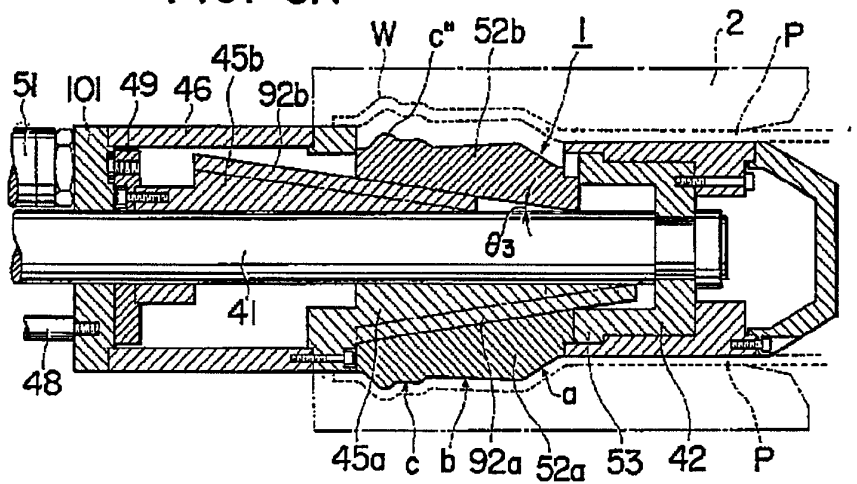


FIG. 8B

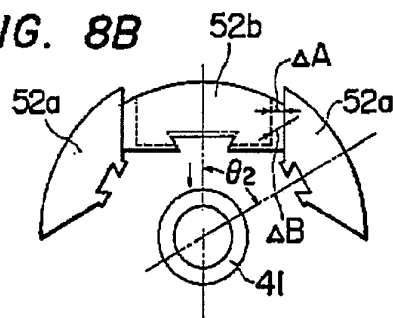


FIG. 8C

