RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 458 380**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 80 12738**

(54) **Préforme tubulaire en matière thermoplastique et procédé et équipement pour sa fabrication.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **B 29 D 23/03.**

(22) Date de dépôt..... 9 juin 1980.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Suède, 11 juin 1979, n° 7905045-6.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 1 du 2-1-1981.

(71) Déposant : Société dite : PLM AB, résidant en Suède.

(72) Invention de : Mosvoll Jakobsen Kjell et Claes Nilsson Torsten.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bonnet-Thirion, G. Foldés,
95, bd Beaumarchais, 75003 Paris.

La présente invention concerne une préforme tubulaire en matière thermoplastique et un procédé et un équipement pour sa fabrication. La préforme convient pour être ultérieurement mise en forme pour produire des récipients par un procédé de laminage. La matière dans une partie d'un tube est orientée axialement par suite d'une réduction de l'épaisseur de la paroi, obtenue en appliquant une pression extérieure qui produit l'écoulement de la matière. La matière orientée est moulée dans un processus de soufflage pour donner des parties d'embouchures ou de goulots futurs et des parties de cols voisines, de préférence à partir de deux parties constituant de premières ébauches, reliées l'une à l'autre, des préformes, les parties constituant premières ébauches étant coupées dans la transition entre les deux parties de goulots pour former deux parties de premières ébauches séparées, en sorte qu'après fermeture d'une extrémité et, si nécessaire, nouveau travail pour obtenir les faces de fermeture nécessaires à l'autre extrémité, les deux parties de premières ébauches forment, chacune pour soi, une préforme tubulaire.

Dans un procédé de fabrication utilisé pour produire des récipients de matière thermoplastique, on fabrique des ébauches à partir de parties, séparées, de longs tubes extrudés de matière thermoplastique amorphe, ces ébauches étant appelées normalement des préformes. A une extrémité, les pièces découpées ou séparées reçoivent une forme telle que ces extrémités forment la partie constituant une future embouchure ou un futur goulot d'un récipient, tandis qu'on les ferme à l'extrémité opposée.

La présente invention élimine certains inconvénients liés à la technologie connue à ce jour.

L'invention convient de préférence à la fabrication d'éléments de matières thermoplastiques du genre polyester ou polyamide. Des exemples de ces matières sont le téréphtalate de polyéthylène, le polyhexaméthylène-adipamide, le polycaprolactame, le polyhexaméthylène-sébaçamide, le 2,6- et le 1,5-naphtalate de polyéthylène, le 1,2-dihydroxybenzoate de polytétraméthylène et des copolymères de téréphtalate d'éthylène, d'isophtalate d'éthylène et des polymères semblables. La description de l'invention donnée ci-dessous se rapporte principalement au téréphtalate de polyéthylène, mais l'invention ne se réduit pas exclusivement à l'emploi de cette matière ou d'autres matières déjà mentionnées ; en fait, elle convient aussi à beaucoup d'autres matières thermoplastiques.

Pour mieux comprendre le problème dont il s'agit et l'invention, on décrira ci-après plusieurs propriétés caractéristiques du téréphtalate de polyéthylène. D'après la littérature, par exemple d'après l'ouvrage "Properties of Polymers" de D.W. Van Krevelen, Elsevier, Scientific Publishing Company, 1976, on sait que les propriétés de la matière changent lorsqu'on oriente le téréphtalate de polyéthylène amorphe. Certains de ces changements sont montrés par des diagrammes (figures 14.3 et 14.4 aux pages 317 et 319 de l'ouvrage "Properties of Polymers"). Les symboles utilisés dans la discussion qui va suivre correspondent aux symboles de cet ouvrage.

On peut orienter le téréphtalate de polyéthylène, comme beaucoup d'autres matières thermoplastiques, en étirant la matière. Normalement, cet étirage a lieu à une température supérieure à la température de transition vitreuse, Tg, de la matière. Les pro-

priétés de résistance de la matière sont améliorées par l'orientation. La littérature montre que dans le cas du téréphtalate de polyéthylène thermoplastique, une augmentation du rapport d'étirage Λ ,c'est-à-dire du quotient de la longueur de la matière étirée et de la longueur de la matière non étirée, conduit à une amélioration des propriétés de la matière. Lorsqu'on augmente le rapport d'étirage Λ d'environ 2 à un peu plus de 3, on assiste à des changements particulièrement grands des propriétés de la matière. La résistance dans la direction de l'orientation est alors notablement améliorée, tandis qu'en même temps s'élèvent la densité δ, le degré de cristallinité Xc et la température de transition vitreuse, Tg. On peut voir d'après le diagramme de la page 317 de l'ouvrage précité, qu'après étirage, avec une valeur de Λ égale à 3,1, la matière résiste à une force par unité de surface qui correspond à σ = 10, associée à un très petit allongement, alors que l'allongement pour Λ = 2,8 est sensiblement plus grand. Dans la suite du présent mémoire, on désignera parfois sous le nom " étape d'orientation" l'orientation que l'on obtient par l'étirage ou une réduction d'épaisseur d'au moins trois fois et qui conduit aux améliorations marquées des propriétés de la matière, indiquées ci-dessus.

Les diagrammes dont il a été question précédemment montrent les changements que l'on obtient par une orientation monoaxiale de la matière. Avec une orientation biaxiale, on obtient des effets semblables dans les deux directions d'orientation. On réalise l'orientation, en règle générale, par des étirages successifs.

Les propriétés améliorées de la matière ,qui correspondent à celles que l'on obtient par l'étape

d'orientation définie plus haut sont obtenues aussi si l'on étire une matière amorphe jusqu'à ce qu'elle s'écoule et si, avant l'écoulement, la matière est à une température inférieure à la température de transition vitreuse, Tg. Dans une barre étirée, une réduction du diamètre d'environ 3 fois se produit dans la zone d'écoulement. Lors de la traction, la zone d'écoulement est déplacée de façon continue dans la matière amorphe, tandis qu'en même temps, la matière qui a déjà subi l'état d'écoulement absorbe les forces de traction de la barre soumise à l'essai, sans étirage permanent supplémentaire.

En outre, on a constaté avec surprise qu'une amélioration des propriétés obtenues dans l'étape d'orientation définie précédemment, s'obtient aussi même si la matière est amenée à s'écouler par le moyen d'une pression et que l'élément générateur de la pression réduit en même temps l'épaisseur de la matière à environ un tiers de l'épaisseur précédente (ceci s'appliquant au téréphtalate de polyéthylène), la réduction d'épaisseur conduisant à un allongement de la partie de matière avec un facteur d'environ 3, dans une direction perpendiculaire à la direction dans laquelle a lieu la réduction de pression.

Pour des bouteilles, les diamètres extérieurs définis de l'embouchure ou goulot , avec les filets associés, sont normalisés et, dans la technologie connue à présent, lorsqu'on utilise le procédé de moulage décrit dans l'introduction, ceci détermine le plus grand diamètre admissible dans le corps du récipient soufflé. Les raisons de ce fait seront exposées plus en détail dans le texte qui va suivre. Pour obtenir une matière de départ amorphe, pour les pièces du tube, qui doivent être formées ou ébauches, la matière doit être refroidie rapidement

en dessous de la température Tg de transition vitreuse après extrusion - dans le cas de tubes extrudés dont les pièces du tube sont découpées. Dans le cas d'une épaisseur de paroi excessive, la matière ne possède pas une conductivité thermique suffisante pour permettre le refroidissement des sections centrales aussi rapidement qu'il est nécessaire pour que la matière située dans le centre devienne cristalline et opaque. Pour cette raison, d'un point de vue théorique, l'épaisseur de paroi la plus grande possible des tubes extrudés est inférieure à environ 9 mm. En pratique, cependant, on utilise en principe des épaisseurs inférieures à 4 mm. En fait, dans le soufflage d'une préforme ayant une épaisseur excessive de la matière de la paroi, il se présente des problèmes en raison du refroidissement de la matière pendant l'étape effective de soufflage et avant que la matière n'atteigne la paroi du moule. Le récipient soufflé n'est plus clair comme du verre et au lieu de cela, il contient des parties blanches opaques. Dans le soufflage, pour obtenir des récipients ayant la résistance requise pour s'opposer aux fatigues et à la pénétration de la paroi du récipient, l'épaisseur de paroi du récipient fini ne doit pas tomber en dessous d'une valeur définie. Au surplus, une réduction du diamètre extérieur du tube pendant la mise en forme de la partie d'embouchure ou de goulot de la préforme n'est pas possible avec la technologie connue. Il en résulte que le diamètre de goulot désiré du récipient soufflé est décisif pour le diamètre de la préforme et ainsi pour le diamètre maximal du corps du récipient soufflé. S'il faut des bouteilles de grande capacité, on étend ces bouteilles, suivant la technologie connue, en direction axiale, après qu'elles aient atteint le

diamètre maximal possible. En outre du désavantage d'une certaine instabilité, le prolongement représente une utilisation non satisfaisante de la quantité de matière du corps du récipient puisque la quantité de matière nécessaire par unité de volume de capacité d'emmagasinement est plus grande que ce ne serait nécessaire si,à la fois,le diamètre et la longueur du corps du récipient étaient adaptés au volume effectif nécessaire. Au surplus, la surface inutilement grande du récipient conduit à une augmentation correspondante de la pénétration d'ensemble de gaz carbonique pendant le stockage de boissons contenant de l'acide carbonique.

Pour utiliser au mieux les propriétés de la matière, il est souhaitable que le diamètre des parties de la préforme qui, après l'étape de soufflage, représentent le corps effectif du récipient, ait une valeur faisant que la matière dans le récipient soufflé prenne l'orientation voulue. Dans des récipients en téréphtalate de polyéthylène, il est souhaitable que la matière soit, en association avec le soufflage, étirée biaxialement de façon que le produit des étirages soit d'environ 9.

Ce qui précède montre que, suivant la technologie connue, la quantité de matière dans la partie de goulot n'est pas déterminée par les fatigues calculées mais par le diamètre maximal du corps du récipient. En principe, ceci conduit à un excès considérable de matière dans la partie de goulot.

Par exemple , dans une bouteille de téréphtalate de polyéthylène d'une capacité d'un litre, la partie de goulot peut, suivant la technologie connue, contenir jusqu'à 25 % à 30 % de la quantité totale de matière. En négligeant l'aspect déplaisant d'un goulot démesurément grand, ce fait conduit à un

gaspillage de matière qui est important pour la fabrication d'articles en série.

Dans la technologie appliquée à présent, la partie de goulot et la partie de col adjacente sont de matière non orientée, c'est-à-dire de matière amorphe. Ceci signifie que la matière dans la partie de goulot, y compris la partie de col adjacente, a des propriétés qui diffèrent de celles du corps du récipient. Dans des récipients de téréphtalate de polyéthylène, par exemple, la matière dans la partie de goulot a une température Tg de transition vitreuse de 71°C, tandis que la température de transition vitreuse de la matière dans le corps du récipient est d'environ 81°C. Il en découle que la matière dans la partie de goulot se ramollit à une température moindre que la matière du corps du récipient.

Il est déjà connu, par formage à froid de la partie de goulot de l'ébauche primitive, de déplacer la matière de la partie de goulot dans des parties de cette ébauche qui représenteront plus tard des parties de paroi du corps du récipient. De cette façon, on obtient une certaine adaptation de la quantité de matière de la partie de goulot aux fatigues futures, mais entre le corps effectif du récipient et la partie de goulot, il se forme des sections ou parties de col dans lesquelles la matière est étirée avec un facteur inférieur à 3. Ces sections de col dans le récipient moulé comprennent donc de la matière qui n'est pas convenablement orientée, alors qu'en même temps, l'épaisseur de la paroi est indésirablement grande. Ce procédé est connu d'après la demande de brevet suédois No. 78/02,362-9.

La demande de brevet français No. 74/39,648

a fait connaître un procédé dans lequel on moule par injection une ébauche tubulaire que l'on ferme à une extrémité et que l'on munit à l'autre d'un cordon pour fixer l'ébauche dans un élément soufflant à l'aval, et où on souffle l'ébauche tubulaire après une certaine remise en forme pour donner un récipient. On dilate la matière dans la partie tubulaire de l'ébauche dans la direction radiale à une température supérieure à la température Tg de transition vitreuse pour ainsi former la partie de goulot du récipient. Un récipient formé de la manière décrite possède une partie de goulot et une partie de col dans laquelle la matière n'a été exposée qu'à un très léger étirage et, par suite, à une orientation en sorte que les inconvénients déjà indiqués en ce qui concerne la partie de goulot des récipients connus existent aussi dans ce récipient.

L'invention décrite dans la demande de brevet français précitée a également l'inconvénient qu'une partie seulement du contenu de matière de l'ébauche tubulaire moulée par injection est utilisée lorsque l'on donne forme à nouveau à l'ébauche pour obtenir le récipient fini. Il est évident que les pertes de matière qui se présentent dans ce procédé constituent un désavantage économique dans la fabrication de ces articles en grande série .

La demande de brevet d'Allemagne Fédérale, publiée, No. 2 540 930, a fait connaître un procédé dans lequel on remet en forme une ébauche tubulaire de téréphtalate de polyéthylène, pour obtenir un récipient, et où la paroi du récipient est faite d'une matière qui est étirée par exemple avec un facteur de 1,5. La partie de fond du récipient est faite d'une matière amorphe non orientée, tandis que les parties de col du récipient sont faites

d'une matière qui n'a été orientée que dans une faible mesure. A la suite du chauffage et de la cristallisation ainsi produite, la résistance de la matière est améliorée dans les zones non orientées qui, en même temps, deviennent opaques. En outre, une combinaison des procédés indiqués ci-dessus conduit à un surdimensionnement des parties de col des récipients, tandis que ces parties ont en même temps des propriétés plus médiocres que celles de la matière du corps effectif du récipient.

L'invention procure une ébauche qui permet que, dans un récipient formé à partir d'elle, tant la partie d'embouchure ou de goulot que les parties de col et également le corps du récipient soient d'une matière adaptée aux fatigues qui viennent à se produire, et dans lequel la matière de ces parties est orientée dans une mesure satisfaisante, de telle façon que la matière soit étirée, au moins en direction axiale, avec un facteur supérieur à 3.

Il en résulte l'avantage d'une plus grande température Tg de transition vitreuse dans toutes les parties du récipient. Cela signifie que toutes lesdites parties auront la même résistance à chaud et c'est là un grand avantage en comparaison avec des récipients formés suivant la technologie connue et qui, tout au moins pour autant qu'il s'agisse de récipients de matières claires et transparentes, ont des parties de cols et des parties de goulots qui sont plus sensibles aux fatigues thermiques que ne l'est le corps effectif du récipient.

Au surplus, l'invention permet la fabrication d'un récipient à goulot de plus petit diamètre, la longueur et le diamètre du corps du récipient étant accordés à la capacité d'emmagasinement du récipient de façon qu'il en résulte la quantité minimale de

matière par unité de volume de l'espace d'emmagasinement.

En plus, l'invention permet de former, à partir de l'ébauche, un récipient à forme quelconque de la partie de col, la matière du récipient dans la partie du goulot et dans la partie du col étant orientée aussi et ayant un degré de cristallinité supérieur à 10 % ; ceci a été obtenu en étirant la matière dans la mesure requise, par exemple dans le cas de récipients de téréphtalate de polyéthylène, en étirant dans la direction axiale, avec un facteur supérieur à 3. Avec la technologie antérieurement connue, il n'était pas possible jusqu'à présent d'obtenir un tel degré d'orientation, à moins que la partie de goulot et les parties de col des récipients aient consisté en une matière principalement non orientée, auquel cas les parties de col se fondent à la distance la plus courte possible des parties orientées du corps du récipient dont l'épaisseur de paroi a été réduite avec un facteur d'au moins 3. Cette remise en forme représente une tentative pour réduire la dimension de la zone de la partie de col, qui comporte une matière principalement amorphe et une faible orientation et, par suite, une température Tg de transition vitreuse basse.

Suivant l'invention, on oriente un certain nombre de zones dans un tube de téréphtalate de polyéthylène ou d'une matière comparable, de façon que la matière, dans une zone particulière, soit amenée progressivement à s'écouler sous l'action d'une pression extérieure et qu'en même temps l'élément générateur de pression réduise l'épaisseur de la matière à environ un tiers, de préférence au plus à un tiers de l'épaisseur précédente, la réduction d'épaisseur entraînant un allongement de la zone de matière que

l'on travaille, avec un facteur de 3, de préférence d'au moins 3, dans la direction axiale du tube. Avant l'écoulement, la matière est à une température inférieure à la température de transition vitreuse, Tg, et, de préférence, elle est à la température ambiante. On engendre la pression extérieure par exemple à l'aide d'un ou de plusieurs galets qui roulent sur la surface extérieure ou sur la surface intérieure du tube et qui se déplacent dans la direction aciale du tube. Après ce travail, la matière est orientée dans la direction axiale du tube.

Les zones d'épaisseur réduite des parois se trouvent en principe dans les parties du tube qui, dans le futur récipient soufflé, correspondent aux zones de matière dont l'épaisseur serait supérieure à environ 1/9e de l'épaisseur de la matière du tube, si l'épaisseur de la matière, dans la zone intéressée du tube, a déjà été réduite avant soufflage. Dans certaines applications, l'épaisseur de la paroi est réduite dans toutes les zones du tube en raison de la pression exercée contre la surface extérieure du tube et, dans d'autres applications, la réduction est réalisée dans toutes les zones en conséquence de la pression s'exerçant contre la surface intérieure du tube. Au surplus, on utilise des formes de réalisation dans lesquelles les épaisseurs de parois d'un certain nombre de zones sont réduites par suite de la pression agissant contre la surface intérieure et, simultanément, les épaisseurs de parois d'un certain nombre d'autres zones sont réduites en conséquence de la pression contre la surface extérieure du tube. Par ailleurs, on utilise des formes de réalisation dans lesquelles l'épaisseur de paroi dans un certain nombre de zones est réduite par la pression simultanée dans chaque

zone contre la surface intérieure et contre la surface extérieure du tube.

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, l'une des zones orientées dans le tube se trouve à une extrémité du tube.On souffle alors la matière dans cette zone à une température supérieure à la température Tg de transition vitreuse, contre un moule, pour former ,par exemple, un filet avec, dans le présent cas, des parties de col adjacentes dans une partie de goulot futur . Par la suite, on remet le tube en forme à son extrémité opposée,de telle façon qu'il soit fermé,tandis qu'on traite un futur goulot,dans le cas présent, de telle façon qu'on obtienne les surfaces de fermeture requises.

Le premier support est relié à un mécanisme d'entraînement qui fait tourner le support et ainsi également le tube. L'un des supports est conçu de telle façon qu'il permette au tube d'être allongé en direction axiale, en même temps que se produit la réduction d'épaisseur de la matière de la paroi dans la zone travaillée.

Par ailleurs, l'agencement est pourvu d'éléments de chauffage qui, après le traitement par la pression, chauffent la matière orientée à une température supérieure à la température Tg de transition vitreuse. L'énergie rayonnante est de préférence utilisée pour le chauffage, le premier support faisant tourner le tube autour de son axe pour que la température dans la matière orientée soit aussi uniforme que possible , avant de la soumettre au soufflage.

L'arrangement comprend également un élément pour fermer les deux extrémités du tube avant le soufflage, et un élément pour mettre sous pression

la cavité fermée formée de cette façon . Enfin, un élément pour couper le tube soufflé en deux parties de préférence égales est prévu également. Chacune des deux parties d'ébauches est alors fermée à une extrémité par remise en forme suivant un procédé connu et, dans des cas qui peuvent se présenter, on retravaille le bord de l'embouchure du côté opposé, par exemple au moyen d'un élément conformateur à chaud, pour donner les surfaces de fermeture requises.

L'élément générateur de pression est équipé d'un ou de plusieurs galets formateurs. Dans la forme de réalisation qui comporte plusieurs galets formateurs, les derniers sont arrangés avec un léger décalage en direction axiale l'un par rapport à l'autre. Dans une forme de réalisation préférée, chaque galet formateur possède , comme on le voit dans la direction axiale du galet, une surface de pression centrale et, de part et d'autre, une surface de maintien. La différence en diamètre est double de la réduction d'épaisseur que l'on obtient en orientant la matière.Les surfaces de transition entre la surface de pression et les surfaces de maintien forment de préférence un angle d'environ 45 degrés par rapport à l'axe du galet, dans le cas du téréphtalate de polyéthylène. On ajuste cet angle à la pente qui résulte du formage à froid de la matière, entre la matière amorphe et la matière étirée.

On décrira l'invention plus en détail ci-après en se référant à un certain nombre de figures sur lesquelles:

- les figures 1 à 4 montrent un équipement de formage sous pression dans différentes positions de travail;

- les figures 5 à 8 montrent différentes phases de l'étape de formage sous pression;

- les figures 9 et 10 montrent des formes de réalisation en variante de l'équipement et des moules de soufflage pour mouler les parties de goulots et les parties de cols adjacentes;

- la figure 11 montre un équipement pour couper le tube formé par soufflage ; et

- les figures 12 et 13 montrent des formes de réalisation en variante de préformes suivant l'invention.

Aux figures 1 à 4 , on montre un équipement pour le formage sous pression d'un tube à partir d'une matière thermoplastique. Les figures 1 et 3 montrent l'équipement vu de face et les figures 2 et 4 le montrent en vue latérale. Aux figures 1 et 2 , l'équipement se trouve en position de départ, et aux figures 3 et 4, il se trouve en position de travail.

Les figures 1 à 4 montrent un bâti 10 sur lequel un support 11 est agencé de telle façon qu'il puisse décrire un mouvement alternatif sur une piste 21. Le support consiste en un bras support supérieur 12 et en un bras support inférieur 13, normalement reliés à un cylindre sous pression 14. L'extrémité supérieure du cylindre de pression 14 est fixée par un palier 20 à un chariot 19 qui roule sur la piste 21. Une conduite 26 pour un agent sous pression est reliée au cylindre de pression 14. Un dispositif sensible 16 est actionné par le bras de maintien inférieur 13 et indique que le support 11 se trouve en position de travail. Les dispositifs sensibles 17 et 27 indiquent les deux positions d'extrémité pour le mouvement alternatif du support 11.

Un arbre d'avancement 18 est entraîné par un mécanisme d'entraînement (non montré)et il est guidé par un orifice 32 ,dans lequel se trouve un filet intérieur, du support 11. L'arbre d'avancement 18 possède un filet extérieur 31 qui correspond au filet intérieur 32 et, en outre, il est monté dans le bâti 10 du côté opposé au dispositif d'entraînement. Un galet de formage 22 est monté dans un palier du support 11.

Un tube 50 fixé par un élément de fixation 30 et mis en rotation par un mécanisme d'entraînement (non montré) peut se voir également sur les figures.

On produit l'ébauche tubulaire en utilisant cet équipement. Dans sa forme de réalisation la plus simple, l'ébauche consiste partiellement en une partie cylindrique fermée à une extrémité et faite principalement d'une matière amorphe, et consiste partiellement en une partie qui deviendra un goulot, avec des futures parties de col consistant en matière orientée ayant un degré de cristallinité supérieur à 10 %. La matière dans la partie de goulot futur ,avec les futures parties de col qui s'y rattachent, a une orientation prononcée en direction axiale du tube et une orientation légèrement plus petite dans la direction périphérique du tube. L'orientation mentionnée en dernier lieu, qui a été produite pendant la dilatation radiale de la matière ,dépend ainsi de l'importance de cette dilatation radiale.

S'il existe plus d'une zone orientée,les propriétés de la matière indiquées ci-dessus s'appliquent naturellement à toutes les zones orientées.

Suivant une forme de réalisation de l'invention,

on travaille une zone centrale du tube pour obtenir l'orientation précitée de la matière. Cette zone à matière orientée est entourée, en direction axiale du tube, par deux parties de tube de matière amorphe. Lorsque la matière que l'on travaille et qui est orientée principalement axialement est soumise au soufflage, les parties de cols et de goulots de deux parties d'ébauches sont formées, les parties de goulots étant dirigées l'une vers l'autre. Dans la transition entre les deux parties de goulots,on coupe le tube en formant ainsi deux parties d'ébauches qui,après fermeture, et, si nécessaire ,nouveau travail exécuté sur les bords du goulot pour obtenir les surfaces de fermeture requises représentent des préformes pour être conformées ensuite en vue de donner des récipients.

La forme de réalisation de l'invention, décrite dans le paragraphe précédent, permet de créer un équipement de production qui travaille de façon efficace.

Dans l'équipement pour la fabrication de préformes suivant l'invention, on serre un tube de téréphtalate de polyéthylène ou de matière comparable entre deux supports. Le premier support fixe le tube près d'une des extrémités du tube, tandis que le second support sert à soutenir le tube et permet à celui-ci de tourner autour de son propre axe. En variante, le second support sert en même temps comme élément de travail, c'est-à-dire l'élément générateur de pression qui réalise l'écoulement de la matière, comme dit plus haut.

Pour stabiliser la position du tube 50, un cylindre support intérieur 28,formant un arbre, est prévu et celui-ci est également fixé par l'élément de fixation 30. L'extrémité opposée du cylindre

support est montée de façon à pouvoir tourner dans un palier 29. La longueur du cylindre support intérieur 28 est choisie de telle façon qu'il soit possible d'allonger le tube 50.

Les figures 5 à 8 montrent le genre du galet de formage 22 avec plus de détail. Le galet de formage comporte une surface de pression centrale 23 et deux surfaces de maintien 24a et 24b , de part et d'autre de la surface de pression, considérées en direction axiale du galet. Le diamètre des surfaces de maintien est inférieur à celui de la surface de pression, la différence entre les diamètres étant de deux fois le déplacement du tube 50 dans la direction axiale, déplacement auquel le galet est soumis en se déplaçant depuis la position montrée à la figure 5 pour atteindre la position montrée à la figure 6. Entre la surface de pression et les deux surfaces de maintien ,on peut voir des surfaces de transition 33 qui sont arrangées pour former un angle par rapport à la direction axiale du galet. L'angle est ajusté sur l'inclinaison de la transition qui est produite lors du formage à froid dans la zone d'écoulement de la matière.

La figure 5 montre un tube non traité 50, le galet 22 étant en contact avec la surface extérieure de ce tube. Les figures 6 et 7 montrent le tube 50b ou 50c pendant des phases différentes de l'étape de travail, et la figure 8 montre le tube 50d après la fin de l'étape de travail. Sur les figures, les distances x, y, z et 3x, 3y , 3z, respectivement,sont indiquées, avec les significations suivantes : x, y, z indiquent l'avancement du galet en direction axiale du tube ; 3x, 3y, 3z indiquent les longueurs, qui y correspondent, de la zone travaillée. L'allongement du tube pendant

le travail est ainsi de l'ordre de grandeur de 2z. Le numéro de référence 51 désigne une partie travaillée du tube.

La figure 9 montre l'équipement destiné à remettre en forme la partie travaillée 51d du tube 50d, par soufflage. L'équipement comprend les supports 80a et 80b, 81a, 81b qui fixent les deux extrémités du tube. Les faces d'extrémité du tube portent contre des joints 34, 41. L'un des deux supports 81a,81b est pourvu d'une valve de sortie 36. Entre les supports 80, 81 est situé un moule 57a, 57b dont la surface de moulage correspond à la forme désirée du tube après soufflage de la partie travaillée 51d du tube. Les numéros de référence 52a, 52b désignent les deux parties de goulots, dirigées l'une vers l'autre, du tube 50 dilaté radialement. Un mandrin de soufflage 57, avec des orifices 40, est prévu pour fournir un agent sous pression à la cavité fermée formée dans l'intérieur du tube 50 à l'aide des joints 34, 41 déjà mentionnés. Un joint 35 est situé entre le mandrin de soufflage et les supports 80a,80b pour assurer l'étanchéité entre le mandrin et les supports.

La figure 10 montre une autre forme de réalisation de l'équipement pour remettre en forme la partie travaillée 51d du tube, cet équipement étant en principe identique à celui que montre la figure 9. A la figure 10, cependant, seul un des deux supports 80a,80b est montré ainsi qu'une partie seulement du moule 59,correspondant au moule 57 de la figure 9. La figure montre également la zone travaillée centrale qui est soufflée contre le moule 59. Les surfaces qui entourent le moule 59 correspondent à la forme des deux parties de goulots qui sont dirigées l'une vers l'autre (et dont une seule, 52a, est

montrée à la figure) et correspondent à la forme des parties de cols futures 60a du récipient qui doit être formé à partir des ébauches en cours de fabrication. Une zone 56 à diamètre plus grand des futures sections de cols a de préférence un diamètre au moins triple du diamètre originel du tube.

La figure 11 montre l'équipement pour couper le tube formé par soufflage. Suivant cette figure, un dispositif de coupe ou de séparation 58 coupe le tube soufflé 50 au point de transition entre les deux parties de goulots 52a,52b qui ont été formées.

Les figures 12 et 13 montrent des préformes tubulaires complètes 60, la préforme 60a suivant la figure 12 ayant été formée à partir d'une ébauche suivant la figure 9, et la préforme 60b suivant la figure 13 ayant été formée à partir d'une ébauche suivant la figure 10. A une extrémité ,dans chaque cas, les préformes ont une partie de goulot ou d'embouchure 62a,62b , avec des parties de col adjacentes 63a,63b. A l'autre extrémité particulière, les préformes ont une fermeture 61a,61b. Une section tubulaire 64a,64b peut se voir entre les fermetures 61a,61b et les sections de col 63a,63b.

Dans le formage par pression d'un tube 50, ce dernier est fixé dans un élément de fixation 30. Il entoure ainsi le cylindre support intérieur 28. On applique la pression au cylindre de pression 14 en sorte qu'il déplace le support 11 de façon que le bras support inférieur 13 soit déplacé en direction de l'organe sensible 16. Le galet 22 est ainsi déplacé en direction axiale par rapport au tube 50 et, dans une première phase, le galet prend la position montrée à la figure 1.En même temps, la pression est appliquée au cylindre de pression 14, les mécanismes d'entraînement pour l'élément de fixation

30 commencent à tourner, le tube 50 tournant alors autour de son axe.

Dans la suite, le cylindre de pression 14 déplace encore le support 11 jusqu'à ce que le bras support inférieur 13 porte contre l'organe sensible 16 et le support prend la position montrée à la figure 2. Le déplacement du support 11 a pour effet que le galet 22 prend son autre position, c'est-à-dire la position de travail. La matière dans la paroi du tube 50 est ainsi déplacée. Dans une phase initiale de ce processus d'avancement,la paroi est déformée de façon purement élastique, mais dans l'état de pression la plus élevée, l'écoulement dans la matière commence et la déformation qui en résulte est permanente et elle correspond à une réduction de l'épaisseur de la paroi d'environ un tiers de l'épaisseur originelle.

Comme déjà dit, l'organe sensible 16 indique que le galet est en position de travail. Le dispositif sensible 16 fait que les mécanismes d'entraînement pour l'arbre d'avancement 18 commencent à fonctionner pour que ce dernier soit mis en mouvement de rotation. Pendant ce mouvement de rotation, le support 11 est déplacé en raison de la présence des filets de l'arbre d'avancement 18 et de l'orifice 32 jusqu'à ce que le support 11 bute contre l'organe sensible 17. Ceci fait en même temps que le mouvement de rotation de l'élément de fixation 30 est supprimé et que le cylindre de pression 14 se retire en sorte que le support prenne une position correspondant à celle que montre la figure 1. Le tube mis en forme peut alors être extrait du dispositif de formage.

Les figures 5 à 8 montrent la remise en forme du tube 50 dans son principe. La figure 5 correspond

à la position suivant la figure 1, les figures 6 et 7 représentent le développement de l'étape de mise en forme et la figure 8 montre la position correspondant à la figure 3. En raison de la réduction de l'épaisseur de la paroi, le tube est allongé en direction axiale. L'avancement total z du galet dans la direction axiale du tube se traduit par la partie travaillée 51d de la longueur 3z, et ceci signifie que le tube a été allongé de la longueur 2z pendant le travail.

La figure 6 montre la face de transition 33b du galet en contact avec la matière dans la zone d'écoulement, tandis qu'en même temps, la surface de maintien 24b élimine toute tendance à la formation d'ondulations dans la matière à proximité de la zone d'écoulement.

Dans la description qui précède, on a supposé que le support 11 et le galet 12 sont déplacée de droite à gauche sur les figures, c'est-à-dire dans le sens d'allongement du tube. En variante, le processus de formation peut avoir lieu en sens opposé. Avantageusement, l'équipement est conçu de telle façon que chaque second tube soit formé alternativement en faisant avancer le galet contre le sens d'avancement du tube et dans le sens d'allongement du tube. A cette fin, l'organe sensible 27 est prévu pour indiquer que le support 11 a, pendant le mouvement dans le sens d'allongement du tube, pris la position qui représente la position de départ lorsque le tube avance dans le sens de l'allongement. Pendant l'avancement dans le sens de l'allongement du tube, la vitesse de rotation de l'arbre d'avancement 18 est d'environ 3 fois la vitesse de rotation qu'il a lorsqu'il est entraîné dans le sens opposé.

Pendant le soufflage du tube travaillé, le tube est fixé aux supports 80,81 , après quoi on introduit le mandrin de soufflage 87 dans le tube en réalisant l'étanchéité. La valve de sortie 36 est fermée dans cette phase. On chauffe la zone travaillée 51d du tube au moyen de dispositifs suivant une technologie connue, après quoi on ferme le moule 57. Pour accélérer le chauffage de la matière, il est possible aussi de munir le mandrin 87 de moyens chauffants. On soumet à pression l'espace fermé dans l'intérieur du tube 50 et la partie chauffée du tube est alors soufflée jusqu'à venir en contact avec la paroi froide du moule 57 ou 59. Lorsque la matière a été refroidie suffisamment pour être dimensionnellement stable, on ouvre le moule 57 ou 59 et un dispositif de coupe ou de séparation 58 coupe le tube soufflé en deux parties d'ébauches, au point de transition entre les deux parties de goulots futurs .

Dans la description qui précède, on a montré comment les parties d'ébauches sont formées par découpage du tube étiré et moulé. Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, on sépare les parties d'ébauches à l'aide d'un ou de plusieurs disques de séparation qui tournent sous pression autour de la surface périphérique du tube moulé , au point de passage entre les deux parties de goulots futurs .

Pour obtenir une préforme suivant l'une quelconque des formes de réalisation en variante montrées aux figures 12 et 13, à partir des parties d'ébauches produites, on ferme, par remise en forme, l'extrémité de la partie d'ébauche qui n'a pas été moulée. A cette fin, on utilise une technologie déjà connue, suivant laquelle, par exemple, on chauffe

la matière à une température supérieure à la température Tg de transition vitreuse, après quoi on presse l'ébauche dans une coque sphérique qui redonne forme à la matière chauffée et qui ferme l'extrémité du tube.

En se reportant aux figures, on y a vu représenté un équipement qui comprend un seul galet formateur. Dans certaines formes de réalisation données à titre d'exemple , un certain nombre de galets de formage ou d'éléments générateurs de pression sont utilisés. Des avantages particuliers sont obtenus ici,dans une forme de réalisation donnée à titre d'exemple qui comporte trois éléments générateurs de pression qui sont arrangés aux sommets d'un triangle équilatéral.

De la chaleur est toujours engendrée pendant la remise en forme du tube par les éléments générateurs de pression (galets de formage). Dans certaines applications, les éléments générateurs de pression sont ensuite refroidis pour assurer que leurs surfaces de contact se trouvent toujours en dessous de la température de transition vitreuse de la matière du tube. En particulier, lorsqu'on utilise des éléments générateurs de pression de dimensions relativement petites, l'élévation de température peut avoir des valeurs telles qu'un refroidissement soit nécessaire.

REVENDICATIONS

1.- Préforme tubulaire en matière thermoplastique du type polyester ou polyamide, de préférence de téréphtalate de polyéthylène, la préforme ayant une partie de goulot, avec des parties de cols voisines à une extrémité, une fermeture de préférence sphérique à l'autre extrémité et une partie tubulaire entre les deux extrémités, et l'extrémité fermée et la partie tubulaire de la préforme étant faites principalement de matière amorphe , non orientée, dont le degré de cristallinité est inférieur à 5 %, caractérisée en ce que la partie de goulot de la préforme, avec les parties de col voisines, sont d'une matière orientée en direction axiale de la préforme, principalement par réduction de l'épaisseur de la matière avec un facteur d'au moins 3 et, dans certains cas qui peuvent se présenter, la matière, dans la partie de goulot tout au moins, présente un certain degré d'orientation, de préférence un faible degré d'orientation en direction périphérique de la préforme, le degré de cristallinité de la matière dans la partie de goulot étant d'au plus 50 % et ayant de préférence des valeurs comprises entre 10 % et 20 % .

2.- Préforme tubulaire suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la matière dans les parties de col voisines de la partie de goulot, est orientée en direction axiale de la préforme par amincissement de l'épaisseur originelle de la matière avec un facteur d'au moins environ 3 et où il y a orientation de la matière en direction périphérique de la préforme, par étirage au moyen d'un processus de soufflage tandis que la matière se trouve à une température supérieure à la température (Tg) de transition vitreuse, le degré de cris-

tallinité prenant une valeur d'au plus 50 % , étant de préférence compris entre 10 % et 35 %.

3.- Préforme tubulaire suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2 , caractérisée en ce que ,dans la partie de goulot, la matière a un degré de cristallinité dû à l'orientation, qui est ,au plus, d'environ 20 % et qui a de préférence des valeurs comprises entre environ 10 % et environ 17 %.

4.- Préforme tubulaire suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que dans les parties de col adjacentes à la partie de goulot, la matière présente un degré de cristallinité dû à l'orientation , qui est d'au plus 34 % environ et qui prend de préférence des valeurs comprises entre environ 12 % et 30 %.

5.- Procédé de fabrication d'une préforme tubulaire en matière thermoplastique, suivant l'une quelconque des revendications 1 et 4 , caractérisé en ce qu'on provoque dans la matière, à une température de départ inférieure à la température (Tg) de transition vitreuse, un écoulement dans un certain nombre de zones d'un tube, au moyen d'une pression extérieure due à un ou plusieurs éléments générateurs de pression, l'épaisseur de la matière étant réduite au moins dans une certaine mesure obtenue lors de l'étirage libre de la matière effective jusqu'à ce que commence l'écoulement, par exemple avec une réduction d'épaisseur de la matière avec un facteur d'au moins 3 environ dans le cas du téréphtalate de polyéthylène, et en ce que la matière est en même temps déplacée en direction axiale du tube et orientée principalement en direction axiale de la future préforme, et en ce qu'on chauffe la matière dans l'une des zones orientées, à une température supérieure à la température (Tg) de

transition vitreuse et en ce qu'on la dilate en direction radiale jusqu'à ce qu'elle atteigne les parois du moule pour que le tube forme la partie de goulot, avec les parties de col adjacentes de la préforme, tandis qu'on chauffe la matière à l'extrémité opposée du tube, à une température supérieure à la température (Tg) de transition vitreuse et qu'on la remet en forme suivant un processus connu en lui-même, de façon à former la fermeture de la préforme.

6.- Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce qu'on choisit la température des surfaces de contact des éléments générateurs de pression avec le tube toujours en dessous de la température (Tg) de transition vitreuse de la matière utilisée dans le tube, par exemple au moyen de dispositifs de refroidissement spéciaux qui sont situés à proximité des éléments générateurs de pression.

7.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 5 et 6,caractérisé en ce que, pendant une réduction de l'épaisseur de la matière du tube, on déplace les éléments générateurs de pression et le tube lui-même les uns par rapport à l'autre, en partie en direction périphérique du tube et en partie en direction axiale du tube.

8.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 5,6 et 7, caractérisé en ce qu'on réalise la réduction d'épaisseur de la matière du tube dans les zones concernées, au moyen d'une pression exercée contre la surface extérieure du tube, contre la surface intérieuredu tube ou par l'action simultanée d'une pression contre la surface intérieure et contre la surface extérieure d'une zone.

9.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 5,6,7 et 8, caractérisé en ce que

l'on forme les deux parties de goulots dirigées l'une vers l'autre et ayant des sections de cols voisines, de deux futures préformes, par dilatation radiale de la matière dans la zone d'épaisseur réduite de la matière.

10.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 5,6,7,8 et 9, caractérisé en ce qu'on forme les sections de cols qui ont été étirées en direction périphérique de la matière, avec un facteur supérieur à 2 ,par dilatation radiale de la matière dans la zone d'épaisseur réduite de la matière.

11.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 5,6,7,8,9 et 10,caractérisé en ce qu'on utilise en qualité de matière thermoplastique du type polyester ou polyamide, par exemple du téréphtalate de polyéthylène, du polyhexaméthylène-adipamide, du polycaprolactame, du polyhexaméthylène-sébaçamide, du 2,6-naphtalate de polyéthylène et du 1,5-naphtalate de polyéthylène, du 1,2-dihydroxybenzoate de polytétraméthylène et des copolymères de téréphtalate d'éthylène, d'isophtalate d'éthylène ou d'autres matières plastiques polymères semblables.

12.- Equipement pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications 5 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte un élément de fixation pour fixer une extrémité d'un tube, l'élément de fixation étant relié à un mécanisme d'entraînement pour faire tourner l'élément de fixation et par suite le tube autour de leurs axes, l'équipement comportant encore un cylindre support pour soutenir au moins une extrémité du tube, un ou plusieurs éléments générateurs de pression montés dans un support qui est déplacé par des mécanismes

d'entraînement par rapport au tube, partiellement dans la direction qui va vers l'axe et partiellement dans la direction qui s'écarte de l'axe du tube et partiellement également dans un sens et dans l'autre en direction axiale du tube, pour réaliser le déplacement correspondant des éléments générateurs de pression, lesquels, mis en position directement sur l'axe du tube, font que la matière du tube s'écoule, alors que la matière est déplacée simultanément dans la direction axiale du tube et que l'épaisseur de paroi du tube est réduite, en sorte qu'une zone de matière d'épaisseur réduite soit formée et que cette zone d'épaisseur réduite soit dilatée dans la direction axiale du tube pendant l'avancement, par des moyens supports qui coopèrent avec un mandrin de soufflage et par un moule pour dilater la matière dans la zone d'épaisseur de paroi réduite, contre les parois du moule pour former la partie de goulot et les parties de col voisines de la future préforme.

13.- Equipement suivant la revendication 12, caractérisé en ce que les éléments générateurs de pression consistent en galets qui sont munis chacun d'une surface de pression centrale cylindrique et de surfaces de maintien cylindriques situées de part et d'autre de la surface de pression, le diamètre de chaque surface de maintien individuelle étant plus petit que le diamètre de la surface de pression,d'une quantité qui correspond approximativement au double de la réduction d'épaisseur de la matière, et en ce que la transition de la surface de pression aux surfaces de maintien consiste en surfaces de transition qui forment de préférence un angle avec la surface du galet, cet angle étant de préférence de 45 degrés dans le cas du téréphtalate

de polyéthylène et correspondant à la pente qui existe entre la matière étirée et la matière amorphe lorsque cette dernière est étirée à froid.

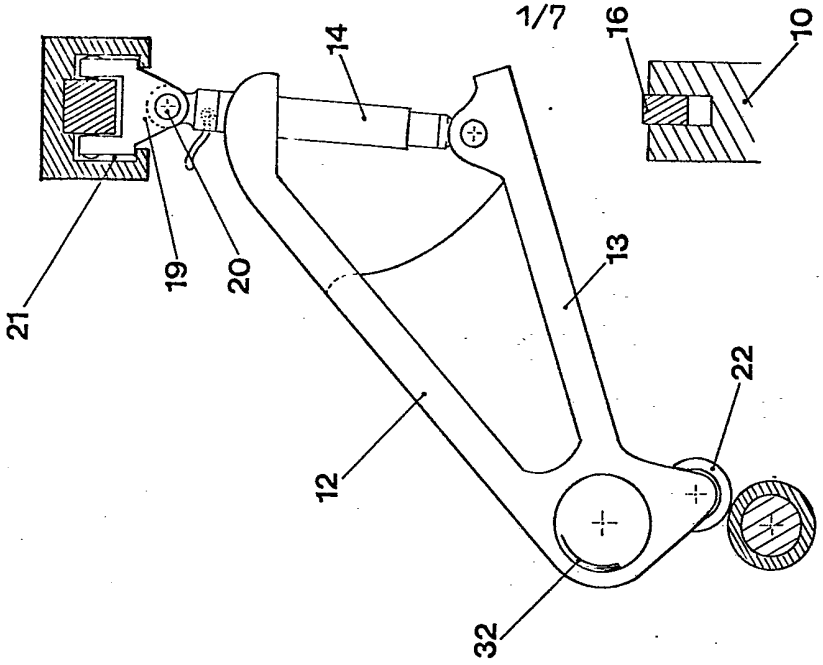

FIG.2

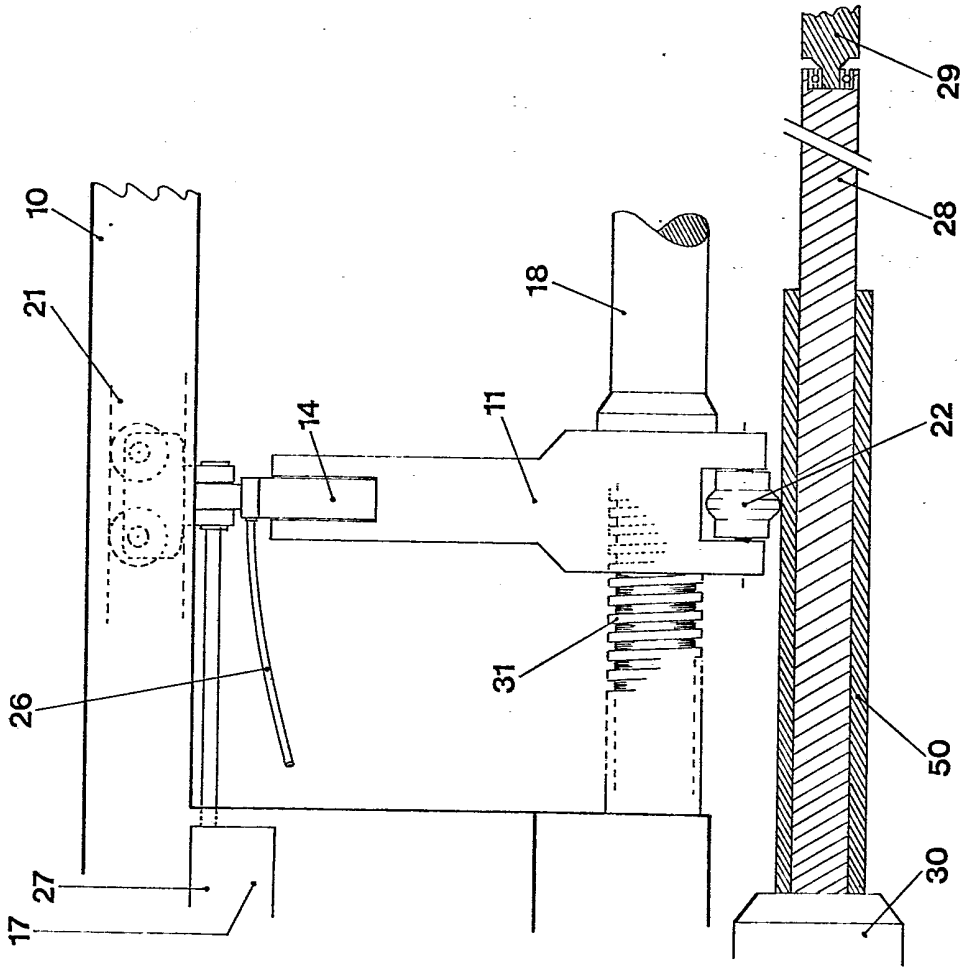

FIG.1

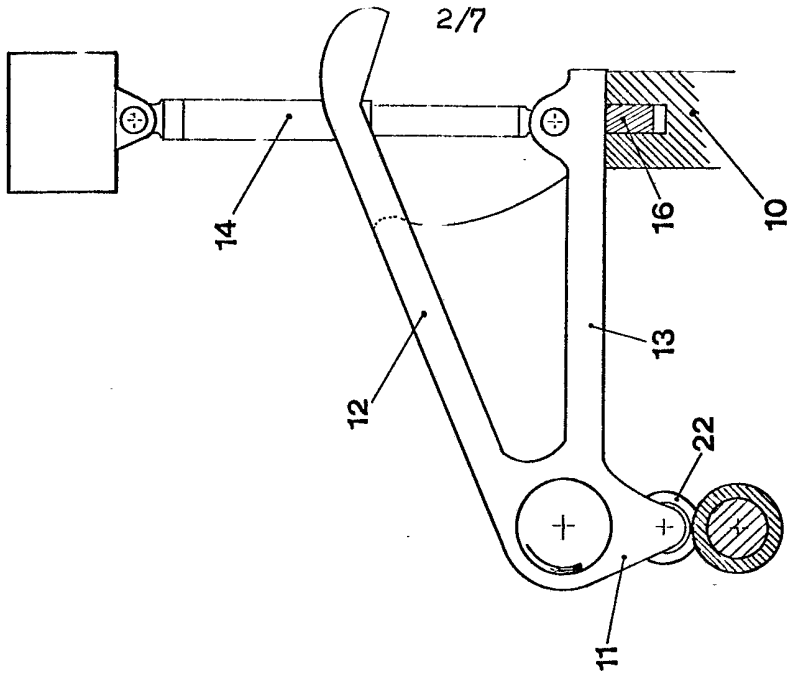

FIG. 4

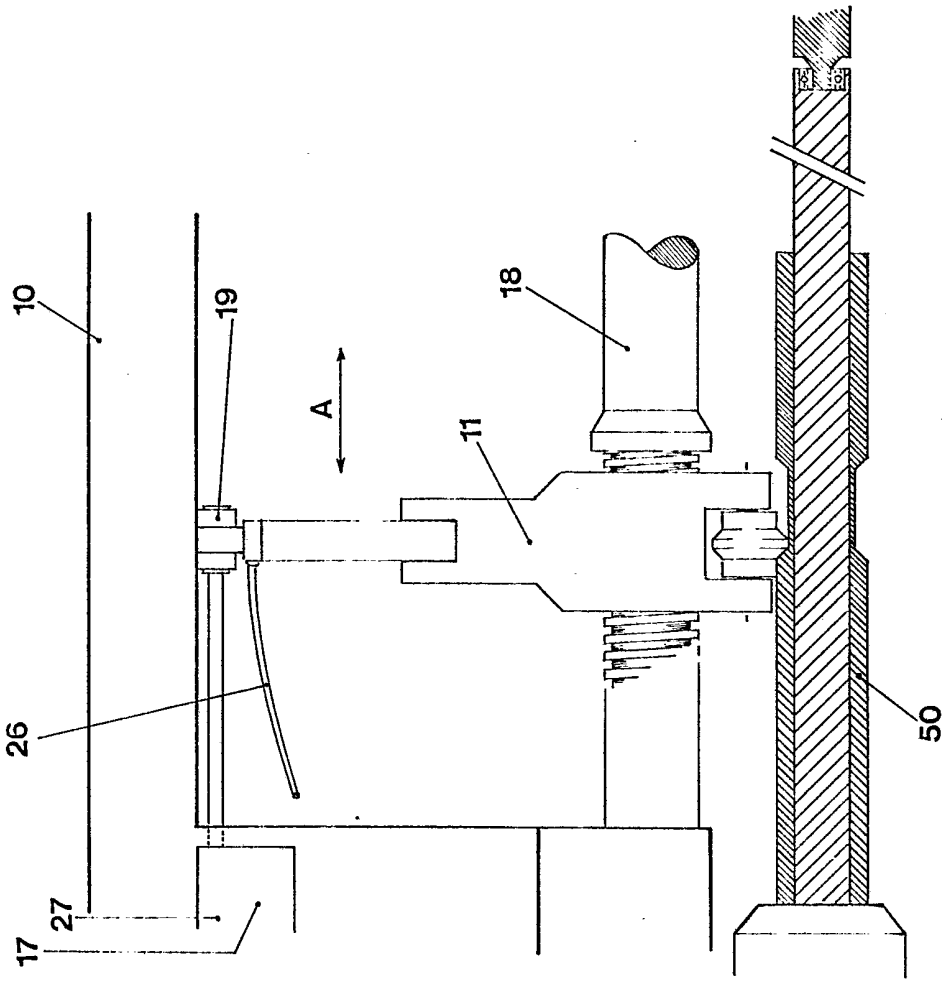

FIG. 3

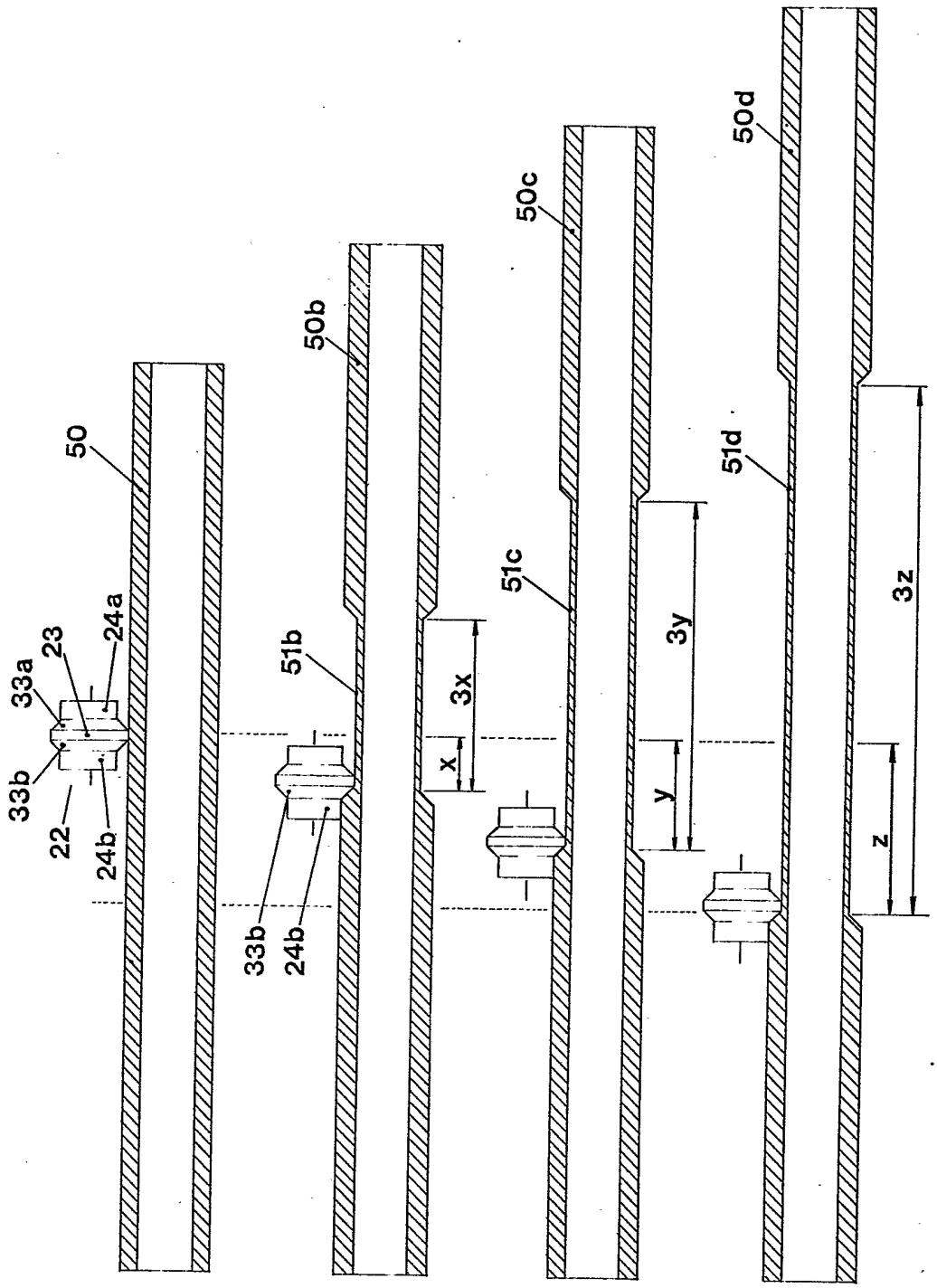

FIG.5 FIG.6 FIG.7 FIG.8

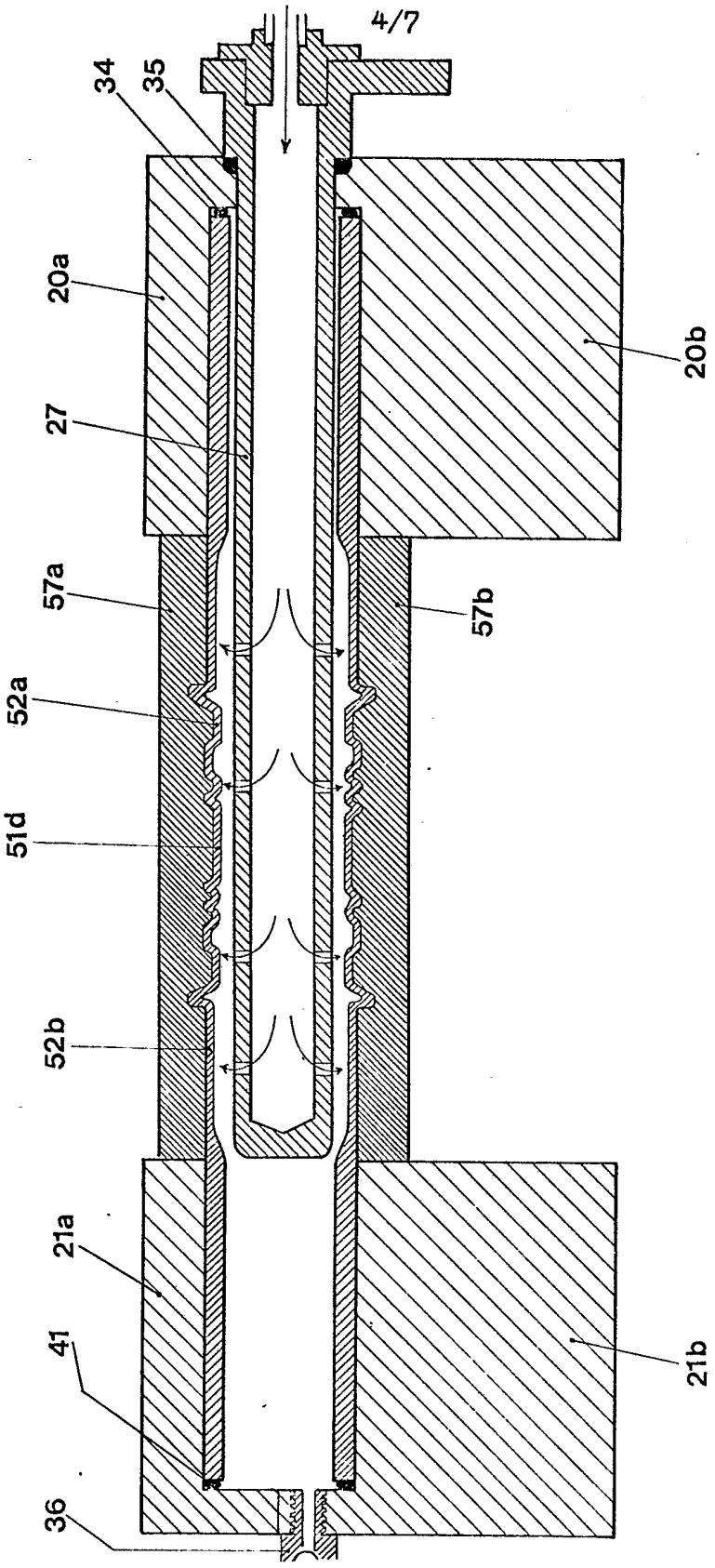

FIG. 9

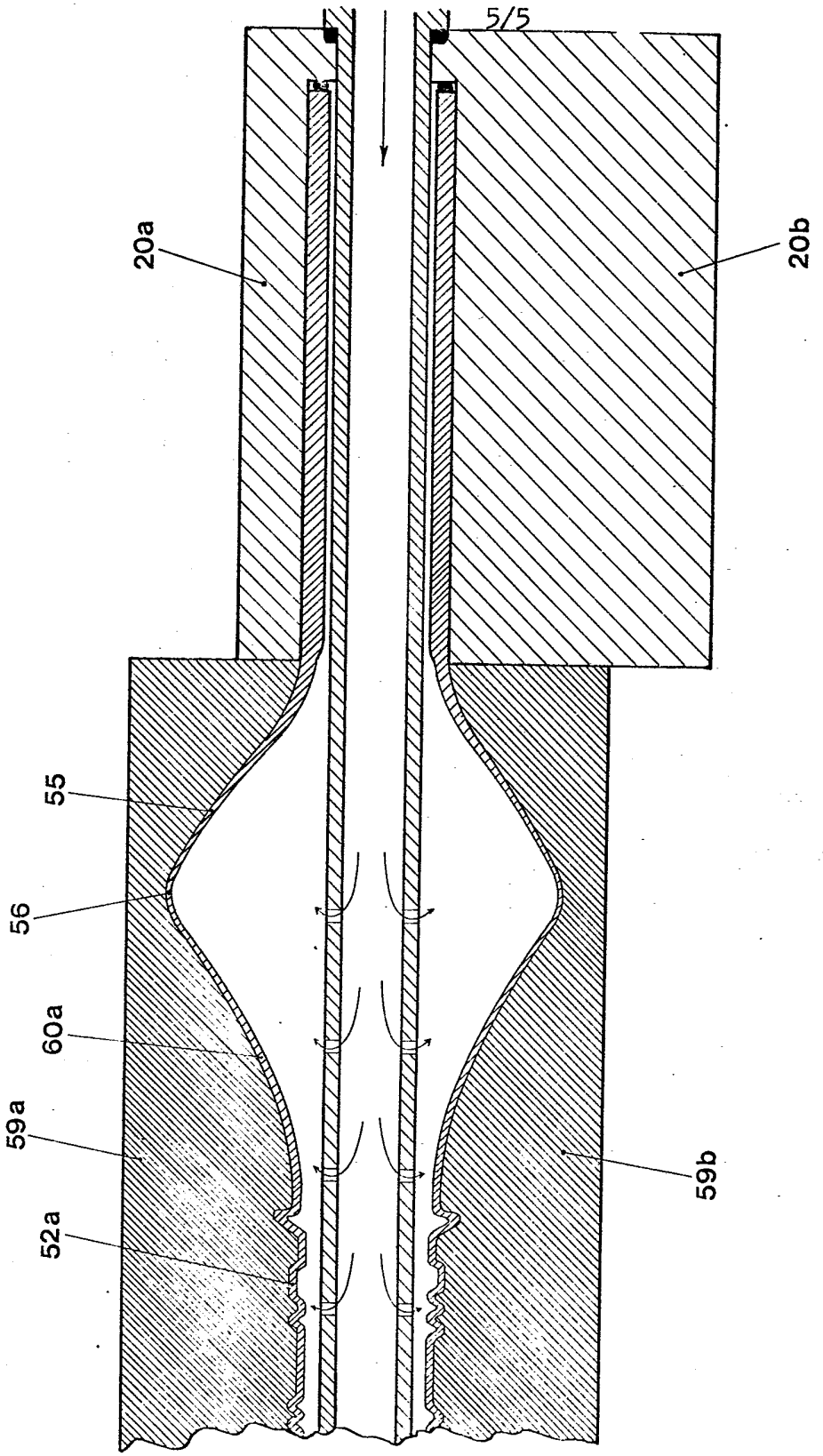

FIG.10

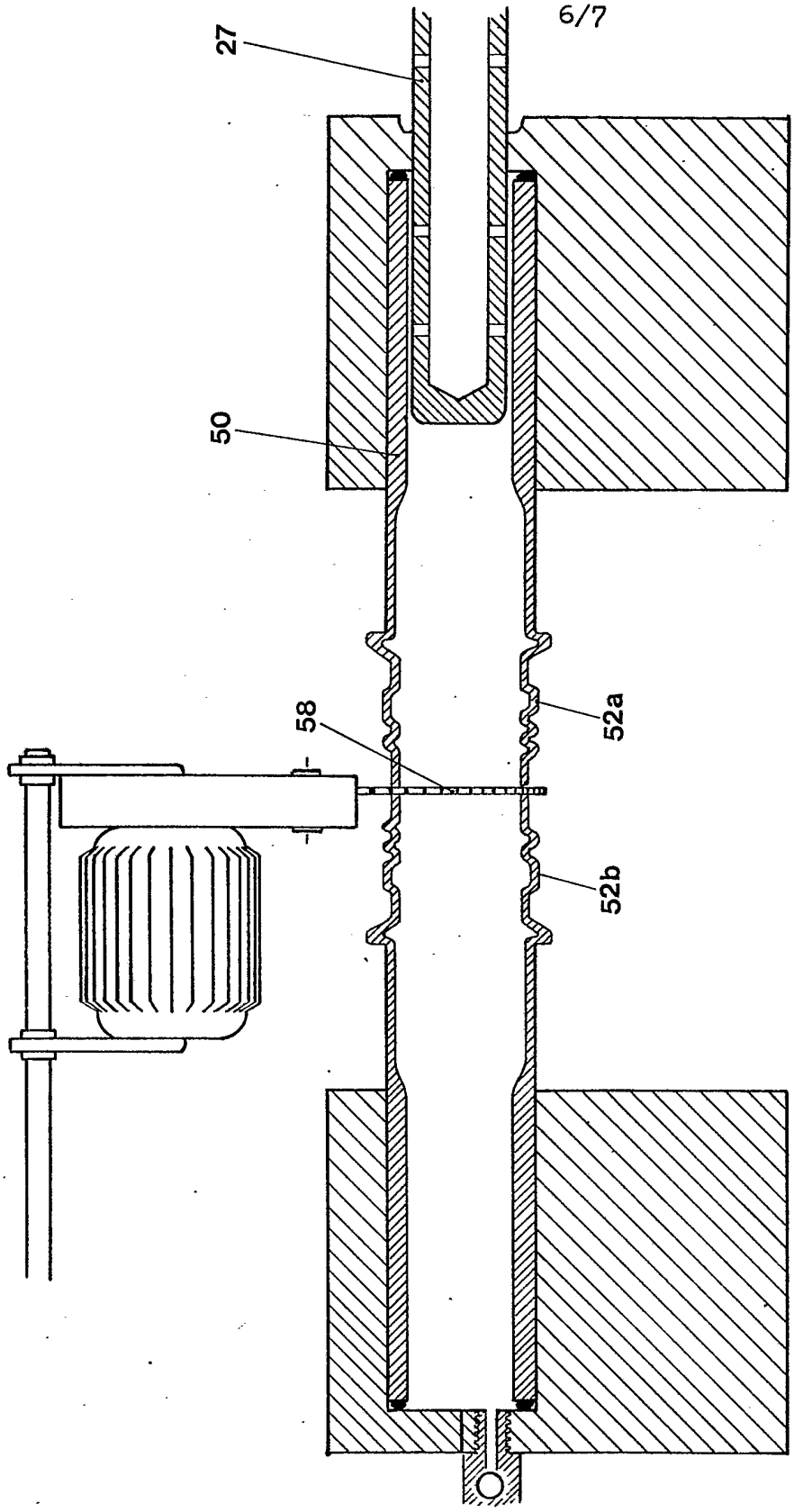

FIG.11

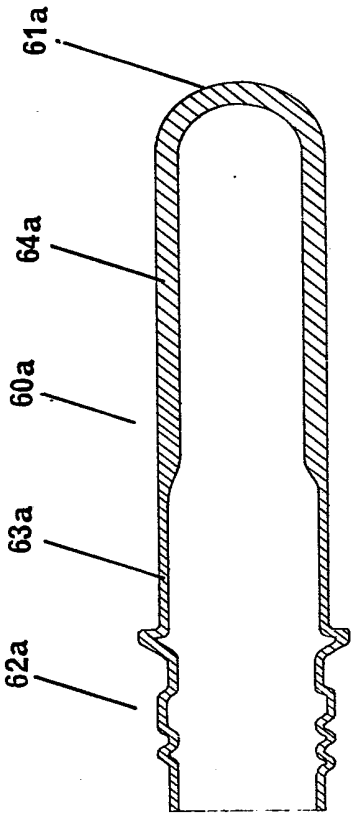

FIG.12

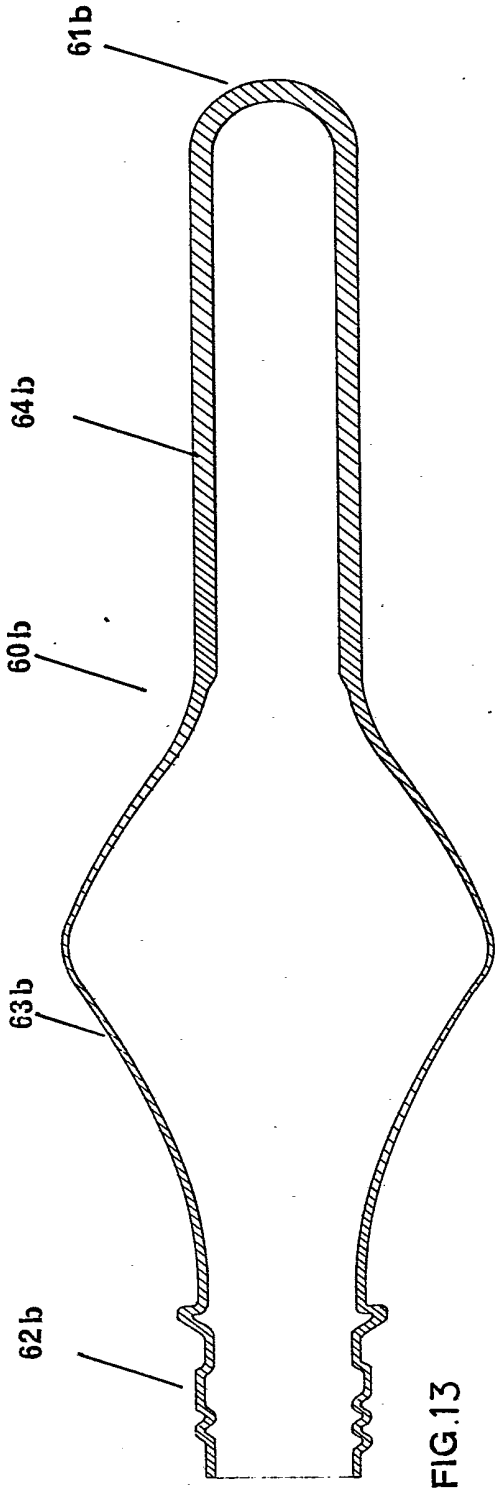

FIG.13