

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑭ Date de dépôt : 04.12.92.

⑮ Priorité : 04.12.91 JP 34812691.

⑰ Date de la mise à disposition du public de la demande : 11.06.93 Bulletin 93/23.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑲ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑴ Demandeur(s) : *Société de droit japonais dite: USUI KOKUSAI SANGYO KAISHA LIMITED — JP.*

⑵ Inventeur(s) : Hashimoto Yasuaki, Uematsu Tadahiro et Nakane Akio.

⑶ Titulaire(s) :

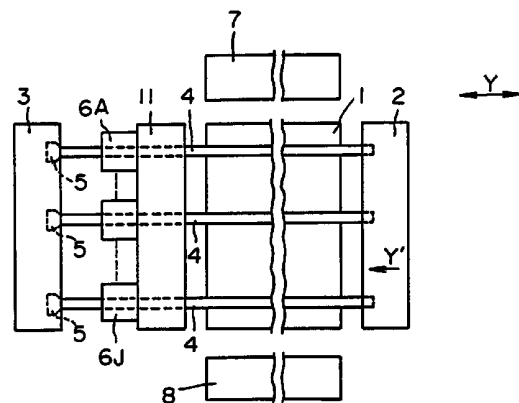
⑷ Mandataire : Cabinet Thébault.

⑸ Dispositif d'usinage par découpe de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse.

⑹ - L'invention concerne un dispositif d'usinage par découpe de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse.

- L'objet de l'invention est un dispositif d'usinage par découpe de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mise en place (3, 11) destinés à insérer dans un tuyau à traiter (10A-10J) une barre formant noyau (4) munie d'une lame de coupe (5) à l'une de ses extrémités, des moyens de mise en rotation (6A-6J) destinés à faire tourner ledit tuyau (10A-10J) mis en place par les moyens de mise en place autour de son axe par rapport à ladite barre formant noyau (4), des moyens d'amenée (7) en vue d'usiner la surface intérieure dudit tuyau à l'aide de ladite lame de coupe (5), tout en poussant par rapport audit tuyau la barre formant noyau (4) qui est fixée à son autre extrémité, et des moyens de commande destinés à commander chacun desdits moyens.

- Application notamment à la fabrication de canalisations d'injection de carburant pour moteurs Diesel.



**DISPOSITIF D'USINAGE PAR DECOUPE DE LA SURFACE  
CIRCONFÉRENTIELLE INTERIEURE D'UN TUYAU DE PETIT DIAMETRE  
A PAROI EPAISSE**

La présente invention concerne un dispositif d'usinage par découpe de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse qui doit être lisse sur sa surface circonférentielle intérieure, et plus  
5 particulièrement, un dispositif d'usinage par découpe de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse destiné à la fabrication de tuyaux de petit diamètre à paroi épaisse au cours de laquelle on répète plusieurs fois sur un tuyau à traiter un processus comportant  
10 une étape d'allongement du tuyau et une étape de chauffage.

Un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse utilisé comme canalisation d'injection de carburant d'un moteur Diesel doit avoir une surface intérieure lisse pour réduire la résistance à l'intérieur du tuyau et pour empêcher le bouchage au niveau  
15 de la buse d'injection. De plus, il est nécessaire que les défauts, en particulier les fissures microscopiques de la surface circonférentielle intérieure du tuyau, soient réduits pour que le tuyau soit susceptible de résister à une fatigue répétée sous une pression élevée.

20 Ce type de tuyau de petit diamètre à paroi épaisse est réalisé par l'intermédiaire d'un procédé d'étirage à froid comportant des étapes répétées d'allongement et de chauffage du tuyau (tuyau en acier au carbone à l'origine). Le tuyau à traiter présente une couche superficielle noire comportant des  
25 fissures et des plis d'emboutissage concaves du fait qu'il s'agit d'un tuyau sans joint et réalisé par un procédé

d'étirage à froid. Dans ce cas, même si on réalise sur le tuyau à traiter un traitement de suppression de la couche superficielle noire en utilisant des moyens chimiques tel qu'un liquide acide, il est difficile de supprimer entièrement la couche superficielle noire pour modifier la surface circonférentielle intérieure du tuyau en une surface superficielle uniforme d'acier et, souvent, la couche superficielle noire reste.

Ceci peut entraîner un bouchage de la buse dû au fait qu'une partie de la couche superficielle noire est arrachée lorsqu'un tel tuyau est utilisé comme canalisation d'injection de carburant dans un moteur Diesel.

La Demanderesse a proposé dans la demande de brevet japonais examinée N° 51-21391 un procédé de fabrication d'un tuyau en acier au carbone de petit diamètre à paroi épaisse dans lequel, lors de la formation d'un tuyau à traiter en un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse, on supprime d'avance la couche superficielle noire de la surface circonférentielle intérieure du tuyau (ce qui est appelé ci-après usinage intérieur initial) par des moyens mécaniques (alésage ou meulage mécanique) pour transformer toute la surface intérieure du tuyau en une peau d'acier. Le procédé proposé permet d'obtenir un tuyau d'acier au carbone de petit diamètre à paroi épaisse ayant une surface circonférentielle intérieure qui est plus lisse et excellente du point de vue régularité et circularité et qui n'a pratiquement pas de couche superficielle noire sur sa surface intérieure.

Avec le procédé d'usinage interne initial selon la proposition décrite ci-dessus, il est possible de supprimer à peu près toute la couche superficielle noire, les impuretés, les plis d'emboutissage et les criques qui restent sur la surface circonférentielle intérieure du tuyau à traiter qui est fabriqué par un procédé de roulage à chaud. Cependant, si le tuyau à traiter est très irrégulier en épaisseur et qu'il est très ovalisé, certains de ces défauts peuvent rester et de plus, dans le procédé de fabrication d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse, il n'est pas possible d'éliminer les défauts qui sont ensuite introduits pendant une étape ultérieure d'allongement du tuyau effectuée sur le tuyau.

Dans la fabrication de ce type de tuyau de petit diamètre à paroi épaisse, on produit des plis d'emboutissage concaves sur la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau à traiter lors d'une étape d'allongement du tuyau effectuée sur le tuyau à traiter après usinage interne initial. Ensuite, les plis d'emboutissage se ferment et se transforment en fissures microscopiques. Même si la couche superficielle noire est supprimée en exécutant cet usinage interne selon le procédé proposé ci-dessus, des fissures d'une dimension pouvant atteindre 80  $\mu\text{m}$  peuvent être produites. Si on ne réalise pas l'usinage initial décrit ci-dessus, des fissures d'une dimension pouvant atteindre 300  $\mu\text{m}$  peuvent se produire. En outre, les tuyaux à traiter sont couramment irréguliers dans leur épaisseur et ovalisés du fait qu'ils sont fabriqués par un procédé de roulage à froid. De tels tuyaux à traiter ont été usinés suivant une technique analogue à un forage qui est un procédé de réalisation d'un trou profond dans lequel un outil de coupe est poussé tout en étant mis en rotation dans un tuyau à traiter fixé sur un montage de perçage. Ce procédé utilise un outil appelé outil de forage profond qui est supposé garantir la linéarité du trou, et cette technique a été utilisée afin d'empêcher que le trou usiné ne devienne ovale et incurvé. Comme l'usinage est réalisé tout en poussant l'outil, une grande résistance à l'usinage est exercée sur l'outil et le procédé ne peut pas être poursuivi du fait du flambage de l'arbre entraîné par les forces de poussée, sauf si le diamètre de l'arbre est augmentée. Lorsqu'un arbre épais est utilisé pour améliorer la rigidité, l'outil peut avancer en ligne droite sans reproduire la surface circonférentielle intérieure du tuyau à traiter qui est ovalisé du fait d'une épaisseur irrégulière. Dans ce cas, une couche superficielle noire peut rester non usinée même si on utilise un outil plus gros que le diamètre intérieur.

La présente invention a été conçue en tenant compte de la situation décrite ci-dessus vis à vis de ce type de dispositif d'usinage de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse. Un but de la présente invention vise à proposer un dispositif d'usinage par découpe de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse, en sorte que la couche superficielle

noire produite pendant le roulage à chaud soit complètement éliminée même pour un tuyau qui a une épaisseur irrégulière et qui est ovalisé ; même si les fissures microscopiques sont produites ultérieurement dans une étape d'allongement du tuyau après usinage intérieur initial, celles-ci sont supprimées de manière fiable ; on réalise ainsi des tests d'étanchéité en pression élevée vis à vis d'une pression intérieure répétée ; et un tuyau de petit diamètre de haute qualité est ainsi obtenu.

10 Afin d'atteindre le but décrit ci-dessus, le dispositif d'usinage par découpe de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse selon la présente invention comporte des moyens de mise en place destinés à insérer un tuyau à traiter autour d'une barre  
15 formant noyau munie d'une lame de coupe à l'une de ses extrémités, des moyens de mise en rotation pour mettre en rotation ledit tuyau mis en place par les moyens de mise en place autour de son axe par rapport à la dite barre formant noyau, des moyens d'amenée pour usiner la surface intérieure  
20 dudit tuyau à l'aide d'une lame de coupe tout en poussant la barre formant noyau qui est fixée et maintenue à l'autre extrémité par rapport audit tuyau à traiter, et des moyens de commande pour commander chacun de ces moyens.

Dans le dispositif pour usiner la surface  
25 circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse destiné à une installation de fabrication de tuyaux de petit diamètre à paroi épaisse selon la présente invention, un tuyau à traiter est inséré autour d'une barre formant noyau de petit diamètre munie d'une lame de coupe à  
30 l'une de ses extrémités, à l'aide des moyens de mise en place, avant de procéder à un allongement du tuyau réduisant le diamètre peu avant l'étape finale du procédé. Ensuite, le tuyau mis en place par les moyens de mise en place est mis en rotation autour de son axe par rapport à la barre formant  
35 noyau.

En outre, la barre formant noyau, qui est serrée à son autre extrémité, est tirée par rapport au tuyau à traiter. Il en résulte que, même si le tuyau à traiter a une épaisseur irrégulière et est ovalisé, la lame de coupe usine le tuyau en  
40 reproduisant sa surface circonférentielle intérieure. De plus,

même si des fissures microscopiques, des plis d'emboutissage concaves et analogues sont ensuite produits lors d'une étape d'allongement de tuyau effectuée avant ledit processus d'usinage, de tels défauts peuvent être éliminés. Dans ce cas, 5 comme le diamètre du tuyau est petit, lorsqu'on est proche de l'étape finale d'allongement du tuyau et que le tuyau est traité par un procédé à traction, aucune résistance importante à l'usinage n'est appliquée à la barre formant noyau et seuls sont exercés un couple d'attaque du métal et une poussée 10 axiale. Par conséquent, il est possible d'utiliser une barre formant noyau ayant un petit diamètre, qui est moins rigide que le tuyau à traiter et qui a une bonne capacité de reproduction et le processus d'usinage est exécuté sous traction. Ceci permet à la lame de coupe de la barre formant 15 noyau de petit diamètre de réaliser le processus d'usinage en reproduisant la surface circonférentielle intérieure, même si le tuyau à traiter a une épaisseur irrégulière et est ovalisé, en sorte d'enlever complètement la couche superficielle noire.

De plus, si un tuyau à traiter n'est pas mis en rotation 20 et qu'une barre formant noyau est mise en rotation pendant le processus d'usinage, une barre longue est l'objet de vibrations auto-entretenues augmentant la rugosité de la surface traitée. Cependant, en faisant tourner le tuyau à traiter au lieu de faire tourner la barre formant noyau, il 25 est possible d'empêcher la vibration auto-entretenu de la barre, ce qui stabilise le traitement et réduit la rugosité de la surface traitée.

Les étapes d'allongement et de chauffage du tuyau sont mises en oeuvre sur le tuyau qui a été usiné sur sa surface 30 circonférentielle intérieure comme décrit ci-dessus, et on obtient un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse ayant une surface circonférentielle intérieure de grande qualité.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, faite à titre d'exemple et en 35 référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une première étape du procédé consistant en un processus d'usinage qui est une partie importante du mode de réalisation d'un dispositif d'usinage par découpe de la surface

- circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse selon la présente invention,
- la figure 2 représente une deuxième étape du processus,
  - 5 - la figure 3 représente une troisième étape du processus,
  - la figure 4 représente une quatrième étape du processus,
  - la figure 5 est une vue en coupe prise selon la ligne  
10 A-A de la figure 3,
  - la figure 6 est un ordinogramme illustrant le fonctionnement d'un mode de réalisation de la présente invention,
  - la figure 7 est un schéma correspondant à la figure 5  
15 pour un deuxième mode de réalisation,
  - la figure 8 est un schéma correspondant à la figure 5 pour un troisième mode de réalisation.

Dans le premier mode de réalisation du dispositif pour usiner la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de  
20 petit diamètre à paroi épaisse selon la présente invention, représenté sur les figures 1 à 4, un élément 2 de support et de déplacement et un élément 3 de support de barres formant noyaux, sont montés de manière à être mobiles sur un banc (non représenté) dans la direction de déplacement indiqué par la  
25 flèche Y sur les figures, en sorte qu'ils encadrent une table stationnaire 1 de support de tuyaux, destinée à supporter un tuyau à traiter. Chacune des barres 4 formant noyaux supportées par l'élément 2 de support et de déplacement et par l'élément 3 de support de barres, comporte une lame de coupe 5  
30 à l'une de ses extrémités.

L'élément 3 de support de barres formant noyaux est configuré de telle manière qu'il peut déplacer les barres 4 dans la direction axiale (la direction Y) des barres 4, tout en maintenant et en fixant les barres 4 du côté de leur  
35 extrémité portant les lames de coupe 5. L'élément 2 de support et de déplacement est configuré de telle sorte qu'il peut déplacer les barres 4 dans la direction axiale (direction Y) des barres 4, tout en maintenant et en fixant les barres 4 du côté de leur autre extrémité. L'élément 2 de support et de  
40 déplacement et l'élément 3 de support de barres sont agencés

pour pouvoir maintenir plusieurs barres en même temps (par exemple 10).

Un mandrin 11, destiné à prendre en charge et à serrer les tuyaux 10A-10J est disposé en vis-à-vis de l'élément 3 du support de barres. Le mandrin 11 comporte des dispositifs rotatifs 6A-6J agencés de manière à ce qu'ils mettent en rotation les tuyaux autour de leur axe.

Un dispositif 7 d'amenée de tuyaux est prévu sur un côté de la table 1 et une table 8 de réception de produits est prévue sur l'autre côté de celle-ci. La table 1 de support de tuyaux, l'élément 2 de support et de déplacement, l'élément 3 de support des barres formant noyaux, le dispositif 7 d'amenée des tuyaux, la table 8 de réception de produits et le mandrin 11 auquel les dispositifs rotatifs 6A-6J sont reliés, sont agencés de manière qu'ils agissent en fonction de signaux de commande provenant d'un circuit de commande (non représenté).

Un processus d'allongement et de chauffage des tuyaux à traiter est répété plusieurs fois pour fabriquer un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse. Dans le premier mode de réalisation, ce processus est répété quatre fois et, à la troisième étape du processus, le tuyau à traiter est amené vers le dispositif d'usinage de la surface circonférentielle intérieure de tuyaux de petit diamètre à paroi épaisse représenté sur les figures 1 à 4 pour réaliser un processus d'usinage de la surface circonférentielle intérieure.

Ensuite, le fonctionnement de ce premier mode de réalisation sera décrit en référence à l'ordinogramme de la figure 6. Dans ce mode de réalisation, différentes opérations préalables sont réalisées avant le processus d'usinage de la surface circonférentielle intérieure des tuyaux à traiter. Tout d'abord, on va décrire de telles opérations préalables.

Dans le premier mode de réalisation, un tuyau en acier au carbone JIS G 3455 STS 370 ayant un diamètre extérieur de 34 millimètres et une épaisseur de 4,5 millimètres, étiré à chaud, a été utilisé en tant que tuyau à traiter. Tout d'abord, on a réalisé un décapage à la température de 60° C pendant 30 à 60 minutes dans une solution d'acide sulfurique à 20 % pour enlever les dépôts situés sur les surfaces intérieure et extérieure, puis un rinçage à l'eau et un

traitement de neutralisation en utilisant une solution aqueuse de soude caustique.

Ensuite, le tuyau a été plongé dans un liquide de bondérisation (fabriqué par NIPPON PARKERIZING K.K.) pour former des films de phosphore de zinc sur ses surfaces intérieure et extérieure.

Par la suite, le tuyau a été matricé pour permettre à son extrémité d'être insérée dans une matrice d'étirage et a été plongé dans une huile de lubrification. Une première étape d'allongement du tuyau a été réalisée pour réduire le diamètre extérieur et l'épaisseur à 27 millimètres et 3,7 millimètres respectivement, en utilisant un poinçon et une matrice, on a ensuite effectué un recuit à 800° C pendant 10 minutes en utilisant un gaz DX brillant. On a alors effectué une seconde étape d'allongement du tuyau avec recuit pour réduire le diamètre extérieur et l'épaisseur à 21 millimètres et 3,6 millimètres respectivement, et on a de plus réalisé une troisième étape d'allongement du tuyau avec recuit pour réduire le diamètre extérieur et l'épaisseur à 15 millimètres et 3,0 millimètres respectivement. En outre, une quatrième étape d'allongement de tuyau a été effectuée pour réduire le diamètre extérieur et l'épaisseur à 9,5 millimètres et 2,55 millimètres respectivement et ensuite on a réalisé un calibrage, on a coupé le tuyau à la dimension désirée, et on a procédé au chanfreinage d'une extrémité.

Lorsque ces opérations préalables ont été réalisées, on effectue l'étape S1 de la figure 6 dans laquelle on réalise le processus d'usinage dans le premier mode de réalisation du dispositif d'usinage de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse selon la présente invention. Tout d'abord, à l'étape 1, l'élément 2 de support et de déplacement qui maintient et fixe les barres 4 à leur extrémité opposée aux lames de coupe 5 se déplace dans la direction Y' vers la table 1 de support de coupe, et le côté des barres 4 portant les lames de coupe 5 pénètre à travers le mandrin 11 et est maintenu et fixé à l'élément 3 de support des barres (voir figure 1).

Ensuite, l'élément 3 de support des barres qui maintient et fixe le côté des barres 4 portant les lames de coupe 5 et la mandrin comportant les dispositifs rotatifs 6A-6J se

déplacent dans la direction Y' en s'éloignant de la table 1. Ensuite, les tuyaux 10A-10J ayant un diamètre extérieur de 9,5 millimètres et une épaisseur de 2,55 millimètres sur lesquels on a effectué lesdites opérations préalables, sont amenés à partir du dispositif 7 d'amenée des tuyaux jusqu'à la table 1, et une extrémité chanfreinée de chaque tuyau est disposée en vis-à-vis de l'extrémité d'une barre 4 maintenue et fixée sur l'élément 3 de support des barres (voir figure 2). A l'étape S2, l'élément 3 de support des barres, le mandrin 11 et les dispositifs rotatifs 6A-6J se déplacent dans une direction Y" vers la table 1 de support et il en résulte que les barres 4 sont insérées dans les tuyaux à traiter 10A-10J ; au même moment, le mandrin 11 ainsi que les dispositifs rotatifs 6A-6J sont engagés extérieurement sur les tuyaux 10A-10J en sorte que ces derniers sont insérés au travers du mandrin 11. Les parties des lames de coupe 5 maintenues par l'élément 3 font saillie à partir des extrémités des tuyaux respectifs 10A-10J ; et les barres 4 pénètrent dans les tuyaux respectifs 10A-10J en faisant saillie par leur extrémité opposée du côté de l'élément 2 de support et de déplacement.

Ensuite, l'élément 2 de support et de déplacement se déplace dans la direction Y' ; les extrémités des barres 4 faisant saillie à partir des extrémités opposées des tuyaux 10A-10J, sont maintenues et fixées par l'élément 2 de support et de déplacement ; le côté des barres 4 portant les lames de coupe 5 est libéré et bloqué par l'élément 3 de support des barres et l'élément 3 de support des barres se déplace légèrement dans la direction Y' en sorte que le processus d'usinage de la surface circonférentielle intérieure démarre (voir les figures 3 et 5). Ensuite, les tuyaux 10A-10J sont serrés par le mandrin 11 et les dispositifs rotatifs 6A-6J sont entraînés en rotation, entraînant les tuyaux comme indiqué par la flèche autour de leur axe, avec une vitesse de rotation d'environ 3000 à 4000 tours par minute.

Ensuite, à l'étape 4, l'élément 2 de support et de déplacement se déplace dans la direction Y" (voir la figure 4) en s'éloignant de la table 1 de support avec une vitesse d'environ 100 à 300 millimètres par minute. Ainsi, les lames de coupe 5, qui ne sont pas mises en rotation, se déplacent dans la direction Y" tout en reproduisant les surfaces

circonférentielles intérieures des tuyaux 10A-10J qui sont mis en rotation pour effectuer un usinage par coupe des surfaces circonférentielles intérieures des tuyaux 10A-10J, avec apport d'huile de coupe. A ce moment, le processus d'usinage est  
5 réalisé alors que de l'huile de coupe est amenée jusque dans la zone des lames de coupe 5, via les extrémités des tuyaux et de telle manière que les bords des lames de coupe 5 sont lubrifiés et refroidis et que les copeaux sont éjectés. Lorsque les lames de coupe 5 des barres 4 sortent des tuyaux,  
10 l'opération d'usinage est terminée ; la rotation des tuyaux est arrêtée, le mandrin 11 ainsi que l'élément 3 de support de barres, se déplacent dans la direction Y' jusqu'à ce qu'ils dégagent les extrémités des tuyaux, et les tuyaux 10A-10J sont transférés à la table 8 de réception des produits.

15 Des traitements ultérieurs tels que décrits ci-dessus sont effectués sur les tuyaux 10A-10J qui ont été réalisés.

Après que les copeaux ont été éjectés et que l'huile de coupe a été enlevée, les tuyaux sont recuits et plongés dans une huile de lubrification et la cinquième étape, qui est  
20 l'étape finale du procédé, du présent mode de réalisation, démarre.

A la cinquième étape du procédé, l'étape finale d'allongement du tuyau est réalisée pour réduire le diamètre extérieur et l'épaisseur à 6,4 millimètres et 2,0 millimètres  
25 respectivement ; une inspection dimensionnelle est réalisée après calibrage ; et on coupe à la dimension désirée, on chanfreine, on nettoie à l'aide de triéthane et on effectue un recuit pour achever le traitement.

Ainsi, dans le présent mode de réalisation, le processus  
30 d'usinage par découpe est effectué en reproduisant les surfaces circonférentielles intérieures des tuyaux à traiter 10A-10J après la quatrième étape du procédé, lequel comporte au total cinq étapes. Il en résulte que même s'il y a une irrégularité d'épaisseur ou une ovalisation, la couche  
35 superficielle noire produite lors du roulage à chaud est complètement supprimée et les plis d'emboutissage concaves produits pendant les étapes antérieures d'allongement du tuyau et les fissures microscopiques de dimensions pouvant atteindre  
80  $\mu\text{m}$  résultant des plis d'emboutissage sont éliminés. Ainsi,  
40 la couche superficielle noire située sur la surface

circonférentielle intérieure est complètement éliminée ; la surface ne comporte pratiquement pas de fissures microscopiques et est extrêmement lisse, et on obtient un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse de haute qualité ayant  
5 une circularité et une uniformité excellentes.

Maintenant, un autre exemple de réalisation va être décrit dans lequel les tuyaux à traiter subissent au total cinq fois les étapes répétées d'allongement et de chauffage et un processus d'usinage par découpe de leur surface  
10 circonférentielle intérieure est réalisé avant la quatrième étape du procédé en utilisant des dispositifs identiques à ceux du premier mode de réalisation.

Dans ce mode de réalisation, les premières étapes du procédé, jusqu'à la troisième, sont toutes identiques à celles  
15 du premier mode de réalisation, à l'exception du fait qu'une étape d'allongement du tuyau, destinée à réduire l'épaisseur à 3,45 millimètres, est réalisée lors de la troisième étape du procédé.

Le processus d'usinage par découpe est réalisé sur les  
20 surfaces circonférentielles intérieures avant la quatrième étape d'allongement du tuyau, les conditions de ce processus étant identiques à celles du premier mode de réalisation, à l'exception du fait que la vitesse de rotation des tuyaux à traiter est d'environ 2000 à 3000 tours par minute.

Les copeaux situés à l'intérieur des tuyaux traités ont  
25 été enlevés et, après un nettoyage au triéthane et un recuit, la quatrième étape d'allongement du tuyau a été réalisée pour réduire le diamètre extérieur et l'épaisseur à 9,5 millimètres et 2,75 millimètres respectivement. Ensuite, un matriçage et  
30 un recuit ont été effectués et, après calibrage et chanfreinage, les tuyaux ont été transférés vers la cinquième étape, qui est l'étape finale du procédé.

A la cinquième étape du procédé, un allongement du tuyau a été réalisé pour réduire le diamètre extérieur et l'épaisseur  
35 jusqu'à 6,4 millimètres et 2,2 millimètres respectivement. Les opérations ultérieures sont identiques à celles du premier mode de réalisation.

Sur la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse ainsi traité, la couche  
40 superficielle noire produite pendant le roulage à chaud a été

complètement éliminée par le processus d'usinage par découpe en reproduisant la surface circonférentielle intérieure ; les plis d'emboutissage concaves produits pendant l'étape d'allongement du tuyau ont été éliminés et l'état des fissures  
5 microscopiques de dimension pouvant atteindre 80  $\mu\text{m}$  résultant des plis d'emboutissage a été amélioré de manière substantielle, jusqu'à avoir une dimension maximale de 30  $\mu\text{m}$ .

Bien que le mode de réalisation décrit ci-dessus soit représentatif d'un exemple dans lequel les tuyaux à traiter  
10 sont mis en rotation et les barres formant noyaux se déplacent, on va maintenant décrire, en référence à la figure 7, un deuxième mode de réalisation dans lequel les tuyaux à traiter sont déplacés tout en étant mis en rotation et les barres formant noyaux sont fixes au lieu d'être mises en  
15 rotation.

La structure et la disposition représentées sur la figure 7 sont à peu près similaires à celles du premier mode de réalisation, à l'exception du fait que l'élément 2 de support et de déplacement est remplacé par un élément 2' de support  
20 stationnaire qui est stationnaire dans une position prédéterminée, et la table 1 de support des tuyaux est remplacée par une table 1' de support et déplacement des tuyaux qui est capable de se déplacer tout en maintenant les tuyaux à traiter 10A-10J.

On va maintenant décrire brièvement le fonctionnement du  
25 second mode de réalisation. Le second mode de réalisation est agencé en sorte que les lames de coupe 5 montées sur les barres 4 formant noyaux qui sont maintenues et fixées par l'élément 2' stationnaire au niveau de leurs extrémités en  
30 saillie et qui sont insérées dans les tuyaux à traiter 10A-10J, réalisent l'usinage en se déplaçant dans la direction Y', de telle sorte qu'elles reproduisent les surfaces circonférentielles intérieures des tuyaux à traiter. Afin de ne pas gêner le processus d'usinage, l'élément 3 de support  
35 des barres formant noyaux est déplacé dans la direction Y' avec la table 1' de support et le mandrin 11.

La figure 8 représente un troisième mode de réalisation de la présente invention qui est agencé à peu près comme le premier mode de réalisation, à l'exception du fait que la  
40 table 1 de support des tuyaux sur laquelle les tuyaux à

traiter sont placés, est remplacée par une table mobile 1' de support et de déplacement des tuyaux, comme dans le second mode de réalisation, et que l'élément de support destiné à supporter et à fixer une extrémité de chaque barre 4 est 5 l'élément 2 de déplacement et de support du premier mode de réalisation.

Dans ce mode de réalisation, les tuyaux à traiter 10A-10J sont déplacés dans la direction Y' tout en étant mis en rotation, et l'élément 2 de déplacement et de support 10 supportant et bloquant une extrémité de chaque barre 4 est déplacé dans la direction Y" qui est opposée à la direction Y'. Il en résulte que le processus d'usinage par reproduction des surfaces circonférentielles intérieures à l'aide des lames de coupe 5 peut être effectué efficacement en peu de temps.

15 Si les tuyaux à traiter sont courts, les barres formant noyaux peuvent être mises en rotation, alors que les tuyaux sont maintenus stationnaires.

Bien que les tuyaux à traiter des modes de réalisation décrits ci-dessus sont des tuyaux habituels sur lesquels 20 l'usinage interne initial n'est pas prévu, si le processus d'usinage est réalisé sur un tuyau qui a été traité par cet usinage initial en utilisant le dispositif d'usinage par découpe de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse, la vitesse d'usinage est 25 augmentée, ce qui réduit le coût de l'usinage et il sera possible de supprimer de manière plus efficace les fissures microscopiques et la couche superficielle noire produite pendant le roulage à chaud.

Bien que les modes de réalisation décrits ci-dessus 30 illustrent la fabrication d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse ayant un diamètre extérieur de 6,4 millimètres et une épaisseur de 2,0 à 2,2 millimètres, utilisé comme canalisation d'injection de carburant pour un moteur Diesel d'automobile, un tuyau de petit diamètre ayant d'autres dimensions peut être 35 fabriqué, tel qu'un tuyau à diamètre extérieur de 6 à 15 millimètres et épaisseur de 1,8 à 5,5 millimètres, destiné à être utilisé avec un moteur Diesel de machine, de navire, ou analogue.

Les modes de réalisation décrits ci-dessus fournissent un 40 tuyau de petit diamètre à paroi épaisse de haute qualité dans

lequel les fissures microscopiques ont été réduites au-moins jusqu'à une dimension maximale d'environ 30  $\mu\text{m}$  ; la sensibilité à l'effet d'entaille est devenue faible par rapport à la pression intérieure ; un test d'étanchéité en 5 pression vis-à-vis d'une pression interne répétée a été effectué jusqu'à 1500 bars/cm<sup>2</sup>.

Comme décrit en détail ci-dessus, le dispositif d'usinage par découpe de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse selon la présente 10 invention, réalise un processus d'usinage qui est mis en oeuvre par reproduction de la surface circonférentielle intérieure d'un tuyau avant de mettre en oeuvre l'étape d'allongement du tuyau proche de l'étape finale du procédé comportant des étapes répétées d'allongement et de chauffage 15 du tuyau. Par suite, on obtient un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse dans lequel la couche superficielle noire produite pendant le roulage à chaud est complètement éliminée, même pour un tuyau qui a une épaisseur irrégulière et est ovalisé ; les fissures microscopiques sur la surface 20 circonférentielle intérieure sont réduites, le poli de la surface circonférentielle intérieure est amélioré, la circularité et l'uniformité sont excellentes ; on obtient des propriétés élevées de résistance à la pression et une haute qualité ; l'étanchéité en pression vis-à-vis d'une pression 25 interne est améliorée de manière toute particulière.

Il est à noter que la description ci-dessus est donnée uniquement à titre d'exemple de l'invention. Différentes variantes et modifications peuvent être apportées par l'homme du métier sans sortir du cadre de l'invention. En conséquence, 30 la présente invention englobe toutes ces variantes, modifications et différences dans le cadre des revendications annexées.

=====  
 =====  
 =====

1. Dispositif d'usinage par découpe de la surface  
 circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à  
 paroi épaisse, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de  
 mise en place (3,11) destinés à insérer dans un tuyau à  
 5 traiter (10A-10J) une barre formant noyau (4) munie d'une lame  
 de coupe (5) à l'une de ses extrémités, des moyens de mise en  
 rotation (6A-6J) destinés à faire tourner ledit tuyau (10A-  
 10J) mis en place par les moyens de mise en place autour de  
 son axe par rapport à ladite barre formant noyau (4), des  
 10 moyens d'amenée (7) en vue d'usiner la surface intérieure  
 dudit tuyau à l'aide de ladite lame de coupe (5), tout en  
 poussant par rapport audit tuyau la barre formant noyau (4)  
 qui est fixée à son autre extrémité, et des moyens de commande  
 destinés à commander chacun desdits moyens.

15 2. Dispositif d'usinage par découpe de la surface  
 circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à  
 paroi épaisse selon la revendication 1, caractérisé en ce que  
 lesdits moyens de mise en place (3,11), de mise en rotation  
 (6A-6J) et d'amenée (7) sont agencés de telle sorte que  
 20 plusieurs tuyaux (10A-10J) sont traités simultanément.

3. Dispositif d'usinage par découpe de la surface  
 circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à  
 paroi épaisse selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce  
 que lesdits moyens de mise en rotation (6A-6J) mettent en  
 25 rotation ledit tuyau à traiter (10A-10J).

4. Dispositif d'usinage par découpe de la surface  
 circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à  
 paroi épaisse selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce  
 que lesdits moyens d'amenée (7) comportent des moyens de  
 30 support et de déplacement qui se déplacent tout en maintenant  
 fixée l'autre extrémité de ladite barre formant noyau (4) et  
 en ce qu'il comporte une table stationnaire (2') de support de  
 tuyaux destinée à maintenir le tuyau à traiter (10A-10J).

5. Dispositif d'usinage par découpe de la surface  
 35 circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à  
 paroi épaisse selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce  
 que lesdits moyens d'amenée (7) comportent un élément de  
 support stationnaire (2') destiné à maintenir fixe l'autre

extrémité de ladite barre formant noyau (4) et en ce qu'il comporte une table de déplacement et de support de tuyau (1') se déplaçant tout en maintenant le tuyau à traiter (10A-10J).

6. Dispositif d'usinage par découpe de la surface  
5 circonférentielle intérieure d'un tuyau de petit diamètre à paroi épaisse selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens d'amenée (7) comportent un élément de support et de déplacement (2) qui se déplace dans une direction (Y'') tout en maintenant l'autre extrémité de ladite  
10 barre formant noyau (4) et en ce qu'il comporte une table de déplacement et de support de tuyau (1') se déplaçant dans la direction (Y') opposée à ladite direction (Y'') tout en maintenant le tuyau à traiter (10A-10J).

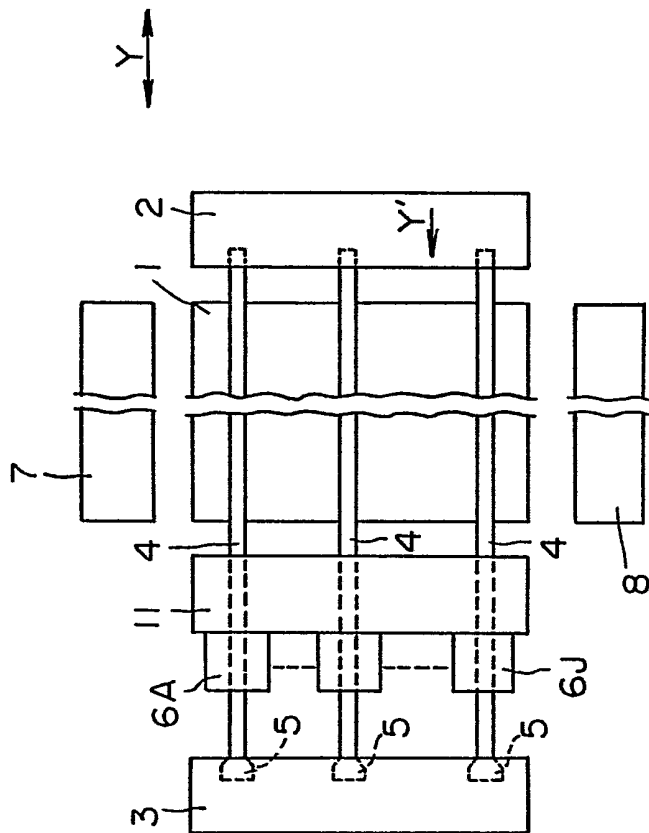


Fig. 1

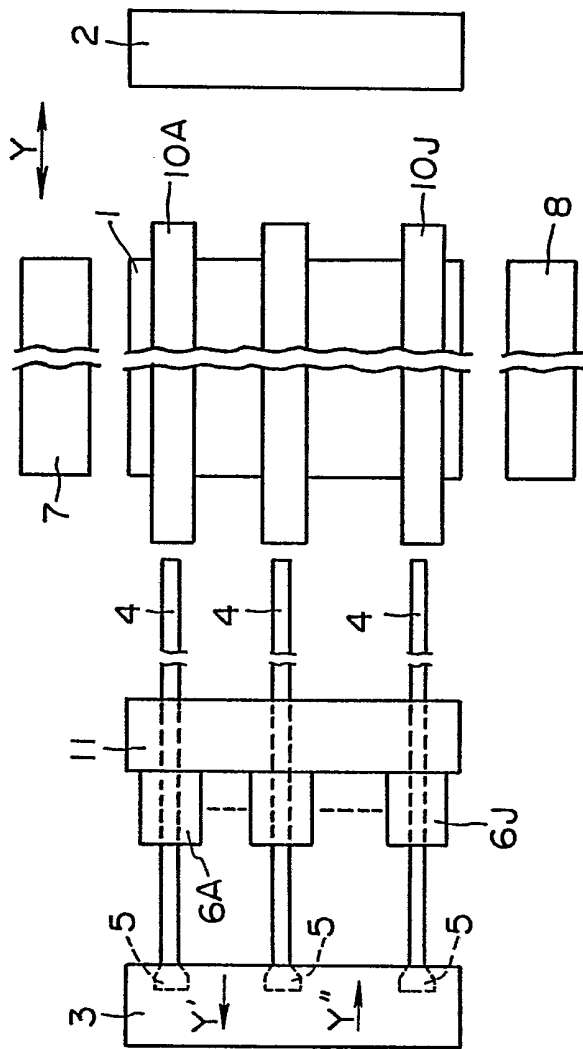


Fig. 2

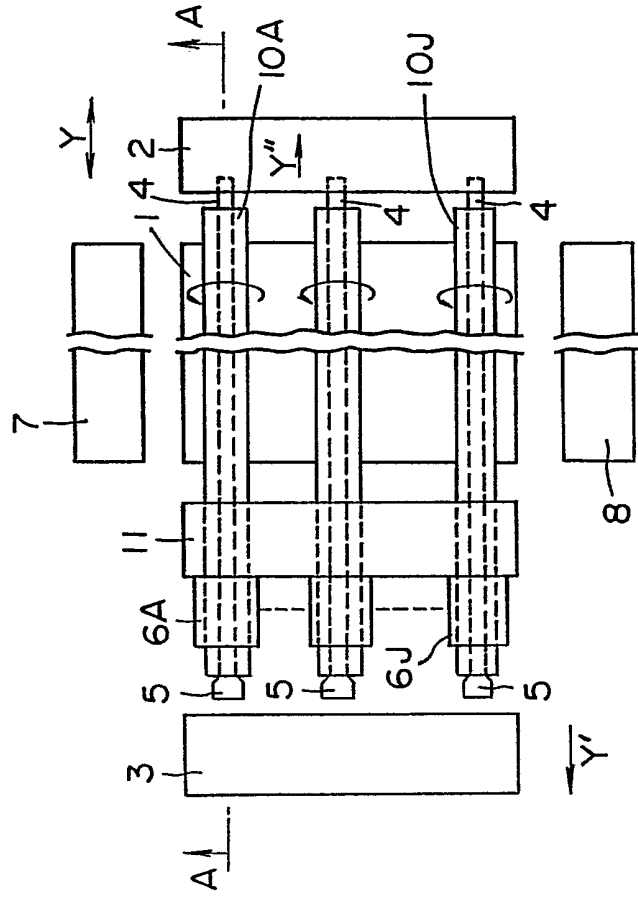


Fig. 3

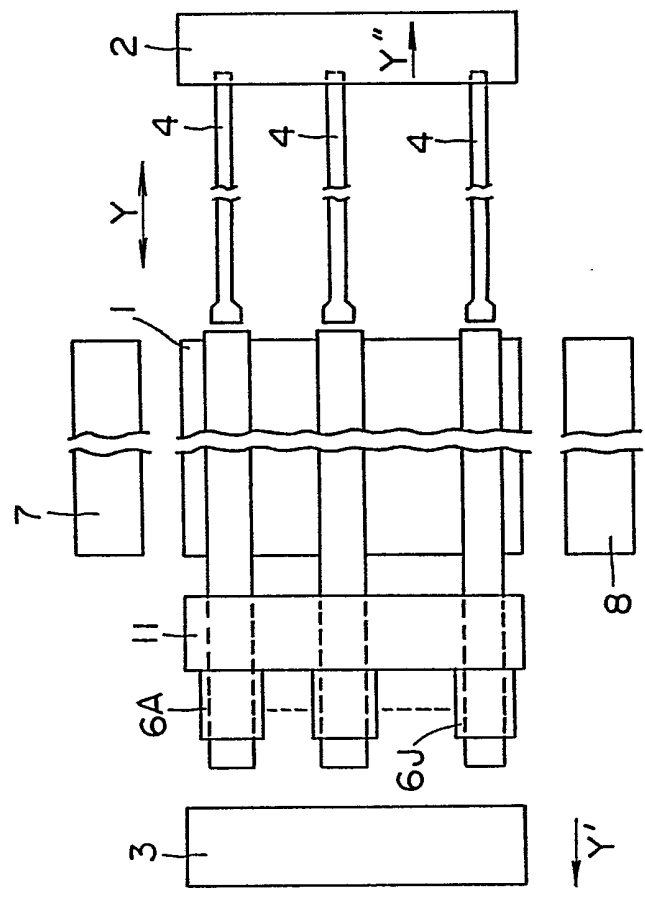


Fig. 4

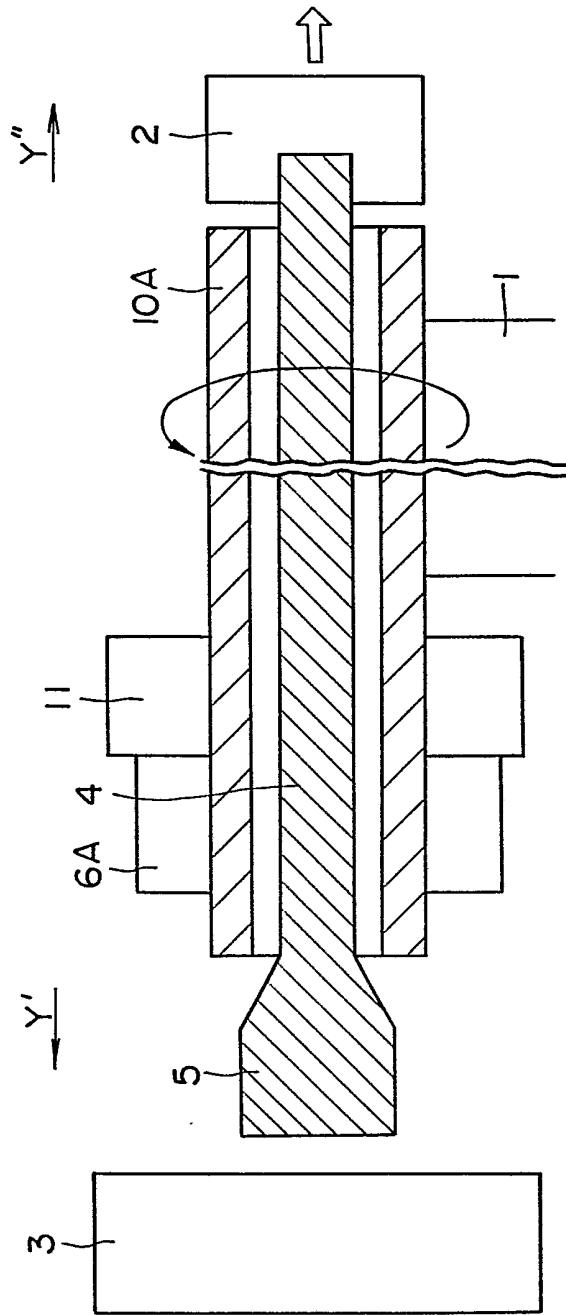


Fig. 5

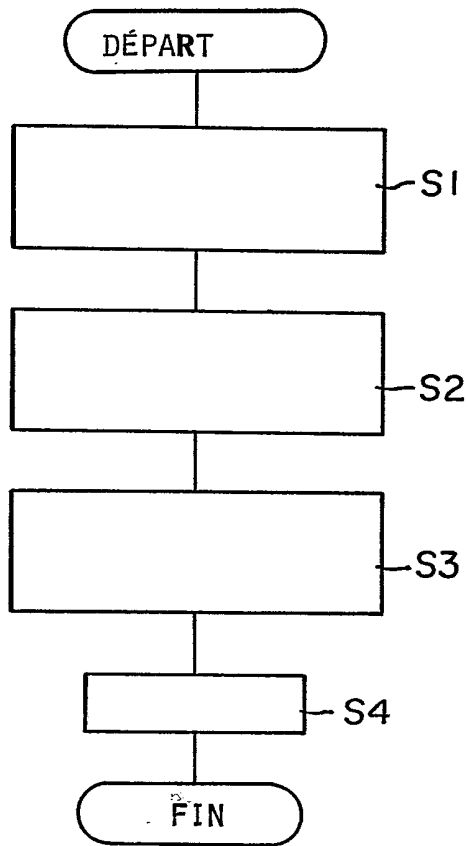


Fig. 6

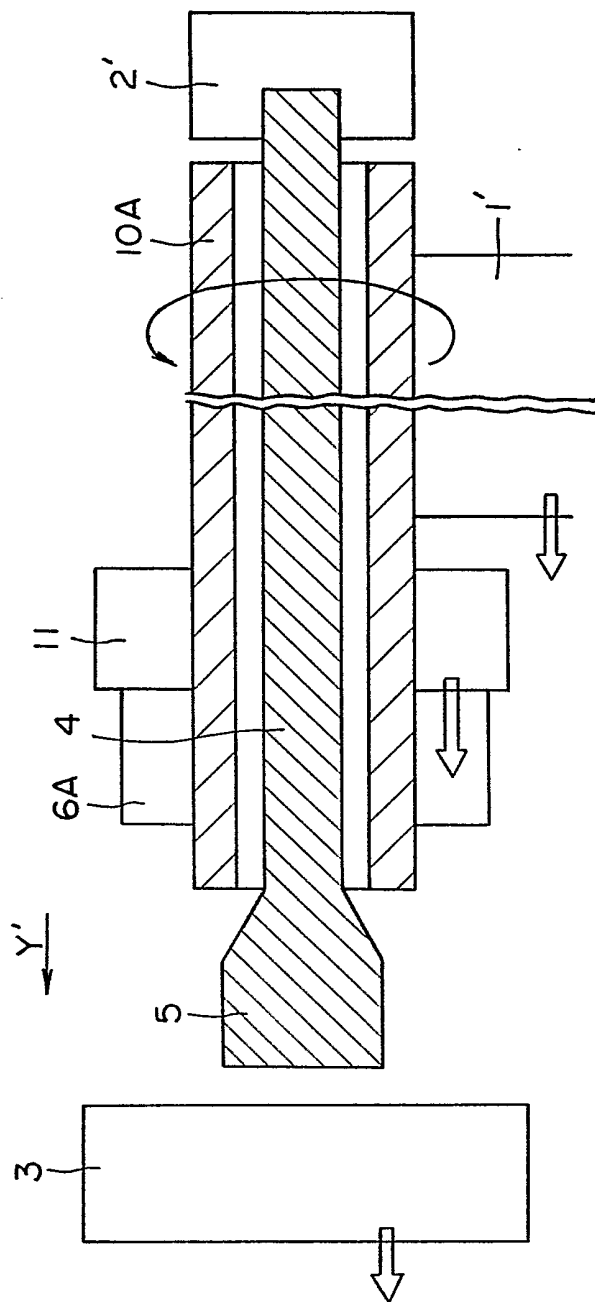


Fig. 7

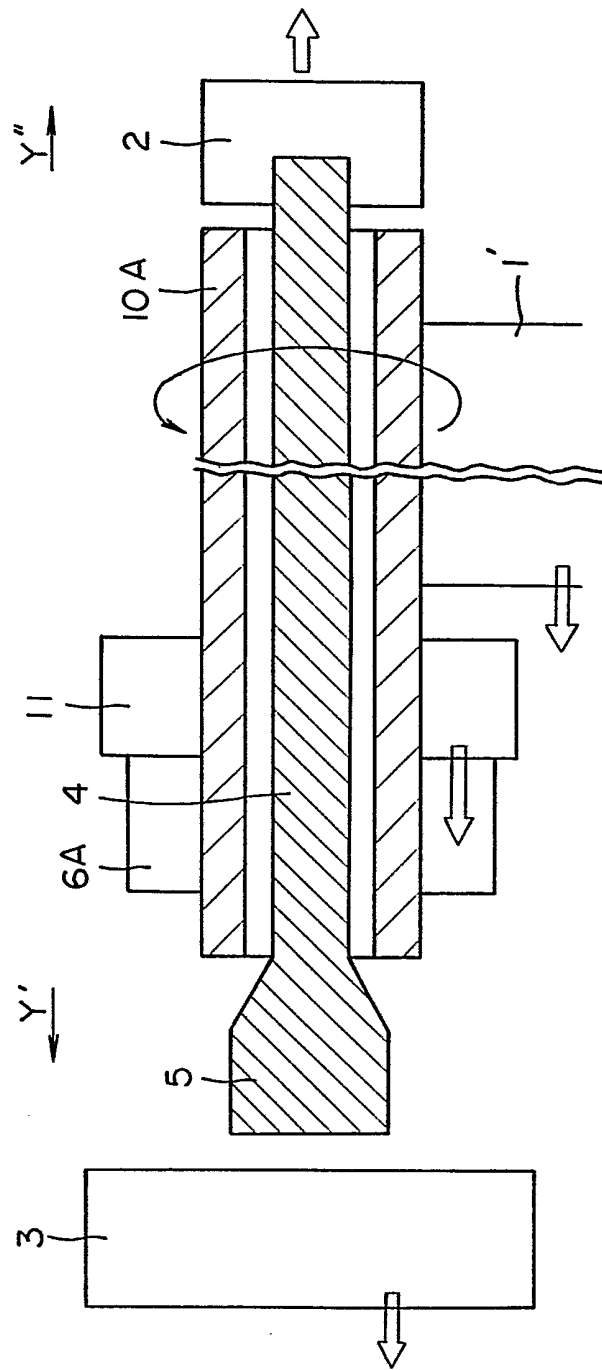


Fig. 8