

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 881 061 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

02.12.1998 Bulletin 1998/49

(51) Int Cl.⁶: **B30B 11/00, B28B 21/18**

(21) Numéro de dépôt: **97402740.1**

(22) Date de dépôt: **17.11.1997**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **18.11.1996 FR 9614026**

(71) Demandeur: **SOCIETE DES CERAMIQUES
TECHNIQUES**

65460 Bazet (FR)

(72) Inventeurs:

- **Martreuil, Martial**
65100 Bartres (FR)
- **Henneguez, Philippe**
65000 Tarbes (FR)

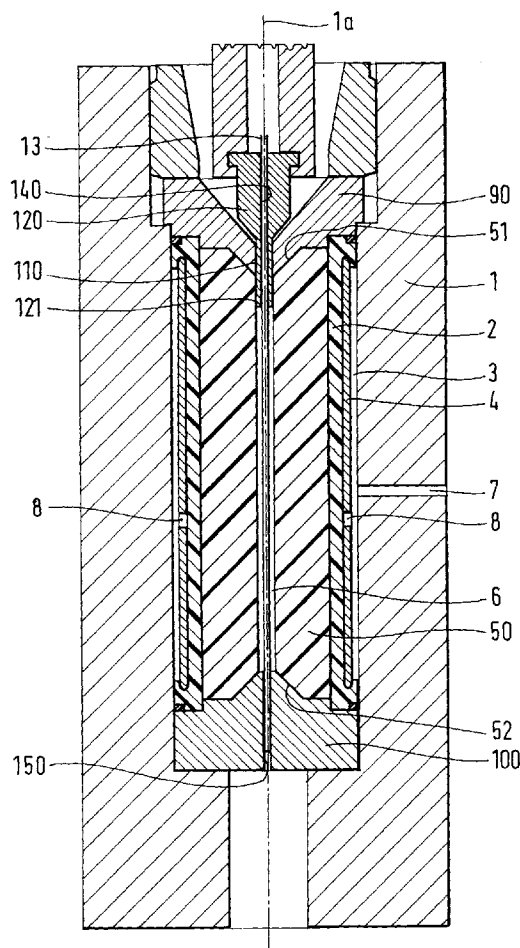
(74) Mandataire: **Pochart, François et al**

**Cabinet Hirsch,
34, rue de Bassano
75008 Paris (FR)**

(54) **Outils et procédé de production de tubes en céramique à l'aide de cet outillage**

(57) L'outillage pour la fabrication de tubes en céramique par pressage isostatique selon la méthode "dry-bag" comprend un pot de presse (1), une gaine en élastomère (2), un moule (50) monté de façon coaxiale à l'intérieur de la gaine et comportant une cavité centrale cylindrique (6), deux bagues métalliques (90, 100) fixées respectivement sur la partie supérieure et la partie inférieure du pot pour maintenir le moule et la gaine, au moins un poinçon (120) mobile par rapport au moule et coopérant avec une des deux bagues, une broche (13) mobile par rapport au moule et au poinçon. Au moins une extrémité du moule présente une surface conique concave (52) d'axe identique à l'axe du moule, qui s'étend jusqu'à la cavité cylindrique du moule et qui sert d'appui à une surface conique complémentaire d'une des bagues. A l'autre extrémité du moule, une pièce tubulaire (121) et coaxiale au moule vient s'introduire dans la cavité cylindrique du moule sur une partie de la longueur de cette cavité. Cet outillage permet d'obtenir des tubes en céramique ayant une bonne concentricité.

FIG. 2



EP 0 881 061 A1

Description

L'invention concerne un outillage et un procédé de production de tubes en céramique par pressage isostatique à l'aide d'un tel outillage.

Le pressage isostatique suivi du frittage est une méthode bien connue de production de pièces en céramique. Suivant cette méthode, un mélange de poudre céramique et de liants organiques est tout d'abord mis en suspension dans un solvant de ces liants, puis cette suspension est soumise à une atomisation qui évapore le solvant et met le mélange de poudre et de liants sous forme de granules déformables d'une dimension de quelques dizaines à quelques centaines de microns, l'ensemble de ces granules étant appelé ci-dessous "le grain". Ce grain est ensuite placé dans un moule déformable qui présente une cavité de forme homothétique à la forme de la pièce à réaliser, ceci pour compenser le retrait qui surviendra pendant le frittage.

Dans une variante de cette méthode de production par pressage isostatique, dite "dry-bag", qui est celle utilisée par l'invention, ce moule est lui-même placé dans une gaine déformable de forme généralement cylindrique qu'on place dans le pot d'une presse isostatique, c'est-à-dire dans une enceinte où on introduit un liquide dont on augmente la pression jusqu'à quelques kilobars. La gaine transmet cette pression, qu'elle reçoit sur sa surface extérieure, au moule qui, en se déformant, la transmet au grain qu'il renferme, ce qui le compacte en une ébauche manipulable. Cette ébauche est ensuite frittée pour obtenir la pièce céramique. Pour réaliser un tube, on utilise un moule dont la surface intérieure est un cylindre et on place à l'intérieur du moule et coaxialement à sa surface intérieure une broche constituée d'un matériau dur.

Les figures 1A et 1B illustrent un outillage connu de pressage de tubes par la méthode dry-bag. Cet outillage comprend :

- un pot de presse 1 métallique, généralement en acier, de forme générale cylindrique et à parois épaisses pour résister à des pressions élevées. De façon classique, ce pot, dont l'axe longitudinal la est de préférence orienté verticalement, est monté sur une traverse elle-même fixe ou mobile par coulissement le long de colonnes cylindriques verticales qui font partie du châssis de la presse. Cette traverse et les colonnes ne sont pas représentées sur les figures 1A et 1B ;
- une gaine 2 de forme générale tubulaire, montée coaxialement à l'intérieur du pot et constituée d'un élastomère. Un espace vide 3 subsiste entre la paroi extérieure de cette gaine 2 et la surface intérieure du pot 1. La gaine peut être maintenue rectiligne par un fourreau métallique 4 destiné à la rigidifier ;
- un moule 5 monté à l'intérieur de la gaine et coaxialement au pot, qui comporte une cavité 6 cylindrique où sera moulée la pièce. Ce moule est constitué en

un matériau élastomère ;

- des canaux de circulation 7 traversant la paroi du pot et des canaux de circulation 8 traversant la paroi du fourreau qui permettent d'introduire à partir d'un groupe hydraulique situé à l'extérieur du pot et non représenté, un liquide sous pression dans l'espace vide 3 et dans l'espace entre la gaine et le moule ;
- une première bague métallique 9 fixée sur l'extrémité supérieur du pot pour la fermer et une seconde bague métallique 10 fixée sur l'extrémité inférieure du pot pour la fermer, ces deux bagues servant à maintenir longitudinalement le moule et la gaine dans le pot et à centrer le moule par rapport au pot selon l'axe 1a. La bague supérieure 9 est percée d'un trou axial 11 visible sur la figure 1A par lequel vient s'introduire un poinçon 12 comme visible sur la figure 1B, ce poinçon étant mobile selon l'axe la. Quand le poinçon 12 est en position abaissée comme montré sur la figure 1B, il vient fermer le haut de la cavité du moule ;
- une broche 13 mobile selon l'axe la de façon à pouvoir passer par un trou axial 14 dans le poinçon 12, par le trou axial 11 dans la bague 9 et par un trou axial 15 dans la bague 10. Cette broche 13 est constituée d'un métal dur tel un acier trempé ou un alliage à base de carbure de tungstène.

Dans cet outillage connu, les surfaces de contact 17 et 18 entre le moule 5 et les deux bagues 9 et 10, au voisinage de la cavité axiale 6 du moule, sont des plans et lorsque l'outillage est utilisé pour effectuer la phase de compression du grain (dans sa position illustrée sur la figure 1B), la face d'extrémité inférieure 19 du poinçon 12 est située dans le même plan que la surface de contact 17.

Le cycle de pressage s'effectue de la façon suivante.

Le poinçon 12 est placé dans sa position haute comme illustré sur la figure 1A. On verse du grain sur la surface supérieure conique concave 20 de la bague 9. Ce grain tombe, par gravité, dans le trou axial 11 de la bague 9 puis s'introduit dans la cavité axiale 6 du moule 5, la broche 13 fermant le trou axial 15 dans la bague 10. L'extrémité supérieure de la cavité du moule est refermée par abaissement du poinçon 12 dans le trou axial 11 de la bague 9 comme illustré sur la figure 1B. Ensuite le grain est pressé dans le moule par injection d'un liquide sous pression, qui est en général de l'eau, dans les canaux 7 et 8, dans l'espace 3 et entre le fourreau et la gaine s'il y a un fourreau. Cette circulation de liquide sous pression comprime la gaine, qui comprime le moule, qui comprime lui-même le grain, le transformant ainsi en une ébauche assez solide pour être manipulable. Le liquide est ramené ensuite à la pression atmosphérique et on extrait l'ébauche en relevant simultanément la broche 13 et le poinçon 12, l'ébauche suivant dans ce dernier cas le mouvement de la broche 13.

Dans cette description du cycle de pressage, les mouvements des différentes pièces ont été décrits en supposant que le pot reste fixe. Il est bien évident qu'il s'agit de mouvements relatifs et que le pot peut aussi être mobile, d'autres pièces restant alors fixes.

L'utilisation de l'outillage connu de pressage dry bag qui est décrit ci-dessus ne permet pas d'obtenir des ébauches tubulaires et par suite des tubes en céramique d'une grande précision sur le plan de la concentricité. Le défaut de concentricité d'un tube dont les surfaces intérieure et extérieure sont des cylindres est défini comme étant le diamètre du plus petit cylindre qui a pour axe l'axe de la surface intérieure du tube et qui contient l'axe du cylindre qui constitue la surface extérieure du tube. Ce défaut de concentricité du tube est aussi égal à la différence maximale entre l'épaisseur maximale et l'épaisseur minimale du tube considérées sur une même section. Le défaut de concentricité des ébauches est dû aux dispersions des dimensions et de la structure du moule déformable, à l'imprécision de mise en place des différentes pièces de l'outillage dans la presse, ainsi qu'aux déformations et aux mouvements relatifs que subissent ces pièces sous l'effet de la montée à la pression très élevée nécessaire au pressage. En particulier, le défaut de concentricité des ébauches produites avec cet outillage connu est dû au fait que cet outillage n'assure pas un centrage précis de la broche par rapport à la cavité axiale du moule quand ce dernier se déforme.

On peut corriger le défaut de concentricité par un usinage de la pièce frittée, mais cette opération est coûteuse et délicate.

Le but de l'invention est de proposer une solution pour la production par pressage selon la méthode dry bag et frittage de tubes en céramique ayant une concentricité améliorée par rapport à celle des tubes en céramiques produits à l'aide d'un outillage connu comme celui illustré sur les figures 1A et 1B, c'est-à-dire dont le défaut de concentricité est très faible et qui ne nécessitent donc pas d'usinage ou qui nécessite un usinage très faible.

A cet effet, l'invention a pour objet un outillage pour la fabrication de tubes en céramique comprenant :

- un pot de presse métallique de forme généralement cylindrique s'étendant selon un axe longitudinal,
- une gaine en élastomère de forme généralement tubulaire montée de façon coaxiale à l'intérieur du pot,
- un moule monté de façon coaxiale à l'intérieur de la gaine et comportant une cavité centrale cylindrique qui s'étend selon ledit axe longitudinal,
- deux bagues métalliques fixées respectivement sur la partie supérieure et la partie inférieure du pot pour maintenir le moule et la gaine,
- au moins un poinçon mobile par rapport au moule le long dudit axe longitudinal et coopérant avec une des deux bagues,
- une broche coaxiale mobile le long dudit axe par

rapport au moule et au poinçon et venant s'introduire à l'intérieur de la cavité cylindrique du moule en traversant le poinçon et la bague située du côté opposé au côté par lequel la broche est introduite dans le moule, caractérisé par le fait que :

- au moins une extrémité du moule présente une surface conique concave d'axe identique à l'axe du moule, qui s'étend jusqu'à la cavité cylindrique du moule et qui sert d'appui à une surface conique complémentaire d'une des bagues,
- et par le fait qu'à au moins l'autre extrémité du moule, une pièce tubulaire et coaxiale au moule vient s'introduire dans la cavité cylindrique du moule sur une partie de la longueur de cette cavité.

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'outillage selon l'invention, le rapport entre le diamètre maximal de la surface conique de l'extrémité du moule et le diamètre de la cavité cylindrique du moule est supérieur ou égal à 2,5 et de préférence supérieur ou égal à 4.

Selon encore un mode de réalisation préférentiel de l'outillage selon l'invention, le demi angle au sommet du cône défini par la surface conique de l'extrémité du moule est compris entre 15 et 75 degrés et de préférence entre 30 et 60 degrés.

Selon encore un mode de réalisation préférentiel de l'outillage selon l'invention, le rapport entre la longueur de pénétration de la pièce tubulaire dans le moule et le diamètre de la cavité cylindrique du moule est supérieur ou égal à 0,5 et de préférence supérieur ou égal à 1.

Selon encore un mode de réalisation préférentiel de l'outillage selon l'invention, le moule est constitué d'un matériau élastomère ayant une dureté Shore A comprise entre 88 et 100 et de préférence comprise entre 91 et 97.

L'invention s'étend à un procédé de production de tubes céramiques par une méthode de pressage isostatique dite dry bag à l'aide d'un tel outillage ainsi qu'à des tubes en céramiques obtenus à l'aide d'un tel outillage.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront encore mieux à la lecture de la description qui suit d'exemples de réalisation illustrés dans les dessins.

- Les figures 1A et 1B représentent de façon schématique un outillage connu, respectivement dans les positions alimentation en grain et compression du grain, avec lequel l'extraction des pièces pressées s'effectue par le haut.
- La figure 2 représente de façon schématique un premier exemple de réalisation d'un outillage selon l'invention, montré dans sa position compression du grain, avec lequel l'extraction des pièces pressées s'effectue par le haut.
- La figure 3 représente de façon schématique un second exemple de réalisation d'un outillage selon

l'invention, montré dans sa position compression du grain, avec lequel l'extraction des pièces pressées s'effectue par le bas.

- La figure 4 représente de façon schématique un troisième exemple de réalisation d'un outillage selon l'invention, montré dans sa position compression du grain, avec lequel l'extraction des pièces pressées s'effectue par le haut.

Sur les figures 2 à 4, les éléments de l'outillage selon l'invention identiques à ceux d'un outillage connu montrés sur les figures 1A et 1B portent des références identiques et ne sont pas plus décrits par la suite.

La figure 2 montre donc un premier exemple de réalisation de l'outillage de pressage selon l'invention. Cet outillage se différencie de celui montré sur les figures 1A et 1B par le fait que le moule 50 présente une extrémité supérieure 51 et une extrémité inférieure 52 ayant chacune une surface conique concave qui s'étend jusqu'à la cavité cylindrique axiale 6 du moule. Ces deux surfaces coniques concaves servent de surfaces d'appui aux surfaces coniques convexes de forme et dimensions identiques des bagues 90 et 100 fermant le pot 1. Ces surfaces coniques entre les bagues et les extrémités du moule assurent un centrage précis de la cavité 6 du moule par rapport à l'axe des bagues. Par ailleurs, le poinçon 120 a une extrémité tubulaire 121 allongée et agencée pour fermer la cavité axiale du moule tout en pénétrant dans la cavité sur une certaine partie de longueur de celle-ci en position de compression de l'outillage comme visible sur la figure 2. Ceci permet d'obtenir un bon centrage de cette cavité 6 par rapport à l'axe 1a de la bague 90, cette extrémité tubulaire étant elle-même centrée de façon précise par rapport à cette bague par le fait qu'elle passe par le trou axial 110 de ladite bague.

Dans ce mode de réalisation, la broche 13 est introduite dans le moule 50 par la partie supérieure du pot et l'extraction des ébauches se fait par le haut du pot. Le centrage de la broche 13 par rapport à la cavité axiale 6 du moule 50 est assuré par le fait qu'elle est guidée de façon très précise à chaque extrémité du moule respectivement par les trous axiaux 140 du poinçon et 150 de la bague inférieure 100, c'est-à-dire par les pièces qui définissent elles-mêmes de façon précise la position des extrémités de la cavité axiale du moule. Les pièces métalliques pouvant être usinées de façon très précise et avec des jeux faibles entre elles, ces guidages des deux extrémités de la broche sont très précis.

Les différentes pièces qui constituent cet outillage coopèrent pour assurer un centrage très précis de la broche par rapport à la cavité axiale du moule, quelle que soit la manière dont le moule se déforme pendant la compression du grain. Les ébauches produites par compression de grain dans cet outillage présentent donc un défaut de concentricité très faible.

Figure 3, selon un autre mode de réalisation de l'outillage selon l'invention, la broche 13 est introduite

par le bas du pot dans la cavité axiale 6 du moule 50, et l'extraction des ébauches après compression est faite par le bas du pot. L'outillage comporte donc deux poinçons mobiles 120 et 120' dont les extrémités tubulaires allongées 121 et 121' pénètrent à l'intérieur de la cavité axiale 6 du moule en position de compression de l'outillage. Le poinçon supérieur 120 permet de dégager l'extrémité supérieure de la cavité du moule pour l'alimentation en grain. Le poinçon inférieur 120' permet de dégager l'extrémité inférieure de ladite cavité pour extraire l'ébauche. Dans cet outillage, les deux extrémités du moule comportent des surfaces coniques concaves 51 et 52 d'axe identique à l'axe la du moule, qui s'étendent jusqu'à la cavité cylindrique du moule et qui servent d'appui à une surface conique complémentaire de chacune des bagues 90 et 90'. Cette construction de l'outillage assure encore un centrage très précis de la broche 13 par rapport à la cavité 6 du moule 50 permettant la production d'ébauches qui présentent un défaut de concentricité très faible.

Figure 4, dans une autre variante de réalisation de l'outillage selon l'invention, l'ébauche est extraite par le haut du pot, et le centrage de la broche 13 par rapport au haut du moule 50' est assuré comme déjà décrit pour la figure 2. Par contre, le centrage de la broche 13 par rapport au bas du moule 50' est assuré par une pièce métallique 200, de révolution et coaxiale au pot et dont la partie tubulaire 210 pénètre dans l'extrémité inférieure de la cavité 6 du moule 50', la broche 13 pénétrant avec un faible jeu dans le trou axial 211 de cette partie tubulaire. Cette variante correspond au cas où les ébauches qu'on désire presser sont nettement plus courtes que la gaine 2 et le pot de presse 1. On utilise alors un moule 50' plus court que la gaine 2, et on maintient et on centre le bas de ce moule par un ensemble d'une ou plusieurs pièces métalliques de révolution et coaxiales au pot, la figure 4 représentant un exemple où cet ensemble comprend trois pièces 200, 220 et 230.

Divers essais effectués avec les différentes variantes d'outillage décrites ci-dessus ont permis de déterminer les valeurs optimales de divers paramètres pour obtenir des ébauches de très bonne concentricité. On a ainsi constaté que le rapport optimal entre le diamètre maximal de la surface conique de l'extrémité du moule et le diamètre de la cavité cylindrique du moule est supérieur ou égal à 2,5 et de préférence supérieur ou égal à 4.

On a également constaté que la valeur optimale du demi angle au sommet du cône défini par la surface conique de l'extrémité du moule est comprise entre 15 et 75 degrés, et de préférence entre 30 et 60 degrés.

On a également constaté que le rapport optimal entre la longueur de pénétration de la pièce tubulaire dans le moule et le diamètre de la cavité axiale du moule est supérieur ou égal à 0,5 et de préférence supérieur ou égal à 1.

On a également constaté qu'il est avantageux d'utiliser un moule constitué d'un élastomère assez rigide

pour que les diverses pièces d'outillage décrites ci-dessus puissent s'y appuyer sans trop déformer le moule pour le centrer avec précision par rapport à la broche, cet élastomère étant néanmoins assez souple pour transmettre au grain la pression du liquide de pressage. On a ainsi constaté que la rigidité optimale du moule est obtenue avec un élastomère d'une dureté Shore A située dans l'intervalle allant de 88 à 100, et de préférence de 91 à 97.

Les tubes céramiques ainsi obtenus peuvent être utilisés dans des applications qui requièrent une grande précision géométrique, en particulier comme composants de connecteurs de fibres optiques

On donne ci-après différentes paramètres de l'outillage selon l'invention pour la réalisation de tubes en céramique.

On a réalisé des tubes en zircone yttrée par pressage d'ébauches puis frittage en utilisant un outillage de pressage tel que représenté schématiquement sur la figure 2 dont les caractéristiques sont les suivantes:

- diamètre intérieur du pot de presse: 66 mm
- la gaine, constituée de polyuréthane de dureté 54 Shore A, a un diamètre intérieur de 46 mm et un diamètre extérieur de 52 mm. Elle est rigidifiée par un fourreau en acier d'un diamètre intérieur de 52 mm et d'une épaisseur de 4 mm.
- le moule, constitué de polyuréthane de dureté 92 Shore A, a un diamètre intérieur de 5,3 mm. Chacune de ses extrémités présente une surface conique concave qui s'étend jusqu'à la cavité cylindrique axiale du moule, dont le demi angle au sommet du cône est de 50 degrés et dont le diamètre maximal est de 34 mm
- la bague supérieure comporte un trou axial d'un diamètre de 5,3 mm et la bague inférieure comporte un trou axial d'un diamètre de 2 mm
- la partie inférieure tubulaire du poinçon qui ferme la partie supérieure de la cavité axiale du moule a un diamètre extérieur de 5,3 mm. Pendant la phase de compression du grain, elle pénètre dans la cavité axiale du moule sur une longueur de 8 mm
- la broche, constituée d'un alliage à base de carbure de tungstène, a un diamètre de 2 mm
- le jeu entre la partie cylindrique du poinçon et le trou axial de la bague supérieure est de 0,015 mm, et celui entre la broche et les trous axiaux du poinçon et de la bague inférieure est de 0,01 mm.

Les ébauches obtenues par pressage à 1600 bars de grain de zircone yttrée au moyen de cet outillage ont une longueur de 105 mm, un diamètre intérieur de 2 mm et un diamètre extérieur de 3,5 mm. Elles présentent un défaut de concentricité dont la distribution va de 0,01 à 0,04 mm, avec une moyenne de 0,02 mm.

Avec un outillage de l'art antérieur, on a réalisé des tubes en zircone yttrée par pressage d'ébauches puis frittage en utilisant un outillage de pressage tel que re-

présenté schématiquement sur les figures 1A et 1B et dont les caractéristiques sont les suivantes:

- le pot, la gaine, le fourreau et la broche sont les mêmes que dans l'exemple du dessus.
- le moule, constitué de polyuréthane de dureté 92 Shore A, a un diamètre intérieur de 5,3 mm. Chacune de ses extrémités comporte successivement, en allant de la cavité axiale vers l'extérieur, une surface plane d'un diamètre extérieur de 24 mm, puis une surface tronconique d'une hauteur de 10 mm et de demi angle au sommet de 20 degrés dont le rôle est de centrer le moule par rapport aux bagues, puis de nouveau une surface plane ;
- chacune des bagues comporte un trou axial d'un diamètre de 5,3 mm
- la partie inférieure tubulaire du poinçon qui ferme la partie supérieure de la cavité axiale du moule a un diamètre extérieur de 5,3 mm. Pendant la phase de compression du grain, elle ne pénètre pas dans la cavité axiale du moule, mais sa face plane est dans le même plan que la face plane d'extrémité du moule située au voisinage de l'orifice de la cavité axiale du moule ;
- le jeu entre la partie cylindrique du poinçon et le trou axial de la bague supérieure est de 0,015 mm, et celui entre la broche et les trous axiaux du poinçon et de la bague inférieure est de 0,01 mm.

Les ébauches obtenues par pressage à 1600 bars de grain de zircone yttrée au moyen de cet outillage ont une longueur de 113 mm, un diamètre intérieur de 2 mm et un diamètre extérieur de 3,5 mm. Elles présentent un défaut de concentricité dont la distribution va de 0,02 à 0,08 mm, avec une moyenne de 0,05 mm.

On a encore réalisé des tubes en alumine par pressage d'ébauches puis frittage en utilisant un outillage de pressage tel que représenté schématiquement sur la figure 3 et dont les caractéristiques sont les suivantes:

- diamètre intérieur du pot de presse: 66 mm
- la gaine et son fourreau sont les mêmes que dans l'exemple du dessus
- le moule, constitué de polyuréthane de dureté 97 Shore A, a un diamètre intérieur de 6 mm. Chacune de ses extrémités présente une surface conique concave qui s'étend jusqu'à la cavité cylindrique axiale du moule, dont le demi angle au sommet du cône est de 40 degrés et dont le diamètre maximal est de 24 mm
- l'extraction de l'ébauche se fait par le bas de l'outillage. Les bagues inférieure et supérieure comportent un trou axial d'un diamètre de 6 mm
- chacun des poinçons se termine par une partie tubulaire d'un diamètre de 6 mm qui pénètre dans la cavité axiale du moule sur une longueur de 9 mm pendant la phase de compression du grain
- la broche, constituée d'un alliage à base de carbure

de tungstène, a un diamètre de 2,5 mm

- le jeu entre la partie cylindrique des poinçons et les trous axiaux des bagues est de 0,015 mm, et celui entre la broche et les trous axiaux des poinçons est de 0,01 mm.

Les ébauches obtenues par pressage à 2000 bars de grain d'alumine au moyen de cet outillage ont une longueur de 95 mm, un diamètre intérieur de 2,5 mm et un diamètre extérieur de 4,0 mm. Elles présentent un défaut de concentricité dont la distribution va de 0,01 à 0,04 mm, avec une moyenne de 0,02 mm.

On a enfin réalisé des tubes en zircone yttrée par pressage d'ébauches puis frittage en utilisant un outillage de pressage tel que représenté schématiquement sur la figure 4 et dont les caractéristiques sont les suivantes:

- diamètre intérieur du pot de presse: 66 mm
- la gaine et son fourreau sont constitués des mêmes matières et ont les mêmes diamètres que dans l'exemple correspondant à la figure 2
- le moule, constitué de polyuréthane de dureté 94 Shore A, a un diamètre intérieur de 5,5 mm. Son extrémité supérieure présente une surface conique concave qui s'étend jusqu'à la cavité cylindrique axiale du moule, dont le demi angle au sommet du cône est de 45 degrés et dont le diamètre maximal est de 22 mm;
- la bague supérieure comporte un trou axial d'un diamètre de 5,5 mm
- la partie inférieure tubulaire du poinçon qui ferme la partie supérieure de la cavité axiale du moule a un diamètre extérieur de 5,5 mm. Pendant la phase de compression du grain, elle pénètre dans la cavité axiale du moule sur une longueur de 10 mm ;
- les pièces qu'on désire réaliser étant nettement moins longues que l'ensemble pot, gaine et fourreau, la bague inférieure est remplacée par un assemblage de trois pièces métalliques 200, 220 et 230 de révolution coaxiales au pot. La pièce supérieure de cet assemblage est en contact avec la partie inférieure du moule par une surface plane et par une partie tubulaire 210 de diamètre 5,5 mm qui pénètre dans la cavité axiale du moule sur une longueur de 10 mm.
- la broche, constituée d'un alliage à base de carbure de tungstène, a un diamètre de 3,2 mm
- le jeu entre la partie cylindrique du poinçon et le trou axial de la bague supérieure est de 0,015 mm, et celui entre la broche et les trous axiaux du poinçon et de la pièce 200 est de 0,01 mm.

Les ébauches obtenues par pressage à 1600 bars de grain de zircone yttrée au moyen de cet outillage ont une longueur de 60 mm, un diamètre intérieur de 3,2 mm et un diamètre extérieur de 4,15 mm. Elles présentent un défaut de concentricité dont la distribution va de

0,01 à 0,04 mm, avec une moyenne de 0,02 mm.

Revendications

1. Outillage pour la fabrication de tubes en céramique comprenant :

- un pot de presse métallique (1) de forme généralement cylindrique s'étendant selon un axe longitudinal (1a),
- une gaine en élastomère (2) de forme généralement tubulaire montée de façon coaxiale à l'intérieur du pot,
- un moule (50,50') monté de façon coaxiale à l'intérieur de la gaine et comportant une cavité centrale cylindrique (6) qui s'étend selon ledit axe longitudinal,
- deux bagues métalliques (90,100 ; 90,90' ; 90,200) fixées respectivement sur la partie supérieure et la partie inférieure du pot pour maintenir le moule et la gaine,
- au moins un poinçon (120,120') mobile par rapport au moule le long dudit axe longitudinal et coopérant avec une des deux bagues,
- une broche (13) coaxiale mobile le long dudit axe par rapport au moule et au poinçon et venant s'introduire à l'intérieur de la cavité cylindrique du moule en traversant le poinçon et la bague située du côté opposé au côté par lequel la broche est introduite dans le moule, caractérisé par le fait que :
- au moins une extrémité du moule (50,50') présente une surface conique concave (51,52) d'axe identique à l'axe du moule, qui s'étend jusqu'à la cavité cylindrique du moule et qui sert d'appui à une surface conique complémentaire d'une des bagues,
- et par le fait qu'à au moins l'autre extrémité du moule, une pièce tubulaire (121,121',210) et coaxiale au moule vient s'introduire dans la cavité cylindrique du moule sur une partie de la longueur de cette cavité.

2. Outillage selon la revendication 1, dans lequel le rapport entre le diamètre maximal de la surface conique de l'extrémité du moule et le diamètre de la cavité cylindrique du moule est supérieur ou égal à 2,5.

3. Outillage selon la revendication 1, dans lequel le rapport entre le diamètre maximal de la surface conique de l'extrémité du moule et le diamètre de la cavité cylindrique du moule est supérieur ou égal à 4.

4. Outillage selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le demi angle au sommet du cône défini par

la surface conique est compris entre 15 et 75 degrés.

5. Outillage selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le demi angle au sommet du cône défini par la surface conique est compris entre 30 et 60 degrés.

6. Outillage selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le rapport entre la longueur de pénétration de la pièce tubulaire dans le moule et le diamètre de la cavité cylindrique du moule est supérieur ou égal à 0,5.

7. Outillage selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le rapport entre la longueur de pénétration de la pièce tubulaire dans le moule et le diamètre de la cavité cylindrique du moule est supérieur ou égal à 1.

8. Outillage selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le moule est constitué d'un élastomère ayant une dureté Shore A comprise entre 88 et 100.

9. Outillage selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le moule est constitué d'un élastomère ayant une dureté Shore A comprise entre 91 et 97.

10. Procédé de fabrication de tubes en céramique selon la méthode de pressage isostatique "dry bag" à l'aide d'un outillage selon l'une des revendications 1 à 9.

11. Procédé de fabrication de tubes en céramique selon la méthode de pressage isostatique "dry bag", comprenant les étapes de:

(i) remplissage de la cavité centrale cylindrique délimitée d'une part par une broche et d'autre part par l'espace cylindrique intérieur d'un moule en élastomère, ledit moule étant maintenu par deux bagues, une à chacune de ses extrémités, ladite broche coopérant avec ces bagues aux fins de centrage;

(ii) centrage d'au moins une première extrémité du moule par mise en appui d'une surface conique concave du moule s'étendant jusqu'à la cavité centrale cylindrique du moule sur une surface conique complémentaire d'une première bague;

(iii) centrage d'au moins la seconde extrémité du moule par introduction dans la cavité centrale cylindrique du moule, sur une partie au moins de la longueur de cette cavité, d'une première pièce tubulaire et coaxiale au moule; et
(iv) pressage par injection d'un liquide sous pression du côté du moule opposé à la cavité centrale cylindrique.

12. Procédé selon la revendication 11, comprenant de plus l'étape (iibis) de centrage de la seconde extrémité du moule par mise en appui d'une surface conique concave du moule s'étendant jusqu'à la cavité centrale cylindrique du moule sur une surface conique complémentaire de la seconde bague.

13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, comprenant de plus l'étape (iiibis) de centrage de la première extrémité du moule par introduction dans la cavité centrale cylindrique du moule, sur une partie au moins de la longueur de cette cavité, d'une seconde pièce tubulaire et coaxiale au moule.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel la pression du liquide sous pression est comprise entre 1600 et 2000 bar.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans lequel l'extraction du tube s'effectue par le haut.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans lequel l'extraction du tube s'effectue par le bas.

17. Tubes en céramique fabriqués à l'aide d'un outillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

18. Tubes en céramique susceptibles d'être obtenus par le procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 16.

FIG. 1A

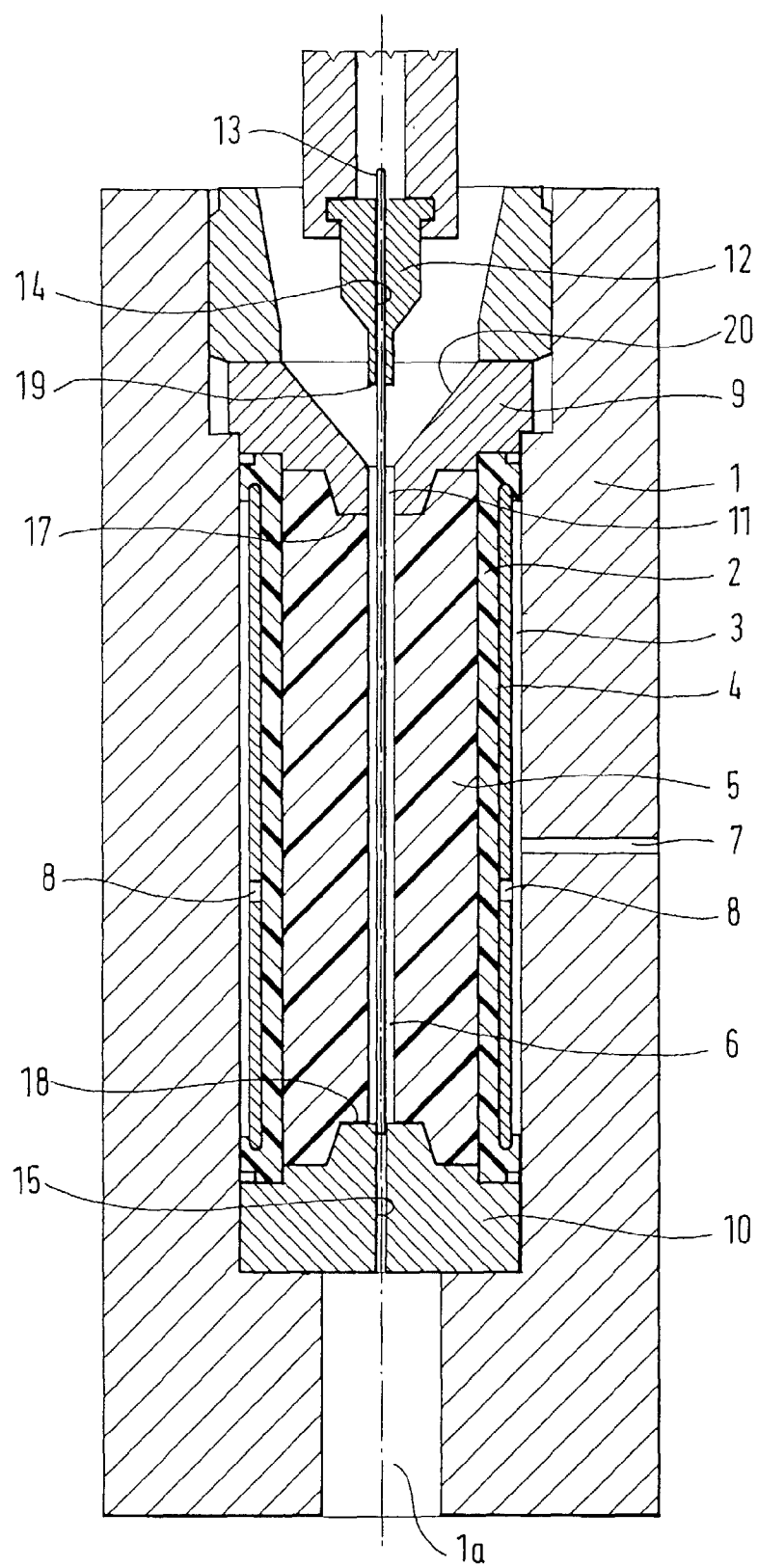


FIG. 1B

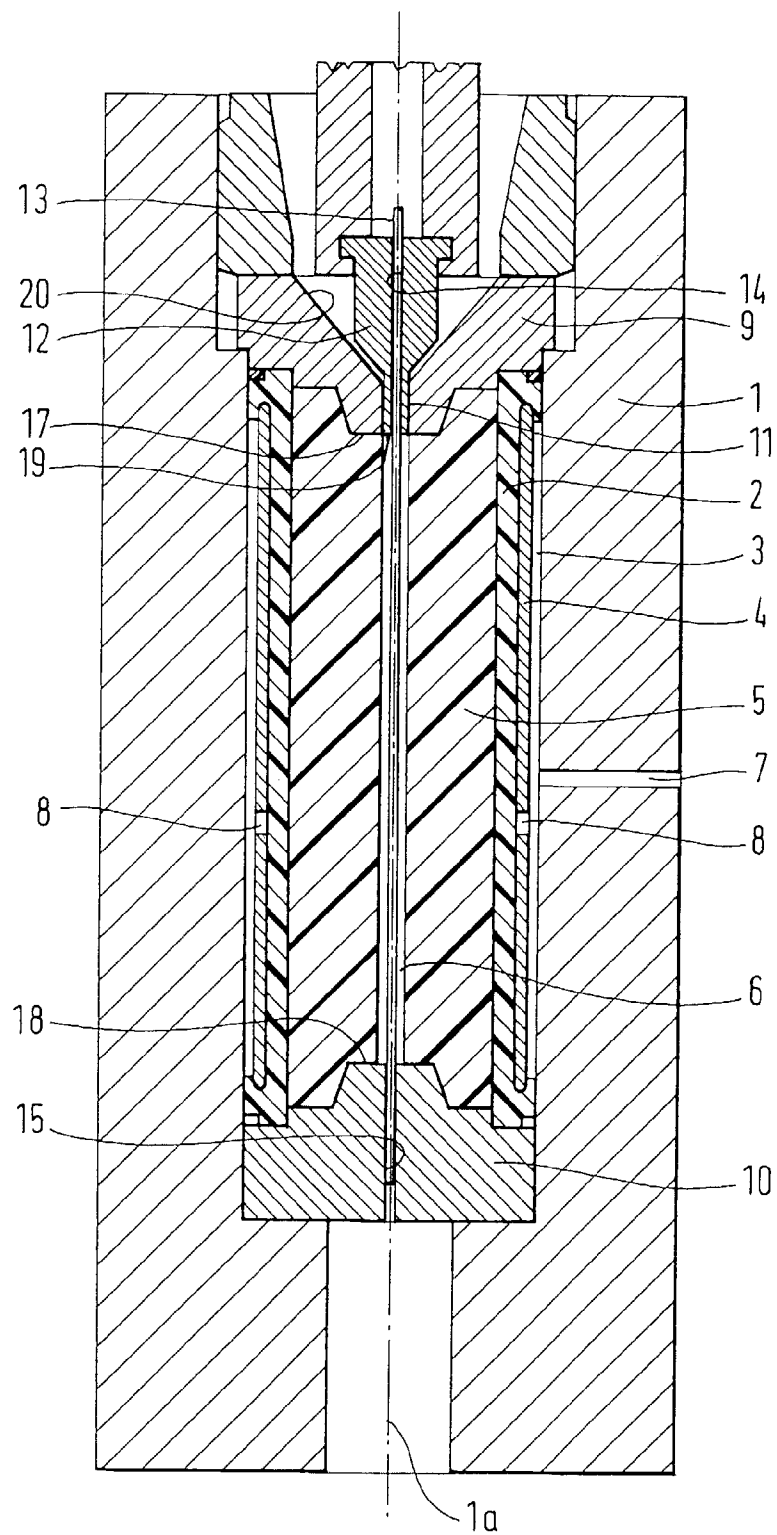


FIG. 2

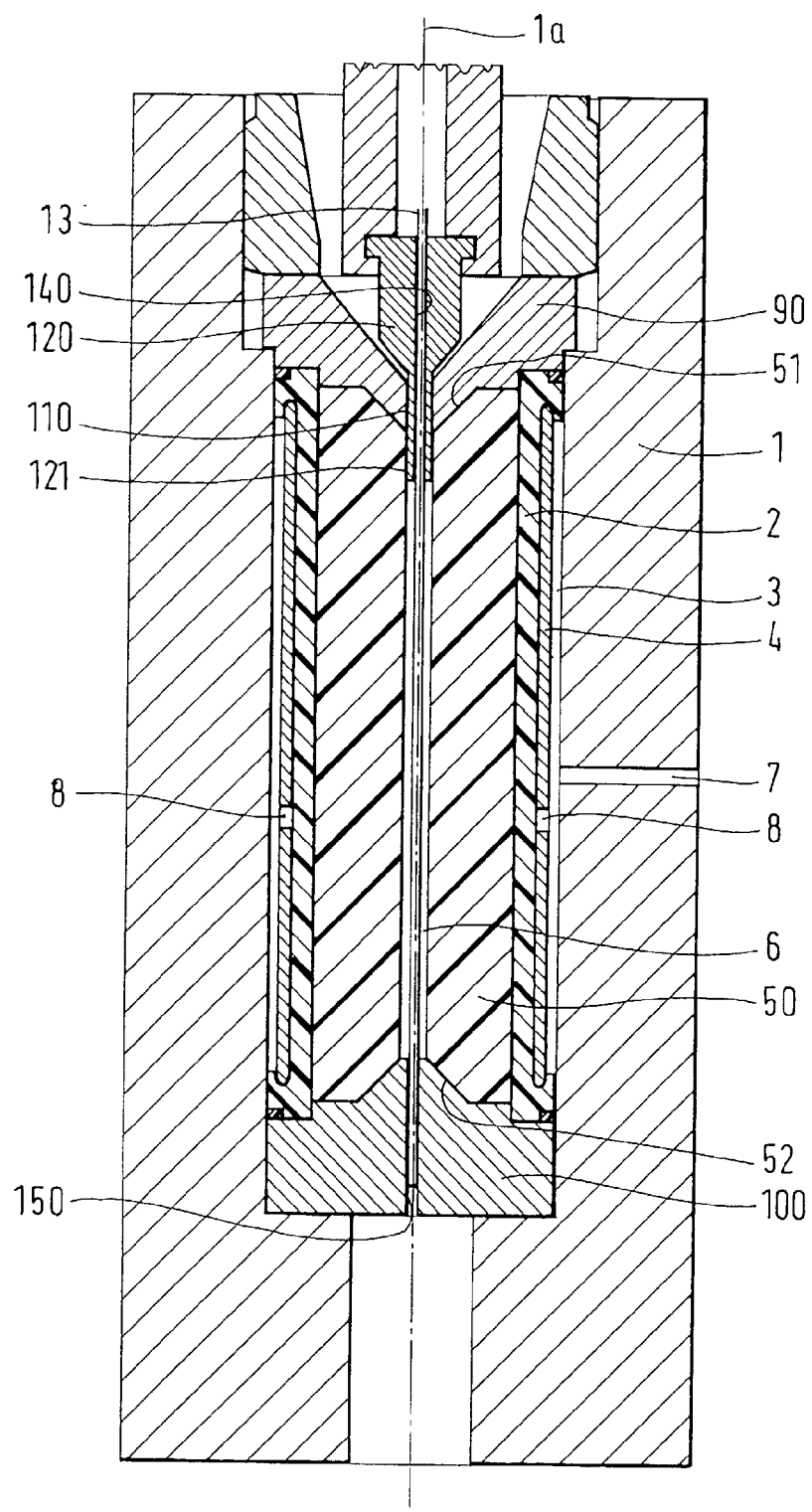


FIG. 3

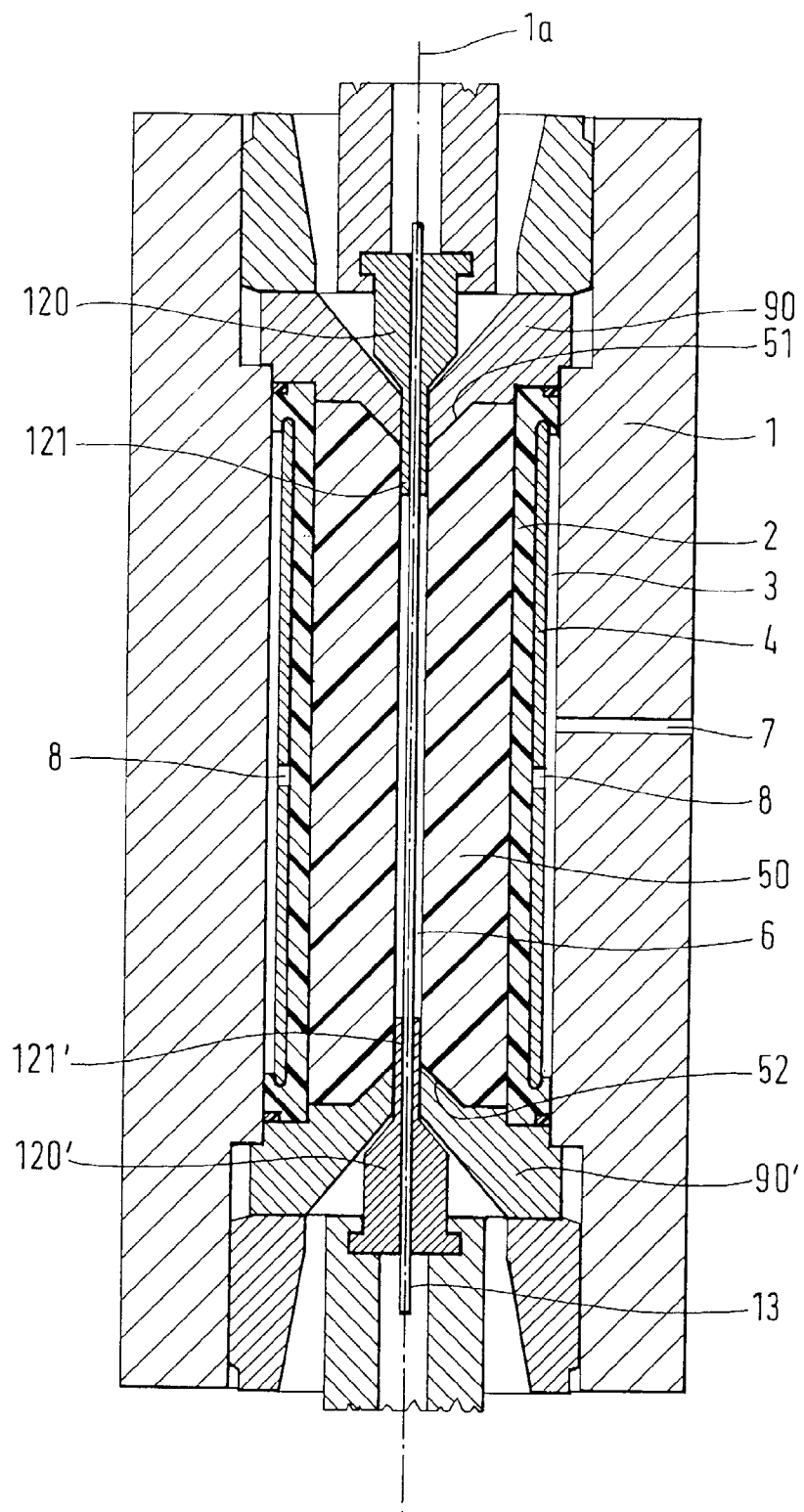
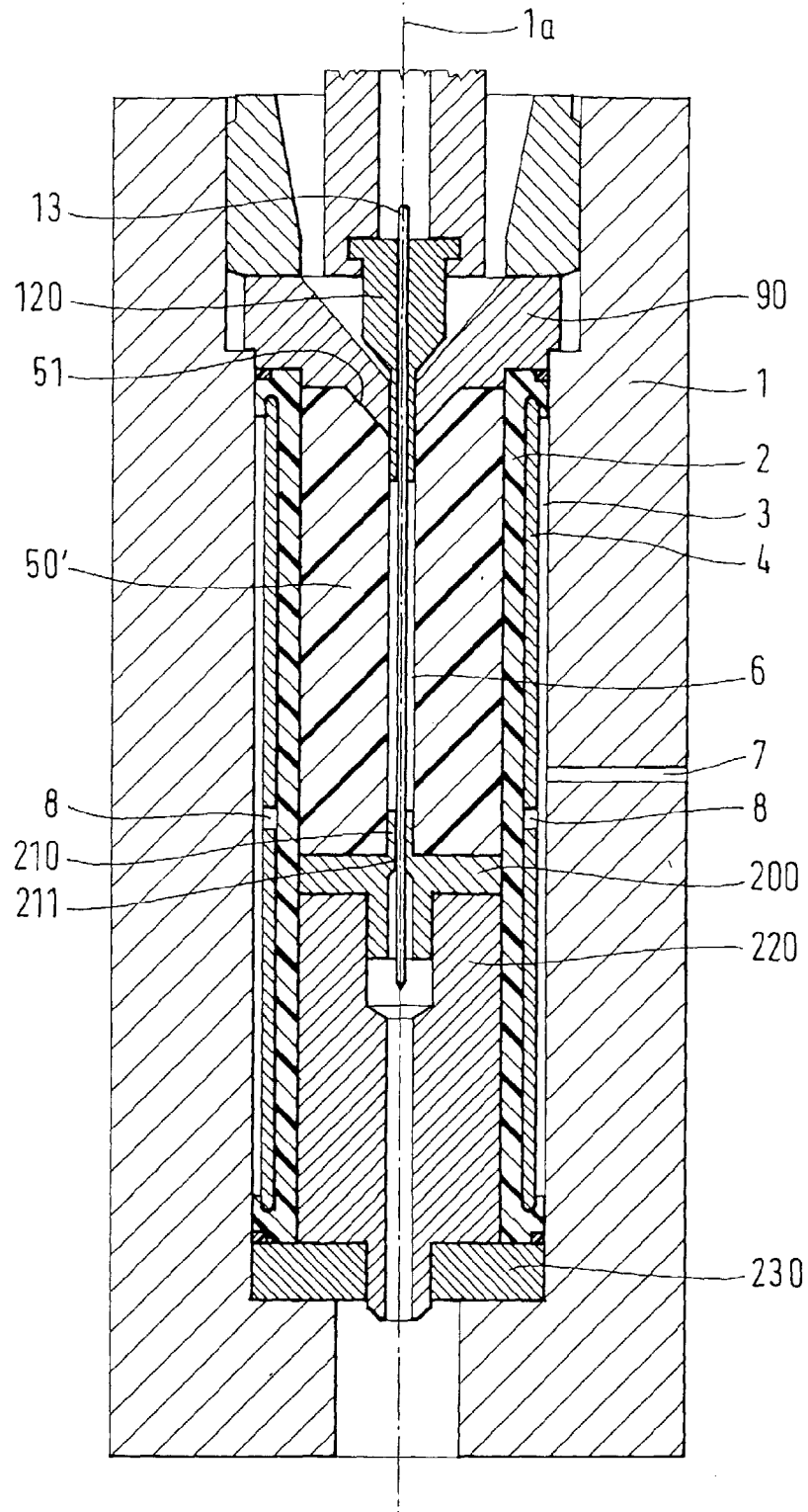


FIG. 4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 97 40 2740

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	FR 88 441 E (PACIFIC CLAY PRODUCTS) * le document en entier * ---	1, 10, 11, 16-18	B30B11/00 B28B21/18
A	EP 0 109 949 A (COLD ISOSTATIC PRESS SYST KB) * le document en entier * -----	1, 10, 11, 17, 18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B28B B30B B22F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 5 janvier 1998	Examineur Gourier, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03/92 (P04C02)