

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 79 14719**

---

(54) Procédé de montage d'une fibre optique dans un embout, embout ainsi monté, et dispositif de connexion de fibres optiques utilisant cet embout.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). G 02 B 7/26, 5/172.

(22) Date de dépôt..... 8 juin 1979, à 15 h 10 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(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 : THOMSON-CSF, résidant en France.

(72) Invention de : Jacques Simon, Jean-Victor Bouvet et Raymond Henry.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

L'invention concerne un procédé de montage d'une fibre optique dans un embout, l'embout ainsi monté constituant un dispositif de raccordement à un autre dispositif de raccordement comportant une fibre optique ; elle concerne également tout  
5 dispositif de connexion contenant un tel embout, notamment un connecteur d'opto-électronique.

Les fibres optiques utilisées pour les télécommunications à grande distance (plusieurs dizaines de kilomètres) et à grand débit d'information (plus de 500 mégabits/s pour un kilomètre) sont  
10 des fibres dont le coeur est inférieur à 0,070 millimètre (70 microns).

La tendance à utiliser des fibres optiques de très petit diamètre est justifiée par la théorie de la transmission de l'onde lumineuse dans la fibre. En outre la diminution de dia-  
15 mètre présente un intérêt économique, car plus petit est le diamètre de la fibre, plus grande est la longueur totale de fibre que l'on peut tirer d'une préforme de dimensions usuelles. On sait que la longueur de fibre tirée d'une préforme donnée est inversement proportionnelle au carré du diamètre de cette fibre. Il est  
20 intéressant d'obtenir des longueurs aussi grandes que possible de fibre optique afin de limiter le nombre de raccordements par épissurage (collage ou soudure) ou par connecteur démontable.

Dans le domaine des télécommunications, les pertes admissibles sur une longueur de fibre homogène, ne contenant aucun  
25 raccordement, est inférieur à 10 et parfois à 0,5 décibel par kilomètre. La perte d'insertion, introduite par un raccordement, ne devrait dépasser que très légèrement l'ordre de grandeur des pertes théoriques, soit 0,2 dB. Un tel résultat suppose que l'on a réussi à aligner de façon presque parfaite les coeurs  
30 des fibres à raccorder, après polissage ou clivage des faces à abouter et rapprochement mutuel en ne laissant subsister qu'une couche d'air d'épaisseur négligeable.

La réalisation pratique d'un raccordement satisfaisant à ces conditions nécessite la confection d'un support mécanique  
35 entourant et immobilisant l'extrémité de la fibre optique. Ce support constitue ou fait partie d'un dispositif de connexion plus ou moins compliqué permettant de réaliser l'aboutement

des supports mécaniques montés autour des extrémités des deux fibres à raccorder.

Le support mécanique ou embout de chaque fibre matérialise une surface de référence, qui est par exemple la surface latérale, 5 ou des portions déterminées de celle-ci sur la périphérie d'un corps cylindrique ou tronconique. Cette surface de référence définit la position de la fibre optique, laquelle doit être par exemple placée avec précision suivant l'axe du cylindre ou du tronc de cône. En pratique, le coeur de la fibre a un 10 diamètre de l'ordre du dixième de millimètre ( $100\mu$ ) tandis que le diamètre du corps de l'embout sur la face d'aboutement est plusieurs dizaines de fois plus grand. Le positionnement de la fibre optique dans le corps de l'embout nécessite la mise en oeuvre de moyens complexes du domaine de la mécanique de précision. 15 La nature même de la fibre, notamment sa fragilité, ce qui entraîne la présence de moyens de protection plus ou moins souples, est un élément de complexité supplémentaire du problème ainsi posé.

L'invention vise à résoudre ce problème en fournissant 20 en outre un procédé technologiquement simple et précis pour monter un embout satisfaisant aux conditions énoncées ci-avant.

Le procédé selon l'invention est du type dans lequel une fibre optique est montée dans un embout constituant un support mécanique matérialisant une surface de référence externe 25 et comprenant une cavité destinée à immobiliser une extrémité de la fibre optique au niveau de la face d'aboutement de la fibre. Il est caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

a) Usinage d'un support mécanique comportant une ou 30 plusieurs surfaces de références externes, une face d'aboutement et une cavité dont les côtes sont fixées avec une tolérance plus large que la tolérance fixée pour la position du coeur de la fibre optique ;

b) Dépôt d'une métallisation tronconique entourant 35 l'extrémité de la fibre optique, cette métallisation présentant une épaisseur qui demeure constante dans une section orthogonale de la fibre, et qui décroît progressivement dans un sens prédéterminé

l'épaisseur maximale de la métallisation étant telle que la fibre soit arrêtée sans pouvoir dégager le support lorsqu'on la fait coulisser dans la cavité du support mécanique;

c) Blocage de la fibre optique munie de sa métallisation  
5 dans la cavité du support mécanique ;

d) Sciage ou rodage de la fibre revêtue de sa métallisation dans le plan de la face d'aboutement.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres caractéristiques apparaîtront, au moyen de la description qui suit, et des  
10 dessins qui l'accompagnent, parmi lesquels :

La figure 1 est une coupe schématique d'une portion d'embout en cours de montage, à un stade donné de l'invention ;

Les figures 2, 3 et 7 représentent des variantes de l'invention ;

15 Les figures 5 et 8 représentent des systèmes de connexion de fibres munies d'embouts selon l'invention ;

La figure 6 illustre une étape de dépôt électrolytique de métallisation au cours du procédé selon l'invention.

Figure 1, on a représenté en coupe, un support mécanique 1,  
20 cylindrique et comportant une cavité centrale 12 qui n'est autre qu'un trou cylindrique de diamètre D. Le support est traversé par une fibre optique 2 revêtue d'une métallisation 3 de forme tronconique dont le gros bout est interrompu, au niveau d'une face terminale brute de la fibre optique. Celle-ci a été enfilée  
25 dans le trou 12, préalablement au dépôt de la métallisation 3, car la fibre optique peut être de grande longueur et stockée par exemple sur une bobine.

Au cours de l'étape (a) d'usinage, le support 1 est réalisé à partir d'une ébauche cylindrique pleine en cuivre ou en acier  
30 par exemple. L'ébauche est usinée au tour ou à la rectifieuse pour lui donner une forme cylindrique avec une tolérance sur le diamètre inférieure au centième de millimètre. On fore ensuite un trou cylindrique dont l'axe se confond avec l'axe XX du support avec une tolérance de quelques centième de millimètre sur le diamètre mais par  
35 faitement centré et on dresse la face d'aboutement 10 du support 1. On sait réaliser de telles performances avec des tours miniaturisés. En ce qui concerne le diamètre D du trou central, on fixe seulement sa limite inférieure (le diamètre de la fibre optique après

élimination de sa gaine de protection), la limite supérieure pouvant atteindre une tolérance de l'ordre du 1/100 de millimètre.

L'étape (b) de dépôt de la métallisation est conduite par exemple en deux sous-étapes :

5 Dans une première sous-étape, on introduit la (ou les) fibre(s) 2 dans un appareil de pulvérisation cathodique (ou tout autre système de métallisation en couche mince). On obtient en quelques minutes ou dizaines de minutes un dépôt métallique d'une adhérence et régularité suffisantes pour mettre en oeuvre la sous-  
10 étape suivante.

On peut aussi déposer une couche mince d'or ou d'un autre métal par un procédé électrolytique du type sans électrode (connu sous le nom d'électroless) ou encore par évaporation sous vide, et enfin par voie chimique.

15 Dans une deuxième sous-étape, représentée figure 6, on immerge l'extrémité métallisée 21 de la (ou des) fibre(s) optique (s) dans un bain d'électrolyse 100 contenu dans une cuve cylindrique 103 dont elle constitue une électrode, l'autre électrode étant constituée par un (ou des) cylindre(s) métallique(s) 102.

20 On utilise des sels d'or, de nickel, d'étain ou d'un autre métal possédant un sel électrolysable, pour constituer le bain 100. Le branchement électrique de la fibre 2 s'effectue au moyen d'une connexion souple 101 entourant la partie métallisée 21.

Pendant l'électrolyse, on déplace la fibre dans le sens de la  
25 flèche 110 par un mouvement régulier de bas en haut à vitesse très lente, sans retour vers le bas. On peut aussi simplement faire s'écouler le bain. On obtient ainsi un dépôt métallique 3 de forme tronconique. Grâce à la forme circulaire de l'électrode 102 et à la position centrale de la fibre dans le bain 100, le dépôt  
30 métallique est d'épaisseur constante au niveau d'une section droite donnée. En d'autres termes on peut dire que la métallisation est auto-centrée. L'inclinaison sur l'axe de la génératrice du tronc de cône correspond à un angle d'ouverture de cône situé environ entre 3° et 45°.

35 Pour obtenir une métallisation tronconique en cône inversé, c'est-à-dire d'épaisseur minimale à l'extrémité, il suffit d'introduire la fibre dans une gaine recourbée immergée dans le bain

100. On fait progresser l'extrémité de la fibre de bas en haut en émergeant progressivement de l'électrolyte.

On peut recouvrir la métallisation 3 d'une mince couche de métal protecteur, capable, notamment, de jouer le rôle de 5 couche d'arrêt lors de la soudure sur l'embout qui sera décrite ci-après.

Au cours du montage proprement dit du tronc de cône sur l'embout, c'est-à-dire au cours de l'étape (c), on tend la fibre de manière à bloquer la métallisation tronconique à l'ori-  
10 fice d'entrée de la face 10 d'aboutement. On immobilise la fibre en position tendue en effectuant un apport de résine, colle ou soudure (apport non visible figure 1) sur une partie au moins de la fibre à l'intérieur de la cavité 12.

Au cours d'une étape (d) d'arasage, on sectionne, par  
15 sciage et/ou rodage la partie de l'extrémité métallisée qui émerge de la face 10.

Dans une étape complémentaire, on peut souder la métallisation 3 au support 1 par soudure à haute température.

Dans la variante représentée figure 2, le support mécani-  
20 que comporte une cavité 120 de diamètre beaucoup plus grand que le diamètre D de la cavité 12, sauf au voisinage de la face d'aboutement 10. En effet, dans la partie correspondante de l'embout la paroi interne 121 de la perforation centrale a la forme d'un tronc de cône dont l'angle d'ouverture est infé-  
25 rieur ou égal à l'angle d'ouverture du tronc de cône 3. Cette variante diminue les risques de détérioration du métal de l'extrémité de la fibre lors du blocage de la métallisation dans l'embout, par suite de bavures métalliques du trou 12 au niveau de la face 10, comme cela risque de se produire dans la réali-  
30 sation représentée figure 1.

Dans une deuxième variante, figure 3, le support 1 est un manchon cylindrique en matériau dur, par exemple en acier trempé, céramique ou verre, usinable par rectification. A l'extrémité  
située du côté de la face d'aboutement, on a rapporté un bloc 30  
35 de matériau facile à usiner constitué par exemple par de la résine ou par un alliage d'étain. On usine ensuite ce bloc pour obtenir un trou tronconique comme dans la variante décrite ci-avant.

Dans une troisième variante, figure 7, la métallisation 3 présente une forme tronconique disposée en sens inverse. On retrouve la cavité 120 de grand diamètre dans le support 1, tel qu'il est représenté figure 2, mais cette cavité se prolonge beaucoup plus près de la face d'aboutement 10 que dans le cas de la figure 2, de manière à laisser un tunnel 121 de faible longueur sensiblement cylindrique.

On a représenté l'embout à l'étape (c) du montage. Ces dispositions facilitent l'usinage de l'embout sans nuire à son efficacité.

Figures 4 et 5, on a représenté en coupe et en élévation, un dispositif de connexion réunissant deux embouts 41 et 42 selon l'invention. Le dispositif comporte, outre les embouts :

- une partie 43 en forme de V ;
- 15 - une bride de serrage 44 portant un tampon 45 en matériau élastique ;
- des moyens de liaison tels que vis 46 et écrou 47.

Le procédé selon l'invention permet de monter un embout de l'extrémité d'une fibre dans tous les cas où l'on dispose d'une longueur suffisante de fibre dont on peut éliminer la gaine de protection, notamment dans les cas suivants :

- monofibre courte, notamment pour raccorder un composant opto-électronique ;
- monofibre stockée sur bobine ;
- 25 - fibre d'un câble multiple stocké sur bobine.

Toutefois, lorsqu'un câble est installé sur le terrain, les différentes étapes du procédé ne peuvent être accomplies aisément que sur une courte longueur de fibre, en atelier doté des équipements nécessaires.

Après montage de l'embout sur une petite longueur de fibre, préalablement dénudée, on procède à la confection d'une épissure de raccordement avec une fibre de grande longueur, dont on a dénudé l'extrémité.

On sait actuellement réaliser des épissures sur fibres optiques même dans un chantier de pose sur le terrain.

Figure 8, on a représenté schématiquement, à titre d'exemple, un système de connexion réunissant par un dispositif de connexion

40 (analogue à celui de la figure 4) deux fibres courtes 91 et 91' équipées respectivement d'embouts 1 et 1' selon l'invention.

Les fibres 91 et 91' ont été par exemple équipées en usine de leurs embouts respectifs.

5 La fibre 91 est raccordée à une fibre 92 dont la gaine de protection 920 a été préalablement éliminée sur une longueur suffisante. Le raccordement est fait par épissure dans un manchon d'épissurage 81 représenté symboliquement figure 8, lui-même fixé à l'embout 1 par un système de verrouillage 80, seule-  
10 ment symbolisé, le manchon étant abouté à un presse-étoupe 82 serrant la gaine 920 pour protéger la fibre 92 contre tous incidents mécaniques en cours de manipulation du système de connexion.

Parmi les avantages non encore mentionnés de l'invention, on signalera :

15 - le fait que le cône de métallisation est réalisé sans aucune détérioration des caractéristiques géométriques et optiques de la fibre ;

- la facilité d'utilisation de l'embout comme système de raccordement ;

20 - la possibilité de rendre hermétique l'interface entre embout et fibre, grâce à la soudure de ces derniers, quel que soit l'état de surface de la partie interne de l'embout.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de montage d'une fibre optique dans un embout constituant un support mécanique matérialisant une surface de référence externe et comprenant une cavité destinée à immobiliser une extrémité de la fibre optique au niveau de la face 5 d'aboutement de la fibre, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

a) Usinage d'un support mécanique comportant une ou plusieurs surfaces de références externes, une face d'aboutement et une cavité dont les côtes sont fixées avec une tolérance 10 plus large que la tolérance fixée pour la position du coeur de la fibre optique ;

b) Dépôt d'une métallisation tronconique entourant l'extrémité de la fibre optique, cette métallisation présentant une épaisseur qui demeure constante dans une section orthogonale 15 de la fibre, et qui décroît progressivement dans un sens prédéterminé, l'épaisseur maximale de la métallisation étant telle que la fibre soit arrêtée sans pouvoir dégager le support lorsqu'on la fait coulisser dans le sens adéquat dans la cavité du support mécanique ;

20 c) Blocage de la fibre optique munie de sa métallisation dans la cavité du support mécanique ;

d) Sciage ou rodage et polissage de la fibre revêtue de sa métallisation dans le plan de la face d'aboutement.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en 25 ce que l'étape (b) se divise en deux sous-étapes, comportant, dans une première sous-étape, le dépôt d'une couche métallique homogène très mince sur l'extrémité de la fibre optique et, dans une deuxième sous-étape, le dépôt, par voie électrolytique, de la métallisation en forme de tronc de cône.

30 3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur de l'angle d'inclinaison sur l'axe de la fibre de la génératrice du tronc de cône est située entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$ .

4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une étape complémentaire où l'on soude la métal- 35 lisation à l'embout.

5. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'au cours de l'étape (a), on usine une perforation cylindrique ou tronconique dont la section droite de plus grand diamètre est située dans la face d'aboutement.

5 6. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'au cours de l'étape (a) on rapporte un bloc de matériau de nature distincte de celui du support mécanique constitué par un manchon, et que l'on usine ensuite ce bloc pour aménager le logement de la fibre optique.

10 7. Embout monté par un procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un support mécanique de révolution autour d'un axe suivant lequel est immobilisée une fibre optique revêtue d'une métallisation tronconique, la surface latérale du support constituant une surface de référence de  
15 la position de la fibre, et la face plane contenant une section droite de la métallisation constitue une face d'aboutement pour l'embout.

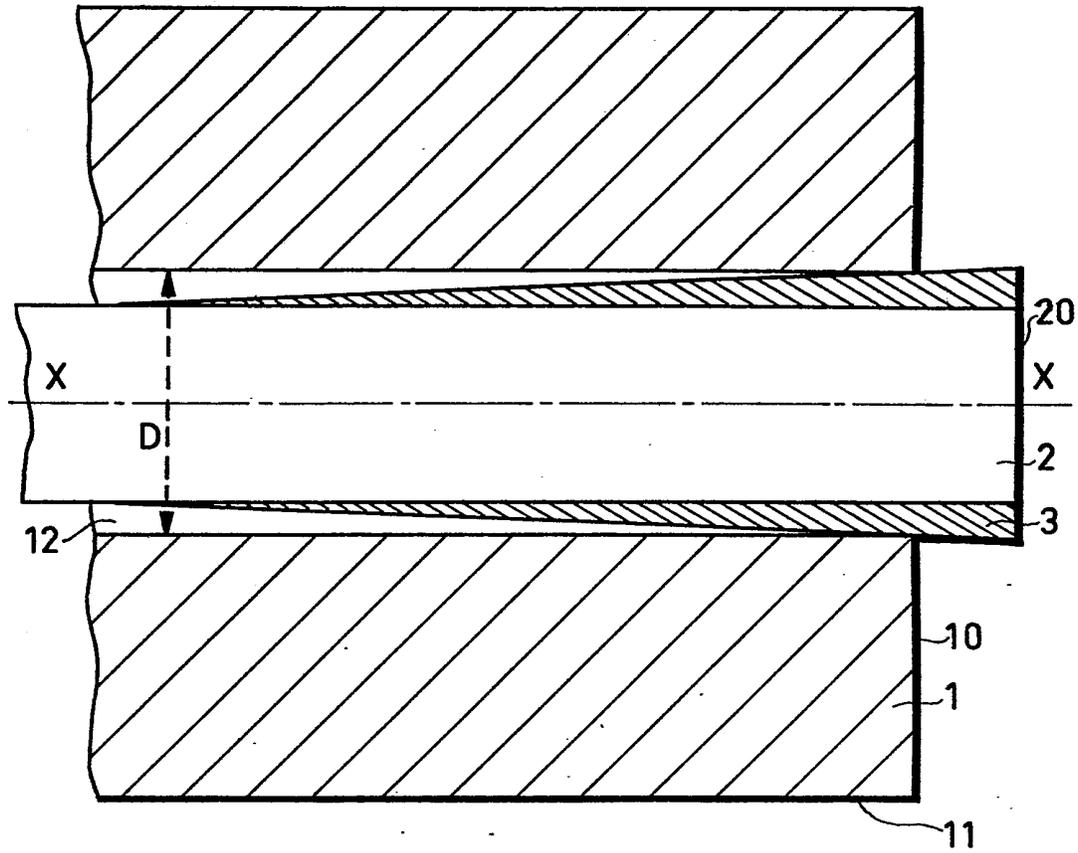
8. Embout monté suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le support mécanique comporte un manchon cylindrique  
20 et un bloc de matériau rapporté, au centre du manchon, et contenant la fibre dans une perforation axiale de ce bloc.

9. Dispositif de connexion de fibres optiques comportant au moins un embout suivant l'une des revendications 7 et 8, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce mécanique en forme de V  
25 définissant la position de l'embout.

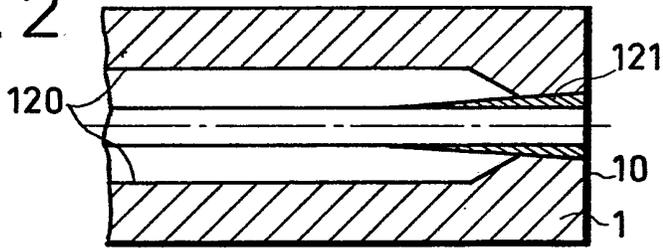
10. Dispositif de connexion suivant la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un raccordement de fibre optique par épissure.

PL\_1-3

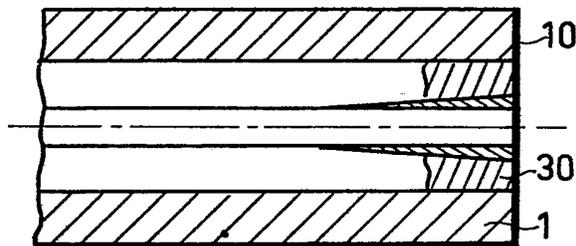
10.1



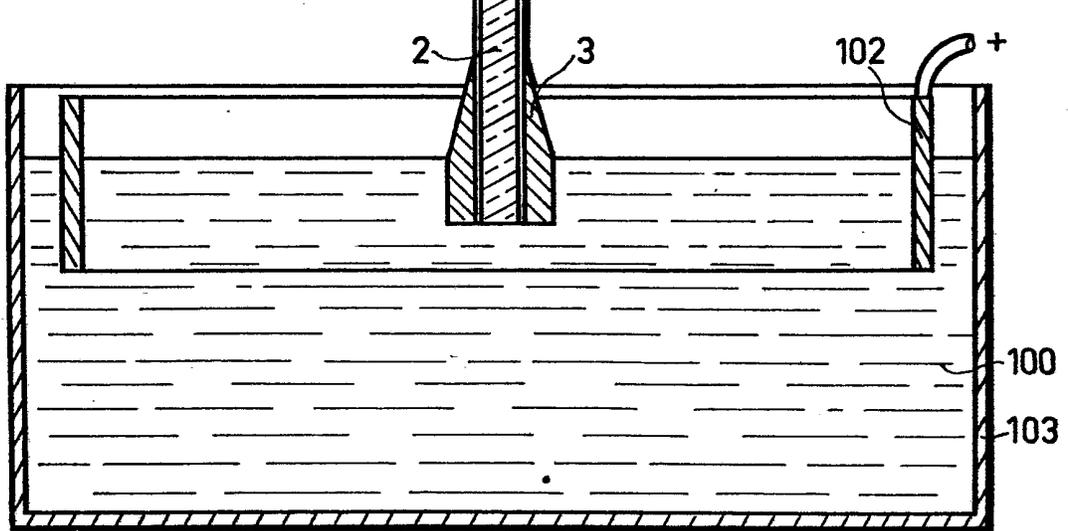
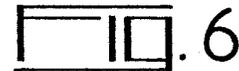
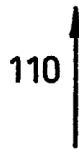
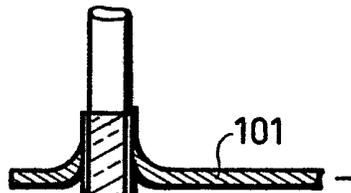
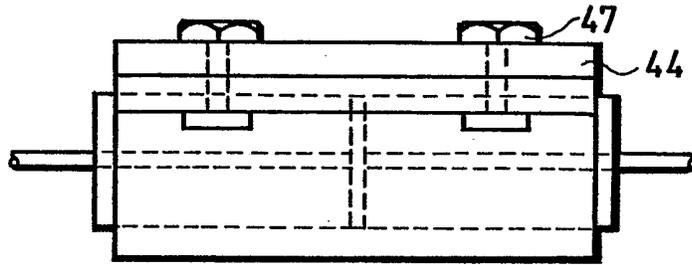
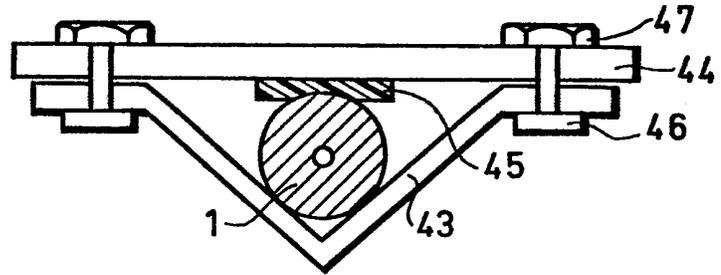
10.2



10.3



PL\_2-3



PL\_3-3

FIG. 7

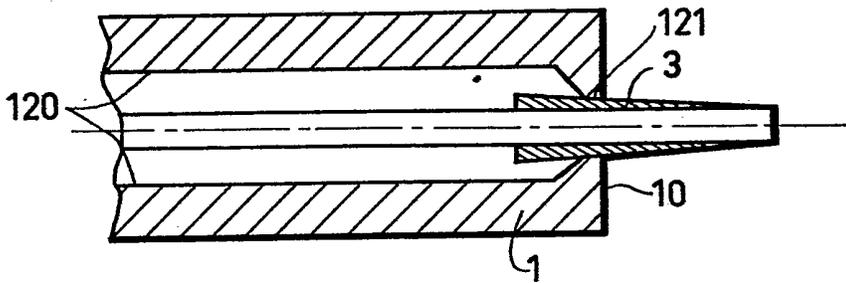


FIG. 8

