

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 487 528

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 16159**

(54) Procédé et appareil de montage d'embout de raccordement pour fibres optiques et connecteur
comportant un tel embout.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **G 02 B 7/26.**

(22) Date de dépôt..... 22 juillet 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 29-1-1982.

(71) Déposant : LE NOANE Georges, MATHERN André et DESAUNAY Jean-Louis, résidant en
France.

(72) Invention de : Georges Le Noane, André Mathern et Jean-Louis Desaunay.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Procédé et appareil de montage d'embout de raccordement pour fibres optiques et connecteur comportant un tel embout.

La présente invention a pour objet un procédé et un appareil de montage d'embout de raccordement sur un faisceau de fibres optiques et elle trouve une application particulièrement importante dans la constitution d'ensembles incorporables dans un connecteur débrochable de raccordement de cables.

Le terme "fibre optique" doit être interprété ici comme couvrant tout guide diélectrique d'ondes optiques (c'est à dire susceptible de travailler dans l'ultraviolet, le visible et l'infrarouge) notamment à gradient d'indice et à saut d'indice.

On connaît déjà de nombreux connecteurs débrochables pour fibres optiques. Mais la précision requise sur l'emplacement longitudinal et transversal de la face terminale de la fibre et sur l'orientation de la partie terminale de la fibre ont jusqu'à présent conduit en général à fixer individuellement chaque fibre dans une moitié de connecteur ou dans un embout, plusieurs embouts pouvant dans le dernier cas être incorporés en parallèle dans un même connecteur.

Parmi les procédés et appareils de raccordement utilisés à cet effet, on peut notamment citer ceux qui sont décrits et revendiqués dans la demande de brevet n° 77 18 675 du 17 Juin 1977, publiée sous le numéro 2 394 823. Ce procédé permet de réaliser des ensembles fibre -embout dans lesquels la fibre est immobilisée dans une rainure de l'embout à l'aide d'une résine moulée. Ce procédé donne des résultats satisfaisants, mais il impose un intervalle entre fibres adjacentes excessif pour de nombreuses applications.

La présente invention vise à fournir un procédé et un appareil de montage d'embout de raccordement sur fibres optiques permettant de surmouler un seul embout sur un nombre élevé de fibres en assurant une bonne reproductibilité de l'emplacement des fibres dans les embouts et en n'exigeant que des pièces mécaniques de précision courante. L'invention vise également à fournir un connecteur débrochable pour cables

optiques susceptible de comporter un nombre élevé de fibres, connecteur de faible encombrement grâce au maintien des fibres à faible distance l'une de l'autre et de réalisation simple.

5 Dans ce but, l'invention propose notamment un procédé de montage d'embout de raccordement, comportant deux faces de référence formant un dièdre saillant de valeur bien déterminée et un passage parallèle aux faces, sur un faisceau de fibres optiques gainées, caractérisé en ce que : on enfile les parties 10 terminales des fibres du faisceau dans le passage de l'embout; on place l'embout dans un dièdre rentrant, de même valeur que celui de l'embout, d'un gabarit débordant de l'embout du côté où se trouve la partie terminale des fibres ; on dispose deux nappes de tiges jointives contre des cales à faces parallèles en appui sur les faces du 15 dièdre rentrant ; on dispose chaque fibre en appui entre deux tiges adjacentes ; et on immobilise en place les fibres dans l'embout par surmoulage à l'aide d'une matière polymérisable.

L'invention propose également un appareil de montage d'embout de raccordement, permettant de mettre en oeuvre le 20 procédé ci-dessus défini, caractérisé en ce qu'il comporte:un gabarit présentant un dièdre rentrant dirigé vers le haut, destiné à recevoir l'embout de raccordement muni de deux faces de référence faisant un dièdre saillant égal à celui du gabarit et un passage pour la partie terminale des fibres d'un 25 faisceau; des cales étalons en appui sur le dièdre rentrant dans le prolongement de l'embout et supportant deux nappes de tiges parallèles; des moyens permettant de maintenir les tiges en contact les unes avec les autres et en appui contre les cales; et des moyens pour maintenir la partie terminale des 30 fibres optiques dans les intervalles ménagés par les tiges.

Le passage destiné aux fibres comporte avantageusement une série de trous ménagés suivant une disposition en V parallèle au dièdre , de dimension suffisante pour laisser aux fibres un jeu leur permettant de se placer avec précision dans 35 les intervalles entre les tiges. Les centres de ces trous correspondent sensiblement aux centres des fibres posées dans les logements entre les tiges.

Le dièdre de référence sera avantageusement de 90° , bien que d'autres valeurs, notamment multiples de 60° , puis-

sent être choisies au prix d'une forme plus complexe des cales.

L'invention propose également un connecteur débrochable pour cables ayant un nombre de fibres optiques qui peut être élevé, incorporant deux ensembles câble-embout du type 5 obtenu par mise en oeuvre du procédé ci-dessus défini, un guide formant un dièdre rentrant égal au dièdre de référence et recevant les deux embouts, ainsi que des moyens pour maintenir les deux embouts en appui sur le guide et l'un contre l'autre.

10 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes particuliers d'exécution de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- les figures 1A, 1B et 1C sont des schémas montrant 15 trois causes possibles de perte de transmission au raccordement de deux fibres optiques constituées chacune d'un coeur et d'une gaine ayant des indices de réfraction différents ;

- la figure 2 est une vue schématique, en perspective, montrant un gabarit étalon et un embout destiné à être monté 20 sur un câble multifibres par mise en oeuvre du procédé suivant l'invention ;

- la figure 3 est une vue en perspective de l'embout de la figure 2 et d'une pastille de guidage de fibres destinée à être fixée dans l'embout ;

25 - la figure 4 est une vue de face destinée à montrer la disposition relative du gabarit étalon, des cales et des tiges dans un appareil suivant l'invention ;

- la figure 5 montre à grande échelle un détail de la figure 4 ;

30 - la figure 6 est une vue en coupe longitudinale d'un connecteur suivant l'invention, comportant deux ensembles constitués chacun d'un tronçon de cable et d'un embout du genre montré en figure 3 ;

- la figure 7 est une vue en coupe suivant la ligne 35 VII-VII de la figure 6.

Avant de décrire l'invention, on rappellera, en faisant référence aux figures 1A, 1B et 1C, les défauts susceptibles d'intervenir lors du raccordement de deux fibres optiques F1,

F2 et que l'on doit réduire à une valeur inférieure à un seuil pour que les pertes soient acceptables.

Ces défauts sont :

- l'erreur linéaire transversale δ (figure 1A)
- 5 - l'erreur angulaire α (figure 1B),
- l'erreur linéaire longitudinale β , constituée par la distance entre les faces terminales des fibres (figure 1C).

Pour une fibre dont le diamètre de cœur est de 80 microns, représentative des fibres couramment utilisées, on considère 10 en général qu'il faut que l'on ait :

$$\delta < 3 \mu\text{m}$$

$$\alpha < 1^\circ$$

$$\beta < 30 \mu\text{m}$$

Si l'on tient compte du fait qu'il peut y avoir de légères différences de diamètre entre les fibres à raccorder, il faut pratiquement que le centrage mutuel des deux fibres raccordées soit effectué avec une précision de l'ordre de 1 μm pour que la condition $\delta < 3\mu\text{m}$ soit réalisée.

Le procédé et l'appareil qui vont maintenant être décrits permettent d'arriver sans difficulté à ce résultat.

L'appareil montré en figures 2 à 5 comprend un gabarit 100 qui se présente sous forme d'un bloc parallélépipédique entaillé d'un dièdre rentrant dirigé vers le haut. Les faces 101 et 102 de ce dièdre sont planes et constituent des faces 101 de référence. Dans le mode de réalisation illustré, les faces 101 et 102 sont orthogonales mais cette disposition, si elle 25 est avantageuse, n'est pas la seule possible.

Sur les faces 101 et 102 sont posées deux cales étalons 103 et 104 de même épaisseur, en appui contre une butée formée 30 par un cylindre ou des billes 105 de diamètre égal à l'épaisseur des cales 103 et 104. Les cales portent des nappes de tiges cylindriques identiques 106 constituées par des piges calibrées. Avec un nombre de piges égal à $2n + 3$, on délimite 2n logements de référence en forme de dièdres à faces cylindriques, situés à des niveaux a, b ..., e régulièrement répartis (figures 4 et 5). Ces logements sont prévus pour recevoir les parties terminales de fibres optiques 110 dénudées. Les fibres peuvent ainsi être maintenues équidistantes, à distance constante l des faces de référence 101 et 102 et symétriquement.

par rapport au plan bissecteur du dièdre rentrant, à condition que :

- les piges 106 soient maintenues jointives par des forces G3 et G4 ;
- 5 - les piges 106 soient maintenues en contact avec les cales, cette condition pouvant être remplie en les appuyant sur les cales à l'aide d'un tampon 107 terminé par un biseau égal au dièdre, sur lequel s'exerce une force H_1 dirigée suivant le plan bissecteur du dièdre ;
- 10 - les fibres soient maintenues en contact avec les piges 106, cette condition pouvant être remplie à l'aide d'un tampon 108 similaire au tampon 107, sur lequel s'exerce une force H_2 . Cette dernière condition peut être remplie de plusieurs façons :
- 15 - ou bien le diamètre des piges est choisi tel que chaque fibre se place de façon à être tangente au plan tangent aux piges comme aux fibres; ou en déborde légèrement, ce qui permet d'utiliser un tampon 107 rigide,
- ou bien le diamètre des piges est choisi tel que
- 20 les fibres soient légèrement en retrait du plan tangent, ce qui oblige à utiliser un tampon présentant une certaine élasticité.

Les cales étalons 103 et 104 peuvent être maintenues en contact avec le cylindre de butée 105 par des forces G1 et

25 G2 (figure 2).

Le gabarit 100 permet de fixer de façon parfaitement reproductible et avec la précision requise les fibres 110 d'un câble 111 dans un embout 120 percé d'un passage pour les fibres. Une portion au moins de l'embout 120 comporte deux faces planes 121 et 122 formant un dièdre égal à celui que forment les faces 101 et 102 du gabarit. Dans le mode de réalisation illustré, la portion 126 munie du dièdre saillant est séparée d'une partie arrière cylindrique 127 par une collerette 128 dont le rôle apparaîtra plus loin. Le passage dans l'embout 30 120 est constitué par un trou cylindrique dans lequel peut s'emboîter une pastille 123 (figures 2 et 3). Une encoche 35 est ménagée dans la pastille 123 et coopère avec un pion 124 (figure 3) qui impose à la pastille une orientation déterminée. Dans la pastille 123 sont ménagés 2n trous 125 placés

suivant un V d'angle au sommet égal au dièdre du gabarit 100. Ces trous doivent avoir un diamètre supérieur à celui des fibres dégainées, de façon que les fibres puissent y prendre la position qui leur est imposée par les logements délimités par 5 les piges 106.

La pastille 123 et l'embout 120 sont dimensionnés par rapport aux cales 103 et 104 et aux piges 106 de façon que les parties terminales des fibres qui dépassent de la pastille 123 viennent se placer naturellement dans les logements entre 10 les piges.

Le montage d'un embout sur un câble s'effectue à l'aide de l'appareil par le procédé suivant :

- 1) on prépare le gabarit 100 par montage de la butée 105 et des cales 103 et 104. En règle générale, on utilisera un 15 dièdre droit, cette solution permettant d'utiliser des cales à section droite rectangulaire en appui contre une butée 105 cylindrique. On dispose sur les cales les piges calibrées 106 de diamètre choisi dépendant du diamètre des fibres qui seront utilisées. Pour des fibres ayant un diamètre de coeur de 80 µm et un diamètre de gaine de 125 µm, les piges calibrées auront un diamètre de 0,5 mm si on souhaite avoir un plan tangent sensiblement commun aux fibres et aux piges. Pour $2n$ fibres optiques, le montage comprendra $2n + 3$ piges 106. Les cales sont ensuite immobilisées en appliquant des efforts G1 et G2 (figure 2), par exemple à l'aide de vis ou de vérins. Les piges 106 sont immobilisées à leur tour, à l'aide des efforts G3 et G4 25 parallèles aux efforts G1 et G2 et d'un effort H1 exercé dans le plan bissecteur du dièdre. Comme indiqué sur la figure 4, on peut exercer les effort G1 et G3 d'une part, G2 et G4 d'autre part, à l'aide de deux organes seulement. On utilisera dans ce cas des plaques de répartition 130 et 131 et des entretoises 132 et 133. Ces entretoises peuvent être 30 des cales calibrées d'épaisseur égale au diamètre des piges. Quant à l'effort vertical, il pourra être appliqué par une vis ou un vérin agissant sur un tampon 107 muni d'un biseau terminal dont les faces sont parallèles à celles du dièdre rentrant.
- 35 2) on enfile le câble optique 111 à travers l'embout 120 de

façon qu'il dépasse et on le fixe par exemple par collage ou sertissage. Les fibres qu'il contient sont préparées dans leur partie terminale (dénudage si besoin, nettoyage) et enfilées dans la pastille 123 qui est ensuite immobilisée dans l'embout 120.

On place cet embout 120 dans le dièdre rentrant du gabarit, la face avant de la pastille 123 étant amenée en butée à environ 0,05 mm des piges par un effort H6 (figure 2) : une cale calibrée peut être placée à cet effet contre les cales 103 et 104. Le jeu ainsi obtenu limite le risque de pollution du gabarit lors de la coulée ultérieure de la résine. Un effort H3 est ensuite exercé sur l'embout pour le maintenir appliqué dans le dièdre rentrant.

Les moyens pour exercer cet effort peuvent être quelconques : on peut notamment utiliser une vis de pression portée par un étrier ou, si l'on souhaite rendre plus rapides les opérations ou les automatiser, un vérin.

Les parties dénudées des fibres optiques qui font saillie hors de la pastille 123 sont alors disposées dans les logements ménagés par les piges 106. On les applique à fond dans ces logements à l'aide d'un tampon 108 inséré dans l'espace laissé libre entre la face terminale de l'embout 120 et le tampon 107. Les fibres 110 se trouvent alors disposées de façon telle que leurs axes géométriques se trouvent placés symétriquement par rapport au plan bissecteur du dièdre et à intervalles constants. En utilisant des cales étalons 103 et 104 et des piges 106 usinées à 0,1 µm près, disponibles dans le commerce, on peut aisément mettre les fibres en place à un micron près par rapport aux faces du dièdre rentrant du gabarit. On solidarise alors définitivement les fibres 110 avec la pastille 123 à l'aide d'une résine polymérisable, qui remplit l'espace laissé libre par les fibres dans les trous de la pastille.

Enfin on extrait l'embout du gabarit et on effectue un sciage, avec arasement de l'ordre du 1/10ème de millimètre de la face avant de l'embout, où aboutissent les fibres.

On peut ensuite constituer un second embout, identique au premier et destiné à coopérer avec lui.

De tels ensembles câble-embout peuvent être utilisés dans des connecteurs ayant des constitutions très diverses. Toutefois la constitution montrée en figures 6 et 7 semble particulièrement intéressante.

5 Le connecteur montré en figures 6 et 7 est destiné à raccorder deux embouts 120 et 120_a reliés chacun à un tronçon de câble 111, 111_a. Il comporte un manchon central 140 dans lequel est placé un guide 141 présentant un dièdre rentrant égal au dièdre du gabarit 100. La collerette 128 ou 10 128_a de chaque embout est emprisonnée dans un capuchon correspondant 142 ou 142_a que traverse le câble 111 ou 111_a. Des moyens non représentés peuvent être prévus pour immobiliser le câble sur le capuchon et éviter l'arrachement des fibres par une traction intempestive. Chaque capuchon est appliqué 15 contre le guide 141 par une bague correspondante 143 ou 143_a. La liaison entre ces bagues et le manchon sera prévue pour rendre le connecteur démontable. On pourra notamment utiliser une liaison filetée.

Des moyens élastiques sont prévus dans le connecteur 20 pour exercer sur les embouts une force axiale les maintenant en appui l'un contre l'autre. Sur la figure 6, ces moyens sont constitués par des blocs 144 et 144_a de matériau élastomère, d'autres solutions étant évidemment possibles. Chacun de ces blocs est comprimé entre la collerette d'un embout et le fond 25 du capuchon correspondant.

La mise en place précise des embouts exige que des efforts constants appliquent les embouts contre le guide 141. Ces efforts H4 et H5 peuvent être obtenus par des moyens élastiques (non représentés) agissant par l'intermédiaire de chariots 145 et 145_a, munis de rouleaux. Ces moyens élastiques 30 peuvent être de simples joints toriques du commerce cerclant les chariots 145 et 145_a et le guide 141, muni à cet effet de gorges circulaires. Ces chariots répartissent les efforts H4 et H5. Ils diminuent par ailleurs les frottements et permettent une meilleure application des faces des embouts l'une 35 contre l'autre sous l'action des efforts axiaux, en garantissant une meilleure reproductibilité. Il n'est pas nécessaire de décrire ici le montage du connecteur, qui s'effectue de façon classique, en interposant une graisse au silicone entre

les faces terminales pour réaliser la continuité d'indice d'une fibre à une autre.

L'invention ne se limite évidemment pas au mode particulier de réalisation qui a été représenté et décrit à titre 5 d'exemple, mais s'étend à toute variante restant dans le cadre des équivalences. Elle permet par ailleurs de réaliser non seulement des connecteurs entre deux tronçons de câbles, mais des connecteurs de liaison entre un câble et un panneau muni d'une embase remplaçant une des moitiés du connecteur de 10 la figure 6.

REVENDICATIONS

1. Procédé de montage d'un embout de raccordement (120) sur un faisceau de fibres optiques à l'aide d'un gabarit (100), caractérisé en ce que :
 - 5 - on dispose deux nappes de tiges (106) jointives contre des cales (103, 104) à faces parallèles en appui sur deux faces d'un dièdre rentrant du gabarit (100) en laissant libre une partie de ce dièdre dans le sens longitudinal ;
 - on enfile les parties terminales des fibres du faisceau dans un passage d'un embout de raccordement (120) qui comporte deux faces de référence formant un dièdre saillant de même valeur que le dièdre rentrant du gabarit, en les laissant dépasser librement du passage percé parallèlement aux faces ;
 - 10 - on place l'embout dans la partie laissée libre du dièdre rentrant du gabarit en disposant chaque fibre dépassante en appui entre deux tiges adjacentes (106) ;
 - et on immobilise les fibres dans l'embout par surmoulage à l'aide d'une matière polymérisable.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dièdre de référence est de 90°.
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les cales (103, 104) sont en appui contre une butée (105), constituée par un cylindre ou des billes de diamètre égal à l'épaisseur des cales (103, 104), l'épaisseur des cales 25 et les diamètres des tiges (106) étant choisis de façon que les parties terminales des fibres débouchant du passage se placent naturellement entre les tiges.
4. Procédé suivant la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce qu'on exerce sur les cales et les tiges des forces 30 parallèles aux faces du dièdre et dirigées suivant la bissectrice du dièdre pour les maintenir en place de façon précise et en ce que l'on emprisonne les parties terminales des fibres dans les dièdres formés par les tiges.
5. Appareil de montage d'un embout de raccordement, comportant deux faces de référence formant un dièdre saillant de valeur bien déterminée et un passage parallèle aux faces, sur un faisceau de fibres optiques, appareil caractérisé en ce qu'il comporte : un gabarit (100) présentant un dièdre rentrant égal au dièdre de l'embout ; des cales étalon (103, 104)

en appui sur les faces du dièdre rentrant dans le prolongement de l'embout et supportant deux nappes de tiges parallèles et jointives (106) ; des moyens permettant de maintenir les tiges en contact les unes avec les autres et en appui contre les cales ; et des moyens pour maintenir la partie terminale des fibres optiques dans les intervalles délimités par les tiges.

5. Appareil suivant la revendication 5, caractérisé en ce que le passage ménagé dans l'embout comprend un trou cylindrique ménagé dans le guide proprement dit et une série 10 de trous disposés suivant une configuration en V d'angle égal à celui du dièdre de référence dans une pastille destinée à être fixée dans le trou cylindrique de l'embout.

15. Appareil suivant la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les moyens pour maintenir les tiges en contact les unes avec les autres et en appui contre les cales comprennent un tampon disposé suivant la bissectrice du dièdre rentrant et présentant un biseau terminal égal au dièdre, tandis que les moyens pour maintenir la partie terminale des fibres optiques dans les intervalles entre les 20 tiges comportent un second tampon (108) similaire au premier, placé entre la face terminale de l'embout (120) et le premier tampon (107).

25. Connecteur débrochable pour câbles comportant plusieurs fibres optiques, caractérisé en ce qu'il comporte deux ensembles câble -embout du type obtenu par mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, un guide formant un dièdre rentrant égal au dièdre de référence et recevant les deux embouts en alignement et des moyens pour maintenir les deux embouts en appui sur le guide et l'un contre l'autre.

30. Connecteur suivant la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens pour maintenir les embouts en appui sur le guide comportent des chariots soumis à l'action de moyens élastiques interposés entre les chariots et un manchon entourant les embouts et le guide.

35. Connecteur suivant la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens pour maintenir les embouts en appui l'un contre l'autre comportent deux organes élastiques placés

chacun entre un embout et une coquille traversée par le câble correspondant.

1/4

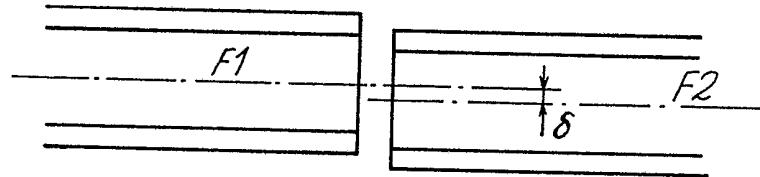


FIG.1A

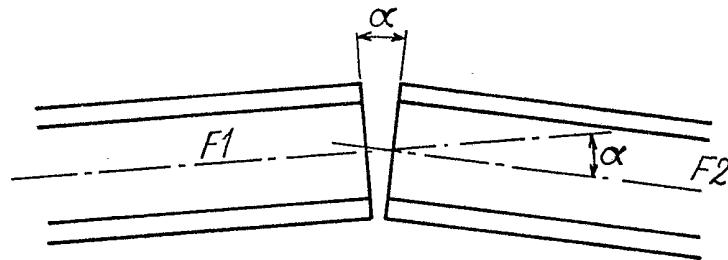


FIG.1B

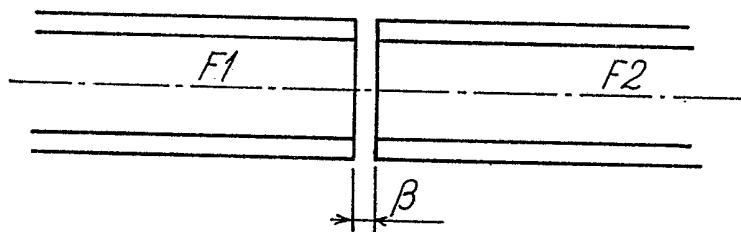
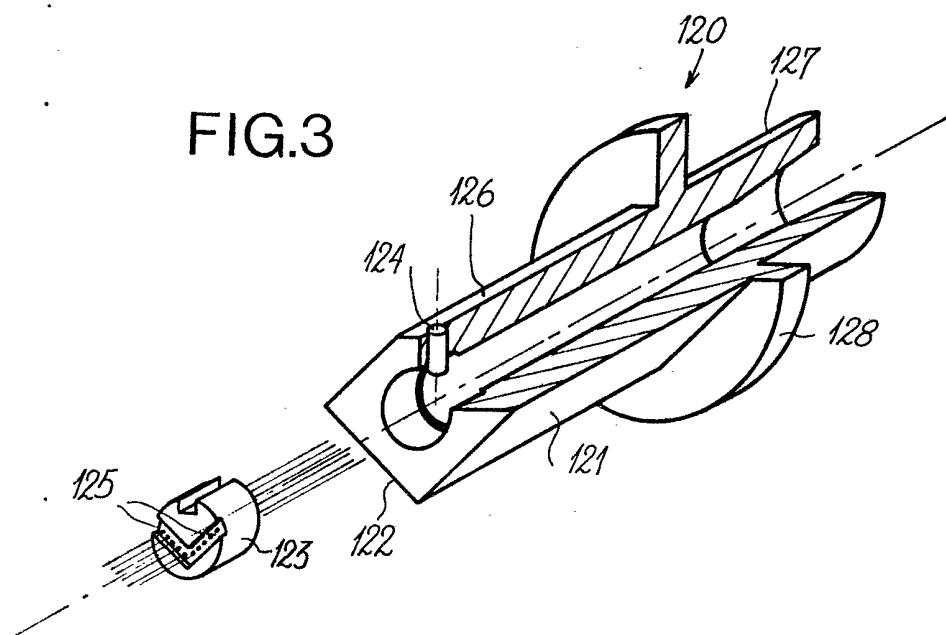


FIG.1C

FIG.3



2/4

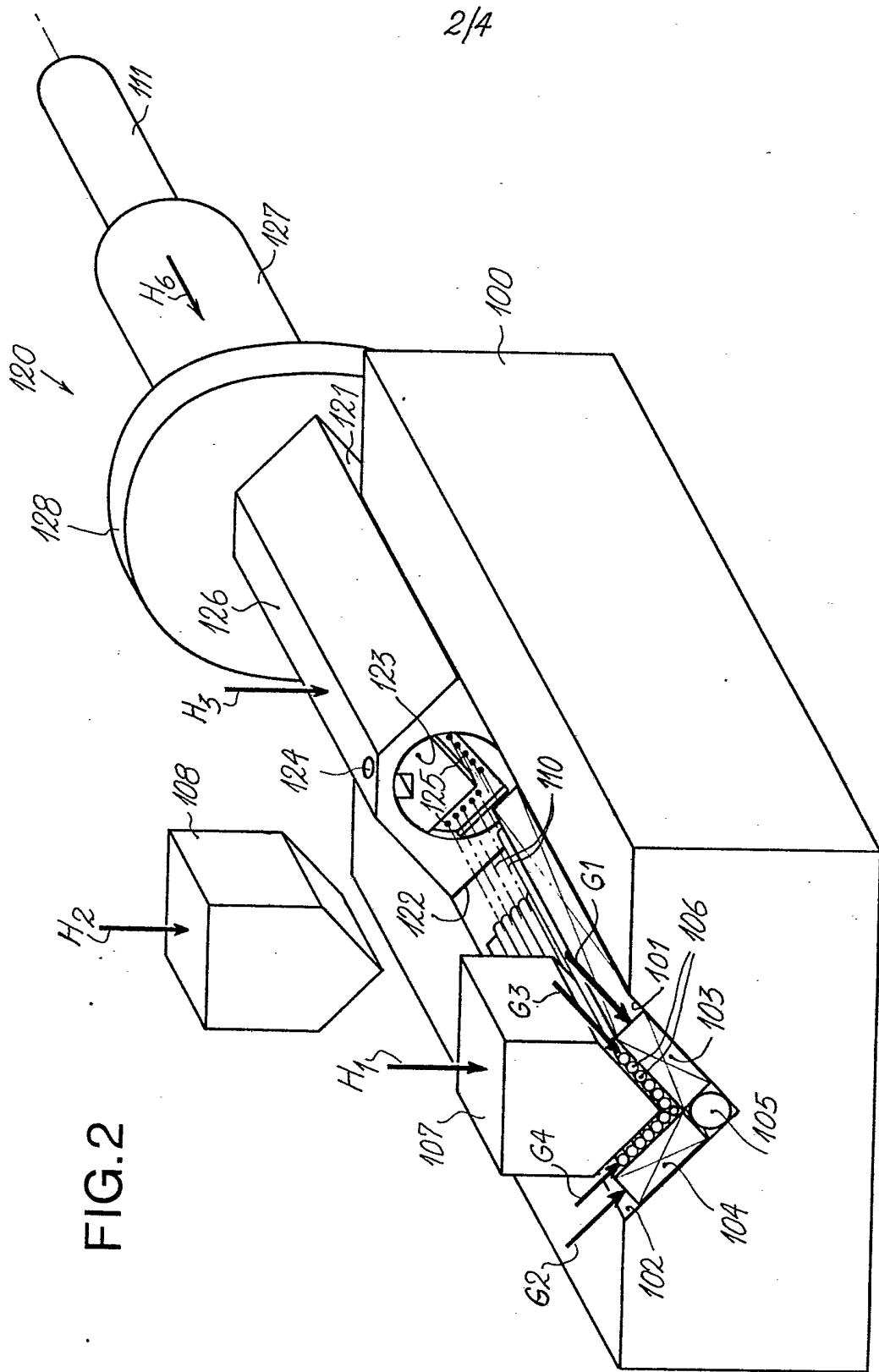


FIG.4
FIG.5

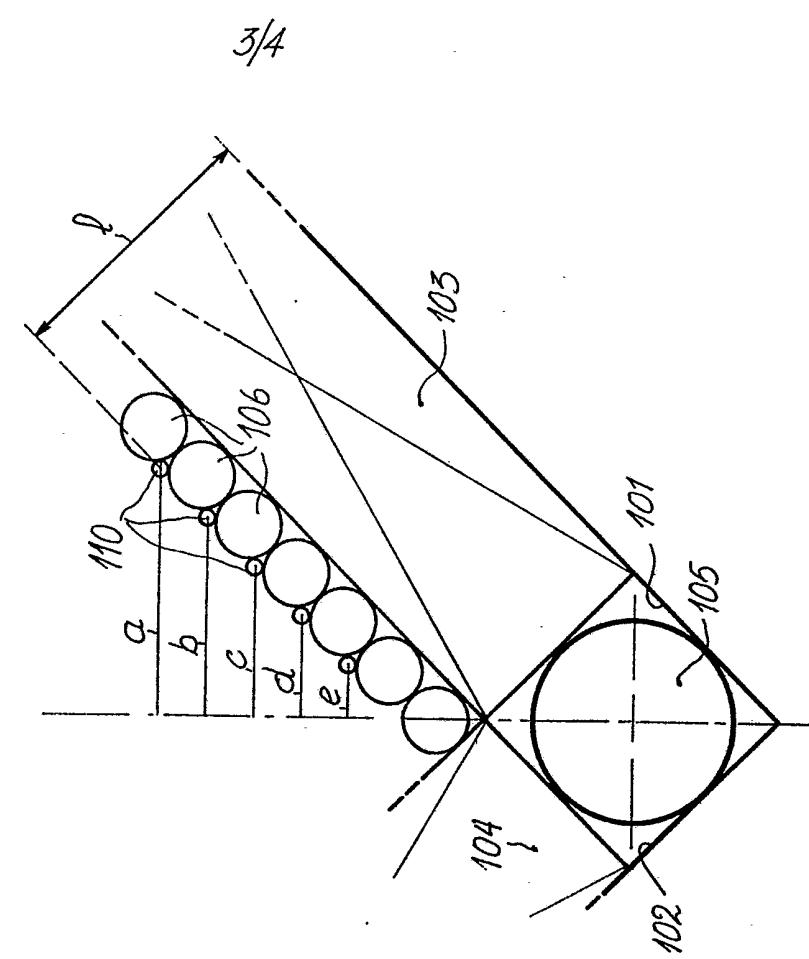
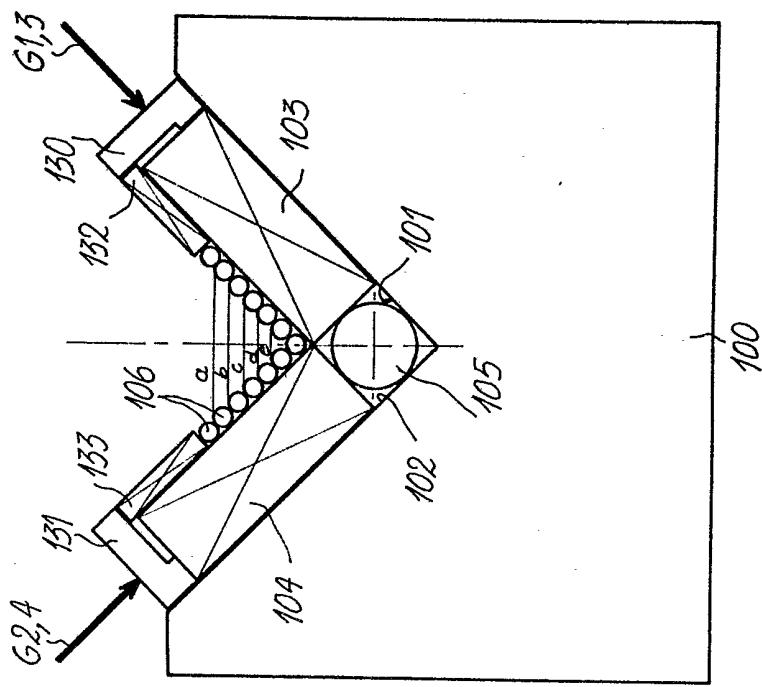


FIG.6.

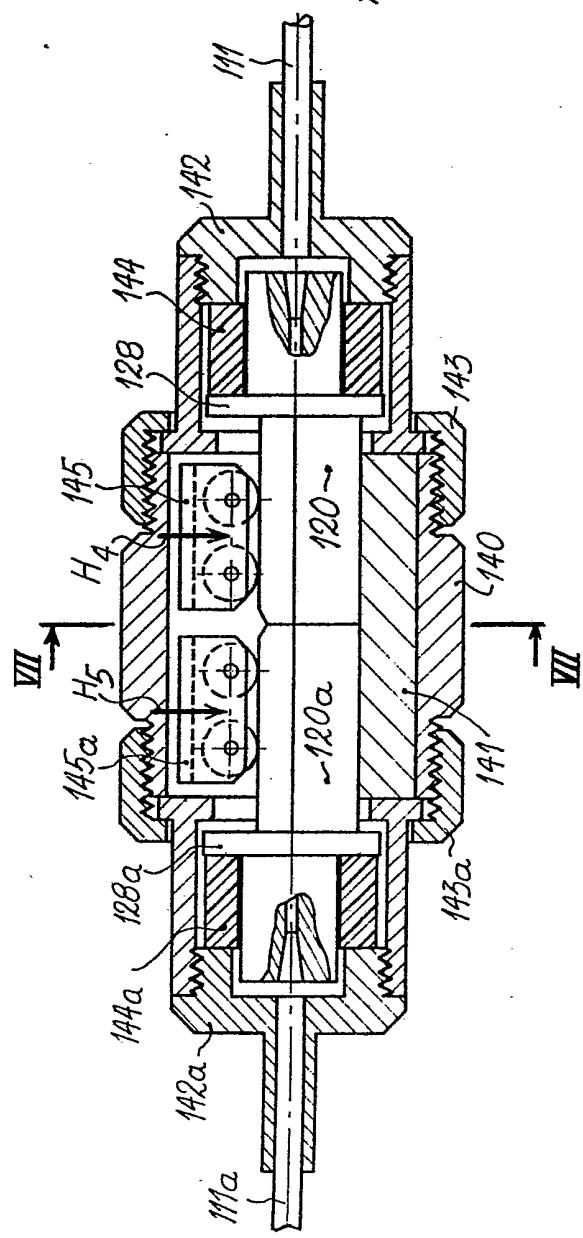


FIG.7

