

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 459 987

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 14225**

(54) Dispositif et procédé pour fabriquer des pièces d'un répartiteur optique.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 02 B 7/26, 5/14, 7/20.

(22) Date de dépôt..... 26 juin 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 27 juin 1979, n° P 29 26 003.5, au nom de la demanderesse.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 3 du 16-1-1981.

(71) Déposant : Société dite : SIEMENS AG, résidant en RFA.

(72) Invention de : Gerhard Winzer.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Flechner,
63, av. des Champs-Elysées, 75008 Paris.

5 L'invention concerne un dispositif pour fabriquer des pièces d'un répartiteur optique fonctionnant selon le principe d'un diviseur de faisceau, lesdites pièces contenant au moins un guide d'ondes de lumière, qui fait un angle d'environ 45° au moins par rapport à la normale à une surface latérale. En outre l'invention concerne un procédé correspondant de fabrication.

10 Des répartiteurs optiques réalisés selon le principe de diviseurs de faisceau de rayonnement sont connus par exemple d'après le document IEEE-Katalog No. 79, CH 1431 - 6, QEA, 1979, pages 80, 82 et 83. Dans une pièce à angle droit à ailes égales et possédant une forme précise se trouve inséré un guide 15 d'ondes de lumière suivant la bissectrice de l'angle droit. Les deux surfaces latérales limitant l'angle droit sont ensuite polies, alors que le guide d'ondes de lumière est installé. Grâce à un assemblage précis de plusieurs pièces de ce type moyennant le 20 montage intercalé d'un miroir semi-transparent, par exemple d'une couche métallique mince ou d'un miroir diélectrique, on réalise un répartiteur. Le polissage des faces optiques aux extrémités de ces pièces individuelles entraîne des difficultés importantes. 25 Les extrémités des guides d'ondes de lumière peuvent être légèrement ébréchées lors du polissage si bien que ces pièces ne sont alors plus utilisables pour une jonction à faibles pertes.

30 Il a également déjà été proposé d'autres répartiteurs optiques réalisés selon le principe du diviseur de faisceau et dans lesquels tout d'abord d'autres guides d'ondes de lumière sont en boutement et alignés contre un guide d'ondes de lumière continu. Les guides d'ondes de lumière sont guidés dans des 35 rainures de guidage, par exemple d'une plaquette de

silicium ou bien d'un autre substrat, et sont fixés à un couvercle, par exemple par scellement avec un ciment. Ce "sandwich" est ensuite subdivisé à 45° par rapport aux guides d'ondes de lumière, au point d'intersection de ces derniers. Ensuite les surfaces de séparation sont soumises à un polissage optique plan, une surface de séparation est métallisée et les deux pièces sont à nouveau assemblées de façon précise et scellées par un ciment. Un ébréchage des extrémités des guides d'ondes de lumière lors du polissage est alors exclu si bien que l'on peut déjà fabriquer, avec un bon rendement, des répartiteurs optiques possédant des pertes très faibles de transmission.

La présente invention a pour but de réduire en supplément la dépense de fabrication, en particulier de permettre une fabrication automatique économique de ces répartiteurs ou de pièces de ces derniers en grande série.

Ce problème est résolu à l'aide d'une pièce conformée comportant au moins une partie évidée de précision destinée à recevoir une masse de remplissage, et une rainure de guidage pour chaque guide d'ondes de lumière prévue. La pièce conformée peut comporter simplement une partie évidée de précision dont la forme correspond à la pièce désirée du répartiteur. Mais, en particulier pour la fabrication en grande série, il est également avantageusement possible de prévoir et par exemple de disposer simultanément, dans la pièce conformée, deux ou plusieurs parties évidées de précision, de telle manière qu'au moins un guide d'ondes de lumière puisse être prévu en commun pour toutes les parties évidées de précision.

Pour la fabrication d'une moitié du répartiteur optique, avec deux guides d'ondes de lumière perpendiculaires entre eux, il est prévu, selon une variante

de réalisation de l'invention, que les axes des deux rainures de guidage s'intersectent sur le bord de la partie évidée de précision, avec lequel ils font respectivement un angle de 45°. Les guides d'ondes de lumière sont alors mis en place successivement de telle manière que le second guide d'ondes de lumière vient en aboutement, avec alignement, par sa face frontale contre le premier guide d'ondes de lumière. Afin de pouvoir encore corriger le point d'intersection de ces deux guides d'ondes de lumière, même après leur mise en place, une rainure de guidage, tournée à l'opposé de la partie évidée de précision, est réalisée avec une forme conique. En outre il est prévu une pièce séparée d'ajustement comportant une rainure de guidage à l'extérieur de la pièce conformée. A l'aide de cette pièce d'ajustement il est possible de réaliser l'ajustement précis du guide d'ondes de lumière situé dans la rainure de guidage réalisée avec une forme conique, au niveau du point d'aboutement avec le guide d'ondes de lumière continu. Cet ajustement est réalisé une fois pour toutes. On relie ensuite rigidement la pièce d'ajustement à la pièce conformée. Les pièces désirées peuvent être fabriquées en remplissant les parties évidées de précision avec une masse de remplissage après insertion des guides d'ondes de lumière dans les rainures de guidage. Alors il faut simplement s'assurer que les guides d'ondes de lumière ne subissent aucun déplacement pendant cette opération. Pour obtenir une surface définie de la pièce devant être fabriquée, il est avantageux que la pièce conformée puisse être fermée par un couvercle. Ce couvercle assure alors simultanément la fixation des guides d'ondes de lumière. Il peut s'agir d'un couvercle plat, mais également d'un couvercle qui représente une copie de la pièce conformée.

Pour un dégagement sans problème des pièces terminées hors de l'outil de formage, il est prévu que partie évidée de précision comporte un poinçon de dégagement.

5 Comme cela a déjà été indiqué, les pièces fabriquées devraient être soumises à un polissage optique plan au moins le long d'une surface, avec le guide d'ondes de lumière inséré. Afin de faciliter l'opération nécessaire de polissage et de pouvoir respecter 10 la position angulaire précise entre d'étroites tolérances, il est prévu que la pièce conformée comporte une ou plusieurs cavités le long de l'arête de la partie évidée de précision, qui coupe à 45° les axes des rainures de guidage. En particulier il est prévu que 15 l'une de ces cavités se situe au voisinage du point d'intersection des axes des rainures de guidage et de l'arête de la partie évidée. Ces cavités peuvent être réalisées avec la forme d'un quart de sphère, de sorte que lors du remplissage, avec un couvercle représentant 20 par exemple une copie de la pièce conformée, il apparaît des élévations en forme de boutons au niveau de la surface devant être polie. Lors du polissage, seules doivent être alors éliminées ces élévations. En outre 25 la cavité située au niveau du point de couplage de deux guides d'ondes de lumière peut être utilisée de telle manière que tout d'abord seule la cavité est remplie par une colle durcissable et que les guides d'ondes de lumière sont fixés alors dans leurs positions réciproques au niveau de leur point de couplage. Dans la pièce conformée on peut par exemple prévoir à cet effet un dispositif supplémentaire de dosage. Il s'est avéré particulièrement approprié d'utiliser une colle optique 30 qui durcit rapidement, par exemple dans le cas d'une exposition au rayonnement ultraviolet. Dans le cas de 35 l'utilisation d'un couvercle, une partie de ce dernier

doit être appropriée pour l'exposition avec une lumière ultraviolette. Après durcissement de la colle optique, on remplit l'ensemble de la partie évidée de précision avec une masse de remplissage. Il est alors important
5 que la masse de remplissage s'allie de façon intime à la surface du guide d'ondes de lumière et à la colle optique située dans la cavité. Dans le cas où les guides d'ondes de lumière sont en aboutement réciproque avec alignement au niveau du point de couplage, la
10 masse de remplissage doit être optiquement transparente au moins dans cette zone afin que la lumière ne soit pas perdue, lors du surcouplage depuis un guide d'ondes de lumière dans les autres guides d'ondes de lumière, dans les coins entre les guides d'ondes
15 de lumière.

Selon une variante de réalisation avantageuse de l'invention, il est prévu que dans la partie évidée de précision s'engagent des appendices conformés dont les axes sont alignés avec les axes des rainures de guidage. Dans les pièces coulées terminées on obtient de ce fait, sur les surfaces extérieures, des renflements de forme cylindrique situés au niveau des guides d'ondes de lumière dans lesquels peuvent être insérés par exemple des tubes capillaires en verre. Un répartiteur terminé et équipé de cette manière peut être monté dans un boîtier qui possède un nombre de perçages correspondant au nombre des guides d'ondes de lumière et est équipé - comme cela a déjà été proposé - de connecteurs qui sont ajustés sur le
20 boîtier par rapport aux axes des guides d'ondes de lumière et y sont ensuite fixés. Les tubes capillaires en verre ont pour rôle d'absorber la pression des organes d'enfichage antagonistes devant être accouplés ultérieurement, et de répartir cette pression
25 sur une surface assez importante de la masse de remplissage, afin que les surfaces frontales sensibles
30
35

des guides d'ondes de lumière du répartiteur ne soient pas endommagées.

5 A titre d'exemple on a décrit plusieurs exemples d'un dispositif et d'un procédé conformes à l'invention pour fabriquer les pièces d'un répartiteur.

La figure 1 représente une forme de réalisation possible de la partie inférieure d'un dispositif pour fabriquer une moitié d'un répartiteur.

10 La figure 1a représente une coupe à plus grande échelle des deux pièces du dispositif au niveau d'un appendice conformé.

La figure 2 représente l'usinage ultérieur d'une moitié retirée d'un répartiteur.

15 La figure 3 représente un répartiteur constitué de deux moitiés de cette sorte.

La figure 4 représente une autre forme de réalisation d'une moitié de répartiteur, pouvant être fabriquée avec le même dispositif que celui représenté sur la figure 1.

20 Les figures 5 et 6 montrent deux variantes d'un répartiteur complet muni du boîtier et de connecteurs.

25 La figure 7 montre une vue de dessus, correspondant à celle de la figure 1, de la moitié inférieure d'un dispositif permettant de fabriquer simultanément les deux moitiés d'un répartiteur.

30 La figure 1 montre, suivant une vue en plan, la partie inférieure de la pièce conformée d'un dispositif pour fabriquer une moitié d'un répartiteur et comportant une partie évidée de précision 2. Au fond de cette partie évidée est situé un poinçon de dégagement non représenté ici, qui comporte une surface plane parallèle au plan du dessin. Les rainures de guidage 4 et 6 servent à recevoir les guides d'ondes de lumière 9 et 10. Au niveau du point d'intersection

de ces deux guides d'ondes de lumière se trouve disposée dans la pièce conformée, une petite cavité 5 en forme de quart de sphère, de sorte que, lors du remplissage, alors que la partie supérieure de la pièce conformée 5 est mise en place, on obtient une élévation en forme de bouton le long de l'arête A_9' . Au moyen de traits mixtes on a indiqué deux autres cavités de ce type qui accroissent en supplément la précision angulaire lors du polissage.

10 Pour réaliser des renflements de forme cylindrique circulaire dans les pièces coulées, au niveau des guides d'ondes de lumière 9 et 10, il est prévu des appendices conformés 3a et 3b dans la pièce conformée. La figure 1a montre une vue partielle en 15 coupe de la partie inférieure 1 de la pièce conformée et de la partie supérieure I de la pièce conformée au niveau d'un appendice conformé, les deux moitiés étant représentés en étant écartés l'une de l'autre d'une faible distance δ . Comme on peut le voir sur 20 cette figure, les deux moitiés 3b et IIIb de l'appendice conformé comportent des rainures de guidage 4 et 4' destinées à recevoir et à loger le guide d'ondes de lumière 9. Lors de la coulée des moitiés du répartiteur, les deux parties de la pièce conformée 25 sont pressées l'une contre l'autre de sorte que la distance δ s'annule.

30 Comme on peut le voir en outre d'après la figure 1, la rainure de guidage 6 part de la partie évidée de précision 2 en s'élargissant avec une forme conique afin de permettre, au moyen d'une pièce 7 comportant une rainure de guidage 8, un ajustement précis du guide d'ondes de lumière 10 au niveau du point de couplage avec le guide d'ondes de lumière continu 9. Cet ajustement est réalisé une fois pour 35 toutes sur le dispositif de remplissage. Cet ajustement

tement est prévu de manière que le point d'intersection des axes des guides d'ondes de lumière 9 et 10 se trouve exactement au centre de la cavité 5, c'est-à-dire sur l'arête A_9' .

5 On fabrique une moitié du répartiteur en installant tout d'abord le guide d'ondes de lumière 9 dans la rainure de guidage 4 de la partie inférieure 1 de la pièce conformée. Alors, le guide d'ondes de lumière 9 doit être dénué de tout revêtement en matière plastique
10 au niveau de la pièce conformée, et tout au moins dans la zone de la cavité 5. On rapproche le guide d'ondes de lumière 10 pour l'amener contre le guide d'ondes de lumière 9. La surface frontale du guide d'ondes de lumière 10 doit être plane et exempte de défauts. Ensuite on fixe solidement la partie supérieure I de la
15 pièce conformée à la partie inférieure 1 et on coule la masse de remplissage dans la partie évidée de précision 2. Après durcissement, on enlève les moitiés du répartiteur. Comme masse de remplissage, on utilise
20 avantageusement un matériau optiquement transparent. La masse de remplissage devrait en outre durcir rapidement.

25 On peut cependant imaginer également qu'avant d'effectuer la coulée totale de la masse de remplissage dans la partie évidée de précision 2, on colle tout d'abord les guides d'ondes de lumière 9 et 10 uniquement au niveau de la cavité avec une masse de scellement optique. A cet effet il faut prévoir dans la pièce conformée un dispositif supplémentaire de dosage.
30 Il peut être particulièrement approprié d'utiliser une colle optique qui durcit rapidement dans le cas d'une exposition au rayonnement ultraviolet. Dans le cas de l'utilisation d'une telle colle, une lampe à ultraviolet doit pouvoir éclairer la zone de la cavité 5, ce qui est par exemple rendu possible par le fait

que la partie supérieure I de la pièce conformée possède un couvercle pouvant être enlevé. Après durcissement de la colle optique, on remplit alors l'ensemble de la partie évidée de précision 2 avec une masse de remplissage. Il est important que la masse de remplissage s'allie de façon intime à la surface du guide d'ondes de lumière et à la colle optique.

Sur la figure 2a on a représenté la moitié 111 dégagée du répartiteur, qui est constitué par la pièce coulée 11 munie de guides d'ondes de lumière 9 et 10. Dans les deux renflements en forme de cylindre circulaire formés par les deux appendices conformés 3a et 3b, des tubes capillaires en verre 12a et 12b, qui doivent être scellés avec les guides d'ondes de lumière et avec la pièce coulée 11, sont déjà emmanchés par dessus les guides d'ondes de lumière. On effectue alors un polissage plan de la moitié 111 du répartiteur au niveau des trois surfaces extérieures F_9 , F_9' et F_{10} , perpendiculairement au plan passant par les guides d'ondes de lumière, de sorte que l'on obtient des surfaces optiques au niveau des tubes capillaires en verre 12a et 12b et au niveau du point de couplage optique des guides d'ondes de lumière 9 et 10. Etant donné qu'au niveau du point de couplage 13 seule l'élévation 13 doit être éliminée par polissage, la surface de base F_9' étendue pour le poli garantit que la position critique de la surface (point d'intersection des axes des fibres exactement situé dans la surface frontale F_9' à 45°) peut être respectée entre des tolérances étroites. La figure 2b représente la moitié du répartiteur, polie. La figure 2c montre une coupe partielle à plus grande échelle autour du point de couplage.

On équipe alors de façon connue la surface frontale F_9' , d'un miroir diviseur de rayonnement 15 et

l'on scelle ensuite du point de vue optique cette surface frontale à une moitié du répartiteur 112 non métallisée, mais par ailleurs identique, conformément à la figure 3, pour obtenir un répartiteur 110. Il
5 faut alors veiller à ce que les axes de l'ensemble des quatre éléments de guide, d'ondes de lumière soient alignés de façon exacte. Le montage est grandement facilité lorsque l'on utilise comme surfaces de référence les surfaces F_9 et F_{10} et que la réunion ou
10 l'assemblage des deux moitiés 11 et 112 du répartiteur s'effectue sur un plateau de montage comportant des arêtes de butée.

La figure 4 montre une autre forme de réalisation d'une moitié de répartiteur, correspondant à la
15 figure 2a. Les parties identiques sont à nouveau munies des mêmes chiffres de référence. Dans ce cas, au lieu des tubes capillaires en verre, ce sont des armatures de câbles 14a et 14b des guides d'ondes de lumière qui sont emmanchées sur les extrémités libres desdits guides d'ondes de lumière et sont scellées à la pièce coulée 11. On réalise comme précédemment le poli de la surface frontale F_9' à 45° .
20 Ensuite on scelle à nouveau deux moitiés de répartiteur, en métallisant une de façon analogue à l'exemple de réalisation de la figure 3. Ce répartiteur obtenu par scellement peut enfin être encore enrobé extérieurement afin d'accroître la résistance mécanique de la surface de scellement et, pour assurer sa protection, de manière que seules les quatre
25 extrémités de câbles sont dégagées.
30

Sur la figure 5 on a représenté la manière dont un répartiteur 110 conforme à la figure 3 est monté dans un boîtier 16 qui possède quatre perçages 17a à 17d. Au niveau de ces perçages, des collets 18a à 18d sont ajustés sur le boîtier par rapport aux
35

axes des guides d'ondes de lumière et sont ensuite fixés. Grâce à des perçages de précision ménagés dans ces collets, on peut ultérieurement accoupler des fiches ou connecteurs extérieurs de guides 5 d'ondes de lumière, par leurs surfaces frontales, directement contre les surfaces frontales du répartiteur 110. Les tubes capillaires 12a à 12d ont alors pour rôle d'encaisser la pression de ces connecteurs et de la répartir sur une surface plus importante de la masse de remplissage, afin que les 10 surfaces frontales sensibles des guides d'ondes de lumière du répartiteur ne soient pas endommagées.

La figure 6 montre une autre forme de réalisation comportant un répartiteur 110', dans lequel des 15 tubes capillaires en verre 12a' à 12d' plus longs sont scellés dans les renfoncements des pièces coulées. De ce fait on peut monter directement des collets filetés sur ces tubes capillaires en verre et on peut les relier rigidement, par exemple au 20 moyen d'un enrobage 21 de boîtier obtenu par extrusion, au répartiteur 110'. Sur le collet fileté on installe des douilles de précision 20a à 20d centrées sur les axes des guides d'ondes de lumière. Les connecteurs ainsi formés peuvent être reliés 25 de façon usuelle à des organes d'enfichage antagonistes extérieurs.

La figure 7 montre un dispositif permettant de fabriquer simultanément les deux moitiés du répartiteur. Les pièces identiques sont à nouveau désignées par les mêmes chiffres de référence que dans 30 le cas de la figure 1. Pour les parties de la seconde moitié du répartiteur, les chiffres de référence sont caractérisés par un indice supplémentaire. Dans le cas de cette forme de réalisation du dispositif coulé, la cavité 5 conformément à l'exem- 35

ple de réalisation de la figure 1 est remplacée par un espace vide entre les deux barrettes 5a' et 5b'. Ici il est également avantageux de réaliser, en tant que liaison des deux "ébauches", uniquement un téton en forme de cylindre circulaire à la place du bouton prévu antérieurement. Toutes les autres phases opératoires pour fabriquer un répartiteur correspondent à celles précédemment décrites.

REVENDICATIONS

- 1) Dispositif pour fabriquer des pièces d'un répartiteur optique fonctionnant selon le principe d'un diviseur de faisceau, lesdites pièces contenant au moins un guide d'ondes de lumière, qui fait un angle d'environ 45°, au moins avec la normale à une surface latérale, caractérisé par une pièce conformée comportant au moins une partie évidée de précision (2) destinée à recevoir une masse de remplissage, et une rainure de guidage (4, 6) pour chaque guide d'ondes de lumière prévu (9, 10).
- 2) Dispositif suivant la revendication 1 comportant deux rainures de guidage pour chaque partie évidée de précision, caractérisé par le fait que les axes de ces deux rainures (4, 6) s'intersectent sur l'arête (A_9') de la partie évidée de précision (2), avec laquelle elles font respectivement un angle de 45°.
- 3) Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé par le fait qu'une rainure de guidage (6) est réalisée avec une forme conique dans la partie située à l'opposé de la partie évidée de précision (2) et qu'il est prévu une pièce d'ajustement supplémentaire (7) comportant une rainure de guidage (8).
- 4) Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que la pièce conformée peut être fermée par un couvercle.
- 5) Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que le couvercle représente une copie de la pièce conformée.
- 6) Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la partie évidée de précision (2) comporte un poinçon de dégagement.
- 7) Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que la pièce

conformée comporte une ou plusieurs cavités (5) le long de l'arête (A_9') de la partie évidée de précision (2), qui intersecte à 45° les axes des rainures de guidage (4,6).

- 5 8) Dispositif suivant la revendication 7, caractérisé par le fait qu'une cavité (5) est située au niveau du point d'intersection des axes des rainures de guidage (4, 6) et de l'arête (A_9').
- 10 9) Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que dans la partie évidée de précision (2) s'engagent des appendices conformés (3a, 3b), dont les axes sont alignés avec les axes des rainures de guidage (4, 6).
- 15 10) Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que la masse de remplissage est transparente du point de vue optique.
- 20 11) Dispositif suivant les revendications 7 et 10 prises dans leur ensemble, caractérisé par le fait que la masse de remplissage est optiquement transparente au niveau de la cavité (5).
- 25 12) Procédé pour fabriquer une pièce d'un répartiteur au moyen d'un dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait qu'on insère des guides d'ondes de lumière (9, 10) dans les rainures de guidage (4, 6) de la pièce conformée et qu'éventuellement on les ajuste les uns par rapport aux autres, qu'on remplit la partie évidée de précision (2) avec une masse de remplissage et, 30 qu'après le durcissement de cette masse, on soumet à un polissage optique plan les surfaces, dont les normales intersectent sous un angle de 45° les guides d'ondes de lumière (9, 10).

FIG 1

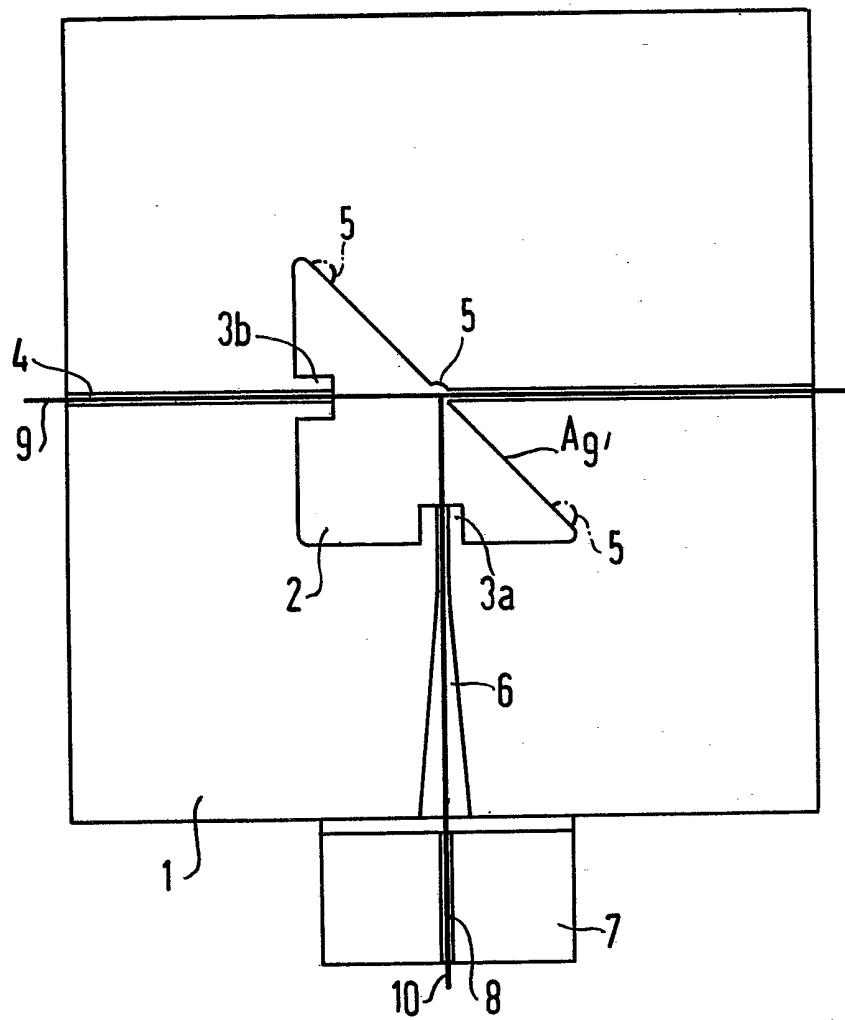


FIG 1a

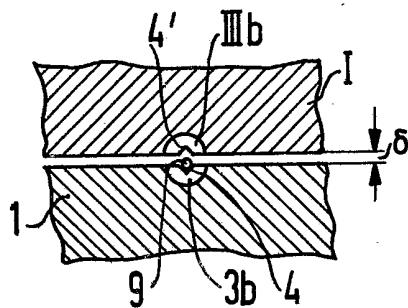


FIG 2a

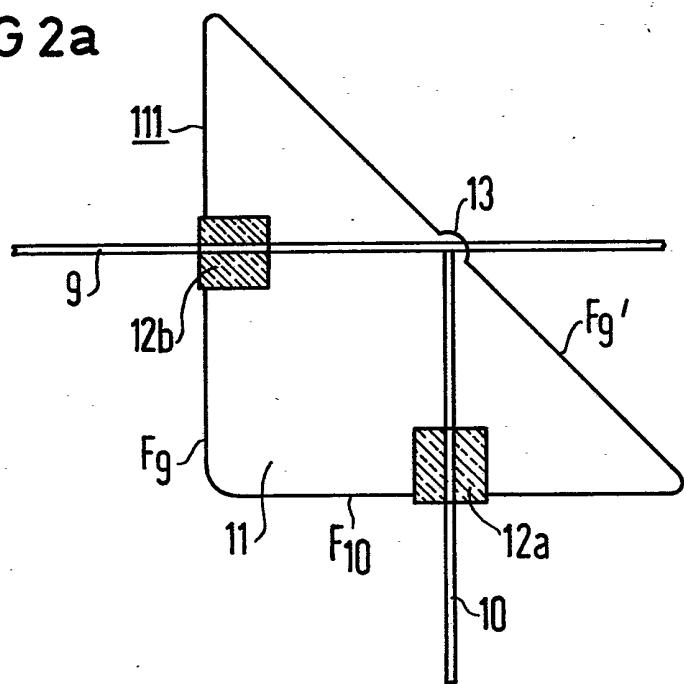


FIG 2b

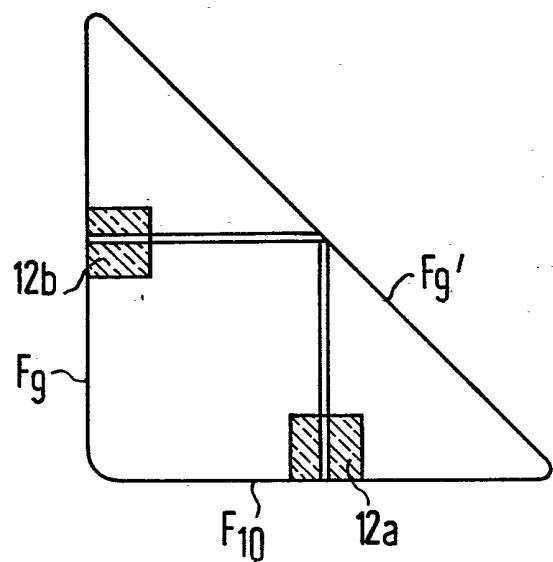


FIG 2c

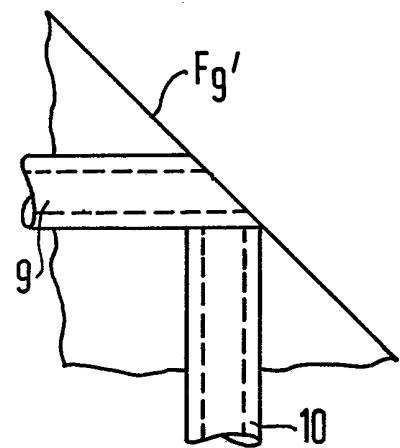


FIG 3

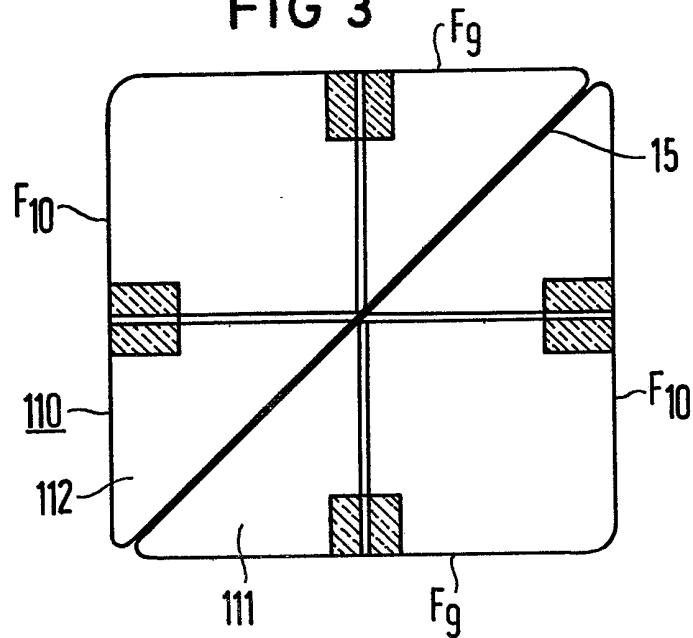


FIG 4

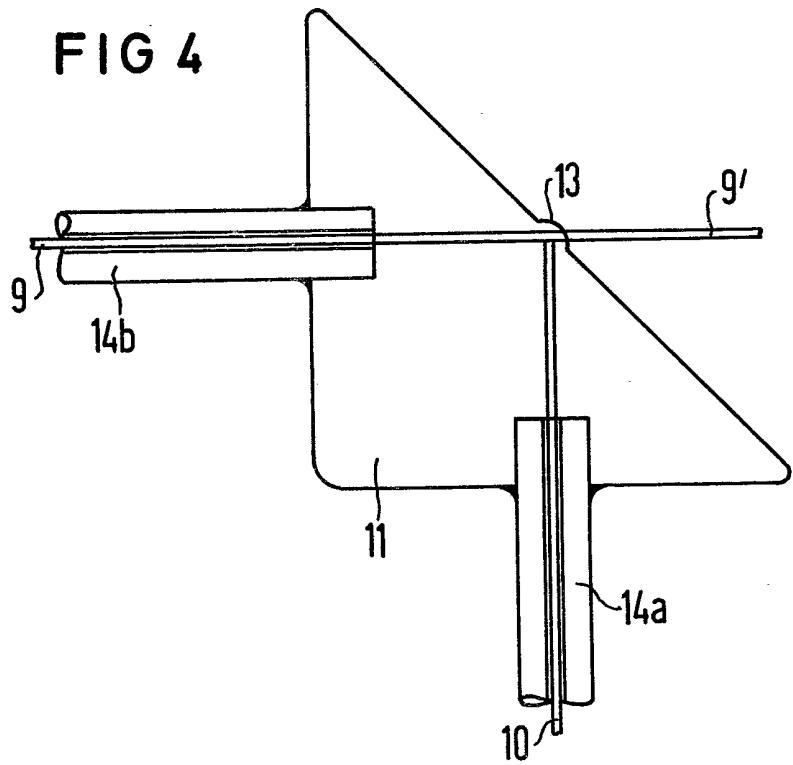


FIG 5

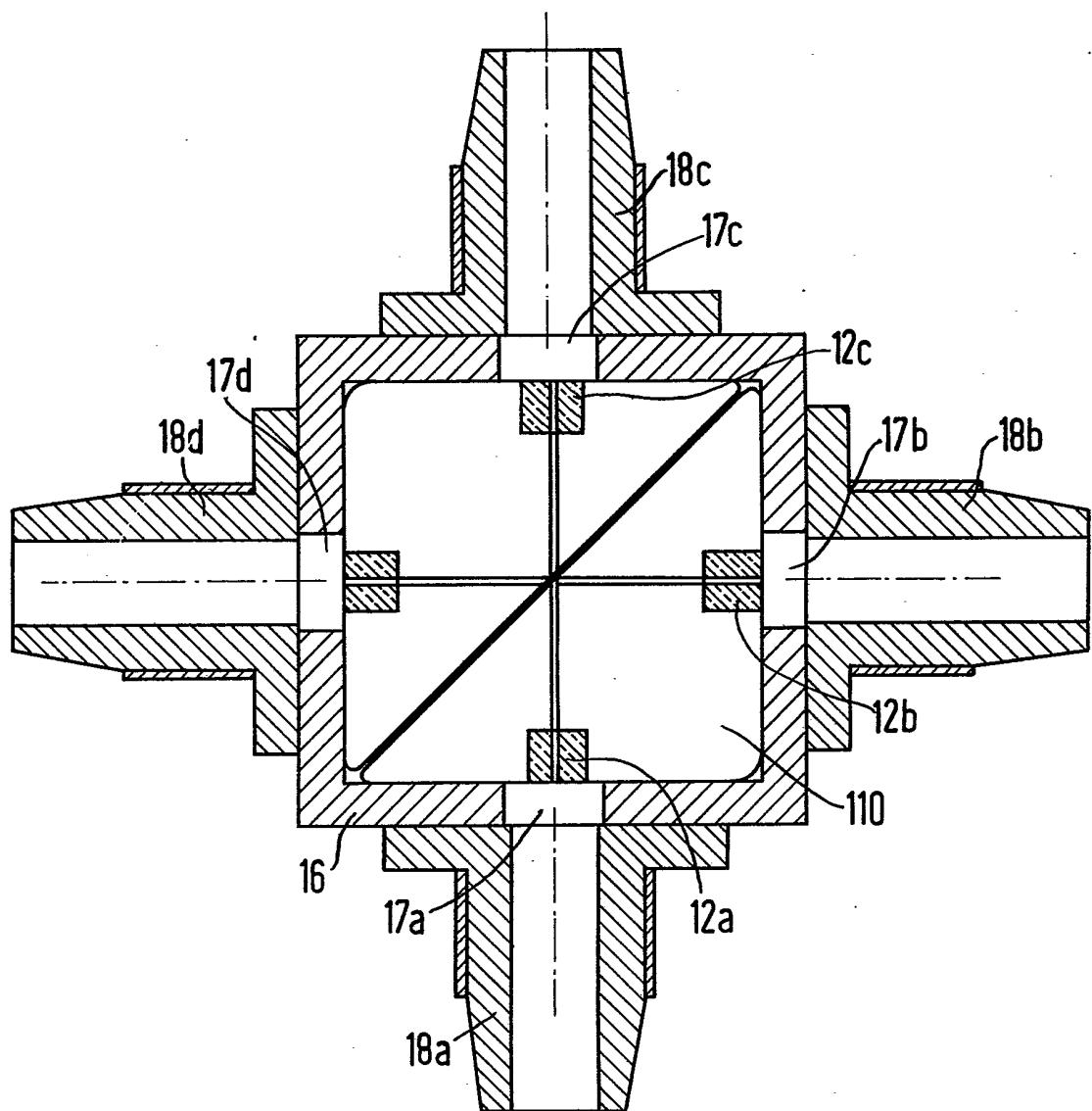


FIG 6

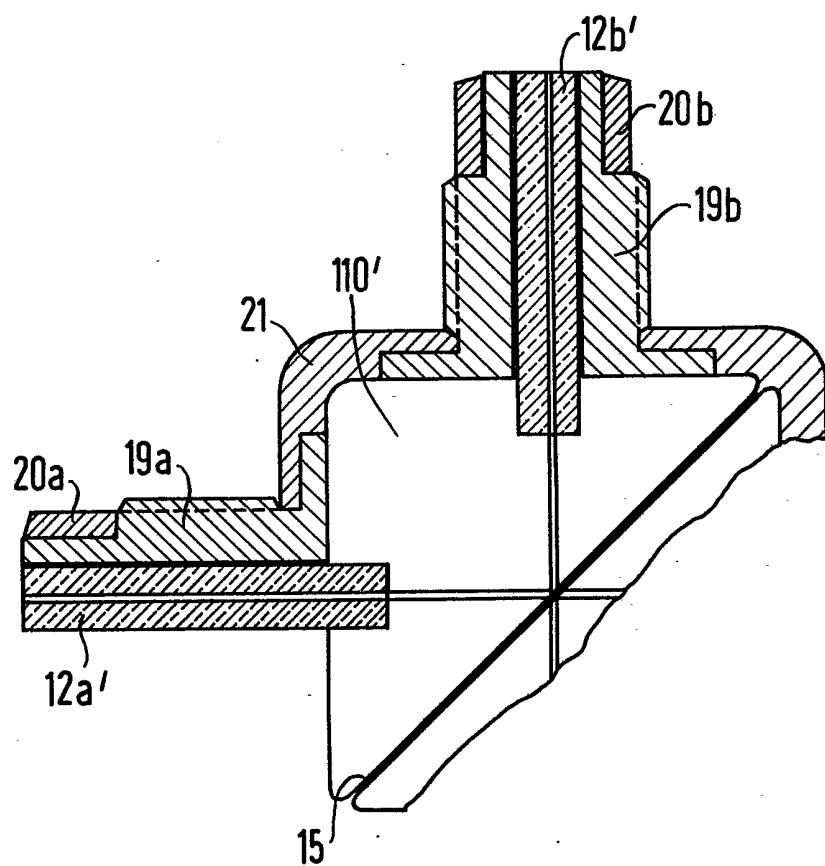


FIG 7

