

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **79400143.8**

⑤① Int. Cl.²: **H 01 J 23/26**

㉔ Date de dépôt: **06.03.79**

㉓ Priorité: **24.03.78 FR 7808673**

㉑ Demandeur: **"THOMSON-CSF", 173, boulevard Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

㉒ Date de publication de la demande: **03.10.79**
Bulletin 79/20

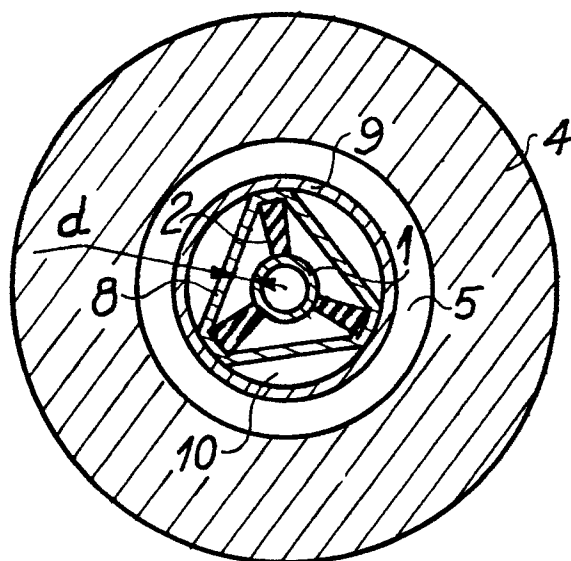
㉒ Inventeur: **Delory, Bernard, "THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**
Inventeur: **Fleury, Georges, "THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**
Inventeur: **Kuntzmann, Jean-Claude, "THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

㉒④ Etats contractants désignés: **DE GB NL**

㉒④ Mandataire: **Benoit, Monique et al, "THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

㉒④ **Ligne à retard, pour tube hyperfréquences, refroidie par circulation de fluide et tube hyperfréquences comportant une telle ligne.**

㉒⑤ L'invention concerne une ligne à retard, pour tube hyperfréquences, refroidie par circulation de fluide. Le fluide de refroidissement circule dans des canaux (10), constitués par l'espace compris entre deux fourreaux, en matériau amagnétique et étanches à ce fluide, ayant pour axe l'axe de la ligne. Le premier fourreau (8), étanche au vide réalisé dans son volume intérieur, est brasé aux baguettes diélectriques (2) et relie en ligne droite deux baguettes adjacentes. Le deuxième fourreau (9), cylindrique, contient le premier auquel il est brasé en différents points, un dispositif de focalisation par aimants permanents étant monté sur ce deuxième fourreau. La ligne à retard selon l'invention est utilisée dans des tubes hyperfréquences.



LIGNE A RETARD, POUR TUBE HYPERFREQUENCES,
REFROIDIE PAR CIRCULATION DE FLUIDE ET TUBE
HYPERFREQUENCES COMPORTANT UNE TELLE LIGNE

La présente invention concerne une ligne à retard utilisée dans un tube hyperfréquences et refroidie par circulation de fluide. Elle concerne également les tubes hyperfréquences comportant
5 une telle ligne.

Les tubes hyperfréquences auxquels s'applique l'invention, tels que les tubes à ondes progressives ou les carcinotrons de type O, comportent une ligne à retard assurant l'interaction entre un
10 faisceau d'électrons et une onde électromagnétique: en effet, l'onde électromagnétique se propage sur la ligne à retard et sa vitesse de phase est rendue comparable à celle du faisceau d'électrons qui se déplace selon l'axe de la ligne.

15 La ligne à retard peut présenter diverses structures : hélicoïdale, de type "ring and bar", "ring and loop", selon la terminologie anglo-saxonne ...

L'invention s'applique particulièrement aux
20 cas où la focalisation du faisceau d'électrons tout au long de l'espace d'interaction avec l'onde

électromagnétique est réalisée par un champ magnétique produit par des aimants permanents. En effet, l'invention vise à effectuer le refroidissement par fluide de la ligne à retard : celle-ci est le
5 siège de pertes haute fréquence et de plus une mauvaise focalisation du faisceau d'électrons peut augmenter son échauffement. Le problème qui se pose est celui de la disposition des canaux où circule le fluide de refroidissement. Cette
10 disposition est plus facile lorsque le champ magnétique de focalisation du faisceau d'électrons est produit par un électro-aimant que lorsqu'il est produit par des aimants permanents, plus volumineux. Comme d'autre part, la focalisation par
15 aimants permanents présente de grands avantages de poids et de consommation notamment, il est important de disposer au mieux les canaux de refroidissement autour d'une ligne à retard focalisée par aimants permanents.

20 Lorsque la focalisation est réalisée par aimants permanents, il est connu de disposer les canaux de refroidissement des deux façons suivantes :

- les canaux de refroidissement sont montés sur
25 une collerette encerclant le dispositif de focalisation par aimants permanents. Dans ce cas, l'efficacité du refroidissement est faible car la résistance thermique entre la ligne et les canaux de refroidissement est grande ;
- 30 - les canaux de refroidissement sont montés, avant le dispositif de focalisation, sur une collerette en matériau amagnétique encerclant un fourreau cylindrique séparé de la ligne à retard par des baguettes en diélectrique : la résistance thermi-

que entre la ligne et les canaux de refroidissement est donc beaucoup plus faible que dans la disposition précédente. Un autre problème se pose alors dû au dispositif de focalisation constitué d'une
5 suite alternée, selon l'axe de la ligne, d'aimants permanents et de masses polaires, les faces de même nom des aimants étant en vis-à-vis. Dans cette disposition, le dispositif de focalisation enserme la collerette de refroidissement et son
10 diamètre interne augmente. L'épaisseur des aimants étant maintenue constante pour des raisons de pas magnétique, l'augmentation de leur diamètre interne provoque l'accroissement du champ démagnétisant dans lequel ces aimants travaillent:
15 dans certains cas, en particulier pour les fréquences élevées (bandes I et J par exemple), le champ coercitif du matériau qui constitue les aimants peut être atteint, même si on utilise du samarium-cobalt dont le champ coercitif est élevé. La focalisation du faisceau d'électrons n'est alors plus
20 possible.

Selon l'invention, le fluide de refroidissement circule dans des canaux, constitués par l'espace compris entre deux fourreaux, étanches à ce
25 fluide, ayant pour axe l'axe de la ligne à retard. Le premier fourreau, en matériau amagnétique, est en contact avec la face de baguettes qui est opposée à une face de ces baguettes en contact avec la ligne à retard, ces baguettes, en matériau diélectrique, étant parallèles à l'axe de la ligne et
30 régulièrement réparties sur son pourtour. Le premier fourreau n'a aucun contact avec la ligne à retard et assure l'étanchéité au vide réalisé dans son volume intérieur. Le deuxième fourreau

contient le premier avec lequel il est en contact en différents points constituant la séparation entre les canaux dans lesquels circule le fluide de refroidissement.

- 5 La disposition des canaux de refroidissement selon l'invention assure un refroidissement de la ligne à retard plus efficace que celui qui est réalisé par les dispositions connues. Elle permet en particulier, le refroidissement d'une
- 10 ligne à retard fonctionnant en bande I, pour laquelle la disposition connue dont il vient d'être question n'est pas applicable car elle ne permet pas d'obtenir le champ de focalisation du faisceau d'électrons. La disposition selon l'invention
- 15 n'entraîne pas comme les dispositions connues une augmentation importante de volume du tube.

D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante donnée à titre d'exemple non limitatif

20 et illustrée par les figures annexées qui représentent :

- la figure 1 : des coupes transversale et longitudinale d'une ligne à retard, refroidie par circulation de fluide, de l'art antérieur ;
- 25 - la figure 2 : une coupe transversale d'une ligne à retard, refroidie par circulation de fluide, de l'art antérieur ;
- la figure 3 : une coupe transversale d'une ligne à retard, refroidie par circulation de fluide, selon l'invention ;
- 30 - la figure 4 : une coupe longitudinale d'une variante de ligne à retard, refroidie par circulation de fluide, selon l'invention.

Sur les différentes figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments.

Sur les figures 1a et 2 est représentée, à titre d'exemple, une coupe transversale d'une
5 ligne à retard refroidie par circulation de fluide, de l'art antérieur, le faisceau d'électrons étant focalisé par aimants permanents. La ligne à retard 1 qui est représentée a une section circulaire : elle peut être hélicoïdale par exemple.
10 Trois baguettes, repérées par 2, en matériau diélectrique et bon conducteur thermique, tel que l'alumine, le quartz, le nitrure de bore, le glucine, sont régulièrement réparties sur la ligne à retard. Elles sont parallèles à l'axe de la ligne. Il est
15 connu de braser ces baguettes par une de leurs faces sur la ligne afin de diminuer la résistance thermique à l'interface entre la ligne et les baguettes. La face de ces baguettes opposée à celle qui est brasée sur la ligne est généralement brasée
20 à un fourreau cylindrique 3 qui est étanche, le vide étant réalisé à l'intérieur de ce fourreau, amagnétique et bon conducteur de la chaleur ; ce fourreau peut être en cuivre. Lorsqu'il est métallique, ce fourreau est comme la ligne relié à la
25 masse en continu.

La figure 1b représente une coupe longitudinale d'une ligne à retard, suivant AA' de la figure 1a.

Sur la figure 1, le dispositif de focalisation
30 par aimants permanents est ajusté sur le fourreau cylindrique 3. Il est constitué par une suite alternée selon l'axe de la ligne 1 d'aimants permanents 4 et de masses polaires 5, les faces de même nom des aimants étant en vis-à-vis. Une collerette

6 en matériau bon conducteur de la chaleur, du cuivre par exemple, encercle le dispositif de focalisation ; elle est traversée par des canaux 7 où circule le fluide de refroidissement qui est
5 généralement un liquide. Comme il a déjà été signalé, cette disposition des canaux de refroidissement n'assure pas un refroidissement efficace de la ligne à retard car la résistance thermique entre la ligne et les canaux est grande : le dispositif
10 de focalisation n'est généralement pas brasé sur le fourreau 3 et la résistance thermique du dispositif de focalisation est importante.

Sur la figure 2, la collerette 6 supportant les canaux de refroidissement 7 est ajustée sur le
15 fourreau 3. La collerette et les canaux doivent être en matériau magnétique et bon conducteur de la chaleur, du cuivre par exemple. Le dispositif de focalisation, constitué d'aimants permanents 4 et de masses polaires 5 encercle la collerette 6.
20 Comme il a été dit précédemment, cette disposition diminue, par rapport à la précédente, la résistance thermique entre la ligne 1 et les canaux 7 ; elle améliore donc le refroidissement de la ligne, mais elle présente l'inconvénient de rendre plus difficile
25 et parfois impossible, la réalisation du dispositif de focalisation par aimants permanents.

Selon l'invention, le fluide de refroidissement de la ligne à retard, circule dans des canaux constitués par l'espace compris entre deux fourreaux
30 étanches à ce fluide, ayant pour axe l'axe de la ligne. Un premier fourreau joue le rôle rempli dans les dispositions précédemment décrites par le fourreau cylindrique 3 : il est amagnétique et assure l'étanchéité au vide réalisé dans son volume

intérieur, il est en contact avec la face de baguettes, en matériau diélectrique, qui est opposée à une face de ces baguettes en contact avec la ligne à retard, ces baguettes étant parallèles à l'axe
5 de la ligne et régulièrement réparties sur son pourtour; ce premier fourreau n'a aucun contact avec la ligne à retard. Le premier fourreau selon l'invention se distingue des fourreaux 3 connus par sa section qui n'est pas obligatoire-
10 ment circulaire. Le deuxième fourreau contient le premier avec lequel il est en contact en différents points constituant la séparation entre les canaux dans lesquels circule le fluide de refroidissement.

15 Le deuxième fourreau est généralement un cylindre, en matériau amagnétique, sur lequel est monté un dispositif de focalisation par aimants permanents. La section circulaire de ce deuxième fourreau permet l'utilisation de rondelles d'ai-
20 mants permanents, cette forme des aimants étant nécessaire à la bonne focalisation du faisceau d'électrons.

Sur la figure 3, est représentée, à titre d'exemple, une coupe transversale d'une ligne à
25 retard, refroidie par circulation de fluide selon l'invention, le faisceau d'électrons étant focalisé par aimants permanents.

Soit 1, la ligne à retard qui peut être hélicoïdale et 2 des baguettes régulièrement réparties,
30 généralement au nombre de trois, en matériau diélectrique et bon conducteur de la chaleur.

Les baguettes 2 peuvent être brasées sur la ligne par une de leurs faces et brasées par leur face opposée à celle qui est brasée sur la ligne

au premier fourreau 8. Le contact entre les baguettes 2 et la ligne 1 d'une part, le fourreau 8 d'autre part, peut être également effectué par ajustage du fourreau 8 sur les baguettes.

5 Sur la figure 3, où trois baguettes diélectriques sont représentées, le premier fourreau 8 recouvre la face de chaque baguette opposée à la face en contact avec la ligne puis relie en ligne droite deux baguettes adjacentes, il est donc
10 sensiblement triangulaire. Le deuxième fourreau 9 est cylindrique et contient le premier avec lequel il est en contact en différents points.

Le premier fourreau 8 et le deuxième fourreau 9 sont en matériau amagnétique, en cuivre par exemple.
15 La réalisation technologique de l'ensemble des deux fourreaux représentés par la figure 3 peut être la suivante : deux tubes en cuivre l'un circulaire, l'autre sensiblement triangulaire sont brasés simultanément avec les baguettes 2
20 et la ligne 1.

Le contact entre les deux fourreaux 8 et 9 peut donc être réalisé par brasage, mais aussi par ajustage du fourreau cylindrique 9 sur le premier fourreau 8.

25 Le fluide de refroidissement circulant dans les canaux 10 constitués par l'espace compris entre les fourreaux 8 et 9 peut être de l'eau. Lorsque le premier fourreau 8 est en matériau amagnétique, bon conducteur thermique, mais non métallique, le fluide de refroidissement doit être
30 diélectrique.

Le dispositif de focalisation constitué d'aimants permanents 4 et de masses polaires 5 est ajusté sur le fourreau cylindrique 9.

La résistance thermique entre la ligne à retard 1 et les canaux 10 où circule le fluide de refroidissement est de toute évidence plus faible avec la disposition selon l'invention qu'avec les 5 dispositions connues. Le brasage des baguettes sur la ligne et sur le premier fourreau contribue à diminuer cette résistance thermique. Le refroidissement de la ligne à retard selon l'invention est donc efficace.

- 10 Le premier fourreau 8 ne modifie pas de façon sensible les caractéristiques hyperfréquences de la ligne à retard pour autant que la capacité hélice-masse reste faible. Il est connu que l'introduction entre deux baguettes diélectriques 15 d'une capacité hélice-masse importante modifie les caractéristiques hyperfréquences et notamment diminue la dispersion de la ligne à retard. Si pour élargir la bande haute fréquence une diminution de la dispersion de la ligne à retard est 20 souhaitée, la distance d entre la ligne et la paroi du premier fourreau 8, dans la zone où il n'est pas en contact avec une baguette électrique, doit être diminuée. Il est à noter que cette diminution de la dispersion de la ligne à retard 25 s'accompagne de la diminution de son rendement, ce qui est un inconvénient.

- La disposition des canaux de refroidissement selon l'invention n'augmente que légèrement (de l'épaisseur du premier fourreau 8) le diamètre 30 interne du dispositif de focalisation représenté sur la figure 1. Ainsi sont évités les inconvénients liés à la disposition représentée sur la figure 2. La disposition selon l'invention des canaux de refroidissement d'une ligne à retard

permet de réduire de 30 à 40% l'encombrement du tube demandé par les dispositions des canaux de refroidissement connus : cette réduction de volume est importante, d'autant plus que ces tubes sont
5 fréquemment aéroportés.

Les canaux de refroidissement 10 sont reliés à des circuits d'alimentation et d'évacuation du fluide de refroidissement. Ces liaisons peuvent s'effectuer en perçant le système de focalisation.

10 Il est cependant plus avantageux de les placer entre les flasques du tube, à côté du canon qui produit le faisceau d'électrons et à côté du collecteur qui reçoit ce faisceau.

Sur la figure 4 est représentée une coupe longitudinale d'une variante de ligne à retard refroidie par circulation de fluide selon l'invention.
15

Dans cette variante, le deuxième fourreau dont le rôle est d'assurer l'étanchéité au fluide de
20 refroidissement et d'assurer, lorsque la focalisation se fait par aimants permanents, à l'ensemble ligne, premier fourreau, canaux de refroidissement, une enveloppe cylindrique qui supporte le dispositif de focalisation, est modifié. Le deuxième
25 fourreau, représenté sur la figure 4 où il est repéré globalement par 12, présente l'originalité de contenir les masses polaires 5 du dispositif de focalisation par aimants permanents. Le deuxième fourreau 12 est constitué par une suite alternée
30 née selon l'axe de la ligne à retard de cylindres en matériau amagnétique 11, en cuivre par exemple et de cylindres en matériau magnétique, soudés bout à bout. Les cylindres en matériau magnétique portent en leur milieu une collerette en ma-

tériau magnétique également et constituent les masses polaires 5 du dispositif de focalisation. Des rondelles d'aimants permanents 4 sont insérées entre deux collerettes successives, les faces de même nom des aimants étant en vis-à-vis.

Le deuxième fourreau 12, comme le deuxième fourreau 9, peut être en contact avec le premier fourreau 8 par brasage ou simplement par ajustage sur le premier fourreau 8.

10 Cette variante présente l'avantage de diminuer le diamètre interne du dispositif de focalisation, donc celui des rondelles d'aimants permanents 4 : aux fréquences élevées, bandes I et J par exemple, on a vu qu'il est intéressant de diminuer au maxi-
15 mum ce diamètre. Cette variante présente également l'avantage de contribuer encore à la diminution de volume du tube hyperfréquences.

REVENDICATIONS

1. Ligne à retard, pour tube hyperfréquences, refroidie par circulation de fluide, assurant l'interaction entre un faisceau d'électrons et une onde électromagnétique se propageant sur la
5 ligne, le faisceau d'électrons étant focalisé selon l'axe de la ligne par un dispositif de focalisation, caractérisée en ce que le fluide de refroidissement circule dans des canaux (10), constitués par l'espace compris entre deux fourreaux,
10 étanches à ce fluide, ayant pour axe l'axe de la ligne à retard (1), le premier fourreau (8) en matériau amagnétique étant en contact avec la face de baguettes (2) qui est opposée à une face de ces baguettes en contact avec la ligne à retard,
15 ces baguettes, en matériau diélectrique, étant parallèles à l'axe de la ligne et régulièrement réparties sur son pourtour, ce premier fourreau n'ayant aucun contact avec la ligne à retard et assurant l'étanchéité au vide réalisé dans son
20 volume intérieur, le deuxième fourreau contenant le premier avec lequel il est en contact en différents points constituant la séparation entre les canaux (10) dans lesquels circule le fluide de refroidissement.

25 2. Ligne à retard, refroidie par circulation de fluide, selon la revendication 1, caractérisée en ce que le deuxième fourreau (9) est un cylindre, en matériau amagnétique, sur lequel est monté un dispositif de focalisation par aimants
30 permanents constitué d'une suite alternée selon l'axe de la ligne (1) de masses polaires (5) et d'aimants permanents (4), les faces de même nom des aimants étant en vis-à-vis.

3. ligne à retard, refroidie par circulation de fluide, selon la revendication 1, caractérisée en ce que le deuxième fourreau (12) est constitué par une suite alternée selon l'axe de la ligne à retard (1) de cylindres en matériau amagnétique (11) et de cylindres en matériau magnétique, soudés bout à bout, les cylindres en matériau magnétique portant en leur milieu une collerette en matériau magnétique également et constituant les masses polaires (5) du dispositif de focalisation par aimants permanents, ce dispositif comportant également des rondelles d'aimants permanents (4) insérées entre deux collerettes successives, les faces de même nom des aimants étant en vis-à-vis.

15 4. Ligne à retard, refroidie par circulation de fluide, selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le contact entre les baguettes (2) et la ligne à retard (1) d'une part, et le premier fourreau (8) d'autre part est assuré par une brasure.

20 5. Ligne à retard, refroidie par circulation de fluide, selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le contact entre le premier fourreau (8) et le deuxième fourreau est assuré par une brasure.

6. Tube hyperfréquences comportant une ligne à retard, assurant l'interaction entre un faisceau d'électrons et une onde électromagnétique se propageant sur la ligne, le faisceau d'électrons étant focalisé selon l'axe de la ligne par un dispositif de focalisation, caractérisé en ce que cette ligne à retard est refroidie par circulation de fluide selon l'une des revendications précédentes.

7. Tube hyperfréquences selon la revendication 6, caractérisé en ce que les liaisons entre les canaux (10), où circule le fluide de refroidissement, et les circuits d'alimentation et
5 d'évacuation de ce fluide se font à travers le dispositif de focalisation.

8. Tube hyperfréquences selon la revendication 6, caractérisé en ce que les liaisons entre les canaux (10), où circule le fluide de refroidis-
10 sement, et les circuits d'alimentation et d'évacuation de ce fluide, se font entre les flasques du tube, à côté du canon produisant le faisceau d'électrons et à côté du collecteur recevant ce faisceau.

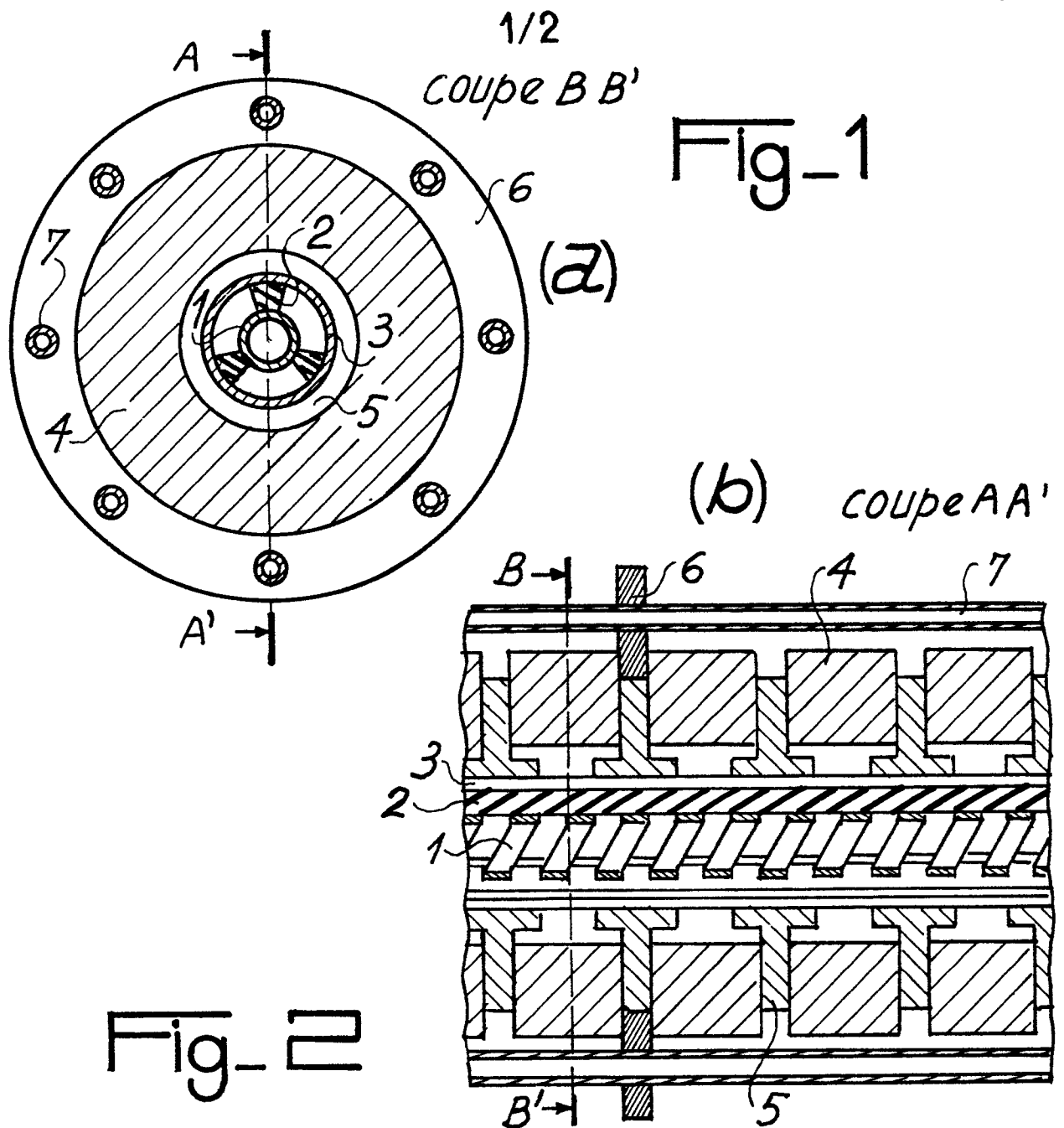
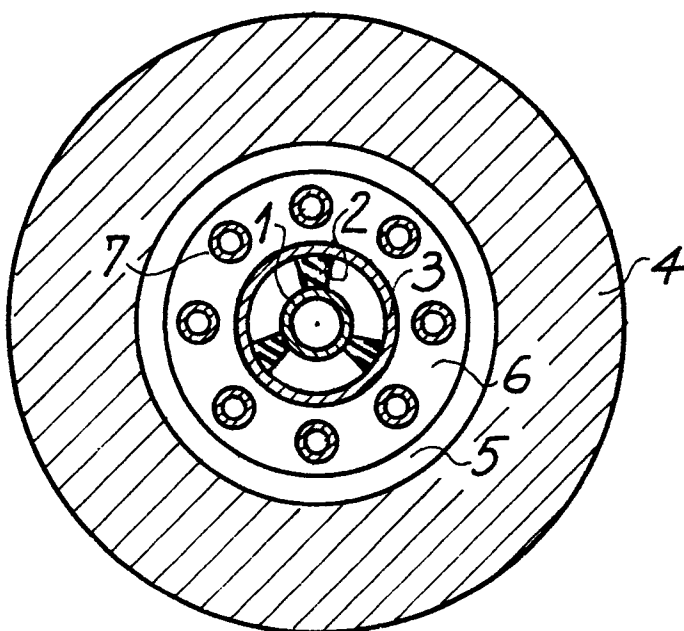
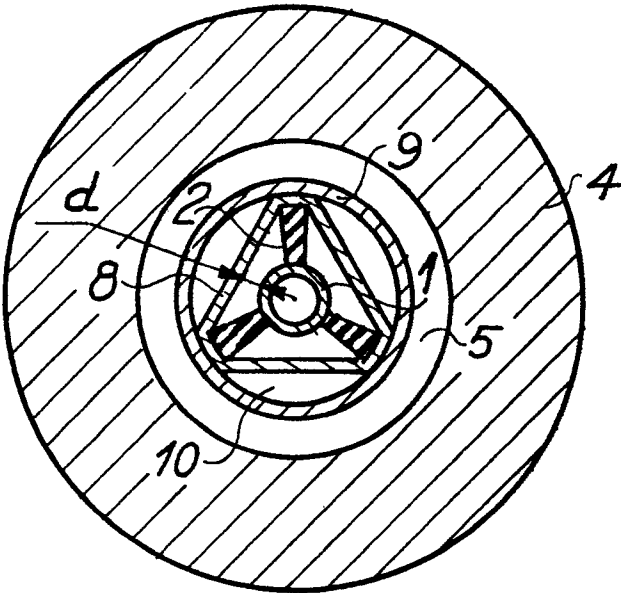


Fig-2



Fig_3



Fig_4

