

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 568 729

②1 N° d'enregistrement national :

85 11723

⑤1 Int Cl* : H 01 S 3/03.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 31 juillet 1985.

③0 Priorité : DE, 3 août 1984, n° P 34 28 653.5.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 6 du 7 février 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : TRUMPF GmbH & Co.,
société de droit allemand. — DE.

⑦2 Inventeur(s) : Hans Klingel.

⑦3 Titulaire(s) :

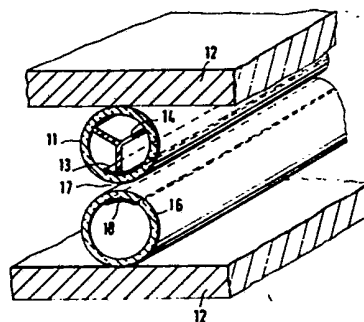
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Madeuf.

⑤4 Laser à CO₂ à courant transversal.

⑤7 Laser à CO₂ à courant transversal ayant une puissance de sortie d'au moins plusieurs centaines de watts, comportant un canal d'écoulement transversal dans lequel se trouve l'espace de décharge destiné au rayon laser, des surfaces de canal limitant le canal d'écoulement transversal, des dispositifs de miroir pour le rayon laser dans la région terminale du canal d'écoulement transversal et deux électrodes à haute fréquence s'étendant le long du canal d'écoulement transversal, laser caractérisé en ce que :

a. au moins deux tubes cylindriques circulaires en matière diélectrique 11, 16 sont placés parallèlement face à face, leurs surfaces extérieures forment les surfaces de canal et ils ont une paroi mince;

b. dans les tubes se trouvent les électrodes à haute fréquence 13, 18.



FR 2 568 729 - A1

D

L'invention concerne un laser à CO_2 à courant transversal ayant une puissance de sortie d'au moins plusieurs centaines de watts, comportant un canal d'écoulement transversal dans lequel se trouve l'espace de décharge destiné au rayon laser, des surfaces de canal limitant le canal d'écoulement transversal, des dispositifs de miroir pour le rayon laser dans la région terminale du canal d'écoulement transversal et deux électrodes à haute fréquence s'étendant le long du canal d'écoulement transversal.

De tels lasers font partie des lasers moléculaires. Ils fonctionnent à peu près toujours de façon continue. Bien que l'on ait adopté le nom de laser à CO_2 , d'autres corps tels que N_2 sont représentés avec des pourcentages notablement supérieurs. Le mélange gazeux peut par exemple être formé de 10 % de CO_2 , 20 % de N_2 et 70 % de He.

Etant d'environ 15 %, le rendement du laser à CO_2 est élevé par rapport à d'autres laser. Sa longueur d'onde est de 10,6 μm et se situe donc dans une "fenêtre" atmosphérique. Par suite, on peut le faire passer dans l'atmosphère, même sur de grandes distances, avec peu d'atténuation. Si l'on veut couper avec le rayon laser des tôles assez épaisses, dans l'état actuel de la technique il faut couper en atmosphère d'oxygène parce que les lasers qui doivent être vendus actuellement dans la production industrielle débitent seulement une puissance permanente de l'ordre du kilowatt.

Le mélange de molécules utilisé dans les lasers à CO_2 s'épuise lors du fonctionnement et il s'épuise d'autant plus rapidement qu'il s'agit d'engendrer une plus grande puissance de laser.

Dans les lasers à courant longitudinal, même si le courant longitudinal est rapide, les molécules restent relativement longtemps dans l'espace de décharge.

Or les lasers à CO_2 à courant transversal ont cet avantage que les molécules séjournent seulement peu de temps dans l'espace de décharge de sorte que l'on peut atteindre de plus grandes puissances de laser.

Toutefois, les laser à CO_2 à courant transversal sont si coûteux que des machines qui en sont équipées ne peuvent se vendre qu'avec difficulté. Si le prix était tolérable, ce principe de production de rayon laser pourrait
5 s'implanter dans le domaine notablement plus large qui lui convient.

Les lasers à CO_2 sont trop coûteux parce qu'ils utilisent des composants compliqués qui ont été fabriqués spécialement pour le laser et qui ne sont pas usuels dans le
10 commerce. En outre, les lasers à CO_2 utilisés actuellement ne permettent pas d'appliquer aussi le principe à différentes puissances. Par exemple il n'est pas possible d'augmenter la puissance en appliquant de façon répétée le même principe peu coûteux, comme on le fait par exemple dans le
15 cas de moteurs à explosion où l'unité génératrice d'énergie est pratiquement toujours la même et où, en multipliant l'unité, on peut augmenter la puissance en conséquence.

L'invention vise à indiquer un principe de construction avec lequel on peut avoir recours à des composants simples
20 qui d'une part peuvent définir le canal d'écoulement transversal, d'autre part sont facilement interchangeable, donnent également de la place aux électrodes à haute fréquence et enfin, peuvent être utilisés plusieurs fois dans le laser avec le même principe de construction.

25 Selon l'invention, ce problème est résolu par les points suivants :

- a) au moins deux tubes cylindriques circulaires en matière diélectrique sont placés parallèlement face à face, leurs surfaces extérieures forment
30 les surfaces de canal et ils ont une paroi mince,
- b) dans les tubes se trouvent les électrodes à haute fréquence.

Des tubes répondant à ces caractéristiques existent en série dans la technique de laboratoire de l'industrie
35 chimique, comme matière première pour les arts appliqués, pour les luminaires à basse tension, pour les luminaires à

haute tension, dans l'industrie électronique sous forme de pièces de céramique comme supports pour des revêtements de résistance, des revêtements de condensateur etc. Par suite de leur forme courbe, les tubes resserrent le mélange
5 de molécules à un endroit déterminé comme le fait une buse. Mais en même temps les tubes protègent les électrodes à haute fréquence, qui sont en métal et ne résistent pas tellement aux températures engendrées, contre les processus de décharge et les autres contraintes, comme c'est réguliè-
10 rement le cas d'une matière diélectrique. On a la liberté de donner la forme désirée aux électrodes à haute fréquence, car ainsi elles participent simplement à la production de la décharge, mais n'influencent pas l'écoulement.

Il existe des tubes peu coûteux de fabrication très
15 précise, de toute épaisseur de paroi, avec des formes de section très diverses, étirés ou frittés avec une grande précision.

Par la forme cylindrique circulaire, on obtient un comportement très clair d'afflux et d'évacuation. En outre,
20 lors du montage, toute position des tubes est correcte, puisqu'ils sont cylindriques circulaires.

Si les tubes sont formés de céramique, ils sont suffisamment rigides en flexion, isolent les électrodes à haute fréquence, sont insensibles à la chaleur et ont un
25 comportement thermique prévisible.

Si les tubes sont en verre minéral, ils présentent par nature une surface très lisse et on obtient donc, sans autre polissage etc., une très faible résistance à l'écoulement. On peut alors contrôler les tiges de l'extérieur,
30 par exemple en ce qui concerne la position des électrodes et lors du montage, on voit mieux aussi l'intérieur de la cavité.

Si l'on utilise du verre quartzéux, on obtient des tubes qui ne fondent pas, contrairement par exemple au
35 verre "Pyrex" ou "Duran".

Si les électrodes à haute fréquence sont des composants

séparés des tubes, on n'a pas besoin de traiter les tubes pour installer les électrodes à haute fréquence, ce qui pourrait se faire par exemple par dépôt de vapeur, traitement galvanique etc. Si le tube présente un dommage, par exemple une fissure, l'électrode à haute fréquence peut alors être encore intacte et utilisable.

Si les électrodes à haute fréquence ont une allure convexe et sont prévues près des surfaces de canal, on peut adapter l'allure du champ électromagnétique au resserrement du courant de mélange de molécules et par suite, obtenir des espaces de décharge particulièrement avantageux.

Si les électrodes à haute fréquence ont une forme cylindrique circulaire, les électrodes sont toujours à la même distance des surfaces de canal.

Lorsqu'on injecte le mélange de molécules dans le canal d'écoulement transversal, l'espace de décharge est poussé, de façon indésirable, du milieu du canal vers l'aval.

Toutefois, si les électrodes à haute fréquence, vues dans le sens d'écoulement du gaz, ont une plus grande surface devant le milieu du canal que derrière le milieu du canal, on arrive à nouveau à placer l'espace de décharge plus en amont, à l'endroit désiré.

Si les électrodes à haute fréquence sont prévues en position fixe par rapport au canal d'écoulement transversal, on peut disposer les tubes de la meilleure façon, du point de vue de la technique d'écoulement, tandis que les électrodes à haute fréquence déterminent dans une large mesure l'emplacement de l'espace de décharge.

Si les électrodes à haute fréquence peuvent coulisser par rapport au canal d'écoulement transversal, on arrive à pouvoir déterminer l'emplacement de l'espace de décharge. Dans le cas d'un mélange de molécules en écoulement plus rapide, on peut par exemple faire coulisser les électrodes à haute fréquence à l'envers du sens d'écoulement, de sorte que l'espace de décharge reste en place.

Si les électrodes à haute fréquence sont reliées au

tube de façon solidaire en rotation et si la tige peut tourner autour de son axe de rotation, on a la possibilité, en faisant tourner le tube, de déplacer aussi l'électrode à haute fréquence. Cela est avantageux par exemple quand
5 le tube est long. En effet, on peut sans difficulté donner aux tubes une grande rigidité en flexion. Par contre, les électrodes à haute fréquence sont souvent des bandes de tôle de cuivre qui ont une faible rigidité propre. Grâce aux mesures ci-dessus, le tube peut aussi soutenir ces
10 électrodes. On peut alors fabriquer l'ensemble comme marchandise au mètre.

Dans un autre mode d'exécution, au moins trois tubes sont prévus et définissent entre eux deux canaux d'écoulement transversal, le ou les tubes centraux présentent cha-
15 cun deux électrodes à haute fréquence tournées vers les autres tubes et des dispositifs de miroir sont prévus pour plier le rayon laser. On obtient alors de façon simple, avec de bonnes propriétés favorables à l'écoulement, deux espaces de décharge de sorte que l'on obtient un laser
20 doublement plié.

Si le canal d'écoulement transversal a une hauteur variable, on peut arriver à donner différentes puissances à de tels lasers. Si le canal d'écoulement transversal est plus large, une plus grande quantité de mélange de molé-
25 cules est amenée et la puissance peut aussi devenir plus grande, les électrodes à haute fréquence étant en même temps alimentées par une plus grande puissance.

Les tubes, s'ils ne présentent pas de perforation de paroi, peuvent en même temps jouer le rôle de tubes de re-
30 froidissement.

Diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent d'ailleurs de la description détaillée qui suit.

Des formes de réalisation de l'objet de l'invention sont représentées, à titre d'exemples non limitatifs, aux
35 dessins annexés.

La figure 1 est une coupe schématique d'un premier

exemple d'exécution.

La figure 2 une élévation frontale à plus grande échelle, montrant l'allure des lignes de force quand les électrodes sont en forme de secteur circulaire.

5 La figure 3 une élévation analogue à la figure 2, mais sur laquelle les électrodes sont disposées en avance.

La figure 4 une élévation schématique en direction du canal d'écoulement, un réglage d'électrodes et une amenée de courant étant représentés.

10 La figure 5 une élévation frontale d'un exemple d'exécution présentant deux espaces de décharge et trois tubes, avec indication de la disposition d'ensemble.

La figure 6 représente le trajet des rayons pour un dispositif selon la figure 5.

15 Un tube 11 est cylindrique circulaire, a un diamètre extérieur d'environ 100 mm et une épaisseur de paroi d'environ 3 mm. Il est formé de quartz. Le tube 11 a une longueur de 30 à 200 cm. A ses extrémités, il traverse des parois non représentées du dispositif qui s'étendent perpendiculai-
20 rement à l'axe longitudinal du tube 11. Dans le haut, le tube 11 confine à une paroi de retenue et de guidage 12. A l'intérieur et dans le bas du tube 11 se trouve une bande de cuivre 13 qui sert d'électrode à haute fréquence et est reliée de façon non représentée à un générateur à haute
25 fréquence. La bande de cuivre 13 a la forme d'une gouttière aplatie. Dans le tube 11 se trouvent des éléments d'espacement 14, non conducteurs de l'électricité, ayant une forme en étoile, qui retiennent en place la bande de cuivre 13. La bande de cuivre 13 s'étend sur un peu plus de 60° de la
30 circonférence.

Sous le tube 11 se trouve un deuxième tube semblable 16. Entre les deux tubes est ainsi formé un canal d'écoulement transversal 17 à travers lequel le mélange de molécules est poussé avec une pression de 50 à 200 hPa. La largeur
35 du canal d'écoulement transversal 17 est de 10 à 50 mm à son endroit le plus étroit. Sa configuration est définie

par la forme circulaire de la circonférence des tubes 11 et 16. Dans le tube 16 est prévue dans le haut une bande de cuivre 18 qui a la même forme que la bande de cuivre 13 et qui joue le rôle de l'autre électrode à haute fréquence.

5 Elle est également maintenue en place par des éléments d'espacement non représentés et est reliée à l'autre pôle du générateur à haute fréquence. A la figure 2, on a indiqué les lignes de champ électrique 19 qui, de façon connue, se terminent toujours par un angle droit 21 sur la surface
10 des bandes de cuivre 13, 18. Comme on le voit par la figure 2, on obtient ainsi une allure extrêmement avantageuse des lignes de force, qui est adaptée à la section du canal d'écoulement transversal 17, qui diminue tout d'abord et ensuite augmente à nouveau.

15 A la figure 3, on a supposé que le mélange de molécules est poussé suivant la flèche 22 dans le canal d'écoulement transversal 17. Si l'écoulement du mélange de molécules n'était pas influencé, le volume de décharge se trouverait là où est indiquée la croix 23, c'est-à-dire dans le plan
20 médian 24. C'est aussi dans ce plan médian que se trouve de préférence l'espace de décharge, compte tenu de la géométrie des miroirs, car en ce qui concerne les miroirs, on se base de préférence, pour des raisons de construction, sur le plan médian 24.

25 Toutefois, si l'on souffle le mélange de molécules suivant la flèche 22, le volume de décharge se déplace vers l'aval et arrive au cercle en tireté 26.

Par la comparaison des figures 2 et 3, on peut voir qu'à la figure 3, les bandes de cuivre 13, 18 sont déplacées
30 à l'envers du sens de la flèche 22 de sorte que le centre de gravité des lignes de force se trouve à peu près au point 27. Grâce à cette avance, on peut arriver à ce que, malgré l'écoulement suivant la flèche 22, le volume de décharge se situe près de la croix 23. La mesure dans laquelle les
35 bandes de cuivre 13, 18 doivent être dirigées asymétriquement vers la droite dépend naturellement de la vitesse

d'écoulement du mélange de molécules dans le canal d'écoulement transversal 17.

Si l'on désire un déplacement des bandes de cuivre 13, 18, dans le cas de bandes autoporteuses, la figure 4 fournit
5 une proposition de solution pour le tube 11. Ici, coaxialement à l'axe longitudinal géométrique 28 est prévue, à une extrémité du tube 11, une roue dentée métallique 29 qui est montée de manière à pouvoir tourner. A son flanc gauche 31, l'extrémité gauche de la bande de cuivre 13 est fixée de
10 façon mécaniquement rigide et conductrice de l'électricité. Contre l'autre flanc 32 de la roue dentée 29 pousse un contact électrique glissant 33 qui est relié à l'un des pôles du générateur à haute fréquence. A droite de la bande de cuivre 13 est prévue symétriquement une roue dentée semblable
15 29 à laquelle est fixée l'extrémité correspondante de la bande de cuivre 13. Un arbre 34 s'étend au dessus de la paroi de guidage 12, non représentée ici, parallèlement à l'axe longitudinal 28 et on peut le faire tourner vers la gauche ou vers la droite au moyen d'un servomoteur non
20 représenté. Sur l'arbre 34 est monté de façon solidaire en rotation une roue dentée électriquement isolante 36 qui engrène avec la roue dentée 29. Une roue dentée semblable à la roue 36 est à nouveau prévue tout à fait à droite et engrène avec la roue dentée correspondant à la roue 29. Le
25 rapport de démultiplication est petit de sorte que l'on peut régler avec précision la position de la bande de cuivre 13.

Pour le tube 16 est prévu un dispositif de réglage semblable. Toutefois, il ne doit pas être relié électriquement
30 au même potentiel. Avec un tel dispositif, on peut amener les bandes de cuivre 13, 18, par exemple, de la position représentée par la figure 2 à celle de la figure 3.

Si les tubes 11, 16 sont si longs que la bande de cuivre 13, 18 est instable et que l'on a besoin d'éléments
35 d'espacement, on relie le tube 11 de façon solidaire en rotation à la roue dentée 29 de sorte que le tube 11 tourne en

même temps que la bande de cuivre 13. Toutefois, il faut alors prévoir que les joints 37 qui rendent étanche la conférence du tube 11 vis-à-vis de la paroi latérale 38 permettent la rotation sans perdre de leur étanchéité.

5 Naturellement, cela est valable aussi pour l'autre extrémité, pour le tube 11, ainsi qu'aux deux extrémités, pour le tube 16.

Dans le mode d'exécution selon la figure 5 sont prévus trois tubes 39, 41, 42 qui sont tous situés dans le plan 10 médian 24. On forme ainsi deux canaux d'écoulement transversal 43, 44 qui donnent deux espaces de décharge. Dans le tube 41 sont prévues, à 12 heures et à 6 heures, deux bandes de cuivre 46, 47 reliées au même potentiel. Ils sont 15 reliés à l'un des pôles du générateur à haute fréquence non représenté. Le tube 39 présente à 6 heures - comme le tube 11 - une bande de cuivre 48 et le tube 42 présente à 12 heures, comme le tube 16, une bande de cuivre 49.

Tout le dispositif se trouve dans un cylindre 51 qui est étanche aux radiations électromagnétiques. Dans le bas 20 est prévu un groupe 52 qui, suivant la flèche 22, brasse le mélange de molécules et en même temps le refroidit aussi. La paroi extérieure de limitation du mélange de molécules est formée par un cylindre intérieur 53 qui est 25 disposé excentriquement par rapport au cylindre 51. Il présente à 12 heures un évidement dans lequel est encastrée la région inférieure du tube 39. La limitation intérieure du courant de mélange de molécules est un cylindre intérieur 54 plus petit qui est disposé encore plus excentriquement vers le bas et présente à 12 heures un évidement 30 dans lequel est encastrée la région supérieure du tube 42. En outre est prévu un corps directeur en forme de croissant 56, à surfaces extérieures à peu près circulaires, à l'intérieur duquel se trouve selon la figure 5 le tube 41 qui, par ses régions supérieure et inférieure, dépasse hors de 35 ce corps directeur 56. Le corps directeur 56 est prévu dans le demi-espace supérieur entre le cylindre

intérieur 53 et le cylindre intérieur 54.

Dans le dernier exemple d'exécution, selon la figure 6, sont prévus trois tubes, 57, 58, 59, de sorte que l'on obtient deux canaux d'écoulement transversaux qui
5 conduisent à deux espaces de laser 62, 63. Ici, on a donc un laser doublement plié. Bien entendu, les tubes 57, 58, 59 sont également munis des électrodes nécessaires. Le trajet de rayons qui en résulte est indiqué par la figure 6. On a besoin ici d'un miroir à 180°, 67 qui, à cause de
10 la position des espaces de laser, est facile à loger dans les têtes de miroir. A gauche sont représentés un miroir terminal 69 et un miroir de sortie 71.

REVENDEICATIONS

- 1 - Laser à CO_2 à courant transversal ayant une puissance de sortie d'au moins plusieurs centaines de watts, comportant un canal d'écoulement transversal dans lequel se trouve l'espace de décharge destiné au rayon laser, des surfaces de canal limitant le canal d'écoulement transversal, des dispositifs de miroir pour le rayon laser dans la région terminale du canal d'écoulement transversal et deux électrodes à haute fréquence s'étendant le long du canal d'écoulement transversal, laser caractérisé en ce que :
- a) au moins deux tubes cylindriques circulaires en matière diélectrique (11, 16) sont placés parallèlement face à face, leurs surfaces extérieures forment les surfaces de canal et ils ont une paroi mince,
 - b) dans les tubes se trouvent les électrodes à haute fréquence (13, 18).
- 2 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière est une céramique.
- 3 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière est un verre minéral.
- 4 - Laser selon la revendication 3, caractérisé en ce que le verre est un verre quartzéux.
- 5 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes à haute fréquence (13, 18) sont des composants séparés des tubes (11, 16).
- 6 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes à haute fréquence (13, 18) font corps avec les tubes (11, 16).
- 7 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes à haute fréquence (13, 18) ont une allure convexe et sont prévues près des surfaces de canal.
- 8 - Laser selon la revendication 7, caractérisé en ce que les électrodes à haute fréquence (13, 18) ont une allure cylindrique circulaire.
- 9 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce

que les électrodes à haute fréquence, vues dans le sens d'écoulement du gaz, ont une plus grande surface devant le milieu du canal que derrière le milieu du canal.

10 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce
5 que les électrodes à haute fréquence sont prévues en position fixe par rapport au canal d'écoulement transversal (17).

11 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes à haute fréquence peuvent coulisser par rapport au canal d'écoulement transversal (17).

10 12 - Laser selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les électrodes à haute fréquence (13, 18) sont reliées au tube de façon solidaire en rotation et que la tige peut tourner autour de son axe de rotation.

15 13 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est prévu au moins trois tubes qui définissent entre eux deux canaux d'écoulement transversal, et que le ou les tubes centraux présentent chacun deux électrodes à haute fréquence tournées vers les autres tubes et que des dispositifs de miroir sont prévus pour plier le rayon laser.

20 14 - Laser selon la revendication 1, caractérisé en ce que la hauteur du canal d'écoulement transversal (17) est variable.

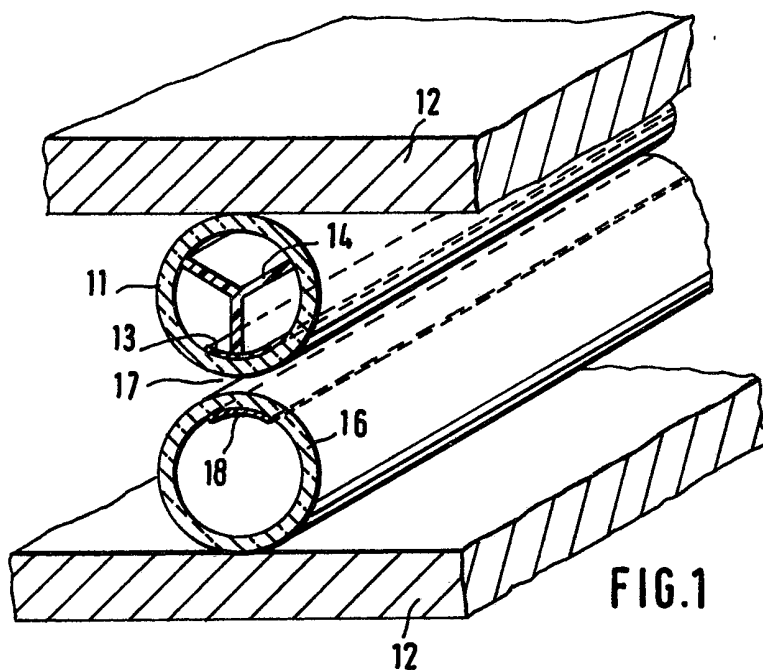


FIG. 1

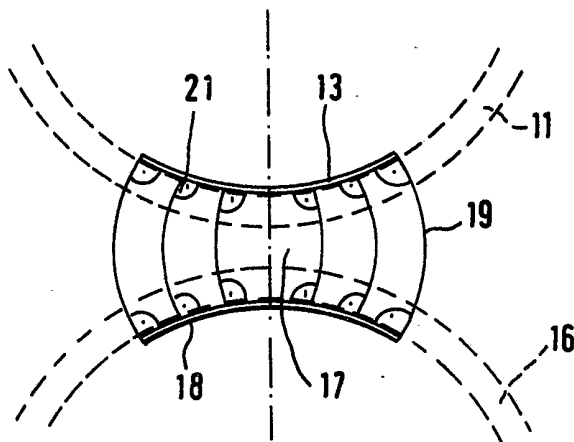
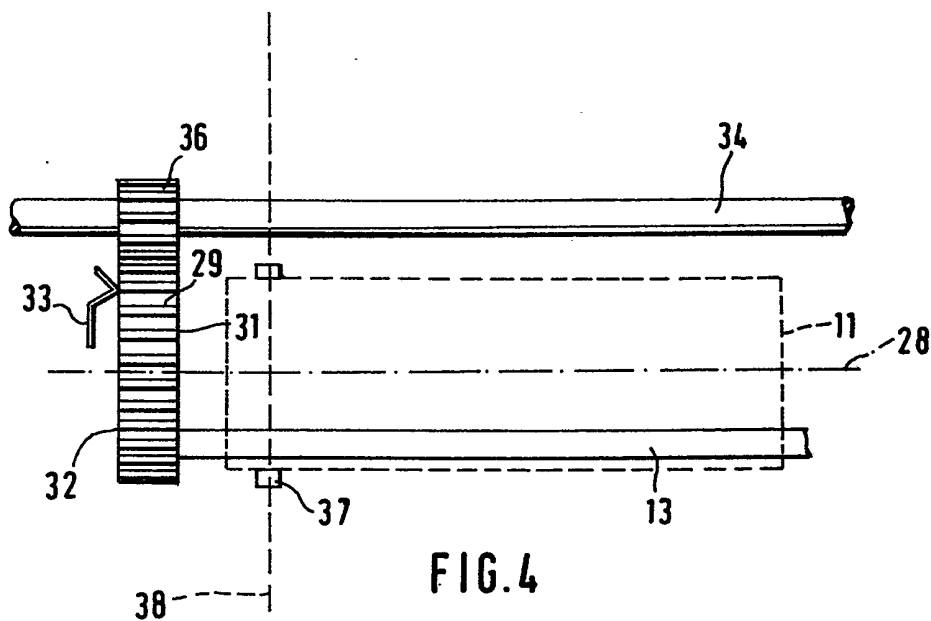
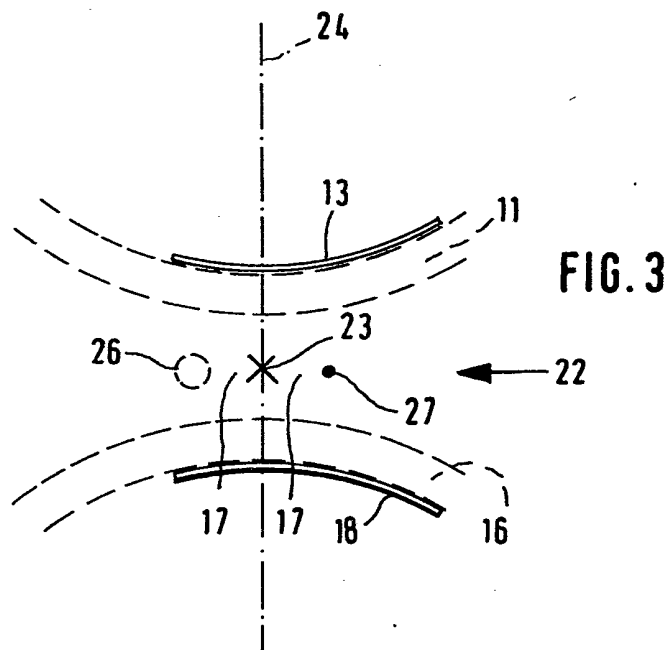


FIG. 2



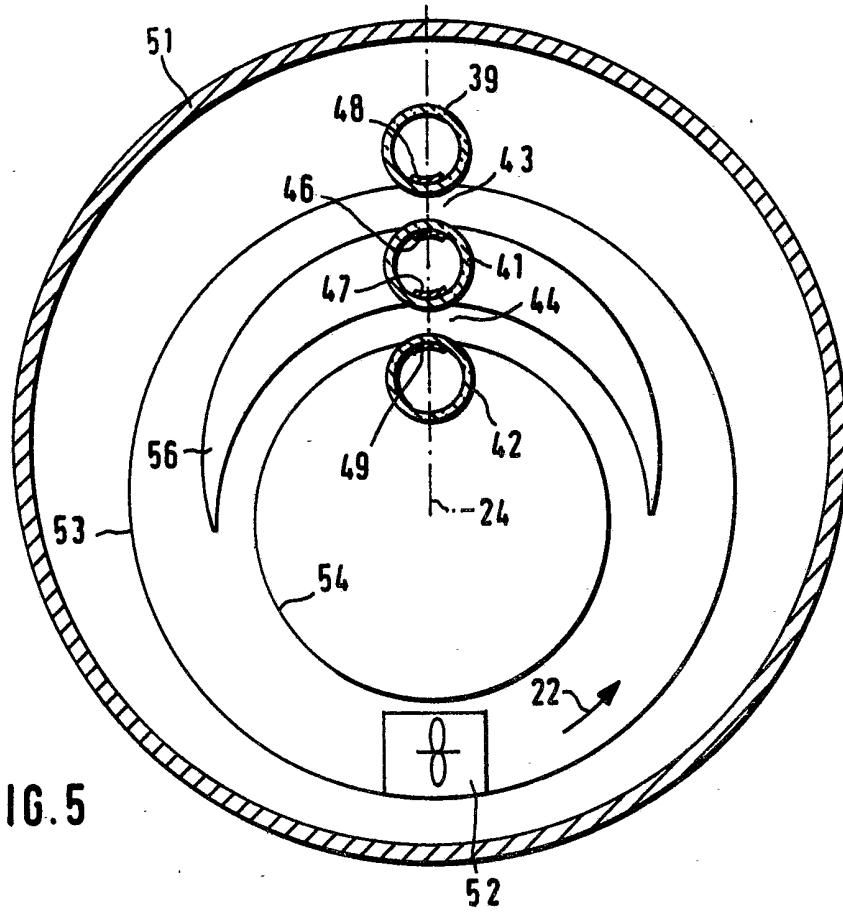


FIG. 5

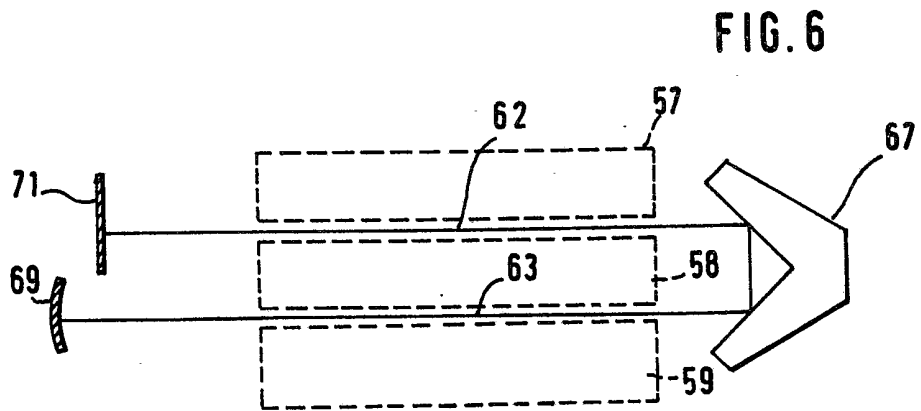


FIG. 6