

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②

**N° 79 21881**

---

⑤④ Dispositif laser à gaz capable d'émettre par impulsions un rayonnement de fréquence stabilisée.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). H 01 S 3/13.

②② Date de dépôt..... 31 août 1979.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 10 du 6-3-1981.

---

⑦① Déposant : COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE, société anonyme, résidant en France.

⑦② Invention de : Denis Le Goff et Jean-Charles Guyot.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Christian Lheureux, SOSPI,  
14-16, rue de la Baume, 75008 Paris.

- 1 -

La présente invention concerne un dispositif laser à gaz capable d'émettre par impulsions un rayonnement de fréquence stabilisée.

On sait que pour stabiliser la fréquence du rayonnement d'un laser à gaz fonctionnant en impulsions, on utilise généralement un laser pilote délivrant un faisceau continu de fréquence analogue.

Un dispositif laser de ce type est décrit dans l'article technique intitulé "Simultaneous frequency stabilization and injection in a TEA-CO<sub>2</sub> oscillator" (J.L.Lachambre et al) extrait de la revue des Etats-Unis d'Amérique "APPLIED OPTICS" vol.17 n° 7 - 1er avril 1978 pages 1015 à 1017. Ce dispositif comporte deux lasers à gaz, un premier laser émettant un faisceau continu et un deuxième laser délivrant des impulsions. Dans chacun de ces lasers, un des miroirs de la cavité optique est fixé sur un élément piézoélectrique afin de faire varier la longueur de la cavité et par suite la fréquence du rayonnement du laser lorsqu'on applique une tension de polarisation convenable sur les électrodes de cet élément. Le faisceau continu émis par le premier laser, est injecté à travers le deuxième laser par l'intermédiaire d'un système optique comprenant une lame quart d'onde et un polariseur. Un premier circuit d'asservissement, agissant par polarisation des électrodes de l'élément piézoélectrique du premier laser permet de stabiliser la fréquence du faisceau continu. Un circuit détecteur placé à la sortie du deuxième laser délivre un signal représentatif de la fraction du faisceau continu qui a traversé ce laser. Un deuxième circuit d'asservissement recevant ce signal délivre une tension appliquée sur les électrodes de l'élément piézoélectrique du deuxième laser, de façon à stabiliser la fréquence du rayonnement par impulsions de ce deuxième laser.

Ce dispositif présente l'inconvénient d'être compliqué car il nécessite deux circuits d'asservissement. De plus on constate souvent des instabilités de fonctionnement et une saturation du circuit détecteur.

La présente invention a pour but de pallier ces inconvénients.

La présente invention a pour objet un dispositif laser à gaz capable d'émettre par impulsions un rayonnement de fréquence stabilisée, comprenant

- un premier générateur laser à gaz, comportant
  - . deux réflecteurs disposés pour former une première cavité optique résonnante, un des deux réflecteurs étant fixé sur un premier

- 2 -

- élément piézoélectrique constitué d'un matériau piézoélectrique muni d'électrodes, de manière à faire varier la longueur de la cavité par application d'une tension variable sur ces électrodes, un des deux réflecteurs étant partiellement transparent,
- 5 . un premier gaz actif disposé à l'intérieur de la première cavité  
. et des moyens d'excitation du premier gaz actif pour obtenir un faisceau laser continu traversant le réflecteur partiellement transparent,
- un deuxième générateur laser à gaz, comportant
- 10 . deux réflecteurs disposés pour former une deuxième cavité optique résonnante, un de ces réflecteurs étant fixé sur un deuxième élément piézoélectrique constitué d'un matériau piézoélectrique muni d'électrodes, les deux réflecteurs du deuxième générateur laser à gaz étant partiellement transparents,
- 15 . un deuxième gaz actif disposé à l'intérieur de la deuxième cavité optique résonnante  
. et des moyens d'excitation du deuxième gaz actif pour obtenir les impulsions dudit rayonnement traversant un des réflecteurs de la deuxième cavité,
- 20 - des moyens pour faire passer, à travers la deuxième cavité au moins une partie de l'énergie du faisceau laser continu,  
- des moyens pour appliquer une tension de polarisation sur les électrodes du premier élément piézoélectrique, afin de maintenir constante la fréquence du faisceau laser continu
- 25 - et des moyens pour appliquer une tension de polarisation sur les électrodes du deuxième élément piézoélectrique de façon à stabiliser la fréquence dudit rayonnement,  
caractérisé en ce que
- il comporte en outre un support formé d'un seul bloc d'un matériau
- 30 homogène, ce support comprenant deux faces planes parallèles entre elles, sur lesquelles sont fixés d'une part, le premier et le deuxième éléments piézoélectriques, solidaires respectivement de deux réflecteurs desdites première et deuxième cavités, et d'autre part les autres réflecteurs desdites cavités, les premier et deuxième éléments piézo-
- 35 électriques étant identiques entre eux de manière que la longueur de la première cavité soit égale à celle de la deuxième cavité.  
- et que lesdits moyens pour appliquer une tension de polarisation sur les électrodes du deuxième élément piézoélectrique sont des moyens

- 3 -

de connexion en parallèle des électrodes du premier élément piézoélectrique avec celles du deuxième élément piézoélectrique.

- Une forme particulière d'exécution de l'objet de la présente invention est décrite ci-dessous, à titre d'exemple, en référence
- 5 aux dessins annexés dans lesquels
- la figure 1 représente schématiquement un mode de réalisation du dispositif laser selon l'invention,
  - la figure 2 est une vue en coupe du tube à gaz d'un générateur laser continu faisant partie du dispositif illustré par la figure 1,
  - 10 - la figure 3 est une vue en perspective du canal de circulation de gaz d'un générateur laser fonctionnant en impulsions, ce générateur faisant partie du dispositif illustré par la figure 1,
  - la figure 4 est un schéma du circuit d'alimentation électrique du laser illustré par la figure 3
  - 15 - et la figure 5 est une courbe permettant de mieux comprendre le principe de stabilisation de la fréquence du générateur laser continu.

Sur la figure 1 est représenté un dispositif comprenant essentiellement deux générateurs laser montés sur un support 1 suivant des axes respectifs 2 et 3 parallèles entre eux. Le générateur laser d'axe 2, à émission continue, comporte un tube à gaz 4 disposé à

20 l'intérieur d'une cavité optique résonnante formée de deux miroirs parallèles 5 et 6. Le miroir 5 est totalement réfléchissant et le miroir 6 est partiellement transparent de façon à laisser passer le faisceau continu de sortie. Le générateur laser d'axe 3, délivrant

25 des impulsions, comporte un tube à gaz 7 disposé à l'intérieur d'une cavité optique résonnante formée de deux miroirs parallèles 8 et 9 partiellement transparents.

Les miroirs 5 et 9 sont fixés chacun au sommet d'un empilage d'anneaux de céramique piézoélectrique 10 et 11 séparés par des électrodes.

30 Les bases des empilages 10 et 11 sont fixées sur une face plane 12 du support 1. Les miroirs 6 et 8 sont fixés directement sur une autre face plane 13 du support 1, les faces 12 et 13 étant en regard et parallèles entre elles. Comme il est visible sur la figure, la largeur de la cavité du laser d'axe 2 (c'est-à-dire la distance entre les

35 miroirs 5 et 6) est égale à celle de la cavité 8-9 du laser d'axe 3. De même, les empilages 10 et 11 ont la même hauteur et sont formés du même matériau piézoélectrique ; de préférence, les miroirs 5, 6, 8 et 9 ont la même épaisseur.

- 4 -

Le support 1 est formé d'un seul bloc d'un matériau homogène à faible coefficient de dilatation. Il peut être, par exemple, réalisé en silice ou en acier au nickel. Ce support peut avoir, comme représenté sur la figure 1, une forme générale rectangulaire, les miroirs et empilages étant fixés sur les petits côtés du rectangle. Bien entendu ce support comporte des ouvertures telles que 14, 15 et 16 pour laisser passer les faisceaux laser.

Le dispositif représenté sur la figure 1 comporte en outre un système optique comprenant un miroir semi-transparent 17 divisant en deux parties le faisceau laser continu 18 sortant du générateur laser d'axe 2. La partie du faisceau 18 traversant le miroir 17 est injectée suivant l'axe 3 à travers la cavité optique 8-9, après réflexion sur les miroirs de renvoi 19 et 20 et passage à travers un système de découplage optique 56. Le système 56 peut être constitué par une lame quart d'onde associée à un polariseur, comme dans le dispositif décrit dans l'article américain déjà cité.

Le dispositif représenté sur la figure 1 comporte enfin un système d'asservissement comportant un modulateur électro-optique 21, tel qu'une cellule de Stark, qui reçoit la partie 22 du faisceau 18 réfléchi sur le miroir 17. La sortie du modulateur 21 est couplée à un détecteur 23. Un détecteur synchrone 24 comporte deux entrées reliées respectivement à la sortie du détecteur 23 et à celle d'un générateur 25 d'une tension alternative de référence, relié également au modulateur 21. La sortie du détecteur 24 est connectée à travers un amplificateur 57 aux électrodes des empilages 10 et 11 de céramiques piézoélectriques. Les électrodes des deux empilages 10 et 11 sont ainsi branchées en parallèle dans la boucle du système d'asservissement, la connexion entre les électrodes d'un même empilage pouvant aussi être effectuée en parallèle.

La figure 2 représente avec plus de détails le tube laser 4 indiqué sur la figure 1. Le tube laser 4 comporte un tube en verre 26 dont les extrémités sont reliées à deux ouvertures latérales 27 et 28 pour permettre la circulation du gaz actif laser constitué d'un mélange d'hélium, de gaz carbonique et d'azote à une pression de dix torrs environ. Deux prolongements latéraux 29 et 30 du tube 26 contiennent des électrodes 31 et 32 reliées respectivement aux bornes de sortie d'une source 33 d'énergie électrique continue haute tension stabilisée

- 5 -

en courant. Autour du tube 26 est disposé une chemise 34 pour permettre la circulation d'un liquide de refroidissement tel que l'eau entre deux ouvertures 35 et 36. Le tube 26 est fermé à ses extrémités par deux fenêtres transparentes 37 et 38.

5 Sur la figure 3 est représenté un canal 39 de section rectangulaire dans lequel circule le gaz actif du laser à impulsion d'axe 3 indiqué sur la figure 1. Ce gaz actif est composé des mêmes constituants que celui de laser continu, c'est-à-dire d'un mélange d'hélium, de gaz carbonique et d'azote. Il circule à la pression atmosphérique  
10 d'une entrée 40 et une sortie 41 disposées latéralement sur le canal 39. Une face du canal 39 est constituée par l'anode 42. La cathode 43 est disposée dans le canal, sur la face opposée du canal. Des fils conducteurs isolés 44 sont insérés dans la cathode 43. Le canal 39 est fermé à ses extrémités par deux fenêtres transparentes non représentées,  
15 de façon à constituer le tube 7 montré sur la figure 1.

La figure 4 est un schéma du circuit d'alimentation électrique des électrodes 42 et 43 et des fils conducteurs 44 montrés sur la figure 3. Ce circuit comporte un condensateur 45 chargé par une source haute tension 46 à travers une résistance 47 en série avec l'enroulement  
20 primaire 48 d'un transformateur 49. Un interrupteur 50 branché en parallèle sur la branche formée du condensateur 45 et de l'enroulement 48 peut être avantageusement constitué par un éclateur dont les bornes peuvent être court circuitées par exemple par une impulsion électrique issue d'un générateur d'impulsion 51. Les sorties de l'enroulement  
25 secondaire 52 du transformateur 49 sont connectées respectivement aux armatures d'un condensateur 53, ces armatures étant également connectées respectivement à l'anode 42 et à la cathode 43. Les fils conducteurs 44 sont reliés à l'anode 42 par l'intermédiaire d'un condensateur 54.

30 Le dispositif décrit ci-dessus et illustré par les figures 1 à 4 fonctionne de la manière suivante.

Le générateur laser continu est mis en marche dès que la source 33 est connectée aux électrodes 31 et 32 et que le gaz actif circule dans le tube 26. La puissance de la partie 22 du faisceau continu 18  
35 est modulée par le modulateur 21 à la fréquence délivrée par le générateur de référence 25. On a représenté sur la figure 5 une courbe montrant la variation de la puissance P du laser continu en fonction de sa

- 6 -

fréquence  $f$  d'émission qui dépend elle-même de la longueur de la cavité 5-6. La modulation  $\Delta f$  égale la fréquence du générateur de référence 25 correspond, au point N de cette courbe, à une modulation  $\Delta P$  de la puissance du laser. Comme cette courbe passe par un maximum M correspondant à une fréquence  $f_0$ , la valeur de  $\Delta P$  diminue au fur et à mesure que N se rapproche de M. Le circuit d'asservissement représenté sur la figure 1 permet de régler la longueur de la cavité 5-6 pour que la fréquence d'émission du laser soit égale à la valeur fixe  $f_0$ .

Pour cela, le signal de modulation alternatif d'amplitude maximale  $\Delta P$  est comparé au signal de référence  $\Delta f$  par le détecteur synchrone 24. Ce dernier délivre à sa sortie un signal représentatif, en valeur absolue et en signe, de l'écart de phase entre le signal de modulation  $\Delta P$  et le signal de référence. Après amplification par l'organe 25, le signal de sortie du détecteur 24 est appliqué aux électrodes de l'élément piézoélectrique 10. Il en résulte une variation de la longueur de la cavité 5-6 dans le sens qui tend à diminuer l'écart de phase. Lorsque cet écart est nul, la fréquence du laser continu est égale à  $f_0$ .

On ferme l'interrupteur 50 de façon à décharger, dans l'enroulement primaire 48 du transformateur 49, le condensateur 45 préalablement chargé comme il a été dit plus haut. Le condensateur 53 se charge jusqu'à ce que la tension à ses armatures soit suffisamment élevée pour amorcer une décharge dans le canal 39 entre l'anode 42 et la cathode 49, ce canal étant parcouru par un courant du gaz actif. Cette décharge est rendue plus homogène par les conducteurs 44 portés au potentiel de l'anode. Dans l'exemple décrit, cette décharge est perpendiculaire à l'axe d'émission 3 de l'impulsion émise par le laser.

Le rayonnement 55 sortant du miroir 9 résulte donc de la superposition d'une part du rayonnement par impulsions émis par le gaz actif contenu dans le tube 7 et d'autre part du rayonnement continu émis par le gaz actif contenu dans le tube 4. Ce rayonnement entre dans la cavité 8-9 par l'intermédiaire du système 56 afin d'éviter que les impulsions émises dans la cavité 8-9 ne soient injectées dans le laser à émission continue.

Il est évident que la puissance du rayonnement continu est tout à fait négligeable par rapport à celle du rayonnement par impulsions.

- 7 -

L'injection dans la cavité 8-9 du faisceau continu, dont la fréquence est stabilisée grâce au circuit d'asservissement comme il a été vu plus haut, permet de stabiliser la fréquence du rayonnement par impulsions.

5        Pour que la stabilisation en fréquence du rayonnement émis par le laser fonctionnant en impulsions soit effective, il faut que les longueurs des deux cavités 5-6 et 8-9 soient à chaque instant identiques à une valeur fixe.

10       Ceci est obtenu par la fixation de ces deux cavités sur le support 1 formé d'un seul bloc d'un matériau homogène à faible coefficient de dilatation. Les petites variations de longueur des cavités, dues par exemple à des fluctuations de température sont compensées à l'aide du circuit d'asservissement qui agit de façon identique sur les deux cavités puisque les électrodes des deux éléments piézoélectriques 10  
15       et 11 sont connectées en parallèle.

Le dispositif laser selon la présente invention peut être appliqué à la réalisation de télémètres fonctionnant par détection hétérodyne.

## REVENDEICATIONS

1/ Dispositif laser à gaz, capable d'émettre par impulsions un rayonnement de fréquence stabilisée, comprenant

- un premier générateur laser à gaz, comportant
  - 5 . deux réflecteurs disposés pour former une première cavité optique résonnante, un des deux réflecteurs étant fixé sur un premier élément piézoélectrique constitué d'un matériau piézoélectrique muni d'électrodes, de manière à faire varier la longueur de la cavité par application d'une tension variable sur ces électrodes,
  - 10 . un des deux réflecteurs étant partiellement transparent,
  - . un premier gaz actif disposé à l'intérieur de la première cavité
  - . et des moyens d'excitation du premier gaz actif pour obtenir un faisceau laser continu traversant le réflecteur partiellement transparent,
- 15 - un deuxième générateur laser à gaz, comportant
  - . deux réflecteurs disposés pour former une deuxième cavité optique résonnante, un de ces réflecteurs étant fixé sur un deuxième élément piézoélectrique constitué d'un matériau piézoélectrique muni d'électrodes, les deux réflecteurs du deuxième générateur
  - 20 laser à gaz étant partiellement transparents,
  - . un deuxième gaz actif disposé à l'intérieur de la deuxième cavité optique résonnante
  - . et des moyens d'excitation du deuxième gaz actif pour obtenir les impulsions dudit rayonnement traversant un des réflecteurs
  - 25 de la deuxième cavité,
- des moyens pour faire passer, à travers la deuxième cavité au moins une partie de l'énergie du faisceau laser continu,
- des moyens pour appliquer une tension de polarisation sur les électrodes du premier élément piézoélectrique, afin de maintenir constante la
- 30 fréquence du faisceau laser continu
- et des moyens pour appliquer une tension de polarisation sur les électrodes du deuxième élément piézoélectrique de façon à stabiliser la fréquence dudit rayonnement,
- caractérisé en ce que
- 35 - il comporte en outre un support formé d'un seul bloc d'un matériau homogène, ce support comprenant deux faces planes parallèles entre elles, sur lesquelles sont fixés d'une part, le premier et le deuxième éléments piézoélectriques, solidaires respectivement de deux réflecteurs

- 9 -

desdites première et deuxième cavités, et d'autre part les autres réflecteurs desdites cavités, les premier et deuxième éléments piézo-électriques étant identiques entre eux de manière que la longueur de la première cavité soit égale à celle de la deuxième cavité

5 - et que lesdits moyens pour appliquer une tension de polarisation sur les électrodes du deuxième élément piézoélectrique sont des moyens de connexion en parallèle des électrodes du premier élément piézoélectrique avec celles du deuxième élément piézoélectrique.

2/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les  
10 moyens pour appliquer une tension de polarisation sur les électrodes du premier élément piézoélectrique comportent

- un générateur de référence d'une tension alternative de fréquence constante,

- un modulateur électro-optique relié à la sortie du générateur de  
15 référence et recevant l'autre partie de l'énergie du faisceau laser continu,

- un détecteur du signal alternatif modulant la tension de sortie du modulateur

- et un détecteur synchrone relié aux sorties respectives du générateur  
20 de référence et du détecteur, ce détecteur synchrone étant capable de délivrer une tension dont l'amplitude et le signe sont représentatifs respectivement de l'amplitude et du signe de l'écart de phase entre le signal de sortie du détecteur et la tension de référence, la sortie du détecteur synchrone étant reliée aux électrodes du premier élément  
25 piézoélectrique à travers un amplificateur.

3/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau dans lequel est réalisé le support est la silice.

4/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau dans lequel est réalisé le support est un acier au nickel.

30 5/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier gaz actif et le deuxième gaz actif ont la même constitution.

6/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième gaz actif est à la pression atmosphérique et que lesdits  
35 moyens d'excitation du deuxième gaz actif sont capables de créer un champ électrique sensiblement perpendiculaire à l'axe d'émission du deuxième générateur laser.

7/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits

- 10 -

moyens pour faire passer dans la deuxième cavité au moins une partie de l'énergie du faisceau laser continu comportent un système de découplage optique capable d'empêcher que les impulsions émises dans la deuxième cavité ne soient injectées dans la première cavité.

FIG. 1

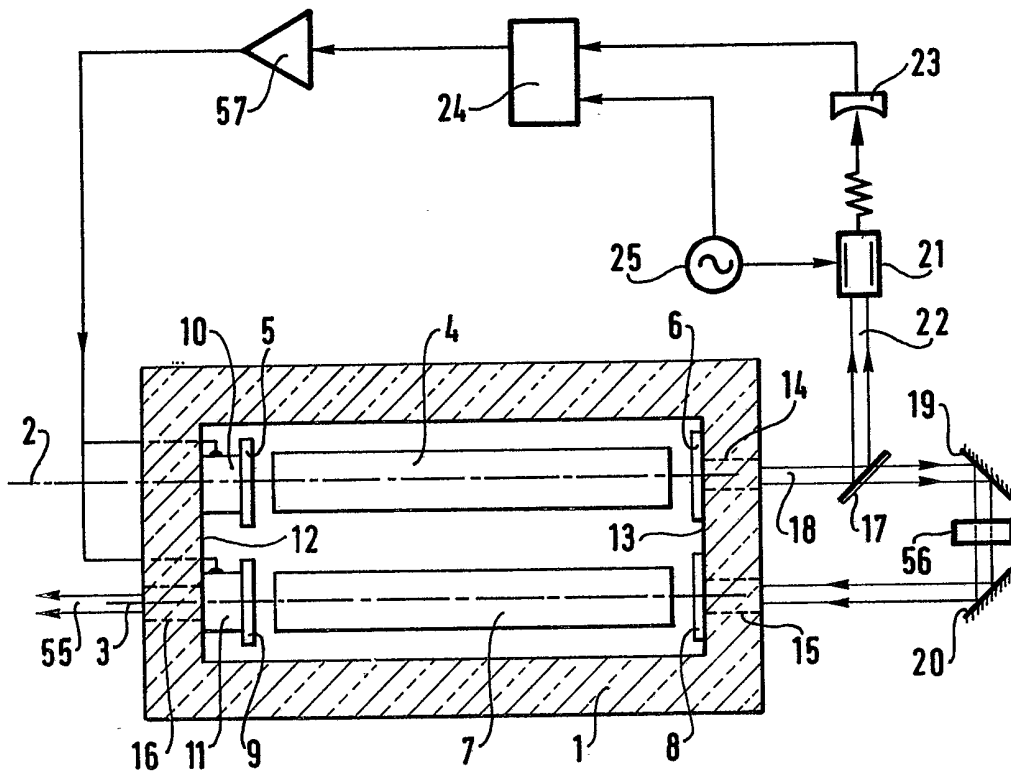


FIG. 2

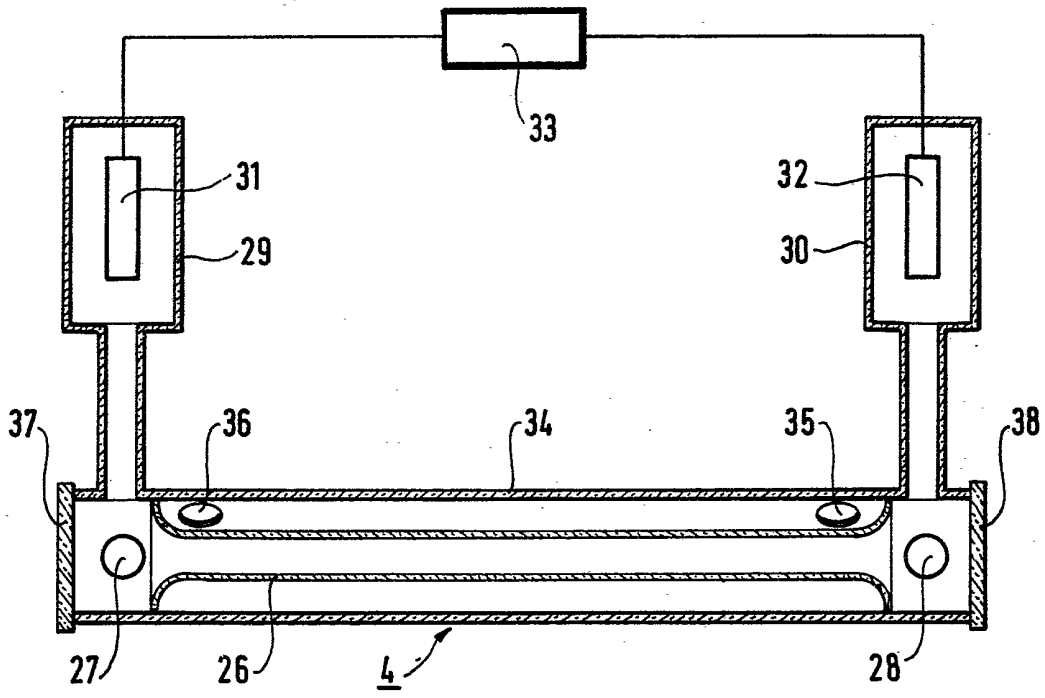


FIG. 3

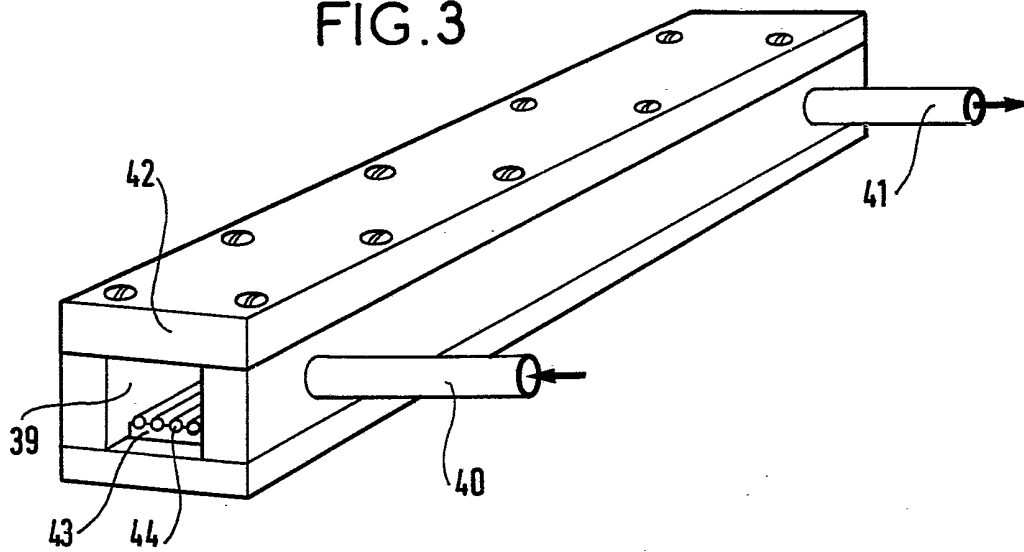


FIG. 4

