

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
PARIS  
—

①1 N° de publication : **2 619 967**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **87 11950**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : H 01 S 3/05, 3/105.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 26 août 1987.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 9 du 3 mars 1989.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société anonyme dite : MICRO-  
CONTROLE. — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : Hubert Guillet ; Dominique Vialle.

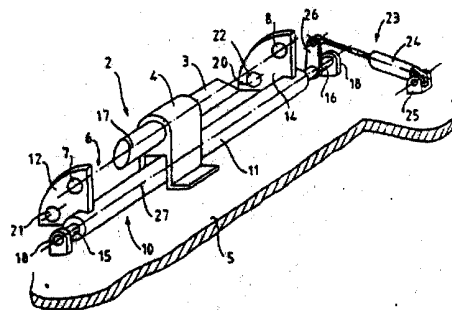
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Propi Conseils.

⑤4 Appareil à laser adaptable.

⑤7 Appareil à laser, du type comportant une cavité résonante 6 qui comprend un ensemble de deux réflecteurs 7, 8 différents, et à l'intérieur de laquelle est disposé un milieu actif 2 susceptible d'engendrer un rayonnement sous l'action de moyens d'excitation reliés audit milieu actif.

Selon l'invention, ledit appareil est remarquable en ce qu'il comporte au moins une cavité résonante supplémentaire 20, de structure semblable à la précédente, comprenant un ensemble de deux réflecteurs 21, 22 différents, et en ce qu'il est prévu des moyens 23 pour la commande du déplacement des dites cavités résonantes 6 et 20, permettant d'amener l'une ou l'autre des dites cavités coaxialement audit milieu actif.



FR 2 619 967 - A1

D

La présente invention concerne un appareil à laser adaptable, par exemple susceptible d'émettre un rayonnement pouvant avoir des longueurs d'onde différentes.

5 Quoique non exclusivement, l'appareil à laser selon l'invention est plus particulièrement destiné à des applications thérapeutiques; mais d'autres applications dudit appareil pourraient être envisagées telles que pour le traitement et l'usinage de pièces métalliques.

10 Dans son application préférentielle, l'appareil à laser peut émettre un rayonnement ayant soit une longueur d'onde de 1,06 micromètre, qui est spécifiquement appropriée à la coagulation et l'hémostase des tissus humains, soit une longueur d'onde de 1,32 micromètre, qui est alors spécifiquement appropriée à la chirurgie par vaporisation desdits tissus.

15 On connaît déjà des appareils à laser dont la réalisation permet d'émettre un rayonnement pouvant avoir deux longueurs d'onde spécifiques.

20 Par exemple, le document US-A-3 569 859 décrit un appareil à laser comprenant un tube à plasma disposé dans une cavité résonante constituée par deux réflecteurs, dont l'un est totalement réfléchissant, tandis que l'autre est partiellement réfléchissant. Le tube à plasma contenant un gaz, tel que par exemple du dioxyde de carbone, est relié à un générateur à courant continu permettant d'exciter ledit gaz. Par ailleurs, un élément déplaçable en sulfure de zinc peut être disposé, coaxialement,

entre le tube et le réflecteur partiellement réfléchissant, et est destiné à faire office de filtre.

Ainsi, lorsque l'élément en sulfure de zinc est situé extérieurement à ladite cavité, la longueur d'onde du rayonnement émis par l'appareil est de l'ordre de 10,6  
5 micromètres, tandis que, lorsque l'élément en sulfure de zinc est situé dans la cavité, entre le réflecteur partiellement réfléchissant et le tube, la longueur d'onde du rayonnement émis par l'appareil est de l'ordre de 9,6  
10 micromètres, car une partie du spectre émis est absorbée sélectivement par ledit élément filtrant.

Le document PCT WO 86/03958 décrit un appareil à laser destiné aux traitements des tissus humains. L'appareil est de conception sensiblement analogue à celui précédemment décrit, mais comporte, à la place de l'élément  
15 filtrant déplaçable en sulfure de zinc, un réservoir susceptible de contenir un gaz et disposé entre le tube à plasma et un miroir partiellement réfléchissant. Ainsi, lorsque le vide est réalisé, au moyen d'une pompe, dans  
20 le réservoir, la longueur d'onde du rayonnement émis est de l'ordre de 10,6 micromètres, tandis que, lorsqu'un gaz, par exemple du SF<sub>6</sub>, est injecté dans le réservoir par des moyens d'alimentation appropriés, la longueur  
25 d'onde du rayonnement émis correspond alors sensiblement à 9,6 micromètres, le gaz SF<sub>6</sub>, faisant office de filtre au rayonnement émis par le tube.

On connaît également, par le document EP-A-0 109 959,

un appareil du type à laser YAG, pour applications thérapeutiques, et qui comprend notamment, comme milieu actif, un barreau réalisé en YAG, un miroir réfléchissant, un miroir partiellement réfléchissant et un prisme pivotant commandable, disposé entre le barreau en YAG et le miroir réfléchissant. Le barreau est relié notamment à une source d'énergie. Ce type d'appareil à laser YAG est susceptible d'émettre un rayonnement pouvant avoir au moins deux longueurs d'onde spécifiques à savoir soit 1,06 micromètre, soit 1,3 micromètre. La modification de la longueur d'onde du rayonnement émis est obtenue par le pivotement approprié du prisme, actionné par un levier ou analogue. Grâce à l'adjonction d'une fibre optique audit appareil, un praticien peut ainsi traiter, par l'utilisation appropriée de l'une ou l'autre des longueurs d'onde spécifiques, différents tissus humains.

Ces appareils, sommairement décrits ci-dessus, présentent notamment l'inconvénient de prévoir des éléments supplémentaires au système laser proprement dit comprenant un milieu actif et une cavité résonante, afin de permettre, par leur interposition dans le trajet du rayonnement émis, la modification de la longueur d'onde de celui-ci. Cela entraîne par conséquent des problèmes d'alignement, notamment angulaire, des réflecteurs de la cavité résonante entre eux, ainsi qu'entre lesdits réflecteurs et ledit milieu actif, toujours techniquement difficiles à surmonter.

On connaît aussi, notamment par les documents PCT WO 85/01 445 et DE-2 809 007, d'autres appareils à laser susceptibles d'émettre un rayonnement de longueurs d'onde différentes.

5           Chaque appareil comporte essentiellement deux sources lasers indépendantes, en général une source laser YAG et une source laser CO<sub>2</sub>, qui émettent chacune un rayonnement de longueur d'onde spécifique. Par l'intermédiaire de  
10           moyens de commutation des deux sources lasers, l'utilisateur peut modifier et choisir la longueur d'onde d'émission appropriée. Toutefois, ces appareils, du fait qu'ils utilisent deux sources lasers indépendantes sont coûteux, encombrants et néanmoins compliqués, puisqu'il est nécessaire de prévoir des moyens d'alignement des rayonnements  
15           émis par lesdites sources.

          La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients mentionnés ci-dessus, et concerne notamment un appareil à laser susceptible d'émettre un rayonnement de longueurs d'onde différentes, et qui évite notamment  
20           l'agencement d'éléments supplémentaires au système laser proprement dit.

          A cet effet, l'appareil à laser du type comportant une cavité résonante qui comprend un ensemble de deux réflecteurs différents, et à l'intérieur de laquelle est  
25           disposé un milieu actif susceptible d'engendrer un rayonnement sous l'action de moyens d'excitation reliés audit milieu actif, est remarquable, selon l'invention,

en ce qu'il comporte au moins une cavité résonante  
supplémentaire, de structure semblable à la précédente,  
comprenant un ensemble de deux réflecteurs différents, et  
en ce qu'il est prévu des moyens pour la commande du  
5 déplacement desdites cavités résonantes permettant d'ame-  
ner l'une ou l'autre desdites cavités coaxialement audit  
milieu actif.

Ainsi, grâce à l'invention, on peut commuter, sous  
l'action des moyens de commande, lesdites cavités réso-  
nantes. Par conséquent, l'appareil selon l'invention  
10 s'affranchit d'éléments annexes rapportés ou de sources  
lasers différentes.

Si ledit milieu actif est susceptible d'émettre un  
rayonnement pouvant avoir des longueurs d'onde différen-  
tes et si chaque couple de réflecteurs est adapté à l'une  
15 desdites longueurs d'onde, on voit que l'appareil selon  
l'invention engendre un rayonnement dont la longueur  
d'onde est différente selon que l'une ou l'autre desdites  
cavités est en relation avec ledit milieu actif.

Toutefois, la présente invention n'est pas limitée à  
cette application de changement de longueurs d'onde. En  
effet, on voit aisément que la commutation de cavités  
conformément à la présente invention, peut être mise en  
oeuvre pour obtenir, non pas plusieurs longueurs d'onde,  
25 mais plusieurs modes de fonctionnement (continu monomode,  
continu multimode, pulsé, déclenché) qui nécessitent des  
réflecteurs de cavité différents et/ou des composants

supplémentaires.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'ensemble des réflecteurs de ladite cavité résonante peut être porté par un support susceptible d'être déplacé, sous l'action des moyens de commande, entre au moins deux positions distinctes, dont l'une correspond à l'alignement de l'ensemble des réflecteurs avec ledit milieu actif, tandis que l'autre des positions correspond à l'effacement dudit ensemble par rapport audit milieu actif.

De même, l'ensemble des réflecteurs de ladite cavité résonante supplémentaire peut être porté par un support susceptible d'être déplacé, sous l'action des moyens de commande, entre au moins deux positions distinctes, dont l'une correspond à l'alignement de l'ensemble des réflecteurs de ladite cavité résonante supplémentaire avec ledit milieu actif, tandis que l'autre des positions correspond à l'effacement dudit ensemble par rapport audit milieu actif.

Toutefois, dans une forme préférée de réalisation, les ensembles des réflecteurs de la cavité résonante et de la cavité résonante supplémentaire sont portés par un même support susceptible d'être déplacé entre au moins deux positions distinctes, dont l'une correspond à un alignement des réflecteurs de la cavité résonante avec ledit milieu actif, et dont l'autre correspond à un alignement des réflecteurs de la cavité résonante sup-

plémentaire avec ledit milieu actif.

Cette réalisation permet ainsi de réduire le nombre de pièces nécessaires aux déplacements desdites cavités, et surtout d'avoir une même référence de positionnement desdites cavités puisqu'elles sont montées sur le même support.

Avantageusement, ledit support portant les ensembles de réflecteurs desdites cavités est susceptible de pivoter, sous l'action des moyens de commande, autour d'un axe de rotation disposé parallèlement à l'axe optique du rayonnement émis par ledit milieu actif. Ainsi, un simple basculement angulaire autour dudit axe permet de présenter l'une ou l'autre desdites cavités par rapport au milieu actif. Par ailleurs, des moyens de butée réglables peuvent être prévus sur ledit support permettant, en fonction de la position des moyens de commande, le réglage desdites cavités par rapport audit milieu actif.

Dans un mode préféré de réalisation, ledit support est constitué par une tige disposée parallèlement à l'axe dudit milieu actif, et sur laquelle sont fixés, au voisinage de ses extrémités, respectivement, des flasques transversaux dans lesquels sont agencés lesdits réflecteurs. Lesdits moyens pour la commande du déplacement desdites cavités peuvent être constitués par au moins un vérin, ou analogue.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures,



des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 représente, en vue en perspective schématique, un mode de réalisation de l'appareil à laser selon l'invention, adapté à engendrer deux longueurs d'onde différentes.

La figure 2 représente une vue en plan de l'appareil qui montre notamment en coupe le support pivotant sur lequel sont montées lesdites cavités résonantes.

La figure 3 est une vue de dessus de la figure 2, qui montre notamment les moyens pour la commande du déplacement dudit support.

La figure 4 représente, à une échelle agrandie, une vue de côté du support illustrant notamment l'agencement des réflecteurs sur celui-ci.

La figure 5 représente une vue selon la ligne V-V de la figure 3 illustrant les moyens pour la commande du déplacement du support.

L'appareil à laser montré sur ces figures est destiné à émettre un rayonnement dont la longueur d'onde peut être choisie entre deux valeurs. L'une des applications préférentielles d'un tel appareil concerne le domaine médical, notamment le traitement des tissus humains effectué par endothérapie.

Sur la figure 1, l'appareil à laser schématiquement illustré comprend un milieu actif 2, en l'occurrence un barreau 3 du type YAG, dont les moyens d'excitation, de

pompage et de refroidissement n'ont pas été représentés mais sont bien connus en eux-mêmes.

Le barreau 3 est maintenu fixement dans un élément approprié 4 solidaire d'une table rigide 5 partiellement représentée. L'appareil comporte une cavité résonante 6 qui est constituée par un ensemble de deux réflecteurs 7 et 8 de pouvoir réfléchissant différent, disposés de part et d'autre dudit milieu actif 2. La cavité résonante 6 est portée par un support 10 constitué, dans ce mode de réalisation, d'une tige 11 et de deux flasques 12 et 14 fixés au voisinage des extrémités 15 et 16 de la tige 11. Celle-ci est agencée parallèlement à l'axe optique 17 du milieu actif 2 et les flasques 12 et 14, en forme de secteur angulaire, sont disposés chacun dans un plan perpendiculaire à ladite tige, et donc à l'axe optique du milieu actif 2.

La liaison entre les flasques 12 et 14 à la tige 11 est réalisée par exemple au moyen de soudure. Les extrémités 15 et 16 de la tige 11 sont portées par des paliers 18 fixés à la table rigide 5. Le réflecteur 7 est disposé dans le flasque 12, tandis que le réflecteur 8 est disposé dans le flasque 14.

Selon l'invention, l'appareil à laser comporte une cavité résonante supplémentaire 20 qui est également constituée par un ensemble de deux réflecteurs 21 et 22 de pouvoir réfléchissant différent, dont au moins le réflecteur partiel est différent du réflecteur partiel de

l'ensemble 21, 22. Le réflecteur 21 est disposé dans le  
flasque 12, alors que le réflecteur 22 est, quant à lui,  
disposé dans le flasque 14. Ces deux cavités résonantes 6  
et 20 sont parallèles entre elles et sont adaptées aux  
5 longueurs d'onde d'émission du milieu actif 2.

Comme on peut le voir sur la figure 1, il est prévu  
des moyens 23 pour la commande du déplacement du support  
10. Ces moyens 23 sont définis par un vérin 24 dont une  
des extrémités est articulée à une chape 25 fixée à la  
10 table 5, et dont l'autre extrémité est articulée à un  
levier 26 fixé au voisinage de l'extrémité 16 de la tige,  
et disposé dans ce mode de réalisation entre le flasque  
14 et le palier 18 portant l'extrémité 16 de la tige 11.

Ainsi, lorsque le vérin 24 est actionné, il entraîne  
15 en rotation le support 10 auquel il est lié par le levier  
26. Par conséquent, la tige 11 pivote autour de son axe  
de rotation 27, parallèle à l'axe du milieu optique,  
entraînant le pivotement des flasques 12 et 15 portant  
les cavités résonantes 6 et 20.

20 Le support 10 peut donc pivoter autour de l'axe 27  
entre deux positions distinctes ; une première position,  
pour laquelle les réflecteurs 7 et 8 de la cavité réso-  
nante 6 sont alignés avec le milieu actif, et une seconde  
position, pour laquelle les réflecteurs 21 et 22 de la  
25 cavité résonante supplémentaire 20 sont alignés avec  
ledit milieu actif.

Par conséquent, le rayonnement émis par l'appareil à

laser selon l'invention peut avoir deux longueurs d'onde différentes spécifiques selon que l'une, 6, ou l'autre, 20, desdites cavités est en relation avec ledit milieu actif 2. Chaque ensemble ou couple de réflecteurs est  
5 adapté pour engendrer un rayonnement de longueur d'onde spécifique, correspondant aux longueurs d'ondes d'émission dudit milieu actif. On réalise ainsi par des moyens mécaniquement simples mais précis, le changement de  
10 position desdites cavités résonantes, d'autant plus que celles-ci sont portées par le même support définissant alors une unique référence.

Les figures 2 à 5 apportent davantage de précision quant à la réalisation de l'exemple de réalisation décrit.

15 La figure 2 montre notamment en coupe le support 10 dont le tube 11 est obturé à ses extrémités 15 et 16 par des embouts 30 montés respectivement sur des roulements 31 logés dans les paliers 18.

20 Par ailleurs, chaque réflecteur 7, 8, 21 et 22 comme le montrent les figures 2, 3 et 4 est logé dans une douille amovible 32 qui coopère avec un perçage 33 ménagé dans les flasques respectifs. Afin de permettre le réglage de l'alignement de chacune des cavités résonantes 6 et 20 en fonction de la position occupée par le vérin 24,  
25 des moyens de butée réglables 36, illustrés sur la figure 4 sont par exemple fixés aux flasques 12 et 14. Chaque flasque présente alors deux moyens de butée 36 disposés

approximativement dans le prolongement respectif des bords latéraux 37 dudit flasque. Ces moyens de butée sont définis, dans ce mode particulier de réalisation et en regard de la figure 4 illustrant le flasque 12, par une  
5 vis de pression réglable 38 vissée dans une patte 39 faisant saillie du bord latéral correspondant, dans le prolongement de celui-ci. En agissant sur ces vis, on peut régler facilement l'alignement de chaque cavité avec ledit milieu actif. Ainsi, lorsque les extrémités 40 des  
10 vis situées sur le même bord latéral 37 des flasques 12 et 14 viennent au contact de la table 5, la cavité résonante correspondante est alors alignée avec l'axe 17 du milieu actif 2.

Sur la figure 5, le vérin 24, destiné à la commande  
15 du déplacement des cavités par l'intermédiaire du support, est articulé d'une part, autour d'un axe 41, à la chape 25 liée à la table, et d'autre part, autour d'un axe 42, au levier 26 qui présente une forme de secteur angulaire analogue à celle des flasques 12 et 14. Ce  
20 levier 26 est par exemple soudé à ladite tige 11.

Dans une variante de réalisation, non illustrée, le support 10, au lieu de pivoter autour de son axe, pourrait être déplacé transversalement audit milieu actif, de façon à présenter l'une ou l'autre desdites cavités par  
25 rapport au milieu actif. De plus, on pourrait également agencer d'autres cavités résonantes supplémentaires en fonction du milieu actif utilisé.

Dans son application préférentielle, l'appareil à laser est équipé d'un câble à fibre optique (non représenté) recevant par l'une de ses extrémités le rayonnement émis par le système laser, tandis que son autre extrémité est munie d'un instrument chirurgical approprié.

Ainsi, par l'intermédiaire d'un commutateur ou analogue agissant sur le vérin qui entraîne le positionnement de l'une ou l'autre des cavités, le praticien peut utiliser le rayonnement approprié dont la longueur d'onde est spécifiquement adaptée à un type de traitement donné.

Par exemple, l'appareil à laser du type YAG permet l'émission, en fonction de la cavité résonante disposée en regard du milieu actif, d'un rayonnement dont la longueur d'onde peut être soit de 1,06 micromètre, soit de 1,32 micromètre. La première longueur d'onde est spécifiquement adaptée à la coagulation et à l'homostasie des tissus, tandis que la seconde longueur d'onde est, quant à elle, spécifiquement adaptée à la chirurgie.

On remarquera que, grâce à la présente invention, il est possible d'adjoindre un cristal adéquat ou un dispositif analogue dans une cavité spéciale ou à l'extérieur d'une cavité normale, afin d'obtenir une conversion de fréquence (harmonique 2).

REVENDEICATIONS

1 - Appareil à laser, du type comportant une cavité résonante (6) qui comprend un ensemble de deux réflecteurs (7, 8) différents, et à l'intérieur de laquelle est disposé un milieu actif (2) susceptible d'engendrer un rayonnement sous l'action de moyens d'excitation reliés audit milieu actif, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une cavité résonante supplémentaire (20), de structure semblable à la précédente, comprenant un ensemble de deux réflecteurs (21, 22) différents, et en ce qu'il est prévu des moyens (23) pour la commande du déplacement desdites cavités résonantes (6 et 20), permettant d'amener l'une ou l'autre desdites cavités coaxialement audit milieu actif.

2 - Appareil à laser selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble des réflecteurs (7, 8) de ladite cavité résonante (6) est porté par un support (10) susceptible d'être déplacé, sous l'action des moyens de commande (23), entre au moins deux positions distinctes, dont l'une correspond à l'alignement de l'ensemble des réflecteurs (7, 8) avec ledit milieu actif (2), tandis que l'autre des positions correspond à l'effacement dudit ensemble par rapport audit milieu actif.

3 - Appareil à laser selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'ensemble des réflecteurs (21, 22) de ladite cavité résonante supplémentaire (20) est porté

par un support (10) susceptible d'être déplacé, sous l'action des moyens de commande (23), entre au moins deux positions distinctes, dont l'une correspond à l'alignement de l'ensemble des réflecteurs (21, 22) de ladite cavité résonante supplémentaire (20) avec ledit milieu actif (2) tandis que l'autre des positions correspond à l'effacement dudit ensemble par rapport audit milieu actif.

4 - Appareil à laser selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les ensembles des réflecteurs (7, 8 et 21, 22) de la cavité résonante (6) et de la cavité résonante supplémentaire (20) sont portés par un même support (10) susceptible d'être déplacé entre au moins deux positions distinctes, dont l'une correspond à un alignement des réflecteurs (7, 8) de la cavité résonante (6) avec ledit milieu actif (2), et dont l'autre correspond à un alignement des réflecteurs (21, 22) de la cavité résonante supplémentaire (20) avec ledit milieu actif (2).

5 - Appareil à laser selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit support (10) portant les ensembles de réflecteurs desdites cavités est susceptible de pivoter, sous l'action des moyens de commande (23), autour d'un axe de rotation (27) disposé parallèlement à l'axe optique (17) du rayonnement émis par ledit milieu actif.



- 6 - Appareil à laser selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que des moyens de butée réglables (36) sont prévus sur ledit support (10) permettant, en fonction de la position des moyens de commande, le réglage de l'alignement desdites cavités (6 ou 20) par rapport audit milieu actif.
- 7 - Appareil à laser selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que ledit support (10) est constitué par une tige (11) disposée parallèlement à l'axe dudit milieu actif, et sur laquelle sont fixés, au voisinage de ses extrémités, respectivement, des flasques transversaux (12, 14) dans lesquels sont agencés lesdits réflecteurs.
- 8 - Appareil à laser selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite tige (11) est portée à ses extrémités par des paliers (18) solidaires d'une table (5).
- 9 - Appareil à laser selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que lesdits moyens (23) pour la commande du déplacement desdites cavités sont constitués par au moins un vérin (24) ou analogue.
- 10 - Appareil à laser selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit vérin (24) est articulé à l'une de ses extrémités à ladite table (5), tandis que son autre extrémité est articulée audit support (10).

1/2

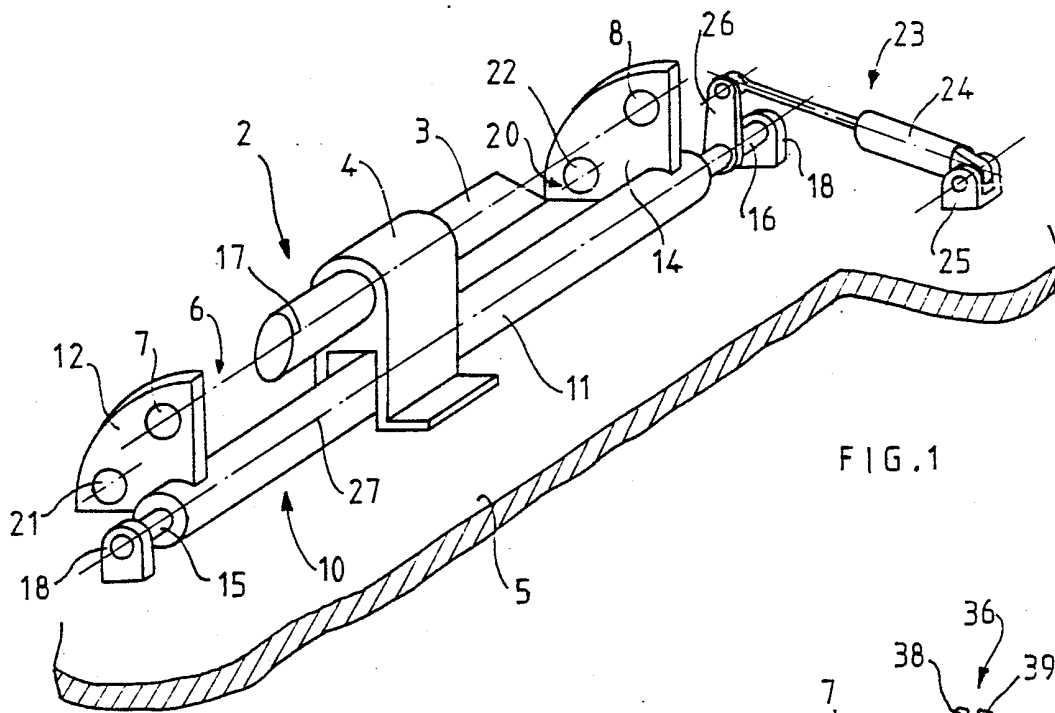


FIG. 1

FIG. 4

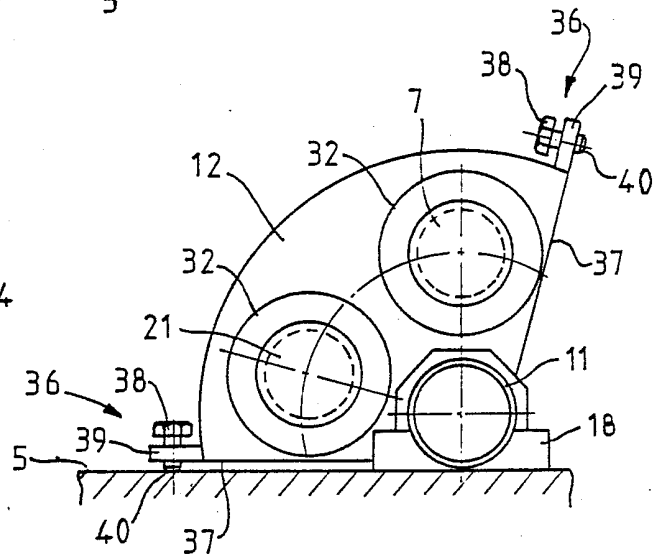
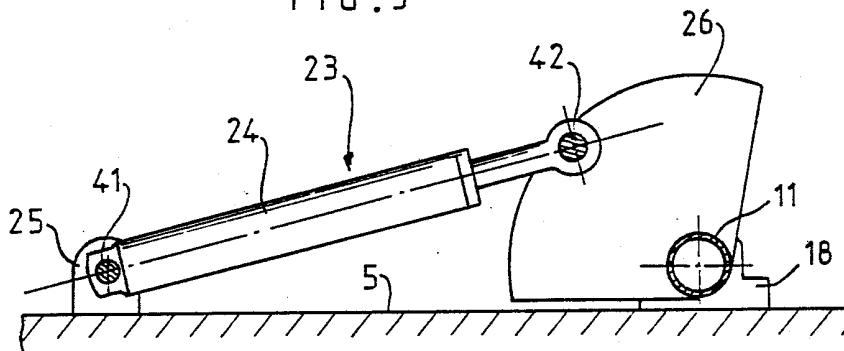


FIG. 5



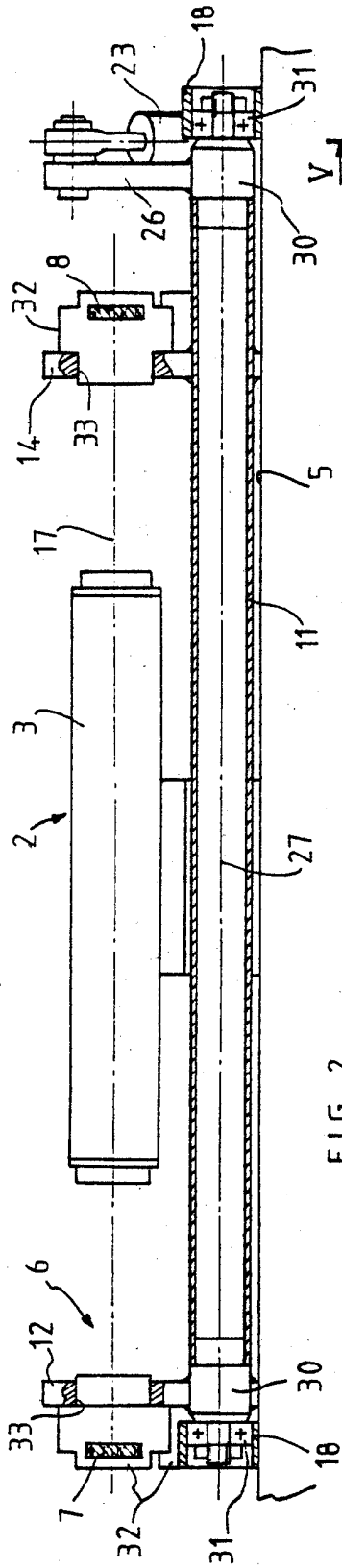


FIG. 2

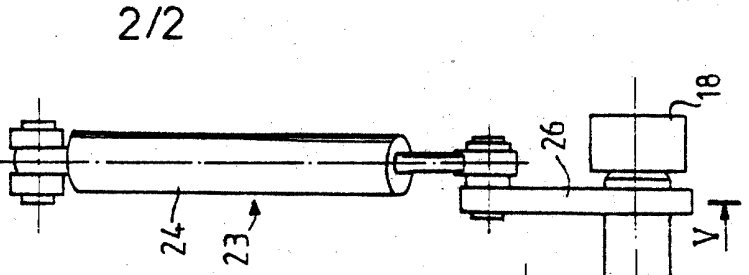


FIG. 3