(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 595 243**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 03154**

(51) Int Cl⁴ : A 61 F 9/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 6 mars 1986.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 37 du 11 septembre 1987.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *HANNA Khalil et CRETEGNY Jean-François.* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Khalil Hanna.

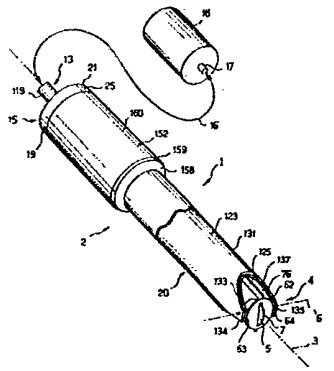
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Regimbeau, Corre, Martin, Schrimpf, Warcoin et Ahner.

(54) Couteau pour la chirurgie du segment antérieur de l'œil.

(57) La présente invention concerne un couteau pour la chirurgie du segment antérieur de l'œil, notamment de la cornée.

Ce couteau 1 comporte d'une part un manche longitudinal 2 présentant une première extrémité transversale 4 et d'autre part une lame 5 portée par le manche 2 et formant une saillie longitudinale hors du manche 2, à ladite première extrémité transversale 4 de celui-ci; pour améliorer la qualité des incisions et faciliter leur réalisation, la lame 5 présente une forme de révolution autour d'un axe transversal 6 alors que le manche 2 est creux et comporte intérieurement des moyens de guidage de la lame 5 à la rotation autour dudit axe transversal 6, par rapport au manche 2, ainsi qu'une chaîne de liaison cinématique entre la lame 5 et des moyens 16, 17, 18 d'entraînement de la lame 5 à la rotation autour dudit axe transversal 6 par rapport au manche 2.



FR 2 595 243 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne un couteau pour la chirurgie du segment antérieur de l'oeil, et notamment pour la chirurgie de la cornée.

Plus précisément, elle concerne un couteau comportant à cet effet d'une part un manche longitudinal présentant une première extrémité transversale et d'autre part une lame portée par le manche et formant une saillie longitudinale hors du manche, à ladite première extrémité transversale de celui-ci.

Traditionnellement, la lame est portée de façon solidaire, éventuellement réglable longitudinalement, par le manche et présente une zone transversale de tranchant pour faciliter sa pénétration dans la cornée par un mouvement longitudinal du couteau, et une zone longitudinale de tranchant pour permettre la réalisation d'une incision de longueur voulue par déplacement transversal consécutif du couteau.

Il apparaît à l'usage qu'il est difficile de vaincre la résistance de la cornée avec de tels couteaux, quelle que puisse être la qualité du tranchant de la lame ; aussi bien lors de la pénétration de la lame dans la cornée par un mouvement longitudinal du couteau que lors de la poursuite de l'incision par un mouvement transversal de celui-ci, la cornée oppose une résistance telle qu'elle tend à se dérober sous le couteau, mettant à profit la déformabilité de l'oeil, si bien qu'il est difficile de donner à l'incision une profondeur régulière et de valeur prédéterminée.

Le but de la présente invention est de proposer un couteau pour la chirurgie du segment antérieur

de l'oeil, notamment de la cornée, qui permette d'obtenir sans difficulté une incision de profondeur prédéterminée et régulière.

A cet effet, le couteau selon l'invention, comportant de façon connue en soi d'une part un manche longitudinal présentant une première extrémité transversale et d'autre part une lame portée par le manche et formant une saillie longitudinale hors du manche, à ladite première extrémité transversale de celui-ci, se caractérise en ce que la lame présente une forme de révolution autour d'un axe transversal et en ce que le manche est creux et comporte intérieurement :

- des moyens de guidage de la lame à la rotation autour dudit axe transversal,par rapport au manche,
- une chaîne de liaison cinématique entre la lame et des moyens d'entrainement de la lame à la rotation autour dudit axe transversal.

La lame présente avantageusement un tranchant périphérique circulaire, lisse, de révolution autour dudit axe transversal.

Dans un couteau à lame rotative du type préconisé par la présente invention, la qualité du tranchant de la lame et l'effort appliqué à celle-ci, via le manche, par le chirurgien ne sont plus les seuls éléments mis en oeuvre pour vaincre la résistance de la cornée ; à ces éléments s'ajoute la vitesse périphérique de rotation de la lame, qui introduit entre le tranchant de celle-ci et la cornée une vitesse relative de déplacement qui peut être beaucoup plus élevée que celle qui résulte du seul mouvement de la main du chirurgien, et facilite de ce fait considérablement la coupe.

Cet avantage est d'autant plus sensible que la lame, pour un diamètre déterminé par exemple de l'ordre de 3 mm, tourne plus vite et on peut prévoir une vitesse de rotation de la lame de l'ordre de 1000 à 5000 t/min. en utilisant à titre de moyens d'entraînement une turbine motrice, intégrée ou extérieure au manche et reliée, respectivement directement ou par un flexible, à un arbre moteur longitudinal qui est logé à l'intérieur du manche et guidé à la rotation autour d'un axe longitudinal, par rapport à celui-ci, par des moyens de guidage appropriés et se trouve par ailleurs lié cinématiquement à la lame par des moyens de transmission de mouvement à renvoi d'angle, à l'intérieur du manche ; d'autres moyens d'entraînement, par exemple électriques, extérieurs au manche ou intégrés en tout ou partie à celui-ci peuvent cependant être également choisis.

Selon un mode de réalisation préféré du couteau selon l'invention, on peut régler avec précision la profondeur de pénétration de la lame dans la cornée en munissant le manche, à ladite première extrémité transversale et autour de la lame, d'une face transversale d'appui sur l'oeil, ledit axe transversal étant situé en retrait par rapport à cette face d'appui et la lame formant partiellement une saillie longitudinale par rapport à cette face d'appui ; avantageusement, le manche comporte alors des moyens micrométriques de réglage de la valeur de ladite saillie longitudinale de la lame par rapport à la face d'appui ; à cet effet, le manche peut présenter au moins

à proximité immédiate de ladite première extrémité transversale un fourreau monté à coulissement longitudinal relatif, lequel fourreau porte de façon solidaire à ladite première extrémité transversale une plaquette transversale présentant une face transversale définissant ladite face d'appui ainsi que des moyens de passage longitudinal de la lame ; les moyens micrométriques précités sont alors prévus pour régler la position longitudinale relative du fourreau et du manche.

Pour faciliter le guidage de la lame au fur et à mesure de la pratique de l'incision ainsi que pour autoriser un contrôle permanent, le manche et le fourreau éventuels sont échancrés à proximité de ladite première extrémité transversale pour autoriser une vision de la lame par le chirurgien.

Un couteau ainsi conçu peut être utilisé pour toute forme d'incision ; en donnant à la lame la forme d'un disque plat, par exemple d'un diamètre de l'ordre de 3 mm, on peut pratiquer des incisions rectilignes, par exemple en chirurgie radiaire, comme des incisions courbes de rayon relativement grand ; on peut également réaliser des incisions de rayon relativement faible en donnant à la lame la forme d'une coupelle, ce qui permet de réaliser un couteau tout particulièrement adapté au traitement chirurgical de la cataracte ou à la trépanation de l'oeil ; avantageusement, on prévoit un montage autorisant une interchangeabilité facile de la lame, pour permettre au chirurgien d'équiper aisément, à volonté, un même couteau de lamesde forme différente pour pratiquer différents types d'incision .

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-dessous, relative à un mode de mise en oeuvre non limitatif, ainsi que des dessins annexés qui font partie intégrante de cette description.

- La figure 1 montre une vue en perspective d'ensemble d'un couteau selon l'invention.

- La figure 2 montre une vue de ce couteau en coupe par un plan incluant l'axe transversal de rotation de la lame ainsi que l'axe longitudinal de rotation de l'arbre moteur.

- La figure 3 montre, en une vue en coupe analogue à celle de la figure 2, une variante de forme de la lame.

- La figure 4 montre, en une vue en coupe par un plan incluant l'axe longitudinal et perpendiculaire à l'axe transversal, repéré en IV-IV à la figure 2, une partie des moyens de guidage de la lame à la rotation autour de l'axe transversal par rapport au manche et des moyens de guidage de l'arbre moteur à la rotation autour de l'axe longitudinal par rapport au manche.

- La figure 5 montre une vue de ces moyens en coupe par un plan repéré en V-V à la figure 4 et coïncidant avec le plan de coupe de la figure 2.

- La figure 6 montre une vue de ces moyens en coupe par des plans transversaux repérés en VI-VI à la figure 5.

- La figure 7 montre une vue de la plaquette définissant la face transversale d'appui sur l'oeil et du fourreau portant cette plaquette, en coupe par le plan repéré en IV-IV à la figure 2.

- La figure 8 montre une vue en bout de cette plaquette et de ce fourreau, dans un sens longitudinal repéré en VIII à la figure 7.

- La figure 9 montre une vue de la plaquette et du fourreau en coupe par un plan incluant l'axe longitudinal et repéré en IX-IX à la figure 8, ce plan étant décalé angulairement d'un angle α, par exemple de l'ordre de 15°, par rapport au plan repéré en IV-IV à la figure 2.

- La figure 10 illustre l'utilisation du couteau, lorsqu'il est muni d'une lame en forme de disque plat, pour la réalisation d'une incision radiaire sur un oeil montré en coupe schématique par un plan incluant l'axe optique.

On se réfèrera en premier lieu aux vues générales des figures 1 et 2, où l'on a désigné par 1 le couteau, comportant notamment un manche longitudinal 2 présentant une forme et des dimensions similaires respectivement à la forme et aux dimensions d'un stylo pour permettre sa manipulation aisée ; plus précisément, le manche 2 présente suivant un axe longitudinal 3 des dimensions très supérieures à celles qu'il présente transversalement par rapport à cet axe ; par exemple, il présente suivant l'axe 3 une longueur de l'ordre de 15 à 20 cm alors qu'il présente transversalement à l'axe 3, sur la majeure partie de sa longueur à partir d'une première extrémité transversale 4, une forme extérieure cylindrique de révolution autour de l'axe 3 avec un diamètre de l'ordre de 4 à 5 mm ; naturellement, ces chiffres sont indiqués à titre d'exemple non limitatif bien qu'ils soient considérés actuellement comme un optimum.

A sa première extrémité transversale 4, le manche 2 porte une lame 5 qui forme une saillie longitudinale hors du manche 2 et, conformément à la présente invention, présente une forme de révolution autour d'un axe 6 transversal, et plus précisément perpendiculaire à l'axe 3 dans l'exemple illustré ; en particulier, la lame 5 peut présenter la forme d'un disque plat, présentant un plan moyen perpendiculaire à l'axe 6 et confondu avec le plan de coupe repéré en IV-IV à la figure 2 dans un mode de réalisation illustré aux figures 1 et 2 ; la lame peut toutefois présenter une autre forme et l'on a par exemple illustré à la figure 3 une lame 5' pouvant se substituer à la lame 5 et présentant quant à elle la forme d'une coupelle de révolution autour d'un axe 6' destiné à se substituer à l'axe 6 ; dans un cas comme dans l'autre, la lame présente un tranchant périphérique circulaire, respectivement 7, 7', lisse, de révolution autour de l'axe transversal, respectivement 6, 6';le tranchant 7 est situé suivant le plan moyen de la lame 5 alors que le tranchant 7' est situé suivant une couronne moyenne approximativement tronconique de révolution autour de l'axe 6' ; dans un cas comme dans l'autre, le diamètre maximal du tranchant 7, 7', ou diamètre périphérique extérieur de la lame 5 ou 5', est de l'ordre de 3 mm mais ce chiffre ne constitue qu'un exemple non limitatif bien qu'actuellement considéré comme un optimum.

A titre d'exemple non limitatif de matériau pouvant constituer la lame 5 ou 5', on peut citer le saphir synthétique mais d'autres matériaux peuvent également être utilisés.

Suivant son axe, respectivement 6, 6', la lame 5, 5' est traversée de part en part par un trou, respectivement 8, 8' autorisant le passage coaxial d'un arbre coaxial, respectivement 9, 9' sur lequel la lame 5, 5' est calée à l'encontre d'une rotation relative ainsi qu'à l'encontre d'une translation relative par tout moyen approprié, dont la réalisation est du domaine des aptitudes normales d'un Homme du métier ; l'arbre 9 ou 9' est logé à l'intérieur du manche 2, lequel est creux, et il est guidé à la rotation autour de l'axe 6 ou 6' par rapport au manche 2 par des paliers coaxiaux 10, 11, par exemple des paliers lisses, qui sont disposés respectivement de part et d'autre de la lame et retenus dans le manche 2, comme il sera décrit plus loin.

A l'intérieur du manche 2, des moyens de transmission de mouvement assurant un renvoi d'angle à 90°, constitués dans l'exemple illustré par un train d'engrenages à renvoi d'angle 12 qui est porté par le manche 2 et sera décrit plus loin, relient cinématiquement l'arbre 9 ou 9' à un arbre moteur 13 rectiligne, longitudinal, d'axe 3 ; cet arbre moteur 13 est guidé à la rotation autour de l'axe 3 par rapport au manche 2 par des moyens de guidage 14, par exemple à paliers lisses, logés dans le manche et qui seront décrits plus loin, et parcourt longitudinalement le manche 2 du train d'engrenages 12 jusqu'à une deuxième extrémité transversale 15 du manche 2, ouverte longitudinalement à l'opposé de de la première extrémité transversale 4 ; l'arbre moteur 13 forme une saillie longitudinale hors du manche 2 à cette deuxième extrémité transversale 15 de celui-ci et porte des moyens de raccordement amovible, connus en eux-mêmes par exemple dans le domaine de la dentisterie et de

ce fait non représentés, pour se raccorder dans une relation d'entraînement mutuel à un flexible de transmission de mouvement schématisé en 16, par ailleurs raccordé à un arbre rotatif 17 de sortie de moyens d'entraînement 18 ; ces moyens 18 sont par exemple constitués par une turbine munie d'un compresseur d'alimentation ou par un moteur électrique à vitesse réglable et par des moyens de commande de marche-arrêt et de réglage de vitesse prévus sur le manche 2 ou indépendants de celui-ci et alors actionnables par exemple au pied, comme il est également connu dans le domaine de la dentisterie ; ainsi, lorsqu'ils sont en service, les moyens d'entraînement 18 assurent, via une chaîne de liaison cinématique constituée par l'arbre de sortie 17, le flexible de transmission 16, l'arbre moteur 13, le train d'engrenages à renvoi d'angle 12 et l'arbre 9 ou 9', l'entraînement de la lame 5 ou 5' à la rotation autour de son axe 6 ou 6' par rapport au manche 2.

En variante, les moyens d'entraînement peuvent être intégrés en tout ou partie au manche 2 ; par exemple, on a schématisé en 18', à la figure 2, des moyens d'entraînement comportant une turbine motrice ou un micro-moteur électrique intégré à un prolongement longitudinal 2' du manche 2, à l'extrémité 15 de celui-ci ; cette turbine ou ce micro-moteur attaque directement l'arbre moteur 13 et se raccorde, de préférence, respectivement par un tube flexible à un compresseur d'alimentation indépendant du manche ou par des conducteurs flexibles à une source d'alimentation en électricité également indépendante du manche ; le prolongement 2' du manche 2 porte alors avantageusement les moyens de commande de marche-arrêt et de réglage de vitesse des moyens d'entraînement, bien que cesmoyens de commande et de réglage puissent également être disposés autrement, par exemple en vue d'un actionnement au pied ; d'autres dispositions pourraient cependant être choisies quant à la nature, la position, la commande des moyens d'entraînement sans que l'on sorte pour autant du cadre de la présente invention.

Une structure concrète actuellement préférée du couteau 1 va à présent être décrite en référence aux figures 1 à 9.

Comme on le voit plus particulièrement à la figure 2, le manche 2 est formé de deux sous-ensembles longitudinaux coaxiaux 19 et 20, montés à coulissement longitudinal relatif sans possibilité de rotation relative, dans le but exclusif d'autoriser le réglage de leur position longitudinale relative car ces deux sous-ensembles sont fixes l'un par rapport à l'autre lorsque le couteau 1 est en service ; le sous-ensemble 19 est logé en majeure partie à l'intérieur du sous-ensemble 20, si bien qu'il sera dit "sous-ensemble intérieur" alors que le sous-ensemble 20 sera dit "sous-ensemble extérieur".

Les deux sous-ensembles 19 et 20 présentent des formes générales respectives de révolution autour de l'axe longitudinal 3 si bien que, dans leur description détaillée qui va suivre et en l'absence de contre-indication explicite, la notion de forme de révolution s'entendra par référence à cet axe 3 de même que les notions de longitudinalité et de transversalité ; de même, on définit un sens longitudinal 24 de référence, allant de la deuxième extrémité transversale 15 du manche 2 vers la première extrémité transversale 4 de celui-ci, lequel sens 24 servira de référence aux notions d'amont et d'aval utilisées par la suite.

Le sous-ensemble intérieur 19 est formé d'un assemblage solidaire de plusieurs pièces dont l'une, affectée de la référence 21, s'étend sur la majeure partie de la longueur du manche 2 à partir de la deuxième extrémité transversale 15 de celui-ci.

La pièce 21 présente la forme générale d'un manchon de révolution autour de l'axe 3, vers lequel la pièce 21 est délimitée par une face périphérique intérieure 22 longitudinale, cylindrique de révolution ; au niveau de la deuxième extrémité 15 du manche 2, la face 22 se raccorde à une face transversale plane 23, annulaire de révolution et tournée vers l'amont ; cette face 23 raccorde la face 22 à une face périphérique extérieure 25 longitudinale, cylindrique de révolution et tournée dans le

sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, avec un diamètre supérieur à celui de la face 22 ; vers l'aval, la face 25 se raccorde par une face transversale plane 26, annulaire de révolution et tournée vers l'aval, à une face périphérique extérieure 27 longitudinale, cylindrique de révolution et tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, avec un diamètre intermédiaire entre les diamètres respectifs des faces 22 et 25 ; parcourue dans le sens 24 à partir de la face annulaire 26, la face annulaire 27 présente successivement, à proximité de la face 26 mais de façon espacée longitudinalement par rapport à celle-ci, une gorge 28 transversale, annulaire de révolution, logeant un jonc torique compressible 29 par exemple en caoutchouc formant lorsqu'il est détendu une saillie par rapport à la face 27 dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, puis, de façon espacée de la gorge 28, un filet hélicoïdal en relief 30 ; vers l'aval, la face 27 se raccorde par une face transversale plane 31, annulaire de révolution et tournée vers l'aval, à une face périphérique extérieure 32 longitudinale cylindrique de révolution et tournée dans le sens d'un éloignement par rapport à l'axe 3 , cette face 32 présentant un diamètre intermédiaire entre les diamètres respectifs des faces 27 et 22 ; vers l'aval, la face 32 se raccorde elle-même par une face transversale plane 33, annulaire de révolution et tournée vers l'aval, à une face périphérique extérieure 34 longitudinale, cylindrique de révolution, tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3 et présentant un diamètre intermédiaire entre les diamètres respectifs des faces 32 et 22 ; vers l'aval, la

face 34 se raccorde elle-même par une face transversale plane 35, annulaire de révolution et tournée vers l'aval, à la face périphérique intérieure 22 de la pièce 21 ; à proximité immédiate de son raccordement avec la face 35, cette face périphérique intérieure 22 présente un taraudage 36 par lequel est assemblée de façon solidaire mais amovible, à la pièce 21, une deuxième pièce 37 du sous-ensemble intérieur 19.

Pour coopérer avec le taraudage 36 de la pièce 21, la pièce 37 présente une face périphérique extérieure 38 longitudinale, d'une forme générale cylindrique de révolution, tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, avec un diamètre correspondant sensiblement à celui de la face périphérique intérieure 22 de la pièce 21 ; cette face 38 porte un filetage extérieur 39 complémentaire du taraudage 36 ; de dimension longitudinale inférieure à celle du taraudage 36, la face filetée 38 se raccorde respectivement vers l'amont et vers l'aval à des faces transversales planes, respectivement 39 et 40, annulaires de révolution et tournées vers l'amont ; la face 39 raccorde la face 38, dans le sens d'un rapprochement radial par rapport à l'axe 3, à une face périphérique intérieure 41 longitudinale, de forme générale cylindrique de révolution avec un diamètre inférieur à celui de la face 38 et munie d'un taraudage 42, alors que la face 40 raccorde la face 38 à une face

périphérique extérieure 43 longitudinale cylindrique de révolution, tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, et présentant un diamètre identique à celui de la face 34 de la première pièce 21 ; de ce fait, lorsque le filetage 39 de la face 38 est vissé à fond dans le taraudage 36, les faces 35 et 40 étant alors en contact mutuel comme il est illustré à la figure 2, la face 43 prolonge exactement la face 34 vers l'aval ; vers l'aval, la face 43 se raccorde par une face transversale plane 44, annulaire de révolution et tournée vers l'amont, à une face périphérique extérieure 45 longitudinale cylindrique de révolution et tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, laquelle face 45 présente un diamètre identique au diamètre de la face 32 de la pièce 21 ; vers l'aval, la face 45 se raccorde à une face transversale, plane, annulaire de révolution et tournée vers l'aval, laquelle face 46 relie la face 45, dans le sens d'un rapprochement radial vis-à-vis de l'axe 3, à une face 47 tronconique de révolution, tournée vers l'axe 3 et convergeant vers l'amont jusqu'à se raccorder à la face taraudée 41 par l'intermédiaire d'un chambrage 48 transversal, annulaire de révolution.

Par sa face taraudée 41 et sa face tronconique 47, la deuxième pièce 37 du sous-ensemble intérieur 19 porte de façon solidaire mais amovible un corps 49 formé de l'assemblage de deux pièces identiques 50, 51 accolées mutuellement suivant un plan 169 contenant à la fois l'axe longitudinal 3 et l'axe transversal 6 (plan repéré en V-V à la figure 4), pour des raisons de facilité de montage et de démontage, et notamment pour autoriser le changement de lame.

Le corps 49 est plus particulièrement visible aux figures 4 à 6.

Considéré dans sa globalité, c'est-à-dire lorsque les deux pièces 50 et 51 sont ainsi assemblées, le corps 49 est notamment délimité dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3 par une face longitudinale 52 de forme générale cylindrique de révolution avec un diamètre correspondant à celui de la face 41, cette face 52 étant munie d'un filetage 53 complémentaire du taraudage 42 de la face 41, et par une face 54 tronconique de révolution , avec une conicité identique à celle de la face 47 de la pièce 37, la face 54 divergeant vers l'aval à partir de la face 52 à laquelle elle se raccorde par l'intermédiaire d'une gorge transversale 55,annulaire de révolution ; ainsi, le corps 49 est assemblé à la deuxième pièce 37 du sous-ensemble intérieur 19 par vissage de la face filetée 52 dans la face taraudée 41 jusqu'à ce que la face 54 entre en contact intime avec la face 47 ; vers l'aval, la face tronconique 54 se raccorde à une face périphérique extérieure 56 longitudinale, cylindrique de

révolution, tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, avec un diamètre sensiblement identique à celui de la face 45 de la pièce 32 et à celui de la face 32 de la pièce 21 ; vers l'amont, la face filetée 52 se raccorde à une face transversale plane 57, annulaire de révolution et tournée vers l'amont, laquelle face 57 se raccorde elle-même, dans le sens d'un rapprochement radial par rapport à l'axe 3, à une face périphérique intérieure 58 longitudinale, cylindrique de révolution et tournée vers l'axe 3, avec un diamètre inférieur à celui de la face 52 ; à partir de la face 57, cette face 58 s'étend longitudinalement sensiblement jusqu'au niveau du raccordement mutuel des faces 54 et 56, niveau auquel elle se raccorde vers l'aval à une face transversale plane 59, annulaire de révolution et tournée vers l'aval ; cette face 59 relie, dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, la face 58 à une face périphérique intérieure 60 longitudinale cylindrique de révolution et tournée vers l'axe 3, avec un diamètre intermédiaire entre les diamètres respectifs des faces 56 et 58 et supérieur au diamètre maximal du tranchant 7 ou 7' d'une lame 5 ou 5' ; les faces 56 et 60 sont raccordées mutuellement notamment par deux faces planes 61 et 62, obliques par rapport au plan 169 et disposées symétriquement l'une de l'autre par

rapport à ce plan, respectivement sur la pièce 50 et sur la pièce 51 ; les deux faces 61 et 62 convergent mutuellement vers l'aval sans couper le plan 169 et se raccordent vers l'aval à deux faces planes 63 et 64 coplanaires, perpendiculaires à l'axe 3, dont chacune est symétrique par rapport au plan 169 alors qu'elles sont symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan 170 incluant l'axe longitudinal 3 mais perpendiculaire à l'axe 6 (plan repéré en IV-IV à la figure 2) ; ces deux faces 63 et 64, dont chacune présente la forme d'un secteur de face transversale plane, annulaire de révolution, raccorde également la face 56 à la face 60, dans le sens d'un rapprochement radial vis-à-vis de l'axe 3, en aval de l'axe 6 mais à une distance longitudinale de cet axe inférieure au rayon maximal du tranchant 7 ou 7' d'une lame 5 ou 5' de telle sorte que ce tranchant puisse former une saillie longitudinale, vers l'aval, par rapport au plan géométrique commun des faces 63 et 64 comme il ressort de l'examen de la figure 5.

Hormis les faces 61 et 62 spécifiquement propres respectivement à la pièce 50 et à la pièce 51, chacune des faces précédemment décrites du corps 49 est définie pour moitié par la pièce 50 et pour moitié par la pièce 51, lesquelles sont accolées par des faces planes respectives 65, 66 se confondant avec le plan 169 et reliant mutuellement les parties respectives des faces 52, 54, 56, 57, 58,

59, 60, 63, 64 propres aux pièces 50 et 51 respectivement ; le vissage de la face filetée 52 dans la face taraudée 41 et un effet de coin en résultant entre les faces 47 et 54 assurent l'assemblage des deux pièces 50 et 51, cet assemblage pouvant en outre être affermi par clavetage mutuel ; à cet effet, chacune des pièces 50 et 51 présente suivant deux axes 67, 68 perpendiculaires au plan 169, dans des positions symétriques l'une de l'autre par rapport au plan 170 , respectivement de part et d'autre de la face 58, deux alésages tels que 69 et 70 (pièce 50), 71 et 72 (pièce 51) et chaque paire d'alésages ainsi alignés , respectivement de l'une et l'autre des pièces 50 et 51, reçoit une clavette rectiligne respective 73 (alésages 69 et 71 de même alignement 67), 74 (alésages 70 et 72 de même alignement 68).

On remarquera que les faces obliques 61 et 62 du corps 49 définissent, pour un observateur, deux échancrures 75, 76 autorisant une vision vers l'axe 3 ainsi que vers l'axe 6 à l'intérieur du corps 49 ; l'obliquité des faces 61 et 62 est suffisamment faible pour que les échancrures 75 et 76 s'étendent vers l'amont à une distance de l'axe 6 aussi supérieure que possible au rayon maximal du tranchant 7 ou 7' d'une lame 5 ou 5' (de l'ordre de 2 fois ce rayon dans l'exemple illustré, ce chiffre n'étant toutefois qu'une indication non limitative).

Entre les faces 61 et 62, suivant l'axe 6, chacune des pièces 50 et 51 est creusée pour

moitié, dans sa face 65 ou 66 respectivement, de deux alésages 77 et 78 cylindriques de révolution autour de l'axe 6, avec un même diamètre, pour recevoir et retenir respectivement le palier lisse 10 et le palier lisse 11 afin d'assurer le guidage de l'arbre 9 ou 9' à la rotation autour de l'axe 6 ou 6' par rapport au corps 49, c'est-à-dire par rapport au manche 2 ; de même, autour d'un deuxième axe transversal 79 parallèle à l'axe 6 et perpendiculaire à l'axe 3 et situé en amont de l'axe 6 sont aménagés, pour moitié dans la pièce 50 et pour moitié dans la pièce 51, deux alésages identiques 80 et 81, cylindriques de révolution autour de l'axe 79 et propres à recevoir et immobiliser par rapport au corps 49 deux paliers lisses, respectivement 83 et 84 propres à assurer un guidage à la rotation autour de l'axe 79, par rapport au corps 49 et au manche 2, pour un arbre coaxial 85 ; en outre, suivant un même axe transversal 86 parallèle à l'axe 6 et perpendiculaire à l'axe 3, décalé par rapport à l'axe 79, vers l'amont, d'une distance longitudinale égale à la distance longitudinale dont l'axe 79 est décalé vers l'amont par rapport à l'axe 6, sont aménagés pour moitié dans la pièce 50 et pour moitié dans la pièce 51 deux alésages coaxiaux identiques 87 et 88, cylindriques de révolution autour de l'axe 86 et propres à immobiliser par rapport au corps 49 deux paliers lisses, respectivement 89 et 90 assurant le guidage, à la rotation autour de l'axe 86 par rapport au corps 49 et au manche 2, pour un arbre 82.

Avantageusement, comme il est illustré, les deux pièces 50 et 51 présentent dans la face 60 deux

méplats 91 et 92, parallèles au plan 170 et symétriques l'un de l'autre par rapport à ce plan, pour servir de butée, dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, pour les différents paliers 10, 11, 83, 84, 89, 90 ; complémentairement, chacun de ces paliers, tous identiques dans l'exemple illustré, présente en appui contre le méplat respectif 91 ou 92 une collerette annulaire respective 93, 94, 95, 96, 97, 98, de révolution autour de l'axe respectif et en saillie radiale dans le sens d'un éloignement par rapport à celui-ci ; complémentairement, chacun des arbres 9, 85, 82 présente de façon solidaire, par exemple du fait de la présence d'une pièce rapportée sur lui, deux épaulements annulaires de révolution autour de l'axe respectif 6, 79, 86, ces épaulement désignés par les références 99 et 100 en ce qui concerne l'arbre 9, 101 et 102 en ce qui concerne l'arbre 85, 103 et 104 en ce qui concerne l'arbre 82, étant tournés dans le sens d'un éloignement par rapport au plan 170 et écartés mutuellement d'une distance sensiblement identique à la distance séparant perpendiculairement à ce plan les colleretes respectives des deux paliers respectivement associés ; ainsi, deux paliers associés à un même arbre assurent non seulement le guidage de cet arbre à la rotation autour de l'axe respectif par rapport au corps 49 et au manche 2, mais également une immobilisation de cet arbre à l'encontre d'une translation suivant cet axe par rapport au corps 49 ou au manche 2.

Chacun des arbres 9 ou 9', 85, 82 porte de façon solidaire, en plus de la lame 5 ou 5' en ce qui concerne l'arbre 9 ou 9', un pignon droit respectif 105, 106, 107, le pignon 106 étant en prise permanente avec les pignons 105 et 107 ; en outre, l'arbre 82 porte de façon solidaire un pignon conique 108 en prise permanente avec un deuxième pignon conique 109 quant à lui d'axe 3, de telle sorte que les pignons 109, 108, 107, 106, 105 définissent ensemble le train d'engrenages 12 à renvoi d'angle à 90° ; le pignon conique 109 est porté de façon solidaire par une extrémité aval de l'arbre moteur longitudinal 13 qui traverse longitudinalement le corps 49 via la face 58 de celui-ci, en étant guidé à la rotation autour de l'axe 3 par rapport au corps 49 et au manche 2 tout en étant immobilisé à l'encontre d'une translation relative suivant l'axe 3 par les moyens de guidage 14.

A cet effet, les moyens de guidage 14 comportent deux paliers lisses juxtaposés longitudinalement, à raison d'un palier lisse aval 110 et d'un palier lisse amont 111, et chacun de ces paliers 10, 110 et 111, d'un type analogue à celui des paliers 10, 11, 83, 84, 89, 90 est d'une part engagé dans la face 58 du corps 49 et d'autre part en appui longitudinal contre ce corps respectivement par une collerette annulaire 112, de révolution autour de l'axe 3 et en saillie dans le sens d'un éloignement radial par rapport à celui-ci pour prendre appui vers l'amont contre la face 59 du corps 49 en ce qui concerne le palier 10, 110, et une collerette 113 annulaire de révolution autour de l'axe 3 et en

saillie dans le sens d'un éloignement radial par rapport à celui-ci pour prendre appui vers l'aval contre la face 57 du corps 49 en ce qui concerne le palier 111 ; en outre, l'arbre moteur 13 présente à son passage dans le corps 49, c'est-à-dire dans les paliers lisses 110 et 111, un tronçon 114 délimité dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3 par une face périphérique extérieure 115 cylindrique de révolution autour de cet axe avec un diamètre inférieur à celui de la face 58 et compatible avec les paliers 110 et 111 alors que le pignon 109 présente un diamètre supérieur, si bien qu'il constitue pour le tronçon 114, qui le porte de façon solidaire, un épaulement apte à s'appuyer vers l'amont contre la collerette 112 elle-même en appui vers l'amont contre la face 59 ; vers l'amont, le tronçon 114 de l'arbre moteur 13 présente une zone en saillie longitudinale au-delà de la collerette 113 du palier lisse 111 et il porte, dans cette zone en saillie, un filet 116 en relief par rapport à sa face 115, et par lequel il est solidarisé de façon amovible avec un écrou 117 présentant vers l'aval une face annulaire plane 118 perpendiculaire à l'axe 3 ; cette face 118 constitue un épaulement s'appuyant vers l'aval sur la collerette 113 elle-même en appui vers l'aval sur la face 57, ce qui assure l'immobilisation du tronçon 114 de l'arbre moteur 13, c'est-à-dire plus généralement de l'ensemble de cet arbre moteur 13, à l'encontre d'une translation longitudinale par rapport au corps 49 et au manche 2.

La saillie filetée du tronçon 114 de l'arbre moteur 13 se prolonge longitudinalement vers l'amont au-delà de l'écrou 117 et un deuxième tronçon 119 d'arbre moteur 13, présentant à cet effet vers l'aval et suivant l'axe 3 un trou borgne 120 muni d'un taraudage 121 complémentaire du filet 116, est immobilisé par rapport au tronçon 14 par vissage du taraudage 121 sur le filet 116 et effet d'écrou - contre-écrou avec l'écrou 117 ; le tronçon 119 est par ailleurs plein et délimité, dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, par une face 122 cylindrique de révolution autour de cet axe avec un diamètre inférieur à celui de la face périphérique intérieure 22 de la première pièce 21 ; de même, dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, l'écrou 117 est délimité par une face périphérique extérieure 223 d'enveloppe cylindrique de révolution autour de l'axe 3 avec un diamètre inférieur à celui de la face périphérique intérieure 22 de la pièce 21 ; on remarquera que, dès lors que le corps 49 est vissé dans la deuxième pièce 37 du sous-ensemble intérieur 19, les faces 57 et 39 sont sensiblement coplanaires si bien qu'aucun contact n'est à craindre entre l'écrou 117 et la deuxième pièce 37 du sous-ensemble intérieur 19.

Vers l'amont, le tronçon 119 de l'arbre moteur 13 se poursuit au-delà de la deuxième extrémité transversale 15 du manche 2 pour se raccorder, comme il a été indiqué précédemment, au flexible 16 de transmission de mouvement ou aux moyens d'entraînement 18' au moins partiellement intégrés au prolongement 2' du manche 2, lequel prolongement 2' est porté de façon solidaire par la face amont 23 de la pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19.

On comprend que le sous-ensemble intérieur 19 constitue le sous-ensemble de base du manche 2 du couteau 1, dont il réunit la plupart des éléments constitutifs essentiels, qu'il relie au sous-ensemble extérieur 20.

Le sous-ensemble extérieur 20 va à présent être décrit en référence aux figures 2, et 7 à 9.

Comme le sous-ensemble intérieur 19, le sous-ensemble extérieur 20 est formé d'un assemblage solidaire de plusieurs pièces, référencées respectivement 123, 124, 125, 126.

La pièce 123 présente la forme générale d'un fourreau s'appuyant, avec possibilité de coulissement longitudinal relatif, sur les faces périphériques extérieures 32, 45 et 56 des pièces 21, 37, 50, 51 du sous-ensemble intérieur 19.

A cet effet, le fourreau 123 présente une face périphérique intérieure 127 longitudinale, cylindrique de révolution et tournée vers l'axe 3 ; la face 127 présente un diamètre aussi voisin que possible du diamètre commun des faces 32, 45, 56 bien que supérieur à celui-ci, pour assurer un guidage à coulissement longitudinal relatif en interdisant tout déplacement relatif transversal entre la pièce en forme de fourreau 123 et le sous-ensemble intérieur 19 ; à cet effet, en outre, la face 127 présente une dimension longitudinale supérieure à la distance longitudinale séparant les faces 33 et 44 du sous-ensemble intérieur 19 ; vers l'amont, la face 127 se raccorde à une face transversale plane 128, annulaire de révolution et tournée vers l'amont ; cette face 128 relie la face 127, dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, à une face périphérique extérieure 129 longitudinale cylindrique de révolution et tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, la face 129 présentant un diamètre approximativement identique à celui de la face 27 de la première pièce 21 du sous-ensemble inté-

rieur 19 ; vers l'aval, la face périphérique extérieure 129 relie la face 128 à une face transversale plane 130, annulaire de révolution et tournée vers l'aval, et cette face 130 raccorde elle-même la face 129, dans le sens d'un rapprochement radial vis-à-vis de l'axe 3, à une face périphérique extérieure 131 longitudinale, cylindrique de révolution et tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, avec un diamètre intermédiaire entre les diamètres respectifs de la face 129, ou encore de la face 27 de la première pièce 21 du sous-ensemble 19, et de la face 127 ; vers l'aval, la face périphérique extérieure 123 est reliée à la face périphérique intérieure 127 par deux faces planes 132 et 133, présentant une même obliquité par rapport au plan 169 en étant disposées symétriquement l'une de l'autre par rapport à ce plan sans couper celui-ci et convergeant vers l'aval, et par deux faces transversales planes et coplanaires 134 et 135 perpendiculaires à l'axe 3 et tournées vers l'aval ; les deux faces 134 et 135 sont symétriques l'une de l'autre par rapport au plan 170 et chacune d'entre elles est symétrique par rapport au plan 169.

On remarquera que la présence des faces obliques 132 et 133, dont l'obliquité est avantageusement identique à celle des faces 61 et 62 du corps 49,

dégage dans la pièce 123 en forme de fourreau deux échancrures 136 et 137 en tout point comparables aux échancrures 75 et 76 du corps 49 et susceptibles de se superposer à ces dernières pour autoriser une vision de la lame 5 ou 5' à travers la pièce en forme de fourreau 123 et à travers le corps 49.

A cet effet, la pièce en forme de fourreau 123 présente entre sa face 128 et ses faces 134 et 135 une dimension longitudinale inférieure à la dimension longitudinale que le sous-ensemble intérieur 19 présente entre la face 31 de la première pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19 et les faces 63 et 64 du corps 49 de ce sous-ensemble ; ainsi, la pièce en forme de fourreau 123 peut notamment être placée, sur le sous-ensemble intérieur 19, dans une position dans laquelle les faces 134 et 135 sont coplanaires avec les faces 63 et 64 et dans laquelle les échancrures 136 et 137 se superposent respectivement aux échancrures 75 et 76, par exemple avec coplanéarité de la face 132 avec la face 61 et coplanéarité de la face 133 avec la face 62, alors qu'il subsiste entre la face 128 de la pièce 123 et la face 31 de la pièce 21 un espace longitudinal 138, comme on l'a illustré à la figure 2 où les sous-ensembles 19 et 20 sont précisément illustrés dans cette position relative.

La pièce en forme de fourreau 123 porte de façon solidaire les pièces 124 et 125 par sa face 127, sur laquelle les pièces 124 et 125 sont par exemple collées ou soudées.

Chacune des pièces 124 et 125 se présente sous la forme d'une baguette rectiligne, longitudinale, c'est-à-dire parallèle à l'axe 3, avec une section transversale qui est approximativement rectangulaire dans

l'exemple illustré mais pourrait être différente ; les deux pièces 124 et 125 sont placées symétriquement l'une de l'autre par rapport à l'axe longitudinal 3, suivant un même plan longitudinal 139 incluant l'axe 3 (plan repéré en IX-IX à la figure 8) et décalé angulairement par rapport au plan 170 d'un angle α supérieur à 0° mais inférieur à 90°, et par exemple de l'ordre de 15°, de telle sorte que les pièces 124 et 125 forment une saillie vers l'aval en regard des échancrures 136 et 137 par rapport au fourreau 123 ; radialement en référence à l'axe 3, chaque pièce 124, 125 présente une dimension transversale supérieure à la dimension séparant radialement les faces 56 et 60 du corps 149 ; vers l'amont, les pièces 124 et 125 se prolongent sur une distance longitudinale juste suffisante pour assurer la solidarisation avec la face 127 ; vers l'aval, les pièces 124 et 125 se prolongent jusqu'à un niveau correspondant à celui des faces 134 et 135, niveau auquel les pièces 124 et 125 présentent des faces d'extrémité respectives 140, 141 tournées vers l'aval ; ces deux faces 140 et 141 sont planes, perpendiculaires à l'axe 3, et coplanaires aux faces 134 et 135 de la pièce 123.

Dans les pièces 50 et 51 du corps 49, les pièces 124 et 125 sont reçues dans des rainures respectives 142 et 143 longitudinales, c'est-à-dire rectilignes et parallèles à l'axe 3, situées suivant le même plan longitudinal moyen 139 que les pièces 124 et 125 et débouchant radialement, en référence à l'axe 3, dans les faces 56 et 60 du corps 49 ainsi que longitudinalement dans la face 54 et, respectivement, dans les faces 61 et 62 de celui-ci ; les rainures 142 et 143 présentent une section transversale constante, étroitement complémentaire de la section transversale

constante des pièces 124 et 125 de telle sorte que ces pièces puissent coulisser dans les rainures 142 et 143, respectivement, et assurer ainsi un guidage du sous-ensemble extérieur 20 au coulissement longitudinal par rapport au sous-ensemble intérieur 19 sans possibilité de rotation relative autour de l'axe 3.

En outre, les pièces 124 et 125 servent à relier de façon solidaire la pièce 126 à la pièce 123 ; à cet effet, les pièces 124 et 125 présentent dans leurs faces 140 et 141 des encoches respectives 144 et 145 ouvertes vers l'aval ainsi que dans le sens d'un rapprochement radial vis-à-vis de l'axe 3, et dans les encoches 144 et 145 est encastrée, et solidarisée par tout moyen approprié et par exemple par soudure ou collage, la pièce 126 se présentant sous la forme d'une plaquette en forme de rondelle transversale, présentant respectivement vers l'amont et vers l'aval deux faces 146 et 147 de forme générale plane, perpendiculaires à l'axe 3, reliées mutuellement par une face de chant 148 longitudinale, cylindrique de révolution, et tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3 , avec un diamètre inférieur à celui de la face 60 du corps 49 tout en étant aussi voisin que possible de celui-ci ; de ce fait, la pièce 126, dont la face 147 est coplanaire avec les faces 134, 135, 140, 141, peut se loger à l'intérieur du corps 49 lorsque le sous-ensemble extérieur 20 occupe par rapport au sous-ensemble intérieur 19 la position illustrée à la figure 2, dans laquelle il y a coplanéarité entre les faces 63 et 64 d'une part, les faces 134, 135, 140, 141 et 147 d'autre part.

A cet effet, en outre, la pièce en forme de plaquette 126 est percée longitudinalement de part en part d'une fente 149 présentant une forme et des dimensions propres à permettre sa traversée par la lame 5 ou 5' notamment dans cette position, de telle sorte que le tranchant périphérique 7 ou 7' de cette lame forme une saillie longitudinale, vers l'aval, par rapport à la face 147 de la pièce en forme de plaquette 126 ; à cet effet, également, la distance longitudinale entre les faces 146 et 147 est choisie de telle sorte que ne s'établisse pas de contact entre l'arbre 9 et la face 146, laquelle présente en outre à cet effet, de part et d'autre de la fente 149, des fraisages 150 propres à permettre une pénétration partielle, sans contact mutuel, du pignon 105 dans la plaquette 126.

En règle générale, la fente 129 présente une forme et des dimensions propres à épouser au plus près la lame 5 ou 5' ; par exemple, on a illustré aux figures 2 et 7 à 9 une forme de cette fente adaptée au cas d'une lame 5 en forme de disque plat et, dans ce cas, la fente 149 présente une section transversale rectangulaire, symétrique par rapport aux deux plans 169 et 170, avec une dimension dans le deuxième de ces plans largement supérieure à la dimension dans le premier de ces plans, laquelle correspond sensiblement à l'épaisseur maximale de la lame 5 mesurée suivant l'axe transversal 6, augmentée d'une valeur juste suffisante pour éviter tout contact entre la lame 5 et la pièce en forme de plaquette 126 ; pour

l'utilisation d'une lame du type illustré en 5', en forme de coupelle, on prévoirait l'utilisation d'un sous-ensemble extérieur 20 présentant une pièce en forme de plaquette telle que 126 dont la fente telle que 149, en conservant l'orientation illustrée aux figures 2 et 7 à 9, présenterait par ailleurs parallèlement à l'axe transversal 6 une dimension supérieure à celle de la fente 149, et adaptée aux dimensions hors tout de la lame 5' parallèlement à son axe 6'.

En épousant ainsi au mieux la lame 5 ou 5', notamment de part et d'autre de celle-ci parallèlement à l'axe 6 ou 6', la pièce en forme de plaquette 126 offre par sa face 147 une face transversale d'appui longitudinal sur l'oeil, face par rapport à laquelle la saillie longitudinale formée par le tranchant 7 ou 7' de la lame 5 ou 5' peut être réglée, à partir d'une valeur maximale correspondant à la coplanéarité entre les faces 63 et 64 et les faces 134, 135, 140, 141, 147, par réglage de la position longitudinale relative du sous-ensemble extérieur 20 et du sous-ensemble intérieur 19.

A cet effet est disposé dans l'espace 138 intermédiaire entre la face 128 de la pièce en forme de fourreau 123 et la face 31 de la première pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19 un empilement longitudinal de rondelles Belleville transversales 151 précontraintes dans la position relative des deux sous-ensembles 19 et 20 illustrée à la figure 2, pour solliciter élastiquement le sous-ensemble extérieur 20 par rapport au sous-ensemble intérieur 19 dans le sens d'un décalage longitudinal vers l'aval des faces 134, 135, 140, 141 147 par rapport aux faces 63 et 64, c'est-à-dire dans

le sens d'une réduction de la valeur de la saillie longitudinale formée par le tranchant périphérique 7 ou 7' de la lame 5 ou 5' par rapport à la surface 147 d'appui sur l'oeil.

A une telle sollicitation s'oppose une pièce de butée micrométrique 152 permettant ainsi de fixer la position longitudinale des faces 134, 135, 140, 141, 147 par rapport aux faces 63 et 64, c'est-à-dire de fixer de façon choisie la valeur de la saillie du tranchant périphérique 7 ou 7' de la lame 5 ou 5' par rapport à la face 147 d'appui sur l'oeil.

La pièce de butée micrométrique 152 présente une forme générale de révolution autour de l'axe 3, vers lequel elle est délimitée notamment par une face périphérique intérieure 153 longitudinale, cylindrique de révolution avec un diamètre supérieur aux diamètres respectifs de la face 27 de la première pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19 et de la face périphérique extérieure 129 de la pièce en forme de fourreau 123 mais néanmoins proche de ces deux diamètres ; la face 153 présente dans un tronçon amont un taraudage 154 complémentaire du filet hélicoïdal en relief 30 de la face 27 et en prise avec ce filet 30 de telle sorte que l'on puisse régler la position longitudinale de la pièce de butée micrométrique 152 par rapport à la première pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19 par une rotation relative autour de l'axe 3 ; vers l'amont, le tronçon taraudé de la face 153 se raccorde à une face périphérique intérieure 155 de la pièce 152, longitudinale, cylindrique de révolution et tournée vers l'axe 3,

avec un diamètre intermédiaire entre les diamètres respectifs des faces 27 et 25 de la première pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19 ; la face 155 est lisse et propre à s'appliquer contre le jonc torique 129 moyennant une compression de celui-ci de façon à constituer un frein à l'encontre d'une rotation relative de la pièce 152 et de la pièce 21 ; vers l'aval, la face périphérique intérieure 153, lisse en regard de l'empilage de rondelles Belleville 151 ainsi qu'en regard de la face périphérique extérieure 129 de la pièce en forme de fourreau 123 de façon à autoriser une rotation relative autour de l'axe 3, se raccorde à une face transversale plane 156, annulaire de révolution et tournée vers l'amont ; notamment lorsque les deux sous-ensembles 19 et 20 occupent la position relative illustrée à la figure 2 et décrite plus haut, la face 156 est en contact à plat, avec possibilité de rotation relative autour de l'axe longitudinal 3, avec la face 130 de la pièce en forme de fourreau 123 pour constituer la butée précitée ; dans le sens d'un rapprochement radial vis-à-vis de l'axe 3, la face 156 relie la face 153 à une autre face périphérique intérieure 157 longitudinale cylindrique de révolution et tournée vers l'axe 3, avec un diamètre intermédiaire entre les diamètres respectifs des faces 129 et 131 de la pièce en forme de fourreau 123 en étant toutefois aussi voisin que possible du diamètre de la face 131 pour assurer un contact mutuel avec possibilité de rotation relative autour de l'axe 3 ; longitudinalement, la face 157 présente des dimensions

négligeables en regard des dimensions de la face 131 de la pièce 123 notamment entre la face 130 de celle-ci et les échancrures 136 et 137 ; vers l'aval, la face 157 se raccorde à une face transversale plane 158, annulaire de révolution et tournée vers l'aval, et cette face 158 se raccorde elle-même, dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3, à une face 159 tronconique de révolution et convergeant vers l'aval en étant tournée également vers l'aval ; la face 159 relie la face 158, dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3 et vers l'amont, à une face périphérique extérieure 160 longitudinale, cylindrique de révolution et tournée dans le sens d'un éloignement radial par rapport à l'axe 3 ; cette face 160 présente un diamètre identique à celui de la face 25 de la première pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19 et elle est raccordée à la face 155, dans le sens d'un rapprochement radial par rapport à l'axe 3, par une face transversale plane 161, annulaire de révolution et tournée vers l'amont, laquelle face 161 s'applique à plat contre la face 26 de la première pièce 21 lorsque les sous-ensembles 19 et 20 occupent leur position relative illustrée à la figure 2 et décrite plus haut ; ainsi cette position dans laquelle les faces 134, 135, 140, 141, 147 sont coplanaires avec les faces 63 et 64 constitue, du fait de la coopération du sous-ensemble extérieur 20 avec le sous-ensemble intérieur

19 par l'intermédiaire de la pièce de butée micrométrique 152 et de l'empilage longitudinal de rondelles Belleville 151, qui pourrait d'ailleurs être remplacé par d'autres moyens analogues de sollicitation élastique, une position limite amont du sous-ensemble extérieur 20 par rapport au sous-ensemble intérieur 19 ; on conçoit aisément qu'en tournant la pièce de butée micrométrique 152 par rapport à la pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19 de telle sorte que la face 161 s'écarte longitudinalement de la face 26 par un déplacement vers l'aval, on peut autoriser un mouvement longitudinal du sous-ensemble extérieur 20 par rapport au sous-ensemble intérieur 19 vers l'aval sous l'action des rondelles Belleville 151, pour amener les faces 134, 135, 140, 141, 147 dans une position décalée vers l'aval d'une valeur déterminée par rapport aux faces 63 et 64, correspondant à une saillie déterminée du tranchant périphérique 7 ou 7' de la lame 5 ou 5' par rapport à la face 147 d'appui sur l'oeil, la valeur de cette saillie étant plus faible que la valeur correspondant à la position illustrée à la figure 2 ; lorsqu'une valeur désirée est atteinte, on cesse de solliciter la pièce 152 à la rotation par rapport à la pièce 21, et le jonc torique 29 assure une immobilisation relative ; naturellement, la poursuite d'un tel mouvement relatif des deux sous-ensembles 19 et 20 et un mouvement relatif inverse peuvent être provoqués ensuite à volonté par une rotation appropriée de la pièce 152 par rapport à la pièce 21.

En réglant ainsi la valeur de la saillie longitudinale formée par le tranchant 7 ou 7' de la lame 5 ou 5' par rapport à la face 147 d'appui sur l'oeil, on règle une profondeur d'incision de la cornée, comme il ressort de la figure 10 où l'on a illustré schématiquement la réalisation d'une incision radiaire, sur la cornée 162 d'un oeil 163, au moyen d'une lame en forme de disque plat du type illustré en 5 ; on sait que l'on entend par incision radiaire une incision réalisée dans un plan incluant l'axe optique 164 de l'oeil (plan de la figure 10) hors du cône 165 de vision, pour provoquer une déformation prédéterminée de la cornée 162 et corriger ainsi les défauts de courbure de celle-ci.

A cet effet, on prédétermine un nombre d'incisions radiaires, leur profondeur p et les positions angulaires respectives β et γ, par rapport à l'axe optique 164, de leurs zones respectivement la plus éloignée et la plus proche de celui-ci.

Après avoir déterminé ces différents paramètres, un chirurgien disposant d'un couteau selon l'invention peut régler, par rotation de la pièce de butée micrométrique 152 par rapport à la pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19, la saillie longitudinale formée par le tranchant 7 de la lame 5 par rapport à la face 147 d'appui sur l'oeil à une valeur correspondant à p ; avantageusement, cette opération est facilitée par une graduation directe de la face 160 de la pièce 152 et de la face 25 de la pièce 21 du sous-ensemble intérieur 19 en valeur de la saillie longitudinale du tranchant de la lame par rapport à la face 147 d'appui sur l'oeil, selon la position angulaire relative de la

pièce 152 et de la pièce 21 ; après avoir effectué ce réglage, le chirurgien met en route les moyens 18 ou 18' d'entraînement de la lame 5 en rotation autour de son axe 6 puis, en faisant coïncider le plan 170 avec le plan d'incision (plan de la figure 10) et en tenant le couteau 1 par la face 123 du sous-ensemble extérieur 20, approche dans le sens 24 la lame 5 de la cornée 162, dans une zone correspondant à l'une 166 des extrémités de l'incision à réaliser, en prenant soin d'orienter l'axe 3 sensiblement perpendiculairement à cette zone de la cornée ; dès que le tranchant 7 de la lame 5 en rotation entre en contact avec la cornée, il amorce l'incision et l'on poursuit le mouvement du couteau 1 dans le sens 24 par rapport à la cornée 162 jusqu'à ce que la face 147 s'applique tangentiellement contre la cornée ; la position correspondante des axes 3 et 6, de la lame 5 et de la face d'appui 147 est illustrée en pointillés à la figure 10 ; alors, en conservant une coïncidence du plan 170 avec le plan d'incision, une perpendicularité de l'axe 6 par rapport à ce plan d'incision, un caractère tangentiel de la face d'appui sur l'oeil 147 par rapport à la cornée 162, et une perpendicularité de l'axe 3 par rapport à celle-ci, le chirurgien déplace l'ensemble du couteau 1 vers la deuxième extrémité 167 de l'incision à réaliser, et cette incision 168 s'effectue progressivement par action du tranchant de la lame sur la cornée non seulement du fait de l'existence d'un mouvement de translation relative de l'ensemble du couteau 1 et de la cornée, mais également, et surtout, du fait de la rotation de la lame 5 sur elle-même autour de l'axe 6 ; lorsque la deuxième extrémité 167 de l'incision 168 est atteinte, ce qui correspond pour les axes 3 et 6, la lame 5 et la face d'appui 147 à une deuxième position illustrée en pointillés à la figure 10,

en pointillés à la figure 10, le chirurgien déplace le couteau 1 en sens inverse du sens 24 par rapport à la cornée 162, pour en extraire la lame 5 ; la vitesse de rotation de cette dernière peut être contrôlée et réglée en permanence pendant toute la durée de la réalisation de l'incision, que le chirurgien peut observer également en permanence via les échancrures 75, 76, 136, 137 ; lorsque la lame 5 est totalement dégagée de la cornée, les moyens d'entraînement 18 ou 18' peuvent être arrêtés, ce qui limite l'usure des pièces en mouvement.

Naturellement, des incisions courbes peuvent également être pratiquées, soit au moyen de la lame plate 5 si leur rayon de courbure est suffisamment grand, soit au moyen d'un couteau en forme de coupelle 5' dans le cas de rayons plus faibles,avec une grande facilité de contrôle du bon déroulement de l'incision du fait de la présence des échancrures 75, 76, 136, 137 et d'intervention sur ce déroulement du fait de la maniabilité du couteau et de la possibilité d'agir sur la vitesse de rotation de la lame.

Un Homme du métier comprendra aisément que le mode de réalisation d'un couteau selon l'invention qui vient d'être décrit ne constitue qu'un exemple non limitatif et que, sans sortir du cadre de l'invention, on pourra y apporter de nombreuses variantes relatives par exemple au mode de guidage et d'entraînement de la lame à la rotation et un mode de réglage de la saillie qu'elle forme hors du manche.

REVENDICATIONS

1. Couteau pour la chirurgie du segment antérieur de l'oeil, notamment de la cornée, comportant d'une part un manche longitudinal (2) présentant une première extrémité transversale (4) et d'autre part une lame (5, 5') portée par le manche (2) et formant une saillie longitudinale hors du manche (2), à ladite première extrémité transversale (4) de celui-ci,

caractérisé en ce que la lame (5, 5') présente une forme de révolution autour d'un axe transversal (6, 6') et en ce que le manche (2) est creux et comporte intérieurement :

- des moyens (10, 11) de guidage de la lame (5, 5') à la rotation autour dudit axe transversal (6, 6'), par rapport au manche (2),

- une chaîne (12, 13) de liaison cinématique entre la lame (5, 5') et des moyens (16, 17, 18, 18') d'entraînement de la lame (5, 5') à la rotation dudit axe transversal (6, 6') par rapport au manche (2).

2. Couteau selon la revendication 1, caractérisé en ce que le manche (2) présente, à ladite première extrémité transversale (4) et autour de la lame (5, 5'), une face transversale (147) d'appui sur l'oeil, en ce que ledit axe transversal (6, 6') est situé en retrait par rapport à ladite face d'appui (147) et en ce que la lame (5, 5') forme partiellement une saillie longitudinale par rapport à ladite face d'appui (147).

3. Couteau selon la revendication 2, caractérisé en ce que le manche (2) comporte des moyens micrométriques (152) de réglage de la valeur de ladite saillie longitudinale de la lame (5, 5') par rapport à la face d'appui (147).

4. Couteau selon la revendication 1, caractérisé en ce que le manche (2) présente au moins à proximité immédiate de ladite première extrémité transversale (4) un fourreau (123) monté à coulissement longitudinal relatif, en ce que ledit fourreau (123) porte de façon solidaire à ladite première extrémité transversale (4) une plaquette transversale (126) présentant une face transversale (147) définissant une face d'appui sur l'oeil, ladite plaquette (126) présentant des moyens (149) de passage longitudinal de la lame (5, 5'), en ce que ledit axe transversal (6, 6') est situé en retrait par rapport à ladite face d'appui (147), en ce que la lame (5, 5') forme partiellement une saillie longitudinale par rapport à ladite face d'appui (147), et en ce que des moyens micrométriques sont prévus pour régler la position longitudinale relative du fourreau (123) et du manche (2), pour régler la valeur de ladite saillie longitudinale.

5. Couteau selon la revendication 4, caractérisé en ce que le fourreau (123) et le manche (2) sont échancrés à proximité de ladite première extrémité transversale (4), pour autoriser une vision de la lame (5, 5') par un opérateur.

6. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 , caractérisé en ce que le manche (2) est échancré à proximité de ladite première extrémité transversale (14), pour autoriser une vision de la lame (5, 5') par un opérateur.

7. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la chaîne (12, 13) de liaison cinématique comporte un arbre moteur longitudinal (13) logé à l'intérieur du manche (2),

des moyens (14) de guidage dudit arbre moteur (13) à la rotation autour d'un axe longitudinal (3), par rapport au manche (2), et des moyens (12) de transmission de mouvement à renvoi d'angle entre ledit arbre moteur (13) et la lame (5, 5'), à l'intérieur du manche (2).

8. Couteau selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens (12) de transmission de mouvement comportent un train d'engrenages à renvoi d'angle (12).

9. Couteau selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que le manche longitudinal (2) présente une deuxième extrémité transversale (15) ouverte longitudinalement à l'opposé de ladite première extrémité transversale (4), et en ce que ledit arbre moteur (13) forme une saillie longitudinale hors du manche (2) à ladite deuxième extrémité transversale (15) de celui-ci en vue d'une liaison avec les moyens d'entraînement (16, 17, 18, 18').

10. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement (16, 17, 18, 18') comportent une turbine motrice.

11. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement (16, 17, 18, 18') comportent un moteur électrique.

12. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement (16, 17, 18) sont extérieurs au manche (2).

13. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement (18') sont au moins partiellement intégrés au manche (2).

14. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que la lame (5, 5') présente un tranchant périphérique (7, 7') circulaire, lisse, de révolution autour dudit axe transversal (6, 6').

15. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la lame (5) présente la forme d'un disque plat.

16. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la lame (5') présente la forme d'une coupelle.

17. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que la lame (5, 5') présente une périphérie (7, 7') d'un diamètre de l'ordre de 3 mm.

18. Couteau selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que la lame (5, 5') est en saphir synthétique.

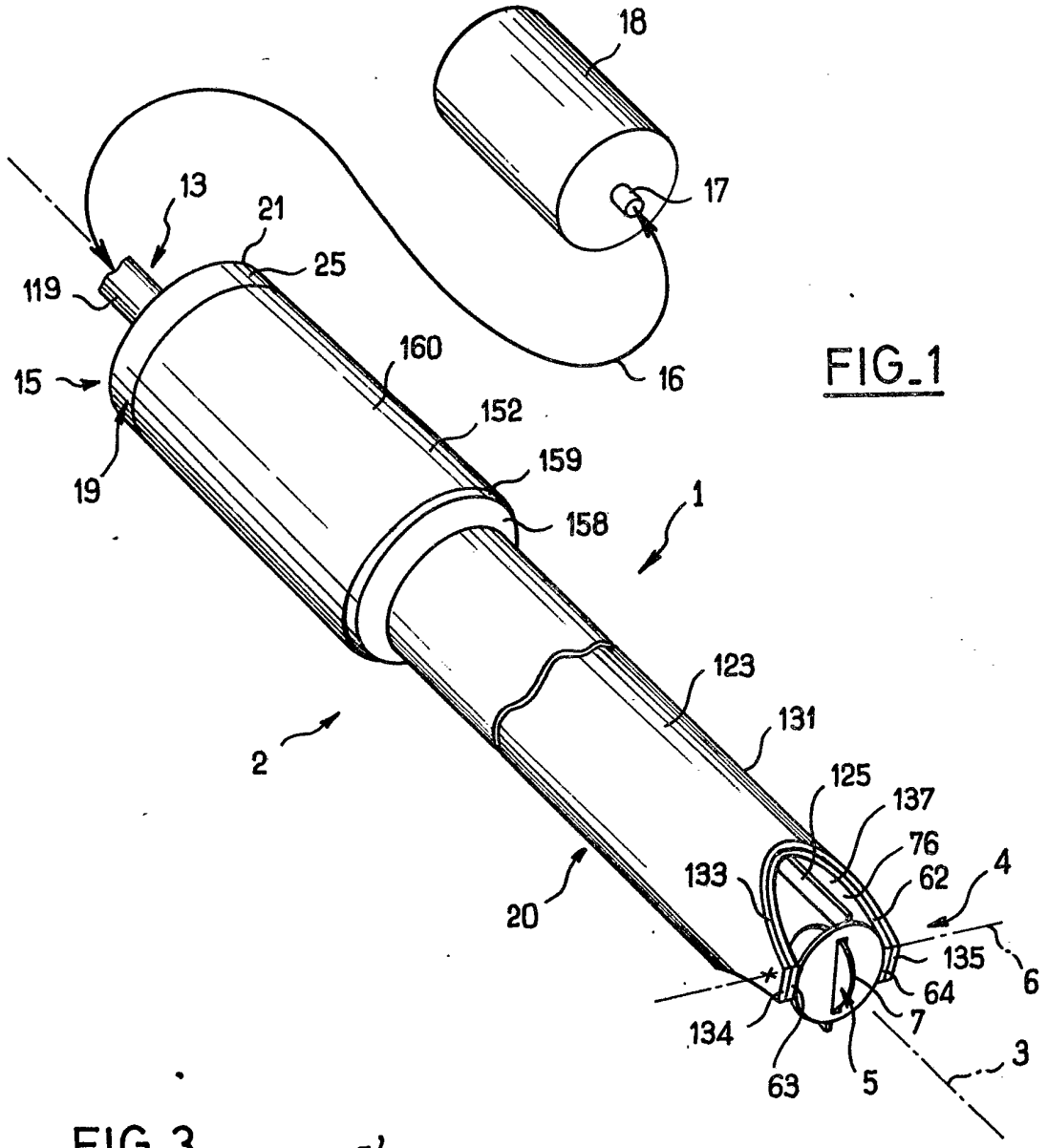
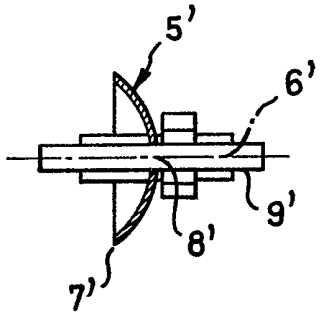

18
17
13
21
25
119
160
15
16
152
159
19
158
1
123
131
2
125
137
76
133
62
4
20
135
6
64
7
134
3
63
5

FIG_1

FIG_3


5'
6'
9'
8'
7'

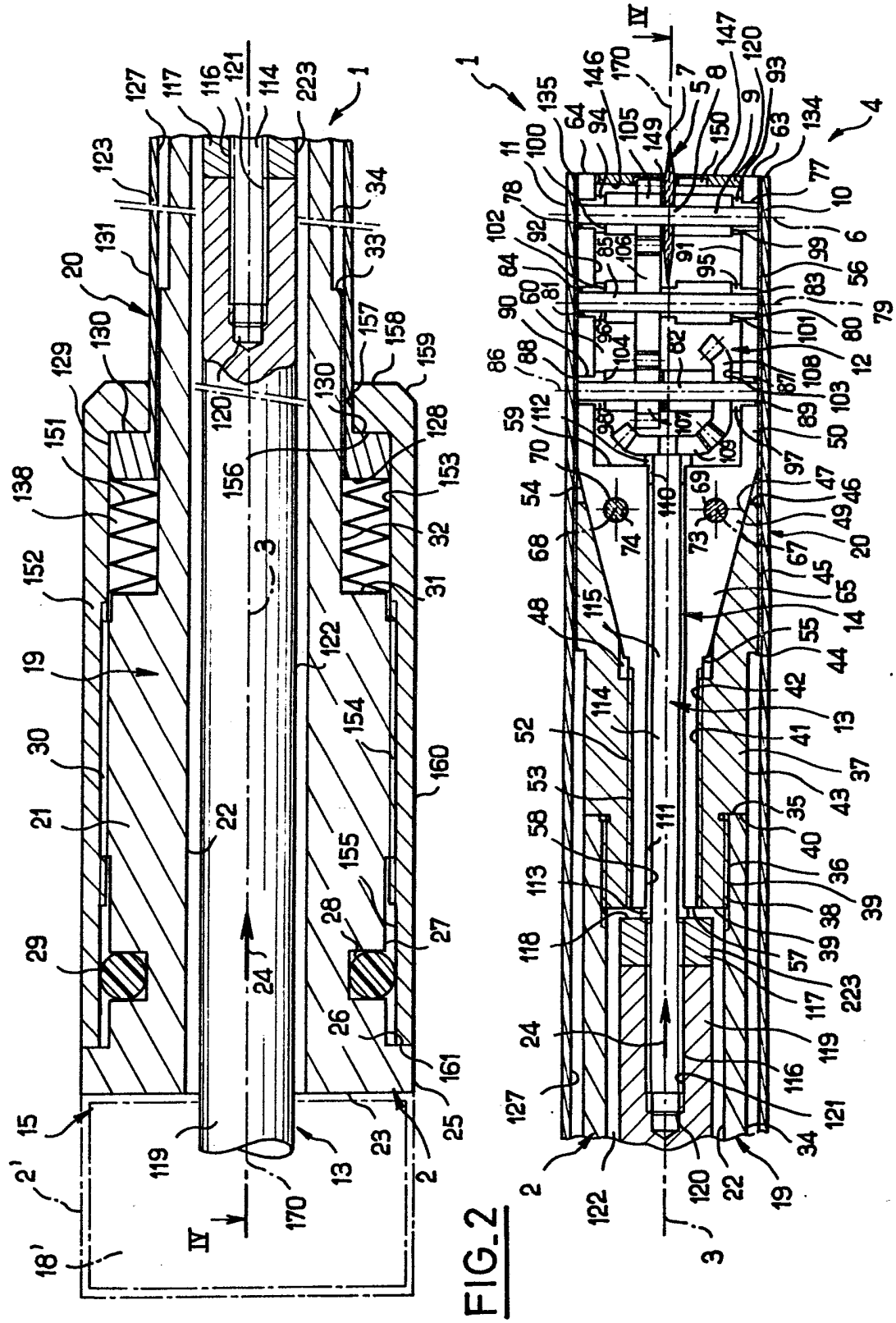


FIG_2

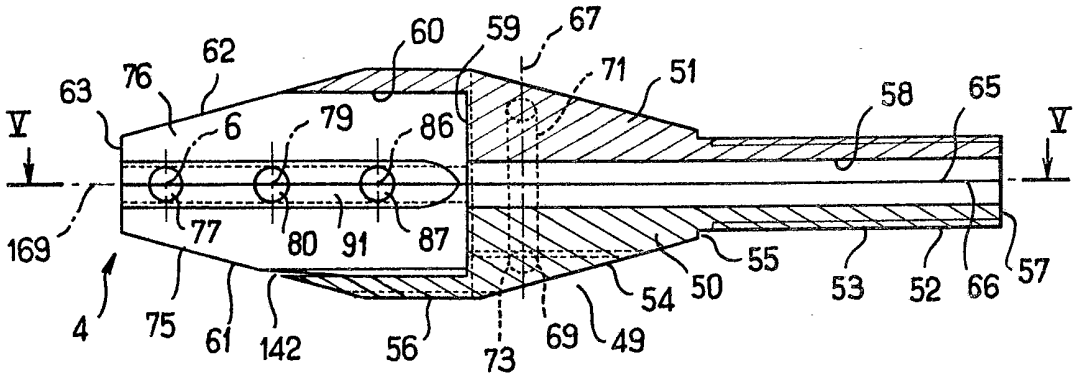


FIG. 4

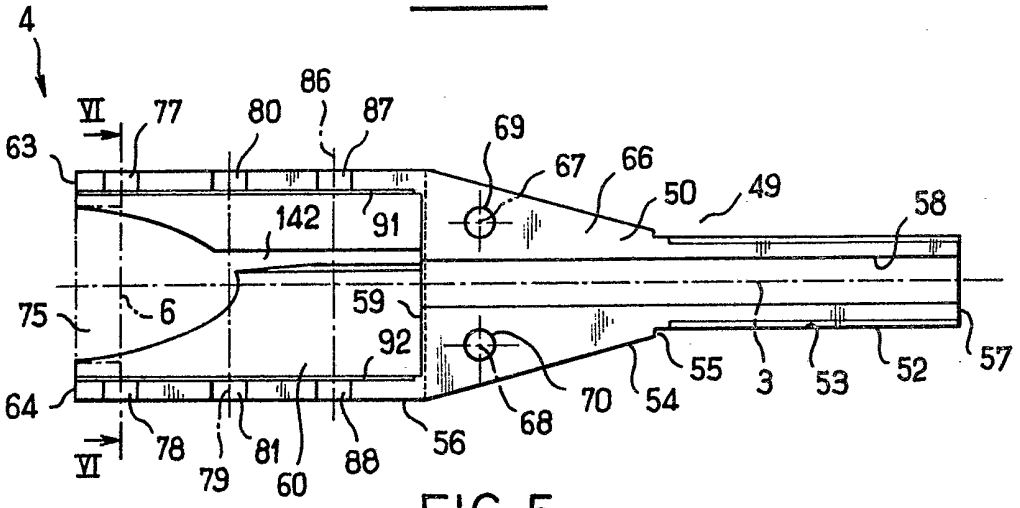


FIG. 5

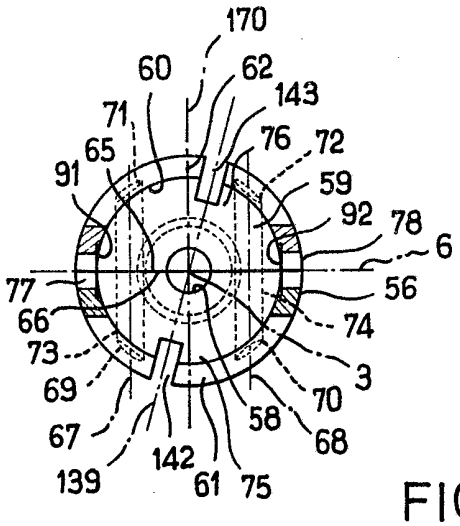


FIG. 6

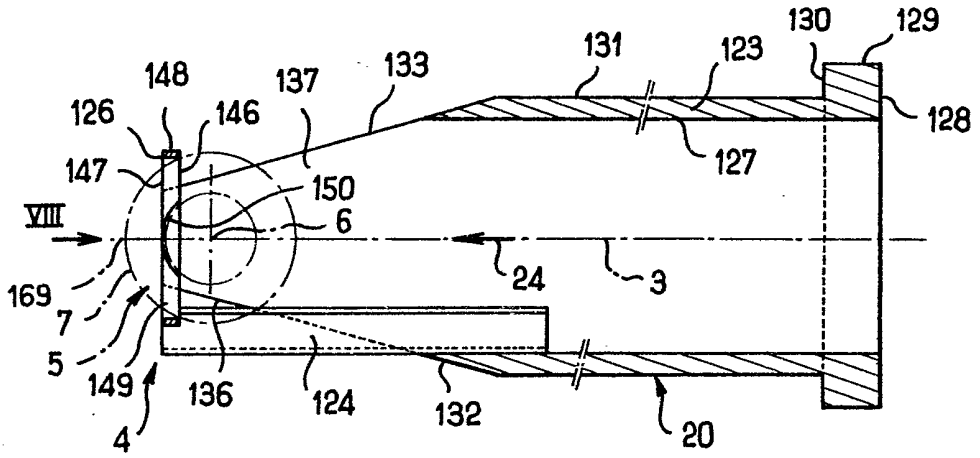


FIG_7

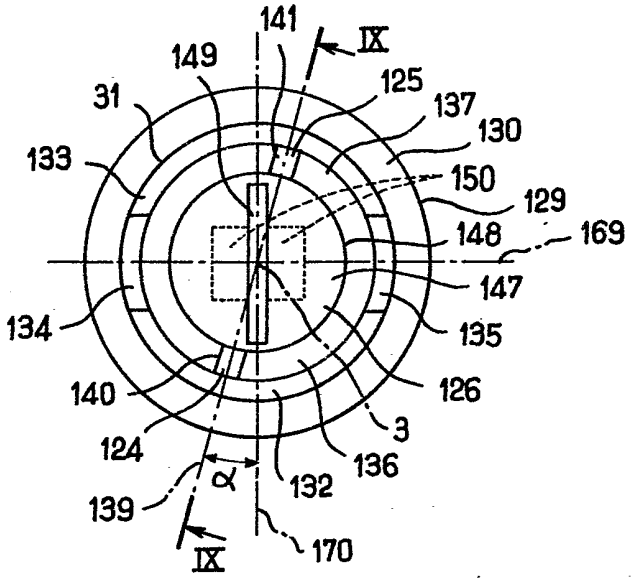


FIG_8

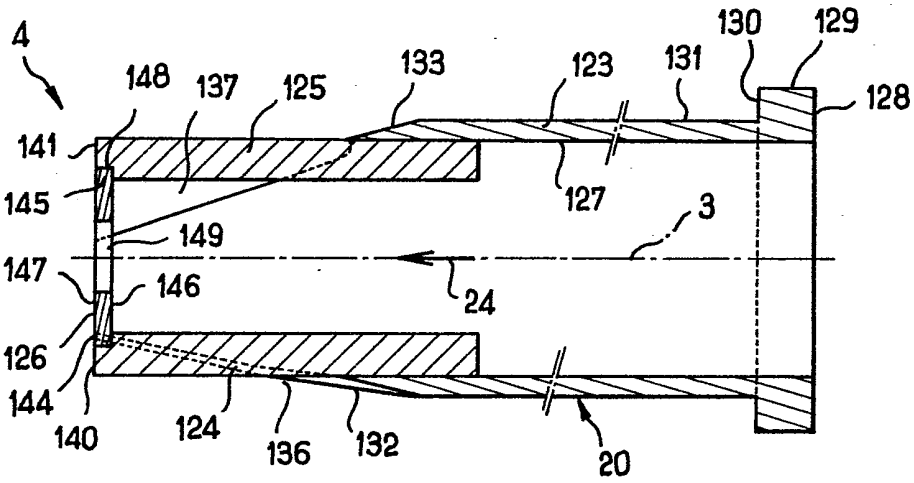


FIG_9

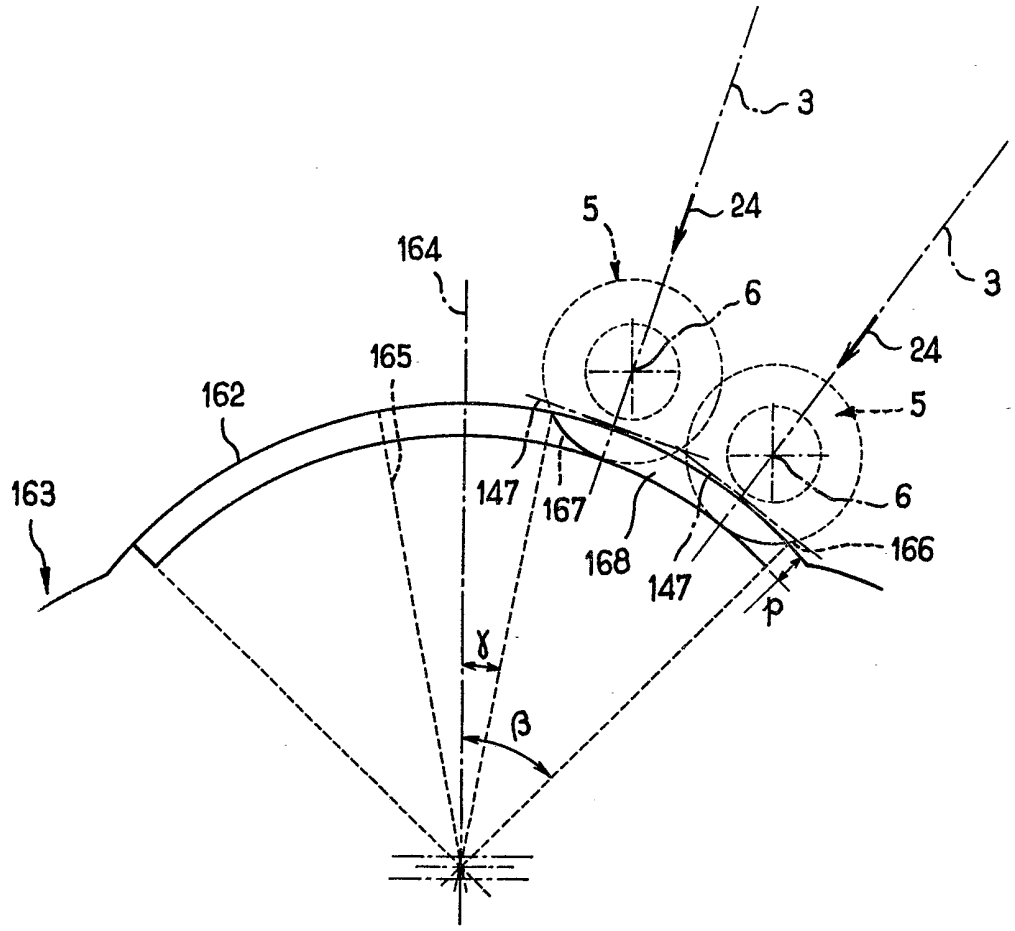


FIG_10