

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU102315

12

BREVET D'INVENTION**B1**

21

N° de dépôt: LU102315

51

Int. Cl.:

G02B 7/182, G02B 7/183, G02B 23/06, G02B 7/00, G02B 17/06

22

Date de dépôt: 16/12/2020

30

Priorité:

72

Inventeur(s):

Kempnich, Pierre - France, Lu, Phala - France

43

Date de mise à disposition du public: 21/06/2022

74

Mandataire(s):

OFFICE FREYLINGER S.A. - L-
8001 STRASSEN (Luxembourg)

47

Date de délivrance: 21/06/2022

73

Titulaire(s):

SVLux Sàrl - 3225 Bettembourg (Luxembourg)

54

Télescope Convertible.

57

Un Télescope Newton - Cassegrain comprend un support central (26) fixé dans un tube de télescope (20) selon l'axe optique (Z), à distance du miroir primaire (22). Un module de miroir secondaire (14, 14') est monté amovible sur le support central, le module secondaire comprenant : une platine de collimation (32) ; un support de miroir (36) lié de manière articulée à la platine de collimation ; une pluralité de vis de collimation (60, 62) montées dans la platine de collimation et dépassant de sa face distale pour venir en appui sur une face proximale (36.1) du support de miroir ; un moyen de ressort (68) pour ramener le support de miroir en direction de la platine de collimation ; et un index (72) en saillie sur la platine de collimation. La platine de collimation est engagée dans une cavité (26.3) ménagée du support central, la cavité ayant une surface annulaire (26.4) sur laquelle vient s'appuyer une surface périphérique (32.3) de la platine de collimation, l'index coopérant avec une butée définissant la position angulaire de la platine de collimation. Le module secondaire est donc interchangeable, permettant la fixation au choix d'un module secondaire Newton ou Cassegrain.

P-KSV-0018.LU

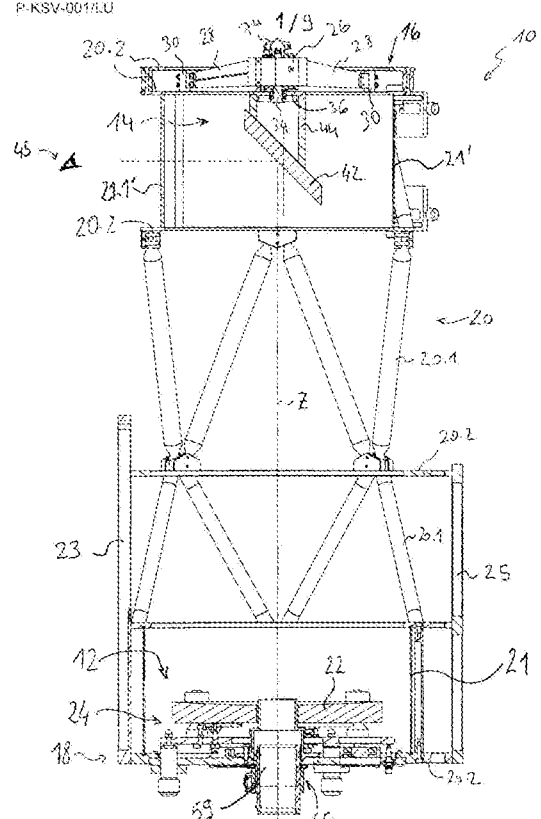


FIG. 1

Télescope convertible

La présente invention concerne généralement le domaine de l'optique et plus particulièrement un télescope du type réflecteur, notamment pour l'observation astronomique.

5 État de la technique

Dans le domaine visuel de l'observation céleste on distingue trois grandes pratiques. L'observation planétaire, qui vise des objets de taille apparente inférieure à la minute d'arc (focale longue). L'observation de nébuleuses planétaires, c'est-à-dire d'objets de taille apparente de l'ordre de 5 minutes d'arc (focale longue). Et l'observation de
10 nébuleuses, donc d'objets de taille apparente de l'ordre de 60 minutes d'arc et plus (focale courte).

Il existe donc un intérêt évident de disposer de plusieurs focales pour ne pas restreindre ses campagnes d'observations. Dans ce contexte, il existe deux principaux types de télescopes réflecteurs : le télescope de Newton et le télescope de Cassegrain.

15 Dans le cas du télescope de Newton, le système optique est arrangé de telle sorte que le flux lumineux provenant d'un objet à l'infini se trouve collecté par un miroir parabolique, dit miroir primaire. Le faisceau ainsi réfléchi se projette alors sur un miroir secondaire plan positionné à 45°. Le faisceau collecté par le miroir secondaire forme une image qui converge en direction du foyer sur le côté du télescope, appelé
20 foyer de Newton. Un tel réflecteur présente une courte focale, mais possède une image très lumineuse. Il est surtout utilisé pour l'observation stellaire, du ciel profond.

Dans la configuration Cassegrain, le faisceau réfléchi par le miroir primaire se projette sur un miroir hyperbolique convexe, dit miroir secondaire. Le faisceau collecté par le miroir secondaire forme une image qui converge vers le foyer. Le miroir primaire étant
25 percé en son centre, le foyer du miroir hyperbolique se trouve être en retrait par rapport au tube portant le miroir primaire. Ce foyer est appelé foyer de Cassegrain. Un tel réflecteur présentant une longue focale, permettant l'observation planétaire, de nébuleuses planétaires ou d'étoiles doubles.

Les télescopes Cassegrain et Newton sont très employés aussi bien par les amateurs que par la recherche scientifique.

Afin de réduire les coûts d'investissement, des télescopes convertibles ont été développés, dans lesquels le miroir secondaire est interchangeable.

- 5 Un exemple de télescope convertible est décrit dans le FR 2 883 076. Il comprend un système pivotant qui permet de passer d'un miroir secondaire plan à 45° à un miroir hyperbolique convexe.

D'autres télescopes ont été développés, dans lesquels le miroir secondaire est démontable, et donc interchangeable, permettant de passer d'un miroir Newton à un
10 miroir Cassegrain.

La problématique connue des télescopes convertibles réside dans le désalignement du miroir secondaire lors du changement de miroir secondaire, qui peut nécessiter un temps de réglage (collimation) substantiel.

La présente invention a pour objet la fourniture d'un télescope convertible de
15 conception améliorée, comprenant un mécanisme de fixation du miroir secondaire garantissant un alignement précis sur l'axe optique du télescope.

Description Générale de l'invention

Conformément à l'invention, le présent télescope convertible comprend un tube de
20 télescope ayant une extrémité proximale (ouverte) et une extrémité distale, le tube définissant un axe optique (dans la direction longitudinale du tube). Un agencement de miroir primaire est situé du côté de l'extrémité distale et comprend un miroir primaire, concave, agencé pour recevoir la lumière arrivant par l'extrémité proximale le long de l'axe optique, le miroir primaire étant monté sur un barillet. Un support
25 central est fixé dans le tube selon l'axe optique, à distance du miroir primaire. Un module de miroir secondaire est monté amovible sur le support central.

Le module secondaire comprend :

- une platine de collimation présentant une face proximale et une face distale ;

- un support de miroir lié de manière articulée à la platine de collimation, du côté de sa face distale, un miroir secondaire étant fixé au support de miroir ;
- une pluralité de vis de collimation montées dans la platine de collimation et dépassant de sa face distale pour venir en appui sur une face proximale du support
5 de miroir ;
- un moyen de ressort configuré pour ramener le support de miroir en direction de la platine de collimation ; et
- un index en saillie sur la platine de collimation.

La platine est engagée dans une cavité ménagée dans une face distale du support
10 central, la cavité ayant une surface annulaire sur laquelle vient s'appuyer une surface périphérique de la platine de collimation, l'index coopérant avec une butée définissant la position angulaire de la platine de collimation.

Le présent télescope réflecteur permet, en utilisant la même structure et le même
15 miroir primaire, d'obtenir différentes formules optiques en échangeant seulement le miroir secondaire. Dans les applications visées d'observation du ciel, en particulier pour un usage en astrographe, on utilisera des modules de miroir secondaires de type Newton et Cassegrain.

Les modules de miroir secondaire Newton et de Cassegrain possèdent ainsi la même
20 interface de fixation pour la cavité du support central et le même système de collimation, et diffèrent essentiellement par la configuration du miroir secondaire.

Le présent télescope offre ainsi une solution opérationnelle combinant deux formules optiques, qui présente des points forts cruciaux pour le succès d'un tel télescope convertible :

- Interchangeabilité. L'usage d'une cavité de positionnement dans le support central,
25 en combinaison avec l'index, permet la conservation des positions (6 degrés de liberté) des modules de miroirs secondaires après démontage et remontage.
- Réglage des chemins Optiques : la collimation. Chaque module de miroir secondaire dispose de son réglage d'orientation propre pour pallier les imperfections inhérentes à la fabrication de la structure et à la géométrie du miroir

primaire. Les vis de collimation sont donc intégrées au module de miroir secondaire, et ne sont pas affectées par le démontage.

Ces capacités d'interchangeabilité et de collimation permettent de maintenir, et le cas échéant ajuster, les miroirs secondaires sur l'axe optique. Avantageusement, l'agencement de miroir primaire est également configuré pour régler sa position par rapport à l'axe optique. Le présent télescope permet ainsi un alignement parfait des éléments de chaîne optique (miroir primaire et secondaire) sur le chemin optique de la formule.

Les avantages du présent télescope convertible sont immédiats. Tout d'abord, flexibilité d'observation : deux télescopes en un, l'échange du miroir secondaire transforme la formule optique du télescope, donc change sa longueur focale. On obtient ainsi deux cadrages pour observer les objets célestes. Les coûts sont également réduits, puisqu'un même appareil supporte deux formules.

L'invention facilite encore la manipulation. Les structures de télescope, dont le poids peut varier de 25 kg à 80 kg et plus en fonction de la taille du miroir primaire doivent être montées sur des montures. Chaque manipulation oblige l'utilisateur à des manœuvres longues et délicates et expose l'astrographe à des risques de détérioration.

La cavité et la platine de collimation sont avantageusement dimensionnées pour que leur emboîtement se fasse selon un ajustement précis à faible jeu, venant bloquer la platine de collimation selon cinq degrés de liberté.

Selon des variantes, la surface annulaire de la cavité du support central (par exemple une surface annulaire d'une section d'entrée de la cavité) est conique et la surface périphérique de la platine de collimation est conique. Les deux surfaces ont préférablement un même angle de cône, pour permettre un contact quasiment sans jeu.

L'index vient fixer la position angulaire du module de miroir secondaire autour de l'axe optique. La position de la platine de collimation est donc définie selon six degrés de liberté. Selon des variantes, l'index fait saillie sur la face proximale de la platine de

collimation et est engagé dans un logement de butée qui s'étend axialement à l'arrière de la cavité. Ce logement de butée comprend des moyens de butée réglables dans une direction tangentielle à l'axe optique.

5 Les moyens de butée réglables comprennent avantageusement un poussoir à ressort et une butée mobile (par exemple une vis à méplat) débouchant dans le logement en vis-à-vis l'un de l'autre, de sorte à s'appuyer sur des faces opposées de l'index.

L'articulation du support de miroir sur la platine de collimation, permet, via les vis de collimation, un réglage qui n'est pas affecté par le démontage du module secondaire. L'articulation est avantageusement du type rotule, et peut être réalisée de toute
10 manière appropriée.

La fixation amovible de la platine de collimation au support central peut prendre toute forme appropriée, typiquement par emboîtement mécanique et/ou conjugaison de formes, par exemple employant des vis, goupilles ou crochets escamotables.

15 Selon des variantes, un organe de fixation lie la platine de collimation et le support de miroir. Cet organe de fixation peut être une broche ou une vis, et permettra le cas échéant également la fixation amovible de la platine de collimation au support central.

Le support de miroir peut être articulé sur la partie distale de l'organe de fixation, de préférence donc via une rotule. La partie proximale de l'organe de fixation est de préférence engagée dans le support central pour la fixation du module de miroir
20 secondaire.

Selon des variantes, l'organe de fixation comprend une tige ayant une tête coopérant avec le support de miroir et, à l'opposé de la tête, une extrémité filetée, la tige traversant un alésage dans le prolongement axial de la cavité. Le moyen de ressort comprend un ressort monté sur la tige et est comprimé par une butée fixée sur la tige,
25 par exemple un écrou serré et collé.

En position de montage, l'organe de fixation traverse la platine de collimation et un écrou est vissé sur l'extrémité de l'organe de fixation dépassant de l'alésage, contre la platine de collimation, afin d'assurer la fixation du module de miroir secondaire à la

platine de collimation. Le dévissage de cet écrou permet ainsi de séparer le module de miroir secondaire du support central.

Selon des variantes, le support de miroir comprend une plaque support avec un orifice traversé par l'organe de fixation.

- 5 Le support de miroir est avantageusement fixé via une liaison rotule à l'organe de fixation. Selon une configuration avantageuse, la tête de l'organe de fixation s'appuie sur la face intérieure de la plaque support via un combiné de rondelles convexes et concaves.

- 10 Pour la formule Newton, le support de miroir comprend de préférence un anneau de fixation sur lequel est engagé un tube, l'extrémité distale du tube étant biseautée à 45° par rapport à l'axe optique, et un miroir de Newton est fixé sur l'extrémité biseautée. Conventionnellement le miroir de Newton est un miroir plat, fixé (par exemple collé) sur le tube de sorte que sa face réfléchissante soit alignée sur l'axe optique et renvoie la lumière provenant du miroir primaire vers un positionné latéralement par rapport à
- 15 l'axe optique (à 90°) : c'est le foyer de Newton.

- Pour la formule Newton, le support de miroir comprend préférablement un miroir de Cassegrain monté dans un barillet couplé mécaniquement à la plaque support de sorte à permettre d'ajuster sa position selon l'axe Z. Le miroir de Cassegrain a une forme générale de disque et est placé sur l'axe optique, perpendiculairement à celui-ci, sa
- 20 face réfléchissante faisant face au miroir primaire. Le miroir de Cassegrain fait converger les faisceaux lumineux arrivant du miroir primaire vers un passage traversant dans le centre du miroir primaire, selon l'axe optique : c'est le foyer de Cassegrain.

- L'observation au foyer de Newton ou Cassegrain est possible à l'œil nu ou à travers
- 25 une optique (lentille), ou encore au moyen d'appareils d'acquisition d'image.

Dans la configuration Cassegrain, la plaque support comprend, selon une variante, un anneau de fixation avec un filetage intérieur et extérieur. Le barillet comprend, à l'arrière du miroir de Cassegrain, un anneau fileté s'engageant avec le filet intérieur de

l'anneau de fixation. Une bague avec un filet interne est engagée sur le filet extérieur de l'anneau de fixation et apte à se visser/bloquer contre une surface du barillet.

Avantageusement, le support central est fixé par une araignée à branches multiples et comprend des trous traversant parallèles à l'axe optique et alignés avec les vis de collimation dans la platine de collimation.

Selon des variantes, l'agencement de miroir primaire comprend un châssis mobile portant le miroir primaire, le châssis mobile étant lié à un châssis fixe au moyen de vis de collimation, les vis de collimation étant vissées dans un orifice taraudé traversant le châssis fixe et permettant un réglage par vissage/dévisage, les vis de collimation étant liées par une liaison rotule au châssis mobile, de préférence un contre écrou est vissé sur la vis de collimation pour bloquer la rotation en appui contre le châssis fixe.

La vis de collimation de l'agencement de miroir primaire peut comprendre un corps tubulaire avec un passage intérieur et une vis de pression est montée dans le passage intérieur et débouche du corps, dans la continuité axiale du passage, pour traverser un orifice dans le châssis mobile. Un écrou est monté sur l'extrémité traversante de la vis de pression, un ressort étant engagé sur la vis de pression dans le corps de sorte à exercer une force de rappel de la vis de pression vers l'intérieur de la vis de collimation.

Préférentiellement, le miroir primaire est porté par des supports fixés par des rotules au châssis mobile, les supports reposant préférentiellement sur les points d'appui en polymère, en particulier en téflon.

Pour le maintien du miroir primaire, des supports latéraux sont avantageusement fixés sur le châssis mobile à la périphérie du miroir mobile et comprennent des vis d'appui s'étendant radialement à travers les supports, l'extrémité des vis d'appui venant au contact du bord périphérique du miroir primaire. Des butées sont montées sur les supports latéraux et enserrant, avec un faible jeu le miroir primaire par sa face proximale.

Selon des variantes, les rotules des supports de miroir primaire sont réglables en hauteur, et les vis d'appui sont positionnées au niveau de la fibre neutre du miroir primaire.

La présente invention propose ainsi un télescope convertible de conception améliorée, avec des modules de miroir secondaires interchangeable facilement, tout en garantissant un alignement parfait des chaînes optiques, quelle que soit l'orientation du télescope. On appréciera en particulier la conservation des position (six degrés de liberté) des modules de miroir secondaire après démontage et remontage. En outre, chaque module de miroir secondaire dispose de son réglage d'orientation propre pour pallier les imperfections inhérentes à la fabrication de la structure et à la géométrie du miroir primaire. La conception réglable du barillet de miroir primaire participe encore à parfaire l'alignement des chemins optiques.

Selon un autre aspect, on présente également un barillet de miroir primaire tel que décrit dans le présent texte, comprenant notamment un châssis mobile pour porter le miroir primaire, le châssis mobile étant lié à un châssis fixe au moyen de vis de collimation, les vis de collimation étant vissées dans un orifice taraudé traversant le châssis fixe et permettant un réglage par vissage/dévisage, les vis de collimation étant liées par une liaison rotule au châssis mobile.

Description détaillée à l'aide des figures

D'autres particularités et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description détaillée d'au moins un mode de réalisation avantageux présenté ci-dessous, à titre d'illustration, en se référant aux dessins annexés. Ceux-ci montrent :

[Fig. 1] est une vue en coupe d'un mode de réalisation du présent télescope, en configuration newton ;

[Fig. 2] est une vue en coupe du télescope de la figure 1, en configuration Cassegrain ;

[Fig. 3] est une vue en coupe à travers le support central ;

[Fig. 4] est une vue en perspective, par le dessous, du support central ;

- [Fig. 5] est une vue en perspective du support central, par le dessus, tel qu'il est monté dans le télescope ;
- [Fig. 6] est une vue en perspective du module secondaire Newton, côté connexion ;
- [Fig. 7] est une vue en perspective du module secondaire Cassegrain, côté connexion ;
- 5 [Fig. 8] est une vue en coupe diamétrale à travers le module secondaire Cassegrain de la Fig.7 ;
- [Fig. 9] est une vue explosée du module secondaire Newton de la Fig.6 ;
- [Fig. 10] est une vue explosée du module secondaire Cassegrain de la Fig.7 ;
- [Fig. 11] est une vue en perspective de l'assemblage de châssis mobile et châssis fixe ;
- 10 [Fig. 12] est une vue en coupe diamétrale de l'assemblage de la Fig. 11 :
- [Fig. 13] est une vue en coupe d'un détail de la Fig. 12 au niveau d'une vis de collimation de miroir primaire ;
- [Fig. 14] est une vue en coupe longitudinale de la vis de butée à méplat ;
- [Fig. 15] est une vue en coupe longitudinale de la vis de butée à poussoir ;
- 15 [Fig. 16] est une vue en coupe du module de miroir secondaire Cassegrain.

Les Figs. 1 et 2 illustrent un mode de réalisation du présent télescope 10 convertible, dans ses deux modes opérationnels : Newton et Cassegrain.

- 20 Le télescope 10 comprend un agencement de miroir primaire 12 et un module de miroir secondaire 14 agencés selon un axe optique Z dans un tube de télescope, ici à structure triangulée (type tube Serrurier). L'axe longitudinal du télescope/tube s'étend selon l'axe optique Z. L'axe Z étant défini, on se réfère ici également à la direction radiale (perpendiculaire à l'axe Z) et à la direction tangentielle (perpendiculaire à la direction radiale).

- 25 Classiquement, le tube comporte une extrémité ouverte 16, également dite proximale, et son autre extrémité 18, distale, est fermée par l'agencement de miroir primaire 12.

Le tube de télescope comprend une structure support 20 ajourée, formant une cage, constituée de différents tubes 20.1 et anneaux 20.2 interconnectés dans le sens longitudinal. Les tubes 20.1 sont connectés de manière triangulée. Des panneaux opaques, dits baffles 21, 21', sont classiquement montés sur la structure 20 pour protéger les primaire et secondaire de la lumière arrivant latéralement. En utilisation, des jupes souples, par exemple en tissus, non montrées, sont attachées à la structure 20 pour fermer la zone entre les deux baffles 21, 21'. Alternativement on pourrait utiliser des panneaux rigides amovibles.

Le signe de référence 23 indique une platine de fixation, par exemple de type Losmandy (queue d'aronde), pour la fixation sur une monture. Une poignée 25 est également prévue pour la manutention et/ou la fixation d'accessoires, par exemple lunette de guidage.

L'agencement de miroir primaire 12 comprend un miroir primaire 22, concave, agencé pour recevoir la lumière arrivant par l'extrémité proximale 16 le long de l'axe optique Z. Le miroir primaire 12 est monté sur un barillet 24. Conventionnellement, le miroir primaire 22 est un miroir parabolique caractérisé par son diamètre et la forme parabolique de sa surface optique et dont la courbure définit une focale de distance compatible avec les géométries optiques des formule Cassegrain et Newton.

Sur les Figures 1 et 2, les différents composants du télescope 10 sont les mêmes, à l'exception des modules de miroir secondaire : en Fig.1 le module de miroir secondaire 14 comprend un miroir de Newton, alors qu'en Fig.2 le module de miroir secondaire, désigné 14', comprend un miroir de Cassegrain.

Le module de miroir secondaire 14, ou mandrin, est agencé sur l'axe optique Z, monté de manière amovible sur un support central 26, ou moyeu, fixé centralement par une araignée à quatre branches 28. Les branches 28 de l'araignée sont, dans la variante, vissées à une extrémité sur le moyeu 26 et à l'autre fixées à un support d'araignée 30 solidaire d'une paire d'anneaux 20.2. Cet ensemble moyeu 26, branches 28 et anneaux 20.2 est illustré en Fig.5.

Avantageusement, les extrémités des branches 28 comportent à leurs extrémités un étrier 28.1 à deux vis parallèles 28.2 s'étendant en direction radiale, qui s'engagent dans des trous des supports d'araignée 30. Des écrous (borgnes) 31 sont engagés sur les extrémités des vis 28.2 dépassant des supports 30, et permettent de fixer en position le moyeu 26 tout en autorisant un réglage du moyeu 26 pour l'aligner sur l'axe optique Z.

Le moyeu 26 est conçu pour coopérer avec les deux modules secondaires, illustrés notamment aux Figs. 6 et 7. Chaque module secondaire 14, 14' est apte à être fixé de manière amovible au moyeu 26. Les modules secondaires 14, 14' comprennent chacun la même interface de fixation. La construction générale du module secondaire sera maintenant décrite par rapport au module secondaire de Newton 14.

Le module de miroir secondaire 14, qu'il s'agisse du type Newton ou Cassegrain — voir les figures 6, 7, 8 et 16— comprend une platine de collimation 32 traversée par un organe de fixation 34 allongé selon l'axe optique Z. La platine 32 a une forme générale de disque et comprend une face proximale 32.1, une face distale 32.2, et un bord périphérique 32.3. La platine 32 comprend un trou central 32.4, qui débouche par un chambrage 32.5 du côté de la face proximale 32.1. L'axe de fixation 34 est une tige ou un tube à tête 34.1 comprenant une extrémité filetée 34.2. L'axe de fixation 34 permet de fixer à la platine 32 une plaque support 36, dite insert, à laquelle est fixée le miroir secondaire 42. La plaque support 36 a une forme de disque avec deux faces opposées 36.1, 36.2 et un trou central 36.3. L'organe de fixation 34 traverse le trou central 36.3 et sa tête 34.1 s'appuie, indirectement, sur la face distale 36.2 de la plaque support 36. De préférence, une rondelle concave 38 est placée dans un lamage 36.4 prévu sur la face distale 36.2 de la plaque 36, et une rondelle convexe 40 est intercalée entre la rondelle 38 et la tête 34.1 de l'organe de fixation 34. L'insert, qui forme donc un support de miroir, est ainsi articulé (au moyen d'une liaison rotule) sur la plaque de collimation.

Dans la présente variante, le miroir secondaire 42 est fixé à l'insert 36, du côté de sa face distale 36.2. A cet effet, il présente un anneau de fixation 36.4 faisant saillie depuis la face distale 36.2.

Dans le cas du module de miroir secondaire 14 type Newton, un tube 44 (ou tube de mandrin) vient s'engager sur l'anneau de fixation 36.4, auquel il est fixé par collage. Le tube 44 est réalisé en fibre de carbone pour pallier les effets de déformation thermique. L'extrémité distale du tube 44.1 est biseautée à 45° par rapport à l'axe optique. Le miroir plan 42, dit miroir de Newton, de forme elliptique, est fixé sur l'extrémité biseautée 44.1 du tube, par exemple par collage. Le miroir secondaire 42 de la formule de Newton est plan et est caractérisé par sa forme elliptique (intersection entre le cône de lumière réfléchi par le miroir primaire et le plan de renvoi à 45° par rapport à l'axe optique) et son petit axe. Le miroir 42 est chanfreiné parallèlement à l'axe optique. Le petit axe de l'ellipse est finement calculé pour que le miroir secondaire engendre la plus petite obstruction au miroir primaire tout en préservant un champ éclairé adapté à l'utilisation que l'on veut faire du signal lumineux de sortie. Conventionnellement, le miroir de Newton est placé sur l'axe optique avec un décalage calculé (couramment appelé offset) et réfléchit la lumière provenant du miroir primaire perpendiculairement à l'axe optique, vers une ouverture 21.1' dans la paroi latérale du tube (dans le baffle 21'), pour former le foyer de Newton. Le point d'observation est symbolisé par l'œil désigné 45.

Dans le cas du module de miroir secondaire Cassegrain 14', illustré Fig. 16, l'insert, ici désigné 46, comporte une possibilité de réglage supplémentaire en Z (axe optique). Comme pour le module secondaire Newton 14, la plaque d'insert 46 comprend une face proximale 46.1 et distale 46.2, un trou central 46.3 avec lamage 46.4, et l'anneau de fixation 46.5 possède en outre un filetage intérieur 46.6 et extérieur 46.7.

Un miroir 48, dit miroir de Cassegrain, est monté dans un barillet 50 orienté vers le miroir primaire 22. Le barillet 50 comprend un tube 50.1 avec un fond 50.2, ici annulaire, contre lequel est placé le miroir 48. Un anneau de fixation 50.3 fait saillie à l'arrière du fond 50.2 (côté proximal), lequel comprend un filetage externe 50.4 qui coopère avec le filet 46.6 prévu sur la face intérieure de l'anneau de fixation 46.5. Ce système vis-écrou permet de régler finement la position du miroir Cassegrain 48 sur l'axe Z. Le signe de référence 52 désigne une bague de contre-serrage, pourvue d'un filetage intérieur 52.1 qui est engagé sur le filet extérieur 46.7 de l'anneau de support

46.5. Cette bague 52, qui est donc vissée sur l'insert de mandrin 46, est manœuvrée pour venir en appui serré sur le barillet 50, de sorte à immobiliser la position de celui-ci.

Dans la présente variante, le miroir secondaire Cassegrain 48 est déposé dans le
5 barillet 50. Le dos du miroir 48 vient en contact avec le fond 50.2 plat usiné en forme d'anneau. Le miroir 48 est maintenu latéralement par trois vis nylon disposées à 120° dont l'appui sans contrainte est réalisé en atelier. Les vis nylon sont introduites à travers des trous taraudés 54 dans la paroi du tube de barillet 50.1. Alternativement, les vis nylon 54 peuvent être remplacées par des points de silicone. Un joint torique 56
10 adapté au diamètre du miroir 48 est posé sur sa face distale, l'ensemble étant maintenu par une bague écrou 58 dont le serrage sans contrainte est réalisé en atelier. La bague écrou 58 a un filetage extérieur qui coopère avec un filetage sur la surface intérieure du tube 50.1. La bague écrou 58 est préférablement immobilisée par un point de colle.

15 Le miroir de Cassegrain est caractérisé par son diamètre finement calculé pour que le miroir secondaire engendre la plus petite obstruction au miroir primaire tout en préservant un champ éclairé adapté à l'utilisation que l'on veut faire du signal lumineux de sortie. La surface optique du miroir Secondaire Cassegrain est de forme hyperbolique dont la courbure est définie une focale résultante dont la géométrie est
20 compatible avec la géométrie optique de la formule Newton. Il est conventionnellement positionné sur l'axe optique (perpendiculairement à celui-ci) et renvoie la lumière issue du miroir primaire 22 vers un passage central 59 dans l'agencement de miroir primaire, pour former le foyer de Cassegrain. Le passage central 59 est obtenu par carottage. Sa dimension est ajustée pour ne pas masquer le
25 cône de lumière renvoyé pour le miroir secondaire Cassegrain tout en affaiblissant le moins possible la rigidité du miroir primaire. Un baffle tubulaire 61 est disposé centralement dans le tube de télescope, dans la continuité axiale du passage 59. Le baffle tubulaire 61 est fixé, par exemple par vissage, sur une monture cylindrique 65, réglable, engagée dans le passage 59 et fixée au châssis fixe 84. De préférence la

monture cylindrique inclut une rotule pour permettre l'ajustement du baffle cylindrique sur l'axe optique Z, ainsi qu'un système de réglage en profondeur.

Un autre baffle tubulaire 63 est intégré au module secondaire Cassegrain (formé par une partie cylindrique du barillet 50 s'étendant au-delà de la face avant du miroir 48).

- 5 L'observation au foyer de Newton ou Cassegrain est possible à l'œil nu ou à travers une optique (lentille), ou encore au moyen d'appareils d'acquisition d'image (non montrés).

La collimation des modules de miroir secondaire 14, 14' est réalisée au moyen de la platine de collimation 32, qui est identique pour les deux modules. Comme déjà
10 observé sur la figure 8, il existe une liaison linéaire entre d'une part la platine de collimation 32 et d'autre part l'organe de fixation 34. Les rondelles 38 et 40 réalisent par ailleurs une liaison rotule entre l'organe de fixation 34 et l'insert 36, respectivement 46.

Des vis de collimation 60, 62 sont vissées dans la platine de collimation 32 et font
15 saillie par rapport à sa face distale 32.2, venant en appui sur la face proximale 36.1, 46.1 de l'insert 46. Chaque vis 60, 62 est engagée dans un trou taraudé 64 traversant l'épaisseur de la platine 32 et comprend une tige filetée dont l'extrémité distale présente une tête d'appui et l'extrémité proximale présente un relief apte à coopérer avec un organe de manœuvre (ex. fente pour tourne vis, creux pour 6 pans, etc.). La
20 position de chaque vis 60, 62 dans le trou 64 peut donc être actionnée, depuis la face proximale 32.1, afin d'avancer ou reculer la tête d'appui par rapport à la platine 32.

Deux des vis, indiquées 60, sont du type à bille orientable avec méplat. Cela permet un appui précis (rattrapage des défauts d'angle) et un réglage fin (pas d'à-coup dû à la géométrie du filet de vis).

- 25 La troisième vis 62 est du type à bout sphérique, la tête sphérique étant engagée dans une rainure 66 en V s'étendant radialement sur la face proximale 36, 46 de l'insert. Ceci assure l'arrêt en rotation de l'insert 36, 46 par rapport à la platine de collimation 32.

L'ensemble du système platine – insert est maintenu en pression par un ressort 68, compressé en atelier par une butée 70, ici un écrou collé. Le ressort 68 est engagé sur l'organe de fixation 34 et prend donc appui sur la surface annulaire au fond du chambrage 32.5 et sur l'écrou 70.

- 5 Le réglage de l'orientation de miroir secondaire 42, 48 se fait donc en vissant/dévisant l'une ou l'autre des trois vis de collimation 60, 62. Le réglage de la position sur l'axe optique (Z) se fait en vissant/dévisant ces trois vis de la même manière.

Comme on le décrira plus bas, l'accès aux vis de collimation 60, 62 se fait par trois trous prévus sur le moyeu 26 en vis-à-vis des vis de collimation 60, 62.

- 10 On notera encore la présence d'un index 72 faisant saillie sur la face proximale 32.1 de la platine 32, et qui permet de fixer la position angulaire du module secondaire 14, 14' autour de l'axe Z. L'index est réalisé ici par un écrou papillon 72.1 qui est fixé par une vis 72.2 dans un passage traversant 72.3 de la platine 32. La tête de vis 72.2 est dans une chambre et la base de l'écrou papillon 72.1 dans une chambre débouchant sur la face proximale 32.1. Le papillon 72.1 est aligné radialement.

- 15 Les modules de miroir secondaire 14, 14' viennent se fixer sur le moyeu 26, en engageant la platine 32 dans une cavité 26.3 débouchant dans face inférieure 26.2 du moyeu. Comme on voit sur les Figs. 3 et 4, la cavité 26.3 présente une section d'entrée 26.4 dont le profil correspond à celui du bord 32.3 de la platine de collimation 32 engagée dans la cavité 26.3. Les dimensions sont adaptées pour limiter le jeu radial. En particulier, la section d'entrée 26.4 a une surface annulaire conique, sur laquelle s'appuie une surface annulaire conique 33 du bord périphérique 32.3 de la platine de collimation. La cavité 26.3 se poursuit, selon l'axe Z, par une chambre 26.5 de diamètre réduit par rapport à la cavité, cette chambre 26.5 s'ouvrant sur la face proximale par un orifice 26.6. Lorsque le module secondaire 14, 14' est fixé au moyeu 26, la platine de collimation 32 est donc engagée (en partie) dans la cavité 26.3, la partie de l'organe de fixation 34 avec le ressort 68 et l'écrou-butée 70 sont reçus dans la chambre 26.5, et l'extrémité de l'organe de fixation 34 traverse l'ouverture 26.6. Un écrou 74, ici intégré

à un bouton étoile, est vissé sur l'extrémité fileté 34.2 de l'organe de fixation 34 et serré contre la face proximale 26.1 du moyeu 26.

Le signe de référence 76 désigne un logement, formé par une saignée radiale s'étendant sur une partie de la hauteur de la chambre 26.5, qui accueille l'index 72.

5 Un système de butée est prévu dans le logement 76 de l'index 72, au moyen de deux vis 78, 80 venant s'appuyer sur les deux faces de l'index 72. Les vis 78, 80 sont disposées tangentiellement par rapport à l'axe Z. Une première vis de butée 78, du type à bille avec méplat orientable, dépasse dans le logement 76. Cette vis 78 est illustrée en fig. 14. Elle comprend une tige fileté 78.1 sans tête, dont une extrémité
10 est munie d'une cavité recevant une bille tronquée 78.4, formant le méplat 78.2

3 et l'autre d'un profil creux 78.3 pour un outil de manœuvre (e.g. tournevis). L'angle alpha indiqué sur la figure 14 correspond à au rattrapage d'éventuels défauts angulaires. La deuxième vis de butée 80 (Fig. 15) est une vis du type à poussoir ressort. Elle comprend un tube 80.1 fermé à une extrémité, dans lequel on a placé un ressort
15 80.2 qui pousse une bille 80.3 en direction de l'ouverture. L'extrémité fermée 80.4 du tube comprend un profil en creux pour un organe de manœuvre et la surface extérieure du tube 80.1 est fileté. Cette vis 80 est agencée de sorte que l'extrémité avec la bille 80.4 dépasse dans le logement d'index 76. Ce système de butée est donc réglable, en vissant/dévisant les vis 78, 80, et permet un ajustement fin de la position
20 angulaire. L'index 72 est maintenu en pression sur la vis 78 par la vis poussoir 80.

Comme on l'aura compris, les vis 78 et 80 sont installées dans des passages taraudés formés depuis les faces périphériques du moyeu 26. Par sécurité, on place derrière chaque vis 78, 80 une contre-vis sans tête.

On remarquera en Fig. 4 deux des trois trous 81 prévus dans le moyeu 26 pour l'accès
25 aux vis de collimation 60, 62, qui sont disposés autour de la chambre 26.5, débouchent dans la cavité 26.3 et s'ouvrent en regard de la face proximale de l'insert.

On notera en Fig. 5 la présence d'une empreinte centrale (lamage) autour de l'orifice 26.6 dans la face proximale 26.1 du moyeu, pour le positionnement d'un laser de collimation.

On appréciera donc ici la reproductibilité de la mise en position des modules de miroirs secondaires, qui est assurée par une liaison conique (5 degrés de liberté) et une butée en rotation (1 degré de liberté) entre d'une part : le moyeu et d'autre part : la platine de collimation et son index. Le système de fixation amovible permet une
5 interchangeabilité qui conserve la position du module de miroir secondaire, et autorise un ajustement de collimation aisé. Cela garantit un bon alignement du chemin optique.

Le montage/démontage du module de miroir secondaire se fait simplement à la main en dévissant l'écrou bouton 74, de préférence attaché à la platine de collimation par
10 un cordon de sécurité.

Du côté de l'agencement de miroir primaire 12, le miroir primaire 22 est maintenu sans contrainte dans le barillet 24. Tous les composants du barillet 24 sont solidaires du châssis mobile 82. Le barillet 24 de miroir primaire utilisé dans le présent télescope est utilisable dans d'autres types de télescopes, et n'est pas limité aux usages Newton
15 / Cassegrain. Dans le cas où le barillet 24 est utilisé dans d'autres télescopes, le carottage central et monture de baffle central ne seront pas présents, si aucun passage central de la lumière n'est requis.

Comme on le voit aux Figures 11 et 12, le barillet 24 est un ensemble mécanique comprenant un châssis mobile 82 supportant directement le miroir primaire 22 et
20 monté sur un châssis fixe 84. Les deux châssis prennent la forme de plaques circulaires ajourées, pour en limiter le poids.

La collimation du miroir primaire 22 est réalisée par trois vis de collimation 86, placées à 120° dans la région périphérique du châssis fixe 84, qui assurent l'orientation du châssis mobile 82 (et donc du miroir 22) par rapport au châssis fixe 84. Les vis de
25 collimation 86 sont liées aux châssis fixe et mobile, et coopèrent avec un contre-écrou 88.

Pour obtenir la meilleure image, il convient d'aligner parfaitement l'axe optique du miroir primaire 22 avec l'axe optique Z du télescope. Le réglage se fait en vissant/dévissant l'une ou l'autre des trois vis de collimation 86. Le réglage de la

position sur l'axe optique (Z) se fait en vissant/dévisant ces trois vis 86 de la même manière.

Le présent système de vis de collimation permet un réglage très fin, souple et précis, et sans jeu. Cela constitue un avantage important du fait du poids du miroir primaire et son barillet.

Comme on le voit à la Fig. 13, chaque vis de collimation 86 comprend un corps 90 tubulaire avec un passage 92 traversant étagé. On distingue une section de base 92.1, distale, une section principale 92.2 et une section de tête 92.3. Le corps 90 porte comporte un filetage extérieur 90.1 qui coopère, outre la molette contre-écrou 88, avec un orifice taraudé 94 dans le châssis fixe 84. Une vis de pression 96 est montée dans le passage 92 et comprend une tige 96.1 qui fait saillie hors du corps 90, dans la continuité axiale du côté de la tête 92.3, et traverse un orifice lisse 82.1 dans le châssis mobile 82. Un ressort de compression 98 est monté sur la tige 96.1 de la vis de pression, entre la tête de vis 96.2 et un épaulement 92.4 entourant le passage 92, exerçant une force de rappel de la vis de pression 96 vers l'intérieur du corps de vis 90. La vis de pression 96 a une partie d'extrémité 96.3 filetée. Un écrou 100, par exemple borgne, est vissé sur la partie d'extrémité 96.3 de la vis de pression, pour plaquer le châssis mobile 82 contre la tête de vis 86. Le bord avant 90.2 de la vis 86 est convexe (ajout d'un insert annulaire convexe sur un épaulement entourant le corps 90) et vient s'appuyer sur une rondelle concave 102 positionnée dans un lamage 104 entourant le trou 82.1 face à la tête de vis 86. L'entrée 92.1 du corps 90 est obturée par un bouchon 106.

Ainsi, le bout de chacune des trois vis de collimation 86 est lié au châssis mobile 92 par une rotule. La liaison est maintenue sans jeu, et ce quelle que soit l'orientation de pointage du télescope, grâce à la pression du ressort 98 qui est réglée en atelier.

Le vissage/dévisage la vis de Collimation 86 dans le châssis fixe déplace l'un de trois points de fixation du châssis mobile 82. L'espace entre la vis de pression 96 et le corps 90 de la vis de collimation 86 permet un mouvement de la rotule de quelques degrés.

L'immobilisation des vis de collimation 86 se fait par le serrage de leur molette contre-écrou 88 respective.

Le barillet 24 est conçu pour supporter le miroir primaire 22 sans le contraindre en disposant les points d'appui aux endroits singuliers du miroir :

- 5 - L'Appui plan multi-points pour diminuer les charges ponctuelles mais avec un système de répartition de chaque charge de sorte que toutes les charges soient équilibrées.
- Les appuis latéraux sur fibre neutre pour les appuis latéraux.

La maîtrise de l'appui plan multipoint est connue, mais lors de la réalisation des
10 miroirs, il est rare d'obtenir des miroirs de la même épaisseur, ou de géométrie identique. Par conséquent la position de la fibre neutre varie pour chaque miroir.

On appréciera donc que le présent barillet 24 est conçu pour pouvoir adapter la position des appuis latéraux en fonction de la géométrie de chaque miroir primaire.

L'appui plan multipoint est construit avec trois supports triangle 110 à trois points
15 d'appui 112, dont la position est calculée pour chaque type de miroir. Les points d'appui 112 sont fabriqués en Téflon, ce qui permet à la surface du miroir de glisser sans transmettre de contrainte au miroir. De plus, la caractéristique de fluage du Téflon assure un contact régulier sur le miroir.

Chaque support triangle 110 est monté sur une rotule 114 positionnée en son centre
20 de gravité et réglable en hauteur sur l'axe (Z). Une vis d'indexation 116 neutralise la rotation du support triangle 110 tout en laissant un jeu de fonctionnement.

Ce montage permet un parfait équilibrage de la charge de chaque appui sur le miroir.

Les rotules 114 sont configurées de sorte que leur hauteur en (Z) soit réglable,
typiquement en atelier. Ce réglage en Z permet de présenter la fibre neutre du miroir
25 22, indiquée 115, en vis-à-vis des appuis latéraux. Dans la variante illustrée, le réglage en Z se fait par un système de vis écrou. Chaque rotule 114 comprend une tête 114.1 articulée, via une liaison rotule, sur une tige filetée 114.2 engagée dans un trou

taraudé dans le châssis mobile 82. Un contre écrou 118 collé immobilise la position de la rotule 114.

Enfin, des appuis latéraux sont construits avec quatre vis à bout plat 120 en bronze traversant (un trou taraudé radial dans) quatre supports 122 disposés à 90°. Le réglage sans contrainte des appuis est réalisé en atelier. On notera que ce même réglage permet le centrage du miroir primaire 22 sur l'axe optique (Z). Les quatre vis à bout plat 120 sont immobilisées par quatre contre écrous 124, collés.

Pour empêcher le basculement du miroir 22, quatre butées 126, par ex. en POM, sont montées sur les supports 122 et sont réglables en hauteur par un système de vis. Les butées 126 enserrant le miroir primaire 22 au niveau de son bord périphérique supérieur, avec faible jeu. La position des butées 126 est immobilisée par une vis pointeau (non montrée).

De manière générale, les éléments de la structure 20, de support (branches 28, moyeu 26), inserts 36, 46, et châssis 82, 84, ainsi que la visserie, sont en métal, typiquement aluminium (élémentaire ou alliage) ou acier.

Revendications

1. Télescope comprenant :

un tube (20) de télescope ayant une extrémité proximale (16) et une extrémité distale (18), le tube définissant un axe optique (Z) ;

5 un agencement de miroir primaire (12) du côté de l'extrémité distale comprenant un miroir primaire (22), concave, agencé pour recevoir la lumière arrivant par l'extrémité proximale le long de l'axe optique, le miroir primaire étant monté sur un barillet (24) ;

10 un support central (26) fixé dans le tube selon l'axe optique, à distance du miroir primaire ;

un module de miroir secondaire (14, 14') monté amovible sur le support central, le module secondaire comprenant :

une platine de collimation (32) comprenant une face proximale (32.1) et une face distale (32.2) ;

15 un support de miroir (36) lié de manière articulée à la platine de collimation, du côté de sa face distale, un miroir secondaire (42, 48) étant fixé au support de miroir ;

20 une pluralité de vis de collimation (60, 62) montées dans la platine de collimation et dépassant de sa face distale pour venir en appui sur une face proximale (36.1) du support de miroir ;

un moyen de ressort (68) configuré pour ramener le support de miroir en direction de la platine de collimation ;

un index (72) en saillie sur la platine de collimation ;

25 dans lequel la platine de collimation est engagée dans une cavité (26.3) ménagée dans une face distale (26.2) du support central, la cavité ayant une surface annulaire (26.4) sur laquelle vient s'appuyer une surface périphérique (32.3) de la

platine de collimation, l'index coopérant avec une butée définissant la position angulaire de la platine de collimation.

2. Télescope selon la revendication 1, dans lequel un organe de fixation (34) lie la platine de collimation (32) et le support de miroir (36), le support de miroir étant articulé sur la partie distale (34.1) de l'organe de fixation.
3. Télescope selon la revendication 2, dans lequel la partie proximale (34.2) de l'organe de fixation est engagée dans le support central (26) pour la fixation du module de miroir secondaire (14, 14').
4. Télescope selon la revendication 1, 2 ou 3, dans lequel la surface annulaire (26.4) de la cavité du support central est conique et la surface périphérique (32.3) de la platine de collimation est conique, de préférence de même angle de cône.
5. Télescope selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'index (72) fait saillie sur la face proximale de la platine de collimation (32.1) et est engagé dans un logement de butée (76) qui s'étend axialement à l'arrière de la cavité (26.3), le logement de butée comprenant des moyens de butée réglables dans une direction tangentielle à l'axe optique (Z).
6. Télescope selon la revendication 5, dans lequel les moyens de butée réglables comprennent un poussoir à ressort (80) et une butée mobile (78) débouchant dans le logement en vis-à-vis l'un de l'autre, de sorte à s'appuyer sur des faces opposées de l'index (72).
7. Télescope selon la revendication 6, dans lequel la butée mobile est une vis à méplat.
8. Télescope selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel l'organe de fixation (34) comprend une tige ayant une tête (34.1) coopérant avec le support de miroir (36) et, à l'opposé de la tête, une extrémité filetée (34.2), la tige traversant un alésage (26.6) dans le prolongement axial de la cavité (26.3) ; et le moyen de ressort comprend un ressort (68) monté sur la tige et est comprimé par une butée (70) fixée sur la tige, en particulier un écrou serré et collé.

9. Télescope selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, dans lequel l'organe de fixation (34) traverse la platine de collimation (26) et un écrou (74) est vissé sur l'extrémité de l'organe de fixation (34) dépassant de l'alésage (32.4), contre la platine de collimation (26), afin d'assurer la fixation du module de miroir secondaire à la platine de collimation.
- 5
10. Télescope selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, dans lequel le support de miroir (36) est fixé via une liaison rotule à l'organe de fixation (34).
11. Télescope selon l'une quelconque des revendications 2 à 10, dans lequel le support de miroir (36) comprend une plaque support avec un orifice (36.3) traversé par l'organe de fixation (34), la tête (34.1) de celui-ci s'appuyant sur la face intérieure de la plaque support via un combiné de rondelles convexes et concaves (38, 40).
- 10
12. Télescope selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, dans lequel le support de miroir (36) comprend un anneau de fixation (36.5) sur lequel est engagé un tube (44), l'extrémité distale du tube étant biseautée à 45° par rapport à l'axe optique, et un miroir de Newton (42) est fixé sur l'extrémité biseautée.
- 15
13. Télescope selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, dans lequel le support de miroir (46) comprend un miroir de Cassegrain (48) monté dans un barillet (50) couplé mécaniquement à au support de miroir de sorte à permettre d'ajuster sa position selon l'axe optique (Z).
- 20
14. Télescope selon la revendication 13, dans lequel le support de miroir comprend un anneau de fixation (46.5) avec un filetage intérieur et extérieur ;
- le barillet (50) comprend, à l'arrière du miroir (48), un anneau fileté (50.3) s'engageant avec le filet intérieur de l'anneau de fixation ; et
- une bague (52) avec un filet interne est engagée sur le filet extérieur de l'anneau de fixation et apte à se visser/bloquer contre une surface du barillet.
- 25
15. Télescope selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le support central (26) est fixé par une araignée à branches (28) multiples, en particulier quatre branches (28) à 90°.
16. Télescope selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le support central (26) comprend des trous (81) traversant parallèles à l'axe optique
- 30

et alignés avec les vis de collimation dans la platine de collimation, pour permettre leur accès.

17. Télescope selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'agencement de miroir primaire (12) comprend un châssis mobile (82) portant le miroir primaire, le châssis mobile étant lié à un châssis fixe (84) au moyen de vis de collimation (86) de primaire, les vis de collimation de primaire étant vissées dans un orifice (94) taraudé traversant le châssis fixe et permettant un réglage par vissage/dévissage, les vis de collimation de primaire étant liées par une liaison rotule au châssis mobile, de préférence un contre-écrou (88) est vissé sur la vis de collimation pour bloquer la rotation en appui contre le châssis fixe.
18. Télescope selon la revendication 18, dans lequel la vis de collimation de primaire comprend un corps tubulaire (90) avec un passage intérieur et une vis de pression (96) est montée dans le passage intérieur et débouche du corps, dans la continuité axiale du passage, pour traverser un orifice (82.1) dans le châssis mobile, un écrou (100) étant monté sur l'extrémité traversante de la vis de pression, un ressort (98) étant monté sur la vis de pression dans le corps de sorte à exercer une force de rappel de la vis de pression vers l'intérieur de la vis de collimation de primaire.
19. Télescope selon la revendication 18 ou 19, dans lequel le miroir primaire (22) est porté par des supports (110) fixés par des rotules au châssis mobile, les supports reposant préférentiellement sur les points d'appui (112) en polymère, en particulier en téflon.
20. Télescope selon la revendication 18, 19 ou 20, dans lequel des supports latéraux (122) sont fixés sur le châssis mobile à la périphérie du miroir mobile et comprennent des vis d'appui (120) s'étendant radialement à travers les supports, l'extrémité des vis d'appui venant au contact du bord périphérique du miroir primaire.
21. Télescope selon la revendication 21, dans lequel des butées (126) sont montées sur les supports latéraux et enserrant, avec un faible jeu le miroir primaire par sa face proximale.

22. Télescope selon l'une des revendications 18 à 22, dans lequel rotules des supports de miroir primaire sont réglables en hauteur, et les vis d'appui (120) sont positionnées au niveau de la fibre neutre du miroir primaire.
23. Télescope selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel
5 l'agencement de miroir primaire comprend un passage central (59) selon l'axe optique (Z) pour guider la lumière vers le foyer de Cassegrain ; et le tube comprend une ouverture latérale permettant le passage de la lumière vers le foyer de Newton.
24. Télescope selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le
10 tube (20) présente une structure triangulée.

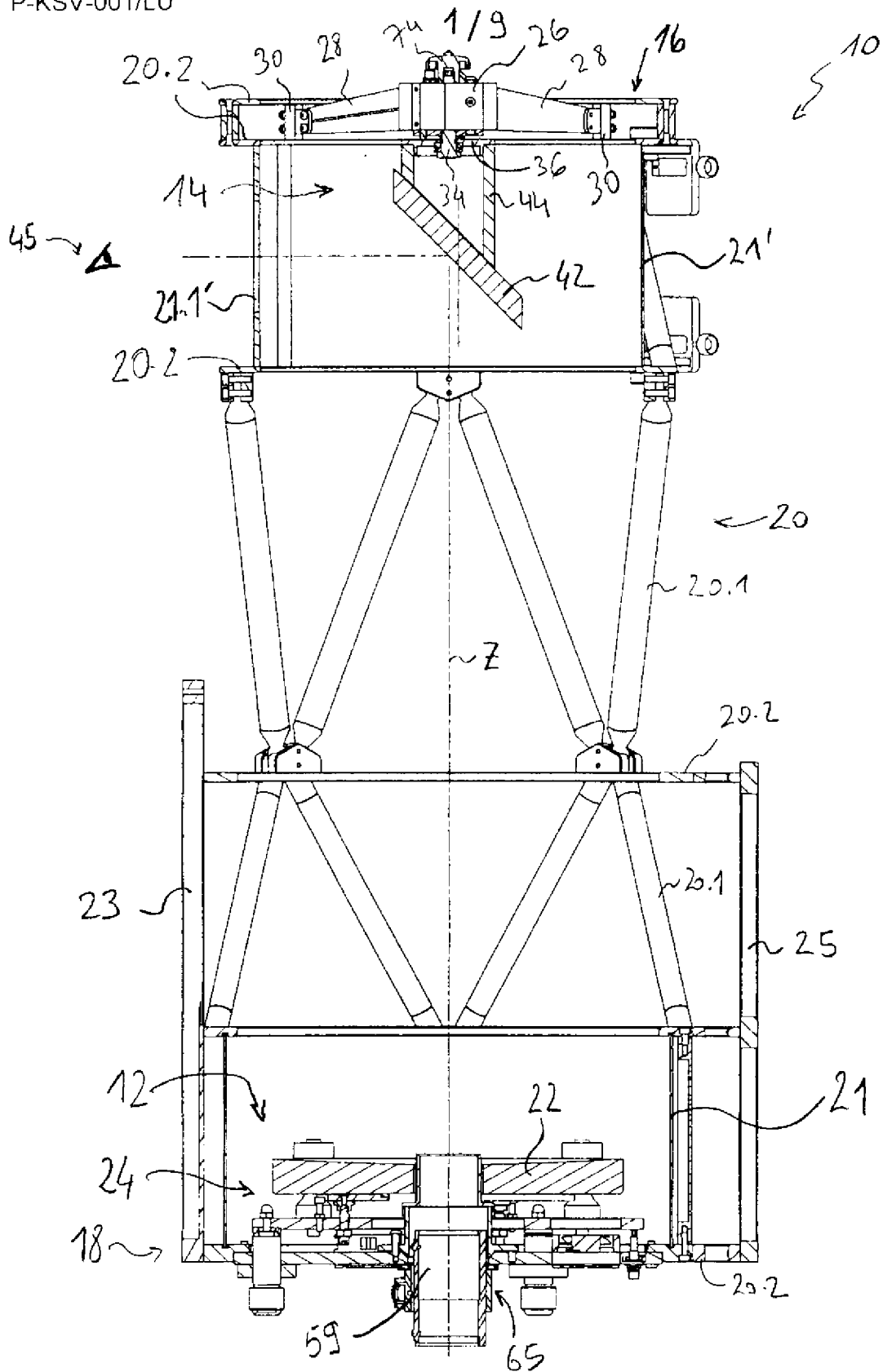


FIG. 1

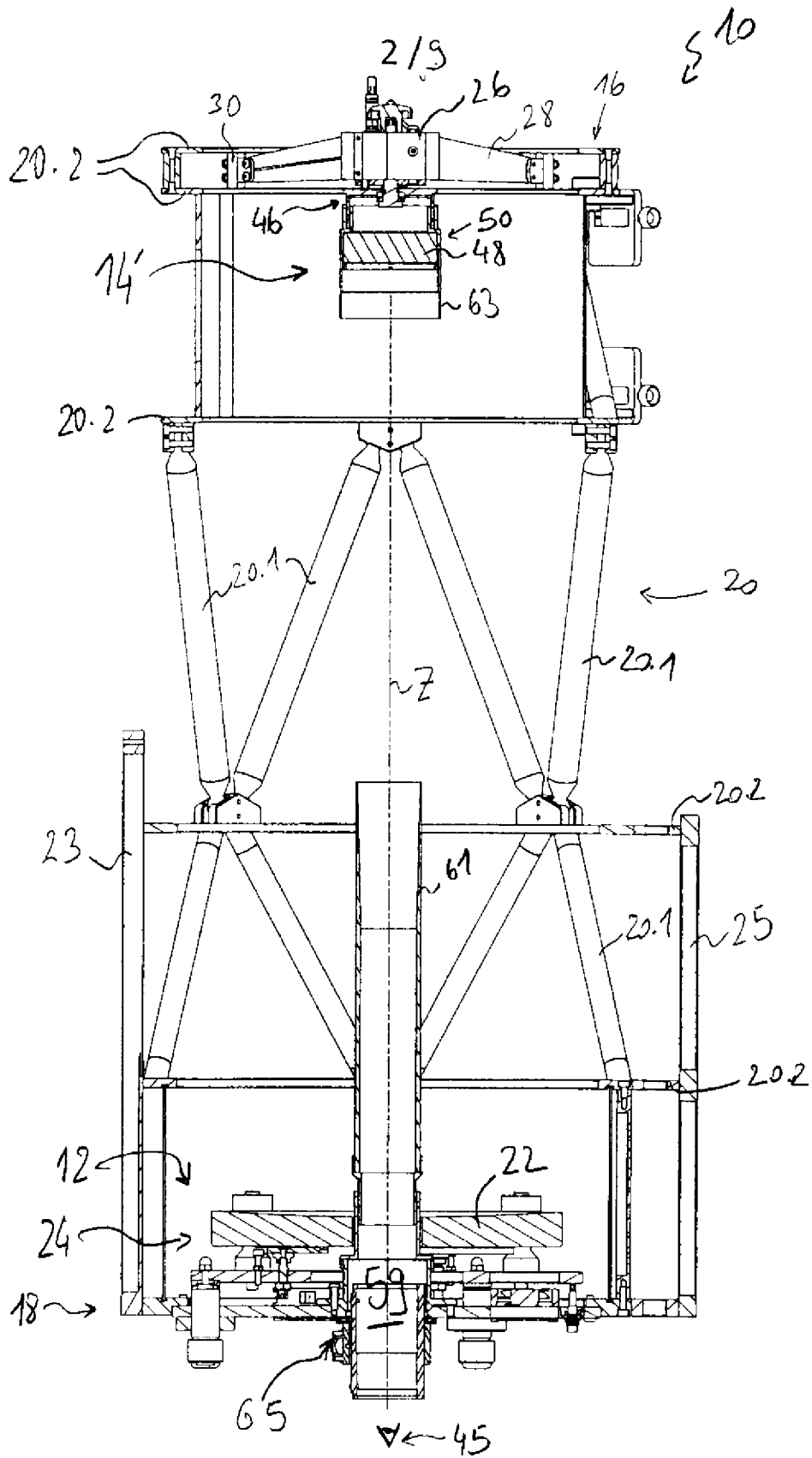


FIG. 2

3/9

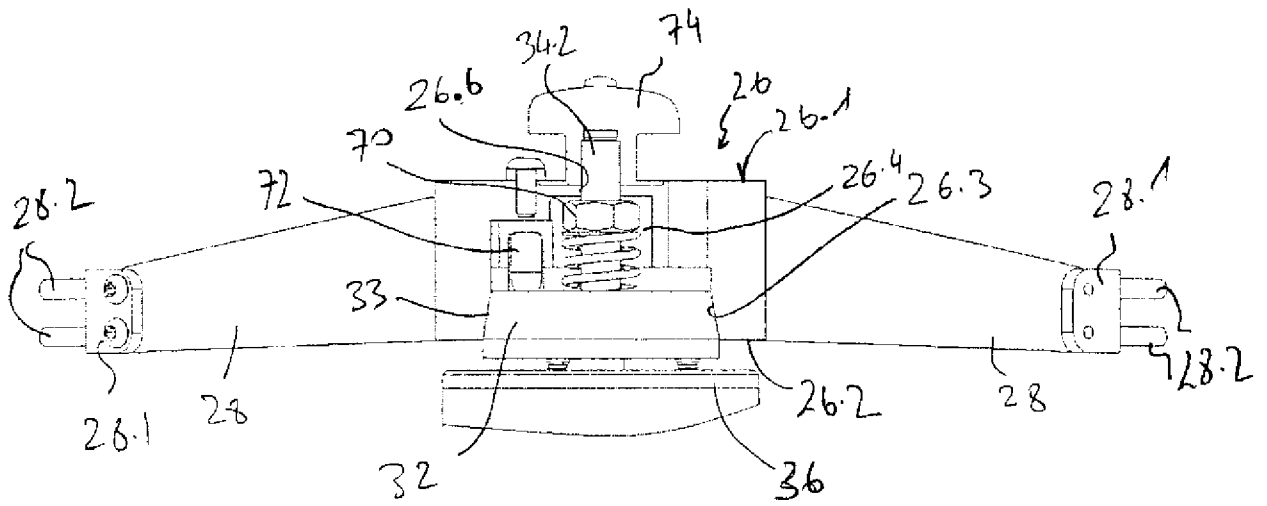


FIG. 3

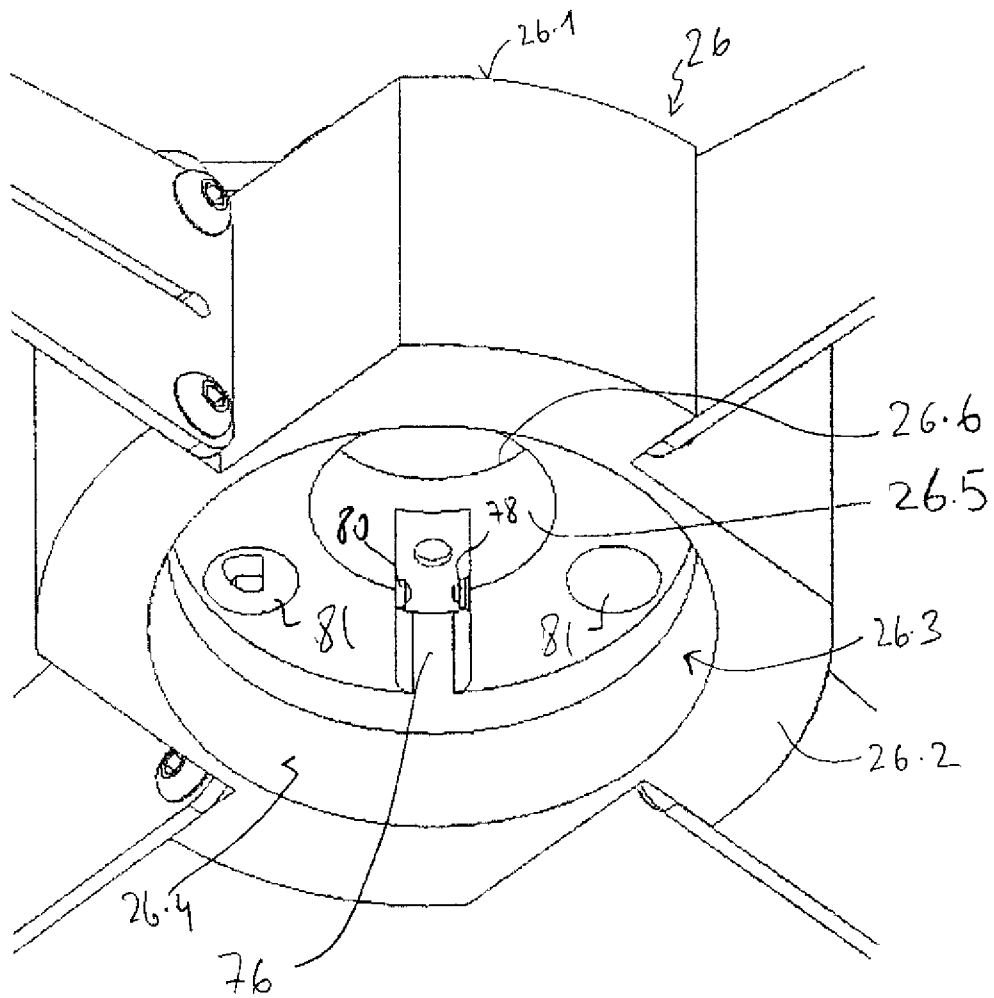


FIG. 4

4/9

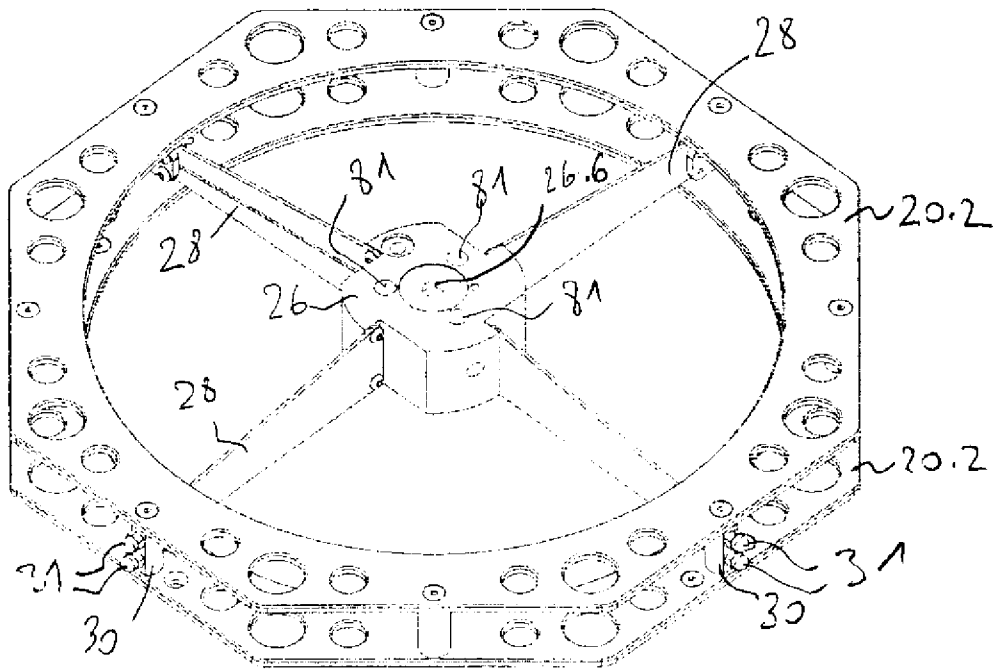


FIG. 5

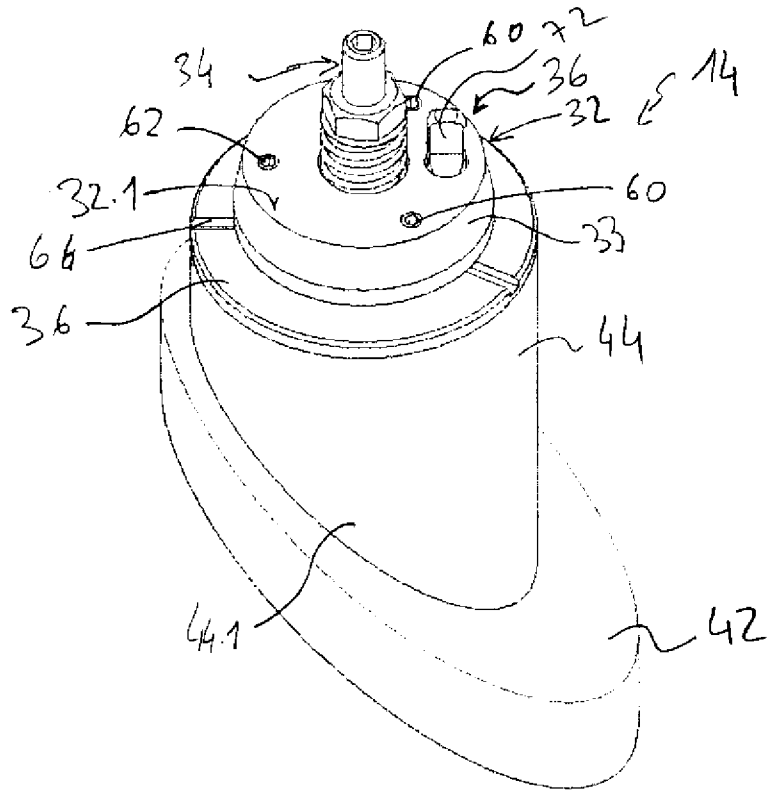


FIG. 6

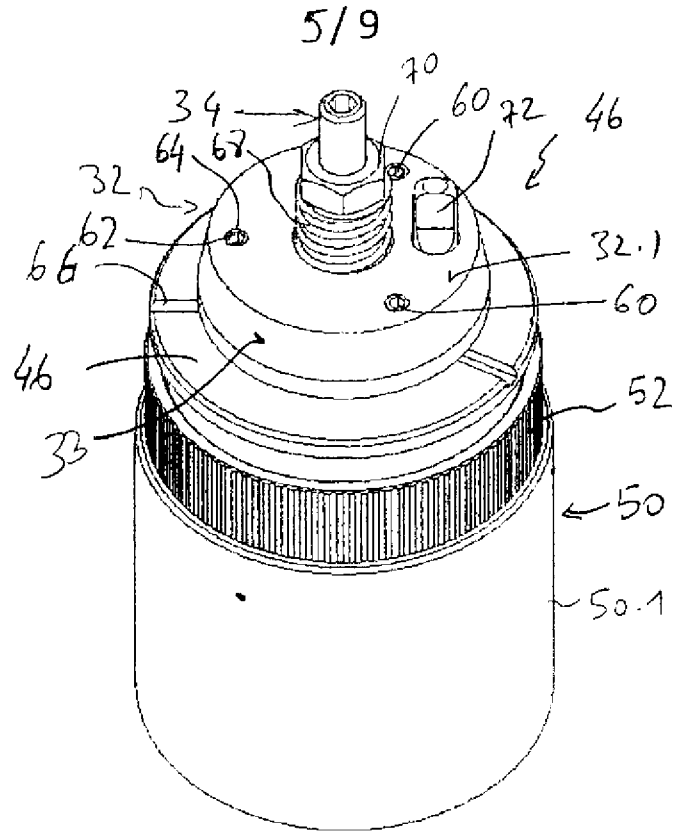


FIG. 7

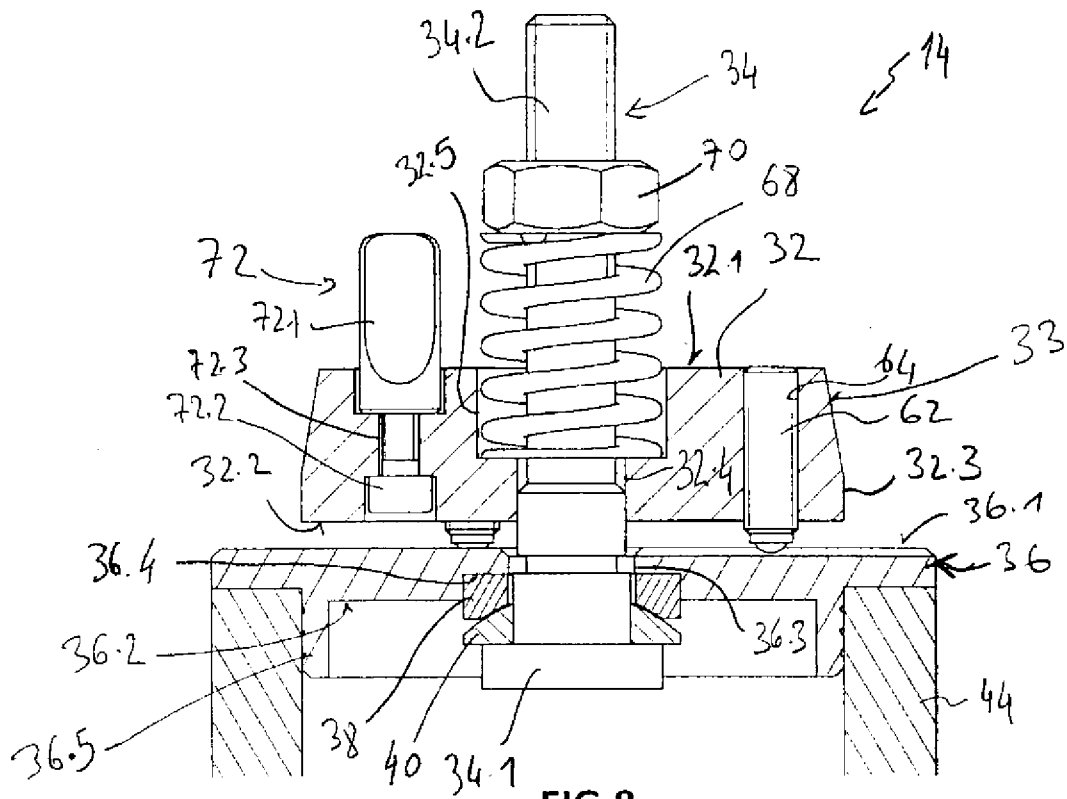


FIG. 8

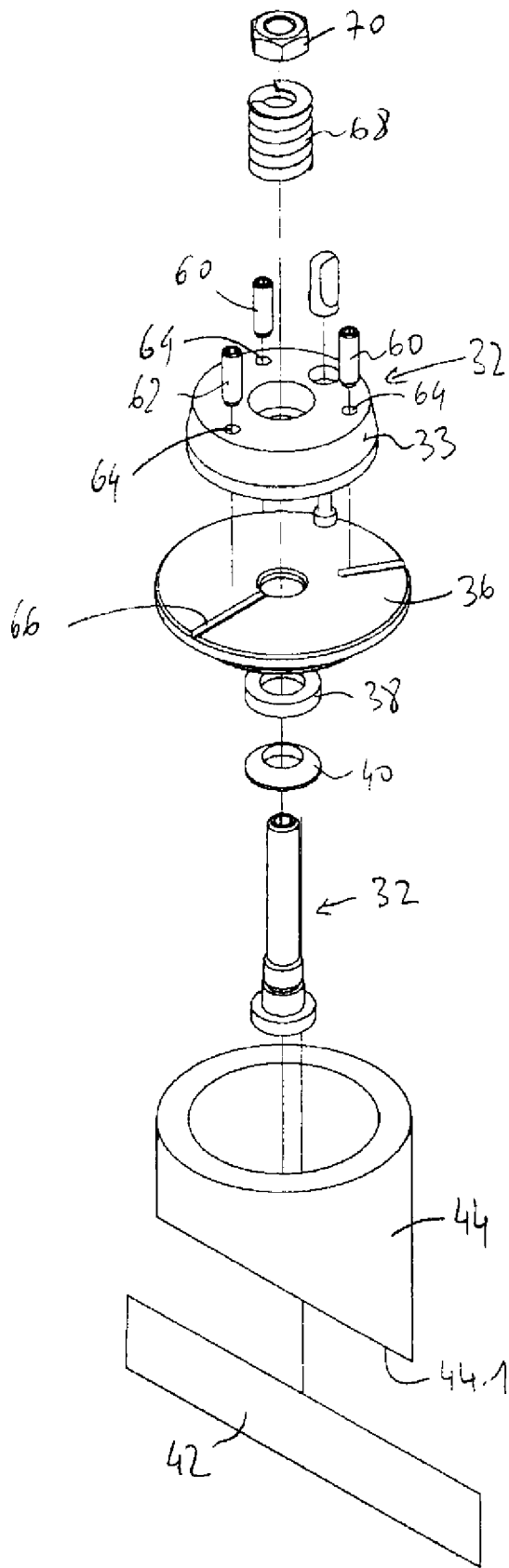


FIG. 9

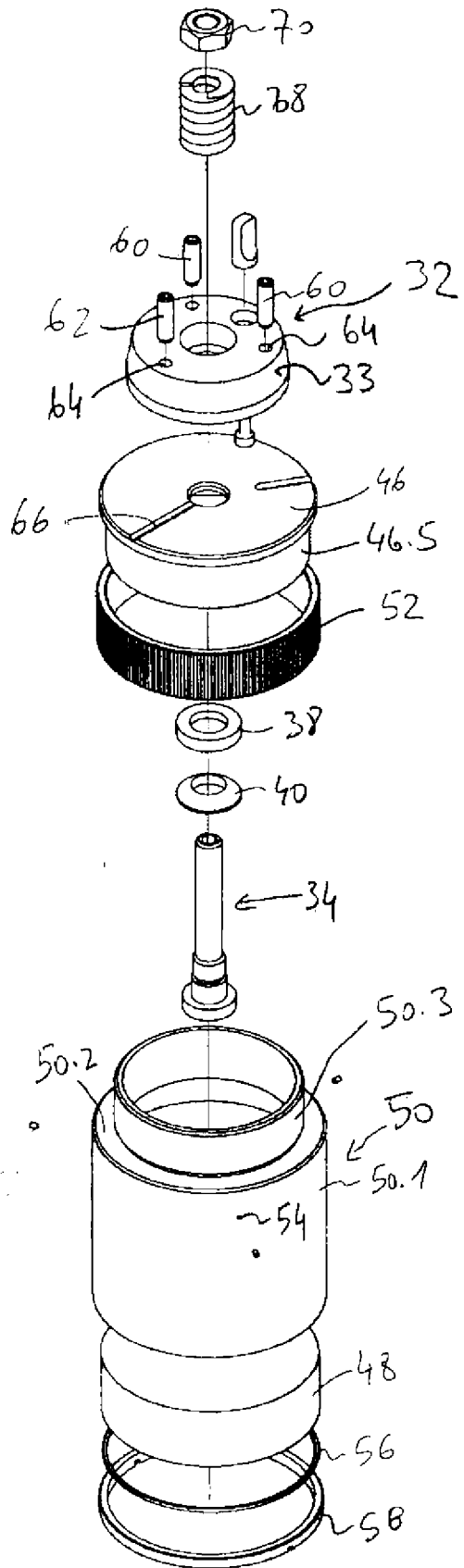


FIG. 10

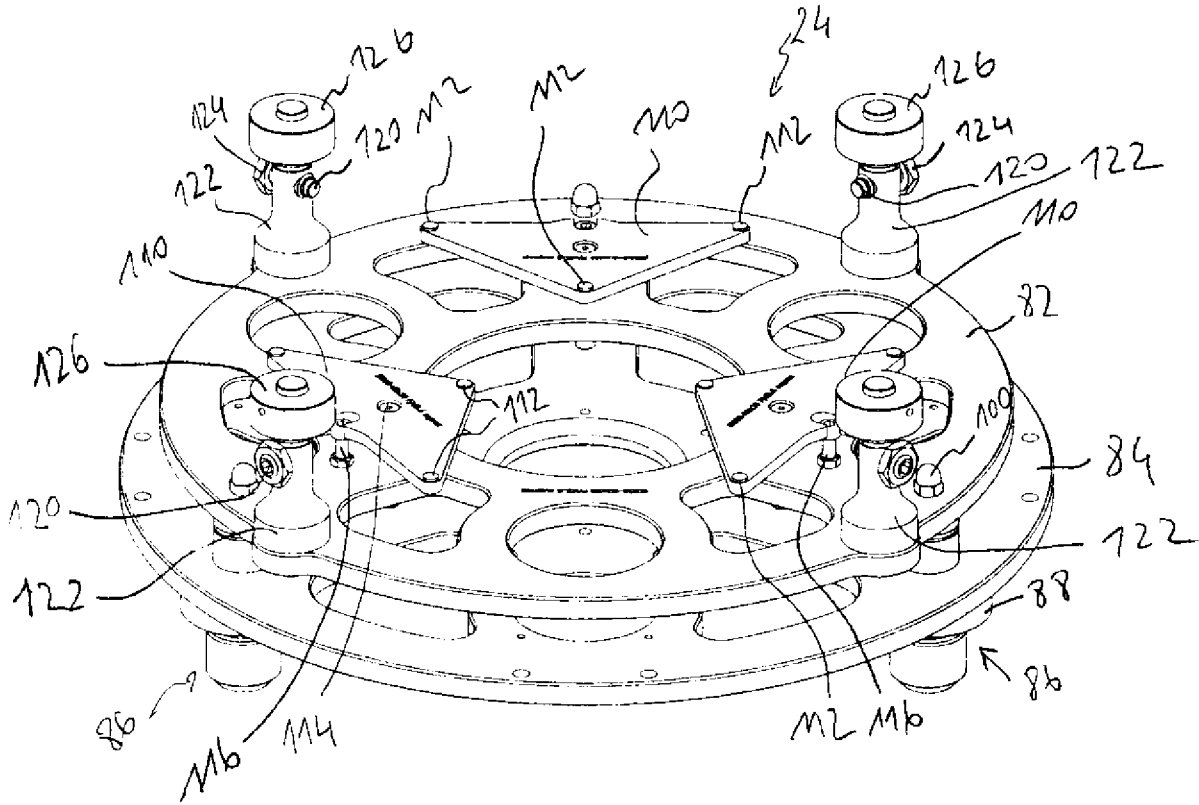


FIG. 11

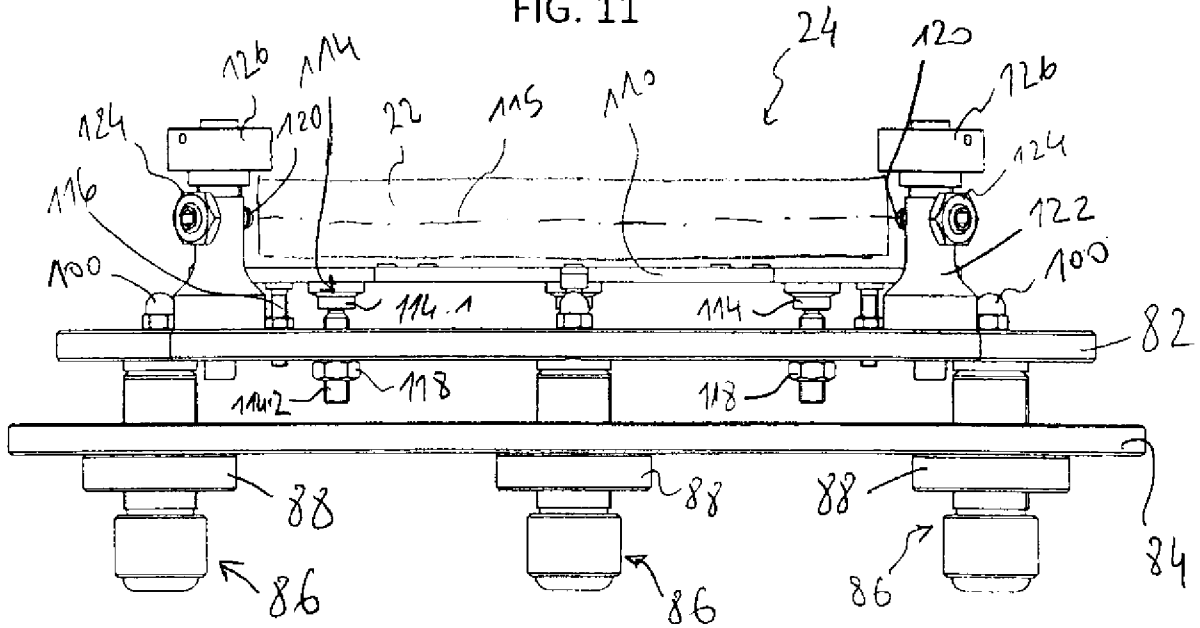


FIG. 12

8 / 9

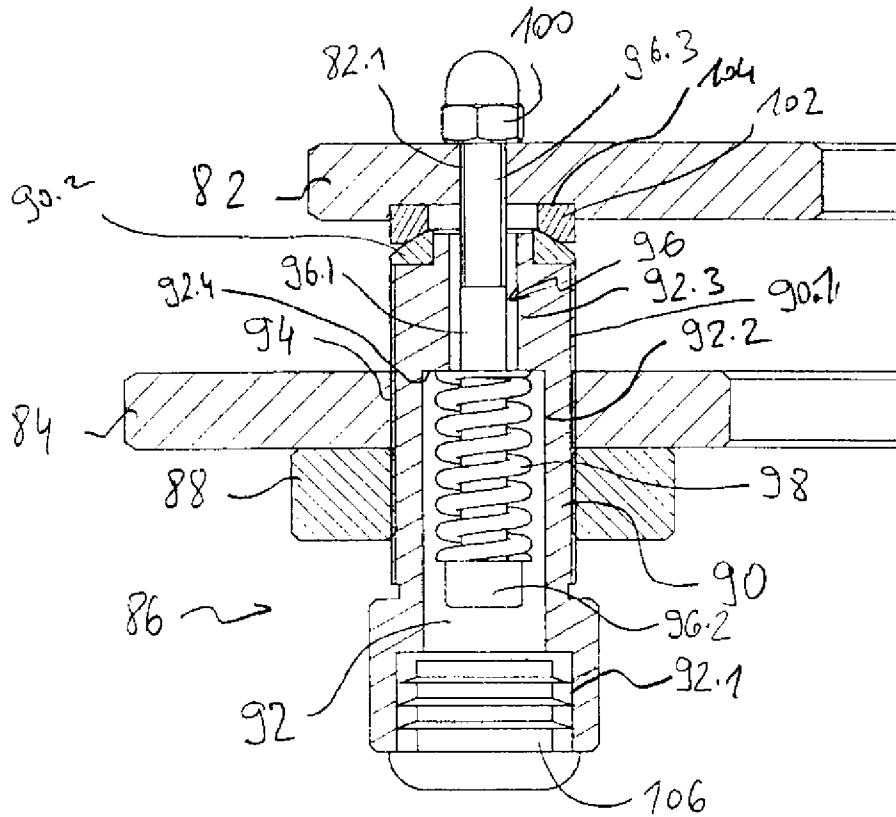


FIG. 13

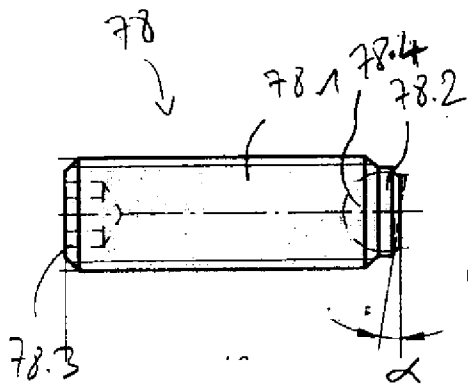


FIG. 14

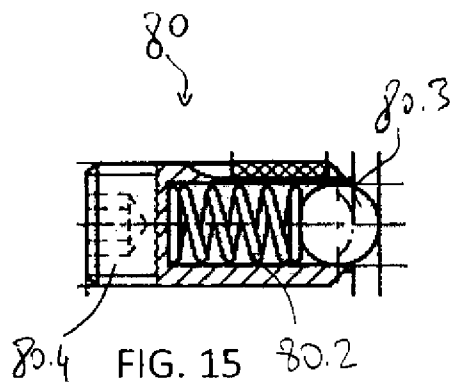


FIG. 15

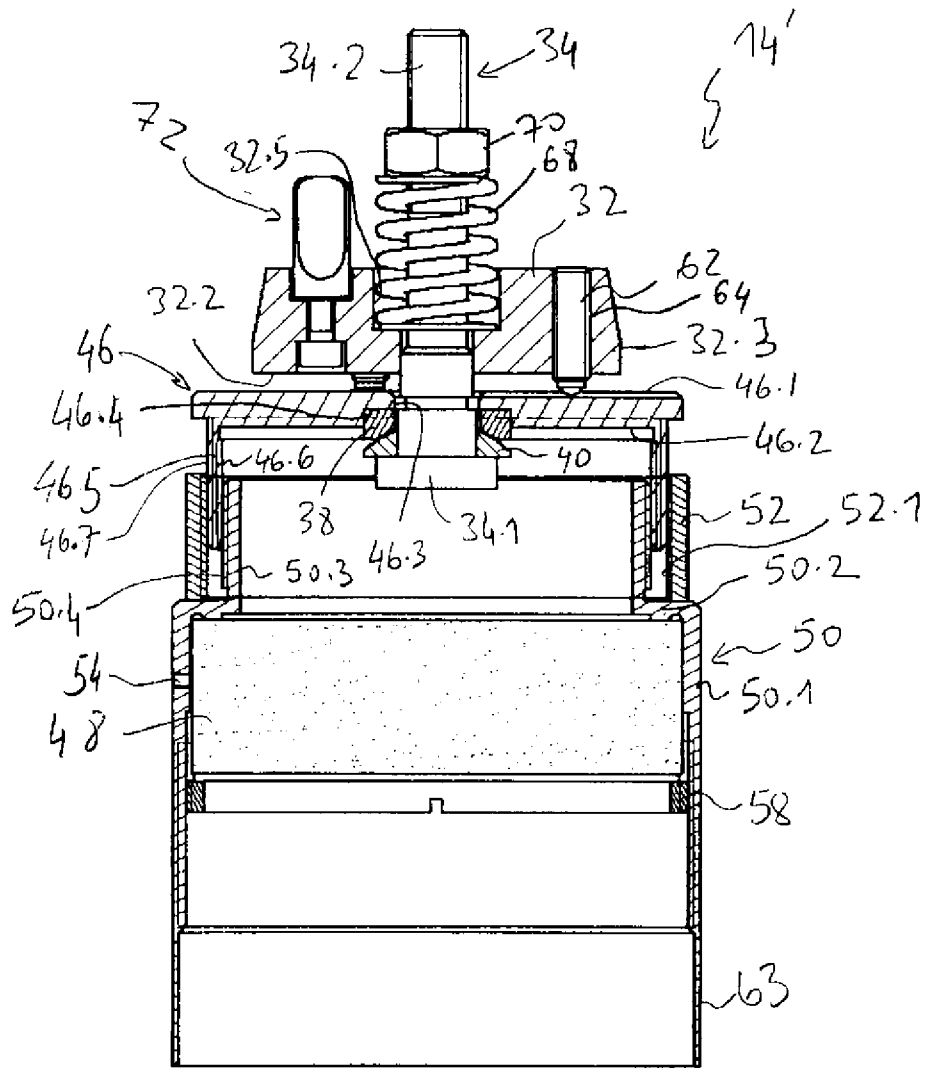


FIG. 16

