

BREVET D'INVENTION

Gr. 12. — Cl. 2.

N° 1.110.360

Classification internationale : G 01 c — G 03 b

Télémètre afocal.

M. LUCIEN-JULES-ÉMILE-ANDRÉ DODIN résidant en France (Pyrénées-Orientales).

Demandé le 17 août 1954, à 14^h 58^m, à Paris.

Délivré le 12 octobre 1955. — Publié le 13 février 1956.

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7,
de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

La présente invention a pour objet un télémètre essentiellement caractérisé par la combinaison de deux systèmes optiques :

a. Un système optique dit « afocal », c'est-à-dire dont la distance focale est variable suivant la position relative des pièces qui le constituent. La distance de l'objet étant indiquée en principe par le déplacement de mise au point de l'objectif, déplacement nécessaire pour amener l'image sur un plan fixe de référence qui peut être à l'infini.

b. Un système optique vérificateur placé entre le premier système et l'œil, contrôlant la mise au point exacte du premier système, c'est-à-dire la coïncidence du plan de l'image donnée par ce dernier avec le plan fixe de référence.

Ce contrôle est obtenu en amenant cette image à se dédoubler en deux images identiques qui seront ou superposées ou séparées suivant que la mise au point est arrêtée ou non.

Le système vérificateur offre aux rayons issus du système afocal deux orifices de même ordre de grandeur que la pupille de l'œil, ces orifices étant éloignés l'un de l'autre autant que cela est possible. Une partie des rayons issus du système afocal est canalisée par ces orifices jusqu'à l'œil à l'aide de miroirs ou de dioptries.

Dans le cas où le plan de référence est à l'infini, les miroirs et dioptries peuvent être plans et parallèles. Ils peuvent également être complétés par une lentille divergente rapprochant les images définitives à distance optima de l'œil.

De nombreuses réalisations différentes sont possibles pour le premier et le second système et la présente invention a également pour objet certaines applications spéciales rendues possibles par des combinaisons particulières de ces réalisations.

C'est ainsi notamment que pour le premier système, ou système afocal, on peut utiliser une lunette astronomique, une lunette terrestre, une lunette de galilée en position normale ou inverse, un appareil photographique reflex avec oculaire, une loupe

simple ou complexe. Dans certains de ces appareils seuls ont dû être conservés les éléments nécessaires à la visibilité de l'image, de façon à former deux lunettes distinctes dont les axes se croisent au foyer commun de leurs objectifs. Dans d'autres, un prisme situé éventuellement dans le plan focal de l'objectif permet de décentrer le vérificateur par rapport à l'objectif qui reste utilisable.

Pour le deuxième système, ou système vérificateur, on peut utiliser des périscopes simples ou doubles à miroirs ou prismes à réflexion totale parallèles, des lames à faces parallèles placées de biais, des couples de prismes à réfraction inversés ou des éléments dérivés de ces derniers en remplaçant les faces parallèles par des faces légèrement obliques et les dioptries plans par des dioptries sphériques.

La coïncidence des images vérificatrices peut être observée sur toute leur étendue par exemple par l'emploi d'un prisme cubique à plan diagonal semi-réfléchissant ou seulement sur leur frontière par l'emploi d'une surface complètement réfléchissante percée d'un trou, ou sur la ligne de séparation horizontale de deux demi-images, par exemple par l'emploi de périscopes horizontaux superposés verticalement.

Des verres absorbants ou colorés peuvent évaluer et différencier les teintes des images témoins.

Les utilisations possibles des différentes réalisations précédentes peuvent être en particulier les suivantes : levée de plans, mise au point des appareils cinématographiques ou photographiques, soit par lecture, soit par commande directe des objectifs, vérificateurs pour le montage en bonne position des objectifs photographiques, vérificateurs de planéité et rayon de courbure des surfaces.

Les considérations théoriques sur lesquelles se fondent l'invention et un certain nombre de réalisations possibles de celle-ci sont expliquées et décrites ci-dessous en référence au dessin ci-annexé dans lequel :



Les figures 1 à 3 représentent différents types de réalisation du premier système dioptrique ou système afocal;

Les figures 4 à 9 montrent différents types de réalisation du système dioptrique vérificateur;

La figure 10 représente un mode de réalisation de l'appareil complet dans lequel le premier système se dédouble en deux lunettes, dont les axes optiques se croisent au foyer commun de leurs objectifs;

La figure 11 a trait à un appareil comportant un prisme décentreur du système vérificateur.

Pour étalonner le télémètre suivant la présente invention, on peut procéder comme suit :

Un objet à l'infini est examiné à l'aide de l'ensemble des deux systèmes. L'instrument est réglé pour que l'image qu'il donne de cet objet soit placée à la distance étalon choisie. L'objet est ensuite déplacé pour occuper différentes autres positions successives et on modifie le réglage de l'instrument, par exemple en opérant un déplacement de l'objectif du système afocal, pour ramener l'image à la distance étalon.

On mesure enfin les quantités dont il aura fallu déplacer l'élément mobile de l'instrument, par exemple le déplacement de l'objectif du système afocal, pour réaliser à chaque fois le réglage plaçant l'image à la distance étalon. On en déduit, d'après les lois de la physique, les distances successives de l'objet.

Généralement les nombres mesurant ces distances sont affichés sur la monture de la lentille dont le déplacement permet de déterminer la distance de l'objet.

Les traités de physique indiquent deux systèmes principaux qu'on peut construire différemment ou combiner entre eux et qui servent de schémas pour le calcul de tous les systèmes afocaux connus.

La lunette astronomique, composée comme montré à la figure 1, d'un objectif 1, placé côté objet et d'un oculaire ou lentille d'œil 2, placé côté observateur, entre lesquels se forme une image réelle de l'objet. Un verre de champ 3 peut être placé sur l'image ou dans son voisinage.

La lunette de Galilée, telle que montrée à la figure 2, est composée d'un objectif convergent 4 formant une image réelle de l'objet, et d'un oculaire divergent 5 placé entre l'objectif et l'image réelle et donnant lui-même une image virtuelle de cette image réelle.

La lunette de Galilée peut être inversée et fonctionner encore comme système afocal si on place son système divergent dans la direction de l'objet et son système convergent dans la direction de l'œil.

En dehors des systèmes afocaux, lunette astronomique et lunette de Galilée, il existe au moins un autre instrument donnant une image à distance

éloignée pouvant être utilisée comme distance étalon dans le télémètre objet de la présente invention, mais ce n'est pas un système afocal en ceci que sa distance focale est en principe fixe : c'est la loupe. Elle est constituée par un système convergent fonctionnant isolément et de puissance constante. Ce système est utilisable comme premier élément constituant, dans le télémètre suivant la présente invention, mais la puissance étant constante, le télémètre ne peut alors mesurer qu'une seule distance égale à la distance focale de la loupe.

Cependant on a construit des loupes à puissance variable, constituées par des assemblages afocaux, tombant à ce titre dans les descriptions précédentes. Mais il est possible de construire des loupes à puissance variable ne correspondant pas aux caractères fixés par les traités de physique pour les systèmes afocaux. Ces loupes peuvent être constituées par deux systèmes convergents placés l'un par rapport à l'autre à une distance moindre que la distance focale du plus puissant des deux systèmes.

Une telle loupe comporte, comme montré à la figure 3, un premier système convergent 6 formant en 7 l'image virtuelle de l'objet placé en 8 et un second système convergent 9 formant à une distance éloignée l'image virtuelle définitive de la première image virtuelle en 7.

Le système est à puissance variable. En effet, si l'objet se déplace, par exemple en se rapprochant du premier système convergent, celui-ci en donne une image plus proche, et il faut éloigner les deux systèmes l'un de l'autre pour ramener l'image virtuelle définitive à la distance étalon.

La construction de l'instrument afocal ou de la loupe constituant le premier élément du télémètre, doit être telle que le faisceau sortant, formé de rayons sensiblement parallèles entre eux, ait une section nettement plus grande, voire beaucoup plus grande que la surface de la pupille de l'œil.

On isole dans ce faisceau, deux pinceaux de rayons en choisissant ces pinceaux assez éloignés l'un de l'autre et en leur donnant une section au moins égale, si possible, à la moitié de la surface de la pupille de l'œil.

Le système vérificateur a pour rôle de recueillir séparément chacun des deux pinceaux de rayons et de les amener simultanément dans l'œil.

Ce système devra être construit de telle façon qu'il donne des indications différentes dans le cas où l'image virtuelle est bien placée ou non à la distance étalon :

Si l'image est bien à la distance étalon, le système vérificateur doit amener les deux pinceaux de rayons de façon que ces deux images paraissent confondues.

Si l'image ne se trouve pas à la distance étalon, le système vérificateur doit amener les deux pin-

ceux de rayons de façon que les deux images ne coïncident plus et soient vues séparément.

Dans le second cas il faut modifier le réglage d'un des éléments du système afocal de l'instrument de façon à ramener les deux images à coïncider, la mesure de ce réglage permettant de connaître la distance de l'objet.

Pour parvenir à réaliser cet effet, le système vérificateur peut être constitué, comme montré à la figure 4, par un premier système 10 de surfaces déviatrices planes placé devant la lentille d'œil 12 du système afocal ou de la loupe. Ce premier système reçoit et dévie un pinceau de rayons 14 et le dirige vers l'axe de l'œil 15. Un second système 11 de surfaces déviatrices planes placé devant l'œil reprend le pinceau ainsi dévié et le renvoie vers l'œil.

L'œil peut alors comparer l'image transportée par ce pinceau avec celle fournie par un autre pinceau 13, issu lui aussi, de la lentille d'œil et examiné, soit directement, soit après déviation, par d'autres systèmes déviateurs analogues aux premiers.

Comme il a été indiqué précédemment, on peut réaliser de manières différentes l'un et l'autre des deux systèmes optiques constituant le télémètre faisant l'objet de la présente invention suivant l'utilisation envisagée.

Il sera indiqué ci-dessous, à titre d'exemple, certaines possibilités de réalisation du système afocal ou loupe ainsi que certaines applications correspondantes :

A. Ce système est constitué par une lunette astronomique ordinaire prévue pour donner un large cercle oculaire, notamment pour les levés de plans;

B. Ce système peut être un viseur redresseur de caméra cinématographique (composé schématiquement de deux lunettes astronomiques mises bout à bout), système analogue à celui des longues vues terrestres, notamment pour la mise au point des appareils cinématographiques;

C. Ce système peut être le viseur d'un appareil photographique réflex, muni d'un objectif, d'un oculaire et d'un verre de champ qui peut être constitué par une lentille entièrement polie (ou dépolie avec une réserve polie), l'image étant redressée ou non par un dispositif auxiliaire, l'ensemble viseur ainsi constitué reproduisant les éléments d'une lunette astronomique, ce viseur étant utilisé pour la mise au point de l'appareil photographique qui le porte;

D. Ce système peut être une lunette de Galilée en position normale, système convergent en avant pour des levés de plans et la mesure des distances pour la photographie.

On peut coupler ce télémètre avec un appareil photographique; en effet, dans le cas où l'objectif du télémètre a la même distance focale que celui

d'un appareil photographique déterminé, les déplacements de son objectif relatifs à la distance de l'objet sont les mêmes que ceux qu'il faut imposer à l'objectif photographique pour obtenir une bonne mise au point sur la surface sensible.

On peut donc monter le télémètre directement sur l'appareil photographique, l'objectif du télémètre étant solidaire de l'objectif de l'appareil photographique et le reste du télémètre solidaire de la surface sensible. On obtient ainsi un appareil photographique à télémètre couplé sans liaisons mécaniques mobiles ni cames entre les deux objectifs, cette liaison étant faite par seul attachement solidaire.

Dans le cas où la mise au point de l'appareil photographique est faite par déplacement de la lentille frontale, le fonctionnement et le montage sont les mêmes, pourvu que l'élément mobile du télémètre ait même distance focale que le barillet mobile de l'objectif de l'appareil photographique;

E. Ce système peut être une lunette de Galilée inversée (élément convergent vers l'œil), notamment pour la mesure des distances en combinaison avec un viseur d'appareil photographique;

F. Ce système peut être une loupe à puissance fixe, notamment pour l'implantation en bonne position des objectifs sur les appareils photographiques. Pour cette application, la loupe utilisée est l'objectif même de l'appareil photographique à régler. L'objet examiné est un test (par exemple une croix) tracé sur une surface sensible sacrifiée mise dans l'appareil. On éclaire ce test, soit à l'aide d'une ampoule électrique placée dans l'appareil, soit à l'aide d'un pinceau de rayons lumineux issu d'une source auxiliaire et introduit dans l'appareil par l'objectif lui-même à l'aide, par exemple, d'un prisme à réflexion totale. On examine le test à travers l'objectif à l'aide du système vérificateur;

G. Le système afocal peut être remplacé par une loupe à puissance variable, soit composée d'un système analogue à une lunette de Galilée ordinaire ou inversée, soit d'un système uniquement composé de systèmes convergents et peut être utilisé notamment pour la mesure de très petites distances en profondeur, par exemple comme toucheau de comparateur.

Le système vérificateur peut également être réalisé de différentes manières dont certaines seront décrites ci-dessous à titre d'exemples seulement :

Ce système peut être réalisé, comme montré à la figure 4, par un périscope composé de deux surfaces réfléchissantes parallèles entre elles ou formant entre elles un angle déterminé. Elles seront parallèles dans le cas où la distance étalon choisie sera l'infini et formeront un dièdre dans tout autre cas.

La deuxième surface réfléchissante 11 peut être remplacée par un miroir semi-réfléchissant ou par un prisme cubique à plan diagonal semi-réfléchis-

sant, de façon à mélanger les deux pinceaux de rayons avant entrée dans l'œil.

Ce système pourra être composé de deux périscopes identiques composés chacun de deux surfaces réfléchissantes, ces deux périscopes étant décentrés l'un au-dessus de l'autre ou disposés l'un près de l'autre.

Les deux pinceaux sont amenés à fusionner sur l'axe de la lentille d'œil du système afocal ou de la loupe, ils sont chacun déviés deux fois.

Comme variante, au lieu d'amener l'un près de l'autre les deux pinceaux au moment de leur entrée dans l'œil, on peut les amener dans le même axe. La deuxième surface réfléchissante de l'un des deux périscopes est remplacée par un prisme cubique à plan diagonal semi-réfléchissant. La seconde surface réfléchissante du second périscopie est amenée derrière ce cube de façon à mêler les rayons des deux pinceaux.

Il est possible aussi, au lieu d'employer une surface semi-réfléchissante, d'employer une surface complètement réfléchissante mais percée d'un trou.

Les miroirs plans des périscopes de la figure 4 peuvent être remplacés par des prismes rhomboïdaux, comme montré aux figures 5a et 5b; dans la première, les pinceaux 13 et 14 arrivant du système afocal restent séparés; dans la seconde, ils sont confondus; les surfaces inclinées des prismes rhomboïdaux sont parallèles si l'image est à l'infini, et inclinées l'une par rapport à l'autre si l'image est à distance finie.

On peut dévier, symétriquement ou non, les deux pinceaux 13 et 14 au lieu de n'en dévier qu'un seul, comme montré aux figures 6a et 6b; on utilise alors deux prismes jointifs qui peuvent être au même niveau, comme montré respectivement de face et de côté aux figures 6a et 6b, ou décalés en hauteur, comme montré de même aux figures 6c et 6d.

Le système peut être constitué par un fragment de glace disposé obliquement, comme montré à la figure 7a; les pinceaux 13 et 14 qui ont traversé l'oculaire du système afocal arrivent l'un 13 directement à l'œil, l'autre 14 après avoir traversé le fragment de glace oblique 16; les deux pinceaux peuvent aussi traverser chacun un fragment de glace, comme montré à la figure 7b.

Seules les faces d'entrée et de sortie des pinceaux lumineux, marquées 40 sur les figures 7a et 7b sont polies.

Ce système peut être composé de deux prismes de réfractions 17 et 18, par exemple identiques et inversés l'un par rapport à l'autre, comme montré à la figure 8a. Le pinceau 14 est dévié quatre fois, le pinceau 13 n'est pas dévié et parvient directement à l'œil.

Comme variante, ce système peut être composé de quatre prismes de réfraction, deux à deux iden-

tiques, symétriquement disposés par rapport à l'axe optique du système afocal ou de la loupe. Les deux pinceaux 13 et 14 sont déviés chacun quatre fois, comme montré à la figure 8b.

Au lieu d'un seul système vérificateur placé sur la lentille d'œil du système afocal, on peut en placer plusieurs construits différemment de façon à permettre de réunir entre eux des pinceaux plus ou moins écartés l'un de l'autre. Cette disposition permet de conserver au télémètre son efficacité quand il est nécessaire de diaphragmer l'objectif du système afocal ou de la loupe, ce qui réduit le diamètre du cercle oculaire; cette disposition est représentée à la figure 9, dans laquelle on peut voir le cercle oculaire à grand diaphragme 21, avec le système vérificateur correspondant 22, et le cercle oculaire à petit diaphragme 23 avec le système vérificateur correspondant 24.

On peut dédoubler les éléments qui composent le système afocal ou la loupe en deux systèmes symétriques réduits aux surfaces optiques seulement nécessaires à assurer le passage des pinceaux utilisés par le système vérificateur. Il est avantageux alors, pour réduire les aberrations au minimum, soit d'employer des fragments de lentilles décentrés et convenablement inclinés, soit des lentilles centrées doublées par des prismes de réfraction. On peut, au moins pour l'oculaire, utiliser la première surface de réflexion du vérificateur pour redresser le pinceau de façon à faire l'économie de deux prismes de réfraction.

C'est ainsi notamment qu'on a représenté à la figure 10 des lentilles décentrées 26, 27, qu'on peut composer par collage d'une lentille centrée et d'un prisme, formant objectifs, deux lentilles centrées 28, 29 formant oculaire, le verre de champ 30 qui peut être fort petit, l'ensemble formant deux lunettes astronomiques pour les pinceaux 13 et 14 respectivement; ces pinceaux sont recueillis par les périscopes constitués par des miroirs 31, 32 pour l'un, 33, 34 pour l'autre, qui les dirigent vers l'œil de l'observateur, ces groupes de deux miroirs pouvant être remplacés par des prismes à réflexion totale ou par des lames de verre, comme expliqué précédemment.

On peut situer un prisme de réfraction 35 sur le plan de l'image réelle, c'est-à-dire contre le verre de champ 36, comme montré à la figure 11, si on désire décentrer le vérificateur 37 par rapport à l'axe de l'objectif 38 et de l'oculaire 39 de la lunette constituant le système afocal.

On peut introduire des prismes correcteurs pour rectifier ou modifier le réglage des vérificateurs, ceci n'importe où sur le trajet des pinceaux. Ces prismes correcteurs peuvent être remplacés par un ou des diaphragmes.

On peut employer une lunette auxiliaire entre les vérificateurs et l'œil pour augmenter les dimen-

sions apparentes des images et augmenter ainsi le pouvoir séparateur de l'œil.

Dans le cas où l'aberration de sphéricité est à craindre et pourrait fausser les mesures, il est avantageux d'employer des surfaces asphériques.

Il est préférable de choisir une distance étalon plus proche que l'infini; mais, dans ce cas, il n'est pas possible de construire certains des vérificateurs cités, seulement avec des surfaces parallèles. Si on désire cependant utiliser des surfaces parallèles mais tout de même situer l'image pour l'œil plus proche que l'infini, il est possible de le faire, mais en plaçant une lentille faiblement divergente entre le vérificateur et l'œil.

On peut placer un écran absorbant coloré ou non sur le chemin d'un des pinceaux pour affaiblir la tonalité d'une des images. Dans ce même but, on peut métalliser à plus ou moins de 50 % le plan diagonal des cubes à plan diagonal semi-réfléchissant utilisé.

Il est du reste bien entendu que les différents modes de réalisation de l'invention qui ont été décrits ci-dessus ont été donnés à titre purement indicatif et nullement limitatif et que de nombreuses modifications peuvent être apportées tant au système afocal qu'au système vérificateur et à leur combinaison, sans qu'on s'écarte pour cela du cadre de la présente invention.

RÉSUMÉ

1° Ce télémètre afocal est essentiellement caractérisé par la combinaison de deux systèmes optiques :

a. Un système dioptrique dit « afocal », c'est-à-dire de distance focale variable en fonction de la position d'une lentille mobile, la distance de l'objet étant en principe indiquée sur une graduation par le déplacement de mise au point de cette lentille nécessaire pour amener l'image dans un plan fixe de référence repéré par le second système, ce plan pouvant être à l'infini;

b. Un système optique vérificateur placé entre le premier système et l'œil, contrôlant la mise au point du premier système, c'est-à-dire la coïncidence du plan de l'image donnée par ce dernier avec le plan fixe de référence, en donnant de l'image précédente deux nouvelles images venant en superposition ou se séparant suivant que le premier système est réglé ou ne l'est pas.

2° Ce système vérificateur peut comporter deux petites fenêtres (d'une surface environ moitié de la pupille et distantes entre elles autant qu'il est possible, disposées vis-à-vis de l'oculaire du premier

système), auxquelles fenêtres font suite un ou deux systèmes à miroirs ou dioptries amenant dans l'oculaire de ce système vérificateur, et rayonnant sensiblement d'un même point, les rayons lumineux entrés par les fenêtres et issus d'un même point du plan de référence.

3° Dans le cas où le plan de référence est à l'infini, les miroirs et dioptries peuvent être tous plans et parallèles.

4° Ils peuvent également être complétés par une lentille divergente rapprochant les images définitives à distance optima de l'œil.

5° Le système afocal est constitué par une lunette astronomique, une lunette terrestre, une lunette de Galilée en position normale ou inverse, un appareil photographique réflex avec oculaire, une loupe simple ou complexe.

6° Il comporte seulement les éléments nécessaires à la visibilité de l'image depuis les fenêtres, de façon à former deux lunettes distinctes se croisant au foyer commun de leur objectif et dont les axes optiques incidents sont ramenés au parallélisme éventuellement par des prismes.

7° Un prisme situé éventuellement dans le plan focal de l'objectif permet de décentrer le vérificateur par rapport à l'objectif qui reste utilisable.

8° Le système vérificateur est constitué par des périscopes simples ou doubles à miroirs ou prismes à réflexion totale parallèles, des lames à faces parallèles placées de biais, des couples de prismes à réfraction inversés ou des éléments dérivés de ces derniers en remplaçant les faces parallèles par des faces légèrement obliques et les dioptries plans par des dioptries sphériques.

9° Une surface semi-réfléchissante, un prisme cubique à plan diagonal semi-réfléchissant ou une surface complètement réfléchissante et percée d'un trou permet d'observer en coïncidence les deux images dans le vérificateur.

10° Des verres absorbants ou colorés différencient les deux images témoins vues dans le vérificateur.

11° Des combinaisons particulières de certaines réalisations de ces deux systèmes optiques sont utilisés notamment pour des levés de plans, mise au point des appareils cinématographiques ou photographiques, soit par lecture, soit par commande directe des objectifs, vérificateurs pour le montage en bonne position des objectifs photographiques, toucheaux de comparateurs.

LUCIEN-JULES-ÉMILE-ANDRÉ DODIN.

Par procuration :

BLÉTRY.

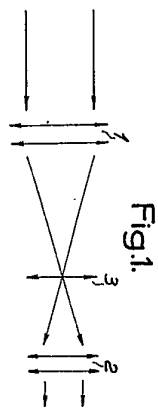


Fig. 1.

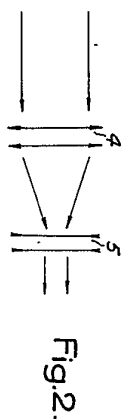


Fig. 2.

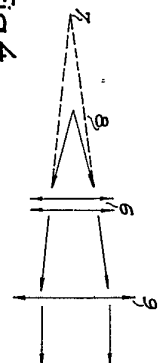


Fig. 3.

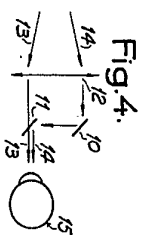


Fig. 4.

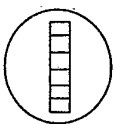


Fig. 6a.

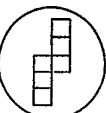


Fig. 6c.

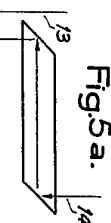


Fig. 5a.

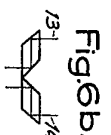


Fig. 6b.

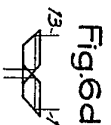


Fig. 6d.

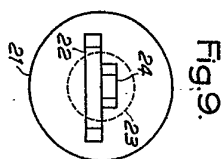


Fig. 9.

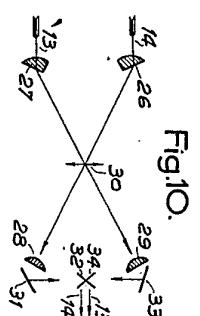


Fig. 10.

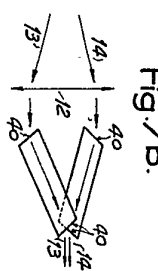


Fig. 7b.

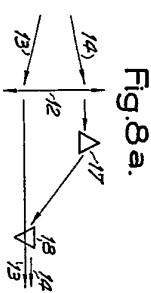


Fig. 8a.

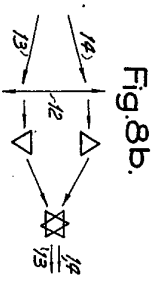


Fig. 8b.

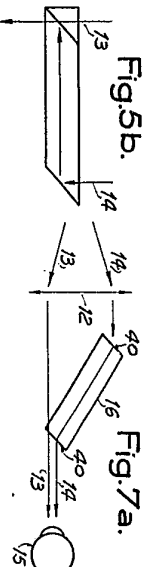


Fig. 5b.

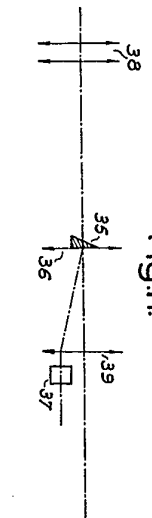


Fig. 11.

Fig.1.

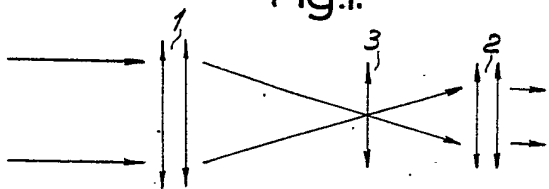


Fig.2.

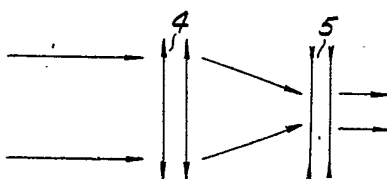


Fig.3.

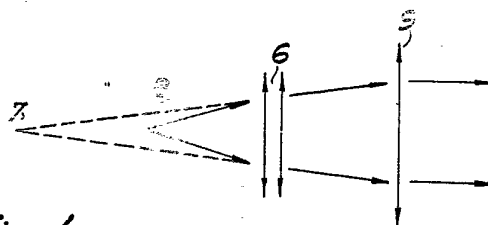


Fig.4.

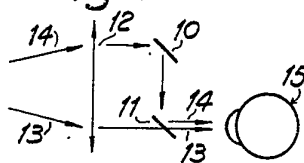


Fig.6a.

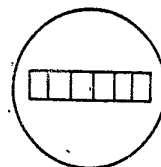


Fig.6c.

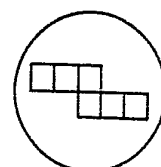


Fig.6b.



Fig.6d.

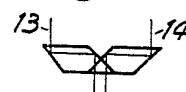


Fig.5a.

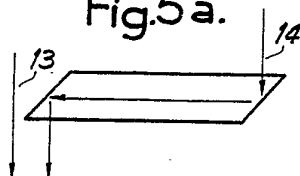


Fig.5b.

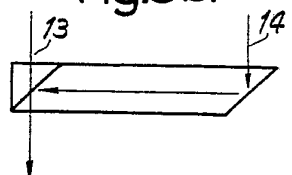


Fig.7a.

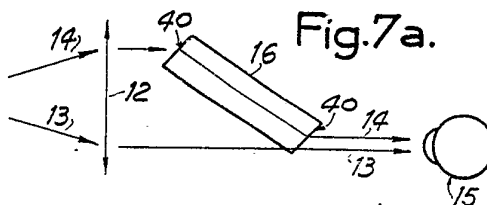


Fig.7b.

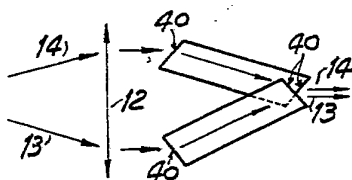


Fig.8a.

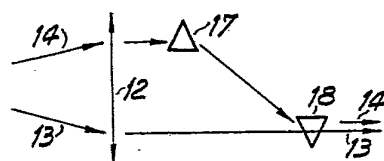


Fig.8b.

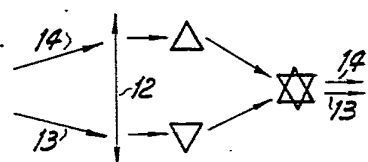


Fig.3.

Fig.6c.

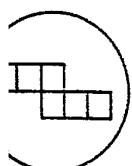


Fig.6d.

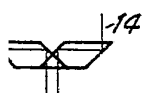


Fig.9.

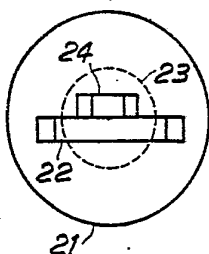


Fig.10.

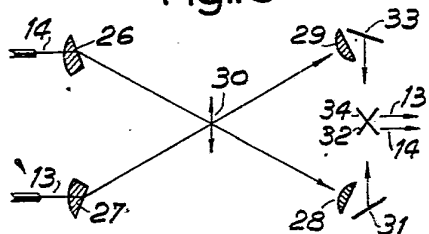


Fig.11.

Fig.7a.

