

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 20634

(54) Tête optique de reproduction à laser semi-conducteur.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 11 B 7/08.

(22) Date de dépôt 25 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 25 septembre 1979, n° 123047/1979.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 27-3-1981.

(71) Déposant : Société dite : SONY CORPORATION, résidant au Japon.

(72) Invention de : Hiroshi Ohki et Chiaki Kojima.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

La présente invention concerne une tête optique de reproduction à laser semi-conducteur.

La description ci-après concerne une tête de reproduction optique, connue, utilisant un laser semi-conducteur représenté à la figure 1.

Selon la figure 1, une source laser 1, semi-conductrice se compose d'un semi-conducteur du type à double jonction hétérogène, par exemple GaAlAs (arsénure gallium-aluminium). La source laser 1 émet un faisceau laser dont la section pour la position d'émission est un rectangle allongé d'environ 0,5 micron x 5 à 10 microns. Le faisceau laser émis par la source laser 1 est un faisceau divergent suivant des angles de divergence anisotropique, de l'ordre de 30 % sur le côté correspondant à chaque grand côté de la section donnée ci-dessus par rapport à la surface périphérique du faisceau parallèle pour chacun des grands côtés d'environ 4° pour le petit côté par rapport à la surface périphérique du faisceau parallèle pour chaque petit côté. Les angles de divergence respectifs des surfaces périphériques opposées du faisceau sont symétriques l'un par rapport à l'autre.

Le faisceau divergé (faisceau laser à polarisation linéaire) de la source laser 1 tombe sur une lentille formant collimateur 2 qui fait converger ce faisceau pour donner un faisceau sensiblement parallèle (un faisceau d'onde essentiellement plane) avant de tomber sur une lentille cylindrique (composée en fait de deux lentilles) 3. Cette lentille 3 corrige l'anisotropie des angles de convergence du faisceau et le faisceau parallèle tombe sur un diviseur de faisceau 4, polarisé. Puis le faisceau laser, à polarisation linéaire fourni par le diviseur 4 rencontre une plaque dite à quart d'onde ($\lambda/4$) qui donne un faisceau laser à polarisation circulaire tombant sur l'objectif 6. Le faisceau qui traverse la lentille 6 est un faisceau focalisé dont la section est pratiquement circulaire et qui tombe en définitive sur un support d'enregistrement optique 7 pour former un point dont le diamètre est au plus égal à 1 micron.

Un signal à modulation d'impulsion codé correspondant à un signal d'information tel qu'un signal vidéo, un signal audio ou analogue est enregistré sur le support d'enregistrement optique 7 sous la forme d'un train de bits suivant

un chemin en spirale. Le faisceau réfléchi par le support d'enregistrement 7 traverse l'objectif 6 pour tomber sur la plaque 5 qui le transforme d'un faisceau à polarisation circulaire en un faisceau à polarisation linéaire (le faisceau incident et la surface polarisée se correspondent perpendiculairement). Le faisceau transformé, fourni par la plaque 5 est réfléchi par le diviseur 4 pour tomber sur une lentille cylindrique 8, puis sur un photodétecteur 9 (tel qu'une diode PIN) qui en donne un signal de sortie, reproduit.

10 Le photodétecteur 9 se compose de quatre éléments rectangulaires, de photodétection qui ont les mêmes dimensions. Un point du faisceau incident vers le photodétecteur 9 varie de forme entre une forme elliptique en passant par un véritable cercle pour donner de nouveau une autre ellipse (dont le grand
15 diamètre coupe perpendiculairement le grand diamètre de la première ellipse) du fait de la lentille cylindrique 8, suivant l'état de focalisation de la lumière incidente sur le support d'enregistrement optique 7. Ainsi, en utilisant la différence entre la somme des signaux reproduits sur deux éléments photo-
20 détecteurs, opposés, répartis suivant une diagonale du photodétecteur 9 et la somme des signaux reproduits suivant deux éléments photodétecteurs opposés, prévus suivant l'autre diagonale, on obtient un signal d'erreur de focalisation. Ce signal d'erreur de focalisation déplace l'objectif 6 ou l'ensemble du
25 système optique dans la direction de l'axe optique pour permettre l'asservissement de la focalisation.

En utilisant la différence entre la somme des signaux reproduits par les deux éléments photodétecteurs du côté droit et la somme des signaux reproduits du côté gauche,
30 on obtient un signal d'erreur de traçage. Ce signal d'erreur de traçage permet de déplacer l'objectif 6 sous l'ensemble du système optique dans une direction perpendiculaire à la piste du support d'enregistrement, pour pouvoir commander la position centrale du faisceau et se déplacer sur la piste.

35 A la place de la lentille cylindrique 8, on peut également prévoir un coin pour séparer le faisceau émis par le diviseur 4 et donner deux parties ; les faisceaux ainsi obtenus tombent sur le photodétecteur 9. Dans ces conditions, on modifie l'angle de séparation ci-dessus en fonction de l'état de foca-
40 lisation du faisceau incident sur le support d'enregistrement

optique, pour utiliser le fait ci-dessus et donner un signal d'erreur de focalisation à partir du photodétecteur 9 de la même manière que celle indiquée ci-dessus.

Lorsqu'on utilise comme source laser semi-conductrice 1, un semi-conducteur ayant des angles de divergence de faible anisotropie, on peut supprimer la lentille cylindrique 3. Toutefois, une telle source laser sera rarement utilisée car le rendement du faisceau laser n'est pas très important.

La tête de reproduction optique selon l'art antérieur, décrite ci-dessus présente de nombreux inconvénients. En effet comme pour le collimateur 2 et l'objectif 6, on utilise des lentilles analogues à celles des objectifs d'un microscope, ces lentilles sont relativement lourdes, représentent de l'ordre de 8 à 10 grammes à titre d'exemple. En outre, on arrive à un système optique de grande dimension, dans l'ensemble et le nombre des composants utilisés est important, si bien que l'encombrement devient important. La fabrication et le réglage du système optique sont délicats si bien qu'il y a des déformations par suite des variations en fonction du temps ; de plus, le coût augmente. En outre lorsque le système optique est soulevé et abaissé pour l'asservissement de la focalisation ou lorsqu'il vibre à gauche et à droite (wobulation) pour l'asservissement de la piste, il faut un dispositif d'entraînement, important, ce qui augmente la consommation de la puissance et cela abaisse la limite supérieure de la fréquence de vibration.

On connaît également une tête optique de reproduction comportant une source laser semi-conductrice, représentée à la figure 2 ; dans cette figure, on a utilisé les mêmes références qu'à la figure 1 pour désigner les éléments identiques dont la description ne sera pas reprise. Dans l'exemple de la figure 2, le photodétecteur 9 est prévu sur le côté opposé du collimateur 2, avec interposition d'une source laser semi-conductrice 1. Le faisceau reproduit ou réfléchi par le support d'enregistrement 7 est transmis en retour suivant un chemin passant par l'objectif 6, la lentille cylindrique 3 et le collimateur 2 et la source laser semi-conducteur 1, pour moduler l'intensité du faisceau oscillant suivant le degré du faisceau de retour. On détecte ainsi l'intensité du faisceau rayonné en retour par la source laser et on le reproduit par le photodétecteur 9.

La tête optique de reproduction de la figure 2 semble être d'une construction très simple par comparaison avec la tête de reproduction optique de la figure 1. Toutefois pour réaliser l'asservissement ci-dessus à l'aide des signaux d'erreur
5 de focalisation et de traçage, il faut soumettre le système d'optique à un moyen de wobulation et d'entraînement si bien que l'on arrive à une structure relativement complexe et la stabilité de l'asservissement n'est pas bonne.

Ainsi selon l'invention, on a proposé une tête
10 de reproduction optique comportant une source laser semi-conductrice utilisant comme système optique une lentille holographique. Une telle tête de reproduction optique sera décrite ci-après selon la figure 3. Dans cette tête de reproduction optique, il est prévu une lentille holographique 10 remplaçant le collima-
15 teur 2, la lentille cylindrique 3 (qui parfois n'est pas utilisée) ainsi que l'objectif 6 utilisé dans l'exemple de la figure 2 pour assurer les fonctions optiques de cette dernière lentille. Lorsque la lentille holographique 10 est soumise à l'action du faisceau laser émis par la source laser semi-con-
20 ductrice 1, comme à la figure 2, on obtient un faisceau focalisé identique à celui de l'objectif 6 de la figure 2 fourni par la lentille holographique 10. Les autres éléments sont analogues à ceux de l'exemple de la figure 2.

La description ci-après concerne un procédé de
25 fabrication de la lentille holographique 10 selon les figures 4 et les suivantes. A la figure 4, la référence 10' concerne un support d'enregistrement holographique pour la lentille holographique 10 à fabriquer. Bien que non représentée, une couche photosensible avec de la gélatine comme matière princi-
30 pale est appliquée comme revêtement sur une plaque de verre du support d'enregistrement 10'. Une image d'interférence photographique est réalisée dans cette couche photosensible comme cela sera décrit ultérieurement ; on développe la couche photo-
sensible ainsi traitée pour donner la lentille holographique 10.

35 Ainsi on obtient la lentille holographique (la lentille holographique désaxée 11) comme objectif pour la lentille holographique 10. La lentille holographique désaxée 11 est disposée en parallèle et en regard du support d'enregistrement 10', à une certaine distance de celui-ci. En avant de la
40 lentille holographique 11' se trouve un masque 12. Le masque 12

est formé d'une partie 12a transparente à la lumière, en son centre et d'une partie arrêtant la lumière 12b correspondant à toute la surface autre que la surface ci-dessus comme cela est représenté à la figure 5. A titre d'exemple, on réalise par un
5 dépôt sélectif une couche métallique de chrome ou de nickel, sous la forme d'un dépôt sur une plaque de base en verre pour donner le masque 12. La partie transparente à la lumière 12a coïncide pratiquement avec l'amplitude du coefficient de transmission de la partie émettrice du faisceau laser pour la source
10 laser semi-conductrice utilisée, ou est rendue sensiblement coïncidente avec la forme en coupe (dimensions) de la partie émettrice ci-dessus. Dans cet exemple, la partie transparente à la lumière 12a correspond par la forme au faisceau laser de la source laser semi-conductrice 1 selon la figure 1.

15 Le faisceau laser d'une source laser commune (non représentée) traverse en partie un diviseur de faisceau 13 et tombe sur un dispositif de développement de faisceau 14 qui augmente la largeur du faisceau. Il est préférable dans ces conditions que la source laser commune donne un faisceau laser
20 de même longueur d'onde que le faisceau laser de la source laser semi-conductrice à utiliser. Le faisceau développé, fourni par le dispositif 14 est réfléchi par le miroir 15 et le faisceau réfléchi tombe sur la lentille holographique 11, désaxée suivant un angle d'incidence par exemple égal à 45°
25 comme faisceau d'onde de référence de reproduction (faisceau d'onde plane ou faisceau d'onde sphérique, analogue) 16. Ainsi la lentille holographique 11 reproduit un faisceau d'onde-sujet, de mise au point (faisceau d'onde sphérique) 17 qui sera focalisé au point P. Le faisceau d'onde-sujet 17 tombe sur le support d'enre-
30 gistrement 10' en avant du point P comme faisceau d'enregistrement, focalisé (faisceau d'onde sphérique) dont l'axe optique est perpendiculaire au support d'enregistrement 10'.

L'autre partie du faisceau laser de la source laser commune mentionnée ci-dessus est réfléchi par le diviseur
35 13 ainsi qu'en outre par le miroir 18. Le faisceau réfléchi par le miroir 18 traverse une lentille auxiliaire 19 qui comprime le faisceau en largeur, puis le réfléchit au niveau du miroir 20. Le faisceau réfléchi par le miroir 20 traverse la partie transparente à la lumière 12a du masque 12 pour former un fais-
40 ceau divergent (faisceau d'onde sphérique) 21. Le faisceau

divergent 21 a une section et un angle de divergence correspondant à ceux du faisceau laser émis par la source laser semi-conductrice à utiliser. Le faisceau 11 tombe sur le support d'enregistrement 10' comme faisceau d'enregistrement, divergent, dont l'axe optique est perpendiculaire au support d'enregistrement 10'.

On enregistre un schéma d'interférence sur le support d'enregistrement 10' pour les faisceaux 17 et 21, les deux ayant des axes optiques perpendiculaires au support d'enregistrement 10' ou coaxiaux l'un avec l'autre. Le support d'enregistrement 10' est alors développé pour donner la lentille holographique 10 correspondant pour sa fonction à celle du système optique de la figure 2 ou du collimateur 2, de la lentille cylindrique 3 et de l'objectif 6. Dans ces conditions, la distance entre le support d'enregistrement 10' et la lentille holographique 11 est choisie pour avoir une partie de chevauchement maximum des faisceaux 17 et 21 du support d'enregistrement 10'.

Le masque 12 peut être un obstacle pour le faisceau d'onde de référence de reproduction 16. Toutefois si le masque 12 est très petit par comparaison avec la surface de la lentille holographique 11 ou est attaché à la surface arrière de cette lentille 11 (sa surface est opposée au support d'enregistrement 10') on réduit l'influence du masque 12 pour le faisceau 17 de l'onde-sujet, reproduit.

La lentille holographique 11, désaxée qui constitue l'objectif du mode de réalisation de la figure 4 sera décrite ci-après comme suit. Suivant la figure 6, un faisceau d'onde de référence d'enregistrement (un faisceau d'onde plane ou faisceau d'onde sphérique analogue) 23 tombe sur un support d'enregistrement holographique 11' suivant un angle incident égal à 45° en étant émis par la source laser commune (non représentée) qui est avantageusement la même source que celle de la figure 4. Entre temps le faisceau laser de la même source laser tombe sur l'objectif (comme pour un microscope) 24, pour se focaliser au point Q, puis donne un faisceau d'onde-sujet d'enregistrement, divergent (faisceau d'onde sphérique) 25 qui tombe sur le support d'enregistrement 11' avec un masque optique perpendiculaire à celui-ci pour donner un schéma d'interférence des faisceaux ci-dessus. Le support d'enregistrement 11'

ainsi traité est développé, ce qui donne en définitive la lentille holographique désaxée 11.

En plus de l'exemple utilisant la lentille holographique désaxée 11 de la figure 4 comme objectif, on décrira
5 ci-après suivant la figure 7 un exemple utilisant une lentille holographique alignée dans l'axe. Le faisceau laser de la source laser commune (comme pour la figure 4 bien que cela ne soit pas représenté) traverse partiellement un diviseur de faisceau 27 pour donner un faisceau d'onde de référence de reproduction
10 (faisceau d'onde plane ou faisceau d'onde sphérique analogue) 28 qui tombe partiellement sur une lentille holographique alignée 11 et donne un faisceau d'onde-sujet de reproduction (faisceau d'onde sphérique) 17 qui est focalisé au point P. Ce faisceau d'onde-sujet 17 tombe sur le support d'enregistrement
15 holographique 10' sous la forme d'un faisceau d'enregistrement focalisé. Entre temps l'autre partie du faisceau laser de la même source laser est réfléchi par le miroir 18 pour être comprimée en largeur dans la lentille auxiliaire 19, être réfléchi sur le diviseur de faisceau 27, puis traverser la partie
20 de transmission de lumière 12a du masque 12 et donner un faisceau d'enregistrement divergent (faisceau d'onde sphérique) 21.

Ce faisceau divergent 21 tombe sur le support d'enregistrement 10' de façon que son axe optique coïncide avec la normale au support d'enregistrement 10' (c'est-à-dire perpendiculairement à ce support d'enregistrement). On obtient ainsi
25 un schéma d'interférence des faisceaux 17 et 21 sur le support d'enregistrement 10' et par développement on obtient la lentille holographique 10. Dans ces conditions, la lentille holographique 11 a un très faible rendement de diffraction et les
30 bandes d'interférence en son centre sont grossières si bien qu'il est difficile d'obtenir une diffraction de bragg. Il en résulte qu'il ne convient pas d'examiner de façon plus sérieuse l'influence du masque 12 que dans l'exemple de la figure 4.

La lentille holographique alignée 11 constituant
35 l'objectif de la figure 7 s'obtient comme cela est représenté à la figure 8. C'est-à-dire que l'on réalise une lentille holographique désaxée 30 comme objectif. Le faisceau laser de la source laser (comme pour la figure 4, bien que non représentée) traverse partiellement la lentille holographique 30 et arrive
40 sur le support d'enregistrement holographique 11', suivant la

direction verticale, comme faisceau d'onde de référence de reproduction (un faisceau d'onde plane ou faisceau d'onde sphérique analogue) 31. L'autre partie du faisceau laser de la même source laser tombe sur la lentille holographique 30 suivant un angle d'incidence de 45° comme faisceau d'onde de référence de reproduction (un faisceau d'onde plane ou faisceau d'onde sphérique) 33 pour en dériver un faisceau d'onde-sujet de reproduction, divergent (faisceau d'onde sphérique) 32 qui diverge après avoir été focalisé au point Q. Le faisceau d'onde-sujet 32 tombe sur le support d'enregistrement 11', de façon que son axe optique soit perpendiculaire à ce support. Ainsi on forme sur le support d'enregistrement 11' un schéma d'interférence des faisceaux 31, 32 ; on développe le support d'enregistrement 11' pour obtenir la lentille holographique alignée 11.

Ainsi les têtes de reproduction optiques décrites en référence aux figures 3 à 8 présentent des avantages à savoir la faible dimension, le faible poids et le nombre réduit de composants, leur fabrication et leur réglage faciles, la faible déformation en cours de temps et le faible coût. En outre, lorsqu'on effectue l'asservissement de trace ou de focalisation, on peut utiliser un moyen d'entraînement de faibles dimensions; on réduit la consommation de puissance et on améliore la limite supérieure de la fréquence de vibration. Toutefois selon cette technique, il faut réaliser d'abord la lentille holographique qui constitue l'objectif avant de fabriquer la lentille holographique recherchée, ce qui se traduit par un procédé de fabrication, complexe.

La présente invention a pour but de créer une tête de reproduction optique remédiant aux inconvénients des solutions mentionnées ci-dessus, permettant d'obtenir une tête de reproduction optique utilisant une lentille holographique désaxée facile à réaliser.

A cet effet, l'invention concerne une tête de reproduction optique comportant un laser semi-conducteur, une première lentille holographique désaxée recevant le faisceau laser émis par le laser semi-conducteur comme faisceau d'onde de référence pour donner un faisceau parallèle comme faisceau d'onde-sujet, les deux faisceaux étant désaxés l'un par rapport à l'autre, ainsi qu'une seconde lentille holographique désaxée recevant le faisceau parallèle ci-dessus fourni par la première

lentille holographique désaxée comme faisceau d'onde de référence pour créer un faisceau localisé comme faisceau d'onde sujet, les deux faisceaux étant désaxés l'un par rapport à l'autre. Le faisceau focalisé fourni par la seconde lentille
5 holographique désaxée tombe sur un support d'enregistrement optique de façon que son axe optique soit perpendiculaire au support.

La tête de reproduction optique comporte également photodétecteur qui détecte les variations du faisceau
10 réfléchi fourni par le support d'enregistrement optique et traversant la première et la seconde lentilles holographiques désaxées.

La première lentille holographique désaxée est réalisée de façon à exposer simultanément une couche photo-
15 sensible au faisceau d'onde de référence du laser semi-conducteur et au faisceau d'onde-sujet qui est un faisceau parallèle et désaxé par rapport au faisceau d'onde de référence ci-dessus, de façon à former un schéma d'interférence photographique sur la couche photosensible, puis on développe la couche photo-
20 sensible ainsi traitée.

La présente invention sera décrite plus en détail à l'aide des dessins annexés, dans lesquels :

- les figures 1 et 2 sont des schémas de deux dispositions d'une tête de reproduction optique selon l'art
25 antérieur.

- la figure 3 est un schéma de la disposition d'une tête de reproduction optique déjà proposée par les présents inventeurs.

- la figure 4 est un schéma d'un exemple de
30 procédé de fabrication d'une lentille holographique applicable à la tête de reproduction optique selon la figure 3.

- la figure 5 est un schéma d'un masque utilisé dans l'exemple de la figure 4.

- la figure 6 est un schéma d'un exemple de pro-
35 cédé de fabrication d'une lentille holographique constituant l'objectif de l'exemple de la figure 4.

- la figure 7 est un schéma d'un autre exemple du procédé de fabrication de la lentille holographique de la tête de reproduction optique de la figure 3.

40 - la figure 8 est une vue en perspective d'un

procédé de fabrication d'une lentille holographique constituant l'objectif d'un dispositif selon un exemple de la figure 7.

- les figures 9 et 10 sont des vues en perspective montrant chacune un mode de réalisation d'une lentille de reproduction optique selon l'invention.

- la figure 11 est une vue en plan d'un exemple de photodétecteur d'une tête de reproduction optique selon la figure 10.

- les figures 12 et 13 sont des coupes transversales représentant chacune un autre mode de réalisation d'une tête de reproduction optique selon l'invention.

- les figures 14 et 15 sont des vues en perspective montrant des procédés de fabrication de la première et de la seconde lentilles holographiques désaxées respectivement utilisées selon l'invention.

DESCRIPTION DE DIVERS MODES DE REALISATION PREFERENTIELS DE L'INVENTION :

Dans cet exemple, la source lumineuse utilisée est une source laser semi-conductrice 1 qui est la même que dans le cas des têtes de reproduction optiques des figures 1 à 3. On a prévu une première lentille holographique désaxée 41 et une seconde lentille holographique désaxée 42 ; ces deux lentilles sont disposées parallèlement l'une à l'autre et à une certaine distance. Un faisceau (faisceau divergent) émis par la première source laser semi-conductrice 1 tombe sur la première lentille holographique désaxée 41 pour en dériver un faisceau parallèle qui tombe de façon inclinée par rapport à l'axe optique du faisceau incident. Ce faisceau parallèle est incliné par rapport à la seconde lentille holographique désaxée 42 pour émettre un faisceau focalisé (analogue au faisceau focalisé de l'objectif 6 de la figure 2) dont l'axe optique est pratiquement perpendiculaire à la lentille holographique 42. Ce faisceau focalisé tombe sur le support d'enregistrement optique 7 pour être focalisé sur celui-ci.

Le photodétecteur 9 tel qu'une diode PIN, est prévu sur le côté opposé de la première lentille holographique désaxée 41, avec interposition de la source laser 1. Un faisceau reproduit ou faisceau diffracté par le support d'enregistrement 7, revient à travers la seconde lentille holographique désaxée 42 et la première lentille holographique désaxée 41, puis revient à la

source laser 1 pour modifier l'amplitude du faisceau oscillant suivant la fraction de faisceau retournée. Cette variation d'intensité du faisceau oscillant est reproduite ou détectée par le photodétecteur 9. On obtient ainsi un signal reproduit, 5 fourni par le photodétecteur 9.

Dans ces conditions, l'ensemble de l'appareil wobbule par rapport au support d'enregistrement 7 et donne un signal d'erreur de focalisation fourni par le photodétecteur 9 ; l'appareil wobbule également dans une direction coupant la 10 trace d'enregistrement, perpendiculairement pour donner un signal d'erreur de trace du photodétecteur 9.

Selon la figure 10, on décrira un autre mode de réalisation de l'invention dans lequel les éléments correspondant à ceux de la figure 9 portent les mêmes références numériques et leur description ne sera pas reprise. Dans cet exemple, le faisceau reproduit à partir du support d'enregistrement 15 7 tombe sur la seconde lentille holographique désaxée 42 pour émettre en biais un faisceau parallèle qui traverse tel quel la première lentille holographique désaxée 41. Le faisceau 20 parallèle (faisceau à diffraction nulle) traverse un coin 44 et tombe sur le photodétecteur 9 qui reproduit ou détecte le faisceau. Ce coin 44 introduit de l'astigmatisme suivant l'axe optique de la seconde lentille holographique désaxée 42. Dans ces conditions, le faisceau de retour de la première lentille 25 holographique 41 tombe également sur la source laser 1 comme dans l'exemple de la figure 9. La source laser 1 peut être fixée sur un puits à chaleur 43 comme cela est représenté à la figure 10.

Selon la figure 11, le photodétecteur 9 se compose 30 des éléments photodétecteurs 9a, 9b, 9c et 9d ayant chacun une forme rectangulaire et les mêmes dimensions que les autres. Les deux faisceaux séparés par le coin 44 tombent au voisinage de la frontière entre des éléments photodétecteurs 9a, 9b et au voisinage de la frontière entre les éléments photodétecteurs 35 9c et 9d comme cela est représenté aux figures 10, 11. Ainsi, le signal de différence entre la somme des signaux de sortie reproduits par les éléments extérieurs 9a, 9d et la somme des signaux de sortie reproduits par les éléments intérieurs 9b, 9c s'utilise pour donner un signal d'erreur de focalisation. De 40 même le signal de différence entre la somme des signaux de sortie

reproduits des éléments 9a, 9b d'un côté et la somme des signaux de sortie reproduits des éléments 9c, 9d de l'autre côté, sert à donner un signal d'erreur de traçage. Il est inutile d'indiquer que le signal reproduit à partir du signal d'enregistrement du support d'enregistrement optique 7 suivant sa piste d'enregistrement, peut découler de la somme des différents signaux reproduits par les éléments photodétecteurs 9a ... 9d. De même à la place du coin 44, on peut utiliser une lentille cylindrique.

Dans l'exemple de la figure 10, on envisage un faisceau incident pour le photodétecteur 9. On suppose que les rendements de diffraction de la première et de la seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42 soient respectivement égaux à η_1 (< 1) et η_2 (< 1), et le coefficient de réflexion du support d'enregistrement 7 sur sa surface soit égal à R (< 1). Si le faisceau émis par la source laser 1 est supposé égal à 1, le faisceau incident du photodétecteur 9 est égal à :

$$\eta_1 (1 - \eta_1) \eta_2^2 R$$

C'est pourquoi, il est préférable que η_2 soit choisi relativement grand par exemple égal à 0,5 ou plus.

Les faisceaux entre la première et la seconde lentilles holographiques désaxées suivant les deux directions sont des faisceaux parallèles comme cela est représenté aux figures 9 et 10, si bien que la première et la seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42 peuvent se chevaucher l'une l'autre. Un mode de réalisation de ce cas est décrit en relation avec la figure 12 donnée à titre d'exemple. La première et la seconde lentilles holographiques 41, 42 se chevauchent l'une l'autre et sont montées sur une fenêtre en verre 48 prévue à une extrémité d'un réservoir ou d'une chemise (par exemple TO-5 ou TO-3) 45 pour constituer des éléments semi-conducteurs. L'autre extrémité du réservoir ou récipient 45 est fixée à une plaque de base isolante 46 elle-même fixée intérieurement sur le puits à chaleur 43, l'extérieur étant muni de broches 47 en saillie. La source laser semi-conductrice 1 est fixée au puits à chaleur 43. Le photodétecteur 9 et le coin 44 sont également prévus en des endroits appropriés à l'intérieur du réservoir 45.

Lorsque la première et la seconde lentilles holo-

graphiques sont parallèles l'une à l'autre, leur parallélisme est limité à $\pm 0,5^\circ$ à condition que chaque couche photosensible présente une épaisseur égale ou supérieure à 0,5 micron. Toutefois lorsque les deux lentilles se chevauchent, le réglage de la disposition parallèle de ces deux lentilles est inutile et il suffit de régler en tournant la surface pour assurer le positionnement. De plus dans la première et la seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42, lorsque la couche photosensible utilise un matériau sensible à l'humidité, tel qu'une gélatine de dichromate comme produit de base, le réservoir 45, la fenêtre en verre 48 et la plaque de base 46 coopèrent pour rendre l'intérieur étanche à l'air afin que la première et la seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42 puissent être protégées contre l'humidité.

Ainsi, dans le cas de la structure réalisée comme indiqué à la figure 12, il est possible d'avoir une tête de reproduction optique de faibles dimensions, légère et résistante, et qui risque peu de déformer le système optique.

Selon la figure 13, la description ci-après concerne un appareil de reproduction de signaux optique, dans lequel l'asservissement de focalisation et l'asservissement de trace sont faits suivant le signal de sortie reproduit ou détecté fourni par le photodétecteur, la première et la seconde lentilles holographiques se chevauchant l'une l'autre. Dans cet exemple, la première et la seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42 se chevauchent l'une l'autre et elles sont fixées à l'extrémité inférieure d'un élément cylindrique 50 ; une plaque de base 51 est fixée à une partie intermédiaire de l'élément cylindrique 50. A la surface inférieure de la plaque de base 51, il est prévu une source laser semi-conductrice 1 et à la surface supérieure se trouvent quatre broches 52 en saillie ; ces broches sont reliées aux bornes extérieures de quatre éléments (figure 11) du photodétecteur 9. Le photodétecteur 9 est monté dans l'élément cylindrique 50 entre la plaque de base 51 et la première lentille holographique désaxée 41. Dans l'exemple de la figure 13, on supprime le coin optique.

Une bobine 53 est fixée à la périphérie extérieure de l'élément cylindrique 50 et une bobine d'entraînement d'asservissement de focalisation 54 est enroulée autour de la bobine 53. A l'extérieur de l'élément cylindrique 50 se trouvent des

armatures 56, 57 qui sont reliées aux deux extrémités d'un aimant 55 de façon que l'enroulement 54 puisse être interposé entre les extrémités libres des armatures 56, 57. L'aimant 55 et les armatures 56, 57 peuvent être réalisés en forme d'anneaux ou de tiges pour arriver à plusieurs aimants et armatures. L'élément cylindrique 50 est également couplé à un cylindre de support 58 qui est fixé à l'armature 57 par plusieurs ressorts 59. Les ressorts sont des ressorts en spirale que l'on peut également remplacer par un diaphragme.

Une paire de bras de support 60, 61 est fixée à l'armature 56 et les ressorts 62, 62' s'étendent entre chaque extrémité libre des bras 60, 61 et l'armature 56. Les parties de l'extrémité supérieure de la bobine 53 sont couplées au milieu des ressorts 62, 62'. Une bobine 63 sur laquelle est prévu un enroulement d'asservissement de trace 64, est prévue sur le ressort 62 de façon que l'enroulement 64 puisse s'opposer à l'aimant 65 fixé au bras 60.

Dans le montage décrit ci-dessus, le photodétecteur 9 reproduit le signal enregistré sur la piste d'enregistrement du support d'enregistrement optique 7 et donne le signal d'erreur de focalisation ainsi que le signal d'erreur de traçage. Le signal d'erreur de focalisation est appliqué à un circuit d'asservissement de focalisation (non représenté) dont le signal de sortie est appliqué à l'enroulement 54 pour effectuer l'asservissement de focalisation. En outre, le signal d'erreur de trace est appliqué à un circuit d'asservissement de trace (non représenté) dont la sortie attaque l'enroulement 64 pour effectuer l'asservissement de trace.

On décrira ci-après un procédé pour fabriquer la première lentille holographique désaxée 41 en se reportant à la figure 14. La référence 41' concerne un support d'enregistrement holographique de la lentille holographique 41 à fabriquer. La couche photosensible est principalement en gélatine appliquée comme revêtement sur une plaque de base en verre (non représentée) pour donner le support d'enregistrement 41'. On réalise un schéma d'interférence sur la couche photosensible comme cela sera indiqué ci-après ; puis on développe la couche photosensible pour donner la première lentille holographique désaxée 41.

Bien que cela ne soit pas représenté, on a une source laser commune qui donne un faisceau laser de même longueur

d'onde que le faisceau laser de la source laser semi-conductrice utilisée. Un faisceau laser parallèle fourni par la source laser commune mentionnée ci-dessus, est séparé en deux faisceaux par le diviseur de faisceau 70. L'un des faisceaux parallèles traversant le diviseur 70 est réfléchi par le miroir 71 et le faisceau parallèle réfléchi, tombe sur une lentille auxiliaire 72 qui focalise le faisceau et le fait traverser une partie transparente à la lumière 73a du masque 73 placé au voisinage du col du faisceau. Le faisceau qui traverse le masque 73 diverge et la partie divergente (faisceau d'onde sphérique) 74 tombe sur le support d'enregistrement holographique 41', avec son axe optique perpendiculaire à ce support.

Le masque 73 se compose d'une partie transparente à la lumière 73a en son centre et d'une partie opaque à la lumière 73b qui couvre toute la surface à l'exception de la partie centrale comme dans le cas de la figure 5. Le masque 73 peut se fabriquer en déposant sélectivement une couche métallique de chrome ou de nickel sur une plaque de base en verre (exemple). La partie transparente à la lumière 73a présente un coefficient de transmission sensiblement égal à la partie de projection de faisceau du faisceau laser de la source laser semi-conductrice à utiliser c'est-à-dire qu'il y a coïncidence avec la forme en coupe et les dimensions de la section de projection du faisceau.

L'autre faisceau parallèle séparé par le diviseur 70 est réfléchi par le miroir 75, puis le faisceau parallèle réfléchi (faisceau d'onde plane) 76 tombe suivant une direction inclinée sur le support d'enregistrement holographique 41'. Ainsi, on enregistre sur le support d'enregistrement 41' un schéma d'interférence du faisceau divergent (faisceau d'onde sphérique) 74 et le faisceau parallèle (faisceau d'onde plane) 76 qui sont désaxés l'un par rapport à l'autre ; on développe le support d'enregistrement 41' ainsi traité pour obtenir la première lentille holographique désaxée 41.

Selon la figure 15, on décrira un procédé de fabrication de la seconde lentille holographique désaxée 42 ; dans cette figure, la référence 42' désigne un support d'enregistrement holographique de la lentille holographique 42 à fabriquer. Bien que cela ne soit pas représenté, il est prévu une source laser commune analogue à celle de la figure 14. Le

faisceau laser parallèle émis par la source laser commune tombe sur un objectif (analogue à l'objectif d'un microscope) 77 qui focalise, puis diverge. Le faisceau divergent (faisceau d'onde sphérique) 78 tombe sur le support d'enregistrement holographique 42' de façon que son axe soit perpendiculaire à la surface. Un faisceau laser parallèle (faisceau d'onde plane) 79 de la même source laser tombe suivant une direction inclinée sur le support d'enregistrement holographique 42'. On obtient ainsi un schéma d'interférence du faisceau divergent (faisceau sphérique) 78 et le faisceau parallèle (faisceau d'onde plane) 79 les deux étant désaxés l'un par rapport à l'autre pour être enregistrés sur le support d'enregistrement 42' ; puis on soumet le support à un traitement de développement pour obtenir la seconde lentille holographique 42.

Lorsqu'on réalise la première et la seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42, on adapte les faisceaux parallèles tombant sur les supports d'enregistrements holographiques 41', 42' pour avoir sensiblement le même angle d'incidence. Il en résulte que l'on facilement régler la position entre la première et la seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42 en décalant les lentilles tout en conservant leur parallélisme. Il est de ce fait possible de faire chevaucher la première et la seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42.

La description ci-après concerne un exemple pratique pour obtenir une première et une seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42 correspondant aux supports d'enregistrement 41', 42'. On conserve une quantité appropriée d'un agent de durcissement de couche tel qu'une solution aqueuse de gélatine à laquelle on ajoute de la formaldéhyde ou du glyoxal, à une température environ égale à 40°C tout en maintenant une plaque de base de verre d'une épaisseur de 1 mm et un entonnoir à environ 40°C. Puis, on applique un revêtement de solution aqueuse de gélatine sur la plaque de base de verre en utilisant l'entonnoir. L'épaisseur du revêtement de la solution aqueuse de gélatine est choisie égale à 5 microns. On fait sécher la solution aqueuse de gélatine appliquée comme revêtement sur la plaque de base de verre pour obtenir une couche de gélatine servant de matière de base pour la couche photosensible.

La description ci-après concerne le procédé permettant de rendre photosensible la couche de gélatine.

La photosensibilité du faisceau laser bleu ou vert est donnée par la couche de gélatine en immergeant cette couche dans une solution aqueuse à 2-10 % en poids de bichromate d'ammonium pendant environ 10 minutes, puis on extrait cette
5 couche progressivement en la maintenant verticalement, puis on sèche en chambre noir.

La photosensibilité au faisceau rouge est donnée par la couche de gélatine en ajoutant une solution aqueuse à 2 % en poids de bichromate d'ammonium et 1×10^{-3} mol/l de bleu
10 de méthylène, à l'ammonium, pour arriver à un pH d'environ 10, puis on plonge la couche de gélatine dans cette solution aqueuse pendant environ 10 minutes et on sèche dans une atmosphère d'ammoniac et d'azote sec.

On obtient ainsi le support d'enregistrement holographique formé de la plaque de base en verre et de la couche
15 photosensible. L'exposition à la couche photosensible du support d'enregistrement holographique se fait comme décrit ci-dessus. Dans ces conditions, la densité de l'énergie d'irradiation du faisceau laser est d'environ 100-1000 mJ/Cm².

20 Le support d'enregistrement holographique dont la couche photosensible est exposée est immergé dans de l'eau, puis cette couche photosensible à un faisceau laser bleu ou vert est immergée dans de l'eau courant à environ 20°C pendant environ 1 heure ; lorsque la couche est photosensible pour le
25 faisceau rouge, on la plonge dans de l'eau chaude à environ 40°C pendant environ 30 minutes. Puis on immerge le support d'enregistrement holographique dans une solution aqueuse à 50 % d'isopropanol pendant environ 10 minutes, puis on plonge dans une solution aqueuse à 90 % d'isopropanol pendant plusieurs
30 secondes ; à la suite de cela, on immerge dans un liquide à 100 % d'isopropanol pendant environ 10 minutes et on sèche rapidement avec de l'air chaud. Le procédé de développement se termine de cette façon.

La couche photosensible dont la matière de base
35 est une couche de gélatine, constitue un produit hygroscopique de sorte que si la couche reste telle quelle, on risque de faire disparaître la lentille holographique. Pour éviter cela, on prévoit une plaque de verre de recouvrement d'une épaisseur d'environ 150 microns que l'on fixe sur la couche photosensible
40 à l'aide d'une résine que l'on durcit avec des rayons ultra-

violet. On obtient ainsi la première et la seconde lentilles holographiques désaxées.

Dans l'exemple des figures 9 et 10, on peut réaliser une tête d'enregistrement optique en utilisant une source laser semi-conductrice 1 et la première et la seconde lentilles holographiques désaxées 41, 42 dans lesquelles le faisceau laser de la source laser semi-conductrice 1 est commandé pour enregistrer l'information sur le support d'enregistrement optique (support d'enregistrement d'origine ou principal) à l'aide d'un faisceau focalisé par la seconde lentille holographique désaxée 42. La description pratique de cette structure ne sera pas faite.

Selon les têtes de reproduction optiques mentionnées ci-dessus de l'invention, puisque l'on utilise une source laser semi-conductrice et les lentilles holographiques comme systèmes optiques, on a l'avantage d'un faible encombrement, d'un faible poids, un nombre réduit de composants, une fabrication et un réglage faciles, d'une faible déformation en cours de temps et d'un faible coût. En outre lorsqu'on effectue l'asservissement de trace ou de focalisation, le moyen d'entraînement peut être réduit et sa consommation d'énergie diminuée; de plus, la limite supérieure de la fréquence de vibration est augmentée. De même, si l'on utilise comme système optique, la première lentille holographique désaxée, recevant le faisceau émis par la source laser semi-conductrice, pour projeter un faisceau parallèle et que la seconde lentille holographique désaxée reçoit le faisceau parallèle de la première lentille holographique désaxée pour donner un faisceau focalisé tombant sur le support d'enregistrement optique, il est possible d'obtenir des lentilles holographiques faciles à fabriquer pour constituer le système optique.

En outre selon l'invention, la lentille holographique désaxée est utilisée comme lentille holographique, ce qui ne diminue pas le rendement de la diffraction dans la partie centrale par comparaison avec la lentille holographique alignée.

R E V E N D I C A T I O N S

1°) Tête de reproduction optique pour reproduire un signal d'information enregistré sur un support d'enregistrement optique, caractérisé par une couche réfléchissante, comport
5 un laser semi-conducteur (1), une première lentille holographique désaxée (41), recevant un faisceau laser fourni par le laser semi-conducteur comme faisceau d'onde de référence pour donner un faisceau parallèle comme faisceau d'onde-sujet, les deux faisceaux étant désaxés l'un par rapport à l'autre, une
10 seconde lentille holographique désaxée (42), recevant le faisceau parallèle de la première lentille holographique désaxée comme faisceau d'onde de référence pour donner un faisceau focalisé comme faisceau d'onde-sujet, les deux faisceaux étant désaxés l'un par rapport à l'autre et le faisceau focalisé ayant
15 un axe optique perpendiculaire au support d'enregistrement optique, ainsi qu'un photodétecteur (9) pour détecter les variations du faisceau réfléchi par la couche réfléchissante du support d'enregistrement optique 7 et qui a traversé la première et la seconde lentilles holographiques désaxées.

2°) Tête de reproduction optique selon la revendication 1, caractérisée en ce que le photodétecteur (9) détecte les variations du faisceau de sortie du laser semi-conducteur, les variations provenant du faisceau de lumière réfléchi par le support d'enregistrement qui traverse et est
25 diffracté par la première et la seconde lentilles holographiques désaxées.

3°) Tête de reproduction optique selon la revendication 1, caractérisée en ce que le photodétecteur détecte les variations d'un faisceau d'onde non diffracté de la première
30 lentilles holographique désaxée, le faisceau d'onde non diffracté faisant partie du faisceau qui est réfléchi par le support d'enregistrement optique et est diffracté par la seconde lentille holographique désaxée.

4°) Tête de reproduction optique selon la revendication 3, caractérisée en ce qu'une lentille optique (44) est prévue entre la première lentille holographique désaxée et le photodétecteur pour introduire de l'astigmatisme sur l'axe optique de la seconde lentille holographique désaxée, pour que le photodétecteur puisse détecter un signal d'erreur de focali-
40 sation.

5°) Tête de reproduction optique selon la revendication 1, caractérisée en ce que la première lentille holographique désaxée s'obtient en enregistrant sur une couche photosensible, un schéma d'interférence photographique qui

5 résulte de l'exposition simultanée de la couche photosensible à un faisceau d'onde de référence analogue au faisceau fourni par le premier laser semi-conducteur et à un faisceau d'onde

10 sujet qui est un faisceau parallèle et désaxé par rapport au faisceau d'onde de référence et on développe la couche photosensible.

FIG. 1

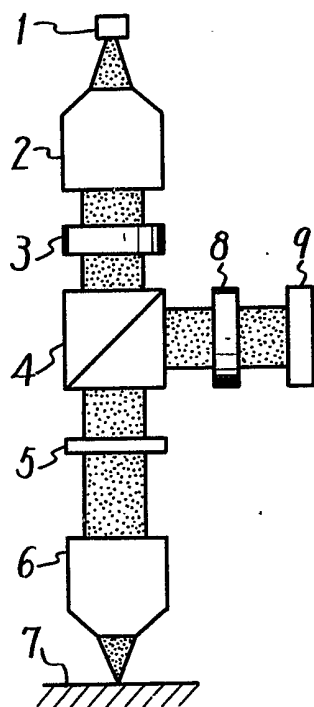


FIG. 2

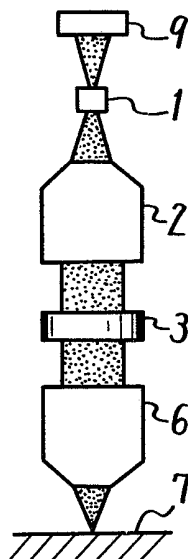


FIG. 3

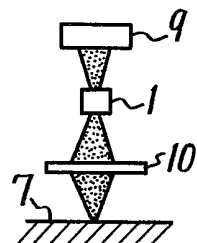


FIG. 4

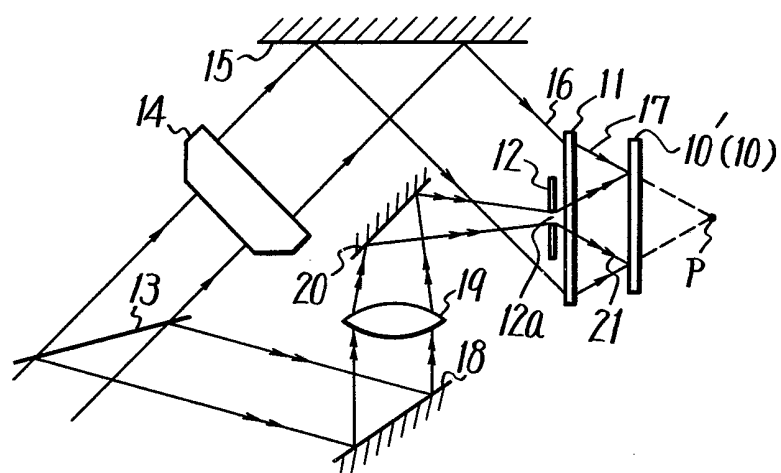


FIG. 5

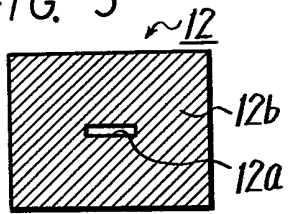


FIG. 6

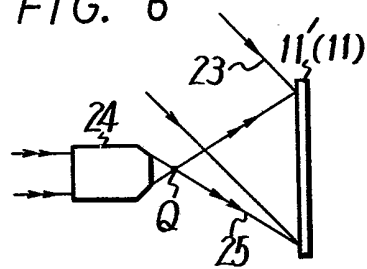


FIG. 7

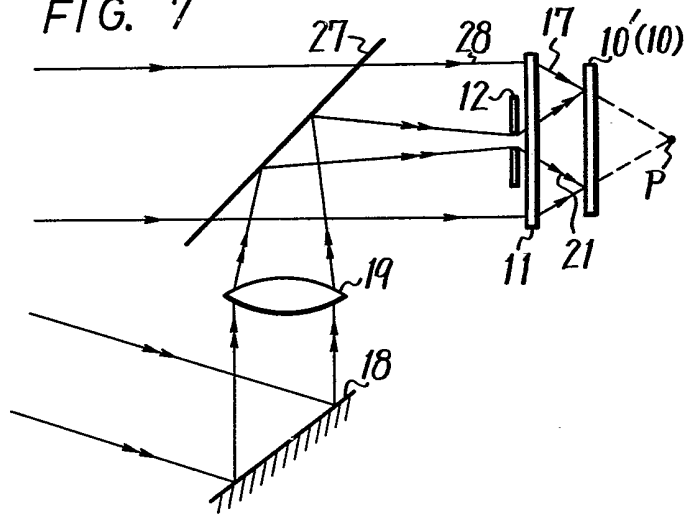


FIG. 8

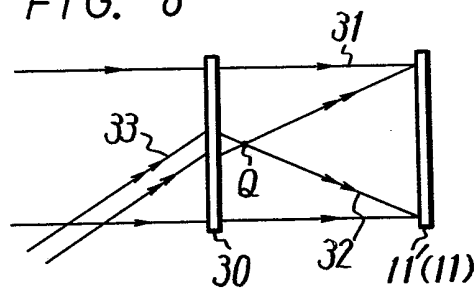


FIG. 9

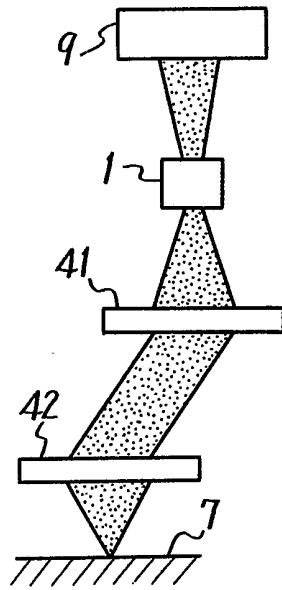


FIG. 10

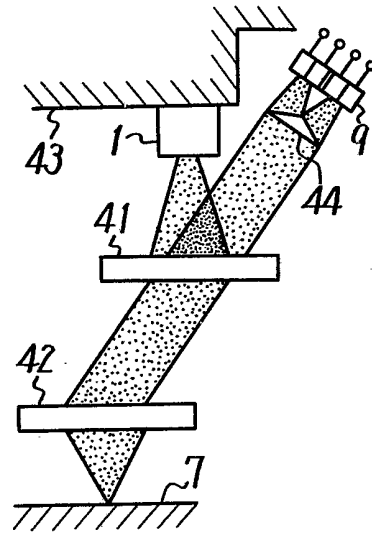


FIG. 11

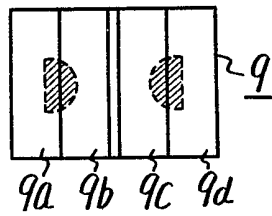


FIG. 12

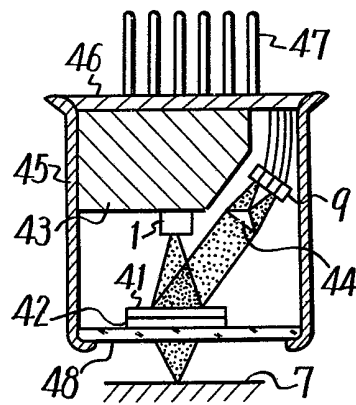


FIG. 13

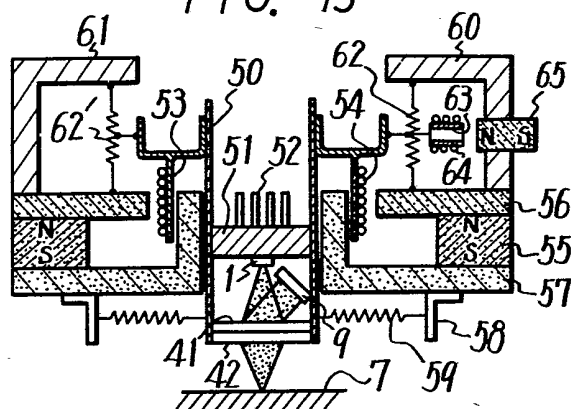


FIG. 14

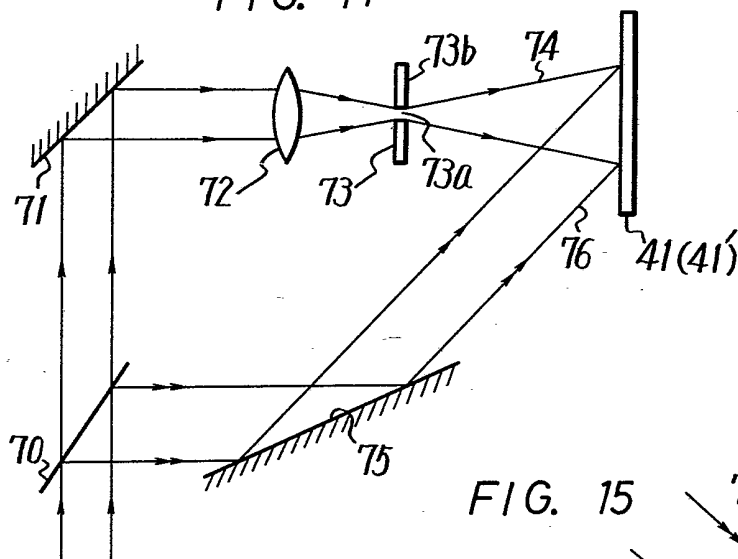


FIG. 15

