RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 459 513**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 80 13059**

(54) **Unité optique de traitement d'informations.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **G 06 K 7/20.**

(22) Date de dépôt ..... 12 juin 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Japon, 15 juin 1979, n° 74664; 29 octobre 1979, n° 148846; 18 février 1980, n° 17813; 10 avril 1980, n° 48436.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 9-1-1981.

(71) Déposant : Société dite : HITACHI, LTD., résidant au Japon.

(72) Invention de : Seiji Yonezawa, Toshio Sugiyama et Masahiro Ojima.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet R. G. Dupuy et J. M. L. Loyer,
14, rue La Fayette, 75009 Paris.

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

La présente invention concerne des unités optiques de traitement d'informations, et plus particulièrement une unité optique de traitement d'informations qui utilise un dispositif semi-conducteur à laser comme source lumineuse.

Dans ces dernières années, on a vu de plus en plus se développer des unités optiques de traitement d'informations qui utilisent comme sourceslumineuses des dispositifs semi-conducteurs à laser à la place de lasers à gaz. Le disque optique est un exemple d'une telle technique. Celui-ci est donc tel que, en utilisant le dispositif semi-conducteur à laser, les signaux d'informations enregistrés sur un disque sont reproduits ou les informations sont enregistrées sur le disque à haute densité. Pour enregistrer les signaux d'informations sur le disque ou les reproduire à partir de ce dernier avec le laser semi-conducteur, un rayon lumineux émergent du dispositif semi-conducteur à laser doit être formé en une tache lumineuse de 1 µm environ de diamètre sur le disque en utilisant une lentille de couplage et un objectif qui constituent un système optique.En général, le dispositif semi-conducteur à laser comporte une zone d'émission de lumière qui n'est pas carrée mais rectangulaire, et en conséquence, la divergence du rayon parallèle à la jonction du dispositif à laser est inégale à cette perpendiculaire.Afin de former la tache isotrope ou circulaire sur le disque au moyen d'un tel dispositif semi-conducteur à laser, il est nécessaire de rendre petite l'ouverture numérique de la lentille de couplage et d'utiliser seulement le rayon au voisinage de l'axe optique du système pour répartir uniformément l'intensité lumineuse émergent de la lentille de couplage.

Cependant, avec cette mesure, seule une partie du rayon lumineux émise du dispositif semi-conducteur à laser est projetée sur le disque, ce qui a pour inconvénient d'affaiblir le coefficient d'efficacité lumineuse de l'appareil.C'est à dire que le rapport de l'intensité de

la lumière concentrée sur le disque sur celle de la lumière émise du laser à diode est faible.Particulièrement dans le cas de l'enregistrement, une mince pellicule métallique doit être fondue dans le disque pour former des trous, et une intensité de lumière beaucoup plus élevée que dans le cas de la reproduction est donc nécessaire.De plus, la durée d'utilisation du dispositif semi-conducteur à laser est réduite quand celui-ci produit une quantité de lumière dépassant une certaine valeur fixe.En conséquence, dans l'unité optique de traitement d'informations utilisant le dispositif semi-conducteur à laser, il est nécessaire à tous points de vue: durée d'utilisation, fiabilité, etc... que le rendement d'utilisation de la lumière du dispositif à laser soit amélioré pour réduire au maximum la sortie optique de ce dispositif à laser.

On va expliquer ci-dessous, en détails, les inconvénients décrits ci-dessus, en se référant à un appareil antérieur.Comme le dispositif semi-conducteur à laser comporte généralement une zone rectangulaire d'émission de lumière, la diffraction du rayon est anisotropique. L'angle de diffraction du rayon diffère en fonction de la structure du dispositif semi-conducteur à laser.Sur la figure 1, les lettres $\theta_{//}$ et $\theta_{\perp}$ désignent les angles respectifs en e^{-2} parallèle à la jonction du dispositif à laser et perpendiculaire à celui-ci dans la répartition d'intensité du rayon laser d'un modèle à champ lointain. Alors, dans le laser semi-conducteur du type CSP [planaire-substrat cannelé],

$$\theta_{//} = 8^\circ \ , \quad \theta_{\perp} = 24^\circ \ , \quad \text{et} \quad \theta_{\perp}/\theta_{//} = 3 \quad ..(1)$$

Dans le laser semi-conducteur de type BH [à hétérostructure incorporée],

$$\theta_{//} = 16^\circ \ , \quad \theta_{\perp} = 32^\circ \ , \quad \text{et} \quad \theta_{\perp}/\theta_{//} = 2 \quad ..(2)$$

Dans le laser de type BH, le rapport $\theta_{\perp} / \theta_{//}$ des angles de diffraction du rayon est égal à 2, tandis que dans le laser de type CSP il est égal à 3.L'axe des abscisses sur la figure 1 représente l'angle de diffraction, et l'axe

des ordonnées l'intensité lumineuse.La figure 2 montre un exemple d'une unité optique antérieure de traitement d'informations pour former la tache isotrope ou circulaire de 1 µm de diamètre sur le disque dans le cas où la section transversale du rayon lumineux du dispositif semi-conducteur à laser est anisotrope ou elliptique.

En se référant à la figure 2, un rayon à diffraction elliptique tel qu'il émerge d'une face d'un dispositif semi-conducteur à laser 1 est façonné en une tache lumineuse 5 sur un disque 4 par une lentille de couplage 2 et un objectif 3.Un détecteur de lumière 6 est placé pour détecter la sortie optique du dispositif semi-conducteur à laser 1.En A se trouve un axe optique.Sur la figure 2, l'ouverture numérique NA de la lentille de couplage 2 présente la relation suivante où θ désigne le demi-angle solide défini entre le laser semi-conducteur 1 et la lentille 2 :

$$NA = \sin\theta \qquad \ldots\ [3]$$

En ce qui concerne la diffraction du rayon du dispositif à laser 1, quand les grandeurs en e^{-2} dans une direction parallèle à la jonction de ce dispositif et perpendiculaire à celui-ci sont désignées, respectivement, par $\theta_{//}$ et $\theta_{\perp}$, l'ouverture numérique NA de la lentille de couplage 2 doit être choisie comme suit pour former la tache circulaire 5 sur le disque 4 en utilisant un tel dispositif semi-conducteur à laser :

$$\theta \lesssim \theta_{//} < \theta_{\perp} \qquad \ldots\ldots\ [4]$$

C'est à dire qu'il est nécessaire que l'ouverture numérique de la lentille de couplage 2 soit rendue aussi petite que possible pour intercepter des rayons lumineux extérieurs à l'axe et utiliser le rayon seulement au voisinage de l'axe optique A [$\theta = 0$] de manière à répartir uniformément l'intensité de lumière émergent de la lentille de couplage 2.Selon les angles de diffraction du rayon représentés sur la figure 1 et les expressions [1], [3] et [4], la relation suivante est considérée dans le laser de type CSP :

$$NA = 0,1$$

$$\theta = 5,7^{\circ} \quad [<\theta_{//}<\theta_{\perp}] \qquad \ldots\ldots [5]$$

Le rayon qui a traversé la lentille de couplage 2 devient alors sensiblement circulaire, de manière à former la tache circulaire 5 sur le disque 4.

Cependant, quand les rayons lumineux extérieurs à l'axe optique sont arrêtés de cette manière, seule une partie du rayon lumineux émis du dispositif semi-conducteur à laser est projetée sur le disque, ce qui a pour résultat d'abaisser le coefficient d'utilisation de la lumière du dispositif à laser.

Habituellement, le disque tourne tout en se déplaçant vers le haut et vers le bas sur 1mm.Pour empêcher le diamètre de la tache de changer en dépit des mouvements verticaux du disque en rotation, la mise au point automatique doit être réalisée en détectant de façon optique un signal de déviation de la tache convergente à partir de la surface du disque.

Dans la construction représentée sur la figure 2, quand la lumière réfléchie du disque 4 est renvoyée au dispositif semi-conducteur à laser 1, la sortie de ce dernier varie en fonction de la quantité de lumière réfléchie de la surface du disque, de sorte que les informations du disque 4 puissent être reproduites avec la sortie du détecteur de lumière 6.Cette technologie est décrite dans le brevet US 3941945.

D'autre part, la publication de la demande de brevet japonais non-examiné N°53-17706 a proposé une technique suivant laquelle, pour détecter la déviation d'un rayon lumineux sur un disque, une source lumineuse ou une lentille est modulée dans la direction de son axe optique, et la sortie laser est détectée de façon synchrone.Cependant, cette technique comporte le désavantage que l'intervalle détectable des déviations pour la commande de mise au point automatique est étroit.La figure 3 montre la variation de sortie du dispositif semi-conducteur à laser 1 au moment où, dans la construction de la figure

2, l'ouverture numérique NA de la lentille de couplage 2 est égale à 0,1 et le disque 4 est minutieusement monté le long de l'axe optique. Comme on peut s'en apercevoir sur la figure 3, quand l'ouverture numérique NA de la lentille de couplage 2 est aussi petite que 0,1, l'intervalle détectable des déviations pour commande de mise au point automatique s'étend seulement à 10 µm. Ce problème est attribué au fait que la position du foyer du rayon lumineux réfléchi et renvoyé, à proximité de la face du dispositif à laser, change fortement à cause des mouvements du disque. C'est à dire que la défocalisation de la tache lumineuse renvoyée sur la face du dispositif à laser telle qu'elle est imputable à la déviation de la tache concentrée est évidente, et l'intervalle détectable des déviations pour la mise au point automatique devient donc aussi petit que 10 µm. De cette façon, l'unité optique de traitement d'informations où la lumière réfléchie du disque est renvoyée au dispositif semi-conducteur à laser présente l'inconvénient d'un faible intervalle de détection des déviations. Cela a conduit aux problèmes que la commande de mise au point automatique est difficile à obtenir et que les informations ne peuvent pas être reproduites à partir d'un disque subissant d'importants déplacements verticaux.

De plus, l'utilisation d'une lentille cylindrique est nécessaire pour provoquer une tache à peu près circulaire sur un disque. Cependant, cette lentille cylindrique n'est pas avantageuse parcequ'une haute précision d'usinage est difficile à obtenir, ce qui aurait pour résultat d'augmenter le prix de revient et de rendre compliqué le montage d'un système optique. Il est aussi difficile de faire converger une tache lumineuse en un cercle de 1 µm, parceque l'astigmatisme a une trés grande influence en raison de l'utilisation de cette lentille cylindrique.

La présente invention a donc pour buts d'éliminer les inconvénients décrits ci-dessus et proposer une

unité optique de traitement d'informations qui peut former une tache circulaire sur un disque avec un trés bon coefficient d'utilisation de la lumière, au moyen d'un système optique simple.

L'invention a aussi pour but de proposer une unité optique de traitement d'informations qui utilise comme source lumineuse un laser semi-conducteur de réaction d'un rayon réfléchi présentant un large intervalle détectable des déviations pour une servocommande de mise au point automatique.

Pour réaliser de tels buts, et selon la présente invention, un prisme est compris dans un système optique qui dirige un rayon provenant d'un dispositif semi-conducteur à laser vers un support d'informations.Plus particulièrement, l'invention est caractérisée en ce que la plupart d'un rayon non-circulaire provenant d'un dispositif semi-conducteur à laser est forcée de pénétrer dans une lentille de couplage en rendant l'ouverture numérique de cette dernière plus grande et donc en négligeant l'expression (4) qui détermine la conduction de la lentille de couplage pour rendre circulaire une tache lumineuse sur un disque, tandis qu'un prisme est disposé à un stade suivant la lentille de couplage, de manière à ce que le rayon non-circulaire qui a traversé cette lentille de couplage soit transformé en un rayon circulaire.

La figure 1est un diagramme montrant une courbe de lumière à champ lointain d'un laser semi-conducteur,

La figure 2 est un diagramme destiné à expliquer une unité optique antérieure de traitement d'informations,

La figure 3 est un diagramme destiné à expliquer un intervalle détectable de déviations de mise au point automatique dans l'appareil de la figure 2,

La figure 4 est un diagramme destiné à expliquer un intervalle détectable de déviation de mise au point automatique dans une unité optique de traitement selon l'invention,

La figure 5 est un diagramme destiné à expliquer la présente invention,

Les figures 6 et 7 sont des diagrammes montrant chacun la construction d'un mode de réalisation de l'invention,

La figure 8 est un diagramme destiné à expliquer le fonctionnement de l'invention,

La figure 9 est un diagramme montrant la construction d'un autre mode de réalisation de l'invention,

Les figures 10 et 11 sont des diagrammes montrant chacun les relations entre l'indice de réfraction et le coefficient de réflexion à la face d'entrée et à la face de sortie d'un prisme,

Les figures 12 et 13 sont des diagrammes montrant chacun la construction des parties essentielles d'un autre mode de réalisation de l'invention,

Les figures 14, 15 et 16 sont des diagrammes montrant chacun la construction d'un autre mode de réalisation de l'invention,

La figure 17 est un diagramme montrant la relation entre le coefficient de réflexion à la face d'entrée d'un prisme et le rapport de la largeur d'un rayon réfracté sur celle d'un rayon incident,

La figure 18 est un diagramme montrant la construction d'un autre mode de réalisation de l'invention,

Les figures 19 et 20 sont des diagrammes de courbes montrant, respectivement, les dépendances de la sortie lumineuse d'un laser semi-conducteur et de la sortie d'un circuit détecteur sensible à la phase en fonction de la déviation d'une tache lumineuse à partir d'une surface d'un disque,

La figure 21 est un diagramme montrant la dépendance de l'intervalle détectable des déviations de commande de mise au point automatique en fonction de l'ouverture numérique d'une lentille, et

La figure 22 est un diagramme montrant la construction d'un autre mode de réalisation de l'invention.

La figure 4 est donc un diagramme montrant la relation entre la déviation focale et la sortie du laser. C'est à dire qu'elle montre la variation de la sortie de lumière provenant du dispositif semi-conducteur à laser au moment où, dans la construction représentée sur la figure 2, l'ouverture numérique NA de la lentille de couplage 2 est rendue large (NA = 0,5) en négligeant l'expression (4) qui mentionne la condition de la lentille de couplage à savoir que la tache lumineuse 5 sur le disque 4 devient de forme circulaire, et le disque 4 est minutieusement déplacé le long de l'axe du système optique. Sur cette figure 4, l'intervalle détectable des déviations est de 80 μm et plus.

En agrandissant l'ouverture numérique de la lentille de couplage, les variations de la position convergée de la tache lumineuse renvoyée réfléchie, imputables aux fluctuations du disque, deviennent petites, et l'intervalle pouvant détecter les déviations de mise au point automatiques est élargi.

Plus l'ouverture numérique de la lentille de couplage est importante, plus l'intervalle de détection est large, de sorte que l'on peut réaliser malgré les mouvements verticaux du disque une mise au point automatique encore plus parfaite. En outre, quand l'ouverture numérique de la lentille de couplage est grande, le rayon du dispositif semi-conducteur à laser pénètre d'autant plus dans la lentille de couplage, et en conséquence, le coefficient d'utilisation de la lumière du dispositif à laser augmente d'avantage. Cependant, si l'ouverture numérique NA de la lentille de couplage satisfait à peu prés à l'angle de diffraction $\theta_\perp$ dans la direction verticale en e^{-2} du schéma à champ lointain représenté sur la figure 1, la plupart du rayon provenant du dispositif semi-conducteur à laser pénètre dans la lentille de couplage. En conséquence,

$$\theta_{//} < \theta < \theta_\perp \qquad \ldots\ldots [6]$$

Cependant, comme le rayon lumineux qui a traversé la

lentille de couplage 2 [expression [6]] n'est pas circulaire, la tache lumineuse 5 n'est pas circulaire non plus.Dans cette invention et pour résoudre un tel problème, un prisme 7 est placé à un étage postérieur à la lentille de couplage 2 qui répond à l'expression [6] [figure 6].La figure 5 montre la forme du prisme 7.Sur cette figure 5, le prisme est un prisme rectangulaire dont le sommet est θ_A et l'indice de réfraction N. L'angle d'incidence est désigné par θ_i , et le rapport entre la largeur I d'un rayon incident et celle O d'un rayon réfracté [ce rapport est dénommé "grossissement de rayons"] est désigné par $m = \frac{O}{I}$ .Ils sont donnés respectivement par les expressions suivantes :

$$\left.\begin{aligned} \cos\theta_i &= \sqrt{\frac{N^2 - 1}{N^2 m^2 - 1}} \\ \cos\theta_A &= m\sqrt{\frac{N^2 - 1}{N^2 m^2 - 1}} \\ m &= \frac{\cos\theta_A}{\cos\theta_i} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots [7]$$

Ici, m est établi selon la structure du dispositif semi-conducteur à utiliser.Le prisme 7 rend le rayon circulaire en allongeant la diffraction parallèle du rayon à partir du dispositif semi-conducteur à laser et en le faisant coincider avec la diffraction perpendiculaire à celui-ci.En conséquence, dans le cas où la plupart du rayon provenant du dispositif semi-conducteur à laser est forcée de pénétrer dans la lentille de couplage, le grossissement m doit coincider avec le rapport $\theta_\perp / \theta_{//}$ des angles de diffraction du rayon pour obtenir le rayon circulaire.Par exemple, si l'on utilise le dispositif semi-conducteur à laser de type BH, m=2 dans l'expression [2], et si l'on utilise le dispositif semi-conducteur à laser de type CSP, m=3 dans l'expression [1].En conséquence, quand du"BK7" [7ème borosilicate de

Crown-glass classé et désigné par Schott und Genossen GmbH] [N = 1,510] est utilisé comma matière du prisme 7, ce dernier possède les quantités suivantes conformément à l'expression [7] :

Dispositif semi-conducteur à laser de type BH

$$\left.\begin{aligned} m &= 2 \\ N &= 1{,}510 \\ \theta_i &= 66{,}61° \\ \theta_d &= 37{,}43° \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ [8]$$

Dispositif semi-conducteur à laser de type CSP

$$\left.\begin{aligned} m &= 3 \\ N &= 1{,}510 \\ \theta_i &= 75{,}16° \\ \theta_d &= 39{,}80° \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ [9]$$

En outre, quand du "SF-11" [11ème verre de plomb lourd ou "flint-glass"] [N = 1,764] est utilisé comme substance en verre pour le prisme, on a :

Pour le dispositif semi-conducteur à laser de type BH

$$\left.\begin{aligned} m &= 2 \\ N &= 1{,}764 \\ \theta_i &= 64{,}56° \\ \theta_d &= 30{,}79° \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ [10]$$

Pour le dispositif semi-conducteur à laser de type CSP

$$\left.\begin{aligned} m &= 3 \\ N &= 1{,}764 \\ \theta_i &= 73{,}76° \\ \theta_d &= 32{,}98° \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ [11]$$

En conséquence, en ce qui concerne le dispositif semi-conducteur à laser de type BH dont les angles de diffraction du rayon sont représentés par l'expression [2], le prisme 7 représenté par l'expression [8] ou [10] est inséré immédiatement derrière la lentille de couplage 2 de la figure 6, tandis qu'en ce qui concerne le dispositif semi-conducteur à laser de type CSP dont les angles de diffraction du rayon sont représentés par l'expression [1], le prisme 7 de l'expression [9] ou [11] est inséré de

manière à rendre possible la transformation du rayon non-circulaire en rayon circulaire.Le rayon lumineux rendu circulaire est projeté sous forme d'une tache lumineuse sur le disque 4 au moyen de l'objectif 3. Ainsi, le rayon provenant du dispositif semi-conducteur à laser dont la zone d'émission de lumière est rectangulaire, non carrée, peut être projeté comme tache circulaire sur le disque sans intercepter une partie de celle-ci. En outre, aucune aberration n'apparait en raison de l'utilisation du prisme.Dans la construction du présent mode de réalisation, où le rayon émergent d'une face du dispositif 1 est réfléchi par le disque et la lumière réfléchie est renvoyée à la face, l'ouverture numérique de la lentille de couplage 2 est agrandie selon l'expression (6), de manière à augmenter l'intervalle détectable des déviations de mise au point automatique (voir figure 4).

Sur la figure 6, le rayon provenant du dispositif semi-conducteur à laser 1 est mis en polarisation primaire (où le vecteur champ électrique vibre dans le plan parallèle à la feuille de la figure) comme on le représente par une flèche sur cette figure.La lentille de couplage 2 est placée dans sa position focale par rapport au dispositif à laser 1, et transforme le rayon incident du prisme 7 en un rayon collimaté.

La figure 7 est un diagramme montrant la construction d'un autre mode de réalisation de l'invention, où les mêmes symboles que sur la figure 6 représentent des parties identiques ou équivalentes.Dans le mode de réalisation de cette figure 7, mais à la différence du mode de réalisation de la figure 6, la divergence perpendiculaire du rayon se contracte et coincide avec la divergence parallèle, et le plan d'incidence du prisme 7 est opposé à celui du mode de réalisation de la figure 6.Plus particulièrement, le rayon provenant du dispositif semi-conducteur à laser 1 est mis en polarisation secondaire (où le vecteur champ électrique

vibre perpendiculairement à la feuille de la figure] comme on l'indique par deux points noirs sur la figure. Il est transformé en polarisation primaire par une lame demi-onde 11, et pénètre ensuite dans le prisme 7.Avec une telle construction, il est possible de rendre petit l'objectif 3.

Compte tenu de ce qui précède, la polarisation du rayon est secondaire dans la direction perpendiculaire à la jonction du dispositif à laser et primaire dans la direction parallèle à cette dernière (voir figure 8).

On a décrit ci-dessus seulement l'unité optique de traitement d'informations qui enregistre et reproduit des informations prédéterminées en réfléchissant à partir du disque le rayon émergent d'une face du dispositif semi-conducteur à laser et en renvoyant la lumière réfléchie à la face.Cependant, cette invention n'est pas limitée à une telle unité optique mais peut aussi s'appliquer à une unité optique de traitement d'informations qui enregistre et reproduit des informations prédéterminées en disposant un prisme dans un système optique qui introduit un rayon provenant d'un dispositif semi-conducteur à laser sur un disque, en déviant la lumière réfléchie à partir du disque au moyen du prisme et en détectant la variation de lumière réfléchie au moyen d'un détecteur de lumière.

La figure 9 est un diagramme montrant la construction d'un mode de réalisation dans le cas où la présente invention est appliquée à une telle unité optique de traitement d'informations.Selon ce présent mode de réalisation et dans la construction représentée sur la figure 6, un prisme 9 et une lame quart-d'onde 8 sont placés entre le prisme 7 et l'objectif 3.Une telle construction permet de faire dévier la lumière réfléchie du disque 4 au moyen du prisme 9 et de détecter la variation de la lumière réfléchie au moyen d'un détecteur de lumière 10. Dans le mode de réalisation de la figure 9, le détecteur de lumière 6 est utilisé comme détecteur de sortie

de lumière à laser pour le réglage automatique de puissance afin de maintenir constante la sortie de lumière à laser.

La description précédente ne fait pas du tout mention de la perte par réflexion due à l'insertion du prisme 7. Il est souhaitable , cependant, de choisir l'indice de réfraction N du prisme 7 de telle sorte que la perte par réflexion attribuée au prisme soit la plus basse possible. En se référant à la figure 5, on va maintenant expliquer les coefficients de réflexion R_I et R_O à la face d'entrée P_I et à la face de sortie P_O du prisme 7.Ces coefficients sont respectivement donnés par les formules suivantes :

$$\left.\begin{aligned} R_I &= \frac{\tan^2 [\theta_i - \theta_d]}{\tan^2 [\theta_i + \theta_d]} \\ R_O &= \left[\frac{N-1}{N+1}\right]^2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots [12]$$

Les figures 10 et 11 montrent les résultats des relations entre les coefficients de réflexion R_I, R_O et l'indice de réfraction N du prisme, tels qu'on les obtient dans les expressions [7] et [12].La figure 10 représente un cas où m=2, et la figure 11 un cas où m=3.La référence R_O' sur les figures sera décrite plus bas.La perte par réflexion du prisme est la plus faible quand la somme $R_I + R_O$ est minimale.On comprendra donc sur les figures qu'une matière dont l'indice de réfraction N est égal à 1,4 est la plus souhaitable pour le prisme dans le cas où m=2, tandis qu'une matière dont l'indice de réfraction N est égal à 1,7 sera la plus souhaitable dans le cas où m=3.

Il est donc préférable d'utiliser comme matière du prisme 7 du BK7 [N=1,510] pour le dispositif semi-conducteur à laser de type BH et du SF-11 [N=1,764] pour le dispositif semi-conducteur à laser de type CSP.

Afin de réduire la perte par réflexion due au prisme

7, il est aussi efficace d'enduire les faces d'entrée et de sortie du prisme 7 avec des films anti-réfléchissants en une ou plusieurs couches.Dans ce cas, on peut rendre le coefficient de réflexion R_I à la face d'entrée P_I suffisament petit en réglant l'indice de réfraction N du prisme et n'enduire que la face de sortie P_O avec la pellicule anti-réfléchissante.Plus particulièrement, dans le cas où l'on utilise le dispositif de type BH, le coefficient de réflexion R_I peut être rendu égal ou inférieur à 1% en réglant l'indice de réfraction N entre 1,65 et 2,45 (voir figure 10).A titre d'exemple, quand on utilise comme matière du prisme du SF-11, le coefficient de réflexion R_I à la face d'entrée P_I peut être égal à 0,004.D'autre part, si l'on utilise le dispositif de type CSP, le coefficient de réflexion R_I peut être rendu égal ou inférieur à 1% en réglant l'indice de réfraction N entre 2,45 et 3,55.On pourra utiliser, par exemple, comme matière du prisme un cristal tel que TiO_2 et TeO_2.

De plus, dans le mode de réalisation de la figure 9, la perte par réflexion peut être réduite en mettant le prisme 7 et le prisme 9 en une structure unitaire comme on le représente sur la figure 12 ou la figure 13.La figure 12 montre un mode de réalisation dans le cas où les prismes 7 et 9 sont construits en un seul bloc avec une matière identique.Sur la figure, la référence 79 indique le prisme mis en un seul bloc, et la lame quart d'onde 8 est aussi fixée au prisme 79.Grâce à cette construction unitaire, on peut éliminer les pertes par réflexion à la face de sortie du prisme 7 et à la face d'entrée du prisme 9.La figure 13 montre un exemple de réalisation dans le cas où les prismes 7 et 9 sont construits en un seul bloc en utilisant des matières différentes.A titre d'exemple, si la matière du prisme 9 est du BK7 (N=1,510), le coefficient de réflexion R_O' à la limite 20 entre les prismes 7 et 9 est donné par l'expression suivante où N désigne l'indice de réfrac-

tion du prisme 7 :

$$R_0' = \left(\frac{N - 1{,}510}{N + 1{,}510}\right)^2 \qquad \ldots (13)$$

Sur les figures 10 et 11, les relations entre le coefficient de réflexion R_0' et l'indice de réfraction N à m=2 et m=3 sont respectivement indiquées en pointillés. Comme il est évident sur ces figures, la perte par réflexion attribuée au prisme 7 peut nettement être améliorée. Si la matière du prisme 7 est du SF-11 (N=1,764), on a :

Pour le dispositif demi-conducteur à laser de type BH;

$$R_I = 0{,}004$$
$$R_0' = 0{,}006$$

et pour le dispositif semi-conducteur à laser de type CSP;

$$R_I = 0{,}067$$
$$R_0' = 0{,}006$$

Dans les modes de réalisation précédents, la description a porté sur le cas où le rayon non-circulaire qui a traversé la lentille de couplage est converti en un rayon circulaire en disposant le prisme unique aprés la lentille de couplage. Cependant, il va sans dire que plusieurs prismes peuvent être disposés aprés la lentille de couplage. Dans les modes de réalisation suivants, on décrira des cas où deux prismes sont placés.

Les figures 14, 15 et 16 sont des diagrammes montrant chacun la construction d'un autre mode de réalisation de l'invention, et les mêmes symboles que ceux des figures 6, 7 et 9 désignent des parties identiques ou équivalentes. Dans les modes de réalisation des figures 14, 15 et 16 qui correspondent respectivement aux constructions des modes de réalisation des figures

6, 7 et 9, deux prismes 7a et 7b sont placés aprés la lentille de couplage 2.Ces deux prismes ont des sommets et indices de réfraction égaux, et de plus ils présentent des angles d'entrée et des angles de sortie du rayon lumineux égaux.En se référant à ces figures, les prismes 7a et 7b sont des prismes rectangulaires dont les sommets sont désignés θ_α et les indices de réfraction N, et l'angle d'incidence de chaque prisme est représenté par θ_i , tandis que le rapport entre la largeur I du rayon incident et celle O du rayon réfracté [grossissement des rayons] est désigné par $= = \frac{O}{I}$ .Toutes ces valeurs sont respectivement données par l'expression suivante :

$$\left.\begin{aligned} \cos\theta_i &= \sqrt{\frac{N^2 - 1}{N^2 m - 1}} \\ \cos\theta_\alpha &= \sqrt{\frac{[N^2 - 1]\, m}{N^2 m - 1}} \\ \sqrt{m} &= \frac{\cos\theta_\alpha}{\cos\theta_i} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ [14]$$

Le coefficient de réflexion R_I à la face d'entrée de chaque prisme 7a et 7b est représenté par l'expression suivante :

$$R_I = \frac{\tan^2 [\theta_i - \theta_\alpha]}{\tan^2 [\theta_i + \theta_\alpha]} \quad \ldots\ [15]$$

Ici, si l'on suppose que $\theta_i + \theta_\alpha = 90°$, le coefficient de réflexion R_I devient égal à zéro, et la perte de lumière par réflexion à laface d'entrée de chaque prisme 7a et 7b est nulle.(Le cas où $\theta_i = \theta_\alpha$ correspond à l'incidence normale et ne produit aucun effet des prismes).Ici, le coefficient de réflexion R_I devient nul quand $\tan\theta_i = N$, set angle étant appelé l'angle de Brewster.A ce moment là, l'expression [14] se réduit à :

$$\left.\begin{aligned} N &= \sqrt{m} \\ \theta_i &= \tan^{-1} N \\ \theta_d &= \cos^{-1}\left[\sqrt{m}\cos\theta_i\right] \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (16)$$

Si l'on utilise, par exemple, le dispositif semi-conducteur à laser de type CSP, la forme des deux prismes 7a et 7b devient comme suit sur la base de l'expression (16) à condition que le grossissement du rayon m soit égal à 3 (expression 1) :

$$\left.\begin{aligned} m &= 3 \\ N &= 1{,}732 \\ \theta_i &= 60° \\ \theta_d &= 30° \\ R_I &= 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (17)$$

En conséquence, en ce qui concerne le dispositif semi-conducteur à laser du type CSP dont les angles de divergence du rayon sont représentés par l'expression (1), les deux prismes 7a et 7b, représentés par l'expression (17), sont insérés immédiatement derrière la lentille de couplage 2, comme on le représente sur la figure 14, 15 ou 16, de manière à ce que le rayon non-circulaire puisse être converti en un rayon circulaire. Même si les indices de réfraction N des prismes 7a et 7b ne peuvent pas être tout à fait égaux à $\sqrt{m}$ où le coefficient de réflexion R_I devient nul, les indices de réfraction proches de cette valeur sont trés possibles parce qu'ils rendent le coefficient de réflexion R_I presque nul. Il est souhaitable d'enduire la face de sortie par une pellicule anti-réfléchissante.

La relation entre le grossissement du rayon m et le coefficient de réflexion R_I est représenté sur la figure 17. Sur cette figure, la ligne en traits discontinus indique le cas où un prisme unique en BK7 (N=1,510) est utilisé, et la ligne brisée représente le cas où un prisme unique en SF-11 (N=1,764) est utilisé. Sur cette figure 17, dans le cas où le prisme unique 7 est compris comme dans le mode de réalisation des figures 6, 7 ou 9 et où le grossissement du rayon m est réglé à

2-3, la matière du prisme doit avoir un indice de réfraction N assez grand pour réduire la perte de lumière par réflexion à la face d'entrée du prisme.En se référant de nouveau à cette figure, le trait plein indique le cas où deux prismes en BK7 sont utilisés.Dans le cas d'une matière de verre généralement connu BK7, l'indice de réfraction N est de 1,510 aux alentours d'une longueur d'onde de 8.000 Å.Dans ce cas, le coefficient de réflexion R_I est égal à zéro quand le grossissement m du rayon est de 2,28.En outre, comme on peut le voir sur cette figure, le coefficient de transmission est égal à 99,9% au moins dans l'intervalle où le grossissement m du rayon est de 2,1 à 2,5.Si le coefficient de transmission descend à 99%, le prisme en BK7 peut être utilisé dans l'intervalle où le grossissement m du rayon est de 1,8 à 3.C'est à dire, que lorsque les deux prismes 7a et 7b sont compris comme dans le mode de réalisation des figures 14, 15 ou 16, les prismes ayant un indice de réfraction N petit peuvent agrandir le grossissement m et élargir aussi l'intervalle utilisable.On peut donc former avantageusement un rayon circulaire en utilisant des prismes en verre optique classique (c'est à dire du BK7).

On va décrire maintenant un mode de réalisation où la commande de mise au point est réalisée avec la présente invention.La figure 18 est un diagramme montrant la construction d'un autre mode de réalisation de l'invention.En se référant à cette figure, un capteur optique 12 est formé du dispositif semi-conducteur à laser 1, de la lentille de couplage 2, de l'objectif 3 et du détecteur de lumière 6.Un rayon laser émergent d'une face 13 du dispositif semi-conducteur à laser 1 est projeté sur le disque 4 par l'intermédiaire des lentilles 2 et 3, et est réfléchi du disque 4.Le rayon réfléchi est renvoyé à la face de sortie 13 du laser semi-conducteur par les lentilles 2 et 3.Avec une telle construction, la sortie du laser du dispositif 1 varie en fonction des changements du coefficient de réflexion

du disque, et en conséquence, les informations sont reproduites en détectant la variation avec un détecteur de lumière 6.

La commande de mise au point automatique réalise une commande de réaction en détectant la déviation d'un point focalisé et par un système qui déplace l'objectif ou tout le capteur optique en réponse à cette déviation.

La détection de la déviation du point focalisé exploite la caractéristique (indiquée en pointillés sur la figure 19) que la sortie optique du laser semi-conducteur diminue à cause de la déviation du foyer. Cependant, avec cette caractéristique on ne connait pas la direction de la déviation focale.Par conséquent, la lentille ou le dispositif semi-conducteur à laser est modulée dans la direction de l'axe optique, et la sortie du laser est détectée de façon synchrone, de manière à connaitre la direction de la déviation focale.Dans la construction de la figure 18, la lentille 3 est modulée dans la direction de l'axe optique au moyen d'un vibrateur piezoélectrique 15 et suivant un signal d'une source de courant alternatif 16.La sortie laser détectée par le détecteur de lumière 6 est détectée de façon synchrone par un circuit détecteur 17 sensible à la phase en se référant au signal de la source de courant alternatif 16.Comme on le représente sur la figure 20, la polarité de la sortie du circuit détecteur 17 varie en fonction de la direction de la déviation focale.

La sortie du circuit détecteur 17 sensible à la phase est ré-introduite à une bobine électromagnétique 14, pour faire déplacer l'objectif 3 ou tout le capteur optique 12 de manière à réduire la déviation focale.

La figure 22 est un diagramme montrant la construction d'un autre mode de réalisation de l'invention au moment où l'ouverture numérique de la lentille de couplage 2 est égale à 0,5.Ce mode de réalisation est tel que le système de commande de mise au point automatique est placé dans la construction de la figure 6.Plus particulièrement, si

l'ouverture numérique de la lentille de couplage 2 est plus grande que l'angle de divergence minimale du rayon laser provenant du dispositif 1, le rayon émergent de la lentille de couplage 2 est elliptique. En plaçant le prisme 7 derrière la lentille de couplage 2, le rayon émergent de cette dernière est donc rendu circulaire et dirigé ensuite vers l'objectif 3, et la tache lumineuse circulaire 5 se forme sur le disque 4 par l'objectif 3.La lumière réfléchie du disque 4 est renvoyée au dispositif semi-conducteur à laser 1.Comme la sortie du dispositif semi-conducteur à laser varie en fonction des changements du coefficient de réflexion du disque, les informations sont reproduites en détectant la variation au moyen du détecteur de lumière 6.La commande de mise au point automatique est réalisée de telle façon que ① l'objectif 3 est modulé dans la direction de l'axe optique au moyen du vibrateur piezoélectrique 15 et selon le signal de la source de courant alternatif 16, ② la sortie laser détectée par le détecteur de lumière 6 est détectée de façon synchrone par le circuit de détection 17 sensible à la phase en se référant au signal de la source de courant alternatif 16, ③ la sortie du circuit détecteur 17 est ré-introduite à la bobine électromagnétique 14, et ④ l'objectif 3 ou tout le capteur optique 12 est déplacé par la bobine électromagnétique 14 de manière à réduire la déviation du point focalisé.

Le mode de réalisation de la figure18 ou 22 est caractérisé en ce que l'intervalle détectable des déviations de commande de mise au point automatique est élargi en enduisant la face de sortie du laser 13 par ladite pellicule anti-réfléchissante.Sur les figures 19 et 20, le trait plein et la ligne hachurée correspondent, respectivement, au cas où le revêtement anti-réfléchissant existe et au cas où il n'existe pas.On comprendra facilement que si la pellicule anti-réfléchissante n'est pas prévue, l'intervalle détectable des déviations sera de

10 µm, tandis que si on la prévoit, cet intervalle atteint 40 µm.Les résultats des figures 19 et 20 correspondent à un cas où l'ouverture numérique NA de l'objectif 3 est de 0,5 et celle de la lentille de couplage de 0,25.

La figure 21 représente la relation entre l'intervalle détectable des déviations pour commande de mise au point automatique et l'ouverture numérique de la lentille de couplage 2.A titre d'exemple, quand l'ouverture numérique de la lentille de couplage 2 est égale à 0,5, l'intervalle est de 80 µm et plus en prévoyant le film anti-réfléchissant (indiqué en traits pleins) mais il est inférieur à 30 µm sans ce revêtement (indiqué en pointillés).

L'unité optique de traitement d'informations selon l'invention est donc caractérisée en ce que le rayon émergent d'une face du dispositif semi-conducteur à laser est réfléchi par le disque, la lumière réfléchie est renvoyée à la face et l'intervalle de détection des déviations pour commande de mise au point automatique est de plus élargi en revêtant la face par un film anti-réfléchissant.Ainsi, même si les déplacements verticaux du disque atteignent 1mm, la commande de mise au point automatique est possible.

La description précédente de l'invention a surtout porté sur une construction d'une unité optique de traitement d'informations suivant laquelle le rayon émergent d'une face du dispositif semi-conducteur à laser est réfléchi par le disque et la lumière réfléchie est renvoyée à la face, dans le cas où la variation de la quantité de lumière réfléchie du disque est détectée sous la forme d'une variation du rayon laser provenant de l'autre face du dispositif semi-conducteur à laser.Il est bien entendu, cependant, que l'invention peut aussi s'appliquer au cas où la variation de la lumière réfléchie est détectée sous la forme d'une variation d'un courant d'excitation du dispositif semi-conduc-

teur à laser.

Compte tenu de la description précédente, la présente invention est caractérisée en ce qu'un prisme, destiné à convertir le profil d'un rayon provenant d'un dispositif semi-conducteur à laser, est placé dans un système optique qui dirige le rayon sur un support d'informations.La présente invention n'est pas seulement limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus, mais elle est susceptible de nombreuses modifications ou variantes sans pour autant s'écarter du domaine ni de l'esprit de l'invention.

REVENDICATIONS

1 . Unité optique de traitement d'informations comportant une source lumineuse, un support d'informations (4), un système optique qui dirige un rayon émergent de la source lumineuse sur ce support, un dispositif de détection des variations de la quantité de lumière du rayon lumineux venant du support, et caractérisée en ce que ladite source lumineuse est un dispositif semi-conducteur à laser (1) dont la zone d'émission de lumière est rectangulaire, et en ce que ledit système optique comprend un prisme qui transforme le rayon non-circulaire émis par ledit système à laser en un rayon circulaire.

2 . Unité optique de traitement d'informations selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit prisme (7) est composé de deux prismes (7a et 7b) dont les sommets et les indices de réfraction sont égaux.

3 . Unité optique de traitement des informations selon la revendication 2, caractérisée en ce que les deux prismes ont un rapport exact de $N=\sqrt{m}$ dans lequel N représente leurs indices de réfraction et m le grossissement de leurs rayons.

4 . Unité optique de traitement des informations selon la revendication 1, caractérisée en ce que le système optique est disposé dans un chemin optique entre ledit prisme et ledit support afin de dériver le rayon réfléchi par le support, et le système de détection est un détecteur de lumière (6) qui reçoit le rayon réfléchi provenant du système optique.

5 . Unité optique de traitement des informations selon la revendication 4, caractérisée en ce que ledit système optique comprend ledit prisme unitairement.

6 . Unité optique de traitement des informations selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit prisme comporte, au moins sur sa face de sortie, un film anti-réfléchissant.

7 . Unité optique de traitement des informations selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'une

lentille (2), remplissant sensiblement la condition $\theta_{//} < \theta \leq \theta_{\perp}$ (dans laquelle θ représente un demi-angle solide formé par le dispositif à laser et ladite lentille, et $\theta_{//}$ et $\theta_{\perp}$ représentent les angles de diffraction par rapport au rayon venant du dispositif à laser dans une direction parallèle à la jonction dudit dispositif à laser et perpendiculaire à celui-ci), est placée dans un chemin optique entre le dispositif à laser et le prisme; le rayon émergent d'une des faces dudit dispositif à laser est réfléchi par le support puis renvoyé sur ladite face au moyen du système optique, et le système de détection est un détecteur de lumière qui reçoit le rayon émergent de l'autre face du dispositif à laser.

8 . Unité optique de traitement des informations selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'une face dudit dispositif à laser comporte un film anti-réfléchissant, et ce que ladite unité comporte en outre un premier système de commande (15) faisant vibrer le système optique le long de son axe optique à une période prédéterminée, et un second système de commande (14) déplaçant ledit système optique le long de son axe optique en fonction de l'émission dudit détecteur de lumière.

FIG. 1

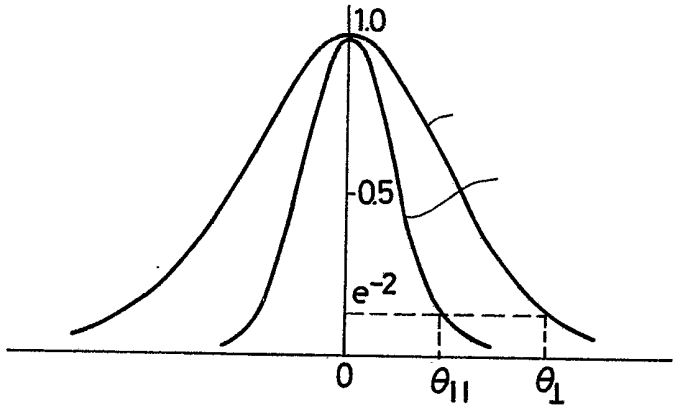

FIG. 2

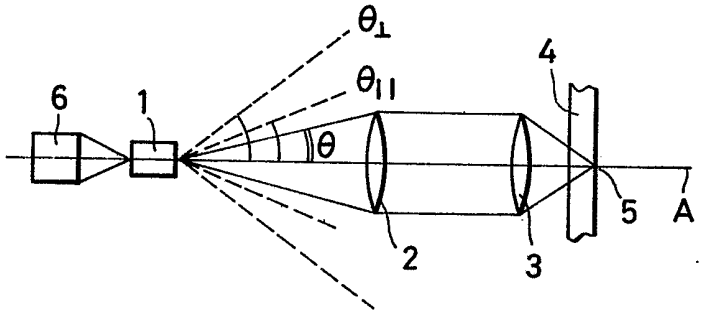

FIG. 3

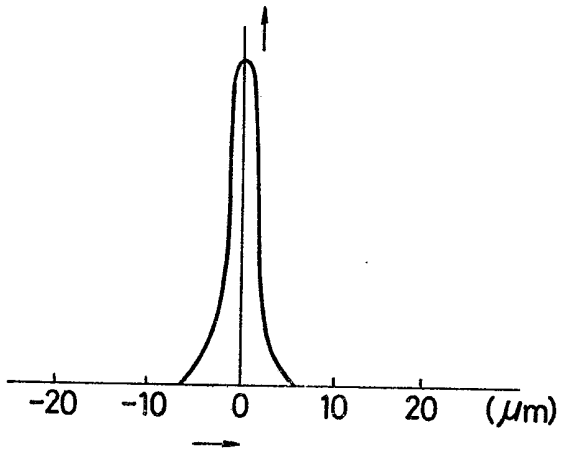

FIG. 4

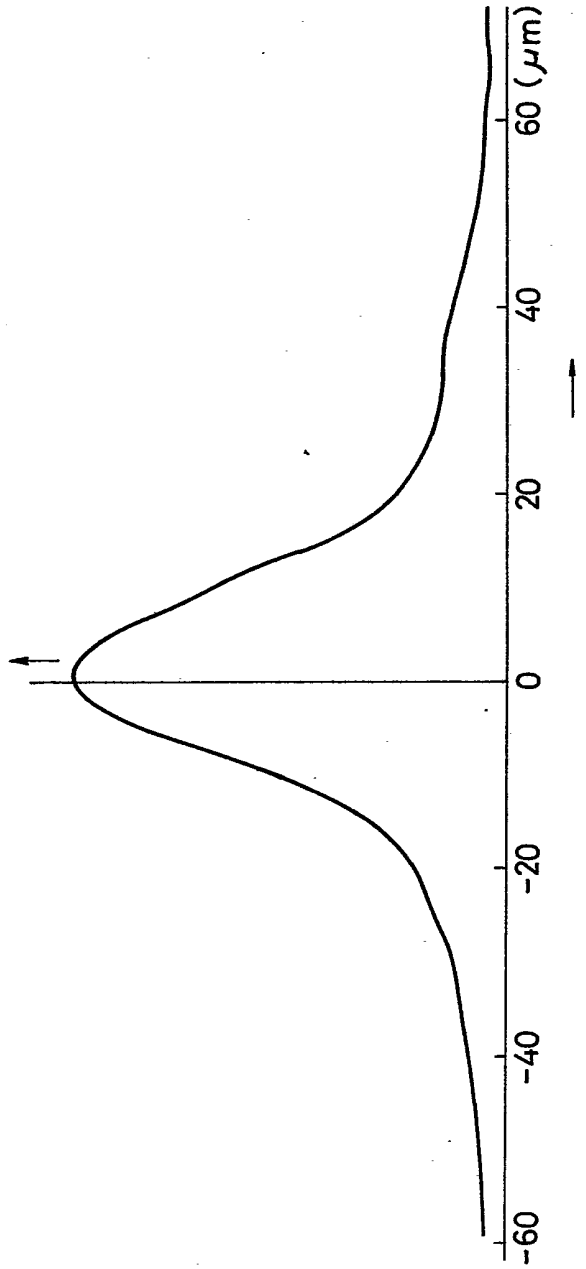

FIG. 5

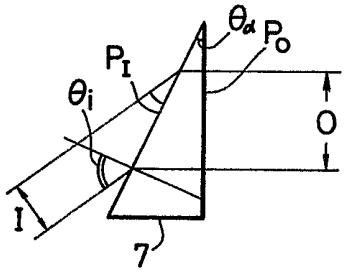

FIG. 6

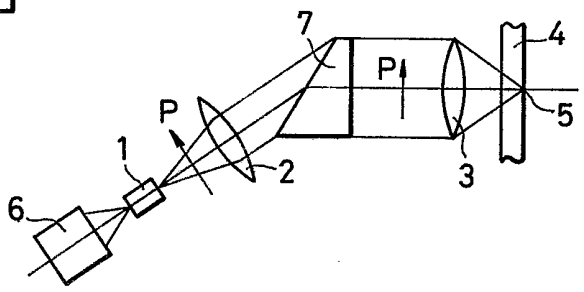

FIG. 8

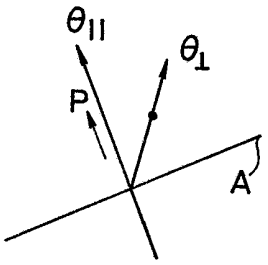

FIG. 7

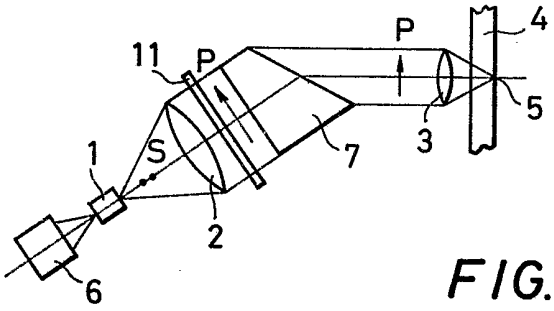

FIG. 9

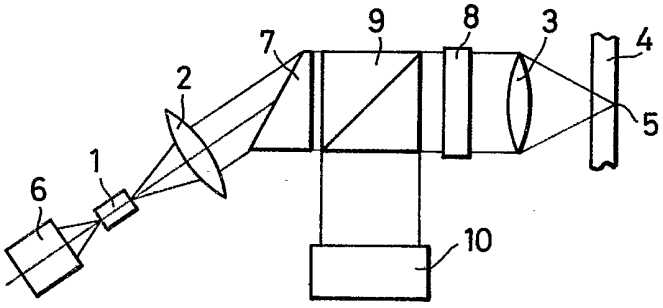

FIG. 10

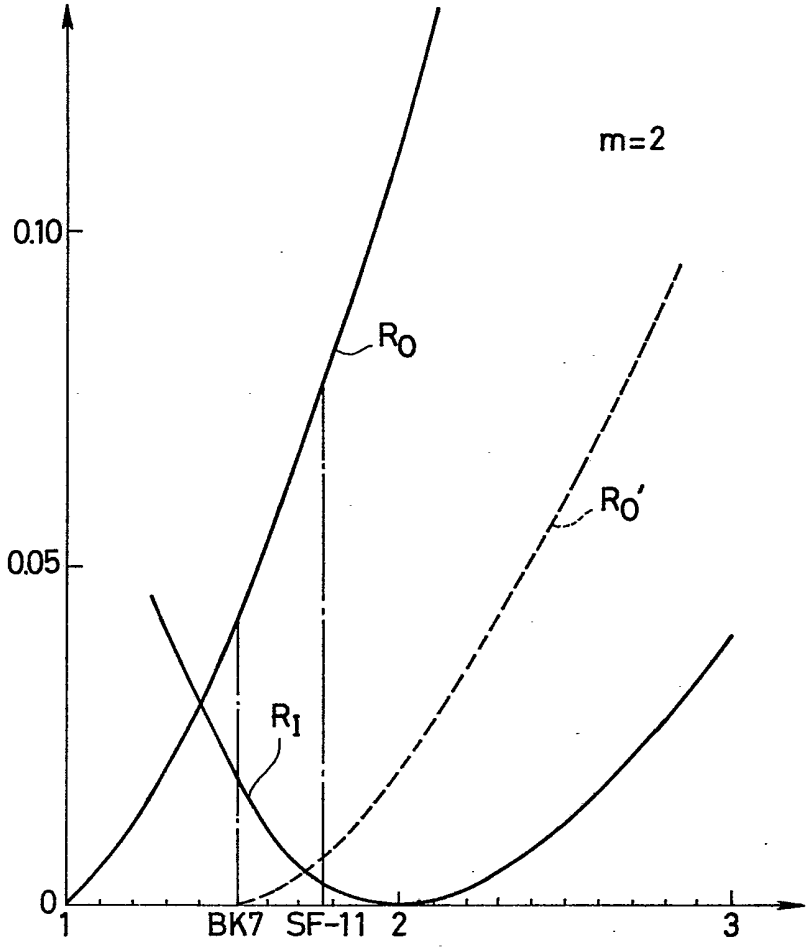

FIG. 11

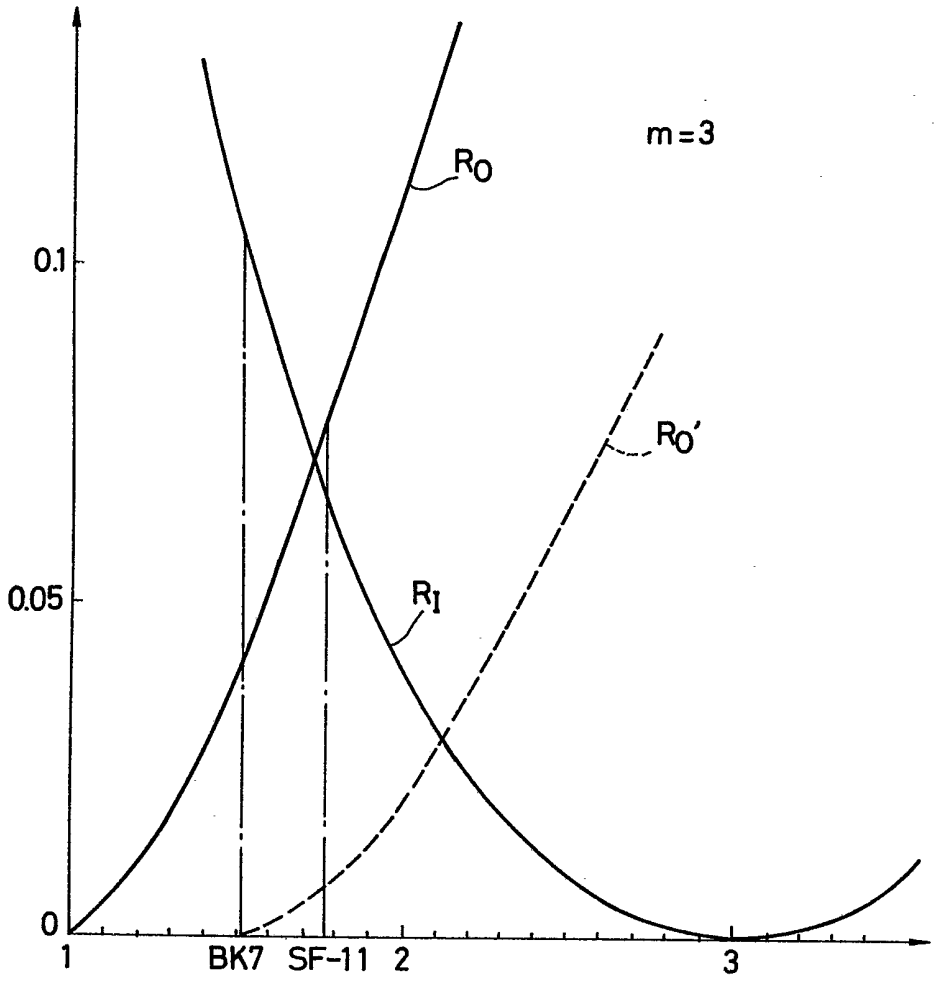

FIG. 12

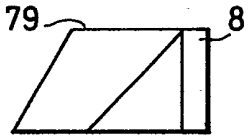

FIG. 13

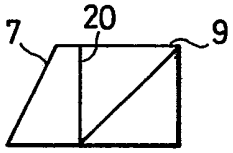

FIG. 14

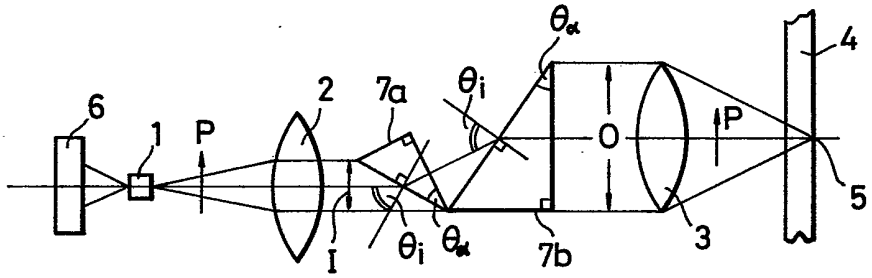

FIG. 15

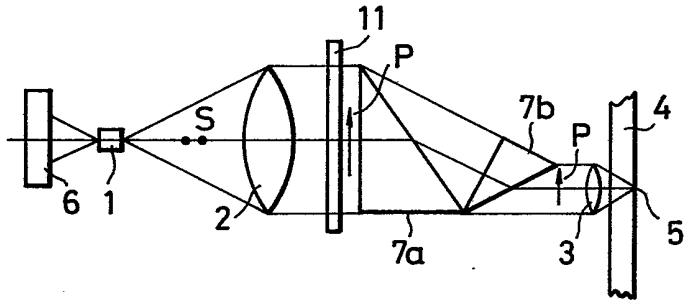

FIG. 16

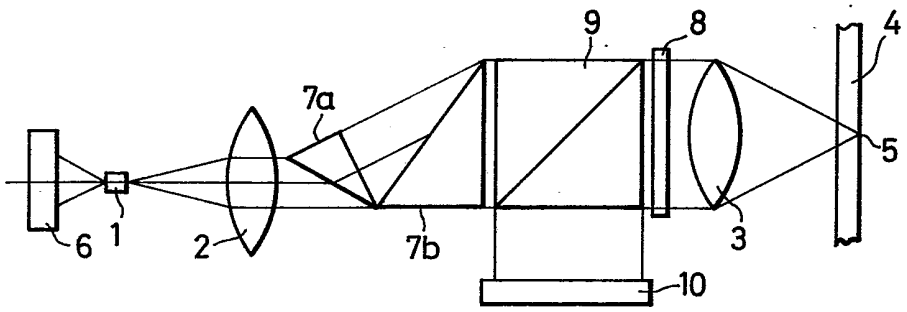

FIG. 17

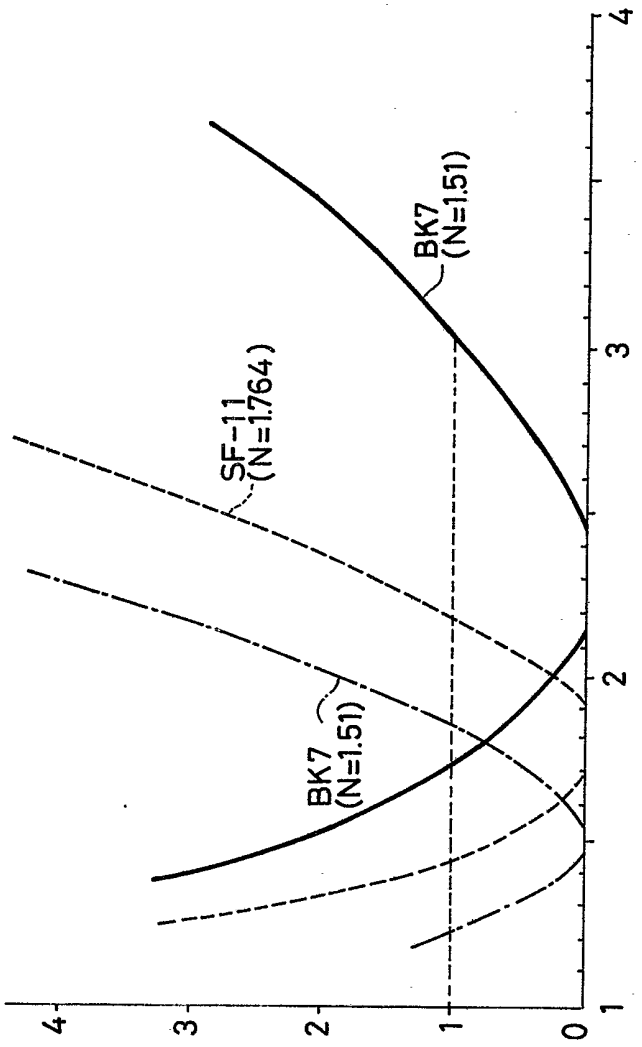

FIG. 18

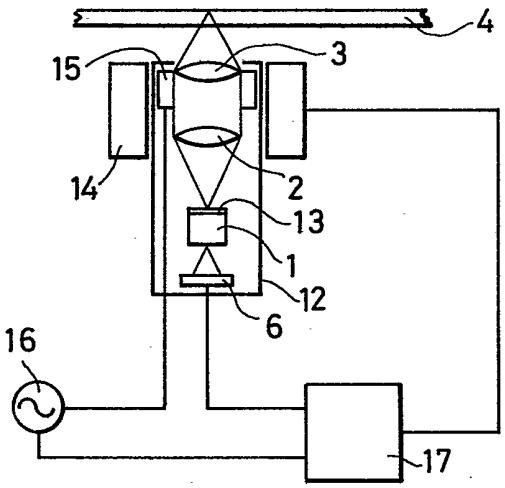

FIG. 19

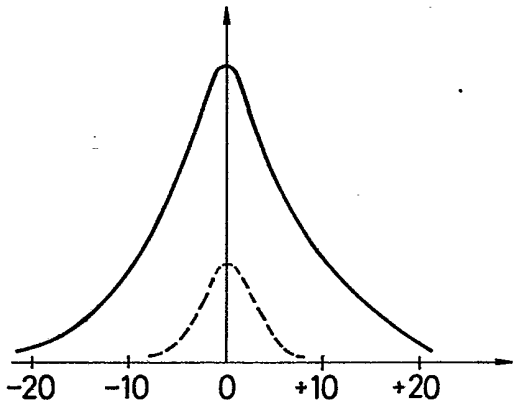

FIG. 20

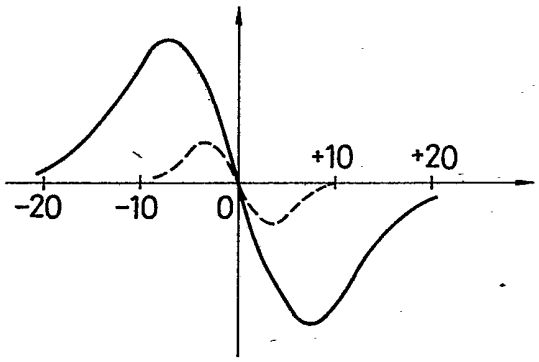

FIG. 21

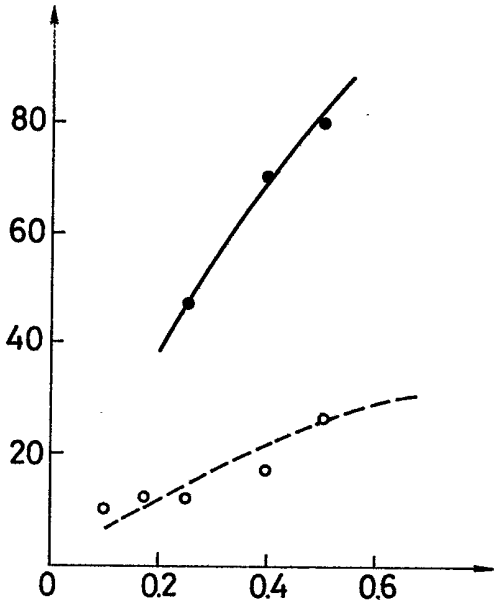

FIG. 22

