

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 27 juin 1986.

③0 Priorité : JP, 28 juin 1985, n°s 143129/1985 et 143130/1985; 1^{er} juillet 1985, n°s 144211/1985, 144212/1985, 144213/1985, 144214/1985 et 144215/1985.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 1 du 2 janvier 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : CANON KABUSHIKI KAISHA. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Masahiko Igaki, Masahiro Rachi et Tomohiro Maekawa.

⑦3 Titulaire(s) :

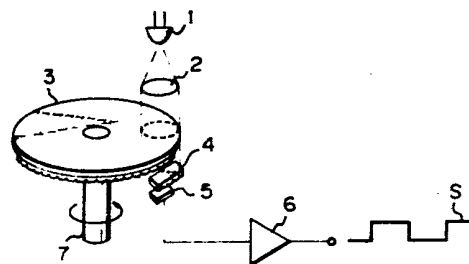
⑦4 Mandataire(s) : Rinuy, Santarelli.

⑤4 Encodeur optique.

⑤7 L'invention concerne un encodeur optique destiné à contrôler la position d'un organe mobile par rapport à un organe fixe.

Il comporte une échelle optique 3 comportant une partie transmettant la lumière et une partie non passante qui est composée de faces inclinées formant, avec la lumière qu'elles reçoivent, un angle d'incidence supérieur à l'angle critique. Ces deux groupes de parties sont formés de façon alternée sur une zone repère en saillie elle-même formée sur un élément translucide. Ce dernier est illuminé par une source de lumière 1 et un dispositif 5 de conversion photo-électrique convertit la lumière, modulée par l'échelle optique 3, en un signal électrique.

Domaine d'application : contrôle optique de position d'organes dans des machines.



L'invention concerne un encodeur optique, et en particulier un encodeur optique utilisant une grille optique en tant qu'échelle optique.

Dans un équipement de traitement de l'information tel qu'une machine à écrire électronique, on utilise couramment des encodeurs optiques pour détecter la position et la vitesse de pièces mobiles telles que des chariots. Un tel encodeur optique est habituellement fixé sur la pièce mobile et il est conçu de façon à projeter de la lumière sur une échelle optique sur laquelle des codes optiques sont enregistrés, et à soumettre à une conversion photo-électrique la lumière ainsi modulée à l'aide d'un photodétecteur, à travers une échelle fixe, afin d'obtenir l'information concernant la position de la pièce mobile sous forme d'un signal électrique codé. Cette échelle optique est composée de :

(I) une plaque métallique dans laquelle des entailles sont gravées ; ou

(II) un substrat transparent tel que du verre ou une matière plastique, sur lequel une couche métallique, par exemple d'argent, de cuivre, de chrome ou d'aluminium, est déposée par évaporation, et est gravée pour former des rainures.

Cependant, ces échelles optiques classiques ne conviennent pas à l'enregistrement de combinaisons de code très fines, car la largeur des entailles pouvant être obtenue par gravité est limitée à environ deux fois l'épaisseur de la couche métallique. De plus, elles sont inévitablement coûteuses car elles exigent un procédé complexe de fabrication et impliquent l'utilisation d'une résine photosensible coûteuse pour la gravure.

Par ailleurs, il a été proposé, par exemple

dans les brevets des Etats-Unis d'Amérique
N° 3 598 493 et N° 4 536 650, des échelles optiques
ne présentant pas de tels inconvénients et des encodeurs
optiques utilisant de telles échelles optiques, comme
5 expliqué ci-après.

Les figures 1 et 2 des dessins annexés
et décrits ci-après illustrent un encodeur optique
classique, la figure 1 étant une vue en plan d'une
échelle optique tandis que la figure 2 en est une coupe
10 transversale schématique. L'échelle optique 50 est
composée d'un élément transparent présentant des faces
mutuellement parallèles 51, 52 et il est formé, de façon
alternée, sur la face 51, des parties plates 55 laissant
passer la lumière et des parties non passantes 54 compo-
15 sées d'évidements de section en V. La lumière arrivant
d'une source lumineuse non représentée comprend une
partie L2 arrivant sur la partie non passante 54 et
totalement réfléchiée par la surface inclinée de façon
à être renvoyée dans la direction d'incidence. Par
20 ailleurs, la lumière L1 arrivant sur la partie passante
55 traverse l'échelle optique 50 et est soumise à une
conversion photo-électrique par un photorécepteur 56.
En conséquence, un déplacement relatif du photorécepteur
56 et de l'échelle optique 50 amène le photorécepteur
25 56 à générer des signaux d'impulsions correspondant
à l'amplitude de ce déplacement.

Cependant, dans un tel encodeur optique
classique, il est difficile de réaliser l'échelle optique
avec une précision satisfaisante. Par exemple, on peut
30 produire l'échelle optique montrée sur la figure 1
en préparant d'abord un modèle de même forme, puis
en préparant un moule inversé à partir de ce modèle
et en moulant une matière transparente dans ce moule.
Le modèle est habituellement préparé par formation
35 d'évidements à l'aide d'un poinçon de forme en V, dans

une plaque métallique. Cependant, la configuration finale est souvent déformée par rapport à la forme nominale montrée sur la figure 2 en raison de la contrainte mécanique appliquée à la plaque métallique dans la préparation du modèle, et une telle erreur de préparation donne naissance à une aberration dans le comportement de la lumière incidente, conduisant ainsi à une détérioration de la qualité du signal obtenu à partir du photorécepteur. De plus, même si l'échelle optique est préparée sous la forme idéale, la diffraction de la lumière se produisant au bord des évidements provoque une dispersion de la lumière transmise par l'échelle et abaisse donc le rapport signal/bruit du signal détecté. Sur la figure 1, la référence 53 indique un repère pour la détection d'une position de repos, formée de la même manière que les parties non passantes.

L'invention a pour objet de proposer un encodeur optique ne présentant pas les inconvénients précités de la technologie antérieure et permettant d'obtenir un signal ayant un rapport signal/bruit élevé.

L'objet mentionné ci-dessus peut être réalisé, conformément à l'invention, par un encodeur optique comprenant une échelle optique qui possède de façon alternée des parties transmettant ou faisant passer la lumière et des parties non passantes, composées de faces inclinées ayant un angle d'incidence, avec la lumière qu'elles reçoivent, supérieur à l'angle critique, les deux parties étant formées sur une zone de repère en saillie elle-même formée sur une partie d'un élément translucide, l'encodeur optique comportant également des moyens de projection de lumière destinés à illuminer l'échelle optique et des moyens de conversion photo-électrique destinés à convertir la lumière modulée par l'échelle optique en un signal électrique.

Selon un autre aspect de l'invention, l'objet mentionné ci-dessus peut être réalisé par un encodeur optique comprenant une échelle optique qui comporte, en alternance, des parties transmettant ou faisant
5 passer la lumière, composées de faces réfringentes destinées à faire converger la lumière incidente, et des parties non passantes composées de faces inclinées d'un angle d'incidence, avec la lumière incidente, supérieur à l'angle critique, toutes ces parties étant formées sur la surface
10 d'un élément translucide, l'encodeur optique comportant également des moyens de projection de la lumière destinés à illuminer l'échelle optique et des moyens de conversion photo-électriques destinés à convertir la lumière modulée par l'échelle optique en un signal électrique.

15 L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels :

- les figures 1 et 2 sont respectivement une vue en plan et une coupe transversale schématique partielle d'un encodeur optique classique ;
20

- la figure 3 est une vue en perspective d'une première forme de réalisation de l'encodeur optique selon l'invention ;

- les figures 4A et 4B sont une vue en plan et une coupe transversale schématique d'une échelle optique utilisée dans la première forme de réalisation de l'invention ;
25

- les figures 5, 6A et 6B sont des coupes transversales schématiques d'une échelle optique, montrant le principe de la détection de signaux dans la première forme de réalisation ;
30

- les figures 7A et 7B sont respectivement une vue en plan et une coupe transversale schématique d'une variante de l'échelle optique à utiliser dans la première forme de réalisation de l'invention ;
35

- les figures 8A et 8B sont des vues schématiques partielles en plan montrant des combinaisons claires-ombrées obtenues respectivement dans l'échelle optique classique et dans l'échelle optique montrée sur les figures 7A et 7B ;
- les figures 9A et 9B sont respectivement une vue en plan et une coupe transversale schématique d'une autre variante de l'échelle optique utilisée dans la première forme de réalisation de l'invention;
- les figures 10, 11A, 11B et 12 sont des coupes transversales schématiques partielles d'une deuxième forme de réalisation de l'invention ;
- la figure 13 est une coupe transversale schématique d'une échelle optique constituant une variante de la deuxième forme de réalisation de l'invention;
- les figures 14A à 14D sont des diagrammes de formes d'onde montrant des signaux détectés dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 13;
- la figure 15 est une coupe transversale schématique d'une autre variante de la deuxième forme de réalisation de l'invention ;
- les figures 16 et 17 sont respectivement une vue en plan et une coupe transversale schématique d'une troisième forme de réalisation de l'invention;
- la figure 18 est une coupe transversale schématique partielle montrant le principe de la détection de position de repos dans la troisième forme de réalisation de l'invention ;
- la figure 19 est un diagramme de forme d'onde montrant un signal de détection de position de repos utilisé dans la troisième forme de réalisation de l'invention ;
- les figures 20A à 20D sont des coupes transversales schématiques partielles montrant le procédé de préparation de l'échelle optique utilisée dans la

présente invention ;

- la figure 21 est une coupe transversale schématique partielle montrant la relation entre l'indice de réfraction de la matière constituant l'échelle optique selon l'invention et le comportement de la lumière incidente ; et

- les figures 22A et 22B sont respectivement une vue en plan et une coupe transversale schématique d'une autre forme de réalisation de l'échelle optique à utiliser dans la présente invention.

La figure 3 est une vue en perspective d'une première forme de réalisation de l'encodeur optique selon l'invention, dans lequel il est prévu une source de lumière 1, une lentille de collimation 2, une échelle optique rotative 3 conforme à l'invention fixée sur un arbre 7 qui la fait tourner, une échelle fixe 4 composée d'un élément transparent, un photorécepteur 5 destiné à convertir la lumière transmise par l'échelle fixe 4 en un signal électrique, un circuit 6 destiné à conformer le signal provenant du photorécepteur 5 pour lui donner une forme S représentée à l'extrémité de droite.

Les figures 4A et 4B illustrent la structure de l'échelle optique 3, la figure 4A étant une vue de dessous tandis que la figure 4B est une coupe transversale schématique suivant la ligne A-A' de la figure 4A. L'échelle optique 3 est composée d'un élément transparent, par exemple en verre ou en matière plastique, dont la face inférieure présente, le long de sa périphérie, une zone repère 8 en saillie. Il est formé de façon alternée, sur cette zone repère 8, des parties 9 transmettant ou faisant passer la lumière et des parties non passantes 10 pour la modulation de la lumière incidente comme montré sur la figure 3.

La figure 5 est une coupe transversale partielle suivant la ligne B-B' de la figure 4A. La partie 9 transmettant la lumière est composée, par exemple, d'une face plate 9a formant, avec la lumière qu'elle reçoit, un angle d'incidence inférieur à l'angle critique. Par ailleurs, la partie non passante 10 est composée de faces inclinées 10a, 10b qui forment, avec la lumière L2 qu'elles reçoivent un angle d'incidence choisi de façon à être supérieur à l'angle critique. A titre d'exemple, les faces 10a et 10b forment un angle de 90° , et la largeur horizontale W1 des faces 10a, 10b (largeur de la projection des faces inclinées sur un plan perpendiculaire à l'axe optique de la lumière incidente) est choisie de façon à être égale à la largeur W2 de la face plate 9a. Comme illustré, la lumière arrivant à la face inclinée 10a avec un angle d'incidence de 45° est totalement réfléchié dans une direction perpendiculaire, puis arrive à l'autre face inclinée 10b sous un angle d'incidence de 45° et est de nouveau totalement réfléchié dans une direction perpendiculaire afin de repartir dans la direction d'arrivée. De plus, la lumière arrivant sur la face inclinée 10b est également renvoyée dans la direction d'arrivée. Par ailleurs, la lumière arrivant sur la face plate 9a est transmise. Par conséquent, les faces plates seules assument la fonction de fentes ou rainures. En conséquence, cette échelle optique 3 est équivalente à une plaque à rainures dont les rainures et les parties non passantes sont de même largeur. L'échelle fixe 4 possède également la même structure que l'échelle optique 3.

On se référera à présent aux figures 3, 6A et 6B pour expliquer le principe de fonctionnement de l'encodeur optique selon l'invention. Les figures 6A et 6B sont des coupes transversales schématiques de l'échelle optique 3, de l'échelle fixe 4 et du photo-

récepteur 5, la figure 6A montrant un état dans lequel les repères formés sur l'échelle optique 3 et l'échelle fixe 4 sont accordés en phase, tandis que la figure 6B montre un état dans lequel les repères ont leurs phases décalées d'une demi-période. Sur la figure 3, la lumière provenant de la source 1 est orientée parallèlement à la lentille collimatrice 2 et arrive par le dessus à l'échelle optique 3. La lumière est transmise à travers les faces plates de l'échelle optique 3 mais deux réflexions totales empêchent sa transmission à travers les faces inclinées. En conséquence, il se forme une distribution régulière de zones claires et ombrées par la lumière transmise par l'échelle optique 3. Lorsque cette dernière est mise en rotation par l'arbre 7, dans un sens indiqué par une flèche, la distribution claire-ombrée tourne également dans le même sens. Etant donné que l'échelle fixe 4 et l'échelle optique 3 portent des repères de même pas, la lumière transmise par l'échelle optique 3 est également transmise par l'échelle fixe 4 lorsque les deux groupes de repères sont mutuellement en phase comme montré sur la figure 6A. Par conséquent, la quantité de lumière reçue par le photorécepteur 5 devient maximale dans cet état. Par ailleurs, lorsque les deux groupes de repères sont mutuellement décalés d'une demi-période comme montré sur la figure 6B, la face plate d'une échelle est alignée sur la face inclinée de l'autre échelle, de sorte que la lumière transmise par l'échelle optique 3 est réfléchiée deux fois sur les faces inclinées de l'échelle fixe 4 afin d'être renvoyée vers son côté d'arrivée. La quantité de lumière reçue par le photorécepteur 5 devient alors minimale.

Entre les deux états correspondant à des quantités maximale et minimale de lumière, la face plate de l'échelle optique 3 est en coïncidence partielle

avec celle de l'échelle fixe 4, de sorte que la quantité de lumière reçue par le photorécepteur 5 est proportionnelle à ces zones plates coïncidentes. En conséquence, le photorécepteur 5 produit un signal de forme sinusoïdale, qui est conformé en une impulsion S comme montré sur la figure 3 au moyen d'un circuit conformateur 6.

La partie non passante mentionnée ci-dessus peut être obtenue par la formation d'une rainure trapézoïdale ou en forme de V, de largeur et de profondeur souhaitées, sur la zone repère de l'élément translucide. Dans la présente invention, étant donné que la zone repère est en saillie comme montré sur la figure 4B, des faces inclinées peuvent être aisément formées uniquement dans cette zone repère, par la réalisation de rainures dans la surface de la zone repère, à l'aide de moyens mécaniques tels qu'un outil de coupe. Dans le cas également où l'échelle optique selon l'invention est produite par moulage par injection ou compression, un moule maître à utiliser pour le moulage peut être aisément obtenu par de tels moyens mécaniques. Dans ce cas, l'échelle optique peut être produite par préparation d'un modèle identique à l'échelle optique telle que montrée sur les figures 4A et 4B, puis préparation d'un moule femelle, par exemple par électrodéposition de nickel, et moulage d'une matière plastique dans ce moule nickelé.

Les figures 7A et 7B illustrent une variante de la première forme de réalisation, la figure 7A étant une vue de dessous et la figure 7B une coupe transversale schématique suivant la ligne C-C' de la figure 7A, les mêmes éléments que ceux montrés sur les figures 4A et 4B étant désignés par les mêmes références numériques et n'étant pas décrits plus en détail. Cette variante est différente de la forme de réalisation montrée

sur les figures 4A et 4B par le fait que les faces latérales 8a, 8b de la zone repère 8 sont formées de façon à constituer un angle d'incidence, avec la lumière qu'elle reçoit, plus grand que l'angle critique. Par exemple, lorsque lesdites faces latérales 8a, 8b forment entre elles un angle de 90° , la lumière incidente L3 est totalement réfléchiée sur les faces latérales 8a, 8b et est renvoyée du côté par lequel elle arrive. La figure 8A montre la combinaison des parties non passantes, indiquées par des zones hachurées, dans la structure classique illustrée sur la figure 1, tandis que la figure 8B montre la combinaison obtenue avec la présente forme de réalisation de l'invention, laquelle combinaison permet donc d'obtenir, à partir de la lumière transmise, un signal ayant un rapport signal/bruit plus élevé, du fait de la réduction de la lumière parasite d'origine autre que la zone repère.

Les figures 9A et 9B illustrent une autre variante de la première forme de réalisation, la figure 9A étant une vue de dessous tandis que la figure 9B est une coupe transversale schématique suivant la ligne D-D' de la figure 9A. Une échelle optique 13 présente deux zones repères en saillie 18a, 18b sous forme d'anneaux doubles possédant respectivement des parties 19a transmettant ou faisant passer la lumière, des parties non passantes 20a et des parties 19b transmettant la lumière, des parties non passantes 20b, à des pas différents. Cette forme de réalisation est également aisée à préparer, comme c'est le cas de la forme de réalisation précédente, et elle permet encore de détecter des signaux différents à l'aide d'une seule échelle optique.

La figure 10 est une coupe transversale schématique d'une échelle optique à utiliser dans une deuxième forme de réalisation de l'invention dans la-

quelle la source de lumière et le photorécepteur sont d'une réalisation identique à celle utilisée dans la première forme de réalisation montrée sur la figure 3.

5 Une partie 9 de transmission de la lumière de l'échelle optique 23 est composée d'une face réfringente convexe 9b formant, avec la lumière L1 qu'elle reçoit, des angles d'incidence inférieurs à l'angle critique et transmettant ainsi, avec convergence, la
10 lumière incidente. Par ailleurs, une partie non passante 10 est composée de faces inclinées 10a, 10b formant, avec la lumière L2 qu'elle reçoit, un angle d'incidence supérieur à l'angle critique. Par exemple, si les faces inclinées 10a, 10b forment un angle de 90° , la lumière
15 arrivant sur la face inclinée 10a sous un angle d'incidence de 45° est totalement réfléchié dans une direction perpendiculaire pour arriver sur l'autre face inclinée 10b sous un angle d'incidence de 45° , et elle est de nouveau totalement réfléchié afin d'être renvoyée vers
20 le côté par lequel elle est arrivée. La lumière arrivant sur la face inclinée 10b est réfléchié de façon similaire et renvoyée vers le côté d'arrivée.

De cette manière, seule la partie réfringente 9b assume la fonction d'une fente. En conséquence,
25 cette échelle optique 23 peut être utilisée de la même manière que l'échelle optique classique dans laquelle des fentes et des parties non passantes alternent de façon régulière. Cependant, dans l'échelle optique classique, la lumière incidente peut être diffractée
30 aux bords de la partie non passante, de sorte que la zone illuminée par la lumière transmise peut atteindre une largeur supérieure à celle souhaitée. Par ailleurs, l'échelle optique de cette forme de réalisation de l'invention, dans laquelle la partie transmettant la
35 lumière est réalisée sous la forme d'une lentille convexe,

est capable de limiter l'étalement précité de la lumière transmise, ce qui améliore donc l'efficacité d'utilisation de la lumière. On peut également s'attendre à un avantage de l'obtention d'un signal lumineux de meilleur contraste, car la lumière est concentrée dans la partie à haute intensité de la lumière modulée.

Dans la présente forme de réalisation telle que montrée sur la figure 12, l'échelle optique comportant des parties de transmission de la lumière assurant une fonction de convergence peut être utilisée pour l'échelle optique fixe 25 au lieu de l'échelle optique 24 se déplaçant avec la pièce mobile à contrôler.

La figure 13 est une coupe transversale schématique partielle d'une variante de la deuxième forme de réalisation, dans laquelle une partie 9 de transmission de la lumière de l'échelle optique 26 présente une face réfringente convexe 9b formant, avec la lumière L1 qu'elle reçoit un angle d'incidence inférieur à l'angle critique afin de faire converger la lumière L1. Par ailleurs, une partie non passante 10 est composée de faces inclinées 10a, 10b formant un angle d'incidence, avec la lumière L2 qu'elles reçoivent supérieur à l'angle critique. L'échelle fixe 27 est également composée d'un élément translucide comportant des parties 28 transmettant la lumière, formées de faces plates 28a, et des parties non passantes 29 composées de faces inclinées 29a, 29b formant, avec la lumière qu'elles reçoivent, un angle d'incidence supérieur à l'angle critique, les deux groupes de parties étant formés de façon alternée.

Les figures 14A à 14D montrent la forme d'onde du signal lumineux détecté obtenu dans la forme de réalisation montrée sur la figure 13. Une forme d'onde souhaitée peut être obtenue par variation du rapport des largeurs de la partie transmettant la lumière

et de la partie non passante de l'échelle optique 26 et de l'échelle fixe 27, comme montré sur la figure 13. Par exemple, en choisissant la largeur ℓ_1 de la partie 9 de transmission de lumière de l'échelle optique 5 26 afin qu'elle soit plus grande que la largeur ℓ_2 de la partie non passante, on peut donner des valeurs égales entre elles aux largeurs ℓ'_3 , ℓ'_4 des combinaisons claires et ombrées formées sur l'échelle fixe 27 par les faisceaux lumineux que les faces réfringentes 9b 10 font converger. En conséquence, le photorécepteur détectant la lumière transmise par l'échelle fixe 27 émet une onde pseudo-sinusoïdale, comme montré sur la figure 14A, de manière que l'impulsion, après conformation de l'onde, prenne un état idéal dans lequel la durée 15 t_2 au niveau haut (H) est égale à la durée t_1 au niveau bas (L), comme montré sur la figure 14B. Dans cet état, la longueur ℓ d'une période des parties de transmission de lumière et de non-transmission est la même dans l'échelle optique 26 et dans l'échelle fixe 27, et 20 la largeur de la partie 28 de transmission de lumière de l'échelle fixe 27 est égale à ℓ_3 ($= \ell'_3$), tandis que celle de la partie non passante 29 est égale à ℓ_4 ($= \ell'_4$).

Par ailleurs, lorsque $\ell_1 = \ell_2 = \ell_3 = \ell_4$, 25 la combinaison claire-ombrée formée par l'échelle optique 26 sur l'échelle fixe 27 a pour caractéristique $\ell'_3 < \ell'_4$. En conséquence, le signal de sortie du photorécepteur est notablement déformé par rapport à l'onde sinusoïdale, comme montré sur la figure 14C. De plus, l'im- 30 pulsion, après conformation, prend l'état de niveau haut (H) plus longtemps que l'état de niveau bas (L) comme montré sur la figure 14D et elle ne convient donc plus en tant qu'impulsion de commande.

La figure 15 représente une autre variante 35 de la deuxième forme de réalisation dans laquelle des

parties convexes de transmission de la lumière peuvent être prévues sur l'échelle fixe 34, plutôt que sur l'échelle optique 33 se déplaçant avec la pièce mobile à contrôler. En outre, ces parties convexes de transmission de la lumière peuvent être prévues sur les deux échelles.

La figure 16 est une vue en perspective d'une troisième forme de réalisation de l'encodeur optique selon l'invention, figure sur laquelle sont représentés une source de lumière 1, une lentille 2 de collimation, une échelle optique rotative 37 selon l'invention, fixée sur un arbre 7 qui l'entraîne, une échelle fixe 4 composée d'un élément transparent, un premier photorécepteur 5 destiné à convertir la lumière transmise par l'échelle fixe 4 en un signal électrique, un circuit conformateur d'onde 6 destiné à donner au signal provenant du premier photorécepteur 5 une forme d'onde S représentée à l'extrémité de droite, un second photorécepteur 35 destiné à recevoir un signal lumineux provenant d'un repère de détection de position de repos formé sur l'échelle optique 37, et un diaphragme 34 destiné à limiter la lumière arrivant au second photorécepteur 35.

La figure 17 est une vue schématique de dessous de l'échelle optique 37. L'échelle optique 37 est composée d'une matière translucide telle que du verre ou une matière plastique et elle comporte, à la périphérie de sa face inférieure, une zone repère en saillie 8 sur laquelle sont formées de façon alternée des parties 9 de transmission de la lumière et des parties non passantes 10 pour moduler la lumière l'illuminant, comme montré sur la figure 16. Un repère 38, situé à l'extérieur de la zone repère 8, est destiné à la détection de la position de repos de l'échelle optique.

Dans la structure décrite ci-dessus, le signal S est obtenu suivant le même principe que celui déjà décrit pour la première forme de réalisation en regard des figures 6A et 6B.

5 On se référera à présent aux figures 18 et 19 pour expliquer le principe de la détection de la position de repos dans la présente invention. La figure 18 est une coupe transversale schématique partiel-
10 le montrant le repère 38 de détection de position de repos sur l'échelle optique 37, le diaphragme 34 et le second photorécepteur 35. Le repère 38 est formé sur une partie d'une face plate 42, en formant avec la lumière incidente un angle inférieur à l'angle criti-
15 que, et il est composé de faces inclinées 41a, 41b formant avec la lumière incidente un angle plus grand que l'angle critique.

Dans un état tel que représenté sur la figure 18, la lumière L3 arrivant de la source lumineuse est totalement réfléchie par les faces inclinées 41a,
20 41b constituant le repère 38 de détection de la position de repos et elle n'atteint pas le second photorécepteur 35. Ensuite, lorsque l'échelle optique est déplacée dans le sens A, la face plate 42 vient se placer entre la source de lumière et le second photorécepteur 35,
25 de manière que la lumière incidente soit transmise par l'échelle optique 37 et une ouverture 43 du diaphragme 34 et qu'elle soit soumise à une conversion photo-électrique dans le second photorécepteur 45. En conséquence, le signal de sortie indique un état sombre
30 comme montré sur la figure 19, uniquement lorsque le repère 38 de détection de la position de repos passe au-dessus de l'ouverture 43, et un signal électrique émis à partir d'une borne 36 montrée sur la figure 16 permet de détec-
ter de cette manière la position de repos de l'échelle

optique 37.

Dans la présente forme de réalisation, le repère de détection de la position de repos est placé intérieurement à la zone repère, mais il peut
5 également être placé extérieurement à cette zone. De plus, on peut prévoir plusieurs repères de détection au lieu d'un seul. En outre, au lieu de détecter la position de repos par une impulsion négative représentant un état sombre, la détection peut être réalisée à l'aide
10 d'une impulsion positive obtenue par inversion des zones de transmission de la lumière et des zones non passantes.

Dans les formes de réalisation précédentes, l'élément transparent constituant l'échelle optique
15 peut être commodément formé de polyméthacrylate de méthyle ou de polycarbonate. Le polyméthacrylate de méthyle possède une haute transmission de la lumière et est thermiquement stable. Il présente en outre une excellente aptitude au moulage, permettant un moulage
20 précis des fines structures mentionnées ci-dessus, comme expliqué ci-après.

Les figures 20A à 20D illustrent, par des coupes transversales schématisques, le procédé de formation de l'échelle optique. Tout d'abord, un modèle
25 moulé 61, identique à l'échelle optique, est formé, par exemple à l'aide d'une plaque métallique comme montré sur la figure 20A, et un moule inversé 62 est préparé, par exemple par électroformage de nickel, comme montré sur la figure 20B. Puis le modèle est
30 retiré comme montré sur la figure 20C et le moule inversé 62 ainsi obtenu est utilisé comme moule pour reporter la configuration sur une matière plastique, comme montré sur la figure 20D. Cette matière est ensuite séparée du moule pour achever l'échelle optique 3. Dans ce

procédé, si la matière possède une aptitude au moulage insuffisante, l'échelle optique obtenue peut ne pas être identique au modèle en raison d'une déformation, par exemple à la limite d'une face plate et d'une face inclinée, mais l'utilisation de polyméthacrylate de méthyle permet la reproduction de fines configurations sans qu'un tel inconvénient apparaisse.

Par ailleurs, le polycarbonate possède une haute transmission de la lumière, une haute stabilité thermique et un indice de réfraction relativement élevé ($n = 1,58$) et il présente l'avantage d'occasionner peu de lumière parasite, comme expliqué ci-après.

La figure 21 est une coupe transversale partielle à échelle agrandie de l'échelle optique. La lumière arrivant perpendiculairement à l'échelle optique 3 se comporte comme expliqué en regard de la figure 5, mais de la lumière réfléchie de façon aléatoire, par exemple dans la source de lumière, peut arriver obliquement dans l'échelle optique 3. Par exemple, dans le cas d'un rayon lumineux L3 arrivant sur la face inclinée 10b sous un angle d'incidence θ , cet angle θ peut devenir inférieur à l'angle critique θ_2 si l'échelle optique 3 est formée d'une matière à faible indice de réfraction telle qu'une résine acrylonitrile-butadiène-styrène, de sorte qu'une partie du rayon lumineux L3 est transmise et produit une lumière parasite L5. Cependant, l'échelle optique formée en polycarbonate présente un angle critique θ_1 inférieur à l'angle θ , de sorte que le rayon lumineux L3 est totalement réfléchi par la face inclinée 10b et qu'il n'est pas transmis par l'échelle optique 3. De cette manière, l'utilisation de polycarbonate offre une large plage d'angle d'incidence entraînant une réflexion totale, ce qui évite la formation de lumière parasite et permet une détection de signaux avec un rapport signal/bruit élevé, par exemple,

dans un encodeur optique. Elle offre également une plus grande liberté de conception de la source de lumière en raison des limitations réduites imposées à l'angle d'incidence.

5 L'invention n'est pas limitée aux formes de réalisation décrites précédemment, mais elle peut en outre être appliquée à diverses fins. Par exemple, comme montré sur les figures 22A et 22B, l'échelle optique 63 peut comporter non seulement une zone repère
10 en saillie 68, mais également une partie intégrée 64 de montage lui permettant d'être montée sur l'axe tournant 7 ou un organe analogue. De plus, le photorécepteur peut être conçu de façon à détecter la lumière réfléchie plutôt que la lumière transmise. En outre, l'invention
15 peut s'appliquer non seulement à un encodeur optique rotatif, mais également à un encodeur optique linéaire.

En outre, bien que l'échelle fixe soit positionnée entre l'échelle optique et le photorécepteur dans les formes de réalisation précédentes, elle peut
20 être supprimée si le photorécepteur possède une zone de réception de la lumière de dimension correspondant à la partie de transmission de lumière de l'échelle optique.

Il va de soi que de nombreuses modifications
25 peuvent être apportées à l'encodeur optique décrit et représenté sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Encodeur optique, caractérisé en ce qu'il comporte une échelle optique (3) comportant une partie (9) de transmission de la lumière et une partie non passante (10), la partie non passante étant composée d'une face inclinée (10a, 10b) formant, avec la lumière qu'elle reçoit un angle d'incidence auquel est donnée une valeur supérieure à celle de l'angle critique, les deux parties étant formées de façon alternée sur une zone repère en saillie (8) elle-même formée sur une partie d'un élément translucide, l'encodeur optique comportant également des moyens (1) de projection de lumière destinés à illuminer l'échelle optique, et des moyens (5) de conversion photo-électrique destinés à convertir la lumière, modulée par l'échelle optique, en un signal électrique.
2. Encodeur optique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une échelle fixe (4) positionnée entre les moyens de projection de lumière et les moyens de conversion photo-électriques et fixe par rapport auxdits moyens de conversion photo-électrique.
3. Encodeur optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'échelle optique (37) comprend en outre un repère (38) de détection de position de repos formé dans une partie de l'élément translucide et présentant une face inclinée (41a, 41b) formant, avec la lumière qu'elle reçoit un angle d'incidence auquel est donnée une valeur plus grande que celle de l'angle critique.
4. Encodeur optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'échelle optique (63) comprend en outre une partie (64) de liaison réalisée d'une seule pièce avec la zone repère (68) pour le montage de l'échelle sur un objet à contrôler.

5. Encodeur optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément translucide est composé de polyméthacrylate de méthyle.

6. Encodeur optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément translucide est composé de polycarbonate.

7. Encodeur optique, caractérisé en ce qu'il comporte une échelle optique (23) comprenant une partie (9) de transmission de la lumière présentant une face réfringente (9b) destinée à faire converger la lumière arrivant (L1) et une partie non passante (10) présentant une face inclinée (10a, 10b) formant, avec la lumière (L2) qu'elle reçoit, un angle d'incidence réglé à une valeur supérieure à celle de l'angle critique, les deux parties étant formées de façon alternée sur la surface d'un élément translucide, encodeur optique comportant également des moyens (1) de projection de lumière destinés à illuminer l'échelle optique et des moyens (5) de conversion photo-électrique destinés à convertir la lumière, modulée par l'échelle optique, en un signal électrique.

8. Encodeur optique selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une échelle fixe (4) placée entre les moyens de projection de lumière et les moyens de conversion photo-électriques et fixe par rapport aux moyens de conversion photo-électrique.

9. Encodeur optique selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'échelle optique (37) comporte en outre un repère (38) de détection de position de repos formé dans une partie de l'élément translucide et présentant une face inclinée (41a, 41b) formant, avec la lumière qu'elle reçoit, un angle d'incidence auquel est donnée une valeur supérieure à celle de l'angle critique.

10. Encodeur optique selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'échelle optique (63) comporte en outre une partie (64) de liaison réalisée d'une seule pièce avec la zone repère pour le montage de
5 l'échelle sur un objet à contrôler.

11. Encodeur optique selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'élément translucide est composé de polyméthacrylate de méthyle.

12. Encodeur optique selon la revendication
10 7, caractérisé en ce que l'élément translucide est composé de polycarbonate.

13. Encodeur optique, caractérisé en ce qu'il comporte une première échelle optique (27) comprenant une partie (9) de transmission de la lumière présentant une face réfringente (9b) destinée à faire converger la lumière qu'elle reçoit, et une partie non passante (10) présentant une face inclinée (10a, 10b) formant, avec la lumière qu'elle reçoit, un angle d'incidence auquel est donnée une valeur supérieure à celle de
20 l'angle critique, les deux parties étant formées de façon alternée sur une surface d'un élément translucide, l'encodeur comportant également une seconde échelle optique (26) comportant des parties alternées de transmission de lumière (9) et non passantes (10) et pouvant
25 se déplacer par rapport à la première échelle optique, le rapport des largeurs d'une partie de transmission de lumière à une partie non passante de la seconde échelle optique étant différent de celui de la première échelle optique, l'encodeur optique comportant également
30 des moyens (1) de projection de lumière destinés à illuminer les première et seconde échelles optiques, et des moyens (5) de conversion photo-électriques destinés à convertir la lumière, modulée par les première et seconde échelles optiques, en un signal électrique.

14. Encodeur optique selon la revendication 13, caractérisé en ce que la partie de transmission de la lumière et la partie non passante de la seconde échelle optique présentent une face inclinée formant, 5 avec la lumière qu'elle reçoit, un angle d'incidence auquel est donnée une valeur supérieure à celle de l'angle critique, ces parties étant formées de façon alternée sur l'élément translucide.

15. Encodeur optique selon la revendication 10 14, caractérisé en ce que la partie de transmission de la lumière de la seconde échelle optique présente une face réfringente destinée à faire converger la lumière qu'elle reçoit.

16. Encodeur optique selon la revendication 15 13, caractérisé en ce que l'échelle optique (37) comporte en outre un repère (38) de détection de position de repos formé dans une partie de l'élément translucide et présentant une face inclinée (41a, 41b) formant, 20 avec la lumière qu'elle reçoit, un angle d'incidence auquel est donnée une valeur supérieure à celle de l'angle critique.

17. Encodeur optique selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'échelle optique (63) comporte en outre une partie (64) de liaison réalisée d'une 25 seule pièce avec la zone repère pour le montage de ladite échelle sur un objet à contrôler.

18. Encodeur optique selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'élément translucide est composé de polyméthacrylate de méthyle.

30 19. Encodeur optique selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'élément translucide est composé de polycarbonate.

Fig. 1

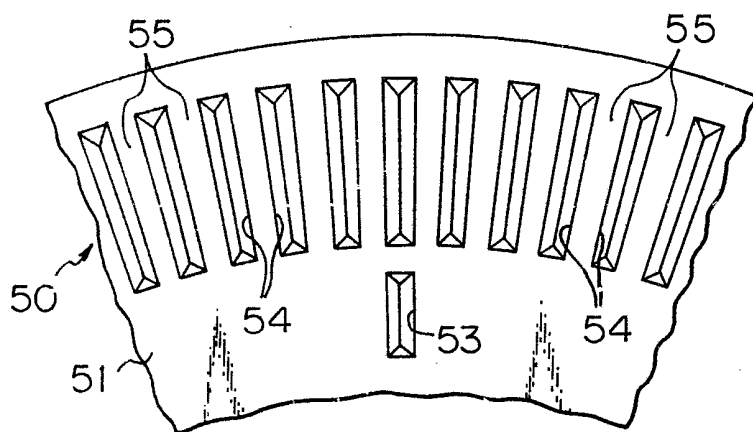


Fig. 2

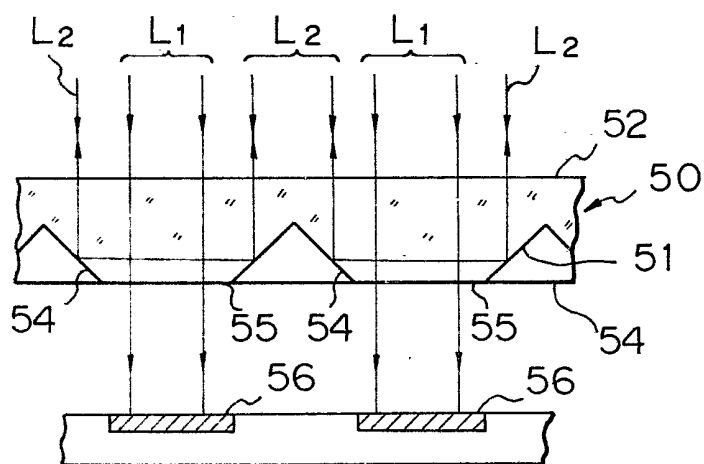


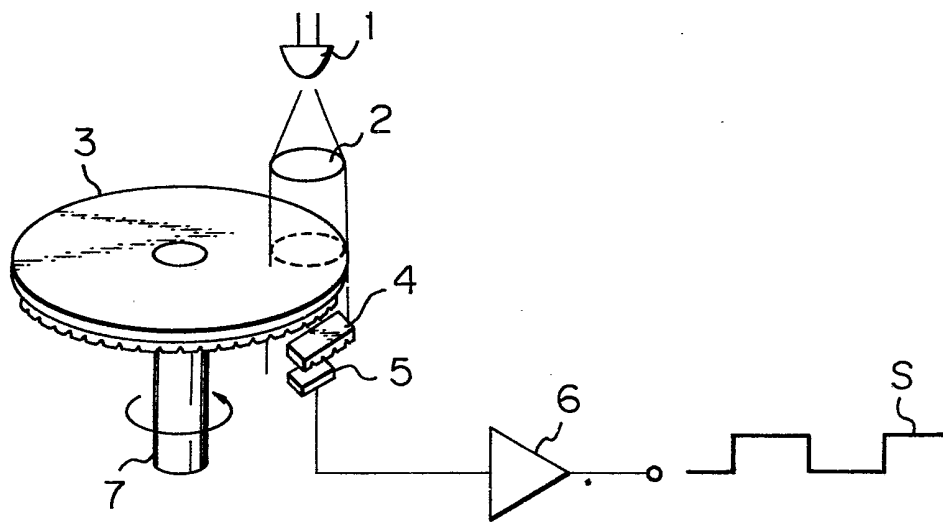
Fig. 3

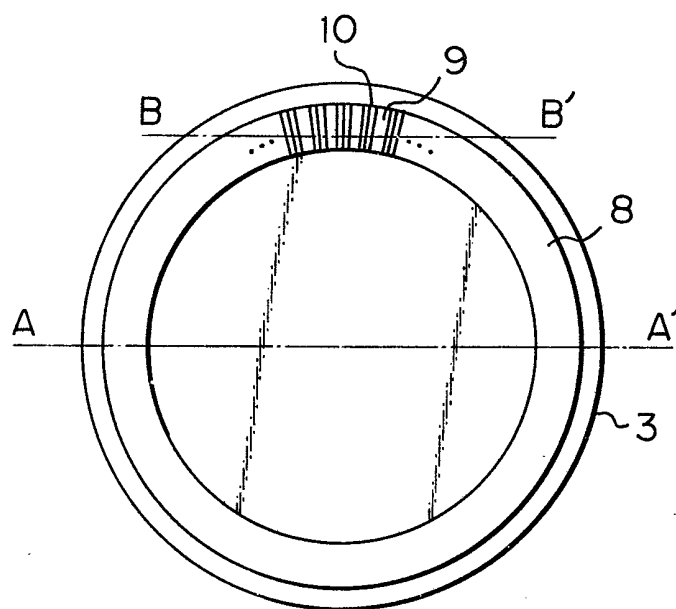
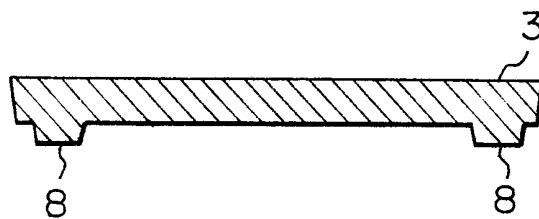
Fig. 4A*Fig. 4B*

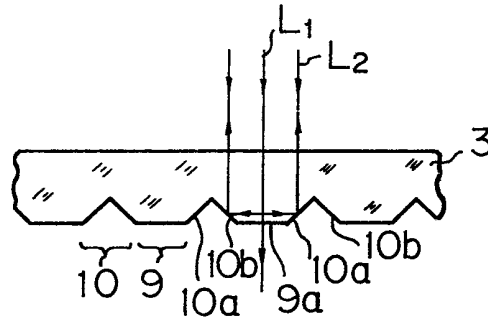
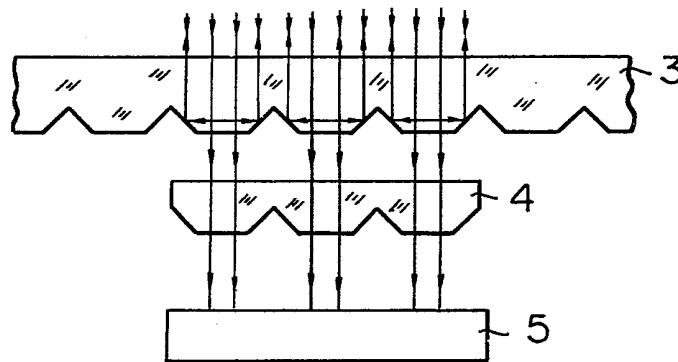
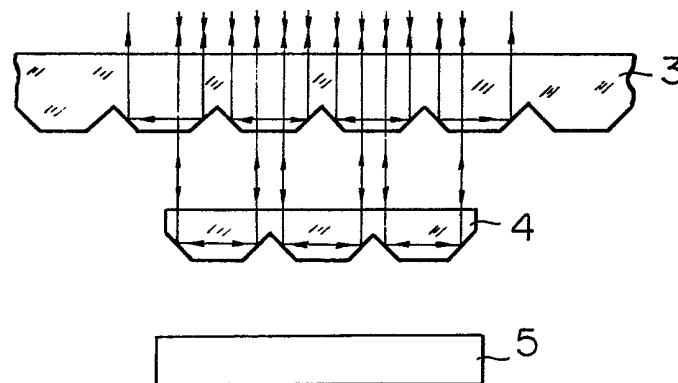
Fig. 5*Fig. 6A**Fig. 6B*

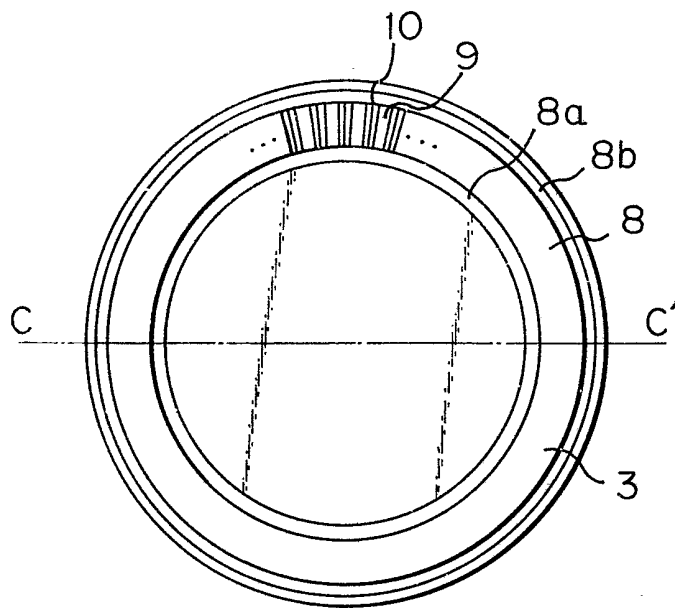
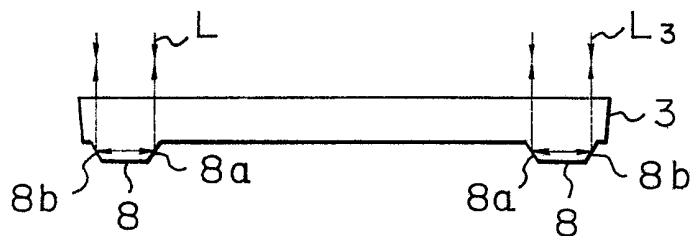
Fig. 7A*Fig. 7B*

Fig. 8 A

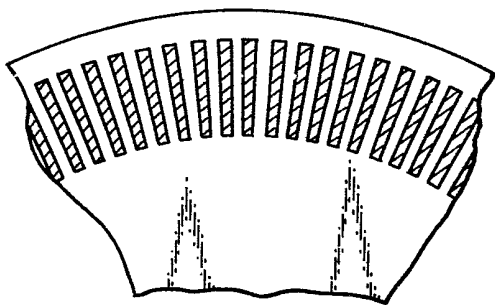


Fig. 8 B

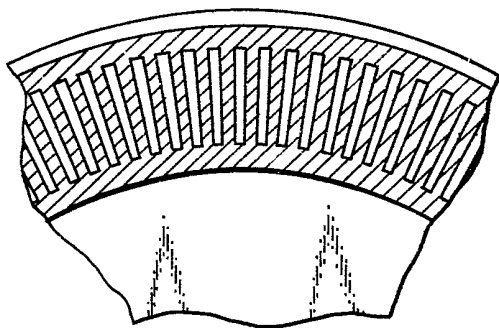


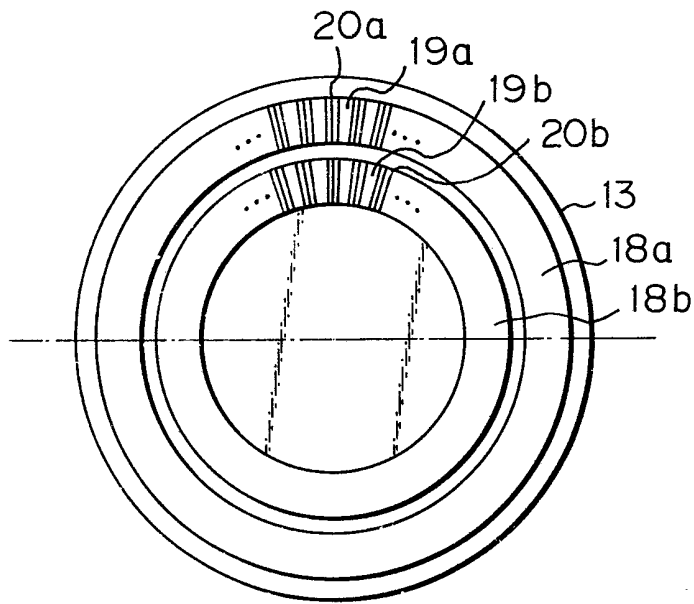
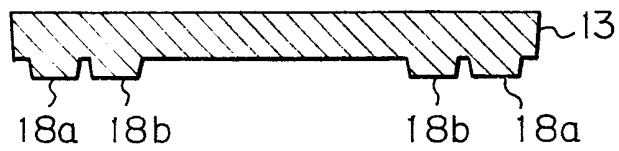
Fig. 9A*Fig. 9B*

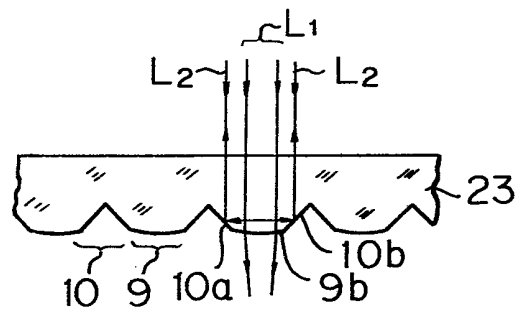
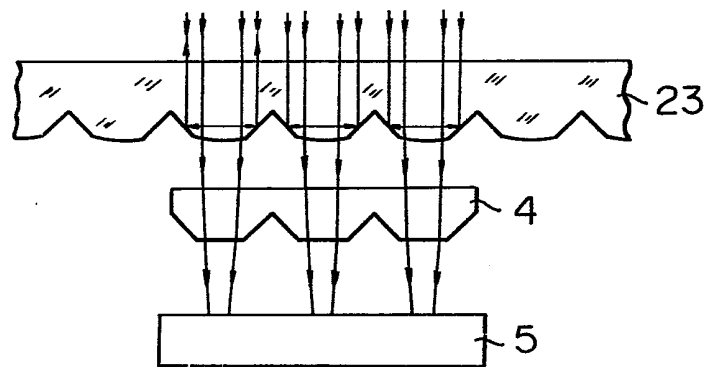
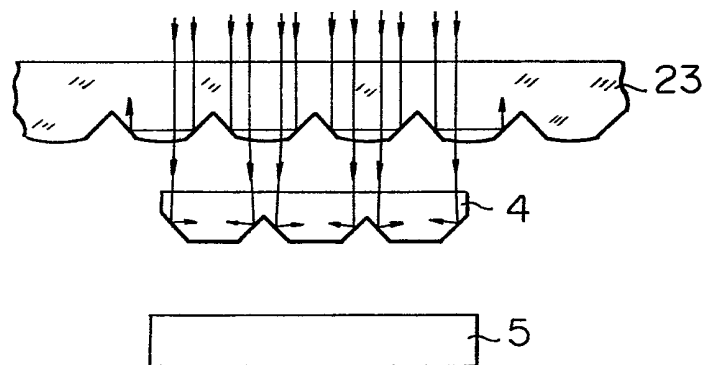
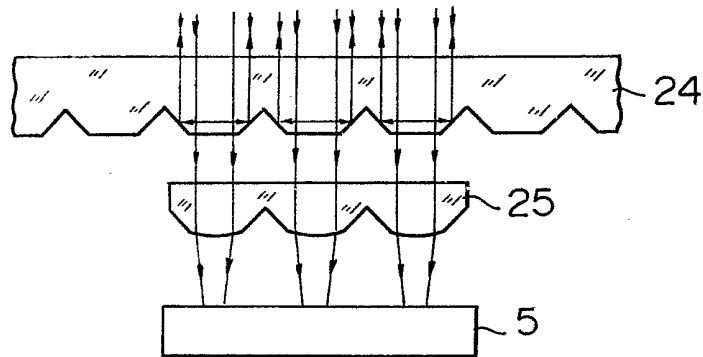
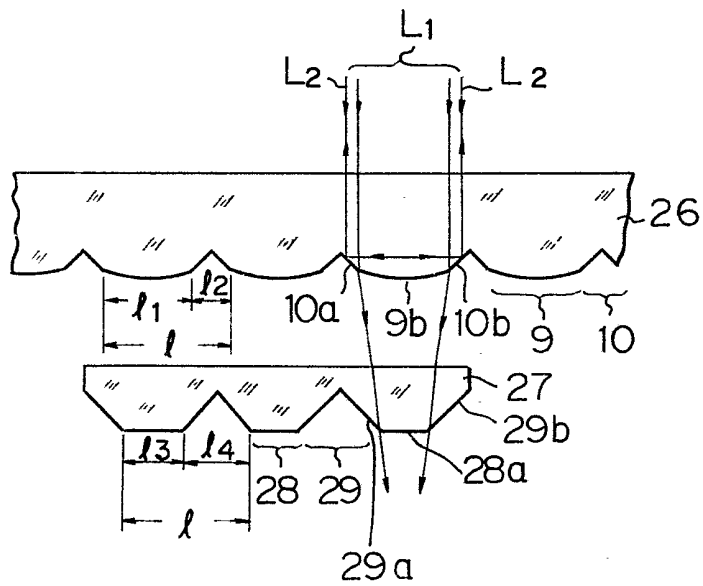
Fig. 10*Fig. 11A**Fig. 11B*

Fig. 12*Fig. 13*

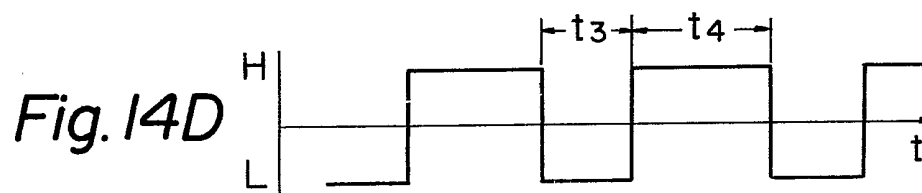
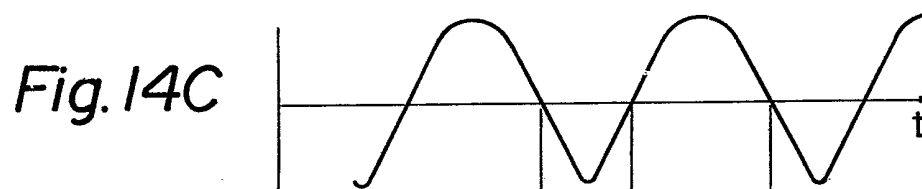
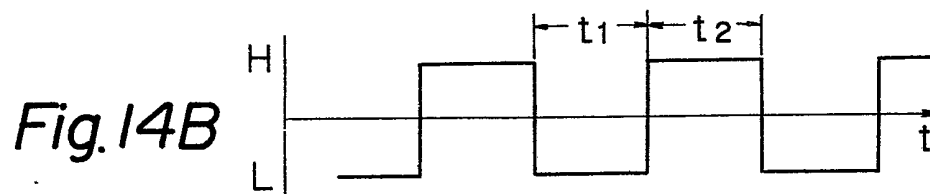
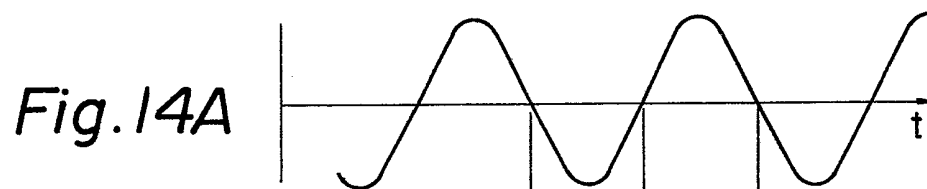


Fig. 15

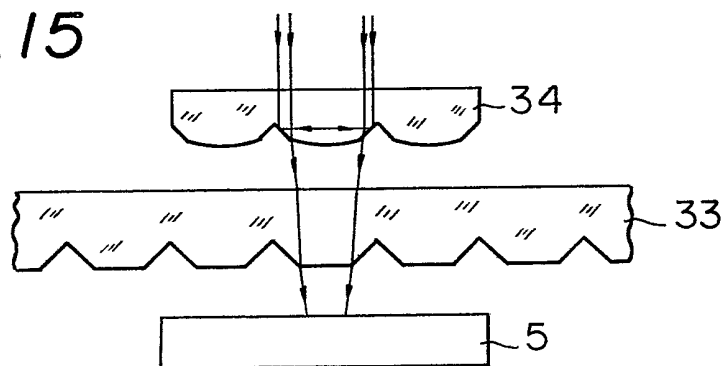


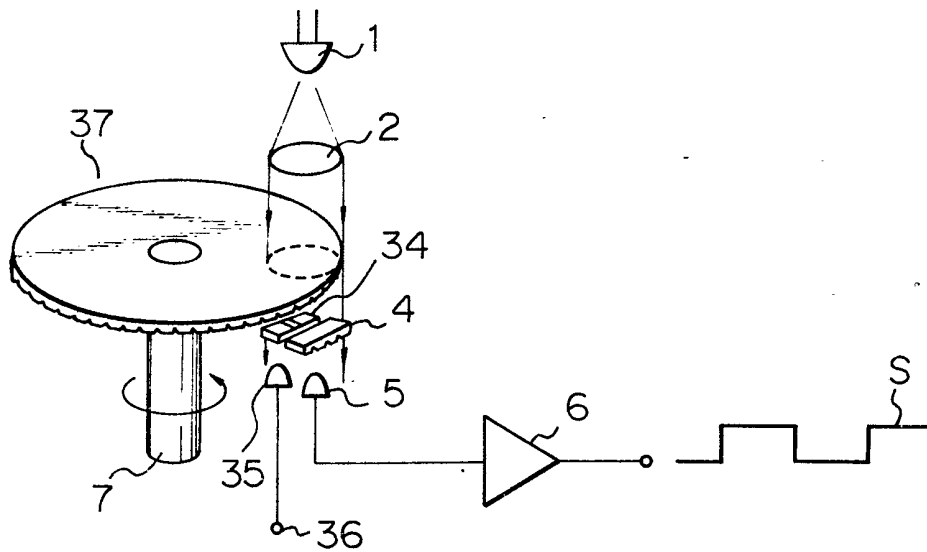
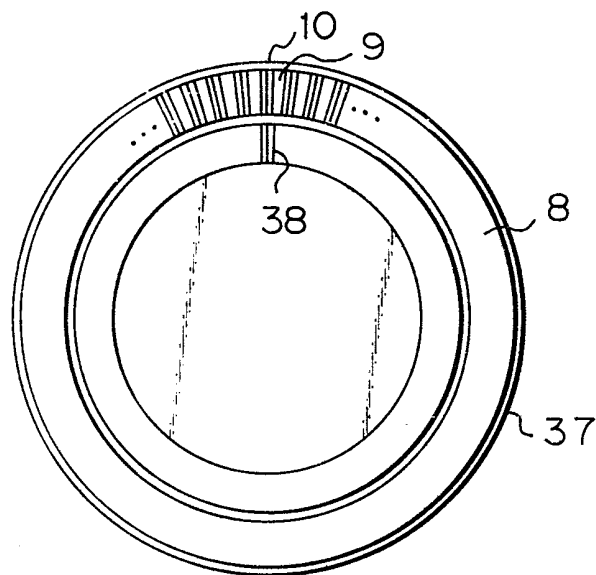
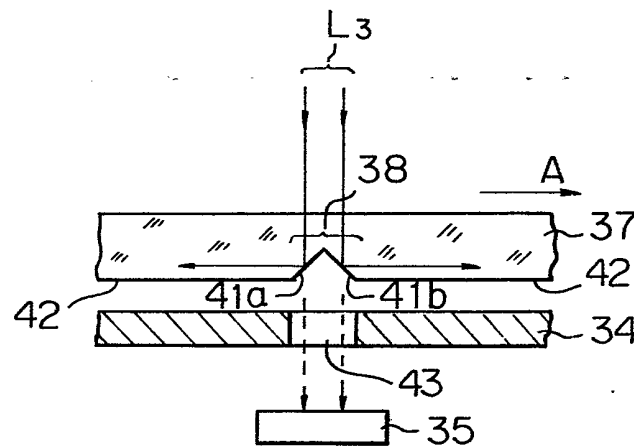
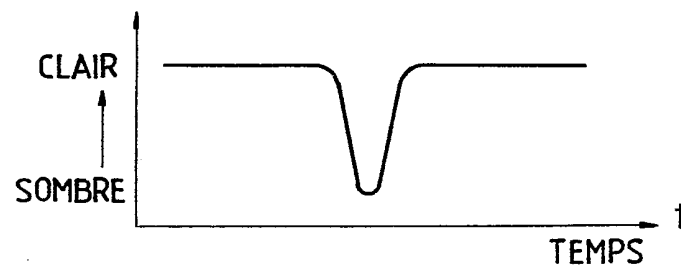
Fig. 16*Fig. 17*

Fig. 18*Fig. 19*

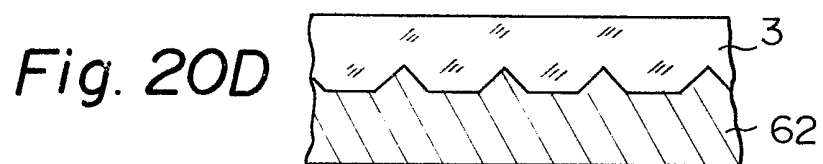
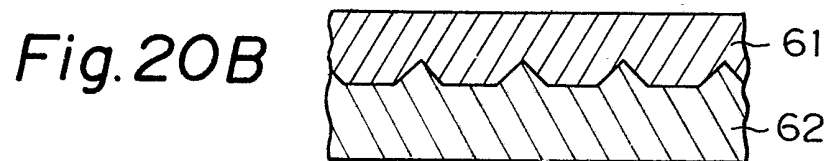
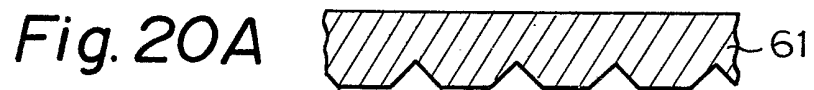


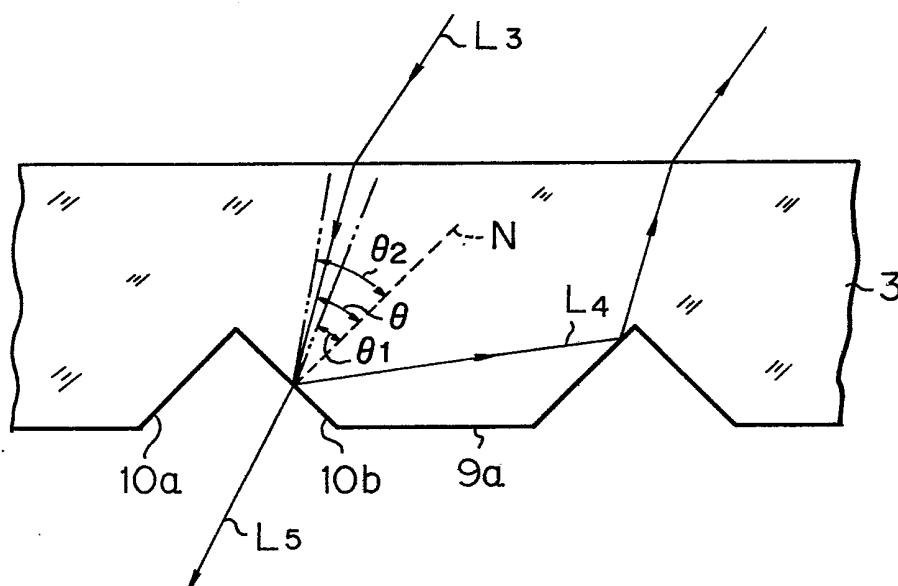
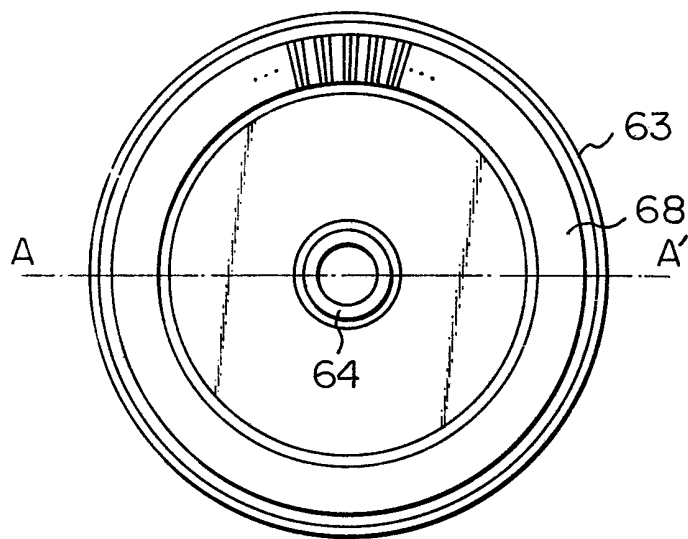
Fig. 21

Fig. 22A*Fig. 22B*