

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 608 790

②1 N° d'enregistrement national :

87 16656

⑤1 Int CI⁴ : G 02 B 27/62; G 11 B 7/095, 7/135.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 1^{er} décembre 1987.

③0 Priorité : JP. 18 décembre 1986, n° 86-302187.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 25 du 24 juin 1988.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION. — JP.

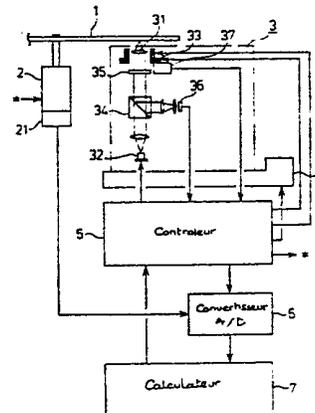
⑦2 Inventeur(s) : Mikuriya Kenta ; Ohya Akira ; Nakagawara Minoru ; Hirukawa Hideo ; Uehara Shoji.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Lavoix.

⑤4 Dispositif perfectionné de test pour disques optiques.

⑤7 Ce dispositif comprend un moteur de plateau 2 pour faire tourner un disque 1 à une vitesse constante; un codeur 21 pour générer des impulsions correspondant à l'angle de rotation du moteur; une tête de mesure 3, comportant des mécanismes d'asservissement focal et de poursuite pour faire suivre au point focal d'un faisceau laser éclairant ledit disque, le sillon guide du disque et un détecteur de déplacement 37 d'une lentille de mise au point 31 mue par lesdits mécanismes d'asservissement, ladite tête étant adaptée pour générer un signal proportionnel au déplacement de ladite lentille; un mécanisme d'avance 4 pour mouvoir ladite tête dans le sens radial dudit disque; un contrôleur 5 pour commander les opérations dudit moteur, des mécanismes d'asservissement focal et de poursuite de ladite tête, et dudit mécanisme d'avance; un convertisseur analogique/numérique 6 pour convertir le signal de sortie de ladite tête à un rythme correspondant aux impulsions de sortie dudit codeur; et un calculateur 7 pour commander ledit contrôleur et calculer la valeur de sortie dudit convertisseur pour déterminer la forme dudit disque.



FR 2 608 790 - A1

- 1 -

La présente invention est relative à un dispositif de test destiné à mesurer les caractéristiques mécaniques de disques optiques.

5 D'une façon générale, les caractéristiques mécaniques d'un disque optique font intervenir ses paramètres de forme tels que voile ou concentricité, dont dépend le bon fonctionnement des asservissements de focalisation et de poursuite. En ce qui concerne l'asservissement de focalisation, 10 l'épaisseur d'un substrat est importante en liaison avec l'aberration, et le voile et sa composante à haute fréquence (c'est-à-dire l'accélération) sont importants sous l'aspect des possibilités d'asservissement. Par ailleurs, quant à l'asservissement de poursuite, non seulement l'angle de dévers et la 15 concentricité, mais aussi l'accélération radiale (c'est-à-dire la circularité) sont des facteurs importants.

La Fig. 1 est un schéma montrant un exemple de dispositif de test pour disques optiques selon l'art antérieur. Sur la Fig. 1 : le repère numérique 1 désigne un disque optique; 20 le repère 2 un moteur de plateau servant à caler en position et à faire tourner le disque optique 1 à une vitesse constante; et le repère 3 une tête de mesure comportant des mécanismes d'asservissement focal et d'asservissement de poursuite servant à faire suivre au point focal d'un faisceau laser éclairant le disque optique 1 le sillon guide du 25 disque 1, et un détecteur de déplacement servant à détecter optiquement le déplacement d'une lentille de mise au point 31 positionnée sous la commande de ces servo-mécanismes. La tête de mesure 3 génère un signal de sortie proportionnel au 30 déplacement de la lentille de mise au point 31. Le repère 4 désigne un mécanisme d'avance servant à déplacer la tête de mesure dans la direction radiale du disque optique 1. Le dispositif de mesure pour disques optiques a fondamentalement une fonction semblable à celle d'un dispositif de 35 reproduction, et la lentille de mise au point 31 est soumise à la commande asservie dans une direction de focalisation F

et dans une direction de poursuite T de telle manière que l'emplacement (dans l'état de reproduction) du sillon guide du disque optique 1 puisse être éclairé par le faisceau laser. En détectant à ce moment les déplacements de la
5 lentille de mise au point 31 dans les deux directions F et T, il est par conséquent possible de mesurer les grandeurs du voile et de la concentricité du disque optique 1. En notant le déplacement dans la direction de focalisation, par exemple, il est possible de mesurer le voile, l'accélération
10 de voile, l'angle de dévers et l'épaisseur de substrat. En notant le déplacement dans la direction de poursuite, il est possible en outre de mesurer la concentricité et l'accélération radiale (c'est-à-dire l'absence d'excentricité). D'autre part, pour détecter ces déplacements de la lentille
15 de mise au point 31, on se sert du courant de commande d'un positionneur de lentille servant à déplacer la lentille de mise au point 31, ou encore d'un capteur de déplacement à transformateur différentiel ou de type capacitif. Cependant, dans le cas où l'on détecte le déplacement de la lentille de
20 mise au point 31 en exploitant le courant de commande comme ci-dessus, la détection est affectée par les caractéristiques de fréquence, l'hystérésis et les forces de frottement du positionneur de lentille, d'où s'ensuit que le déplacement de la lentille de mise au point 31 ne peut pas être
25 détecté avec précision. Par contre, comme un capteur de déplacement à transformateur différentiel ou du type capacitif est un détecteur qui détecte un déplacement dans une seule dimension, il faut faire appel à deux détecteurs indépendants pour détecter les déplacements de la lentille de mise
30 au point 31 dans la direction de focalisation F et dans la direction de poursuite T. Comme en outre, il existe une interférence entre les servo-mécanismes des directions de focalisation et de poursuite F et T, les signaux de sortie des détecteurs individuels doivent être corrigés de manière
35 à éliminer ces influences.

L'un des buts de la présente invention est de conférer à un dispositif de test pour disques optiques un agencement

simplifié qui permet d'éliminer les inconvénients précités du dispositif de la technique antérieure, de détecter avec précision les déplacements de la lentille de mise au point dans les directions de focalisation et de poursuite ainsi
5 que de mesurer avec précision les caractéristiques mécaniques d'un disque optique.

Selon la présente invention, il est fourni à cet effet un dispositif le test pour disques optiques comprenant : un
10 moteur de plateau propre à caler en position et à faire tourner un disque optique à une vitesse constante; un codeur propre à générer des impulsions de sortie correspondant à l'angle de rotation dudit moteur de plateau; une tête de mesure, comportant des mécanismes d'asservissement focal et d'asservissement de poursuite propres à faire suivre au
15 point focal d'un faisceau laser éclairant ledit disque optique le sillon guide dudit disque optique, et un détecteur de déplacement propre à détecter optiquement le déplacement d'une lentille de mise au point mue par lesdits mécanismes d'asservissement, ladite tête de mesure étant adaptée pour
20 générer un signal de sortie proportionnel au déplacement de ladite lentille de mise au point; un mécanisme d'avance propre à mouvoir ladite tête de mesure dans le sens radial dudit disque optique; un circuit de commande propre à commander les opérations dudit moteur de plateau, des mécanismes
25 d'asservissement focal et d'asservissement de poursuite de ladite tête de mesure et dudit mécanisme d'avance; un convertisseur analogique/numérique propre à convertir d'analogique en numérique le signal de sortie de ladite tête de mesure à un rythme correspondant aux impulsions de sortie dudit
30 codeur; et un calculateur propre à commander ledit circuit de commande et à calculer la valeur de sortie dudit convertisseur analogique/numérique pour déterminer la forme dudit disque optique, en permettant ainsi au déplacement de la lentille de mise au point de ladite tête de mesure d'être
35 directement détecté au moyen dudit détecteur de déplacement de type optique.

Sur les dessins annexés,

La Fig. 1 est un schéma montrant un exemple du dispositif de test pour disques optiques selon la technique antérieure;

5 la Fig. 2 est un schéma montrant une forme de réalisation du dispositif de test pour disques optiques selon la présente invention;

la Fig. 3 est un schéma montrant une forme de réalisation d'un détecteur de déplacement 37 destiné à être mis en
10 oeuvre dans le dispositif de test pour disques optiques selon la présente invention;

la Fig. 4 est un schéma montrant l'état d'incidence d'un spot de faisceau sur un capteur à secteurs multiples 374 du dispositif de la Fig. 3;

15 la Fig. 5 est un schéma montrant la structure d'une autre forme de réalisation du détecteur de déplacement 37 représenté par la Fig. 3;

les Figs 6(a) à 6(c) sont des schémas montrant les variations de la quantité de lumière tombant sur le capteur à secteurs multiples 374 du dispositif de la Fig. 5;

la Fig. 7 est un schéma montrant la structure d'une forme de réalisation d'un dispositif de mesure de voile et de concentricité;

la Fig. 8 est un schéma montrant le principe de la mesure
25 de l'angle de dévers;

les Figs 9 et 10 sont des schémas explicatifs montrant la forme géométrique du disque optique 1 pour expliquer l'opération de calcul du dévers dans le dispositif de la Fig. 8;

30 la Fig. 11 est un schéma montrant la structure d'une forme de mise en oeuvre d'une méthode de correction servant à corriger l'erreur d'axe vertical d'un moteur de plateau;

les Figs 12(a) à 12(c) sont des schémas explicatifs des opérations de la méthode de correction;

35 la Fig. 13 est un schéma montrant la structure d'une autre forme de mise en oeuvre de la méthode de correction

- 5 -

de l'erreur d'axe vertical;

la Fig. 14 est un schéma montrant la structure d'une forme de mise en oeuvre du principe de la mesure d'une épaisseur de substrat;

5 les Figs 15 à 18 sont des schémas explicatifs montrant les opérations de mesure du dispositif de la Fig. 14;

la Fig. 19 est un schéma montrant une forme de réalisation d'un mécanisme de protection servant à protéger un mécanisme d'avance en cours d'opération d'étalonnage; et

10 la Fig. 20 est un schéma montrant la structure d'une forme de réalisation d'un mécanisme limiteur de course d'une portion à coulisse du mécanisme d'avance.

La Fig. 2 est un schéma montrant la structure d'une forme de réalisation du dispositif de test pour disques optiques selon la présente invention. Sur la Fig. 2, les éléments
15 constitutifs homologues de ceux de la Fig. 1 sont désignés par des repères numériques communs. Le repère 21 désigne un codeur servant à générer un signal de sortie impulsionnel en correspondance avec l'angle de rotation du moteur de plateau
20 2. La tête de mesure 3 est composée de la lentille de mise au point 31, d'une source de faisceau laser 32, d'un positionneur de lentille 33, d'un séparateur de faisceaux 34, d'une lame quart-d'onde 35, d'un élément photo-récepteur 36 et d'un détecteur de déplacement 37. Dans cette tête de mesure
25 3, l'état de mise au point sur le disque optique 1 est détecté par l'élément photo-récepteur 36 pour générer des signaux d'asservissement pour les mécanismes d'asservissement focal et de poursuite, et le déplacement de la lentille de mise au point 31 est détecté par le détecteur de déplacement
30 37 pour générer un signal de sortie proportionnel au déplacement de la lentille de mise au point 31. Le détecteur de déplacement 37 est un détecteur de type optique propre à convertir le déplacement de la lentille de mise au point 31 en des variations de la quantité de lumière. Le repère numérique
35 5 désigne un ensemble de commande ou contrôleur qui sert à piloter le positionneur de lentille 33 en fonction du

signal de sortie de l'élément photo-récepteur 36 pour action-
ner le mécanisme d'asservissement focal et le mécanisme
d'asservissement de poursuite et qui gère le fonctionnement
du moteur de plateau 2 et celui du mécanisme d'avance 4. Le
5 repère 6 désigne un convertisseur analogique/numérique (qui
sera désigné en abrégé par "convertisseur A/N") servant à
convertir d'analogique en numérique le signal de sortie de
la tête de mesure 3 à un rythme correspondant aux impulsions
de sortie du codeur 21. Le repère 7 désigne un calculateur
10 destiné à commander le contrôleur 5 et à calculer la valeur
de sortie du convertisseur A/N 6 pour déterminer la forme du
disque optique 1. Dans le dispositif de mesure pour disques
optiques ainsi agencé, les séquences de fonctionnement des
organes individuels sont sélectionnées en réponse aux ordres
15 du calculateur 7, et différentes caractéristiques mécaniques
du disque optique 1 telles que le voile ou la concentricité
sont mesurées sur la base de ces déplacements.

La Fig. 3 est un schéma montrant la structure d'une forme
de réalisation du détecteur de déplacement auquel fait appel
20 le dispositif de test pour disques optiques selon la pré-
sente invention. Sur la Fig. 3, les éléments homologues de
ceux de la Fig. 2 sont désignés par des repères numériques
communs. Le repère 371 désigne une plaque de masquage qui
présente une ouverture rectangulaire 372 et est fixée sur
25 la lentille de mise au point 31. Le repère 373 désigne une
source lumineuse servant à éclairer la plaque de masquage
371 par un faisceau parallèle dont le diamètre de spot est
plus large que le champ de déplacement de l'ouverture 372.
Le repère 374 désigne un capteur à secteurs multiples rendu
30 sensible à un spot de faisceau 375 ayant traversé l'ouver-
ture 372 de la plaque de masquage 371 p o u r en locali-
ser la position. Dans l'exemple choisi, le capteur 374 est
un capteur à quatre secteurs. De plus, la plaque de masquage
371 est disposée dans un plan contenant les deux directions
35 de déplacement F et T de la lentille de mise au point 31 et
elle subit un déplacement bidimensionnel avec le déplacement
de la lentille de mise au point 31.

- 7 -

Il s'ensuit que si la lentille de mise au point 31 est déplacée dans la direction de focalisation F et dans la direction de poursuite T par les servo-mécanismes, la plaque de masquage 371 est déplacée elle aussi dans les directions
 5 F et T de sorte que la position d'incidence du spot de faisceau 375 sur le capteur à secteurs multiples 374 se trouve décalée en conséquence.

Ici, le capteur à secteurs multiples (à quatre secteurs) 374 comporte quatre secteurs ou quadrants photo-récepteurs
 10 (a à d) servant à fournir des signaux de sortie Sa à Sd proportionnels à la quantité de lumière du faisceau tombant sur les quadrants individuels. Il s'ensuit que si la position d'incidence du spot de faisceau 375 varie en concordance avec le déplacement de la plaque de masquage 371, les
 15 amplitudes (ou les différences mutuelles) de ces quatre signaux de sortie Sa à Sd varieront. Ainsi, en traitant arithmétiquement ces signaux de sortie Sa à Sd, on peut déterminer simultanément les déplacements de la plaque de masquage 371, c'est-à-dire ceux de la lentille de mise au
 20 point 31, dans les deux directions F et T.

Plus précisément, le déplacement Vf de la lentille de mise au point 31 dans la direction de focalisation F est exprimé par l'équation suivante :

$$V_f = S_a + S_b - S_c - S_d.$$

25 D'une façon similaire, le déplacement Vt dans la direction de poursuite T est exprimé par l'équation suivante :

$$V_t = S_a - S_b - S_c + S_d.$$

Par ailleurs, la Fig. 4 montre l'état d'incidence du spot de faisceau 375 sur le capteur à secteurs multiples 374.
 30 Comme le spot de faisceau 375 tombant sur le capteur à secteurs multiples 374 est rectangulaire, comme représenté, les quantités (ou aires) de lumière du spot de faisceau 375 tombant sur les secteurs photo-récepteurs a à d des quadrants individuels sont proportionnelles au déplacement de la
 35 plaque de masquage 371, ce qui permet d'atteindre une grande linéarité. A noter au passage que si l'on donne au spot de faisceau 375 (ou à l'ouverture 372) une forme rectangulaire,

c'est pour créer les sensibilités dans les directions de déplacement F et T. Si l'on allonge les côtés perpendiculaires à la direction T, on peut augmenter la sensibilité aux déplacements dans la direction T. Ceci veut dire que
5 l'on peut rendre égales les sensibilités dans les directions F et T si l'on donne une forme carrée au spot de faisceau 375 (ou à l'ouverture 372).

Ainsi, si la plaque de masquage 371 est fixée sur la
lentille de mise au point 31 de sorte que ses déplacements
10 puissent être détectés par le capteur à secteurs multiples 374, les déplacements bidirectionnels de la lentille de mise au point 31 peuvent être convertis comme ils sont dans les déplacements bidirectionnels de la plaque de masquage 371, si bien que les déplacements de la lentille de mise au point
15 31, c'est-à-dire la concentricité et le voile du disque optique 1, peuvent être mesurés avec précision par un même détecteur (à savoir le capteur à secteurs multiples 374). Comme, en outre, les déplacements dans la direction de focalisation F et dans la direction de poursuite T sont
20 mesurés simultanément, les influences dues aux interactions entre les deux servo-mécanismes peuvent être éliminées.

On notera que, dans la description qui précède, les côtés individuels de l'ouverture 372 de la plaque de masquage 371 et les axes de séparation des secteurs photo-récepteurs a à
25 d sont orientés parallèlement aux directions de déplacement F et T de la lentille de mise au point 31 (ou de la plaque de masquage 371), comme c'est le plus souhaitable. Au cas où ces relations sont rompues par suite des erreurs de montage des éléments individuels et des erreurs de mesure qui
30 s'ensuivent, les erreurs sont corrigées dans un circuit arithmétique.

La Fig. 5 est un schéma montrant une autre forme de réalisation du détecteur de déplacement représenté par la Fig. 3. Le dispositif représenté réalise un détecteur de déplacement qui détecte la somme totale des signaux de sortie provenant des secteurs photo-récepteurs individuels du capteur à secteurs multiples et il règle l'émission de la source
35

lumineuse de sorte que la somme totale puisse être toujours constante, afin de compenser la diminution de linéarité due à la distribution d'intensité de la lumière sans aucune variation de champ de mesure sous l'effet du vieillissement.

5 Sur la Fig. 5 : le repère numérique 3731 désigne un circuit d'excitation de source lumineuse servant à exciter la source lumineuse 373; le repère 376 des convertisseurs photo-électriques servant à convertir les quantité de lumière des
10 secteurs photo-récepteurs individuels du capteur à secteurs multiples 374 en les signaux électriques Sa et Sb; le repère 377 un organe de mesure servant à traiter les signaux de sortie Sa et Sb des convertisseurs photo-électriques 376 pour générer une valeur de sortie Sp correspondant au déplacement de la plaque de masquage 371; le repère 378 un additionneur
15 servant à déterminer la somme totale des signaux de sortie Sa et Sb; et le repère 379 un amplificateur différentiel servant à comparer la valeur de sortie Ss de l'additionneur 378 à un niveau de seuil constant Vs pour réinjecter un signal différentiel Sf au circuit d'excitation de source
20 lumineuse 3731. On notera que dans le seul but de simplifier l'exposé, la plaque de masquage 371 considérée n'est mobile que dans la direction de l'un des axes, et que le capteur à secteurs multiples 374 est un capteur à deux secteurs.

Dans le détecteur de déplacement ainsi agencé, comme on
25 l'a vu plus haut, l'équilibre des quantités de lumière incidente tombant sur le capteur à secteurs multiples 374 changera si la plaque de masquage 371 se déplace en concordance avec le déplacement de la lentille de mise au point 31. Ceci crée une différence entre les signaux de sortie Sa
30 et Sb des deux convertisseurs photoélectriques 376. Comme cette différence entre les signaux de sortie Sa et Sb est proportionnelle au déplacement de la plaque de masquage 371, la valeur de sortie Sp fournie par l'organe de mesure 377 est proportionnelle au déplacement de la plaque de masquage
35 371, c'est-à-dire à celui de la lentille de mise au point 31. Par ailleurs, l'additionneur 378 et l'amplificateur différentiel 379 constituent ensemble un circuit d'asservis-

sement pour la détection de la somme totale des signaux de sortie Sa et Sb des secteurs photo-récepteurs respectifs du capteur à secteurs multiples 374, qui permet de réguler l'émission de lumière de la source lumineuse 373 en sorte
5 que la somme totale garde une valeur toujours constante. De ce fait, dans le cas où la lumière émise par la source lumineuse 373 présente une distribution d'intensité donnant lieu à une variation de la quantité de lumière tombant sur le capteur à secteurs multiples 374 en fonction du déplacement
10 de la plaque de masquage 371, l'émission de la source lumineuse 373 se trouve régulée de manière que la quantité de lumière incidente puisse être constante.

On va décrire à présent les actions du circuit d'asservissement. Les Figs 6(a) à 6(c) sont des schémas montrant les
15 variations de la quantité de lumière incidente dans le capteur à secteurs multiples 374. En tout premier lieu, si la distribution d'intensité P de la lumière est uniforme dans la direction de déplacement x de la plaque de masquage 371, comme représenté par la Fig. 6(a), les quantités de lumière
20 tombant sur les secteurs photo-récepteurs respectifs sont proportionnelles aux aires S1 et S2, si ces aires S1 et S2 sont celles des spots de faisceau tombant sur les secteurs photo-récepteurs respectifs du capteur à secteurs multiples 374, si bien que le signal de sortie Sp fourni par l'organe
25 de mesure 377 est proportionnel au déplacement de la plaque de masquage 371.

Si par contre la distribution d'intensité P n'est pas uniforme, comme représenté par la Fig. 6(b), les signaux de sortie (Sa, Sb) du capteur à secteurs multiples 374 sont
30 proportionnels à l'aire comprise sous la courbe P, si bien que leur différence n'est pas proportionnelle au déplacement, même si la plaque de masquage 371 est déplacée de manière à présenter une erreur non linéaire selon une aire S3.

35 Si par conséquent l'asservissement est réalisé de telle manière que la somme totale Ss des signaux de sortie Sa et Sb provenant des secteurs photo-récepteurs respectifs du

capteur à secteurs multiples 374 garde une valeur constante, l'intensité P varie, comme représenté par la Fig. 6(c), de manière à réduire l'aire S3. Il s'ensuit que le signal de sortie Sp de l'organe de mesure 377 se rapproche d'une valeur proportionnelle au déplacement de la plaque de masquage 371, si bien qu'il est hautement linéaire indépendamment de la distribution d'intensité de la lumière.

Si la distribution d'intensité P peut être approchée par l'équation ci-dessous, par exemple, sa linéarité peut être améliorée dans un rapport d'environ 43 % :

$$P = - 0,1 x^2 + 1.$$

En outre, si cet asservissement est réalisé, la quantité d'émission peut être maintenue constante de sorte qu'aucune variation d'échelle de mesure n'aura lieu, même en cas de chute du rendement d'émission par suite du vieillissement de la source lumineuse 373.

On va à présent décrire les grandeurs à mesurer individuelles en exposant les principe et opérations correspondants.

Le voile est mesuré par le déplacement de la lentille de mise au point 31 dans la direction de focalisation et il est différentié deux fois ou soumis à la transformation de Fourier et est dilaté sur l'axe des fréquences pour déterminer l'accélération axiale. D'autre part, l'angle de dévers est calculé à partir des voiles aux quatre points entourant le point de mesure.

La concentricité est la différence entre le centre du sillon guide du disque optique 1 et le centre de rotation du moteur de plateau 2 et elle est mesurée par le déplacement de la lentille de mise au point 31 dans la direction de poursuite. La concentricité est différentiée deux fois ou soumise à la transformation de Fourier et est dilatée sur l'axe des fréquences pour en déterminer l'accélération radiale. Par ailleurs, la circularité est déterminée par la différence entre les cercles inscrit et circonscrit des valeurs de concentricité mesurées.

La Fig. 7 est un schéma montrant la structure d'une forme de réalisation du dispositif de mesure servant à mesurer le

voile et la concentricité. Dans le dispositif représenté, le sillon guide du disque optique 1 est soumis aux asservissements de focalisation et de poursuite pour mesurer le voile et la concentricité. Les mesures sont ensuite effectuées en
5 faisant tourner le disque optique 1 à une vitesse inférieure à la vitesse nominale. En même temps, la valeur de sortie du convertisseur A/N 6 est mémorisée temporairement au rythme du signal impulsionnel d'une fréquence proportionnelle à la vitesse de rotation si bien que les données sont lues, si
10 leur traitement de signal analogique est nécessaire, au rythme du signal impulsionnel de la fréquence proportionnelle à la vitesse de rotation nominale jusqu'à ce qu'elles soient soumises à une conversion numérique-analogique (que l'on désignera en abrégé par "conversion N/A").

15 Ainsi, si le disque optique 1 est entraîné en rotation à la faible vitesse, les servo-mécanismes ordinaires sont mis à même de suivre, même au cas où les caractéristiques (par exemple l'accélération de voile) du disque optique 1 sont trop mauvaises pour que les servo-mécanismes suivent, de
20 sorte que les caractéristiques peuvent être mesurées. On notera que, dans le cas où le nombre de rotations est faible, la valeur de sortie du codeur 21 est proportionnelle à l'angle de rotation du disque optique 1. Comme la correspondance entre la valeur de sortie (au point de mesure) du codeur 21
25 et la valeur de sortie mesurée est inchangée, le traitement arithmétique par le calculateur 7 des données mesurées n'est pas perturbé.

Sur la Fig. 7: le repère numérique 22 désigne un inverseur de changement de la vitesse de rotation du moteur de plateau
30 2; le repère 81 un registre à décalage; le repère 82 un oscillateur destiné à générer un signal impulsionnel de fréquence proportionnelle à la vitesse de rotation nominale; le repère 83 un deuxième inverseur; le repère 84 un bloc arithmétique correcteur; le repère 85 un convertisseur numérique-
35 analogique (que l'on désignera en abrégé par "convertisseur N/A"); et le repère 86 un appareil de mesure analogique tel qu'un analyseur de spectre.

En tout premier lieu, dans un état de mesure, le signal de sortie du convertisseur A/N 6 ayant été converti en valeur numérique à des instants correspondant aux impulsions de sortie du codeur 21 est envoyé au calculateur 7 et lu
5 dans le registre à décalage 81 au rythme des impulsions de sortie du codeur 21. Ici, dans le cas où il s'agit de traiter analogiquement le signal de mesure correspondant au voile, les données rangées dans le registre à décalage 81 sont lues au rythme du signal de sortie impulsional de
10 l'oscillateur 82 et introduites dans le bloc arithmétique correcteur 84. Ce bloc arithmétique correcteur 84 corrige l'erreur de position de la tête de mesure 3 dans le sens axial, l'erreur d'inclinaison de la tête de réception de disque optique et la déformation due à la rotation du disque
15 optique 1. Si par conséquent ces grandeurs de sortie corrigées sont appliquées à l'appareil de mesure analogique 86 après avoir été soumises à la conversion N/A, il est possible d'obtenir un signal de mesure ayant le même axe des temps que celui obtenu lorsque le disque optique 1 est animé
20 de sa vitesse de rotation nominale, ce qui permet d'opérer une analyse fréquentielle analogique.

La Fig. 8 est un schéma montrant le principe de la mesure de l'angle de dévers. Sur la Fig. 8, le repère numérique 711 désigne une mémoire servant à mémoriser un signal de mesure
25 VD correspondant au voile δ , qui est obtenu par la tête de mesure 3 (c'est-à-dire par le détecteur de déplacement 37), de même que l'information du point de mesure, qui concerne l'angle de rotation ϕ déterminé à partir de l'impulsion de sortie du codeur 21 et de la distance de la tête de mesure 3
30 par rapport au centre de rotation O du disque optique 1. Le repère numérique 712 désigne un moyen de calcul de dévers servant à calculer le voile, c'est-à-dire l'angle de dévers du disque optique par utilisation des informations mesurées δ , ϕ et r rangées dans la mémoire 711. On notera que ces
35 fonctions font partie de celles du calculateur 7.

Les Figs 9 et 10 sont des schémas explicatifs montrant la forme géométrique du disque optique 1 pour expliquer les

opérations du moyen arithmétique 712. Sur le disque optique 10, on imagine des points P (r_i, ϕ_j) qui sont les noeuds d'un réseau [r_i, ϕ_j] où les coordonnées $r_1, r_2, \dots, r_{i-1}, r_i$ et r_{i+1} sont affectées à la direction radiale tandis que les coordonnées $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_{j-1}, \phi_j$ et ϕ_{j+1} sont affectées à la direction de rotation.

De manière à correspondre au point de réseau P (r_i, ϕ_j), le voile $\delta(r_i, \phi_j)$ est mesuré en concordance avec les rotations du disque optique 1 et avec le mouvement de la tête de mesure 3 et il est envoyé dans la mémoire 711. Ensuite, l'angle de dévers θ en chaque point P (r_i, ϕ_j) est déterminé par le moyen de calcul de dévers 712. Le dévers θ est décomposé en θ_R dans la direction radiale et en θ_ϕ dans la direction de l'angle de rotation et est déterminé par les équations suivantes :

$$\theta_R(r_i, \phi_j) = \frac{\delta(r_{i+1}, \phi_j) - \delta(r_{i-1}, \phi_j)}{r_{i+1} - r_{i-1}} \quad (1)$$

et

$$\theta_\phi(r_i, \phi_j) = \frac{\delta(r_i, \phi_{j+1}) - \delta(r_i, \phi_{j-1})}{r_i(\theta_{j+1} - \theta_{j-1})} \quad (2)$$

De plus, la valeur absolue $|\theta|$ est déterminée par l'équation suivante :

$$|\theta(r_i, \phi_j)| = \sqrt{\theta_R^2(r_i, \phi_j) + \theta_\phi^2(r_i, \phi_j)} \quad (3)$$

On notera que l'angle de dévers peut être déterminé non pas en se servant directement du voile $\delta(r_i, \phi_j)$, mais en établissant l'équation de la surface gauche qui épouse le mieux les points entourant le point P (r_i, ϕ_j), de manière à réduire les influences des erreurs dans la mesure.

Or, au cas où il s'agit de mesurer comme ci-dessus le voile ou paramètre similaire, il est nécessaire de corriger l'erreur d'axe vertical du moteur de plateau 2 calant en position le disque optique 1.

La Fig. 11 est un schéma montrant la structure d'une forme de mise en oeuvre de la méthode de correction de l'erreur d'axe vertical du moteur de plateau 2. Sur la Fig. 11, le repère numérique 91 désigne un convertisseur série-parallèle servant à exprimer le signal impulsionnel qui est délivré

- 15 -

par le codeur 21, dans un état de coexistence spatiale; le repère 92 un effaceur d'erreur servant à délivrer un signal correspondant à l'erreur d'axe vertical du disque optique 1 en correspondance avec l'angle de rotation ϕ du disque optique 1 mémorisé par le convertisseur série-parallèle 91; et le repère 93 un amplificateur différentiel servant à fournir la différence entre le signal de sortie V1 de la tête de mesure 3 et le signal de sortie V2 de l'effaceur d'erreur 92.

10 Les Figs 12(a) à 12(c) sont des schémas servant à expliquer le fonctionnement du dispositif de la Fig. 11. L'erreur de voile $\delta_{\epsilon}(\phi)$ due à l'erreur d'axe vertical θ est donnée par l'équation suivante (4) :

$$\delta_{\epsilon}(\phi) = \frac{r \theta}{\rho} \sin n(\phi + \phi_{\epsilon}) \quad (4)$$

15 Ici, ϕ désigne l'angle de rotation |degrés| du disque optique 1; r désigne la distance entre la tête de mesure 3 et le centre de rotation; J désigne une constante numérique ayant pour valeur 57,296 |degrés/radian| pour la conversion d'une valeur en degrés en une valeur en radians; et ϕ_{ϵ} désigne
20 l'angle de phase correspondant à la différence entre la position de départ du codeur 21 et l'angle de l'axe vertical.

Ensuite, le voile $\delta_D(\phi)$ du disque optique 1 est exprimé avec un coefficient de Fourier en se servant de l'angle correspondant au premier état de montage :

$$25 \quad \delta_D(\phi) = \sum_{n=1}^{\infty} \delta_n \sin n(\phi + \phi_n) \quad (5)$$

Ensuite, la valeur de sortie V1 de la tête de mesure 3 est donnée par l'équation ci-après avec le signal représenté par la Fig. 12(a) :

$$V1(\phi) = \delta_D(\phi) + \delta_{\epsilon}(\phi) \quad (6)$$

30 Il s'ensuit que l'effaceur d'erreur 92 délivre le signal représenté par la Fig. 12(b), qui a pour équation :

$$V2(\phi) = \delta_{\epsilon}(\phi) = \frac{R \theta}{\rho} \sin (\phi + \phi_{\epsilon}) \quad (7)$$

En faisant générer à l'amplificateur différentiel 93 la différence entre les signaux des équations (6) et (7), il
35 est possible de déterminer le voile $\delta_D(\phi)$ du disque optique

1, comme représenté par la Fig. 12(c). On notera que l'erreur d'axe vertical θ indispensable pour l'effaceur d'erreur 92 et la direction ϕ_{ξ} sur le plateau tournant sont mesurées en se servant d'un disque de référence ayant une
 5 face tournante d'une excellente planéité.

La Fig. 13 est un schéma montrant une autre forme de mise en oeuvre de la méthode de correction de l'erreur d'axe vertical. Comme représenté, la sortie de l'effaceur d'erreur 92 est reliée à l'organe de réglage de position focale (c'est-à-
 10 dire le positionneur de lentille 33) incorporé dans la tête de mesure 3.

Comme le signal correspondant à l'erreur d'axe vertical $\delta_{\xi}(\phi)$ est introduit dans l'organe de réglage de position focale, la sortie de la tête de mesure 3 se trouve débarras-
 15 sée des influences de l'erreur d'axe vertical.

D'autre part, dans le cas où la totalité de la surface du disque 1 est explorée, l'erreur d'axe vertical $\delta_{\xi}^*(\phi)$ peut être déterminée à une distance spécifiée R, et le signal correspondant à l'erreur d'axe vertical $\delta_{\xi}^*(\phi) \cdot (r/R)$ en
 20 proportion de la distance r de la tête de mesure 3 peut être délivré par l'effaceur d'erreur 92.

L'épaisseur de substrat est mesurée d'après la différence entre les valeurs de sortie de déplacement lorsque la sur-
 face et le dos (c'est-à-dire la face d'enregistrement) du
 25 disque optique 1 sont successivement soumis à l'asservissement de focalisation. Ici, un système détecteur d'erreur de focalisation pour la surface est ajouté au système optique de l'asservissement de focalisation de sorte que les mesures peuvent être fiables sur l'étendue de la course de déplace-
 30 ment de ± 1 mm de la lentille de focalisation 31.

La Fig. 14 est un schéma montrant la structure d'une forme de mise en oeuvre du principe de mesure pour l'épais-
 seur de substrat. Sur la Fig. 14, le repère numérique 341 désigne un miroir semi-réfléchissant; le repère 361 une
 35 premier détecteur d'état focal formé par l'élément photo-récepteur 36 précité ou par un organe analogue; le repère 362 un deuxième détecteur d'état focal; et le repère 363 un

- 17 -

inverseur servant à appliquer sélectivement les signaux de sortie des premier et deuxième détecteurs d'état focal 361 et 362 au contrôleur 5 (c'est-à-dire à l'amplificateur d'asservissement). Le premier détecteur d'état focal 361 est
5 adapté à fournir un signal de sortie nul lorsque le point est fait sur la face d'enregistrement du disque optique 1. Par contre, le deuxième détecteur d'état focal 362 est agencé de manière à n'offrir de sensibilité qu'au faisceau réfléchi provenant de la surface transparente du disque, si
10 le disque optique l_0 utilisé présente un pouvoir réflecteur n_0 et une épaisseur t_0 connus et que le point est fait sur sa face d'enregistrement, et à fournir un signal de sortie nul. Il s'ensuit que les caractéristiques de sensibilité des premier et deuxième détecteurs d'état focal 361 et 362 à ce
15 moment sont représentées graphiquement par la Fig. 16. Plus précisément, dans la position focale P_1 dans laquelle le point est fait sur la face d'enregistrement, l'un et l'autre des premier et deuxième détecteurs d'état focal 361 et 362 sont à zéro si bien que l'erreur de focalisation est générée
20 autour de la position focale P_1 .

Dans le dispositif de mesure d'épaisseur de substrat ainsi agencé, les opérations de mesure sont les suivantes, le disque optique 1 mesuré étant supposé présenter un pouvoir réflecteur \underline{n} et une épaisseur \underline{t} . En premier lieu,
25 l'inverseur 363 est commuté sur le premier détecteur d'état focal 361, et le point est fait sur la face d'enregistrement du disque optique 1, comme représenté par la Fig. 17, par utilisation du signal de sortie du premier détecteur d'état focal 361. Dans le cas où, à ce moment, le pouvoir réflecteur \underline{n} et l'épaisseur \underline{t} du disque optique 1 diffèrent du
30 pouvoir réflecteur n_0 et de l'épaisseur t_0 du disque optique l_0 précité, le niveau de sortie du deuxième détecteur d'état focal 362 n'est pas nul même si le niveau de sortie (c'est-à-dire l'erreur de focalisation) du premier détecteur d'état
35 focal 361 est nul. Ce comportement est représenté par la Fig. 18. Sur les Figs 17 et 18, le point P_1 représente un point dans lequel le film d'enregistrement est au point.

Ensuite, l'inverseur 363 est commuté sur le deuxième détecteur d'état focal 362, si bien que la position de la lentille de mise au point 31 se déplace de manière à ramener à zéro le niveau de sortie du deuxième détecteur d'état focal 362. La position (c'est-à-dire la position focale) dans laquelle le niveau de sortie du deuxième détecteur d'état focal 362 s'annule est désignée par P2.

Si le déplacement de la lentille de mise au point 31 à cet instant est désigné par x , l'épaisseur t du disque optique 1 est déterminée par l'équation suivante :

$$t = (t_0/n_0 + x) n = t_0 n/n_0 + x \cdot n$$

Ici, pour $n = n_0$ et $t = t_0$, le déplacement x à cet instant est très inférieur à l'épaisseur t du disque optique 1, si bien que l'épaisseur t du disque optique 1 peut être mesurée par la lentille de mise au point à faible course 31 et par le détecteur de déplacement 37. De plus, comme la course nécessaire est faible, le positionneur de la lentille de mise au point 31 et le détecteur de déplacement 37 peuvent être utilisés au voisinage du point neutre dans lequel les caractéristiques de régulation sont les meilleures.

Ainsi, dans le dispositif de mesure pour disques optiques selon la présente invention, le déplacement de la lentille de mise au point 31 de la tête de mesure 3 est directement détecté par le détecteur de déplacement 37 de type optique. On obtient ainsi un dispositif de mesure pour disques optiques de structure simple qui peut détecter avec précision les déplacements de la lentille de mise au point 31 dans les directions de focalisation et de poursuite pour mesurer ainsi les caractéristiques mécaniques du disque optique avec précision.

On va à présent décrire un mécanisme protecteur du dispositif de mesure pour disques optiques selon la présente invention.

La Fig. 19 est un schéma montrant une forme de réalisation du mécanisme protecteur servant à empêcher qu'un organe d'étalonnage soit endommagé par suite d'erreurs du mécanisme d'avance ou similaires lorsqu'il s'agit d'étalonner le détec-

- 19 -

teur de déplacement 37. Sur la Fig. 19, le repère numérique 10 désigne un organe d'étalonnage qui est placé sur le mécanisme d'avance 4 pour étalonner le détecteur de déplacement 37. Cet organe d'étalonnage comporte un organe à disque destiné à être positionné sur la tête de mesure 3, par exemple, pour étalonner le détecteur de déplacement 37 en faisant monter et descendre l'organe à disque d'une manière convenable et en mesurant le déplacement de l'organe à disque avec une échelle graduée. Le repère numérique 41 désigne un moteur d'entraînement du mécanisme d'avance 4; le repère 42 un circuit d'excitation servant à exciter le moteur d'entraînement 41 en réponse aux ordres du contrôleur 5 ou similaire; le repère 43 un détecteur comportant un micro-contact ou contact de proximité servant à détecter que l'organe d'étalonnage 10 est positionné sur le mécanisme d'avance; et le repère 44 un interrupteur inséré dans une portion du circuit d'excitation 42 à l'effet d'interrompre le circuit d'excitation 42 en réponse au signal de détection fourni par le détecteur 43. On notera que l'interrupteur 44 peut faire usage de la sortie de contact du détecteur 43. De plus, le point d'insertion de l'interrupteur 44 n'est pas limité au côté entrée du circuit d'excitation 42 mais peut être situé sur la ligne d'alimentation du moteur d'entraînement 41.

Dans le mécanisme de protection ainsi agencé, l'interrupteur 44 est toujours ouvert, si bien que le circuit d'excitation 42 est coupé, lorsque l'organe d'étalonnage 10 est en place sur le mécanisme d'avance 4. Même dans le cas où l'ordre de commande du mécanisme d'avance se trouve généré sous l'effet de causes telles qu'incidents ou erreurs du système, le signal d'excitation (alimentation) n'est pas appliqué au moteur d'entraînement 41, ce qui permet d'éviter les erreurs du mécanisme d'avance 4. Il s'ensuit que l'organe d'étalonnage 10 peut être empêché de heurter le moteur de plateau 2 ou organe similaire sous l'effet des erreurs du mécanisme d'avance et qu'il peut ainsi être protégé sans aléa.

La Fig. 20 est un schéma montrant une forme de réalisation d'un mécanisme limiteur servant à limiter la course de

- 20 -

déplacement de la coulisse du mécanisme d'avance 4 en permettant d'éviter que la tête de mesure 3 ou organe similaire porté par le mécanisme d'avance 4 vienne heurter le moteur de plateau 2 qui en est voisin et ne soit brisée. Sur la
5 Fig. 20, le repère numérique 45 désigne une portion fixe et le repère 46 désigne une portion à coulisse. La tête de mesure 3 ou organe similaire est supportée par la portion à coulisse 46 de manière que la translation de la portion à coulisse 46 donne lieu à un déplacement de la position de
10 rayonnement (ou de mesure) du faisceau laser dans le sens radial du disque optique 1. De plus, les repères numériques 47 et 48 désignent des détecteurs formés par des micro-contacts ou contacts de proximité qui servent à détecter le passage de l'extrémité 461 de la portion à coulisse 46.

15 Dans le mécanisme limiteur ainsi agencé, la vitesse de déplacement de la portion à coulisse 46 est décélérée en correspondance avec le signal de sortie du détecteur 47 afin d'immobiliser la portion à coulisse 46. Ceci rend possible d'accélérer la vitesse de déplacement de la portion à cou-
20 lisse 46 jusqu'à ce que la position limite soit atteinte et d'immobiliser de manière fiable la portion à coulisse avec peu de dépassement balistique. Il s'ensuit que la tête de mesure 3 et autres organes supportés par la portion à coulisse 46 peuvent être fiablement protégés de tout endommagement.

25 Comme décrit dans ce qui précède, le dispositif de mesure pour disques optiques selon la présente invention comprend : un moteur de plateau propre à caler en position et à faire tourner un disque optique à une vitesse constante; un codeur propre à générer des impulsions de sortie correspondant à
30 l'angle de rotation du moteur de plateau; une tête de mesure, comportant des mécanismes d'asservissement focal et d'asservissement de poursuite propres à faire suivre au point focal d'un faisceau laser éclairant le disque optique le sillon guide du disque optique, et un détecteur de dépla-
35 cement propre à détecter optiquement le déplacement d'une lentille de mise au point mue par les mécanismes d'asservissement, la tête de mesure étant adaptée à générer un signal

- 21 -

de sortie proportionnel au déplacement de la lentille de mise au point; un mécanisme d'avance propre à mouvoir la tête de mesure dans le sens radial du disque optique; un circuit de commande propre à commander les opérations du moteur de plateau, des mécanismes d'asservissement focal et d'asservissement de poursuite de la tête de mesure, et du mécanisme d'avance; un convertisseur analogique/numérique propre à convertir d'analogique en numérique le signal de sortie de la tête de mesure à un rythme correspondant aux impulsions de sortie du codeur; et un calculateur propre à commander le circuit de commande et à calculer la valeur de sortie du convertisseur analogique/numérique pour déterminer la forme du disque optique. Il s'ensuit qu'il est possible de réaliser un dispositif de mesure pour disques optiques de structure simple qui peut détecter avec précision les déplacements de la lentille de mise au point dans les directions de focalisation et de poursuite en permettant ainsi de mesurer avec précision les caractéristiques mécaniques du disque optique.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif perfectionné de test pour disques optiques, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un moteur de plateau (2) propre à caler en position et à
5 faire tourner un disque optique (1) à une vitesse constante;
- un codeur (21) propre à générer des impulsions de sortie
correspondant à l'angle de rotation dudit moteur de plateau;
- une tête de mesure (3), comportant des mécanismes d'asservissement focal et d'asservissement de poursuite propres à
10 faire suivre au point focal d'un faisceau laser éclairant
ledit disque optique le sillon guide dudit disque optique,
et un détecteur de déplacement (37) propre à détecter optiquement le déplacement d'une lentille de mise au point (31)
mue par lesdits mécanismes d'asservissement, ladite tête de
15 mesure étant adaptée pour générer un signal de sortie proportionnel au déplacement de ladite lentille de mise au point;
- un mécanisme d'avance (4) propre à mouvoir ladite tête de
mesure dans le sens radial dudit disque optique;
- un contrôleur (5) propre à commander les opérations dudit
20 moteur de plateau, des mécanismes d'asservissement focal et
d'asservissement de poursuite de ladite tête de mesure, et
dudit mécanisme d'avance;
- un convertisseur analogique/numérique (6) propre à convertir
d'analogique en numérique le signal de sortie de ladite
25 tête de mesure à un rythme correspondant aux impulsions de
sortie dudit codeur; et
- un calculateur (7) propre à commander ledit contrôleur et
à calculer la valeur de sortie dudit convertisseur analogique/numérique pour déterminer la forme dudit disque optique.

- 30 2. Dispositif de test pour disques optiques selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite tête de mesure (3) comporte une plaque de masquage (371) présentant une ouverture rectangulaire (372) et disposée dans un plan contenant les directions de focalisation et de poursuite de
35 ladite lentille de mise au point (31) tout en étant fixe par rapport à ladite lentille de mise au point; une source lumi-

neuse (373) propre à éclairer ladite plaque de masquage par un faisceau parallèle ayant un diamètre de spot plus large que la course de déplacement de ladite ouverture; et un capteur à divisions multiples (374) propre à détecter la
5 lumière ayant traversé l'ouverture de ladite plaque de masquage, et en ce que ledit détecteur de déplacement (37) détecte le déplacement de ladite lentille de mise au point en se servant des signaux de sortie dudit capteur à divisions multiples.

10 3. Dispositif de test pour disques optiques selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit détecteur de déplacement (37) comporte un circuit d'asservissement (378, 379) propre à détecter la somme totale (Ss) des signaux de sortie (Sa, Sb) dudit capteur à divisions multiples (374)
15 issus des faces photo-réceptrices respectives pour régler la puissance émise par ladite source lumineuse (373) de sorte que ladite somme totale puisse toujours prendre une valeur constante.

20 4. Dispositif de test pour disques optiques selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit contrôleur (5) comporte des moyens (22) propres à faire tourner ledit moteur de plateau (2) à une vitesse inférieure à une vitesse de rotation nominale.

25 5. Dispositif de test pour disques optiques selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit calculateur (7) comporte une mémoire (711) propre à mémoriser le signal de sortie (VD) de ladite tête de mesure (3) correspondant au voile dudit disque optique en association avec les données du point de mesure, en permettant ainsi à l'angle de dévers
30 (θ) d'être calculé à partir du voile dudit disque optique (1).

35 6. Dispositif de test pour disques optiques selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit contrôleur (5) comporte un effaceur d'erreur (92) propre à générer un signal correspondant à l'erreur d'axe vertical dudit moteur

de plateau (2) qui a été mesurée au préalable en recourant à un disque de référence, en correspondance avec les impulsions de sortie dudit codeur (21), en permettant ainsi au signal de sortie de ladite tête de mesure (3) d'être corrigé
5 en fonction du signal de sortie dudit effaceur d'erreur.

7. Dispositif de test pour disques optiques selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite tête de mesure (3) comporte un premier détecteur d'état focal (361) propre à détecter si le film d'enregistrement dudit disque optique
10 (1) est ou non optiquement au point; un deuxième détecteur d'état focal (362) rendu sensible au faisceau réfléchi partagé avec ledit premier détecteur d'état focal; et un inverseur (363) propre à renvoyer sélectivement les signaux de sortie dudit premier et dudit deuxième détecteurs d'état
15 focal audit contrôleur (5) lorsque l'on mesure une épaisseur de plaque, et en ce que ledit deuxième détecteur d'état focal n'est rendu sensible qu'au faisceau réfléchi provenant de la surface du côté transparent d'un disque optique présentant un pouvoir réflecteur et une épaisseur connus, pour
20 générer un signal de sortie nul lorsque la face d'enregistrement dudit disque optique connu est optiquement au point.

FIG. 1

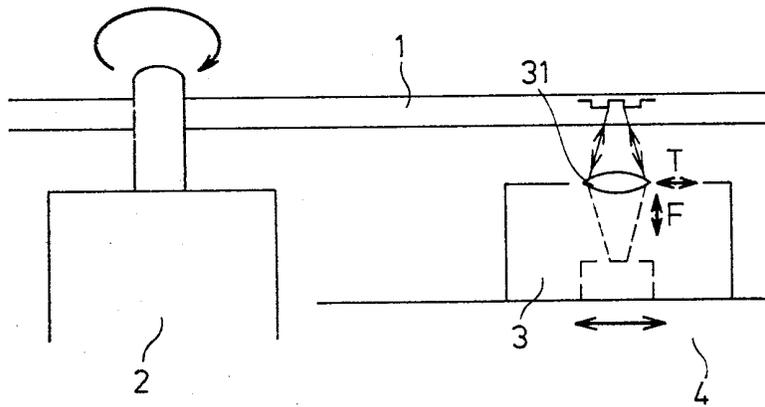
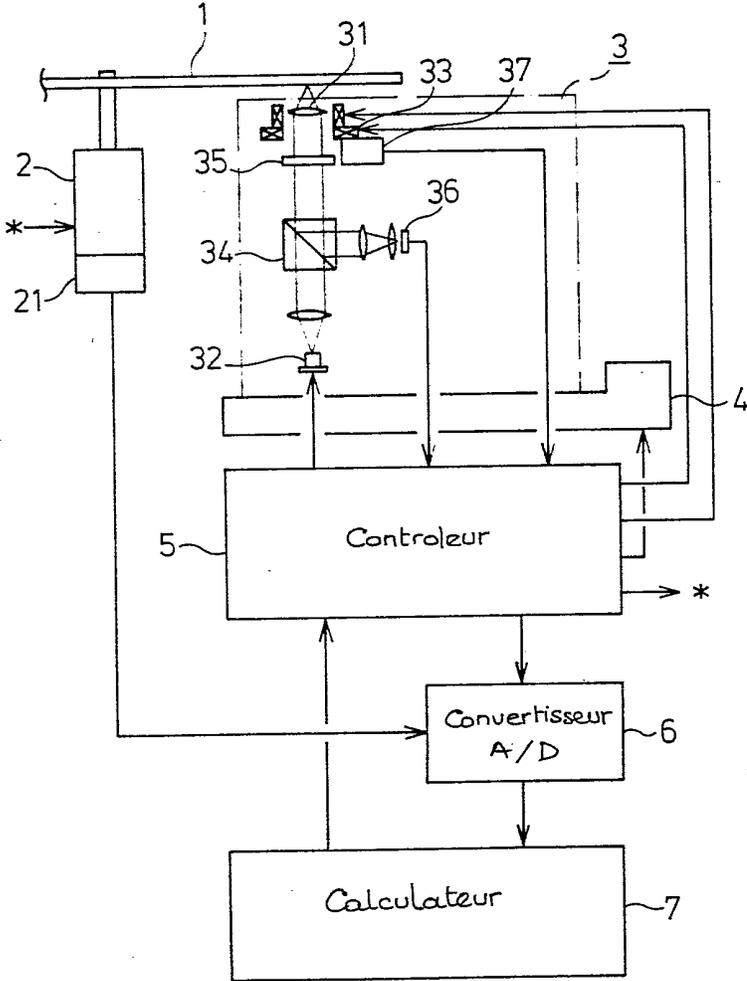


FIG. 2



3/11

FIG. 3

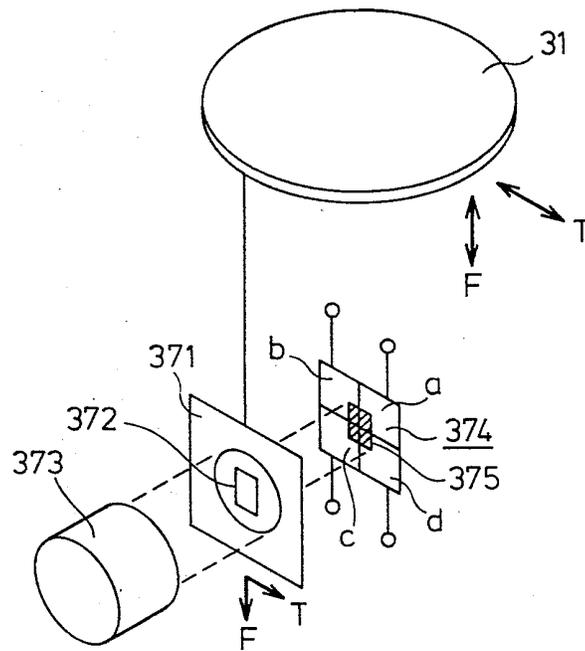
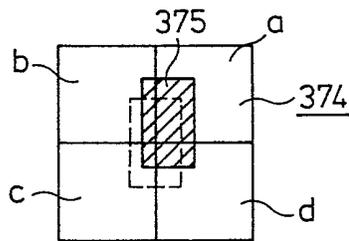


FIG. 4



4/11

FIG. 5

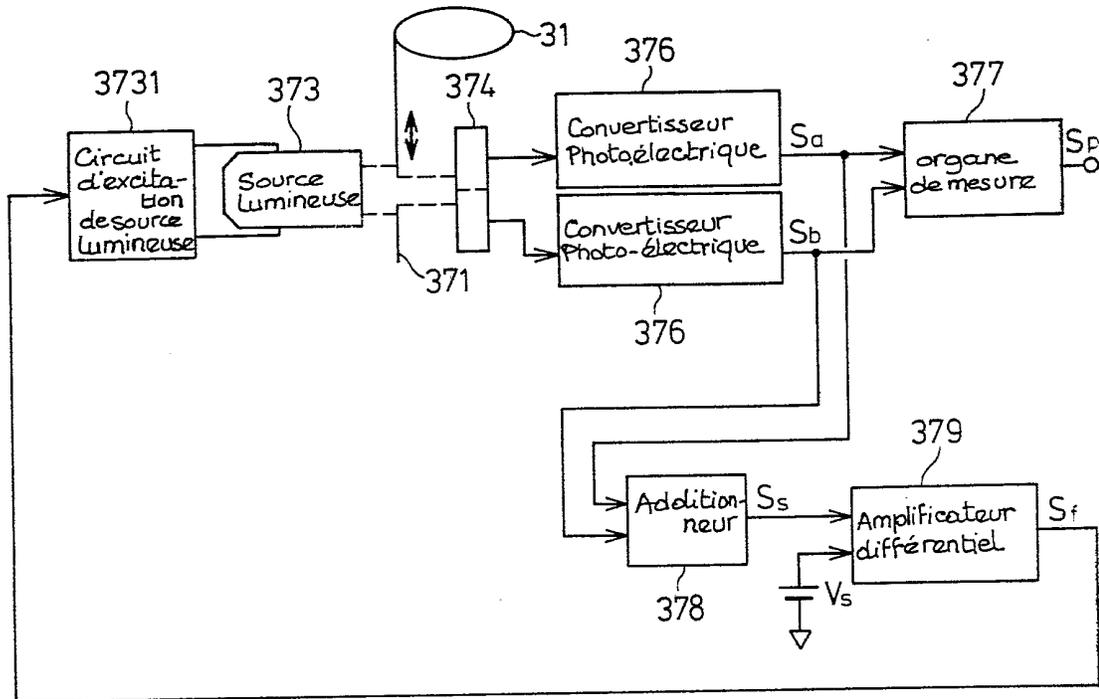


FIG. 6 (a)

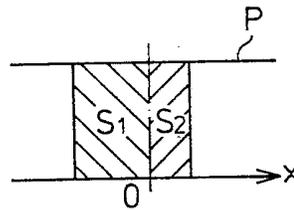


FIG. 6 (b)

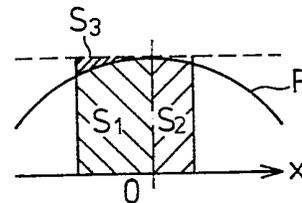
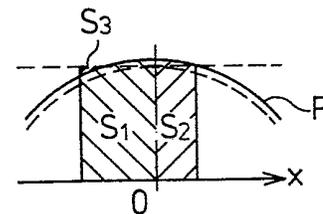
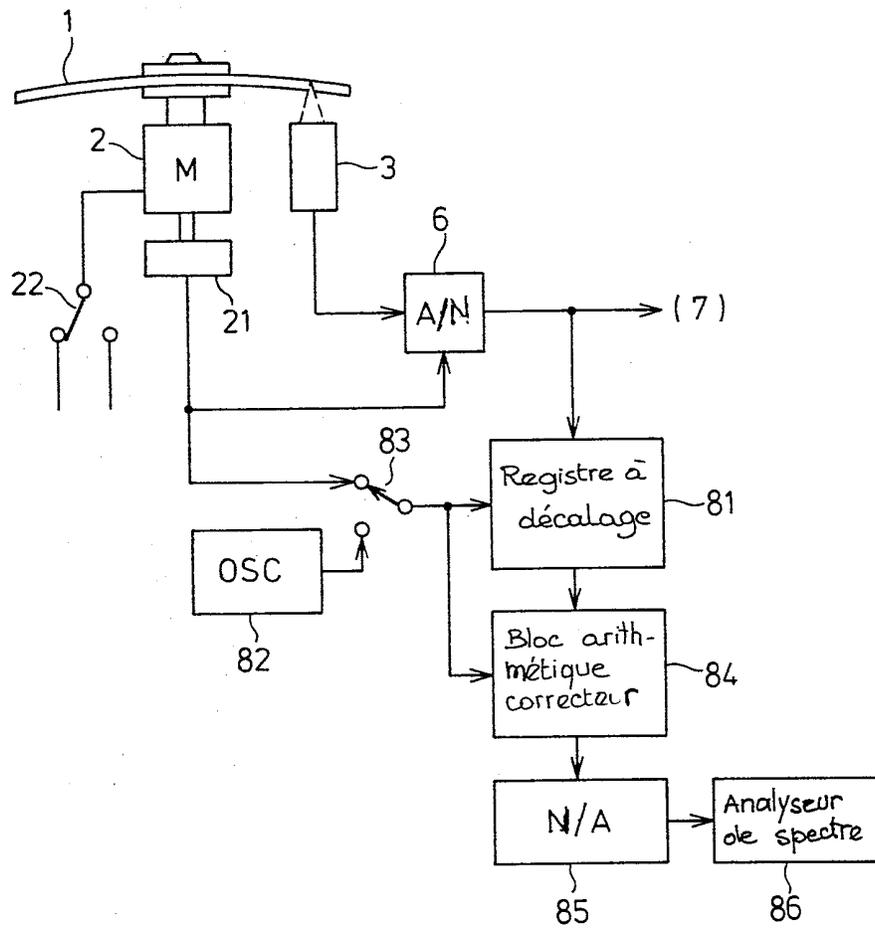


FIG. 6 (c)



5/11

FIG. 7



6/11

FIG. 8

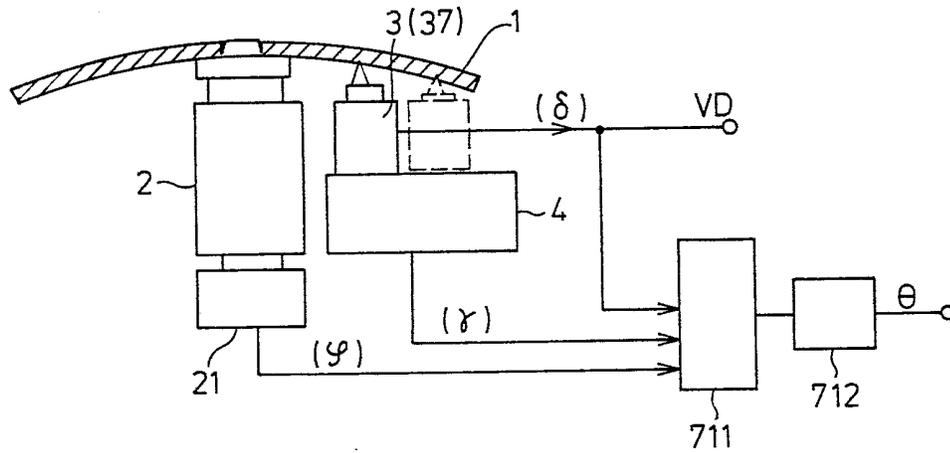


FIG. 9

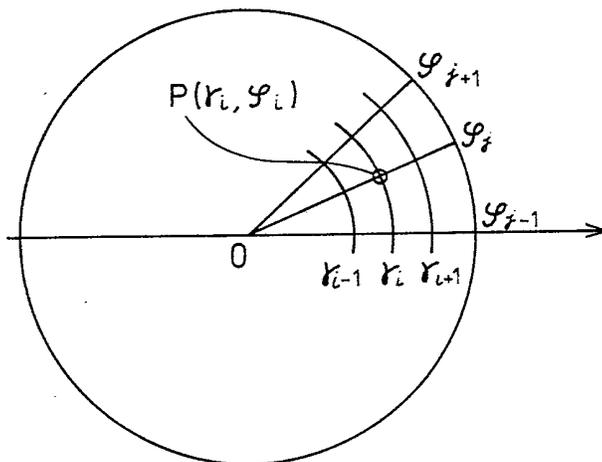
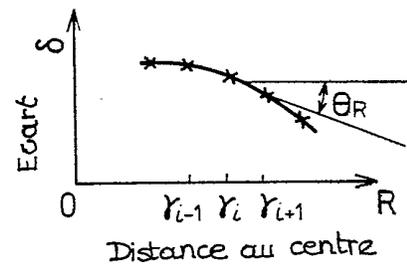


FIG. 10



8/11

FIG. 12(a)

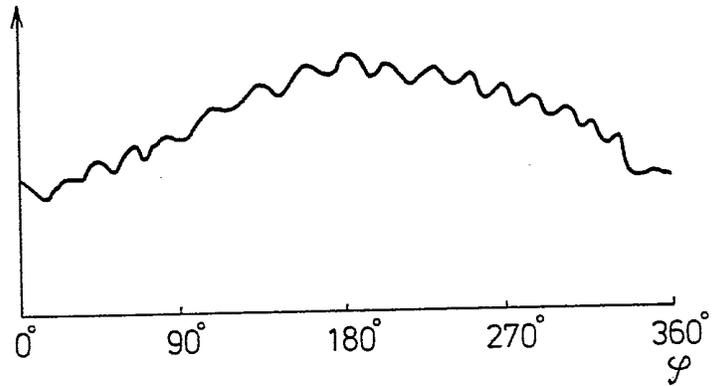


FIG. 12(b)

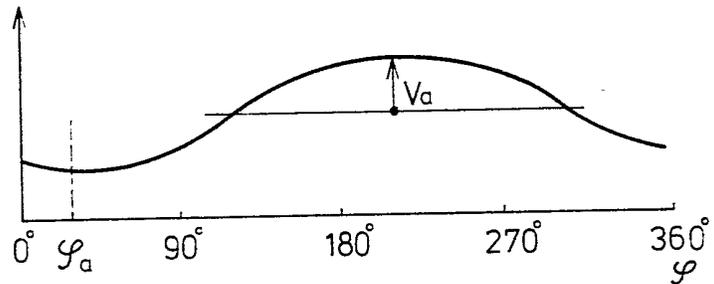


FIG. 12(c)

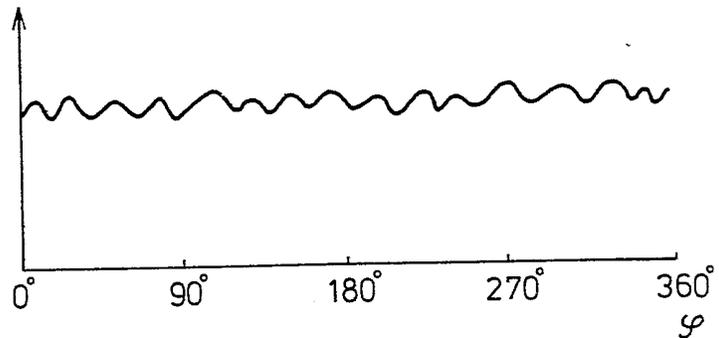


FIG. 14

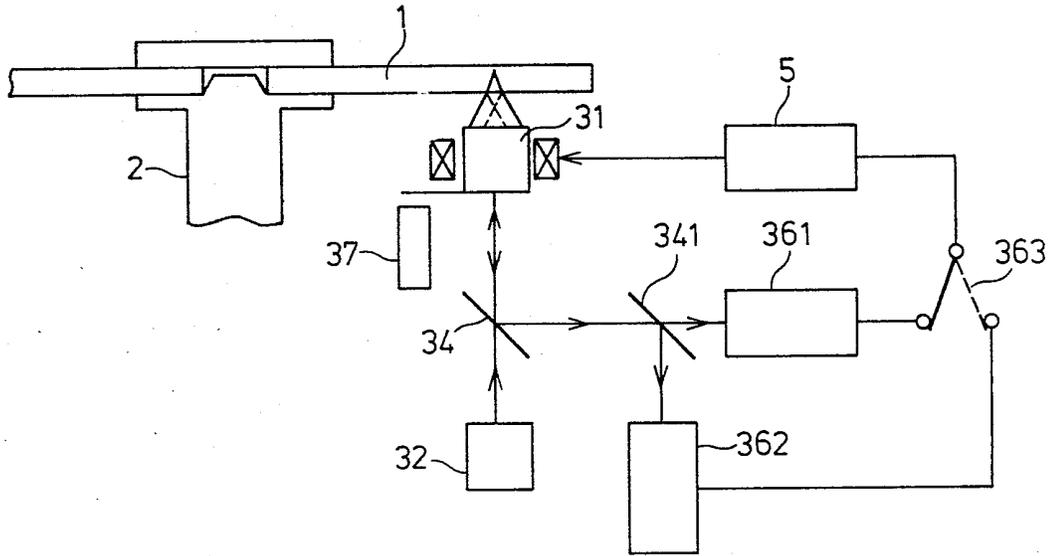


FIG. 15

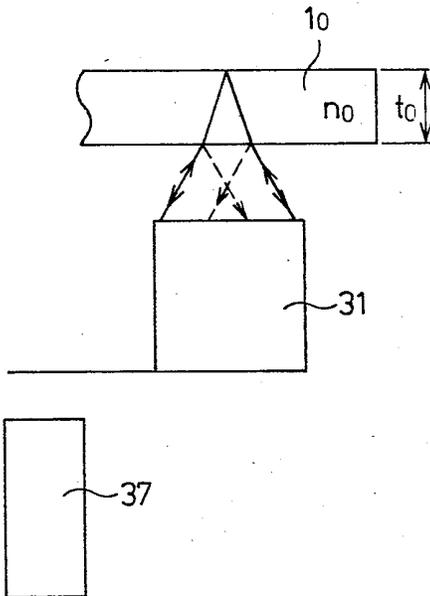
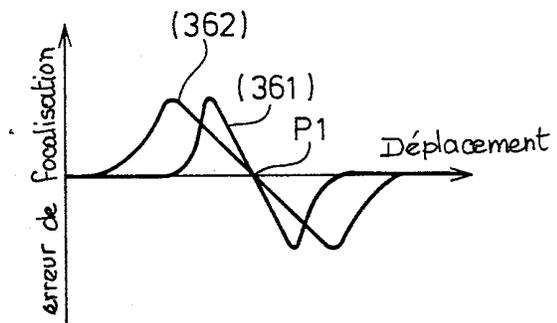


FIG. 16



10/11

FIG. 17

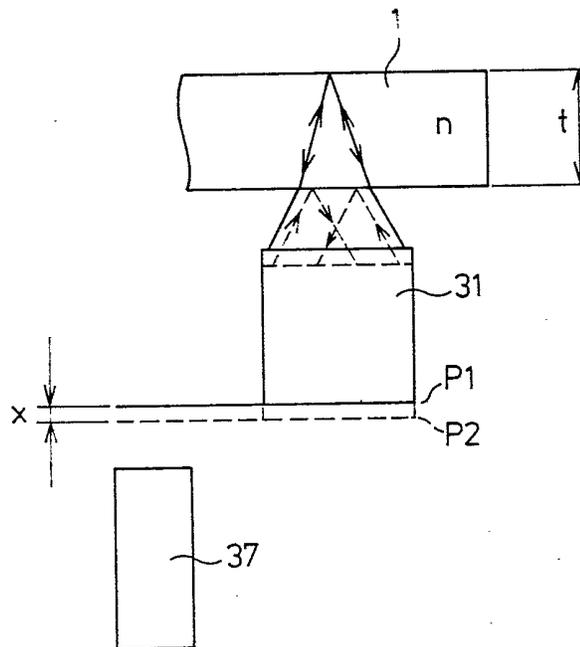


FIG. 18

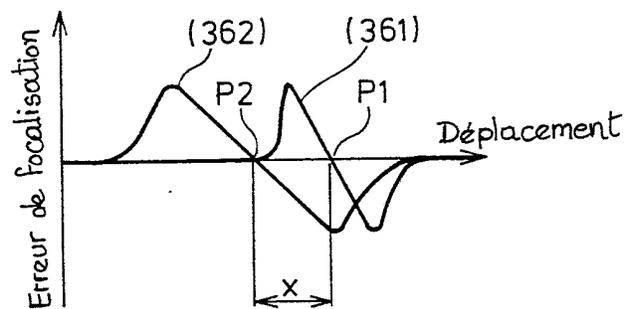


FIG. 19

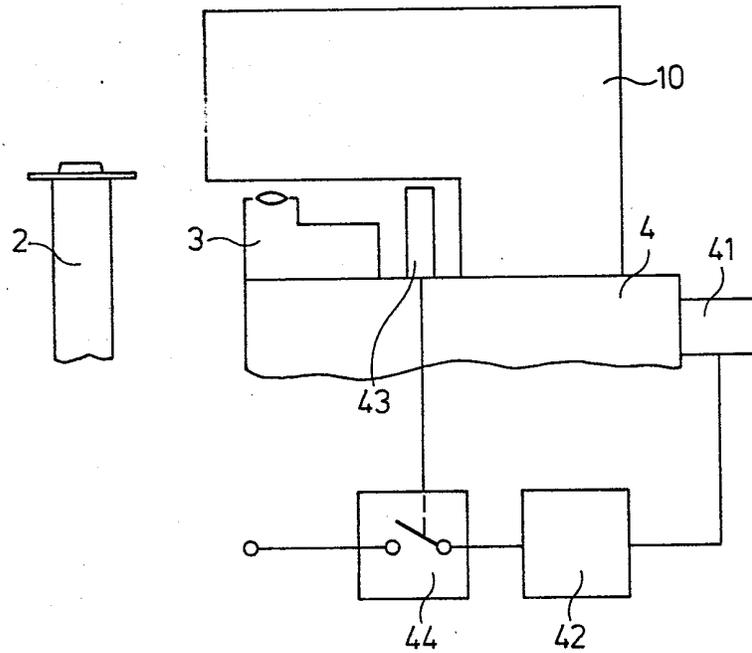


FIG. 20

