

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 21.06.93.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 30.12.94 Bulletin 94/52.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : BERTIN & CIE Société Anonyme —  
FR.

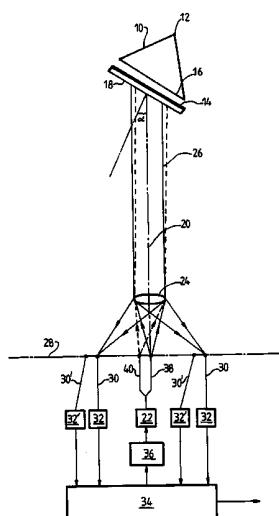
(72) Inventeur(s) : Lequime Michel, Rivet Geneviève et  
Blanchet Christian, Dominique.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Ores.

(54) Procédé et dispositif de mesure d'angle par réflectométrie.

(57) Procédé et dispositif de mesure d'angle par réflectométrie, comprenant une source lumineuse (22) à faible largeur spectrale émettant un faisceau lumineux collimaté en direction d'un réflecteur (10) en coin de cube comprenant un réseau de diffraction (14) sur sa face d'entrée, le coin de cube étant mobile en rotation autour d'un axe parallèle aux traits du réseau (14), les faisceaux lumineux réfléchis par le coin de cube (10) et qui sont d'ordre + 1 et - 1 de diffraction étant captés par des photorécepteurs (32) dans le plan focal (28) de la lentille (24) de collimation du faisceau incident. Par mesure des phases des signaux de sortie des photodéTECTeurs, on peut obtenir la valeur de l'angle  $\alpha$  entre l'axe optique (20) et la normale à la face d'entrée du coin de cube.



FR 2 707 000 - A1



PROCEDE ET DISPOSITIF DE MESURE D'ANGLE PAR  
REFLECTOMETRIE

L'invention concerne un procédé et un dispositif de mesure d'angle par réflectométrie.

5 On connaît par le Brevet US 4 227 807 un procédé de ce type, qui consiste à monter un réflecteur en coin de cube sur un objet, tel qu'une maquette d'avion en soufflerie, dont on veut détecter et mesurer à distance les variations de position angulaire autour d'un axe. Un  
10 réseau de diffraction est disposé sur la face d'entrée du coin de cube et on utilise un générateur laser associé à une lentille de collimation pour envoyer un faisceau lumineux sur le coin de cube. Des moyens de modulation angulaire de ce faisceau à une fréquence spécifique fonction de sa longueur d'onde sont prévus entre le générateur laser et la lentille de collimation. L'ensemble  
15 réseau de diffraction-coin de cube permet d'obtenir plusieurs faisceaux réfléchis ayant une direction parallèle à celle du faisceau incident et entre lesquels une interférence se produit dans le réflecteur, cette interférence étant fonction de la position angulaire du réflecteur. Les flux lumineux renvoyés par le réflecteur sont captés par un photodétecteur qui produit un signal de sortie dont on mesure la phase par comparaison à celle d'un signal de référence et en utilisant un système de comptage de franges. La connaissance de cette phase permet, moyennant un étalonnage préalable, d'obtenir la position angulaire de l'objet autour de l'axe précité.

20

25

Cette technique connue présente un certain nombre d'inconvénients dont les plus importants sont qu'elle ne permet pas une mesure absolue de la phase du flux capté, mais uniquement une mesure relative, et que de plus, les signaux fournis par le photodétecteur ne sont pas des fonctions sinusoïdales pures de la position  
30 angulaire recherchée, ce qui complique fortement les mesures de phase et les calculs. Enfin, lorsqu'on se base sur un phénomène d'interférence dans le réflecteur pour  
35

obtenir le signal appliqué au photodétecteur, la sensibilité de la mesure varie de façon non linéaire avec l'angle d'incidence du faisceau émis sur le réflecteur et est sensiblement nulle ou très faible pour les faibles 5 incidences.

La présente invention a notamment pour but d'éviter ces inconvénients.

Elle a pour objet un procédé et un dispositif de mesure d'angle par réflectométrie qui permettent une 10 mesure absolue de la phase d'un signal et donc d'un angle.

Elle a également pour objet un procédé et un dispositif de mesure d'angle par réflectométrie, par mesure de la phase d'un signal qui est une fonction sinusoïdale pure d'une position angulaire. 15

Elle a encore pour objet un procédé et un dispositif de ce type, qui ne sont pas basés sur un phénomène d'interférence entre faisceaux diffractés.

Elle a encore pour objet un procédé et un dispositif de ce type qui ne nécessitent ni l'utilisation 20 d'un générateur laser, ni la modulation angulaire du faisceau émis.

L'invention propose, à cet effet, un procédé de mesure d'angle par réflectométrie, consistant à diriger 25 un faisceau collimaté lumineux incident sur un réflecteur en coin de cube qui comprend un réseau de diffraction sur sa face d'entrée et qui est mobile en rotation autour d'un axe parallèle aux traits du réseau, à capter des faisceaux réfléchis par le coin de cube, à 30 déterminer leur phase et à en déduire la position angulaire du réflecteur autour dudit axe, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser une source lumineuse polychromatique à faible largeur spectrale, telle qu'une diode électro-luminescente, pour produire le faisceau incident 35 précité, à capter au moins le faisceau réfléchi d'ordre +1 ou -1 de diffraction en un point situé dans le plan focal de la lentille de collimation du faisceau lumineux

incident et à mesurer son intensité lumineuse, celle-ci étant alors une fonction sinusoïdale pure de l'angle formé entre la direction du faisceau incident et la normale à la face d'entrée du coin de cube.

5 La présente invention est basée, non sur une interférence de faisceaux diffractés dans un coin de cube, mais sur un effet de Moiré, qui est le nom donné au phénomène observé lorsque deux réseaux parallèles uniformes de diffraction placés sur le trajet d'un faisceau 10 lumineux produisent une série de franges lumineuses. Quand l'un des réseaux est déplacé en translation par rapport à l'autre dans une direction perpendiculaire aux traits des réseaux, la distribution d'intensité lumineuse transmise dans le système est une fonction périodique du 15 décalage entre les réseaux, cette fonction périodique ayant une période correspondant à celle des réseaux.

Ce principe permet d'utiliser une source de lumière non cohérente pour produire un faisceau lumineux dirigé sur le réflecteur en coin de cube et d'obtenir sur 20 un photodétecteur un signal qui est une fonction sinusoïdale pure de la position angulaire du réflecteur, lorsque le photodétecteur est placé dans le plan focal de la lentille de collimation en un point permettant de capturer uniquement un faisceau réfléchi d'ordre +1 ou -1 de diffraction. 25

De plus, le contraste des franges du signal détecté est alors indépendant de la taille du coin de cube.

Selon une autre caractéristique de 30 l'invention, le procédé consiste à capturer dans le plan focal de la lentille de collimation, les faisceaux réfléchis d'ordre +1 et -1 de diffraction.

On peut alors déterminer les conditions opératoires de telle sorte que les intensités des faisceaux 35 d'ordre +1 et -1 de diffraction captés dans le plan focal de la lentille de collimation soient en opposition de phase. Il suffit pour cela de déterminer la hauteur du

coin de cube et le pas du réseau en fonction de l'indice de réfraction du matériau du coin de cube et de la longueur d'onde centrale du faisceau lumineux émis par la source.

5 Selon encore une autre caractéristique de l'invention, ce procédé consiste à diriger sur le réflecteur deux faisceaux lumineux incidents identiques formant entre eux un angle tel que les intensités captées des faisceaux réfléchis ayant le même ordre de diffraction 10 sont en quadrature de phase.

Cela permet notamment d'obtenir des signaux qui sont, à des coefficients près, du type  $1 + \cos \phi$ ,  $1 - \cos \phi$ ,  $1 + \sin \phi$  et  $1 - \sin \phi$ .

15 L'invention prévoit également plusieurs moyens permettant de lever l'indétermination d'un multiple de  $2\pi$  sur la valeur de phase obtenue à partir de ces signaux.

20 Pour cela, le procédé selon l'invention peut consister à diriger sur le réflecteur deux faisceaux lumineux incidents ayant des longueurs d'onde différentes et produits par deux sources lumineuses spectralement différentes.

Le procédé peut également consister à utiliser deux coins de cube de hauteur différente pour les mesures des intensités des faisceaux réfléchis.

25 Le procédé peut encore consister à utiliser deux réseaux de diffraction ayant des pas différents pour les mesures d'intensité des faisceaux réfléchis.

30 L'invention permet alors d'obtenir la valeur réelle des phases des signaux réfléchis et d'en déduire des valeurs angulaires correspondantes comprises dans une gamme relativement large. Notamment, l'invention permet des mesures d'angle avec une sensibilité de l'ordre de  $10^{-3}$  degré dans la gamme  $[-10^\circ, +10^\circ]$ .

35 L'invention propose également un dispositif de mesure d'angle par réflectométrie, comprenant une source lumineuse associée à une lentille de collimation pour former un faisceau lumineux dirigé sur un réflecteur en

coin de cube qui comprend un réseau de diffraction sur sa face d'entrée et qui est mobile en rotation autour d'un axe parallèle aux traits du réseau, au moins un photorécepteur pour capter un faisceau lumineux réfléchi 5 par le coin de cube et des moyens de calcul pour déterminer la phase du faisceau réfléchi et en déduire la position angulaire du réflecteur autour dudit axe, caractérisé en ce que ladite source lumineuse est du type poly- 10 chromatique à faible largeur spectrale, telle qu'une diode électro-luminescente, et en ce qu'au moins un photorécepteur est disposé dans le plan focal de la lentille de collimation et agencé pour capter le faisceau réfléchi d'ordre +1 ou - 1 de diffraction, l'intensité du signal 15 de sortie du photodétecteur étant alors une fonction sinusoidale de l'angle formé entre la direction du faisceau lumineux incident sur le coin de cube et la normale à la face d'entrée du coin de cube.

De préférence, pour une mesure absolue le dispositif comprend au moins quatre photodétecteurs, qui 20 sont disposés dans le plan focal de la lentille de collimation de façon à capter les faisceaux réfléchis d'ordre +1 et -1 de diffraction.

De préférence, ce dispositif comprend deux sources lumineuses du type précité, émettant des faisceaux lumineux ayant des longueurs d'onde centrales différentes. 25

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, les extrémités de douze fibres optiques sont disposées dans le plan focal de la lentille de collimation, en une ou en deux lignes comprenant chacune deux fibres optiques d'émission et quatre fibres optiques de réception, les distances entre les extrémités des fibres d'une même ligne étant déterminées en fonction de la longueur d'onde centrale du faisceau émis, de la distance 30 focale de la lentille et du pas du réseau, pour recevoir les faisceaux réfléchis d'ordre +1 et -1 de diffraction.

Le dispositif selon l'invention peut par

exemple fonctionner avec une fréquence d'acquisition de l'ordre de 200 Hz ou davantage, pour fournir des valeurs d'angle à une fréquence de l'ordre de 20 Hz ou davantage.

5 L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

10 la figure 1 représente schématiquement un dispositif de mesure d'angle selon l'invention;

la figure 2 est une vue très agrandie de la disposition des fibres optiques d'émission et de réception dans le plan focal de la lentille de collimation du dispositif de la figure 1.

15 On a représenté très schématiquement en figure 1 les moyens essentiels d'un dispositif selon l'invention, permettant la mesure à distance de la position angulaire d'un objet mobile en rotation autour d'un axe.

20 Pour cela, le dispositif comprend un réflecteur 10 en coin de cube, qui est mobile en rotation autour d'un axe perpendiculaire au plan du dessin ou qui est monté sur un objet mobile en rotation autour de cet axe.

25 Un réseau de diffraction 14 est formé sur la face d'entrée 16 du coin de cube opposée au sommet 12 ou sur la face en regard d'une plaque de verre 18 s'étendant le long de cette face d'entrée 16. Les traits du réseau sont parallèles à l'axe de rotation du coin de cube.

30 La position angulaire du coin de cube 10 autour de l'axe précité peut alors être déterminée par mesure de l'angle  $\alpha$  formé entre la normale à la face d'entrée 16 du coin de cube et l'axe optique 20 d'un émetteur comprenant une source lumineuse polychromatique  
35 22 de largeur spectrale relativement faible, telle qu'une diode électro-luminescente, qui est associée à une lentille de collimation 24 d'axe 20 pour produire un fais-

ceau lumineux 26 de rayons parallèles dirigé sur la face d'entrée du coin de cube.

Dans le plan focal 28 de la lentille 24, on dispose au moins un photorécepteur destiné à capter un 5 faisceau lumineux réfléchi par le coin de cube 10 et d'ordre +1 ou -1 de diffraction .

Plus exactement, des fibres optiques 30 sont agencées entre le plan focal 28 et des photorécepteurs 32 dont les signaux de sortie sont appliqués aux entrées 10 d'un système 34 de traitement de données, permettant de déterminer la valeur de l'angle  $\alpha$  à partir de la phase des signaux de sortie des photodétecteurs 32. Le système 34 de traitement de l'information peut également produire un signal de commande appliqué à des moyens 36 15 d'alimentation de la source lumineuse 22.

Celle-ci, comme les photodétecteurs 32, est reliée au plan focal 28 par une fibre optique 38.

Pour obtenir des signaux en opposition de phase, on prévoit au moins deux photorécepteurs 32 reliés 20 chacun au plan focal 28 par une fibre optique 30, pour capter les faisceaux réfléchis d'ordre +1 et -1 de diffraction, correspondant au faisceau émis en sortie de la fibre 38, et on détermine les conditions opératoires de telle sorte que les signaux de sortie des photodétecteurs 25 32 soient en opposition de phase.

Il faut pour cela que la relation suivante soit respectée:

$$\frac{2}{n} \frac{R}{p^2} \lambda = 2k + 1$$

30 où  $R = 2$  fois la hauteur du coin de cube 10,

$\lambda$  = longueur d'onde centrale du faisceau émis,

$n$  = indice de réfraction du coin de cube,

$p$  = pas du réseau 14,

$k$  est un nombre entier.

35 Les positions des extrémités des fibres 30 recevant les faisceaux réfléchis d'ordre +1 et -1 de diffraction, de part et d'autre de l'extrémité de la fibre

38, sont données par la relation suivante :

$$D = \lambda F/p$$

où :  $\lambda$  et  $p$  ont la même signification que précédemment,

5 F est la longueur focale de la lentille 24, D est la distance entre les extrémités de la fibre 38 et d'une fibre 30.

10 Pour obtenir également des signaux en quadrature de phase, on peut raccorder la source lumineuse 22 au plan focal 28 par une deuxième fibre optique 40, les extrémités des fibres 38 et 40 dans le plan focal 28 étant séparées d'une distance donnée par la relation suivante :

$$d = F n p (2 k' + 1) / 4 R$$

15 où :  $F$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $R$  ont la même signification que précédemment,

$k'$  est un nombre entier.

20 La fibre 40 émet alors un faisceau lumineux en direction du coin de cube 10, et les faisceaux réfléchis d'ordre +1 et -1 de diffraction sont captés par deux photodétecteurs supplémentaires 32' raccordés au plan focal 28 par des fibres optiques 30'.

25 On obtient ainsi des signaux du type (à des coefficients près)  $1 + \cos \phi$ ,  $1 + \sin \phi$ ,  $1 - \cos \phi$  et  $1 - \sin \phi$  qui sont appliqués aux entrées du système 34 de traitement de données et qui permettent de calculer la valeur de la phase modulo  $2\pi$ .

30 En faisant le rapport des différences des intensités de ces signaux, on obtient la valeur de l'angle  $\alpha$  modulo  $2\pi$ .

En effet, si on a :

$$I_1 = a (1 + \cos \phi)$$

$$I_2 = b (1 - \cos \phi)$$

$$I_3 = c (1 + \sin \phi)$$

35  $I_4 = d (1 - \sin \phi)$

$a$ ,  $b$ ,  $c$  et  $d$  étant des constantes

on en tire :

$$\cos \phi = m I_1 - n I_2$$

$$\sin \phi = p I_3 - q I_4$$

et donc

$$5 \quad \phi = \text{Arctg} \left( \frac{p I_3 - q I_4}{m I_1 - n I_2} \right)$$

avec  $\phi$  compris entre 0 et  $2\pi$ ,

les valeurs de  $m$ ,  $n$ ,  $p$  et  $q$  étant obtenues par calibration.

Pour lever l'indétermination d'un multiple de  $2\pi$  sur la valeur de cette phase, on utilise par exemple une deuxième source lumineuse du même type que la première, mais émettant sur une longueur d'onde centrale différente, les deux longueurs d'onde centrales étant choisies de façon à ce que le matériau du coin de cube ait des indices de réfraction suffisamment différents pour ces deux longueurs d'onde.

On a alors

$$\Phi_1 = \phi_1 + 2k\pi = \frac{2\pi R}{n_1 p} \operatorname{tg} \alpha$$

$$20 \quad \text{et } \Phi_2 = \phi_2 + 2k\pi = \frac{2\pi R}{n_2 p} \operatorname{tg} \alpha$$

$n_1$  et  $n_2$  étant les indices de réfraction du coin de cube pour les longueurs d'onde centrales des deux sources, et  $p$  étant le pas du réseau.

25 De ces deux relations, on peut par exemple déduire la valeur de  $k$ , calculer les deux valeurs de  $\operatorname{tg} \alpha$  à partir de  $\Phi_1$  et  $\Phi_2$  et en faire la moyenne.

Une disposition correspondante des extrémités des fibres optiques dans le plan focal 28 est représentée 30 schématiquement à titre d'exemple en figure 2, où les références 221 et 222 désignent les deux sources lumineuses, qui sont reliées chacune au plan focal 28 par deux fibres optiques 381 et 401, et 382 et 402 respectivement. A chaque couple d'extrémités de fibres optiques 35 d'émission sont associées quatre extrémités de fibres optiques de réception, désignées respectivement par les références 301, 301', 302 et 302' respectivement, ces extrémités de fibres optiques étant alignées sur une ou sur

deux lignes parallèles perpendiculaires à la ligne reliant les extrémités des fibres optiques d'émission 381 et 382.

En principe, les extrémités des fibres optiques sont placées sur une seule ligne quand elles ne sont pas trop larges. Pour éviter les problèmes de chevauchement, on peut les placer sur deux lignes parallèles.

A titre d'exemple, on précisera que la distance entre ces deux lignes peut être de l'ordre du millimètre, tandis que la distance entre les extrémités des fibres d'émission 381 et 401 (ou 382 et 402) est de l'ordre de 0,3 mm. Les longueurs d'onde centrales d'émission des deux sources lumineuses 221 et 222 sont par exemple de 0,8 et 1,3  $\mu\text{m}$  respectivement.

Les sources lumineuses 22 sont commandées par exemple pour émettre des impulsions ayant une durée de l'ordre de 625  $\mu\text{s}$  avec une fréquence de répétition de l'ordre de 800 Hz.

Un tel dispositif peut mesurer, à une distance de plusieurs mètres, des valeurs d'angle  $\alpha$  comprises entre  $-10$  et  $+10^\circ$  avec une précision de l'ordre de  $10^{-3}$  degré.

En variante, au lieu d'utiliser deux sources lumineuses émettant sur des longueurs d'onde centrales différentes, on peut utiliser deux réseaux de diffraction 14 de pas différent.

Selon une autre variante, on peut utiliser deux coins de cube ayant des hauteurs différentes.

REVENDICATIONS

1. Procédé de mesure d'angle par réflectométrie, consistant à diriger un faisceau lumineux incident collimaté (26) sur un réflecteur (10) en coin de cube qui 5 comprend un réseau de diffraction (14) sur sa face d'entrée (16) et qui est mobile en rotation autour d'un axe parallèle aux traits du réseau, à capter les faisceaux lumineux réfléchis par le coin de cube (10), à déterminer leur phase et à en déduire la position angulaire 10 du réflecteur autour dudit axe, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser une source lumineuse polychromatique (22) à faible largeur spectrale, telle qu'une diode électro-luminescente, pour produire le faisceau incident (26) précédent, à capter au moins le faisceau réfléchi d'ordre 15 +1 ou -1 de diffraction en un point situé dans le plan focal (28) de la lentille de collimation du faisceau lumineux incident, et à mesurer son intensité lumineuse, celle-ci étant alors une fonction sinusoïdale pure de l'angle  $\alpha$  formé entre la direction du faisceau incident 20 et la normale à la face d'entrée (16) du coin de cube.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il consiste à capter dans le plan focal (28) de la lentille de collimation (24), les faisceaux réfléchis d'ordre +1 et -1 de diffraction.

25 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il consiste à déterminer les conditions opératoires de telle sorte que les intensités des faisceaux réfléchis d'ordre +1 et -1 de diffraction captés dans le plan focal (28) de la lentille de collimation 30 sont en opposition de phase.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en qu'il consiste à diriger sur le réflecteur (10) deux faisceaux lumineux incidents identiques décalés d'un angle tel que les intensités captées 35 des faisceaux réfléchis ayant le même ordre de diffraction sont en quadrature de phase.

5. Procédé selon l'une des revendications pré-

céderentes, caractérisé en ce qu'il consiste à diriger sur le réflecteur (10) deux faisceaux lumineux incidents ayant des longueurs d'onde centrales différentes et produits par deux sources lumineuses spectralement différentes 5 (221, 222).

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le réflecteur (10) a des indices de réfraction différents pour les longueurs d'onde centrales des deux sources lumineuses.

10 7. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser deux coins de cube (10) de hauteur différente pour les mesures d'intensité des faisceaux réfléchis.

15 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser deux réseaux de diffraction ayant des pas différents pour les mesures d'intensité des faisceaux réfléchis.

9. Dispositif de mesure d'angle par réflectométrie, comprenant une source lumineuse (22) associée à une 20 lentille de collimation (24) pour former un faisceau lumineux dirigé sur un réflecteur en coin de cube (10) qui comprend un réseau de diffraction (14) sur sa face d'entrée (16) et qui est mobile en rotation autour d'un axe parallèle aux traits du réseau (14), au moins un 25 photorécepteur (32) pour capter un faisceau lumineux réfléchi par le coin de cube, et des moyens de calcul (34) pour déterminer la phase du signal de sortie du photodétecteur et en déduire la position angulaire du réflecteur (10) autour dudit axe, caractérisé en ce que la source 30 lumineuse est du type polychromatique à faible largeur spectrale, telle qu'une diode électro-luminescente, et en ce que le photorécepteur (32) précité est disposé dans le plan focal de la lentille de collimation (24) et agencé pour capter le faisceau réfléchi d'ordre +1 ou - 1 de 35 diffraction, l'intensité de ce faisceau étant une fonction sinusoïdale pure de l'angle  $\alpha$  formé entre l'axe du faisceau incident sur le coin de cube et la normale à

la face d'entrée (16) du coin de cube.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que la hauteur du coin de cube (10), son indice de réfraction, la longueur d'onde centrale de la 5 source (22) et le pas du réseau de diffraction (14) sont déterminés pour que les intensités des faisceaux captés d'ordre +1 et -1 de diffraction soient en opposition de phase.

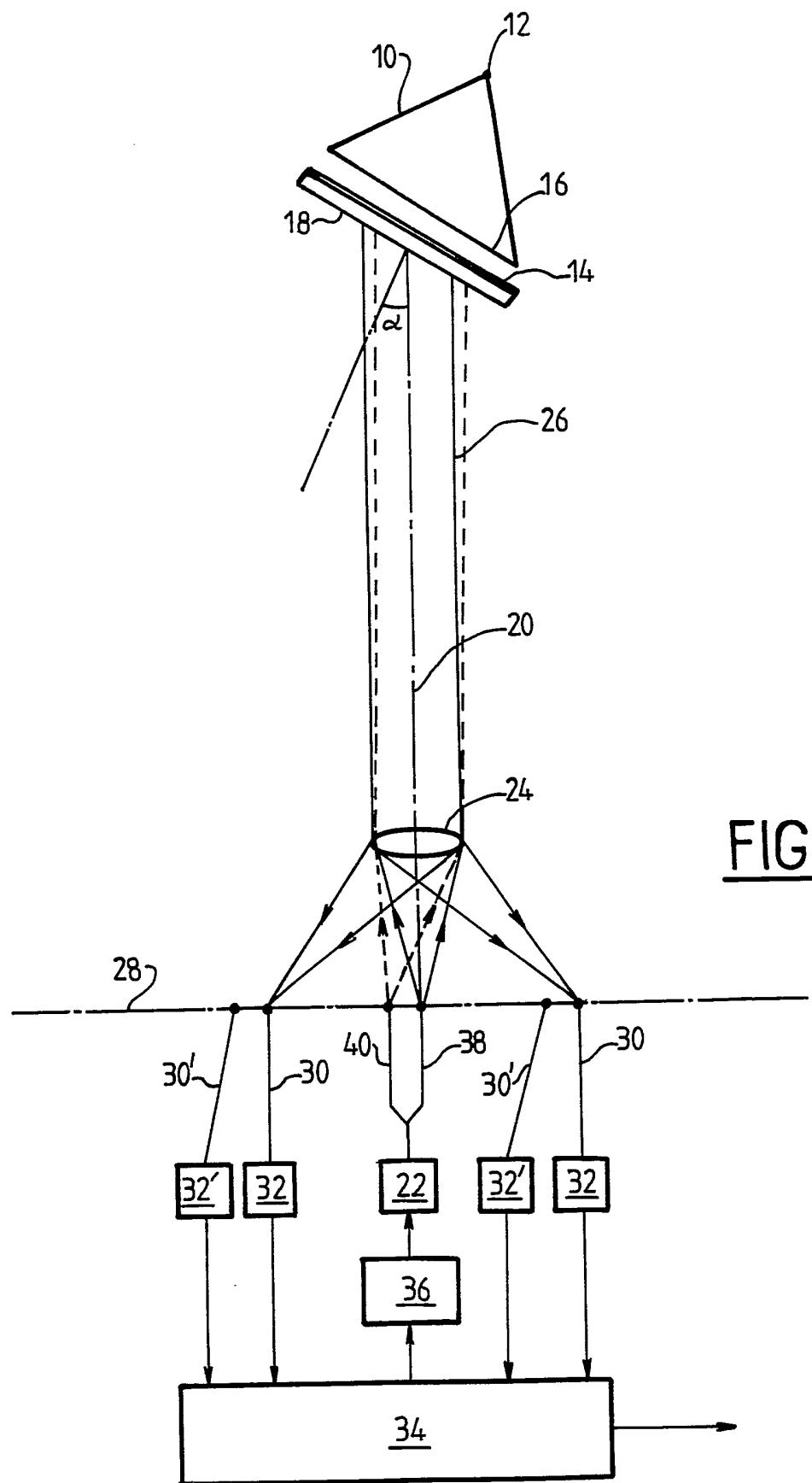
11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, 10 caractérisé en ce que la source lumineuse (22) est reliée par deux fibres optiques (38, 40) au plan focal (28) de la lentille de collimation (24), les extrémités de ces fibres dans le plan focal (28) étant séparées d'une distance telle que les intensités captées des faisceaux ré- 15 fléchis ayant le même ordre de diffraction sont en quadrature de phase.

12. Dispositif selon la revendication 9 ou 11, caractérisé en ce qu'il comprend deux sources lumineuses (221, 222) du type précité, émettant sur des longueurs 20 d'onde centrales différentes.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que les extrémités de douze fibres optiques sont disposées dans le plan focal (28) de collimation en au moins une ligne ou en deux lignes comprenant 25 chacune deux fibres optiques d'émission et quatre fibres optiques de réception, les distances entre les fibres d'une même ligne étant déterminées en fonction de la longueur d'onde centrale du faisceau émis, de la distance focale de la lentille et du pas du réseau pour recevoir 30 les faisceaux réfléchis d'ordre +1 et -1 de diffraction.

14. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 13, caractérisé en ce que la fréquence d'acquisition des signaux réfléchis est de l'ordre de 200 Hz, et la fréquence de fourniture des valeurs angulaires  $\alpha$  est de 35 l'ordre de 20 Hz.

1/2



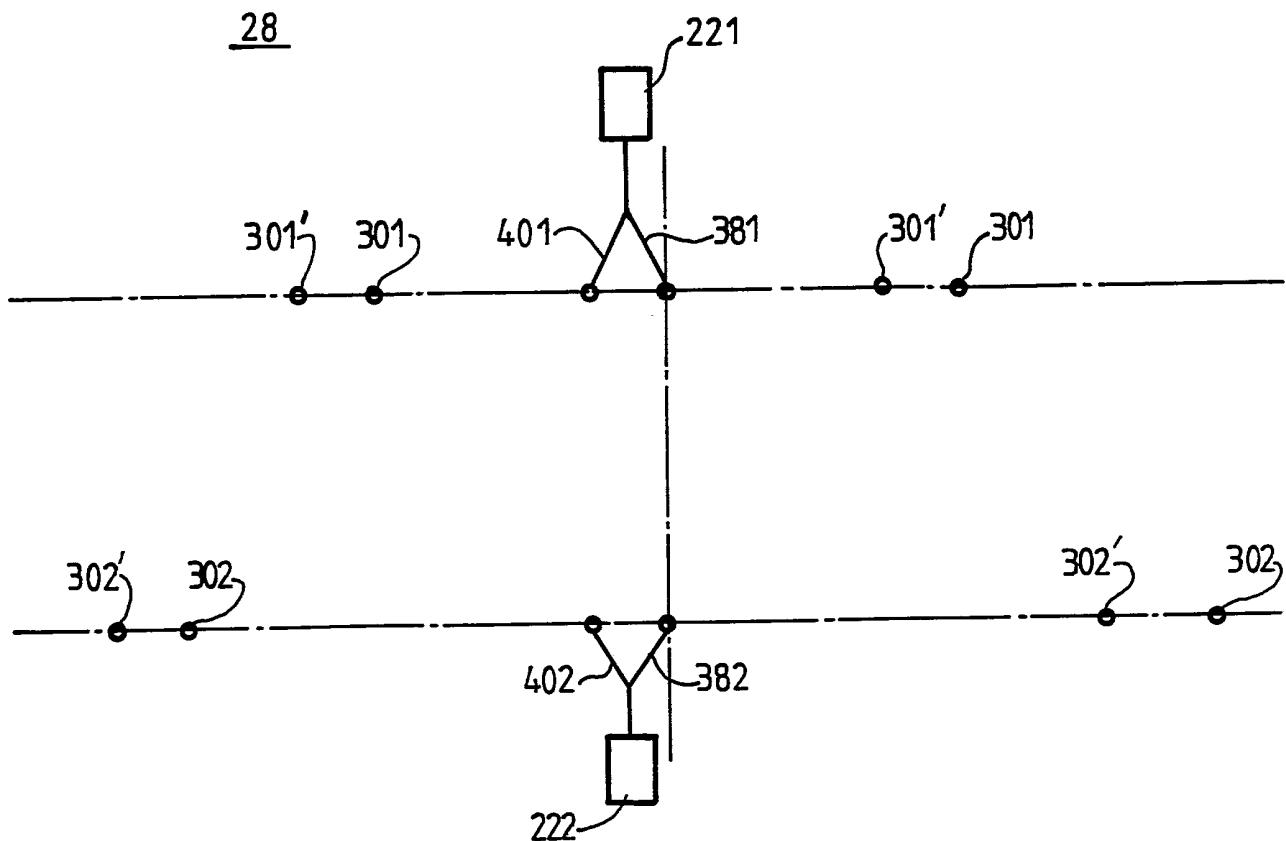


FIG.2

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 490320  
FR 9307456

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	NL-A-6 508 599 (N.V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN) * ensemble du brevet * * figures 1-3 * ---	1,9
X	US-A-3 245 307 (HENDRIK DE LANG) * titre * * colonne 2, ligne 26 - colonne 5, ligne 10; figures 1-5 * ---	1,9 2
A	US-A-4 306 806 (MORTON A. BARRON) * colonne 2, ligne 65 - colonne 4, ligne 39; figures 1-3D * ---	1,9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 221 (P-386)(1944) 7 Septembre 1985 & JP-A-60 080 707 (TOSHIHIRO TSUMURA) 8 Mai 1985 * abrégé * ---	1
A	EP-A-0 486 050 (CANON K.K.) * colonne 3, ligne 41 - colonne 5, ligne 6; figures 3,4 * * colonne 5, ligne 35 - colonne 7, ligne 9; figures 6-8 * ---	1,9
A	US-A-4 459 022 (WILLIAM W. MOREY) * ensemble du brevet * -----	11,13
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
		G01B G01D
2	Date d'achèvement de la recherche 14 Février 1994	Examinateur Visser, F
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		