



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁵ : G01B 11/24	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 92/01205 (43) Date de publication internationale: 23 janvier 1992 (23.01.92)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR91/00528 (22) Date de dépôt international: 2 juillet 1991 (02.07.91) (30) Données relatives à la priorité: 90/08369 3 juillet 1990 (03.07.90) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): BERTIN & CIE [FR/FR]; B.P. 3, F-78373 Plaisir Cédex (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement) : MILLET, Jocelyn [FR/FR]; 20, rue des Bougainvilliers, F-84120 Pertuis (FR). ROCH, Jean [FR/FR]; Route de St.-Germain, Les Quatre-Chênes, F-13109 Simiane (FR).		(74) Mandataire: CABINET ORES; 6, avenue de Messine, F-75008 Paris (FR). (81) Etats désignés: AT (brevet européen), BE (brevet européen), CH (brevet européen), DE (brevet européen), DK (brevet européen), ES (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), GR (brevet européen), IT (brevet européen), JP, LU (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), US. Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

(54) Title: PROJECTION AND IMAGE RECORDING APPARATUS FOR DETERMINING THE THREE-DIMENSIONAL FORM OF AN OBJECT

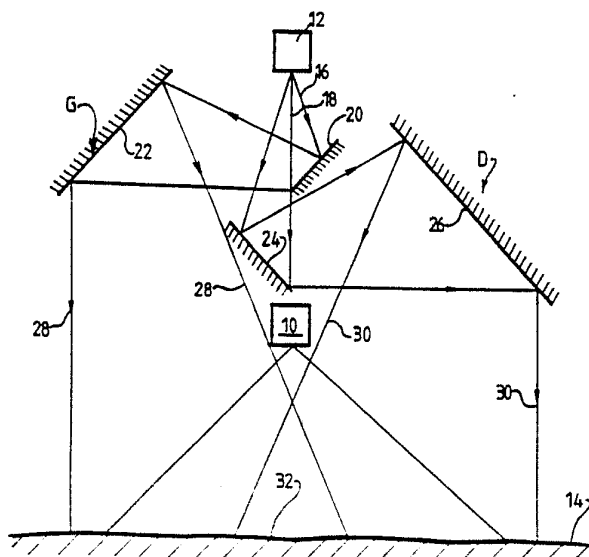
(54) Titre: APPAREIL DE PROJECTION ET DE PRISE D'IMAGES POUR LA DETERMINATION DE LA FORME TRIDIMENSIONNELLE D'UN OBJET

(57) Abstract

Projection and image recording apparatus for determining the three-dimensional form of an object, comprising means (12) for projecting onto the object (14) a rectilinear fringe pattern characterized by a sinusoidal spatial variation of light intensity and a video camera (10) for the formation of an image of the object on a system of photodetectors, the projection means (12) being associated with sets of mirrors (20, 22, 24, 26) sharing the light beam emitted (16) and projecting the fractions of said light beam onto the object in different converging directions. Sequential multiplexing means for the light flows captured by the camera are also provided.

(57) Abrégé

Appareil de projection et de prise d'images pour la détermination de la forme tridimensionnelle d'un objet, comprenant des moyens (12) de projection sur l'objet (14) de l'image d'une mire de franges rectilignes à variation spatiale sinusoïdale d'intensité lumineuse et une caméra vidéo (10) de formation d'une image de l'objet sur un ensemble de photodétecteurs, les moyens de projection (12) étant associés à des jeux de miroirs (20, 22, 24, 26) partageant le faisceau lumineux émis (16) et projetant les fractions de ce faisceau lumineux sur l'objet suivant des directions différentes convergentes, des moyens de multiplexage séquentiel des flux lumineux captés par la caméra étant en outre prévus.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	ES	Espagne	MG	Madagascar
AU	Australie	FI	Finlande	ML	Mali
BB	Barbade	FR	France	MN	Mongolie
BE	Belgique	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BF	Burkina Faso	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BG	Bulgarie	GN	Guinée	NL	Pays-Bas
BJ	Bénin	GR	Grèce	NO	Norvège
BR	Brésil	HU	Hongrie	PL	Pologne
CA	Canada	IT	Italie	RO	Roumanie
CF	République Centrafricaine	JP	Japon	SD	Soudan
CG	Congo	KP	République populaire démocratique de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KR	République de Corée	SN	Sénégal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TG	Togo
DE	Allemagne	MC	Monaco	US	Etats-Unis d'Amérique
DK	Danemark				

APPAREIL DE PROJECTION ET DE PRISE D'IMAGES
POUR LA DETERMINATION DE LA FORME TRIDIMENSIONNELLE D'UN
OBJET

L'invention concerne un appareil de projection
5 et de prise d'images pour la détermination de la forme
tridimensionnelle d'un objet par voie optique sans
contact.

On connaît, par exemple par le Brevet Européen
EP 0.182.469, un procédé de détermination de la forme
10 tridimensionnelle d'un objet, qui consiste à projeter sur
la surface de cet objet un champ de franges rectilignes à
variation spatiale sinusoïdale d'intensité, à former sur
un ensemble de photodétecteurs l'image de la surface de
cet objet comportant l'image du champ de franges projeté,
15 et à déterminer les phases des signaux de sortie des
photodétecteurs. Les valeurs absolues de ces phases
permettent de déterminer les cotes des points de la
surface de l'objet le long d'un axe perpendiculaire à
l'ensemble de photodétecteurs, et les coordonnées des
20 photodétecteurs dans leur plan correspondant aux
coordonnées des points de la surface de l'objet dans un
plan parallèle.

En pratique, pour connaître les valeurs
absolues des phases des signaux des photodétecteurs, et
25 non leurs valeurs modulo 2π , on est amené à projeter
successivement sur la surface de l'objet n champs de
franges de même pas qui sont déphasés de $2\pi/n$ d'un champ
au suivant, ainsi que n champs de franges ayant un pas
différent du premier cité et qui sont déphasés de $2\pi/n$
30 d'un champ au suivant.

Par ailleurs, pour que tous les points du
relief de l'objet vus par les photodétecteurs soient
correctement éclairés par les moyens de projection des
champs de franges, il est souvent nécessaire d'utiliser
35 deux projecteurs situés de part et d'autre des moyens de
prise d'images de l'objet et éclairant tous deux la

surface de l'objet qui se trouve dans le champ des moyens de prise d'images. Il en résulte en conséquence une multiplication des moyens utilisés au niveau des systèmes de projection des champs de franges et de leur commande
5 ainsi qu'au niveau des moyens de constitution des champs de franges eux-mêmes, ce qui peut compliquer les mesures et augmente le coût de l'appareil.

Il peut aussi s'avérer nécessaire de modifier les conditions de projection et de prise de vues pendant
10 une série de mesures sur un objet, par exemple en fonction des différences de dimensions, de nature ou de pouvoir diffusant entre certaines parties de l'objet.

Il faut enfin souvent procéder très rapidement à ces mesures, de façon à ce que leur durée totale
15 n'excède pas un temps de quelques secondes.

L'invention a pour objet un appareil de projection et de prise d'images pour la détermination de la forme tridimensionnelle d'un objet, cet appareil étant simple, fiable, peu coûteux et capable de répondre aux
20 conditions posées plus haut.

L'invention propose donc un appareil de projection et de prise d'images pour la détermination de la forme tridimensionnelle d'un objet, comprenant des moyens de projection sur l'objet de l'image d'une mire de
25 franges rectilignes à variation spatiale sinusoïdale d'intensité, et des moyens, tels qu'une caméra vidéo, de formation d'une image de l'objet sur un ensemble de photodétecteurs, caractérisé en ce qu'il comprend des jeux de miroirs associés aux moyens de projection pour
30 partager le faisceau lumineux émis par ces moyens et projeter les fractions de faisceau sur l'objet suivant des directions différentes convergeant vers l'objet, et des moyens de multiplexage séquentiel des flux lumineux captés par la caméra.

L'invention permet donc, à partir d'un projecteur unique, d'éclairer la surface d'un objet selon des angles différents.

Les points de la surface de l'objet, qui sont
5 vus par les photodétecteurs, sont ainsi tous éclairés. Les moyens de multiplexage séquentiel des flux lumineux captés par la caméra permettent de prendre en compte successivement les champs de franges projetés sur la surface de l'objet selon des directions différentes, et
10 d'obtenir ainsi des mesures précises et complètes de la surface de l'objet.

Avantageusement, ces moyens de multiplexage séquentiel comprennent un disque tournant à ouvertures radialement décalées, qui sont placées sur le trajet du
15 faisceau lumineux émis et qui n'en laissent passer qu'une partie, de sorte que l'objet n'est éclairé que par une fraction à la fois du faisceau lumineux émis par les moyens uniques de projection.

Ces moyens de multiplexage sont
20 particulièrement simples et peu coûteux.

L'appareil selon l'invention comprend également des moyens de commutation entre un niveau haut et un niveau bas de l'intensité des signaux lumineux qui sont captés ou transmis par la caméra vidéo.

25 Ces moyens de commutation peuvent être constitués d'un disque tournant à ouvertures placées sur le trajet du faisceau lumineux et dont certaines sont munies d'un filtre d'atténuation.

Les rotations continues des disques formant
30 les moyens de multiplexage et les moyens de commutation de niveau sont avantageusement synchronisées avec le déplacement transversal de la mire correspondant à des déphasages de $2\pi/n$ du champ de franges projeté sur l'objet.

En variante, les moyens de commutation peuvent être constitués par des moyens de réglage du gain de la caméra vidéo.

Enfin, les moyens de projection utilisés sont constitués d'un projecteur de diapositives d'un type classique, qui comprend de préférence une source lumineuse émettant dans l'infrarouge, telle par exemple qu'une lampe à filament de tungstène, ce qui permet notamment d'effectuer des mesures sur une plage de longueurs d'onde correspondant au maximum de sensibilité des photodétecteurs.

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 :

la figure 1 représente schématiquement un mode connu de projection et de prise d'images sur la surface d'un objet;

la figure 2 représente schématiquement un appareil selon l'invention pour la projection et la prise d'images sur la surface d'un objet;

les figures 3 et 4 sont des vues schématiques de deux disques tournants constituant respectivement des moyens de multiplexage et des moyens de commutation de niveaux;

la figure 5 est un tableau représentant une séquence d'acquisition de signaux exécutable par l'appareil selon l'invention.

Pour mieux faire comprendre l'intérêt de l'invention, on a représenté schématiquement en figure 1 des moyens connus de projection sur la surface d'un objet et de prise d'images de la surface de cet objet, ces moyens comprenant par exemple une caméra vidéo 10 située entre deux projecteurs 12 éclairant la surface d'un objet 14 qui se trouve dans le champ de la caméra 10.

L'association des deux projecteurs 12, dont les faisceaux lumineux convergent sur la surface de l'objet qui se trouve dans le champ de la caméra, permet de ne laisser dans l'ombre aucun des points qui sont visibles par la
5 caméra 10.

Il en résulte cependant l'obligation d'utiliser deux ensembles de projection et de moyens de commande associés, et de synchroniser les fonctionnements de ces moyens de projection.

10 L'appareil selon l'invention, représenté schématiquement en figure 2, permet d'éviter ces inconvénients.

Cet appareil comprend un seul projecteur 12, émettant un faisceau lumineux 16 le long d'un axe optique
15 18 orienté vers la surface de l'objet 14 dont on veut déterminer la forme tridimensionnelle.

De façon connue, le projecteur 12 peut être un projecteur de diapositives d'un type classique, et projette sur la surface de l'objet 14 l'image d'une mire
20 de franges rectilignes à variation spatiale sinusoïdale d'intensité lumineuse, qui peut être formée sur un film inversible du type diapositive. La caméra vidéo 10, à photodiodes CCD par exemple, capte l'image de la mire projetée sur la surface de l'objet 14 et est reliée à des
25 moyens de traitement de l'information, non représentés, permettant de déterminer les coordonnées tridimensionnelles des points de la surface de l'objet 14 qui se trouve dans le champ de la caméra.

Selon l'invention, le projecteur 12 est
30 associé à des jeux de miroirs qui permettent de partager le faisceau lumineux émis 16 en fractions de faisceau qui sont ensuite renvoyées vers la surface de l'objet 14 selon des directions convergentes, de telle sorte que tous les points de la surface de l'objet 14 vus par la
35 caméra puissent être éclairés.

Dans l'exemple représenté, un premier miroir 20 reçoit une première partie du faisceau lumineux émis et la réfléchit en direction d'un second miroir 22, qui la réfléchit lui-même en direction de l'objet 14. Le premier miroir 20 se termine par exemple sur l'axe optique 18 du projecteur 12, pour réfléchir une moitié du faisceau lumineux émis 16 et laisser passer l'autre moitié de ce faisceau.

Un autre miroir 24 réfléchit cette autre moitié du faisceau 16 en direction d'un miroir 26, qui la réfléchit vers l'objet 14.

Les fractions de faisceau lumineux 28 et 30, qui sont réfléchies par les miroirs 22 et 26 respectivement et qui ont de préférence des axes optiques parallèles à celui de la caméra 10, se croisent et se chevauchent sur une partie 32 de la surface de l'objet, située dans le champ de la caméra 10. Il est donc nécessaire de réaliser, au niveau de la caméra 10, un multiplexage des signaux qui sont dus à l'éclairage de l'objet 14 par le miroir 22 ou miroir G (miroir de gauche) et de ceux qui sont dus à l'éclairage par le miroir 26 ou miroir D (miroir de droite sur le dessin).

Comme l'objet 14 peut également être constitué de parties qui sont plus ou moins diffusantes, on prévoit de modifier le niveau d'éclairement de la surface de l'objet, afin de réaliser une série de mesures valables pour les parties très diffusantes et une série de mesures valables pour les parties moins diffusantes.

On peut utiliser pour cela les disques représentés schématiquement dans les figures 3 et 4.

Le disque 34 de la figure 3 est destiné à être monté dans le projecteur 12, par exemple au voisinage immédiat de la mire de franges rectilignes, et est excentré par rapport à l'axe optique 18 du projecteur, dont l'objectif a été représenté schématiquement en 36. Le disque 34 est réalisé en matière opaque ou non

transparente au faisceau lumineux émis par le projecteur 12, et comprend deux découpes annulaires 38 et 40, s'étendant sur 180° et qui sont diamétralement opposées l'une à l'autre, ces deux découpes étant en outre
5 radialement décalées l'une par rapport à l'autre et ayant une largeur égale au rayon de l'objectif 36, de telle sorte que la découpe 38 va permettre le passage de la moitié gauche du faisceau lumineux émis par le projecteur et interdire le passage de la moitié droite de ce
10 faisceau, et qu'inversement la découpe 40 permettra le passage de la moitié droite de ce faisceau en interdisant le passage de la moitié gauche.

La rotation du disque 34, par exemple dans le sens indiqué par la flèche 42, autour de son axe central,
15 va donc se traduire par des éclairnements successifs alternés droite-gauche de la surface de l'objet 14.

Le disque 44 représenté en figure 4 est destiné à régler le niveau d'éclairement de la surface de l'objet 14 entre deux valeurs haute et basse, grâce à
20 l'interposition séquentielle de filtres d'atténuation sur le trajet du faisceau lumineux émis par le projecteur 12.

Pour cela, le disque 44 va comprendre des parties pleines 46 totalement opaques au faisceau lumineux émis, une partie filtrante 48, laissant passer
25 ce faisceau lumineux en atténuant l'intensité d'éclairement, et des parties complètement transparentes 50, formées par exemple par une découpe de la matière du disque 44. Dans l'exemple représenté en figures 3 et 4, les disques 34 et 44 sont destinés à être utilisés l'un
30 avec l'autre, en étant centrés sur le même axe de rotation et en étant entraînés dans le même sens à des vitesses différentes, celle du disque 44 étant la moitié de celle du disque 34.

Les rotations de ces disques 34 et 44 sont
35 synchronisées avec les déplacements transversaux des mires à franges rectilignes, déplacements qui

correspondent à des déphasages de $2\pi/n$. Lorsque n est égal à 4 et que l'on utilise deux mires ayant des pas entre franges différents, on peut obtenir la séquence d'acquisition de signaux qui est représentée schématiquement en figure 5.

Dans cette séquence, on utilise la mire n° 1 pour l'acquisition d'une première série de signaux, puis on la remplace par la mire n° 2 et on refait la même série de mesures. Chaque série de mesures comprend un éclairage côté droit et un éclairage côté gauche pour un premier niveau d'éclairement, puis un éclairage côté droit et un éclairage côté gauche pour un deuxième niveau d'éclairement.

Pour chaque côté d'éclairement et chaque niveau d'éclairement, on réalise quatre mesures correspondant à la projection successive de quatre champs de franges qui sont décalés de $\pi/2$ l'un par rapport à l'autre.

On réalise ainsi 16 mesures ou acquisitions de signaux avec la mire n°1, puis 16 mesures ou acquisitions de signaux avec la mire n°2. La durée totale de ces acquisitions de signaux, y compris la durée du changement de mire, peut être de une à quelques secondes selon les applications envisagées.

La synchronisation des rotations des deux disques 34 et 44 permet de commuter le niveau d'éclairement sur un côté, pendant que le disque de multiplexage 34 éclaire l'autre côté, et ainsi de suite.

Les moyens de commutation de niveau d'éclairement qui ont été décrits (disque 44 représenté en figure 4) permettent de faire une série complète de mesures avec le gain de la caméra vidéo réglé sur une valeur constante. On peut bien entendu, au lieu de modifier le niveau d'éclairement de la surface de l'objet par rotation du disque 44 sur le trajet du faisceau lumineux émis, modifier le gain de la caméra vidéo.

Par ailleurs, les deux disques 34 et 44 pourraient être remplacés par un disque unique de diamètre plus important avec pour conséquence une augmentation de l'encombrement.

5 En ce qui concerne le projecteur 12, il peut être équipé d'une source lumineuse émettant un flux optique de 20W (pour une application particulière) en dehors du spectre visible, par exemple dans l'infrarouge. On peut utiliser pour cela une lampe à filament de
10 tungstène rayonnant à une température de 3000°K, ce qui correspond à un maximum d'éclairement dans une bande de longueurs d'onde centrée sur un micromètre environ, ce qui est le domaine de sensibilité maximale des photodétecteurs CCD de la caméra vidéo.

REVENDICATIONS

1. Appareil de projection et de prise d'images pour la détermination de la forme tridimensionnelle d'un objet, comprenant des moyens (12) de projection sur l'objet (14) de l'image d'une mire de franges rectilignes à variation spatiale sinusoïdale d'intensité lumineuse, et des moyens tels qu'une caméra vidéo (10) de formation d'une image de l'objet sur un ensemble de photodétecteurs, caractérisé en ce qu'il comprend des jeux de miroirs (20, 22, 24, 26) associés aux moyens de projection (12) pour partager le faisceau lumineux (16) émis par ces moyens et projeter les fractions de faisceau sur l'objet (14) suivant des directions différentes convergeant vers l'objet, et des moyens (34) de multiplexage séquentiel des flux lumineux captés par la caméra (10).

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de multiplexage séquentiel comprennent un disque tournant (34) à ouvertures (38, 40) radialement décalées qui sont placées sur le trajet du faisceau lumineux (16) émis par les moyens de projection et qui n'en laissent passer qu'une partie de telle sorte que l'objet (14) n'est éclairé que par une fraction à la fois du faisceau lumineux (16) émis.

3. Appareil selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce qu'il comprend également des moyens (44) de commutation entre un niveau haut et un niveau bas de l'intensité des signaux lumineux captés ou transmis par la caméra vidéo (10).

4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de commutation précités comprennent un disque tournant (44) à ouvertures (48, 50) placées sur le trajet du faisceau lumineux émis (16) et dont certaines sont munies d'un filtre d'atténuation (48).

5. Appareil selon l'ensemble des revendications 2 et 4, caractérisé en ce que les rotations des deux disques (34, 44) sont synchronisées.

6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que les rotations continues des disques (34, 44) sont synchronisées avec le déplacement transversal de la mire correspondant à des déphasages de $2\pi/n$ du champ de franges projeté sur l'objet (14).

7. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de commutation sont constitués par des moyens de réglage de gain de la caméra vidéo (10).

8. Appareil selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de projection (12) comprennent un projecteur de diapositives d'un type classique, équipé d'une source lumineuse émettant en dehors du spectre visible, par exemple dans l'infrarouge, telle qu'une lampe à filament de tungstène par exemple.

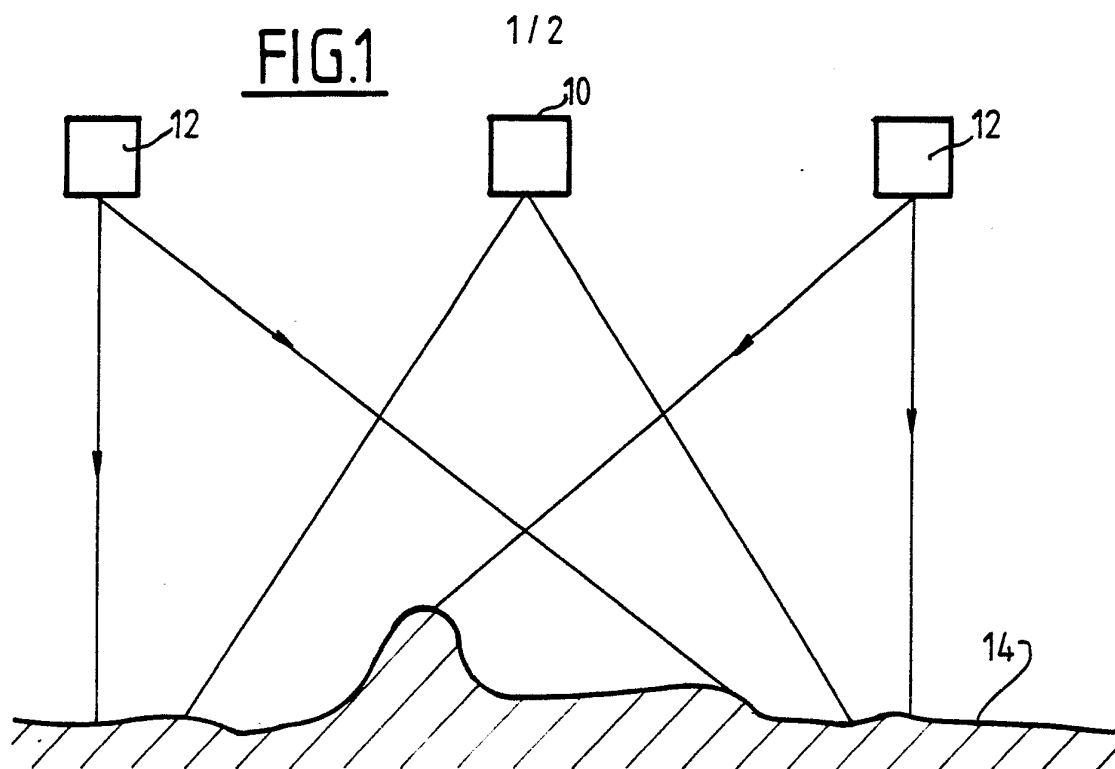
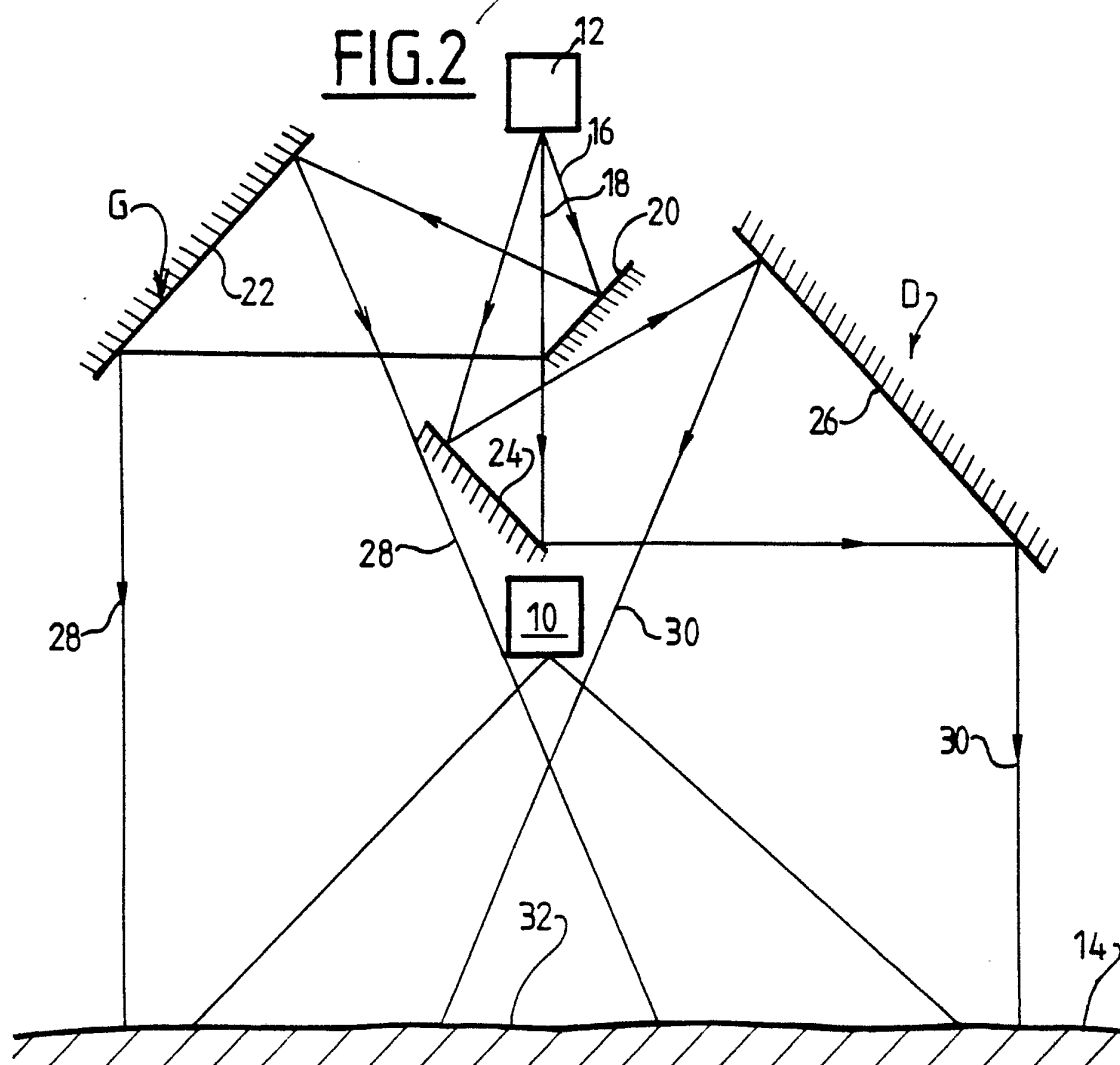
FIG.1FIG.2

FIG.3

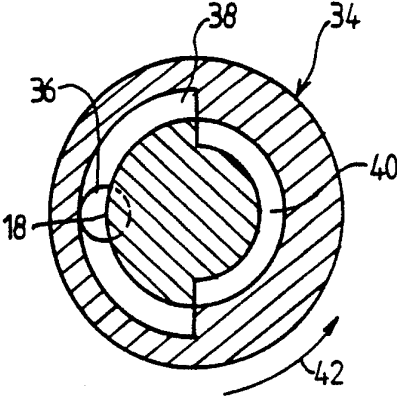


FIG.4

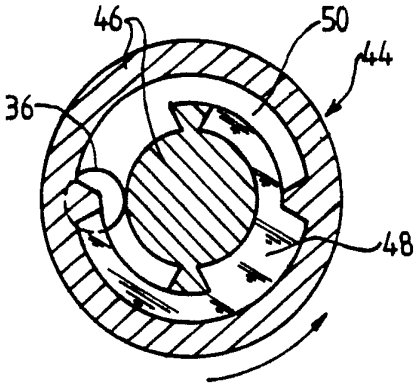


FIG.5

MIRE	n°1																n°1 ⇌ n°2	n°2			
CÔTÉ ECLAIRAGE	D				G				D				G					D			
NIVEAU	1				1				2				2					2			
DEPHASAGE	0	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	$3\pi/2$	π	$\pi/2$	0	0	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	$3\pi/2$	π	$\pi/2$	0		0	$\pi/2$	π	$3\pi/2$
ACQUISITION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	18	19	20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 91/00528

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ G01B 11/24		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵ G01B		
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	IBM Technical Disclosure Bulletin, vol. 25.No. 1. June 1982. New York, US; B. Drollinger et al.: "Moiré metrical topography with micrometer resolution", pages 357-358, see the whole article	1
--		
A	EP. A. 0182469 (NEW YORK INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 28 May 1986. see abstract;figures 1-3	1

[*] Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
20 September 1991 (20.09.91)	28 October 1991 (28.10.91)	
International Searching Authority EUROPEAN PATENT OFFICE	Signature of Authorized Officer	

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

FR 9100528

SA 49179

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 22/10/91. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A- 0182469	28-05-86	US-A- 4641972	10-02-87
		US-A- 4657394	14-04-87
		CA-A- 1261656	26-09-89
		JP-A- 61076906	19-04-86

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 91/00528

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB Int.Cl.5 G 01 B 11/24		
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée ⁸		
Système de classification	Symboles de classification	
Int.Cl.5	G 01 B	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁹		
III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS ¹⁰		
Catégorie ^o	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, ¹² des passages pertinents ¹³	No. des revendications visées ¹⁴
A	IBM Technical Disclosure Bulletin, vol. 25, no. 1, juin 1982, New York, US; B. Drollinger et al.: "Moiré metrical topography with micrometer resolution", pages 357-358, voir l'article en entier ---	1
A	EP, A, 0182469 (NEW YORK INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 28 mai 1986, voir abrégé; figures 1-3 -----	1
^o Catégories spéciales de documents cités:¹¹ "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent; mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
20-09-1991		28. 10. 91
Administration chargée de la recherche internationale		Signature du fonctionnaire autorisé
OFFICE EUROPEEN DES BREVETS		M. PEIS M. Peis

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9100528

SA 49179

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 22/10/91

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP-A- 0182469	28-05-86	US-A- 4641972	10-02-87
		US-A- 4657394	14-04-87
		CA-A- 1261656	26-09-89
		JP-A- 61076906	19-04-86

EPO FORM 10472

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82