

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 495 765**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 26128**

(54) Dispositif de mesure des cotes transversales de produits filiformes transparents et semi-transparentes.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 B 11/10 - D 06 H 3/00; G 02 B 27/46.

(22) Date de dépôt..... 9 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 23 du 11-6-1982.

(71) Déposant : OSIPOV Ashot Georgievich, résidant en URSS.

(72) Invention de : Ashot Georgievich Osipov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,  
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Dispositif de mesure des cotes transversales de produits filiformes transparents et semi-transparentes.

L'invention concerne, dans le domaine des techniques de contrôle et de mesure, les dispositifs 5 utilisant les méthodes optiques de mesure des cotes des objets en mouvement, et plus particulièrement, un dispositif de mesure des cotes transversales de produits filiformes transparents et semi-transparentes.

La présente invention peut être avantageusement 10 appliquée dans les branches d'industrie où il est nécessaire de contrôler les paramètres des produits filiformes, par exemple, dans l'industrie chimique, notamment pour la fabrication des fibres artificielles.

A l'heure actuelle, on produit de plus en plus non 15 seulement les produits filiformes opaques, mais également les produits filiformes transparents et semi-transparentes tels que fibres de verre et fibres chimiques dont la fabrication exige un contrôle de leurs cotes transversales (épaisseur). Une méthode connue de mesure des cotes 20 transversales d'après l'image diffractionnelle (méthode faisant appel au phénomène de diffraction) est efficacement utilisée pour contrôler les cotes transversales des produits filiformes opaques, mais elle n'est pas applicable pour les produits filiformes semi-transparentes 25 et transparents à structure hétérogène, comme les fibres chimiques. Ceci s'explique par le fait que l'image diffractionnelle obtenue à l'utilisation d'un rayonnement monochromatique cohérent est contrastée pour les produits opaques (par exemple, du fil), alors que les produits 30 hétérogènes transparents et semi-transparentes ne donnent pas d'image contrastée ; le rayonnement traversant les produits déforme cette image qui n'a pas de minima bien déterminés permettant de mesurer les cotes des produits.

- Pour les produits filiformes transparents à structure homogène (fibres de verre) la distance entre les minima de l'image diffractionnelle ne correspond pas non plus à la formule connue de la théorie de la diffraction
- 5 pour les structures opaques (voir Angew. Phys., 19, n° 2, avril 1965 : I. Gebhart, S. Schmidt "Interferenzerscheinungen an dünner, durchsichtigen Glasfaden bei kohärenter Beleuchtung). Pourtant, les fibres de verre par suite de la structure homogène et de l'absence de
- 10 biréfringence peuvent être mesurés à l'aide de la méthode diffractionnelle par calcul de la dépendance de la distance angulaire entre les minima par rapport au diamètre de la fibre et à l'angle de diffusion, calcul suivi d'introduction de corrections adéquates.
- 15 A la différence des fibres de verre, les fibres chimiques, présentant une structure hétérogène qui introduit la biréfringence, donnent sous un rayonnement monochromatique cohérent une image diffractionnelle décrite par une formule extrêmement compliquée.
- 20 Dans ce cas, les distances entre les minima dépendent non seulement de la longueur d'onde du rayonnement et de la cote transversale (par exemple, du diamètre) du produit, mais également du coefficient de transmission et de la valeur de la biréfringence. La prise en compte de
- 25 ces facteurs est très difficile, tant du point de vue pratique que théorique, ce qui augmente notablement l'erreur de la mesure.
- Il en découle que la déformation de l'image diffractionnelle des produits filiformes transparents et
- 30 semi-transparentes est due au passage du flux de rayonnement à travers le produit.
- On connaît l'utilisation d'un microscope faisant appel à la méthode des ombres ou la détermination de
- 35 l'épaisseur des produits filiformes transparents et semi-transparentes suivant le numéro du fil ce qui permet de

réaliser la mesure avec une précision de 15 à 20% ; toutefois ceci ne correspond pas aux exigences en vigueur.

Afin d'élever la précision de la mesure, on a proposé d'adapter ladite méthode diffractionnelle de mesure 5 des cotes transversales du produit à contrôler, utilisée avec efficacité pour les produits filiformes opaques et transparents à structure homogène, à la mesure concernant les produits filiformes transparents et semi-transparent à structure hétérogène.

10 Ainsi, dans le brevet US n° 3 709 610, on a proposé de réaliser une mesure multiple des cotes transversales du produit filiforme transparent ou semi-transparent d'après une série d'images diffractionnelles obtenue avec un rayonnement monochromatique cohérent. En mesurant les 15 distances entre les raies foncées et claires de chaque image diffractionnelle et en moyennant les résultats de chaque image diffractionnelle, on obtient la valeur des cotes transversales du produit. Cependant, la mesure multiple des cotes transversales du produit suivie du 20 moyennage des résultats n'assure pas une précision exigée par suite d'un faible contraste des images diffractionnelles "directes" dans chaque cycle de mesure, ce contraste faible étant dû au rayonnement traversant le produit.

25 Dans le susdit brevet on propose également d'améliorer le contraste de l'image diffractionnelle "directe" par coloration de la fibre avec une couleur opaque pour le rayonnement monochromatique cohérent. Même cette disposition ne permet pas d'obtenir la 30 précision voulue de mesure par suite de l'erreur introduite par une couche de peinture. Outre cela, il n'est pas possible de colorer en une couleur voulue toutes les fibres à contrôler.

Ces deux méthodes de mesure ne sont applicables 35 que pour le contrôle des échantillons de produits

auxquels on n'exige pas une grande homogénéité des cotes transversales. Elles ne peuvent pas être utilisées dans les lignes de production continue des produits filiformes transparents et semi-transparentes.

5 Dans ce brevet US n° 3 709 610 on décrit un dispositif de mesure des cotes transversales transparents et semi-transparentes qui comporte une source de rayonnement monochromatique cohérent, dans l'axe optique de laquelle, dans le flux de rayonnement, se trouve le 10 produit filiforme transparent ou semi-transparent placé dans un support perpendiculairement à cet axe optique et un photorécepteur qui capte le flux de rayonnement traversant et se réfléchissant sur ledit produit en formant l'image diffractionnelle de ce produit, le photorécepteur 15 étant branché sur un analyseur pour mesurer les cotes transversales du produit filiforme à contrôler d'après son image diffractionnelle.

La mesure des cotes transversales du produit à contrôler suivant l'image diffractionnelle est basée sur 20 une dépendance inversement proportionnelle de la distance entre les raies claires et foncées de l'image diffractionnelle. Comme on l'a déjà dit, la structure hétérogène des produits filiformes transparents et semi-transparentes forme une image diffractionnelle qui ne permet pas 25 d'obtenir la précision voulue de la mesure.

Le but de l'invention est de créer un dispositif de mesure des cotes transversales de produits filiformes transparents et semi-transparentes dans lequel l'affaiblissement du flux de rayonnement passant par le produit à 30 contrôler vers le photorécepteur permette d'obtenir une image diffractionnelle dont le contraste est proche de celui de l'image diffractionnelle des produits filiformes opaques et, par conséquent, d'élever sensiblement la précision de la mesure.

35 Selon l'invention le dispositif de mesure des cotes

transversales d'un produit filiforme transparent et semi-transparent comporte une source de rayonnement monochromatique cohérent dans l'axe optique de laquelle se trouve le produit filiforme transparent ou semi-transparent à contrôler, placé dans un support perpendiculairement à cet axe optique, et un photorécepteur qui capte le flux de rayonnement passant par et se réfléchissant sur le produit à contrôler et formant l'image diffractionnelle de ce produit, ce photorécepteur étant branché sur un analyseur pour mesurer les cotes transversales du produit filiforme à contrôler d'après son image diffractionnelle, et il est caractérisé en ce qu'il comporte en outre un corps filiforme opaque au rayonnement monochromatique cohérent, dont les cotes transversales sont égales ou inférieures aux cotes transversales du produit filiforme à contrôler, placé dans le support avec ce dernier à l'aide de guides pour orienter le corps filiforme parallèlement au produit filiforme à contrôler dans le plan passant par l'axe optique de la source de rayonnement monochromatique cohérent, ce qui interdit le passage, vers le photorécepteur, du flux de rayonnement traversant la partie centrale du produit à contrôler, et ce qui assure l'obtention de l'image diffractionnelle seulement de ces zones périphériques.

Il est utile de munir chaque guide du dispositif d'une paire d'éléments qui sont orientés l'un vers l'autre par ses surfaces ayant la forme d'un corps de révolution et placés de façon que les axes de révolution de ces surfaces coïncident et que ces surfaces se touchent dans un point disposé, pour toutes les paires d'éléments, dans le plan passant par l'axe optique de la source de rayonnement monochromatique cohérent, sur une droite perpendiculaire à cet axe optique.

Il est également utile de réaliser les éléments de

chaque paire du dispositif avec une surface sphérique.

L'utilisation dans le dispositif proposé d'un corps filiforme opaque au rayonnement monochromatique cohérent et ayant des cotes transversales égales ou 5 inférieures à celles du produit filiforme à contrôler, et l'installation de ce corps dans les guides d'un support parallèlement au produit contrôlé, et dans le plan passant par l'axe optique de la source de rayonnement, assurent, d'une part, la mesure des cotes transversales d'après 10 l'image diffractionnelle coïncidant avec l'image diffractionnelle du produit opaque (c'est-à-dire avec une très haute précision) et d'autre part, (lorsque les cotes transversales du corps filiforme et du produit à contrôler ne sont pas égales) réalisation de la mesure par la 15 différence de cotes (c'est-à-dire par la quantité du rayonnement traversant le produit contrôlé et déformant l'image diffractionnelle). Il en découle que plus les cotes du corps filiforme opaque (obstacle) s'approchent des cotes du produit à contrôler, plus haute sera la précision de la 20 mesure.

L'exécution des guides sous la forme d'éléments dont les surfaces ont la forme d'un corps de révolution et se touchant dans un point se trouvant pour toutes les paires d'éléments dans le même plan passant par l'axe 25 optique de la source de rayonnement sur une droite perpendiculaire à cet axe, assure un positionnement très précis du corps filiforme parallèlement au produit filiforme ce qui augmente la netteté de l'image diffractionnelle.

30 Une telle exécution des guides est la plus simple du point de vue construction lorsque les éléments de chaque paire ont les surfaces sphériques.

35 L'invention ressortira de la description ultérieure d'une variante concrète de son exécution schématisée sur les dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 représente le schéma de principe d'un dispositif selon l'invention pour mesurer les cotes transversales des produits filiformes transparents et semi-transparentes avec un support muni de guides pour 5 l'installation parallèle du corps filiforme et du produit à contrôler représenté d'une façon conventionnelle ;

la figure 2 représente la vue d'ensemble du dispositif selon l'invention, sans analyseur ;

la figure 3 représente, conformément à l'invention, 10 les zones des éléments d'une paire formant un guide, avec produit à contrôler et corps filiforme installés entre ses surfaces sphériques (coupe transversale à échelle agrandie) ;

la figure 4 représente, conformément à l'invention, l'image diffractionnelle obtenue d'un produit filiforme 15 transparent ou semi-transparent à contrôler sous le flux de rayonnement émis par une source, sans utilisation du corps filiforme opaque pour le rayonnement monochromatique cohérent (en pointillé) et avec utilisation du corps filiforme (trait continu).

20 Le dispositif de mesure des cotes transversales de produits filiformes transparents et semi-transparentes comporte une source 1 (figures 1, 2) de rayonnement monochromatique cohérent (dans la réalisation décrite, un laser à hélium-néon) sur un axe optique 2 de laquelle, 25 dans le flux de rayonnement indiqué par la flèche, est placé un produit 3 filiforme transparent ou semi-transparent.

Le produit 3 est installé dans un support 4 perpendiculairement à l'axe optique 2. En même temps, 30 dans le support 4, outre le produit 3 à contrôler, est placé un corps filiforme 5 opaque pour le rayonnement monochromatique cohérent et dont les cotes transversales sont égales ou inférieures à celles du produit 3 filiforme à contrôler.

35 L'installation du produit 3 à contrôler et du

corps filiforme 5 est réalisée à l'aide de guides 6 assurant le parallélisme du corps filiforme 5 et du produit 3 dans un plan passant par l'axe optique 2.

Le dispositif comporte également un photorécepteur 5 7 qui capte le flux de rayonnement passant par le produit 3 à contrôler et le flux de rayonnement réfléchi sur le produit 3, ce qui forme une image diffractionnelle de ce produit 3. Le photorécepteur 7 est branché sur un analyseur 8 (figure 1) afin de mesurer les cotes transversales du produit filiforme à contrôler suivant son image diffractionnelle.

10 L'analyseur est réalisé d'après un schéma connu (voir, par exemple, K.I. Krylov, V.T. Prokopenko, A.S. Mitrofanov "Utilisation des lasers en construction mécanique et en construction des appareillages et instruments, éditions "Mashinostroenie", Léningrad, 1978, 15 pages 248-270, et plus particulièrement pages 260, 261 et 262).

La présence du corps filiforme 5 opaque au 20 rayonnement monochromatique cohérent de la source 1 interdit le passage vers le photorécepteur 7 du flux de rayonnement passant par la partie centrale du produit 3 à contrôler en n'assurant que l'obtention de l'image diffractionnelle de ces zones périphériques.

25 Dans la réalisation décrite du dispositif, le corps filiforme 5 se dispose à proximité immédiate du produit 3 à contrôler et en amont de ce produit suivant la marche du flux de rayonnement.

Pourtant, il est possible d'installer le corps 30 filiforme 5 en aval du produit 3 ce qui interdit également le passage vers le photorécepteur 7 du flux de rayonnement qui passe par la partie centrale du produit 3.

Le support 4 dans la réalisation décrite est 35 constitué par une plaque 9 (figure 2) sur laquelle est

fixée une lame ressort 10. Au bout de la lame 10 est fixé un bout du corps filiforme 5, fil métallique, dont l'autre bout est fixé à la plaque 9.

Comme on l'a déjà indiqué, le produit 3 à contrôler 5 et le corps filiforme 5 sont fixés dans le support 4 à l'aide des guides 6, dans la réalisation montrée, dont chacun comporte une paire d'éléments 11, 12 orientés l'un vers l'autre par des surfaces 13 ayant la forme d'un corps de révolution. Les éléments 11, 12 de chaque paire sont 10 installés de façon que les axes de rotation de ces surfaces coïncident et que ces surfaces 13 se touchent dans un point A (voir la figure 3 où les éléments 11, 12 sont montrés à l'échelle agrandie, le point A est conventionnellement représenté par la zone de contact) se trouvant 15 pour les deux paires d'éléments 11, 12 dans le plan passant par l'axe optique 2 de la source 1 de rayonnement monochromatique cohérent, sur une droite perpendiculaire à cet axe 2.

Dans la réalisation décrite, les éléments 11, 12 20 de chaque paire ont leur surface sphérique et sont fixés dans un évidement 14 de la plaque 9. La distance entre les paires d'éléments 11, 12 doit être telle que le flux de rayonnement de la source 1 passe librement à travers un orifice 15 pratiqué sur la plaque 9 entre lesdites 25 paires d'éléments 11, 12.

Les éléments 11, 12 de chaque paire peuvent avoir non seulement les surfaces sphériques, mais également les surfaces elliptiques ou coniques. A la réalisation des éléments 11, 12, suivant une des variantes, les dimensions 30 de ces surfaces sont choisies en fonction des cotes du produit 3 à contrôler.

Comme le contrôle des cotes transversales du produit 3 filiforme peut être réalisé tant à certains endroits que sur toute sa longueur à la fabrication du 35 produit 3, on a prévu des galets de traction 16, 17 pour

le déplacement du produit 3.

Dans la réalisation décrite, l'arrivée du flux de rayonnement passant et se réfléchissant sur le produit 3 à contrôler vers le photorécepteur 7 est obtenue à l'aide 5 d'un miroir plat 18 calé à l'arbre d'un moteur électrique 19. A la rotation du miroir 18, le photorécepteur 7 capte des zones 20 (figure 4) respectives de l'image diffractionnelle. Pour faciliter la comparaison, le pointillé indique les mêmes zones, mais obtenues sans corps filiforme 5.

10 Le dispositif de mesure des cotes transversales des produits filiformes transparents et semi-transparent fonctionne de la façon suivante.

La source 1 (figures 1, 2, 4) de rayonnement monochromatique cohérent émet sur le corps filiforme opaque 15 5 et le produit filiforme 3 transparent ou semi-transparent à contrôler. Par suite, on obtient une image diffractionnelle qui à l'aide du miroir rotatif 18 (figure 2) balaie le photorécepteur 7. L'image diffractionnelle convertie en signaux électriques arrive dans l'analyseur 8 (figure 1). 20 Dans notre référence concernant cet analyseur connu, ce dernier a un schéma de mesure dans lequel la mesure des cotes transversales du produit 3 à contrôler se fait d'après les distances entre les raies claires de l'image diffractionnelle, c'est-à-dire, suivant les maxima.

25 L'utilisation dans le dispositif du corps filiforme opaque 5 installé dans le support 4 avec le produit 3 à contrôler à l'aide des guides 6 élève la précision de la mesure, parce que l'image diffractionnelle obtenue dans ces conditions n'est pas déformée et est contrastée, comme 30 le montre le trait continu de la figure 4 ce qui correspond à la théorie connue de la diffraction pour les structures opaques. Ceci s'explique par le fait que le corps opaque 5 à cotes transversales égales ou inférieures interdit le passage du rayonnement depuis la source 1 à travers la 35 partie centrale du produit filiforme 3 vers le photo-

récepteur 7, par conséquent le rayonnement n'est émis que sur les zones périphériques du produit filiforme 3 transparent ou semi-transparent à contrôler sur lesquelles le rayonnement de la source 1 tombe sous un grand angle et 5 a une réflexion maximale. Ainsi, la précision de mesure des produits transparents et semi-transparent à l'aide du dispositif proposé s'approche de la précision de mesure des produits filiformes opaques.

Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs 10 déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à celui de ses modes d'application, non plus qu'à ceux des modes de réalisation de ses diverses parties, ayant été plus particulièrement envisagés ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure des cotes transversales de produits filiformes transparents et semi-transparentes comportant : une source de rayonnement monochromatique cohérent dans l'axe optique de laquelle se trouve le produit filiforme transparent ou semi-transparent à contrôler placé dans un support perpendiculairement à cet axe optique ; et un photorécepteur qui capte le flux de rayonnement passant par et se réfléchissant sur le produit à contrôler et formant l'image diffractionnelle de ce produit, ce photorécepteur étant branché sur un analyseur pour mesurer les cotes transversales du produit filiforme à contrôler d'après son image diffractionnelle ; caractérisé en ce qu'il comporte en outre un corps filiforme opaque pour le rayonnement monochromatique cohérent, dont les cotes transversales sont égales ou inférieures aux cotes transversales du produit filiforme à contrôler, placé dans le support avec ce dernier à l'aide de guides pour orienter le corps filiforme parallèlement au produit filiforme à contrôler dans un plan passant par l'axe optique de la source de rayonnement monochromatique cohérent, ce qui interdit le passage vers le photorécepteur du flux de rayonnement traversant la partie centrale du produit à contrôler, et ce qui assure de cette façon l'obtention de l'image diffractionnelle seulement de ces zones périphériques.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque guide du dispositif est muni d'une paire d'éléments qui sont orientés l'un vers l'autre par leurs surfaces ayant la forme d'un corps de révolution et installés de façon que les axes de révolution de ces surfaces coïncident et que ces surfaces se touchent dans un point disposé, pour toutes les paires d'éléments, dans un plan passant par l'axe optique de la source de rayonnement monochromatique cohérent, sur une droite

perpendiculaire à cet axe optique.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les éléments de chaque paire sont réalisés avec la surface sphérique.

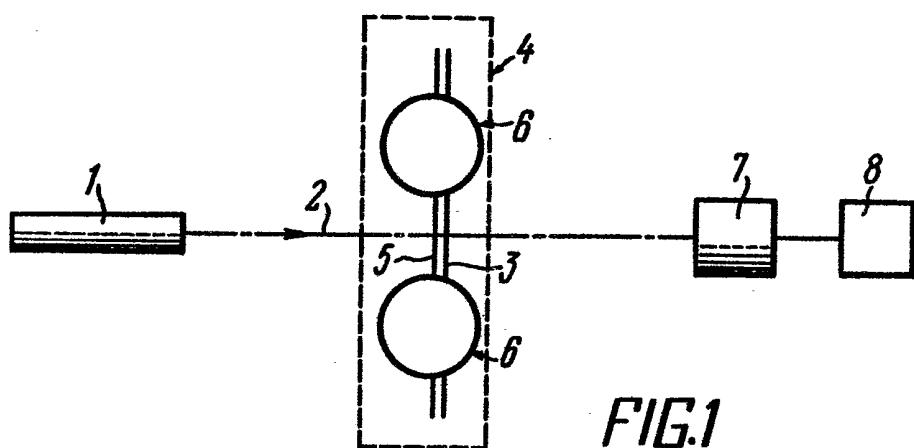


FIG.1

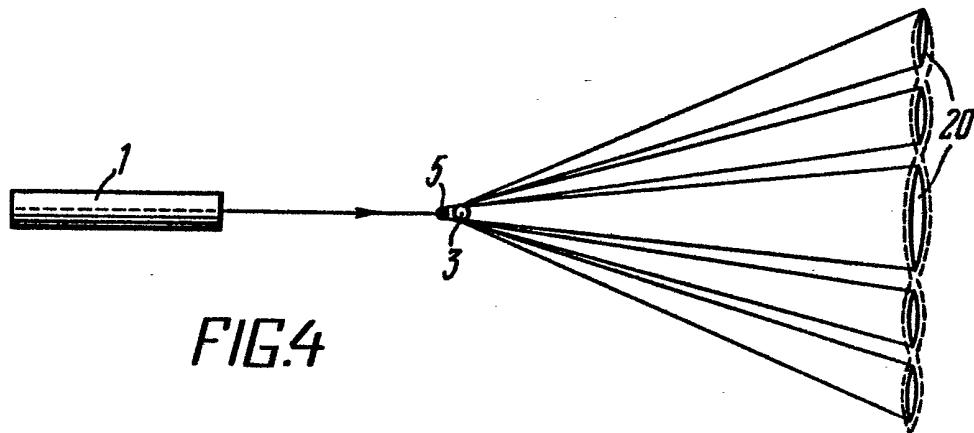


FIG.4

