

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22 Date de dépôt : 22 septembre 1986.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 12 du 25 mars 1988.

60 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

71 Demandeur(s) : *CROUZET S.A. et BATTAREL Claude.*
— FR.

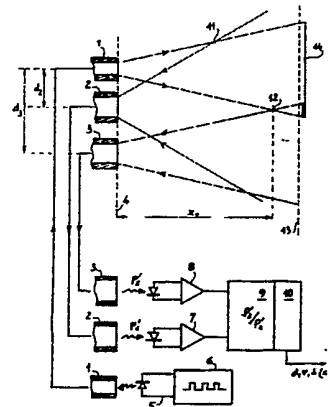
72 Inventeur(s) : Jacques Taillebois ; Claude Battarel.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : Cabinet Bloch.

54 Capteur de déplacement et proximité à fibres optiques.

57 Capteur de proximité, du type à trois fibres optiques, ou faisceaux de fibres. Les extrémités des fibres, côté sonde, sont situées dans un même plan. Il y a une fibre émettrice pour deux fibres réceptrices. Ce capteur se caractérise par l'emploi de fibres optiques de natures différentes. Les fibres ne sont pas forcément parallèles entre elles et ont des ouvertures numériques différentes.



La présente invention concerne les capteurs de déplacements et de proximité à fibres optiques qui permettent d'effectuer une mesure précise de la distance entre l'extrémité d'une sonde, de petites dimensions et de grande résistance aux
5 conditions ambiantes, telles que, vibrations, extrêmes de température, et un objet - cible de nature quelconque.
A cet effet, la plupart des capteurs de cette catégorie consistent en trois fibres ou groupe de fibres, ce qui permet par la mesure d'un rapport de puissances reçues d'éliminer ou
10 au moins atténuer l'effet de variations de réflectivité de la cible. Il existe des dispositifs à deux émetteurs et un récepteur et d'autres dispositifs à un émetteur et deux récepteurs.

Cette dernière catégorie est la plus performante dans le sens
15 que, l'émetteur étant unique, les deux récepteurs effectuent le rapport des puissances reçues en provenance d'un seul émetteur.

Dans ces conditions, ce rapport devient indépendant de l'intensité du rayonnement émis, même si elle varie avec la
20 température ambiante et le vieillissement de la source lumineuse, ordinairement constituée par une diode électroluminescente. Cette considération est d'autant plus valable que les photodiodes peuvent être intégrées dans un même substrat monolithique de silicium et présenteront donc des
25 caractéristiques et des températures de fonctionnement très voisines, ce qui ne serait pas le cas pour des émetteurs distincts.

Le brevet US N° 3 327 584 de CURTISS D. KISSINGER du 27 Juin 1967 décrit brièvement un tel dispositif. Un capteur similaire
30 est décrit dans le brevet français 70 40004 de René BRELOT du 6 Novembre 1970, où l'influence de l'écartement latéral entre les faisceaux de fibres est mentionné.

Pour combiner les avantages et éliminer les inconvénients de cet art antérieur, la présente invention consiste à réaliser un capteur à trois fibres optiques, ou faisceaux de fibres, se terminant sur une face de sortie unique, c'est à dire situées

5 sur un même plan, et dont les autres extrémités sont reliées respectivement à un émetteur de rayonnement pulsé et à deux récepteurs. L'invention se caractérise par l'utilisation de fibres optiques de natures différentes. Ces fibres peuvent différer entre elles par au moins une des caractéristiques

10 suivantes :

- ouverture numérique ou angle solide maximum de sortie du faisceau lumineux,
 - diamètre du coeur de la fibre,
 - inclinaison de l'axe optique d'au moins une des fibres
- 15 réceptrices sur celui de la fibre émettrice.

La présente invention sera mieux comprise en se référant aux figures 1 à 4.

La figure 1 illustre une disposition du capteur selon l'invention.

20 Trois terminaisons de fibres optiques dégagées de leurs gaines mécaniques, aux axes optiques parallèles, sont assemblées solidement à plat et polies simultanément selon un plan perpendiculaire à l'axe des fibres. La fibre émettrice 1 est de faible ouverture numérique, par exemple 0,2 et de relativement

25 faible diamètre de coeur, par exemple 0,2 mm. Cette fibre est reliée à l'autre extrémité à la fenêtre de la photodiode 5, excitée par des impulsions de courant en provenance d'un générateur 6.

La première fibre réceptrice 2, est de forte ouverture

30 numérique par exemple 0,4 et de plus fort diamètre de coeur, par exemple 0,4 mm pour recueillir une énergie réfléchiée par la cible 13 plus importante qui résultera en un rapport signal/bruit plus important en sortie du circuit photodiode-amplificateur 7.

La forte ouverture numérique de la fibre 2 est nécessaire pour qu'une cible, constituée par un plan parallèle 13 à la face externe 4 de la sonde, permette à cette fibre de recueillir le rayonnement en provenance de la totalité de la tâche lumineuse 14 sur la cible, ceci à partir du point 11 situé à proximité de la face 4.

Le point 11 sera d'autant plus rapproché de la face de sortie 4 de la sonde que la distance d_2 , entre l'émetteur et la première fibre réceptrice 2, sera faible.

10 La deuxième fibre réceptrice 3 est également de fort diamètre de coeur, par exemple 0,4 mm pour recueillir assez d'énergie et obtenir un rapport signal/bruit suffisant en sortie du circuit photodiode-amplificateur 8. Cependant cette fibre est de faible ouverture numérique, par exemple 0,2, et elle est
15 suffisamment éloignée de la fibre émettrice 1 pour que la lumière diffusée par la cible n'entre dans la fibre 3 qu'à partir d'une distance située au delà du point 11, soit au point 12 sur la figure 1.

La distance x_0 entre le plan 4 et le point 12, de la sonde au départ de la mesure, sera d'autant plus grande que le décalage latéral d_3 de la deuxième fibre réceptrice 3 par rapport à la fibre émettrice 1 sera plus important.

Par exemple pour $d_3 = 1,7$ mm et $d_2 = 0,8$ mm, le rapport P_2' / P_1' est nul jusque $x_0 = 4$ mm soit en A sur la figure 2,
25 où il commence à croître sensiblement linéairement en fonction de $x = 4$ à $x = 5$ mm jusqu'en B. Ensuite la croissance du rapport P_2' / P_1' entre les puissances reçues sur les fibres 2 et 3, en fonction de x , est de moins en moins rapide jusque 50 mm, au point C où le rapport devient sensiblement constant
30 et égal à 1. La présence de la cible étant alors détectable jusqu'en L à 180 mm, distance pour laquelle le rapport signal/bruit devient trop faible pour être détecté, comme le montre les courbes d'amplitudes P_1' et P_2' .

Le dispositif décrit ci-dessus présente l'intérêt d'une réponse $P_2' / P_1' = f(x)$ monotone et quasi linéaire dans son commencement. Il n'existe qu'une seule valeur de x correspondant à une valeur de P_2' / P_1' non nulle. Cependant une réponse également

5 monotone, mais tendant vers un rapport P_2' / P_1' infini, peut être obtenue en inclinant la deuxième fibre réceptrice sur l'axe de la sonde, comme l'illustre la figure 3.

Sur cette dernière figure, la fibre réceptrice 15 se trouve placée entre les deux fibres réceptrices 16 et 17. La fibre 16

10 est inclinée sur l'axe de la sonde de manière à ce que des radiations diffusées par toute la tache lumineuse sur la cible viennent illuminer sa face de sortie, dans le cas d'une cible passant par le point 19.

Ce point est aussi sensiblement au départ de l'intersection

15 du faisceau lumineux émis par la fibre 15 et du cône de réception défini par l'ouverture numérique de la fibre 17. Au point 20 les puissances P_1' et P_2' reçues par les fibres 16 et 17 seront égales, et au point 21 le rapport P_2' / P_1' devient infini.

20 Il est facile d'observer que lorsque la fibre 16 est convenablement inclinée, et ceci en fonction des ouvertures numériques des fibres 16 et 17, le point 21 peut être reporté à l'infini sur l'axe $x^o x$.

Dès lors, le rapport P_2' / P_1' devient infini à une distance x

25 infinie. Il en résulte une réponse très linéaire $P_2' / P_1' = f(x)$ dans toute l'étendue de la mesure.

Il est à noter que l'extrémité de la fibre réceptrice inclinée 16 peut être polie perpendiculairement à son axe optique séparément des deux autres fibres et ensuite placée et ajustée en

30 inclinaison. Ou bien cette fibre peut être placée inclinée au préalable et polie simultanément avec les deux autres fibres dans un même plan 18, ce qui sera effectué dans une réalisation préférée de l'invention.

Dans une telle réalisation, les trois fibres sont d'une composition coeur-gaine telle que verre/verre ou silice/silice. Après enlèvement de la gaine mécanique, elles sont placées sur un substrat de verre de silicium, en 22 sur la figure 4, selon
5 des rainures gravées avec précision par un procédé connu de photolithographie.

Ces fibres sont alors maintenues solidement en place au moyen d'un liant solide 23 tel qu'un verre à bas point de fusion chargé d'un pigment absorbant les radiations aux longueurs
10 d'ondes de l'émission, pour éliminer les modes de propagation résiduelle dans les gaines optiques des fibres.

L'ensemble reçoit alors un polissage optique selon la face externe de la sonde 4 ou 18.

En sortie de sonde, les fibres sont disposées à plat sur un
15 ruban et dans une réalisation performante, au moins la fibre émettrice est enroulée en spirale sur un mandrin 24 d'environ 5 mm de diamètre, pour assurer une courbure bien définie sur une longueur de 10 à 20 cm, suffisante pour mélanger les modes de propagation dans le coeur de la fibre émettrice, afin
20 d'uniformiser l'intensité rayonnante de la tache lumineuse sur la cible.

A l'autre extrémité, les fibres réceptrices aboutissent à des photodiodes P I N en circuit silicium intégré, lesquelles sont, par exemple, reliées à des amplificateurs logarithmiques
25 acceptant les signaux P_1' et P_2' avec une dynamique d'au moins 4 décades et permettant un traitement du signal immédiat en réalisant les fonctions P_2' / P_1' au moyen d'un simple amplificateur différentiel 9, après une démodulation synchrone permettant d'éliminer l'influence du rayonnement ambiant. Le
30 signal P_2' / P_1' peut alors être digitalisé et adressé à une table de correction numérique 10, localisé dans une mémoire permanente, pour obtenir une réponse parfaitement linéaire en

sortie, soit en code digital, soit en tension, soit en courant en fonction de la distance x mesurée. Typiquement une précision de la mesure de la distance est de l'ordre de un ou quelques microns à quelques millimètres de la face externe de la sonde
5 sur une gamme de mesure de quelques dixièmes de millimètres, et de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres jusque 5 à 10 centimètres.

Les applications de ce capteur à fibres optiques tombent dans le domaine des mesures de distances précises sur une gamme de
10 température étendue telle que dans des automatismes de procédés d'usinages et d'assemblages. D'autres applications concernent la métrologie sans contact.

Le dispositif se prête particulièrement bien à la réalisation de sondes pour des capteurs de proximité optoélectroniques.

REVENDEICATIONS

- 1 - Capteur de proximité et de déplacements à trois fibres optiques ou faisceaux de fibres dont les extrémités du côté de la sonde sont situées sur un même plan, l'extrémité d'une des fibres étant reliée à un émetteur de rayonnement pulsé, les
5 deux autres fibres étant reliées à des détecteurs distincts, caractérisé par l'emploi de fibres optiques de natures différentes.
- 2 - Capteur selon revendication 1 caractérisé par l'emploi de fibres optiques réceptrices (2, 3) d'ouvertures numériques
10 différentes, la fibre de plus grande ouverture numérique étant plus proche de la fibre émettrice que celle de faible ouverture numérique.
- 3 - Capteur selon revendication 1 caractérisé en ce que l'une au moins, des fibres réceptrices (16) a son axe optique incliné
15 sur l'axe optique de la fibre émettrice (15).
- 4 - Capteur selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que les fibres sont placées précisément à plat sur un substrat (22), maintenues par un liant solide de faible coef-
20 ficient de dilatation linéaire, l'ensemble étant poli selon une face externe plane, perpendiculaire à l'axe optique de la fibre émettrice (1, 15).
- 5 - Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, dans la sonde, la fibre émettrice est enroulée en spirale sur un cylindre de révolution rigide (24).
- 25 6 - Capteur selon des quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les fibres optiques, débarrassées de leurs gaines mécaniques, sont noyées dans un liant solide (23) chargé d'un pigment absorbant pour les longueurs d'ondes émises par la diode émettrice (5).
- 30 7 - Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les fibres réceptrices aboutissent

sur des photodiodes reliées à des amplificateurs logarithmiques, pour calculer directement le rapport des puissances reçues par leur connexion à un amplificateur différentiel.

8 - Capteur, selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par l'emploi d'une conversion analogique-digitale du signal représentant le rapport des puissances reçues pour l'adresser à une table de correction de linéarité pré-enregistrée dans une mémoire digitale.

FIG. 1

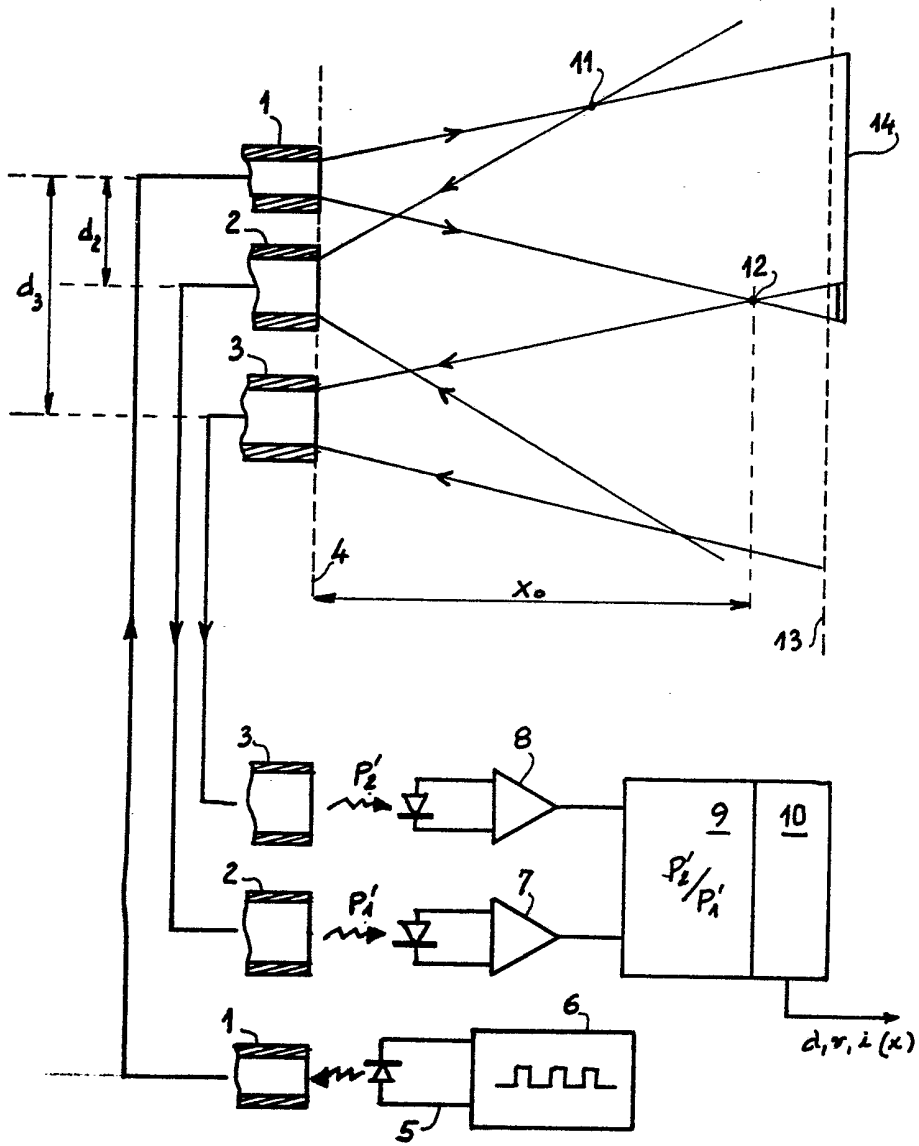


FIG. 2

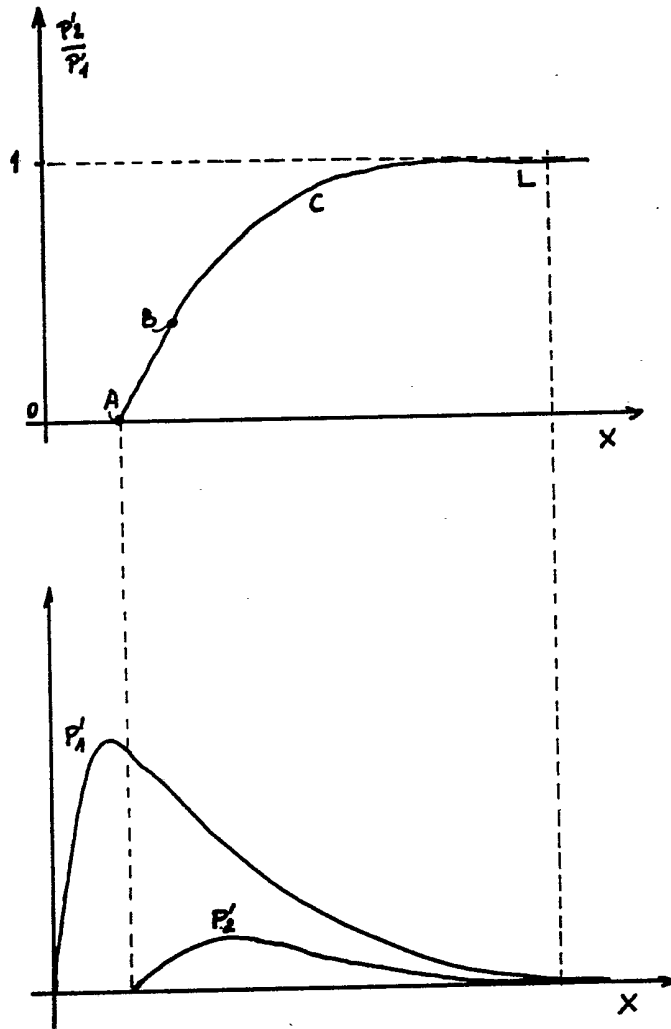


FIG. 3

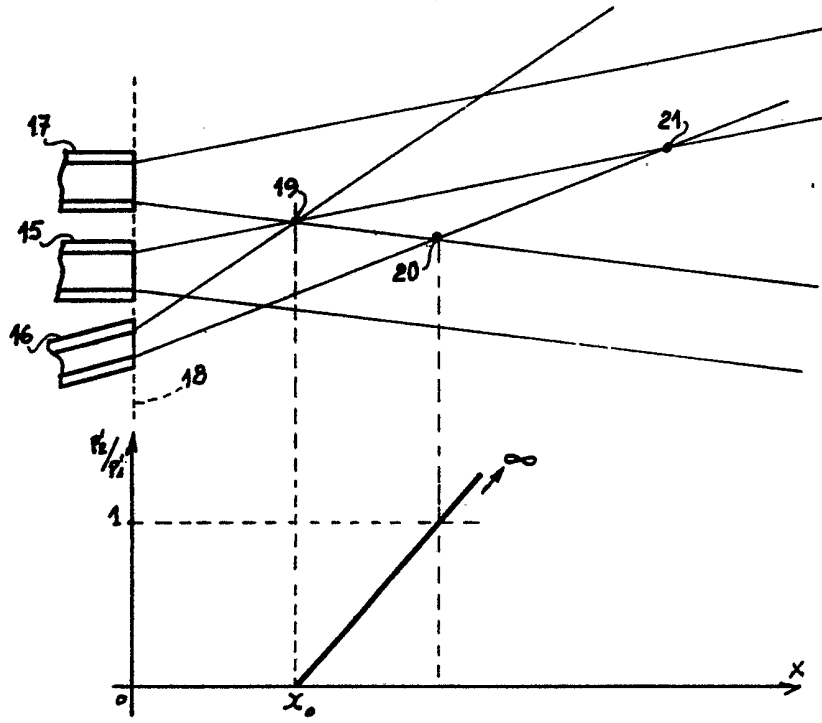


FIG. 4

