

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 710 150

②1 N° d'enregistrement national : **93 11700**

⑤1 Int Cl⁹ : G 01 N 21/00, G 01 D 5/26, G 01 M 11/02,
11/04/G 01 K 7/00

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 17.09.93.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 24.03.95 Bulletin 95/12.

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) : *CABLES CORTAILLOD (S.A.)* — CH.

⑦2 Inventeur(s) : Bautz René, Thevenaz Luc et Nikles
Marc.

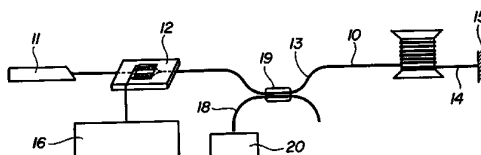
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Nithardt & Burkard.

⑤4 Procédé de mesure de la diffusion Brillouin dans une fibre optique et dispositif de mise en œuvre de ce procédé.

⑤7 Ce dispositif de mesure de la diffusion Brillouin comporte une source laser unique (11), un modulateur (12) placé sur le parcours de la lumière émise par la source (11) et agencé pour générer un signal de pompe et un signal test injectés à une extrémité (13) de la fibre (10), un miroir (15), disposé à l'autre extrémité (14) de la fibre, pour réfléchir lesdits signaux, et une unité électronique (16) pour procéder à un codage temporel de ces signaux afin de les décaler temporellement l'un par rapport à l'autre pour qu'ils se croisent en un point dans la fibre après réflexion à l'extrémité (14). Un détecteur (20), connecté à une fibre de détection (18), couplée à la fibre (10) par un coupleur (19), permet la conversion optique-électrique des deux signaux et la détermination de la valeur de la diffusion Brillouin dans la fibre.

Détermination de grandeurs physiques extérieures à la fibre, telles que la température, à partir de la valeur de la diffusion Brillouin dans cette fibre.



FR 2 710 150 - A1



PROCEDE DE MESURE DE LA DIFFUSION BRILLOUIN DANS UNE
FIBRE OPTIQUE ET DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE DE CE
PROCEDE

5 La présente invention concerne un procédé de mesure de la diffusion
Brillouin dans une fibre optique, selon lequel on génère, au moyen
d'un laser et d'un modulateur interposé sur le parcours de la lumière
dudit laser, par un seul passage à travers ledit modulateur, un
10 signal de pompe et un signal test dont la fréquence optique est
différente de celle du signal de pompe.

Elle concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre de ce
procédé.

15 La diffusion Brillouin est un processus non linéaire qui apparaît dans
les fibres optiques pour une puissance de pompage qui est
sensiblement plus faible que celle des autres effets non linéaires. Cet
effet est utilisé pour déterminer des grandeurs physiques extérieures
à la fibre, telles que par exemple la température, par déduction à
20 partir d'une mesure de la diffusion Brillouin.

Pour mesurer cette grandeur, on injecte de la lumière d'une source
laser d'un côté de la fibre optique. Cette lumière, appelée onde de
pompage ou signal de pompe, est définie par une fréquence
25 d'émission ou fréquence pompe ν_P . De l'autre côté de la fibre, on
injecte un signal test qui est défini par une fréquence test ν_t . Ces
deux signaux, à savoir le signal de pompe et le signal test peuvent
être composés d'impulsions. La différence de leurs fréquences, soit
 $\nu_P - \nu_t$ est déterminée et doit pouvoir être variée, la variation étant de
30 l'ordre de quelques 10 à 12 GHz (Gigahertz).

Les conditions expérimentales requises pour effectuer les mesures ci-
dessus sont donc les suivantes:

- 35 - il faut disposer de ondes optiques se propageant dans deux
sens opposés dans une même fibre optique,
- l'une au moins de ces ondes doit avoir une fréquence variable
de telle manière que la différence $\nu_P - \nu_t$ soit variable. Dans la

pratique on fait varier la fréquence test ν_t et on maintient la fréquence pompe ν_P constante ou vice versa.

- il faut disposer de moyens pour analyser la variation d'amplitude du signal pour en déduire la diffusion Brillouin.

5

Les difficultés sont dues au fait qu'il n'est pas aisé de connaître la différence $\nu_P - \nu_t$ de manière précise. En plus, lorsque l'on utilise deux sources laser distinctes distantes l'une de l'autre, étant donné que les deux extrémités de la fibre sont généralement éloignées de plusieurs kilomètres, le matériel est encombrant et son coût est élevé, ce qui freine de manière conséquente l'exploitation industrielle du procédé.

10

L'obligation d'utiliser deux sources distinctes a pu être contournée grâce à l'interposition sur le parcours du signal d'émission ou signal de pompe, d'un modulateur acousto-optique qui, après plusieurs passages du signal, crée un décalage de fréquence. Il faut, en règle générale, plusieurs dizaine de passages pour obtenir le décalage de fréquence nécessaire. Ces passages successifs ont pour conséquence d'affaiblir le signal, d'où la nécessité de disposer d'un amplificateur optique. Ce procédé et l'installation correspondante sont très compliqués et par conséquent peu utilisés dans l'industrie.

15

20

La présente invention se propose de pallier ces inconvénients en proposant un procédé utilisable industriellement et un dispositif simple et efficace pour la mise en oeuvre de ce procédé.

25

Dans ce but le procédé est caractérisé en ce que le signal test et le signal de pompe sont injectés dans la même extrémité de la fibre, l'un des deux signaux étant réfléchi à l'extrémité opposée de la fibre avant que l'autre signal de parvienne à cet endroit, de manière à provoquer un croisement des deux signaux à l'intérieur de la fibre, en ce que l'on procède à un codage temporel de ces signaux permettant de les décaler temporellement l'un par rapport à l'autre, et en ce qu'on mesure ladite diffusion Brillouin au point de croisement du signal de pompe et du signal test.

30

35

De façon avantageuse, le signal de pompe et /ou le signal test sont est émis sous la forme d'impulsions, et l'on utilise le même modulateur pour pulser le signal de pompe et/ou le signal test et pour générer le décalage de fréquence entre le signal de pompe et le signal test.

5

L'on utilise de préférence un modulateur électro-optique pour pulser le signal de pompe et/ou le signal test.

10 Le dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé est caractérisé en ce qu'il comporte des moyens, disposés à l'extrémité de la fibre opposée à l'extrémité dans laquelle on injecte le signal de pompe et le signal test, pour réfléchir ledit signal de pompe et ledit signal test, des moyens pour procéder à un codage temporel du signal de pompe et du signal test de manière à les décaler temporellement l'un par
15 rapport à l'autre, et des moyens pour mesurer ladite diffusion Brillouin au point de croisement dans la fibre desdits signaux pompe et test.

Dans le mode de réalisation préféré du dispositif le modulateur est du
20 type électro-optique et il est agencé pour pulser le signal de pompe et/ou le signal test.

Dans ce mode réalisation le dispositif comporte une unité électronique pour procéder au décalage temporel du signal de pompe et du signal
25 test.

Les moyens pour réfléchir ledit signal de pompe et ledit signal test peuvent être constitués par un miroir autonome disposé en regard de l'extrémité de la fibre ou par une surface réfléchissante intégrée à
30 l'extrémité de la fibre, ou par la réflexion naturelle à l'interface entre la fibre et le milieu extérieur à la fibre.

La présente invention sera mieux comprise en référence à la description d'un mode de réalisation préféré du procédé et du
35 dispositif de mise en oeuvre de ce procédé, et d'une variante illustrée par les dessins dans lesquels:

- la figure 1 représente une vue du dispositif selon l'invention sous sa forme préférée, et

5 - la figure 2 représente une vue d'une variante du dispositif selon l'invention, utilisable lorsque les deux extrémités de la fibre sont ramenées sensiblement en un même point.

10 La figure 1 illustre un dispositif permettant de mesurer la diffusion Brillouin dans une fibre 10 dans laquelle on injecte par une extrémité 13 un signal de pompe et un signal test, constitués par la lumière émise par une source laser 11, après passage à travers un modulateur électro-optique 12. L'autre extrémité 14 de cette fibre optique 10 est équipée d'un élément réfléchissant 15. Cet élément 15 peut se présenter sous la forme d'un miroir indépendant rapporté ou
15 d'une surface réfléchissante constituée par une couche intégrée à la fibre, par dépôt sur l'extrémité de cette fibre, ou par la réflexion naturelle à l'interface entre la fibre et le milieu extérieur à la fibre.

20 Une unité électronique 16 est couplée au modulateur 12 pour générer une deuxième fréquence, décalée par rapport à une première fréquence. Cet ensemble permet de générer le signal test et le signal de pompe et de les décaler temporellement l'un par rapport à l'autre.

25 En raison de ce décalage le signal de pompe et le signal test se croisent, après réflexion à l'extrémité 14, en un point dans la fibre. La fibre 10 est couplée avec une fibre de détection 18 au moyen d'un coupleur 19. Cette fibre de détection est connectée à un détecteur 20 réalisant la conversion optique-électrique du signal test et du signal de pompe.

30 En faisant varier la différence de fréquence entre le signal de pompe et le signal test au moyen de l'unité 16 et du modulateur 12 on réalise dans la fibre une analyse spectrale de la diffusion Brillouin. En variant le décalage temporel entre le signal de pompe et le signal
35 test, le point de croisement de ces deux signaux peut être déplacé en tout point de la fibre 10. Ceci permet par exemple d'effectuer la surveillance d'un câble en détectant notamment les anomalies de

température de la fibre en un point donné.

La figure 2 illustre une variante dans laquelle la fibre 30 constitue une boucle de telle manière que les deux extrémités 31 et 32 sont
5 couplées par un coupleur optique 33, connecté à la source laser 34 et au détecteur 35. Le modulateur 36, identique au modulateur 12 de la figure 1, associé à l'unité électronique 37 est interposé sur une des branches de la boucle de la fibre 30. Un isolateur optique 38 est monté sur l'autre branche de cette boucle.

10

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation et d'application décrits ci-dessus, mais elle s'étend à toute modification ou variante évidente pour un homme du métier.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Procédé de mesure de la diffusion Brillouin dans une fibre
optique, selon lequel on génère, au moyen d'un laser et d'un
modulateur interposé sur le parcours de la lumière dudit laser, par
un seul passage à travers ledit modulateur, un signal de pompe et un
signal test dont la fréquence optique est différente de celle du signal
10 de pompe, caractérisé en ce que le signal test et le signal de pompe
sont injectés dans la même extrémité de la fibre, l'un des deux
signaux étant réfléchi à l'extrémité opposée de la fibre avant que
l'autre signal de parvienne à cet endroit, de manière à provoquer un
croisement de ces deux signaux à l'intérieur de la fibre, en ce que
15 l'on procède à un codage temporel de ces signaux permettant de les
décaler temporellement l'un par rapport à l'autre, et en ce qu'on
mesure ladite diffusion Brillouin au point de croisement du signal de
pompe et du signal test.
- 20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal
de pompe et/ou le signal test sont émis sous la forme d'impulsions.
- 25 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise
le même modulateur pour pulser le signal de pompe et/ou le signal
test et pour générer le décalage de fréquence entre ces deux
signaux.
- 30 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise
un modulateur électro-optique pour pulser le signal de pompe et/ou le
signal test.
- 35 5. Dispositif de mesure de la diffusion Brillouin dans une fibre
optique, comportant une source laser unique (11) générant, après un
seul passage de la lumière dans un modulateur (12), un signal de
pompe et un signal test injectés à une extrémité (13) de cette fibre
(10), caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (15), disposés à
l'extrémité (14) de la fibre opposée à l'extrémité (13) dans laquelle
on injecte le signal de pompe et le signal test, pour réfléchir ledit

signal de pompe et ledit signal test, des moyens pour procéder à un codage temporel du signal de pompe et du signal test de manière à les décaler temporellement l'un par rapport à l'autre, et des moyens pour mesurer ladite diffusion Brillouin au point de croisement dans la fibre desdits signaux pompe et test.

5
6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le modulateur (12) est agencé pour pulser le signal de pompe et/ou le signal test.

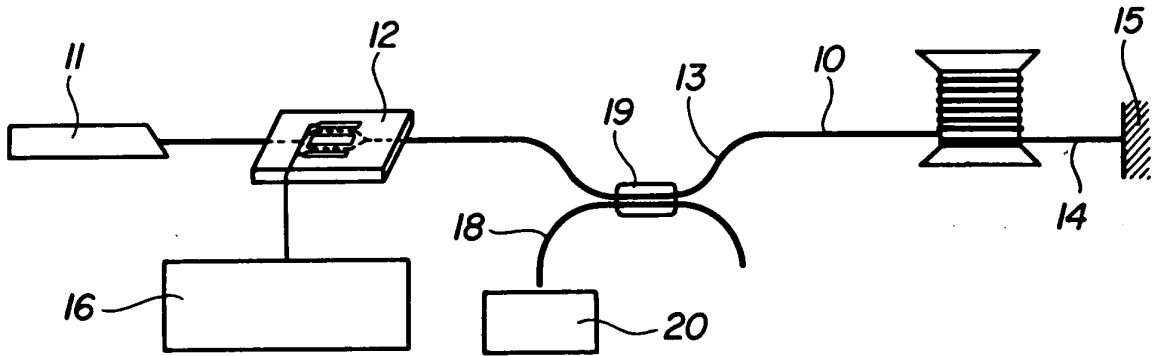
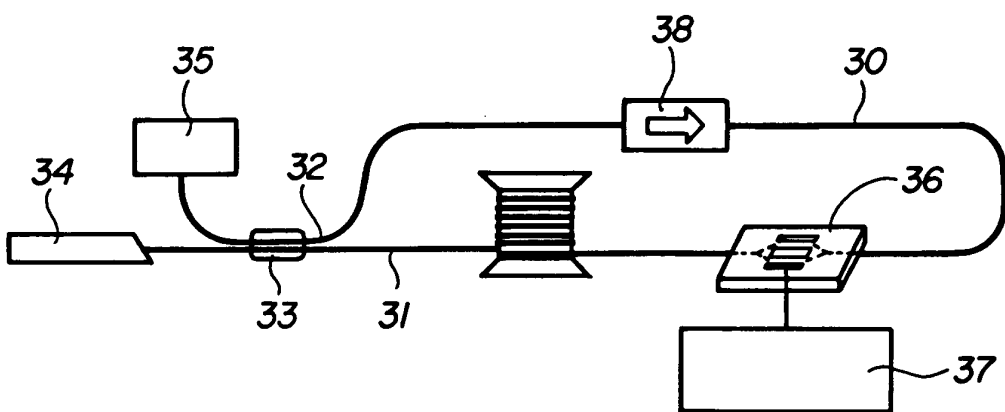
10
7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le modulateur (12) est du type électro-optique.

15
8. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte une unité électronique (16) pour procéder au décalage temporel du signal de pompe et du signal test.

20
9. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens (15) pour réfléchir ledit signal de pompe et ledit signal test sont constitués par un miroir autonome disposé en regard de l'extrémité (14) de la fibre (10).

25
10. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens (15) pour réfléchir ledit signal de pompe et ledit signal test sont constitués par une surface réfléchissante intégrée à l'extrémité (14) de la fibre (10).

30
11. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens (15) pour réfléchir ledit signal de pompe et ledit signal test sont constitués par la réflexion naturelle à l'interface entre la fibre (10) et le milieu extérieur à la fibre.

**FIG. 1****FIG. 2**

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	WO-A-91 02946 (PLESSEY OVERSEAS LIMITED) * le document en entier * ---	1-3,5,6, 8-11
Y	GB-A-2 189 880 (THE PLESSEY COMPANY PLC) * le document en entier * ---	1-3,5,6, 8-11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 402 (P-1409) 25 Août 1992 & JP-A-04 134 228 (ASAHI GLASS CO LTD) 8 Mai 1992 * abrégé * ---	1-3,5,6, 8-11
Y	WO-A-87 07014 (J.K.A. EVERARD) * le document en entier * ---	1-3,5,6, 8-11
Y	GB-A-2 243 210 (J.K.A. EVERARD) * le document en entier * -----	1-3,5,6, 8-11
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.5)
		G01M G01K G01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
24 Mai 1994		Van Assche, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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 & : membre de la même famille, document correspondant
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		

1