

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 17.02.93.

③0 Priorité : 17.02.92 JP 7938692.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 03.09.93 Bulletin 93/35.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : CHICHIBU CEMENT CO., LTD. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Tadatoshi Hosokawa.

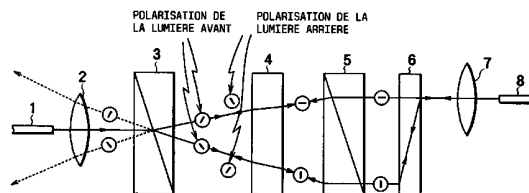
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Herrburger.

⑤4 Isolateur optique utilisé dans les communications optiques et la photométrie.

⑤7 a) Isolateur optique utilisé dans les communications optiques et la photométrie.

b) Isolateur caractérisé par un premier polariseur (3) pour séparer un rayon de lumière incidente en deux rayons de lumière qui sont perpendiculaires l'un à l'autre dans la direction de polarisation et qui ne sont pas parallèles l'un à l'autre dans la direction de propagation, par un dispositif de Faraday rotatoire à 45° (4), un second polariseur (5) qui est identique au premier polariseur (3) en ce qui concerne l'angle de séparation des rayons lumineux mais qui est différent de 45° du premier polariseur (3) en ce qui concerne l'angle que les deux rayons lumineux font avec la polarisation des rayons.



"Isolateur optique utilisé dans les communications optiques et la photométrie."

La présente invention a pour objet un isolateur optique d'un type indépendant du plan de polarisation lequel est utilisé dans les communications optiques et la photométrie.

Les isolateurs optiques qui sont insérés à un endroit quelconque dans une fibre optique et qui opèrent sur la lumière passant à travers chaque plan de polarisation sont maintenant divisés en deux types, l'un utilisant comme polariseur une plaque plane d'un cristal biréfringent et l'autre utilisant un coin de cristal biréfringent pour le même usage.

Toutefois, avec le type utilisant une plaque plane d'un cristal biréfringent un sérieux problème est que son épaisseur doit être augmentée ce qui rend le dispositif optique inévitablement grand. La raison est que la lumière en retour apparaît sous la forme d'un rayon de lumière parallèle à la lumière avant, de sorte que l'espacement entre les rayons lumineux doit être accru pour empêcher la lumière arrière de revenir dans la fibre optique.

D'un autre côté l'utilisation d'un coin de cristal biréfringent présente un autre problème sérieux. En effet, la lumière arrière apparaît sous la

forme d'un rayon lumineux qui présente un angle, plutôt que d'être parallèle avec, la lumière avant, de sorte que la prévention de la lumière arrière peut être quelque peu obtenue avec un grand angle de coin et en conséquence en permettant que le rayon lumineux de la lumière en retour fasse un grand angle avec la lumière arrière. Toutefois, du fait que la lumière avant quitte l'isolateur optique en étant divisée en deux rayons lumineux, on a besoin d'un système optique spécial pour condenser les deux tels rayons lumineux dans une fibre optique.

En conséquence le but de la présente invention est de procurer un isolateur optique du type indépendant du plan de polarisation ayant une isolation accrue, mais une perte de lumière considérablement réduite du fait de l'insertion.

Selon la présente invention, le but mentionné ci-dessus est atteint lorsque la lumière arrière devient un rayon lumineux qui forme un angle, plutôt que d'être parallèle avec, la lumière avant et la lumière avant devient un rayon lumineux unique.

Pour être plus spécifique, l'invention prévoit un isolateur optique constitué d'un premier polariseur pour séparer un rayon de lumière incidente en deux rayons de lumière qui sont perpendiculaires l'un à l'autre dans la direction de polarisation et qui ne sont pas parallèles l'un à l'autre dans la direction de propagation, un dispositif de Faraday rotatoire à 45° , un second polariseur qui est identique au premier polariseur en ce qui concerne l'angle de séparation des rayons lumineux mais qui est différent de 45° du premier polariseur en ce qui concerne l'angle que les deux rayons lumineux font avec la polarisation des rayons, et au moins une plaque plane d'un cristal biréfringent dont la

fonction est de faire converger les deux rayons lumineux parallèles, dont les plans de polarisation sont perpendiculaires l'un de l'autre, en un seul rayon.

5 Préférentiellement, l'invention prévoit un équipement d'isolateur optique du type en ligne lequel, en plus de l'isolateur mentionné ci-dessus, inclut une lentille pour guider la lumière quittant la fibre optique vers une fibre optique photométrique à
10 travers son entrée.

Préférentiellement le premier et second polariseur sont des prismes de Wollaston ou Rochon avec coins de cristal.

La présente invention sera maintenant
15 décrite, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins ci-joints dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation qui illustre une construction selon l'invention, et
- la figure 2 est une vue latérale d'un mode de
20 réalisation spécifique de l'invention.

En se référant maintenant à la figure 1, la lumière qui quitte une fibre optique 1 à travers sa sortie est convertie par une lentille 2 en un rayon lumineux qui est approximativement un rayon parallèle
25 lequel entre dans un premier polariseur 3. Pour ce polariseur 3, on peut utiliser un prisme de Wollaston ou de Rochon constitué à partir de deux éléments de prismes en cristal biréfringent.

Le rayon lumineux incident sur le premier
30 polariseur 3 passe à travers le premier polariseur 3 dans lequel il se propage sous la forme de deux rayons lumineux qui forment entre eux un angle plutôt que d'être parallèles. Cet angle est ici appelé angle de séparation, et il est déterminé par l'angle de prisme
35 du prisme formant le polariseur, le type de cristal et

les axes du cristal.

Les deux rayons lumineux sont respectivement polarisés, les plans de polarisation étant déterminés en fonction de la direction des axes optiques des cristaux formant le prisme.

En sortie du premier polariseur 3, les rayons lumineux passent à travers un dispositif de Faraday rotatoire à 45° 4 et pénètrent dans un second polariseur 5.

Pour le second polariseur 5, on peut utiliser un prisme de Wollaston ou Rochon, comme dans le cas du premier polariseur 3. L'angle de séparation de rayons lumineux du second polariseur 5 est égal à celui du premier polariseur 3, mais il en diffère de 45° du premier polariseur en ce qui concerne l'angle que le plan défini par les deux rayons lumineux fait avec les plans de polarisation. La lumière passant à travers ce second polariseur devient deux rayons lumineux qui sont parallèles l'un à l'autre.

Selon l'invention, dans le but de réduire la perte de lumière par insertion, une plaque plane en cristal biréfringent 6 est située à l'arrière du second polariseur 5, ainsi en passant à travers cette plaque plane les deux rayons polarisés peuvent être convergés en un unique rayon lumineux, lequel est alors guidé à travers une lentille 7 vers une fibre optique 8. On peut noter ici qu'il n'est pas toujours nécessaire que la lentille 7 soit fonctionnellement capable de concentrer toute l'énergie lumineuse des deux rayons parallèles vers un seul point unique.

L'isolateur optique constitué comme mentionné ci-dessus fonctionne de la manière suivante. La lumière qui sort de la fibre optique 1 est convertie par la lentille 2 en rayons lumineux qui sont approximativement des rayons parallèles et elle

pénètre dans le premier polariseur 3, la lumière quitte le premier polariseur 3 sous la forme de deux rayons lumineux dont les plans de polarisation sont perpendiculaires l'un à l'autre. L'angle que font ces deux rayons lumineux l'un avec l'autre, est, avec un prisme Wollaston, deux fois plus grand que celui obtenu avec un coin conventionnel formé d'un cristal biréfringent.

Alors, les rayons lumineux passent à travers un dispositif de Faraday rotatoire de 45° dans lequel ils pivotent de 45° en ce qui concerne leurs plans de polarisation.

Le second polariseur 5 est constitué de manière identique au premier polariseur 3 en ce qui concerne l'angle de séparation de polarisation des deux rayons linéaires lumineux, avec les plans de polarisation tournés de 45° . Pour fabriquer un tel polariseur en utilisant, par exemple, un prisme de Wollaston, les angles de prisme sont choisis identiques l'un à l'autre avec l'axe cristallin du cristal constituant le prisme tourné à 45° par rapport au premier polariseur.

L'utilisation d'un second polariseur 5 ainsi constitué permet à la lumière qui le traverse de procurer deux rayons lumineux polarisés qui sont parallèles l'un à l'autre.

Dans le but de guider les deux rayons vers une unique fibre optique 8, il est préférable que l'espacement entre les rayons soit le plus étroit possible. Il est même encore plus préférable, que les deux rayons n'en forment qu'un seul. Dans ce but, une plaque plane de cristal biréfringent 6 est utilisée.

Dans le but de rendre les centres des deux rayons lumineux en agrément l'un avec l'autre, avec leur plan de polarisation perpendiculaire l'un à

l'autre, il est souhaitable qu'ils traversent une plaque plane de cristal biréfringent correspondant à leurs longueurs, par exemple une plaque Savart.

5 Lorsqu'un plan incluant deux rayons est
parallèle avec ou perpendiculaire aux plans de
polarisation, il est nécessaire d'utiliser une seule
plaque plane de cristal biréfringent. Si elle n'est ni
parallèle ni perpendiculaire aux plans de
10 polarisation, il est préférable d'utiliser deux
plaques planes de cristal biréfringent.

La lumière qui a traversé la plaque plane de cristal biréfringent (Savart) se trouve ainsi à nouveau en forme d'un unique rayon et est guidée à travers une lentille 7 vers la fibre optique 8.

15 On comprendra que l'une des première et
seconde lentilles 2 et 7 peut être absente dans la
mesure où l'autre peut être utilisée pour guider la
lumière quittant la fibre optique 1 vers la fibre
optique 8.

20 Par ailleurs, la lumière arrière quittant la
fibre optique 8 est convertie par la plaque plane de
cristal biréfringent 6 en deux rayons lumineux dont
les plans de polarisation sont perpendiculaires l'un à
l'autre. Alors ils pénètrent dans le second polariseur
25 5 en suivant le même chemin que la lumière incidente,
ils le traversent selon le même chemin et pénètrent
dans le dispositif rotatoire de Faraday à 45° 4. On
comprendra que les plans de polarisation des rayons
lumineux arrières sont identiques à ceux des rayons
30 lumineux avant jusqu'à ce qu'ils pénètrent dans le
dispositif rotatoire de Faraday à 45° 4.

Le plan de polarisation de la lumière sortant du dispositif rotatoire de Faraday à 45° 4 est tourné de 45° en comparaison avec le cas de la lumière
35 incidente.

Lorsque la lumière, qui est identique à la lumière incidente en ce qui concerne l'angle de rayon lumineux et à un plan de polarisation tourné de 90° , vient en arrière vers le premier polariseur 3, elle
5 devient deux rayons polarisés, plutôt qu'un seul rayon, et elle a un angle différent de celui du rayon lumineux incident. Lorsqu'on utilise un prisme Wollaston, l'angle, selon lequel le rayon lumineux
10 arrière devient le rayon lumineux incident, est deux fois plus grand que celui qu'on obtiendrait avec un coin constitué de cristal biréfringent. En conséquence, la lumière arrière a moins tendance à revenir dans la fibre optique 1, en comparaison avec un polariseur à coin, ceci rend possible la
15 fabrication d'un isolateur de grande isolation.

Si un dispositif est situé à une position dans laquelle le rayon lumineux arrière ne pénètre pas la fibre optique 1, il peut alors être utilisé comme un isolateur indépendant du plan de polarisation de
20 type en ligne qui est inséré n'importe où dans une fibre optique à utiliser.

Selon l'invention, il est alors possible de rendre les angles des deux rayons de la lumière en retour deux fois aussi grands qu'on les obtiendrait
25 avec un isolateur optique utilisant un cristal biréfringent en forme de coin, du fait que des prismes de Wollaston sont utilisés pour les premier et second polariseurs. Ceci permet non seulement à l'isolation d'être bien plus augmentée mais aussi à la fibre
30 optique d'être située bien plus près du premier polariseur 3 rendant possible la compacité. De plus, la plaque plane de cristal biréfringent 6 est située au voisinage de la fibre optique 8 pour permettre à la lumière d'être bien plus condensée dans la fibre
35 optique 8, d'où il résulte une réduction de la perte

de lumière due à l'insertion.

L'invention a été décrite avec référence à un exemple dans lequel des prismes de Wollaston sont utilisés pour le premier et second polariseur, 5 toutefois on comprendra que l'invention peut également être mise en forme même avec des prismes de Rochon.

L'invention sera maintenant expliquée dans ses grandes lignes avec référence à un mode de réalisation plus spécifique.

10 Le premier polariseur 3 utilisé est constitué d'un prisme de Wollaston en rutile de 1 mm d'épaisseur. L'angle de prisme est de 4° . Les indices de réfraction du rutile sont 2,451 pour N_o et 2,709 pour N_e , valeurs mesurées pour la longueur d'onde de 15 1,53 μm . Le bloc diagramme supérieur montre la direction de l'axe c des axes cristallins. Comme on le voit bien sur ce diagramme, les directions de l'axe c du prisme Wollaston sont $+45^\circ$ et -45° , montrées en 9 et 10, vues à partir du côté de la lumière incidente.

20 Le dispositif rotatoire de Faraday à 45° 4 utilisé est constitué d'une substance ayant un indice de réfraction N de 2,25 et une épaisseur de 2,8 mm. Le premier polariseur 3 est distant de 0,1 mm du dispositif rotatoire de Faraday à 45° 4, lequel est 25 aussi distant de 0,1 mm du second polariseur 5. Le second polariseur 5 est constitué d'un prisme de Wollaston en rutile avec un angle de prisme de 4° . Comme représentées en 11 et 12, les directions de l'axe c du prisme de Wollaston sont respectivement de 30 0 et 90° .

Lorsque la lumière pénètre dans l'isolateur optique ainsi constitué et quitte le second polariseur 5, il apparaît deux rayons lumineux qui sont espacés l'un de l'autre de 0,066 mm et qui sont polarisés 35 perpendiculairement l'un à l'autre. Ces deux rayons

traversent la plaque plane de cristal biréfringent 6 en rutile, et la quittent sous la forme d'un rayon unique. Ceci est dû au fait que la plaque plane 6 est située de telle sorte que la direction de l'axe c du rutile est à 48° , et qu'elle a une épaisseur de 0,660 mm. Le rayon unique peut être efficacement concentré à travers la lentille 7 vers la fibre optique 8, de sorte que l'isolateur peut avoir des pertes de lumières considérablement réduites du fait de l'insertion.

Lorsque la lumière en retour quitte le dispositif rotatoire de Faraday 4, le plan de polarisation est tourné de 90° par rapport à la lumière avant, ainsi la lumière, en quittant le premier polariseur 3, peut apparaître sous la forme de deux rayons lumineux polarisés plutôt que d'un seul rayon. Les angles que forment entre eux les rayons lumineux polarisés et le rayon de lumière incidente sont de l'ordre de 20 degrés.

Ceci est à peu près deux fois plus grand que ce qu'on obtiendrait en utilisant un cristal biréfringent en forme de coin comme polariseur, d'où il résulte un accroissement de l'isolation de l'isolateur optique. Par ailleurs, la fibre optique 1 peut être située plus près du premier polariseur 3, rendant possible la compacité.

Comme on peut le comprendre à partir de ce qui a été décrit, la présente invention peut procurer un isolateur optique d'un type indépendant au plan de polarisation qui est d'une dimension plus petite et d'une plus grande isolation, ou encore, en d'autres mots, de haute performance. La présente invention peut aussi s'appliquer à un circulateur optique.

R E V E N D I C A T I O N S

1) Isolateur optique caractérisé par un premier polariseur (5) pour séparer un rayon de lumière incidente en deux rayons de lumière qui sont perpendiculaires l'un à l'autre dans la direction de polarisation et qui ne sont pas parallèles l'un à l'autre dans la direction de propagation, par un dispositif de Faraday rotatoire à 45° (4), un second polariseur (5) qui est identique au premier polariseur (3) en ce qui concerne l'angle de séparation des rayons lumineux mais qui est différent de 45° du premier polariseur (3) en ce qui concerne l'angle que les deux rayons lumineux font avec la polarisation des rayons, et par au moins une plaque plane (6) d'un cristal biréfringent dont la fonction est de faire converger les deux rayons lumineux parallèles, dont les plans de polarisation sont perpendiculaires l'un à l'autre, en un seul rayon.

2) Isolateur optique selon la revendication 1, caractérisé par un équipement isolateur optique du type en ligne lequel comporte en outre une lentille pour guider la lumière quittant la fibre optique vers une fibre optique photométrique à travers son entrée.

3) Isolateur optique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le premier et second polariseur sont des prismes de Wollaston ou de Rochon.

30

35

FIG. 1

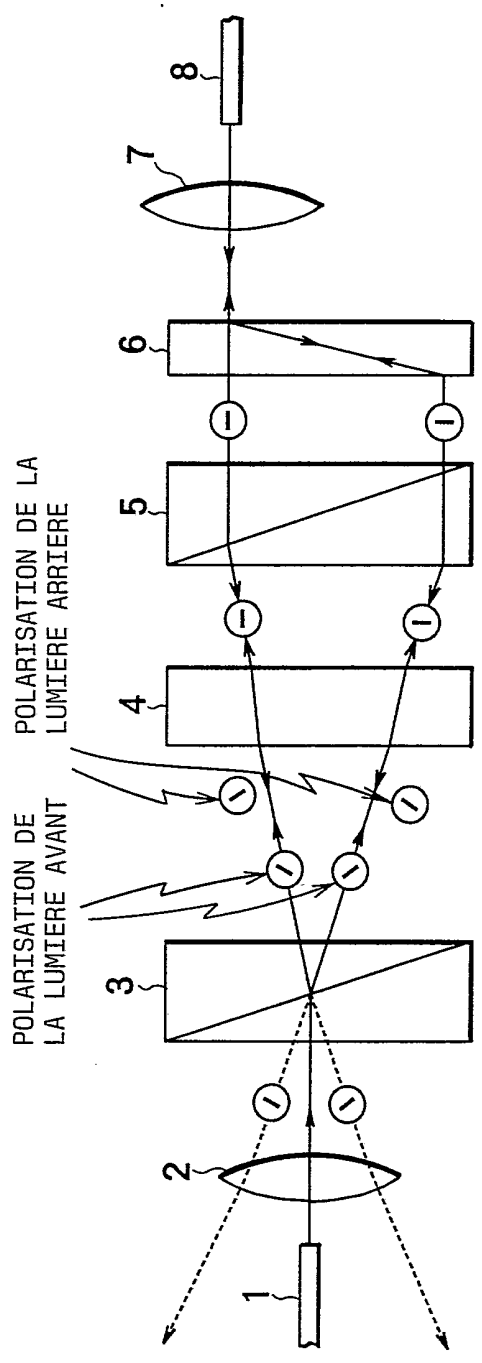


FIG. 2

