RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 516 254**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 81 21150**

(54) **Séparateur optique pour la séparation ou la superposition de deux faisceaux de lumière.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **G 02 B 27/10, 5/14; H 04 B 9/00; H 04 J 1/00.**

(22) Date de dépôt ..... 12 novembre 1981.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 19 du 13-5-1983.

(71) Déposant : COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE, société anonyme. — FR.

(72) Invention de : Jacques Mouchart.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Paul Bourely, SOSPI,
14-16, rue de la Baume, 75008 Paris.

Séparateur optique pour la séparation ou la superposition de deux faisceaux de lumière

L'invention concerne un séparateur optique pour la séparation ou la superposition de deux faisceaux de lumière.

On sait que tout dispositif permettant de séparer un faisceau global en deux faisceaux partiels permet tout aussi bien, par simple inversion du sens de propagation de la lumière, de combiner deux faisceaux partiels en un faisceau global. Un tel dispositif est souvent appelé séparateur même s'il est utilisé en fait pour assurer la superposition de deux faisceaux.

Un tel dispositif peut notamment comporter des surfaces traitées dichroïques et être utilisé pour assurer un multiplexage à l'émission ou un démultiplexage à la réception de signaux transmis sur une même fibre optique sur deux longueurs d'ondes différentes.

On connaît des dispositifs permettant une telle séparation ou recombinaison : La lumière arrive sur une surface dichroïque, généralement plane, qui est réfléchissante pour une longueur d'onde et transparente pour l'autre. Cette propriété est obtenue par un traitement qui consiste à déposer sur la surface une succession de couches d'indice différents généralement alternés. L'épaisseur optique de chaque couche est choisie en principe égale au quart de la longueur d'onde de la lumière à réfléchir, dans le matériau constituant la couche, et en pratique légèrement supérieure à cette valeur pour le cas de l'incidence oblique. La surface traitée est ensuite progressivement inclinée sur le faisceau lumineux pour ajuster l'épaisseur efficace des couches jusqu'à obtenir un coefficient de transmission maximal pour cette longueur d'onde.

On connaît par ailleurs des surfaces traitées semi-réfléchissantes qui permettent de séparer un faisceau global en deux faisceaux partiels de même longueur d'onde.

Ces dispositifs connus prennent souvant la forme d'une lame de verre à deux faces parallèles dont l'une est traitée. Ils présentent l'inconvénient que toute modification de leur angle d'inclinaison par rapport au faisceau global s'accompagne d'une déviation de l'un au moins des faisceaux partiels ce qui entraîne des difficultés d'utilisation du

faisceau dévié. Cet inconvénient est particulièrement sensible dans le cas du multiplexage en longueur d'onde à l'aide de surfaces dichroïques car une telle modification est nécessaire pour ajuster l'épaisseur efficace des couches en vue d'obtenir une séparation nette des deux faisceaux partiels et d'éviter de la diaphonie.

La présente invention a pour but la réalisation d'un séparateur optique dont l'inclinaison puise être modifiée sans aucune déviation des faisceaux lumineux extérieurs au séparateur.

Elle a pour objet un séparateur-optique pour la séparation ou la superposition de deux faisceaux de lumière comportant une face séparatrice propre à assurer la division d'un faisceau global en un faisceau transmis et un faisceau réfléchi, ce séparateur étant caractérisé par le fait qu'il comporte

- un prisme biréflecteur constitué d'un matériau transparent et comportant d'une manière connue en elle-même,
- une première face transparente propre à recevoir un faisceau global extérieur pour former un faisceau global intérieur au prisme ,
- une première face réflectrice propre à recevoir ce faisceau global intérieur et munie d'un revêtement réflecteur pour former un premier faisceau réfléchi à l'intérieur du prisme,
- une deuxième face réflectrice propre à recevoir ce premier faisceau réfléchi et munie d'un revêtement réflecteur pour former un deuxième faisceau réfléchi à l'intérieur du prisme,
- et une deuxième face transparente propre à permettre à ce deuxième faisceau réfléchi de sortir du prisme pour former un faisceau réfléchi extérieur, cette deuxième face transparente formant avec le deuxième faisceau réfléchi le même angle que celui que la première face transparente forme avec le faisceau global intérieur de manière que l'angle entre le faisceau global extérieur et le faisceau réfléchi extérieur soit indépendant d'une rotation éventuelle du prisme biréflecteur autour d'un axe parallèle aux arêtes du prisme,
- le revêtement de la première face réflectrice du prisme biréflecteur de ce séparateur étant un revêtement séparateur pour que cette face constitue ladite face séparatrice et soit propre à diviser le faisceau global intérieur en ledit premier faisceau réfléchi et un premier fais-

ceau transmis se propageant hors du prisme biréflecteur,

- le séparateur comportant en outre un prisme auxiliaire constituée du même matériau que le prisme biréflecteur et comportant lui même,

- une face "commune" appliquée contre le revêtement séparateur de manière que ce revêtement soit interposé entre le prisme auxiliaire et le prisme biréflecteur et que le premier faisceau transmis se propage dans ce prisme auxiliaire,

- et une face transparente propre à recevoir ce premier faisceau transmis pour former un faisceau transmis extérieur au séparateur, cette face transparente du prisme auxiliaire étant parallèle à la première face transparente du prisme biréflecteur pour assurer le parallélisme du faisceau global extérieur et du faisceau transmis extérieur.

L'invention a en outre pour objet un dispositif de multiplexage ou démultiplexage en longueurs d'ondes pour système de transmission à fibre optique comportant

- une première et une deuxième fibres optiques pour guider deux lumières d'une première et d'une deuxième longueurs d'ondes, respectivement,

- une troisième fibre optique pour guider les lumières de ces deux longueurs d'ondes,

- et un séparateur dichroïque pour séparer ou superposer ces deux lumières, ce séparateur étant du type indiqué ci-dessus,

- le revêtement de la première face réflectrice de ce séparateur étant un revêtement dichroïque pour réfléchir la première lumière et transmettre la deuxième,

- lesdits faisceaux réfléchis, transmis et globaux étant formés par les lumières qui ont été ou qui vont être guidées par la première fibre, par la deuxième fibre et par la troisième fibre respectivement.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes, on va décrire ci-après, à titre non limitatif, comment l'invention peut être mise en oeuvre. Il doit être compris que les éléments décrits et représentés peuvent, sans sortir du cadre de l'invention, être remplacés par d'autres éléments assurant les mêmes fonctions techniques. Lorsqu'un même élément est représenté sur plusieurs figures il y est désigné par le même signe de référence.

La figure 1 représente une vue en coupe d'un dispositif de démultiplexage utilisant un séparateur dichroïque selon l'invention.

La figure 2 représente une vue en coupe d'un séparateur à surface semi-transparente selon l'invention permettant d'obtenir deux faisceaux parallèles.

Sur la figure 1 les première, deuxième et troisième fibres optiques précédemment mentionnées sont désignées FO1, FO2 et FO3. La lumière qu'elles guident est transformée en faisceaux parallèles par des adaptateurs optiques A1, A2 et A3.

Dans le cas représenté d'un dispositif de démultiplexage le faisceau "global extérieur" FGE est formé par la lumière sortant de la fibre FO3 et est divisée par un séparateur dichroïque selon l'invention en un faisceau "réfléchi extérieur" FRE et un faisceau "transmis extérieur" FTE dont la lumière est ensuite injectée dans les fibres FO2 et FO3. Il est bien évident que, dans le cas d'un dispositif de multiplexage, le trajet de la lumière serait exactement inverse.

Le séparateur utilisé comporte un prisme bireflecteur d'un type connu qui est appelé "équerre optique" dans le cas représenté où il fournit en sortie un faisceau réfléchi extérieur FRE perpendiculaire au faisceau reçu constitué par le faisceau global extérieur FGE, ceci même si on incline le prisme. Mais, dans le cadre de la présente invention l'angle constant entre le faisceau sortant et le faisceau entrant peut être choisi à volonté par une construction convenable du prisme bireflecteur, cet angle étant le double de celui des deux faces réflectrices du prisme. Plus précisément ce prisme comporte

- une première face réflectrice R1 propre à recevoir le faisceau global intérieur et munie d'un revêtement réflecteur D1 pour former un premier faisceau réfléchi FR1 à l'intérieur du prisme,
- une deuxième face réflectrice R2 propre à recevoir ce premier faisceau réfléchi et munie d'un revêtement réflecteur D2 pour former un deuxième faisceau réfléchi FR2 à l'intérieur du prisme,
- et une deuxième face transparente T2 propre à permettre à ce deuxième faisceau réfléchi de sortir du prisme pour former un faisceau réfléchi extérieur FRE. Cette deuxième face transparente forme avec le deuxième faisceau réfléchi le même angle que celui que la première face transparente forme avec le faisceau global intérieur de manière que l'angle entre le faisceau global extérieur et le faisceau réfléchi extérieur

soit indépendant d'une rotation éventuelle du prisme biréflecteur autour d'un axe parallèle aux arêtes du prisme,

Selon l'invention, le revêtement D1 de la première face réflectrice R1 est un revêtement séparateur pour que cette face constitue ladite face séparatrice et soit propre à diviser le faisceau global intérieur FGI en ledit premier faisceau réfléchi FR1 et un premier faisceau transmis FT1 se propageant hors du prisme biréflecteur.

De plus on adjoint à ce prisme biréflecteur PB un prisme auxiliaire PA1 constituée du même matériau que le prisme biréflecteur PB et comportant lui même,

- une face "commune" FC appliquée contre le revêtement séparateur D1 de manière que ce revêtement soit interposé entre le prisme auxiliaire et le prisme biréflecteur et que le premier faisceau transmis se propage dans ce prisme auxiliaire,
- et une face transparente TA1 propre à recevoir ce premier faisceau transmis FT1 pour former un faisceau transmis extérieur au séparateur FTE. Cette face transparente du prisme auxiliaire est parallèle à la première face transparente T1 du prisme biréflecteur pour assurer le parallélisme du faisceau global extérieur FGE et du faisceau transmis extérieur FTE.

Selon une disposition avantageuse le revêtement séparateur D1 est un dépôt dur adhérent sur la face commune FC du prisme auxiliaire PA et ce prisme est maintenu au contact du prisme biréflecteur PB par une colle transparente amovible de manière à permettre de changer de revêtement séparateur en changeant de prisme auxiliaire.

Selon une autre disposition avantageuse les revêtements D1, D2 des deux faces réflectrices R1, R2 sont identiques et chacune de ces faces porte un prisme auxiliaire PA1, PA2 de manière à permettre de recevoir ou de faire sortir un faisceau global indifféremment par l'une ou l'autre des faces transparentes du prisme biréflecteur. Quoique le séparateur ait été décrit ci-dessus dans le cas d'un dispositif de démultiplexage, il peut être utilisé à d'autres fins, notamment pour former deux faisceaux de sortie FRE et FTE présentant des angles bien déterminés insensibles à une rotation du prisme.

Dans le cas du démultiplexage le revêtement séparateur est nécessairement dichroïque. Selon une disposition avantageuse il est alors

constitué par un dépôt sur la face commune FC du prisme auxiliaire PA1, et le revêtement réflecteur D2 de la deuxième face réflectrice est identique au revêtement séparateur D1 de manière à permettre de former ces deux revêtements au cours d'une même opération de dépôt de couches diélectriques et à améliorer la sélectivité spectrale su séparateur. Dans d'autres cas il peut être du type semi-transparent et formé par métallisation sous vide. Tel est le cas dans le séparateur représenté sur la figure 2 qui permet d'obtenir deux faisceaux de sortie parallèles FRE' et FTE' à partir d'un faisceau global d'entrée FGE'.

Les deux faces réflectrices R1' et R2' du prisme biréflecteur PB' sont alors disposées parallèlement de même que ses deux faces transparentes T1' et T2'. Les références des éléments de ce séparateur semi-transparent correspondant à ceux du séparateur dichroïque précédemment décrit sont représentés par les mêmes lettres ou chiffres de références en ajoutant seulement une apostrophe.

Dans le cas du séparateur dichroïque utilisé dans un dispositif de multiplexage ou démultiplexage, les longueurs d'ondes de la lumière réfléchie peut valoir par exemple 8200 angstroems et celle de la lumière transmise 10600 angstroems.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention les prismes peuvent être alors constitués de verre d'un type courant pour la constitution des éléments optiques, par exemple du type vendu par la firme française Sovirel sous la référence B1664.

Les revêtements dichroïques peuvent être du type $(B/2n\ H,\ B/2)^{15}$, les couches H et B (pour bas et haut indice, en anglais H et L) étant des couches quart d'onde

avec pour la couche B :

- matériau : SiO_2, épaisseur optique (n x e) : 2240 Angstroems

et pour la couche H :

- matériaux : ZrO_2, épaisseur optique : 2120 Angstroems

REVENDICATIONS

1/ Séparateur optique pour la séparation ou la superposition de deux faisceaux de lumière comportant une face séparatrice propre à assurer la division d'un faisceau global en un faisceau transmis et un faisceau réfléchi, ce séparateur étant caractérisé par le fait qu'il comporte

- un prisme biréflecteur (PB) constitué d'un matériau transparent et comportant d'une manière connue en elle-même,
- une première face transparente (T1) propre à recevoir un faisceau global extérieur (FGE) pour former un faisceau global intérieur au prisme (FG1) ,
- une première face réflectrice (R1) propre à recevoir ce faisceau global intérieur et munie d'un revêtement réflecteur (D1) pour former un premier faisceau réfléchi (FR1) à l'intérieur du prisme,
- une deuxième face réflectrice (R2) propre à recevoir ce premier faisceau réfléchi et munie d'un revêtement réflecteur (D2) pour former un deuxième faisceau réfléchi (FR2) à l'intérieur du prisme,
- et une deuxième face transparente (T2) propre à permettre à ce deuxième faisceau réfléchi de sortir du prisme pour former un faisceau réfléchi extérieur (FRE), cette deuxième face transparente formant avec le deuxième faisceau réfléchi le même angle que celui que la première face transparente forme avec le faisceau global intérieur de manière que l'angle entre le faisceau global extérieur et le faisceau réfléchi extérieur soit indépendant d'une rotation éventuelle du prisme biréflecteur autour d'un axe parallèle aux arêtes du prisme,
- le revêtement (D1) de la première face réflectrice (R1) du prisme biréflecteur (PB) de ce séparateur étant un revêtement séparateur pour que cette face constitue ladite face séparatrice et soit propre à diviser le faisceau global intérieur (FGI) en ledit premier faisceau réfléchi (FR1) et un premier faisceau transmis (FT1) se propageant hors du prisme biréflecteur,
- le séparateur comportant en outre un prisme auxiliaire (PA1) constituée du même matériau que le prisme biréflecteur (PB) et comportant lui même,
- une face "commune" (FC) appliquée contre le revêtement séparateur (D1) de manière que ce revêtement soit interposé entre le prisme auxiliaire et le prisme biréflecteur et que le premier faisceau transmis se propage dans

ce prisme auxiliaire,

- et une face transparente (TA1) propre à recevoir ce premier faisceau transmis (FT1) pour former un faisceau transmis extérieur au séparateur (FTE), cette face transparente du prisme auxiliaire étant parallèle à la première face transparente (T1) du prisme biréflecteur pour assurer le parallélisme du faisceau global extérieur (FGE) et du faisceau transmis extérieur (FTE).

2/ Séparateur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le revêtement séparateur (D1) est un dépôt dur adhérent sur la face commune (FC) du prisme auxiliaire (PA) et ce prisme est maintenu au contact du prisme biréflecteur (PB) par une colle transparente amovible de manière à permettre de changer de revêtement séparateur en changeant de prisme auxiliaire.

3/ Séparateur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les revêtements (D1, D2) des deux faces réflectrices (R1, R2) sont identiques et chacune de ces faces porte un dit prisme auxiliaire (PA1, PA2) de manière à permettre de recevoir ou de faire sortir un faisceau global indifféremment par l'une ou l'autre des faces transparentes du prisme biréflecteur.

4/ Séparateur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le revêtement séparateur (D1) est un revêtement multicouches dichroïque et est constitué par un dépôt sur la face commune (FC) du prisme auxiliaire (PA1),

- le revêtement réflecteur (D2) de la deuxième face réflectrice étant identique au revêtement séparateur (D1) de manière à permettre de former ces deux revêtements au cours d'une même opération de dépôt de couches diélectriques et à améliorer la sélectivité spectrale du séparateur.

5/ Séparateur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les deux faces réflectrices (R1, R2) formant un angle de 45° de manière que le prisme biréflecteur (PB) constitue une équerre optique.

6/ Dispositif de multiplexage ou démultiplexage en longueurs d'ondes pour système de transmission à fibre optique comportant - une première (FO1) et une deuxième (FO2) fibres optiques pour guider deux lumières d'une première et d'une deuxième longueurs d'ondes, respectivement,

- une troisième fibre optique (FO3) pour guider les lumières de ces deux

longueurs d'ondes,

- et un séparateur dichroïque pour séparer ou superposer ces deux lumières,

- et caractérisé par le fait que ce séparateur est un séparateur selon la revendication 1,

- le revêtement (D1) de la première face réflectrice (R1) de ce séparateur étant un revêtement dichroïque pour réfléchir la première lumière et transmettre la deuxième,

- lesdits faisceaux réfléchis (FRE), transmis (FTE) et globaux (FGE) étant formés par les lumières qui ont été ou qui vont être guidées par la première fibre (F01), par la deuxième fibre (F02) et par la troisième fibre (F03) respectivement.

FIG.1

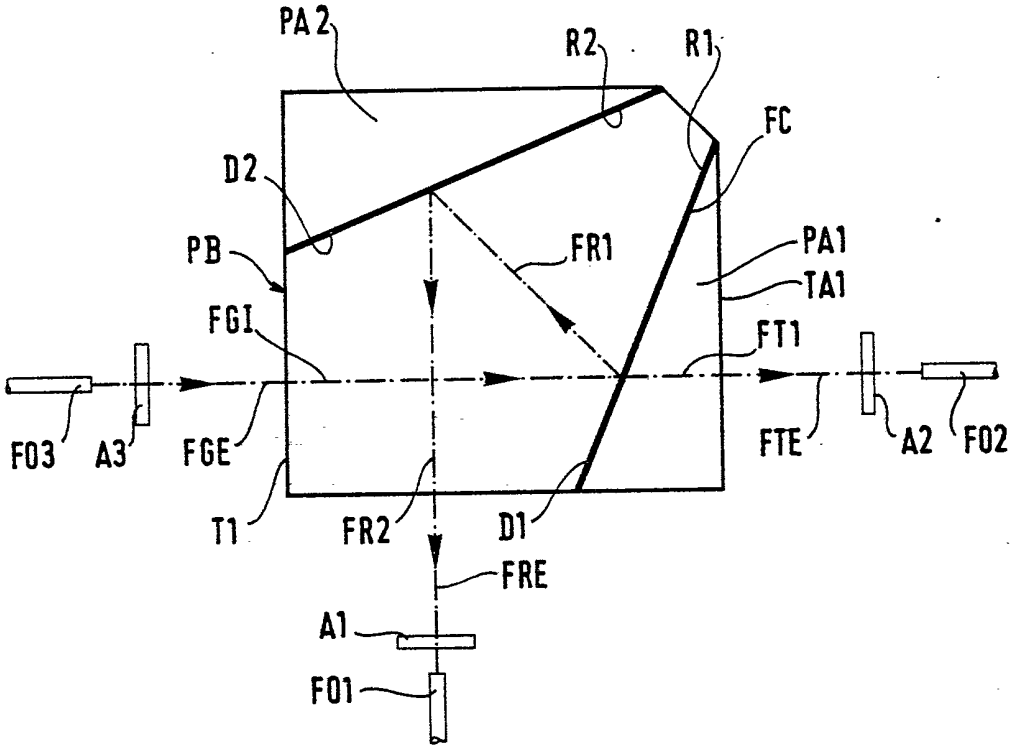
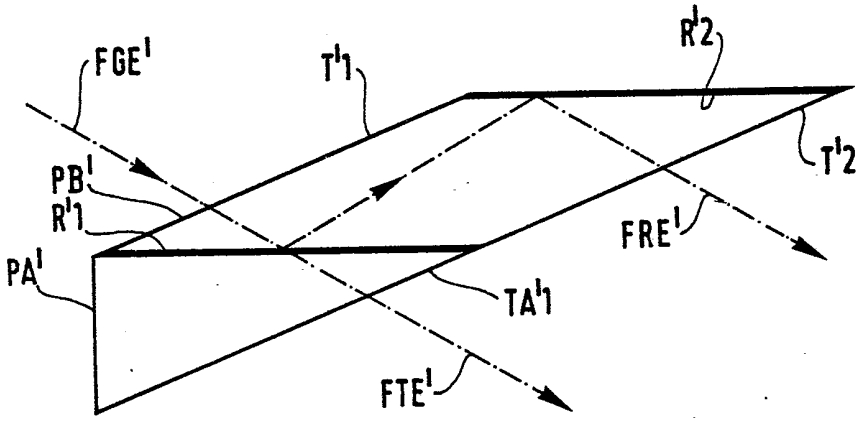

PA2
R2
R1
FC
D2
PB
FR1
PA1
TA1
FGI
FT1
FO3
A3
FGE
FTE
A2
FO2
T1
FR2
D1
FRE
A1
FO1

FIG.2


FGE'
T'1
R'2
PB'
R'1
T'2
FRE'
PA'
TA'1
FTE'