

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 81 11832**

---

⑮ Dispositif de commutation de lumière entre des fibres optiques par variation de température d'une substance dans laquelle elles sont disposées et système de commutation utilisant de tels dispositifs.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 02 B 5/14; G 02 F 1/29.

⑰ Date de dépôt..... 16 juin 1981.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée :

㉒ Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 50 du 17-12-1982.

---

㉓ Déposant : JEUNHOMME Luc et ALARD Francis, résidant en France.

㉔ Invention de : Luc Jeunhomme et Francis Alard.

㉕ Titulaire : *idem* ㉓

㉖ Mandataire : Brevatome,  
25, rue de Ponthieu. 75008 Paris.

La présente invention concerne un dispositif de commutation de lumière entre des fibres optiques par variation de température d'une substance dans laquelle elles sont disposées et un système de commutation utilisant de tels dispositifs. Elle s'applique notamment à la réalisation de coupleurs optiques en T et de coupleurs optiques en étoile ainsi qu'à la réalisation de filtres, de multiplexeurs et de démultiplexeurs en longueur d'onde.

On connaît des dispositifs de commutation optique tels que les dispositifs électromécaniques à miroirs, holographiques, optiques intégrés et acousto-optiques. Ces dispositifs présentent des inconvénients : les dispositifs électromécaniques nécessitent des moyens mécaniques compliqués, ont une grande consommation d'énergie électrique et occupent un volume important ; la technique de commutation optique utilisant des dispositifs holographiques n'est pas encore convenablement maîtrisée et ces dispositifs holographiques présentent des pertes d'insertion élevées ainsi que des taux de commutation faibles ; les dispositifs acousto-optiques ont un prix élevé et une grande consommation électrique ; enfin, les dispositifs de commutation optique intégrés sont difficiles à fabriquer et nécessitent l'emploi de hautes tensions électriques avec les fibres optiques multimodes ou doivent sinon être utilisés avec des fibres optiques monomodes.

Par ailleurs, un article intitulé "Single mode fiber optical power divider : encapsulated etching technique", par Sheern et al., publié dans la revue Optics Letters, vol.4, n°1, janvier 1979, pp. 29 à 31, indique que l'immersion de deux fibres optiques dont la gaine a été retirée et qui sont torsadées en-

tre elles, dans un liquide d'indice de réfraction légèrement supérieur à celui du coeur des fibres, permet le transfert d'une énergie lumineuse propagée par l'une des fibres optiques à l'autre fibre. Le réglage pour effectuer ce transfert est effectué par variation mécanique de la torsion des fibres. Un tel transfert d'énergie lumineuse n'est donc pas facile à commander.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients des dispositifs de commutation optique mentionnés ci-dessus et elle vise un dispositif de commutation de lumière entre des fibres optiques par variation de température d'une substance dans laquelle elles sont disposées ainsi qu'un système de commutation utilisant de tels dispositifs.

Elle a tout d'abord pour objet un dispositif de commutation de lumière, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des fibres optiques disposées à proximité les unes des autres dans une substance ayant un indice de réfraction qui varie avec la température de cette substance, et

- des moyens de variation et de régulation de la température de ladite substance, la commutation de lumière se propageant dans au moins l'une des fibres optiques vers au moins une autre fibre, étant commandée par variation de la température de ladite substance.

En effet, en prenant l'exemple de fibres optiques sans gaine, on passe, par variation de température, d'une transmission normale pour laquelle la lumière reste dans la (ou les) fibre(s) dans laquelle (ou lesquelles) elle se propage (l'indice de réfraction de la substance étant alors inférieur à l'indice de réfraction des fibres) à une situation commutée pour laquelle la lumière passe de cette (ou ces) fi-

bre(s) optique(s) dans une ou plusieurs autres (l'indice de la substance devenant supérieur ou égal à l'indice des fibres).

5 Le dispositif objet de l'invention est donc simple à fabriquer et permet un transfert de lumière entre plusieurs fibres sans nécessiter de moyens mécaniques compliqués, ni un volume important, ni une grande consommation d'énergie électrique.

10 Le transfert de lumière est simple à commander ; il est d'autant plus intense que l'indice de réfraction de la substance est voisin de l'indice des fibres : le taux de transfert de lumière peut donc être ajusté, ce qui est un autre avantage de l'invention.

15 Le dispositif objet de l'invention permet de réaliser une commutation de lumière entre N et P fibres optiques, N et P étant des nombres entiers supérieurs ou égaux à un, par exemple une commutation de lumière entre une fibre optique et une ou plusieurs  
20 autres fibres. La dite substance est par exemple liquide ou solide. La lumière à commuter peut être formée de radiations correspondant à une ou plusieurs longueurs d'onde. La substance employée doit bien entendu être apte à transmettre les radiations que l'on  
25 désire commuter.

Selon une caractéristique particulière du dispositif objet de l'invention, les fibres optiques sont torsadées entre elles.

30 Selon une autre caractéristique particulière, au moins l'une des fibres optiques est courbée.

Selon une autre caractéristique particulière, plusieurs des fibres optiques sont courbées et disposées de façon à présenter des concavités tournées vers des directions différentes.

35 Selon une autre caractéristique particulière

re, chaque fibre optique admet un coeur et une gaine et présente au moins une portion de coeur apparente, et chacune de ces portions de coeur apparentes est disposée à proximité d'une portion de coeur apparente  
5 d'une autre des fibres optiques. Une portion de coeur est par exemple rendue apparente par enlèvement au moins partiel de la gaine sur une longueur correspondant à ladite portion.

Les portions de coeur apparentes appartenant à des fibres différentes peuvent être torsadées  
10 entre elles. Elles peuvent aussi être courbées. Ces fibres optiques, admettant un coeur et une gaine, peuvent être à saut ou à gradient d'indice. Bien entendu, le dispositif objet de l'invention peut utiliser des  
15 fibres sans gaine optique ou à la fois des fibres avec gaine et des fibres sans gaine.

Selon une autre caractéristique particulière, ladite substance a en outre une dispersion différente de celle des fibres optiques, de façon à permettre  
20 une commutation sélective de lumière suivant la longueur d'onde de celle-ci. Pour des fibres optiques admettant un coeur et une gaine, la substance est alors choisie de façon à présenter une dispersion différente de celle du coeur des fibres optiques. (Il  
25 s'agit bien entendu de dispersion en longueur d'onde).

Dans ce cas, le dispositif objet de l'invention présente un avantage supplémentaire par rapport  
aux dispositifs électromécaniques à miroirs qui sont les seuls dispositifs de l'art antérieur à permettre  
30 facilement une commutation sélective de lumière. En effet, le dispositif selon l'invention permet en outre de commander cette commutation sélective de lumière, c'est-à-dire de pouvoir changer de longueur d'onde  
commutée. (Il suffit pour cela de changer la température  
35 de ladite substance). On peut alors réaliser un

filtre en longueur d'onde avec le dispositif objet de l'invention.

5 Selon une autre caractéristique particulière du dispositif objet de l'invention, ladite substance est prise dans le groupe comprenant l'eucalyptol, l'huile de vaseline, le tétrachlorure de carbone, l'alcool benzylique, le sulfure de carbone, les résines silicones et les huiles silicones.

10 Selon une autre caractéristique particulière, lesdits moyens de variation et de régulation de la température de ladite substance comprennent au moins un élément thermo-électrique à effet Peltier.

15 La présente invention concerne par ailleurs un système de commutation de lumière caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de dispositifs objets de l'invention placés en série, ladite substance présentant une dispersion différente de celle des fibres optiques. Un tel système peut donc servir de multiplexeur ou de démultiplexeur en longueur d'onde.

20 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'exemples de réalisation donnés à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

25 - la figure 1 est une représentation schématique d'un mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention permettant de commuter de la lumière entre deux fibres optiques ;

30 - la figure 2 est une vue en coupe schématique d'une fibre optique privée d'une partie de sa gaine et de son coeur par polissage latéral ;

35 - la figure 3 est un graphique donnant un exemple des variations de l'indice de réfraction du coeur des fibres optiques de la figure 1 et de l'indice de réfraction d'une substance dans laquelle ces fibres sont disposées, en fonction de la température ;

5 - la figure 4 est un graphique donnant les variations de l'intensité lumineuse présente dans les fibres optiques de la figure 1 en fonction de la différence entre l'indice de réfraction de la substance dans laquelle ces fibres sont disposées et l'indice de réfraction du coeur de ces fibres ;

10 - la figure 5 est une représentation schématique d'un autre mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention permettant de commuter de la lumière entre plusieurs fibres optiques ;

- la figure 6 est une variante de la figure 5 ; et

15 - la figure 7 est une représentation schématique d'un système de commutation de lumière utilisant des dispositifs selon l'invention placés en série.

20 Sur la figure 1, on a représenté schématiquement un mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention permettant de commuter de la lumière entre deux fibres optiques 1 par exemple à saut d'indice et admettant un coeur 2 et une gaine 3. Il s'agit par exemple de fibres optiques de quelques centimètres de long, destinées à être connectées à des fibres optiques de transmission de longueur plus importante.

25 Ce mode de réalisation comprend, outre les fibres optiques 1 :

30 - une cellule ou cuve 4 par exemple en cuivre et contenant une substance 5 dont l'indice de réfraction varie avec la température de cette substance 5, différemment de l'indice de réfraction du coeur 2 des fibres optiques 1,

- des moyens 6 de variation et des moyens 7 de régulation de la température de ladite substance 5.

35 Les fibres optiques 1 sont par exemple à base de silice et leur coeur a ainsi un indice de ré-

fraction qui varie très peu avec la température. La substance 5 convenant à ce type de fibre optique est par exemple un liquide tel que l'eucalyptol ou l,8-cinéol. Les moyens 6 de variation de la température de ladite substance 5 consistent par exemple en un élément thermo-électrique à effet Peltier 8 disposé par exemple contre l'une des parois 9 de la cellule 4. Bien entendu, on pourrait utiliser plusieurs éléments thermo-électriques à effet Peltier et les disposer contre les différentes parois 9 de la cellule 4. Les moyens 7 de régulation de la température de ladite substance 5 consistent par exemple en une thermistance 10 disposée contre l'une des parois 9 de la cellule 4 et en des moyens électroniques de commande 12 réalisables par l'homme de l'art et reliés électriquement à la thermistance 10 ainsi qu'à l'élément thermo-électrique à effet Peltier 8. Bien entendu, la thermistance 10 pourrait être disposée dans ladite substance 5.

Chaque fibre optique 1 révèle une portion 13 de coeur 2 par enlèvement au moins partiel de sa gaine 3 sur une longueur correspondant à ladite portion 13. Pour ce faire, la gaine 3 des fibres optiques 1 est par exemple enlevée par polissage latéral, comme cela est montré sur la vue en coupe schématique de la figure 2.

Sur cette figure 2, les pointillés délimitent la partie 3a de gaine 3 enlevée par polissage pour révéler une portion 13 du coeur 2. On voit qu'une partie 2a du coeur 2, également délimitée par des pointillés, a aussi été enlevée au cours de cette opération ; il serait d'ailleurs possible d'éviter cela (par injection de lumière dans la fibre et contrôle visuel de l'avancement du polissage). Bien entendu, on pourrait également faire apparaître le coeur 2 par attaque chimique de la gaine 3 à l'aide d'une solution à base d'acide fluorhydrique par exemple. Dans le cas de

fibres optiques dont la gaine est en plastique, il suffirait d'enlever ce plastique sur la longueur désirée.

Revenant à la figure 1, les portions 13 de coeur des fibres optiques 1 ainsi révélées sont disposées dans ladite substance 5, à proximité les unes des autres. Ces portions 13 sont par exemple disposées de façon à être courbées, à présenter des sommets 14 (résultant de leur courbure) au voisinage l'un de l'autre et des concavités tournées vers des directions opposées. Lesdits sommets 14 des portions 13 pourraient bien entendu être en contact l'un avec l'autre. Les branches d'une fibre optique 1, situées de part et d'autre de la portion 13, sont par exemple disposées de façon à être dans le prolongement des branches correspondantes de l'autre fibre optique 1, de façon que l'ensemble des deux fibres optiques 1 obtenu présente dans la cellule 4 la forme d'une croix. On pourrait alors enlever en totalité la gaine des fibres optiques 1 sur ladite portion 13.

Au lieu d'être courbées, les fibres optiques 1 pourraient être torsadées entre elles sur ladite portion 13.

Sur la figure 3, on a représenté un graphique donnant un exemple des variations de l'indice de réfraction  $n_c$  du coeur 2 des fibres optiques 1 de la figure 1 et de l'indice de réfraction  $n_s$  de ladite substance 5, en fonction de la température  $t$ , au voisinage d'une température  $t_0$  dite température de fonctionnement ou d'utilisation du dispositif objet de l'invention, fonctionnement qui sera expliqué par la suite. Cette température de fonctionnement est par exemple de l'ordre de 20°C (température ambiante). Comme on l'a déjà indiqué, la substance utilisée est par exemple de l'eucalyptol. Au voisinage de la température  $t_0$  de fonctionnement, l'indice de réfraction  $n_s$

de l'eucalyptol et l'indice de réfraction  $n_c$  du coeur des fibres optiques sont des fonctions décroissantes de la température. L'indice  $n_c$  du coeur des fibres optiques varie très peu au voisinage de la température de fonctionnement  $t_0$ . Les deux courbes représentant les variations des indices  $n_s$  et  $n_c$  en fonction de la température  $t$  se coupent en un point correspondant à une température  $t_c$  dite température de commutation. Il est intéressant que cette dernière soit voisine de la température de fonctionnement  $t_0$  et que l'indice  $n_s$  de la substance utilisée varie de façon importante et décroisse plus vite que l'indice  $n_c$  du coeur des fibres, au voisinage de cette température  $t_0$ , pour avoir une commutation rapide de lumière d'une fibre optique à l'autre.

L'eucalyptol est choisi car il a un indice de réfraction  $n_s$  (de l'ordre de 1,4586 à 20°C, pour la raie D du sodium) dont la dérivée  $dn_s/dt$  par rapport à la température est de l'ordre de  $-4.10^{-4}/^{\circ}\text{C}$  entre 15 et 25°C et sa température de commutation  $t_c$  est voisine de 20°C, c'est-à-dire de la température ambiante, pour des fibres à base de silice. Avec de telles fibres, l'alcool benzylique et le sulfure de carbone, entre autres, pourraient être également employés mais ces deux substances sont moins intéressantes que l'eucalyptol car leur température de commutation  $t_c$  est nettement plus élevée que celle de l'eucalyptol : de l'ordre de 60°C pour l'alcool benzylique et de l'ordre de 80°C pour le sulfure de carbone, avec toutefois une dérivée  $dn_s/dt$  importante en valeur absolue au voisinage de la température de commutation  $t_c$  : dérivée de l'ordre de  $-6.10^{-4}/^{\circ}\text{C}$  pour l'alcool benzylique et de l'ordre de  $-8.10^{-4}/^{\circ}\text{C}$  pour le sulfure de carbone.

Revenant à la figure 1, les moyens électroniques 12, réalisables par l'homme de l'art, sont pré-

vus pour commander la température  $t$  de la substance 5 à l'aide de l'élément thermo-électrique à effet Peltier 8 permettant d'augmenter ou de diminuer cette température suivant le sens du courant qui le parcourt. La thermistance 10 sert de capteur de température pour les moyens électroniques 12. Ces derniers permettent donc de maintenir la température  $t$  de la substance 5 à une valeur déterminée ; ils permettent également de commander l'augmentation ou la diminution de cette température. Dans l'exemple de la figure 3, à une température  $t$  supérieure à la température de commutation  $t_c$ , par exemple à la température de fonctionnement  $t_0$ , l'indice de réfraction  $n_c$  du coeur des fibres optiques est supérieur à celui  $n_s$  de la substance 5 dans laquelle sont disposées les fibres. A une telle température, de la lumière circulant dans l'une 15 des deux fibres optiques 1 demeure dans cette fibre optique 15. En abaissant la température, à une température égale à la température de commutation  $t_c$ , l'indice de réfraction  $n_c$  du coeur des fibres devient égal à celui  $n_s$  de la substance 5. La lumière peut alors sortir de la fibre 15 dans laquelle elle se propage pour passer dans la substance 5. Pour une température  $t$  inférieure à la température de commutation  $t_c$  il en est de même.

25           Ainsi, une température  $t$  de la substance 5 inférieure ou égale à la température de commutation  $t_c$ , une quantité de lumière dépendant de cette température  $t$  passe-t'elle de la première fibre optique 15 dans la substance 5 et de là, du fait de la disposition des deux fibres optiques 1 indiquée plus haut, dans la seconde fibre optique 16. (La courbure de fibres optiques ou leur torsion entre elles favorise la sortie de lumière de ces fibres). En revenant à une température supérieure à  $t_c$ , la lumière ne passe plus 30 dans la seconde fibre 16 mais reste dans la première fibre 15.

Sur la figure 4, on a représenté un graphique donnant les variations de l'intensité lumineuse  $I$  présente dans les fibres optiques 1 de la figure 1 en fonction de la différence  $n_s - n_c$  entre l'indice de réfraction  $n_s$  de ladite substance 5 et l'indice de réfraction  $n_c$  du coeur de ces fibres. On voit sur cette figure 4 que l'intensité de la lumière transférée de la première fibre 15 à la seconde 16 n'est importante que pour un indice  $n_s$  de réfraction de la substance supérieur ou égal à celui  $n_c$  du coeur des fibres optiques 1. Cette intensité de lumière transférée est d'ailleurs maximale lorsque ces deux indices sont égaux. Lorsque l'indice  $n_s$  de réfraction de la substance est inférieur à celui  $n_c$  du coeur des fibres, la lumière demeure pratiquement dans la première fibre optique 15.

Ainsi, pour une température  $t$  convenablement choisie de la substance 5, la première fibre optique 15 étant parcourue par une lumière d'intensité  $I_0$ , une fraction de l'ordre de  $(1-\alpha)I_0$  de cette intensité peut passer dans la seconde fibre optique 16, la fraction  $\alpha I_0$  demeurant dans la première fibre optique 15. Le coefficient  $\alpha$  est compris entre 0 et 1 ; il est le plus proche de 1 lorsque l'indice de réfraction  $n_s$  de la substance 5 est égal à celui  $n_c$  du coeur des fibres optiques 1, c'est-à-dire lorsque la température  $t$  de la substance est égale à la température de commutation  $t_c$ .

Sur la figure 5, on a représenté schématiquement un autre mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention permettant de commuter de la lumière entre plusieurs fibres optiques 1. Ce dispositif comprend, outre ces fibres optiques 1, une cellule 4 par exemple en cuivre et contenant une substance telle que l'eucalyptol par exemple. Les fibres

optiques 1 sont par exemple au nombre de trois. Ces fibres sont prévues pour révéler une portion 13 de leur coeur 2 par enlèvement de leur gaine 3 sur une longueur correspondant à ladite portion 13. La première 15 des fibres optiques 1 est par exemple privée de la totalité de sa gaine sur cette portion 13 par polissage, par exemple. La seconde 16 et la troisième 17 sont privées d'une partie de leur gaine 3 par polissage latéral par exemple. Les portions 13 de coeur ainsi révélées sont placées au voisinage les unes des autres dans ladite substance 5, par exemple de façon que les portions 13 de coeur apparentes de la seconde fibre 16 et de la troisième 17 soient courbées, de concavités tournées vers des directions opposées et admettent des sommets 14 (existant du fait de la courbure des fibres 16 et 17) disposés au voisinage de la portion de coeur apparente de la première fibre 15, par exemple au contact de cette portion.

Un élément thermo-électrique à effet Peltier 8 est disposé contre l'une des parois 9 de la cellule 4. La température de la substance 5 est commandée par exemple à l'aide de moyens électroniques et d'une thermistance non représentés, du genre de ceux qui sont indiqués dans la description de la figure 1 et agissant sur l'élément thermo-électrique à effet Peltier 8. Le fonctionnement du dispositif de la figure 5 est comparable à celui du dispositif représenté sur la figure 1, fonctionnement qui a été expliqué précédemment, à l'aide des figures 1, 2, 3 et 4.

Pour une température  $t$  convenable de la substance 5, l'indice de réfraction de cette substance est supérieur ou égal à celui du coeur des fibres optiques 15, 16 et 17. Une lumière d'intensité  $I_0$  se propageant par exemple dans la première fibre 15 peut passer en partie dans la seconde fibre 16 et dans la

troisième 17. On obtient alors une lumière d'intensité  $I_1$  dans la seconde fibre 16 et une lumière d'intensité  $I_2$  dans la troisième fibre 17. L'intensité lumineuse subsistant dans la première fibre optique 15 après transfert de lumière dans les deux autres fibres 16 et 17 est donc de l'ordre de  $I_0 - I_1 - I_2$ . Les quantités  $I_1$  et  $I_2$  dépendent bien entendu de la température  $t$  de la substance 5. En changeant cette température  $t$ , on peut revenir à une situation dans laquelle la lumière se propage uniquement dans la première fibre optique 15. On pourrait bien entendu également réaliser un transfert de lumière de l'une des deux autres fibres 16 et 17 vers les deux autres avec le dispositif de la figure 5.

Par ailleurs, au lieu des deux fibres optiques 16 et 17, on pourrait en prévoir un plus grand nombre admettant des portions de coeur apparentes disposées au voisinage de la portion de coeur apparente de la première fibre optique 15, de façon à pouvoir réaliser une commutation de lumière entre cette dernière et les autres fibres.

La figure 6 est une variante de la figure 5, dans laquelle la première fibre optique 15 présente une pluralité de portions de coeur apparentes, par exemple deux 13 et 13a. D'autres fibres optiques, en nombre égal à celui des portions de coeur apparentes de la première fibre 15, c'est-à-dire deux 16 et 17 dans l'exemple de la figure 6, présentent des portions de coeur apparentes respectivement disposées au voisinage des portions de coeur apparentes 13 et 13a de la première fibre 15, toutes ces portions se trouvant dans la substance 5 contenue dans la cellule 4. Des moyens de variation 6 et des moyens de régulation (non représentés) de la température de la substance 5, du genre de ceux qui sont employés dans le dispositif de

la figure 5 sont prévus. Sur la figure 6, les portions de coeur apparentes des fibres 16 et 17 sont courbées et ont des concavités tournées vers des directions différentes. Ces concavités pourraient être tournées vers la même direction si les portions de coeur apparentes de la première fibre optique 15 étaient d'un même côté de celle-ci.

Une commutation sélective de lumière suivant la longueur d'onde de celle-ci pourrait être réalisée à l'aide des dispositifs des figures 1 à 6 au cas où ladite substance 5 aurait en outre une dispersion de son indice de réfraction en fonction de la longueur d'onde d'une lumière qui y pénétrerait, différente de celle de l'indice de réfraction du coeur des fibres optiques utilisées.

Sur la figure 7, on a représenté schématiquement un système de commutation de lumière pouvant être employé comme démultiplexeur en longueur d'onde et utilisant des dispositifs selon l'invention en nombre égal à celui des longueurs d'onde considérées. Par exemple, dans le cas de deux longueurs d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ , deux dispositifs  $D_1$  et  $D_2$  conformes à l'invention et identiques l'un à l'autre sont utilisés. Chacun d'eux comporte une cellule 4 par exemple en cuivre, au moins un élément thermo-électrique à effet Peltier 8 disposé contre l'une des parois 9 de la cellule 4 et des moyens de commande de la température d'une substance 5 précisée par la suite et contenue dans la cellule 4, moyens non représentés sur la figure 6 et du genre de ceux décrits à propos de la figure 1.

Pour le premier dispositif  $D_1$ , deux fibres optiques 1 par exemple à base de silice sont prévues. Une portion 13 de leur coeur 2 est rendue apparente par exemple par polissage latéral, comme on l'a expli-

qué à propos de la figure 1. Les portions 13 de coeur des deux fibres 1 sont disposées au voisinage l'une de l'autre dans la substance 5. La portion de coeur apparente de la première 15 des fibres 1 est par exemple disposée de façon rectiligne dans la substance 5 et la portion de coeur apparente de la seconde 16 des fibres 1 est par exemple courbée et placée au contact de la portion apparente de la première fibre 15. Comme on l'a déjà signalé, les deux fibres optiques 1 pourraient être torsadées entre elles sur ladite portion apparente de leur coeur. La substance 5 a un indice optique qui varie avec la température de cette substance, différemment de l'indice de réfraction du coeur 2 des fibres 1 et qui présente en outre une dispersion en fonction de la longueur d'onde d'une lumière pénétrant dans ladite substance, dispersion également différente de celle du coeur 2 des fibres 1. Pour des fibres optiques 1 à base de silice, ladite substance 5 est par exemple de l'eucalyptol.

Pour le second dispositif  $D_2$ , deux autres fibres optiques 1 sont prévues. La première 15a et la seconde 16a ont chacune une portion 13 de coeur apparente et ces portions sont disposées dans la substance 5 de manière identique à leurs homologues 15 et 16 correspondant au premier dispositif  $D_1$ . Les fibres 15 et 15a sont raccordées de façon connue dans l'état de la technique, leur raccord n'étant pas représenté sur la figure 6.

Du fait de la dispersion en longueur d'onde de la substance 5, lorsque cette substance est portée à une température  $t_m$  donnée convenable, il existe une longueur d'onde  $\lambda_m$  telle que toute lumière de longueur d'onde supérieure à  $\lambda_m$  et se propageant par exemple dans la fibre optique 15 (respectivement 15a), puisse passer dans la seconde fibre optique 16 (respective-

ment 16a). Un dispositif tel que  $D_1$  ou  $D_2$  peut donc jouer le rôle de filtre en longueur d'onde.

5 Ainsi, en portant respectivement les substances 5 des deux dispositifs  $D_1$  et  $D_2$  à des températures choisies  $t_1$  et  $t_2$ , peut-on séparer des faisceaux de longueurs d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  se propageant dans la fibre 15, le premier de longueur d'onde  $\lambda_1$  passant dans la fibre 16 et le second de longueur d'onde  $\lambda_2$ , dans la fibre 16a.

10 Pour l'eucalyptol et des fibres à base de silice par exemple, à des températures  $t_m$  de 15°C, 19°C et 27°C correspondent des longueurs d'onde  $\lambda_m$  respectivement égales à 0,8  $\mu\text{m}$ , 1,1  $\mu\text{m}$  et 1,6  $\mu\text{m}$ . (Ces paramètres  $t_m$  et  $\lambda_m$  sont définis plus haut). Ainsi, des faisceaux lumineux de longueurs d'onde respectives 15 1,3 et 0,85  $\mu\text{m}$  par exemple et se propageant dans la fibre optique 15, peuvent-ils être séparés, le premier passant dans la fibre optique 16 et le second dans la fibre optique 16a, lorsque l'eucalyptol des dispositifs 20  $D_1$  et  $D_2$  est porté à des températures respectivement égales à 19 et 15°C.

Bien entendu, on pourrait utiliser l'ensemble des dispositifs  $D_1$  et  $D_2$  comme multiplexeur en longueur d'onde, avec des faisceaux lumineux se propageant respectivement dans les fibres 16 et 16a de façon à obtenir un faisceau multiplexé dans la fibre 15.

25 Dans d'autres applications de l'invention, on peut aussi n'utiliser que l'un des dispositifs  $D_1$  et  $D_2$  décrits, lorsque l'on désire extraire une lumière de longueur d'onde donnée de la fibre 15 transmettant alors de la lumière correspondant à deux longueurs ou plus, différentes. Par ailleurs, au lieu des dispositifs  $D_1$  et  $D_2$  décrits, on pourrait employer des dispositifs du genre de celui qui a été décrit à propos 30 de la figure 1.

Bien entendu, d'autres substances, d'indice de réfraction proche de celui des fibres optiques utilisées et variant de façon suffisamment rapide avec la température dans la gamme des températures où l'on  
5 utilise l'invention, pourraient être trouvées par l'homme de l'art dans des tables comme celle qui s'intitule "Polymer Handbook".

Le dispositif objet de l'invention permet donc un transfert de lumière ajustable et commandable  
10 de façon simple, entre plusieurs fibres optiques. Il permet également avec une substance (dans laquelle sont disposées les fibres) appropriée, une commutation sélective de lumière suivant la longueur d'onde de celle-ci, commutation sélective qui est de plus com-  
15 mandable. L'association de dispositifs de commutation selon l'invention entre deux fibres optiques, permettrait notamment de réaliser des matrices de commutation optique.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de commutation de lumière, caractérisé en ce qu'il comprend :

5                   - des fibres optiques (1) disposées à proximité les unes des autres dans une substance (5) ayant un indice de réfraction qui varie avec la température de cette substance (5), et

10                   - des moyens (6, 7) de variation et de régulation de la température de ladite substance (5), la commutation de lumière se propageant dans au moins l'une (15) des fibres optiques (1) vers au moins une autre fibre (16), étant commandée par variation de la température de ladite substance (5).

15                   2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les fibres optiques (1) sont torsadées entre elles.

20                   3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins l'une des fibres optiques (1) est courbée.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que plusieurs des fibres optiques (1) sont courbées et disposées de façon à présenter des concavités tournées vers des directions différentes.

25                   5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque fibre optique (1) admet un coeur (2) et une gaine (3) et présente au moins une portion (13) de coeur (2) apparente, et en ce que chacune de ces portions (13) de coeur (2) apparentes est disposée à proximité d'une portion de coeur apparente d'une autre des fibres optiques.

30                   6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite substance (5) a en outre une dispersion différente de cel-

le des fibres optiques (1), de façon à permettre une commutation sélective de lumière suivant la longueur d'onde de celle-ci.

5           7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite substance (5) est prise dans le groupe comprenant l'eucalyptol, l'huile de vaseline, le tétrachlorure de carbone, l'alcool benzylique, le sulfure de carbone, les résines silicones et les huiles silicones.

10           8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits moyens (6, 7) de variation et de régulation de la température de ladite substance (5) comprennent au moins un élément thermo-électrique à effet Peltier (8).

15           9. Système de commutation de lumière, caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de dispositifs ( $D_1$ ,  $D_2$ ) selon la revendication 6, placés en série.

FIG.1

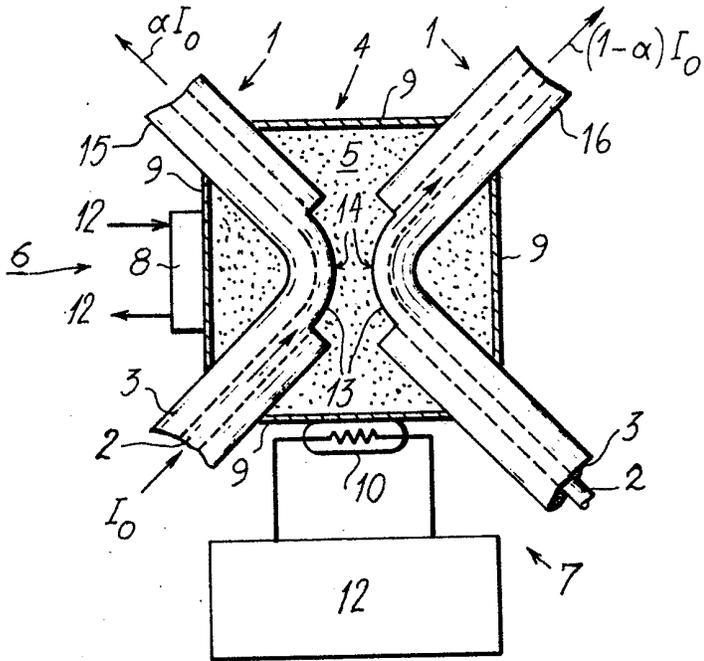


FIG.2

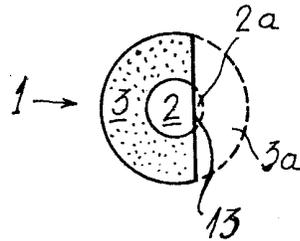


FIG.3

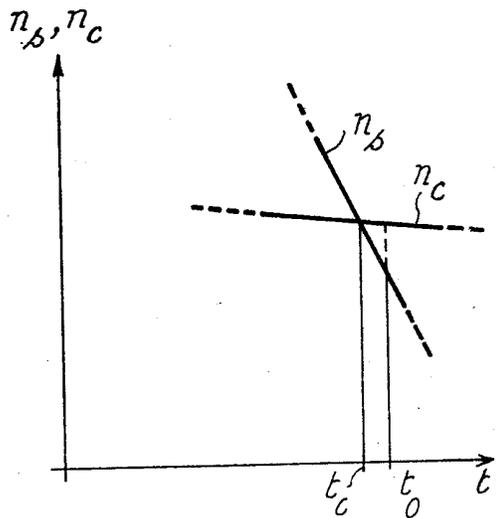


FIG.4

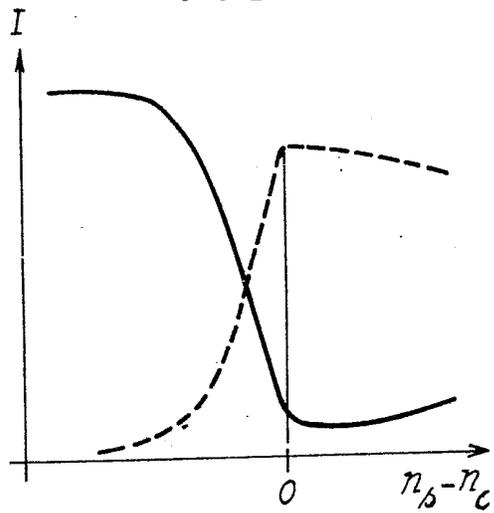


FIG.5

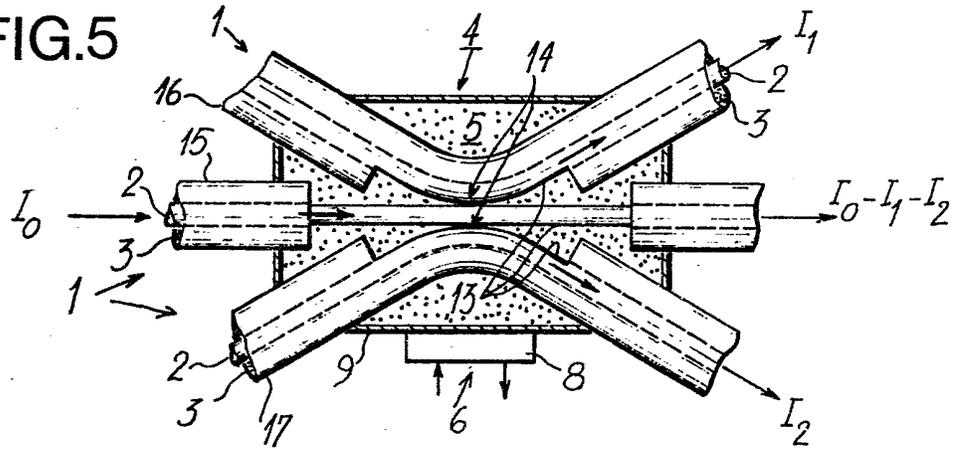


FIG.6

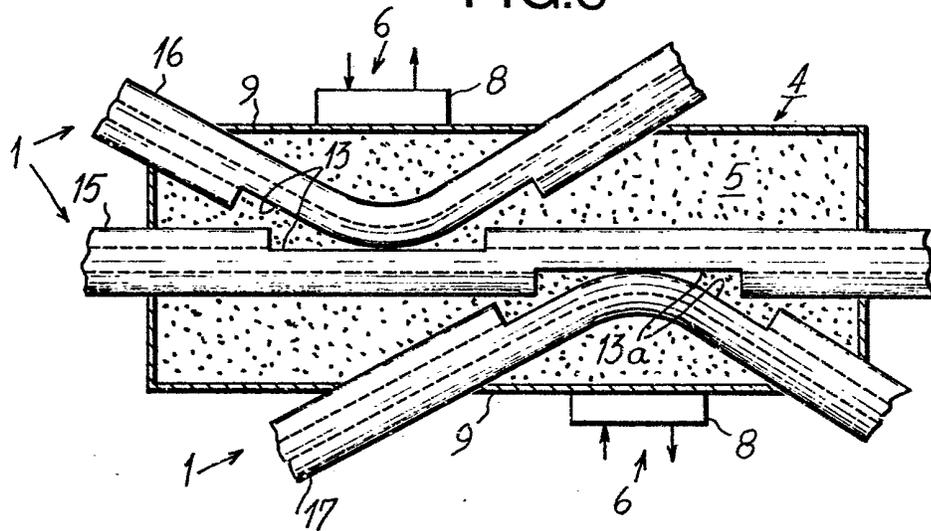


FIG.7

