

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : **2 634 031**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **88 09078**

(51) Int Cl⁸ : G 02 F 1/01; G 02 B 6/24; G 01 J 1/58.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 5 juillet 1988.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 2 du 12 janvier 1990.

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

(71) Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE, Etablissement de Caractère Scientifique, Tech-
nique et Industriel. — FR.

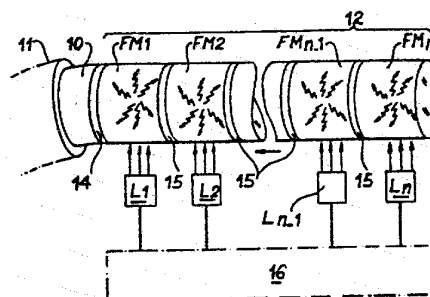
(72) Inventeur(s) : Michel Bourdinaud.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Brevatome.

(54) Dispositif de multiplexage en longueur d'onde utilisant une fibre optique.

(57) Dispositif de multiplexage en longueur d'onde utilisant une fibre optique 10 reliée à une de ses extrémités à un ensemble 12 de n tronçons de fibres optiques fluorescentes FM1, ..., FMn mis bout à bout. Chaque tronçon FMi, i entier allant de 1 à n, est dopé pour réémettre par fluorescence à une certaine longueur d'onde λ_{Mi} et est optiquement couplé à une source lumineuse Li d'excitation apte à produire la fluorescence, les différents tronçons FM1, ..., FMn étant rangés à partir de l'extrémité de la fibre 10 dans l'ordre croissant de leur longueur d'onde de fluorescence λ_{M1} , ..., λ_{Mn} respective. Application à la colorimétrie et au transport multiplexé d'informations.



FR 2 634 031 - A1

D

DISPOSITIF DE MULTIPLEXAGE EN LONGUEUR D'ONDE
UTILISANT UNE FIBRE OPTIQUE.

DESCRIPTION

La présente invention a pour objet un dispositif de multiplexage en longueur d'onde utilisant une fibre optique. Elle trouve de multiples applications dans des domaines aussi variés que
5 la colorimétrie ou le transport d'informations multiplexé.

Les fibres optiques permettent la propagation guidée d'un signal lumineux, introduit par exemple à l'aide d'une optique de focalisation à
10 travers une extrémité de la fibre, le long de cette fibre vers son autre extrémité.

Le coeur de la fibre, réalisé en verre ou en matière plastique transparente, est enrobé dans une gaine transparente d'indice de réfraction
15 plus faible que celui de la matière utilisée pour réaliser le coeur de la fibre, afin que l'interface entre le coeur et cette gaine soit le siège de phénomènes de réflexion totale de la lumière, permettant ainsi la transmission de celle-ci le long de la
20 fibre sans perte notable.

Une catégorie particulière de fibres est constituée par les fibres optiques dites "fluorescentes". Le coeur de ces dernières est dopé à l'aide de produits appropriés, de telle sorte que la matière
25 de la fibre, excitée par une irradiation lumineuse, réémet un rayonnement de façon isotrope. Une partie non négligeable de ce rayonnement est piégée au sein de la fibre et se propage par réflexion interne jusqu'aux extrémités de la fibre fluorescente. La
30 fraction du rayonnement capturée est proportionnelle à l'écart Δn entre les indices de réfraction du

coeur et de la gaine optique de la fibre. Elle est typiquement de l'ordre de 5 %.

Il est possible d'exciter latéralement une telle fibre optique fluorescente évidemment
5 dépourvue de gaine de protection.

De nombreux dispositifs exploitant de telles fibres fluorescentes sont connus et décrits par exemple dans le document FR-A-2 574 564.

L'invention concerne une application nouvel-
10 le de ces fibres fluorescentes excitées latéralement.

Le transport de signaux en multiplex consiste à injecter simultanément une pluralité de signaux différents dans un dispositif unique destiné à assurer leur acheminement d'un point à un autre.
15 Cette technique permet de diminuer le nombre de dispositifs de transport. Elle est connue depuis longtemps déjà et appliquée à des signaux électriques de télécommunication par exemple. Le développement récent de télécommunications par fibres optiques
20 pose le problème du transport de signaux optiques en multiplex. On cherche donc à obtenir l'injection simultanée de plusieurs signaux lumineux de couleurs différentes dans une fibre optique unique.

Il n'est malheureusement pas aisé d'introduire simultanément de manière classique un grand
25 nombre de signaux optiques dans une même fibre. En effet, on a vu que l'introduction d'un seul signal nécessite une optique de focalisation et un réglage précis. On conçoit que l'injection simultanée d'un
30 grand nombre de signaux augmente d'autant la difficulté de réglage et la complexité du dispositif.

La présente invention a pour but de pallier ces problèmes d'introduction simultanée de plusieurs signaux optiques dans une fibre. Pour cela on préco-

nise l'emploi de fibres fluorescentes agencées de manière nouvelle.

De façon plus précise, l'invention concerne un dispositif de multiplexage en longueur d'onde utilisant une fibre optique, caractérisé par le fait qu'il comprend, relié à une extrémité de cette fibre, un premier ensemble de n tronçons de fibres fluorescentes $FM_1, \dots, FM_n$ mis bout à bout, chaque tronçon FM_i , i entier allant de 1 à n , étant dopé pour réémettre par fluorescence à une certaine longueur d'onde λ_{Mi} et étant optiquement couplé à une source lumineuse d'excitation Li , apte à produire la fluorescence, les tronçons $FM_1, \dots, FM_n$ étant rangés à partir de l'extrémité de la fibre dans l'ordre croissant de leur longueur de fluorescence respective $\lambda_{M1}, \dots, \lambda_{Mn}$.

Excités latéralement par les sources $L_1, \dots, L_n$, les tronçons de fibres optiques fluorescentes $FM_1, \dots, FM_n$ émettent de manière isotrope une lumière de fluorescence. Une partie de cette lumière est piégée dans les fibres optiques et se propage à l'intérieur de la fibre optique transparente.

Selon un mode préféré de réalisation, l'intensité lumineuse de chaque source Li est susceptible d'être modulée. Ainsi, on peut aussi moduler les émissions de lumière de fluorescence des différents tronçons de fibres optiques $FM_1, \dots, FM_n$. Cette modulation peut correspondre par exemple à un signal numérisé. L'invention permet donc le transport d'informations numérisées en multiplex dans la fibre optique transparente par exemple. Le multiplexage est effectué par l'intermédiaire des différentes longueurs d'onde $\lambda_{M1}, \dots, \lambda_{Mn}$ de fluorescence, un signal numérisé étant porté par chaque longueur d'onde λ_{Mi} .

Selon une variante de réalisation du dispositif, le premier ensemble de tronçons comporte trois tronçons de fibres optiques FM1, FM2, FM3 : le premier FM1 étant apte à émettre de la lumière de fluorescence bleue, le second FM2 étant apte à émettre de la lumière de fluorescence verte, le troisième FM3 étant apte à émettre de la lumière de fluorescence rouge.

On dispose ainsi d'une source trichrome aux couleurs primaires. La modulation de l'intensité des sources L1, L2, L3 permet de reconstituer à l'extrémité de la fibre transparente un large spectre coloré dû au mélange des trois couleurs primaires (rouge, vert, bleu) dans des proportions variables à volonté.

Dans une autre variante de réalisation, le dispositif selon l'invention comporte :

- relié à l'autre extrémité de la fibre un second ensemble de n tronçons de fibres optiques fluorescentes FD1,...,FDn mis bout à bout en une succession ordonnée telle que chaque tronçon FDi ne soit excité que par la lumière de fluorescence émise par un seul tronçon de fibre optique FMi du premier ensemble lui correspondant, chaque tronçon FDi émettant à l'extérieur une lumière de fluorescence à la longueur d'onde λ_{Di} après excitation, le tronçon FDn produisant la lumière de fluorescence de plus grande longueur d'onde λ_{Dn} étant relié à cette autre extrémité de la fibre,

- n détecteurs D1,...,Dn aptes à détecter la lumière de fluorescence éventuellement émise latéralement par chacun des n tronçons de fibres optiques FD1,...,FDn respectivement, chacun de ces détecteurs D1,...,Dn délivrant sur des sorties S1,...,Sn, respectivement, un signal électrique correspondant à la lumière détectée,

- un analyseur de signaux électriques ayant n entrées $E_1, \dots, E_n$ reliées aux sorties $S_1, \dots, S_n$, respectivement, des détecteurs $D_1, \dots, D_n$.

Selon un aspect secondaire les détecteurs
5 $D_1, \dots, D_n$ présentent un seuil de détection de manière à ne détecter que la lumière de fluorescence provenant des émissions par les tronçons de fibres optiques $FD_1, \dots, FD_n$ leur correspondant dûes aux excitations provenant des tronçons $FM_1, \dots, FM_n$ du premier ensemble
10 et non la lumière de fluorescence émise par les tronçons $FD_1, \dots, FD_n$ due à une excitation parasite, cette lumière de fluorescence parasite étant d'intensité très inférieure à la lumière de fluorescence due aux excitations provenant des tronçons $FM_1, \dots, FM_n$
15 du premier ensemble.

Cette dernière variante de réalisation, selon l'aspect secondaire, permet d'assurer par exemple, le démultiplexage des informations transportées en multiplex à l'intérieur de la fibre optique transparente. Les différentes lumières de fluorescence
20 modulées provenant du premier ensemble viennent exciter les tronçons de fibres optiques $FD_1, \dots, FD_n$ du second ensemble après leur parcours dans la fibre optique transparente. Les tronçons $FD_1, \dots, FD_n$,
25 agencés de manière à n'être excités que par une seule longueur d'onde $\lambda_{M1}, \dots, \lambda_{Mn}$ respectivement, émettent à leur tour des lumières de fluorescence suivant les modulations de chaque source $L_1, \dots, L_n$ respectivement.

30 Les détecteurs $D_1, \dots, D_n$ placés latéralement en regard des tronçons de fibres optiques $FD_1, \dots, FD_n$ délivrent sur leurs sorties $S_1, \dots, S_n$ respectives des signaux électriques analogues aux signaux numérisés modulant les sources $L_1, \dots, L_n$.

L'analyseur permet de reconstituer par exemple des signaux analogiques ; ce peut-être des voix humaines, numérisées pour leur transport par fibre optique, dans une communication de type téléphonique par exemple.

Une partie de la lumière de fluorescence d'un tronçon de fibre optique peut exciter la fluorescence du tronçon amont. C'est pour éviter de prendre en compte ces émissions parasites d'intensité beaucoup plus faible que l'on fixe un seuil de détection sur la sensibilité des détecteurs $D_1, \dots, D_n$.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit, donnée à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un dispositif selon l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement les spectres d'absorption et de fluorescence du diméthyl-POPPOP, colorant utilisable comme dopant d'une fibre optique fluorescente,
- la figure 3 illustre schématiquement une variante de réalisation d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 4 illustre schématiquement une application de l'invention dans le cas du transport de signaux lumineux en multiplex.

La figure 1 représente schématiquement un dispositif selon l'invention. Une fibre optique transparente 10 est reliée à un ensemble 12 de n tronçons de fibres optiques fluorescentes $FM_1, \dots, FM_n$. La connexion 14 quasi transparente entre la fibre

et l'ensemble de tronçons, est réalisée après polissage des fibres, par des techniques connues de l'homme du métier, au moyen de colle transparente du genre époxy ou cyanoacrylate par exemple. Les connexions
5 14, 15 reliant différents tronçons entre eux ou un tronçon à la fibre 10 rencontrées dans la suite de la description sont de ce type.

Les différents tronçons de fibres optiques FM1,...,FMn sont dopés chacun avec un colorant organique fluorescent différent.
10

La figure 2 représente schématiquement les spectres d'absorption (en trait fort) et de fluorescence (en trait tireté) du diméthyl-POPPOP. De tels spectres se retrouvent pour d'autres colorants organiques, aux valeurs des longueurs d'onde près.
15 On constate que les deux spectres sont décalés, l'excitation (absorption) est centrée sur une longueur d'onde de 360 nm environ alors que l'émission de fluorescence s'effectue autour de 415 nm. L'excitation
20 s'effectue à plus haute énergie (à plus petite longueur d'onde) que l'émission de fluorescence. Les pieds des deux spectres se recouvrent partiellement, autour de 400 nm dans le cas du diméthyl-POPPOP : un colorant peut donc réabsorber une partie de sa
25 propre émission de fluorescence.

Le rendement quantique des colorants fluorescents organiques est excellent de l'ordre de 95 %. Seuls 5 % des photons d'excitation sont perdus en désexcitation non radiative.

30 Les fibres optiques fluorescentes sont des fibres optiques plastiques (F.O.P.) par exemple. Ces dernières présentent de nombreux avantages : elles restent flexibles au diamètre d'utilisation

qui est de 1,5 mm par exemple. Ce diamètre important facilite la réalisation des connexions 14. Les F.O.P. se prêtent au dopage par des colorants organiques.

Etant donné la large gamme de colorants existants, on peut aisément couvrir tout le spectre visible et même au-delà (le spectre qu'il est possible de couvrir en utilisant différents colorants s'étend de 250 nm à 1000 nm avec des largeurs de bande spectrale pour chaque colorant de l'ordre de 50 nm).
10 Le coeur de la F.O.P. peut être en polystyrène ou en polyméthylmétacrylate (P.M.M.A.) par exemple.

On voit encore sur la figure 1 que les différents tronçons de fibres optiques FM1,...,FMn sont reliés entre eux par des connexions 15. Les tronçons FM1,...,FMn sont aussi courts que possible :
15 leur longueur est comprise entre 1 et 5 cm par exemple. Cette longueur résulte d'une optimisation calculée en fonction de la concentration du colorant contenu dans le coeur de la F.O.P. Cette concentration est comprise entre 10^{-4} et 10^{-3} gramme de colorant
20 par gramme de matériau du coeur. Le choix de la concentration résulte d'un compromis entre la nécessité d'une bonne conversion de la lumière d'excitation (concentration élevée) et d'une faible réabsorption
25 de la lumière de fluorescence par le colorant lui-même due au recouvrement des spectres d'absorption et d'émission (concentration faible).

L'ensemble 12 est relié à une première extrémité de la fibre optique transparente 12 par
30 le tronçon de fibre optique FM1 émettant la lumière de fluorescence de plus petite longueur d'onde λ_{M1} . De plus les différents tronçons de fibres optiques FM1,...,FMn de l'ensemble 12 sont reliés en une succession selon l'ordre croissant de leur longueur
35 d'onde de fluorescence $\lambda_{M1}, \dots, \lambda_{Mn}$ respectivement

(du bleu vers le rouge). Autrement dit, dans cet arrangement, la lumière de fluorescence émise par un tronçon de fibre optique FM_i et se propageant vers la fibre optique transparente 10 à travers les tronçons de fibres optiques $FM_{i-1}, \dots, FM_1$ (propagation vers la gauche sur la figure 1) n'est pas absorbée par ces derniers. Les spectres d'absorption et d'émission des colorants ayant une largeur d'environ 50 nm, on doit prendre garde à ce que les différents spectres d'absorption des tronçons de fibres optiques $FM_{i-1}, \dots, FM_1$ ne recouvre pas le spectre d'émission du tronçon de fibre optique FM_i . Mais cette condition est aisément respectée si l'on arrange l'ensemble 12 selon l'ordre croissant des longueurs d'onde.

Les différents tronçons de fibres optiques $FM_1, \dots, FM_n$ sont excités par des sources $L_1, \dots, L_n$ respectivement. Les sources $L_1, \dots, L_n$ illuminent latéralement les tronçons de fibres optiques $FM_1, \dots, FM_n$ qui sont évidemment dépourvus de gaine de protection mécanique (alors qu'une telle gaine 11 protège la fibre optique 10). Les sources $L_1, \dots, L_n$ peuvent être des diodes électroluminescentes (D.E.L.) dont le rayonnement est convenablement focalisé pour n'exciter qu'un tronçon de fibre optique à la fois.

Les sources $L_1, \dots, L_n$ peuvent aussi être des lampes à large bande spectrale. Si la lumière d'excitation provient de D.E.L. alors les longueurs d'onde d'émission de ces dernières doivent être en accord avec la bande d'absorption des tronçons de fibres optiques en regard.

Les diverses sources $L_1, \dots, L_n$ sont reliées à un modulateur 16 qui permet de faire varier à volonté l'intensité de la lumière émise par chaque

source. Par cet intermédiaire, on peut faire varier l'intensité des lumières de fluorescence.

La figure 3 illustre schématiquement une première variante de réalisation d'un dispositif selon l'invention. Cette variante peut être appliquée à la réalisation d'une source lumineuse servant d'étalon en colorimétrie par exemple. Dans cette variante de réalisation, on n'utilise que trois tronçons de fibres optiques fluorescentes FM1, FM2, FM3 dopés respectivement par du diméthyl-POPPOP (émettant de la lumière bleue), par de la Coumarine 520 (émettant de la lumière verte) et de la Rhodamine 6G (émettant de la lumière rouge) par exemple. Ces trois tronçons de fibre optique FM1, FM2, FM3 sont excités par trois sources respectivement, L1, L2, L3 dont l'intensité est modulable grâce au modulateur 16.

Ces trois tronçons FM1, FM2 et FM3 forment l'ensemble 12 relié à une première extrémité de la fibre optique transparente 10. Une excitation simultanée des trois tronçons de fibres optiques FM1, FM2, FM3, mélange les lumières de fluorescence aux couleurs primaires rouge, verte et bleue dans la fibre optique transparente 10. Une émission de lumière blanche est observée à la deuxième extrémité longitudinale de cette dernière. Cette source de lumière en bout de fibre peut servir d'étalon colorimétrique. En faisant varier l'intensité des émissions fluorescentes par l'intermédiaire du modulateur 16, on peut faire varier à volonté la couleur de l'émission en bout de fibre 10. On dispose donc, à partir des trois couleurs fondamentales émises par les tronçons de fibres optiques FM1, FM2, FM3, d'une source de lumière de couleur variable à volonté.

La figure 4 illustre schématiquement une application de l'invention dans le cas du transport de signaux lumineux en multiplex. Une première extrémité longitudinale de la fibre optique transparente 5 10 est reliée par une connexion 14 à un premier ensemble de n tronçons de fibres optiques fluorescentes $FM1, \dots, FMn$. n sources $L1, \dots, Ln$ permettent l'excitation latérale des tronçons $FM1, \dots, FMn$. L'intensité de la lumière émise par chaque source 10 $L1, \dots, Ln$ est modulable grâce au modulateur 16. Cette première partie du dispositif est conforme à la description qui a été faite de la figure 1.

En vue d'une application au transport multiplexé d'informations, les sources $L1, \dots, Ln$ 15 sont choisies aptes à être modulées de manière rapide (à une fréquence de l'ordre de la centaine de MHz). Le temps de réponse des colorants à une excitation est de l'ordre de la nanoseconde et ne limite donc pas la bande passante d'un tel système.

20 Cette première partie réalise un multiplexage des informations. En effet, si chaque source $L1, \dots, Ln$ est modulée suivant un signal numérisé, alors chaque tronçon $FM1, \dots, FMn$ émet une lumière de fluorescence elle aussi modulée suivant le signal 25 numérisé. Le rayonnement de fluorescence des tronçons de fibres optiques $FM1, \dots, FMn$ est isotropé, mais une partie non négligeable (de l'ordre de 4 à 5 %) est piégée et guidée dans la fibre optique transparente 10. Les différentes lumières de fluorescente 30 transportent donc simultanément une information sur la même ligne.

Ce type de transport de l'information nécessite un dispositif permettant la séparation des différents signaux numérisés. Ce dispositif 35 est réalisé par un second ensemble 18 de tronçons

de fibres optiques fluorescentes $FD_1, \dots, FD_n$ correspondant respectivement aux tronçons $FM_1, \dots, FM_n$. Ce second ensemble 18 est raccordé par une connexion 17 à la seconde extrémité longitudinale de la fibre optique transparente 10. La fluorescence de chaque tronçon FD_i est apte à être excitée par la lumière de fluorescence du tronçon de fibre optique lui correspondant FM_i . Bien entendu, les tronçons $FD_1, \dots, FD_n$ du second ensemble 18 sont reliés entre eux, deux à deux, par des connexions 19 en une succession ordonnée telle que chaque tronçon FD_i ne soit excité que par la lumière de fluorescence émise par un seul tronçon FM_i du premier ensemble 12. Cette condition revient à relier le tronçon FD_n produisant la lumière de fluorescence de plus grande longueur d'onde λ_{Dn} à la fibre optique transparente 10.

Chacun des tronçons de fibres optiques $FD_1, \dots, FD_n$ est dépourvu de gaine de protection mécanique et émet une lumière de fluorescence de manière isotrope. Une partie de cette lumière est donc émise latéralement. Des détecteurs $D_1, \dots, D_n$ sont placés latéralement en regard de chacun des tronçons $FD_1, \dots, FD_n$. Ces détecteurs peuvent être du type photodiode au silicium par exemple. Chaque détecteur D_i peut être muni de volets 20 interceptant la lumière provenant des tronçons de fibre optique FD_{i-1} et FD_{i+1} adjacents au tronçon de fibre optique FD_i .

L'ensemble des tronçons de fibres optiques $FD_1, \dots, FD_n$ munis des détecteurs $D_1, \dots, D_n$ correspondants peut-être placé dans un boîtier (non représenté) afin de le protéger des lumières extérieures parasites. Il en est de même pour l'ensemble des tronçons $FM_1, \dots, FM_n$ et des sources $L_1, \dots, L_n$ correspondantes.

Les détecteurs $D_1, \dots, D_n$ délivrent des signaux électriques correspondant aux signaux optiques détectés sur leurs sorties $S_1, \dots, S_n$ respectives. Un analyseur 22 de signaux électriques est relié par n entrées $E_1, \dots, E_n$ aux sorties $S_1, \dots, S_n$ des détecteurs $D_1, \dots, D_n$. Cet analyseur 22 permet de reconstituer des signaux analogiques à partir des signaux numérisés détectés par exemple.

Un tronçon de fibre optique FD_i du second ensemble 18, comme d'ailleurs un tronçon de fibre optique FM_i du premier ensemble 12, émet un rayonnement de fluorescence isotrope. Environ 8 % de ce rayonnement sont piégés dans la fibre optique elle-même : 4 % se propagent dans un sens et 4 % dans l'autre. Etant donné l'arrangement dans lequel sont ordonnés les différents tronçons des premier et second ensembles 12, 18, la lumière de fluorescence peut se propager dans un sens sans être absorbée par les colorants qu'elle rencontre. Dans l'autre sens, par contre, elle peut être absorbée et exciter la fluorescence d'un autre tronçon de fibre optique. Si une source Li excite un tronçon de fibre optique FM_i du premier ensemble 12 avec une intensité I_0 , alors environ 4 % de I_0 (en supposant le rendement quantique idéalement égal à 100 %) se propageront vers l'extrémité de l'ensemble 12 qui n'est pas reliée à la fibre optique transparente 10 (sens dans lequel il peut y avoir absorption). Si les 4 % de I_0 (à la longueur d'onde λ_{Mi}) excitent à leur tour un tronçon FM_{i+1} par exemple, alors ils donneront lieu à une fluorescence de 4 %.(4 %. I_0) à la longueur d'onde λ_{Mi+1} dans les deux sens de la fibre. Ce phénomène se produit en cascade mais engendre des intensités de plus en plus faibles. Les 4 %.(4 %. I_0) à la longueur d'onde λ_{Mi+1} après

leur propagation à l'intérieur de la fibre optique transparente 10 vont exciter le tronçon de fibre optique FD_{i+1} . Ce tronçon de fibre optique FD_{i+1} émet donc une première fluorescence à la longueur d'onde λ_{Di+1} correspondant au signal numérisé sur laquelle se superpose une fluorescence parasite à la même longueur d'onde due aux 4%.(4 %.10).

D'autre part, un phénomène analogue à la production des 4 %.(4 %.10) à la longueur d'onde λ_{Mi+1} peut se produire dans le second ensemble 18 et ajouter encore une fluorescence parasite à la longueur d'onde λ_{Di+1} .

Ces deux types de fluorescences parasites sont, comme on l'a vu, d'intensité beaucoup plus faible que la fluorescence transportant le signal numérisé. Pour qu'elles ne perturbent pas la détection du signal numérisé, il suffit d'imposer un seuil de détection à la sensibilité des détecteurs $D_1, \dots, D_n$. Ainsi, on peut s'affranchir de ces fluorescences parasites.

A titre d'exemple, on peut citer quatre colorants dopant quatre tronçons de fibres optiques fluorescentes FM_1, FM_2, FD_1, FD_2 :

25	Premier ensemble 12	{ FM_1 : diméthyl-P.O.P.O.P de longueur d'onde centrale de fluorescence λ_{M1} : 415 nm
30		{ FM_2 : coumarine 520 de longueur d'onde centrale de fluorescence λ_{M2} : 520 nm

5 Second ensemble 18 { FD1 : coumarine 550 de longueur
d'onde centrale de fluorescence
 λ_{D1} : 550 nm
FD2 : rhodamine 6G de longueur
d'onde centrale de fluorescence
 λ_{D2} : 590 nm

10 Il est possible d'estimer le rendement en puissance d'un système complet (abstraction faite des pertes minimales de transmission dans la ligne) ; il dépend des paramètres suivants :

- taux de capture de la lumière provenant d'une source : environ 4 %,
 - rendement quantique des différents colorants mis en jeu : au moins égal à 95 %,
 - pertes de couplage des tronçons de fibres optiques aux connexions : transparence de l'ordre de 80 %,
 - taux de capture de la lumière par le
- 20 détecteur : environ 20 %.

Au total, on peut estimer que le rendement du dispositif est de l'ordre de 0,4 %.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de multiplexage en longueur d'onde utilisant une fibre optique, caractérisé par le fait qu'il comprend, relié à une extrémité de cette fibre (10), un premier ensemble (12) de
5 n tronçons de fibres fluorescentes FM1,...,FMn mis bout à bout, chaque tronçon FMi, i entier allant de 1 à n, étant dopé pour réémettre par fluorescence à une certaine longueur d'onde λ_{Mi} et étant optique-
ment couplé à une source lumineuse d'excitation
10 Li, apte à produire la fluorescence, les tronçons FM1,...,FMn étant rangés à partir de l'extrémité de la fibre (10) dans l'ordre croissant de leur longueur de fluorescence respective $\lambda_{M1}, \dots, \lambda_{Mn}$.

2. Dispositif selon la revendication 1,
15 caractérisé en ce que l'intensité lumineuse de chaque source Li est susceptible d'être modulée.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le premier ensemble (12) comporte trois tronçons de
20 fibres optiques FM1, FM2, FM3 : le premier plus proche de la fibre (10) FM1 étant apte à émettre de la lumière de fluorescence bleue, le second FM2 étant apte à émettre de la lumière de fluorescence verte, le troisième FM3 étant apte à émettre de
25 la lumière de fluorescence rouge.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il com-
porte

- relié à l'autre extrémité de la fibre
30 (10) un second ensemble (18) de n tronçons de fibres optiques fluorescentes FD1,...,FDn mis bout à bout en une succession ordonnée telle que chaque tronçon FDi ne soit excité que par la lumière de fluorescence émise par un seul tronçon de fibre optique FMi du

premier ensemble (12) lui correspondant, chaque tronçon FD_i émettant une lumière de fluorescence à la longueur d'onde λ_{Di} après excitation, le tronçon FD_n produisant la lumière de fluorescence de plus grande longueur d'onde λ_{Dn} étant relié à cette autre

5 extrémité de la fibre (10),

- n détecteurs $D_1, \dots, D_n$ aptes à détecter la lumière de fluorescence éventuellement émise latéralement par chacun des n tronçons de fibres optiques $FD_1, \dots, FD_n$ respectivement, chacun de ces

10 détecteurs $D_1, \dots, D_n$ délivrant sur des sorties $S_1, \dots, S_n$, respectivement, un signal électrique correspondant à la lumière détectée,

- un analyseur (22) de signaux électriques

15 ayant n entrées $E_1, \dots, E_n$ reliées aux sorties $S_1, \dots, S_n$, respectivement, des détecteurs $D_1, \dots, D_n$.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les détecteurs $D_1, \dots, D_n$ présentent un seuil de détection de manière à ne détecter

20 que la lumière de fluorescence provenant des émissions par les tronçons $FD_1, \dots, FD_n$ leur correspondant dues aux excitations provenant des tronçons de fibres optiques $FM_1, \dots, FM_n$ du premier ensemble (12) et non la lumière de fluorescence émise par les tronçons

25 de fibres optiques $FD_1, \dots, FD_n$ due à une excitation parasite, cette lumière de fluorescence parasite étant d'intensité très inférieure à la lumière de fluorescence due aux excitations provenant des tronçons de fibres optiques $FM_1, \dots, FM_n$ du premier ensemble

30 ble (12).

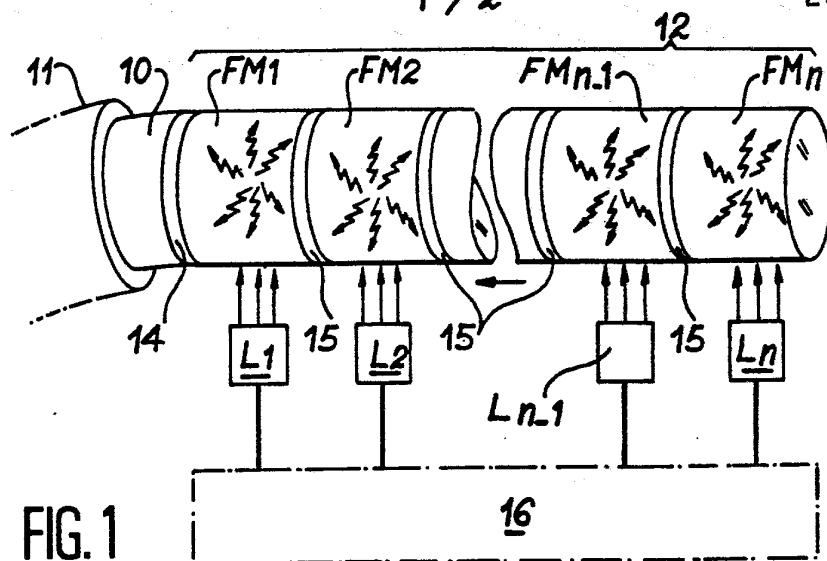


FIG. 1

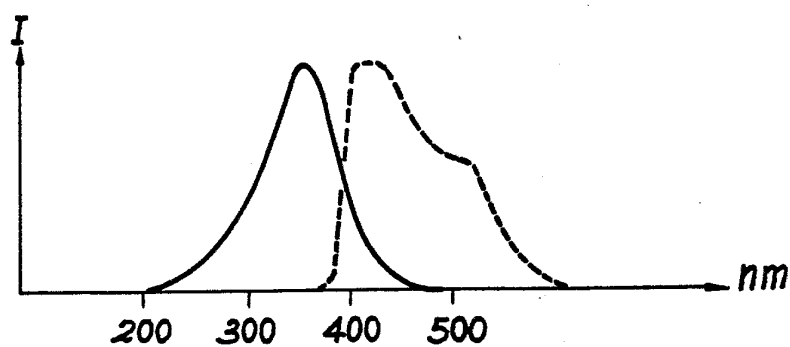


FIG. 2

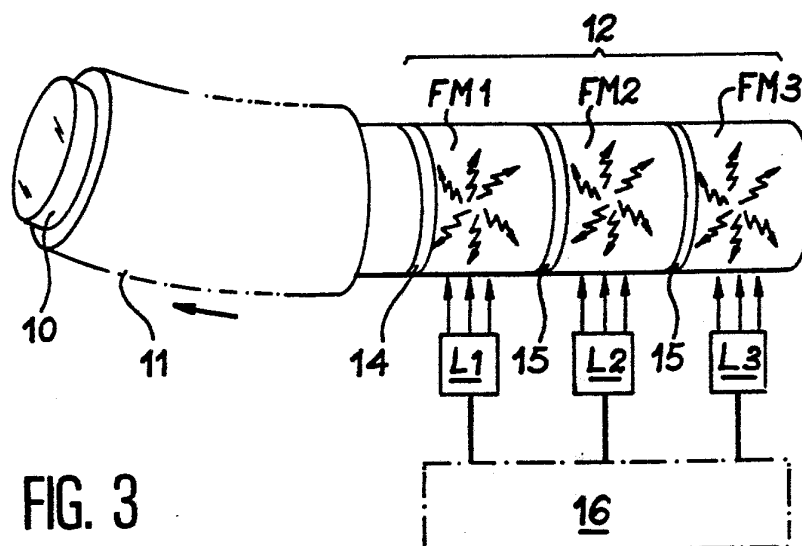


FIG. 3

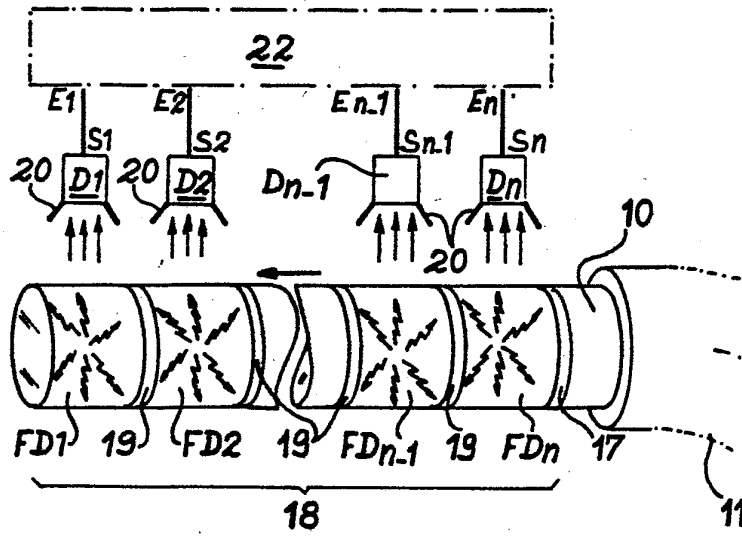


FIG. 4

