

## NOTIFICATION DU NUMÉRO D'ENREGISTREMENT NATIONAL

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie

À envoyer par l'INPI au demandeur ou au mandataire

Réserve à l'INPI DATE DE REMISE DES PIÈCES <b>27 JAN. 1998</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL <b>98.01243</b> DEPARTEMENT DE DÉPÔT <b>37</b> DATE DE DÉPÔT	1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  <b>CABINET MAISONNIER</b> <b>25, Place Bellecour</b> <b>69002 LYON</b>
--	--

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

brevet d'invention     demande divisionnaire  
 certificat d'utilité     transformation d'une demande de brevet européen

demande initiale  
 demande initiale

brevet d'invention     certificat d'utilité n°

n° du pouvoir permanent    références du correspondant    téléphone

différé     immédiat    date

oui     non

S 534 - F 1    04 72 77 71 77

Etablissement du rapport de recherche

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**DISPOSITIF PERMETTANT NOTAMMENT DE DURCIR DES MATERIAUX COMPOSITES UTILISES DANS LE DOMAINE DENTAIRE.**

3 DEMANDEUR (S)    n° SIREN    code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

**S.E.D.**  
**SOCIETE D'EXPLOITATION DENTAIRE**

Forme juridique

Nationalité (s) **Française**

Adresse (s) complète (s)

**Chateau de Tarailan**  
**11560 FLEURY D'AUDE**

Pays

**FRANCE**

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

oui     non    En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

requise pour la 1ère fois     requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine	numéro	date de dépôt	nature de la demande

7 DIVISIONS antérieures à la présente demande

n°	date	n°	date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (nom et qualité du signataire - n° d'inscription)

**C. SIMLER**

**C. APPOUSSE BASTIDE**

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION    SIGNATURE APRES ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE A L'INPI

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

# MM TECHNOLOGIE

**Brevets d'inventions  
Marques, Dessins & Modèles  
Dépôts & Recherches en Europe et tous pays**

Immeuble le Synergie  
770 rue Alfred Nobel  
34000 Montpellier

TEL: 04.67 22 76 18  
FAX: 04.67 22 76 78

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

---

<b>Pays</b>	<b>FRANCE</b>
<b>N°</b>	<b>98/01243</b>
<b>Date</b>	<b>27 janvier 1998</b>
<b>Titre</b>	<b>"DISPOSITIF PERMETTANT NOTAMMENT DE DURCIR DES MATERIAUX COMPOSITES UTILISES DANS LE DOMAINE DENTAIRE"</b>
<b>Déposant</b>	<b>SOCIETE D'EXPLOITATION DENTAIRE Château de Tarailhan 11560 FLEURY D'AUBE</b>
<b>Inventeurs</b>	<b>François DURET Hervé NOUI</b>
<b>Durée</b>	<b>20 ans</b>

## ABREGE DESCRIPTIF

Dispositif permettant notamment de durcir des matériaux composites (2) utilisés dans le domaine dentaire du type comprenant une unité centrale de commande(2), une source lumineuse (11) reliée à ladite unité centrale (2), un guide d'ondes lumineuses (4,40) pour appliquer l'énergie lumineuse sur la zone à traiter et, entre ladite source lumineuse (11) et ledit guide (4,40), un moyen de filtrage de la lumière émise.

Le moyen de filtrage (5) est choisi de manière que le spectre lumineux sortant du guide d'ondes lumineuses se situe dans une bande allant de 430 à 500 nm et en ce que l'unité centrale (2) comporte d'une part des moyens électroniques (20,21,22) permettant de définir et/ou de mémoriser un profil énergétique en fonction de la couleur du composite (3) à traiter et/ou que renferme le composite, et des moyens électroniques de commande (23) de l'intensité lumineuse de la source et éventuellement du moyen de filtrage (5) pour faire varier les caractéristiques dudit filtrage.

Figure 1.

La présente invention a pour objet un dispositif permettant notamment de durcir des matériaux composites utilisés dans le domaine dentaire.

5 Les matériaux composites utilisés dans l'art dentaire sont généralement à base d'une résine photopolymérisable dont la structure moléculaire se transforme sous l'effet d'un rayonnement d'une longueur d'onde déterminée en fonction de la capacité d'absorption desdits composites.

10 La photopolymérisation du matériau composite est réalisée au moyen d'une source émettrice d'un rayonnement d'une longueur d'onde activant les photoinitiateurs du matériau, pendant un temps d'exposition calculé, en fonction de l'énergie du rayonnement, pour éviter un échauffement  
15 trop important des tissus environnant la zone de traitement. Les paramètres de longueur d'onde, d'intensité du rayonnement et de temps d'exposition sont également déterminés en fonction de la couleur du matériau, en réglant notamment une intensité plus forte pour un composite de  
20 couleur plus foncée ou de plus grande charge. Toutefois l'augmentation de l'intensité du rayonnement émis entraîne un risque d'échauffement excessif des tissus environnants.

On connaît des dispositifs permettant de durcir des matières composites mous qui utilisent des lampes à  
25 vapeur de mercure, mais celles-ci émettent dans le spectre des ultraviolets, ce qui est dangereux pour les yeux et la muqueuse buccale du patient.

D'autres dispositifs utilisent des lampes halogènes qui présentent l'inconvénient de posséder un  
30 rapport lumen/watt faible et une dissipation thermique élevée par rapport à l'énergie lumineuse produite, ce qui oblige à limiter la montée de la puissance pour obtenir de plus grandes intensités.

Certains dispositifs sont équipés de laser mais  
35 le faisceau lumineux qu'ils génèrent est une lumière monochromatique qui ne peut, en raison de ses étroites longueurs d'onde, polymériser qu'un nombre limité de

composites. De plus, le laser est un appareillage coûteux qui présente en outre un coût d'entretien et de mise en oeuvre élevé.

5 D'autres dispositifs utilisent d'une part une source lumineuse générée par deux électrodes espacées et soumises à des différences de potentiel électrique aptes à produire un arc électrique au travers duquel passe un gaz qui est partiellement ionisé à haute température, et d'autre part un système de filtrage de la lumière émise comportant  
10 un filtre à infrarouges placé immédiatement devant la source et permettant d'obtenir un spectre lumineux d'émission compris entre 400 et 800 nm et un filtre passe-bas placé après ledit filtre infrarouge et permettant de fixer la fréquence de coupure haute du filtre à environ 515 nm.

15 Le document FR-A-261132 décrit un dispositif de découpage ou de traitement de matières dures ou molles, notamment de tissus vivants, par production d'un courant de gaz ionisé, dont la lumière émise peut être utilisée pour activer les photopolymérisations de substances, notamment de  
20 certaines résines, en utilisant des filtres placés devant la source.

Toutefois dans ces dispositifs le système de filtrage ne permet pas d'augmenter la puissance lumineuse de la source sans danger, car l'énergie lumineuse absorbée par  
25 les tissus biologiques peut conduire à leur destruction en cas de forte élévation de la température. En outre le profil énergétique, qui représente les variations de l'intensité lumineuse au cours du temps, ne peut pas être réglé en fonction de l'application, notamment pour s'adapter à des  
30 matériaux composites de différentes couleurs.

La présente invention a pour but de remédier à ces divers inconvénients des dispositifs connus en proposant un dispositif de traitement de matériaux composites, en vue  
notamment de leur durcissement, à l'aide d'un rayonnement dont le profil énergétique est modifiable, de manière  
35 dynamique, en fonction de l'application, pour réaliser une photopolymérisation graduelle permettant d'atteindre les

différentes couches du composite, quelle que soit sa couleur, et qui permet en outre de réduire fortement le temps de traitement dudit matériau.

5 Le dispositif de traitement selon la présente invention est du type comprenant une unité centrale de commande, une source lumineuse reliée à ladite unité centrale, un guide d'ondes lumineuses pour appliquer l'énergie lumineuse sur la zone à traiter et, entre ladite source lumineuse et ledit guide, un moyen de filtrage de la lumière émise, ce dispositif se caractérisant  
10 essentiellement en ce que le moyen de filtrage est choisi de manière que le spectre lumineux sortant du guide d'ondes lumineuses se situe dans une bande allant de 450 à 500 nm et en ce que l'unité centrale de commande comporte d'une part  
15 des moyens électroniques permettant de définir et/ou de mémoriser un profil énergétique en fonction de la couleur du composite à traiter et/ou du type de photoinitiateurs que renferme le composite, et d'autre part des moyens électroniques de commande de la puissance lumineuse de la source et éventuellement du moyen de filtrage pour faire  
20 varier les caractéristiques dudit filtrage.

Selon une caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, le moyen de filtrage comprend, disposés successivement de la source vers l'entrée du guide  
25 de lumière, un premier filtre infrarouge puis deux filtres passe-bas et passe-haut, disposés dans cet ordre.

Selon une autre caractéristique additionnelle de l'invention l'un au moins des filtres passe-bas ou passe-haut est filtre polarisant relié électriquement à l'unité  
30 centrale et dont les caractéristiques de transmission sont modifiables par ladite unité centrale en fonction du profil énergétique correspondant au composite à photopolymériser.

Dans un premier mode de réalisation de l'invention l'unité centrale comporte dans sa mémoire une  
35 table de profils énergétiques correspondant chacun à un composite de couleur déterminée ou à un composite dont les photoinitiateurs réagissent à une autre longueur d'onde du

rayonnement, sélectionnable au moyen de touches disposées sur le boîtier renfermant ladite unité centrale.

Dans un autre mode de réalisation le profil énergétique d'un composite d'une couleur donnée est calculé automatiquement au moyen d'un spectro-colorimètre dont le signal de mesure, représentatif de la couleur du matériau à durcir, est traité par l'unité centrale en vue de déterminer un profil énergétique éventuellement mis en mémoire.

Les avantages et les caractéristiques de la présente invention ressortiront plus clairement de la description qui suit et qui se rapporte au dessin annexé, fourni à titre de simple illustration de l'invention, vis-à-vis de laquelle il ne présente aucun caractère limitatif.

Dans le dessin annexé :

- la figure 1 représente le schéma synoptique du dispositif selon l'invention.

- la figure 2 représente le spectre de la source et la bande de fréquence en sortie du filtre du dispositif ainsi que la bande de fréquence des filtres des dispositifs existants.

- la figure 3 représente le schéma fonctionnel de l'unité centrale du dispositif.

- la figure 4 représente une vue en plan du dispositif de filtrage dans un mode de réalisation particulier.

Si on se réfère à la figure 1 on peut voir qu'un dispositif selon l'invention comprend un boîtier 1 abritant un générateur de lumière 10 comportant une lampe 11, commandé par une unité centrale électronique 2 destinée à la gestion de la commande du générateur de lumière en fonction des paramètres d'un matériau composite 3 à durcir en l'exposant au rayonnement lumineux émis par la lampe 11. Le rayonnement lumineux est acheminé sur le matériau à traiter au moyen d'une fibre optique 4 connectée par une de ses extrémités à la sortie d'un dispositif de filtrage 5 placé devant la source lumineuse 11 et par son autre extrémité à un embout coudé 40.

Le boîtier 1 est muni d'un clavier 12 comportant treize touches tactiles 13 et des voyants de contrôle 14 pour permettre à l'opérateur de dialoguer avec le dispositif.

5 Parmi les treize touches tactiles 13, huit touches 130 permettent à l'utilisateur de régler le temps d'application, trois touches 131 servent à régler le niveau de puissance de la lampe 11, et deux touches 132 permettent de sélectionner un mode de fonctionnement de l'appareil.

10 Les essais ont montré que le spectre lumineux sortant du guide d'ondes lumineuses doit se situer préférentiellement dans une bande allant de 450 à 500 nm et que l'intensité lumineuse mesurée à la sortie du guide d'onde, c'est-à-dire à l'endroit où est disponible  
15 l'intensité lumineuse utile à la photopolymérisation du composite 3 à durcir, doit être au minimum de l'ordre de  $1\text{W/cm}^2$ , et préférentiellement de  $1,3\text{ W/cm}^2$ .

20 On notera également que la longueur de la fibre optique 4 doit être déterminée de manière à éviter une atténuation importante de l'amplitude du rayonnement lumineux et donc de son efficacité, et qu'elle doit être préférentiellement égale à environ 1,8 mètres.

25 Le revêtement de la fibre optique 4 et de l'embout 40 doit être une matière résistante aux produits de désinfection couramment utilisés, telle que la silicone, qui convient parfaitement au domaine médical.

30 La fibre optique 4 est de préférence une fibre liquide permettant une meilleure transmission de la lumière dans le domaine spectral choisi et résistant aux hautes énergies, tandis que l'embout 40 est constitué d'un polymère multibrins.

35 L'insertion de la fibre optique 4 dans le générateur de lumière 10 est de type Push-Pull et l'embout coudé 40 est solidarisé magnétiquement à la fibre 4 de manière à favoriser sa rotation.

Le générateur de lumière 10 comprend préférentiellement une lampe 11 à décharge délivrant une

puissance de l'ordre de 300W, alimentée par une source de tension alternative 15, et munie d'une optique de focalisation 16. Le spectre lumineux de la lampe 11, identique à celui des lampes à décharge utilisées dans les dispositifs actuels est très large, se situant notamment entre 400 et 800nm.

Le dispositif de filtrage 5 comprend, à partir de la lampe 11, un premier filtre infrarouge 50 stoppant les rayonnements infrarouge nuisibles à la tenue de la fibre optique 4 et n'ayant pas d'utilité dans la présente application, suivi d'un deuxième filtre du type passe-bas 51 coupant les fréquences hautes au delà de 500nm, puis d'un troisième filtre de type passe-haut 52 éliminant les fréquences en-dessous de 450nm.

La combinaison des trois filtres 50,51 et 52 permet de laisser passer une bande de fréquence 61, comme on peut le voir à la figure 2, transmettant une fraction du spectre 62 d'émission de la lampe.

Le filtre passe-haut 52 est un filtre électrochimique relié électriquement à l'unité centrale 2, dont la structure moléculaire peut être modifiée par l'envoi d'un signal électrique, ou par tout autre moyen électrique ou optique changeant ses caractéristiques de transmission de la lumière et donc la valeur de sa fréquence de coupure basse 520.

Le filtre passe-bas 51 peut également être commandable l'unité centrale 2 afin de modifier également sa fréquence de coupure haute 510.

On notera également que l'on peut aussi avoir plusieurs filtres télécommandés ou commandés à distance par voie hertzienne ou par un faisceau infrarouge, par l'unité centrale 2, de manière sélective, automatique, ou à l'aide de cartes électroniques à mémoires insérables dans le boîtier 1.

Il est aussi possible de modifier cette transmission en utilisant des filtres sensibles à certaines longueurs d'ondes. La méthode consiste alors à placer un

filtre photosensible à une longueur d'onde différente de la longueur d'onde utilisée pour la photopolymérisation, comme on peut le voir sur la figure 4. Dans ce mode de réalisation particulier du dispositif de filtrage 5 le filtre intermédiaire est un filtre photosensible 57 et le dispositif comporte une source plasmatisque 55 pour la photopolymérisation et une source 56 pour la photosensibilité du filtre. Ainsi suivant l'intensité désirée on augmente plus ou moins l'efficacité du filtre sensible ce qui permet de régler l'intensité transmise dans la fibre optique 4.

On peut voir également sur la figure 2 une droite horizontale 53 qui représente la valeur de la puissance de la lampe 11. On sait que la capacité d'absorption de la lumière par un matériau composite 3 est proportionnelle à l'énergie totale des raies, représentées schématiquement par la courbe 62, se trouvant sous la droite 53 dans la bande de fréquence 61 de l'émission lumineuse et qu'elle devient donc plus importante lors d'une augmentation de la puissance qui a pour effet un échauffement des tissus environnant la zone à traiter si le temps d'exposition est conservé.

Le dispositif de filtrage du dispositif selon l'invention permet d'éviter cet échauffement en installant une source lumineuse 11 plus puissante tout en réduisant de façon significative le temps d'exposition et la zone spectrale. En effet, comme le montre la figure 2, les filtres 50, 51 et 52 permettent d'utiliser une lampe d'une puissance 54 supérieure à celle, 53, des lampes actuelles et de diminuer fortement le temps d'exposition tout en conservant la même capacité d'absorption des matières exposées au rayonnement, par une réduction de la largeur de la bande de fréquence 60 que laissent passer les dispositifs de filtrage des appareils actuels se situant entre 360 et 530nm, la bande de fréquence 61 se situant entre 450 et 500nm.

Le filtre passe-bas 51 sera de préférence

incliné pour éviter la retransmission de réflexions sur la lampe 11.

Étant donné la géométrie de la lampe 11 retenue deux dissipateurs thermiques, non représentées, maintenus par une cale de matériau isolant respectant les caractéristiques diélectriques nécessaires à l'amorçage de la lampe 11 et munis de plots de connexion seront fixés à l'anode et à la cathode de la lampe 11, celui de l'anode comprendra en plus un alésage destiné à accueillir les filtres optiques 50, 51 et 52.

Si on se réfère maintenant à la figure 3 on peut voir que l'unité centrale 2 comporte un microprocesseur 20 et des mémoires morte 21 et vive 22, un circuit électronique de commande 23 de la puissance de la lampe alimenté à partir de la source de tension alternative 15 et connecté au microprocesseur 20, lequel est également relié électriquement aux touches 13 du clavier 12 et aux diodes électroluminescentes 14.

Le microprocesseur 20 est relié électriquement au filtre électrochimique 51 et pilote ce dernier et le circuit de commande 23 en fonction d'un profil énergétique mémorisé dans la mémoire vive 22 correspondant à un cycle de traitement d'un matériau composite d'une couleur donnée et photopolymérisable par le rayonnement émis par la source de lumière 10.

Les profils énergétiques peuvent être mémorisés, dans un premier mode de réalisation du dispositif selon l'invention, préalablement, par le constructeur, dans la mémoire morte 21 en fonction des composites de couleur actuellement utilisés, l'utilisateur n'ayant plus qu'à sélectionner l'une des treize touches 13 du clavier 12 du boîtier 1. Dans un deuxième mode de réalisation de l'invention les profils énergétiques peuvent être définis et mémorisés au moyen d'un instrument de mesure permettant de déterminer les caractéristiques optiques du matériau en envoyant au microprocesseur un signal représentatif de ces caractéristiques qui est traité à l'aide d'un programme de

traitement intégré à la mémoire morte 21 afin de définir le profil énergétique à appliquer au matériau composite en commandant le circuit de commande et éventuellement le filtre 51, ledit profil énergétique étant également mémorisé dans la mémoire vive 22.

Dans ce dernier mode de réalisation la mesure de la couleur du matériau pourra être faite par exemple par spectrocolorimétrie, soit à l'aide de la fibre optique 4 qui acheminera un rayonnement de mesure dont le retour sera analysé par le microprocesseur pour en déduire le profil énergétique, soit à partir d'un moyen de mesure indépendant connecté au boîtier 1. Ce mode de réalisation permet une configuration automatique et immédiate, par l'utilisateur, à un type de matériau composite à traiter quelle que soit sa couleur et sa composition, suivant l'indication d'un écran digital qui serait intégré au boîtier 1.

Le microprocesseur 20 est également relié à un moyen de commande à distance, non représenté, tel qu'une pédale, par l'intermédiaire d'un contact sec muni d'un mécanisme anti-rebond, matériel ou logiciel, permettant à l'utilisateur de lancer le cycle de photopolymérisation qu'il aura préalablement sélectionné.

Le dispositif selon l'invention permet d'obtenir une photopolymérisation graduelle du matériau composite à traiter pour atteindre les différentes couches de celui-ci dans un temps très court grâce à la variation de la puissance de la source 11 au moyen du circuit de commande piloté par le microprocesseur 20 en fonction d'un profil énergétique sélectionné et parfaitement adapté au composite. Il permet également d'éviter un échauffement trop important des tissus environnant la zone de traitement par une variation de la bande de fréquence du dispositif de filtrage 5 grâce à une modification des caractéristiques de transmission du filtre 51, 52 ou 56, sous l'effet d'un signal émis par le microprocesseur 20 et déterminé en fonction des paramètres du profil énergétique sélectionné.

On notera que la modification de la couleur du liquide de la fibre optique 4 peut également permettre de modifier l'énergie lumineuse du rayonnement qu'elle transporte.

## REVENDEICATIONS

- 1) Dispositif permettant notamment de durcir des matériaux composites (2) utilisés dans le domaine dentaire du type comprenant une unité centrale de commande(2), une source lumineuse (11) reliée à ladite unité centrale (2), un guide d'ondes lumineuses (4,40) pour appliquer l'énergie lumineuse sur la zone à traiter et, entre ladite source lumineuse (11) et ledit guide (4,40), un moyen de filtrage de la lumière émise, caractérisé en ce que le moyen de filtrage (5) est choisi de manière que le spectre lumineux sortant du guide d'ondes lumineuses se situe dans une bande allant de 430 à 500 nm et en ce que l'unité centrale (2) comporte d'une part des moyens électroniques (20,21,22) permettant de définir et/ou de mémoriser un profil énergétique en fonction de la couleur du composite (3) à traiter et/ou que renferme le composite, et des moyens électroniques de commande (23) de l'intensité lumineuse de la source et éventuellement du moyen de filtrage (5) pour faire varier les caractéristiques dudit filtrage.
- 2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le moyen de filtrage (5) comprend, disposés successivement de la source vers l'entrée du guide de lumière, un premier filtre infrarouge (50) et deux filtres passe-bas (51, 56) et passe-haut (52), disposés dans cet ordre.
- 3) Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'un au moins des filtres passe-bas (51, 56) ou passe-haut (52) est un filtre électrochimique ou photosensible dont les caractéristiques de transmission sont modifiables par ladite unité centrale (2) en fonction du profil énergétique correspondant au composite (3) à photopolymériser.
- 4) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'unité centrale (2) comporte dans sa mémoire une table de profils énergétiques, correspondants chacun à un composite d'une couleur déterminée ou à un composite dont les photoinitiateurs

réagissent à une autre longueur d'onde du rayonnement sélectionnables au moyen de touches (13) accessibles sur le boîtier (1).

5 5) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que le profil énergétique d'un composite d'une couleur donnée est calculé automatiquement au moyen d'un spectro-colorimètre dont le signal de mesure représentatif de la couleur du matériau composite à durcir est traité par l'unité centrale (2) pour en restituer un  
10 profil énergétique éventuellement mis en mémoire (22).

6) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le guide optique (4,40) est une fibre optique (4) terminée à son extrémité libre par un embout coudé (40).

15 7) Dispositif selon la revendication 6 caractérisé en ce que la fibre optique (4) est une fibre liquide (4) et en ce que l'embout (40) est constitué d'un polymère multibrins.

8) Dispositif selon la revendication 6 ou 7 caractérisé en ce que l'embout (40) est solidarisé magnétiquement à la  
20 fibre (4) de manière à favoriser sa rotation.

9) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8 caractérisé en ce que l'énergie lumineuse est sélectionnée en fonction du choix de la fibre, avec ou ~~sans~~ colorant.

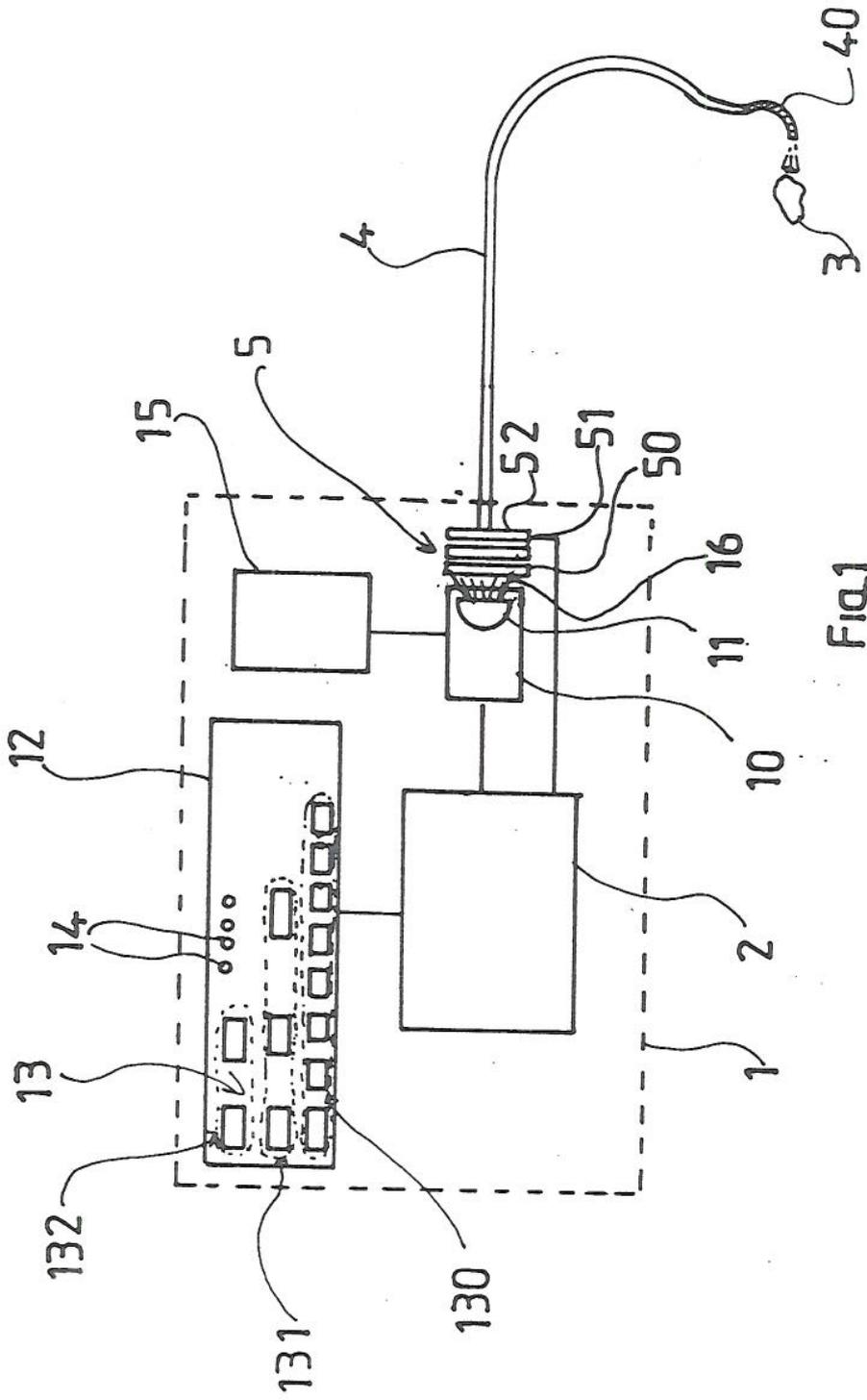


Fig.1

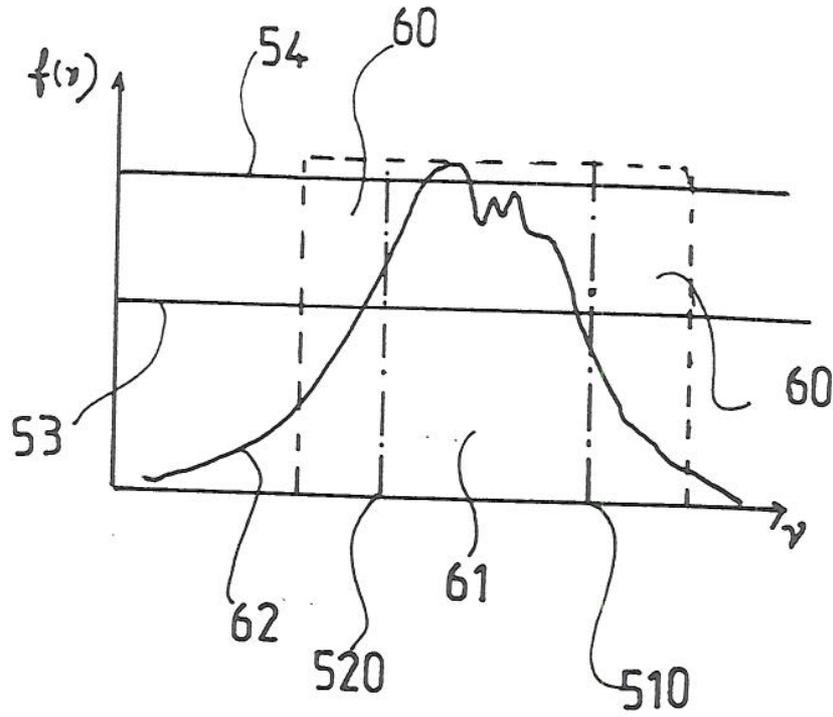


Fig.2

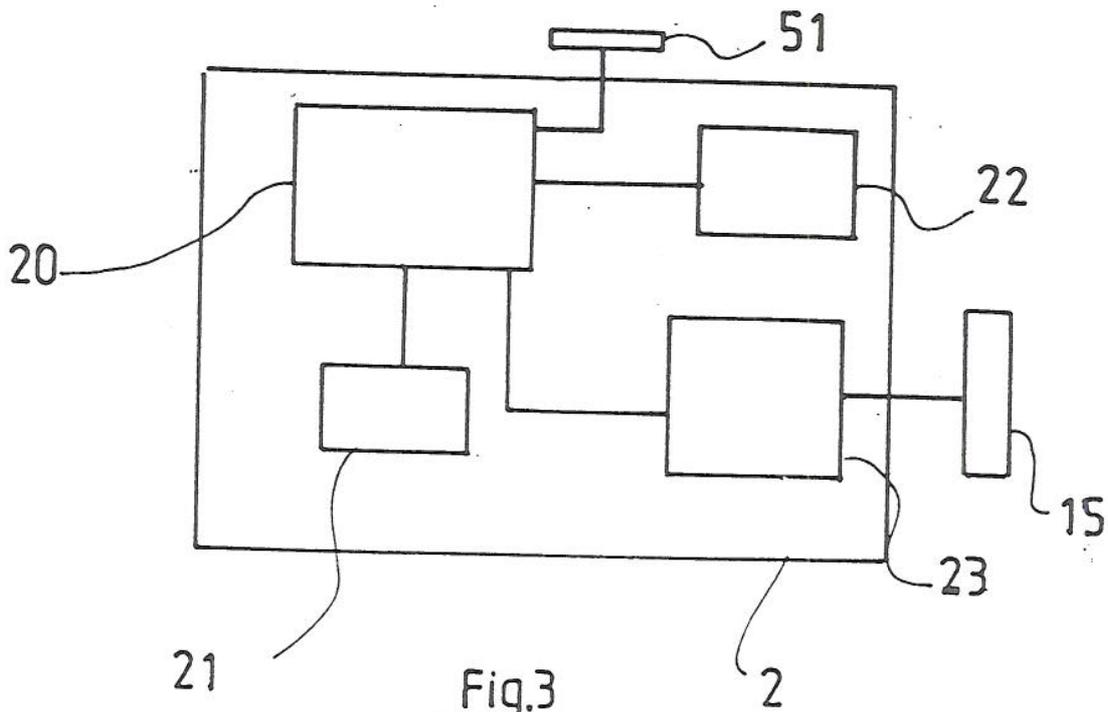


Fig.3

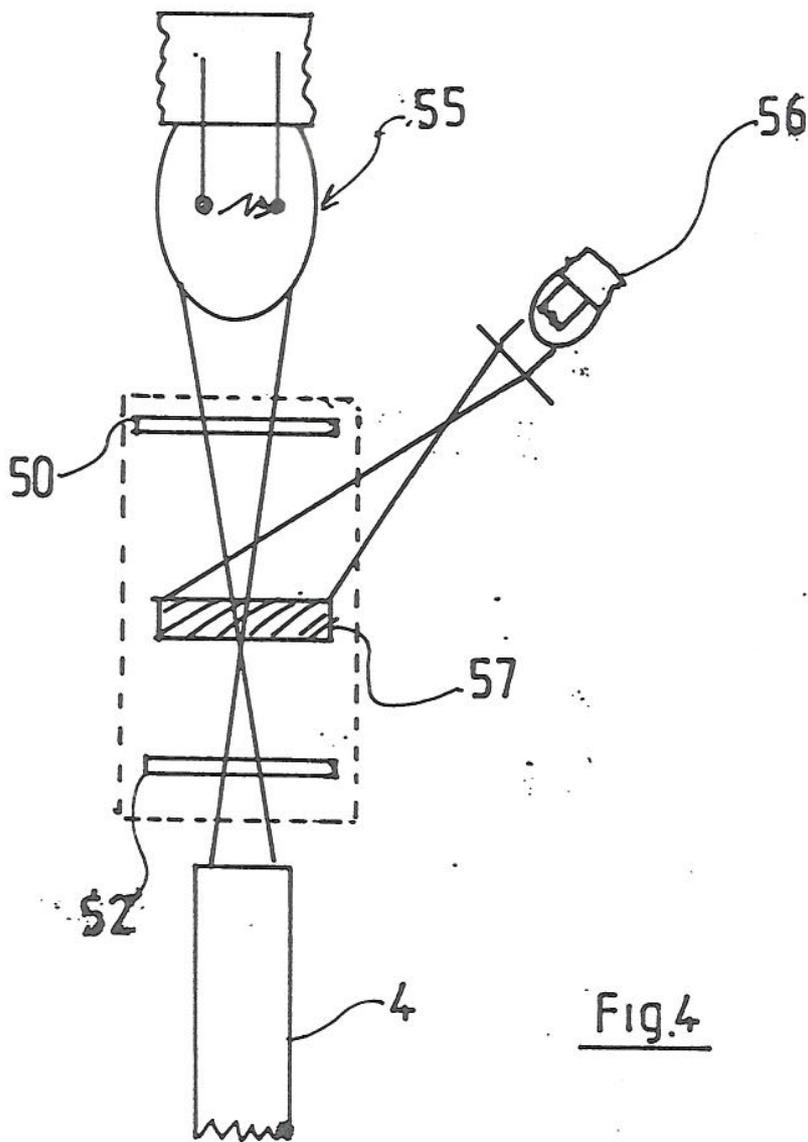


Fig. 4