

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.02.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 24.08.01 Bulletin 01/34.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : DURET FRANCOIS — FR, NOUI
HERVE — FR et DECAUDIN JEAN MICHEL — FR.

72 Inventeur(s) : DURET FRANCOIS, NOUI HERVE et
DECAUDIN JEAN MICHEL.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET BLEGER RHEIN.

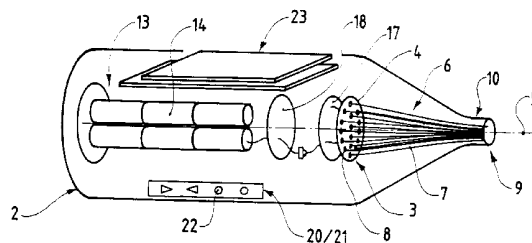
54 DISPOSITIF DE PHOTOPOLYMERISATION D'APPLICATION DENTAIRE.

57 L'invention concerne un dispositif (1) de photopolymé-
risation de matériaux composites, notamment d'application
dans le domaine dentaire, comportant une source lumineu-
se (3) ainsi que des moyens optiques (6) pour orienter et
émettre l'énergie lumineuse produite par ladite source (3)
en direction d'une zone d'éclairage.

Ce dispositif (1) comporte, en combinaison, des moyens
pour ajuster un ou plusieurs des paramètres de fonctionne-
ment de la source lumineuse (3), à savoir:

- l'intensité d'éclairement;
- et/ ou la densité d'éclairement par unité de surface;
- et / ou le nombre des séquences d'éclairage;
- et/ ou la durée de chacune de ces séquences;
- et/ ou la longueur d'onde ou le spectre des rayonne-
ments lumineux émis;

de manière à adapter le profil énergétique de photopoly-
mérisation en fonction des caractéristiques du matériau
composite à photopolymériser.



L'invention a trait à un dispositif de photopolymérisation de matériaux composites, d'application notamment dans le domaine dentaire, comportant une source lumineuse, ainsi que des moyens optiques pour orienter et émettre l'énergie lumineuse produite par ladite source en direction d'une zone à éclairer

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 lumineux d'une longueur d'onde donnée en fonction de la capacité d'absorption du matériau utilisé. Ainsi, en cours de polymérisation, ce rayonnement active les photoinitiateurs du matériau, pendant un temps d'exposition calculé en fonction de l'énergie de ce rayonnement pour éviter un échauffement trop important des tissus environnant la zone de traitement.

Il convient d'observer que les paramètres du rayonnement, longueur d'onde, intensité, temps d'exposition, dépendent bien sûr de la composition particulière de chaque composite, mais également de sa couleur et de son épaisseur. Un composite plus foncé et de plus grande masse nécessitera pour sa photopolymérisation un rayonnement de plus forte intensité. C'est ce que l'on appelle les paramètres de polymérisation, qui jusque là, n'ont jamais été programmés avec précision.

On connaît d'ores et déjà des dispositifs de photopolymérisation répondant à la description qui en est faite ci-dessus. Ainsi de tels dispositifs comportent une source lumineuse et des moyens optiques pour orienter et émettre l'énergie lumineuse produite par ladite source en direction de la zone à éclairer (ou site clinique). Ces moyens optiques se présentent, par exemple, sous forme de fibres optiques.

En fin de compte, ces appareils connus à ce jour sont adaptés pour émettre un rayonnement d'un profil défini sans possibilité, pour l'opérateur, d'intervenir sur ce dernier. En fait, le seul paramètre sur lequel une action est possible avec précision est le temps d'éclairage. Aussi, de tels dispositifs ne présentent guère de souplesse d'utilisation et sont d'application limitée.

En tant que source lumineuse dans ce type d'appareil, il est utilisé, par exemple, des lampes à la vapeur de mercure qui

présentent l'inconvénient d'émettre dans le spectre des ultraviolets, ce qui est dangereux pour les yeux et la muqueuse buccale des patients. D'autres dispositifs utilisent des lampes halogènes qui ont, elles, l'inconvénient de posséder un 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. Par ailleurs, certains dispositifs sont équipés de lasers, mais les faisceaux lumineux qu'ils génèrent correspondent à une lumière monochromatique qui ne peut, en raison de son spectre de longueurs d'onde réduit, polymériser, là encore, que des composites bien définis. De plus, les lasers sont des appareils onéreux qui présentent, en outre, un coût d'entretien et de mise en œuvre élevé.

Il est encore connu des dispositifs qui font appel à des électrodes espacées et soumises à des différences de potentiel électrique aptes à produire un arc électrique au travers d'un gaz partiellement ionisé à haute température. De tels systèmes emploient, en combinaison, un filtre infrarouge placé immédiatement devant la source et permettant d'obtenir un spectre lumineux d'émission compris entre 400 et 800 nm. Un filtre passe-bas permet de fixer ensuite la fréquence de coupure haute du filtre à environ 515 nm.

Toutefois, dans ces dispositifs, le système de filtrage ne permet pas d'augmenter, sans danger, la puissance lumineuse de la source, car l'énergie lumineuse absorbée par 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 émise au cours du temps, ne peut pas être modifié. Cela exclut, par conséquent, toute possibilité de l'adapter à des matériaux composites de différentes couleurs, par exemple.

Il existe aussi des dispositifs à photopolymériser utilisant l'énergie plasma et ayant une zone d'émission sélective isolée grâce à des filtrations plus ou moins complexes. Un document FR-98 01243 décrit un tel appareil.

A noter que de tels dispositifs présentent la particularité de laisser passer des rayonnements hautement caloriques dans des zones au delà des 1200 nm. Ceci a pour conséquence d'élever dangereusement la température au moment de la polymérisation. Par ailleurs, ces dispositifs nécessitent des systèmes de refroidissement performants qui sont d'un coût et d'un poids élevés.

L'on connaît, encore, par exemple par les documents EP-A-0 880 945, JP-A-9010238, US-A-5 634 711, PCT/AU97/00207, des dispositifs de photopolymérisation dont la source lumineuse est définie par des diodes électroluminescentes, dénommées usuellement des LED, susceptibles d'émettre souvent un rayonnement de longueurs d'onde comprises entre 420 et 510 nm. En fait, il s'agit d'une pluralité de LED bleues disposées sur un plateau support perpendiculairement à l'intérieur du corps de l'appareil. A l'avant de ce plateau de diodes LED, se trouvent des moyens pour concentrer les rayonnements émis et pour les orienter en direction d'un guide d'onde dont l'extrémité distale vient projeter ce rayonnement concentré sur la surface à traiter. Ce dispositif peut emprunter la forme d'un pistolet raccordé à une alimentation en énergie électrique externe.

Dans le cas tout particulier du document PCT/AU99/00207, l'appareil reçoit encore des moyens de gestion du fonctionnement de la source lumineuse, auxquels sont associés des moyens de réglage du temps d'exposition. Cela ne règle en rien le problème posé, dans la mesure où il n'est guère possible de modifier, pour autant, le profil énergétique du rayonnement émis, notamment en ce qui concerne l'intensité de ce rayonnement, sa densité par unité de surface, le nombre des séquences d'irradiation, sa ou ses longueurs d'onde etc.... Finalement, l'appareil décrit dans ce document est là encore d'application limitée à un type de matériau composite déterminé, l'opérateur ne disposant que de la possibilité de gérer, dans une moindre mesure, le temps d'éclairage pour l'ajuster à l'épaisseur du matériau à photopolymériser.

En fin de compte, s'il est possible, au travers des techniques connues de jouer sur l'exposition d'une façon primaire, c'est à dire de diminuer ou d'augmenter le temps d'exposition, il est

impossible, en temps réel aujourd'hui, de le faire avec une grande échelle de temps ou de puissance. En effet aucune variation dynamique n'est possible avec les appareils actuels.

La présente invention se veut à même de répondre aux problèmes visés plus haut. Ainsi, l'invention concerne un dispositif de photopolymérisation de matériaux composites, d'application notamment dans le domaine dentaire, comportant, une source lumineuse, ainsi que des moyens optiques pour orienter et émettre l'énergie lumineuse produite par ladite source en direction d'une zone à éclairer, caractérisé par le fait qu'il comporte :

- une unité centrale de gestion des paramètres de fonctionnement de la source lumineuse pour la définition d'un profil énergétique de photopolymérisation déterminé ;

- et des moyens pour ajuster un ou plusieurs des paramètres de fonctionnement de la source lumineuse, à savoir :

- l'intensité d'éclairage ;
- et/ou la densité d'éclairement par unité de surface ;
- et /ou le nombre des séquences d'éclairage ;
- et/ou la durée de chacune de ces séquences ;
- et/ou la ou les longueurs d'onde des rayonnements lumineux émis ;

de manière à adapter le profil énergétique de photopolymérisation en fonction des caractéristiques du matériau composite à photopolymériser.

Il a été défini par l'un des inventeurs, Monsieur François DURET, une nouvelle grandeur, le LUXEL, destinée à exprimer l'unité élémentaire définie aujourd'hui par trois valeurs qui sont : le temps, la puissance, et la longueur d'onde. Le LUXEL apparaît comme une unité élémentaire d'émission comparable à l'unité élémentaire de l'image ou PIXEL qui est l'unité élémentaire de réception. Ce terme exprime donc le LUX en temps qu'intensité et de dimension, le LEL.

Avantageusement, la source lumineuse est constituée de diodes électroluminescentes LED aptes à émettre un rayonnement de longueur d'onde déterminée ou dans un spectre de longueurs d'onde défini.

Selon l'invention, les moyens d'ajustement des paramètres du fonctionnement de la source lumineuse consistent en des moyens de

sélection, dans une mémoire raccordée à ladite unité centrale, d'un profil énergétique déterminé parmi plusieurs profils préenregistrés dans cette mémoire.

Selon l'invention, les moyens d'ajustement des paramètres du fonctionnement de la source lumineuse consistent en des moyens de sélection, dans une mémoire raccordée à ladite unité centrale, d'une donnée, parmi plusieurs préenregistrées, d'un ou plusieurs paramètres ajustables.

Avantageusement, la mémoire raccordée à ladite unité centrale est du type programmable pour l'enregistrement de profils énergétiques de photopolymérisation et/ou de données relatives à un ou plusieurs paramètres ajustables, aptes à être sélectionnés.

Préférentiellement, le dispositif comporte des moyens de saisie, tel qu'un clavier à touches et/ou un écran tactile et/ou tout autre moyen de saisie, notamment à distance, pour l'enregistrement, dans la mémoire, de profils énergétiques et/ou de données correspondant à un paramètre ajustable dans la mémoire.

Parmi les moyens de saisie à distance, l'on observera que le dispositif de photopolymérisation peut faire appel à des moyens de téléchargement de données, soit grâce à un modem intégré ou encore au travers d'un micro ordinateur, pour télécharger, par exemple, de nouveaux profils énergétiques au travers d'un réseau de type Internet ou Intranet.

Bien évidemment, une telle solution permet d'envisager d'autres fonctionnalités, telles que le télédiagnostic ou encore la télémaintenance du dispositif de photopolymérisation conforme à l'invention. De même, au travers de cette intercommunication avec un site Internet, l'utilisateur peut être systématiquement informé des dernières évolutions de son appareil. De même, il peut être tenu informé, en temps réel, des conditions de la mise en œuvre du matériau composite qu'il souhaite photopolymériser ou de l'évolution de la réaction en cours. A titre d'exemple encore, lorsque le site Internet auquel est connecté l'utilisateur, à un instant donné, est celui d'un fournisseur d'un matériau composite, ils peuvent s'échanger toutes sortes d'informations. En particulier, l'utilisateur peut, alors, directement passer une commande à son fournisseur pour le matériau composite dont il

constate une rupture de stock. De même, le fournisseur peut, à son tour, passer des messages publicitaires à son client, messages qui peuvent venir s'afficher, soit sur un écran du dispositif si celui-ci en est équipé, soit sur l'écran du PC par l'intermédiaire duquel il est connecté au réseau Internet, ou encore directement par projection du message au travers des moyens optiques et de la source lumineuse de ce dispositif de photopolymérisation comme cela à été rendu visible dans la figure 14.

Les avantages qui découlent de la présente invention consistent en ce que le dispositif est d'application quasi universelle, car son utilisation n'est pas simplement limitée à un type de matériau composite déterminé. Dans la mesure où il est possible d'adopter n'importe quel profil énergétique de photopolymérisation, cet appareil est, en effet, capable de s'adapter aux particularités de chacun de ces matériaux. L'opérateur n'est donc plus contraint à l'utilisation d'une gamme particulière de matériaux composites, sans compter qu'il peut modifier lui même les conditions de fonctionnement de son dispositif de photopolymérisation en prenant en compte sa propre expérience, mais aussi les conditions de mise en œuvre du matériau. Finalement un bon réglage des LUXELS permet de répondre aux besoins exprimés dans ce domaine.

D'autres buts et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description qui va suivre, se rapportant à un mode de réalisation, donné à titre d'exemple indicatif et non limitatif. La compréhension de cette description sera facilitée au vu des dessins joints en annexe et dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématisée du dispositif objet de la présente invention, son corps apparaissant en transparence ;

- la figure 2 est une représentation schématisée de galettes supports de diodes LED orientées perpendiculairement à l'axe longitudinal du corps du dispositif et réparties autour de cet axe ;

- la figure 3 est une représentation schématisée et en coupe selon III-III de la figure 2 ;

- la figure 4 représente, de manière schématisée, le dispositif et un support de chargement électrique adapté ;

- la figure 5 représente, de manière schématisée, le dispositif avec des moyens de raccordement à une alimentation électrique du type secteur ;

5 - la figure 6 correspond à une représentation schématisée du dispositif dont la partie, définissant la source lumineuse et les moyens optiques pour orienter et émettre l'énergie lumineuse, est prévue interchangeable ;

10 - la figure 7 et une vue similaire à la figure 5, le guide d'ondes, en partie avant du dispositif, étant lui-même conçu de type escamotable pour permettre son remplacement ;

- la figure 8 illustre, de manière schématisée, le dispositif, objet de l'invention, équipé de moyens de saisie à distance, du type lecteur de codes barres pour l'enregistrement de profils énergétiques et/ou autres données dans sa mémoire ;

15 - la figure 9 illustre un mode de réalisation de la mémoire du dispositif sous forme d'une carte à puce susceptible d'être engagée dans des moyens de lecture appropriés ;

- la figure 10 est une représentation synoptique simplifiée du schéma électronique du dispositif ;

20 - la figure 11 est une représentation synoptique plus détaillée du schéma électronique du dispositif ;

25 - la figure 12 représente, graphiquement et à titre d'exemple, la puissance d'alimentation de plusieurs modules de LED pour un profil énergétique de photopolymérisation au cours d'une séquence donnée ;

- la figure 13 est une représentation graphique illustrant, l'intensité ou la densité d'éclairement en fonction du temps, de la longueur d'onde et de la puissance d'émission ou du nombre de diodes émettantes.

30 - la figure 14 est une représentation schématisée illustrant des moyens de saisie du type externe au dispositif pour la programmation et l'enregistrement de données et autres dans sa mémoire, ces moyens de saisie comportant, entre autre, des moyens de téléchargement, par exemple sur un site Internet ;

35 - la figure 15 est une représentation similaire à la figure précédente illustrant le dispositif équipé de moyens optiques capable de projeter une information lisible sur un support

quelconque, notamment en vue d'une communication en retour depuis un site Internet par exemple ;

- la figure 16 est une représentation schématisée de l'extrémité distale du guide d'ondes prévu apte à émettre, d'une part, un spot lumineux de visée et, d'autre part, un contour lumineux d'éclairage déterminant la zone à traiter, tenant compte que la longueur d'onde du rayonnement émis peut se situer dans les ultra- violets;

- la figure 17 est une représentation schématisée et préférentielle de la répartition de diodes d'éclairage et de visée, sans effet de polymérisation, sur une galette support de diodes LED s'étendant perpendiculairement à l'axe du corps du dispositif.

- la figure 18 est une représentation schématisée d'un guide d'ondes exécuté selon un premier mode de réalisation préférentiel ;

- la figure 19 est une représentation similaire à la figure précédente illustrant un guide d'ondes selon un autre mode de réalisation.

Tel que représenté dans la figure 1 du dessin ci-joint, la présente invention est relative à un dispositif de photopolymérisation de matériaux composites qui trouvera un intérêt tout particulièrement dans le domaine dentaire.

Ce dispositif 1 comporte un corps 2 à l'intérieur duquel prennent position ses principaux éléments constitutifs. Ainsi, ce dispositif 1 comporte une source lumineuse 3, préférentiellement sous forme de diodes électroluminescentes, dite LED, capables d'émettre un rayonnement lumineux d'une longueur d'onde déterminée ou dans un spectre de longueurs d'onde défini.

A titre d'exemple représenté sur cette figure 1, ces diodes LED peuvent être réparties sur une galette support 4 s'étendant perpendiculairement à l'axe longitudinal 5 du corps 2 du dispositif 1. A noter que le nombre de ces diodes LED est fonction de la puissance du rayonnement lumineux à émettre. Aussi, pour éviter, pour des dispositifs de puissance et d'irradiation élevées, d'augmenter, de manière sensible, la section du corps 2, ces LED peuvent être réparties sur plusieurs galettes supports 4A, 4B, 4C, 4D qui, comme représentées dans les figures 2 et 3, sont, dans ce

cas, orientées parallèlement à l'axe longitudinal 5 du corps 2, tout en étant réparties autour de cet axe 5.

Le dispositif 1 comporte, encore, des moyens optiques 6 pour orienter et émettre l'énergie lumineuse produite par la source 3 en direction d'une zone d'éclairage correspondant à la zone du matériau composite à photopolymériser.

Comme visible sur cette figure 1, de tels moyens optiques 6 peuvent être constitués par des fibres optiques 7 dont l'extrémité proximale arrive sur chacune des diodes LED 8 et dont l'extrémité distale coïncide avec l'extrémité distale 9 d'un guide d'ondes 10 se situant en partie avant du corps 2.

L'on observera tout particulièrement que la présente invention n'est nullement limitée à de tels moyens optiques sous forme de fibres optiques. En effet, ils peuvent encore emprunter la forme d'une ou plusieurs lentilles, voire celle d'un barreau dit de ROD, connu par l'homme du métier familiarisé dans le domaine des guides d'ondes, et, qui dans la présente application, présente l'avantage de favoriser le mixage des rayonnements émis réduisant à quelques pour-cent la chute énergétique due à ces moyens optiques. Dans la mesure où l'une des particularités de la présente invention consiste à optimiser la réaction de photopolymérisation, cette réduction de la chute énergétique de l'émission lumineuse a toute son importance.

En outre, ces moyens optiques 6 peuvent se présenter sous forme d'un barreau à brins, dont chaque brin correspond à une LED qui permet une projection de la lumière de chaque LED d'une manière sélective sur support. Le dispositif se transforme ainsi en moyen de projection d'image. Comme cela a d'ores et déjà été exposé plus haut à propos de la figure 15, cette particularité permet à l'utilisateur de projeter sur un support approprié des informations élémentaires provenant d'un site Internet, par exemple, voire de dialoguer avec ce site.

Par ailleurs, comme représenté dans la figure 6, la source lumineuse 3 et les moyens optiques 6 peuvent être intégrés dans une partie 11 interchangeable du corps 2, grâce à des moyens de connexion appropriés, ce qui facilite son remplacement en cas de vieillissement de la source lumineuse 3, sans compter que celle-ci

peut être substituée par une source lumineuse plus ou moins puissante, par exemple comportant plus ou moins de diodes LED. En outre, l'amovibilité de la source lumineuse permet de remplacer celle-ci rapidement pour modifier le spectre d'émission en utilisant, par exemple, une source à base de LED rayonnants dans des longueurs d'ondes différentes. Ainsi, on peut, à titre d'exemple, mettre en place des diodes émettant dans l'infrarouge pour activer des réactifs thermodurcissables ou de blanchiment. A noter, encore, que le guide d'ondes 10, renfermant les moyens optiques 6, peut, à lui seul ou en combinaison avec la solution exposée ci-dessus, être interchangeable.

A ce propos et selon un mode de réalisation préférentiel de ce guide d'ondes 10, par ailleurs représenté dans la figure 18, il est constitué de deux sortes différentes de fibres optique 10A et 10B, dont la première définit la partie proximale 10' de ce guide d'ondes 10, tandis que la seconde sorte de fibres optiques en constitue la partie distale 10''.

Ainsi, la partie proximale 10' est réalisée par une fibre optique comportant un cœur homogène en verre optique à haut indice de réfraction et d'une enveloppe de verre à indice de réfraction inférieure. Elle a pour but de mélanger et de rendre homogène l'image issue de la source lumineuse à diodes LED. De plus elle s'avère bien moins onéreuse en comparaison avec un dispositif de type anamorphoseur.

Quant à la partie distale 10'', elle est constituée de fibres isolées optiquement et soudées parallèlement ensembles. Elles ont pour but la conduction du flux lumineux jusqu'au site à éclairer.

La liaison entre la partie proximale 10' et la partie distale 10'' est obtenue par l'intermédiaire d'une bague de maintien 10C. A ce propos et selon le mode de réalisation, plus particulièrement visible figure 19, les deux sortes de fibres optiques 10A et 10B sont couplées solidairement à l'intérieur de cette bague de maintien 10C en vue d'optimiser le couplage optique et d'éviter de réaliser deux parties de guide que l'utilisateur doit emmancher l'une dans l'autre. Cela permet d'éviter en particulier de polluer les surfaces optiques en contact de ces fibres optiques, soit au cours d'une manipulation ou lors de la stérilisation.

Il y a lieu d'observer, encore, que cette manière de concevoir le guide d'ondes 10 à l'aide de deux sortes de fibres optiques permet de le couder à volonté au niveau de son extrémité distale et par conséquent de lui donner la forme la plus appropriée.

5 Le dispositif 1 comporte encore une unité centrale 12 de gestion du fonctionnement de la source lumineuse 3 pour la définition d'un profil énergétique de photopolymérisation déterminé.

10 Ainsi, grâce à une alimentation électrique 13, sous forme autonome, donc d'une ou plusieurs batteries 14, préférentiellement du type rechargeable, et/ou de moyens de raccordement 15 (visibles dans la figure 5) au secteur d'alimentation en énergie électrique d'une habitation, cette unité centrale 12 commande le fonctionnement de la source lumineuse 3 selon des séquences
15 d'éclairage déterminées et à des puissances définies.

Dans la figure 4, il à été représenté un support de chargement 14A plus particulièrement adapté pour recevoir le dispositif 1 au cours du rechargement des batteries 14 intégrées dans ce dernier.

20 Quant aux diodes LED 8, elles sont, préférentiellement, subdivisées en modules élémentaires 16, représentés schématiquement dans les figures 10 et 11, comportant, chacun, un nombre de diodes identiques ou non et alimentés par des circuits de régulation 17. Ceux-ci permettent, au travers de l'unité centrale 12, d'alimenter les diodes LED de chacun de ces modules élémentaires 16 à des
25 puissances bien définies.

Comme, plus particulièrement, visible sur ces figures 10 et 11, ces circuits de régulation 17 des modules élémentaires 16 sont pilotés au travers de registres de décalage 18 que comporte l'unité centrale 12 et permettant, encore, d'alimenter les diodes LED
30 desdits modules 16 selon des séquences d'éclairage différentes.

Afin d'optimiser l'intégration de ces éléments dans une unité portable, donc peu encombrante, l'ensemble des registres de décalage 18 et circuits de régulation de courant 17 peuvent être regroupés dans un ASIC 19.

35 A noter, en outre, que l'intérêt de cette conception de registres de décalage et de circuits de régulation pour chaque module 16 de diodes LED 8, réside dans le fait qu'elle n'est pas

limitée en terme de luminosité maximale, puisque plusieurs de ces modules de diodes 16 pourront être mis en cascade.

Pour répondre encore à ce souci d'intégration, sur la face opposée de la ou des galettes 4 ; 4A, 4B, 4C, 4D, par rapport aux diodes LED 8 ou modules 16 de diodes, peut être monté l'ASIC 19.

Il a été représenté en figure 11 un schéma synoptique plus détaillé du dispositif. Ainsi, celui-ci reçoit un bloc secteur BC, suivi d'un bloc de filtrage BF, puis d'une alimentation courant continu DC avant une carte logique UC où l'on trouve le micro-contrôleur MC, ainsi qu'au moins une liaison série LS pour une connexion à un PC, par exemple, pour le téléchargement, voire à une carte de bibliothèque de programme. Le micro-contrôleur MC est encore relié à une mémoire Flash MF et à une interface utilisateur IU pourvue, notamment d'un clavier à touches et de moyens d'affichage. Enfin, au travers d'une carte de pilotage CP des diodes LED l'on vient attaquer les différents modules élémentaires 16 comportant, chacun, dans un exemple de réalisation 64 diodes LED aptes à être commandées par paquets de 8 à différents niveaux de courant. Sur ce schéma apparaît également les moyens de lecture de codes barres 25.

Tel que représenté dans les figures 15 et 16, le dispositif reçoit, également, des moyens d'éclairage 30 qui n'ont aucun effet de polymérisation, mais qui permettent de délimiter et rendre la zone à traiter 32 plus visible. A titre d'exemple, ces moyens d'éclairage peuvent être indépendants de la source lumineuse 3. Toutefois, lorsque cette dernière se présente sous forme de diodes LED, certaines d'entre elles peuvent être prévues pour émettre un rayonnement qui n'a pas d'incidence sur la réaction de polymérisation des matériaux composites. Dans un mode de réalisation préférentiel de l'invention, ces moyens d'éclairage 30 sont conçus aptes à émettre un contour lumineux d'éclairage 31 (comme visible dans la figure 15) ou diffus autour de la zone à traiter 32. A noter que le rayonnement émis peut se situer, en ce qui concerne sa longueur d'onde, dans la plage des ultraviolets . De plus, ils comportent, avantageusement, un spot lumineux de visée 33 destiné à définir le champ opératoire.

Dans la figure 17, il est, plus particulièrement, représenté une galette support 4 de diodes 8 orientée perpendiculairement à l'axe du corps 2 du dispositif 1. Cette galette 4 comporte, préférentiellement, en périphérie, les diodes 8A pour l'émission du faisceau d'éclairage diffus ou annulaire 31, tandis qu'au centre est montée la diode 8C de visée.

Dans la figure 12, il est représenté, de manière graphique, la puissance d'alimentation de chaque module 16 de diodes 8 pour un profil énergétique déterminé, au cours d'une séquence de rayonnement définie. Tandis que, dans la figure 13, il a été représenté l'intensité ou la densité d'éclairement en fonction du temps de la longueur d'onde et de la puissance d'émission ou du nombre de diode émettante .

Cette représentation permet, encore, de mettre en évidence qu'en utilisant différents modules 16 de diodes 8 en tant que source lumineuse, il est possible de moduler le spectre des longueurs d'onde du rayonnement émis.

Il convient de rappeler, à ce stade, que chaque type de matériau composite comporte son propre profil énergétique de photopolymérisation.

Ainsi la DSC, pour Photocalorimétrie Différentielle à Balayage, ou DPC, en anglais, sont des méthodes permettant de savoir à quel moment l'illumination d'un matériau composite est efficace pour qu'il polymérise . De même, les études de stress et de contraction, voire d'élévation de température et de modification des propriétés mécaniques permettent de connaître le profil idéal que doit représenter la courbe des LUXELS en essayant de réduire le plus possible les mauvais résultats, comme l'élévation du stress en favorisant les meilleurs résultats comme les taux de polymérisation

Il faut donc pouvoir adapter ce profil à chacun de ces matériaux.

Aussi, selon l'invention, le dispositif 1 comporte, en combinaison, des moyens 20 pour ajuster un ou plusieurs des paramètres du fonctionnement de la source lumineuse 3, à savoir :

- l'intensité d'éclairement ;
- et/ou la densité d'éclairement par unité de surface ;
- et/ou nombre de séquences d'éclairage ;

- et/ou durée de chacune de ces séquences ;
- et/ou la ou les longueurs d'onde des rayonnements lumineux émis ;

de manière à adapter le profil énergétique de polymérisation en fonction des caractéristiques du matériau composite à photopolymériser.

Ces moyens 20 consistent, selon l'invention, en des moyens de sélection, dans une mémoire raccordée à ladite unité centrale 12, d'un profil énergétique déterminé parmi plusieurs profils préenregistrés dans cette mémoire et/ou d'une donnée, là encore, parmi plusieurs ayant été préalablement enregistrées dans ladite mémoire, relative à un ou plusieurs des paramètres ajustables.

Ainsi, à titre d'exemple, dans un menu prédéterminé, l'opérateur a la possibilité de ne sélectionner que le paramètre du profil énergétique sur lequel il souhaite intervenir, tel que la durée des séquences d'éclairage et/ou la puissance d'alimentation de la ou des sources lumineuses et/ou la longueur d'onde ou le spectre des longueurs d'onde du rayonnement émis. Puis, pour ce paramètre sélectionné, il va pouvoir retenir, parmi plusieurs solutions qui lui sont proposées, celle qui lui semble convenir. Cet opérateur peut encore, avoir le choix, au travers de ce menu, entre différents profils énergétiques préétablis.

A noter que ces moyens de sélection 21 peuvent être intégrés au dispositif 1 sous forme d'une touche ou d'une combinaison de touches 22 et d'un écran 23 et/ou encore sous forme d'un écran tactile, tout comme ils peuvent être externes à ce dispositif et emprunter la forme d'un micro ordinateur auquel vient se raccorder ce dernier, soit matériellement, soit par l'intermédiaire de moyens de communication à distance, du type infrarouge, à modulation de fréquences ou autre. Une telle solution a, plus particulièrement, été représentée dans la figure 13.

Bien évidemment, une combinaison de ces différents types de moyens de sélection est envisageable.

Avantageusement, le dispositif comporte, également, des moyens de saisie, là encore sous forme d'un clavier à touches 22 et/ou d'un écran tactile et/ou tout autre moyen de saisie, notamment à distance, pour la programmation de la mémoire raccordée à l'unité

centrale 12, précisément pour y enregistrer différents profils énergétiques et/ou différentes données relatives aux paramètres ajustables.

5 A noter que ces moyens de saisie peuvent faire appel, comme représenté dans la figure 13, à des moyens de téléchargement de données 24, notamment au travers d'un micro ordinateur, pour télécharger, par exemple, de nouveaux profils énergétiques au travers d'un réseau de type Internet . Ces moyens de téléchargement peuvent encore emprunter la forme d'un modem, soit directement
10 intégré au dispositif, soit au support de chargement 14A auquel il a été fait référence plus haut dans la description.

Selon un autre mode de réalisation, ces moyens de saisie se présentent sous forme de moyens de lecture de codes barres 25, solution représentée schématiquement dans la figure 8. Ainsi, ces
15 moyens de lecture de codes barres 25, peuvent être définis substantiellement par le guide d'ondes 10, ou encore se situer en partie arrière du corps 2, comme cela est visible sur cette figure 8. L'on peut également envisager d'associer ces moyens de lecture de codes barres 25 au support de chargement 14A, tout comme ils
20 peuvent emprunter une forme indépendante, par exemple celle d'un crayon apte à être raccordé, matériellement ou à distance, notamment par infrarouge ou par radio, selon le cas au dispositif 1 ou à son support de chargement 14A.

Dans la figure 9, il est représenté une mémoire sous forme
25 d'une carte à puce 26, préférentiellement du type programmable, le dispositif 1 comportant un lecteur 27 approprié. Là également, ce lecteur de carte à puce 27 peut se retrouver au niveau du support de chargement 14A, en particulier si l'on souhaite alléger l'outil que vient manipuler l'utilisateur.

30 Encore une fois, l'on observera que le dispositif 1 peut comporter une combinaison de ces différents modes de réalisation des moyens de saisie décrits ci-dessus.

Les moyens 20 pour ajuster un ou plusieurs des paramètres du fonctionnement de la source lumineuse ont en particulier pour but
35 d'intervenir encore sur la densité d'éclairement par unité de surface, comme cela a été indiqué ci-dessus. En fait, il est possible de régler cette densité d'éclairement en intervenant,

notamment par l'intermédiaire des circuits de régulation 17, sur le nombre des diodes LED alimentées au niveau de chaque module élémentaire 16 et/ou sur l'intensité de leur alimentation au cours d'une réaction de photopolymérisation. Ce réglage peut intervenir, également, au travers du guide d'ondes 10 prévu apte à modifier la focalisation de la source lumineuse de manière dynamique permettant d'envoyer le maximum de l'énergie lumineuse, soit en surface, soit en profondeur du matériau à polymériser.

Selon, une autre solution susceptible d'être mise en application avec l'une et/ou l'autre des solutions décrites ci-dessus, ce réglage de la densité d'éclairement par unité de surface peut résulter du remplacement du guide d'ondes 10 prévu interchangeable, individuellement et/ou avec la source lumineuse 3.

Il ressort de la description qui précède que la présente invention répond, parfaitement, au problème posé en ce sens qu'elle apporte une réelle réponse au manque d'adaptabilité des dispositifs actuels pour la photopolymérisation de différents types de matériaux composites. En fin compte, le dispositif, conforme à l'invention, donne la possibilité à l'utilisateur d'ajuster les conditions de fonctionnement de son appareil comme il le souhaite, de sorte qu'il n'est plus limité, comme souvent par le passé, à l'utilisation d'une catégorie de matériaux composites déterminée.

Bien que l'invention ait été décrite à propos d'une forme de réalisation particulière, il est bien entendu qu'elle n'y est nullement limitée et qu'on peut y apporter diverses modifications de formes, de matériaux et de combinaisons de ces divers éléments sans pour cela s'éloigner du cadre et de l'esprit de l'invention.

Revendications

1) Dispositif de photopolymérisation de matériaux composites, d'application notamment dans le domaine dentaire, comportant une source lumineuse (3), ainsi que des moyens optiques (6) pour orienter et émettre l'énergie lumineuse produite par ladite source (3) en direction d'une zone d'éclairage, caractérisé par le fait qu'il comporte :

■ une unité centrale (12) de gestion des paramètres de fonctionnement de la source lumineuse (3) pour la définition d'un profil énergétique de photopolymérisation déterminé ;

■ et des moyens pour ajuster un ou plusieurs des paramètres de fonctionnement de la source lumineuse (3), à savoir :

- l'intensité d'éclairement ;
- et/ou la densité d'éclairement ;
- et /ou le nombre des séquences d'éclairage (S1, S2, S3, S4) ;
- et/ou la durée de chacune de ces séquences (S1, S2, S3, S4) ;
- et/ou la longueur d'onde ou le spectre des rayonnements

lumineux émis ;

de manière à adapter le profil énergétique de photopolymérisation en fonction des caractéristiques du matériau composite à photopolymériser.

2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement des paramètres du fonctionnement de la source lumineuse (3) consistent en des moyens de sélection (21), dans une mémoire raccordée à ladite unité centrale (12), d'un profil énergétique déterminé parmi plusieurs profils préenregistrés dans cette mémoire.

3) Dispositif selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement des paramètres du fonctionnement de la source lumineuse (3) consistent en des moyens de sélection (21), dans une mémoire raccordée à ladite unité centrale (12), d'une donnée, parmi plusieurs préenregistrées dans cette mémoire, relative à un ou plusieurs des paramètres ajustables.

4) Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que les moyens de sélection (21) sont intégrés audit dispositif (1) et se présentent, selon le cas, sous forme d'une

combinaison de touches et d'un écran ou encore sous forme d'un écran tactile.

5) Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que les moyens de sélection (21) sont externes audit dispositif (1) et se présentent sous forme d'un micro ordinateur auquel est prévu apte à être raccordé ledit dispositif, soit matériellement, soit par l'intermédiaire de moyens de communication à distance appropriés, du type infrarouge ou autre.

6) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la mémoire raccordée à ladite unité centrale (12) est du type programmable pour l'enregistrement de profils énergétiques de photopolymérisation et/ou de données relatives à un ou plusieurs paramètres ajustables, aptes à être sélectionnés.

7) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de saisie, tel qu'un clavier à touches et/ou un écran tactile et/ou tout autre moyen de saisie, notamment à distance, pour l'enregistrement dans la mémoire de profils énergétiques et/ou de données correspondant à un paramètre ajustable.

8) Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de saisie sont des moyens de lecture de codes barres 25.

9) Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de saisie sont des moyens de lecture (27) d'une carte à puce (26).

10) Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de saisie sont des moyens de téléchargement de données (24), tels qu'un micro ordinateur ou un modem, pour télécharger au travers d'un réseau de type Internet des profils énergétiques et/ou des données correspondant à un paramètre ajustable.

11) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la source lumineuse (3) est constituée de diodes LED aptes à émettre un rayonnement lumineux d'une longueur d'onde déterminée ou dans un spectre de longueurs d'onde défini ou des rayonnements de longueurs d'onde différentes.

12) Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que les diodes LED sont subdivisées en modules élémentaires (16) comportant, chacun, un nombre de diodes identique ou non, chaque

module (16) étant alimenté par un circuit de régulation (17), ces modules élémentaires étant encore pilotés aux travers de registres de décalage (18) autorisant leur alimentation selon des séquences d'éclairage différentes.

5 13) Dispositif selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que les diodes LED sont réparties sur plusieurs galettes supports (4A, 4B, 4C, 4D) qui sont orientées parallèlement à l'axe longitudinal (5) du corps (2) dudit dispositif (1), tout en étant réparties autour de cet axe (5).

10 14) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'éclairage (30), non polymérisant, pour éclairer et délimiter la zone à traiter (32).

15 15) Dispositif selon les revendications 11 et 14, caractérisé en ce que les moyens d'éclairage (30) se présentent sous forme de diodes LED (8A) prévues pour émettre un rayonnement non polymérisant diffus ou sous forme de contour autour de la zone à traiter (32).

20 16) Dispositif selon les revendications 14 ou 15, caractérisé en ce que les moyens d'éclairage (30) sont complétés par un spot lumineux de visée (33).

25 17) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la source lumineuse (3) et les moyens optiques (6) sont intégrés dans une partie (11) interchangeable du corps (2) dudit dispositif (1).

 18) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le corps (2) dudit dispositif (1) comporte en partie avant un guide d'ondes (10) de type interchangeable renfermant les moyens optiques (6).

30 19) Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que le guide d'ondes (10) est constitué de deux sortes différentes de fibres optique (10A) et (10B), dont la première définit la partie proximale (10') de ce guide d'ondes (10), tandis que la seconde sorte de fibres optiques en constitue la partie distale (10''), ladite partie proximale (10') étant réalisée par une fibre optique
35 (10A) comportant un cœur homogène en verre optique à haut indice de réfraction et une enveloppe de verre à indice de réfraction

inférieure pour mélanger et de rendre homogène l'image issue de la source lumineuse (3), la partie distale (10'') étant constituée de fibres isolées optiquement et soudées parallèlement ensemble pour assurer la conduction du flux lumineux jusqu'au site à éclairer, la liaison entre cette partie proximale (10') et la partie distale (10'') étant obtenue par l'intermédiaire d'une bague de maintien (10C).

20) Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que les deux sortes de fibres optiques (10A) et (10B), définissant la partie proximale (10') et la partie distale du guide d'ondes (10), sont couplées solidairement à l'intérieur de ladite bague de maintien (10C) en vue d'optimiser leur couplage optique.

21) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'alimentation en énergie électrique autonomes, sous forme d'une ou plusieurs batteries (14), préférentiellement du type rechargeables par l'intermédiaire d'un support de chargement (14A) adapté audit dispositif (1).

22) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10 et selon la revendication 21, caractérisé en ce que le support de chargement (14A) comporte lesdits moyens de saisie, tels que des moyens de lecture de codes barres (25) et/ou un lecteur (27) de carte à puce (26) et/ou des moyens de téléchargement, notamment sous forme d'un modem.

23) Dispositif selon les revendications 8 et 18, caractérisé en ce que les moyens de lecture de codes barres (25) sont définis substantiellement par le guide d'ondes (10).

24) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 22, caractérisé en ce que les moyens de lecture de codes barres (25) empruntent une forme indépendante, notamment celle d'un crayon apte à être connecté, matériellement ou à distance, par infrarouge, radio ou similaire, soit au dispositif (1), soit à un support de chargement (14A) adapté à ce dernier.

25) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens optiques (6) et la source lumineuse (3) constituent des moyens de projection d'un message d'information.

26) Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens de téléchargement de données (24) constituent des moyens de télédiagnostic et/ou de télémaintenance à distance du dispositif (1).

FIG. 6

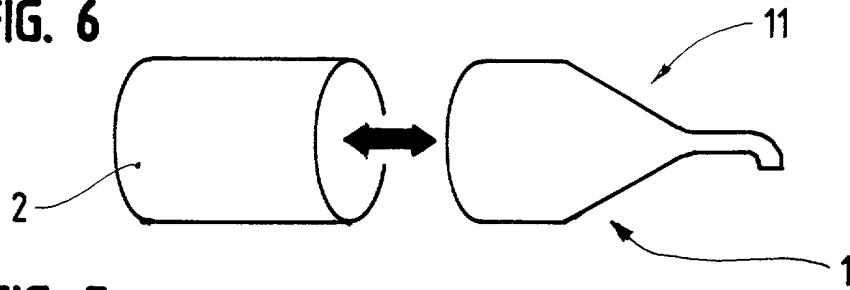


FIG. 7

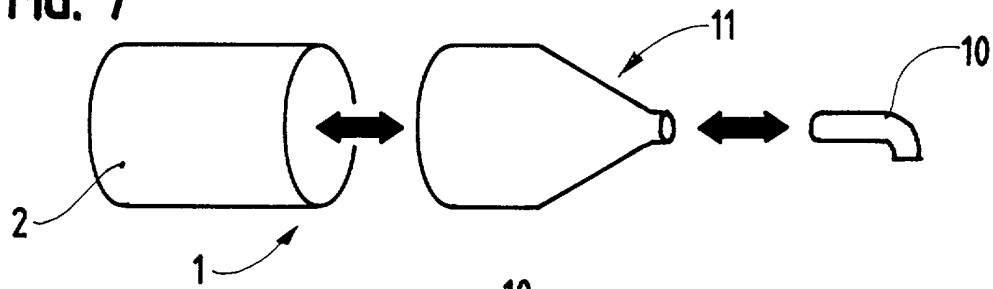


FIG. 8

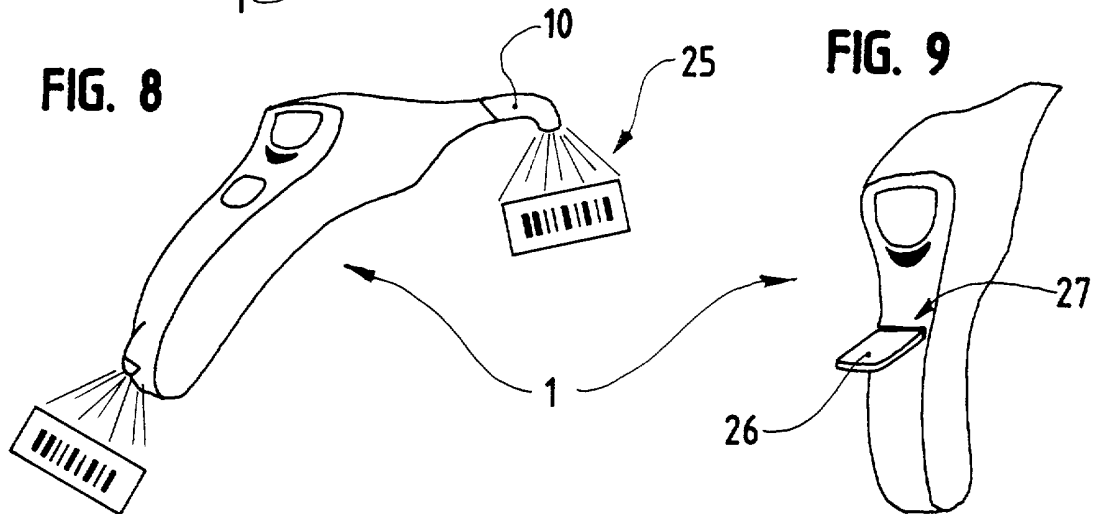


FIG. 9

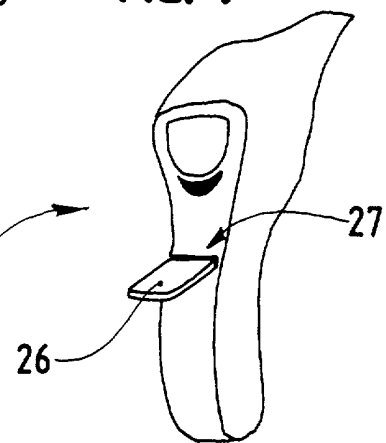


FIG. 10

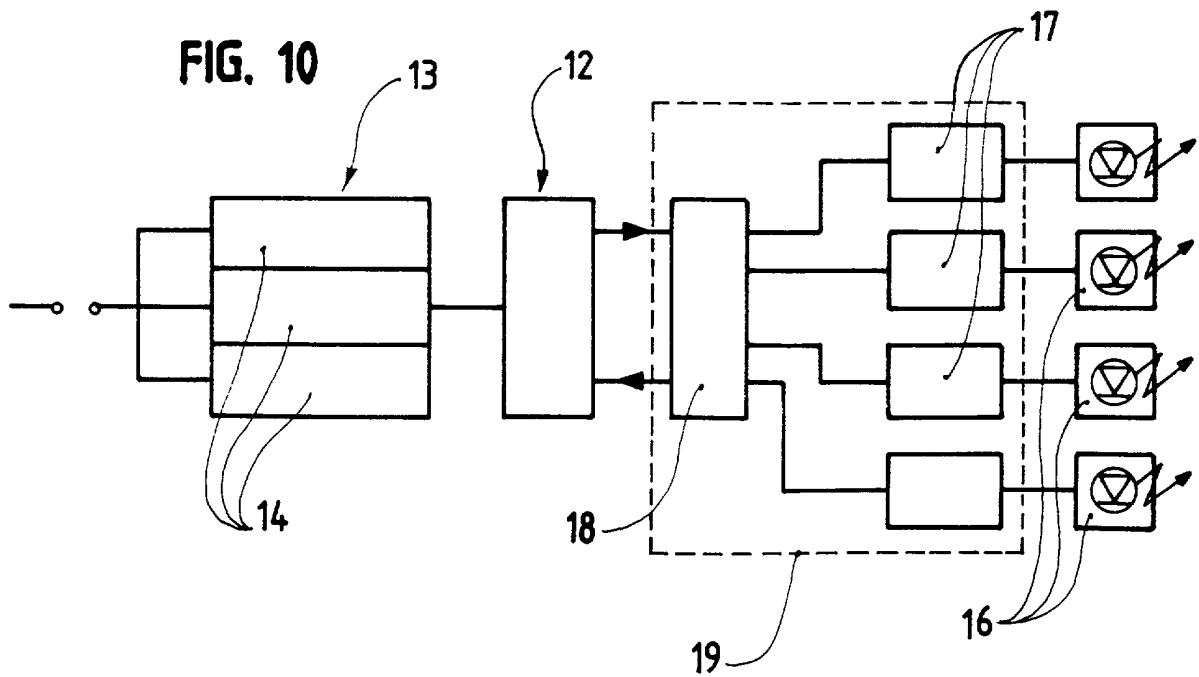
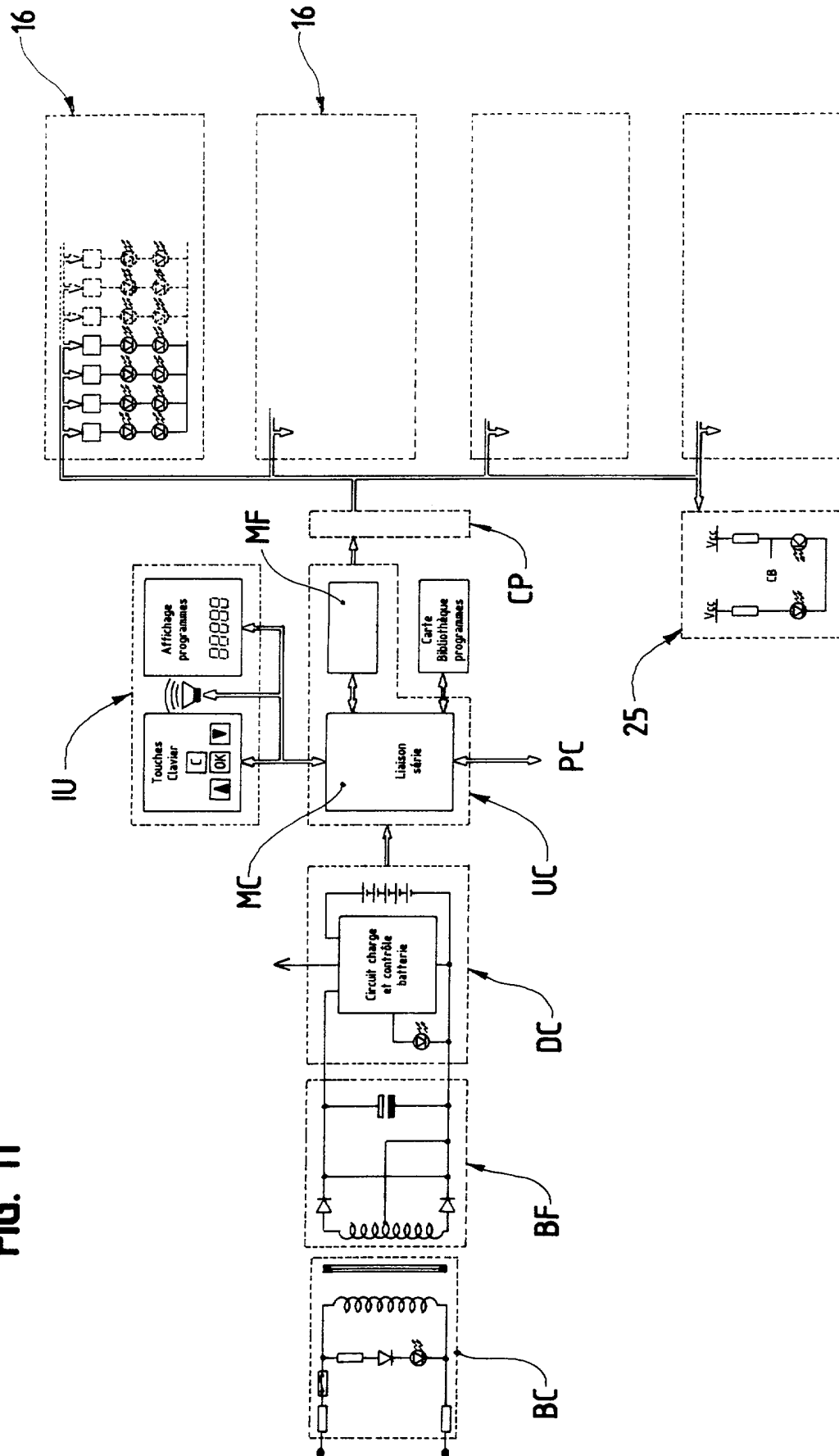


FIG. 11



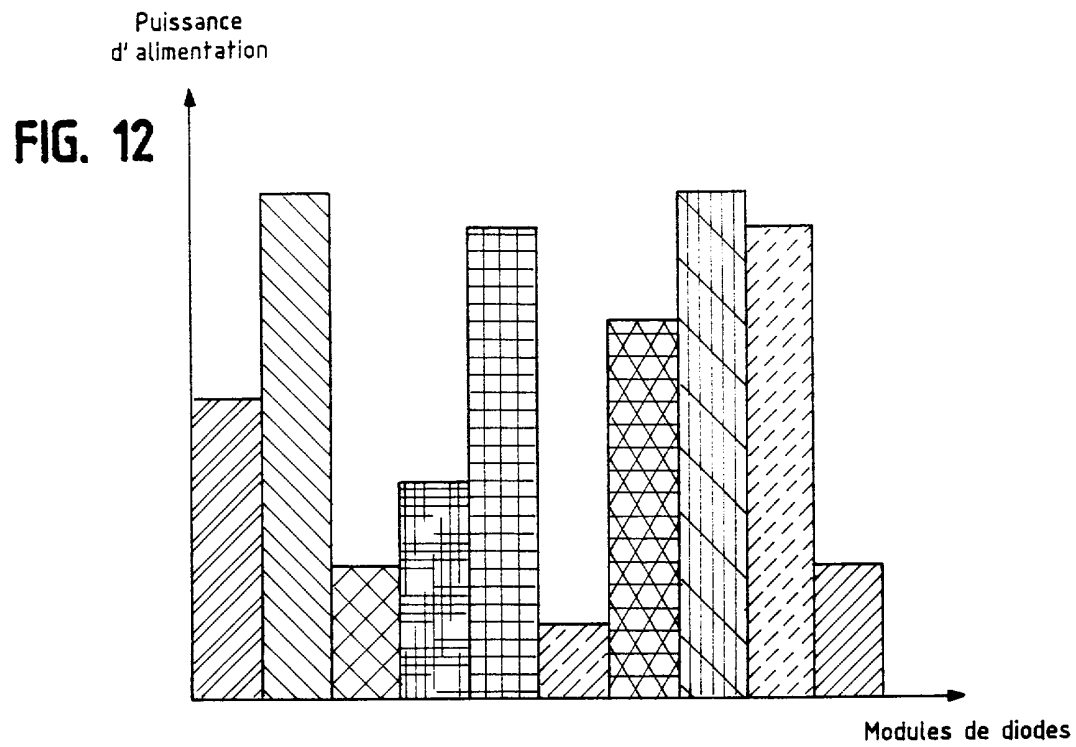


FIG. 13

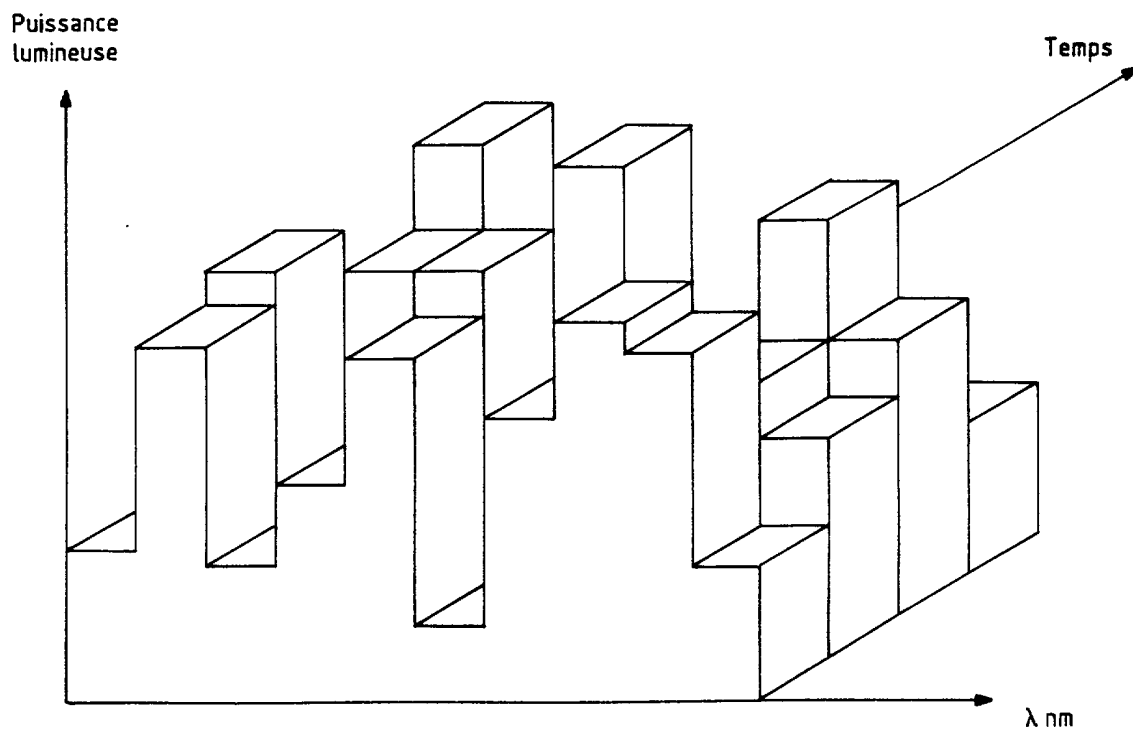


FIG. 14

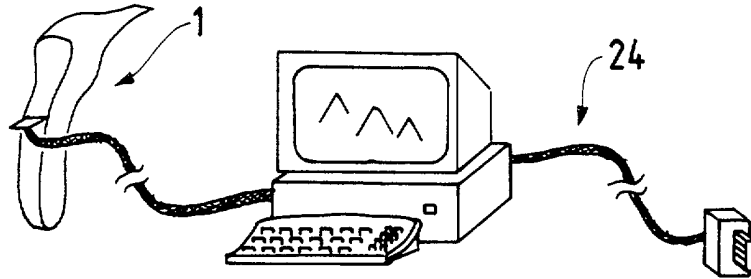


FIG. 15

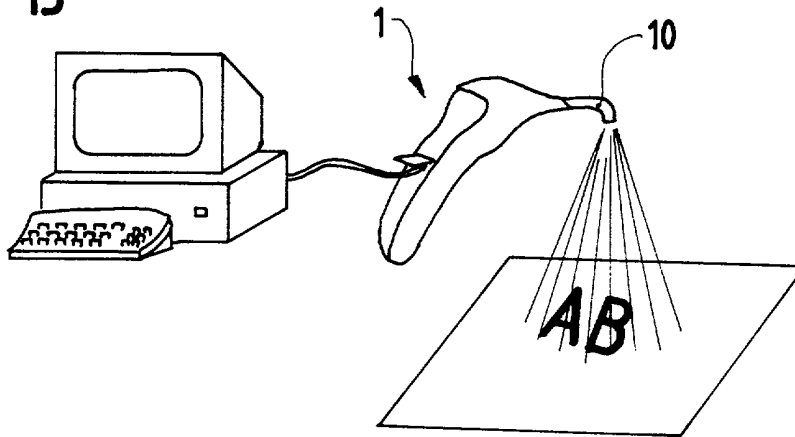


FIG. 16

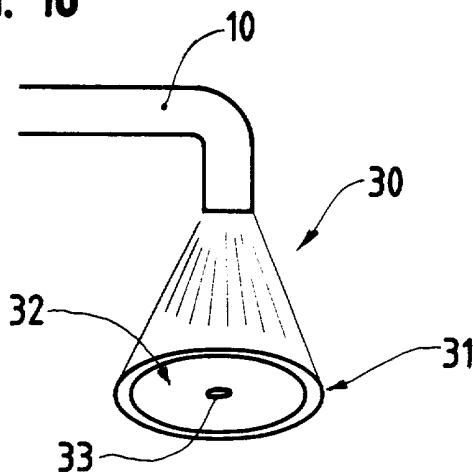


FIG. 17

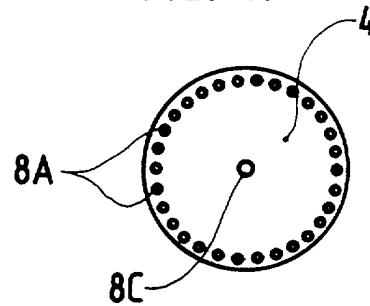


FIG. 18

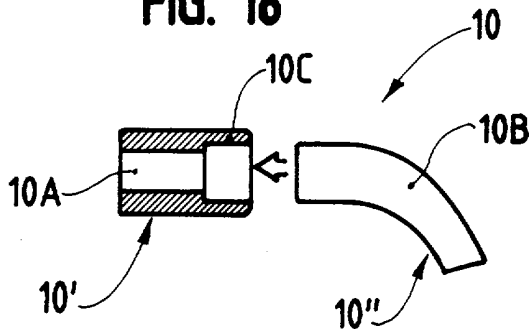
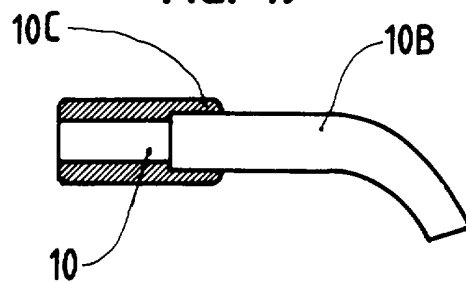


FIG. 19



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2805148

N° d'enregistrement
national

FA 588163
FR 0001958

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,X	FR 2 773 986 A (SED SOCIÉTÉ D'EXPLOIT DENTAIRE) 30 juillet 1999 (1999-07-30) * page 3, ligne 27 - page 4, ligne 8 * * page 5, ligne 1-4 * * page 8, ligne 11-18 * * figure 1 *	1-3,6,7	A61C13/15
A	---	4	
D,X	US 5 634 711 A (KAYSER ROY ET AL) 3 juin 1997 (1997-06-03) * colonne 2, ligne 28-46 * * colonne 4, ligne 25-35 * * colonne 4, ligne 50 - colonne 5, ligne 3 * * colonne 8, ligne 34-39 * * figures 1,2 *	1,4,11, 12,18,21	
E	EP 0 993 810 A (CASTELLINI SPA) 19 avril 2000 (2000-04-19) * colonne 2, ligne 2-8 * * colonne 2, ligne 53 - colonne 3, ligne 4 * * colonne 3, ligne 12-16 * * colonne 4, ligne 9-15 * * figure 3 *	1-4,6,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			A61C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 septembre 2000		Chabus, H	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	