

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 805 148

②1 N° d'enregistrement national : **00 01958**

⑤1 Int Cl⁷ : A 61 C 13/15

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.

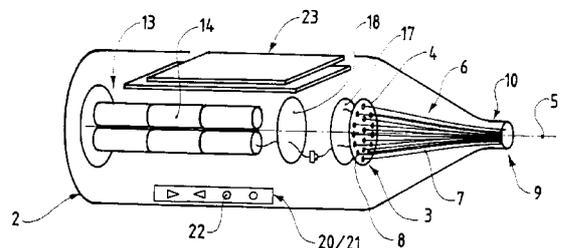
⑤4 **DISPOSITIF DE PHOTOPOLYMERISATION D'APPLICATION DENTAIRE.**

⑤7 L'invention concerne un dispositif (1) de photopolymérisation de matériaux composites, notamment d'application 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.

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

- l'intensité d'éclairage;
- et/ ou la densité d'éclairage 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 rayonnements lumineux émis;

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



FR 2 805 148 - A1



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 calorifiques 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.

5 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.

10 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.

15 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.

20 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.

25 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
30 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,
35 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 ;

5 - 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;

10 - 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 ;

15 - 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.

20 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.

25 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
30 peuvent être réparties sur plusieurs galettes supports 4A, 4B, 4C, 4D qui, comme représentées dans les figures 2 et 3, sont, dans ce
35

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 optiques 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.

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 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 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 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 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.

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 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
5 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,
10 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
15 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
20 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
25 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
30 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
35 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 optiques (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 (10A) comportant un cœur homogène en verre optique à haut indice de réfraction et une enveloppe de verre à indice de réfraction

35

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. 1

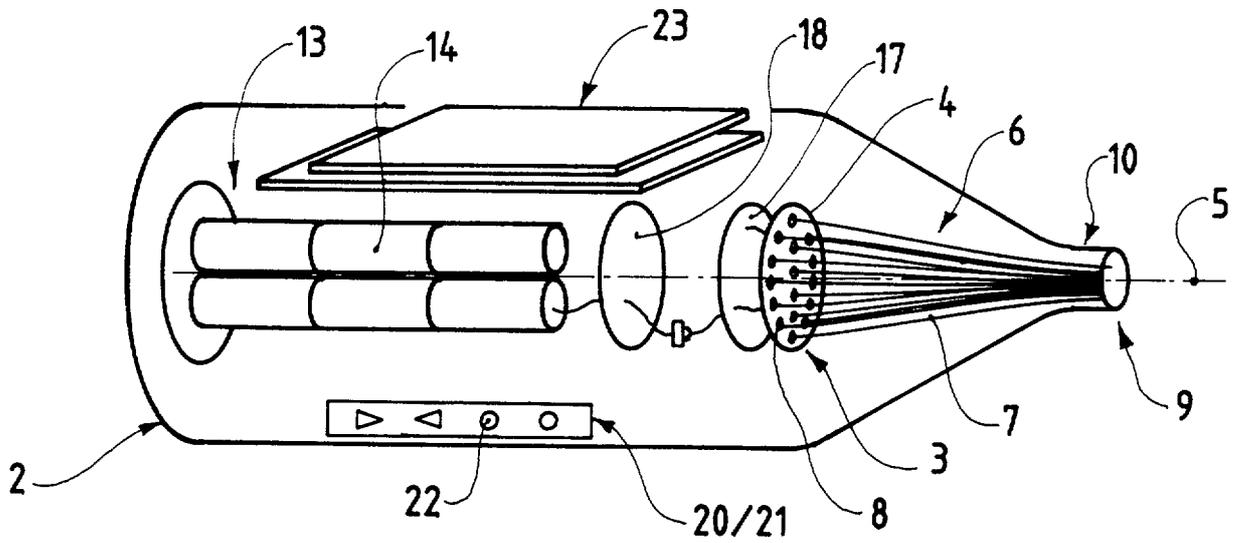


FIG. 2

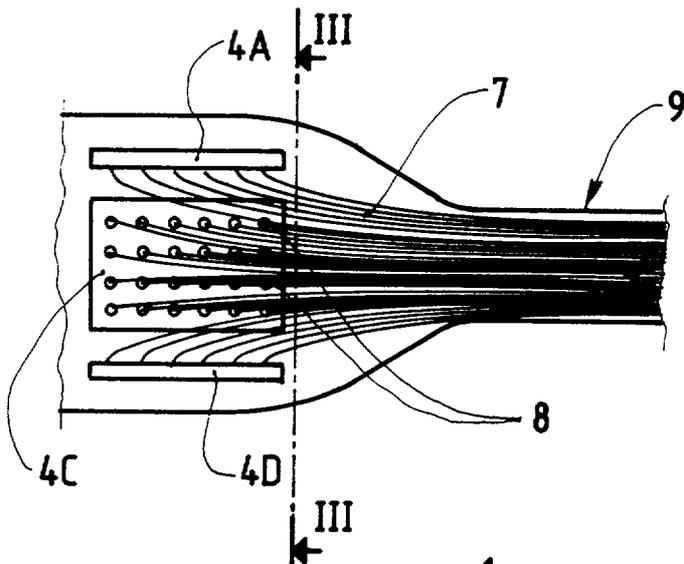


FIG. 3

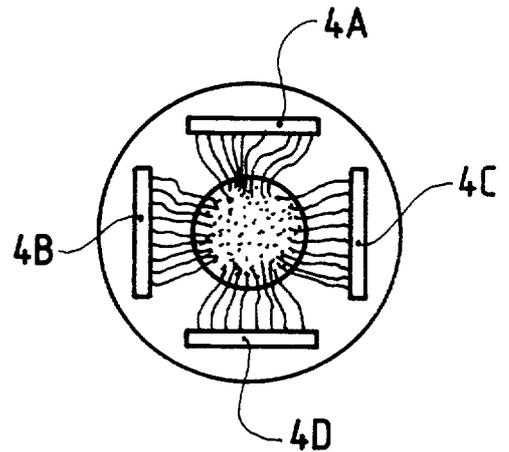


FIG. 4

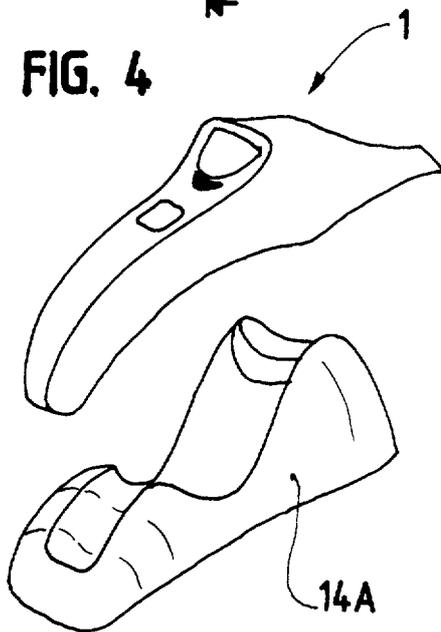


FIG. 5

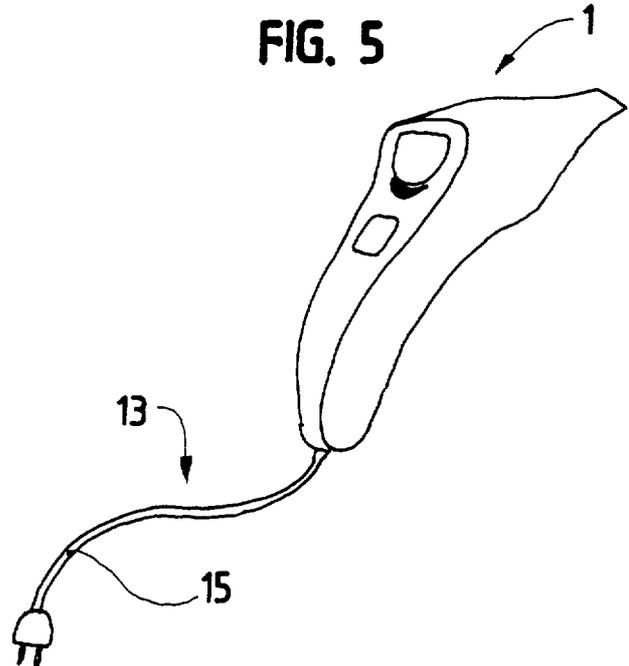


FIG. 6

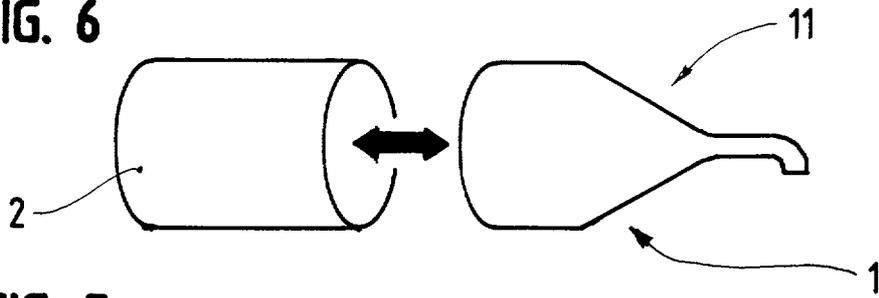


FIG. 7

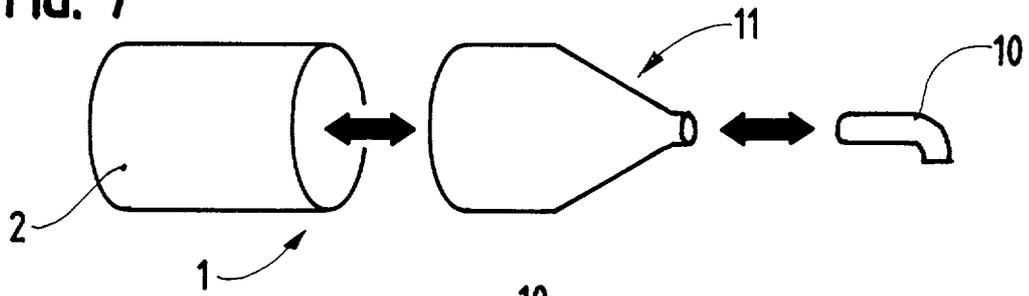


FIG. 8

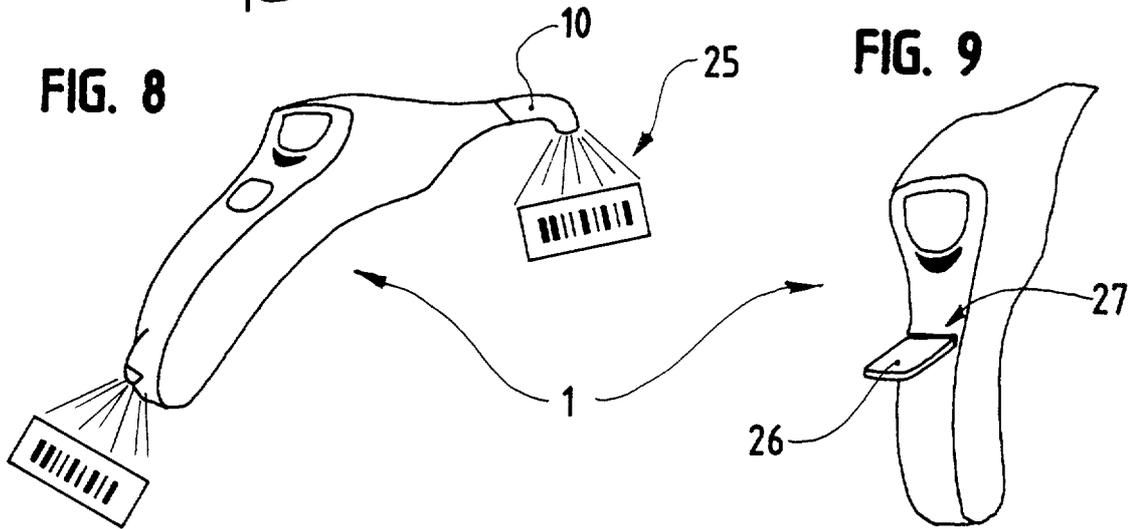


FIG. 9

FIG. 10

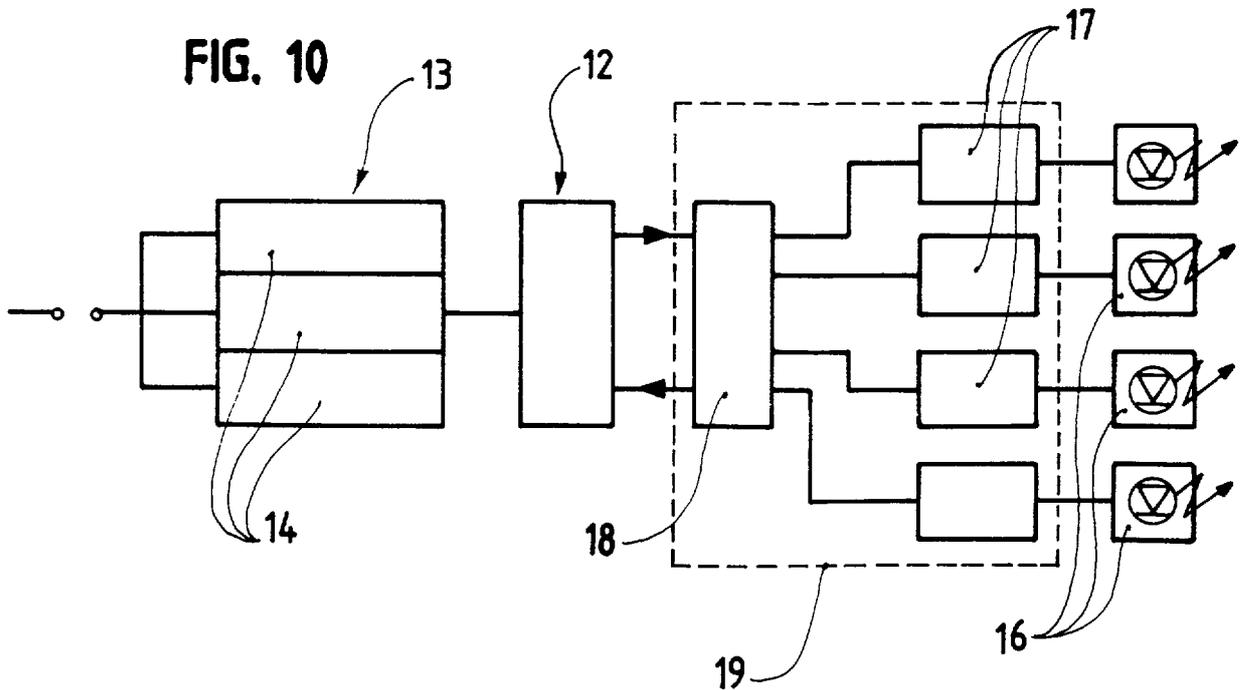
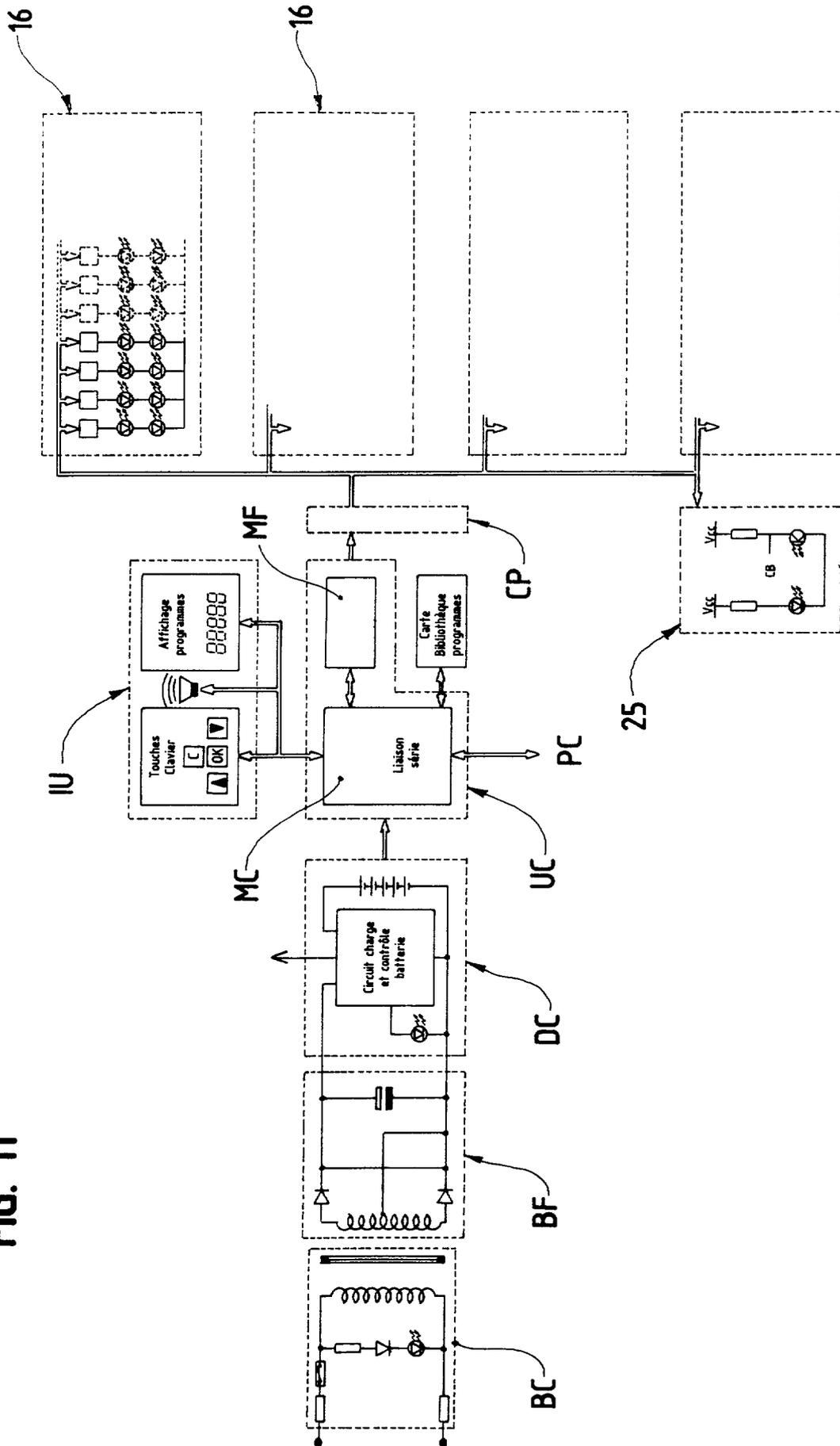


FIG. 11



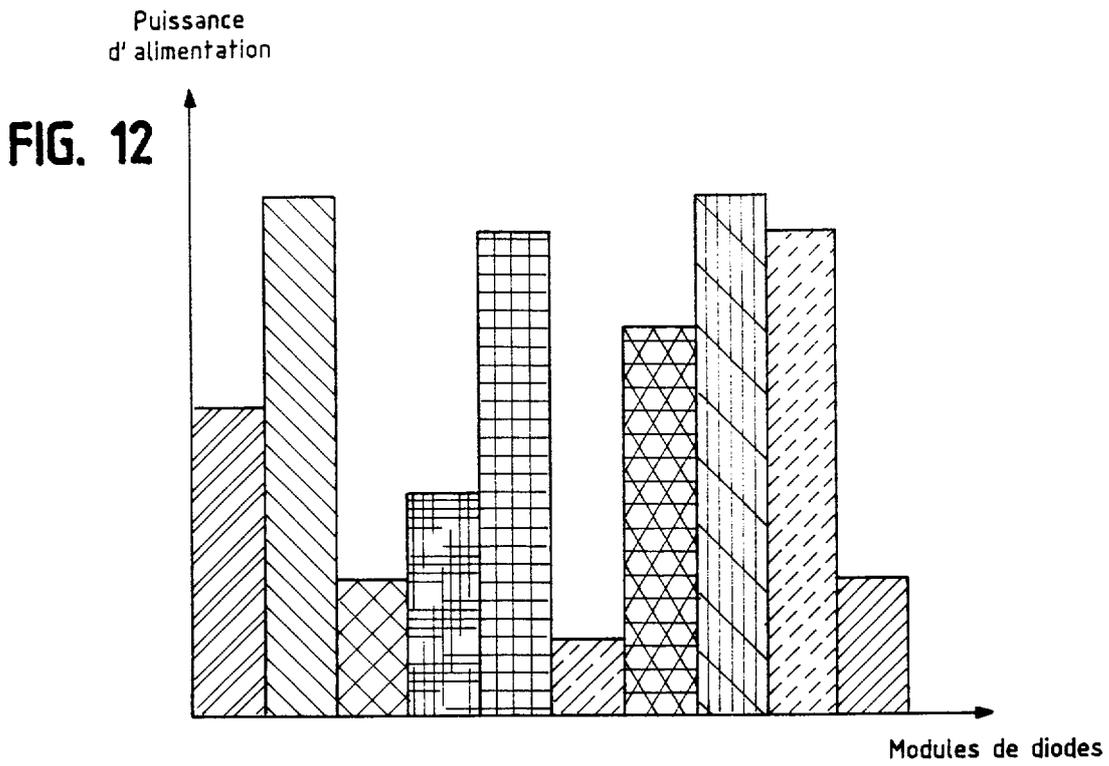


FIG. 13

Puissance lumineuse

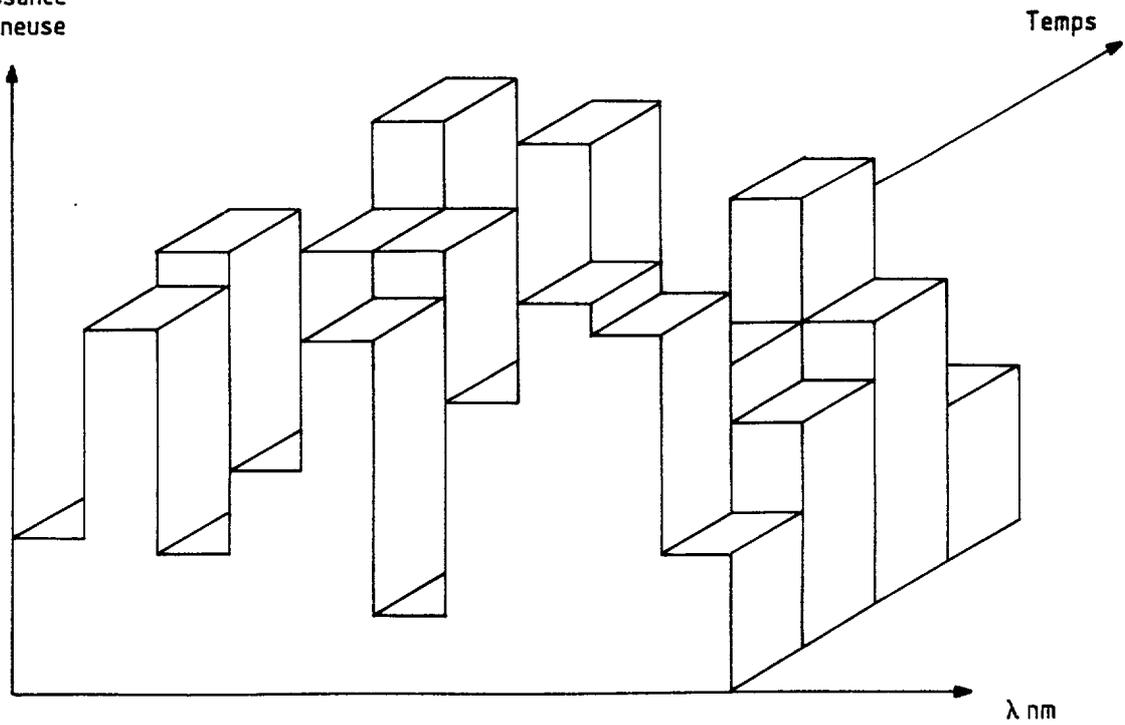


FIG. 14

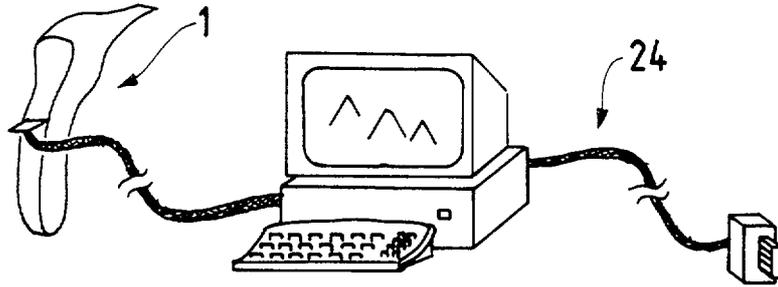


FIG. 15

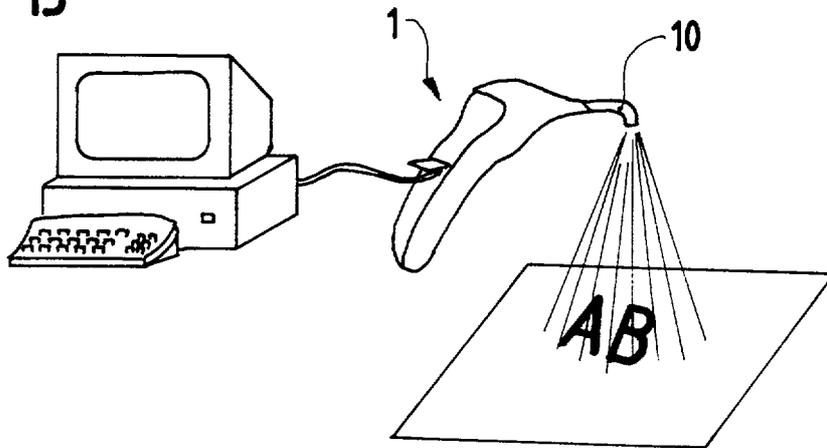


FIG. 16

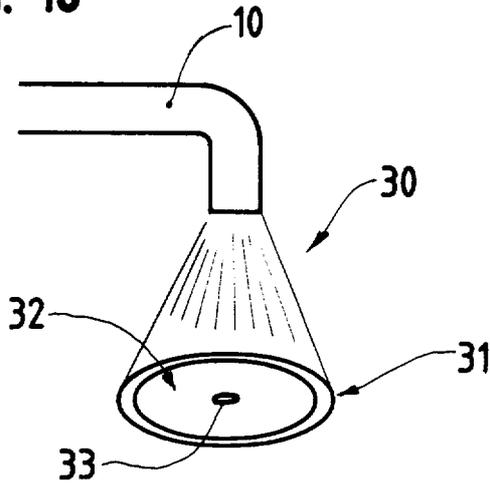


FIG. 17

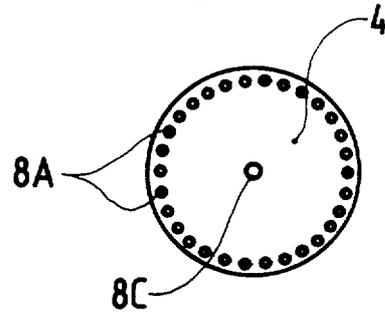


FIG. 18

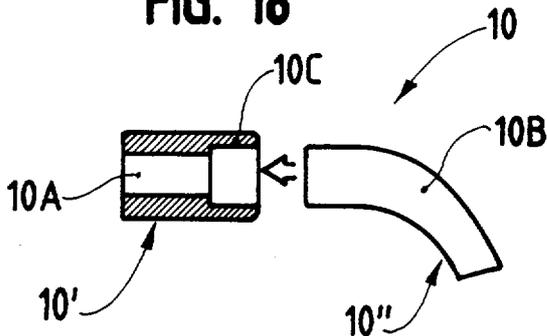
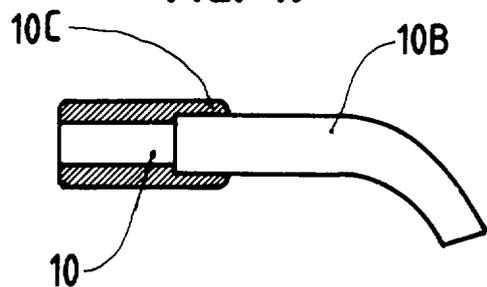


FIG. 19



⑬ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 818 892

⑳ N° d'enregistrement national : **00 17330**

⑤ Int Cl⁷ : A 61 C 13/15

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑳ Date de dépôt : 29.12.00.

⑳ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.07.02 Bulletin 02/27.

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

⑥① Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : DURET FRANCOIS — FR.

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

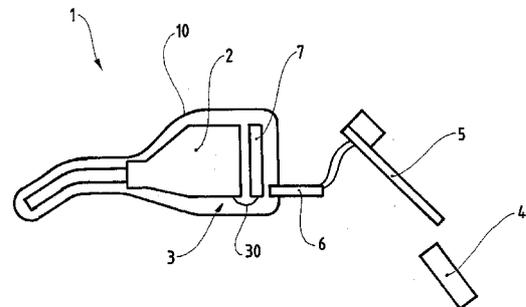
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BREV&SUD.

⑤④ DISPOSITIF ELECTRO-OPTIQUE POUR LA PHOTO POLYMERISATION DE MATERIAUX COMPOSITES.

⑤⑦ Dispositif électro-optique pour la photo polymérisation de matériaux composites, d'application notamment dans le domaine dentaire.

Il est du type comportant une source lumineuse (2) définie par une diode LED ou un groupement de diodes LED, et il comporte des moyens électroniques d'alimentation électrique comprenant une batterie (4) associée à un dispositif (7) de convertisseur de tension continue / continue communément appelé convertisseur DC/DC, des moyens passifs (3) d'évacuation de chaleur, ainsi qu'une unité centrale (5) de gestion des paramètres de fonctionnement de la source lumineuse pour la définition d'un profil énergétique de photo polymérisation déterminé.



FR 2 818 892 - A1



La présente invention a pour objet un dispositif électro-optique pour la photo polymérisation de matériaux composites, d'application notamment dans le domaine dentaire.

Les matériaux composites utilisés dans l'art dentaire sont généralement à base d'une résine photo polymérisable 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 photo initiateurs 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 photo polymérisation un rayonnement de plus forte intensité. C'est ce que l'on appelle les paramètres de polymérisation. Pour permettre à ces facteurs d'agir de manière optimale, c'est-à-dire de manière invariable durant le temps d'exposition et suffisamment longtemps pour qu'un praticien puisse les utiliser lors de ses séances de soins sans interruption dangereuse, aucune solution suffisamment fiable n'a été proposée.

On connaît d'ores et déjà des dispositifs de photo polymérisation répondant à la description qui en est faite ci-dessus et qui utilisent des diodes électroluminescentes, dénommées usuellement des LED, susceptibles d'émettre souvent un rayonnement de longueurs d'onde comprises entre 380 et 510 nm. Ainsi de tels dispositifs comportent une carte de puissance, un système de refroidissement, 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 électroniques se présentent, par exemple, sous forme d'une carte d'alimentation, de type alimentation par régulation linéaire, le courant des LED étant défini par résistance de polarisation et d'un

système de ventilation actif (ventilateur ou par effet Peltier) ou passif (carte céramique).

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'être certain que sa puissance est stable et l'obligeant à supporter les effets nocifs du ventilateur de refroidissement ou l'efficacité discutable des systèmes de refroidissement passifs précités. 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 garantie d'utilisation et sont d'application limitée.

En tant que source lumineuse dans ce type d'appareil, il est par exemple utilisé, des lampes à 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. Ces lampes utilisent des sources d'alimentation nécessitant des courants et tensions de démarrage élevés, et des systèmes de refroidissement le plus souvent à base de ventilateurs et donc à air pulsé ou éventuellement pour les plus puissantes à base de circulation d'eau et radiateurs. D'autres dispositifs utilisent des lampes halogènes qui présentent 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. Ces lampes utilisent des sources d'alimentation dont le rendement est sans commune mesure par rapport à la puissance utile et des systèmes de refroidissement également à base d'air pulsé.

D'autres 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 longueur d'onde réduit, polymériser, là encore, que des composites bien définis. Ces lampes utilisent des sources d'alimentation complexes et des systèmes de refroidissement à air pulsé ou circulation d'eau. 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 5 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. Ces lampes utilisent des sources d'alimentation nécessitant 10 des tensions d'amorçage de plusieurs kilovolt et des systèmes de refroidissement à air pulsé pour les moins puissantes et à circulation d'eau pour les autres.

Toutefois, dans ces dispositifs, le système de filtrage ne permet pas d'augmenter, sans danger, la puissance lumineuse de la 15 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 20 l'adapter à des matériaux composites de différentes couleurs, par exemple.

Il existe aussi des dispositifs à photo polymériser 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 25 décrit un tel appareil. Ces lampes utilisent des sources d'alimentation nécessitant là encore des tensions d'amorçage de plusieurs kilovolt et des systèmes de refroidissement à air pulsé ou à circulation d'eau.

A noter que de tels dispositifs présentent la particularité 30 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.

35 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 photo polymérisation dont la source lumineuse est définie par des LED. 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
5 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. Ces lampes utilisent comme sources
10 d'alimentation des résistances pour déterminer le courant de polarisation des LED. Contrairement aux dispositifs décrits précédemment, le besoin en refroidissement est moindre. En effet, la conversion « énergie électrique » en « énergie lumineuse » se fait avec un très bon rendement et lorsque les LED sont utilisées à leur
15 caractéristique nominale, la dissipation thermique ne nécessite pas en général de moyens actifs de refroidissement. Dans le cas d'une utilisation à la photo polymérisation, on cherche à obtenir la plus grande puissance des diodes, ce qui est possible en les faisant fonctionner à un courant supérieur à celui normalement prévu. Si
20 aucune précaution n'est prise, cette augmentation du courant génère un échauffement des diodes qui modifie leurs caractéristiques électriques et une baisse de la puissance émise. On obtient alors le résultat inverse de celui souhaité. La maîtrise commune du comportement thermique et de l'alimentation électrique sont
25 nécessaires pour obtenir la puissance la plus élevée.

Dans tous les cas cités, et plus particulièrement ceux se rapportant aux sources LED, l'appareil reçoit des systèmes d'alimentation classiques instables dans le temps, et le comportement général est très sensible à l'élévation de température.
30 Il est en particulier noté par les fabricants de LED qu'une élévation de température de 40° peut entraîner une modification du courant transmis et donc une baisse de puissance de près de 50 %.

Tous les montages qui ont été proposés ne règlent que partiellement le problème ou obligent l'utilisateur à utiliser des
35 systèmes de refroidissement classiques bruyants et devant être connectés sur le secteur limitant ainsi considérablement sa liberté

de travail. De plus, cela ne règle en rien le problème posé, dans la mesure où il n'est guère possible de modifier pour autant l'intensité de ce rayonnement, sa densité par unité de surface ou le nombre des séquences d'irradiation. Finalement, les appareils
5 décrits dans ces documents sont là encore d'application limitée à un temps déterminé, l'opérateur ne disposant que de la possibilité de gérer, dans une moindre mesure, le temps d'éclairage et de recharge des batteries pour qu'il puisse être sur qu'il respecte et garantis-
10 se l'épaisseur du matériau à photo polymériser.

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
15 dynamique n'est possible avec les appareils actuels.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités en proposant un dispositif électro-optique pour la photo polymérisation de matériaux composites, d'application notamment dans le domaine dentaire permettant une alimentation
20 indépendante, stable et réglable en énergie, comportant un système électronique optimisé et stable, une source lumineuse à base de LED ne nécessitant pas de ventilation active, ainsi que des moyens thermiques pour orienter et évacuer l'énergie thermique produite par ladite source afin d'assurer une polymérisation fiable durant l'acte
25 clinique et dans le temps.

Ainsi, l'invention concerne un dispositif électro-optique pour la photo polymérisation de matériaux composites, d'application notamment dans le domaine dentaire, du type comportant une source lumineuse définie par une LED ou un groupement de LED, et qui se
30 caractérise essentiellement en ce qu'il comporte des moyens électroniques d'alimentation électrique comprenant une batterie associée à un dispositif de convertisseur de tension continue / continue communément appelé convertisseur DC/DC, des moyens passifs d'évacuation de chaleur, ainsi qu'une unité centrale de gestion des
35 paramètres de fonctionnement de la source lumineuse pour la

définition d'un profil énergétique de photo polymérisation déterminé.

Le convertisseur DC/DC, dont la sortie variable, permet d'ajuster sans résistance le courant de polarisation par limitation de la tension directe, en sorte que cela permet sécuriser la qualité des soins prodigués grâce à une stabilité de la puissance émise en contrôlant le comportement thermique, une large autonomie, plusieurs jours, de la batterie grâce à une consommation électrique réduite, le maintien de la puissance émise quel que soit l'état de la charge de la batterie, jusqu'à la décharge complète de cette dernière.

Selon une caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, il comporte un circuit de puissance permettant d'alimenter chaque LED ou groupement de LED à une valeur prédéfinie par modulation de rapport cyclique.

Selon une autre caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, il comporte un dispositif de correction de la dérive thermique des LED.

Selon une autre caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, les moyens passifs d'évacuation de chaleur comprennent une carte électronique support de LED dont la conception inclut des pistes métalliques de transfert de la chaleur de la base de chacune des LED vers la périphérie de la carte.

Selon une autre caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, les moyens passifs d'évacuation de chaleur comprennent un matériau conducteur de chaleur disposé autour du boîtier de chacune des LED pour prélever le maximum de calories à chacune des diodes et les transférer à la périphérie de la carte.

Selon une autre caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, les moyens passifs d'évacuation de chaleur comprennent un radiateur métallique solidarisé à la carte par une pâte ou une colle de transmission thermique, et un joint thermique entre ladite carte et ledit radiateur vers une pièce métallique de forte inertie thermique servant de réceptacle à calories et de support aux ensembles optiques nécessaires au système.

Selon une autre caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, les moyens passifs d'évacuation de chaleur comprennent un capteur de température noyé dans le joint thermique et permettant d'avoir en temps réel le niveau de température de l'ensemble optique.

Les systèmes optiques nécessaires à conduire la lumière de manière à maintenir la puissance émise en respect des besoins énergétique de photo polymérisation en fonction des caractéristiques du matériau composite à photo polymériser.

Selon un mode de réalisation particulier du dispositif selon l'invention, les moyens d'évacuation de chaleur comprennent l'une ou l'autre des caractéristiques suivantes, de manière individuelle ou en combinaison:

- une carte électronique sur laquelle sont soudées les LED, les points de soudure étant reliés à des pistes électriques de grande dimension ayant une très bonne conductivité thermique, ladite carte électronique est percée de puits thermiques métallisés qui conduisent les calories aussi rapidement que possible vers la face arrière de la carte et donc loin des LED.
- des produits conducteurs thermiques placés au contact des parois périphériques des diodes qui ne sont pas en contact avec la carte elle-même. Ces produits peuvent être pâteux et déposés entre les diodes puis durcis ensuite, ils peuvent être également solides et découpés à la forme exacte de l'emplacement des diodes maintenus de façon intime avec les diodes au moyen d'un bon conducteur thermique (pâte ou colle)
- un radiateur métallique à l'arrière de la carte, solidarisé à ladite carte par une pâte ou une colle thermique, servant à récupérer les calories provenant des puits thermiques traversant la carte.
- les éléments sont reliés thermiquement par de la pâte ou de la colle thermique à une pièce métallique de forte inertie thermique qui sert également de support aux éléments optiques. Cette dernière pièce sert à pomper rapidement les calories et à les stocker temporairement lorsque la lampe est allumée et les

restitue plus lentement par conduction ou convection vers l'ensemble du système lorsque la lampe n'est pas utilisée.

- un système de détection de la température permettant de couper l'alimentation lorsque la capacité de stockage de la pièce métallique est atteinte.

Selon une caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, les moyens électroniques d'alimentation comportent

- un circuit de commande par registre à décalage et modulation de rapport cyclique permettant de sélectionner et moduler la puissance d'émission de chaque groupe de LED,

- un convertisseur DC/DC à haut rendement alimentant le circuit de commande en abaissant la tension de batterie,

- une polarisation des diodes électroluminescentes directe par la sortie du convertisseur DC/DC en utilisant la résistance interne des diodes,

- un système de réglage de ladite tension de polarisation pour faire varier le courant d'alimentation des diodes et par conséquent, la puissance optique,

- une correction automatique de cette tension de polarisation par asservissement thermique afin de disposer d'une puissance de sortie constante.

Le convertisseur DC/DC à haut rendement permet de diminuer le courant primaire issu de la batterie prolongeant ainsi sa durée de vie et son autonomie. De plus, l'utilisation de ce convertisseur DC/DC permet de s'affranchir des variations de tensions dues aux variations du niveau de charge de la batterie.

De manière avantageuse, la source lumineuse comporte un moyen de mesure de la température apte à détecter le stockage maximal de température compatible avec la stabilité de puissance optique émise.

Ce système de contrôle fonctionne avantageusement entre deux niveaux minima et maxima fonctionnant en hystérésis pour limiter le courant dans les diodes en cas de dysfonctionnement du système de régulation thermique et réduire ainsi l'échauffement.

Préférentiellement, la batterie est du type batterie Li ion munie d'un capteur de température pour sécuriser l'appareil.

Avantageusement, la batterie est du type batterie Ion hybride permettant de gérer le niveau de charge et de l'afficher sur un écran LCD.

5 Parmi les moyens de maintien de la puissance de la carte, on observera que le dispositif de control et de stabilisation de la puissance est piloté par asservissement, ce qui permet de maintenir cette puissance a la valeur désirée.

10 Avantageusement, la présente invention comporte un potentiomètre de préréglage de la consigne de puissance ce qui permet de régler une production industrielle à une même valeur connue grâce à un réglage individuel de chaque appareil.

15 Bien évidemment, une telle solution permet d'envisager d'autres fonctionnalités, telles que le téléréglage, le télédiagnostic ou encore la télémaintenance de la puissance du dispositif de photo polymérisation conforme à l'invention, ou encore le réglage a distance par voie d'Internet, ou le réglage par l'utilisateur ou la remise a niveau de la puissance en service après vente.

20 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 lampe LED déterminé. Dans la mesure où il est possible d'adopter n'importe quel profil énergétique de photo polymérisation, ce dispositif est, en effet, capable de s'adapter aux particularités de chacune de ces lampes. L'opérateur n'est donc plus contraint à 25 l'utilisation d'une gamme particulière LED à polymériser les matériaux composites, sans compter qu'il peut modifier lui-même les conditions de fonctionnement de son dispositif de photo polymérisation en prenant en compte sa propre expérience, mais aussi 30 les conditions de mise en œuvre du matériau. Finalement un bon réglage de la puissance et son contrôle thermique permet de répondre aux besoins exprimés dans ce domaine.

35 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 :

5 - 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 ;

10 - la figure 3 est une représentation schématisée et en coupe transversale de la figure 2 ;

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

15 - la figure 5 correspond à une représentation schématisée du dispositif dont la partie, définissant l'alimentation en puissance et les moyens mise en oeuvre ;

- la figure 6 et une vue similaire à la figure 5, où apparaissent les systèmes de réglage.

20 - la figure 7 illustre, de manière schématisée, le dispositif, objet de l'invention, équipé de moyens de saisie à distance, du type énergétiques et/ou autres données dans sa mémoire ;

- la figure 8 est une représentation synoptique plus détaillée du schéma électronique du dispositif.

25 - la figure 9 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 émettant.

30 Tel que cela est représenté sur ces figures, la présente invention est relative à un dispositif 1 de photopolymérisation de matériaux composites qui trouvera un intérêt tout particulièrement dans le domaine dentaire.

35 Ce dispositif 1 comporte un corps 10 à l'intérieur duquel prennent position ses principaux éléments constitutifs. Ainsi, ce dispositif 1 comporte une source lumineuse 2 se présentant sous la forme d'un cône optique et comprenant préférentiellement des diodes

électroluminescentes 20, dites LED, capables d'émettre un rayonnement lumineux d'une longueur d'onde déterminée ou dans un spectre de longueurs d'onde défini.

5 A titre d'exemple représenté sur les figures 2 et 3, les diodes LED 20 sont réparties sur une galette support 21 s'étendant perpendiculairement à l'axe longitudinal du corps 10.

Le dispositif 1 comporte, encore, des moyens 3 d'évacuation de chaleur pour orienter et émettre l'énergie thermique produite par la source lumineuse 2 en direction d'une zone correspondant à une évacuation ne diminuant pas l'efficacité du dispositif.

10 Comme visible sur cette figure 1, de tels moyens d'évacuation thermique 3 peuvent être constitués par un guide d'évacuation thermique 30 se situant en partie avant du corps 10.

On observera tout particulièrement que la présente invention n'est nullement limitée à de tels moyens thermiques ou opto-électroniques. En effet, ils peuvent encore emprunter la forme d'un ou plusieurs canaux d'évacuation, voire celle d'une pâte, connue par l'homme du métier familiarisé dans le domaine des guides de chaleur, et, qui dans la présente application, présente l'avantage de favoriser la conduction des calories générées, et permettant donc de conserver la même puissance émise. Dans la mesure où l'une des particularités de la présente invention consiste à optimiser la réaction de photo polymérisation, cette réduction de la chute énergétique de l'émission lumineuse a toute son importance.

25 En outre, ces moyens d'évacuation thermiques 3 peuvent se présenter sous forme d'une piste, chaque piste étant en correspondance avec une LED 20, ce qui permet une évacuation thermique pour chacune des LED 20 d'une manière sélective sur le support. Le dispositif se transforme ainsi en moyen d'élimination contrôlable et individuel. Comme cela a d'ores et déjà été exposé plus haut, cette particularité permet une optimisation contrôlable de l'évacuation thermique.

35 Par ailleurs, la source d'énergie 4, qui consiste sur la figure 1 en une batterie, et les moyens optiques peuvent être intégrés dans une partie interchangeable du corps 10, grâce à des moyens de connexion appropriés, ce qui facilite son remplacement en

cas de vieillissement de la source lumineuse 2, sans compter que celle-ci peut être substituée par une source énergétique plus ou moins puissante, par exemple comportant plus ou moins de diodes LED 20. En outre, l'amovibilité de la source énergétique 4 permet de
5 remplacer celle-ci rapidement pour la remplacer en cas de défaillance.

Le dispositif 1 comporte de plus encore une unité centrale 5 de gestion du fonctionnement de la source lumineuse 2 pour la définition d'un profil énergétique de photo polymérisation
10 déterminé.

Ainsi, grâce à une alimentation électrique, sous forme autonome, donc d'une ou plusieurs batteries 4, préférentiellement du type rechargeable, et/ou de moyens de raccordement 40 au secteur d'alimentation en énergie électrique d'une habitation, représentés
15 sur la figure 4, l'unité centrale 5 commande, par l'intermédiaire d'une carte de puissance 6, le fonctionnement de la source lumineuse 2 selon des séquences d'éclairage déterminées et à des puissances définies.

Sur la figure 4, il a été représenté un support de chargement
20 11 plus particulièrement adapté pour recevoir le dispositif 1 au cours du rechargement des batteries 4 intégrées dans ce dernier.

Quant aux diodes LED 20, elles sont, préférentiellement, subdivisées en modules élémentaires 22, comme cela est représenté schématiquement sur la figure 8, comportant chacun un nombre de
25 diodes LED 20 identique ou non, et alimentés par des circuits de régulation. Ceux-ci permettent, au travers de l'unité centrale 5, d'alimenter les diodes LED 20 de chacun de ces modules élémentaires 22 à des puissances bien définies.

Par ailleurs, la source d'énergie 4 est associée à un
30 dispositif 7 de convertisseur de tension continue/continue communément appelé convertisseur DC/DC, équipé d'un potentiomètre de réglage 70, et se présentant sous la forme d'un module.

Comme, plus particulièrement, visible sur la figure 9, le module DC/DC 7 tout comme le fait un transformateur en mode
35 alternatif, découpe la tension de batterie et la lisse pour obtenir une tension de sortie parfaitement constante quelle que soit la

tension issue de la batterie 4. Un dispositif de réglage permet d'ajuster une tension de sortie de base qui sera ensuite modulée en fonction des informations issues du capteur de température.

5 Par ailleurs, la carte de puissance 6 comporte un circuit 60 de commande par registre à décalage et modulation de rapport cyclique permettant de sélectionner et moduler la puissance d'émission de chaque groupe de LED 20.

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

A noter, en outre, que l'intérêt de cette conception de registres de décalage et de circuits de régulation pour chaque module 22 de diodes LED 20, réside dans le fait qu'elle n'est pas limitée en terme de luminosité maximale, puisque plusieurs de ces modules 22 de diodes LED 20 pourront être mis en cascade.

Pour répondre encore à ce souci d'intégration, l'ASIC peut être monté sur la face opposée de la ou des galettes 21 par rapport aux diodes LED 20 ou modules 22 de diodes.

20 Il a été représenté en figure 8 un schéma synoptique plus détaillé du dispositif. Ainsi, celui-ci comprend notamment un bloc chargeur BC, une alimentation en courant continu DC, un micro-contrôleur MC relié à une mémoire M, à une bibliothèque B et à une interface opérateur IO.

25 Tel que représenté sur la figure 8, le module DC/DC 7 est directement relié à la batterie 4 dont il va abaisser la tension pour l'amener à la valeur de consigne de puissance voulue, cette consigne de puissance étant corrigée en temps réel par la carte unité centrale 5 en fonction des informations issues d'un capteur de température CT.

30 Sur la figure 8, il est représenté, de manière graphique, la puissance d'alimentation de chaque module 22 de diodes LED 20 pour un profil énergétique déterminé, au cours d'une séquence de rayonnement définie. Tandis que, dans la figure 9, il a été représenté l'intensité ou la densité d'éclairement en fonction du

35

temps de la longueur d'onde et de la puissance d'émission ou du nombre de diodes émettrices.

Cette représentation permet encore de mettre en évidence qu'en utilisant différents rapports cycliques, l'unité centrale 5 a la possibilité de moduler la puissance des LED donc la puissance du rayonnement émis.

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

- 10 - l'intensité d'éclairement
 - Le rapport cyclique
 - et/ou la densité d'éclairement par unité de surface ;
 - le contrôle de la température;
 - et/ou durée de chacune de ces séquences de manière à
- 15 adapter le profil énergétique de polymérisation en fonction des caractéristiques de la lampe à photo polymériser.

Ces moyens consistent en des moyens de sélection dans une mémoire raccordée à ladite unité centrale 5, d'un profil énergétique déterminé parmi plusieurs profils préenregistrés dans cette mémoire et/ou d'une donnée, là encore, parmi plusieurs ayant été

20 préalablement enregistrées dans ladite mémoire, relative à un ou plusieurs des paramètres ajustables.

Ainsi, à titre d'exemple, dans la carte DC / DC 7 un découpage de la tension de consigne permettra de faire varier la puissance de chaque groupe de diodes 20.

L'opérateur peut encore avoir le choix, au travers d'un menu, entre différentes puissances énergétiques préétablies. A noter que ces moyens de sélection permettent à l'opérateur de régler cette puissance.

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

Avantageusement, le dispositif comporte, également, des moyens de réglage, là encore sous forme d'un potentiomètre et/ou d'un écran tactile et/ou tout autre moyen de saisie, notamment à

35 distance, pour la programmation de la mémoire raccordée à l'unité

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

5 A noter que ces moyens de réglage peuvent faire appel à des moyens de téléchargement de données, notamment au travers d'un micro ordinateur 8 via une interface RS232C 50, tel que représenté sur la figure 5, pour télécharger, par exemple, de nouveaux réglages énergétiques au travers d'un réseau de type Internet. Ces moyens de téléchargement peuvent encore emprunter la forme d'un modem, soit
10 directement intégré au dispositif, soit au support de chargement 11 auquel il a été fait référence plus haut dans la description.

Selon un autre mode de réalisation, ces moyens de réglage de la puissance peuvent se présenter sous la forme de moyens de lecture de codes barres CB.

15 Il est également possible d'utiliser une mémoire sous forme d'une carte à puce, préférentiellement du type programmable, le dispositif 1 comportant un lecteur approprié. Là également, ce lecteur de carte à puce peut se retrouver au niveau du support de chargement 11, en particulier si l'on souhaite alléger la partie
20 outil que doit manipuler l'utilisateur.

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.

25 Les moyens pour ajuster un ou plusieurs des paramètres de la puissance de la source lumineuse ont en particulier pour but 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, sur le
30 nombre des diodes LED alimentées au niveau de chaque module élémentaire et/ou sur l'intensité de leur alimentation au cours d'une réaction de photo polymérisation.

35 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 modification de puissance et au élévation thermiques des lampes a LED comme dispositifs actuels pour

la photo polymérisation 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 puissance déterminée et à une chute de cette puissance dans le temps.

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.

REVENDICATIONS

1) Dispositif électro-optique pour la photo polymérisation de matériaux composites, d'application notamment dans le domaine dentaire, du type comportant une source lumineuse (2) définie par une diode LED (20) ou un groupement de diodes LED, caractérisé en ce
5 qu'il comporte des moyens électroniques d'alimentation électrique comprenant une batterie (4) associée à un dispositif (7) de convertisseur de tension continue / continue communément appelé convertisseur DC/DC, des moyens passifs (3) d'évacuation de chaleur, ainsi qu'une unité centrale (5) de gestion des paramètres de
10 fonctionnement de la source lumineuse pour la définition d'un profil énergétique de photo polymérisation déterminé.

2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit de puissance permettant d'alimenter chaque LED (20) ou groupement de LED (20) à une valeur prédéfinie par
15 modulation de rapport cyclique.

3) Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de correction de la dérive thermique des LEDS.

4) Dispositif selon l'une quelconque des revendications
20 précédentes, caractérisé en ce que les moyens passifs d'évacuation de chaleur comprennent une carte électronique support de LED dont la conception inclut des pistes métalliques de transfert de la chaleur de la base de chacune des LED vers la périphérie de la carte.

5) Dispositif selon l'une quelconque des revendications
25 précédentes, caractérisé en ce que les moyens passifs d'évacuation de chaleur comprennent un matériau conducteur de chaleur disposé autour du boîtier de chacune des LED pour prélever le maximum de calories à chacune des diodes et les transférer à la périphérie de la carte.

6) Dispositif selon l'une quelconque des revendications
30 précédentes, caractérisé en ce que les moyens passifs d'évacuation de chaleur comprennent un radiateur métallique solidarisé à la carte

par une pâte ou une colle de transmission thermique, et un joint thermique entre ladite carte et ledit radiateur vers une pièce métallique de forte inertie thermique servant de réceptacle à calories et de support aux ensembles optiques nécessaires au système.

7) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens passifs d'évacuation de chaleur comprennent un capteur de température noyé dans le joint thermique et permettant d'avoir en temps réel le niveau de température de l'ensemble optique.

8) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'évacuation de chaleur comprennent de manière indépendante ou en combinaison:

- une carte électronique sur laquelle sont soudées les LED, les points de soudure étant reliés à des pistes électriques de grande dimension ayant une très bonne conductivité thermique. Ladite carte électronique est percée de puits thermiques métallisés qui conduisent les calories aussi rapidement que possible vers la face arrière de la carte et donc loin des LED.

- Des produits conducteurs thermiques placés au contact des parois périphériques des diodes qui ne sont pas en contact avec la carte elle-même. Ces produits peuvent être pâteux et déposés entre les diodes puis durcis ensuite. Ils peuvent être également solides et découpés à la forme exacte de l'emplacement des diodes maintenus de façon intime avec les diodes au moyen d'un bon conducteur thermique (pâte ou colle)

- Un radiateur métallique à l'arrière de la carte, solidarisé à ladite carte par une pâte ou une colle thermique, servant à récupérer les calories provenant des puits thermiques traversant la carte.

- tous ces éléments sont reliés thermiquement par de la pâte ou de la colle thermique à une pièce métallique de forte inertie thermique qui sert également de support aux éléments optiques. Cette dernière pièce sert à pomper rapidement les calories et à les stocker temporairement les calories lorsque la lampe est allumée et les restitue plus lentement par conduction ou

convection vers l'ensemble du système lorsque la lampe n'est pas utilisée.

- Un système de détection de la température permettant de couper l'alimentation lorsque la capacité de stockage de la pièce métallique est atteinte

9) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens électroniques d'alimentation comportent :

- un circuit de commande par registre à décalage et modulation de rapport cyclique permettant de sélectionner et moduler la puissance d'émission de chaque groupe de LED,

- un convertisseur DC/DC à haut rendement alimentant le circuit de commande en abaissant la tension de batterie,

- une polarisation des diodes électroluminescentes directe par la sortie du convertisseur DC/DC en utilisant la résistance interne des diodes,

- un système de réglage de ladite tension de polarisation pour faire varier le courant d'alimentation des diodes et par conséquent, la puissance optique,

- une correction automatique de cette tension de polarisation par asservissement thermique afin de disposer d'une puissance de sortie constante.

10) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la source lumineuse comporte un moyen de mesure de la température apte à détecter le stockage maximal de température compatible avec la stabilité de puissance optique émise.

11) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la batterie est du type batterie Li ion munie d'un capteur de température pour sécuriser l'appareil.

12) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la batterie est du type batterie ion hybride permettant de gérer le niveau de charge et de l'afficher sur un écran LCD.

13) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un potentiomètre de

préréglage de la consigne de puissance permettant de régler une production industrielle à une même valeur connue grâce à un réglage individuel de chaque appareil.

1/4

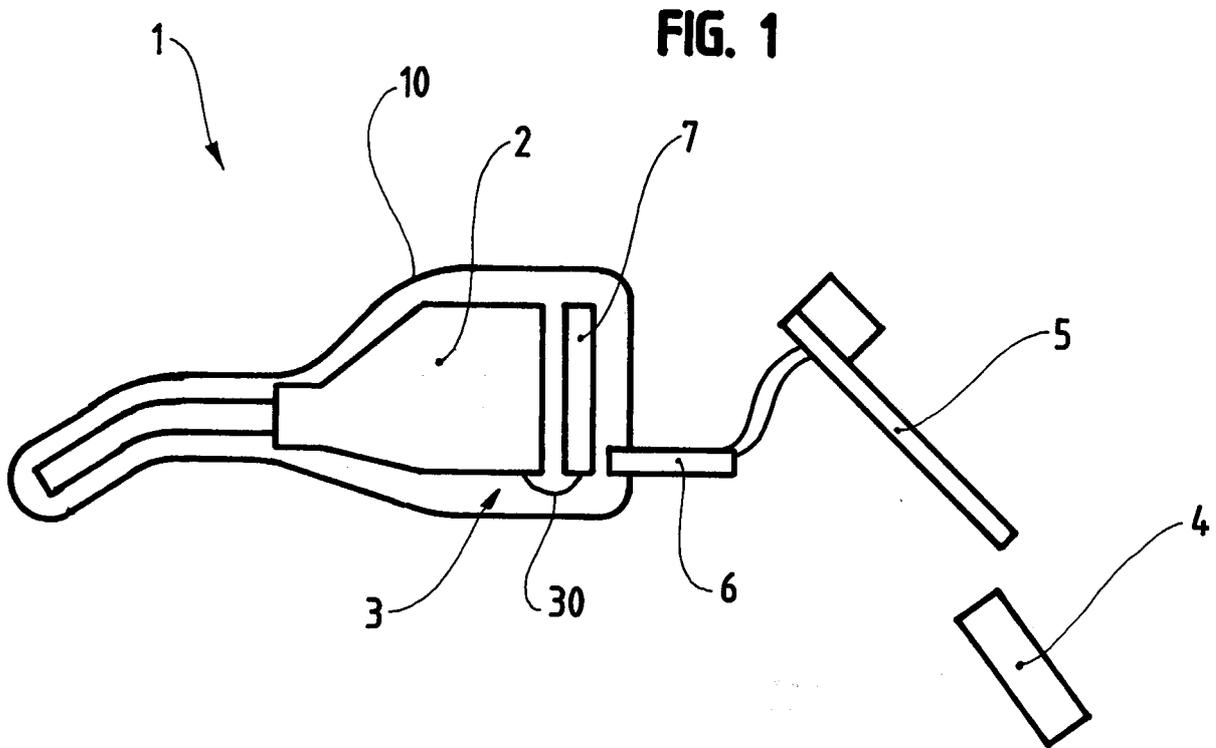
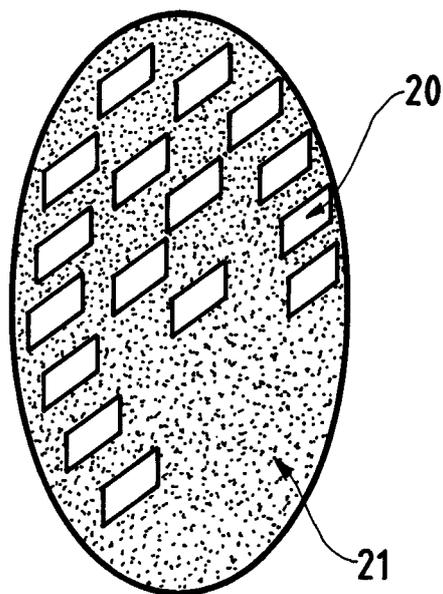
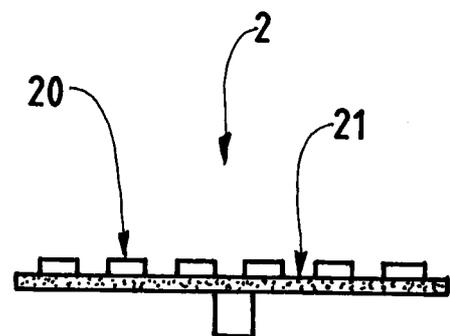
**FIG. 2****FIG. 3**

FIG. 4

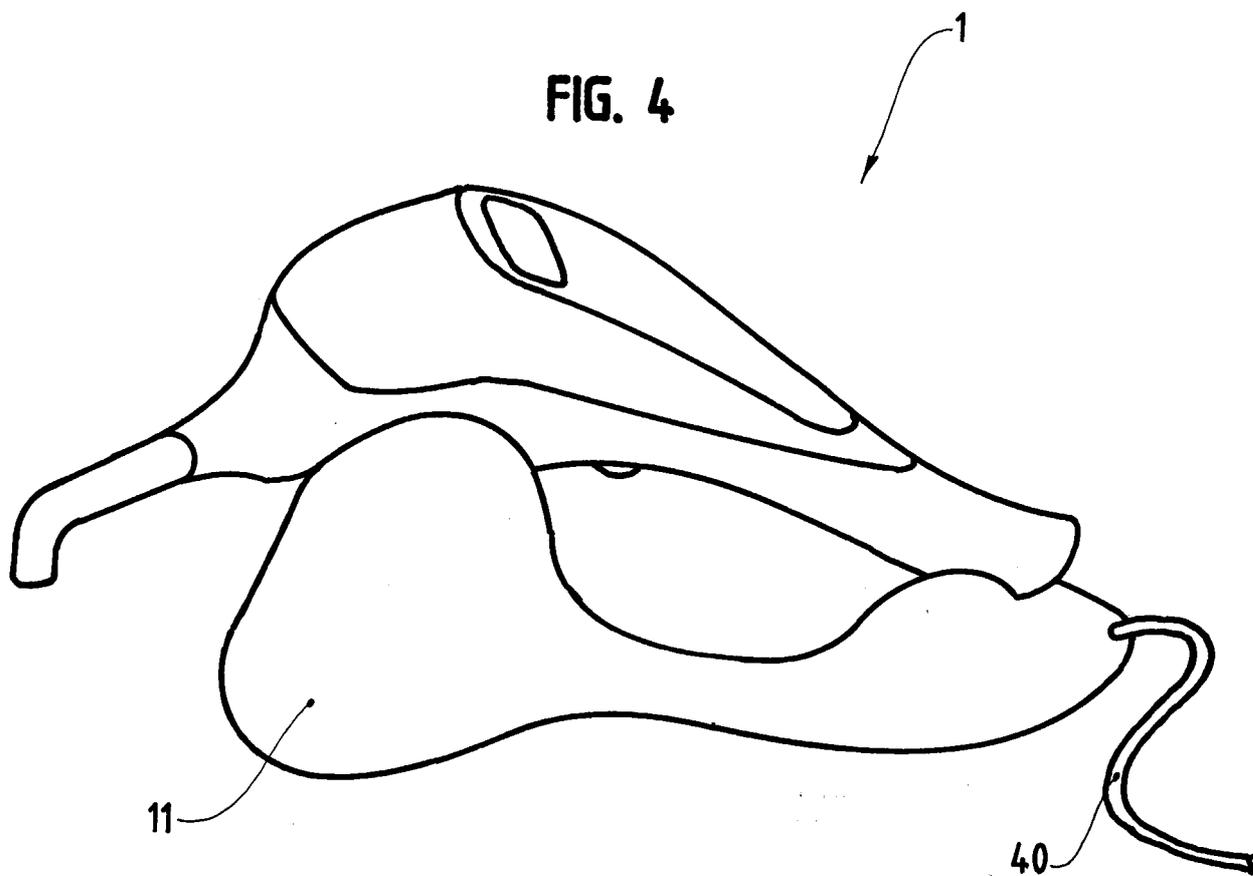


FIG. 5

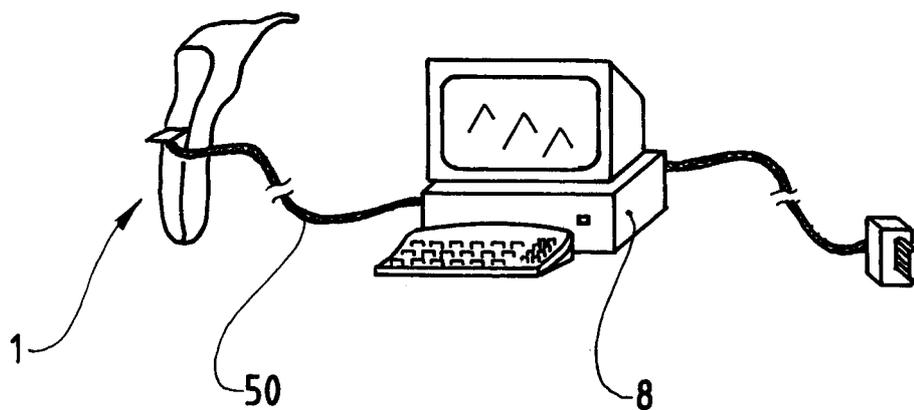


FIG. 6

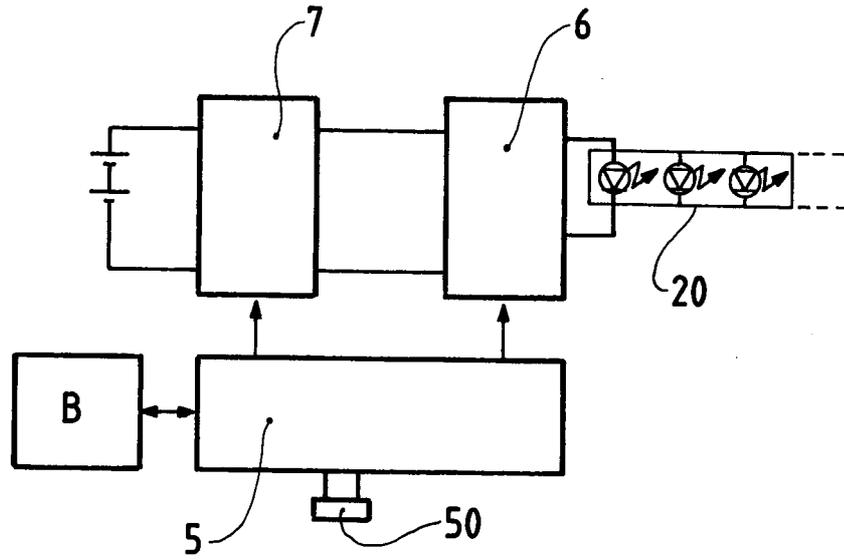


FIG. 7

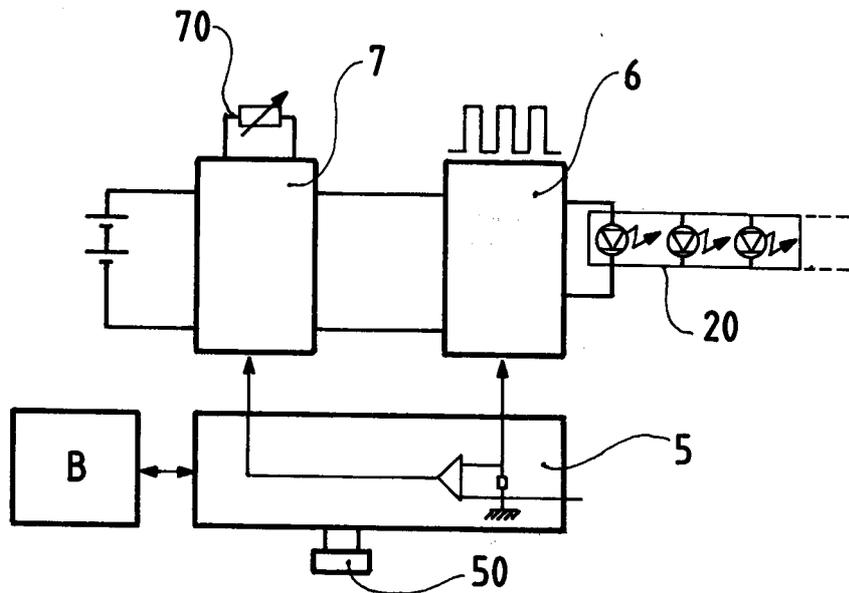
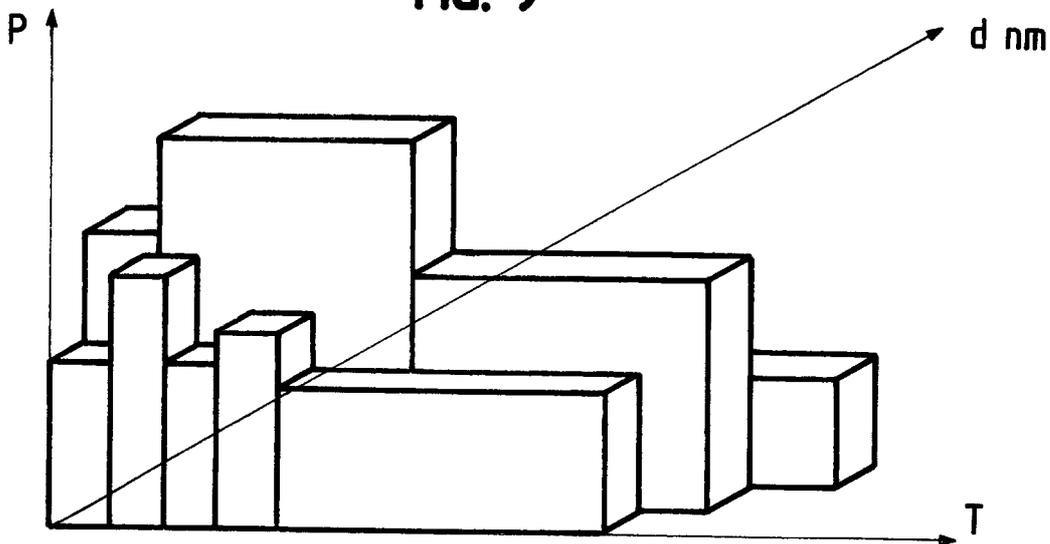


FIG. 9



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 597818
FR 0017330

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,A	US 5 634 711 A (KAYSER ROY ET AL) 3 juin 1997 (1997-06-03) * colonne 3, ligne 4-59 * * colonne 4, ligne 50 - colonne 5, ligne 40; figures 1,2 *	1,2,9	A61C13/15
A	WO 99 16136 A (UNIV BRISTOL ;JANDT KLAUS DIETER (GB); MILLS ROBIN WALTER (GB)) 1 avril 1999 (1999-04-01) * page 8, ligne 20 - page 9, ligne 7 * * page 13, ligne 16 - page 14, ligne 22; figures 2,5 *	1,4,8	
A	EP 0 879 582 A (EKA GES FUER MEDIZINISCH TECH) 25 novembre 1998 (1998-11-25) * colonne 2, ligne 11-20; figures 4,5 *	1	
A	WO 00 13608 A (MORGENSTJERNE PER ;AKEDA DENTAL A S (DK)) 16 mars 2000 (2000-03-16) * page 4, ligne 33 - page 5, ligne 27; figure 2 *	1	
A	US 5 879 159 A (CIPOLLA JOHN C) 9 mars 1999 (1999-03-09) * colonne 4, ligne 56 - colonne 5, ligne 27; figure 1 *	1,8	
A	US 5 471 129 A (MANN ROLAND) 28 novembre 1995 (1995-11-28) * colonne 11, ligne 51-57; figure 4 *	10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 août 2001		Roche, 0	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>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</p> <p>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</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>			



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 SOCIETE 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	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>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</p>			

1
 EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)