

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 909 276**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **06 55290**

⑤1 Int Cl^B : **A 61 C 19/00 (2006.01), B 29 C 35/08, H 05 B 37/02,
G 01 N 21/17**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 04.12.06.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 06.06.08 Bulletin 08/23.

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) : SATELEC Société anonyme — FR.

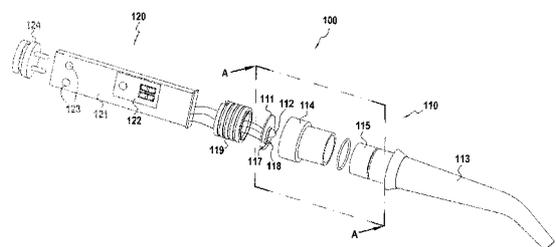
⑦2 Inventeur(s) : DURET FRANCOIS, NOUI HERVE,
SOULIER ALEXANDRE et MAZUIR ALAIN.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤4 DISPOSITIF DE PHOTOPOLYMERISATION AUTOMATIQUE.

⑤7 L'invention concerne un dispositif de photopolymérisation (100) comprenant une source lumineuse de polymérisation (111) et un guide d'onde (113) pour guider et/ou orienter l'énergie lumineuse produite par la source en direction d'une zone d'un matériau photopolymérisable. Le dispositif de photopolymérisation (100) comprend en outre un capteur d'intensité lumineuse (117) pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchi par le matériau à polymériser et des moyens de traitement et de commande (120) de la source lumineuse réagissant à la mesure de l'intensité pour contrôler automatiquement la puissance et/ou la durée d'éclairage de la source lumineuse (111) en fonction de la mesure de l'intensité de ladite lumière réfléchi.



FR 2 909 276 - A1



Domaine de l'invention

5

L'invention se rapporte à un dispositif ou lampe de photopolymérisation de matériaux d'obturation, de reconstitution, d'empreinte, de collage, ou de blanchiment, d'application notamment dans le domaine dentaire, comportant une source lumineuse, ainsi que des
10 moyens optiques et électroniques pour orienter, contrôler, moduler, sélectionner et émettre l'énergie lumineuse produite pour différents photoinitiateurs par ladite source en direction d'une zone à éclairer.

Art antérieur

15

Les matériaux composites utilisés dans l'art dentaire sont généralement à base d'une résine photopolymérisable ou de verres ionomères pouvant être chargés d'éléments solides (inclusions) dont la structure moléculaire se transforme sous l'effet d'un rayonnement
20 lumineux ayant une longueur d'onde donnée en fonction de la caractéristique dudit rayonnement et de la capacité d'absorption du matériau utilisé et en particulier la sensibilité des photoinitiateurs. Ainsi, en cours de polymérisation, ce rayonnement active les photoinitiateurs du matériau pendant un temps d'exposition calculé en fonction de l'énergie
25 de ce rayonnement, de la composition et de la teinte du composite.

Des menus préprogrammés destinés à gérer automatiquement le fonctionnement de la source lumineuse sont enregistrés dans le circuit de commande du dispositif de photopolymérisation. Cette gestion consiste en général à commander la source lumineuse suivant un profil énergétique et
30 un temps d'éclairement qui sont déterminés en fonction de conditions opératoires théoriques, encore appelées paramètres de polarisation, comme, par exemple, le type de matériau à polymériser ou la distance séparant la source lumineuse du matériau à traiter. Ces conditions étant définies une fois pour toute en usine, l'opérateur n'a pas d'autre choix que
35 d'utiliser ces menus préprogrammées d'une manière empirique dans l'espoir d'obtenir une polymérisation correcte.

Cependant, lorsque la puissance et/ou la durée d'éclairement sont programmées dans l'appareil en fonction notamment d'une valeur fixe de la distance entre la source lumineuse et le matériau à traiter, il est très difficile au praticien de se maintenir à cette distance pendant tout le traitement pour assurer une polymérisation optimale. Cela vaut également pour la plupart des autres conditions théoriques opératoires prises en compte en usine lors de la programmation des menus dans l'appareil. En effet, lorsque la source lumineuse est utilisée en combinaison avec un guide d'onde pour guider et orienter la lumière vers le site à traiter, les conditions opératoires relatives au guide d'onde (caractéristiques optiques) sont définies pour un guide d'onde spécifique et ne prennent pas en compte les variations de ces conditions comme dans le cas d'un guide d'onde présentant des défauts (à l'origine ou à la suite d'une détérioration) ou encore lors du remplacement de ce guide d'onde.

Par conséquent, le dispositif de photopolymérisation est utilisé par le praticien sans qu'il puisse contrôler que les paramètres de polymérisation définis préalablement sont bien respectés, ce qui conduit soit une sous-polymérisation mettant en péril, par exemple, le devenir de l'obturation, soit à une surexposition gênante pour le patient mais aussi dégradante pour la surface par surexposition thermique.

Le document EP 0 933 810 décrit une lampe à polymériser qui comprend des moyens pour mesurer la distance entre la source lumineuse de polymérisation et le matériau à traiter, l'unité de commande de la lampe ajustant la puissance ou le temps d'éclairement de la source en fonction de cette distance.

Si cette lampe à polymériser présente l'avantage de prendre en compte la variation d'un paramètre de polymérisation pour commander la source lumineuse, elle ne permet pas de garantir la réalisation d'une polymérisation optimale. En effet, la mesure de la distance entre la source lumineuse et le matériau à traiter n'est pas suffisante pour garantir un contrôle précis de la polymérisation et en particulier lors de l'utilisation de matériaux photopolymérisables. Comme expliqué précédemment, un matériau photopolymérisable contient des photoinitiateurs dont l'activation dépend notamment de la quantité de photons reçue par le matériau à une longueur d'onde donnée.

Or, la mesure de la distance entre la source lumineuse et le matériau photopolymérisable n'est pas suffisamment représentative de l'énergie lumineuse reçue par le matériau. En effet, la mesure de la distance ne permet pas de connaître, par exemple, l'angle et la forme du "plan focal" appliqué sur le matériau. Pourtant, l'énergie lumineuse reçue par le matériau dépend de ces paramètres.

En outre, dans le cas de l'utilisation de guides d'onde de longueurs différentes, le dispositif de photopolymérisation doit être programmé pour tenir compte, lors de la mesure de la distance, de la longueur de chaque guide d'onde susceptible d'être utilisé. Par ailleurs, la mesure de la distance ne prend pas en compte les variations de transmission (atténuation, déviation, etc.) qui peuvent intervenir dans le guide d'onde.

15 **Objet et description succincte de l'invention**

L'invention a pour but de remédier aux inconvénients précités et de proposer un dispositif ou lampe de photopolymérisation qui permet de mesurer de façon fiable la quantité de lumière reçue par le matériau à polymériser et de réaliser un contrôle de la source lumineuse de polymérisation en fonction de cette mesure.

Ce but est atteint avec un dispositif de photopolymérisation comprenant une source lumineuse de polarisation et des moyens optiques pour guider et/ou orienter l'énergie lumineuse produite par ladite source en direction d'une zone d'un matériau photopolymérisable tel qu'un matériau d'obturation, de reconstruction, d'empreinte, de collage, ou encore un matériau de blanchiment, le dispositif comprenant des moyens pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchie par le matériau à polymériser, ces moyens étant en liaison avec des moyens de traitement et de commande de la source lumineuse réagissant à la mesure de l'intensité pour contrôler automatiquement au moins la puissance et/ou la durée d'éclairement de la source lumineuse en fonction de la mesure de l'intensité de la lumière réfléchie.

Ainsi, en mesurant l'intensité de la lumière réfléchie par le matériau à polymériser, le dispositif de photopolymérisation de l'invention peut déduire le nombre de photons reçus par le matériau dans une longueur

d'onde donnée, et ce indépendamment des conditions d'application de la lumière (dimension, forme et angle du plan focal appliqué) ou des variations dans la transmission de celle-ci. Le nombre de photons étant représentatif de la puissance optique, le dispositif de photopolymérisation
5 peut ainsi réaliser un contrôle sur la source lumineuse en ajustant les paramètres de commande tels que la puissance et/ou la durée d'éclairement de cette dernière en fonction de la valeur d'intensité lumineuse mesurée.

La mesure de l'intensité lumineuse prend automatiquement en
10 compte les facteurs qui peuvent modifier l'énergie lumineuse reçue et qui ne sont pas toujours détectables lors d'une mesure de distance. A titre d'exemple, la longueur, les défauts ou tout autres aspects d'un guide d'onde influençant la quantité de lumière transmise sont intégrés automatiquement dans la mesure de l'intensité lumineuse. Le dispositif de
15 photopolymérisation de l'invention est, par conséquent, performant quel que soit le guide d'onde utilisé.

Selon un aspect de l'invention, le dispositif comprend des moyens pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchiée par le matériau photopolymérisable dans la longueur d'onde de la lumière émise par la
20 source lumineuse de polymérisation.

Selon un autre aspect de l'invention, le dispositif comprend en outre des moyens d'émission d'un faisceau de mesure pour éclairer le matériau photopolymérisable avec une lumière d'une longueur différente de celle de la lumière émise par la source lumineuse de polymérisation et
25 des moyens pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchiée par le matériau à photopolymériser dans la longueur d'onde du faisceau de mesure.

Dans ce cas, la mesure d'intensité peut être réalisée avec un système émetteur/récepteur distinct de la source de lumière de
30 polymérisation. Dans certains cas, le faisceau de mesure peut être émis dans le spectre visible et être alors avantageusement utilisé en outre comme spot de visée et permettre au praticien de pointer précisément sur le site à traiter.

Lorsque le dispositif de polymérisation utilise un faisceau de mesure
35 d'une longueur différente de celle de la lumière émise par la source lumineuse de polymérisation, ce dernier comprend des moyens pour

convertir l'intensité de la lumière mesurée dans la longueur d'onde du faisceau de mesure en une valeur d'intensité correspondant à la longueur d'onde de la lumière émise par la source lumineuse de polymérisation. Ainsi, les moyens de traitement du dispositif disposent de valeurs exploitables pour contrôler automatiquement au moins la puissance et/ou la durée d'éclairement de la source lumineuse en fonction de l'intensité mesurée.

La source lumineuse de polymérisation peut être une source halogène, plasma, laser ou tout autre type de source adaptée pour la photopolymérisation. En particulier, la source lumineuse de polymérisation peut comprendre au moins une diode électroluminescence (LED) en lumière cohérente ou non. Elle peut également comprendre plusieurs diodes électroluminescentes émettant de la lumière dans une même longueur d'onde ou suivant des longueurs d'onde différentes. Dans ce dernier cas, le dispositif comprend des moyens pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchie par le matériau à polymériser dans chacune des longueurs d'onde d'émission des diodes électroluminescentes de la source.

Selon un aspect de l'invention, le dispositif de photopolymérisation comprend en outre des moyens pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchie par un élément de vérification et des moyens pour comparer l'intensité mesurée avec une valeur d'intensité de référence de manière à déterminer si la puissance optique délivrée par le dispositif est toujours conforme à celle spécifiée en usine. Cette vérification permet notamment de détecter un problème de transmission optique apparu dans le guide d'onde ou une défaillance de la source lumineuse.

Ainsi, avec le dispositif de photopolymérisation de l'invention, les paramètres importants pour la polymérisation, à savoir la puissance et/ou la durée d'éclairement de la source lumineuse, peuvent être contrôlés automatiquement aussi bien avant que pendant l'exposition. Ce contrôle peut être effectué indifféremment avec tout type de sources lumineuses, de guides d'ondes et de matériaux photopolymérisables qui peuvent être utilisés.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels:

- la figure 1 est une vue éclatée en perspective d'un dispositif de photopolymérisation conformément à un mode de réalisation de la présente invention,
- 10 - la figure 2 est une vue partielle en coupe suivant le repère AA de la figure 1,
- la figure 3 est un schéma fonctionnel d'un circuit électronique de commande d'un dispositif de photopolymérisation conformément à un mode de réalisation de la présente invention,
- 15 - la figure 4 est une vue éclatée en perspective d'un dispositif de photopolymérisation conformément à un autre mode de réalisation de la présente invention,
- la figure 5 est une vue partielle en coupe suivant le repère BB de la figure 4,
- 20 - la figure 6 est un schéma fonctionnel d'un circuit électronique de commande d'un dispositif de photopolymérisation conformément à un autre mode de réalisation de la présente invention.

Description détaillée des modes de réalisation de l'invention

25 La présente invention concerne un dispositif de photopolymérisation destiné à appliquer sur un matériau photopolymérisable un rayonnement de lumière dans au moins une longueur d'onde donnée ou dans un spectre de longueur d'onde défini. On entend par matériau photopolymérisable tout type de matériau dont la structure moléculaire se transforme sous l'effet d'un rayonnement lumineux d'une longueur d'onde donnée, en particulier par l'activation des photoinitiateurs (par exemple camphoroquinone) du matériau qui déclenchent la réaction de polymérisation du matériau. Les matériaux photopolymérisables peuvent être notamment des matériaux composites à durcir tels que des matériaux

30

35

d'obturation, de reconstruction, d'empreinte, de collage ou des matériaux à activer tel qu'un produit de blanchiment.

Comme décrit plus loin en détail, le dispositif de photopolymérisation comprend des moyens pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchiée par le matériau photopolymérisable afin d'opérer un contrôle sur la source lumineuse du dispositif en fonction de cette mesure. L'intensité lumineuse étant représentative pour une longueur d'onde donnée de la puissance optique, il est possible en mesurant l'intensité lumineuse réfléchiée par le matériau de déterminer l'énergie ou la puissance optique effectivement reçue par le matériau et d'agir sur la source de lumière de photopolymérisation si l'énergie appliquée ne correspond pas à celle attendue.

La figure 1 illustre un dispositif de photopolymérisation conformément à un premier mode de réalisation de l'invention et destiné à permettre la photopolymérisation de matériaux d'empreinte et de reconstitution comme les composites notamment dans le domaine dentaire. Le dispositif de photopolymérisation 100 comprend une partie antérieure 110 qui comprend de manière connue une source lumineuse 111 équipée d'une diode électroluminescente ou LED 112 couplée à un guide d'onde 113 permettant de guider, orienter et émettre l'énergie lumineuse produite par la source 111 en direction d'une zone d'éclairage correspondant à la zone du matériau composite à photopolymériser. Le guide d'onde 113 et la source lumineuse 111 sont couplés à l'intérieur d'un élément 114, le guide 113 étant monté de façon amovible à une extrémité de l'élément 114 et la source lumineuse 111 étant montée à l'autre extrémité de l'élément 114 sur un élément support 119.

Le guide d'onde 113 peut être constitué par des fibres optiques. Toutefois, le guide d'onde peut être également formé d'une ou plusieurs lentilles ou d'un barreau dit "ROD" bien connu par l'homme du métier familiarisé dans le domaine des guides d'onde.

Le guide d'onde 113 est monté dans l'élément 112 au moyen d'un embout 115 qui, comme illustré sur la figure 2, comporte dans sa partie intérieure un réflecteur 116 permettant de réduire la divergence du rayonnement émis par la LED 112 et comportant une ouverture centrale 116a pour loger cette dernière.

Conformément à la présente invention, la partie antérieure 110 du dispositif de photopolymérisation 100 comprend en outre un capteur d'intensité lumineuse 117 monté au niveau de la source lumineuse 111 à proximité de la LED 112. Le capteur d'intensité lumineuse 117 peut être
5 constitué par un capteur photosensible, c'est-à-dire un capteur renvoyant une valeur proportionnelle à la quantité de photons qu'il reçoit. Le capteur 117 peut notamment être constitué d'une photodiode ou d'un phototransistor (variation du courant en fonction du nombre de photons reçus), ou encore d'une photorésistance (variation de la résistance en
10 fonction du nombre de photons reçus). Dans ce mode de réalisation, le capteur 117 mesure l'intensité lumineuse (i.e. le nombre de photons reçus) dans la longueur d'onde ou le spectre de longueur d'onde de la lumière de polymérisation émise par la source lumineuse 111. En d'autres termes, le capteur 117 délivre une valeur qui est directement
15 représentative de l'intensité de la lumière de polymérisation réfléchiée par le matériau composite.

Sur la figure 2, le déflecteur 116 comporte une ouverture 116b pour permettre au capteur 117 de recevoir la lumière réfléchiée par le matériau composite et retournée par le guide d'onde 113. Le capteur 117
20 peut être en outre muni éventuellement d'un prisme 118 pour diriger les rayons F_{refl} de la lumière réfléchiée par le matériau à travers le guide d'onde vers la surface photosensible du capteur 117.

La source lumineuse n'est pas limitée à l'utilisation d'une LED. Elle peut par exemple être constituée d'une source halogène, plasma, laser, ou
25 tout autre type de source adapté à la photopolymérisation.

Par ailleurs, la source lumineuse peut comprendre plusieurs LEDs émettant chacune une lumière de photopolymérisation soit dans la même longueur d'onde identique, ce qui permet notamment de faire varier la focalisation en fonction du système optique ou d'augmenter la puissance
30 de la source, soit dans une longueur d'onde différente (par exemple en utilisant une LED émettant à 480 nm et une autre LED émettant à 420 nm), ce qui permet d'assurer la polymérisation de certains matériaux de reconstructions utilisant des molécules autres que la camphoroquinone tels que les "Lucirin" (LR) de BASF ®. Dans ce dernier cas, le dispositif de
35 photopolymérisation de l'invention comporte soit un capteur d'intensité lumineuse apte à mesurer une valeur représentative de l'intensité

lumineuse dans chacune des longueurs d'onde émises, soit plusieurs capteurs, chacun étant apte à mesurer l'intensité lumineuse dans une longueur d'onde d'une des LEDs de la source.

5 Le dispositif de photopolymérisation 100 comprend une deuxième partie qui correspond à une unité de commande 120 située juste en dessous de la partie antérieure 110. Cette unité de commande 120 comprend une carte 121 équipée sur une face d'un écran 122 et de boutons de commande 123 et, sur l'autre face, d'un circuit électronique de commande (non représenté sur la figure 1). L'unité de commande est
10 reliée, via des moyens de connexion 124, à une source d'alimentation en énergie électrique qui peut être notamment une source d'alimentation autonome constituée par des batteries rechargeables, une source d'alimentation externe telle que le secteur ou encore une source d'alimentation locale disponible par exemple sur le bloc dentaire du
15 praticien. La source lumineuse 111 et le capteur d'intensité lumineuse 117 sont reliés électriquement au circuit électronique de commande qui, d'une part, reçoit le signal de mesure d'intensité lumineuse délivré par le capteur d'intensité lumineuse 117, et, d'autre part, contrôle la source lumineuse 111 pour adapter la puissance et/ou la durée d'éclairement de cette
20 dernière en fonction du signal de mesure reçu.

La figure 3 est un schéma fonctionnel d'un circuit électronique de commande 300 d'un mode de réalisation du dispositif de photopolymérisation de l'invention.

25 Le circuit 300 comprend une carte CPU 301 (par exemple un microcontrôleur programmable) qui est programmée pour piloter l'ensemble des paramètres de polymérisation. Cette carte comprend une mémoire non volatile qui contient, sous forme de menus sélectionnables et éventuellement modifiables par une interface de téléchargement 302, les paramètres de polymérisation propres à chaque type de matériau
30 photopolymérisable et pour lesquels l'intensité lumineuse optimale a été définie. Le praticien, au travers d'un écran LCD 303 et de touches de commande sélectionne un des menus proposés puis déclenche le cycle de polymérisation par une gâchette ou bouton de commande 304.

35 La carte CPU 301 commande une source lumineuse de photopolymérisation 305 qui peut être constituée, comme décrit précédemment, d'une ou plusieurs LEDs, d'une source halogène, plasma,

laser ou autre. En fonction de l'intensité lumineuse réfléchie mesurée, la carte CPU 301 paramètre et commande un convertisseur DC/DC 307 à découpage (PWM), ce qui permet de minimiser les élévations thermiques générées dans la pièce à main. Un régulateur de courant 308 asservit en permanence l'énergie envoyée dans la source lumineuse. Les paramètres de polymérisation sont optimisés en temps réel par la carte CPU 301 qui mesure de façon dynamique l'intensité lumineuse de la lumière réfléchie par le matériau à polymériser et ajuste la puissance et/ou de la durée d'éclairage en fonction de cette mesure.

Le circuit 300 est relié à une source d'alimentation en énergie électrique 400 qui peut être indifféremment une source provenant du bloc dentaire 401, une source d'alimentation externe 402 comme le secteur, ou une source d'alimentation autonome par batterie 403, comme par exemple des batteries de type Li-Ion, Ni-Cd, MnAl, etc., rechargeable par induction, contact ou autre.

Conformément à l'invention, le circuit 300 est relié à un capteur d'intensité lumineuse 309 qui peut être, comme décrit précédemment pour le capteur 117, une photodiode, une photorésistance, un phototransistor ou similaire. Comme expliqué précédemment, le capteur 309 reçoit sur sa surface photosensible une partie de la lumière de photopolymérisation réfléchie par le matériau éclairé par la source 305. Le capteur 309 génère en réponse un signal représentatif de l'intensité lumineuse qu'il a reçue et transmet cette information à une boucle de régulation 310 qui peut être mise en œuvre dans la carte CPU 301 ou dans un composant dédié.

Dans le cas, par exemple, où le capteur 309 est un phototransistor, ce dernier génère un courant électrique I , aussi appelé photocourant, proportionnel au nombre de photons reçus sur sa base photosensible. Le photocourant I est alors transmis à la boucle de régulation 301 en étant simultanément converti en tension et amplifié par un amplificateur transimpédance.

L'information d'intensité lumineuse peut être transmise à la boucle de régulation sous forme numérique par conversion analogique/numérique (A/D) du signal délivré par le capteur.

La boucle de régulation 310 effectue une comparaison entre le signal représentatif de l'intensité lumineuse reçue par le capteur avec une valeur d'intensité lumineuse de référence et génère un signal de

régulation qui permet à la carte CPU 301 d'agir sur la puissance et/ou la durée d'éclairement de la source lumineuse de photopolymérisation en réponse à ce signal de régulation.

5 En fonction de la valeur d'intensité lumineuse mesurée par le capteur, il est possible de déduire la quantité de photons reçue par le matériau et d'adapter la puissance et/ou la durée d'éclairement de la source lumineuse en conséquence. Par exemple, la valeur de l'intensité lumineuse mesurée par le capteur peut être comparée à une valeur d'intensité de référence, cette valeur d'intensité de référence ayant été
10 définie au préalable dans le menu préprogrammé en fonction d'un niveau de puissance d'éclairage de la source lumineuse. Si la valeur d'intensité mesurée par le capteur est inférieure à la valeur d'intensité de référence, cela signifie que le niveau de puissance délivré par la source lumineuse est inférieur à celui attendu dans le menu. Dans ce cas, la boucle de
15 régulation 310 délivre un signal de commande à la carte CPU 301 qui, en réponse à ce signal, augmentera la puissance de la source lumineuse ou le temps d'éclairage. De même, si la valeur d'intensité mesurée par le capteur est supérieure à la valeur d'intensité de référence, cela signifie que le niveau de puissance délivré par la source lumineuse est supérieur à
20 celui attendu dans le menu. Dans ce cas la boucle de régulation 310 délivre un signal de commande à la carte CPU 301 qui, en réponse à ce signal, diminuera la puissance de la source lumineuse ou le temps d'éclairage.

25 L'homme du métier envisagera sans difficultés d'autres formes de réalisation du circuit électronique de commande pour le dispositif de photopolymérisation de l'invention. D'une manière générale, le circuit électronique de commande selon l'invention comprend, en outre des moyens habituels de commande d'un dispositif de photopolymérisation, au moins des moyens pour acquérir un signal issu d'un capteur d'intensité
30 lumineuse et des moyens pour traiter et exploiter ce signal (par exemple par comparaison avec une valeur de référence) afin de permettre aux organes de commande de la source de lumineuse photopolymérisation d'adapter au moins la puissance et/ou la durée d'éclairement de cette source en fonction de l'intensité lumineuse mesurée par le capteur.

35 Cette adaptation étant basée sur une mesure dynamique de l'intensité lumineuse réfléchie par le matériau, elle permet notamment de

modifier en temps réel les paramètres de puissance et/ou de durée d'éclairement de la source lumineuse de photopolymérisation au cours de l'application d'un menu préprogrammé destiné à gérer automatiquement le fonctionnement de la source lumineuse suivant un profil énergétique et un temps d'éclairement déterminés si les conditions opératoires théoriques définies dans le menu ne sont pas respectées.

La figure 4 illustre un autre mode de réalisation d'un dispositif de photopolymérisation de l'invention. Le dispositif de photopolymérisation 200 de la figure 4 diffère de celui décrit précédemment en ce qu'il comprend en outre une source d'émission d'un faisceau de mesure 220 qui émet de la lumière dans une longueur d'onde différente de celle de la source lumineuse de photopolymérisation. Dans ce cas, le dispositif de photopolymérisation 200 comprend un capteur 217 qui mesure l'intensité lumineuse dans la longueur d'onde de la source d'émission du faisceau de mesure 220. A titre d'exemple et comme illustrée en outre sur la figure 5, la source 220 peut être constituée par une diode laser infrarouge 221 qui émet, via un prisme 222 logé dans une ouverture 116c du déflecteur 116, un faisceau infrarouge F_{IR} en direction du matériau à traiter à travers le guide d'onde 113, le faisceau infrarouge F_{IRRef} réfléchi par le matériau étant reçu par le capteur 217 via un prisme 218.

Les autres éléments structurels du dispositif de photopolymérisation 200 sont identiques à ceux du dispositif de photopolymérisation 100 présenté en figure 1 et ne seront pas décrits une nouvelle fois par souci de simplification.

L'intensité lumineuse mesurée pour réaliser le contrôle de la source de photopolymérisation étant dans une longueur d'onde différente de la lumière de photopolymérisation, le circuit électronique de commande du dispositif 200 doit comprendre en outre des moyens pour convertir les valeurs d'intensité mesurées dans la longueur d'onde de la source d'émission du faisceau de mesure 220 en des valeurs d'intensité correspondant à la longueur d'onde de la lumière de photopolymérisation.

A cet effet, comme illustré sur la figure 6, le circuit électronique de commande 500 du dispositif 200 diffère de celui de la figure 3 en ce qu'il comprend en outre un moyen de traitement 512 du signal délivré par le capteur 509 et correspondant à l'intensité de la lumière de la source d'émission de faisceau de mesure 511 réfléchi par le matériau pour le

convertir en un signal représentatif de l'intensité lumineuse dans la longueur d'onde de la lumière de photopolymérisation émise par la source lumineuse de photopolymérisation 505. En fonction du type de lumière utilisé par la source d'émission du faisceau de mesure, le moyen de traitement 512 effectue la conversion du signal délivré par le capteur 512 en appliquant aux valeurs mesurées un coefficient de conversion si les valeurs d'intensité de la lumière mesurée varient de façon linéaire par rapport à la lumière de photopolymérisation ou en utilisant une abaque si cette variation n'est pas linéaire. Les moyens de traitement 512 réalisant cette conversion peuvent être mis en œuvre dans un composant dédié ou dans la carte CPU 501.

Les autres éléments 501 à 510 et 601 à 603 sont identiques aux éléments 301 à 310 et 401 à 403 déjà décrits en relation avec la figure 3.

Le faisceau de mesure peut être réalisé avec des rayonnements issus d'une grande partie du spectre électromagnétique et en particulier la partie visible de ce spectre. Le fait de réaliser un faisceau de mesure dans la partie visible du spectre (le rouge par exemple), permet de combiner à la fois la fonction de mesure de l'intensité lumineuse et la fonction de visée. Comme décrit notamment dans le document WO 01/60280, le dispositif de photopolymérisation peut émettre, en outre de la lumière de polymérisation, un rayonnement visible produisant un spot de visée qui permet au praticien de situer le lieu clinique à traiter. Ce rayonnement peut être émis directement par la source d'émission du faisceau de mesure ou par un filtrage en longueur d'onde appropriée de la lumière émise par la source de lumière de polymérisation. Le capteur d'intensité optique est alors choisi pour permettre la mesure de l'intensité lumineuse dans la longueur d'onde de la lumière utilisée pour réaliser le spot de visée.

La mesure de l'intensité lumineuse du dispositif de photopolymérisation de la présente invention peut en outre être avantageusement utilisée pour vérifier que, même après de nombreuses utilisations, le dispositif de photopolymérisation délivre toujours une puissance optique conforme à celle spécifiée au départ en usine. Au fur et à mesure des utilisations, le guide d'onde ainsi que la source lumineuse peuvent subir des détériorations et/ou des vieillissements susceptibles de réduire la puissance optique délivrée par le dispositif. Par exemple, après

chaque utilisation, le guide d'onde est stérilisé par vapeur d'eau dans un autoclave. La répétition des cycles d'autoclave peut conduire à la rupture du guide d'onde ou à la formation d'un dépôt sur ce dernier en particulier lorsqu'on utilise une eau non déminéralisée avec l'autoclave. De même, 5 après de nombreuses utilisations ou lors d'un endommagement du dispositif, l'intensité de la source lumineuse peut être affectée. Avec le dispositif de photopolymérisation de l'invention, une vérification de son bon fonctionnement peut être facilement réalisée sur site en local, par exemple au cabinet dentaire, par l'utilisation d'une cale de vérification 10 constituant une surface de référence. L'utilisateur place cette cale face au faisceau lumineux émis par le dispositif de photopolymérisation qui mesure l'intensité de la lumière réfléchiée par la cale et la compare avec une valeur d'intensité de référence. Si la valeur d'intensité mesurée diffère significativement de celle de référence, le dispositif pourra en avvertir 15 l'utilisateur en affichant une information correspondante sur l'écran LCD du dispositif. L'utilisateur ainsi averti du problème pourra, par exemple, changer le guide d'onde et faire une nouvelle mesure de vérification.

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 20 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 de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de photopolymérisation (100) comprenant une source
5 lumineuse de polymérisation (111) et des moyens optiques (113) pour
guider et/ou orienter l'énergie lumineuse produite par ladite source en
direction d'une zone d'un matériau photopolymérisable,
caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (117, 118) pour
mesurer l'intensité de la lumière réfléchiée par le matériau à polymériser et
10 en ce que lesdits moyens de mesure d'intensité sont en liaison avec des
moyens de traitement et de commande (300) de la source lumineuse
réagissant à la mesure de l'intensité pour contrôler automatiquement la
puissance et/ou la durée d'éclairement de la source lumineuse (111) en
fonction de la mesure de l'intensité de ladite lumière réfléchiée.
15
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il
comprend des moyens (117, 118) pour mesurer l'intensité de la lumière
réfléchiée par le matériau photopolymérisable dans la longueur d'onde de la
lumière émise par la source lumineuse de polymérisation (111).
20
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en qu'il comprend
en outre des moyens d'émission (220) d'un faisceau de mesure pour
éclairer le matériau photopolymérisable avec une lumière d'une longueur
différente de celle de la lumière émise par la source lumineuse de
25 polymérisation (111) et des moyens (217, 218) pour mesurer l'intensité de
la lumière réfléchiée par le matériau à photopolymériser dans la longueur
d'onde du faisceau de mesure.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il
30 comprend une source d'émission d'un faisceau de mesure dans une
longueur d'onde comprise dans le spectre visible.
5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il
comprend des moyens (512) pour convertir l'intensité de la lumière
35 mesurée dans la longueur d'onde du faisceau de mesure en une valeur

d'intensité correspondant à la longueur d'onde de la lumière émise par la source lumineuse de polymérisation (111).

5 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la source lumineuse de polymérisation (111) est une source halogène, plasma ou laser.

10 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la source lumineuse de polymérisation (111) comprend au moins une diode électroluminescence (LED) (112) en lumière cohérente ou non.

15 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que la source lumineuse de polymérisation (111) comprend plusieurs diodes électroluminescentes émettant de la lumière suivant des longueurs d'onde différentes et en ce que ledit dispositif comprend des moyens pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchiée par le matériau à polymériser dans chacune des longueurs d'onde d'émission desdites diodes électroluminescentes.

20

25 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchiée par un élément de vérification et des moyens pour comparer l'intensité mesurée avec une valeur d'intensité de référence de manière à vérifier le niveau de puissance optique délivré par le dispositif.

1/5

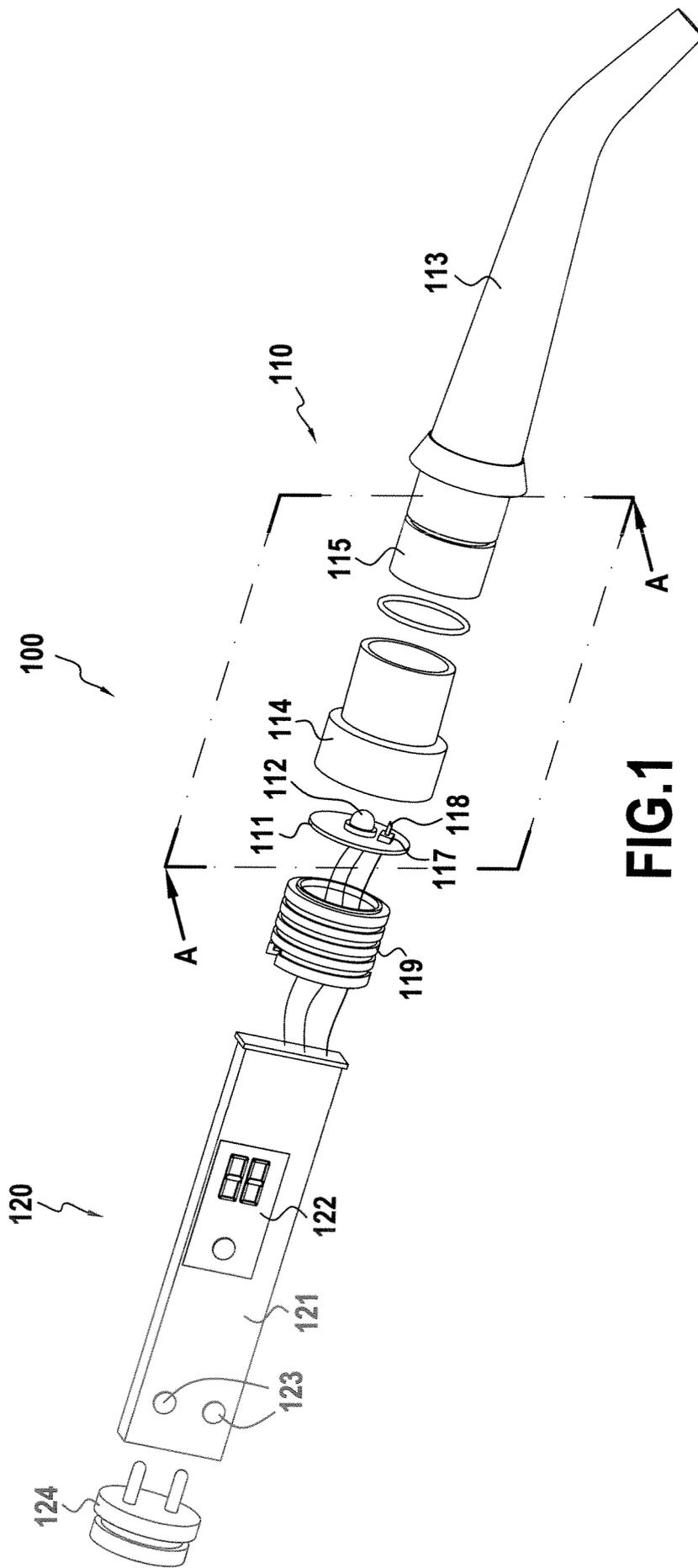


FIG.1

2/5

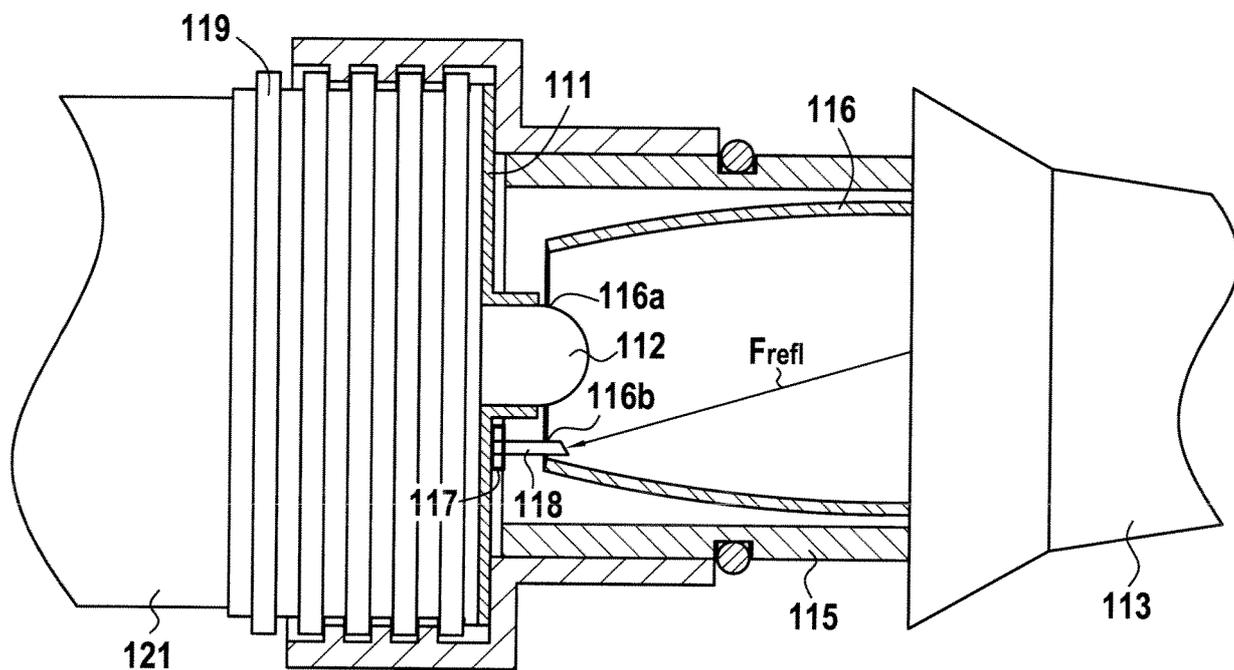


FIG. 2

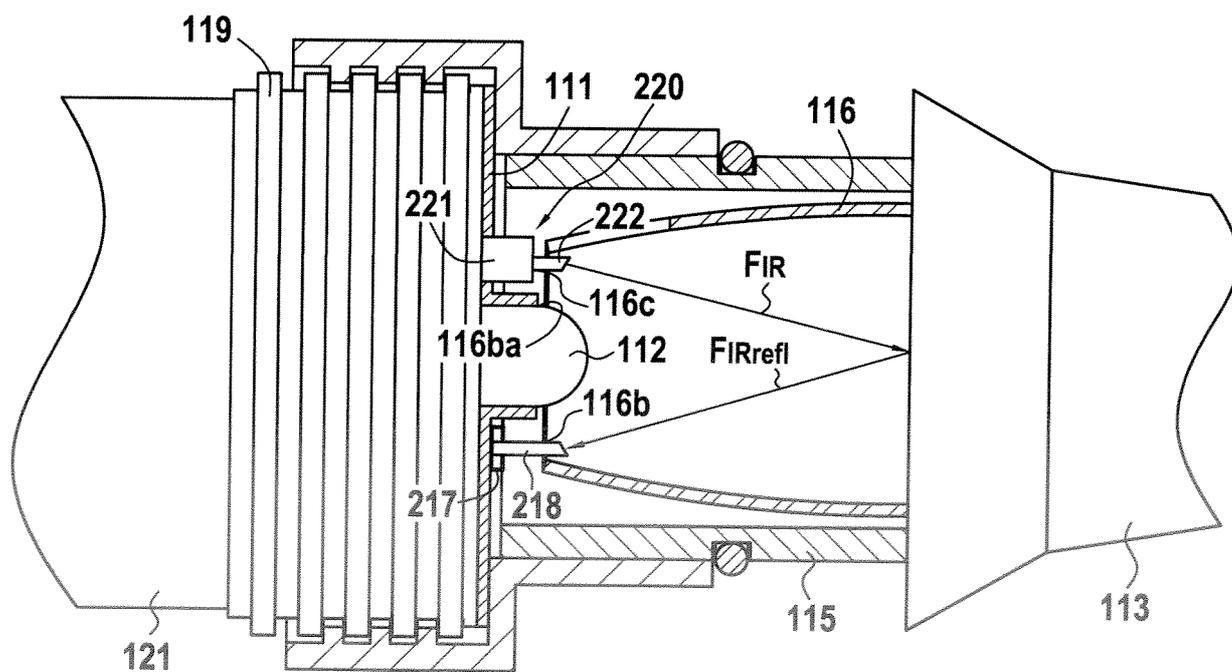


FIG. 5

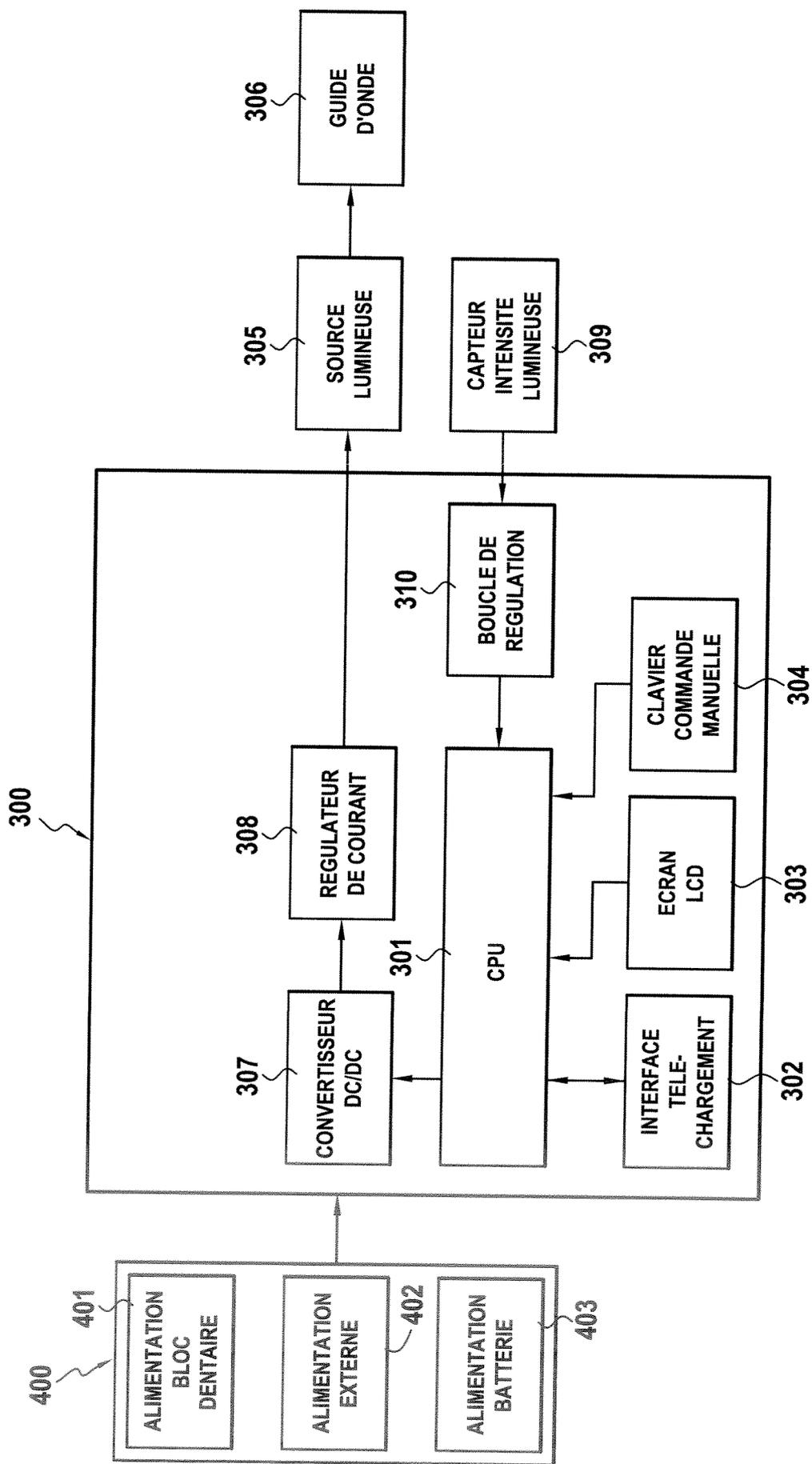


FIG.3

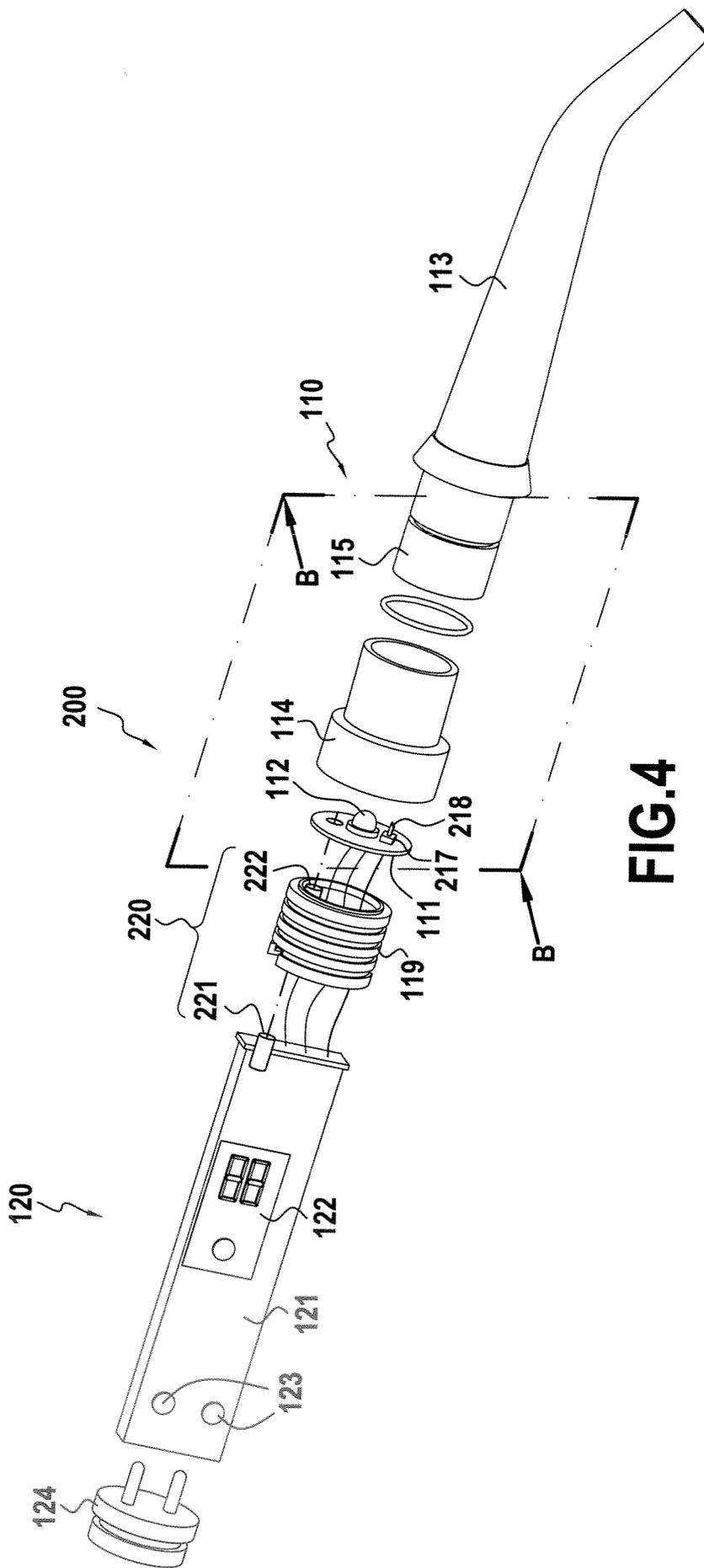


FIG.4

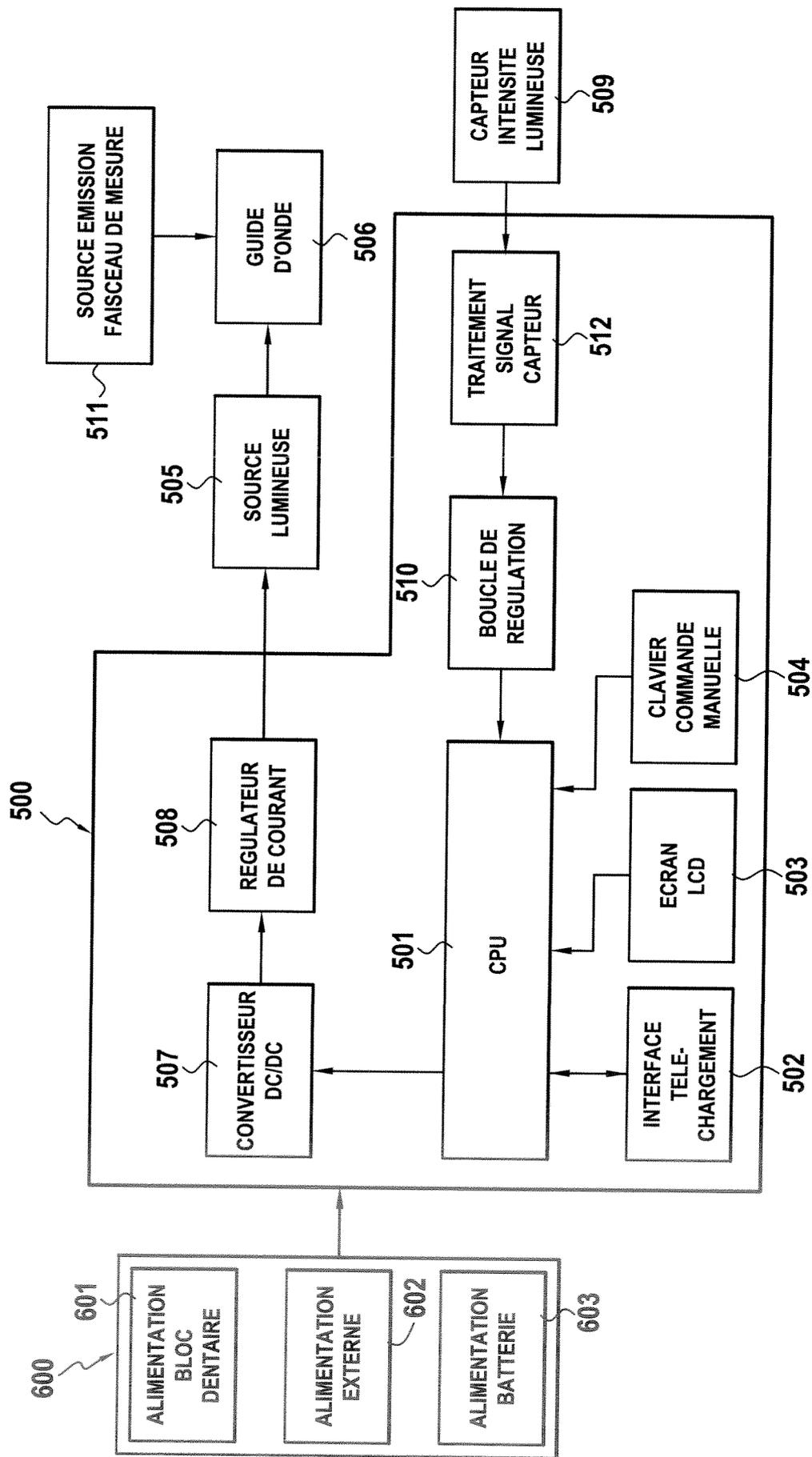


FIG.6

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 687947
FR 0655290

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		
X	EP 1 716 820 A (IVOCLAR VIVADENT AG FA [LI]) 2 novembre 2006 (2006-11-02) * alinéas [0012], [0013], [0015], [0019], [0028], [0055] - [0059] * * revendications 22,24,26,27 *	1-9	A61C19/00 B29C35/08 H05B37/02 G01N21/17
X	EP 1 236 444 A1 (SIRONA DENTAL SYS GMBH & CO KG [DE]) 4 septembre 2002 (2002-09-04) * alinéas [0007], [0012], [0018], [0020], [0023] * * revendication 1 *	1,3,4,6, 7	
A	WO 2005/057670 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]) 23 juin 2005 (2005-06-23) * page 23, ligne 29 - page 24, ligne 4 *	8	
A	US 3 524 983 A (VOELZ FREDERICK L) 18 août 1970 (1970-08-18) * revendication 1 *	1-9	
A	US 4 874 948 A (CIELO PAOLO [CA] ET AL) 17 octobre 1989 (1989-10-17) * colonne 7, ligne 53 - colonne 8, ligne 2 * * revendication 1 *	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) A61C G01N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 juillet 2007		Fortune, Bruce	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0655290 FA 687947**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 09-07-2007

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1716820	A	02-11-2006	DE 102005019386 A1 JP 2006305362 A US 2006240376 A1	02-11-2006 09-11-2006 26-10-2006

EP 1236444	A1	04-09-2002	AT 334638 T DE 10107099 A1 DK 1236444 T3	15-08-2006 12-09-2002 20-11-2006

WO 2005057670	A	23-06-2005	BR PI0417172 A BR PI0417183 A BR PI0417190 A EP 1690302 A2 EP 1697681 A2 EP 1697682 A2 JP 2007512954 T KR 20060121264 A KR 20060115910 A KR 20060115911 A MX PA06006279 A MX PA06006280 A MX PA06006281 A WO 2005057669 A2 WO 2005057671 A2	06-03-2007 06-03-2007 06-03-2007 16-08-2006 06-09-2006 06-09-2006 24-05-2007 28-11-2006 10-11-2006 10-11-2006 25-08-2006 25-08-2006 25-08-2006 23-06-2005 23-06-2005

US 3524983	A	18-08-1970	AUCUN	

US 4874948	A	17-10-1989	AUCUN	
