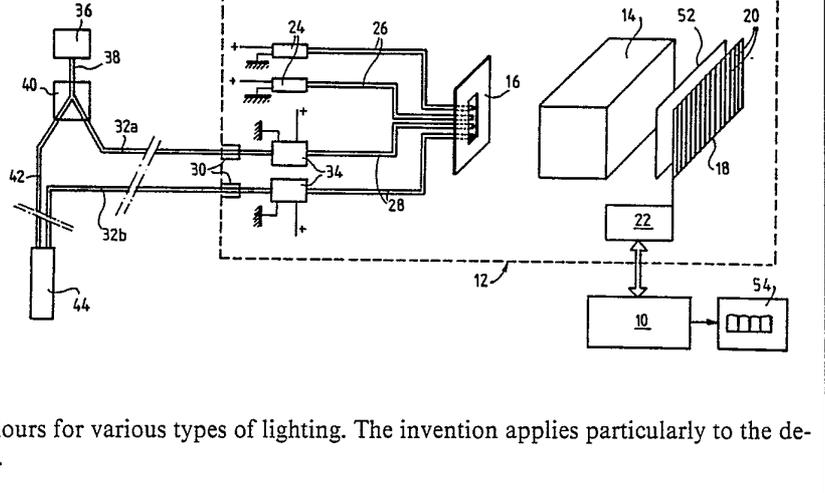


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets⁴ : A61C 19/10, G01J 3/50</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: WO 87/ 03470 (43) Date de publication internationale: 18 juin 1987 (18.06.87)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR86/00433 (22) Date de dépôt international: 12 décembre 1986 (12.12.86) (31) Numéro de la demande prioritaire: 85/18540 (32) Date de priorité: 13 décembre 1985 (13.12.85) (33) Pays de priorité: FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): BERTIN & CIE [FR/FR]; Zone Industrielle, B.P. No 3, F-78373 Plaisir (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement) : LEQUIME, Michel [FR/FR]; 6, rue des Sauries, F-13510 Eguilles (FR). MILLET, Jocelyn [FR/FR]; 20, rue des Bougainvilliers, F-84120 Perthuis (FR).</p>		<p>(74) Mandataire: RAMEY, Daniel; Cabinet M. Sabatier, 83, avenue Foch, F-75116 Paris (FR). (81) Etats désignés: AT (brevet européen), AU, BE (brevet européen), BR, CH (brevet européen), DE (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), IT (brevet européen), JP, KR, LU (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), US. Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>
<p>(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE COLOUR, PARTICULARLY OF A DENTAL PROSTHESIS</p>		
<p>(54) Titre: PROCÉDE ET DISPOSITIF DE DETERMINATION DE LA COULEUR, EN PARTICULIER D'UNE PROTHESE DENTAIRE</p>		
<p>(57) Abstract</p>		
<p>The invention makes it possible to determine the colour to be given particularly to a dental prosthesis from the measurement of the colour of adjacent teeth in the mouth of the patient. An optical fiber instrument (44) senses the light reflected by a tooth (50) and transmits the light to the input of a spectrophotometer (12, 14) associated with a microprocessor (10) in order to determine the spectral reflectance diffused by the tooth and to calculate the trichromatic components of its apparent colours for various types of lighting. The invention applies particularly to the determination of colours of dental prostheses.</p>		
<p>(57) Abrégé</p>		
<p>L'invention permet de déterminer la couleur à donner en particulier à une prothèse dentaire à partir de la mesure de la couleur des dents adjacentes dans la bouche du patient. Un instrument (44) à fibre optique permet de capter la lumière réfléchie par une dent (50) et de la transmettre à l'entrée d'un spectrophotomètre (12, 14) associé à un microprocesseur (10), pour déterminer la réflectance spectrale diffuse de la dent et calculer les composantes trichromatiques de ses couleurs apparentes pour divers types d'éclairage. L'invention s'applique notamment à la détermination des couleurs des prothèses dentaires.</p>		

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	ML	Mali
AU	Australie	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BE	Belgique	HU	Hongrie	NL	Pays-Bas
BG	Bulgarie	IT	Italie	NO	Norvège
BJ	Bénin	JP	Japon	RO	Roumanie
BR	Brésil	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CF	République Centrafricaine	KR	République de Corée	SE	Suède
CG	Congo	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CH	Suisse	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LU	Luxembourg	TD	Tchad
DE	Allemagne, République fédérale d'	MC	Monaco	TG	Togo
DK	Danemark	MG	Madagascar	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande				

Procédé et dispositif de détermination de la couleur,
en particulier d'une prothèse dentaire.

L'invention concerne un procédé et un dispositif de détermination de la couleur à donner à un objet, en particulier une prothèse dentaire, à partir de la couleur d'un autre objet, notamment des dents adjacentes dans la bouche d'un
5 patient.

On sait qu'il est essentiel qu'une prothèse dentaire (une couronne, une dent à pivot, un bridge, etc.) ait une couleur
10 aussi proche que possible de celle des dents adjacentes.

Actuellement, la détermination de la couleur d'une prothèse se fait à la vue, en général par un dentiste qui compare des échantillons de couleurs aux dents de son patient.
15 Cette façon de faire donne des résultats qui dépendent nécessairement de la capacité du dentiste à apprécier des différences entre des couleurs très voisines et qui, pour cette seule raison, ne sont pas toujours très satisfaisants.

20 Il arrive en outre que la couleur ainsi choisie d'une prothèse soit très proche de celle des dents adjacentes lorsqu'elles sont éclairées par une source de lumière équivalente, et que cette couleur soit assez éloignée de celle des dents adjacentes lorsqu'elles sont éclairées par une

source de lumière à raies telles qu'un tube fluorescent (phénomène de métamérisme).

Par ailleurs, on sait qu'il existe, pour mesurer la couleur
5 d'un objet, des colorimètres utilisant des filtres et permettant de déterminer les composantes trichromatiques X, Y, Z de la couleur d'un objet, par lesquelles on peut reconstituer cette couleur à partir de trois couleurs primaires. Toutefois, la connaissance de ces composantes trichromatiques
10 pour un éclairage donné ne permet pas de déterminer les valeurs de ces composantes pour un autre type d'éclairage. Ainsi, pour obtenir de bons résultats avec ces colorimètres, il faudrait réaliser des mesures de couleurs pour un grand nombre d'éclairages différents, ce qui est un inconvénient
15 majeur.

L'invention a notamment pour but d'éviter cet inconvénient.

Elle a pour objet un procédé et un dispositif permettant
20 de déterminer les couleurs apparentes d'un objet correspondant à différents types d'éclairage, à partir d'une mesure unique réalisée dans un éclairage quelconque.

Elle a également pour objet un procédé et un dispositif
25 du type précité, permettant de réaliser sans difficultés cette mesure pour des objets aussi difficilement accessibles que les dents d'une personne.

L'invention propose donc un procédé de détermination de
30 la couleur d'un objet, tel qu'une prothèse dentaire, à partir de la couleur d'autres objets, tels que les dents adjacentes dans la bouche d'un patient, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser une prise d'informations in situ à l'aide d'une ou de plusieurs fibres optiques propres
35 à être introduites dans la bouche du patient pour capter la lumière réfléchiée par une dent adjacente à la prothèse, à transmettre par fibre optique la lumière réfléchiée à un spectrocolorimètre et à déterminer la réflectance spectrale

diffuse de la dent, puis à déterminer par calcul les différentes colorations apparentes de la dent correspondant à différents types de lumière par lesquels elle peut être éclairée, pour définir ensuite la couleur de la prothèse
5 qui réalisera le meilleur accord possible, sur le plan esthétique, avec les dents adjacentes.

A partir de la réflectance spectrale diffuse de la dent éclairée, on peut déterminer par le calcul, après un échan-
10 tillonnage approprié de cette réflectance spectrale diffuse, les composantes monochromatiques des colorations de cette dent pour la totalité des éclairages possibles et, dans la pratique, pour des sources de lumière normalisées (par exemple une source de lumière d'égale énergie, les illu-
15 minants normalisés C.I.E., une source à raies, etc.) qui correspondent à divers types d'éclairage possibles.

L'invention permet donc, à partir d'une seule mesure, de disposer des composantes trichromatiques des couleurs appa-
20 rentes d'une dent pour différents types d'éclairage, et donc de choisir par comparaison, la couleur de la prothèse dont les composantes trichromatiques se rapprocheront le plus de celles des couleurs apparentes de la dent.

25 Selon une autre caractéristique de l'invention, on peut effectuer cette mesure de réflectance spectrale diffuse et de détermination des couleurs apparentes pour plusieurs dents du patient et pour plusieurs échantillons-tests de couleurs de prothèse, afin de déterminer l'échantillon
30 dont les couleurs apparentes se rapprochent le plus de celles des dents du patient.

Avantageusement, pour définir la couleur de la prothèse, on peut privilégier la couleur apparente en éclairage naturel.

35 L'invention prévoit également de visualiser sur un terminal graphique un ensemble représentant les dents adjacentes du patient et la prothèse, avec leurs couleurs apparentes respectives pour différents types d'éclairage.

On peut ainsi vérifier visuellement, pour différents types d'éclairage, si la couleur choisie d'une prothèse correspond bien à celle des autres dents du patient.

5 L'invention propose également un dispositif de détermination de la couleur d'une prothèse dentaire, à partir de la mesure de la couleur d'au moins une dent adjacente de la bouche d'un patient; caractérisé en ce qu'il comprend un instrument de prise d'informations in situ, propre à être introduit
10 dans la bouche du patient et comprenant des moyens à fibre optique de captation et de transmission de la lumière réfléchie par une dent, un spectrocolorimètre dont une voie d'entrée à fibre optique est reliée auxdits moyens de captation et de transmission, ce spectrocolorimètre comprenant
15 des moyens de mesure et de détermination de la réflectance spectrale diffuse de la dent, et des moyens de calcul associés au spectrocolorimètre pour déterminer les différentes colorations apparentes de la dent correspondant à différents types d'éclairage.

20 Selon d'autres caractéristiques de l'invention, l'instrument de prise d'informations comprend une fibre optique associée à une source de lumière pour l'éclairage de la dent, une fibre optique de captation et de transmission de la lumière
25 réfléchie par la dent, des moyens optiques de focalisation permettant une mesure locale sur une partie de la dent, et/ou des moyens d'homogénéisation de la lumière incidente ou réfléchie, tels par exemple qu'une microsphère intégrante.

30 Le spectrocolorimètre utilisé est avantageusement du type comprenant un spectromètre à mosaïque d'éléments photodétecteurs, associé à un microprocesseur et monté sur une carte optoélectronique qui porte également au moins deux
35 voies de mesure à fibres optiques aboutissant à l'entrée du spectromètre et munies d'obturateurs assurant la commutation des voies de mesure, des moyens d'étalonnage des photodétecteurs en longueur d'onde, et des circuits électroniques de lecture des photodétecteurs.

L'une des voies de mesure du spectromètre est associée à la source de lumière, et l'autre est reliée à l'instrument de prise d'informations pour recevoir la lumière réfléchie par la dent éclairée.

5

Le microprocesseur peut être associé à un terminal graphique, pour la visualisation d'un ensemble de dents comprenant la prothèse et les dents adjacentes, avec leurs couleurs apparentes correspondant à différents types d'éclairage.

10

Dans la description qui suit, faite à titre d'exemple, on se réfère aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un dispositif
15 selon l'invention;

- la figure 2 est une vue schématique, à plus grande échelle, de l'instrument de prise d'informations, représenté en regard d'une dent.

20

Dans le mode de réalisation représenté en figure 1, le dispositif selon l'invention est constitué essentiellement par l'association d'un spectrocolorimètre du type décrit dans la demande de brevet français No 85 15351 déposée
25 le 16 octobre 1985, d'un instrument de prise d'informations in situ, et d'une source d'éclairage d'un type quelconque.

Le spectrocolorimètre se compose d'un microprocesseur de commande et de calcul 10 et d'une carte optoélectronique 12
30 dont le contour a été représenté en trait pointillé et sur laquelle sont montés un spectromètre 14 du type à réseau de diffraction, par exemple à montage optique de Littrow, qui comprend une fente d'entrée 16, et une barrette ou mosaïque 18 de photodétecteurs 20, qui sont par exemple
35 des photodiodes au silicium.

Les photodétecteurs 20 sont associés à des circuits électroniques désignés par la référence 22, qui sont montés sur

la carte 12 et comprennent des circuits, par exemple du type multiplex, de lecture des charges des détecteurs, un convertisseur analogique-numérique, une horloge programmable de détermination du temps d'intégration des photodétecteurs 20, des mémoires-tampon, ainsi que des circuits de traitement des informations numérisées.

La carte 12 porte également des moyens d'étalonnage en longueur d'onde des photodétecteurs 20, qui sont constitués par deux diodes électroluminescentes 24, alimentées en courant continu sous commande du microprocesseur 10 et reliées par des fibres optiques 26 formant deux voies d'étalonnage à la fente d'entrée 16 du spectromètre. Chaque diode 24 émet, lorsqu'elle est alimentée, une radiation lumineuse de longueur d'onde déterminée, les longueurs d'onde des radiations des deux diodes étant assez distantes l'une de l'autre dans le spectre visible.

Sur la carte 12 sont également prévues deux voies de mesure 28 à fibres optiques, dont une extrémité aboutit à la fente d'entrée 16 du spectromètre et dont l'autre extrémité peut être reliée, par l'intermédiaire d'un connecteur 30 monté sur la carte 12, à une voie de mesure 32a, 32b, respectivement, formée par une fibre optique pouvant avoir une grande longueur si nécessaire.

Chaque voie de mesure 28 sur la carte 12 est équipée d'un obturateur 34 qui est alimenté en courant continu sous commande du microprocesseur 10 et qui permet d'ouvrir et de fermer la voie de mesure correspondante 28.

Une source de lumière 36, qui peut être par exemple une lampe émettant un rayonnement de référence spectrale, est reliée par une fibre optique 38 et un coupleur 40 en Y, d'une part à l'entrée de la voie de mesure 32a du spectromètre et, d'autre part, par une fibre optique 42 à un instrument 44 de prise d'informations, qui est relié également à l'autre voie de mesure 32b du spectromètre.

L'instrument 44 contient deux fibres optiques 46 et 48 qui sont raccordées respectivement aux fibres optiques 42 et 32b ou qui en constituent une extension, et qui débouchent librement à l'extrémité de l'instrument 44. Celui-ci se présente en pratique sous la même forme qu'un instrument de dentiste et peut avoir un diamètre de l'ordre de quelques millimètres, de façon à pouvoir être introduit facilement dans la bouche d'un patient pour être amené en regard d'une dent 50.

10

Cet instrument 44 peut comporter éventuellement des moyens optiques de focalisation (non représentés) permettant une prise locale d'informations en un point d'une dent. Il peut également comporter des moyens optiques d'homogénéisation de la lumière incidente ou réfléchie, tels par exemple qu'une microsphère intégrante associée à la fibre 46 ou 48 et permettant notamment de s'affranchir des variations d'incidence. On peut par exemple réaliser une prise d'informations avec une géométrie 0/45 ou 45/0 (lumière incidente normale et lumière réfléchie reprise à 45°, ou inversement) ou 0/d ou d/0 (lumière incidente normale et lumière réfléchie reprise par la microsphère, ou inversement).

Par ailleurs, comme déjà décrit dans la demande de brevet français No 85 15351, les extrémités des fibres optiques formant les voies d'étalonnage 26 et les voies de mesure 28 du spectromètre sont superposées les unes aux autres dans la fente d'entrée 16. Les photodétecteurs 20 doivent alors avoir une hauteur suffisante, correspondant à la hauteur des extrémités superposées des fibres optiques. Lorsque le spectromètre 14 est un montage optique de Littrow dont le rapport d'agrandissement est de 1/1, la hauteur des détecteurs 20 doit être au moins égale à la hauteur des extrémités superposées des quatre fibres optiques formant les voies d'étalonnage et de mesure, c'est-à-dire en fait à quatre fois le diamètre d'une fibre optique.

En outre, un filtre 52 à densité dégradée de compensation, appelé correcteur plan focal, est placé sur les photodétecteurs.

teurs 20, de façon à ce que ces derniers reçoivent des flux énergétiques du même ordre de grandeur et, de préférence, sensiblement égaux. On sait en effet que les fibres optiques ont une transmission spectrale défavorable dans le bleu, de telle sorte que les flux énergétiques des composantes spectrales entrant dans le spectromètre sont beaucoup plus faibles dans le bleu que dans le rouge, cette atténuation étant d'autant plus importante que la longueur des fibres optiques formant les voies de mesure est plus grande. Le correcteur plan focal 52 permet de rétablir une densité sensiblement régulière de flux énergétique sur les photodétecteurs 20. De plus, son utilisation est préférable à celle d'un ensemble de filtres bleus, qui ne laissent passer qu'une fraction du flux énergétique incident.

Le dispositif qui vient d'être décrit fonctionne de la façon suivante :

Les opérations d'étalonnage ou de calibrage des photodétecteurs 20 peuvent être réalisées automatiquement de façon périodique, sur commande du microprocesseur 10 ou à volonté de l'utilisateur. Pour cela, les obturateurs 34 des voies de mesure 28 sont fermés, et des mesures sont réalisées par allumage d'une diode 24, l'autre étant éteinte, puis par allumage de l'autre diode 24, la première étant éteinte. Ces mesures sont répétées systématiquement à des intervalles de temps prédéterminés plus ou moins longs, les résultats des premières mesures étant conservés en mémoire et comparés aux résultats des mesures réalisées ensuite, pour vérifier leur concordance et recalibrer automatiquement l'ensemble de photodétecteurs 20 si nécessaire.

Pour effectuer une mesure spectrométrique, les deux diodes 24 sont éteintes, une voie de mesure 28 est ouverte, l'autre étant fermée. Le flux énergétique reçu par les photodétecteurs 20 est mesuré et comparé à leur seuil de saturation, pour déterminer le temps d'intégration par les photodétecteurs

teurs du signal reçu et obtenir un signal aussi important que possible, mais inférieur au seuil de saturation. Le temps d'intégration, qui varie en général entre 1 ms et 1 s environ, est déterminé par une horloge programmable permettant d'asservir automatiquement le temps d'intégration à la valeur du flux énergétique reçu, pour l'obtention d'un signal représentant 90% de la dynamique des photodétecteurs.

10 Les signaux des détecteurs 20, c'est-à-dire en fait leurs charges, sont lus par des circuits de lecture du type multiplex, ayant une fréquence de lecture constante égale à la fréquence maximale de lecture des détecteurs, c'est-à-dire celle qui correspond à la valeur minimale du temps d'intégration. La lecture des photodétecteurs se traduit par la remise à zéro de l'intégration pour la mesure suivante. Les signaux lus sur les détecteurs sont numérisés par un convertisseur analogique numérique et sont ensuite traités. Le bruit des photodétecteurs est mesuré par fermeture de toutes les voies de mesure, et ce bruit mesuré est automatiquement soustrait du signal de mesure obtenu par ouverture d'une voie de mesure du spectromètre.

25 Pour déterminer les colorations apparentes d'une dent, on procède de la façon suivante :

L'instrument 44 de prise d'informations est placé dans la bouche du patient, en regard de la zone de la dent dont on veut déterminer la couleur. Cette dent est éclairée par la source de lumière 36, par l'intermédiaire de la fibre optique 42, 46, aboutissant à l'extrémité de l'instrument 44 en regard de la dent 50. La lumière réfléchie par la dent et qui est modifiée par la couleur de celle-ci, est captée par la fibre optique 46 et transmise par la voie de mesure 32b à la fente d'entrée 16 du spectromètre 14.

Tout d'abord, la voie de mesure 32a associée à la lampe 36 est ouverte pour une mesure spectrométrique du rayonnement

émis par cette lampe, tandis que la voie de mesure 32b associée à la dent 50 est fermée, puis la voie de mesure 32a est fermée tandis que la voie de mesure 32b est ouverte pour une mesure spectrométrique de la lumière réfléchie par la dent 50, le rapport de ces deux mesures permettant de déterminer la réflectance spectrale diffuse $D(\lambda)$ de la dent.

Les composantes trichromatiques X, Y et Z de la couleur de la dent sont déterminées à l'aide des relations suivantes :

$$X = \int_{\lambda} D(\lambda) S(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int_{\lambda} D(\lambda) S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int_{\lambda} D(\lambda) S(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

où :

20

λ est la longueur d'onde,

$D(\lambda)$ est la réflectance spectrale diffuse,

$S(\lambda)$ est un coefficient spectral dépendant de la source d'éclairage,

25 $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ sont les composantes spectrales trichromatiques de l'observateur de référence colorimétrique C.I.E.

Les coefficients trichromatiques x, y, z de la couleur de la dent sont donnés par les relations suivantes :

30

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

35

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

Lorsque l'on dispose de la réflectance spectrale diffuse $D(\lambda)$, on l'échantillonne en longueur d'onde par pas de longueur d'onde de 5 ou 10 nm par exemple et l'on calcule les composantes trichromatiques X, Y, Z à l'aide des relations indiquées ci-dessus, pour un coefficient spectral $S(\lambda)$ correspondant. Les courbes $S(\lambda)$ pour des sources lumineuses de référence normalisées sont connues, avec un échantillonnage correspondant à celui de $D(\lambda)$, ainsi que les valeurs échantillonnées de $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$.

10

On peut ainsi, à partir d'une seule mesure de la réflectance spectrale diffuse d'une dent, déterminer les composantes trichromatiques des colorations apparentes de cette dent pour différents types d'éclairage.

15

Les mêmes opérations peuvent être répétées en plaçant l'extrémité de l'instrument 44 de prise d'informations en regard des échantillons-tests de couleur de prothèse, dont disposent les dentistes et les prothésistes. Par comparaison des résultats, c'est-à-dire des colorations apparentes pour différents types d'éclairage, on peut déterminer l'échantillon-test dont la couleur se rapproche le plus de celle de la dent, pour différents types d'éclairage. En pratique, on aura tendance à privilégier, pour cette comparaison, la coloration en lumière naturelle.

Il est bien entendu possible de répéter également ces opérations de détermination de la réflectance spectrale diffuse et de calcul des composantes trichromatiques pour d'autres zones d'une dent du patient, ou pour d'autres dents adjacentes à la prothèse.

Les résultats de ces mesures et de ces calculs peuvent être visualisés sur un terminal graphique 54 associé au microprocesseur 10, sur lequel on verra apparaître un ensemble de dents, ayant des formes types correspondant aux dents du patient et à la prothèse, et des couleurs correspondant aux colorations apparentes déterminées pour différents

types d'éclairage. Cette visualisation permet de vérifier très rapidement l'accord esthétique entre la couleur d'un échantillon-test et celle des dents du patient.

- 5 Le dispositif selon l'invention permet donc de déterminer de façon rapide et fiable la couleur à donner à une prothèse dentaire, en fonction de la couleur des dents adjacentes dans la bouche du patient.
- 10 Les prothèses dentaires sont souvent réalisées avec une résine colorée par des pigments dont le dosage varie en fonction de la couleur à obtenir. L'invention, qui permet de déterminer de façon très précise la couleur à donner à la résine, permet également de déterminer le dosage correspondant des pigments et donc d'automatiser ce dosage.
- 15

L'invention est également applicable à d'autres domaines techniques, lorsque la couleur à donner à un article doit être déterminée à partir de la couleur d'un autre article.

Revendications.

1.- Procédé de détermination de la couleur, en particulier d'une prothèse dentaire à partir de la couleur d'un objet identique tel que les dents adjacentes dans la bouche d'un patient, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser une prise d'informations in situ à l'aide d'une ou de plusieurs fibres optiques (46,48) propres à être introduites dans la bouche du patient pour capter la lumière réfléchie par une dent (50) adjacente à l'emplacement de la prothèse, à transmettre par fibre optique la lumière réfléchie à un spectrocolorimètre (10,12,14) et à déterminer la réflectance spectrale diffuse $D(\lambda)$ de la dent, puis à déterminer par calcul les différentes colorations apparentes de la dent correspondant à différents types de lumière par lesquels elle peut être éclairée, pour définir la couleur de la prothèse qui réalisera le meilleur accord possible, sur le plan esthétique, avec les dents adjacentes.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on réalise un échantillonnage en longueurs d'ondes de la réflectance spectrale diffuse $D(\lambda)$ de la dent, on détermine le coefficient spectral $S(\lambda)$ correspondant à un type d'éclairage donné et on calcule les composantes trichromatiques X, Y, Z, de la couleur apparente de la dent pour cet éclairage.

3.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on effectue ces déterminations de couleurs apparentes sur une ou plusieurs dents du patient et sur des échantillons-tests de couleurs, pour déterminer l'échantillon dont les couleurs apparentes se rapprochent le plus de celles des dents du patient.

4.- Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, pour définir la couleur de la prothèse, on privilégie la couleur apparente en éclairage naturel.

14

5.- Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on visualise sur un terminal graphique un ensemble représentant la prothèse et les dents adjacentes du patient avec leurs couleurs apparentes respectives.

5

6.- Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on détermine, de façon automatique à partir des composantes ou des coefficients trichromatiques de la couleur déterminée, le dosage des pigments à ajouter
10 à une résine pour obtenir cette couleur.

7.- Dispositif de détermination de la couleur à donner en particulier à une prothèse dentaire, à partir de la couleur d'au moins une dent adjacente dans la bouche d'un
15 patient, caractérisé en ce qu'il comprend un instrument (44) de prise d'informations in situ, propre à être introduit dans la bouche du patient et comprenant des moyens à fibre optique (48,32b) de captation et de transmission de la lumière réfléchie par une dent (50), un spectrocolorimètre
20 (10,12,14) dont une voie d'entrée (28) à fibre optique est reliée auxdits moyens (48,32b) de captation et de transmission, ce spectrocolorimètre comprenant des moyens (18,22) de mesure et de détermination de la référence spectrale diffuse de la dent, et des moyens (10) de calcul associés
25 au spectrocolorimètre pour déterminer les différentes colorations apparentes de la dent correspondant à différents types d'éclairage.

8.- Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en
30 ce que l'instrument (44) de prise d'informations comprend une fibre optique (46) associée à une source de lumière (36) pour l'éclairage de la dent, et une fibre optique (48) de captation et de transmission de la lumière réfléchie par la dent.

35

9.- Dispositif selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que ledit instrument (44) comprend des moyens optiques de focalisation permettant une mesure locale sur une partie de dent.

- 10.- Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que ledit instrument (44) comprend des moyens d'homogénéisation du signal reçu, tels par exemple qu'une micro-sphère intégrante associée à la fibre optique (48) de captation et de transmission de la lumière réfléchie par la dent.
11. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que le spectrocolorimètre est du type comprenant un spectromètre (14) à mosaïque d'éléments photodétecteurs (20), associé à un microprocesseur (10) et monté sur une carte optoélectronique (12) qui porte également au moins deux voies (28) de mesure à fibres optiques aboutissant à l'entrée (16) du spectromètre et munies d'obturateurs (34) assurant la commutation des voies de mesure, des moyens (24,26) d'étalonnage des photodétecteurs (20) en longueurs d'ondes, et des circuits électroniques (22) de lecture des photodétecteurs.
12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'une des voies de mesure du spectromètre est associée à la source de lumière (36) et l'autre voie de mesure est reliée à l'instrument (44) de prise d'informations pour recevoir la lumière réfléchie par la dent éclairée.
- 13.- Dispositif selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que le microprocesseur (10) est relié à un terminal graphique permettant de visualiser un ensemble comprenant la prothèse et les dents adjacentes avec leurs couleurs apparentes.

FIG. 1

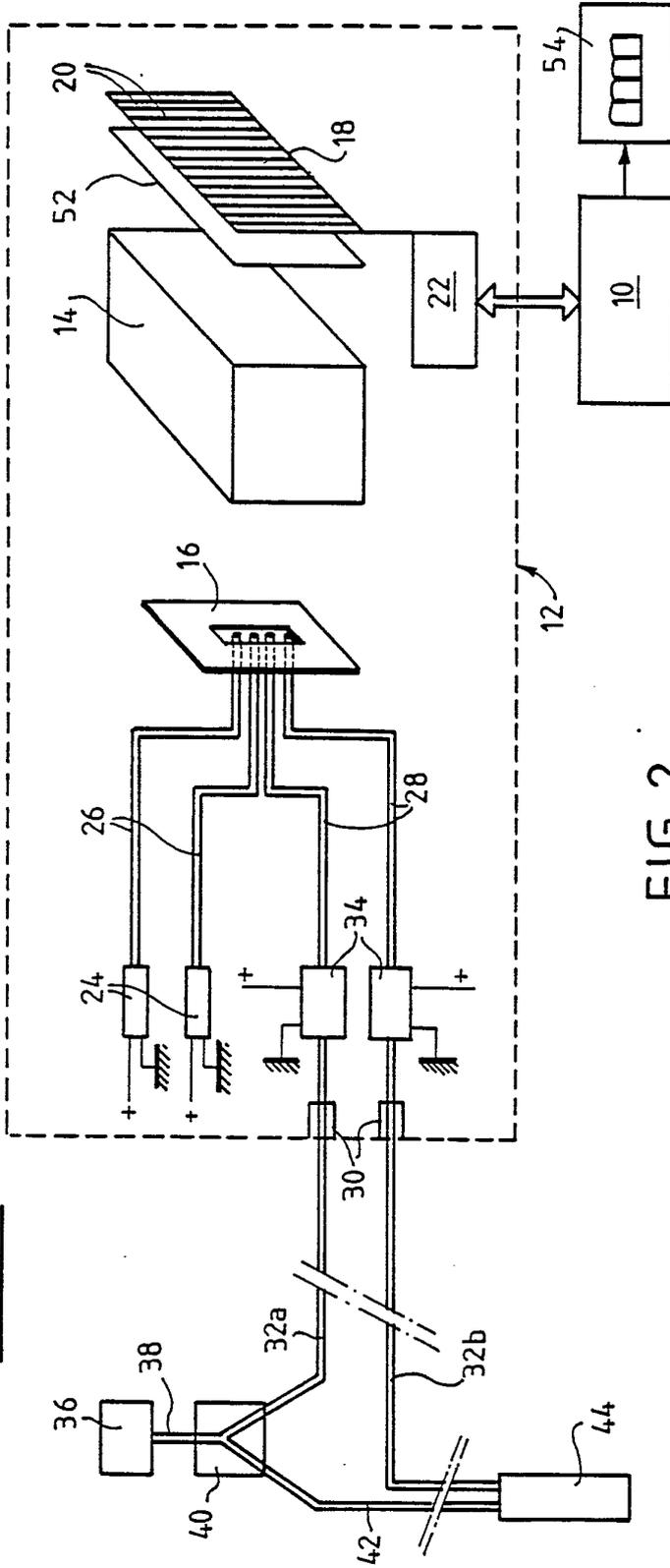
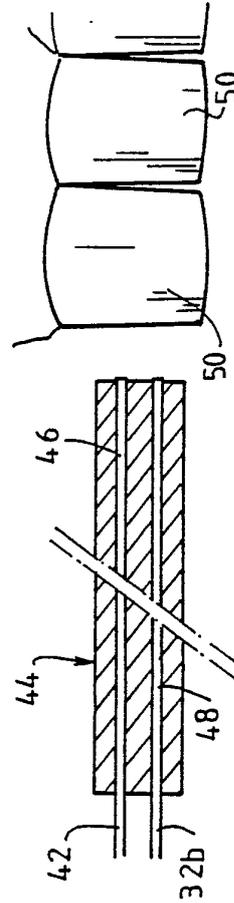


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 86/00433

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁴ A 61 C 19/10; G 01 J 3/50		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁴	A 61 C, G 01 J	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
X	FR, A, 2516785 (BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES) 27 May 1983 see the whole document	1, 2
Y	--	3, 5-10
Y	FR, A, 2188157 (SWINSON) 18 January 1974 see claims 1-4	5
A	--	13
Y	FR, A, 2359406 (STERNDENT CORP.) 17 February 1978 see page 5, line 29 - page 6, line 35 and page 23, line 35 - page 26, line 26; claims 1-11	3, 6-9
A	--	11-12
Y	FR, A, 1470766 (JOYCE, LOEBL & CO.) 24 February 1967 see page 2, column 2, lines 3-23	10
	--	
	.../...	
<p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
09 March 1987 (09.03.87)	02 April 1987 (02.04.87)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category*	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	FR, A, 2376087 (STERNDENT CORP.) 28 July 1978	
	--	
A	FR, A, 2231958 (EPPELDANER) 27 December 1974	

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/FR 86/00433 (SA 15587)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 11/03/87

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A- 2516785	27/05/83	None	
FR-A- 2188157	18/01/74	DE-A- 2256355 JP-A- 49027096	13/12/73 11/03/74
FR-A- 2359406	17/02/78	None	
FR-A- 1470766		None	
FR-A- 2376087	28/07/78	None	
FR-A- 2231958	27/12/74	DE-A- 2424545	02/01/75

For more details about this annex :
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 86/00433

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
CIB ⁴ : A 61 C 19/10; G 01 J 3/50		
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ		
Documentation minimale consultée ⁸		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB ⁴	A 61 C; G 01 J	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁹		
III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS ¹⁰		
Catégorie [*]	Identification des documents cités, ¹¹ avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹²	N° des revendications visées ¹³
X	FR, A, 2516785 (BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES) 27 mai 1983 voir le document en entier	1,2
Y	--	3,5-10
Y	FR, A, 2188157 (SWINSON) 18 janvier 1974 voir revendications 1-4	5
A	--	13
Y	FR, A, 2359406 (STERNDENT CORP.) 17 février 1978 voir page 5, ligne 29 - page 6, ligne 35 et page 23, ligne 35 - page 26, ligne 26; revendications 1-11	3,6-9
A	--	11,12
Y	FR, A, 1470766 (JOYCE, LOEBL & CO.) 24 février 1967 voir page 2, colonne 2, lignes 3-23	10
	--	./.
<p>[*] Catégories spéciales de documents cités: ¹¹</p> <p>« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>« E » document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>« L » document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>« O » document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>« P » document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> <p>« T » document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>« X » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>« Y » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>« & » document qui fait partie de la même famille de brevets</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
9 mars 1987	- 2 APR 1987	
Administration chargée de la recherche internationale OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	Signature du fonctionnaire autorisé M. VAN MOL	

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS ¹⁴		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUÉS SUR LA DEUXIÈME FEUILLE)
Catégorie *	Identification des documents cités, ¹⁶ avec indication, si nécessaire des passages pertinents ¹⁷	N° des revendications visées ¹⁸
A	FR, A, 2376087 (STERNDENT CORP.) 28 juillet 1978	
	--	
A	FR, A, 2231958 (EPPELDANER) 27 décembre 1974	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE RELATIF

A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO. PCT/FR 86/00433 (SA 15587)

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche international visé ci-dessus. Lesdits membres sont ceux contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 11/03/87

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets	Date de publication
FR-A- 2516785	27/05/83	Aucun	
FR-A- 2188157	18/01/74	DE-A- 2256355 JP-A- 49027096	13/12/73 11/03/74
FR-A- 2359406	17/02/78	Aucun	
FR-A- 1470766		Aucun	
FR-A- 2376087	28/07/78	Aucun	
FR-A- 2231958	27/12/74	DE-A- 2424545	02/01/75

Pour tout renseignement concernant cette annexe :
voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No. 12/82