

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
11. August 2016 (11.08.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/124650 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
A61C 13/15 (2006.01) *G01J 1/42* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/052296
- (22) Internationales Anmeldedatum:
3. Februar 2016 (03.02.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
15154217.2 6. Februar 2015 (06.02.2015) EP
- (71) Anmelder: **IVOCLAR VIVADENT AG** [LI/LI];
Bendererstrasse 2, 9494 Schaan (LI).
- (72) Erfinder: **TOMMASINI, Dario**; Port 3, 7302 Mastrils
(CH). **SENN, Bruno**; Oberhaus 371, CH-9056 Gais (LI).
- (74) Anwalt: **PATENTANWÄLTE SPLANEMANN**;
Rumfordstrasse 7, 80469 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: DENTAL LIGHT CURING DEVICE

(54) Bezeichnung : DENTALES LICHTHÄRTGERÄT

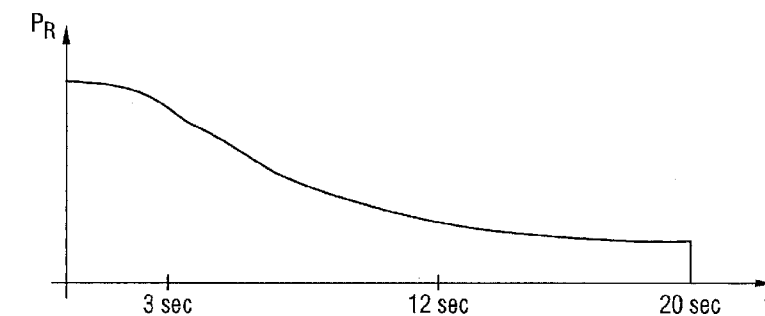


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a light curing device comprising a light source that is arranged in the handheld light curing device and has in particular a plurality of mutually adjacent chips which are arranged next to one another and form a light source and in front of which a light guiding element extends. The light curing device also comprises at least one sensor, which is sensitive to light in the emission wavelength range of the light source, and a controller for controlling the light source during the polymerization process, the sensor being connected to the controller. The controller continuously or at least periodically monitors the output signal of the sensor during the polymerization process and adapts the light output and/or the polymerization time in the event of a reduction of the output signal. The controller adds up the reflected radiation detected via the light exit surface (10) in order to calculate a possible location deviation, and the light exit surface (10) of the light guide is larger than or equal in size to the largest dental restoration (12) to be cured, the light exit surface having a cross-sectional area of more than 1 cm² in particular.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/124650 A1



Die Erfindung betrifft ein Lichthärtgerät, mit einer Lichtquelle, die in dem handgeführten Lichthärtgerät angeordnet ist und insbesondere eine Mehrzahl von einander benachbarten und nebeneinander angeordneten Chips, die eine Lichtquelle bilden aufweist, vor welchen sich ein Lichtleitkörper erstreckt, mit mindestens einem Sensor, der für Licht im Emissionswellenlängenbereich der Lichtquelle empfindlich ist, und mit einer Steuervorrichtung für die Steuerung der Lichtquelle während der Polymerisation, an welche Steuervorrichtung der Sensor angeschlossen ist, wobei die Steuervorrichtung während der Polymerisation das Ausgangssignal des Sensors laufend oder mindestens wiederkehrend überwacht und bei Reduktion des Ausgangssignals die Lichtleistung anpasst und/oder die Polymerisationszeit anpasst, und wobei die Steuervorrichtung die über die Lichtaustrittsfläche (10) erfasste Reflexionsstrahlung zur Berechnung einer etwaigen Ortsabweichung aufsummiert, und dass die Lichtaustrittsfläche (10) des Lichtleiters größer als oder gleich wie die größte zu härtende Dentalrestauration (12) ist, insbesondere eine Querschnittsfläche von mehr als 1 cm² aufweist.

Dentales Lichthärtgerät

Die Erfindung betrifft ein Lichthärtgerät, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Lichthärtgeräte für die Polymerisation von Dentalmaterialien sind seit langem bekannt. Während in den 90er Jahren teilweise noch mit Halogenlampen und dementsprechend einem breiten Lichtemissionsspektrum, das bis in den IR-Bereich hinein ragte, gearbeitet wurde, haben sich bereits um 2000 Lichthärtgeräte durchgesetzt, die auf LED-Chips basieren und häufig Licht mit einem Emissionsmaximum um 470 nm ausstrahlen, also im Wesentlichen blaues Licht.

Die Polymerisation erfolgt, indem ein zum Emissionsmaximum passender Fotoinitiator - beispielsweise Campherchinon - die Polymerisationsreaktionen auslöst. Dies kann stationär, also in einem ortsfesten Lichthärtgerät für die Härtung beispielsweise von Prothesenzahnträgern erfolgen, aber häufig auch über ein geeignet ausgebildetes Handgerät, mit dem beispielsweise Dentalrestaurationen an natürlichen Zähnen eines Patienten polymerisiert werden können.

Zu denken ist hier beispielsweise auch an Ausbesserungsarbeiten an Prothesen, die selbstverständlich extrakorporal durchgeführt werden können.

Derartige Handgeräte werden in weitem Umfang verwendet, und im Laufe der Jahrzehnte hat sich eine hierfür geeignete Steuervorrichtung etabliert, die die Polymerisationszeit steuert, basierend auf Vorgaben des Zahntechnikers oder Zahnarztes - entsprechend der Größe der zu polymerisierenden Dentalrestauration - aber zumindest teilweise basierend auch auf gerätespezifische Vorgaben.

Ferner sind auch verschiedene Verfahren bekannt geworden, die emittierte Strahlung zu erfassen. Hier ist beispielsweise die Lösung gemäß der DE 10 2007 052 643 A1 zu nennen.

In erster Linie ist aber auch auf Geräte zu verweisen, die die Reflexion der von dem Lichthärtgerät beaufschlagten Körper erfassen. In erster Linie ist hier die für den Dentalbereich maßgebende DE 10 2005 019 386 B4 zu nennen. Während die Lösung gemäß der DE 92

04 621 U1 auf die von dem Gegenstand reflektierte Lichtmenge abstellt und diese erfassen will, erfasst die Lösung gemäß der genannten DE 10 2005 019 386 B4 die Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 800 nm und 10.000 nm und vermag daher bereits gewisse Aussagen über die erfolgte Polymerisation zu treffen.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Erfassung der reflektierten Strahlung und die Zuleitung dieser zur Steuervorrichtung nicht ausreicht, um vollständig zuverlässige Polymerisationsergebnisse zu erzielen.

In diesem Zusammenhang sei ergänzend darauf hingewiesen, dass bei unzureichender Polymerisation das Problem besteht, dass freie Radikale, denen nachgesagt wird, das Entstehen von Krebs zu begünstigen, nicht vollständig eingebunden sind, dass aber andererseits basierend auf einer zu intensiven Durchhärtung einer größeren Menge des Materials eine Schrumpfung des gehärteten Materials begünstigt wird, die der Entstehung von Randspalten förderlich ist.

Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Lichthärtgerät gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 zu schaffen, da hinsichtlich der Restaurationsergebnisse beim Polymerisieren, gerade bei handgeführten Lichthärtgeräten, verbessert ist, ohne dass besonders aufwendige Versuchsreihen oder sonstige Auswertungsmaßnahme erforderlich wären.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß besonders günstig ist es, dass mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung überraschend und gleichsam automatisch die Lichtdosis, die tatsächlich an der Dentalrestauration ankommt, erfasst und ausgewertet wird. Die Hauptursache für fehlerhafte Polymerisationsarbeiten ist offenbar nicht die falsche Wahl der Polymerisationszeit, sondern die ungünstige Handhabung des Lichthärtgeräts. Wenn beispielsweise lediglich ein Teil der Restaurationsoberfläche von dem Bestrahlungsende des Lichthärtgeräts, beispielsweise wegen einer versehentlichen Bewegung des Lichthärtgeräts, beaufschlagt wird, merkt dies der Benutzer ohne die Erfindung meist nicht, sondern erhält von dem handgeführten Lichthärtgerät das Signal "Polymerisationsende", nachdem der erforderliche Polymerisationszyklus mit einer Dauer von beispielsweise 10 Sekunden abgeschlossen ist.

Erfindungsgemäß wird nun eine Änderung des reflektierten Lichtsignals erfasst:

Typischerweise wird die Oberfläche der Dentalrestauration während der Durchhärtung verändert, insbesondere wird sie opaker.

Wenn die Änderung des erfassten Signals der Reflexionsstrahlung nun einen typischen, aus der Durchhärtung stammenden Verlauf annimmt, erkennt die Steuervorrichtung, dass die Polymerisations tatsächlich erfolgreich durchgeführt wurde. Wenn aber während der Härtung ein Störsignal erkannt wird, also eine Veränderung des typischen Verlaufs der Reflexionsstrahlung über den Polymerisationszyklus, liegt dies in erfindungsgemäßer Erkenntnis an einer Ortänderung des Lichthärtgeräts bezogen auf die Dentalrestauration. Diese kann eine translatorische Bewegung quer zur Achse des Lichtleiters bzw. des Lichthärtgeräts sein, oder bzw. auch zur Normalen der Lichtaustrittsfläche, aber auch eine Schrägstellung, also eine Winkelabweichung.

Wenn beispielsweise ein Teil der emittierten Lichtenergie seitlich neben dem Zahn mit der Dentalrestauration, also in die Mundhöhle fällt, wird diese typischerweise nicht reflektieren, so dass bei einer Ortsverlagerung in dieser Richtung die Reflexionsstrahlung deutlich reduziert wird.

Wenn andererseits die Lichtaustrittsfläche den Bereich der Dentalrestauration in Richtung eines gesunden Zahn verlässt, erfolgt typischerweise - bei Speichelbenetzung - sogar ein Anstieg der Reflexionsstrahlung, so dass das Ausgangssignal des Sensors für die Reflexionsstrahlung sogar zunimmt.

Erfindungsgemäß wesentlich ist es auch, dass die Lichtaustrittsfläche über ihre gesamte Quererstreckung eine gleichmäßige Lichtabgabe gewährleistet; in vorteilhafter Ausgestaltung ist die Schwankung der Lichtabgabe quer zur Lichtaustrittsfläche relativ gering, und zwar bevorzugt so, dass die äußeren Bereiche der Lichtaustrittsfläche eine höhere Lichtabgabe als die inneren haben, sofern überhaupt Abweichungen bestehen.

Erfindungsgemäß ist es ferner wesentlich, dass bei Erkennung des Fehlerfalls, also einer Änderung des Ausgangssignals des Sensors, geeignete Maßnahmen ergriffen werden. Hierzu gehört die Abgabe eines Ortskorrektursignals an den Behandler, die Erhöhung der Lichtleistung - sofern eine entsprechende Regelreserve vorhanden ist - und/oder die Verlängerung des Polymerisationszyklus.

Bevorzugt wird in jedem Falle ein Alarmsignal hinsichtlich der Ortskorrektur abgegeben, damit der Behandler nach Beendigung des Polymerisationszyklus mit einem geeigneten dentaltechnischen Instrument überprüft, ob die Durchhärtung in befriedigender Weise vorgenommen worden ist; wenn dies aufgrund einer dennoch zu starken Ortsabweichung nicht der Fall ist, wird dem Behandler der Hinweis übermittelt, an dieser Stelle nachzuhärten.

Überraschend lässt sich mit der erfindungsgemäßen Erfassung der Änderung des Reflexionssignals in seinem zeitlichen Verlauf durch eine "Störstelle" erfassen, ob eine Ortsabweichung vorliegt, und der Polymerisationszyklus lässt sich mit der Erfindung zuverlässig und störicher durchführen, auch wenn die in der täglichen Praxis nicht stets gewährleistete ruhige Hand des Behandlers fehlt.

In vorteilhafter Weise ist es auch möglich, die Lichtleistung in Anpassung an das gemessene Polymerisationsergebnis zu erhöhen. Dies kann beispielsweise so realisiert werden, dass die gemessene Reflexionsstrahlung konstant geregelt wird. Dies bedingt eine Zunahme der emittierten Lichtleistung während der Lichtabgabe.

Besonders günstig hierbei ist es, dass durch eine derartige Härtung offenbar eine gleichmäßigere Durchhärtung vorgenommen werden kann, denn typischerweise bremst die Verfestigung der Oberfläche der Dentalrestauration den Durchtritt der Lichtleistung in tiefere Schichten, was in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kompensiert werden kann.

Die Fehlstellung der Lichtaustrittsfläche bezogen auf die Dentalrestauration lässt sich erfindungsgemäß typischerweise erfassen und auch - mindestens teilweise - kompensieren. Dies lässt sich besonders günstig durch Auswertung des Integrals über die emittierte Lichtleistung vornehmen, denn erfindungsgemäß wird die Lichtleistung zur Berechnung einer etwaigen Ortsabweichung aufsummiert.

Es versteht sich, dass hier Ortsabweichungen nicht auf den reinen translatorischen Bereich beschränkt sind, sondern auch eine etwaige Winkelabweichung, beispielsweise um 20° , zwischen der Restaurationsoberfläche und der Lichtaustrittsfläche einschließen sollen; bei einer derartigen Änderung empfiehlt sich typischerweise eine Verlängerung des Polymerisationszyklus, die dann die teilweise mangelhafte Lichtabgabe kompensieren kann.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist es vorgesehen, mehr als einen Lichtsensor, beispielsweise drei Lichtsensoren um den Umfang der LED-Chips verteilt an dem Lichthärtgerät vorzusehen. Bei Verwendung eines Lichtleiters, aber auch bei direkter Montage an der Spitze des Lichthärtgeräts, also der Lichtaustrittsfläche benachbart, erfolgt dann auch eine räumlich selektive Erfassung der Reflexionsstrahlung. Wenn die Erfassung ergibt, dass beispielsweise eines der Ausgangssignale der Sensoren stark reduziert ist, während die anderen beiden in unveränderter Höhe bestehen, lässt sich hierdurch auch ein Ortskorrekturhinweis ableiten, beispielsweise in dem Sinne, dass das Lichthärtgerät mit seiner Austrittsfläche in Gegenrichtung zu der Stelle des Sensors mit dem reduzierten Signal verlagert werden soll.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Kurve einer von mindestens einem Sensor erfassten und der Steuervorrichtung zugeleiteten Reflexionsstrahlung, entsprechend dem Ausgangssignal des Sensors in einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichthärtgeräts;
- Fig. 2 die Kurve gemäß Fig. 1, wobei jedoch eine Störung zum Zeitpunkt t_S auftritt;
- Fig. 3 die Kurve gemäß Fig. 1, wobei eine gegenüber Fig. 2 andere Störung zum Zeitpunkt t_S auftritt;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung der zur Kompensation der Oberflächenhärtung erhöhten Lichtleistung;
- Fig. 5 die Kurve der Lichtleistung gemäß Fig. 4, wobei jedoch eine Störung zum Zeitpunkt t_S auftritt; und
- Fig. 6 eine schematische Darstellung der Lichtaustrittsfläche im Verhältnis zu einer Dentalrestauration an einer Okklusionsfläche.

Die in Fig. 1 dargestellte reflektierte Lichtstrahlung P_R gibt das Ausgangssignal der Sensoren in aufsummierter Form wieder, die die von der Bestrahlungsoberfläche reflektierte Lichtstrahlung erfassen.

Das zugehörige Lichthärtgerät weist in bevorzugter Weise hierzu eine Mehrzahl von in einer Ebene nebeneinander angeordneter LED-Chips auf. Die LED-Chips sind von Reflektoren umgeben, die auch monolithisch sein können und dazu dienen, das emittierte Licht einer Lichteintrittsfläche eines Lichtleiters zuzuleiten.

Auf der Ebene der LED-Chips sind eine Mehrzahl von Sensoren angeordnet, die über eine Lichtleitoptik mit der Lichteintrittsfläche des Lichtleiters verbunden sind, wobei auch je einzelne Lichtleitfasern vorgesehen sein können.

In dieser modifizierten Ausgestaltung erstreckt sich die Sensoroptik als spezielle Lichtleitfaser durch die Lichtleiter hindurch.

Am gegenüberliegenden, distalen Ende des Lichtleiters ist eine Lichtaustrittsfläche vorgesehen, und an den Rändern der Lichtaustrittsfläche sind mehrere Sensorfelder angeordnet, bevorzugt gleichförmig um den Umfang der Lichtaustrittsfläche verteilt, die bei Lichteinfall das dort eintreffende Licht rückwärts durch den Lichtleiter hindurch leiten und den Sensoren zuleiten. Um dies zu erreichen, sind spezielle Lichtleitfasern bevorzugt, die auch dem Empfindlichkeitsspektrum der Sensoren Rechnung tragen.

In an sich bekannter Weise ist bei der vorliegenden Ausführungsform der Lichtleiter endseitig abgekröpft, beispielsweise in einem Winkel von 45° , wobei es alternativ auch ohne Weiteres möglich ist, einen geraden Lichtleiter zu verwenden. Der Lichtleiter weist einen Durchmesser von 10 mm oder gar 12 mm auf, und da er im Wesentlichen zylindrisch ist, beträgt die Lichtaustrittsfläche $1,13 \text{ cm}^2$ - bei einem 12 mm Lichtleiter -, abzüglich der aufsummierten Sensorfläche der Sensoren.

Bei Bedarf kann eingangsseitig des Lichtleiters auch ein zusätzlicher Homogenisierkörper vorgesehen sein, der den Lichteintritt der LED-Chips in den Lichtleiter vergleichmäßigt, so dass ein Helligkeitsunterschied über die Lichtaustrittsfläche von deutlich weniger als 50 % besteht.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel werden die Lichtquellen mit Reserve betrieben, so dass eine Erhöhung der zugeführten elektrischen - und damit abgegebenen Lichtleistung - beispielsweise über 20 Sekunden schadlos möglich ist. Die LED-Chips geben bei der Darstellung gemäß Fig. 1 zunächst eine konstante Lichtleistung ab, beispielsweise 80 % der Nennleistung. Beim Beginn des Härtens wird in der Darstellung gemäß Fig. 1 die volle Reflexionsstrahlung abgegeben, nachdem in diesem Zustand die Dentalrestauration noch einen zähflüssigen Aggregatzustand aufweist, und dementsprechend einen hohen Reflexionsgrad.

Bei einer Gesamtdauer des Polymerisationszyklus von beispielsweise 20 Sekunden sinkt dieser Reflexionsgrad zunehmend ab etwa 3 Sekunden, da sich dann typischerweise auf den Dentalrestaurationen eine verfestigte Oberfläche bildet, deren Reflexionseigenschaften aufgrund der zunehmenden Mikrorauigkeit geringer sind. Die Mikrorauigkeit - und damit der Reflexionsgrad - der Dentalrestauration sinkt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel bis etwa 12 Sekunden. Der Polymerisationszyklus ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen, denn gerade die tieferliegenden Schichten oder Bereiche der Dentalrestauration müssen noch durchgehärtet werden.

Die Durchhärtung ist erst zum Zeitpunkt $t = 20$ Sekunden abgeschlossen.

Während dieser Zeit hat der Zahnarzt - oder Zahntechniker - die Lichtaustrittsfläche über den Dentalrestorationen dergestalt gehalten, dass die Lichtstrahlung nach Möglichkeit senkrecht dort auftrifft. Die Normale der Lichtaustrittsfläche sollte insofern möglichst parallel zur Normalen der Dentalrestorationsoberfläche sein.

Dies ist auch der Grund, weswegen Lichtleiter bei dentalen Lichthärtgeräten, die als Handgeräte ausgebildet sind, häufig abgekröpft sind, wobei es sich versteht, dass auch größere Abkröpfungswinkel als 45° möglich sind.

Auch eine leichte Schrägstellung der Normalen der Lichtaustrittsfläche zur Normalen der Dentalrestauration ist jedoch unkritisch; bei einem Schrägstellungswinkel von beispielsweise 20° ändert sich der Anteil der totalreflektierten Strahlung zur gebrochenen und in die Dentalrestauration eintretenden Strahlung nur unwesentlich. Dies gilt selbstverständlich in gleicher Weise für die Höcker und Fossae auf der Okklusionsfläche der Dentalrestauration, die ebenfalls Schrägstellungen der Normalen zur Normalen der Lichtaustrittsfläche aufweisen.

Während demnach der Schrägstellungswinkel für den Erfolg der Durchhärtung der Dentalrestauration relativ unkritisch ist, bestehen die größten Probleme, wenn der Zahnarzt oder Zahntechniker während des Polymerisationsvorgangs gleichsam abrutscht oder die Lichtaustrittsfläche mindestens teilweise seitlich verlagert, wobei sich seitlich auf eine Verlagerung sowohl in palatinal/lingualer, in vestibulärer als auch in mesialer oder distaler Richtung bezieht, bei einer Dentalrestauration, die sich mindestens teilweise okklusionsseitig erstreckt.

Erfindungsgemäß ist die Lichtaustrittsfläche zunächst vergrößert, so dass sichergestellt ist, dass sie auch bei leichter Fehlausrichtung stets die Lichtempfangsfläche der Dentalrestauration vollständig abdeckt. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausgangssignal der Sensoren - entsprechend der gemessenen Reflexionsstrahlung - ist es zu einer Verlagerung beispielsweise in mesialer Richtung gekommen. Dort erfasst ein Sensor eine hochglänzende Oberfläche, beispielsweise einen natürlichen Zahn oder eine Porzellankrone. Dies führt dazu, dass zum Störzeitpunkt t_S das aufsummierte Ausgangssignal der Sensoren zunimmt, entsprechend dem dort dargestellten Höcker.

Nachdem die Verlagerung lediglich geringfügig ist, wird der Polymerisationszyklus beibehalten, aber dennoch ein Alarmsignal abgegeben, um den Behandler darauf hinzuweisen, dass möglicherweise eine Nachbesserung oder gegebenenfalls eine Korrektur sinnvoll ist.

Bei der Situation gemäß Fig. 3 ist demgegenüber zum Störzeitpunkt t_S die Verlagerung in Richtung Mundhöhle erfolgt. Mindestens einer der Sensoren erfasst daher kein Signal

mehr, und dementsprechend sinkt sein Ausgangssignal, was zu der dargestellten Absenkung der Reflexionslichtleistung führt, zum Zeitpunkt t_S .

Aus Fig. 4 ist ersichtlich, in welcher Weise sich in vorteilhafter Ausgestaltung die Lichtleistung zur Kompensation der Oberflächenverfestigung erhöhen lässt. Mit durchgezogener Linie ist wiederum das Ausgangssignal des oder der Sensoren dargestellt, dass die den bereits erläuterten Verlauf hat. Um trotz der Beeinträchtigung der Durchdringung durch die Reduktion der Durchlässigkeit des Polymers aufgrund seiner Polymerisation die Abnahme der Wirksamkeit der Strahlung zu kompensieren, wird die Lichtleistung entsprechend der gepunkteten Linie symmetrisch erhöht, so dass die gemessene Reflexionsleistung insgesamt den schematisch dargestellten gestrichelten Verlauf hat.

Gemäß Fig. 5 sei nun zum Störzeitpunkt t_S ein störender Versatz der Lichtaustrittsfläche über der Dentalrestauration angenommen. Wie sich aus dem Vergleich von Fig. 4 und Fig. 5 ergibt, wird der Polymerisationszyklus um einen Zeitraum T_{ZUS} verlängert. Dessen Länge hängt von der Verminderung der Reflexionsleistung ab.

Es versteht sich, dass anstelle dessen auch eine Erhöhung der Lichtleistung über die Regelreserve möglich ist, wenn diese nicht durch die Maßnahme gemäß Fig. 4 bereits ausgeschöpft ist.

Aus Fig. 6 ist eine beispielhafte Anordnung der Empfindlichkeitsfelder der Sensoren an der Lichtaustrittsfläche 10 ersichtlich. Zusätzlich ist die Dentalrestauration 12 in Fig. 6 eingeblendet dargestellt, woraus sich ergibt, dass die Lichtaustrittsfläche deutlich größer, beispielsweise doppelt so groß ist wie die Fläche der Dentalrestaurationen 12 in der Vertikalprojektion.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind drei Sensoren 14, 16 und 18 am Außenumfang der Lichtaustrittsfläche 10 angeordnet, und zusätzlich drei mittennahe Sensoren 20, 22 und 24. Wie in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ersichtlich ist, erfassen die Sensorfelder 20 bis 24 unmittelbar den Bereich der Dentalrestauration 12, während die Sensorfelder 14 bis 18 außerhalb dieser wirken. Durch die Aufsummation ist sichergestellt, dass stets mindestens teilweise auch die Dentalrestauration von einem der Sensorfelder erfasst wird.

Es versteht sich, dass auch zusätzlich eine Differenzierung zwischen verschiedenen Sensorfeldern und entsprechenden Sensoren ausgewertet werden kann, so dass die exakte Position der Dentalrestauration 12 unter der Lichtaustrittsfläche 10 im Grunde bestimmbar ist und auch Verlagerungshinweise an den Behandelnden abgegeben werden können.

Es versteht sich auch, dass die Anzahl der Sensorfelder und deren Anordnung nicht auf das hier dargestellte Beispiel beschränkt ist; viel mehr kann eine beliebige Mehrzahl von Sensoren in beliebiger Anordnung eingesetzt werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche:

1. Lichthärtgerät, mit einer Lichtquelle, die in dem handgeführten Lichthärtgerät angeordnet ist und insbesondere eine Mehrzahl von einander benachbarten und nebeneinander angeordneten Chips, die eine Lichtquelle bilden aufweist, vor welchen sich ein Lichtleitkörper erstreckt, mit mindestens einem Sensor, der für Licht im Emissionswellenlängenbereich der Lichtquelle empfindlich ist, und mit einer Steuervorrichtung für die Steuerung der Lichtquelle während der Polymerisation, an welche Steuervorrichtung der Sensor angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung während der Polymerisation das Ausgangssignal des Sensors laufend oder mindestens wiederkehrend überwacht und bei Veränderung, insbesondere Reduktion des Ausgangssignals die Lichtleistung anpasst und/oder die Polymerisationszeit anpasst, und dass die Steuervorrichtung die über die Lichtaustrittsfläche (10) erfasste Reflexionsstrahlung und/oder deren Veränderung zur Berechnung einer etwaigen Ortsabweichung aufsummiert, und dass die Lichtaustrittsfläche (10) des Lichtleiters insbesondere größer als oder gleich wie die größte zu härtende Dentalrestauration (12) ist, insbesondere eine Querschnittsfläche von mehr als 1 cm² aufweist.

2. Lichthärtgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung über die reflektierte und von den Sensoren erfasste Strahlung Bewegungen des Lichthärtgeräts gegenüber einer inhomogenen Oberfläche erfasst und die Lichtleistung und/oder die Polymerisationszeit vergrößert, wenn die reflektierte Strahlung gegenüber einem Ausgangswert verändert ist.
3. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gesamte, insbesondere kreisförmige, Lichtaustrittsfläche (10) des Lichtleiters als Empfangsfläche für die reflektierte Strahlung zur Verfügung steht und die reflektierte Strahlung den Sensoren am anderen Ende des Lichtleiters zugeleitet ist.
4. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ortsabweichung eine Abweichung des Orts quer zu einer Achse eines Lichtleiters des Lichthärtgeräts, oder quer zu einer Normalen der Lichtaustrittsfläche (10) betrifft.
5. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ortsabweichung eine Abweichung des Orts in Richtung der normalen Lichtaustrittsfläche betrifft.
6. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ortsabweichung eine Abweichung des Winkels der normalen Lichtaustrittsfläche zu der zu bestrahlenden Fläche ist.
7. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung einen Schwellwertmodus aufweist, in welchem das Ausgangssignal der Sensoren bei eingeschalteter Lichtquelle ohne Reflexion, also beispielsweise in einem schwarzen Raum, erfasst und als Nullsignal definiert ist.
8. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung mit einer Nennleistung eingeschalteten Lichtquelle und bei auf einer Dentalrestauration (12) oder eine entsprechende Oberfläche gerichteter Lichtaustrittsfläche (10) des Lichtleiters die von den Sensoren erfasste reflektierte Strahlung als Sollwert verarbeitet und die Lichtleistung und/oder die Polymerisationszeit entsprechend auf diesen Sollwert regelt.
9. Lichthärtgerät nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren neben den Chips angeordnet sind und insbesondere jeder Sensor von zwei Chips gleich beabstandet ist.

10. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Chip mindestens einen Reflektor aufweist und dass der oder die Sensoren außerhalb des Reflektors neben diesem angeordnet ist oder sind, insbesondere so nahe wie möglich an diesen gerückt.
11. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der Lichtaustrittsfläche (10) des Lichtleiters austretende Strahlung im wesentlichen homogen ist und dass wenn bei Schrägstellung der Lichtaustrittsfläche (10) zu der Reflektionsfläche des zu polymerisierenden Objekts mindestens ein Teil der reflektierten Strahlung außerhalb der Lichtaustrittsfläche (10) an dieser vorbeigeleitet ist und von den Sensoren nicht erfasst ist, die Leistung des Lichthärtgeräts erhöht und/oder der Polymerisationszyklus verlängert wird, oder gegebenenfalls das Lichthärtgerät abschaltet.
12. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung zu einem vorgegebenen Zeitpunkt nach Beginn des Polymerisationszyklus, insbesondere 50 Millisekunden nach dessen Beginn, den Wert des Ausgangssignals des Sensors erfasst und mit dem Sollwert vergleicht und das Lichthärtgerät abschaltet, wenn der Sollwert um ein vorgegebenes Maß über- oder unterschritten ist.
13. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung bei Erhöhung des Ausgangssignals die Lichtleistung verändert und/oder die Polymerisationszeit verkürzt.
14. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal des Sensors ausschließlich während des Polymerisationszyklus von der Steuervorrichtung erfasst wird und die Gaußkurve des Empfindlichkeitsspektrums des Sensors das Emissionsmaximum der Lichtquelle abdeckt, auch wenn Chips mit unterschiedlichen Emissionsmaxima eingesetzt sind.
15. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung bei Abweichung der durch den Sensor erfassten wirksamen Lichtleistung um weniger als ein vorgegebenes Maß den Polymerisationszyklus, gegebenenfalls nach Anpassung der Lichtleistung und/oder der Polymerisationszeit, fortsetzt.
16. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Start des Polymerisationszyklus und/oder in einem Kalibrierzyklus

vor dem Start des Polymerisationszyklus das Ausgangssignal des mindestens einen Sensors erfasst und als Referenzwert gespeichert ist und dass die Lichtleistung und/oder die Polymerisationszeit angepasst wird, wenn sich das Ausgangssignal gegenüber dem Referenzwert ändert, insbesondere basierend auf einer Hysterese oder einem Schwellwert der Änderung.

17. Lichthärtgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Sensor ein spektrales Empfindlichkeitsmaximum bei einer Lichtwellenlänge und mindestens ein weiterer Sensor ein spektrales Empfindlichkeitsmaximum bei einer weiteren Lichtwellenlänge aufweist und dass aus der Änderung der Ausgangssignale dieser beiden Sensoren ein von der Steuervorrichtung ein Farbumschlag des zu beaufschlagenden Dentalmaterials erfasst wird.

1/2

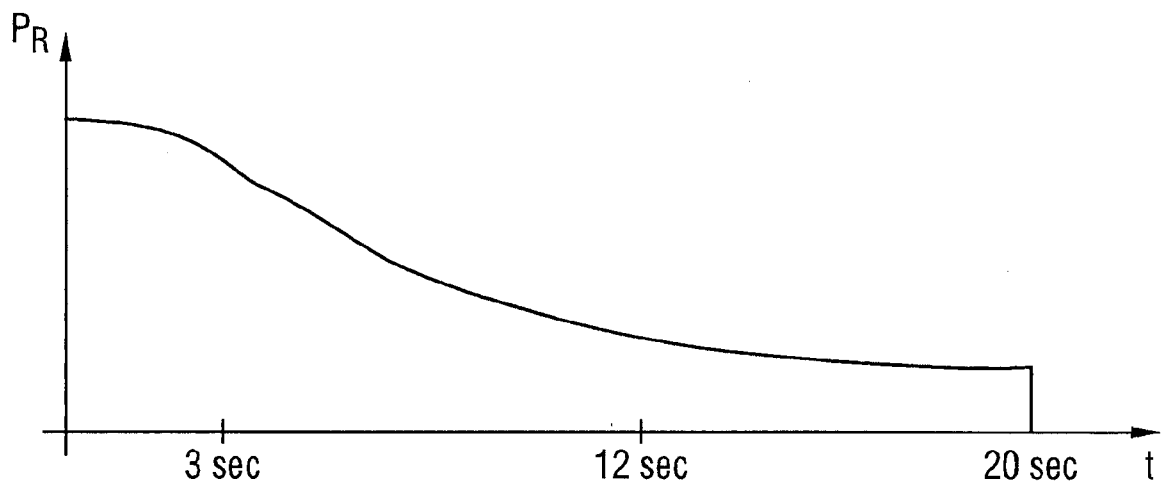


Fig. 1

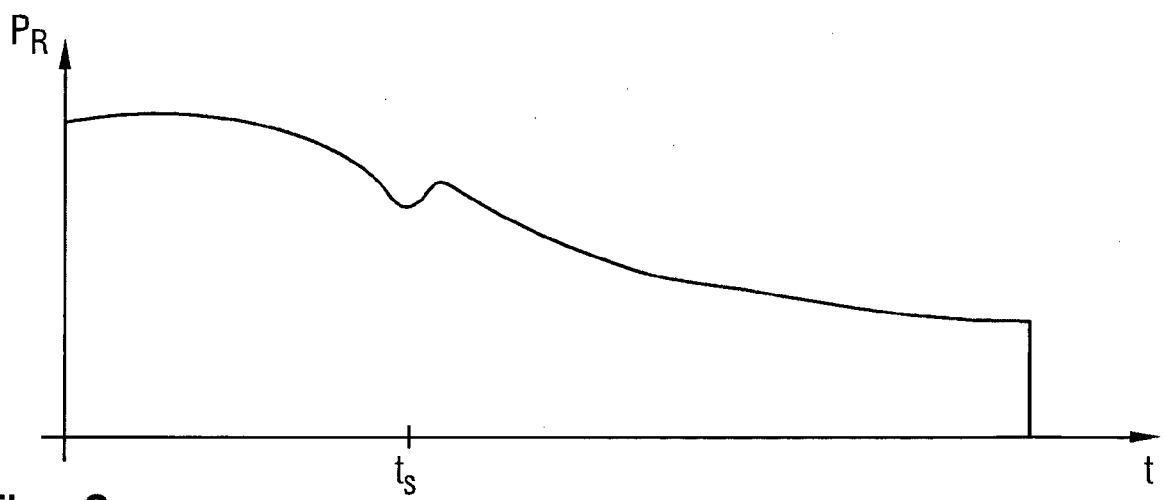


Fig. 2

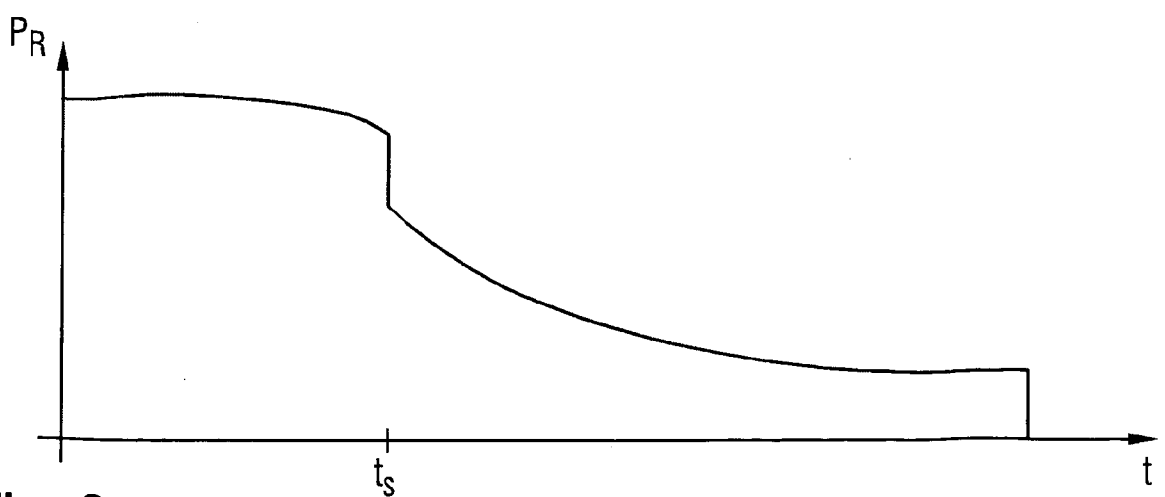


Fig. 3

2/2

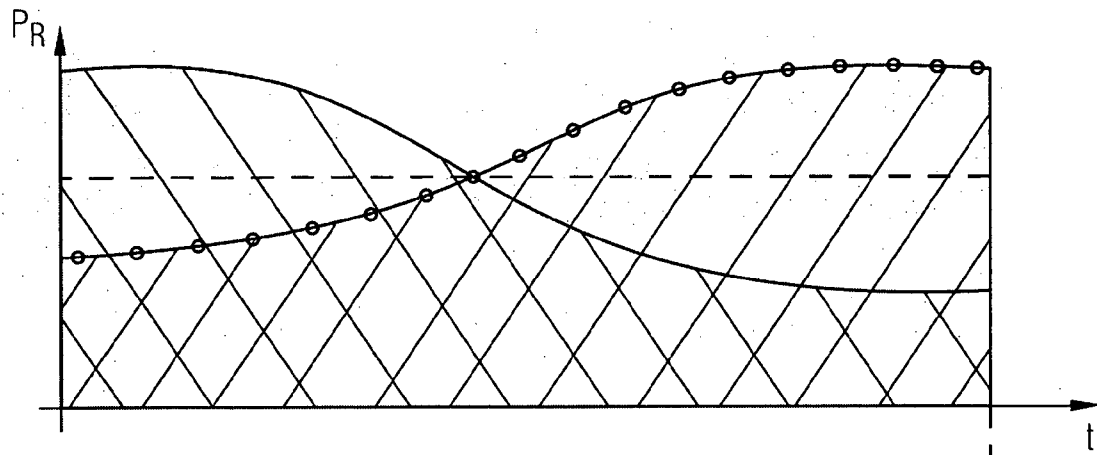


Fig. 4

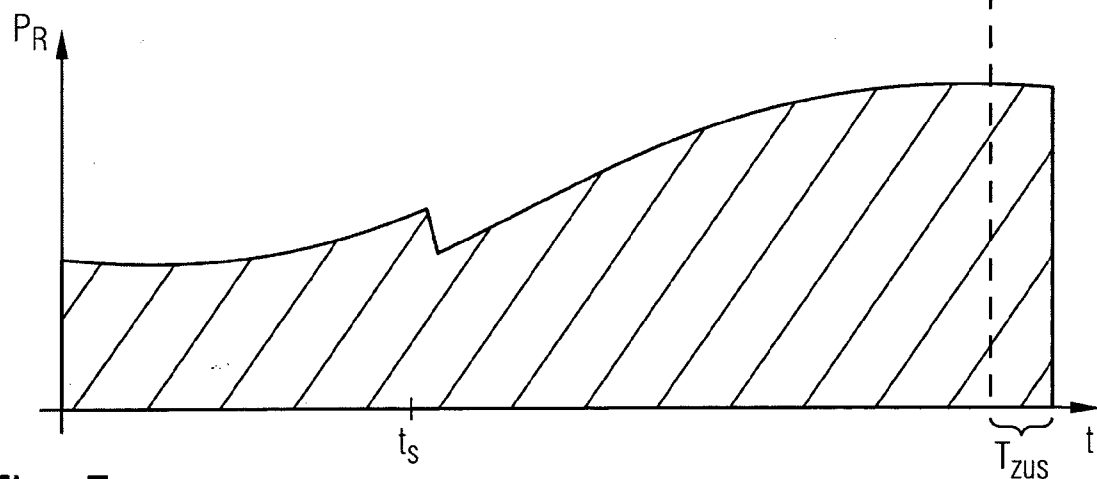


Fig. 5

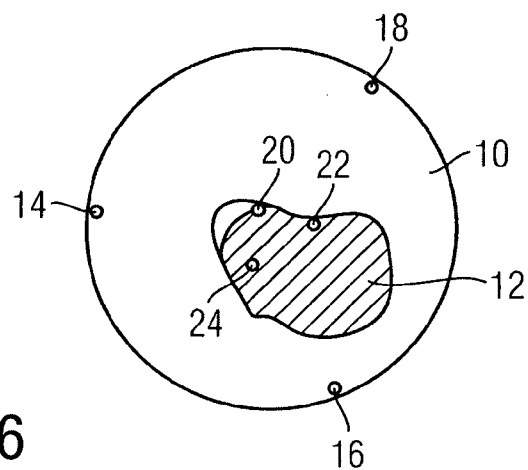


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/052296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61C13/15 G01J1/42
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61C G01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/140450 A1 (DURET FRANCOIS [FR] ET AL) 10 June 2010 (2010-06-10)	1,3, 7-13,15, 16
Y	paragraph [0015] - paragraph [0018] paragraph [0046] - paragraph [0047] the whole document	7,14,16
X	US 2010/003633 A1 (SENN BRUNO [CH] ET AL) 7 January 2010 (2010-01-07)	1,3-6, 8-13,15 7,14,16
Y	paragraph [0013] paragraph [0017] - paragraph [0019] paragraph [0033]	
	----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 April 2016

Date of mailing of the international search report

12/04/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Salvatore, Claudio

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/052296

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/240376 A1 (PLANK WOLFGANG [AT] ET AL) 26 October 2006 (2006-10-26)	1,3,8,9, 11-13,15
Y	paragraph [0011] - paragraph [0014]; claims 21-26; figure 12	7,14,16
	paragraph [0032] - paragraph [0034] paragraph [0071] - paragraph [0072] -----	
X	EP 0 563 953 A2 (ORALIA DENTALPRODUKTE GMBH [DE]) 6 October 1993 (1993-10-06)	1,3,8, 11-13,15
Y	column 1, line 42 - column 4, line 31 -----	7,14,16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/052296

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010140450	A1	10-06-2010	CN 101563048 A 21-10-2009
			EP 2086461 A1 12-08-2009
			FR 2909276 A1 06-06-2008
			JP 2010511457 A 15-04-2010
			TW 200836698 A 16-09-2008
			US 2010140450 A1 10-06-2010
			WO 2008068439 A1 12-06-2008
US 2010003633	A1	07-01-2010	DE 102008031094 A1 07-01-2010
			EP 2140832 A1 06-01-2010
			JP 5426945 B2 26-02-2014
			JP 2010012267 A 21-01-2010
			US 2010003633 A1 07-01-2010
US 2006240376	A1	26-10-2006	DE 102005019386 A1 02-11-2006
			EP 1716820 A2 02-11-2006
			JP 2006305362 A 09-11-2006
			US 2006240376 A1 26-10-2006
EP 0563953	A2	06-10-1993	AT 138816 T 15-06-1996
			DE 9204621 U1 30-07-1992
			DE 59302790 D1 11-07-1996
			EP 0563953 A2 06-10-1993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. A61C13/15 G01J1/42
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 A61C G01J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/140450 A1 (DURET FRANCOIS [FR] ET AL) 10. Juni 2010 (2010-06-10)	1,3, 7-13,15, 16
Y	Absatz [0015] - Absatz [0018] Absatz [0046] - Absatz [0047] das ganze Dokument	7,14,16
X	US 2010/003633 A1 (SENN BRUNO [CH] ET AL) 7. Januar 2010 (2010-01-07)	1,3-6, 8-13,15
Y	Absatz [0013] Absatz [0017] - Absatz [0019] Absatz [0033]	7,14,16
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. April 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/04/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Salvatore, Claudio

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/240376 A1 (PLANK WOLFGANG [AT] ET AL) 26. Oktober 2006 (2006-10-26)	1,3,8,9, 11-13,15
Y	Absatz [0011] - Absatz [0014]; Ansprüche 21-26; Abbildung 12 Absatz [0032] - Absatz [0034] Absatz [0071] - Absatz [0072] -----	7,14,16
X	EP 0 563 953 A2 (ORALIA DENTALPRODUKTE GMBH [DE]) 6. Oktober 1993 (1993-10-06)	1,3,8, 11-13,15
Y	Spalte 1, Zeile 42 - Spalte 4, Zeile 31 -----	7,14,16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/052296

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2010140450	A1	10-06-2010	CN	101563048 A	21-10-2009
			EP	2086461 A1	12-08-2009
			FR	2909276 A1	06-06-2008
			JP	2010511457 A	15-04-2010
			TW	200836698 A	16-09-2008
			US	2010140450 A1	10-06-2010
			WO	2008068439 A1	12-06-2008

US 2010003633	A1	07-01-2010	DE	102008031094 A1	07-01-2010
			EP	2140832 A1	06-01-2010
			JP	5426945 B2	26-02-2014
			JP	2010012267 A	21-01-2010
			US	2010003633 A1	07-01-2010

US 2006240376	A1	26-10-2006	DE	102005019386 A1	02-11-2006
			EP	1716820 A2	02-11-2006
			JP	2006305362 A	09-11-2006
			US	2006240376 A1	26-10-2006

EP 0563953	A2	06-10-1993	AT	138816 T	15-06-1996
			DE	9204621 U1	30-07-1992
			DE	59302790 D1	11-07-1996
			EP	0563953 A2	06-10-1993
