



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 004 183 T2 2007.10.18**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 462 069 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61C 19/00 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 004 183.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 251 529.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.03.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.09.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **10.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.10.2007**

(30) Unionspriorität:  
**393572            21.03.2003    US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:  
**Kerr Corp., Orange, Calif., US**

(72) Erfinder:  
**Gill, Owen J., Southbury Connecticut 06488, US;  
Shellard, Edward Robert, 06900 Lugano, CH**

(74) Vertreter:  
**Vossius & Partner, 81675 München**

(54) Bezeichnung: **Lichterzeugungsvorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen eine Lichterzeugungsvorrichtung und ein Verfahren zum Aushärten von mit Licht aushärtbaren Verbindungen. Insbesondere stellt die Erfindung ein Energiesystem zur Erzeugung von Licht bereit, das besonders zum Aushärten von mit Licht aushärtbaren Dentalklebstoffen nützlich ist.

**[0002]** Mit Licht aushärtbare Verbindungen wie Klebstoffe und Haft- oder Füllverbindungen sind weit verbreitet, um Objekte an Oberflächen zu befestigen oder Lücken oder andere Öffnungen zu füllen. Solche aushärtbaren Verbindungen sind im Allgemeinen in einem halbfesten Zustand verfügbar und werden auf der Oberfläche oder in der Lücke wie gewünscht manipuliert und positioniert, um in einen festeren Zustand gehärtet oder ausgehärtet zu werden. Das Aushärten oder Härten ist im Allgemeinen ein chemischer Polymerisierungsprozess, der durch verschiedene Aushärtungsbedingungen und -faktoren gefördert und gesteuert wird. Zum Beispiel kann eine halbfeste Verbindung oder eine Komponente davon ausgehärtet werden, indem sie Luft oder einer Energie wie Wärme- oder Lichtenergie ausgesetzt wird.

**[0003]** Heutzutage werden die meisten Klebe- und Füllverbindungen ausgehärtet, indem sie Lichtenergie, insbesondere sichtbarer oder ultravioletter Lichtenergie ausgesetzt werden. Das Licht-Aushärtungsverfahren beinhaltet das Richten eines Lichtstrahls bei einer spezifischen Wellenlänge oder einem Band von Wellenlängen auf die halbfeste, mit Licht aushärtbare Verbindung, um die Verbindung auszuhärten. Eine solche Verbindung weist typischerweise lichtempfindliche chemische Komponenten auf, die, wenn sie dem Licht bei einer spezifischen Wellenlänge ausgesetzt werden, im Allgemeinen polymerisieren, um die Verbindung zu härten, so dass die Arbeitsfläche haftet, gefüllt oder beschichtet wird.

**[0004]** Mit Licht aushärtbare Verbindungen werden besonders weit verbreitet bei Dentalverfahren verwendet. Zahnärzte verwenden mit Licht aushärtbare Dentalverbindungen für dentale Reparaturen in einer Vielfalt von mit Zähnen verbundenen Anwendungen, die eine Basis, eine Auskleidung, eine Beschichtung, eine Oberflächenversiegelung, eine Füllung für Karies und Hohlräume und ein Verbindungsmaterial aufweisen, um Kronen, kieferorthopädische Vorrichtungen oder andere dentale Strukturen an der Zahnoberfläche zu befestigen. Im Allgemeinen wird sichtbares Licht im blauen Bereich des Lichtspektrums ausreichend sein, um die am üblichsten verwendeten dentalen Verbindungen auszuhärten. Sobald sie ausgehärtet ist, kann eine solche Dentalverbindung zum Beispiel wirken, um einen weiteren Zahnverfall zu verringern, um Verbindungen für dentale Strukturen bereitzustellen oder um eine zusätzliche strukturelle

Halterung für einen Zahn bereitzustellen. Im Allgemeinen wird das Aushärten durch verschiedene Instrumente oder Vorrichtungen bewirkt, die in der Lage sind, das Aushärtlicht, zum Beispiel einen Strahl aus blauem sichtbarem Licht, zu erzeugen und dieses Licht auf eine mit Licht aushärtbare Verbindung zu richten, die auf der Oberfläche eines Zahns manipuliert wurde. Das Aushärtlicht dringt entweder in die Verbindungsschicht oder die Zahnoberfläche ein, um das Aushärten zu vervollständigen, oder leitet eine Aushärtreaktion in der Nähe der Oberfläche einer Verbindung ein, die in die Verbindung weitergeleitet wird, um sie auszuhärten. Die Dauer des Aussetzens im Licht zum richtigen Aushärten der Verbindungsschicht hängt von der mit Licht aushärtbaren Verbindung selbst, der Dicke der Verbindungsschicht und besonders von der Energie und den Eigenschaften des Lichts ab, das von der Lichterzeugungsvorrichtung emittiert wird. Zum Beispiel kann das Aushärten einer Verbindung, um eine dünne Zahnoberflächenbeschichtung oder ein Veneer bereitzustellen, weniger Lichtenergie erfordern, während das Aushärten einer Verbindung, um eine dickere, tiefere Füllung für Lücken wie für Karies und Hohlräume bereitzustellen, eine größere Menge der Lichtenergie erfordern kann, die im Allgemeinen durch eine stärkere, leistungsfähigere Lichtemittierungsvorrichtung, eine Erhöhung der Lichtintensität oder längere Aushärtzeiten bereitgestellt wird.

**[0005]** Es gibt viele unterschiedliche Formen von Lichterzeugungsvorrichtungen, die für den Bediener wie einem Zahnarzt für Aushärtungsanwendungen verfügbar sind. Eine Anzahl dieser Lichterzeugungsvorrichtungen wird durch für die Vorrichtung externe Energiequellen elektrisch gespeist. Die US-A-4 398 885 offenbart z. B. ein dentales Handstück für die Nutzung bei dentalen Anwendungen. Das Handstück kann als eine Lichtquelle verwendet werden, die durch eine Glühlampe bereitgestellt wird. Die Glühlampe in dem Handstück wird durch zwei Stifte am Ende des Handstücks elektrisch gespeist, die in eine elektrische Verbindungsbuchse, typischerweise in der Wand des Behandlungsraums des Bedieners, gesteckt werden müssen.

**[0006]** Die US-A-4 385 344 offenbart eine Lichtquelle mit einer Wolfram-Halogenlampe, die verwendet wird, um mit Licht aushärtbare Verbindungen auszuhärten, besonders für die Nutzung bei dentalen Anwendungen. Hier wird die Lichtquelle durch elektrische Leitungen oder Schaltungsleitungen elektrisch verbunden, die in eine separate Energieversorgungseinheit gesteckt werden müssen.

**[0007]** Die US-A-5 003 434 offenbart eine tragbare Punktquelle zur Beleuchtung, die für die Anwendung durch Gesundheitsfachleute einschließlich Zahnärzte geeignet ist. Diese tragbare Einheit wird durch elektrische Leitungen elektrisch gespeist, die in eine

für die Einheit selbst externe elektrische Quelle, typischerweise eine Steckdose in der Wand des Behandlungsraums, in der die Vorrichtung verwendet wird, gesteckt werden müssen.

**[0008]** Ein signifikanter Nachteil bei der Anwendung solcher Lichterzeugungsvorrichtungen ist der, dass die Quelle elektrischer Energie unzweckmäßig bei der Verbindung der Vorrichtung mit einer elektrischen Steckdose ist und dass die elektrischen Kabel unzweckmäßig sind, die benötigt werden, um den Aushärtvorrichtungen Energie zu liefern. Es wurden batteriebetriebene Vorrichtungen vorgeschlagen, wobei aber das Gewicht von Batterien, die benötigt werden, um herkömmliche Aushärtvorrichtungen zu betreiben und zu kühlen, viele von ihnen unzweckmäßig machen.

**[0009]** Damit gibt es einen Bedarf zur Bereitstellung einer Lichterzeugungsvorrichtung, die wirksam, zweckmäßig anzuwenden und zu bedienen und kostengünstig ist.

**[0010]** Dementsprechend ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Lichterzeugungsvorrichtung bereitzustellen, die energieeffizient, leicht anzuwenden und bequem zu speisen ist.

**[0011]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine aushärtende Lichterzeugungsvorrichtung bereitzustellen, die leicht zu handhaben ist und ein leichtes Gewicht hat, während reichliche Arbeitsenergie bereitgestellt wird. Eine besondere Aufgabe der Erfindung ist es, einen Licht erzeugenden, aushärtenden Lichtstrahler bereitzustellen, der für dentale Anwendungen zweckmäßig ist.

**[0012]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Lichterzeugungsvorrichtung bereitzustellen, die durch Energiequellen gespeist wird, die anderweitig in der Anlage des Bedieners vorhanden sind. Eine speziellere Aufgabe der Erfindung ist es, einen dentalen Aushärtlichtstrahler bereitzustellen, der durch Energiequellen gespeist wird, die in einem Dentalbehandlungsstuhl vorhanden oder erreichbar sind.

**[0013]** Die US-2002/0 133 970 offenbart eine Lichterzeugungsvorrichtung zum Aushärten von mit Licht aushärtbaren Verbindungen mit einem Lichtelement, das betrieben werden kann, um Licht zu emittieren, das wirksam ist, um eine mit Licht aushärtbare Verbindung auszuhärten, wenn sie mit elektrischer Energie versorgt wird, und einem Kühlsystem, das betrieben werden kann, um das Lichtelement zu kühlen, wenn es mit Kühlfluid versorgt wird, wobei das Kühlsystem Kühlfluid-Versorgungsdurchgänge hat, die mit einer externen Luftzuführung zum Zuführen von Fluid zum Kühlsystem zum Kühlen des Lichtelements verbunden werden kann.

**[0014]** Die vorliegende Erfindung stellt eine mit Licht aushärtende Vorrichtung bereit, die ein Zuführungssystem für elektrische Energie aufweist, das in Reaktion auf die Zuführung des Fluides zum Kühlsystem betrieben werden kann, um der Lichtvorrichtung elektrische Energie zuzuführen, wobei das Zuführungssystem für elektrische Energie ein Energie-Umwandlungssystem aufweist, das betrieben werden kann, um nicht elektrische Energie von außerhalb der Vorrichtung in elektrische Energie umzuwandeln.

**[0015]** Vorzugsweise zweigt die Licht erzeugende Aushärtvorrichtung Energie von Quellen ab, die für den Bediener zweckmäßig sind. Entsprechend den verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung wird eine mit Licht aushärtende Vorrichtung bereitgestellt, die für dentale Zwecke besonders nützlich ist, die leicht ist und Energie zum Arbeiten oder Speichern für einen zukünftigen Vorgang von Quellen abzweigt, die am Dentalbehandlungsstandort verfügbar sind.

**[0016]** Entsprechend den beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung wird ein Aushärtlichtstrahler bereitgestellt, der Energie von Quellen am oder in der Nähe eines Dentalbehandlungsstuhls abzweigt. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung nutzt Energie, die von Luftdruck- oder Unterdruck-Versorgungsverbindungen an einem Dentalbehandlungsstuhl abgezweigt wird, um elektrische Energie zum Betreiben des Aushärtlicht-Generators zu erzeugen, während vorzugsweise ebenfalls eine kühlende Luftströmung bereitgestellt wird, um die Lichterzeugungskomponenten zu kühlen. Ein weiteres Ausführungsbeispiel nutzt Umgebungslicht am Dentalbehandlungsstandort, um Speicherzellen in der Vorrichtung auf einen Pegel wieder aufzuladen, der benötigt wird, um die Vorrichtung zu betreiben.

**[0017]** Die oben erörterten Konzepte werden vorzugsweise verbessert und besonders wirksam gemacht, indem äußerst energieeffiziente Lichterzeugungskomponenten, speziell Licht emittierende Dioden und Diodenanordnungen verwendet werden, wie sie in der US-Patentveröffentlichung US-2004-0 029 069-A1, eingereicht am 8. August 2002 von Gill et al, beschrieben sind.

**[0018]** Die bevorzugten Ausführungsbeispiele stellen einen Aushärtstrahler bereit, der zweckmäßig und leicht ist und kein häufiges Aufladen der Energieversorgung erfordert. Sie stellen weiterhin eine aushärtende Lichterzeugungsvorrichtung bereit, die eine LED zur Lichterzeugung verwendet und eine niedrige, stabile Betriebstemperatur für einen effizienten Betrieb und eine lange Lebensdauer der LED aufrechterhält.

**[0019]** Die Erfindung wird nun weiter beispielhaft mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrie-

ben, in denen zeigen:

[0020] [Fig. 1](#) eine Querschnittsansicht einer Lichterzeugungsvorrichtung entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit einem luftbetriebenen Energie-Umwandlungssystem, um ein Lichtelement zu speisen und das Lichtelement zu kühlen;

[0021] [Fig. 2](#) eine Querschnittsansicht einer Lichterzeugungsvorrichtung mit einem auf Luft reagierenden Umschaltkreis, um die Energie für ein Lichtelement zu aktivieren und das Lichtelement zu kühlen;

[0022] [Fig. 3](#) eine Querschnittsansicht einer Lichterzeugungsvorrichtung entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit einer Energie-Umwandlungsvorrichtung, die von einem Dentalbehandlungsstuhl zugeführte Lichtenergie absorbiert, die verwendet wird, um ein Lichtelement zu speisen, und die Luft vom Dentalbehandlungsstuhl verwendet, um das Lichtelement zu kühlen;

[0023] [Fig. 4](#) eine Querschnittsansicht einer Lichterzeugungsvorrichtung, wobei ein Dentalbehandlungsstuhl die Quelle der elektrischen Energie ist, um ein Lichtelement zu aktivieren, und die Quelle der Luft ist, um das Lichtelement zu kühlen;

[0024] [Fig. 5](#) eine grafische Darstellung von bestimmten Ausführungsbeispielen eines mit Licht aushärtenden Dentalstrahlers für die Verwendung in einem Dentalbehandlungsstandort;

[0025] [Fig. 6](#) eine Perspektivansicht eines Lichtaushärtstrahlers, der mit einem Dentalbehandlungsstuhl entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verbunden ist;

[0026] [Fig. 7A](#) eine Querschnittsansicht eines Verbinders entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0027] [Fig. 7B](#) eine Querschnittsansicht eines Verbinders entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0028] [Fig. 7C](#) eine Querschnittsansicht eines Verbinders.

[0029] [Fig. 2](#), [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 7C](#) offenbaren Anordnungen, die nicht der Erfindung entsprechen, die aber dazu dienen, bevorzugte Merkmale der Lichterzeugungsvorrichtungen zu veranschaulichen, die der Erfindung entsprechen.

[0030] [Fig. 1–Fig. 4](#) veranschaulichen Ausführungsbeispiele von Lichterzeugungsvorrichtungen **10**, die zum Aushärten von mit Licht aushärtbaren

Verbindungen und insbesondere mit Licht aushärtbaren Dentalverbindungen verwendet werden. Jedes Ausführungsbeispiel der Lichterzeugungsvorrichtung **10** weist im Allgemeinen einen Lichtgenerator **19** und ein Energiesystem **24** auf, wie in der Darstellung von [Fig. 5](#) geschildert ist. Die alternativen Ausführungsbeispiele weisen zusätzliche physikalische Komponenten auf, von denen einige in [Fig. 1–Fig. 4](#) veranschaulicht sind und unten ausführlicher erörtert werden. Das Energiesystem **24** weist eine Energieversorgung **25** auf, die elektrische Energie zuführt, um den Lichtgenerator **19** und eine Kühlquelle **27** zu betreiben, so dass Kühlfluid wie Luft zugeführt wird, die den Lichtgenerator **19** kühlt. Die Energie und das Kühlfluid können zum Energiesystem **24** durch eine Schnittstelle **47** von einem Dentalbehandlungsstuhl **56** in einem Dentalbehandlungsstandort **49** übertragen werden. [Fig. 6](#) veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel mit einem Dentalbehandlungsstuhl **56**, der über Verbinders **60** an die Vorrichtung **10** angeschlossen ist, um Kühlluft und/oder einen Energieimpuls wie Luftströmung, Licht und/oder Elektrizität zum Speisen der Vorrichtung **10** bereitzustellen. [Fig. 7A–C](#) veranschaulichen exemplarische Ausführungsbeispiele des Verbinders **60** gemäß [Fig. 6](#).

[0031] Die Lichterzeugungsvorrichtung **10** umfasst ein Gehäuse **11**, um Komponenten zur Halterung des Generators für aushärtendes Licht aufzunehmen. Das Gehäuse **11** kann eine beliebige Form haben, hat aber vorzugsweise einen pistolen- bzw. kanonenförmigen oder röhrenförmigen Aufbau mit einem proximalen Ende **12** und einem distalen Ende **13**. Das Gehäuse **11** ist vorzugsweise so konfiguriert, um zu ermöglichen, dass Umgebungsluft durch das Gehäuse **11**, zum Beispiel über einen Lufteinlass **15** zu einem Luftauslass **16** im Gehäuse **11** strömt. Das Gehäuse **11** besteht aus beliebigen geeigneten Materialien. Besonders nützlich sind leichte, kompakte, feuerfeste Materialien wie Kunststoff, der typischerweise in der Technik verwendet wird.

[0032] Der Lichtgenerator **19** befindet sich innerhalb des Gehäuses **11** und weist ein Lichtelement **18** auf, um einen Lichtstrahl **50** zu erzeugen, der auf eine mit Licht aushärtbare Verbindung (nicht dargestellt) gestrahlt wird, um die Verbindung auszuhärten. Das Lichtelement **18** ist typischerweise auf einem Substrat **20** montiert. Das Substrat **20** wird vorzugsweise im distalen Ende **13** aufgenommen und durch das Gehäuse **11** gehalten. Eine Halterung kann zum Beispiel durch eine direkte Befestigung am Gehäuse **11** oder eine indirekte Befestigung durch eine vermittelnde Kühlstruktur **22** wie einem Kühlkörper bereitgestellt werden. Das Substrat **20** wirkt hauptsächlich, um das Lichtelement **18** anzubringen und zu kühlen. Die Form des Substrats **20** kann variieren und von der Ausführung und dem in der Vorrichtung **10** verfügbaren Raum abhängen.

**[0033]** Das Lichtelement **18** kann ein beliebiges, herkömmliches Licht emittierendes Element sein, das verwendet wird oder in der Lage ist, Licht in Wellenlängen und mit Intensitäten zu erzeugen, die ausreichend sind, um mit Licht aushärtbare Verbindungen auszuhärten. Herkömmliche Lichtelemente weisen typischerweise Halogenlampen oder andere solche Strahlungs-Energiequellen auf. Für die Anwendung bei der vorliegenden Erfindung werden jedoch Elemente wie Licht emittierende Dioden bevorzugt, die typischerweise als LEDs bekannt sind und nachfolgend so bezeichnet werden. Die Verwendung von Lichterzeugungselementen mit LED ist in der US-Patentveröffentlichung Nr. US-2004-0 029 069-A1 beschrieben, auf die oben verwiesen wurde.

**[0034]** Ein besonders nützliches und effizientes Lichtelement **18** ist eins, das Licht emittierende Dioden umfasst, die einen Lichtstrahl **50** zur Übertragung aus dem distalen Ende **13** des Gehäuses **11** erzeugen. Die LEDs sind typischerweise aus Licht erzeugendem Halbleitermaterial hergestellt. Solche LEDs sind im Wesentlichen gehäuselose Halbleiterübergänge zur Erzeugung des gewünschten Lichts. Jede LED erfordert annähernd 4–5 Volt Gleichstrom-Vorspannungselektrizität. Individuelle LEDs können im Allgemeinen eine beliebige Form haben und messen typischerweise annähernd 1 mm an einer Seite oder 1 mm<sup>2</sup> in der Fläche.

**[0035]** Es ist vorteilhaft, ein Lichtelement **18** mit mehreren LEDs zu verwenden, die in einer Anordnung angeordnet sind, die gemeinsam eine sehr hohe Dichte des Lichts bereitstellen und die in Wellenlänge und Intensität geeignet sind, um eine mit Licht aushärtbare Verbindung wirksam auszuhärten. Die Anordnung von LEDs, die auf Grund jeder LED so klein ist, stellt gemeinsam einen kleineren Gesamtflächenbereich als herkömmliche LEDs bereit. Jede einzelne LED kann so angeordnet oder beabstandet sein, wie es gewünscht wird, um die Anordnung zu bilden. Die Anordnung kann, wenn notwendig, abhängig von der Größe und der Form des Substrats **20**, auf dem sie montiert ist, in Form und Größe variieren. Weitere Faktoren, die die Größe und die Form der Anordnung beeinflussen, beinhalten im Allgemeinen Lichtenforderungen der Vorrichtung allgemein und das verfügbare Kühlsystem. Zusätzlich kann die Anzahl von LEDs abhängig von der Art der auszuhärtenden Verbindung und den Arten der dentalen Anwendungen, für die die Vorrichtung **10** verwendet wird, zunehmen. Zum Beispiel kann das Aushärten einer tieferen Füllung oder einer dickeren Oberflächenbeschichtung eine stärkere Strahlung erfordern, die durch eine größere Anzahl von LEDs bereitgestellt werden kann.

**[0036]** Es sind im Allgemeinen ausgestrahlte Energiepegel von mindestens 200 mW/cm<sup>2</sup> oder höher erforderlich, um die verfügbaren Dentalverbindungen

auszuhärten. Die oben und unten beschriebenen Lichterzeugungsvorrichtungen können für die Anwendung zum Aushärten von Dentalverbindungen konfiguriert sein und sind besonders für solche Zwecke nützlich.

**[0037]** Das Substrat **20** umfasst im Allgemeinen thermisch leitende Materialien, um die durch das Lichtelement **18** erzeugte Wärme abzuleiten. Zum Beispiel kann das Substrat **20** aus einem keramischen Material wie Aluminiumoxid oder Siliziumoxid gebildet sein, um die notwendige Kühlung für das Lichtelement bereitzustellen, wenn es arbeitet. Eine thermische Kopplung des Substrats **20** an einen Kühlkörper oder eine andere Kühlstruktur **22** ist für weitere Kühlzwecke nützlich. Es können zusätzliche Kühlvorrichtungen wie ein Ventilator strategisch aufgenommen werden, um kühle Luft auf den Kühlkörper **22** und/oder das Lichtelement **18** zu richten, um eine weitere Kühlung bereitzustellen. Vorteilhafterweise können das Lichtelement **18** und der Kühlkörper auch durch Luftzirkulierung im Gehäuse gekühlt werden.

**[0038]** Der Kühlkörper **22** ist mit dem Lichtelement **18** thermisch gekoppelt, um die Kühlung der Vorrichtung **10** zu unterstützen. Spezieller ist das Lichtelement **18** auf einem Substrat **20** montiert, das mit den Kühlkörper **22** thermisch gekoppelt ist. Der Kühlkörper **22** hat typischerweise Finger oder Rippen **23**, die den Oberflächenbereich vergrößern, durch den eine maximale Wärmemenge abgeleitet wird. Das Gehäuse **11** ist dementsprechend so konfiguriert, dass Luft in die Vorrichtung **10** durch den Lufteinlass **15** nahe am Kühlkörper **22** und nahe am Lichtelement **18** bereitgestellt wird, so dass sie über die Kühlrippen **23** strömt, um eine Kühlung und eine Ableitung der Wärme sowohl vom Kühlkörper **22** als auch vom Lichtelement **18** bereitzustellen.

**[0039]** Die Lichterzeugungsvorrichtung **10** kann ferner ein Lichtübertragungselement wie eine Lichtführung bzw. -leiter **44** umfassen. Die Lichtführung **44** hat typischerweise ein proximales Ende **45** und ein distales Ende **46**. Das proximale Ende **45** der Lichtführung **44** ist im Allgemeinen so konfiguriert, dass es an das distale Ende **13** des Gehäuses **11** angeschlossen und angepasst wird. Die Lichtführung **44** kann im Allgemeinen eine beliebige Form haben, die wirksam ist, um das emittierte Licht auf eine mit Licht aushärtbare Verbindung zu übertragen. Vorzugsweise ist die Form der Lichtführung **44** für die Zweckmäßigkeit der Nutzung abhängig von der Arbeitsfläche angepasst. Zum Beispiel kann die Lichtführung **44** ein distales Ende **46** haben, das spitz zuläuft und enger wird, so dass tief liegende und kleinere Oberflächen besser erreicht werden, um ein wirksames Aushärten, ein minimales Aussetzen des Mundgewebes und eine Zweckmäßigkeit beim Aushärten einer Verbindung an einem Zahn im Mund eines Patienten be-

reitzustellen. Geeignete Lichtführungen **44** sind in einer Vielfalt von unterschiedlichen Größen und Formen, zum Beispiel in Durchmessern von 8 mm, 11 mm bzw. 13 mm kommerziell erhältlich. Wie gezeigt wird, hat die Lichtführung **44** einen relativ gleichmäßigen Durchmesser vom proximalen Ende **45** bis zum distalen Ende **46**. Vorzugsweise ist das distale Ende **46** in dem Ausmaß verringert bzw. zugespitzt, das notwendig ist, um das ganze Licht direkt auf die mit Licht aushärtbare Verbindung wirksam zu übertragen.

**[0040]** Im Allgemeinen besteht die Lichtführung **44** aus beliebigen Komponenten, die Licht wirksam übertragen können, ohne die Lichtintensität zu senken. Zum Beispiel nutzt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Lichtführung **44** mit mehreren optischen Fasern (zum Beispiel annähernd 5000 Fasern), die funktionell in eine einzelne Lichtführungs- oder Lichtrohrstruktur zusammen verschweißt sind, um das Licht **50** zu übertragen. Gemäß [Fig. 1](#) wird der Lichtstrahl **50** durch das proximale Ende **45** der Lichtführung **44**, auch als das Aufnahmeende bezeichnet, aufgenommen, und aus dem distalen Ende **46** der Lichtführung **44**, auch als das Übertragungsende bezeichnet, übertragen. Das proximale Ende **45** ist im Allgemeinen am distalen Ende **13** des Gehäuses **11** abnehmbar befestigt. Es sind herkömmliche Befestigungseinrichtungen geeignet. Zum Beispiel kann das proximale Ende **45** in das und aus dem distalen Ende **13** des Gehäuses **11** geschraubt werden. Herkömmliche Lichtführungen, die in der Technik bekannt sind, sind für die vorliegende Erfindung geeignet.

**[0041]** Wie [Fig. 1–Fig. 4](#) weiter veranschaulichen, kann eine Linse **42** zwischen dem Lichtelement **18** und dem Aufnahmeende **45** der Lichtführung **44** angeordnet werden. Die Linse **42** wird typischerweise verwendet, um das von dem Lichtelement **18** emittierte Licht **50** in das Aufnahmeende **45** der Lichtführung **44** zu richten oder zu bündeln. Es können herkömmliche Linsen **42** oder Lichtbündelungsvorrichtungen verwendet werden.

**[0042]** Das Energiesystem **24** für die Vorrichtung **10** ist so konfiguriert, dass die Notwendigkeit für schwere Batterien verringert wird, während dennoch eine zweckmäßige und flexible Aushärtevorrichtung bereitgestellt wird. Der Lichtgenerator **19** verbraucht Energie, wobei dies zu einer Erwärmung der Vorrichtung führt, die die Wirksamkeit und die Steuerung ihrer Ausgabe von aushärtendem Licht nachteilig beeinflusst. Die bevorzugten LED-Lichtgeneratoren verbrauchen weniger Energie, sind aber besonders empfindlich gegenüber übermäßiger Wärme. Kühlsysteme, die Ventilatoren und die Strömung von Kühlfluid in den Aushärtvorrichtungen bereitstellen, fügen zu der Vorrichtung Gewicht hinzu und verbrauchen zusätzlich weitere Energie, was wiederum den

Bedarf für schwere Batterien steigert, während die Lebensdauer der Batterien verkürzt wird. Das Energiesystem **24** ist ebenfalls so konfiguriert, dass es den Bedarf für und die Belastungen solcher Kühlsysteme verringert.

**[0043]** Insbesondere hat die Lichterzeugungsvorrichtung **10** ein Energiesystem **24**, das für die Bereitstellung der notwendigen Energie für das Lichtelement **18** zuständig ist, um das Licht **50** zu erzeugen. Gemäß [Fig. 1](#) weist das Energiesystem **24** eine Energieversorgung **25** auf, um das Lichtelement **18** mit Energie zu versorgen. Die Energieversorgung **25** im Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#) kann eine wieder aufladbare Batterie aufweisen, die Gleichstrom für das Lichtelement **18** bereitstellt. Die Energieversorgung **25** ist im Allgemeinen mit dem Lichtelement **18** elektrisch verbunden, um das Lichtelement **18** über einen Verbinder **31** durch eine Reglerschaltung (nicht dargestellt) zu aktivieren.

**[0044]** Bei dem Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#) weist die Lichterzeugungsvorrichtung **10** eine Energie-Umwandlungsvorrichtung oder ein Energie-Umwandlungssystem **28** auf, um die in einer Luftströmung vorhandene Energie in eine Energieform umzuwandeln, die für das Lichtelement **18** nutzbar ist. Spezieller weist das Energie-Umwandlungssystem **28** einen Gleichstromgenerator **29** und eine Turbine **32** auf, die in der Lage ist, Luftströmungsenergie oder Energie, die von der Geschwindigkeit der Luft abgeleitet wird, in mechanische Energie umzuwandeln, die eine Welle **30** des Generators dreht, um elektrische Energie zu erzeugen. Die elektrische Energie wird entweder in der Batterie **25** gespeichert oder wenn nötig durch das Energiesystem **24** zugeführt, um das Lichtelement **18** zu speisen. Das Energie-Umwandlungssystem **28** wird durch eine Luftströmung aktiviert, die in das Gehäuse **11** über den Lufteinlass **15**, über die Turbine **32** und zum Auslass **16** eintritt. Die Luft kann durch geeignete Einrichtungen, zum Beispiel von einem Dentalbehandlungsstuhl in den Lufteinlass **15** zugeführt werden.

**[0045]** [Fig. 1](#) veranschaulicht eine Konfiguration, in der die Luft in das Gehäuse **11** über einen Lufteinlass **15** strömt, der sich im proximalen Ende **12** des Gehäuses **11** befindet. Das Gehäuse **11** hat im Allgemeinen eine solche Ausführung, dass Luft durch das Gehäuse **11** und aus dem Luftauslass **16** strömen kann, der sich in [Fig. 1](#) ebenfalls im proximalen Ende des Gehäuses **11** befindet. Entweder das proximale Ende **12** oder das distale Ende **13** des Gehäuses **11** oder beide können für Zwecke entlüftet werden, um die durch das Lichtelement **18** erzeugte Wärme abzuleiten, vorzugsweise in dem Ende, in dem das Lichtelement **18** aufgenommen ist.

**[0046]** Die Kühlfluid-Quelle **27** kann sich außerhalb der Aushärtevorrichtung **10** an dem Standort **49** des

Aushärtvorgangs befinden. Eine solche Quelle **27** kann zum Beispiel und mit Bezug auf [Fig. 5](#) vom Stuhl des Bedieners wie einem Dentalbehandlungsstuhl **56** an dem Standort **49** kommen, der der Standort der dentalen Behandlung, z. B. ein Behandlungsraum des Zahnarztes ist. Ein Dentalbehandlungsstuhl ist mit einem umfangreichen Luftzuführungssystem technisch ausgestattet. Die Luftverbindungen zum Dentalbehandlungsstuhl können entweder durch Verbinden des Einlasses **15** mit einem Luftversorgungsanschluss in einem Dentalbehandlungsstuhl oder durch Verbinden des Auslasses **16** mit einem Unterdruck- oder Absauganschluss an einem Dentalbehandlungsstuhl oder beiden ([Fig. 6](#)) hergestellt werden. Wie in [Fig. 1](#) veranschaulicht ist, wird bei dem Energie-Umwandlungssystem **28** der Generator **29** durch den Verbinder **30** an die Turbine **32** angeschlossen. Die Turbine **32** dreht sich infolge der Luftströmung vom Lufteinlass **15**, um Energie zu erzeugen, die zum Generator **29** durch den Verbinder **30** übertragen wird. Der Generator **29** wandelt dann diese Energie in elektrische Energie um und überträgt sie über den elektrischen Verbinder **31** zum Energiesystem **24** und insbesondere zur Energieversorgung **25**. Die Energieversorgung **25** speist dann die Energie elektrisch zum Lichtelement **18**, um Licht **50** zum Aushärten einer Verbindung zu erzeugen. Weitere Ausführungsbeispiele, die in den Abbildungen veranschaulicht und unten beschrieben sind, weisen unterschiedliche Modi zum Zuführen von Energie auf, um das Lichtelement **18** einzuschalten, so dass die mit Licht aushärtbare Verbindung ausgehärtet wird.

**[0047]** [Fig. 2](#) veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel, in dem die Lichterzeugungsvorrichtung **10** ein Energiesystem **24** aufweist, das einen durch Luftströmung aktivierten Umschaltkreis **37** aufweist, durch den Luft von einem Dentalbehandlungsstuhl einen luftbetriebenen Schalter oder Luftströmungssensor **38** steuert, um das Lichtelement **18** zu speisen. Die Luft vom Dentalbehandlungsstuhl dient auch dazu, die Wärmequelle **18** während des Betriebs zu kühlen. Der Schalter **38** reagiert auf das Vorhandensein von kühlender Luftströmung, um das Lichtelement **18** zu aktivieren, wobei dadurch der Betrieb der Lichterzeugungsvorrichtung **10** verhindert wird, wenn sie nicht gekühlt wird. Der luftbetriebene Schalter oder Sensor **38** kann in Reihe mit einem Auslöseschalter **40** verbunden sein, der es dem Zahnarzt erlaubt, das Aushärtlicht nach Belieben an- und auszuschalten, vorausgesetzt, dass die Luftströmung aufgebaut ist, um den Schalter **38** zu schließen. Im Allgemeinen ist das Energiesystem **24** mit dem Umschaltkreis **37** elektrisch gekoppelt. Alternativ kann der Schalter **38** auf Druckänderungen reagieren. Zum Beispiel würde ein Schalter **38**, der ein Druckschalter sein kann, der auf ein Druckgefälle vom Einlass **15** zum Auslass **16** reagiert, wirksam sein.

**[0048]** Zum Beispiel kann, wie gezeigt wird, das Gehäuse **11** so konfiguriert sein, dass der Umschaltkreis **37** der Luft, die im Gehäuse **11** strömt, vollständig ausgesetzt ist. Eine Luftströmung durch den Lufteinlass **15** des Gehäuses **11** steuert hauptsächlich den Umschaltkreis **37** und bewirkt dessen Betätigung. Sobald der Luftströmungssensor **38** in Reaktion auf eine Luftströmung betätigt wird, ermöglicht er es dem Bediener, den Schalter **40** auszulösen, um die Stromversorgung **24** mit dem Lichtelement **18** zu verbinden, so dass Energie zur Erzeugung von Licht zugeführt wird, um die mit Licht aushärtbare Verbindung auszuhärten. Der Luftströmungssensor **38** kann eine beliebige herkömmliche, vorzugsweise eine kleine, kompakte und selbst auf geringfügigste Veränderungen in der Luftströmung reagierende Luftströmungssensorvorrichtung sein. Der Schalter **40** ist vorzugsweise eine Druck- oder Haltetaste oder ein abzugähnlicher Hebel, der geschlossen bleibt, wenn die Taste gedrückt ist. Das Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 2](#) ist eine tragbare Lichterzeugungsvorrichtung **10**, da das Energiesystem **24** eine Energieversorgungsbatterie **25** umfasst, die mit dem Umschaltkreis **37** elektrisch verbunden ist. Der Schalter **40** aktiviert das Energiesystem **24**, um dem Lichtelement **18** elektrische Energie zu liefern.

**[0049]** Die Vorrichtung **10** kann außerdem eine Energieversorgungs-Steuereinheit oder eine Anpassungsschaltung (nicht dargestellt) aufweisen, die mit dem Energiesystem **24** elektrisch verbunden ist. Die Anpassungsschaltung befindet sich im Allgemeinen innerhalb des Gehäuses **11** und ist mit dem Lichtelement **18** elektrisch gekoppelt. Eine solche Anpassungsschaltung passt die elektrische Energie oder die dem Lichtelement **18** zugeführte Energie an oder reguliert sie, wodurch es dem Bediener ermöglicht wird, die genaue Menge der Strahlung des Aushärtlichts zu steuern oder anzupassen, die erforderlich ist, um eine mit Licht aushärtbare Verbindung auszuhärten. Die Anpassungsschaltung ist typischerweise mit der Leitung **31** und den zugehörigen Komponenten wie dem Schalter **40** und der Energie-Umwandlungsvorrichtung **28** ([Fig. 1](#) und [Fig. 3](#)) in Reihe geschaltet, um es dem Bediener zu ermöglichen, die von der Energieversorgung **25** erzeugte Elektrizität zu regeln, um das Lichtelement **18** zu speisen.

**[0050]** [Fig. 3](#) veranschaulicht ein weiteres Ausführungsbeispiel der Lichterzeugungsvorrichtung **10** mit einer Energie-Umwandlungsvorrichtung **28**, die Lichtenergie in elektrische Energie umwandelt, um das Lichtelement **18** zu speisen. Wie bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen wird äußere Luft vom Standort **49** zum Kühlen verwendet, so dass elektrische Energie nur für das Lichtelement **18** benötigt wird, die, wenn es eine LED ist, einen minimalen Energiebedarf hat.

**[0051]** Die Energie-Umwandlungsvorrichtung **28**

kann mindestens eine Fotozelle **35** umfassen, um aus der Umgebung oder anderweitig zugeführte Lichtenergie zu absorbieren. Die Fotozelle **35** kann eine beliebige herkömmliche lichtabsorbierende Fotozelle wie eine Solarzelle und dergleichen sein. Es ist vorteilhaft und effizient, die Lichterzeugungsvorrichtung **10** mit mehreren Fotozellen **35** zu versehen. Die Fotozellen **35** können in einer Weise angeordnet sein, so dass sie Lichtenergie effizient und gemeinsam absorbieren. Zum Beispiel können die Fotozellen **35**, wie gezeigt wird, in einer linearen Anordnung angeordnet sein. Die Fotozellen **35** können sich im Gehäuse **11** oder unmittelbar außen am Gehäuse **11** befinden, vorausgesetzt, sie sind so angeordnet, dass das Aussetzen dem und das Absorbieren von dem sichtbaren Licht maximiert wird.

**[0052]** Die Quelle für das sichtbare Licht kann eine beliebige geeignete Quelle wie ein Licht sein, das sich unmittelbar außen an der Lichterzeugungsvorrichtung **10** befindet. Alternativ kann die Quelle für das sichtbare Licht durch die Betriebseinheit bereitgestellt werden. Eine bereitgestellte Lichtquelle wie eine optische Lichtfaser **34**, die sich von der Quelle erstreckt und mit dem Gehäuse **11** gekoppelt ist oder dort hineinführt, hat den Vorteil der Steuerung und zeitlichen Abstimmung der Bereitstellung des sichtbaren Lichts, um die Fotozellen **35** zu laden, zu speichern und zu speisen. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Quelle für das sichtbare Licht ein Dentalbehandlungsstuhl, der mit dem Gehäuse **11** über einen Verbindungsanschluss **66** gekoppelt ist, durch den eine optische Faser **34** in die Energie-Umwandlungsvorrichtung **28** führt, um das sichtbare Licht für die Fotozellen **35** bereitzustellen (**Fig. 7B**). Die Fotozelle **35** absorbiert Licht und wandelt die Lichtenergie in nutzbare elektrische Energie um, um das Lichtelement **18** zu speisen. Die Energie-Umwandlungsvorrichtung **28** ist mit dem Lichtelement **18** elektrisch gekoppelt, um Energie bereitzustellen, die ausreicht, um das Licht **50** zu erzeugen. Alternativ kann die Energie-Umwandlungsvorrichtung **28** im Inneren des Gehäuses **11** zum proximalen Ende **12** angeordnet sein.

**[0053]** Das in **Fig. 3** veranschaulichte Ausführungsbeispiel weist ebenfalls ein Gehäuse **11** mit einem proximalen Ende **12** und einem distalen Ende **13** auf, das ein Substrat **20** hält. Das Gehäuse **11** hat ebenso einen Lufteinlass **15** und einen Luftauslass **16**, um zu ermöglichen, dass Luft im Gehäuse **11** strömt, wenn es gewünscht wird. Das Lichtelement **18** ist am Substrat **20** montiert, um Licht **50** in die Lichtführungen **44** zu emittieren, so dass das Licht **50** auf eine mit Licht aushärtbare Verbindung (nicht dargestellt) übertragen wird. Das Lichtelement **18** wird durch die leitende Wärmeübertragung zum Substrat **20** und den thermisch gekoppelten Kühlkörper **22** gekühlt. Der Kühlkörper **22** wird wiederum durch eine Luftströmung gekühlt, die in den Lufteinlass **15** und aus dem

Luftauslass **16** der Lichterzeugungsvorrichtung **10** strömt. Dieses Ausführungsbeispiel weist ebenfalls einen Umschaltkreis **37** mit einem Luftströmungssensor **38** und einem Schalter **40** auf, der durch eine Luftströmung von einer Luftquelle wie der in einem Dentalbehandlungsstuhl aktiviert wird.

**[0054]** **Fig. 4** veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel zum Speisen der Lichterzeugungsvorrichtung **10**, die von einem Dentalbehandlungsstuhl elektrisch gespeist werden kann, um Licht **50** zu erzeugen. Speziell kann das Gehäuse **11** so konfiguriert sein, dass es die Kopplung einer Quelle für elektrische Energie zur Energieversorgung **25** zum Beispiel durch Bereitstellung einer elektrischen Speiseleitung **36** von einem Dentalbehandlungsstuhl bereitstellt. Wie in der Abbildung gezeigt wird, speist die elektrische Speiseleitung **36** Elektrizität in eine Energieversorgung **25**, die wiederum die notwendige elektrische Energie zum Lichtelement **18** überträgt. Die elektrische Speiseleitung **36** kann ein flexibler Leiter mit kleinen Abmessungen sein. Eine solche Verbindung zum Dentalbehandlungsstuhl stellt eine Zweckmäßigkeit und Einfachheit der Anwendung bereit. Ferner wird eine Luftzuführungsverbindung vom Dentalbehandlungsstuhl verwendet, um die Lichterzeugungsvorrichtung **10** zu betätigen und zu kühlen. Die Luftzuführungsverbindung kann zum Beispiel auch Anschlüsse **68** für die Zuführung elektrischer Energie durch eine elektrische Speiseleitung **36** in die Vorrichtung **10** aufweisen (**Fig. 7C**). Das in **Fig. 4** gezeigte Ausführungsbeispiel weist ebenfalls ein Gehäuse **11** mit einem proximalen Ende **12** und einem distalen Ende **13** auf. Das Gehäuse **11** hat ebenso einen Lufteinlass **15** und einen Luftauslass **16**, um zu ermöglichen, dass Luft im Gehäuse **11** strömt, wenn es gewünscht wird. Ein Lichtelement **18** ist am Substrat **20** montiert, um Licht **50** in eine Lichtführung **44** zu emittieren, so dass das Licht **50** auf eine mit Licht aushärtbare Verbindung übertragen wird. Das Lichtelement **18** wird durch Wärmeleitung zum Substrat **20** und den thermisch gekoppelten Kühlkörper **22** gekühlt. Der Kühlkörper **22** wird wiederum durch eine Luftströmung gekühlt, die in den Lufteinlass **15** und aus dem Luftauslass **16** der Lichterzeugungsvorrichtung **10** strömt.

**[0055]** Wie in der grafischen Darstellung in **Fig. 5** und dem exemplarischen Ausführungsbeispiel in **Fig. 6** gezeigt wird, hat die Aushärtlicht-Vorrichtung **10** eine Schnittstelle **47** mit einem Dentalbehandlungsstuhl **56** für den Betrieb. Gemäß **Fig. 6** ist die Schnittstelle **47** ein Kabel **52**, das die Vorrichtung **10** am Dentalbehandlungsstuhl **56** über einzelne Verbindungen **60** anbringt. Jeder Verbindungsstück **60** ist zum Anschließen der Aushärtlicht-Vorrichtung **10** der vorliegenden Erfindung mit einem Dentalbehandlungsstuhl **56** geeignet. Alternativ kann die Vorrichtung **10** mit einem Verbindungsstück **60** hergestellt werden, der vom Gehäuse **11** zum Anschließen an einen Dentalbehandlungs-



stuhl **56** über ein Kabel **52** abgefangen wird. Ähnlich dazu kann der Dentalbehandlungsstuhl **56** eine Schnittstelle **47** mit einem einzelnen Verbinder **60** aufweisen, der sich vom Dentalbehandlungsstuhl **56** erstreckt. Während die Schnittstelle **47** als ein Kabel **52** dargestellt wird, ist sie nicht so eingeschränkt und kann eine beliebige geeignete Struktur sein, die die Vorrichtung **10** mit dem Dentalbehandlungsstuhl **56** oder einer anderen Vorrichtung(en) in einem Dentalbehandlungsstandort **9** verbinden kann.

[0056] **Fig. 7A–C** veranschaulichen exemplarische Ausführungsbeispiele des Verbinders **60**. Mit Bezug auf **Fig. 7A** weist ein Verbinder **60** einen Luftzuführungsanschluss **62** auf, um Luft vom Dentalbehandlungsstuhl **56** zum Lufteinlass **15** der Vorrichtung **10** bereitzustellen. Ähnlich dazu weist der Verbinder **60** einen Absauganschluss **64** auf, um Luft aufzunehmen, die aus der Vorrichtung **10** durch den Luftauslass **16** heraus zirkuliert. Typisch für die meisten Dentaladapter weist der Verbinder **60** außerdem einen Wasserzuführungsanschluss **70** auf, um für den Bediener Wasser bereitzustellen, wenn es benötigt wird. Das in **Fig. 7B** veranschaulichte Ausführungsbeispiel weist ferner einen Lichtzuführungsanschluss **66** auf, um Licht vom Dentalbehandlungsstuhl **56** zur Vorrichtung **10** zum Beispiel durch eine in **Fig. 3** veranschaulichte optische Faser **34** zu übertragen. Außerdem wird ein zweiter Luftzuführungsanschluss **72** gezeigt, um für den Bediener Druckluft bereitzustellen, wenn sie benötigt wird. Das in **Fig. 7C** veranschaulichte Ausführungsbeispiel weist ferner elektrische Zuführungsanschlüsse **68** auf, um elektrische Energie vom Dentalbehandlungsstuhl **56** direkt zur Vorrichtung **10** zum Beispiel über die in **Fig. 4** veranschaulichte elektrische Speiseleitung zu übertragen, um die Vorrichtung **10** zu speisen.

[0057] Die Vorrichtungen können in einem Verfahren verwendet werden, um Licht **50** zum Aushärten von mit Licht aushärtbaren Verbindungen zu erzeugen. Das Verfahren ist besonders geeignet zum Härten und Aushärten von mit Licht aushärtbaren Verbindungen, die in Dentalanwendungen wie einer Füllung, einer Basis, einer Auskleidung oder einer zementartigen Klebeanwendung bei der Reparatur eines Zahns oder einer Zahnoberfläche verwendet werden. Das Verfahren weist im Allgemeinen die Bereitstellung eines Lichtelements **18** auf, das mit einem Energiesystem **24** elektrisch gekoppelt ist. Das Energiesystem **24** kann mit einer Energie-Umwandlungsvorrichtung **28** in dem Fall elektrisch gekoppelt sein, dass die Energiequelle eine andere Energie als elektrische Energie, z. B. Luftströmungsenergie oder sichtbare Lichtenergie, ist. Zum Beispiel kann die Energie-Umwandlungsvorrichtung **28** Energie aus der Luftströmung in elektrische Energie umwandeln, die zum Energiesystem **24** übertragen wird, um das Lichtelement **18** zu speisen. Bei einem Ausführungsbeispiel wird die Energieumwandlung durch einen Ge-

nerator **29** ausgeführt, der mit einer Turbine **32** gekoppelt ist, die sich auf Grund der Luftströmung dreht (**Fig. 1**). Alternativ kann die Energie-Umwandlungsvorrichtung **28** sichtbare Lichtenergie, die durch eine Quelle für das sichtbare Licht **34** wie einem Dentalbehandlungsstuhl bereitgestellt wird, in elektrische Energie umwandeln, um das Lichtelement **18** zu speisen (**Fig. 3**). Weitere Ausführungsbeispiele des Verfahrens weisen Schritte auf, die die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele einschließen. Zum Beispiel weist ein Ausführungsbeispiel das Umschalten eines luftbetriebenen Umschaltkreises **37** auf, der mit der Energieversorgung **25** elektrisch gekoppelt ist, so dass das Lichtelement **18** gespeist wird, um Licht **50** zu emittieren. Ein Luftströmungssensor **38** wird durch Luftströmung aktiviert, um einen Schalter **40** im Umschaltkreis **37** auszulösen, so dass das Energiesystem **24** aktiviert wird, um dem Lichtelement **18** Energie zu liefern (**Fig. 2** und **Fig. 4**).

[0058] Damit wird eine kleine, kompakte Lichterzeugungsvorrichtung für die Anwendung beim Aushärten von mit Licht aushärtbare Verbindungen, vorzugsweise Verbindungen, die bei Dentalanwendungen wie einer Füllung, einem Zahnzement, einer Basis oder einer Auskleidung verwendet werden, bereitgestellt. Zusätzlich kann die Vorrichtung verwendet werden, um Verbindungen auszuhärten, die als ein Klebstoff verwendet werden. Die Zweckmäßigkeit wird durch die Speisung der Lichterzeugungsvorrichtung mit einer Energiequelle nahe der Betriebseinheit wie einem Dentalbehandlungsstuhl bereitgestellt. Zum Beispiel sind die Lichterzeugungsvorrichtungen so konfiguriert, dass sie adaptiert werden können, um in Quellen für Luft- und Lichtenergie gesteckt werden können, die von einem Dentalbehandlungsstuhl bereitgestellt werden, um die Vorrichtung zu speisen. Die Nähe der Energiequelle zur Lichterzeugungsvorrichtung stellt einen Anwendungskomfort und eine minimale Gefährdung für den Bediener, Patienten und andere Personen im Dienstraum bereit. Des Weiteren stellen die Lichterzeugungsvorrichtungen eine zusätzliche Zweckmäßigkeit bereit, indem sie tragbare Einheiten sind, die leicht getragen, verwendet und mit der Energiequelle verbunden oder von ihr gelöst werden können.

### Patentansprüche

1. Lichterzeugungsvorrichtung (**10**) zum Aushärten von mit Licht aushärtbaren Verbindungen mit einer Lichtvorrichtung (**18**), die betrieben werden kann, um zum Aushärten einer mit Licht aushärtbaren Verbindung wirksames Licht zu emittieren, wenn sie mit elektrischer Energie versorgt wird, und mit einem Kühlsystem, das betrieben werden kann, um die Lichtvorrichtung (**18**) zu kühlen, wenn sie mit einem Kühlfluid versorgt wird, wobei das Kühlsystem Kühlfluid-Versorgungsdurchgänge hat, die mit einer externen Luftzuführung (**27**) zum Zuführen von Fluid zum

Kühlsystem zum Kühlen der Lichtvorrichtung (**18**) verbunden werden können, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung ferner ein Elektroenergie-Versorgungssystem (**25, 28**) aufweist, das betrieben werden kann, um in Reaktion auf die Zuführung des Fluides zum Kühlsystem der Lichtvorrichtung elektrische Energie zuzuführen, und dadurch, dass das Elektroenergie-Versorgungssystem (**28**) ein Energie-Umwandlungssystem aufweist, das betrieben werden kann, um nicht-elektrische Energie von außerhalb der Vorrichtung in elektrische Energie umzuwandeln.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Lichtvorrichtung (**18**) mindestens ein Licht emittierendes Festkörperelement aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Lichtvorrichtung ein Substrat (**20**), mehrere Licht emittierende Festkörper-Dioden, die auf einem Substrat (**20**) montiert sind, um eine gemeinsame Anordnung auf dem Substrat zu bilden, wobei die Anordnung von Elementen betrieben werden kann, um Licht mit Wellenlängen in einem schmalen Band von Wellenlängen gemeinsam auszusenden, das wirksam ist, um die Verbindung auszuhärten, und einen Kühlkörper (**22**) aufweist, der mit dem Substrat (**20**) und dem Fluidstrom im Kühlsystem gekoppelt ist, um die durch die Lichtvorrichtung erzeugte Wärmeströmung zum Kühlsystem zu erleichtern.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Lichtvorrichtung (**18**) einen Kühlkörper (**22**) hat, der thermisch damit gekoppelt ist, wobei der Kühlkörper (**22**) im Wesentlichen aus einer Flüssigkeit besteht, die Wärme von der Lichtvorrichtung leitend übertragen kann.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einer optischen Fokussiervorrichtung (**42**), die so positioniert ist, dass sie das von der Lichtvorrichtung (**18**) emittierte Licht auf eine mit Licht aushärtbare Verbindung zum Aushärten der Verbindung richtet, und einer Lichtführung (**44**) zum Durchlassen von aus der Lichtvorrichtung emittiertem Licht auf die mit Licht aushärtbare Verbindung zum Aushärten der Verbindung, wobei die Lichtführung mehrere optische Faserelemente aufweist, die zum Durchlassen von Licht funktionell miteinander gekoppelt sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Elektroenergie-Versorgungssystem einen Fluidstrom-Sensor (**38**) aufweist, der betrieben werden kann, um die Arbeitsweise der Lichtvorrichtung (**18**) bei der Zufuhr von Kühlluft zum Kühlsystem anzupassen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, ferner mit einem Gehäuse (**11**), das so gestaltet ist, dass es den Luft-

strom nahe an die Lichtvorrichtung (**18**) und auf einen durch Luftstrom betätigten Umschaltkreis (**38**) richtet, der betrieben werden kann, um die Zufuhr von Elektroenergie zur Lichtvorrichtung (**18**) in Reaktion auf das Erfassen von Luftströmung durch den Luftstrom-Sensor (**38**) zu steuern.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Energie-Umwandlungssystem (**29, 30, 32**) betrieben werden kann, um Energie aus dem Kühl-Fluid, das im Kühlsystem fließt, in die elektrische Energie umzuwandeln.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Energie-Umwandlungssystem (**28**) betrieben werden kann, um Licht aus der Nähe und von außerhalb der Vorrichtung in die elektrische Energie umzuwandeln.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei das Energie-Umwandlungssystem (**28**) mindestens eine Fotozelle (**35**) aufweist, um Lichtenergie zu absorbieren.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei das Energie-Umwandlungssystem (**28**) eine Lichtführung aufweist, die so gestaltet ist, dass sie mit einer Quelle sichtbarer Lichtenergie (**34**) gekoppelt werden kann und Lichtenergie auf das Energie-Umwandlungssystem richten kann.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Vorrichtung eine dentale Aushärtevorrichtung (**10**) zum Aushärten von mit Licht aushärtbaren dentalen Verbindungen ist, die Lichtvorrichtung (**18**) betrieben werden kann, um Licht bei Wellenlängen zu emittieren, die wirksam sind, um eine mit Licht aushärtbare dentale Verbindung auszuhärten, das Kühlsystem Luftzuführungsleitungen (**52**) hat, die mit Luft verbunden werden können, die durch einen Dentalbehandlungsstuhl (**56**) bereitgestellt wird, und das Elektroenergie-Versorgungssystem eine Turbine (**32**), die so gekoppelt ist, dass sie betrieben werden kann, um sich in Reaktion auf die Luftströmung im Kühlsystem zu drehen, und einen Generator (**29**) aufweist, der mit der Turbine (**32**) gekoppelt ist und betrieben werden kann, um in Reaktion auf die Drehung der Turbine (**32**) elektrische Energie zu erzeugen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Kühlsystem mit einer Luftquelle von einem Dentalbehandlungsstuhl (**56**) verbunden werden kann, das Energie-Versorgungssystem eine Energie-Umwandlungsvorrichtung (**28**), um Energie aus der Luftströmung in elektrische Energie umzuwandeln, und eine aufladbare Batterie aufweist, um elektrische Energie zu speichern, die durch die Energie-Umwandlungsvorrichtung umgewandelt wird, und die Lichtvorrichtung (**18**) durch den Umschaltkreis (**38**) mit dem Energie-Versorgungssystem ge-

koppelt wird und betrieben werden kann, wenn der Umschaltkreis durch Luftströmung betätigt wird, Licht auf eine mit Licht aushärtbare dentale Verbindung an einem Patienten zum Aushärten der Verbindung zu emittieren.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Vorrichtung eine dentale Aushärtevorrichtung (10) zum Aushärten von mit Licht aushärtbaren dentalen Verbindungen ist und wobei die Lichtvorrichtung (18) betrieben werden kann, um Licht zu emittieren, das wirksam ist, um eine mit Licht aushärtbare dentale Verbindung auszuhärten, wenn sie mit elektrischer Energie versorgt wird, wobei die Kühlsystem-Luftversorgungsdurchgänge mit Luftversorgungsanschlüssen eines Dentalbehandlungsstuhls (56) verbunden werden können.

15. Verfahren zum Aushärten von mit Licht aushärtbaren Verbindungen, das die Bereitstellung einer Lichtvorrichtung, die betrieben werden kann, um Licht zu emittieren, das wirksam ist, um eine mit Licht aushärtbare Verbindung auszuhärten, wenn sie mit elektrischer Energie versorgt wird, und eines Kühlsystems, das betrieben werden kann, um die Lichtvorrichtung (18) zu kühlen, wenn sie mit Kühlfluid versorgt wird, die Zuführung von Kühlfluid zum Kühlsystem und das Kühlen der Lichtvorrichtung damit und die Zuführung von elektrischer Energie zu der Lichtvorrichtung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren ferner das Umwandeln von nicht-elektrischer Energie von außerhalb der Lichtvorrichtung (18) in elektrische Energie und die Zuführung von elektrischer Energie zur Lichtvorrichtung (18) in Reaktion auf die Zufuhr von Fluid zum Kühlsystem aufweist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, das ferner die thermische Kopplung eines Kühlkörpers (22) mit der Lichtvorrichtung (18) aufweist, um die durch die Lichtvorrichtung (18) erzeugte Wärme zu absorbieren, während der Kühlkörper (22) so positioniert ist, dass er durch das Kühlfluid gekühlt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder Anspruch 16, das ferner das Richten des von der Lichtvorrichtung (18) emittierten Lichts mit einer optischen Fokussiervorrichtung auf eine mit Licht aushärtbare Verbindung zum Aushärten der Verbindung aufweist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, das ferner die Bereitstellung der Lichtvorrichtung (18) in einem in der Hand haltbaren Gehäuse (11) und die Zuführung von Kühlluft von einem Dentalbehandlungsstuhl (56) und das Kühlen der Lichtvorrichtung damit (18) aufweist, die mindestens eine Licht emittierende Diode aufweist.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei das Licht emittierende Element mehrere Licht emittierende Di-

oden aufweist, die in einer gemeinsamen Anordnung auf einem Substrat (20) montiert sind, das durch das Gehäuse (11) gehalten wird, wobei die Anordnung betrieben werden kann, um Licht mit Wellenlängen in einem schmalen Band von Wellenlängen gemeinsam zu emittieren, das wirksam ist, um mit Licht aushärtbaren dentalen Klebstoff auszuhärten.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei der Schritt zum Zuführen von Fluid das Zuführen von Luft von einem Dentalbehandlungsstuhl (56) aufweist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, wobei der Umwandlungsschritt die Bereitstellung einer Luftströmung zu einer Energie-Umwandlungsvorrichtung, das Umwandeln von Energie von der Luftströmung in elektrische Energie und das Übertragen der elektrischen Energie an ein Speisungssystem aufweist, das betrieben werden kann, um die Lichtvorrichtung (18) zu speisen.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21, wobei das Verfahren ferner das Erfassen der Zuführung von Kühlfluid zur Lichtvorrichtung (18) und das Anpassen der Arbeitsweise der Lichtvorrichtung (18) bei der erfassten Zuführung von Kühlfluid aufweist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

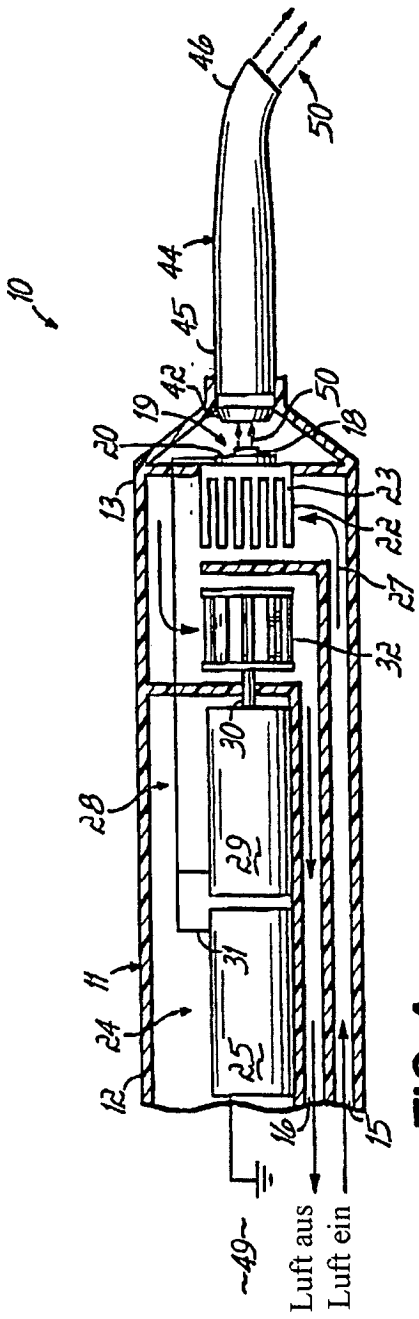


FIG. 1

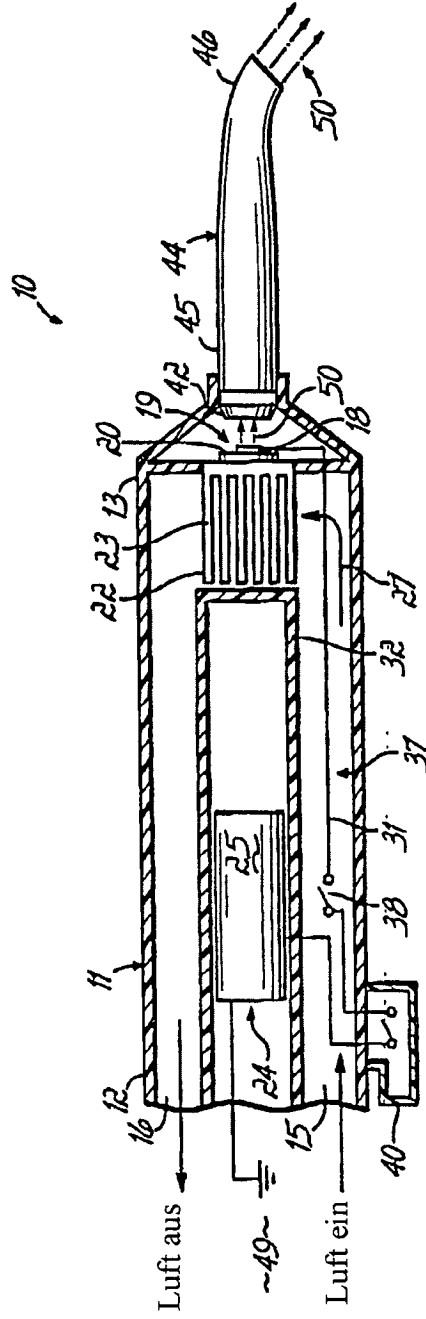


FIG. 2

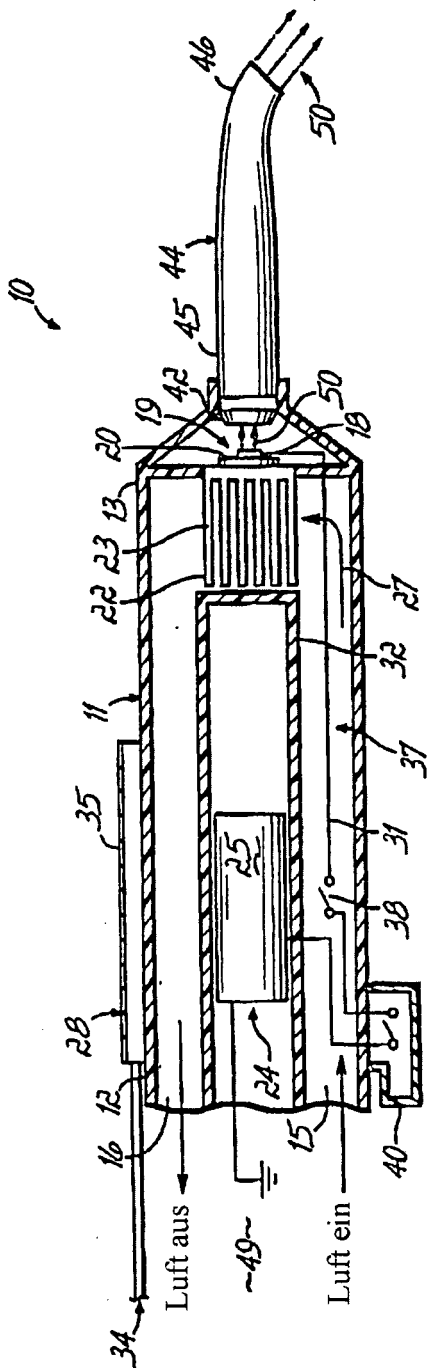


FIG. 3

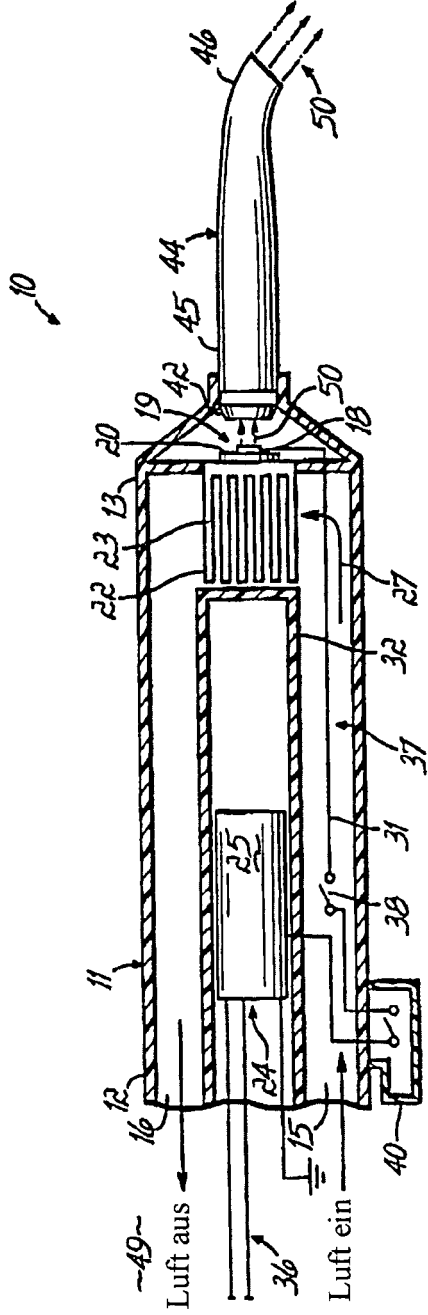


FIG. 4

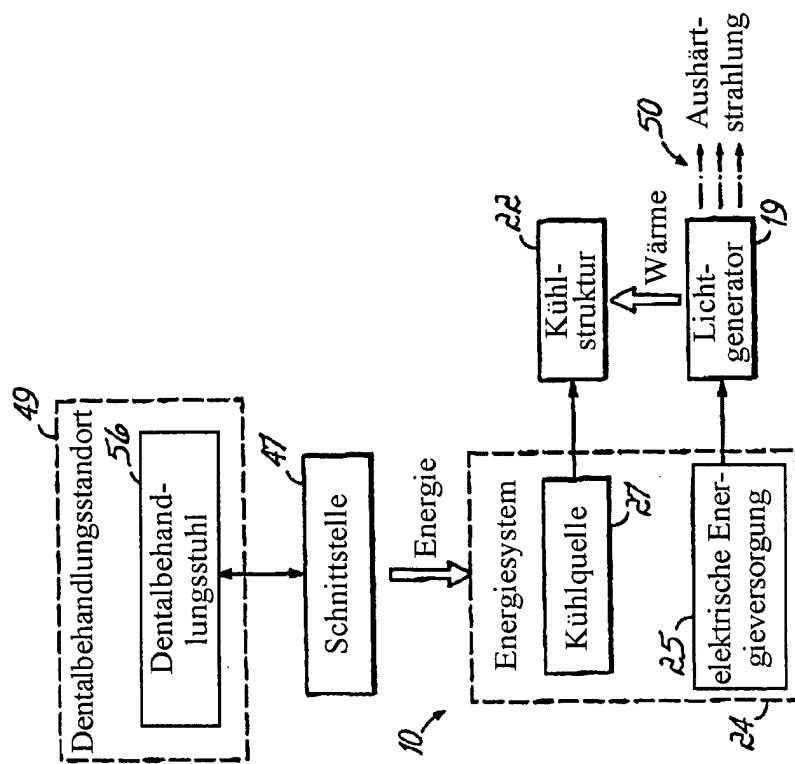


FIG. 5

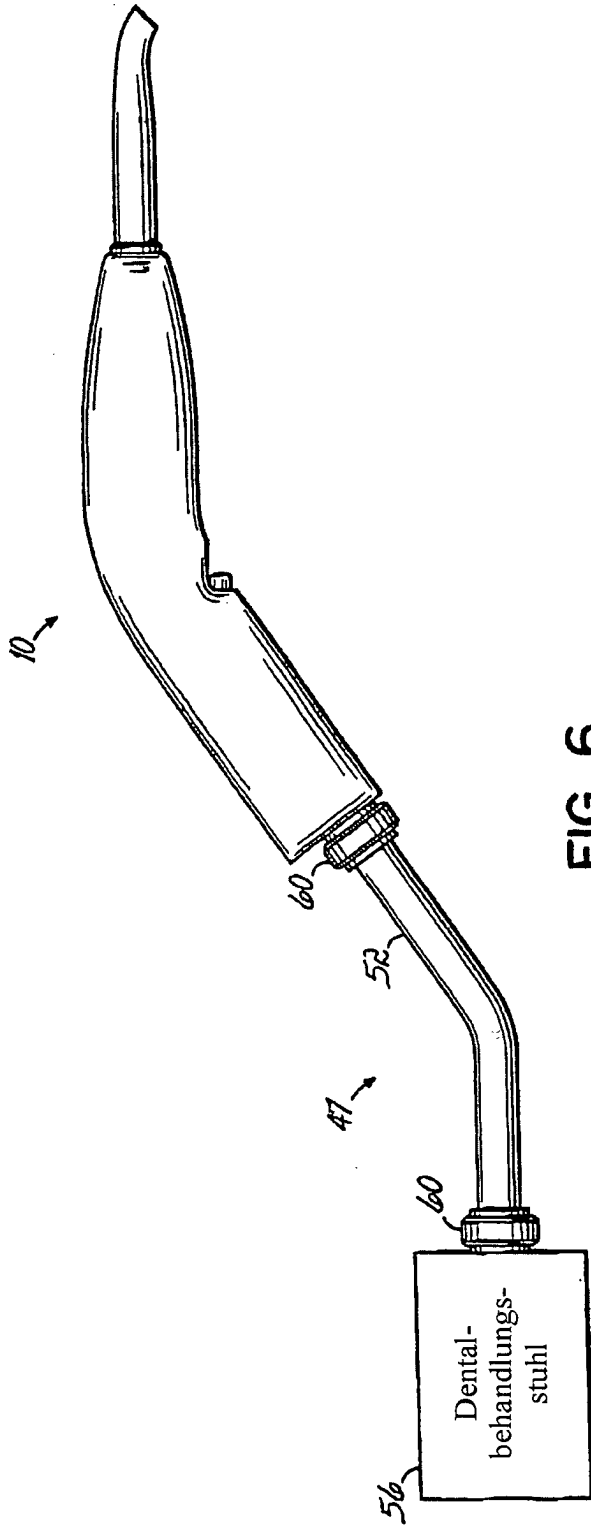


FIG. 6

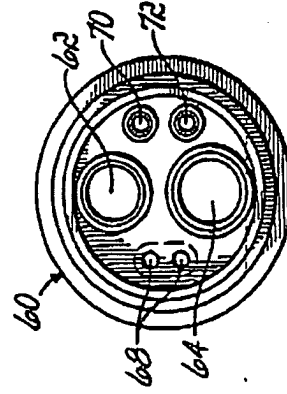


FIG. 7C

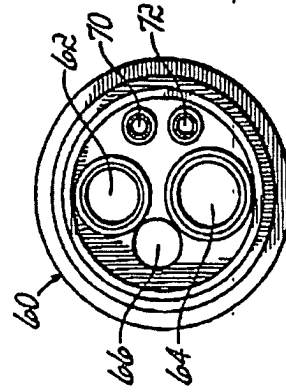


FIG. 7B

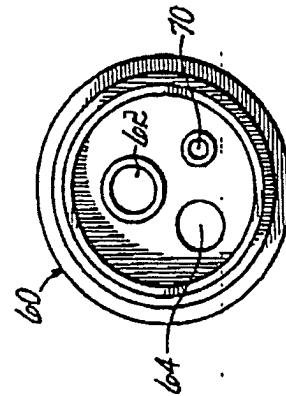


FIG. 7A