

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 919/2014
(22) Anmeldetag: 18.12.2014
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2018

(51) Int. Cl.: **A61B 5/00** (2006.01)
A61C 19/04 (2006.01)
G01N 21/64 (2006.01)

(30) Priorität:
19.12.2013 DE 102013226777.0 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
EP 2572630 A1
EP 1882969 A1
DE 102013206466 A1
EP 0078464 A1

(73) Patentinhaber:
SIRONA Dental Systems GmbH
64625 Bensheim (DE)

(74) Vertreter:
Haffner und Keschmann Patentanwälte GmbH
Wien (AT)

(54) **Beobachtungseinheit zur Erkennung von Fluoreszenz und diese umfassende Vorrichtung zur Erkennung von Karies**

(57) Eine Beobachtungseinheit (3) zur Erkennung von Fluoreszenz von Zähnen, aufweisend eine Halterung (20) oder ein Brillengestell (4) und mindestens ein Filterelement (5), wobei das Filterelement (5) an dem Brillengestell (4) montiert ist oder mit der Halterung (20) an einem zahnärztlichen Handinstrument (21) oder klappbar an einer Brille montierbar ist, wobei das Filterelement (5) mindestens eine erste und mindestens eine zweite Transmissionseigenschaft (8) aufweist, wobei sich die erste und die zweite Transmissionseigenschaft (8) unterscheiden, wobei das Filterelement (5) mindestens einen ersten Bereich (6) mit der ersten Transmissionseigenschaft (8) und mindestens einen zweiten Bereich (7) mit der zweiten Transmissionseigenschaft (8) aufweist, oder das Filterelement (5) eine elektrochrome Schicht (13) aufweist.

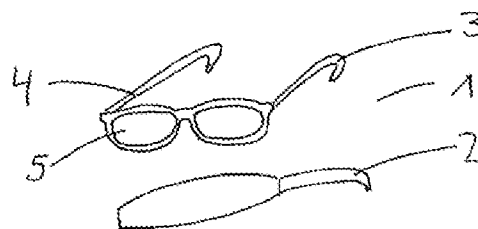


Fig. 1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung betrifft eine Beobachtungseinheit zur Erkennung von Fluoreszenz, welche mindestens ein Filterelement aufweist, sowie eine diese Beobachtungseinheit umfassende Vorrichtung zur Erkennung von Karies.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bei der Aufbereitung kariöser Kavitäten ist es wesentlich, alle kariösen Stellen eines Zahns zu entfernen. Um das Erkennen kariöser Stellen zu ermöglichen bzw. zu vereinfachen, werden häufig die unterschiedlichen Fluoreszenzeigenschaften von kariöser und gesunder Zahnschubstanz genutzt. Wird die Zahnschubstanz mit Licht einer geeigneten Wellenlänge, typischerweise zwischen 360 und 580 nm, beispielsweise ca. 400-410 nm, angeregt, so unterscheidet sich das spontan emittierte Licht der kariösen Bereiche deutlich von dem von gesunden Bereichen emittierten Licht. Während die Fluoreszenz der kariösen Stellen im roten Wellenlängenbereich liegt, fluoresziert die gesunde Zahnschubstanz im grünen Wellenlängenbereich.

[0003] Aus der DE 42 00 741 A1 ist eine Einrichtung bekannt, welche diese Fluoreszenzeigenschaften nutzt, um Karies an Zähnen zu erkennen und gegebenenfalls auch direkt zu behandeln. Hierzu weist die Einrichtung eine Beleuchtungseinrichtung, beispielsweise eine Strahlquelle mit einem Strahlungsfiler, der nur die gewünschten Anregungswellenlänge durchlässt, auf. Weiterhin umfasst die Einrichtung einen Kanten- oder Bandfiter, der alle Wellenlängen, die kleiner als eine Grenzwellenlänge von ca. 620 nm, und gegebenenfalls auch alle Wellenlängen, die größer als eine Grenzwellenlänge von ca. 720 nm sind, reflektiert oder absorbiert. Dieser Filer ist in einem Brillengestell montiert, wodurch die Person, welche die Brille trägt, die Hände für weitere Tätigkeiten frei hat und bei der Beobachtung der Fluoreszenz nicht im Blickwinkel und/oder der Bewegung des Kopfes eingeschränkt ist.

[0004] Allerdings ist es mit der beschriebenen Brille nicht möglich, die grüne Fluoreszenz der gesunden Zahnschubstanz zu erkennen, da die entsprechenden Frequenzbereiche durch den montierten Filer herausgefiltert werden.

[0005] Um sowohl die grüne als auch die rote Fluoreszenz wahrnehmen zu können, werden beispielsweise Kanten- bzw. Langpassfiter mit einer entsprechend niedrigeren Grenzwellenlänge von beispielsweise 520 nm verwendet, wie dies beispielsweise aus der US 6,325,623 B1 und der US 2003/022126 A1 bekannt ist.

[0006] Um die Fluoreszenz von gesunder und kariöser Zahnschubstanz besser unterscheiden zu können, kann auch eine Kombination aus Bandpass- und Kanten- bzw. Langpassfiter verwendet werden. Ein solcher Filer kann beispielsweise Licht im Wellenlängenbereich der Fluoreszenz der gesunden Zahnschubstanz, z.B. 500-570 nm, sowie Wellenlängen größer 600 nm möglichst vollständig oder zumindest teilweise durchlassen und alle kleineren bzw. dazwischen liegenden Wellenlängen herausfiltern.

[0007] In der EP 2572630 A1 wird eine Vorrichtung zur Erkennung einer Anomalie an einem Zahn beschrieben, welche ein Filer aufweist, das ausgebildet ist, gleichzeitig zumindest zwei Wellenlängen oder Wellenlängenbänder der von dem zu untersuchenden Zahn abgestrahlten Strahlung durchzulassen und zumindest jeweils eine Wellenlänge oder ein Wellenlängenband auszufiltern (oder zu unterdrücken oder abzuschwächen).

[0008] Im Vergleich zu einem reinen Kanten- oder Langpassfiter wird mit einem solchen kombinierten Filer ein größerer Kontrast hinsichtlich der Fluoreszenzeigenschaften erreicht, welcher das Unterscheiden zwischen gesunder und kariöser Zahnschubstanz vereinfacht. Dies ist insbesondere für eine zuverlässige Kontrolle wünschenswert. Nachteilig ist jedoch, dass ein solcher kombinierter Filer ein insgesamt dunkleres Bild erzeugt als ein reiner Langpassfiter, wodurch physische Strukturen im Bildbereich schlechter zu erkennen sind. Dies ist insbesondere wäh-

rend einer Bearbeitung eines Zahns, beispielsweise während einer Excavation, nachteilig. Während der Bearbeitung wäre ein helleres Bild wünschenswert.

[0009] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Beobachtungseinheit zur Erkennung von kariösen Zahnschichten bereitzustellen, welche sowohl ein hinsichtlich der Fluoreszenz möglichst kontrastreiches sowie ein möglichst helles Bild eines oder mehrerer zur spontanen Emission angeregter Zähne liefert.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die Erfindung betrifft eine Beobachtungseinheit zur Erkennung von Fluoreszenz der eingangs genannten Art, die ein Filterelement umfasst, welches mindestens eine erste und eine zweite Transmissionseigenschaft aufweist, wobei sich die erste und die zweite Transmissionseigenschaft unterscheiden,

- wobei das Filterelement mindestens einen ersten Bereich mit der ersten Transmissionseigenschaft und mindestens einen zweiten Bereich mit der zweiten Transmissionseigenschaft aufweist, oder

- das Filterelement eine elektrochrome Schicht aufweist.

[0011] Bei der Behandlung von Zähnen kann beispielsweise zur Unterscheidung von kariöser und gesunder Zahnschicht deren unterschiedliche Fluoreszenzeigenschaften ausgenutzt werden. Hierzu werden die Zähne mit Licht mit einer die Fluoreszenz anregenden Wellenlänge beleuchtet, wobei die Zähne einerseits dieses Anregungslicht reflektieren und weiterhin in gesunden Bereichen typischerweise grünes Licht, z.B. zwischen 480 nm und 560 nm, und in kariösen Bereichen typischerweise rotes Licht, z.B. zwischen 630 nm und 790 nm, aufgrund von Fluoreszenz emittieren.

[0012] Das Erkennen dieser verschiedenen Fluoreszenzen, insbesondere der mit Karies befallenen Stellen, kann durch den Einsatz eines geeigneten Filterelements vereinfacht bzw. verbessert werden. Filterelement bezeichnet ein Mittel mit einer beliebigen speziellen optischen Filterkennlinie, also einer speziellen Transmissionseigenschaft für Licht. Die Filterkennlinie zeigt den Transmissionsgrad in Abhängigkeit von der Wellenlänge an. Dieser kann von vollständiger Transmission bis zu vollständigem abblocken durch Reflektion oder Absorption reichen.

[0013] Da bei einer Fluoreszenzanregung die Intensität des reflektierten Anregungslichts meist deutlich größer als die der Fluoreszenz ist, kann beispielsweise ein Herausfiltern des Anregungslichts mittels eines Filterelements mit geeigneter Transmissionseigenschaft in einem Beobachtungsstrahlengang das Erkennen der Fluoreszenz deutlich vereinfachen.

[0014] Weiterhin ist bei einer Fluoreszenzanregung von Zähnen die grüne Fluoreszenz der gesunden Zahnbereiche typischerweise mehr als doppelt so intensiv wie die rote Fluoreszenz der kariösen Bereiche, weshalb ein Dämpfen der grünen Fluoreszenz mittels eines Filterelements mit geeigneter Transmissionseigenschaft das Erkennen der kariösen Bereiche deutlich vereinfachen kann.

[0015] Ein völliges Herausfiltern der grünen Fluoreszenz der gesunden Zahnbereiche durch ein Filterelement mit entsprechender Transmissionseigenschaft ist ebenfalls möglich. Allerdings ist der Kontrast zwischen der roten und der grünen Fluoreszenz besonders hoch bzw. das Unterscheiden zwischen rot und grün für das menschliche Auge besonders einfach, insbesondere höher als ein Kontrast von roter Fluoreszenz gegenüber Dunkelheit.

[0016] Daher kann das zumindest teilweise Verbleiben von grüner Fluoreszenz im Beobachtungsstrahlengang das Erkennen der kariösen Stellen vereinfachen.

[0017] Insgesamt verringert das Herausfiltern von Licht die Lichtintensität und damit den Helligkeitseindruck, den ein Beobachter gewinnen kann. Dies kann das Erkennen von physischen Strukturen, beispielsweise der äußeren Form eines Zahns erschweren. Daher ist es für bestimmte Arbeitsschritte bei der Behandlung eines Zahns wiederum vorteilhafter, möglichst wenig oder kein Licht herauszufiltern bzw. zu absorbieren oder zu reflektieren.

[0018] Beispielsweise kann es erwünscht sein während eines Diagnoseschritts einen Zahn durch ein Filterelement mit einer bestimmten Filterwirkung zu betrachten und während eines Bearbeitungsschritts, beispielsweise einer Exkavation keinerlei Filterwirkung im Beobachtungsstrahlengang zu haben.

[0019] Das erfindungsgemäße Kombinieren von mindestens zwei unterschiedlichen Transmissionseigenschaften in einem Filterelement ermöglicht es auf einfache Weise alle gewünschten Filtereigenschaften bereitzustellen, ohne dass ein Wechseln oder Entfernen der Beobachtungseinheit notwendig wäre. Dabei kann die erste wie auch die zweite Transmissionseigenschaften jeweils eine der vorgenannten Filtereigenschaften oder auch irgendeine andere Filtereigenschaft sein.

[0020] Vorteilhafterweise weist das Filterelement mindestens einen ersten Bereich mit der ersten Transmissionseigenschaft und einen zweiten Bereich mit der zweiten Transmissionseigenschaft auf.

[0021] Das örtlich getrennte Anordnen der unterschiedlichen Transmissionseigenschaften innerhalb eines Filterelements ermöglicht es dem Beobachter beispielsweise allein durch Bewegen des Kopfes und/oder des Blickwinkels und/oder des Filterelements durch den mindestens einen ersten oder durch den mindestens einen zweiten Bereich zu schauen und dadurch die geeignetste Transmissionseigenschaft auszuwählen.

[0022] Die Wahl der Anzahl der verschiedenen Transmissionseigenschaften und die entsprechende Anzahl verschiedener Bereiche richtet sich im Wesentlichen nach einer gewünschten Anwendung, einer Größe des Filterelements und einer notwendigen Mindestgröße der einzelnen Bereiche.

[0023] Vorteilhafterweise weist das Filterelement zwischen dem ersten und dem zweiten Bereich einen Übergangsbereich auf. Der Übergangsbereich weist vorteilhafterweise eine Transmissionseigenschaft auf, die einen abgestuften Verlauf von der ersten Transmissionseigenschaft zur zweiten Transmissionseigenschaft aufweist.

[0024] Der Übergangsbereich ermöglicht es den Übergang von einer ersten zu einer zweiten Transmissionseigenschaft zu gestalten. Insbesondere ermöglicht ein abgestufter Verlauf einen fließenden Übergang im Bildeindruck und vermeidet störende Bildeffekte, die durch eine scharfe Kante beim Übergang von mindestens einer ersten Transmissionseigenschaft zu mindestens einer zweiten Transmissionseigenschaft auftreten können.

[0025] Vorteilhafterweise weist das Filterelement eine elektrochrome Schicht auf.

[0026] Hierdurch kann mittels einer Strom- und/oder Spannungsänderung zwischen den mindestens zwei unterschiedlichen Transmissionseigenschaften des Filterelements gewechselt werden.

[0027] Das Filterelement kann beispielsweise aus Kunststoff oder Glas bestehen, welches mit einer elektrochromen Schicht beschichtet ist. Oder eine elektrochrome Schicht kann zwischen zwei Glas- oder Kunststoffschichten angeordnet sein. Elektrochrome Schicht bezeichnet eine Schicht, die auch in weitere Schichten unterteilt sein kann und elektrochrome Eigenschaften aufweist, d.h. die Transmissionseigenschaft dieser Schicht ändert sich bei einer geeigneten Änderung eines anliegenden Stroms bzw. einer anliegenden Spannung.

[0028] Weiterhin kann beispielsweise eine Batterie oder ein Anschluss an eine Spannungsquelle an der Beobachtungseinheit angeordnet sein und über eine Regeleinheit, beispielsweise ein Drehpotentiometer, mit der elektrochromen Schicht verbunden sein. Beispielsweise durch Veränderung der an der elektrochromen Schicht anliegenden Spannung kann die Transmissionseigenschaft dieser Schicht verändert werden.

[0029] Dies ermöglicht es eine Beobachtungseinheit mit einem Filterelement auszustatten, welches immer genau eine Transmissionseigenschaft aufweist, wobei beispielsweise mittels einer elektrischen Schaltung sehr einfach zwischen mindestens zwei verschiedenen Transmissionseigenschaften gewechselt werden kann ohne die Beobachtungseinheit hierfür wechseln zu

müssen.

[0030] Vorteilhafterweise weist die Beobachtungseinheit einen Sensor zum Detektieren von Licht einer Wellenlänge und eine Regelungseinheit zur Regelung einer an der elektrochromen Schicht anliegenden Spannung auf.

[0031] Dies ermöglicht die automatische Regelung der Transmissionseigenschaft. Beispielsweise kann bei Detektieren von Anregungslicht durch den Sensor eine gewünschte Filtereigenschaft automatisch aktiviert werden, indem mittels der Regelungseinheit automatisch die Spannung bzw. der Strom an der elektrochromen Schicht so geregelt wird, dass das Filterelement die gewünschte Transmissionseigenschaft aufweist. Wird durch den Sensor kein Anregungslicht detektiert, so kann beispielsweise mittels der Regelungseinheit der Strom bzw. die Spannung an der elektrochromen Schicht so geregelt bzw. ausgeschaltet werden, dass das Filterelement eine gewünschte, beispielsweise keine Filterwirkung aufweist.

[0032] In einer nicht beanspruchten Ausführung weist das Filterelement eine dünne dielektrische Schicht auf.

[0033] Durch Reflexion und Transmission an einer dünnen dielektrischen Schicht treten aufgrund des Gangunterschieds von verschiedenen reflektierten und transmittierten Lichtanteilen konstruktive sowie destruktive Interferenz auf. Solche Filter werden häufig als Interferenzfilter bezeichnet.

[0034] Die Dicke der dielektrischen Schicht ist typischerweise kleiner als die Wellenlänge des zu filternden Lichts.

[0035] Die an dünnen Schichten auftretenden Interferenzen sind winkelabhängig, so dass mittels einer dünnen dielektrischen Schicht für verschiedene Einfallswinkel von Licht auf die Schicht verschiedene Transmissionseigenschaften auftreten. Dadurch ermöglicht es die dünne dielektrische Schicht, die mindestens zwei Transmissionseigenschaften des Filterelements beispielsweise über das gesamte Filterelement bereitzustellen, wobei ein Benutzer durch Ändern des Beobachtungswinkels, beispielsweise durch Bewegen des Kopfes, des Blicks und/oder des Filterelements, zwischen den unterschiedlichen Transmissionseigenschaften wählen kann.

[0036] Eine solche dünne dielektrische Schicht kann wiederum aus mehreren verschiedenen Schichten aufgebaut sein, um die gewünschten Transmissionseigenschaften aufzuweisen.

[0037] Vorteilhafterweise weist das mindestens ein Filterelement mindestens eine weitere Transmissionseigenschaft auf, die sich von der ersten und der zweiten Transmissionseigenschaft unterscheidet.

[0038] Eine oder auch mehrere weitere Transmissionseigenschaften mit der ersten und der zweiten Transmissionseigenschaft in einem Filterelement zu kombinieren ermöglicht es mehrere Filtereigenschaften in einer einzigen Beobachtungseinheit bereitzustellen.

[0039] Vorteilhafterweise weist die erste oder die zweite oder die weitere Transmissionseigenschaft eine Kantenwellenlänge auf, wobei Licht mit einer Wellenlänge, die kleiner als die Kantenwellenlänge ist, absorbiert oder reflektiert wird und wobei Licht mit einer Wellenlänge, die größer als die erste Kantenwellenlänge ist, transmittiert wird.

[0040] Die Kantenwellenlänge bezeichnet somit die filterspezifische Wellenlänge, die einen Absorptions- und einen Transmissionsbereich voneinander trennt. Filter mit solchen Transmissionseigenschaften bzw. einer solchen Kantenwellenlänge werden häufig als Kantenfilter oder als Langpassfilter bezeichnet.

[0041] Ist die erste oder die zweite oder auch eine weitere Transmissionseigenschaft des Filterelements ein Langpassfilter, so ist es möglich, insbesondere das Anregungslicht, welches energiereicher als die Fluoreszenz ist und daher eine kürzere Wellenlänge aufweist, herauszufiltern und bei geeigneter Wahl der Kantenwellenlänge gleichzeitig sicherzustellen, dass alle Fluoreszenz oder zumindest die gewünschten Wellenlängen möglichst vollständig transmittiert

werden.

[0042] Vorteilhafterweise liegt die Kantenwellenlänge zwischen 490 nm und 520 nm.

[0043] Eine solche Kantenwellenlänge ermöglicht es, das reflektierte Anregungslicht, welches für Zähne beispielsweise typischerweise eine Wellenlänge um die 400 nm hat, herauszufiltern und gleichzeitig sicherzustellen, dass die Fluoreszenz möglichst vollständig transmittiert und beim Beobachter ankommt.

[0044] Vorteilhafterweise weist die erste oder die zweite oder die weitere Transmissionseigenschaft eine Kantenwellenlänge und einen Sperrbereich auf, wobei Licht mit einer Wellenlänge, die kleiner als die Kantenwellenlänge ist oder im Sperrbereich liegt, absorbiert oder reflektiert wird und wobei Licht mit einer Wellenlänge, die größer als die Kantenwellenlänge ist und nicht im Sperrbereich liegt, transmittiert wird.

[0045] Eine solche Transmissionseigenschaft ermöglicht beispielsweise eine gute Erkennbarkeit der Fluoreszenz kariöser Zahnbereiche.

[0046] Mittels der Kantenwellenlänge bzw. der einem Langpassfilter entsprechenden Filterwirkung wird das kurzwellige Anregungslicht und mittels der Bandsperre das Licht mit Wellenlängen zwischen der grünen Fluoreszenz von gesunder Zahnschubstanz und der roten Fluoreszenz von kariöser Zahnschubstanz herausgefiltert. So verbleibt im Wesentlichen nur die grüne und die rote Fluoreszenz im Beobachtungsstrahlengang, wobei diese vom menschlichen Auge besonders gut voneinander zu unterscheiden sind. So sind insbesondere die roten Bereiche, also die mit Karies befallenen Bereiche gut zu erkennen.

[0047] Vorteilhafterweise liegt die Kantenwellenlänge zwischen 490 nm und 520 nm, wodurch kurzwelliges Anregungslicht aus einem Beobachtungsstrahlengang entfernbar ist.

[0048] Vorteilhafterweise liegt der Sperrbereich zwischen 560 nm und 600 nm, wodurch Licht mit Wellenlängen im Bereich zwischen der Fluoreszenz von gesunder und von kariöser Zahnschubstanz entfernbar ist.

[0049] Vorteilhafterweise weist die erste oder die zweite oder die weitere Transmissionseigenschaft einen Dämpfungsbereich auf, wobei zumindest ein Anteil von Licht mit einer Wellenlänge im Dämpfungsbereich absorbiert wird.

[0050] Dies ermöglicht beispielsweise eine möglichst kontrastreiche Darstellung kariöser Bereiche, indem zusätzlich die grüne Fluoreszenz der gesunden Zahnbereiche abgeschwächt wird, so dass sie nur teilweise im Beleuchtungsstrahlengang verbleibt. Die Abschwächung ist notwendig, da die Fluoreszenz des gesunden Zahnbereichs sonst dominiert, da die Intensität dieser Fluoreszenz deutlich größer ist als die Intensität der Fluoreszenz des kariösen Zahnbereichs und da die Bereiche gesunder Zahnschubstanz meist auch flächenmäßig größer sind als die mit Karies befallenen Bereiche.

[0051] Vorteilhafterweise liegt der Dämpfungsbereich zwischen 500 nm und 560 nm und beträgt der Anteil 50%.

[0052] Hierdurch wird insbesondere die Fluoreszenz von gesunder Zahnschubstanz soweit gedämpft, dass die verbleibende Intensität mit der Intensität der Fluoreszenz von kariöser Zahnschubstanz vergleichbar ist und ein auf die Karieserkennung optimierter Bildeindruck erzeugt wird.

[0053] Vorteilhafterweise ist die erste, die zweite oder die weitere Transmissionseigenschaft so ausgebildet, dass Licht einer beliebigen Wellenlänge vollständig transmittiert wird.

[0054] Hierdurch ist es möglich, ohne Wechseln der Beobachtungseinheit auch einen Eindruck eines beobachteten Objekts ohne Filterwirkung bereitzustellen. Beispielweise bei der Bearbeitung des Zahns kann es vorteilhaft sein, ohne weitere Filterwirkungen den Zahn zu beobachten und dadurch die physische Struktur des Zahns besser zu erkennen.

[0055] Vorteilhafterweise ist die Beobachtungseinheit eine Brille und umfasst ein Brillengestell, an dem das Filterelement montiert ist.

[0056] Eine Brille mit darin montierten Filterelementen ermöglicht das Beobachten eines Objekts, beispielsweise eines Zahns, durch die Beobachtungseinheit, insbesondere durch das Filterelement, ohne dabei in der Bewegungsfreiheit eingeschränkt zu sein, wobei insbesondere die Hände frei sind, um weitere Tätigkeiten auszuführen.

[0057] Vorteilhafterweise umfasst die Beobachtungseinheit eine Halterung, mit der das Filterelement klappbar an einer Brille montierbar ist.

[0058] Hierdurch kann es leicht weggeklappt werden, beispielsweise nach oben, sollte es mal nicht benötigt werden.

[0059] Vorteilhafterweise umfasst die Beobachtungseinheit eine Halterung, mit der das Filterelement an einem zahnärztlichen Handstück anbringbar ist.

[0060] Hierdurch kann die Beobachtungseinheit verwendet werden, ohne dass sie hierfür extra mit einer Hand zu halten wäre.

[0061] Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Erkennung von Karies mit einer Beleuchtungseinheit zur Anregung von Fluoreszenz, wobei die Vorrichtung eine erfindungsgemäße Beobachtungseinheit zur Erkennung von Fluoreszenz umfasst.

[0062] Die Beleuchtungseinheit kann beispielsweise eine mit der Hand zu haltende Lichtsonde oder eine an einem Brillengestell, beispielsweise an der ein Brillengestell umfassenden Beobachtungseinheit, oder mit einer entsprechenden Halterung am Kopf anbringbare Lichtquelle sein.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0063] Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigt, die

[0064] Fig. 1 eine Vorrichtung zur Erkennung von Karies, die

[0065] Fig. 2 eine als Brille ausgebildete Beobachtungseinheit mit einem ersten und einem zweiten Bereich mit jeweils unterschiedlicher Transmissionseigenschaft, die

[0066] Fig. 3a-d verschiedene Transmissionseigenschaften, die

[0067] Fig. 4 eine Beobachtungseinheit mit einem Übergangsbereich, die

[0068] Fig. 5a, b ein Filterelement mit einer elektrochromen Schicht, die

[0069] Fig. 6 ein Filterelement mit einer dünnen dielektrischen Schicht, die

[0070] Fig. 7 eine an einem zahnärztlichen Instrument angeordnete Beobachtungseinheit und die

[0071] Fig. 8 eine klappbar an einem Brillengestell angeordnete Beobachtungseinheit.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0072] Die Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zur Karieserkennung, die eine als Lichtsonde ausgebildete Beleuchtungseinheit 2 und eine Beobachtungseinheit 3 umfasst. Die Beobachtungseinheit 3 ist als Brille mit einem Brillengestell 4 und Filterelementen 5 ausgebildet.

[0073] Die Filterelemente 5 der Beobachtungseinheit 3 können wie in Fig. 2 dargestellt einen ersten und einen zweiten Bereich 6, 7 aufweisen, wobei der erste Bereich 6 eine erste Transmissionseigenschaft 8 und der zweite Bereich 7 eine zweite Transmissionseigenschaft 8 aufweist.

[0074] In Fig. 3 sind verschiedene Transmissionseigenschaften 8 als Filterkennlinie dargestellt. Aufgetragen ist jeweils die Transmission als Funktion der Wellenlänge λ .

[0075] Fig. 3a zeigt eine Filterkennlinie eines Kantenfilters mit einer Kantenwellenlänge 9. Eine solche Transmissionseigenschaft 8 ist insbesondere geeignet, um für eine Anregung von Fluoreszenz verwendetes Licht durch Absorption oder Reflektion herauszufiltern und dadurch die

angeregte Fluoreszenz besser erkennen zu können. Ein Filterelement 5 mit dieser Transmissionseigenschaft hat typischerweise eine gelbe Farbe.

[0076] Fig. 3b zeigt eine Filterkennlinie eines Filterelements 5 mit einem langsamen Übergang von vollständiger Absorption oder Reflektion zu vollständiger Transmission.

[0077] In Fig. 3c ist eine Filterkennlinie dargestellt, die eine Kantenwellenlänge 9, einen Dämpfungsbereich 10 und einen Sperrbereich 11 aufweist. Eine solche Transmissionseigenschaft 8 ist insbesondere auf das einfache Erkennen von kariösen Zahnbereichen abgestimmt, wobei das Anregungslicht für die Fluoreszenz herausgefiltert und die Fluoreszenz von gesunder Zahnschicht abgeschwächt wird. Ein Filterelement 5 mit diesen Transmissionseigenschaften hat typischerweise die Farbe orange.

[0078] Fig. 3d zeigt eine Filterkennlinie eines vollständig transparenten Mediums. Ein Filterelement 5 mit dieser Transmissionseigenschaft ist typischerweise klar.

[0079] In einem Filterelement 5 können neben den in Fig. 3 dargestellten Transmissionseigenschaften 8 auch andere Transmissionseigenschaften 8, die für eine gewünschte Anwendung vorteilhaft sind, als erste, zweite oder weitere Transmissionseigenschaft 8 eines Filterelements 5 umgesetzt werden.

[0080] Das in Fig. 2 dargestellte Filterelement 5 kann beispielsweise einen ersten Bereich 6 mit einer Transmissionseigenschaft 8 gemäß Fig. 3a und einen zweiten Bereich 7 mit einer Transmissionseigenschaft 8 gemäß Fig. 3d aufweisen.

[0081] Es ist auch möglich, dass ein Filterelement 5 drei oder mehrere Bereiche mit jeweils verschiedenen Transmissionseigenschaften 8 aufweist, beispielsweise mit einer ersten Transmissionseigenschaft gemäß Fig. 3d, einer zweiten Transmissionseigenschaft gemäß Fig. 3a und einer weiteren Transmissionseigenschaft gemäß Fig. 3c.

[0082] Die Filterelemente 5 können zwischen einem ersten Bereich 6 und einem zweiten Bereich 7 auch einen Übergangsbereich 12 aufweisen, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist. Der Übergangsbereich 12 kann beispielsweise eine Transmissionseigenschaft 8 gemäß Fig. 3b aufweisen. Dies kann den Übergang zwischen dem ersten und dem zweiten Bereich gestalten, beispielsweise wenn der erste Bereich eine erste Transmissionseigenschaft gemäß Fig. 3a und der zweite Bereich eine Transmissionseigenschaft gemäß Fig. 3c aufweist. Der Übergangsbereich 12 kann aber auch eine sich kontinuierlich bzw. in möglichst kleinen Stufen von der ersten Transmissionseigenschaft 8 des ersten Bereichs 6 zu der zweiten Transmissionseigenschaft 8 des zweiten Bereichs 7 verändernde Transmissionseigenschaft 8 aufweisen. Hierdurch werden Kanten im Übergang von einer Transmissionseigenschaft 8 zu einer anderen vermieden.

[0083] In Fig. 5a ist eine als Brille ausgebildete Beobachtungseinheit 3 dargestellt, die in einem Brillengestell 4 montierte Filterelemente 5 mit einer elektrochromen Schicht 13, eine am Brillengestell 4 angebrachte Batterie 14 sowie ein am Brillengestell 4 angebrachtes Potentiometer 15 aufweist. Die elektrochrome Schicht 13 ist zwischen einem Grundmaterial 16, beispielsweise Kunststoff oder Glas, angeordnet und über das Potentiometer 15 mit der Batterie 14 verbunden. Mittels des Potentiometers 15 kann die an der elektrochromen Schicht 13 anliegende Spannung verändert werden, wodurch sich die Transmissionseigenschaft 8 der elektrochromen Schicht ändert. Hierdurch kann mittels einer ersten Stellung des Potentiometers 15 bzw. einer ersten anliegenden Spannung eine erste Transmissionseigenschaft 8 und mittels einer zweiten Stellung des Potentiometers 15 bzw. einer entsprechend anliegenden zweiten Spannung eine zweite Transmissionseigenschaft 8 des Filterelements 5 erreicht werden.

[0084] Es wäre auch möglich, anstatt einer Batterie 14 am Brillengestell 4 einen Anschluss für eine Strom- bzw. Spannungsversorgung vorzusehen. An diesen könnte dann beispielsweise über ein Kabel eine Batterie angeschlossen werden, die an einer Halterung, beispielsweise einem Klipp angebracht ist, mit der sie z.B. am Rand einer Hosentasche befestigt werden kann.

[0085] Das Umschalten zwischen verschiedenen Transmissionseigenschaften 8 der elektrochromen Schicht 13 und damit des Filterelements 5 kann beispielsweise durch Drehen am

Potentiometer 15 oder durch einen am Brillengestell 4 angeordneten Schalter/Taste etc. erfolgen.

[0086] Es ist aber auch möglich, eine automatische Regelung der Transmissionseigenschaft 8 über die Spannung bzw. den Strom vorzusehen. Hierfür können beispielsweise eine Regelungseinheit 17 und ein Sensor 18, beispielsweise eine Photodiode, an dem Brillengestell 4 angeordnet werden, die geeignet sind, das Licht, welches zur Anregung von Fluoreszenz verwendet wird, zu detektieren, wie dies in Fig. 5b skizziert ist. Detektiert die Photodiode 18 kein Anregungslicht, so wird die Spannung bzw. der Strom durch die Regelungseinheit 17 an der elektrochromen Schicht 13 so geregelt, dass diese eine erste Transmissionseigenschaft, beispielsweise keine Filterwirkung aufweist, das Filterelement 5 also beispielsweise eine Transmissionseigenschaft 8 gemäß Fig. 3d aufweist. Sobald die Photodiode 18 Anregungslicht detektiert, wird die Spannung bzw. der Strom an der elektrochromen Schicht 13 mittels der Regelungseinheit 17 so eingestellt, dass die elektrochrome Schicht 13 eine zweite Transmissionseigenschaft, beispielsweise die gewünschte Transmissionseigenschaft 8 zur Erkennung der Fluoreszenz, aufweist. Dies kann beispielsweise eine Transmissionseigenschaft 8 gemäß Fig. 3a oder 3c sein.

[0087] In Fig. 6 ist ein Filterelement 5 dargestellt, welches ein Grundmaterial 16 sowie eine dünne dielektrische Schicht 19 aufweist. Die dünne dielektrische Schicht 19 bewirkt eine vom Einfallswinkel- bzw. Blickwinkel abhängige Transmissionseigenschaft 8. Für Licht, welches unter einem ersten Einfallswinkel α_1 einfällt, weist das Filterelement 5 mit der dünnen dielektrischen Schicht 19, eine erste Transmissionseigenschaft 8 beispielsweise gemäß Fig. 3a auf. Für Licht, welches unter einem zweiten Einfallswinkel α_2 einfällt, weist das Filterelement 5 dahingegen eine zweite Transmissionseigenschaft 8, beispielsweise gemäß Fig. 3c auf.

[0088] Die dünne dielektrische Schicht 19 kann beispielsweise auch so gestaltet sein, dass sie für Licht, welches unter einem dritten Einfallswinkel α_3 , der zwischen dem ersten und dem zweiten Einfallswinkel α_1 und α_2 liegt, eine dritte Transmissionseigenschaft, beispielsweise gemäß Fig. 3b aufweist.

[0089] So kann mittels einer dünnen dielektrischen Schicht 19 für einen Einfallswinkel α_1 eine Transmissionseigenschaft 8 gemäß Fig. 3a, für einen Einfallswinkel α_3 eine Transmissionseigenschaft 8 gemäß Fig. 3b und für einen Einfallswinkel α_2 eine Transmissionseigenschaft gemäß Fig. 3c realisiert werden. Dies ermöglicht es einem Benutzer durch Änderung des Blickwinkels bzw. der Ausrichtung der Beobachtungseinheit 3 zwischen diesen verschiedene Transmissionseigenschaften 8 zu wählen bzw. zu wechseln.

[0090] Wie in Fig. 7 dargestellt kann die Beobachtungseinheit 3 auch ein Filterelement 5 und eine Halterung 20 umfassen und mittels der Halterung 20 an ein zahnärztliches Handinstrument 21, beispielsweise die in Fig. 1 dargestellte Lichtsonde 2 oder ein Feile oder einen Bohrer etc. anbringbar bzw. angebracht sein.

[0091] Es ist auch möglich, die Beobachtungseinheit 3 mit einer klappbaren Halterung 22 beispielsweise an eine Brille anzuordnen, so dass die Beobachtungseinheit bei Bedarf weggeklappt werden kann, wie dies in Fig. 8 dargestellt ist.

BEZUGSZEICHEN

- 1 Vorrichtung zur Erkennung von Karies
- 2 Beleuchtungseinheit
- 3 Beobachtungseinheit
- 4 Brillengestell
- 5 Filterelement
- 6 erster Bereich
- 7 zweiter Bereich
- 8 Transmissionseigenschaft
- 9 Kantenwellenlänge
- 10 Dämpfungsbereich
- 11 Sperrbereich
- 12 Übergangsbereich
- 13 elektrochrome Schicht
- 14 Batterie
- 15 Potentiometer
- 16 Grundmaterial
- 17 Regelungseinheit
- 18 Sensor
- 19 dünne dielektrische Schicht
- 20 Halterung
- 21 zahnärztliches Handinstrument
- 22 klappbare Halterung
- α_1 Einfallswinkel
- α_2 Einfallswinkel
- α_3 Einfallswinkel
- λ Wellenlänge

Patentansprüche

1. Beobachtungseinheit zur Erkennung von Fluoreszenz von Zähnen, aufweisend eine Halterung (20) oder ein Brillengestell (4) und mindestens ein Filterelement (5), wobei das Filterelement (5) an dem Brillengestell (4) montiert ist oder mit der Halterung (20) an einem zahnärztlichen Handinstrument (21) oder klappbar an einer Brille montierbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filterelement (5) mindestens eine erste und mindestens eine zweite Transmissionseigenschaft (8) aufweist, wobei sich die erste und die zweite Transmissionseigenschaft (8) unterscheiden,
 - wobei das Filterelement (5) mindestens einen ersten Bereich (6) mit der ersten Transmissionseigenschaft (8) und mindestens einen zweiten Bereich (7) mit der zweiten Transmissionseigenschaft (8) aufweist, oder
 - das Filterelement (5) eine elektrochrome Schicht (13) aufweist.
2. Beobachtungseinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filterelement (5) zwischen dem ersten und dem zweiten Bereich (6,7) einen Übergangsbereich (12) aufweist.
3. Beobachtungseinheit nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übergangsbereich (12) eine Transmissionseigenschaft (8) aufweist, die einen abgestuften Verlauf von der ersten Transmissionseigenschaft (8) zur zweiten Transmissionseigenschaft (8) aufweist.
4. Beobachtungseinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beobachtungseinheit (3) einen Sensor (18) zum Detektieren von Licht einer Wellenlänge (λ) und eine Regelungseinheit (17) zur Regelung einer an der elektrochromen Schicht (13) anliegenden Spannung aufweist.
5. Beobachtungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Filterelement (5) mindestens eine weitere Transmissionseigenschaft (8) aufweist, die sich von der ersten und der zweiten Transmissionseigenschaft (8) unterscheidet.
6. Beobachtungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste oder die zweite oder die weitere Transmissionseigenschaft (8) eine Kantenwellenlänge (9) aufweist, wobei Licht mit einer Wellenlänge (λ), die kleiner als die Kantenwellenlänge (9) ist, absorbiert oder reflektiert wird und wobei Licht mit einer Wellenlänge (λ), die größer als die erste Kantenwellenlänge (9) ist, transmittiert wird.
7. Beobachtungseinheit nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kantenwellenlänge (9) zwischen 490 nm und 520 nm liegt.
8. Beobachtungseinheit nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste oder die zweite oder die weitere Transmissionseigenschaft (8) eine Kantenwellenlänge (9) und einen Sperrbereich (11) aufweist, wobei Licht mit einer Wellenlänge (λ), die kleiner als die Kantenwellenlänge (9) ist, absorbiert oder reflektiert wird und wobei Licht mit einer Wellenlänge (λ), die größer als die Kantenwellenlänge (9) ist, transmittiert wird und wobei Licht mit einer Wellenlänge im Sperrbereich (11) absorbiert oder reflektiert wird.
9. Beobachtungseinheit nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kantenwellenlänge (9) zwischen 490 nm und 520 nm liegt.
10. Beobachtungseinheit nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sperrbereich (11) zwischen 560 nm und 600 nm liegt.
11. Beobachtungseinheit nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste oder die zweite oder die weitere Transmissionseigenschaft (8) einen Dämpfungsbereich (10) aufweist, wobei zumindest ein Anteil von Licht mit einer Wellenlänge (λ) im Dämpfungsbereich (10) absorbiert wird.

12. Beobachtungseinheit nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dämpfungsbereich (10) zwischen 500 nm und 560 nm liegt und dass der Anteil 50% beträgt.
13. Beobachtungseinheit nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste, die zweite oder die weitere Transmissionseigenschaft (8) so ausgebildet ist, dass Licht einer beliebigen Wellenlänge (λ) vollständig transmittiert wird.
14. Vorrichtung zur Erkennung von Karies, aufweisend eine Beleuchtungseinheit (2) zur Anregung von Fluoreszenz, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung eine Beobachtungseinheit (3) zur Erkennung von Fluoreszenz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 umfasst.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

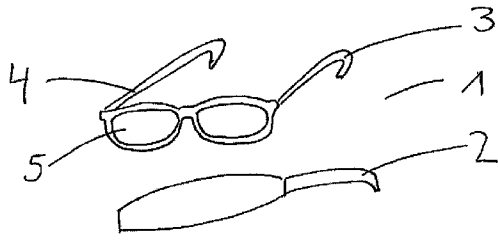


Fig. 1

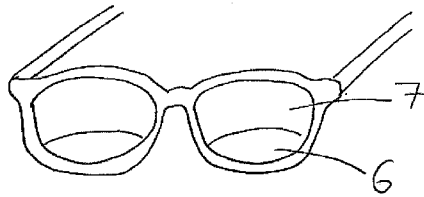


Fig. 2

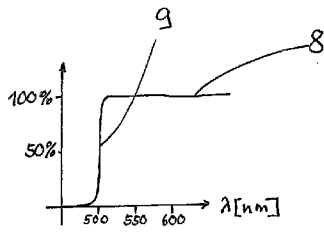


Fig. 3a

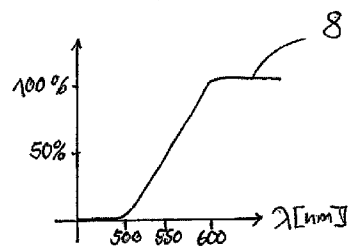


Fig. 3b

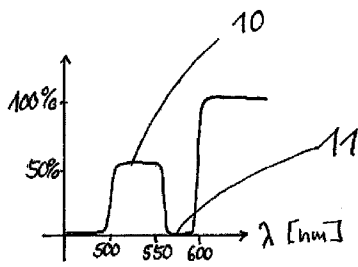


Fig. 3c

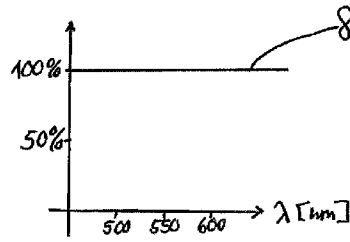


Fig. 3d

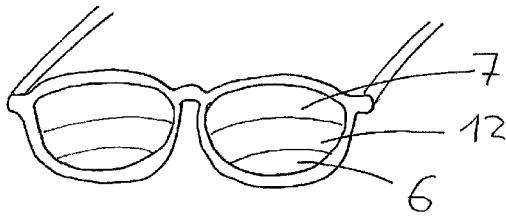


Fig. 4

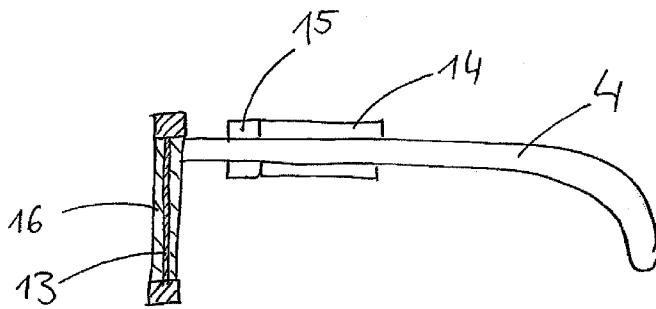


Fig. 5a

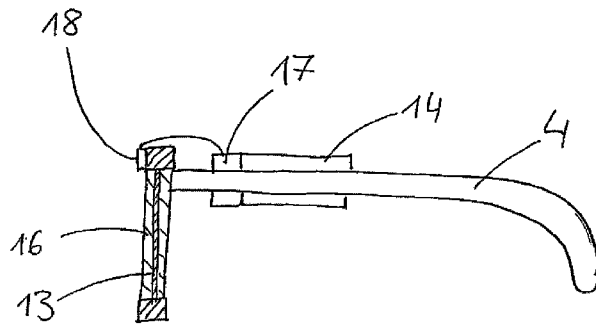


Fig. 5b

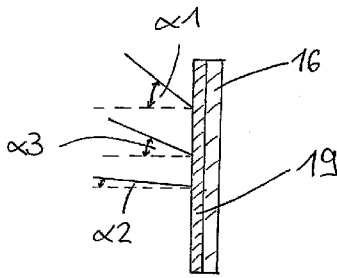


Fig. 6

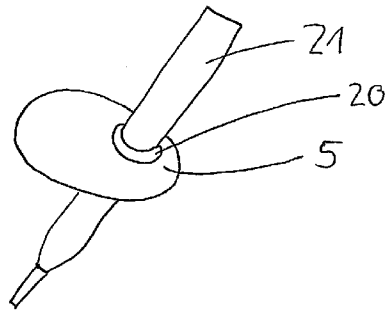


Fig. 7

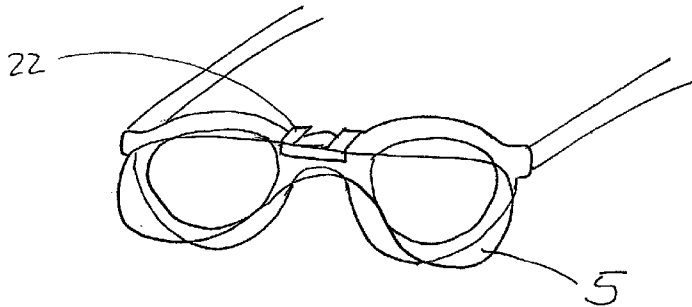


Fig. 8