

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 693 438 A5

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: A 61 C 019/04  
G 01 J 003/46

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT A5**

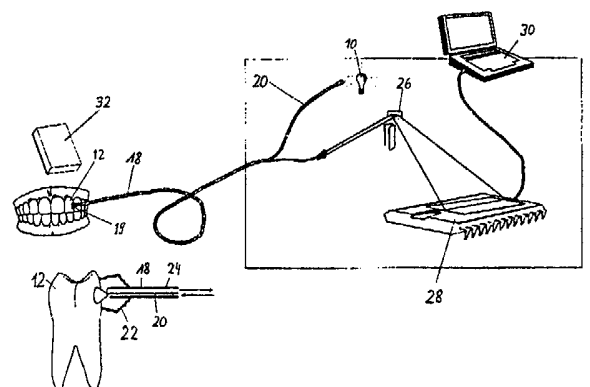
<p>⑲ Gesuchsnummer: 01060/98</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 13.05.1998</p> <p>㉓ Priorität: 14.05.1997 DE 197 20 124.5</p> <p>㉔ Patent erteilt: 15.08.2003</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.08.2003</p>	<p>⑦③ Inhaber: Heinz-Werner Twachtmann, Grillparzer Strasse 12, 31224 Peine (DE) Marcus Masur, Grillparzer Strasse 30B, 31224 Peine (DE) Christian Masur, Liebrechtstrasse 50, 30519 Hannover (DE)</p> <p>⑦② Erfinder: Heinz-Werner Twachtmann, Grillparzer Strasse 12, 31224 Peine (DE) Marcus Masur, Grillparzer Strasse 30B, 31224 Peine (DE) Christian Masur, Liebrechtstrasse 50, 30519 Hannover (DE)</p> <p>⑦④ Vertreter: Patentanwälte Schaad, Balass, Menzl &amp; Partner AG, Dufourstrasse 101, 8034 Zürich (CH)</p>
---	---

⑤④ **Gerät zur Farbbestimmung von Zähnen.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Gerät zur Farbbestimmung eines Zahnes (12) in der Mundhöhle eines Patienten mit

- einer Lichtquelle (10) mit einem definierten Spektrum an sichtbarem Licht
- einem ersten Lichtleiter (20) zum Leiten des Lichts der Lichtquelle (10) auf den zu untersuchenden Zahn (12)
- einem zweiten Lichtleiter (24), dessen Ende mit dem Ende des ersten Lichtleiters (20) fluchtet, zur Aufnahme von von der Zahnoberfläche reflektiertem Licht,
- einer gemeinsamen flexiblen Umhüllung (18) beider Lichtleiter (20, 24) und
- Auswertemitteln (26, 28) zur Analyse des Spektrums des reflektierten Lichts.

Eine einfache Handhabbarkeit und fehlerfreie Messung wird dadurch ermöglicht, dass am zahnnahe Ende (19) der Lichtleiter (20, 24) und der flexiblen Umhüllung (18) eine zur Abschirmung des Zahns (12) von Fremdlicht geeignete elastische Manschette (22) angeordnet ist.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Gerät zur Farbbestimmung eines Zahnes in der Mundhöhle eines Patienten mit einer Lichtquelle mit einem definierten Spektrum an sichtbarem Licht, einem ersten Lichtleiter zum Leiten des Lichts der Lichtquelle auf den zu untersuchenden Zahn, einem zweiten Lichtleiter, dessen Ende mit dem Ende des ersten Lichtleiters fluchtet, zur Aufnahme von von der Zahnoberfläche reflektiertem Licht, einer gemeinsamen flexiblen Umhüllung beider Lichtleiter und Auswertemitteln zur Analyse des Spektrums des reflektierten Lichts.

Bei der Herstellung von Zahnprothesen, wie etwa Brücken, Kronen etc., ist es aus ästhetischen Gründen wünschenswert, dass der künstliche Zahn möglichst natürlich wirkt. Hierzu gehört vor allem, dass der künstliche Zahn die gleiche Farbe hat wie die noch vorhandenen eigenen Zähne des Patienten, sodass der künstliche Zahn beispielsweise beim Lächeln des Prothesenträgers nicht sofort als künstlich zu erkennen ist.

Zahnersatzstücke werden üblicherweise von Zahntechnikern in unabhängigen Laboren gefertigt, d.h. räumlich getrennt von der Praxis des behandelnden Zahnarztes. Will beispielsweise ein Zahnarzt einen durch Unfall beschädigten Schneidezahn überkronen, so ist es höchst wünschenswert, dass möglichst exakte Informationen über die Zahnfarbe der benachbarten Schneidezähne aus der Praxis des behandelnden Zahnarztes zu dem Labor des Zahntechnikers übermittelt wird, der die Krone beispielsweise aus einem geeigneten Keramikmaterial fertigt.

Bisher waren Zahnarzt und Zahntechniker darauf angewiesen, die Zahnfarben von Patienten mittels einer subjektiven Methode zu ermitteln. Diese bestand im Wesentlichen darin, unterschiedlich eingefärbte Werkstoffplättchen als Farbproben in die Mundhöhle des Patienten zu halten und die Farbprobe mit den natürlichen Zahnfarben so lange zu vergleichen, bis der Prüfer eine der natürlichen Zahnfarbe möglichst nahekommende Farbprobe gefunden hat. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Ergebnisse einer solchen subjektiven Prüfmethode nicht immer zufriedenstellend sind. Die Unzulänglichkeit des menschlichen Auges, störendes Tages- oder Kunstlicht, Farbreflexionen durch die unmittelbare Umgebung des Zahnes sowie die psychische und physische Konstitution des Prüfers beeinflussen das Auswahlverfahren negativ.

Da eine typische Werkstoffpalette an Keramikmaterialien unterschiedlicher Färbung beispielsweise 120 verschiedene künstliche Zahnfarben umfasst, ist das subjektive Auswahlverfahren darüber hinaus vergleichsweise zeitaufwändig.

Geräte der eingangs erwähnten Art zur objektiven Messung der Zahnfarbe sind durch die DE 19 534 517 A1, DE 9 012 977 U1 und WO 87/03 470 bekannt.

Trotz der relativ weit gehenden Entwicklung der Auswerteverfahren der bekannten Geräte weisen diese noch erhebliche Handhabungsnachteile und verfälschende Fremdlichteinflüsse auf.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Gerät zur Farbbestimmung eines Zahnes in

der Mundhöhle eines Patienten der eingangs erwähnten Art zu erstellen, das einfach handhabbar ist und eine fehlerfreie Messung ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Gerät der eingangs erwähnten Art erfindungsgemäss dadurch gekennzeichnet, dass am zahnnahe Ende der Lichtleiter und der flexiblen Umhüllung eine zur Abschirmung des Zahns von Fremdlicht geeignete elastische Manschette (Gummimanschette) angeordnet ist

Bei dem erfindungsgemässen Gerät bestehen die Lichtleiter vorzugsweise aus Glasfaserkabeln, die mit der gemeinsamen flexiblen Umhüllung flexibel handhabbar sind und gemeinsam als flexibler dünner Schlauch in die Mundhöhle des Patienten eingeführt werden können. Glasfaserkabel zur Leitung geringer Leistungen können einen sehr kleinen Querschnitt aufweisen, sodass eine einfache und präzise zu handhabende Vorrichtung ermöglicht wird. Die Abschirmung gegen Fremdlicht erfolgt durch die am distalen Ende der Umhüllung angeordnete Gummimanschette, deren Durchmesser vorzugsweise kleiner ist als die Breite des durchschnittlichen menschlichen Zahnes. Die Gummimanschette bewirkt die Abschirmung des das reflektierende Licht aufnehmenden Lichtleiters gegen Fremdlicht. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass lediglich Licht einer genau bekannten Zusammensetzung auf den zu prüfenden Zahn fällt und so aus dem reflektierten Licht exakte Rückschlüsse auf die objektive Farbe des zu bestimmenden Zahnes gezogen werden können.

Das von dem Zahn reflektierte Licht, das durch die stirnseitige Öffnung des zweiten Lichtleiters eintritt, wird von diesem geleitet und kann beim Austritt aus dem zweiten Lichtleiter einem wellenlängenselektiven Element zugeführt werden, das ein Gitter oder auch ein Prisma sein kann. Hierdurch wird eine Spektralanalyse des reflektierten Lichtes ermöglicht.

Aus der Spektralanalyse lassen sich die Normfarbwertanteile bzw. Normvalenzen bestimmen. Bevorzugt ist jedoch, dass in Abhängigkeit von der Spektralanalyse aus einer abgespeicherten Tabelle die nächst kommende Farbe ausgewählt wird. Dabei ist allen Farben ein alphanumerischer Kennwert zugeordnet der wiederum für die Farbe eines bestimmten Werkstoffes steht.

Der Zahnarzt oder seine Helferin können also in Sekundenschnelle einen objektiven Wert ermitteln, der als alphanumerischer Code in das Dental-Labor übermittelt werden kann, das die entsprechende Zahnprothese herstellt. Der den Auftrag ausführende Zahntechniker weiss auf Grund des angegebenen Codes genau, welche Farbe der zu verwendende keramische oder andere Werkstoff aufweisen muss.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der wesentlichen Bauteile des erfindungsgemässen Gerätes,

Fig. 2 eine anschauliche Darstellung eines flexiblen Lichtleiters gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 eine vergrösserte Detaildarstellung gemäss Fig. 2,

Fig. 4 eine schematische Darstellung des prinzipiellen Aufbaus eines erfindungsgemässen Gerätes unter Verwendung einer Lichtquelle mit einem definierten Spektrum an definiertem Licht, wobei der Lichtleiter nicht dargestellt wurde,

Fig. 5 ein erfindungsgemässes Gerät gemäss Fig. 4, wobei V anstelle eines farbmpfindlichen CCD-Aufnehmers drei monochromatische Fotodetektoren verwendet

Fig. 6 eine alternative Ausführungsform, bei der anstelle einer Lichtquelle mit einem definierten Spektrum an sichtbarem Licht drei monochromatische Lichtquellen verwendet werden, wobei der Lichtleiter nicht dargestellt wurde.

Fig. 1 zeigt den schematischen Aufbau der wichtigsten Bauteile eines erfindungsgemässen Gerätes. Eine Lichtquelle 10 wirft Licht auf einen Zahn 12, dessen Zahnfarbe zu bestimmen ist. Von dem Zahn reflektiertes Licht wird einem wellenlängenselektiven Lichtdetektor 14 zugeleitet und sodann einem Auswertemittel 16. Das Auswertemittel 16 zeigt in Abhängigkeit von der Verteilung der drei Grundfarben Rot, Grün und Blau bzw. der ermittelten Normvalenzen einen alphanumerischen Wert an, der einer von beispielsweise 120 Werkstofffarben zugeordnet ist.

Fig. 2 zeigt einen Aufbau gemäss Fig. 1 in einer konkretisierten Ausführungsform. Dabei zeigt Fig. 3 eine Detaildarstellung. Eine flexible Umhüllung 18 ist so biegsam und weist einen so dünnen Durchmesser auf, dass ihr Ende 19 in der Mundhöhle des Patienten problemlos auf jeden beliebigen zu untersuchenden Zahn 12 aufgesetzt werden kann. Wie Fig. 3 zeigt, enthält die flexible Umhüllung 18 einen ersten Lichtleiter 20, durch den das Licht der Lichtquelle 10 geleitet wird und auf den zu untersuchenden Zahn 12 auftrifft. Eine am distalen Ende 19 der flexiblen Umhüllung 18 angeordnete Gummimanschette 22 verhindert, dass Fremdlicht, beispielsweise von der leistungsstarken Behandlungslampe des Zahnarztes, auf den zu untersuchenden Zahn 12 fällt und das Messergebnis verfälscht. Das von dem Zahn 12 reflektierte Licht wird durch ein zweites Glasfaserkabel 24 zurückgeleitet und einem wellenlängenselektiven Element zugeführt. Dies kann ein Gitter oder ein Prisma sein. Die je nach Wellenlänge unterschiedlich abgelenkten Lichtstrahlen werden einer Anordnung 28 von fotoempfindlichen Dioden zugeordnet. Die Intensität der einzelnen Wellenlängenteile kann so bestimmt werden. Ein Auswertemittel 30, beispielsweise in Form eines Laptop-Computers, generiert einen alphanumerischen Kennwert, der beispielsweise einer von 120 verschiedenen Werkstofffarben zugeordnet ist.

Eine Normprobe 32 kann zum Kalibrieren des Gerätes verwendet werden.

Fig. 4 zeigt den schematischen Aufbau einer Vorrichtung gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel. Das von der Lichtquelle 10 auf den zu untersuchenden Zahn 12 geworfene Licht wird reflektiert

und gelangt auf einen lichtempfindlichen CCD-Chip 33. Linsen 34 können vorgesehen sein, um das Licht von der Lichtquelle 10 auf den zu untersuchenden Zahn 12 zu leiten bzw. das reflektierte Licht auf die CCD-Einheit 33 zu fokussieren.

Die von der CCD-Einheit 33 generierten Werte – beispielsweise Spannungen – können ausgewertet und in einem Zwischenspeicher 36 abgelegt werden. Der Zwischenspeicher 36 kann dann mit einem Auswertemittel 38 verbunden werden, das die Zuordnung zu einem von 120 Farbwerten vornimmt.

Fig. 5 zeigt eine alternative Ausführungsform, bei der anstelle des CCD-Chips 33 drei monochromatische Fotodetektoren 38 verwendet werden.

Fig. 6 zeigt eine denkbare weitere alternative Ausführungsform, bei der an Stelle einer Lichtquelle mit einem definierten Spektrum an sichtbarem Licht drei monochromatische Lichtquellen 42 verwendet werden. Diese strahlen beispielsweise mit definierten Wellenlängen in Rot, Grün und Blau. Die Intensität der reflektierten Anteile kann mittels eines Fotodetektors 44 ermittelt werden, wodurch wiederum in einem Anzeigemittel 38 eine alphanumerische Anzeige erzeugt werden kann.

## Patentansprüche

1. Gerät zur Farbbestimmung eines Zahnes (12) in der Mundhöhle eines Patienten mit  
– einer Lichtquelle (10) mit einem definierten Spektrum an sichtbarem Licht  
– einem ersten Lichtleiter (20) zum Leiten des Lichts der Lichtquelle (10) auf den zu untersuchenden Zahn (12)

– einem zweiten Lichtleiter (24), dessen Ende mit dem Ende des ersten Lichtleiters (20) fluchtet, zur Aufnahme von von der Zahnoberfläche reflektiertem Licht,

– einer gemeinsamen flexiblen Umhüllung (18) beider Lichtleiter (20, 24) und

– Auswertemitteln (16, 26, 28) zur Analyse des Spektrums des reflektierten Lichts, dadurch gekennzeichnet, dass am zahnnahe Ende (19) der Lichtleiter (20, 24) und der flexiblen Umhüllung (18) eine zur Abschirmung des Zahns (12) von Fremdlicht geeignete elastische Manschette (22) angeordnet ist.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertemittel ein wellenlängenselektives Element (26) zur Analyse des Spektrums des reflektierten Lichtes umfassen.

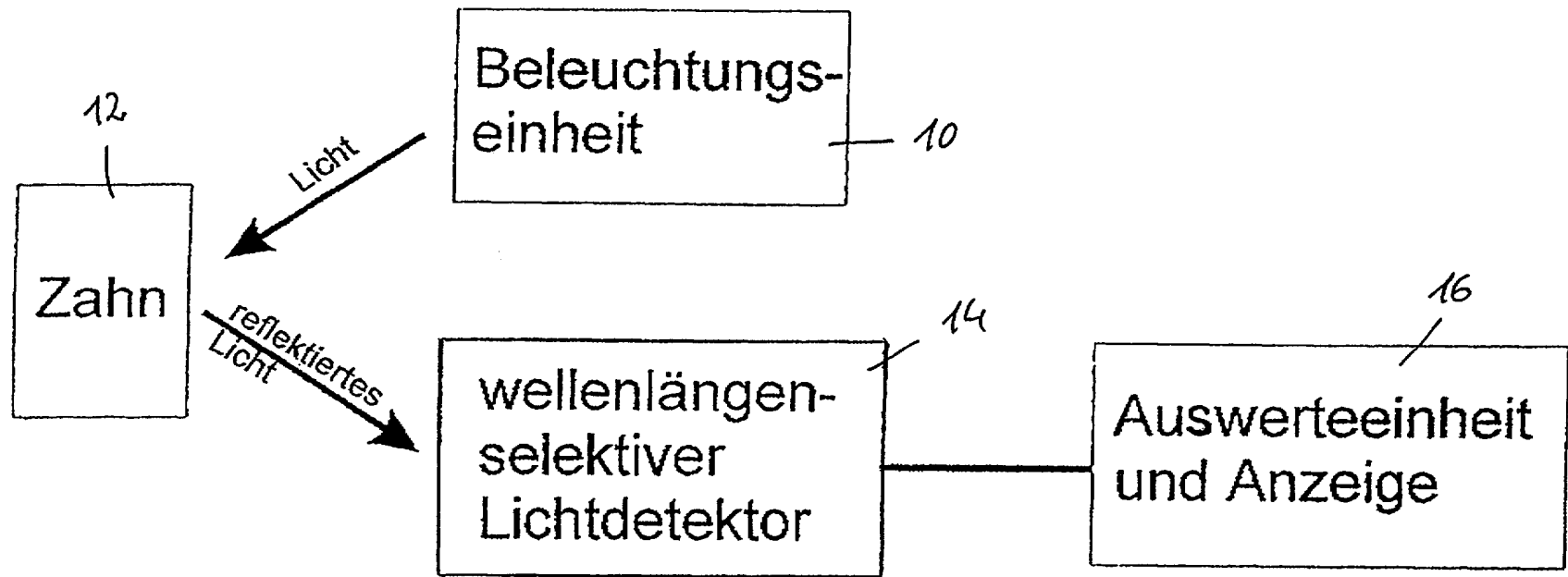
3. Gerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das wellenlängenselektive Element (26) ein Gitter ist,

4. Gerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das wellenlängenselektive Element (26) ein Prisma ist.

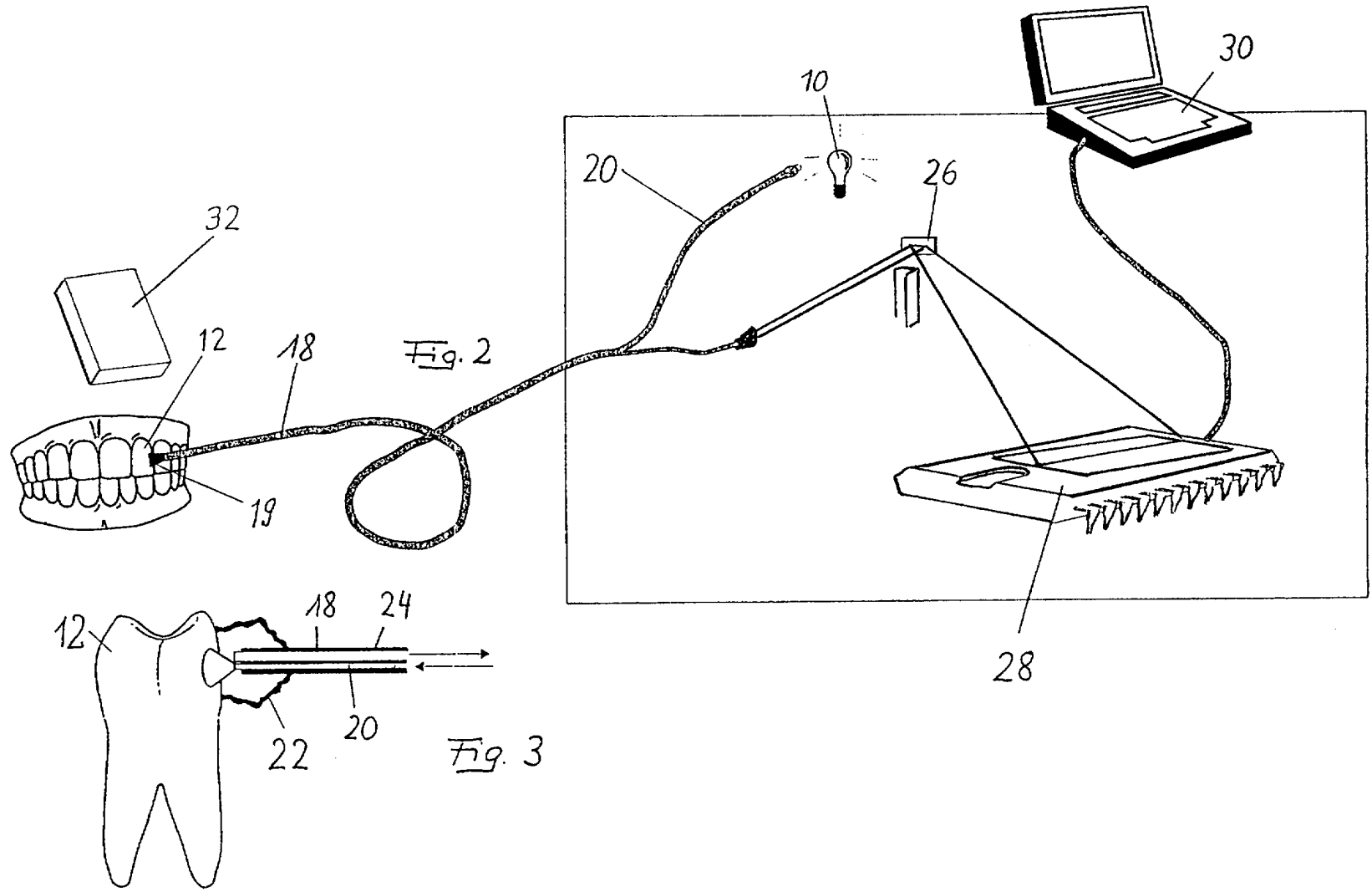
5. Gerät nach einem der Ansprüche 2 bis 4, gekennzeichnet durch eine Anordnung (28) von lichtempfindlichen Dioden zur Auswertung des von dem wellenlängenselektiven Element zerlegten Lichtstrahles.

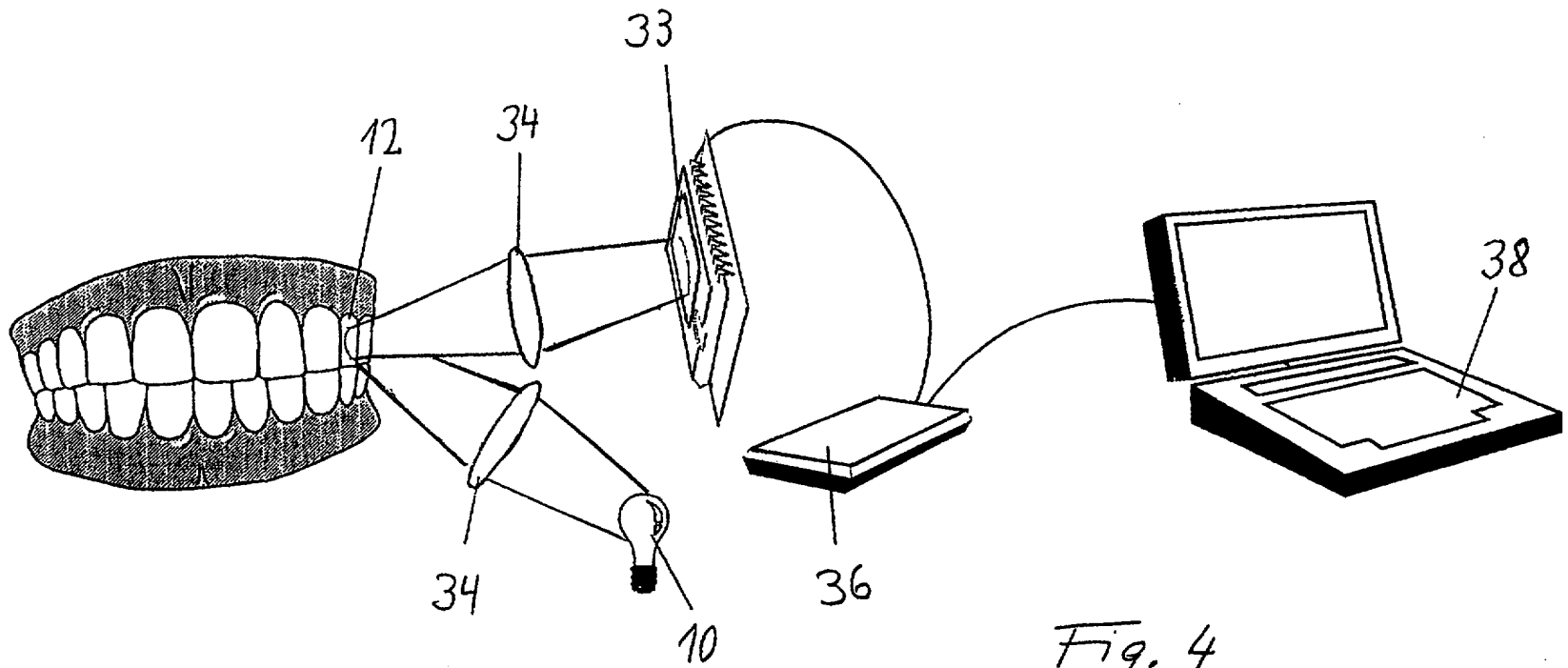
6. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertemittel einen farbmpfindlichen CCD-Chip (33) umfassen.

7. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gerät einen Zwischenspeicher (36) zur Zwischenspeicherung eines in der Auswerteeinheit generierten Wertes ausweist.	5
8. Gerät zur Farbbestimmung eines Zahnes (12) in der Mundhöhle eines Patienten mit	
– mehreren monochromatischen Lichtquellen (42) im Bereich des sichtbaren Lichts	
– einem ersten Lichtleiter (20) zum Leiten des Lichts der Lichtquellen auf den zu untersuchenden Zahn (12)	10
– einem zweiten Lichtleiter (24), dessen Ende mit dem Ende des ersten Lichtleiters (20) fluchtet, zur Aufnahme von von der Zahnoberfläche reflektiertem Licht,	15
– einer gemeinsamen flexiblen Umhüllung (18) beider Lichtleiter (20, 24) und	
– Auswertemitteln (44) zur Analyse des Spektrums des reflektierten Lichts, dadurch gekennzeichnet, dass am zahnnahe Ende (19) der Lichtleiter (20, 24) und der flexiblen Umhüllung (18) eine zur Abschirmung des Zahns (12) von Fremdlicht geeignete elastische Manschette (22) angeordnet ist.	20
	25
	30
	35
	40
	45
	50
	55
	60
	65
	4



*Fig. 1*





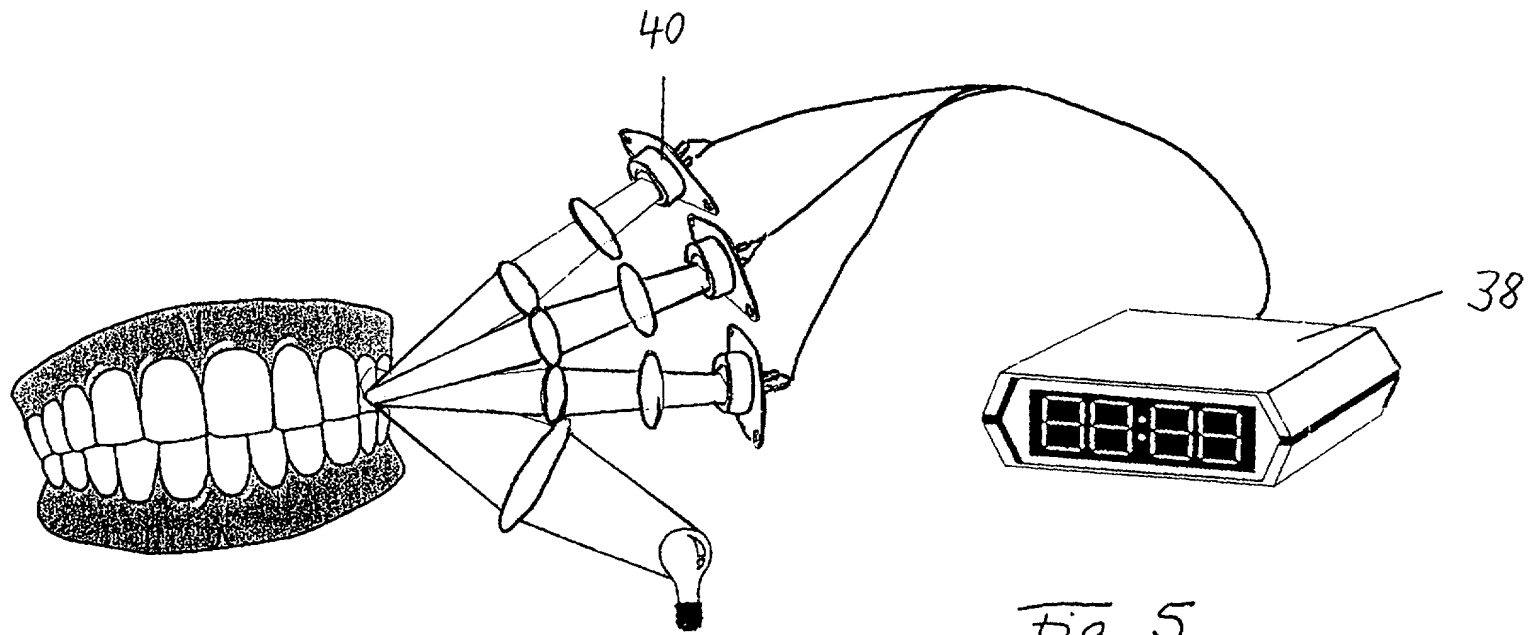


Fig. 5

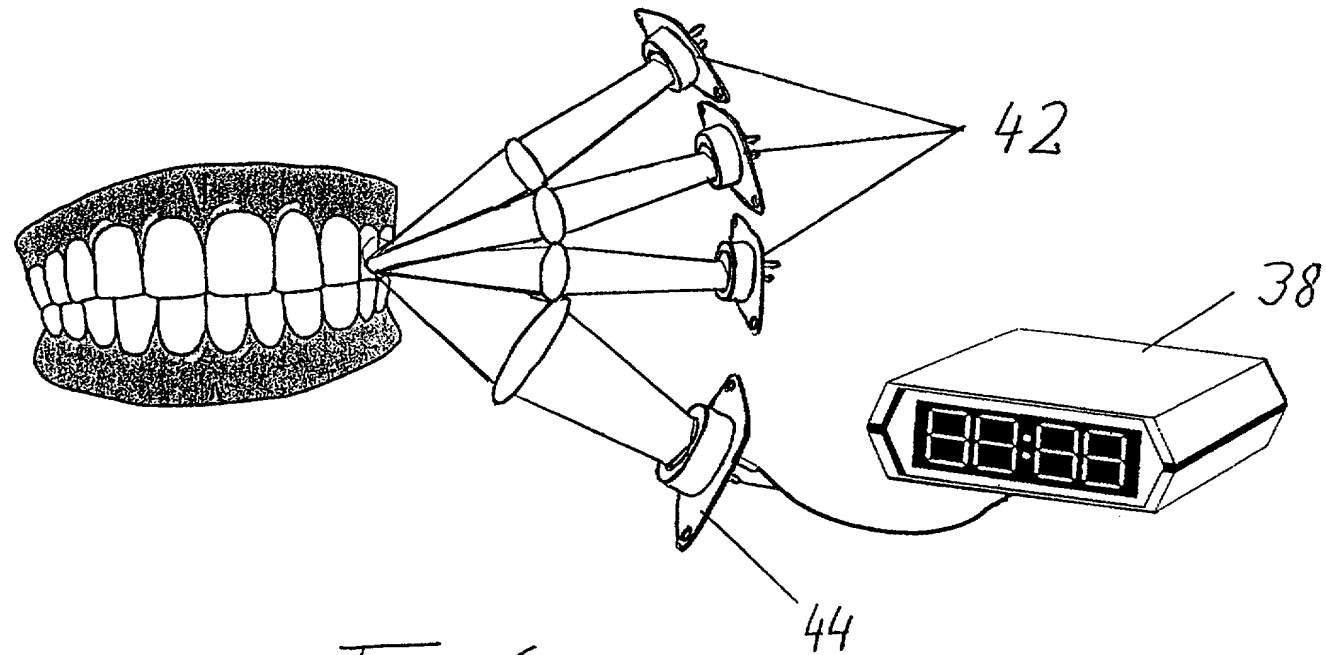


Fig. 6