



(10) **DE 10 2012 100 953 B4** 2020.01.09

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 100 953.8**
(22) Anmeldetag: **06.02.2012**
(43) Offenlegungstag: **08.08.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.01.2020**

(51) Int Cl.: **G01B 9/00 (2006.01)**
G01B 11/25 (2006.01)
A61B 5/107 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
a.tron3d GmbH, Klagenfurt, AT

(74) Vertreter:
**advotec. Patent- und Rechtsanwälte, 80538
München, DE**

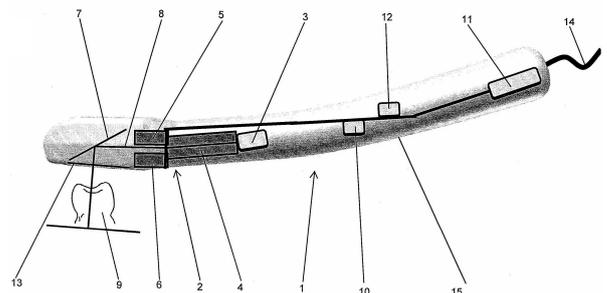
(72) Erfinder:
**Nowak, Christoph, DI, Wien, AT; Jesenko, Jürgen,
Maria Rain, AT; Koinig, Horst, Prof., Klagenfurt,
AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2006 007 170	B4
DE	10 2009 043 413	B3
DE	10 2007 054 907	A1
DE	10 2008 040 947	A1
DE	699 28 453	T2
AT	508 563	B1
US	7 625 335	B2
US	2010 / 0 060 900	A1
US	2011 / 0 125 028	A1
US	5 661 519	A
EP	0 837 659	B1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Erfassen der dreidimensionalen Geometrie von Objekten und Verfahren zum Betreiben derselben**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Erfassen der dreidimensionalen Geometrie von Objekten (9), insbesondere Zähnen, mit einem Handstück (1), das eine optische Einrichtung (2) mit wenigstens einer Kamera (5, 6), mit wenigstens einer Lichtquelle (3) und mit ausschließlich starr befestigten Teilen aufweist, wobei ein Mittel zum Erzeugen von Licht der Lichtquelle (3) im Handstück (1) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum Synchronisieren der Energieversorgung von Lichtquelle (3) und Kamera (5, 6) vorgesehen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erfassen der dreidimensionalen Geometrie von Objekten, insbesondere Zähnen, mit einem Handstück, das eine optische Einrichtung mit wenigstens einer Kamera, mit wenigstens einer Lichtquelle und ausschließlich starr befestigten Teilen aufweist, wobei ein Mittel zum Erzeugen von Licht der Lichtquelle im Handstück angeordnet ist.

[0002] Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Erfassen der dreidimensionalen Geometrie von Objekten, insbesondere Zähnen, mit einem Handstück, das wenigstens einen Lagesensor zum Erfassen der Änderung der räumlichen Lage des Handstücks und eine optische Einrichtung mit wenigstens einer Kamera zum Aufnehmen von Bildern und mit wenigstens einer Lichtquelle für einen Projektor aufweist.

[0003] Eine Vorrichtung der Eingangs genannten Art ist beispielsweise aus AT 508 563 B bekannt. Der Anwendungsbereich der Erfindung erstreckt sich dabei auf die Aufnahme von digitalen Zahn- und Kieferabdrücken, die Hilfestellung bei der Diagnose, die Überwachung von Zahnbehandlungen sowie die zuverlässige Kontrolle von eingesetzten Implantaten. Neben weiteren Einsatzgebieten im Bereich der Medizin- und Industrietechnik, beispielsweise im Bereich der Endoskopie, können auch Objekte stereometrisch vermessen werden, die schwer zugänglich sind.

[0004] DE 699 28 453 T2 offenbart eine in einer Hand haltbare Vorrichtung zum Bestimmen einer Oberflächentopographie eines Zahnbereichs, die eine optische Einrichtung und eine Beleuchtungseinheit umfasst.

[0005] Die Verwendung eines Lagesensors ist beispielsweise aus US 5,661,519 A bekannt.

[0006] Aus US 7,625,335 B2 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Erfassen einer dreidimensionalen Geometrie von Objekten bekannt. Die Vorrichtung umfasst ein Handstück mit einer Kamera und einer Lichtquelle für einen Projektor. Aufgabe der Erfindung ist es, solche Vorrichtungen derart zu verbessern, dass sie mit möglichst geringer Stromversorgung zu betreiben sind. Angestrebt wird dabei ein Wert von zum Beispiel 500mA bzw. 900mA.

[0007] Bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass eine Einrichtung zum Synchronisieren der Energieversorgung von Lichtquelle und Kamera vorgesehen ist.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass vom

Lagesensor im Handstück ermittelt wird, wie groß eine Änderung der räumlichen Lage der Vorrichtung ist, und daraus bestimmt wird, wie viele Aufnahmen von der Kamera in einer definierten Zeiteinheit gemacht werden.

[0009] Durch die Anordnung des Mittels zum Erzeugen des Lichts direkt im Handstück werden lange optische Wege, beispielweise über Glasfaserkabel oder viele Umlenkspiegel, vermieden. Es wird dabei zwischen der Lichtquelle, also allem was Licht aussenden kann, beispielsweise das Ende eines Glasfaserkabels, und dem Mittel zum Erzeugen des Lichts, beispielsweise einem Laser oder dem Halbleiter einer LED, unterschieden.

[0010] Durch den Verzicht auf lange optische Wege kann ein Mittel zum Erzeugen des Lichts mit einer geringeren Leistung verwendet werden um das Objekt ausreichend auszuleuchten, was eine bemerkenswerte Energieersparnis bedeutet.

[0011] Die starre Montage aller Elemente der optischen Einrichtung bedeutet, dass es nicht möglich ist, die Optik der Kamera zu fokussieren. Alle Kalibrierungen der optischen Einrichtung erfolgen also im Vorfeld. Dabei ist es insbesondere wichtig eine optimale Einstellung der Blende zu erreichen. Eine kleinere Blende ist dabei gut für eine größere Schärfentiefe, bei größerer Blende wird eine geringere Ausleuchtung für eine ausreichend gute Aufnahme benötigt.

[0012] Dadurch, dass die Vorrichtung eine Einrichtung zum Synchronisieren der Energieversorgung von Lichtquelle und Kamera aufweist, werden Kamera und Lichtquelle synchron betrieben. Durch das Pulsen von Licht können punktuell große Leistungen bei verhältnismäßig geringem Energieaufwand erreicht werden. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung wird auch auf Seiten der Aufnahme die Energieversorgung unterbrochen. So werden unbeleuchtete Aufnahmen vermieden und weiter Energie eingespart.

[0013] In einer weiters bevorzugten Ausführungsform weist das Handstück wenigstens einen Lagesensor, insbesondere einen Beschleunigungssensor, einen Magnetfeldsensor und/oder einen Neigungssensor auf. Mit diesem wird verfahrensgemäß ermittelt, wie groß die Änderung der räumlichen Lage der Vorrichtung ist, und daraus bestimmt, wie viele Aufnahmen von der Kamera in einer definierten Zeiteinheit gemacht werden sollen. So kann vermieden werden, dass bei geringer Bewegung mehr Bilder von ein und derselben Stelle gemacht werden, als für eine optimale Erfassung der Geometrie notwendig ist.

[0014] In diesem Sinne kann in einer bevorzugten Durchführungsform die Bildrate der aufgenommenen

Bilder verändert werden, bevorzugt liegt die Bildrate zwischen 1 und 30 Bildern pro Sekunde.

[0015] Zusätzlich oder alternativ kann gemäß einer bevorzugten Durchführungsform des Verfahrens die Bildrate auch abhängig davon angepasst werden, ob eine größere oder geringere Stromversorgung zur Verfügung steht. So können bei größerer Stromversorgung mehr Lichtpulse ausgesendet und aufgenommen werden als bei niedrigerer Stromversorgung.

[0016] In einer möglichen Ausführungsform der Erfindung kann zusätzlich bestimmt werden, wie viele Bilder von einem definierten Bereich erfasst wurden. Aus diesem Wert kann einem aufgenommenen Bereich des Objektes eine Qualität zugeordnet werden, die gegebenenfalls in der 3D-Darstellung der Geometrie des Objektes wiedergegeben werden kann, so dass der Nutzer darauf reagieren kann. Bereiche, von denen nur wenige Daten erfasst wurden, die also eine größere Gefahr von Abweichungen von der Geometrie des Objektes aufweisen, können beispielsweise rot dargestellt werden. Bereiche, in denen die Anzahl der Aufnahmen bereits bei einem für die gewünschte Qualität ausreichenden Wert liegt, können beispielsweise grün dargestellt werden. Weitere Farben für Zwischenstufen sind ebenso denkbar wie für Bereiche, in denen bereits ein optimaler Wert erreicht ist, also weitere Aufnahmen keine wesentliche Verbesserung der erfassten Daten mehr bringen. Man kann natürlich auch nur Bereiche, die eine mindere Qualität haben, einfärben.

[0017] Im Sinne einer Energieersparnis kann nach einem zusätzlichen oder alternativen Verfahrensschritt für einen definierten Bereich ermittelt werden, wie viele Aufnahmen von diesem Bereich bereits gemacht wurden und ab Erreichen einer definierten Anzahl von Aufnahmen keine weiteren Aufnahmen dieses Bereiches machen. Diese Maßnahme eignet sich außerdem dazu, die benötigten Verarbeitungsschritte in einer Recheneinheit, welche die aufgenommenen Daten verarbeitet, zu optimieren, bzw. benötigte Rechenleistung einzusparen.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die optische Einrichtung wenigstens einen Projektor zur Projektion von Mustern auf. Die Projektion von Mustern verbessert die Möglichkeiten zur Erfassung der dreidimensionalen Geometrie.

[0019] In einer weiters bevorzugten Ausführungsform überdecken der Feldwinkel der Kamera und der Feldwinkel des Projektors einander zu wenigstens 50%, bevorzugt zu wenigstens 80%, besonders bevorzugt zu wenigstens 90%. Der Feldwinkel ist der kegelförmige Bereich, in dem die Projektion bzw. die Aufnahme erfolgt. Durch eine möglichst große Über-

schneidung wird ein möglichst großer Anteil der aufgewendeten Energie genutzt.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung einen gegebenenfalls wieder aufladbaren elektrischen Energiespeicher auf. Dieser kann erfindungsgemäß mehrere Funktionen erfüllen.

[0021] Zum einen kann er in einer bevorzugten Ausführungsform als alleinige Energiequelle der Vorrichtung dienen. In diesem Fall ist es sinnvoll, wenn die Vorrichtung weiters einen Datenspeicher oder eine Möglichkeit der kabellosen Datenübertragung aufweist. So kann das Gerät vollkommen frei ohne Kabel bewegt werden. In einer Ausführungsform, bei der die Daten gespeichert werden, ist es zweckmäßig, die spätere Übertragung der Daten, beispielsweise über einen USB-Anschluss, mit einem Aufladen des Energiespeichers zu verbinden.

[0022] Alternativ kann erfindungsgemäß der Energiespeicher eine Hilfsstromquelle der Vorrichtung sein. Diese kann bei Bedarf zugeschaltet werden. Dazu wird nach einem bevorzugten Verfahren zunächst ermittelt, wie viel Strom der Vorrichtung zur Verfügung steht. Im Ausführungsbeispiel ist im Speziellen vorgesehen, dass ermittelt wird, ob dem Gerät 500mA oder 900mA zur Verfügung stehen, also ob das Gerät an einem USB 2.0 oder einem USB 3.0 Port angeschlossen ist. Möchte man das Gerät also in einem Modus betreiben, der 900mA Stromversorgung benötigt, hat aber nur eine Stromversorgung von 500mA zur Verfügung, wird der Energiespeicher verfahrensgemäß als zusätzliche Energiequelle hinzu gezogen. Ähnlich kann analog dazu auch beim Anschluss an einen Low Power USB-Port, der üblicherweise mit 100mA betrieben wird, eine Stromversorgung von beispielsweise 500mA oder 900mA realisiert werden.

[0023] Alternativ oder zusätzlich kann in einer weiteren bevorzugten Durchführungsform der Erfindung aus dem ermittelten Wert der zur Verfügung stehenden Stromversorgung bestimmt werden, ob das Gerät gegebenenfalls mit zwei oder drei oder mehr Kameras betrieben werden soll. So werden für unterschiedliche Leistungen der Stromversorgung unterschiedliche Betriebsmodi geschaffen. Bevorzugt werden dabei zum Beispiel zwei Kameras in einem Betriebsmodus für 500mA und drei oder mehr Kameras in einem Betriebsmodus für 900mA betrieben.

[0024] In einer besonders bevorzugten Durchführungsform des Verfahrens werden die von der Kamera erfassten Daten ohne weitere Verarbeitung bzw. Aufbereitung an eine Recheneinheit oder ein Speichermedium weitergeleitet. So wird der Energieaufwand, der sonst für einen Prozessor bzw. Chip, der diese Verarbeitung bzw. Aufbereitung üblicherweise durchführt, vollkommen vermieden. Die weitere Ver-

arbeitung in der Recheneinheit kann wenigstens teilweise in der CPU erfolgen, allerdings hat es sich gezeigt, dass es insbesondere im Hinblick auf die Schnelligkeit der Datenverarbeitung sinnvoll ist, einen Teil der für die Erfassung bzw. Berechnung der dreidimensionalen Geometrie erhobenen Daten in der GPU zu verarbeiten. So ist es möglich die Daten, insbesondere mittels der Kameras aufgenommene zweidimensionale Bilder ohne nennenswerten Zeitverlust direkt in eine dreidimensionale Darstellung auf einem Display bzw. eine auf einem Speichermedium verfügbare Datei (beispielsweise ein 3D-File im STL-Format) umzuwandeln.

[0025] Die Vorrichtung kann nach einer bevorzugten Ausführungsform ein thermovoltisches Element aufweisen. Mit diesem kann gemäß einer bevorzugten Durchführungsform des Verfahrens aus der Wärme, welche beim Betrieb entsteht, elektrische Energie gewonnen werden. Diese kann dann zum Einen direkt zum Betreiben der Vorrichtung verwendet werden, zum Anderen kann aber, insbesondere beim Auskühlen des Gerätes auch ein Energiespeicher mit der gewonnenen Energie gespeist werden.

[0026] Weitere bevorzugte Aus- und Durchführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

[0027] Die Erfindung wird in der Folge unter Bezugnahme auf die Zeichnungen weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematisierte Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht der Unterseite einer Ausführungsform der Erfindung.

[0028] Die **Fig. 1** zeigt eine beispielhafte Ausführungsform der Vorrichtung, bestehend aus einem Handstück **1**, in welchem sich eine optische Einrichtung **2** befindet, welche eine Lichtquelle **3**, einen Projektor **4**, eine erste Kamera **5**, eine zweite Kamera **6** sowie einen Spiegel **7** enthält. Vor dem Spiegel befindet sich im Gehäuse **15** des Handstücks **1** eine Ausnehmung. Diese ist aus hygienischen Gründen und zum Schutz der im Handstück **1** befindlichen Bauteile mit einer transparenten Abdeckung **13** versehen.

[0029] In dieser Ausführungsform ist die Lichtquelle **3** eine LED. Ein Mittel zum Erzeugen des Lichts (in der Zeichnung nicht dargestellt) befindet sich in diesem Ausführungsbeispiel also in Form eines Halbleiters direkt in der Lichtquelle **3**. Der weitere Verlauf des Lichts innerhalb und außerhalb der Vorrichtung ist durch einen beispielhaften Lichtstrahl **8** dargestellt.

[0030] Dieser durchläuft dabei zunächst den Projektor **4**. Der Projektor **4** dient dabei der Projektion von Mustern auf das Objekt. Dabei kann es sich, abhängig von der Art der Erfassung der Geometrie, sowohl

um regelmäßige Muster, wie beispielsweise Streifen, als auch um unregelmäßige Muster, wie beispielsweise unregelmäßige Punktemuster, handeln.

[0031] Nach dem Projektor **4** trifft der Lichtstrahl **8** auf den Spiegel **7** und wird über diesen auf das Objekt **9**, dessen Geometrie erfasst werden soll, umgelenkt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Objekt **9** um einen Zahn. In einer in der Zeichnung nicht dargestellten Ausführungsform, bei der die Lichtquelle **3** und der Projektor **4** bereits in Richtung des Objektes ausgerichtet sind, kann auch auf den Spiegel **7** verzichtet werden.

[0032] Die Kameras **5,6** nehmen das auf den Zahn **9** projizierte Muster auf, aus welchem später die Geometrie des Zahns **9** errechnet wird. Gemäß einer bevorzugten Durchführungsform finden alle diesbezüglichen Berechnungen in einer Außerhalb des Handstücks **1** befindlichen Recheneinheit statt, wodurch der Stromverbrauch interner Chipsätze bzw. Prozessoren minimiert wird. Zu dieser Recheneinheit kann die Vorrichtung sowohl physisch mit einem Kabel **14** als auch drahtlos verbunden sein. Im Ausführungsbeispiel ist eine drahtlose Verbindung (beispielsweise Bluetooth oder WLAN) vorgesehen. Zu diesem Zweck befindet sich im Handstück ein Mittel zur drahtlosen Datenübertragung **10**, insbesondere ein Sender und gegebenenfalls ein Empfänger.

[0033] Weiters ist im Handstück **1** ein gegebenenfalls wieder aufladbarer Energiespeicher **11** vorgesehen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel dient sie als Hilfsstromquelle der Vorrichtung. Es kann aber auch vollständig auf ein Kabel am Handstück **1** verzichtet werden, wodurch optimale Bewegungsfreiheit gegeben ist.

[0034] Die Zeichnung zeigt außerdem einen Lagesensor **12**. Mit diesem kann ermittelt werden, wie groß die räumliche Bewegung des Handstücks **1** ist. Zu diesem Zweck kann der Lagesensor **12** beispielsweise ein Beschleunigungssensor, ein Erdmagnetfeldsensor oder ein Neigungssensor sein. Kombinationen unterschiedlicher Sensortypen erhöhen dabei die Genauigkeit mit der die Änderung der räumlichen Lage bzw. die Bewegung des Handstücks **1** ermittelt wird.

[0035] Die **Fig. 2** zeigt eine schematische Ansicht der Unterseite auf eine Ausführungsform der Erfindung. Dabei sind zwei Bereiche **16, 17** gezeigt, in denen ein thermovoltisches Element platziert werden könnte.

[0036] Im ersten Bereich **16**, wird das thermovoltische Element direkt an der Unterseite, also der Seite auf welcher sich die Abdeckung **13** befindet, in der Nähe der optischen Einrichtung **2** angeordnet. Dies ist vorteilhaft, da die optische Einrichtung **2**, insbe-

sondere der Projektor 4, während des Betriebs am meisten Wärme produziert und diese so mit möglichst geringen Verlusten genutzt werden kann.

[0037] Wird das thermovoltische Element im zweiten Bereich 17 platziert, hat dies den Vorteil, dass es größer dimensioniert werden kann, allerdings wird dann ein Wärmeleiter, der die Wärme von der optischen Einrichtung 2 zum thermovoltischen Element leitet, notwendig. Auch bei einer Positionierung des thermovoltischen Elements im zweiten Bereich 17 ist eine Anbringung an der Unterseite des Handstücks 1 sinnvoll, damit eine gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung nach außen zeigende, Wärme abgebende Seite des thermovoltischen Elementes nicht von der Hand des Nutzers abgedeckt wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erfassen der dreidimensionalen Geometrie von Objekten (9), insbesondere Zähnen, mit einem Handstück (1), das eine optische Einrichtung (2) mit wenigstens einer Kamera (5, 6), mit wenigstens einer Lichtquelle (3) und mit ausschließlich starr befestigten Teilen aufweist, wobei ein Mittel zum Erzeugen von Licht der Lichtquelle (3) im Handstück (1) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Einrichtung zum Synchronisieren der Energieversorgung von Lichtquelle (3) und Kamera (5, 6) vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Einrichtung (2) wenigstens einen Projektor (4) zur Projektion von Mustern aufweist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass eine transparente Abdeckung (13) in einer Ausnehmung in einem Gehäuse (15) des Handstücks (1) vorgesehen ist, welche die optische Einrichtung (2) abdeckt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Handstück (1) wenigstens einen Lagesensor (12), insbesondere einen Beschleunigungssensor, einen Magnetfeldsensor und/oder einen Neigungssensor aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**, dass der Feldwinkel der Kamera (5, 6) und der Feldwinkel des Projektors (4) einander zu wenigstens 50%, bevorzugt zu wenigstens 80% überdecken, besonders bevorzugt zu wenigstens 90%.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung einen gegebenenfalls wieder aufladbaren elektrischen Energiespeicher (11) aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6 **dadurch gekennzeichnet**, dass der gegebenenfalls wieder aufladbare elektrische Energiespeicher (11) alleinige Stromquelle der Vorrichtung ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 **dadurch gekennzeichnet**, dass der gegebenenfalls wieder aufladbare elektrische Energiespeicher (11) eine Hilfsstromquelle der Vorrichtung ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung ein Mittel (10) zur drahtlosen Datenübertragung aufweist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung ein thermovoltisches Element aufweist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10 **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Wärme aufnehmende Seite des thermovoltischen Elements dem Innenraum des Handstücks (1), insbesondere den elektrischen Einbauten im Handstück (1) zugewandt ist, und dass eine Wärme abgebende Seite des thermovoltischen Elements der Außenseite des Handstücks (1), zugewandt ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11 **dadurch gekennzeichnet**, dass die wärmeabgebende Seite des thermovoltischen Elements mit dem Gehäuse (15) des Handstücks (1) thermisch leitend verbunden ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass das thermovoltische Element mit einer Stromversorgung des Handstücks (1) und/oder mit dem Energiespeicher (11) verbunden ist.
14. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Erfassen der dreidimensionalen Geometrie von Objekten (9), insbesondere Zähnen, mit einem Handstück (1), das eine optische Einrichtung (2) mit wenigstens einer Kamera (5, 6) zum Aufnehmen von Bildern, mit wenigstens einer Lichtquelle (3) für wenigstens einen Projektor (4) und mit ausschließlich starr befestigten Teilen aufweist, wobei ein Mittel zum Erzeugen von Licht der Lichtquelle (3) im Handstück (1) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kamera (5, 6) synchron zur Lichtquelle (3) des Projektors (4) betrieben wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14 **dadurch gekennzeichnet**, dass vom Lagesensor (12) im Handstück (1) ermittelt wird, wie groß eine Änderung der räumlichen Lage der Vorrichtung ist, und daraus bestimmt wird, wie viele Aufnahmen von der Kamera (5, 6) in einer definierten Zeiteinheit gemacht werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15 **dadurch gekennzeichnet**, dass die von der Kamera (5, 6) erfassten Daten ohne weitere Verarbeitung bzw. Aufbereitung an eine Recheneinheit oder ein Speichermedium weitergeleitet werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16 **dadurch gekennzeichnet**, dass ermittelt wird, wie viel Strom der Vorrichtung zur Verfügung steht.

18. Verfahren nach Anspruch 17 **dadurch gekennzeichnet**, dass abhängig von der Stromversorgung der Vorrichtung zwei, drei oder mehr Kameras (5, 6) betrieben werden.

19. Verfahren nach Anspruch 18 **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Kameras (5, 6) betrieben werden, wenn eine geringere Stromversorgung beispielsweise von 500mA zur Verfügung steht, und dass drei oder mehr Kameras (5, 6) betrieben werden, wenn eine höhere Stromversorgung beispielsweise von 900mA zur Verfügung steht.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19 **dadurch gekennzeichnet**, dass abhängig von der Stromversorgung der Vorrichtung ein, zwei oder mehr Projektoren (4) betrieben werden.

21. Verfahren nach Anspruch 20 **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Projektor betrieben wird, wenn eine geringere Stromversorgung beispielsweise von 500mA zur Verfügung steht, und dass zwei oder mehr Projektoren (4) betrieben werden, wenn eine höhere Stromversorgung beispielsweise von 900 mA zur Verfügung steht.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21 **dadurch gekennzeichnet**, dass abhängig von der Stromversorgung der Vorrichtung eine Batterie (11) als zusätzlicher Hilfsstrom verwendet wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 22 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildrate der aufgenommenen Bilder zwischen 1 und 30 Bildern pro Sekunde liegt.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 23 **dadurch gekennzeichnet**, dass für einen definierten Oberflächenbereich des Objektes (9) ermittelt wird, wie viele Aufnahmen von diesem Bereich bereits gemacht wurden, und dass ab Erreichen einer definierten Anzahl von Aufnahmen keine weiteren Aufnahmen dieses Bereiches mehr gemacht werden.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 24 **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer höheren Stromversorgung Bilder mit einer höheren Bildrate aufgenommen werden und bei einer geringeren Stromversorgung Bilder mit einer geringeren Bildrate aufgenommen werden.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 25 **dadurch gekennzeichnet**, dass aus Wärme, welche beim Betrieb der Vorrichtung entsteht, mittels eines thermovoltaschen Elementes elektrische Energie gewonnen wird.

27. Verfahren nach Anspruch 26 **dadurch gekennzeichnet**, dass die mittels des thermovoltaschen Elements gewonnene Energie zum Betreiben der Vorrichtung verwendet wird.

28. Verfahren nach Anspruch 26 **dadurch gekennzeichnet**, dass die mittels des thermovoltaschen Elements gewonnene Energie im Energiespeicher (11) gespeichert wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

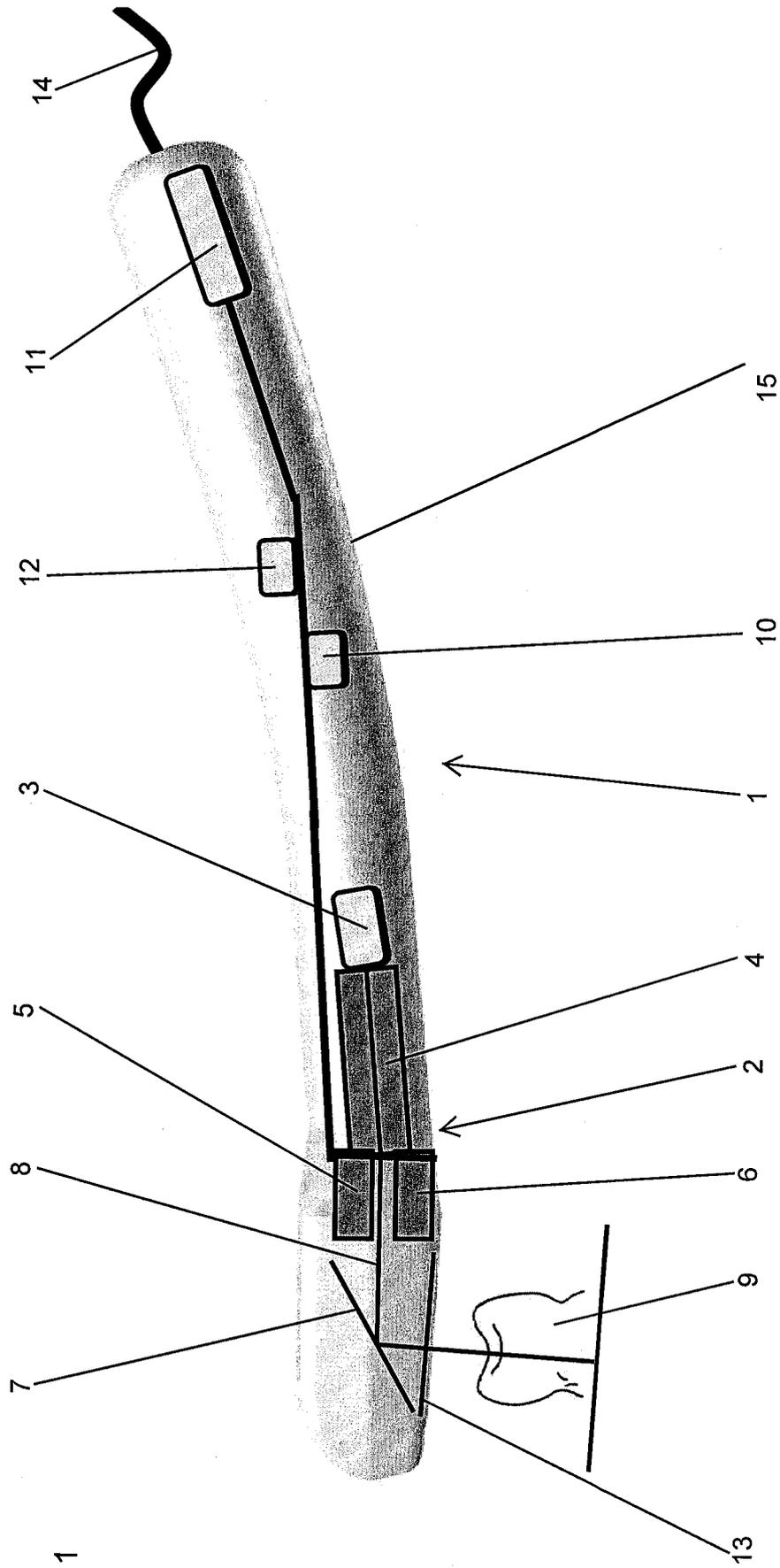


Fig. 1

Fig. 2

