

(19)



(11)

EP 4 257 007 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

27.11.2024 Patentblatt 2024/48

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

A46B 15/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23160140.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

A46B 15/0006; A46B 15/0012; A46B 15/0038; A46B 2200/1066

(22) Anmeldetag: **06.03.2023**

(54) ZAHNPUTZNAVIGATIONSSYSTEM UND VERFAHREN ZUR ZAHNPUTZNAVIGATION

TOOTHBRUSHING NAVIGATION SYSTEM AND METHOD FOR TOOTHBRUSHING NAVIGATION

SYSTÈME DE NAVIGATION POUR BROSSAGE DENTAIRE ET PROCÉDÉ DE NAVIGATION POUR BROSSAGE DENTAIRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **04.04.2022 DE 102022107940**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

11.10.2023 Patentblatt 2023/41

(73) Patentinhaber: **Duong, Gilbert**

89231 Neu-Ulm (DE)

(72) Erfinder: **Duong, Gilbert**

89231 Neu-Ulm (DE)

(74) Vertreter: **Lorenz, Matthias**

Lorenz & Kollegen

Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB

Alte Ulmer Straße 2

89522 Heidenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A1- 102014 001 163

US-A1- 2012 310 593

US-B2- 11 213 120

EP 4 257 007 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Zahnputznavigationssystem, aufweisend eine Zahnbürste, eine von der Zahnbürste separate optische Sensoreinrichtung und eine von der Zahnbürste separate und mit der optischen Sensoreinrichtung kommunikationsverbundene Wiedergabeeinrichtung, um Handlungsanweisungen und/oder Zustandsinformationen zum Zähneputzen wiederzugeben, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Zahnputznavigation und ein Computerprogramm, insbesondere eine Anwendungssoftware für ein mobiles Endgerät.

[0003] Trotz vielfältiger Maßnahmen zur Verbesserung des allgemeinen Zahnputzverhaltens, wie zum Beispiel die Anfärbung von Zahnbelägen, ausführliche Instruktionen und Übungen in Ausbildungseinrichtungen sowie technischen Verbesserungen der Mundhygienehilfsmittel, insbesondere elektrischer Zahnbürsten, ist es bisher nicht gelungen, die durchschnittliche Zahnputzfähigkeit in der Bevölkerung entscheidend zu verbessern. Während bei Kindern und älteren Menschen häufig Mängel in den manuellen Fähigkeiten vorliegen, liegt ein ungenügendes Mundhygieneergebnis häufig auch an der schwierigen und mangelhaften Kontrollmöglichkeit des Putzergebnisses. Daher werden in Zahnarztpraxen regelmäßige professionelle Zahnreinigungen angeboten und durchgeführt, die jedoch im Allgemeinen nicht täglich erfolgen können und zudem kostspielig sind.

[0004] Zur Kontrolle des Zahnputzverhaltens sind bereits seit einigen Jahren verschiedene Verfahren und Vorrichtungen bekannt, die dem Benutzer der Zahnbürste Informationen zum aktuellen Bürstenandruck vermitteln und insbesondere vor einem zu hohen oder zu niedrigen Bürstenandruck warnen. Eine solche Warnung kann beispielsweise durch das Aufleuchten oder Verändern der Farbe einer Leuchtdiode am Bürstenhals der Zahnbürste erfolgen.

[0005] Die für eine Bürstendruckanzeige erforderliche Elektronik in der Zahnbürste führt allerdings in der Regel zu einem unhandlichen, überdimensionierten Bürstengriff, der die rein manuelle Betätigung der Zahnbürste beeinträchtigt. Weiterhin ist nachteilhaft, dass die vorgenannten elektrischen und elektronischen Komponenten zu einem im Vergleich zu einer reinen Handzahnbürste höherpreisigen Produkt führen. Außerdem ist das regelmäßige Aufladen oder Austauschen eines elektrischen Energiespeichers der Zahnbürste für den Benutzer mitunter unkomfortabel.

[0006] Die US 6,389,636 B1 beschreibt eine Zahnbürste ohne Energieversorgung (also insbesondere ohne integrierte Batterie oder Netzanschluss), bei der das Ausmaß des Bürstenandrucks mittels eines optischen Signals angezeigt wird. Hierbei wird das optische Signal über ein piezochromes Material bewirkt, das im Bereich der Zahnbürste angebracht ist und in Abhängigkeit vom Ausmaß der Druckkraft eine bestimmte oder gegebenen-

falls wechselnde Farbe anzeigt. Hierdurch kann der Benutzer zum Beispiel über das optische Signal, bei dem die Farbe des piezochromen Materials verschwindet, erkennen, dass er die Bürste zu stark andrückt und hierdurch das Zahnfleisch verletzen und die Zähne abradieren kann.

[0007] Neben der Bereitstellung einer Information zum aktuellen Bürstenandruck ist es insbesondere auch vorteilhaft, dem Benutzer der Zahnbürste eine lageorientierende Hilfestellung zu geben, so dass der Benutzer das Ergebnis des Zähneputzens verlässlich einschätzen und verbessern kann.

[0008] Im Stand der Technik sind diesbezüglich mittlerweile vereinzelt Zahnputznavigationssysteme bekannt, bei denen wahlweise die Zahnbürste ihre räumliche Lage bezogen auf das Gebiss des Benutzers mittels verschiedener Sensoren erfasst oder bei denen die räumliche Lage der Zahnbürste von einer separaten optischen Sensoreinrichtung erfasst wird (beispielsweise von einem an einem Spiegel montierten Smartphone), jeweils mit dem Ziel, dem Benutzer Handlungsanweisungen und/oder Zustandsinformationen zum Zähneputzen bereitzustellen.

[0009] Die Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste selbst erfordert wiederum entsprechend aufwändige Elektronik in der Zahnbürste, mit den zuvor genannten Nachteilen.

[0010] Die Erfassung der Bürstenposition über eine externe Sensoreinrichtung wird beispielsweise in der DE 10 2011 103 301 B4 vorgeschlagen. Dabei kann eine dentale Putzvorrichtung vorgesehen sein, bei der mittels einer TOF-Kamera das Gesicht des Benutzers mit der in den Mund geführten Zahnbürste aufgenommen wird. Hierbei wird die Position der Zahnbürste aus den über die Kamera ermittelten Distanzen von Objektpunkten der Zahnbürste errechnet.

[0011] Nachteilhaft bei diesem System ist allerdings, dass die Zahnbürste nach wie vor eigene Drucksensoren und daher nach wie vor einige Elektronikkomponenten und einen Energiespeicher zur Erfassung des Bürstenandrucks enthalten muss. Außerdem hat sich gezeigt, dass die Erfassung der Zahnbürste im Zusammenhang mit einer internen Sensoreinrichtung in der Praxis häufig noch nicht zu einer ausreichend genauen Erfassung der Bürstenposition führt.

[0012] Weitere relevante Dokumente zum Stand der Technik sind: DE 10 2014 001163 A1, US 2012/310593 A1 und US 11 213 120 B2.

[0013] In Anbetracht des bekannten Stands der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Zahnputznavigationssystem bereitzustellen, durch das dem Benutzer das aktuelle Putzergebnis umfassend und mit hoher Genauigkeit zur Verfügung gestellt werden kann, bei vorzugsweise einfachem, kostengünstigem Aufbau der Zahnbürste.

[0014] Der vorliegenden Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Zahnputznavigation und ein Computerprogramm bereitzustellen, durch das

dem Benutzer das aktuelle Putzergebnis umfassend und mit hoher Genauigkeit zur Verfügung gestellt werden kann, bei vorzugsweise einfachem, kostengünstigem Aufbau der Zahnbürste. Die Aufgabe wird für das Zahnputznavigationssystem mit den in Anspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst. Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 14 und bezüglich des Computerprogramms durch die Merkmale des Anspruchs 15 gelöst.

[0015] Die abhängigen Ansprüche und die nachfolgend beschriebenen Merkmale betreffen vorteilhafte Ausführungsformen und Varianten der Erfindung.

[0016] Es ist ein Zahnputznavigationssystem vorgesehen, aufweisend eine Zahnbürste, eine von der Zahnbürste separate optische Sensoreinrichtung zur Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste, und eine von der Zahnbürste separate und mit der optischen Sensoreinrichtung kommunikationsverbundene Wiedergabeeinrichtung, um Handlungsanweisungen und/oder Zustandsinformationen zum Zähneputzen auf Grundlage der von der optischen Sensoreinrichtung erfassten räumlichen Lage der Zahnbürste für einen Benutzer der Zahnbürste erkennbar wiederzugeben.

[0017] Unter einer räumlichen Lage (auch als "Pose" bekannt) ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Position und/oder Orientierung zu verstehen. Es kann daher vorgesehen sein, mittels der optischen Sensoreinrichtung die Position und/oder Orientierung der Zahnbürste zu erfassen.

[0018] Die Erfassung der räumlichen Lage ist vorzugsweise in Relation zu dem Gesicht eines Benutzers der Zahnbürste zu verstehen, insbesondere in Relation zu dem Gebiss des Benutzers der Zahnbürste, auch wenn dies nachfolgend nicht explizit erwähnt wird. Auf diese Weise kann die räumliche Lage der Zahnbürste bezogen auf die Zähne oder Zahnflächen des Benutzers erfasst werden.

[0019] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Zahnbürste wenigstens einen Druckindikator zur optischen Bürstendruckanzeige aufweist, wobei die optische Sensoreinrichtung eingerichtet ist, die Bürstendruckanzeige des Druckindikators als optischen Marker bei der Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste zu verwenden.

[0020] Der Vorteil des vorgenannten Zahnputznavigationssystems besteht darin, dass der Bürstenstiel der Zahnbürste ergonomischer gestaltet werden kann, da auf die Sensorik zur Erfassung der Bürstenposition innerhalb der Zahnbürste verzichtet werden kann. Vorzugsweise kann der Bürstenstiel dadurch wie bei einer konventionellen Handzahnbürste gestaltet werden.

[0021] Weiterhin können die Kosten für ein entsprechendes Produkt dadurch reduziert werden, dass auf aufwendige elektrische und elektronische Komponenten in der Zahnbürste verzichtet werden kann.

[0022] Dadurch, dass die externe bzw. von der Zahnbürste separate Sensoreinrichtung die Bürstendruckanzeige des Druckindikators der Zahnbürste als optischen

Marker verwendet, kann die Genauigkeit der Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste deutlich verbessert werden. Der Druckindikator kann daher einerseits den Benutzer bei der Handhabung der Zahnbürste unterstützen und andererseits die Lageerkennung der Zahnbürste für die Zahnputznavigation verbessern.

[0023] Bei der Zahnbürste kann es sich im Rahmen der Erfindung grundsätzlich um eine beliebige Zahnbürste handeln, also beispielsweise auch um eine Elektrozahnbürste (z. B. Rotationszahnbürste, Schallzahnbürste, Ultraschallzahnbürste).

[0024] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann allerdings vorgesehen sein, dass die Zahnbürste eine Handzahnbürste ist.

[0025] Unter einer Handzahnbürste wird im Rahmen der Erfindung insbesondere eine rein manuell betätigbare Zahnbürste verstanden. Die Borsten bzw. der Borstenaufsatz der Handzahnbürste ist daher vorzugsweise nicht angetrieben (weder rotierend, vibrierend oder auf sonstige Weise).

[0026] Unter den Begriff "Handzahnbürste" können insbesondere Zahnbürsten fallen, die keinerlei elektronische Bauteile, wie beispielsweise LEDs, elektronische Sensoren, elektrische Antriebe oder elektrochemische Energiespeicher, aufweist.

[0027] Die Verwendung einer Handzahnbürste kann die erfindungsgemäßen Vorteile kumulativ weiter verbessern, da die Elektronik bzw. die Anforderungen an die Elektronik in der Zahnbürste weiter reduziert sein können. Vorzugsweise kann daher auf elektrische bzw. elektronische Komponenten in der Zahnbürste vollständig verzichtet werden.

[0028] Nicht zuletzt legen Umfragen (z.B. forsa-Umfrage im Jahr 2013 mit 60% Nutzern von Handzahnbürsten in der deutschen Bevölkerung) nahe, dass ein großer Anteil der Verbraucher trotz nachgewiesener Vorteile elektrischer Zahnbürsten bezüglich der Effektivität der Zahnreinigung aus unterschiedlichen Gründen bei der grundsätzlichen Verwendung der Handzahnbürste bleibt. Neuesten Studien zufolge hat sich außerdem überraschend gezeigt, dass die Effektivität der Plaqueentfernung beim Zähneputzen durch eine Schallaktivierung einer Schallzahnbürste nicht verbessert wird (vgl. Zahnärztliche Mitteilungen (zm), Ausgabe 5 vom 01.03.2022, Seiten 18/19).

[0029] Insbesondere eine Navigationsunterstützung für eine Handzahnbürste kann daher vorteilhaft sein und ist im Stand der Technik bislang noch unbekannt.

[0030] Bei dem Druckindikator kann es sich grundsätzlich um einen Druckindikator beliebiger Bauweise handeln. Beispielsweise kann der Druckindikator einen elektronischen Drucksensor und eine elektronische Anzeigeeinrichtung aufweisen (z. B. eine ein- oder mehrfarbige LED oder einen entsprechenden LED-Ring).

[0031] Vorzugsweise ist der Druckindikator allerdings als passiver Druckindikator ausgebildet, insbesondere um den Bürstenandruck auf rein chemische und/oder mechanische Weise optisch anzuzeigen. In diesem Fall

kann in der Zahnbürste vorzugsweise auf jegliche Elektronik verzichtet werden. Insbesondere auch ein elektrischer Energiespeicher (z. B. Batterie oder Akkupack) zur elektrischen Versorgung des Druckindikators kann entfallen.

[0032] Vorzugsweise ist ein Druckindikator vorgesehen, der eine Änderung des Bürstenandrucks reversibel und ohne Verwendung elektrischer oder elektronischer Komponenten anzuzeigen vermag.

[0033] Vorzugsweise ist der Druckindikator ausgebildet, die Indikation bzw. Anzeige des Bürstenandrucks unmittelbar mit der sensorischen Erfassung des Bürstenandrucks zu kombinieren. Der Druckindikator vereint daher vorzugsweise die Bürstendruckanzeige unmittelbar mit der Drucksensorik. Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass der Druckindikator einen signalabgebenden Abschnitt und einen druckaufnehmenden Abschnitt aufweist, die vorzugsweise identisch sind, sich räumlich überlappen oder zumindest unmittelbar aneinander angrenzen.

[0034] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann insbesondere vorgesehen sein, dass der Druckindikator wenigstens ein piezochromes Bauteil aus einem piezochromen Material aufweist.

[0035] Es kann somit vorzugsweise vorgesehen sein, dass die durch den Bürstenandruck bewirkte Druckkraft mindestens eine bestimmte Farbe des vorgenannten piezochromen Bauteils und/oder Materials für die Bürstendruckanzeige bewirkt. Der Bürstenandruck kann daher für den Benutzer der Zahnbürste und ggf. die optische Sensoreinrichtung besonders einfach ablesbar sein.

[0036] Die optische Sensoreinrichtung kann eingerichtet sein, eine Farbe des Druckindikators als optischen Marker zu erfassen, insbesondere die Farbe des vorgenannten piezochromen Bauteils bzw. Materials.

[0037] Zur Anzeige von Putzandruckkräften kann daher in der vorliegenden Erfindung vorzugsweise ein Material dienen, das physikalische Merkmale der Piezochromie aufweist. Die Piezochromie ist die Eigenschaft von Festkörpern, bei Einwirkung von Druck die Farbe zu ändern. Diese Farbänderung ist in der Regel reversibel.

[0038] Als piezochromes Material kann zum Beispiel Flüssigkristall von Cholesteryl-Estern zur Anwendung kommen. Weitere mögliche piezochrome Materialien, die im Rahmen der Erfindung eingesetzt werden können, werden in der DE 10 2009 035 363 A1 beschrieben und erläutert, deren diesbezüglicher Offenbarungsgehalt durch Bezugnahme in die vorliegende Beschreibung integriert sei. Grundsätzlich kann insbesondere jedes piezochrome Material mit Farbänderungen unter der Einwirkung von üblichen Putzandruckkräften und mit Schaltgeschwindigkeiten bezüglich des Farbwechsels im Sekundenbereich nach dem Stand der Technik für die Erfindung verwendbar sein.

[0039] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Druckindikator auf einer Oberfläche der Zahnbürste, insbesondere auf der Oberfläche eines Bürstenstiels der Zahnbürste, aufgebracht

und/oder enthalten ist.

[0040] Der Druckindikator kann grundsätzlich an einer beliebigen Stelle der Zahnbürste angeordnet sein, die sich für eine Erkennung durch die Sensoreinrichtung eignen kann (z. B. am Bürstenhals) - gegebenenfalls sogar am Bürstenkopf (z. B. auf der von den Borsten abgewandten Seite des Bürstenkopfes).

[0041] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Druckindikator zumindest abschnittsweise von einer transparenten Schicht abgedeckt und/oder umhüllt ist.

[0042] Auf diese Weise kann der Druckindikator vor mechanischen und/oder chemischen Beschädigungen geschützt und für den Benutzer und/oder die Sensoreinrichtung dennoch gut erkennbar sein.

[0043] Es kann vorgesehen sein, dass der Druckindikator bzw. die Bürstendruckanzeige zumindest abschnittsweise um die Zahnbürste umlaufend angeordnet ist, insbesondere teilringförmig oder vollständig ringförmig um die Zahnbürste umlaufend angeordnet ist. Somit kann eine besonders gute Erkennbarkeit unabhängig von der Orientierung der Zahnbürste ermöglicht werden.

[0044] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Zahnbürste wenigstens eine Referenzmarkierung aufweist, insbesondere eine statische Referenzmarkierung, die von der Sensoreinrichtung zusätzlich zu der Bürstendruckanzeige bei der Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste verwendbar ist.

[0045] Vorzugsweise weist die die Referenzmarkierung wenigstens zwei unterschiedliche Farbwerte und/oder wenigstens zwei unterschiedliche graphische Darstellungen auf, die entlang des Umfangs der Zahnbürste verteilt sind. Auf diese Weise kann eine Orientierung bzw. Ausrichtung der Zahnbürste einfacher für die Sensoreinrichtung erkennbar sein.

[0046] Die Referenzmarkierung kann für eine besonders gute Erkennbarkeit für die Sensoreinrichtung zumindest abschnittsweise um die Zahnbürste umlaufend angeordnet sein, insbesondere teilringförmig oder vollständig ringförmig um die Zahnbürste umlaufend angeordnet sein.

[0047] Die optische Sensoreinrichtung kann für die Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste wenigstens einen optischen Sensor in grundsätzlich beliebiger Bauweise aufweisen.

[0048] Die optische Sensoreinrichtung kann beispielsweise eine digitale Kamera aufweisen, bzw. der wenigstens eine optische Sensor kann als elektronischer Bildwandler einer Digitalkamera ausgebildet sein.

[0049] Die optische Sensoreinrichtung kann in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung Bestandteil eines mobilen Endgeräts sein, beispielsweise eines Mobiltelefons bzw. Smartphones.

[0050] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann insbesondere vorgesehen sein, dass die optische Sensoreinrichtung für die Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste ein 3D-Kamerasystem aufweist.

[0051] Bei dem 3D-Kamerasystem kann es sich grundsätzlich um ein beliebiges Kamerasystem handeln (z. B. ein Stereokamerasystem). Vorzugsweise ist ein TOF-Kamerasystem vorgesehen.

[0052] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die optische Sensoreinrichtung eingerichtet ist, zusätzlich zu der räumlichen Lage der Zahnbürste den von dem Druckindikator angezeigten Bürstendruck zu erfassen.

[0053] Die optische Sensoreinrichtung kann daher beispielsweise aus der Farbe des Druckindikators bzw. der Bürstendruckanzeige (z. B. aus der Farbe des vorgenannten piezochromen Bauteils bzw. Materials) auf den aktuellen Bürstendruck schließen.

[0054] Der von der optischen Sensoreinrichtung erfasste Bürstendruck kann anschließend beispielsweise der Wiedergabeeinrichtung bereitgestellt werden, um dem Benutzer den Bürstendruck zusätzlich zu der Bürstendruckanzeige über die Wiedergabeeinrichtung zu präsentieren und/oder um den Bürstendruck mit den erfassten Lageinformationen der Zahnbürste zu kombinieren, um dem Benutzer noch bessere Handlungsanweisungen und Zustandsinformationen zum Putzfortschritt zu präsentieren.

[0055] Bei der Wiedergabeeinrichtung kann es sich grundsätzlich um eine beliebige Wiedergabeeinrichtung handeln, beispielsweise auch um eine akustische Wiedergabeeinrichtung zur Wiedergabe von akustischen, beispielsweise maschinell gesprochenen Anweisungen und Informationen. Vorzugsweise ist allerdings eine optische Wiedergabeeinrichtung vorgesehen (optional ergänzt durch eine akustische Informationsübermittlung), beispielsweise ein optisches Display, vorzugsweise ein optisches Display eines mobilen Endgeräts.

[0056] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Wiedergabeeinrichtung eingerichtet ist, Kiefersegmente, Zähne oder Zahnflächen optisch darzustellen, um die Handlungsanweisungen und/oder Zustandsinformationen anhand einzelner Zähne oder Zahnflächen besonders anschaulich darstellen zu können.

[0057] Vorzugsweise werden alle vier Kiefersegmente dargestellt, besonders bevorzugt werden alle Zähne des Kiefers dargestellt, ganz besonders bevorzugt werden alle Zahnflächen der Zähne des Kiefers dargestellt. Die Darstellung der Kiefersegmente, Zähne oder Zahnflächen kann auch abstrahiert sein (beispielsweise durch Kreise oder Symbole).

[0058] Insbesondere können von der Wiedergabeeinrichtung buccale und/oder orale und/oder okklusale und/oder inzisale Zahnflächen und/oder Interdentalräume optisch dargestellt werden.

[0059] Die Informationen können von der Wiedergabeeinrichtung bevorzugterweise spiegelbildlich dargestellt werden. Hieraus resultiert der Vorteil, dass dem Benutzer aufgrund des gewohnheitsmäßigen Anblicks eines Spiegelbildes die räumliche Orientierung in Bezug auf die verwendete Zahnbürste erleichtert wird.

[0060] Die Darstellung der Kiefersegmente, Zähne oder Zahnflächen kann individualisierbar sein. Beispielsweise können über eine Eingabevorrichtung Lücken, Zahnersatz etc. eingegeben und anschließend von der Wiedergabeeinrichtung angezeigt werden. Beispielsweise kann die Wiedergabeeinrichtung hierfür als Touchscreen ausgebildet sein.

[0061] Die aktuelle räumliche Lage der Zahnbürste gemäß Erfassung durch die Sensoreinrichtung kann von der Wiedergabeeinrichtung durch ein grafisches Symbol (z. B. eine stilisierte Zahnbürste) neben oder auf den Kiefersegmenten, Zähnen oder Zahnflächen angezeigt werden. Alternativ oder zusätzlich können die aktuell bearbeiteten Bereiche hervorgehoben werden (z. B. durch Darstellung in einer anderen Farbe).

[0062] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Wiedergabeeinrichtung eingerichtet ist, die Darstellung der Kiefersegmente, Zähne oder Zahnflächen in Abhängigkeit der aktuellen und/oder früheren von der optischen Sensoreinrichtung erfassten räumlichen Lage der Zahnbürste und/oder in Abhängigkeit des Bürstendrucks zu verändern. Die Lokalisation der dargestellten Kiefersegmente, Zähne oder Zahnflächen, auf denen die vorgenannten Änderungen vorgenommen werden, hängt vorzugsweise von der erfassten Lage der Zahnbürste ab.

[0063] Insbesondere können Helligkeit und/oder Sättigung und/oder Farbton mindestens einer Farbe und/oder Dichte von grafischen Zeichen bzw. Mustern in Abhängigkeit der aktuellen und/oder früheren von der optischen Sensoreinrichtung erfassten räumlichen Lage der Zahnbürste und/oder in Abhängigkeit des Bürstendrucks verändert werden. Die Änderungen können insbesondere als Maß für das Putzergebnis und/oder als Bürstendruckkontrolle dienen.

[0064] Auf diese Weise kann eine Verbesserung der mittels Zahnbürste durchgeführten Mundhygiene dadurch erreicht werden, dass dem Benutzer das aktuelle Putzergebnis während des Zähneputzens in anschaulicher Weise und bezogen auf die einzelnen Kiefersegmente, Zähne oder Zahnflächen angezeigt wird.

[0065] Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass entweder die vorgenannten Änderungen (z. B. Farb- bzw. Dichtewerte) je Kiefersegment, Zahn oder Zahnfläche einheitlich oder bei entsprechender Genauigkeit der Sensoreinrichtung innerhalb eines Kiefersegments, Zahns oder einer Zahnfläche mehr oder weniger ausgedehnt heterogen verändert werden.

[0066] Die vorgenannten Änderungen können außerdem entweder in kontinuierlicher oder in diskreter Weise erfolgen. Insbesondere ist auch eine zweistufige bzw. "binäre" Anzeige möglich, um Bereiche wahlweise als geputzt oder ungeputzt darzustellen oder um in einem Bereich einen zu hohen Bürstendruck zu signalisieren.

[0067] Die Wiedergabeeinrichtung kann eingerichtet sein, die vorgenannten Änderungen in dem Bereich vorzunehmen, der gemäß Erfassung der Sensoreinrichtung dem tatsächlich mit der Zahnbürste bearbeiteten Bereich

entspricht. Hierbei können die Kiefersegmente, Zähne oder Zahnflächen beispielsweise zunächst in einer beliebigen Farbe, zum Beispiel Rot, angezeigt werden, wobei die Farbe Rot dabei die auf den Zahnflächen haftenden Zahnbeläge symbolisiert. Beim Fortschreiten des Zähneputzens kann diese ursprüngliche Farbe bei Erreichen definierter Werte der Sensordaten beispielsweise zunächst rosa (was dem Benutzer eine Abnahme des Zahnbelags signalisiert) und schließlich weiß (was dem Benutzer Belagsfreiheit und somit ein sehr gutes Putzergebnis anzeigt) dargestellt werden. Auf ähnliche Weise können auch Änderungen von grafischen Zeichen, wie zum Beispiel die Abschwächung der Dichte einer Schraffur oder eines Karomusters, zur Anzeige des Putzergebnisses dienen.

[0068] Die vorgenannten Änderungen können von der mittels der Sensoreinrichtung erfassten Bewegungstechnik der Bürste abhängen. Zum Beispiel kann eine erfasste richtige Bürsttechnik (also mit kreisenden Bewegungen) eine stärkere Zunahme der Farbhelligkeit bewirken als eine falsche Bürsttechnik (also mit geraden, schrubbenden Bewegungen).

[0069] Es kann vorgesehen sein, dass mittels einer Zeitmessvorrichtung des Zahnputznavigationssystems (z. B. einer Zeitmessvorrichtung der Sensoreinrichtung, der Wiedergabeeinrichtung und/oder der nachfolgend noch genannten Steuereinrichtung) die Dauer eines von der Sensoreinrichtung erfassten Bürstenandrucks ermittelt wird. Vorzugsweise kann dann das Ausmaß für die vorgenannten Änderungen der Kiefersegmente, Zähne oder Zahnflächen in Abhängigkeit von der Stärke des Bürstenandrucks und/oder von der Zeitdauer des Bürstenandrucks von der Wiedergabeeinrichtung bestimmt werden.

[0070] Es hat sich gezeigt, dass der Bürstenandruck wesentlich zum Putzergebnis beiträgt. Neben der Navigationsfähigkeit im Mundraum gilt es daher, dem Benutzer auch zu vermitteln, stets den korrekten Bürstenandruck zu verwenden. So können beispielsweise Kiefersegmente, Zähne oder Zahnflächen bei Verwendung des optimalen Bürstenandrucks schneller als vollständig gereinigt angezeigt werden als bei Verwendung eines zu geringen oder zu starken Bürstenandrucks.

[0071] Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die von der Sensoreinrichtung erfassten Daten der Stärke des Bürstenandrucks und die Zeitdauer des Bürstenandrucks im umgekehrten Verhältnis zueinander ausgewertet werden. Hierbei wird die Zeitmessung sinnvollerweise zum Beispiel dann gestartet, wenn ein erfassbarer Bürstenandruck vorliegt, und dann beendet, sobald kein Bürstenandruck mehr erfasst wird. Das bedeutet, dass je höher der eine Wert ist, desto kleiner der andere Wert sein muss, um das gleiche Putzergebnis zu erreichen. Zum Beispiel: je höher der Bürstenandruck ist, desto kürzer muss gebürstet werden, um die gleiche Wirkung zu erzielen.

[0072] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Zahnputznavigationssystem

außerdem eine von der Zahnbürste separate Steuereinrichtung aufweist, die mit der optischen Sensoreinrichtung und der Wiedergabeeinrichtung kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, die von der optischen Sensoreinrichtung erfassten Informationen zu verarbeiten und der Wiedergabeeinrichtung verfügbar zu machen.

[0073] Die Steuereinrichtung kann als Mikroprozessor ausgebildet sein. Anstelle eines Mikroprozessors kann aber auch eine beliebige weitere Einrichtung zur Implementierung der Steuereinrichtung vorgesehen sein, beispielsweise eine oder mehrere Anordnungen diskreter elektrischer Bauteile auf einer Leiterplatte, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) oder eine sonstige programmierbare Schaltung, beispielsweise auch ein Field Programmable Gate Array (FPGA) und/oder ein handelsüblicher Computer.

[0074] Die Steuereinrichtung kann vorzugsweise alle Aufgaben zur Informationsverarbeitung und Informationsspeicherung, insbesondere alle Rechenaufgaben, innerhalb des Zahnputznavigationssystems erfüllen. Die Steuereinrichtung kann allerdings auch nur einen Teil dieser Aufgaben erfüllen. Die Informationsverarbeitung und Informationsspeicherung können innerhalb des Zahnputznavigationssystems auch dezentral verteilt sein, beispielsweise auf die Sensoreinrichtung und die Wiedergabeeinrichtung, die jeweilige Steuereinheiten aufweisen. Grundsätzlich kann auch die Steuereinrichtung dezentral innerhalb des Zahnputznavigationssystems verteilt sein.

[0075] Vorzugsweise handelt es sich bei der Steuereinrichtung um einen Mikroprozessor eines mobilen Endgeräts, beispielsweise eines Mobiltelefons.

[0076] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung eingerichtet ist, frontale und/oder in-Aufsicht und/oder seitliche digitale Bildaufnahmen der Zähne des Benutzers für die Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste und zur Lokalisation der von der Wiedergabeeinrichtung dargestellten Zahnflächen, auf denen optische Veränderungen vorgenommen werden, zu verarbeiten.

[0077] Die Steuereinrichtung kann insbesondere eingerichtet sein, die erfassten Lageinformationen der Sensoreinrichtung betreffend die Zahnbürste mit der räumlichen Lage des Benutzers (insbesondere seines Kopfes bzw. Gebisses) zu verknüpfen und daher die relative Lage der Zahnbürste zu Gebisssegmenten, Zähnen oder Zahnflächen des Benutzers zu bestimmen.

[0078] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die optische Sensoreinrichtung, die Wiedergabeeinrichtung und/oder die Steuereinrichtung in einer gemeinsamen elektronischen Einrichtung enthalten sind.

[0079] Vorzugsweise handelt es sich bei der gemeinsamen elektronischen Einrichtung um ein mobiles Endgerät, insbesondere ein Mobiltelefon oder einen Tabletcomputer.

[0080] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vor-

gesehen sein, dass das Zahnputznavigationssystem eine Haltevorrichtung zur Befestigung oder zumindest zur Aufstellung der optischen Sensoreinrichtung und/oder der Wiedergabeeinrichtung an oder auf einer umgebenden Struktur aufweist. Insbesondere kann die Haltevorrichtung ausgebildet sein, die gemeinsame elektronische Einrichtung aufzunehmen (beispielsweise das vorstehend erwähnte mobile Endgerät).

[0081] Die Haltevorrichtung kann vorzugsweise wenigstens einen Saugnapf aufweisen, um die optische Sensoreinrichtung und/oder die Wiedergabeeinrichtung, insbesondere die gemeinsame elektronische Einrichtung, an einer glatten Oberfläche, wie beispielsweise einem (Badezimmer)spiegel, zu befestigen.

[0082] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Zahnputznavigation, aufweisend zumindest die folgenden Verfahrensschritte:

- Erfassen der räumlichen Lage einer Zahnbürste mittels einer von der Zahnbürste separaten optischen Sensoreinrichtung unter Verwendung einer optischen Bürstendruckanzeige eines an der Zahnbürste angeordneten Druckindikators als optischer Marker; und
- Wiedergeben von Handlungsanweisungen und/oder Zustandsinformationen zum Zähneputzen auf Grundlage der erfassten räumlichen Lage der Zahnbürste für einen Benutzer der Zahnbürste mittels einer von der Zahnbürste separaten und mit der optischen Sensoreinrichtung kommunikationsverbundenen Wiedergabeeinrichtung.

[0083] Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass ein Benutzer zum Zeitpunkt der Zahnpflege mittels Zahnbürste ein deutliches und anschauliches Bild über sein aktuelles Putzergebnis erhält und bei nicht ausreichendem Putzergebnis sofort zur Erzielung einer guten Mundhygiene dagegensteuern kann.

[0084] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Verfahren in Zahnarztpraxen bzw. Zahnprophylaxezentren als Trainingshilfsmittel für Kinder und Jugendliche zur Verbesserung der Mundhygiene eingesetzt werden kann, wobei ein Benutzer durch die anschauliche und einheitliche bildliche Darstellung intuitiv geführt wird, was die Motivation verstärkt.

[0085] Die Erfindung betrifft auch ein Computerprogramm, umfassend Steuerbefehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Steuereinrichtung (z. B. die vorstehend erwähnte Steuereinrichtung) diese veranlassen, das Verfahren gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Darlegungen auszuführen.

[0086] Bei dem Computerprogramm handelt es sich vorzugsweise um eine Anwendungssoftware für ein mobiles Endgerät (insbesondere unter der Bezeichnung "App" bekannt).

[0087] Mittels des Computerprogramms und/oder der Steuereinrichtung können die optische Sensoreinrichtung und/oder die Wiedergabeeinrichtung aktiviert wer-

den. Fernen können über das vorgenannte Computerprogramm und/oder die Steuereinrichtung Lage und/oder Bewegung und/oder Bürstenandruck des Bürstenkopfes der Zahnbürste, und insbesondere des Borstenfeldes, errechnet und optisch dargestellt werden.

[0088] Merkmale, die im Zusammenhang mit einem der Gegenstände der Erfindung, namentlich gegeben durch das erfindungsgemäße Zahnputznavigationssystem, das Verfahren zur Zahnputznavigation und das Computerprogramm beschrieben wurden, sind auch für die anderen Gegenstände der Erfindung vorteilhaft umsetzbar. Ebenso können Vorteile, die im Zusammenhang mit einem der Gegenstände der Erfindung genannt wurden, auch auf die anderen Gegenstände der Erfindung bezogen werden.

[0089] Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass Begriffe wie "umfassend", "aufweisend" oder "mit" keine anderen Merkmale oder Schritte ausschließen. Ferner schließen Begriffe wie "ein" oder "das", die auf eine Einzelzahl von Schritten oder Merkmalen hinweisen, keine Mehrzahl von Merkmalen oder Schritten aus - und umgekehrt.

[0090] In einer puristischen Ausführungsform der Erfindung kann allerdings auch vorgesehen sein, dass die in der Erfindung mit den Begriffen "umfassend", "aufweisend" oder "mit" eingeführten Merkmale abschließend aufgezählt sind. Dementsprechend kann eine oder können mehrere Aufzählungen von Merkmalen im Rahmen der Erfindung als abgeschlossen betrachtet werden, beispielsweise jeweils für jeden Anspruch betrachtet. Die Erfindung kann beispielsweise ausschließlich aus den in Anspruch 1 genannten Merkmalen bestehen.

[0091] Es sei erwähnt, dass Bezeichnungen wie "erstes" oder "zweites" etc. vornehmlich aus Gründen der Unterscheidbarkeit von jeweiligen Vorrichtungs- oder Verfahrensmerkmalen verwendet werden und nicht unbedingt andeuten sollen, dass sich Merkmale gegenseitig bedingen oder miteinander in Beziehung stehen.

[0092] Ferner sei betont, dass die vorliegend beschriebenen Werte und Parameter Abweichungen oder Schwankungen von $\pm 10\%$ oder weniger, vorzugsweise $\pm 5\%$ oder weniger, weiter bevorzugt $\pm 1\%$ oder weniger, und ganz besonders bevorzugt $\pm 0,1\%$ oder weniger des jeweils benannten Wertes bzw. Parameters mit einschließen, sofern diese Abweichungen bei der Umsetzung der Erfindung in der Praxis nicht ausgeschlossen sind. Die Angabe von Bereichen durch Anfangs- und Endwerte umfasst auch all diejenigen Werte und Bruchteile, die von dem jeweils benannten Bereich eingeschlossen sind, insbesondere die Anfangs- und Endwerte und einen jeweiligen Mittelwert.

[0093] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher beschrieben.

[0094] Die Figuren zeigen jeweils bevorzugte Ausführungsbeispiele, in denen einzelne Merkmale der vorliegenden Erfindung in Kombination miteinander dargestellt sind. Merkmale eines Ausführungsbeispiels sind auch losgelöst von den anderen Merkmalen des gleichen

Ausführungsbeispiels umsetzbar und können dementsprechend von einem Fachmann ohne Weiteres zu weiteren sinnvollen Kombinationen und Unterkombinationen mit Merkmalen anderer Ausführungsbeispiele verbunden werden.

[0095] In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0096] Es zeigen schematisch:

Figur 1 ein Zahnputznavigationssystem mit einer Zahnbürste, einer Sensoreinrichtung und einer Wiedergabeeinrichtung, wobei die Sensoreinrichtung und die Wiedergabeeinrichtung Komponenten einer gemeinsamen elektrischen Einrichtung sind, gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2 ein Zahnputznavigationssystem gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei die Sensoreinrichtung und die Wiedergabeeinrichtung als separate Komponenten ausgebildet sind;

Figur 3 eine Zahnbürste eines Zahnputznavigationssystems gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 4 eine Zahnbürste eines Zahnputznavigationssystems gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 5 eine Zahnbürste eines Zahnputznavigationssystems gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Figur 6 eine Zahnbürste eines Zahnputznavigationssystems gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0097] Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Zahnputznavigationssystems 1.

[0098] Das in den Ausführungsbeispielen gezeigte Zahnputznavigationssystem 1 weist eine Zahnbürste 2 auf, bei der es sich beispielhaft um eine reine Handzahnbürste zur manuellen Betätigung handelt. Die Zahnbürste 2 umfasst einen Bürstenkopf 3 mit einem Borstenfeld 4, der an einem Bürstenstiel 5 befestigt ist. Optional kann der Bürstenkopf 3 oder zumindest das Borstenfeld 4 austauschbar sein. Der Bürstenstiel 5 ist unterteilt in einen dem Bürstenkopf 3 zugewandten Bürstenhals 6 und einen Bürstengriff 7.

[0099] Im Bereich des Bürstenhalses 6 ist ein Druckindikator 8 zur optischen Bürstendruckanzeige angeordnet. Zur einfacheren Erkennbarkeit ist der Bürstenkopf 3 in Figur 1 geschnitten dargestellt. Der Druckindikator 8 weist in den Ausführungsbeispielen ein piezochromes Bauteil 9 aus einem piezochromen Material auf. Das pi-

ezochrome Bauteil 9 umfasst einen signalabgebenden Abschnitt 10, der erkennbar am Bürstenhals 6 angeordnet ist, und einen druckaufnehmenden Abschnitt 11, der im Bürstenkopf 3 aufgenommen ist. Der signalabgebende Abschnitt 10 ist vorzugsweise ringförmig um die Zahnbürste 2 umlaufend angeordnet, so dass die Bürstenandruckanzeige bzw. der Druckindikator 8 von allen Seiten gut erkennbar ist.

[0100] Außerdem weist die Zahnbürste 2 eine statische Referenzmarkierung 12 im Bereich des Bürstenhalses 6 auf, die vorzugsweise ebenfalls ringförmig um die Zahnbürste 2 umläuft. Die statische Referenzmarkierung 12 ist vorzugsweise in mehrere Segmente 13 unterteilt (beispielsweise in vier Segmente) mit jeweils unterschiedlicher Farbe oder unterschiedlichem graphischem Muster.

[0101] Führt der Benutzer die Zahnbürste 2 mit dem Bürstenkopf 3 in den Mund, verbleibt aufgrund der entsprechenden Dimensionierung der Zahnbürste 2 die Referenzmarkierung 12 und zumindest der signalabgebende Abschnitt 10 des piezochromen Bauteils 9 vorzugsweise auch beim Putzen der hintersten Molaren außerhalb des Mundes.

[0102] Das Zahnputznavigationssystem 1 weist außerdem eine von der Zahnbürste 2 separate optische Sensoreinrichtung 14 zur Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste 2 auf, sowie eine von der Zahnbürste 2 ebenfalls separate und mit der optischen Sensoreinrichtung 14 kommunikationsverbundene Wiedergabeeinrichtung 15, um Handlungsanweisungen und/oder Zustandsinformationen zum Zähneputzen auf Grundlage der von der optischen Sensoreinrichtung 14 erfassten räumlichen Lage der Zahnbürste 2 für einen Benutzer der Zahnbürste 2 erkennbar wiederzugeben.

[0103] Die optische Sensoreinrichtung 14 und die Wiedergabeeinrichtung 15 sind in dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel in einer gemeinsamen elektronischen Einrichtung 16 enthalten, die beispielhaft als Mobiltelefon bzw. Smartphone dargestellt ist.

[0104] Alternativ können die Sensoreinrichtung 14 und die Wiedergabeeinrichtung 15 auch separat ausgebildet sein, wie dies im Ausführungsbeispiel der Figur 2 angedeutet ist. Zur Kommunikationsverbindung kann bei einer verteilten Ausgestaltung ein jeweiliges Funkmodul 17 in der Sensoreinrichtung 14 und in der Wiedergabeeinrichtung 15 vorgesehen sein, um eine drahtlose Kommunikationsverbindung (z. B. Bluetooth oder WLAN) zwischen der Sensoreinrichtung 14 und der Wiedergabeeinrichtung 15 zu etablieren. Auch eine kabelgebundene Datenverbindung ist aber selbstverständlich möglich.

[0105] Die optische Sensoreinrichtung 14 ist eingerichtet, die Bürstendruckanzeige des Druckindikators 8 als optischen Marker bei der Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste 2 zu verwenden. Ergänzend kann die statische Referenzmarkierung 12 verwendet werden. Auf vorteilhafte Weise kann dadurch mittels der Sensoreinrichtung 14 außerdem auch der von dem Druckindikator 8 angezeigte Bürstenandruck erfasst werden.

[0106] Bei der optischen Sensoreinrichtung 14 kann es sich beispielsweise um die Frontkamera eines Mobiltelefons 16 handeln, wie im Ausführungsbeispiel der Figur 1 dargestellt. Bei dem optischen Sensor 18 der Sensoreinrichtung kann es sich daher um den elektronischen Bildwandler der Frontkamera des Mobiltelefons 16 handeln.

[0107] Es kann ein 3D-Kamerasystem zur Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste 2 vorteilhaft sein, vorzugsweise ein TOF-Kamerasystem, beispielsweise wenn die Sensoreinrichtung 14 und die Wiedergabeeinrichtung 15 separat ausgeführt sind, wie in Figur 2 dargestellt. Im Falle einer TOF-Kamera kann als optischer Sensor 18 somit beispielsweise ein Photomischdetektor (PMD-Sensor) vorgesehen sein. Optional kann die Sensoreinrichtung 14, insbesondere wenn die Sensoreinrichtung 14 ein TOF-Kamerasystem aufweist, eine Lichtquelle 19 aufweisen (vgl. Figur 2), um die Szene auszu-leuchten bzw. um Lichtpulse für das TOF-Kamerasystem bereitzustellen. Vorzugsweise ist eine Infrarotlichtquelle vorgesehen.

[0108] Das Zahnputznavigationssystem 1 umfasst vorzugsweise außerdem eine von der Zahnbürste 2 separate Steuereinrichtung 20, die mit der optischen Sensoreinrichtung 14 und der Wiedergabeeinrichtung 15 kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, die von der optischen Sensoreinrichtung 14 erfassten Informationen zu verarbeiten und der Wiedergabeeinrichtung 15 verfügbar zu machen. Bei der Steuereinrichtung 20 handelt es sich vorzugsweise um eine Steuereinrichtung 20 der gemeinsamen elektronischen Einrichtung 16, also beispielsweise um einen Mikroprozessor des Mobiltelefons 16 in Figur 1. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung 20 Teil der optischen Sensoreinrichtung 14 und/oder der Wiedergabeeinrichtung 15 ist bzw. dass eine dieser Einrichtungen 14, 15 die Steuerung maßgeblich oder vollständig übernimmt (z. B. bei einer verteilten Anordnung gemäß Figur 2). So sind in Figur 2 beispielhaft zwei Steuereinrichtungen 20 gezeigt - eine erste Steuereinrichtung 20 in der Sensoreinrichtung 14 und eine zweite Steuereinrichtung 20 in der Wiedergabeeinrichtung. Beide Steuereinrichtungen 20 können mit dem jeweiligen Funkmodul 17 verbunden und dadurch eingerichtet sein, miteinander zu kommunizieren bzw. Informationen und/oder Steuerbefehle auszutauschen.

[0109] Es kann vorzugsweise ein Computerprogramm vorgesehen sein, insbesondere eine Anwendungssoftware (eine so genannte "App") für ein mobiles Endgerät, umfassend Steuerbefehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Steuereinrichtung 20 diese veranlassen, ein geeignetes Verfahren zur Zahnputznavigation auszuführen.

[0110] Nach dem Starten des Computerprogramms bzw. der Anwendungssoftware über die Steuereinrichtung 20 kann die optische Sensoreinrichtung 14, also die digitale Kamera des Mobiltelefons 16 (oder ein sonstiger optischer Sensor 18 einer separaten digitalen Kamera)

aktiviert werden.

[0111] Zur Erfassung aller relevanten optischen Signale (Referenzmarkierung 12, Bürstendruckanzeige des piezochromen Bauteils 9 und ggf. Gesicht bzw. Gebiss des Benutzers) mittels der optischen Sensoreinrichtung 14 kann das Mobiltelefon 16 oder die separate Sensoreinrichtung 14 vorzugsweise etwas oberhalb des Kopfes frontal vor dem Benutzer positioniert sein.

[0112] Putzt nun zum Beispiel der Benutzer mit der Zahnbürste 2 die Außenfläche (buccal) des rechten, oberen, hintersten Molaren (hinterster Zahn), so kann die Position des Bürstenkopfes 3 folgendermaßen ermittelt werden. Zunächst bestimmt die Steuereinrichtung 20 mittels des Computerprogramms aus den mittels der optischen Sensoreinrichtung 14 erfassten optischen Daten von den der Sensoreinrichtung 14 zugewandten Segmenten 13 und der Distanz der Referenzmarkierung 12 zur Mundpartie den Bereich, z. B. die hintersten beiden Zähne im Mund, an dem sich der Bürstenkopf 3 befindet. Hierbei dienen außerdem die im Computerprogramm abgespeicherten Werte für die Dimensionen der Zahnbürste 2, deren Komponenten und der Referenzmarkierung 12, beispielsweise unter Anwendung photogrammetrischer Hilfsmittel und Markierungen, als Bezugsgrößen zur möglichst genauen Bestimmung des Positionsbereichs bezüglich des geputzten Zahnes oder der Zahngruppe und der jeweiligen Flächenlage. Bezüglich der Zahnflächenlage kann zwischen außen (buccal, labial), innen (lingual, palatinal) und Kau- oder Schneidefläche (okklusal, inzisal) unterschieden werden. Des Weiteren werden beispielsweise digitale Aufnahmen der Zähne des Benutzers von der Seite, von vorne und in Aufsicht erstellt und in der Steuereinrichtung 20 abgespeichert. Mittels des Computerprogramms kann dann der Abgleich der zunächst bestimmten Positionswerte für den Bürstenkopf 3 mit den individuellen abgespeicherten Bildern des Gebisses zu einer noch genaueren Positionsbestimmung führen, so dass das Computerprogramm im Beispiel den letzten oberen rechten Molar als geputzten Zahn und hierbei die Außenfläche (buccal) als geputzte Zahnfläche festlegt.

[0113] Weiterhin übt der Benutzer im Beispiel mit seiner Hand über den Bürstengriff 7 und den Bürstenkopf 3 beim Putzen einen Druck auf die äußere Zahnfläche des Zahnes aus. Hierbei wird durch das Andrücken der Zahnbürste 2 mit dem Borstenfeld 4 gegen den Zahn über den druckaufnehmenden Abschnitt 11 des piezochromen Bauteils 9 eine Druckkraft auf das piezochrome Material ausgeübt. In diesem Beispiel weist das piezochrome Bauteil 9 vorzugsweise einen Hohlkörper auf, in dessen Hohlraum sich das piezochrome Material befindet. Das piezochrome Material ist so ausgewählt, dass es bei bestimmten ausgeübten Druckkräften in reproduzierbarer Weise eine bestimmte Farbe annimmt, bei einer Farbwechselfähigkeit im Sekundenbereich.

[0114] Aufgrund einer vorzugsweise transparenten Begrenzung des Hohlkörpers des piezochromen Bauteils 9 und des Zahnbürstenmaterials gibt das piezochro-

me Material seine aktuelle Farbe als optisches Signal nach außen ab, wobei die dadurch erzeugte Bürstendruckanzeige über die optische Sensoreinrichtung 14 erfasst und an die Steuereinrichtung 20 übertragen wird. Aus der im Computerprogramm festgelegten Zuordnung von Werten für die Bürstendruckkraft zu den entsprechenden Farben des piezochromen Materials wird hierbei durch das Computerprogramm ein Wert für die Andruckkraft des Borstenfeldes 4 ermittelt.

[0115] Über die optische Wiedergabeeinrichtung 15, bei der es sich im Ausführungsbeispiel der Figur 1 um das optische Display des Mobiltelefons 16 und im Ausführungsbeispiel der Figur 2 um ein separates Display handelt, kann ein Zahnschema 21 aus einzelnen Zähnen 22 oder Zahnflächen dargestellt werden. Aufgrund des Computerprogramms, das die erfassten Werte für die räumliche Lage des Bürstenkopfes 3 und den Bürstenandruck verarbeitet und entsprechende Daten zur Steuerung der optischen Wiedergabeeinrichtung 15 an die Steuereinrichtung 20 überträgt, kann dem Benutzer schließlich eine Zahnputznavigation zur Verfügung gestellt werden; und zwar dadurch, dass durch optische Veränderungen auf der Zahnfläche 22 im Zahnschema 21, die der tatsächlich im Mund geputzten Zahnfläche entspricht, dem Benutzer ein aktuelles Putzergesamt angezeigt wird.

[0116] Die optische Veränderung auf der im Zahnschema 21 dargestellten Zahnfläche 22 kann zum Beispiel in der Weise erfolgen, dass sich die Farbe der dargestellten Zahnfläche 22 mit Fortschreiten der mittels einer Zeitmessvorrichtung erfassten Putzdauer und/oder mit der Erhöhung der Bürstenandruckkraft von dunkel nach hell verändert. Darüber hinaus können zusätzlich die Bewegungen der Referenzmarkierung 12 beim Zähneputzen in der Weise mittels der optischen Sensoreinrichtung 14 erfasst und über die Steuereinrichtung 20 verarbeitet werden, dass das Ausmaß der Effektivität des Zähneputzens mittels der optischen Wiedergabeeinrichtung 15 angezeigt wird.

[0117] Sowohl das Mobiltelefon 16 gemäß Figur 1 als auch die Sensoreinrichtung 14 und Wiedergabeeinrichtung 15 gemäß Figur 2 können über eine jeweilige Haltevorrichtung 23 mit einem oder mehreren Saugnäpfen 24 an einer glatten Oberfläche (z. B. einem Spiegel, einer Fliese etc.) befestigt werden.

[0118] In den Figuren 3 bis 6 werden - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - weitere Ausführungsbeispiele des Zahnputznavigationssystems 1 dargestellt. Insbesondere sollen verschiedene Möglichkeiten zur Druckapplikation auf das piezochrome Material vorgeschlagen werden. Daher ist zur Vereinfachung lediglich der vordere Abschnitt der Zahnbürste 2 in einer seitlichen Schnittdarstellung im Längsschnitt gezeigt. Die dargestellten Varianten sind nur exemplarisch zu verstehen, wobei zahlreiche weitere erfindungsgemäße Varianten der Druckapplikation auf das piezochrome Material von der Erfindung umfasst sind, die für das grundsätzliche Verständnis der Druckapplikation jedoch nicht alle darge-

stellt werden müssen.

[0119] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 befindet sich der druckaufnehmende Abschnitt 11 des piezochromen Bauteils 9 zwischen einer borstentragenden Lamelle 25 und einer starr mit dem Bürstenhals 6 verbundenen Rückenlamelle 26 des Bürstenkopfes 3. Hierbei sind die borstentragende Lamelle 25 und die Rückenlamelle 26 über wenigstens ein Bandedelement 27 in der Weise verbunden, dass die ausgeübte Bürstenandruckkraft unmittelbar auf den druckaufnehmenden Abschnitt 11 des piezochromen Bauteils 9 und hierdurch auf das darin enthaltene piezochrome Material übertragen wird. Infolgedessen ändert sich in gleicher Weise die Farbe des piezochromen Materials im signalabgebenden Abschnitt 10 des piezochromen Bauteils 9 im Bürstenhals 6.

[0120] Im Bereich des signalabgebenden Abschnitts 10 ist die Zahnbürste 2 um das piezochrome Bauteil 9 herum mit einer transparenten Schicht 28 versehen, so dass das piezochrome Bauteil 9 einerseits geschützt ist, die Farbe des piezochromen Materials aber dennoch als optisches Signal nach außen dringt.

[0121] In Figur 4 ist der druckaufnehmende Abschnitt 11 des piezochromen Bauteils 9 vorzugsweise in dem dem Bürstenhals 6 zugewandten, vorderen Abschnitt des Bürstengriffs 7 angeordnet, und zwar vorzugsweise auf der Rückenseite 29 des Bürstengriffs 7, an der beim normalen Gebrauch der Zahnbürste 2 im Allgemeinen die daumenoppositären Finger oder der Daumen und/oder ein Teil der Handfläche des Benutzers anliegen. Beim Andrücken der Zahnbürste 2 gegen die Zahnflächen entsteht dadurch eine resultierende Druckkraftkomponente über mindestens einen anliegenden Finger und/oder die Handfläche gegen den druckaufnehmenden Abschnitt 11 des piezochromen Bauteils 9. Diese Druckkraft überträgt sich in der Folge auf das piezochrome Material, das hierdurch seine Farbe wechselt. Der Farbwechsel wird dann über den signalabgebenden Abschnitt 10 im Bürstenhals 6 durch die transparente Schicht 28 hindurch als optisches Signal abgegeben.

[0122] Figur 5 zeigt eine Variante der Druckanwendung auf das piezochrome Material mit einer räumlichen Aussparung 30, die im Beispiel vorzugsweise keilförmig ausgebildet und in Figur 5 übertrieben dargestellt ist.

[0123] Die räumliche Aussparung 30 ist im rückseitigen Bereich des Bürstenhalses 6 angeordnet. In der räumlichen Aussparung 30 ist der druckaufnehmende Abschnitt 11 des piezochromen Bauteils 9 gelagert. Durch die Aussparung 30 wird der Bürstenhals 6 mechanisch in einen bürstenkopfnahen Abschnitt 31 und einen bürstenkopffernen Abschnitt 32 unterteilt.

[0124] Kommt es zur Anwendung von Druckkraft beim Zahnputzvorgang, verkleinert sich mechanisch bedingt der Winkel zwischen dem bürstenkopfnahen Abschnitt 31 und dem bürstenkopffernen Abschnitt 32 des Bürstenhalses 6. Hierdurch verengt sich die Aussparung 30, was einen entsprechenden Druck auf den druckaufnehmenden Abschnitt 11 des piezochromen Bauteils 9 ausübt. Das piezochrome Material verändert hierauf seine

Farbe, die über den direkt neben dem druckaufnehmenden Abschnitt 11 angeordneten signalabgebenden Abschnitt 10 als optisches Signal nach außen gesendet wird.

[0125] Figur 6 entspricht dem Ausführungsbeispiel der Figur 5, mit dem Unterschied, dass sich neben der Ausparung 30 ein Gelenk 33 befindet, vorzugsweise ein Scharnier (beispielsweise ein so genanntes Filmscharnier), das bei Anwendung von Druckkraft beim Zähneputzen die Drehung des bürstenkopfnahen Abschnitts 31 und des bürstenkopffernen Abschnitts 32 gegeneinander erleichtert und stützt bzw. führt. Hierdurch lässt sich die auf das piezochrome Material ausgeübte Druckkraft kontrollierter variieren bzw. steigern.

Patentansprüche

1. Zahnputznavigationssystem (1), aufweisend

- eine Zahnbürste (2);
- eine von der Zahnbürste (2) separate optische Sensoreinrichtung (14) zur Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste (2); und
- eine von der Zahnbürste (2) separate und mit der optischen Sensoreinrichtung (14) kommunikationsverbundene Wiedergabeeinrichtung (15), um Handlungsanweisungen und/oder Zustandsinformationen zum Zähneputzen auf Grundlage der von der optischen Sensoreinrichtung (14) erfassten räumlichen Lage der Zahnbürste (2) für einen Benutzer der Zahnbürste (2) erkennbar wiederzugeben,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Zahnbürste (2) wenigstens einen Druckindikator (8) zur optischen Bürstendruckanzeige aufweist, wobei die optische Sensoreinrichtung (14) eingerichtet ist, die Bürstendruckanzeige des Druckindikators (8) als optischen Marker bei der Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste (2) zu verwenden, und wobei der Druckindikator (8) ein passiver Druckindikator (8) ist, um den Bürstenandruck auf rein chemische und/oder mechanische Weise optisch anzuzeigen.

2. Zahnputznavigationssystem (1) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Zahnbürste (2) eine Handzahnbürste ist.

3. Zahnputznavigationssystem (1) nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Druckindikator (8) wenigstens ein piezochromes Bauteil (9) aus einem piezochromen Material aufweist.

4. Zahnputznavigationssystem (1) nach einem der An-

sprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Druckindikator (8) auf einer Oberfläche eines Bürstenstiels (5) der Zahnbürste (2) aufgebracht und/oder in dem Bürstenstiel (5) enthalten ist.

5. Zahnputznavigationssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Druckindikator (8) zumindest abschnittsweise von einer transparenten Schicht (28) umhüllt ist.

6. Zahnputznavigationssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Zahnbürste (2) wenigstens eine statische Referenzmarkierung (12) aufweist, die von der Sensoreinrichtung (14) zusätzlich zu der Bürstendruckanzeige bei der Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste (2) verwendbar ist, wobei die Referenzmarkierung (12) wenigstens zwei unterschiedliche Farbwerte und/oder wenigstens zwei unterschiedliche graphische Darstellungen aufweist.

7. Zahnputznavigationssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

die optische Sensoreinrichtung (14) für die Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste ein 3D-Kamerasystem aufweist, vorzugsweise ein TOF-Kamerasystem.

8. Zahnputznavigationssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

die optische Sensoreinrichtung (14) eingerichtet ist, zusätzlich zu der räumlichen Lage der Zahnbürste (2) den von dem Druckindikator (8) angezeigten Bürstenandruck zu erfassen.

9. Zahnputznavigationssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Wiedergabeeinrichtung (15) eingerichtet ist, Zahnflächen (22) optisch darzustellen und die Darstellung der Zahnflächen (22), insbesondere Helligkeit und/oder Sättigung und/oder Farbton mindestens einer Farbe und/oder Dichte von grafischen Zeichen bzw. Mustern, in Abhängigkeit der aktuellen und/oder früheren von der optischen Sensoreinrichtung (14) erfassten räumlichen Lage der Zahnbürste (2) und/oder in Abhängigkeit des Bürstenandrucks zu verändern.

10. Zahnputznavigationssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

gekennzeichnet durch

eine von der Zahnbürste (2) separate Steuereinrich-

5 tung (20), die mit der optischen Sensoreinrichtung (14) und der Wiedergabeeinrichtung (15) kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, die von der optischen Sensoreinrichtung (14) erfassten Informationen zu verarbeiten und der Wiedergabeeinrichtung (15) verfügbar zu machen.

11. Zahnputznavigationssystem (1) nach Anspruch 9 und 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuereinrichtung (20) eingerichtet ist, frontale und/oder in-Aufsicht und/oder seitliche digitale Bildaufnahmen der Zähne des Benutzers für die Erfassung der räumlichen Lage der Zahnbürste (2) und zur Lokalisation der von der Wiedergabeeinrichtung (15) dargestellten Zahnflächen (22), auf denen optische Veränderungen vorgenommen werden, zu verarbeiten.

12. Zahnputznavigationssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

die optische Sensoreinrichtung (14), die Wiedergabeeinrichtung (15) und/oder die Steuereinrichtung (20) in einer gemeinsamen elektronischen Einrichtung (16) enthalten sind, vorzugsweise in einem mobilen Endgerät, insbesondere in einem Mobiltelefon.

13. Zahnputznavigationssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

gekennzeichnet durch

eine Haltevorrichtung (23) mit einem Saugnapf (24), zur Befestigung der optischen Sensoreinrichtung (14) und/oder der Wiedergabeeinrichtung (15) an einer glatten Oberfläche.

14. Nicht-therapeutisches Verfahren zur Zahnputznavigation, aufweisend zumindest die folgenden Verfahrensschritte:

- Erfassen der räumlichen Lage einer Zahnbürste (2) mittels einer von der Zahnbürste (2) separaten optischen Sensoreinrichtung (14) unter Verwendung einer optischen Bürstendruckanzeige eines an der Zahnbürste (2) angeordneten Druckindikators (8) als optischer Marker, wobei als Druckindikator (8) ein passiver Druckindikator (8) verwendet wird, um den Bürstenandruck auf rein chemische und/oder mechanische Weise optisch anzuzeigen; und
- Wiedergeben von Handlungsanweisungen und/oder Zustandsinformationen zum Zähneputzen auf Grundlage der erfassten räumlichen Lage der Zahnbürste (2) für einen Benutzer der Zahnbürste (2) mittels einer von der Zahnbürste (2) separaten und mit der optischen Sensoreinrichtung (14) kommunikationsverbundenen Wiedergabeeinrichtung (15).

15. Computerprogramm, insbesondere Anwendungssoftware für ein optische Sensoreinrichtung (14) aufweisendes mobiles Endgerät (16), umfassend Steuerbefehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Steuereinrichtung (20) diese veranlassen, das Verfahren gemäß Anspruch 14 auszuführen.

10 **Claims**

1. Tooth-brushing navigation system (1), comprising

- a toothbrush (2);
- an optical sensor device (14), separate from the toothbrush (2), for detecting the spatial position of the toothbrush (2); and
- a presentation device (15), separate from the toothbrush (2) and communicatively connected to the optical sensor device (14) for presenting instructions and/or status information for brushing teeth on the basis of the spatial position of the toothbrush (2) detected by the optical sensor device (14) in a manner recognisable to a user of the toothbrush (2),

characterised in that

the toothbrush (2) has at least one pressure indicator (8) for visually indicating the brush pressure, wherein the optical sensor device (14) is configured to use the brush pressure indication of the pressure indicator (8) as an optical marker when detecting the spatial position of the toothbrush (2), and wherein the pressure indicator (8) is a passive pressure indicator (8) for optically indicating the brush pressure in a purely chemical and/or mechanical manner.

2. Tooth-brushing navigation system (1) according to claim 1,

characterised in that

the toothbrush (2) is a manual toothbrush.

3. Tooth-brushing navigation system (1) according to claim 1 or 2,

characterised in that

the pressure indicator (8) has at least one piezochromic component (9) made of a piezochromic material.

4. Tooth-brushing navigation system (1) according to one of claims 1 to 3,

characterised in that

the pressure indicator (8) is applied to a surface of a brush handle (5) of the toothbrush (2) and/or is contained in the brush handle (5).

5. Tooth-brushing navigation system (1) according to one of claims 1 to 4,

characterised in that

- the pressure indicator (8) is at least partially enclosed by a transparent layer (28).
6. Tooth-brushing navigation system (1) according to one of claims 1 to 5,
characterised in that
the toothbrush (2) has at least one static reference marking (12) which can be used by the sensor device (14) in addition to the brush pressure display when detecting the spatial position of the toothbrush (2), wherein the reference marking (12) has at least two different colour values and/or at least two different graphic representations.
7. Tooth-brushing navigation system (1) according to one of claims 1 to 6,
characterised in that
the optical sensor device (14) for detecting the spatial position of the toothbrush has a 3D camera system, preferably a TOF camera system.
8. Tooth-brushing navigation system (1) according to one of claims 1 to 7,
characterised in that
the optical sensor device (14) is configured to detect, in addition to the spatial position of the toothbrush (2), the brush pressure indicated by the pressure indicator (8).
9. Tooth-brushing navigation system (1) according to one of claims 1 to 8,
characterised in that
the presentation device (15) is configured to visually display tooth surfaces (22) and to change the display of the tooth surfaces (22), in particular brightness and/or saturation and/or hue of at least one colour and/or density of graphic symbols or patterns, as a function of the current and/or earlier spatial position of the toothbrush (2) detected by the optical sensor device (14) and/or as a function of the brush pressure.
10. Tooth-brushing navigation system (1) according to one of claims 1 to 9,
characterised by
a control device (20) separate from the toothbrush (2), which is communicatively connected to the optical sensor device (14) and the presentation device (15) and is configured to process the information detected by the optical sensor device (14) and to make it available to the presentation device (15).
11. Tooth-brushing navigation system (1) according to claims 9 and 10,
characterised in that
the control device (20) is configured to process digital images of the user's teeth from the front and/or above and/or from the side for detecting the spatial position
- of the toothbrush (2) and for localising the tooth surfaces (22) presented by the presentation device (15), on which optical changes are made.
12. Tooth-brushing navigation system (1) according to one of claims 1 to 11,
characterised in that
the optical sensor device (14), the presentation device (15) and/or the control device (20) are contained in a common electronic device (16), preferably in a mobile device, in particular in a mobile telephone.
13. Tooth-brushing navigation system (1) according to one of claims 1 to 12, **characterised by**
a holding device (23) having a suction cup (24) for attaching the optical sensor device (14) and/or the presentation device (15) to a smooth surface.
14. Non-therapeutic method for tooth-brushing navigation, comprising at least the following steps:
- detecting the spatial position of a toothbrush (2) by means of an optical sensor device (14) separate from the toothbrush (2) using an optical brush pressure indication of a pressure indicator (8) arranged on the toothbrush (2) as an optical marker, wherein a passive pressure indicator (8) is used as the pressure indicator (8) in order to indicate the brush pressure optically in a purely chemical and/or mechanical manner; and
 - reproducing instructions for use and/or status information for brushing teeth on the basis of the detected spatial position of the toothbrush (2) for a user of the toothbrush (2) by means of a presentation device (15) that is separate from the toothbrush (2) and is communicatively connected to the optical sensor device (14).
15. Computer program, in particular application software for a mobile terminal (16) having an optical sensor device (14), comprising control instructions which, when the program is executed by a control device (20), cause the latter to execute the method according to claim 14.

Revendications

1. Système de navigation pour brossage dentaire (1) comportant
- une brosse à dents (2) ;
 - un dispositif capteur optique (14) séparé de la brosse à dents (2) pour l'acquisition de la position dans l'espace de la brosse à dents (2) ; et
 - un dispositif d'affichage (15) séparé de la brosse à dents (2) et relié en communication avec le dispositif capteur optique (14), pour afficher

de manière reconnaissable, pour un utilisateur de la brosse à dents (2), des instructions de manipulation et/ou des informations d'état sur le brossage des dents sur la base de la position dans l'espace de la brosse à dents (2) acquise par le dispositif capteur optique (14),

caractérisé en ce que,

la brosse à dents (2) comporte au moins un indicateur de pression (8) pour l'affichage optique de la pression exercée par la brosse, le dispositif capteur optique (14) étant agencé pour utiliser l'indication de la pression exercée par la brosse fournie par l'indicateur de pression (8) sous la forme d'un marqueur optique pour l'acquisition de la position dans l'espace de la brosse à dents (2), et l'indicateur de pression (8) étant un indicateur de pression (8) passif, pour afficher optiquement, de manière purement chimique et/ou mécanique, la pression exercée par la brosse.

2. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon la revendication 1,
caractérisé en ce que,
la brosse à dents (2) est une brosse à dents manuelle.
3. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que,
l'indicateur de pression (8) comporte au moins un composant piézo-chromique (9) en un matériau piézo-chromique.
4. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon l'une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que,
l'indicateur de pression (8) est appliqué sur une surface d'une partie (5) de la brosse à dents (2) et/ou est contenue dans la partie (5) de la brosse.
5. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que,
l'indicateur de pression (8) est entouré au moins en partie d'une couche transparente (28).
6. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que,
la brosse à dents (2) comporte au moins un marquage de référence statique (12) pouvant être utilisée par le dispositif capteur (14), en plus de l'affichage de la pression exercée par la brosse, pour l'acquisition de la position dans l'espace de la brosse à dents (2), le marquage de référence (12) comportant au moins deux valeurs de couleur différentes et/ou au moins deux représentations graphiques différentes.

7. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que,
le dispositif capteur optique (14) comporte, pour l'acquisition de la position dans l'espace de la brosse à dents, un système de caméra 3D, de préférence un système de caméra TOF.
8. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon l'une des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que,
le dispositif capteur optique (14) est agencé pour acquérir, en plus de la position dans l'espace de la brosse à dents (2), la pression exercée par la brosse affichée par l'indicateur de pression (8).
9. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon l'une des revendications 1 à 8,
caractérisé en ce que,
le dispositif d'affichage (15) est agencé pour représenter de manière optique les surfaces des dents (22) et pour modifier la représentation des surfaces des dents (22), en particulier la luminosité et/ou la saturation et/ou la nuance de couleur d'au moins une couleur et/ou la densité de symboles ou de motifs graphiques en fonction de la position dans l'espace actuelle et/ou antérieure de la brosse à dents (2) acquise par le dispositif capteur optique (14) et/ou en fonction de la pression exercée par la brosse.
10. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon l'une des revendications 1 à 9,
caractérisé par,
un dispositif de commande (20) séparé de la brosse à dents (2) relié en communication avec le dispositif capteur optique (14) et avec le dispositif d'affichage (15) et agencé pour retraiter les informations acquises par le dispositif capteur optique (14) et les fournir au dispositif d'affichage (15).
11. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon les revendications 9 et 10,
caractérisé en ce que,
le dispositif de commande (20) est agencé pour retraiter des images numériques frontales et/ou vues du dessus et/ou latérales des dents de l'utilisateur pour l'acquisition de la position dans l'espace de la brosse à dents (2) et pour la localisation des surfaces des dents (22) représentées par le dispositif d'affichage (15), sur lesquelles des modifications optiques peuvent être réalisées.
12. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon l'une des revendications 1 à 11,
caractérisé en ce que,
le dispositif capteur optique (14), le dispositif d'affichage (15) et/ou le dispositif de commande (20) sont contenus dans un dispositif électronique (16) com-

mun, de préférence dans un terminal portable, en particulier dans un téléphone portable.

13. Système de navigation pour brossage dentaire (1) selon l'une des revendications 1 à 12, 5
caractérisé par,
 un dispositif de maintien (23) avec une ventouse (24) pour la fixation du dispositif capteur optique (14) et/ou du dispositif d'affichage (15) sur une surface lisse. 10
14. Procédé non thérapeutique pour la navigation pour brossage dentaire, comportant au moins les étapes de procédé suivantes : 15
- acquisition de la position dans l'espace d'une brosse à dents (2) au moyen d'un dispositif capteur optique (14) séparé de la brosse à dents (2) avec utilisation d'un affichage optique de la pression exercée par la brosse fournie par un indicateur de pression (8) disposé sur la brosse à dents (2) faisant office de marqueur optique, un indicateur de pression (8) passif étant utilisé comme indicateur de pression (8) pour afficher optiquement, de manière purement chimique et/ou mécanique, la pression exercée par la brosse ; et 20
 - affichage, au moyen d'un dispositif d'affichage (15) séparé de la brosse à dents (2) et relié en communication avec le dispositif capteur optique (14), pour un utilisateur de la brosse à dents (2), d'instructions de manipulation et/ou d'informations d'état sur le brossage des dents sur la base de la position dans l'espace acquise pour la brosse à dents (2). 25
15. Programme informatique, en particulier logiciel d'application pour un terminal portable (16) pourvu d'un dispositif capteur optique (14), comprenant des instructions de commande qui, lors de l'exécution du programme par un dispositif de commande (20), amènent celui-ci à exécuter le procédé selon la revendication 14. 30

45

50

55

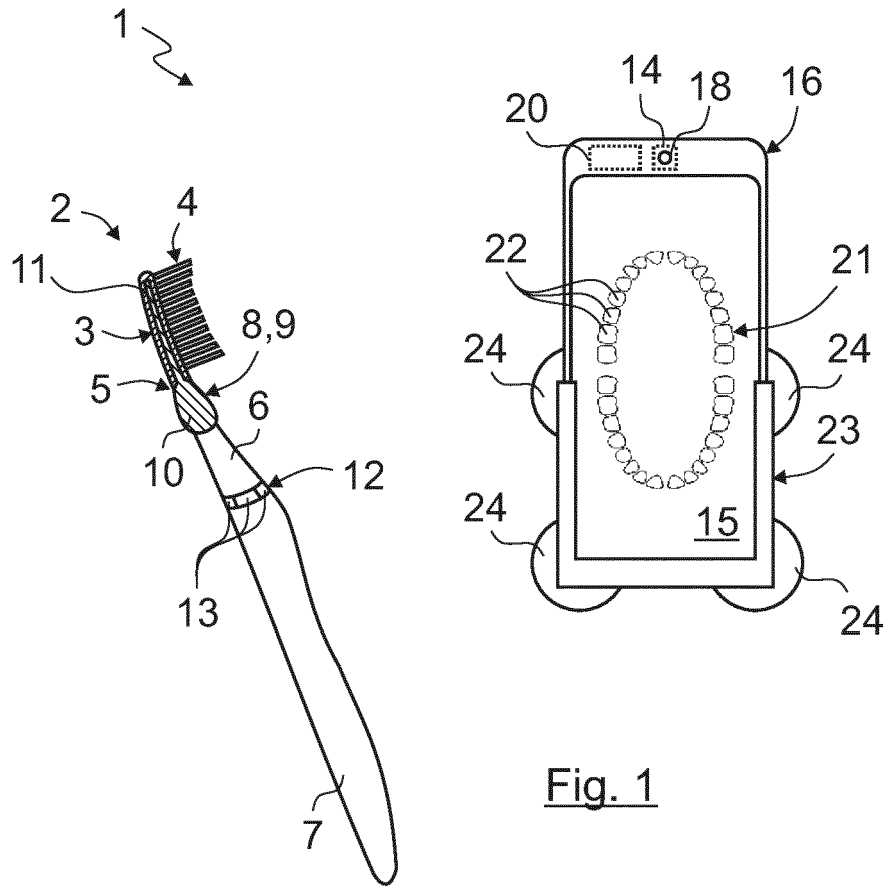


Fig. 1

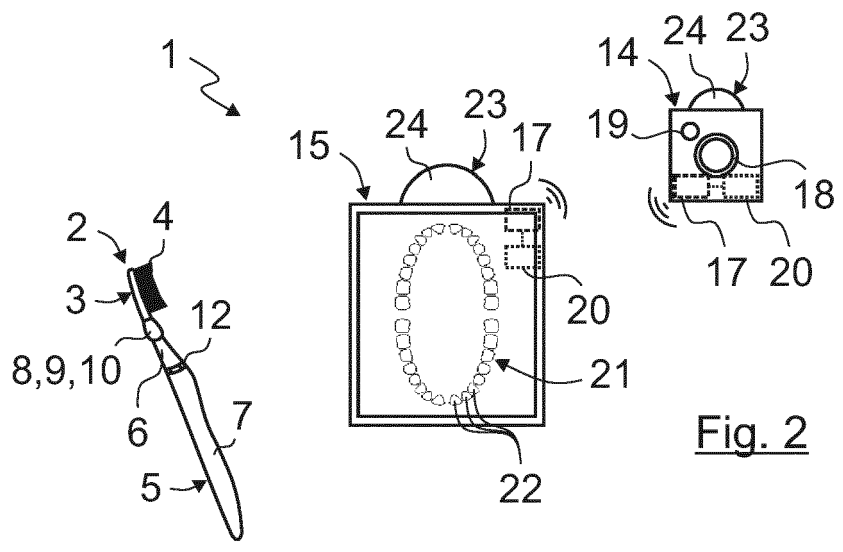


Fig. 2

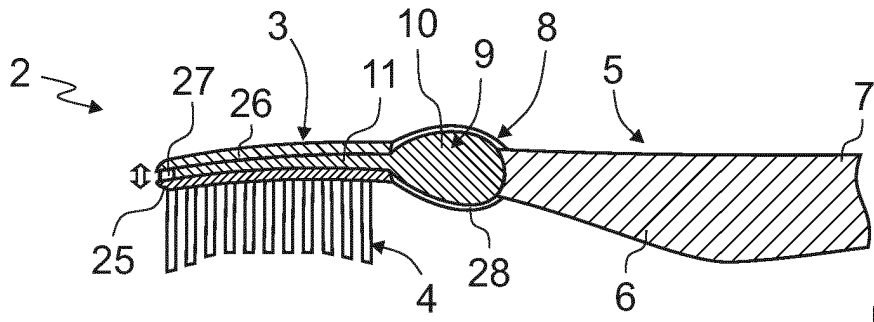


Fig. 3

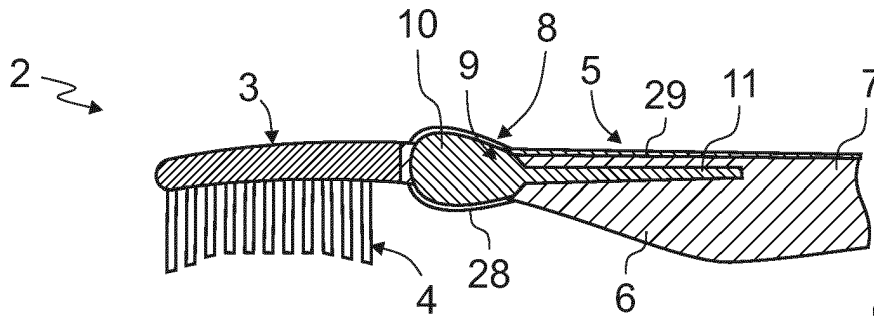


Fig. 4

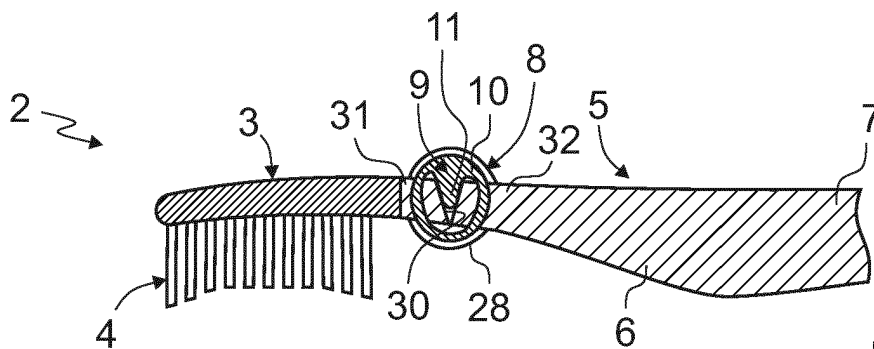


Fig. 5

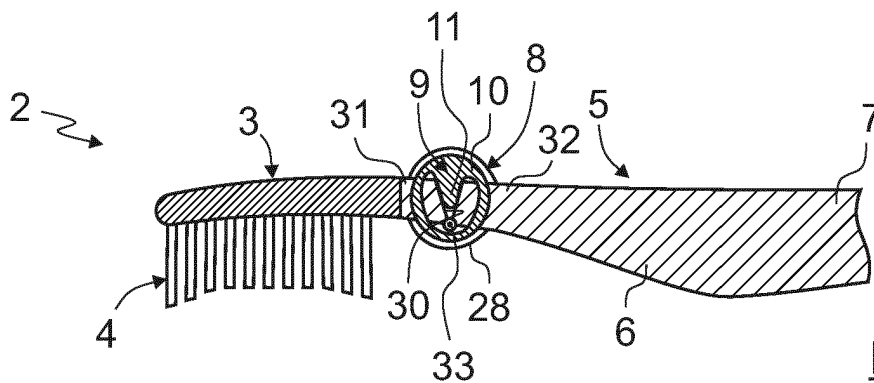


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 6389636 B1 **[0006]**
- DE 102011103301 B4 **[0010]**
- DE 102014001163 A1 **[0012]**
- US 2012310593 A1 **[0012]**
- US 11213120 B2 **[0012]**
- DE 102009035363 A1 **[0038]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Zahnärztliche Mitteilungen. 01. Marz 2022, 18-19 **[0028]**