



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 102 995.2**

(22) Anmeldetag: **02.03.2015**

(43) Offenlegungstag: **08.09.2016**

(51) Int Cl.: **A61C 7/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Work for Smile GmbH, 85435 Erding, DE

(74) Vertreter:

Bobbert & Partner Patentanwälte PartmbB, 85435 Erding, DE

(72) Erfinder:

Widu, Friedrich, Dr. Dr., 85435 Erding, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

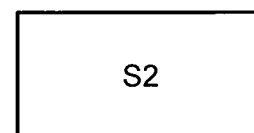
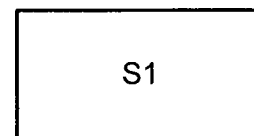
DE	602 07 418	T2
DE	602 23 424	T2
DE	698 32 534	T2
WO	2012/ 092 946	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Ermitteln der Notwendigkeit einer kieferorthopädischen Behandlung, sowie Vorrichtungen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verfahren zum Erfassen eines kieferorthopädischen Status oder zum Ermitteln der Notwendigkeit einer kieferorthopädischen Behandlung, gekennzeichnet durch das Bereitstellen einer Einrichtung (5) zum Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens des Patienten und/oder der Kieferstellung, oder eines Abschnitts jeweils hiervon; das Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung des Patienten, eines Abschnitts oder eines Abdrucks oder Modells jeweils hiervon oder einer Bissnahme; und das Bewerten der erfassten geometrischen Daten des Zahnbogens und/oder der Kieferstellung. Die Erfindung betrifft ferner Vorrichtungen zum Ausführen des Verfahrens.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft zudem eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8 und ein Set gemäß dem Anspruch 14. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein digitales Speichermedium gemäß Anspruch 17, ein Computerprogramm-Produkt gemäß Anspruch 18 sowie ein Computerprogramm gemäß Anspruch 19.

[0002] Aus der Praxis ist eine Vielzahl von kieferorthopädischen Vorrichtungen bekannt. Zu ihnen zählen feste Spangen, Brackets, Aligner und dergleichen. Sie alle dienen dazu Zähne des Patienten oder Trägers der kieferorthopädischen Vorrichtung relativ zum Kieferknochen zu bewegen.

[0003] Bislang ist es Aufgabe des Kieferorthopäden, festzustellen, ob das Tragen einer kieferorthopädischen Vorrichtung angezeigt ist, noch angezeigt ist oder wieder angezeigt ist. Dies aber erfordert mindestens einen, möglicherweise aber wiederholte Besuche beim Kieferorthopäden die allein der Beratung und Diagnose dienen. Bislang ist es ebenfalls Aufgabe des Kieferorthopäden, festzustellen, welcher Typ einer kieferorthopädische Vorrichtung angezeigt ist.

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung kann es sein, ein Verfahren vorzuschlagen, mit welchem durch den Patienten selbst der kieferorthopädische Status oder die Notwendigkeit einer kieferorthopädischen Behandlung beurteilt, ermittelt oder überprüft werden kann. Zudem sollen eine geeignete Vorrichtung, ein geeignetes Set, ein geeignetes digitales Speichermedium, ein geeignetes Computerprogramm-Produkt und ein geeignetes Computerprogramm angegeben werden.

[0005] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Sie wird ferner gelöst mittels der Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8, dem Set mit den Merkmalen des Anspruchs 14, des digitalen Speichermediums mit den Merkmalen des Anspruchs 17, des Computerprogramm-Produkts mit den Merkmalen des Anspruchs 18 sowie des Computerprogramms mit den Merkmalen des Anspruchs 19.

[0006] Erfindungsgemäß wird somit ein Verfahren zum Erfassen des kieferorthopädischen Status oder der Notwendigkeit einer kieferorthopädischen Behandlung vorgeschlagen.

[0007] Das Verfahren umfasst das Bereitstellen einer Einrichtung zum Erfassen geometrischer Daten oder Positionsdaten des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung (d. h. der Stellung von Oberkiefer relativ zum Unterkiefer, die

Okklusion oder der Biss; diese Begriffe können hierin unter der Kieferstellung verstanden werden)) des Patienten (etwa als Positionswerte eines Koordinatensystems). Anstelle der Erfassung geometrischer Daten oder Positionsdaten des unteren und/oder oberen Zahnbogens kann die Einrichtung geeignet sein, solche Daten eines Abdrucks oder Modells des Zahnbogens oder von Abschnitten jeweils hiervon zu erfassen.

[0008] Die Einrichtung wird vorzugsweise dem Patienten, oder von diesem, zur Verfügung gestellt. Die Einrichtung kann ausgestaltet und konfiguriert sein, um die Geometrie oder Form bzw. die geometrischen Daten in einem vorbestimmten Koordinaten- oder Bezugssystem zu erfassen.

[0009] Ein weiterer Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Erfassen geometrischer Daten oder Positionsdaten des oberen und/oder unteren Zahnbogens des Patienten oder der Kieferstellung, oder eines Abschnitts jeweils hiervon, mittels vorstehend genannter Einrichtung.

[0010] Schließlich umfasst das Verfahren das Bewerten der erfassten geometrischen Daten.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist vorzugsweise programmiert und/oder konfiguriert (beide Begriffe sind hierin austauschbar verwendet, wo immer dies technisch Sinn macht) zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Sie dient dem Erfassen eines kieferorthopädischen Status oder dem Ermitteln der Notwendigkeit einer kieferorthopädischen Behandlung und weist eine Einrichtung zum Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung des Patienten oder eines Abschnitts jeweils hiervon auf. Schließlich weist sie eine Einrichtung zum Bewerten der erfassten geometrischen Daten des Zahnbogens und/oder der Kieferstellung auf.

[0012] Das erfindungsgemäße Set weist zumindest eine erfindungsgemäße Vorrichtung auf.

[0013] Ein erfindungsgemäßes digitales, insbesondere nicht-flüchtiges, Speichermedium, insbesondere in Form eines maschinenlesbaren Trägers, insbesondere in Form einer Diskette, CD, DVD oder EPROM, insbesondere mit elektronisch oder optisch auslesbaren Steuersignalen, kann derart mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken, dass die maschinellen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens veranlasst werden.

[0014] Ein erfindungsgemäßes Computerprogramm-Produkt weist einen volatilen, flüchtigen (als Signalwelle) oder auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Veranlassung der maschinellen Schritte des erfindungsgemäßen

Verfahrens, wenn das Computerprogramm-Produkt auf einem Rechner abläuft, auf. Unter einem Computerprogramm-Produkt kann erfindungsgemäß beispielsweise ein auf einem Träger gespeichertes Computerprogramm, ein Embedded System als umfassendes System mit einem Computerprogramm (z. B. elektronisches Gerät mit einem Computerprogramm), ein Netzwerk von computerimplementierten Computerprogrammen (z. B. Client/Serversystem, Cloud Computing System, etc.), oder ein Computer, auf dem ein Computerprogramm geladen ist, abläuft, gespeichert ist, ausgeführt oder entwickelt wird, verstanden werden.

[0015] Der Begriff „maschinenlesbarer Träger“, wie er hierin verwendet wird, bezeichnet in bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung einen Träger, der von Software und/oder Hardware interpretierbare Daten oder Informationen enthält. Der Träger kann ein Datenträger, wie eine Diskette, eine CD, DVD, ein USB-Stick, eine Flashcard, eine SD-Karte und dergleichen sein.

[0016] Ein erfindungsgemäßes Computerprogramm weist einen Programmcode auf zur Veranlassung der maschinellen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn das Computerprogramm auf einem Computer abläuft. Unter einem Computerprogramm kann erfindungsgemäß beispielsweise ein physikalisches, vertriebsfähiges Software-Produkt verstanden werden, welches ein Programm aufweist.

[0017] Für das erfindungsgemäße digitale Speichermedium, das erfindungsgemäße Computerprogramm-Produkt und das erfindungsgemäße Computerprogramm gilt, dass alle, einige oder manche der maschinell durchgeführten Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens veranlasst werden. Dies gilt insbesondere im Zusammenwirken mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder wenigstens einer der bereitgestellten Einrichtungen wie hierin beschrieben.

[0018] Bei allen folgenden Ausführungen ist der Gebrauch des Ausdrucks „kann sein“ bzw. „kann haben“ usw. synonym zu „ist vorzugsweise“ bzw. „hat vorzugsweise“ usw. zu verstehen und soll eine erfindungsgemäße Ausführungsform erläutern.

[0019] Wann immer hierin Zahlenworte genannt werden, so versteht der Fachmann diese als Angabe einer zahlenmäßig unteren Grenze. Sofern dies zu keinem für den Fachmann erkennbaren Widerspruch führt, liest der Fachmann daher beispielsweise bei der Angabe „ein“ oder „einem“ stets „wenigstens ein“ oder „wenigstens einem“ mit. Dieses Verständnis ist ebenso von der vorliegenden Erfindung mit umfasst wie die Auslegung, dass ein Zahlenwort wie beispielsweise „ein“ alternativ als „genau ein“ gemeint sein kann, wo immer dies für den Fachmann

erkennbar technisch möglich ist. Beides ist von der vorliegenden Erfindung umfasst und gilt für alle hierin verwendeten Zahlenworte.

[0020] Vorteilhafte Weiterentwicklungen der vorliegenden Erfindung sind jeweils Gegenstand von Unteransprüchen und Ausführungsformen.

[0021] Erfindungsgemäße Ausführungsformen können eines oder mehrere der im Folgenden genannten Merkmale in beliebiger Kombination aufweisen, sofern eine solche Kombination für den Fachmann erkennbar technisch nicht unmöglich ist.

[0022] In einigen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen erfolgt das Erfassen geometrischer Daten oder Positionsdaten des oberen und/oder unteren Zahnbogens des Patienten, oder eines Abschnitts jeweils hiervon durch Erstellen oder Speichern einer graphischen oder bildlichen Wiedergabe oder umfasst dieses.

[0023] In gewissen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen erfolgt das Erfassen geometrischer Daten oder Positionsdaten des oberen und/oder unteren Zahnbogens oder der Kieferstellung durch Anfertigen mehrerer, vorzugsweise mehr als 3 Fotografien, vorzugsweise in definierter Stellung der beiden Kiefer zueinander, vorzugsweise des Bisses. Aus ihnen kann die Form des Zahnbogens oder die Kieferstellung errechnet werden. Das Ergebnis kann optional mit früheren Daten oder Eingangsdaten oder Ausgangsdaten den Zahnbogen oder Biss betreffend aus früheren und zwischenzeitlich abgeschlossenen Behandlungen, z. B. in Gestalt von „Surface Tessellation Language“, sog. stl-files, verglichen werden. Dabei können Zahlenwerte ermittelt werden, als Abweichung von einem Idealbild, als absolute Strecken (in mm, beispielsweise), als Winkel, usw.

[0024] In manchen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen erfolgt das Erfassen geometrischer Daten oder Positionsdaten mittels Erstellen und zumindest flüchtigem Speichern von Roh- oder Messdaten, die beispielsweise in Matrixform gespeichert werden.

[0025] In einigen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen erfolgt das Abgleichen oder Bewerten mit oder anhand von Referenzdaten, vorbestimmten Kriterien, Indizes oder dergleichen.

[0026] Zu derartigen Kriterien können ferner Werte oder Ergebnisse zählen, welche bei einer früheren Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens oder bei einer früherer Benutzung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erhalten wurden.

[0027] Indizes können in diesem Zusammenhang sein: IOTN, Richmond (Manchester), Swedish Medi-

cal Health Board' (Linder Aronson, 1974), PAR-Index, „Andrews' Six keys of Occlusion“ und dergleichen.

[0028] Ein Bewerten ist in gewissen, beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ein Bestimmen oder Messen einer Kontaktpunktabweichung (gemeint ist vorzugsweise die Kontaktpunktabweichung zweier, oder jeweils zweier, benachbarter Zähne), eine Korrelation mit kieferorthopädischen Indizes oder ein Ermitteln eines prozentualen Werts oder Anteils einer, ausgehend von einem Ausgangswert, möglichen oder allgemein als wünschenswert erkannten Verbesserung der Zahnstellung, oder umfasst ein solches jeweils.

[0029] In manchen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen sind oder werden die Referenzdaten einem Index entnommen, mittels eines Index ermittelt und/oder liegen in einer Datenbank, z. B. der erfindungsgemäßen Vorrichtung, gespeichert vor. Einer Einrichtung zum Ermitteln von Referenzdaten kann vorgesehen sein.

[0030] In manchen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen ist oder umfasst das Bewerten der erfassten geometrischen Daten einen Vergleich mit sog. stl-files, welche vom Kieferorthopäden, beispielsweise anlässlich einer früheren Behandlung, erstellt wurden. Die Daten solcher stl-files können als Referenzdaten verstanden werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann hier als Überprüfung verstanden werden, ob ein mittels früherer Behandlung erreichter Zustand oder Status über die Zeit beibehalten werden konnte.

[0031] In gewissen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen ist oder umfasst das Bewerten der erfassten geometrischen Daten einen Vergleich mit Daten aus einer früheren Untersuchung, etwa mit Daten oder Bildern eines sog. set-up, also eines vom Zahnlabor erstellten Modells, welches die Idealposition oder eine Zielstellung der Zähne entweder in digitaler Form oder als (Gips-)Modell wiedergibt, und welches ebenfalls zum Vergleich herangezogen werden kann.

[0032] In gewissen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen ist oder umfasst das Bewerten ein Vergleichen.

[0033] Das Vergleichen kann ein bildliches Vergleichen sein, bei dem beispielsweise Differenzbilder oder Differenztebilder erzeugt werden. Die Differenzbilder oder Ausschnitte, Merkmale, Charakteristika, Muster (Pattern), Segmente und dergleichen der Differenzbilder können, wie auch nachstehend beschrieben ist, durch einfachen Vergleich mit beispielsweise vorliegenden, gespeicherten Bildern ausgewertet, bewertet, Klassen zugeordnet, an Schwellenwerten oder -bereichen verglichen werden

und dergleichen. Die gespeicherten Bilder können aus früheren Untersuchungen beispielsweise eines Zahnbogens, Abdrucks oder Modells anderer Patienten stammen.

[0034] Das Vergleichen kann ein rechnerisches Vergleichen sein, bei dem kennzeichnende Werte wie z. B. Abstände zwischen benachbarten Zähnen, Neigungen von Zähnen, und dergleichen beispielsweise unter Erstellen einer Differenz oder Differenzmatrix erfolgen.

[0035] In einigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist das Bewerten geometrischer Daten oder Positionsdaten des oberen und/oder unteren Zahnbogens des Patienten, oder eines Abschnitts jeweils hiervon das Erstellen einer graphischen oder bildlichen Abbildung (und ggf. auch deren Wiedergabe) oder umfasst eine solche

[0036] In gewissen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen umfasst das Bewerten das Treffen und Ausgeben einer Aussage dazu oder Empfehlung zur Frage, welcher Typ einer kieferorthopädischen Vorrichtung zur Behandlung einer beim Bewerten erkannten Zahn- oder Kieferfehlstellung in Frage kommt, empfohlen wird oder als optimal bezeichnet werden kann. Hierzu kann eine entsprechende Zuordnung von Ergebnissen der Bewertung zu konkreten kieferorthopädischen Vorrichtungen vorliegen, beispielsweise klassifiziert, und vorzugsweise in digitalen Datenbanken gespeichert sein. Die Zuordnung kann darin bestehen, dass bei bestimmten Bewertungen bestimmte kieferorthopädische Vorrichtung zur Behandlung empfohlen werden, welche sich bei ähnlichen Fällen als besonders hilfreich bei der Behandlung erwiesen haben.

[0037] Eine solche kieferorthopädische Vorrichtung kann ein Aligner oder beispielsweise eine sog. feste Zahnspange sein.

[0038] Hierin als Aligner bezeichnete kieferorthopädische Apparaturen sind beispielsweise aus der US 6,607,382 B1 bekannt. Sie sind zumeist transparent, aus Kunststoff – üblicherweise einem mittels Wärme verformbaren Polymer-Material, jedenfalls aber einem nicht-metallischen Material – gefertigt und dienen dazu, Zähne oder Zahnsegmente und ihre Stellung bezogen auf weitere Zähne oder Zahnsegmente auf gewünschte Weise und Richtung zu beeinflussen. Sie dienen der Übertragung von Kräften oder Drehmomenten auf vom Kieferorthopäden festgelegte einzelne Zähne oder konkrete Zahnsegmente.

[0039] Aligner, welche anders als beispielsweise sog. feste Zahnspangen keine festsitzenden kieferorthopädischen Hilfsmittel sind, werden vom Patienten lösbar auf den Zahnbogen aufgesteckt und auch wie-

der abgenommen. Sie dienen der Übertragung von Kräften oder Drehmomenten auf vom Kieferorthopäden festgelegte einzelne Zähne oder konkrete Zahnsegmente.

[0040] Die zur Korrektur der Zahnstellung erforderlichen Kräfte oder Drehmomente werden durch die konkrete Form des Aligners oder bestimmter Abschnitte hiervon, auf den Zahn oder die Zähne übertragen. Aligner werden üblicherweise in einer Mehrzahl benutzt; der Patient erhält eine Reihe (oft 25 bis 30 Stück) von zur aufeinanderfolgenden Benutzung vorgesehenen Alignern, von denen er jeweils den nächsten zu tragen beginnt, wenn bestimmte kieferorthopädische Kriterien durch das Tragen des konkreten Aligners erfüllt oder bestimmte Ziele erreicht wurden.

[0041] Ergebnisse von Bewertungen, Auswertungen, Erfassungen, Bestimmungen, Ermittlungen, Berechnungen, Abgleichen, Überprüfungen und dergleichen, insbesondere sofern hierin als Ergebnis oder Zwischenergebnis genannt, werden in bestimmten erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen ausgegeben. Das Ausgeben kann mittels Anzeige (z. B. mittels Monitor der Vorrichtung) mittels Ausgabe, durch beispielsweise den Drucker, oder durch Übertragen an Dritte erfolgen.

[0042] Das Ausgeben kann mittels oder als Signalübermittlung an einen Empfänger erfolgen, welcher beispielsweise Teil einer der hierin genannten Einrichtungen, insbesondere der Einrichtungen zum Erfassen, oder der erfindungsgemäßen Vorrichtung, ist.

[0043] Das Ausgeben kann kabellos erfolgen, etwa per Funk, Infrarot, Bluetooth oder dergleichen. Die verwendeten Einrichtungen oder die erfindungsgemäße Vorrichtung können entsprechend ausgestaltet sein.

[0044] Das Ausgeben kann ein Speichern von Ergebnissen in einer Datenbank sein oder umfassen. Die so gespeicherten Ergebnisse können vorteilhaft für einen späteren Vergleich mit später erhobenen Werten genutzt werden. Ergänzend oder alternativ kann vorgesehen sein, die Ergebnisse bei entsprechendem Wunsch an Dritte, etwa den behandelnden Kieferorthopäden oder eine anderen Kieferorthopäden zum Einholen einer Zweitmeinung, zu senden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann hierzu entsprechend ausgestaltet und programmiert sein.

[0045] Die Ausgabe kann eine quantitative oder qualitative Aussage sein oder umfassen. Die Aussage kann klassifiziert erfolgen, etwa in Güteklassen oder Klassen, welche Handlungsvorschlägen entsprechen oder umfassen.

[0046] Eine quantitative Aussage kann ein Handlungsvorschlag sein, etwa aus einer Gruppe, welche aus den Handlungsvorschlägen „Es wird empfohlen, den Kieferorthopäden aufzusuchen.“, „Es wird empfohlen, eine Behandlung mittels einer Spange/Aligner/usw. durchführen zu lassen.“, „Eine frühere kieferorthopädische Behandlung hat ihre Wirkung verloren oder an Wirkung eingebüßt (Rezidiv).“, usw., Kombinationen hiervon oder jeweils der gegenteiligen Aussage jeweils hiervon, besteht.

[0047] Eine qualitative Aussage kann ein Zahlenwert sein oder einen solchen umfassen, etwa aus einer Gruppe, welche aus den Aussagen „Der aktuelle Zahnstatus ist, gemessen am ausgewählten Index, mit dem Wert „x“ zu bewerten.“, „Die Dauer einer möglichen Behandlung wird auf „y“ Wochen/Monate geschätzt.“, „Eine mögliche Behandlung könnte „z“ Euro kosten“, usw., wobei x, y und z für Zahlenwerte stehen.

[0048] Eine Aussage kann z. B. mittels Bolten-Index oder Arch length discrepancy-Index ermittelt werden.

[0049] Das Bewerten der erfassten geometrischen Daten ist oder umfasst in manchen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen das Ausgeben von Ergebnissen von Auswertungen, Erfassungen, Bestimmungen, Ermittlungen, Berechnungen, Abgleichen, Überprüfungen und dergleichen.

[0050] In manchen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen ist das Erfassen der geometrischen Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens des Patienten und/oder das Erfassen der Geometrie der kieferorthopädischen Vorrichtung eine graphische oder bildliche Aufnahme, oder umfasst eine solche.

[0051] In bestimmten erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen umfassen oder sind die Einrichtung zum Erfassen und/oder die erfindungsgemäße Vorrichtung ein mobiles Handgerät, ein computergestütztes Telefon, ein Tablet Computer, ein Personal Computer, eine computergestützte Armbanduhr, eine computergestützte Brille, eine sonstige personenbezogene, computerähnliche Einrichtung oder eine Digitalkamera, oder ein Teil jeweils hiervon, insbesondere ausgestaltet als mittels Akku oder Batterie lösgelöst von einer Spannungsquelle eines festen Netzes (Steckdose) betreibbar und/oder wenigstens einen Akku oder wenigstens eine Batterien aufweisend.

[0052] In bestimmten erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen umfasst die Erfindung das Bereitstellen einer Ausrichtungseinrichtung, die ausgestaltet ist, um bei ihrer Verwendung gemeinsam mit der Einrichtung zum Erfassen die betrachtete Geometrie oder Form unter vorbestimmten Bedingungen

gen zu erfassen. Zu den vorbestimmten Bedingungen können der Winkel oder die Stellung zur kieferorthopädischen Vorrichtung, unter welchem/r erfasst wird, zählen. Ferner zählen die Höhe der Einrichtung über dem Zahnbogen, usw., zu den Bedingungen. Das Ausrichten mittels der Ausrichtungseinrichtung kann die Reproduzierbarkeit der Erfassung gewährleisten oder zu dieser beitragen. Ferner kann ein ressourcenaufwändiges rechnerisches Transformieren der erfassten Daten in Daten, welche der weiteren Verarbeitung dienen, wie das rechnerische Beheben von Verzerrungen, usw., möglicherweise entfallen.

[0053] In einigen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen ist die Ausrichtungseinrichtung als Gestell, Gerüst oder andere Struktur ausgestaltet, welche eine räumliche Ausrichtung zwischen dem Zahnbogen einerseits und der Erfassungseinrichtung andererseits sicherstellen. Die Ausrichtungseinrichtung kann die Form eines Stativs haben. Sie kann als Mundstück ausgestaltet sein, welches einen vorbestimmten Abstand und eine vorbestimmte Ausrichtung zwischen Zahnbogen und Erfassungseinrichtung sicherstellt.

[0054] In manchen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen liegt die Ausrichtungseinrichtung hingegen alternativ oder ergänzend zu ihrer möglichen strukturellen Ausgestaltung als Softwarelösung, Programmabschnitt oder dergleichen vor (oder weist solche auf). Diese Ausgestaltung kann es vorteilhaft erlauben, alternativ oder ergänzend zu einer räumlichen Anordnung der Erfassungseinrichtung zu dem zu erfassenden Gegenstand, nach Erfassen eine rechnerische Ausrichtung des Ergebnisses der Erfassung vorzunehmen. So kann die Erfassungseinrichtung beispielsweise programmiert sein, einen Winkel, unter welchem die Erfassung erfolgt ist, rechnerisch zu berücksichtigen, indem das Erfasste entsprechend korrigiert oder transformiert wird. Auch diese nicht-gegenständliche Ausgestaltung des Mittels zum Korrigieren des Erfassten kann hierin unter dem Begriff Ausrichtungseinrichtung verstanden werden.

[0055] In einigen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen umfasst das Verfahren das Anfertigen eines Abdrucks des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung, oder jeweils eines Abschnitts hiervon. Hierzu wird Abdruckmaterial verwendet, welches dem Fachmann aus dem zahnärztlichen Umfeld bekannt ist. Zum Einsatz kann beispielsweise auch eine Wachsschicht kommen, mit welcher der Biss bzw. die Kieferstellung ermittelt werden kann.

[0056] Das Abdruckmaterial kann dergestalt sein, dass der Druck, der auf das Material beim Erstellen des Abdrucks wirkt, oder das Eindringen des Zahns

in das Abdruckmaterial zu einer lokalen Verfärbung des Materials führt. Dies kann es erlauben, aufgrund der Verfärbung des Abdruckmaterials durch das Eindringen der Zähne durch den Patienten ein 3-dimensionales Modell des Zahnbogens zu erstellen, sei es virtuell oder plastisch. Mehrere Farben können materialinhärent hierzu zur Verfügung stehen. Farbgradienten, welche den Druck oder die Eindringtiefe des Zahns in das Material anzeigen, können erzielbar sein.

[0057] In einigen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen wird das Ergebnis des rechnerischen, bildlichen oder anderweitigen Bewertens oder Abgleichens ausgegeben. Eine entsprechende Ausgabeeinrichtung, etwa ein Display, ein Drucker oder dergleichen, kann vorgesehen, in Signalverbindung stehen und/oder entsprechend programmiert sein.

[0058] In einigen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen umfasst die Vorrichtung eine Einrichtung zum Auswerten eines Ergebnisses des Abgleichens mit, oder anhand, vorbestimmter Kriterien, Indizes oder dergleichen.

[0059] In einigen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen ist die Vorrichtung oder die Einrichtung zum Erfassen ein mobiles Handgerät, ein computergestütztes Telefon, ein Tablet Computer, ein Personal Computer, eine computergestützte Armbanduhr, eine computergestützte Brille oder eine sonstige personenbezogene computerähnliche Einrichtung.

[0060] In einigen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen umfasst das Set Abdruckmaterial zum Fertigen wenigstens eines Abdrucks des oberen und/oder unteren Zahnbogens, der Kieferstellung, oder eines Abschnitts hiervon.

[0061] In einigen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen umfasst das Set wenigstens eine Ausrichtungseinrichtung zum Positionieren der Einrichtung zum Erfassen der Geometrie der kieferorthopädischen Vorrichtung unter vorbestimmten, reproduzierbaren Bedingungen relativ zu der kieferorthopädischen Vorrichtung.

[0062] In manchen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen umfasst das Set wenigstens eine Ablage oder Ablagefläche, auf welcher der Abdruck des Zahnbogens zum Erfassen seiner geometrischen Daten abgelegt wird. Die Ablage kann hierzu oder ergänzend eine oder mehrere Markierungen als Beispiel einer Ausrichtungseinrichtung aufweisen, anhand welcher der Abdruck auf der Ablage ausgerichtet wird. Die Ablage kann eine Skalierungshilfe aufweisen, zum Ermitteln der tatsächlichen oder für

die Weiterbearbeitung relevanten Größenverhältnisse des erfassten Abdrucks.

[0063] In bestimmten erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen umfasst das Verfahren keine Auswertung von Röntgenbildern.

[0064] In manchen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen wird das Verfahren vom Patienten durchgeführt, vorzugsweise außerhalb der Behandlungsräume (s)eines Kieferorthopäden und in dessen Abwesenheit. In anderen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen wird das Verfahren von einem Dritten, welcher Laie ist, durchgeführt.

[0065] Die hierin genannten Einrichtungen können geeignet sein, die ihnen zugeschriebenen Funktionen zu erfüllen. Sie können hierzu programmiert und/oder konfiguriert sein.

[0066] Einige oder alle erfindungsgemäßen Ausführungsformen können einen oder mehrere der oben oder im Folgenden genannten Vorteile aufweisen.

[0067] So kann dem Patienten, aber auch einem Dritten, erfindungsgemäß ein Verfahren oder eine Vorrichtung an die Hand gegeben werden, welche auf einfache Weise ein Erfassen der Notwendigkeit einer künftigen Behandlung der Fehlstellung von Zähnen und/oder der Kieferstellung erlauben.

[0068] Der Patient ist für sich in der Lage festzustellen, ob eine kieferorthopädische Behandlung nach allgemeinem Verständnis erforderlich oder sinnvoll ist oder sein kann, welche Wirkung sie bringen könnte, und ggf., welche kieferorthopädische Vorrichtung sich hierzu konkret anbietet. Der Patient kann dabei möglicherweise auch den optimalen Zeitpunkt erfahren, zu dem eine kieferorthopädische Behandlung begonnen werden sollte.

[0069] Der Patient kann sich – und seinem Kieferorthopäden – mittels der vorliegenden Erfindung Besuche beim Kieferorthopäden, die allein der Beratung dienen, ersparen. Letztes kann dazu beitragen, Kosten einzusparen.

[0070] Zugleich kann der Patient die Erkenntnis gewinnen oder gar den Hinweis erhalten, dass ein Besuch beim Kieferorthopäden angezeigt sein könnte.

[0071] In jedem Fall kann die vorliegende Erfindung dem Patienten Sicherheit hinsichtlich der Behandlung und Unabhängigkeit hinsichtlich der Notwendigkeit einer Behandlung, welche bislang allein dem Kieferorthopäden unterlag, geben.

[0072] Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen, in wel-

chen identische Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Bauteile bezeichnen, exemplarisch erläutert. In den zum Teil stark vereinfachten Figuren gilt:

[0073] Fig. 1 zeigt schematisch sehr vereinfacht den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens in einer ersten, beispielhaften Ausführungsform;

[0074] Fig. 2 zeigt einen Abdruck des oberen Zahnbogens (Oberkiefer) in einem Abdrucklöffel zur Verwendung im erfindungsgemäßen Verfahren;

[0075] Fig. 3 zeigt eine Ablagefläche, auf welcher der Abdruck der Fig. 2 in einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens abgelegt wird;

[0076] Fig. 4a–c zeigen drei unterschiedliche Befüllungen des Abdrucklöffels der Fig. 2, jeweils dargestellt in einem Querschnitt des Abdrucklöffels; und

[0077] Fig. 5 zeigt eine Ausrichteinrichtung, wie sie bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet werden kann.

[0078] Fig. 1 zeigt schematisch sehr vereinfacht den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens in einer ersten, rein beispielhaften Ausführungsform. Die zu Fig. 1 genannten Bezugszeichen finden sich zum Teil erstmals in den folgenden Figuren.

[0079] Mit einer Einrichtung 5 zum Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens des in den Figuren nicht gezeigten Patienten nimmt der Patient in Schritt S1 ein Abbild eines seiner Zahnbögen. Alternativ nimmt er in Schritt S1 ein Abbild eines Abdrucks 11 des betrachteten Zahnbogens oder eines relevanten Abschnitts hiervon.

[0080] Der Abdruck 11 kann vorab, d. h. vor Beginn des erfindungsgemäßen Verfahrens erstellt worden sein. Er kann alternativ und insbesondere durch den Patienten als Teil des erfindungsgemäßen Verfahrens erstellt worden sein.

[0081] Die mittels der Einrichtung 5 erfassten Daten werden in einem Schritt S2 bewertet, beispielsweise indem sie mit Referenzdaten verglichen werden. Der Vergleich erlaubt eine Aussage über die Zahnstellung des Patienten, beispielsweise zum Sinn einer kieferorthopädischen Maßnahme, zur Art einer bevorzugten kieferorthopädischen Vorrichtung, zu Referenzwerten aus Behandlungen Dritter, Vergleichsfällen aus Datenbanken, in welchen Zahnstellungen und/oder Behandlungsverläufe Dritter gespeichert sind, usw.

[0082] Fig. 2 zeigt einen Abdruck 11 des oberen Zahnbogens (Oberkiefer) in einem Abdrucklöffel 13.

[0083] Der Abdrucklöffel **13** kann ebenso wie die zum Erstellen des Abdrucks **11** erforderliche Masse Teil des erfindungsgemäßen Sets sein.

[0084] Fig. 3 zeigt eine Ablagefläche **15**, auf welcher der Abdruck **11** der Fig. 2 in einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens abgelegt wird. Die Ablagefläche **15** ist im Beispiel der Fig. 3 ein Stück Papier oder Karton.

[0085] Die Ablagefläche **15**, welche als Ablage dient, ist nur rein exemplarisch eine Fläche wie in Fig. 3 gezeigt. Sie kann durchaus auch eine andere Form als eine Fläche aufweisen.

[0086] Wie in Fig. 3 zu erkennen weist die Ablagefläche **15** eine Ausrichtungseinrichtung **17** auf. Diese dient zur Orientierung des Abdrucks der oberen Schneidezähne innerhalb des Abdrucks **11** auf der Ablagefläche **15**. Die Ausrichtungseinrichtung **17** ist hier rein exemplarisch als graphisches Element gezeigt. Sie könnte allerdings auch als Erhebung vorgesehen sein.

[0087] Die Ablagefläche **15** ist im Beispiel der Fig. 3 mit einer Skalierung **19** versehen. Die Skalierung dient als Referenz für die korrekten Größenverhältnisse. Ferner können Verzerrungen anhand der erfassten Darstellung der Skalierung **19** erkannt und rechnerisch behoben werden.

[0088] Die Ablagefläche **15** kann Teil des erfindungsgemäßen Sets sein.

[0089] Fig. 4 zeigt als Fig. 4a, Fig. 4b und Fig. 4c drei unterschiedliche Befüllungen des Abdrucklöffels **13**, jeweils dargestellt in einem Querschnitt des Abdrucklöffels **13**.

[0090] Wie die Fig. 4a, Fig. 4b und Fig. 4c zeigen, kann eine Abdruckmasse **21** mit nicht ebener Oberfläche hiervon in den Abdrucklöffel **13** eingefüllt sein. Letzteres erlaubt es, die Eindringtiefe der Zähne in die Abdruckmasse **21** eindeutig zu bestimmen. Eine 3-dimensionale Bestimmung der geometrischen Daten des Zahnbogens ist somit vorteilhaft möglich.

[0091] In manchen erfindungsgemäßen, beispielhaften Ausführungsformen ist die Abdruckmasse **21** derart, dass ein hierin erfolgter Eindruck, beispielsweise eines Zahns, in Abhängigkeit von der Tiefe, mit der er in die Abdruckmasse **21** eingedrungen ist, einen farbigen Abdruck hinterlässt. So kann ein Eindruck von geringer Tiefe zu einem anderen Farbbild in der Abdruckmasse führen als ein Eindruck großer Tiefe. Ein Nebeneinander unterschiedlicher Farben bei einem Eindruck kann ebenfalls auftreten; beispielsweise kann sich die Farbe zunehmend mit der Eindringtiefe verändern. Die Abdruckmasse **21** kann hierzu aus verschiedenfarbigen Schichten aufgebaut sein.

Auf diese Weise kann dem Abdruck **13** vorteilhaft eine 3-dimensionale Struktur des eingedrückten Zahnbogens bereits in Draufsicht entnommen werden.

[0092] Eine derart ausgestaltete Abdruckmasse wird hierin als farbresponsiv bezeichnet.

[0093] Fig. 5 zeigt eine Ausrichteinrichtung **17**, wie sie bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet werden und Teil des erfindungsgemäßen Sets sein kann.

[0094] In der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform weist die Ausrichtungseinrichtung **17** einen Rahmen bestehend aus vier Seitenstreben **17'**, **17''**, **17'''** und **17''''** auf. Der Rahmen kann auf Füßen stehen, wie aus Fig. 5 ebenfalls erkennbar.

[0095] Der Rahmen kann in wenigstens einer Raumrichtung verstellbar ausgestaltet sein, etwa durch teleskopierbare oder anderweitig verstellbare oder verlängerbare Seitenstreben. Die Verstellbarkeit, welche in Fig. 5 mittels Doppelpfeilen angedeutet ist, erlaubt es, den Rahmen beispielsweise auf die Maße der gängigen Smartphones, Handys oder dergleichen anzupassen, welche bei entsprechender Programmierung die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung oder ihrer Einrichtung **5** übernehmen kann.

[0096] Die Ausrichtungseinrichtung **17**, welche somit der Aufnahme der erfindungsgemäßen Vorrichtung (oder der Einrichtung **5**) dienen kann, kann beispielsweise auf hierzu vorbereitete Markierungen der Ablage oder Ablagefläche **15** aufgesetzt werden. Solche Markierungen können eine optimale Erfassung des Abdrucks erlauben.

[0097] Die Ausrichteinrichtung **17** erlaubt es ferner, die geometrischen Daten des Abdrucks **13** mit der Einrichtung **5** zu erfassen, ohne hierzu die Einrichtung **5** oder die erfindungsgemäße Vorrichtung in der Hand halten zu müssen.

[0098] Auf diese Weise wird vorteilhaft nicht nur sichergestellt, dass die gewünschte Ausrichtung vorliegt, sondern auch ein Verwackeln der Einrichtung **5** bei der Erfassung ausgeschlossen.

[0099] Um ein Verwackeln zu vermeiden, kann ferner eine Selbstauslösefunktion der Erfassungsvorrichtung **5** vorgesehen sein, welche beispielsweise auf einer Zeitschaltung basiert. Eine entsprechende Funktion kann programmiert sein. Sie kann alternativ als App oder dergleichen geladen und gespeichert werden.

Bezugszeichenliste

5	Einrichtung zum Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens des Patienten
11	Abdruck des Zahnbogens
13, 13a, 13b, 13c	Abdrucklöffel
15	Ablage oder Ablagefläche
17	Ausrichtungseinrichtung
17', 17'', 17''', 17''''	Seitenstreben
19	Skalierung
21	Abdruckmasse

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 6607382 B1 [0038]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen eines kieferorthopädischen Status oder zum Ermitteln der Notwendigkeit einer kieferorthopädischen Behandlung, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Bereitstellen einer Einrichtung (5) zum Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens des Patienten und/oder der Kieferstellung, oder eines Abschnitts jeweils hiervon;
- Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung des Patienten, eines Abschnitts oder eines Abdrucks oder eines Modells jeweils hiervon, oder einer Bissnahme; und
- Bewerten der erfassten geometrischen Daten des Zahnbogens und/oder der Kieferstellung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bewerten mit oder anhand von Referenzdaten, vorbestimmten Kriterien, Indizes oder dergleichen erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Referenzdaten einem Index entnommen sind, mittels eines Index ermittelt werden und/oder in einer Datenbank gespeichert vorliegen.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung des Patienten, oder eines Abschnitts jeweils hiervon, eine graphische oder bildliche Aufnahme ist oder umfasst.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Einrichtung (5) zum Erfassen der geometrischen Daten des Zahnbogens und/oder der Kieferstellung ein mobiles Handgerät, ein computergestütztes Telefon, ein Tablet Computer, ein Personal Computer, eine computergestützte Armbanduhr, eine computergestützte Brille, eine sonstige personenbezogene, computerähnliche Einrichtung oder eine Digitalkamera sind oder umfassen.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, mit dem Schritt:

- Bereitstellen einer Ausrichtungseinrichtung (17) zum Positionieren der Einrichtung (5) zum Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung oder eines Modells oder eines Abdrucks (11) hiervon des Patienten, oder eines Abschnitts jeweils hiervon, relativ zum oberen und/oder unteren Zahnbogen des Patienten unter vorbestimmten Bedingungen.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, mit dem Schritt:

- Anfertigen eines Abdrucks (1) des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstel-

lung oder eines Abschnitts hiervon unter Verwenden eines Abdruckmaterials (21).

8. Vorrichtung zum Erfassen eines kieferorthopädischen Status oder zum Ermitteln der Notwendigkeit einer kieferorthopädischen Behandlung, gekennzeichnet durch:

- eine Einrichtung (5) zum Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung des Patienten, oder eines Abschnitts jeweils hiervon; und
- eine Einrichtung zum Bewerten der erfassten geometrischen Daten des Zahnbogens und/oder der Kieferstellung.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Einrichtung zum Bewerten konfiguriert ist für ein Abgleichen oder Bewerten mit oder anhand von Referenzdaten, vorbestimmten Kriterien, Indizes oder dergleichen.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 9 aufweisend oder verbunden mit einer Einrichtung zum Ermitteln von Referenzdaten anhand eines Index und/oder anhand einer Datenbank mit gespeicherten Referenzdaten.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Einrichtung (5) zum Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung des Patienten, oder eines Abschnitts jeweils hiervon, eine graphische oder bildliche Aufnahmeeinrichtung ist oder umfasst.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei die Einrichtung (5) zum Erfassen der geometrischen Daten des Zahnbogens ein mobiles Handgerät, ein computergestütztes Telefon, ein Tablet Computer, ein Personal Computer, eine computergestützte Armbanduhr, eine computergestützte Brille, eine sonstige personenbezogene, computerähnliche Einrichtung oder eine Digitalkamera ist oder umfasst.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, ausgestaltet als ein computergestütztes Telefon, ein Tablet Computer, ein Personal Computer, eine computergestützte Armbanduhr, eine computergestützte Brille, eine sonstige personenbezogene, computerähnliche Einrichtung oder.

14. Set, gekennzeichnet durch wenigstens eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13.

15. Set nach Anspruch 14, mit Abdruckmaterial (21) zum Fertigen eines Abdrucks (11) des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung oder eines Abschnitts hiervon.

16. Set nach einem der Ansprüche 14 bis 15, mit einer Ausrichtungseinrichtung (17) zum Positionieren der Einrichtung (5) zum Erfassen geometrischer Daten des oberen und/oder unteren Zahnbogens und/oder der Kieferstellung des Patienten, oder eines Abschnitts jeweils hiervon, relativ zum oberen und/oder unteren Zahnbogens des Patienten unter vorbestimmten Bedingungen.

17. Digitales Speichermedium, insbesondere in Form einer Diskette, CD oder DVD oder EPROM, mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen, konfiguriert, um derart mit einem programmierbaren Computersystem oder mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, zusammenzuwirken, dass die maschinellen Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mittels des Computersystems oder der Vorrichtung ausführbar werden.

18. Computerprogramm-Produkt, als Signalwelle oder mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode, zur Veranlassung der maschinellen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 oder der Programmierung hierzu, wenn das Computerprogramm-Produkt auf einem Rechner, oder auf der erfindungsgemäßen Vorrichtung, abläuft.

19. Computerprogramm mit einem Programmcode zur Veranlassung der maschinellen Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wenn das Computerprogramm auf einem Computer, insbesondere auf der erfindungsgemäßen Vorrichtung, abläuft, oder zu einer solchen Programmierung des Computers oder der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

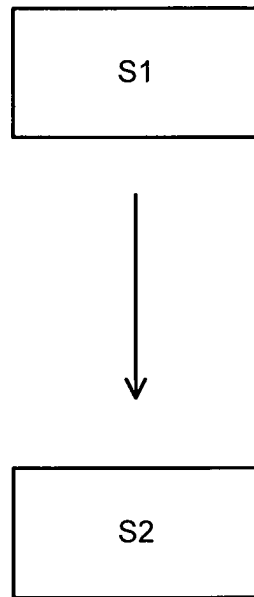


Fig. 1

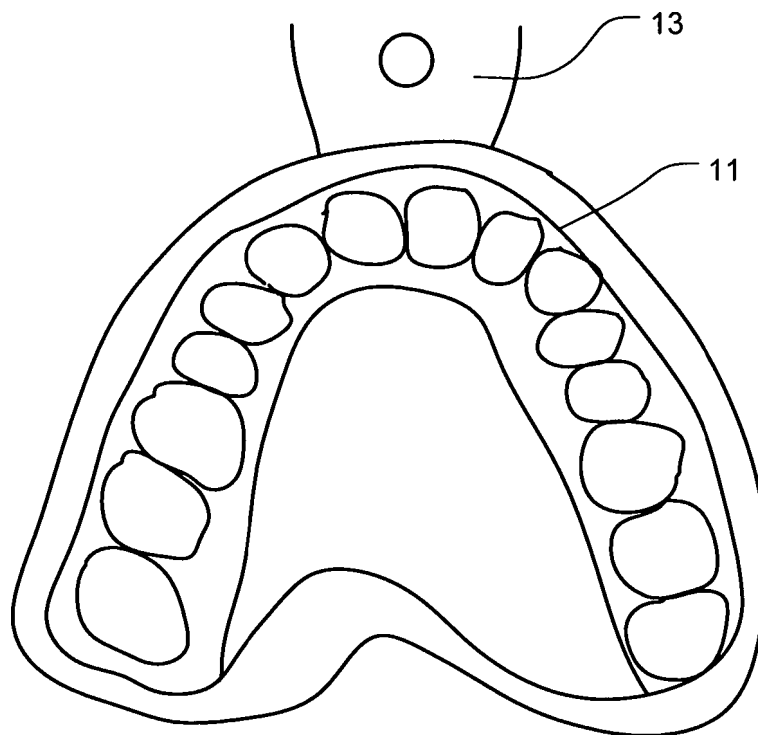


Fig. 2

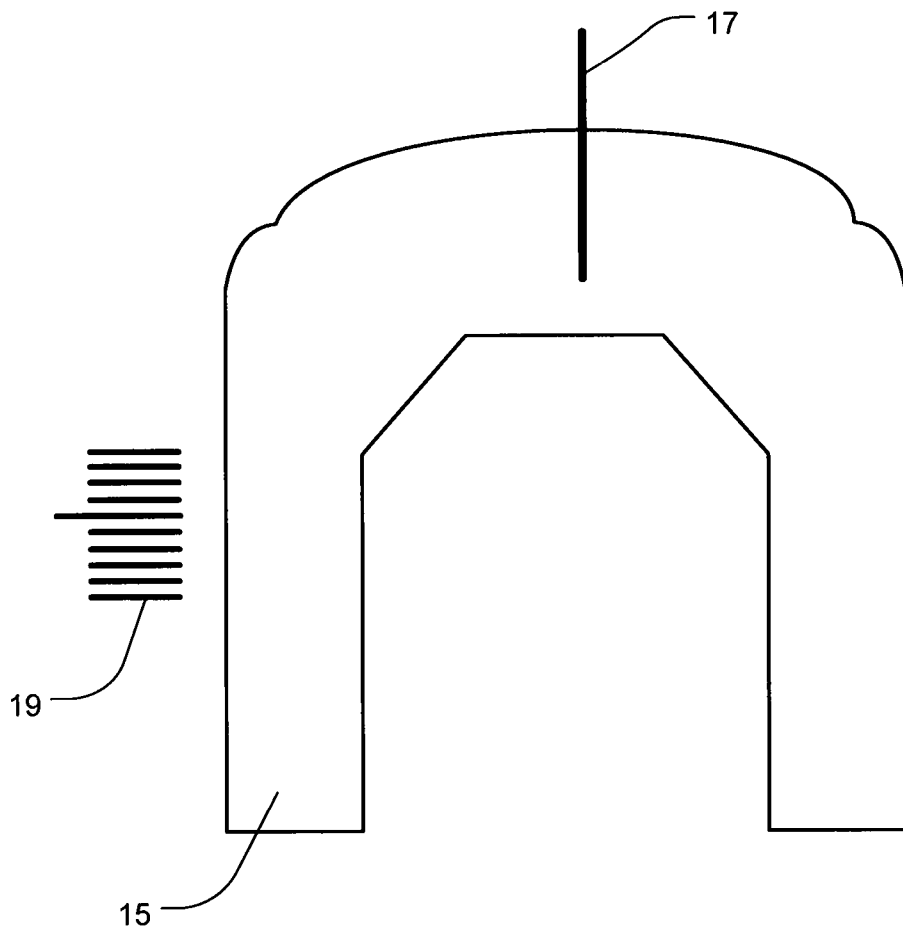


Fig. 3

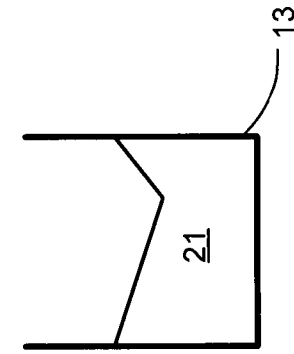


Fig. 4c

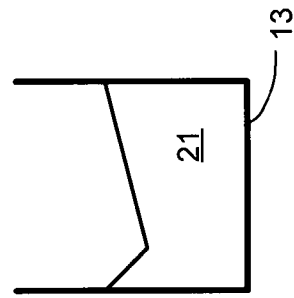


Fig. 4b

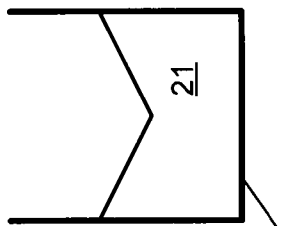


Fig. 4a

Fig. 4

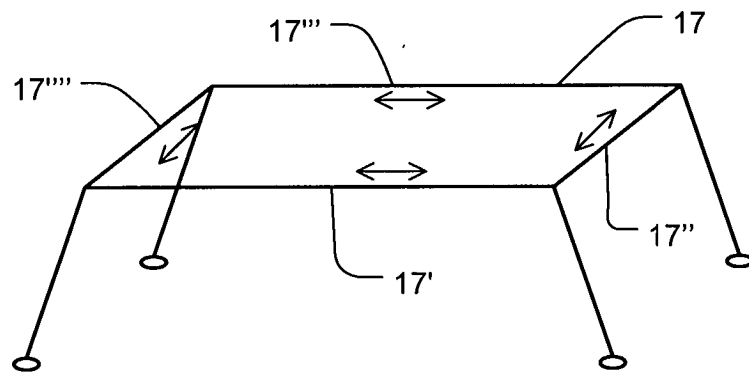


Fig. 5