

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
3. Januar 2014 (03.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/001284 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
A61C 9/00 (2006.01) *A61C 7/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/063196
- (22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juni 2013 (25.06.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 210 758.4 25. Juni 2012 (25.06.2012) DE
- (71) Anmelder: **SIRONA DENTAL SYSTEMS GMBH**
[DE/DE]; Fabrikstr. 31, 64625 Bensheim (DE).
- (72) Erfinder: **WUNDRAK, Stefan**; Auf der Au 5, 64625
Gronau (DE). **LINDENBERG, Kai**; Auf der Beine 14,
64395 Wersau (DE).
- (74) Anwalt: **SOMMER, Peter**; SOMMER Patentanwalt,
Augustaanlage 22, 68165 Mannheim (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

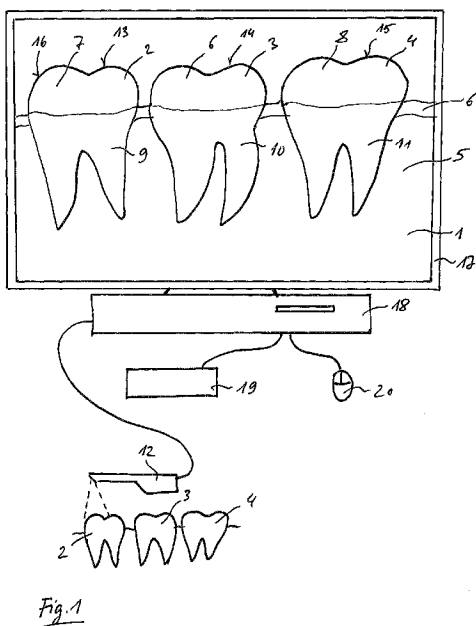
Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CHECKING TOOTH POSITIONS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG VON ZAHNSTELLUNGEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for checking tooth positions, wherein an initial three-dimensional volume image (1) of teeth to be checked (2, 3, 4) is taken, wherein the position and orientation of teeth to be checked (2, 3, 4) are determined on the basis of the initial volume image (1), wherein the teeth to be checked (2, 3, 4) are natural teeth consisting of tooth stumps (6, 7, 8) and tooth roots (9, 10, 11) and/or artificial teeth consisting of artificial tooth stumps and implants, and wherein particularly the positional relationship and orientation of the tooth stumps (6, 7, 8) relative to the tooth roots (9, 10, 11) and/or to the implants are determined. For checking purposes, a first optical surface control image (25) of the teeth (2, 3, 4) is then taken, wherein the position and orientation of the tooth roots (9, 10, 11) and/or the implants relative to one another and/or relative to a jawbone (5) are determined from the optical surface control image (25), using the determined positional relationship starting from the position of the surfaces (13, 14, 15) of the tooth stumps (6, 7, 8).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung von Zahnstellungen, wobei eine initiale dreidimensionale Volumenaufnahme (1) von zu überprüfenden Zähnen (2, 3, 4) durchgeführt wird, wobei anhand der initialen Volumenaufnahme (1) die Lage und die Orientierung der zu überprüfenden Zähne (2, 3, 4) bestimmt wird, wobei die zu überprüfenden Zähne natürliche Zähne (2, 3, 4) bestehend aus Zahnstümpfen (6, 7, 8) und Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/001284 A1



-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

künstliche Zähne bestehend aus künstlichen Zahnstümpfen und Implantaten sind, wobei insbesondere die Lagebeziehung und Orientierung der Zahnstümpfe (6, 7, 8) relativ zu den Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder zu den Implantaten bestimmt werden. Zur Überprüfung wird dann eine erste optische Oberflächenkontrollaufnahme (25) der Zähne (2, 3, 4) durchgeführt, wobei unter Verwendung der bestimmten Lagebeziehung ausgehend von der Lage der Oberflächen (13, 14, 15) der Zahnstümpfe (6, 7, 8) aus der optischen Oberflächenkontrollaufnahme (25) die Lage und Orientierung der Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder der Implantate relativ zueinander und/oder relativ zu einem Kieferknochen (5) bestimmt werden.

- 1 -

Beschreibung

Verfahren zur Überprüfung von Zahnstellungen

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung von
5 Zahnstellungen, wobei eine initiale dreidimensionale
Volumenaufnahme von zu überprüfenden Zähnen durchgeführt
wird, wobei anhand der initialen Volumenaufnahme die Lage
und die Orientierung der zu überprüfenden Zähne bestimmt
wird. Die zu überprüfenden Zähne sind dabei natürliche
10 Zähne bestehend aus Zahnstümpfen und Zahnwurzeln und/oder
künstliche Zähne bestehend aus künstlichen Zahnstümpfen und
Implantaten, wobei insbesondere die Lagebeziehung und
Orientierung der Zahnstümpfe relativ zu den Zahnwurzeln
und/oder zu den Implantaten bestimmt werden.

15 Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind mehrere Verfahren zur
zeitlichen Verfolgung von Zahnstellungen bekannt, wobei
meist dreidimensionale Röntgenaufnahmeverfahren, wie CT-
Aufnahmeverfahren, verwendet werden. Anhand der erzeugten
20 Röntgenaufnahmen werden dann die Zahnstellungen überprüft.

Der Nachteil dieser Verfahren besteht darin, dass aufgrund
der Dosisbelastung durch die Röntgenstrahlung eine
engmaschige Beobachtung der Zahnstellungen oft nicht zu
rechtfertigen ist.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin
ein Verfahren zur Überprüfung von Zahnstellungen
bereitzustellen, das eine engmaschige Beobachtung mit einer
geringen Dosisbelastung ermöglicht.

Darstellung der Erfindung

- 2 -

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung von Zahnstellungen, wobei eine initiale dreidimensionale Volumenaufnahme von zu überprüfenden Zähnen durchgeführt wird, wobei anhand der initialen Volumenaufnahme die Lage
5 und die Orientierung der zu überprüfenden Zähne bestimmt wird. Die zu überprüfenden Zähne sind dabei natürliche Zähne bestehend aus Zahnstümpfen und Zahnwurzeln und/oder künstliche Zähne bestehend aus künstlichen Zahnstümpfen und Implantaten. Insbesondere die Lagebeziehung und
10 Orientierung der Zahnstümpfe relativ zu den Zahnwurzeln und/oder zu den Implantaten werden dabei bestimmt. Anschließend wird zur Überprüfung der Zahnstellungen über einen längeren Zeitraum in regelmäßigen zeitlichen Abständen mindestens eine erste optische
15 Oberflächenkontrollaufnahme der Zähne durchgeführt, wobei unter Verwendung der bestimmten Lagebeziehung ausgehend von der Lage der Oberflächen der Zahnstümpfe aus der optischen Oberflächenkontrollaufnahme die Lage und Orientierung der Zahnwurzeln und/oder der Implantate relativ zueinander
20 und/oder relativ zu einem Kieferknochen bestimmt werden.

Die Bestimmung der Lagebeziehung erfolgt dabei computerstützt automatisch, wobei die Zahnstümpfe, die Zahnwurzeln und/oder die Implantate unter Verwendung eines Segmentierungsverfahrens automatisch registriert werden und
25 anschließend die Lagebeziehung computergestützt automatisch bestimmt wird. Anschließend werden 3D-Modelle der segmentierten Zähne solange gedreht und/oder verschoben, bis die Oberflächen der Zahnstümpfe dieser 3D-Modelle mit den Oberflächen der Zahnstümpfe aus der optischen
30 Oberflächenkontrollaufnahme in Überlagerung gebracht werden.

- 3 -

Die grundlegende Idee des vorliegenden Verfahrens liegt in der Annahme, dass die Form der einzelnen Zähne unverändert bleibt und lediglich die Lage und Orientierung der Zähne und Ihrer Zahnwurzeln relativ zum Kieferknochen verändert
5 wird. Folglich kann aus der Lage der Oberflächen der Zahnstümpfe aus der optischen Oberflächenkontrolleaufnahme die Lage und Orientierung der Zahnwurzel berechnet werden. Die Überprüfung von Zahnstellungen über einen längeren Zeitraum ist vor allem bei Zahnkorrekturen mittels
10 Zahnspangen erforderlich, die beispielsweise Fehlbiss, Kreuzbiss, Vorbiss, Fehlwuchs der Zähne oder des Kiefers, korrigieren. Die initiale dreidimensionale Volumenaufnahme kann beispielsweise mittels eines CT-Röntgengeräts oder einer MRT-Vorrichtung durchgeführt werden. Die erzeugte
15 initiale Volumenaufnahme kann dann anschließend mittels eines Segmentierungsverfahrens analysiert werden und die Zähne, umfassend Zahnstümpfe und Zahnwurzeln bzw. Implantate, können segmentiert und anschließend registriert werden. Die dreidimensionale optische
20 Oberflächenkontrollaufnahme kann beispielsweise mittels eines Streifenprojektionsverfahrens unter Verwendung einer dentalen Kamera oder auch mittels eines digitalisierten Abdrucks durchgeführt werden. Ein digitalisierter Abdruck ist dabei eine dreidimensionale Aufnahme eines plastischen
25 Zahn-/Gebissabdrucks des dentalen Objekts, wobei die Vermessung unter Verwendung des Streifenprojektionsverfahrens, durch CT-Vermessung, durch MRT-Vermessung oder durch mechanische Abtastung erfolgen kann.
30 Bei der Berechnung der Lage der Zahnwurzeln und/oder der Implantate können beispielsweise 3D-Modelle der segmentierten Zähne aus der initialen Volumenaufnahme

- 4 -

verwendet werden, wobei diese 3D-Modelle solange gedreht und verschoben werden, bis die Oberflächen der Zahnstümpfe dieser 3D-Modelle zu den Oberflächen der Zahnstümpfe aus den optischen Oberflächenkontrollaufnahmen passen. Dieses
5 Anpassungsverfahren der 3D-Modelle kann auch computergestützt automatisch erfolgen, wobei die Oberflächen der Zahnstümpfe der 3D-Modelle mit den Oberflächen der Zahnstümpfe aus den optischen Oberflächenkontrollaufnahmen in Überlagerung gebracht
10 werden.

Dadurch wird auf einfache Art und Weise eine sichere Ermittlung der Lage und Orientierung der Zahnwurzel gewährleistet.

Die Zahnstümpfe können verschiedene Teile aus Hartgewebe
15 sein, die aus dem Zahnfleisch herausragen und bei einer optischen Aufnahme erfasst werden können. Zahnstümpfe können beispielsweise vollständige Zahnkronen oder auch nur Teile von natürlichen oder künstlichen Zähnen, wie Präparationen oder Abutments, sein, die aus dem Zahnfleisch
20 herausragen.

Bei dem Segmentierungsverfahren wird die initiale Volumenaufnahme und die darauffolgenden optischen Oberflächenkontrollaufnahmen automatisch nach den Mustern der Zahnstümpfe, der Zahnwurzeln und/oder der Implantate
25 durchsucht und diese vom umgebenden Gewebe segmentiert.

Ein Vorteil des vorliegenden Verfahrens liegt darin, dass der Patient nur während der initialen Volumenaufnahme, wie einer Röntgenaufnahme, einer Dosisbelastung ausgesetzt wird, wobei anschließend für die weitere Überprüfung der
30 Zahnstellungen lediglich dreidimensionale optische Oberflächenkontrollaufnahmen der Zahnsituation durchgeführt

- 5 -

werden. Auf diese Weise wird eine engmaschige Beobachtung mit einer geringen Dosisbelastung ermöglicht.

Vorteilhafterweise kann anhand der initialen dreidimensionalen Volumenaufnahme die Oberflächen der Zahnstümpfe und die Lage der Zahnwurzeln und/oder der Implantate bestimmt werden, wobei die Lagebeziehung allein anhand der Volumenaufnahme bestimmt wird.

Dadurch werden sowohl die Zahnstümpfe als auch die Zahnwurzeln und/oder die Implantate in der Volumenaufnahme, beispielsweise mittels eines Segmentierungsverfahrens, erkannt, wobei anschließend die Lagebeziehung bestimmt wird.

Vorteilhafterweise kann zur Bestimmung der Lagebeziehung zusätzlich zur initialen Volumenaufnahme eine initiale optische Oberflächenaufnahme der zu überprüfenden Zähne durchgeführt werden, wobei die Lagebeziehung zwischen der Lage der Zahnwurzeln und/oder der Implantate aus der initialen Volumenaufnahme und der Lage der Oberflächen der Zahnstümpfe aus der initialen optischen Oberflächenaufnahme bestimmt wird.

Bei dieser Alternative wird die Lagebeziehung zwischen den Zahnstümpfen und den Zahnwurzeln und/oder den Implantaten durch Vergleich der initialen Volumenaufnahme mit der initiale optische Oberflächenaufnahme bestimmt. Auf diese Art und Weise wird eine einfache und fehlerfreie Bestimmung der Lagebeziehung ermöglicht.

Vorteilhafterweise kann die initiale Volumenaufnahme und die initiale optische Oberflächenaufnahme während einer ersten Untersuchung innerhalb einer Zeitspanne von maximal 4 Stunden durchgeführt werden.

- 6 -

Dadurch wird also die Lagebeziehung bei einem ersten Untersuchungstermin bestimmt. Anschließend wird in regelmäßigen zeitlichen Abständen bei Kontrollterminen die Lage der Zahnwurzeln und/oder der Implantate anhand der
5 Oberflächekontrollaufnahmen überprüft.

Vorteilhafterweise kann die Bestimmung der Lagebeziehung computerstützt manuell erfolgen, wobei die Zahnstümpfe, die Zahnwurzeln und/oder die Implantate manuell durch einen Benutzer unter Verwendung von Eingabemitteln ausgewählt
10 werden.

Bei dieser Alternative erfolgt die Segmentierung manuell durch den Benutzer, wobei der Benutzer die Zahnstümpfe oder die Zahnwurzeln virtuell über Eingabemittel mittels eines Cursors umrandet und damit die Abmessung sowie die Lage und
15 Ausrichtung relativ zueinander festlegt.

Vorteilhafterweise kann die initiale dreidimensionale Volumenaufnahme eine dreidimensionale CT-Röntgenaufnahme sein.

Dadurch wird insbesondere hartes Gewebe, wie Zahngewebe und
20 Kieferknochen, besonders deutlich abgebildet.

Vorteilhafterweise kann die initiale dreidimensionale Volumenaufnahme eine dreidimensionale MRT-Aufnahme sein.

Dadurch wird weiches Gewebe, wie Zahnfleisch, besonders deutlich abgebildet.

25 Vorteilhafterweise kann die optische Oberflächekontrollaufnahme mittels einer optischen Vermessungsvorrichtung unter Verwendung eines Streifenprojektionsverfahrens durchgeführt werden.

Die optische Vermessungsvorrichtung kann beispielsweise ein
30 dentales Handstück sein, das die Zahnsituation unter

- 7 -

Verwendung des Streifenprojektionsverfahrens vermisst und dabei eine dreidimensionale optische Aufnahme erstellt.

Vorteilhafterweise kann die optische Oberflächenkontrollaufnahme unter Verwendung eines
5 digitalisierten Abdrucks der Zähne erzeugt werden.

Vorteilhafterweise können zur Überprüfung weitere optische Oberflächenkontrollaufnahmen der zu überprüfenden Zähne durchgeführt werden. Anschließend können ausgehend von der Lage der Oberflächen der Zahnstümpfe aus den optischen
10 Oberflächenkontrollaufnahmen die Lage und Orientierung der Zahnwurzeln und/oder der Implantate relativ zueinander und/oder relativ zu einem Kieferknochen bestimmt werden.

Vorteilhafterweise können die anhand der Oberflächen der Zahnstümpfe aus der optischen Oberflächenkontrollaufnahme
15 bestimmten Zahnwurzeln und/oder Implantate graphisch mittels einer Anzeigevorrichtung relativ zueinander und/oder in Relation zum Kieferknochen aus der initialen Volumenaufnahme dargestellt werden.

Die Anzeigevorrichtung kann beispielsweise ein Monitor
20 sein, der die initiale Röntgenaufnahme in Überlagerung mit den berechneten 3D-Modellen der Zähne darstellt. Dadurch wird es dem Benutzer ermöglicht, die Orientierung der Zahnwurzeln in Relation zum Kieferknochen besser einzuschätzen.

Vorteilhafterweise können die Oberflächen der registrierten Zahnstümpfe aus der initialen optischen Aufnahme in einem Datenspeicher abgespeichert werden. Die weiteren optischen Aufnahmen können dann mittels eines
25 Mustererkennungsalgorithmus automatisch nach diesen registrierten Oberflächen der Zahnstümpfe durchsucht
30 werden, wobei anschließend die Lage und die Orientierung

- 8 -

der Zahnstümpfe relativ zueinander und/oder relativ zum Kieferknochen automatisch computergestützt bestimmt werden. Durch die Verwendung des Mustererkennungsalgorithmus wird die Suche nach den Oberflächen der Zahnstümpfe in den
5 optischen Aufnahmen vereinfacht.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

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

Fig. 1 eine Skizze zur Verdeutlichung des
10 vorliegenden Verfahrens;

Fig. 2 eine Skizze zur Verdeutlichung des vorliegenden Verfahrens, wobei ein Zahn im Vergleich zu Fig. 1 verdreht und verschoben ist.

15 Ausführungsbeispiel

Die Fig. 1 zeigt eine Skizze zur Verdeutlichung des vorliegenden Verfahrens zur Überprüfung von Zahnstellungen. Im ersten Verfahrensschritt wird eine initiale dreidimensionale Röntgenaufnahme 1 mittels eines
20 Röntgensystems wie eines CT-Röntgensystems, durchgeführt. Die Röntgenaufnahme umfasst die zu überprüfenden Zähne 2, 3 und 4 sowie den Kieferknochen 5 und eine Gingivaschicht 6. Anhand der initialen Röntgenaufnahme 5 werden dann die Lage und die Orientierung der zu überprüfenden Zähne 2, 3, 4
25 insbesondere von Zahnstümpfe 7, 6 und 8 und/oder der Zahnwurzeln 9, 10 und 11 registriert. Im nächsten Verfahrensschritt wird zusätzlich zur initialen Röntgenaufnahme eine initiale optische Aufnahme der zu überprüfenden Zähne 2, 3 und 4 mittels der
30 Vermessungsvorrichtung 12, die auf einem Streifenprojektionsverfahren beruhen kann, durchgeführt. Im

- 9 -

weiteren Verfahrensschritt wird eine Lagebeziehung zwischen der Lage der zu überprüfenden Zähne 2, 3 und 4 in der initialen Röntgenaufnahme 5 und den Oberflächen 13, 14 und 15 der Zahnstümpfe 7, 6 und 8 aus der initialen optischen Aufnahme bestimmt. Die initiale optische Aufnahme 16, die die Zahnsituation und insbesondere die Oberflächen 13, 14 und 15 der Zahnstümpfe 7, 6 und 8 umfasst wird mittels einer Anzeigevorrichtung 17, wie mittels eines Monitors, in Überlagerung mit der dreidimensionalen Röntgenaufnahme 5 dargestellt. Die Lagebeziehung zwischen den beiden Aufnahmen 5 und 16 wird dadurch bestimmt, dass übereinstimmende Strukturen, wie die Oberflächen 13, 14 und 15 der Zahnstümpfe 7, 6 und 8 automatisch computergestützt mittels des Computers 18 in Übereinstimmung gebracht werden. Das Bestimmen der Lagebeziehung kann alternativ auch manuell durch einen Benutzer unter Verwendung der Eingabemittel, wie einer Tastatur 19 und einer Maus 20, erfolgen. Im weiteren Verfahrensschritt wird unter Verwendung der bestimmten Lagebeziehung ausgehend von der Lage der Oberflächen 13, 14 und 15 der Zahnstümpfe 7, 6 und 8 aus der optischen Aufnahme 16 die Lage und Orientierung der Zahnwurzeln 9, 10 und 11 zueinander und/oder relativ zum Kieferknochen 5 berechnet. Anschließend werden in regelmäßigen zeitlichen Abständen weitere optische dreidimensionale Aufnahmen der zu überprüfenden Zähne 2, 3 und 4 mittels der Vermessungsvorrichtung 12 durchgeführt. Ausgehend von der Lage der Oberflächen 13, 14 und 15 wird dann die veränderte Lage und Orientierung der Zahnwurzeln 9, 10 und 11 relativ zueinander und/oder relativ zum Kieferknochen 5 berechnet. Die Registrierung der Zahnstümpfe 6, 7 und 8 in der initialen Röntgenaufnahme und in der initialen optischen Aufnahme sowie die Registrierung der Zahnwurzeln 9, 10 und 11 in der initialen

- 10 -

Röntgenaufnahme können mittels eines Segmentierungsverfahrens erfolgen, dass die Aufnahmen mittels des Computers analysiert und die Zähne 2, 3 und 4 segmentiert. Die segmentierten Zähne 2, 3 und 4 können 5 auch als 3D-Modelle in einem Datenspeicher abgespeichert werden, wobei die weiteren optischen Aufnahmen mittels eines Mustererkennungsalgorithmus nach diesen 3D-Modellen der Zähne durchsucht werden können.

Die Fig. 2 zeigt eine Skizze zur Verdeutlichung des 10 vorliegenden Verfahrens, wobei im Vergleich zu Fig. 1 der mittlere Zahn 3 sich relativ zu den Nachbarzähnen 2 und 4 sowie relativ zum Kieferknochen 5 gedreht und verschoben hat. Die ursprüngliche Lage und Orientierung des Zahns 3 ist durch die gestrichelte Linie 21 dargestellt. Eine 15 Zahnmittelachse des mittleren Zahns 3 hat sich somit von einer ursprünglichen Position 22 zu einer neuen Position 23 um einen Winkel 24 verschoben. Zur Überprüfung der Zahnstellungen wird eine optische Oberflächenkontrollaufnahme 25 mittels der 20 Vermessungsvorrichtung 12 aus Fig. 1 durchgeführt, wobei die Oberflächen 13, 14 und 15 der Zahnstümpfe 7, 6 und 8 erneut erfasst werden. Anschließend wird ausgehend von der Lage der Oberflächen 13, 14 und 15 die Lage und Orientierung der Zahnwurzeln 9, 10 und 11 relativ 25 zueinander und/oder relativ zum Kieferknochen 5 berechnet. Auf diese Weise können damit in kurzen zeitlichen Abständen mehrere Oberflächenkontrollaufnahmen durchgeführt werden, um eine genaue Überprüfung der Zahnstellungen mit einer nur geringen Dosisbelastung zu ermöglichen.

- 11 -

Bezugszeichen

	1	initiale Röntgenaufnahme
	2	erster Zahn
	3	zweiter Zahn
5	4	dritter Zahn
	5	Kieferknochen
	6	Zahnkrone
	7	Zahnkrone
	8	Zahnkrone
10	9	Zahnwurzel
	10	Zahnwurzel
	11	Zahnwurzel
	12	Vermessungsvorrichtung
	13	erste Oberfläche der Zahnkrone
15	14	zweite Oberfläche der Zahnkrone
	15	dritte Oberfläche der Zahnkrone
	16	initiale optische Aufnahme
	17	Anzeigevorrichtung, Monitor
	18	Computer
20	19	Tastatur
	20	Maus
	21	gestrichelte Linie
	22	ursprüngliche Position
	23	neue Position
25	24	Winkel

25 optische Oberflächenkontrollaufnahme

- 13 -

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung von Zahnstellungen, wobei eine initiale dreidimensionale Volumenaufnahme (1) von zu überprüfenden Zähnen (2, 3, 4) durchgeführt wird, wobei anhand der initialen Volumenaufnahme (1) die Lage und die Orientierung der zu überprüfenden Zähne (2, 3, 4) bestimmt wird, wobei die zu überprüfenden Zähne natürliche Zähne (2, 3, 4) bestehend aus Zahnstümpfen (6, 7, 8) und Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder künstliche Zähne bestehend aus künstlichen Zahnstümpfen und Implantaten sind, wobei insbesondere die Lagebeziehung und Orientierung der Zahnstümpfe (6, 7, 8) relativ zu den Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder zu den Implantaten bestimmt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Überprüfung der Zahnstellungen über einen längeren Zeitraum in regelmäßigen zeitlichen Abständen mindestens eine erste optische Oberflächenkontrollaufnahme (25) der Zähne (2, 3, 4) durchgeführt wird, wobei unter Verwendung der bestimmten Lagebeziehung ausgehend von der Lage der Oberflächen (13, 14, 15) der Zahnstümpfe (6, 7, 8) aus der optischen Oberflächenkontrollaufnahme (25) die Lage und Orientierung der Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder der Implantate relativ zueinander und/oder relativ zu einem Kieferknochen (5) bestimmt werden, wobei die Bestimmung der Lagebeziehung computerstützt automatisch erfolgt, wobei die Zähne (2, 3, 4) umfassend die Zahnstümpfe (6, 7, 8), die Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder die Implantate unter Verwendung eines Segmentierungsverfahrens automatisch registriert werden und anschließend die Lagebeziehung computergestützt automatisch bestimmt wird, wobei 3D-

- 14 -

- Modelle der segmentierten Zähne (2, 3, 4) solange gedreht und/oder verschoben werden, bis die Oberflächen (13, 14, 15) der Zahnstümpfe (6, 7, 8) dieser 3D-Modelle mit den Oberflächen der Zahnstümpfe (6, 7, 8) aus der optischen Oberflächenkontrollaufnahme (25) in Überlagerung gebracht werden.
- 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der initialen dreidimensionalen
- 10 Volumenaufnahme (1) die Oberflächen (13, 14, 15) der Zahnstümpfe (6, 7, 8) und die Lage der Zahnwurzeln und/oder der Implantate bestimmt werden, wobei die Lagebeziehung allein anhand der Volumenaufnahme (1) bestimmt wird.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Lagebeziehung zusätzlich zur initialen Volumenaufnahme (1) eine initiale optische Oberflächenaufnahme (16) der zu überprüfenden Zähne (2, 3, 4) durchgeführt wird, wobei die Lagebeziehung
- 20 zwischen der Lage der Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder der Implantate (2, 3, 4) aus der initialen Volumenaufnahme (1) und den Oberflächen (13, 14, 15) der Zahnstümpfe (6, 7, 8) aus der initialen optischen Oberflächenaufnahme (16) bestimmt wird.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die initiale Volumenaufnahme (1) und die initiale optische Oberflächenaufnahme (16) während einer ersten Untersuchung innerhalb einer Zeitspanne von maximal 4 Stunden durchgeführt werden.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die initiale dreidimensionale

- 15 -

Volumenaufnahme eine dreidimensionale CT-Röntgenaufnahme (1) ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die initiale dreidimensionale
5 Volumenaufnahme eine dreidimensionale MRT-Aufnahme ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die optische
10 Oberflächenkontrollaufnahme (25) mittels einer optischen Vermessungsvorrichtung (12) unter Verwendung eines Streifenprojektionsverfahrens durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die optische
15 Oberflächenkontrollaufnahme (25) unter Verwendung eines digitalisierten Abdrucks der Zähne (2, 3, 4) erzeugt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überprüfung weitere optische
20 Oberflächenkontrollaufnahmen (25) der zu überprüfenden Zähne (2, 3, 4) durchgeführt werden und anschließend ausgehend von der Lage der Oberflächen (13, 14, 15) der Zahnstümpfe (6, 7, 8) aus den optischen Oberflächenkontrollaufnahmen (25) die Lage und Orientierung der Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder der
25 Implantate relativ zueinander und/oder relativ zu einem Kieferknochen (5) bestimmt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die anhand der Oberflächen (13, 14, 15) der Zahnstümpfe (6, 7, 8) aus der optischen
30 Oberflächenkontrollaufnahme (25) bestimmten Zahnwurzeln (9, 10, 11) und/oder Implantate graphisch

- 16 -

mittels einer Anzeigevorrichtung (17) relativ zueinander und/oder in Relation zum Kieferknochen (5) aus der initialen Volumenaufnahme (1) dargestellt werden.

- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächen (13, 14, 15) der registrierten Zahnstümpfe (6, 7, 8) aus der initialen dreidimensionalen Volumenaufnahme (1) und/oder der
10 initialen optischen Oberflächenaufnahme (16) in einem Datenspeicher abgespeichert werden und die optischen Oberflächenkontrollaufnahmen (25) mittels eines Mustererkennungsalgorithmus automatisch nach diesen registrierten Oberflächen (13, 14, 15) der Zahnstümpfe
15 (6, 7, 8) durchsucht werden, wobei anschließend die Lage und die Orientierung der Zahnstümpfe (6, 7, 8) relativ zueinander und/oder relativ zum Kieferknochen (5) automatisch computergestützt bestimmt werden.

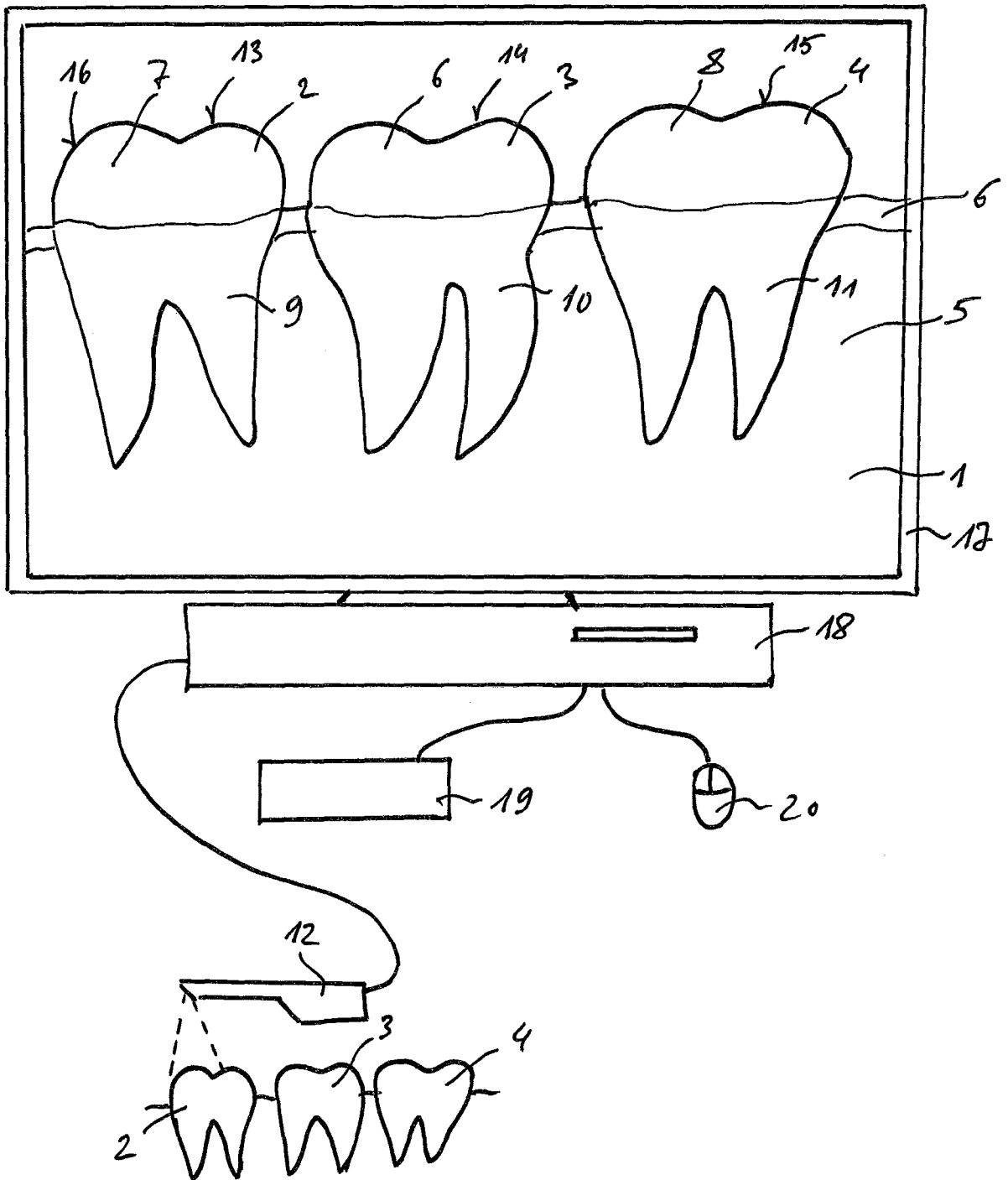


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/063196

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61C9/00 A61C7/00
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/268327 A1 (GETTO PHILLIP [US] ET AL) 3 November 2011 (2011-11-03) paragraph [0020] - paragraph [0027] paragraph [0059]	1
A	US 2004/197727 A1 (SACHDEVA ROHIT [US] ET AL) 7 October 2004 (2004-10-07) paragraph [0150] paragraph [0187] paragraph [0060]	1
A	US 2009/325127 A1 (KUSCH JOCHEN [DE] ET AL) 31 December 2009 (2009-12-31) the whole document	1

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 18 October 2013	Date of mailing of the international search report 25/10/2013
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Salvatore, Claudio
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/063196

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011268327	A1	03-11-2011	NONE

US 2004197727	A1	07-10-2004	US 2004197727 A1 07-10-2004
			US 2007099147 A1 03-05-2007
			WO 2005008441 A2 27-01-2005

US 2009325127	A1	31-12-2009	EP 2010090 A1 07-01-2009
			US 2009325127 A1 31-12-2009
			WO 2007110376 A1 04-10-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. A61C9/00 A61C7/00

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

A61C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2011/268327 A1 (GETTO PHILLIP [US] ET AL) 3. November 2011 (2011-11-03) Absatz [0020] - Absatz [0027] Absatz [0059]	1
A	US 2004/197727 A1 (SACHDEVA ROHIT [US] ET AL) 7. Oktober 2004 (2004-10-07) Absatz [0150] Absatz [0187] Absatz [0060]	1
A	US 2009/325127 A1 (KUSCH JOCHEN [DE] ET AL) 31. Dezember 2009 (2009-12-31) das ganze Dokument	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Oktober 2013

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/10/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Salvatore, Claudio

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/063196

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011268327 A1	03-11-2011	KEINE	
US 2004197727 A1	07-10-2004	US 2004197727 A1 US 2007099147 A1 WO 2005008441 A2	07-10-2004 03-05-2007 27-01-2005
US 2009325127 A1	31-12-2009	EP 2010090 A1 US 2009325127 A1 WO 2007110376 A1	07-01-2009 31-12-2009 04-10-2007

专利名称(译)	检查牙齿位置的方法		
公开(公告)号	EP2863831A1	公开(公告)日	2015-04-29
申请号	EP2013735224	申请日	2013-06-25
[标]申请(专利权)人(译)	西诺德牙科设备有限公司		
申请(专利权)人(译)	西诺德牙科设备GMBH		
当前申请(专利权)人(译)	西诺德牙科设备GMBH		
[标]发明人	WUNDRAK STEFAN LINDENBERG KAI		
发明人	WUNDRAK, STEFAN LINDENBERG, KAI		
IPC分类号	A61C9/00 A61C7/00 A61B5/00 A61B5/055 A61B6/03 A61B6/14		
CPC分类号	A61B5/0088 A61B5/055 A61B5/742 A61B6/032 A61B6/14 A61B6/5217 A61C7/002 A61C8/0096 A61C9/0053 A61C9/006 A61C2007/004		
代理机构(译)	SOMMER, PETER		
优先权	102012210758 2012-06-25 DE		
其他公开文献	EP2863831B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种用于检查牙齿位置的方法，其中采取待检查的牙齿(2,3,4)的初始三维体积图像(1)，其中待检查的牙齿的位置和取向(2, 3,4)是根据初始体积图像(1)确定的，其中待检查的牙齿(2,3,4)是由牙根(6,7,8)和牙根(9)组成的天然牙齿。 (10,11)和/或由人造牙根和植入物组成的人造牙齿，并且其中特别是牙根(6,7,8)相对于牙根(9,10,11)的位置关系和取向以及/或植入物是确定的。为了检查目的，然后拍摄牙齿(2,3,4)的第一光学表面控制图像(25)，其中牙根(9,10,11)和/或植入物相对于牙齿的位置和取向。使用从牙根(6,14,15)的表面(6,14,15)的位置开始确定的位置关系，从光学表面控制图像(25)确定彼此和/或相对于颞骨(5)。 (7,8)。