



(10) **DE 10 2012 207 499 B3** 2013.09.05

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 207 499.6**
(22) Anmeldetag: **07.05.2012**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.09.2013**

(51) Int Cl.: **A61C 19/04 (2012.01)**

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

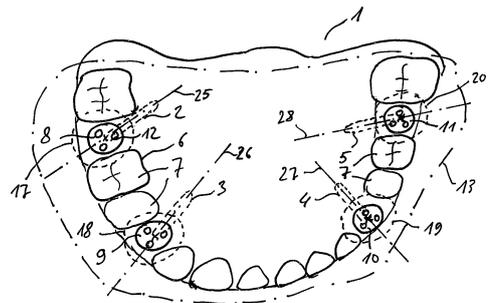
(73) Patentinhaber:
Sirona Dental Systems GmbH, 64625, Bensheim, DE

(72) Erfinder:
**Thiel, Frank, 64372, Ober-Ramstadt, DE;
Schneider, Sascha, Dr., 64367, Mühlthal, DE**

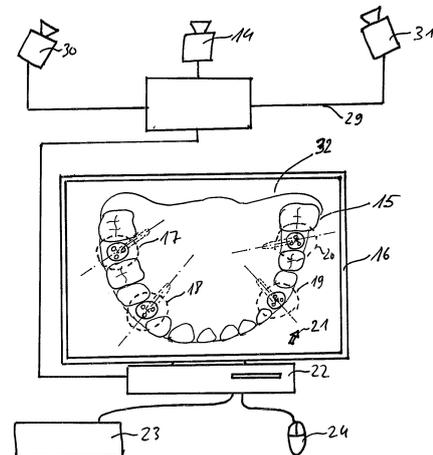
(74) Vertreter:
Sommer, Peter, Dipl.-Wirtsch.-Ing., 68165, Mannheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Vermessung einer Zahnsituation**



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermessung einer Zahnsituation (1) umfassend mehrere Implantate (2, 3, 4, 5) und/oder Präparationen zum Einsetzen von Zahnrestorationen. Unter Verwendung eines ersten Messverfahrens wird zunächst ein erster Bereich (13) der Zahnsituation (1) erfasst, wobei erste Messdaten erzeugt werden. Der erste Bereich (13) ist so gewählt, dass er mindestens zwei Implantate (2, 3, 4, 5) und/oder Präparationen umfasst. Anschließend werden Objektbereiche (17, 18, 19, 20) um die Implantate (2, 3, 4, 5) und/oder die Präparationen festgelegt, wobei unter Verwendung eines zweiten Messverfahrens die festgelegten Objektbereiche (17, 18, 19, 20) erfasst werden und zweite Messdaten erzeugt werden. Das zweite Messverfahren ist dabei präziser als das erste Messverfahren.



(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	10 2004 051 165	B3
DE	10 2008 054 985	B4
DE	10 2008 055 158	B4
DE	10 2004 035 090	A1
DE	10 2004 035 091	A1
DE	10 2007 005 726	A1
DE	10 2007 056 820	A1
DE	10 2008 006 048	A1
DE	10 2009 001 086	A1
US	2008 / 0 038 688	A1
WO	2008/ 051 130	A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermessung einer Zahnsituation umfassend mehrere Implantate und/oder Präparationen zum Einsetzen von Zahnrestorationen. Unter Verwendung eines ersten Messverfahrens wird zunächst ein erster Bereich der Zahnsituation erfasst. Dabei werden erste Messdaten erzeugt. Der erste Bereich umfasst mindestens zwei Implantate und/oder Präparationen.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik sind mehrere Verfahren zur Vermessung von Zahnsituationen bekannt, bei denen die relative Position von Implantaten oder Präparationen zueinander bestimmt wird.

[0003] Typischerweise erfolgt die Vermessung von Implantatpositionen und Implantatorientierungen mittels eines konventionellen Abdrucks, wobei ein Gipsmodell erstellt wird. Das Gipsmodell wird anschließend vermessen und die Positionen und Orientierungen der Implantate werden unter Verwendung der erzeugten Messdaten bestimmt. Bei diesen Verfahren wird meist die relative Lage und Orientierung der Implantate zueinander und relativ zum Restzahnbestand bestimmt.

[0004] Bei einem alternativen Verfahren kann die Zahnsituation mittels eines optischen dreidimensionalen Messverfahrens vermessen werden, um anschließend digital die Lage und Orientierung der Implantate relativ zueinander und relativ zum Restzahnbestand zu bestimmen.

[0005] Die DE 10 2004 035 091 A1 offenbart ein Verfahren zur Bestimmung der Lage und Orientierung eines dentalen Implantats sowie ein Aufsatzteil hierfür. Dabei wird auf das Implantat eine Messgeometrie aufgesetzt, die einen Rückschluss auf die Lage und Orientierung des Implantats zulässt. Anschließend erfolgt eine dreidimensionale Vermessung der Zahnsituation, wobei Messdaten erzeugt werden. In den Messdaten wird der Messkörper identifiziert und die Lage und Orientierung des Messkörpers bestimmt. Anhand der Lage und der Orientierung der Messgeometrie werden dann anschließend die Lage und Orientierung des Implantats bestimmt. Es sind verschiedene Ausführungsformen des Aufsatzteils offenbart, das beispielsweise in Form eines Sechskants ausgestaltet sein kann.

[0006] Die DE 10 2004 035 090 A1 offenbart ein Ausgleichsteil und ein Verfahren für die Vermessung von Zahnrestorationen. Dabei wird auf ein in einem Arbeitsmodell vorgesehene Manipulierimplantat ein Aufsatzteil aufgesetzt, das Auflageflächen zur Aufla-

ge auf das die Zahnrestauration umgebende Zahnfleisch umfasst. Das Aufsatzteil kann eine Kennung aufweisen, die eine Bestimmung der Orientierung des Aufsatzteils ermöglicht.

[0007] Die DE 10 2007 056 820 A1 offenbart einen Messkörper für ein Implantat und ein Verfahren zur Erstellung einer 3D-Messaufnahme. Der Messkörper weist eine Messgeometrie auf, die mittels einer Messkamera erfasst wird. Anhand der Messgeometrie können dann die Ausrichtung und Orientierung des Implantats bestimmt werden.

[0008] US 2008/0038688 A1 offenbart ein Verfahren bei dem im ersten Schritt mittels eines dentalen Scanners ein erster großer Bereich der Dentalsituation erfasst wird und anschließend im zweiten Schritt mittels desselben Dentalscanners ein kleinerer Zielbereich mit einer höheren Auflösung erfasst wird. Zum Vermessungsverfahren des dentalen Scanners sind keine Details offenbart.

[0009] DE 10 2008 006 048 A1 ist ein Verfahren zum Modellieren eines Zahnersatzteils offenbart, wobei mehrere Datensätze eingelesen werden, wie beispielsweise Datensätze, die eine Geometrie der Modelle eines Restzahnbereichs mit und ohne Hilfselement beschreiben. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass Abschattungen durch das Hilfselement vermieden werden können und eine Einschubrichtung des Zahnersatzteils unter Beachtung der benachbarten Zähne bestimmt werden kann.

[0010] WO 2008/051130 A1 offenbart ein Verfahren zur Vermessung eines dentalen Modells, wobei im ersten Schritt eine erste Aufnahme mit einer niedrigen Auflösung und im zweiten Schritt eine zweite Aufnahme eines kleineren Bereichs mit höherer Auflösung erfolgt. Die Erfassung des kleineren Bereichs mit einer höheren Auflösung erfolgt mittels eines intraoralen dentalen Scanners. Zum optischen Vermessungsverfahren dieses dentalen Scanners sind jedoch keine Details offenbart.

[0011] DE 10 2004 051 161 B3 offenbart ein Verfahren zur Erzeugung von Datensätzen für die Herstellung von Zahnersatzteilen, wobei durch Abtasten eines Segments aus verschiedenen Raumrichtungen ein möglichst umfassender Satz von Formdaten dieses Segments gewonnen wird, wobei dieser Satz von Formdaten nun mit zweiten Formdaten, bei denen nur ein Teil dieses Segments abgetastet wurde, verglichen wird, um so eine Orientierung der ersten Formdaten in Bezug auf eine Referenz zu ermitteln.

[0012] DE 10 2009 001 086 A1 offenbart ein Verfahren zur optischen 3D-Vermessung unter Verwendung eines chromatischen konfokalen Messverfahrens und eines scannenden konfokalen Messverfahrens.

[0013] DE 10 2008 054 985 B4 offenbart ein Verfahren zur optischen Vermessung von dreidimensionalen Objekten mittels einer dentalen 3D-Kamera unter Verwendung eines Triangulationsverfahrens.

[0014] DE 10 2008 055 158 B4 offenbart ein Verfahren zur 3D-Vermessung eines dentalen Objekts unter Verwendung einer optischen Doppeltriangulation, wobei ein erster Datensatz mit einem ersten Triangulationswinkel und ein zweiter Datensatz des Objekts mit einem zweiten Triangulationswinkel erzeugt wird.

[0015] DE 10 2007 005 726 A1 offenbart ein Verfahren zur optischen 3D-Vermessung unter Verwendung eines Triangulationsverfahrens, wobei ein Strahlumlenker innerhalb der dentalen Kamera eine lineare oszillierende Bewegung ausführt, um das aufzunehmende Objekt zu scannen.

[0016] Ein Nachteil der genannten Verfahren besteht darin, dass die Qualität der Aufnahmen zur Bestimmung der Lage und Orientierung der Implantate relativ zueinander oft nicht ausreichend ist. Zugleich ist eine Aufnahme mit einer höheren Auflösung wegen einer damit verbundenen längeren Aufnahmezeit oft nicht möglich.

[0017] Ein weiterer Nachteil der genannten Verfahren besteht darin, dass die Vermessung der Zahnsituationen zeitaufwändig manuell mittels eines handgehaltenen dentalen Scanners erfolgt.

[0018] Die Aufgabe der folgenden Erfindung besteht also darin, ein Verfahren zur Vermessung einer Zahnsituation bereitzustellen, das auf eine einfache Art und Weise bei einer möglichst kurzen Behandlungsdauer eine genaue Bestimmung der Lage und Orientierung von Implantaten relativ zueinander ermöglicht.

Darstellung der Erfindung

[0019] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermessung einer Zahnsituation umfassend mehrere Implantate und/oder Präparationen zum Einsetzen von Zahnrestorationen. Unter Verwendung eines ersten Messverfahrens wird zunächst ein erster Bereich der Zahnsituation erfasst. Dabei werden erste Messdaten erzeugt. Der erste Bereich umfasst mindestens zwei Implantate und/oder Präparationen. Anschließend werden Objektbereiche um die Implantate und/oder die Präparationen festgelegt, wobei unter Verwendung eines zweiten Messverfahrens die festgelegten Objektbereiche erfasst werden. Dabei werden zweite Messdaten erzeugt, wobei das zweite Messverfahren präziser ist als das erste Messverfahren.

[0020] Das zweite, präzisere Messverfahren wird mittels eines Multikamera-Systems durchgeführt und

beruht auf einem Photogrammetrieverfahren, wobei die Objektbereiche in jeder der einzelnen Aufnahmen des Multikamera-Systems festgelegt werden können. Anschließend wird anhand der zweiten Messdaten der Objektbereiche aus den einzelnen Aufnahmen eine dreidimensionale Aufnahme der Objektbereiche mittels eines Computeralgorithmus rekonstruiert.

[0021] Durch das Festlegen werden lediglich die Objektbereiche zur Rekonstruktion der dreidimensionalen Aufnahme verwendet. Dies führt zu einer kürzeren Rechenzeit bei der Rekonstruktion der dreidimensionalen Aufnahme.

[0022] Das Photogrammetrieverfahren ist eine Messmethode und Auswerteverfahren der Fernerkundung, um aus Aufnahmen und genauen Messbildern eines Objektes aus unterschiedlichen Raumrichtungen seine räumliche Lage oder dreidimensionale Form zu bestimmen. Im Regelfall werden die Bilder mit einem speziellen Multikamera-System aufgenommen. Mittels dieses Verfahrens kann aus den zweidimensionalen optischen Aufnahmen der einzelnen Kameras des Multikamera-Systems eine dreidimensionale Aufnahme des aufzunehmenden Objekts berechnet werden.

[0023] Das Verfahren zur Vermessung der Zahnsituation kann sowohl auf eine Zahnsituation in der Mundhöhle des Patienten als auch auf ein Zahnmodell der Zahnsituation angewendet werden. Das Zahnmodell kann beispielsweise durch einen Gipsabdruck der Zahnsituation hergestellt sein. Die Implantate können beliebig gestaltet sein und eine bestimmte Anschlussgeometrie für ein einzusetzendes Abutment oder eine passende Zahnrestauration aufweisen. Zur Verbesserung der Vermessung können Messkörper verwendet werden, die mit den Implantaten verbunden werden. Die Messkörper können bestimmte Messgeometrien aufweisen, die eine Bestimmung der Lage und Orientierung der Implantate ermöglicht. Dabei kann die Messgeometrie eine bestimmte geometrische Form, wie ein Vieleck, oder beispielsweise drei in einem Dreieck angeordnete Punkte aufweisen. Die Messkörper können dabei so ausgestaltet sein, dass sie zur Vermessung mittels des ersten Messverfahrens und des zweiten Messverfahrens geeignet sind. Bei der Vermessung mittels eines Röntgenaufnahmeverfahrens können die Messkörper beispielsweise röntgensensitiv sein. Das vorliegende Verfahren kann auch zur Vermessung von Präparationen verwendet werden. Der erste Bereich kann einen Teil der Zahnsituation mit mindestens zwei Implantaten oder auch die gesamte Zahnsituation umfassen. Die erzeugten ersten Messdaten können dreidimensionale Bilddaten oder auch Rohdaten zur späteren Verarbeitung sein. Die Objektbereiche können beliebig geformt sein, beispielsweise können sie eine Kreisform um die Implantate aufweisen. Die zweiten Messdaten können dreidimensionale

le Bilddaten oder Rohdaten zur weiteren Verarbeitung sein. Die zweiten Messdaten sind präziser beispielsweise bezüglich der Auflösung und Genauigkeit im Vergleich zu den ersten Messdaten. Die Abweichung der zweiten Messdaten von den tatsächlichen Abmessungen des aufgenommenen Objekts ist also geringer als bei den ersten Messdaten.

[0024] Ein Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass zunächst eine Übersichtsaufnahme mittels des ersten Messverfahrens und anschließend eine präzise Aufnahme mittels des zweiten Messverfahrens erzeugt werden. Dies ermöglicht eine genauere Vermessung der Implantate zur Bestimmung der Lage und Orientierung der Implantate relativ zueinander und relativ zur Zahnsituation, wobei die Vermessungsdauer verkürzt wird.

[0025] Vorteilhafterweise können die ersten Messdaten und die zweiten Messdaten zu einer überlagerten Aufnahme der Zahnsituation zusammengefügt werden.

[0026] Das Zusammenfügen der ersten Messdaten und der zweiten Messdaten zu der überlagerten Aufnahme kann mittels eines Mustererkennungsalgorithmus erfolgen, der übereinstimmende Bereiche erkennt. Die überlagerte Aufnahme ermöglicht dem Benutzer einen schnellen Überblick über die gesamte Zahnsituation mit den integrierten präziseren zweiten Messdaten der Objektbereiche um die Implantate.

[0027] Vorteilhafterweise können die Objektbereiche manuell durch einen Benutzer festgelegt werden.

[0028] Bei der manuellen Festlegung der Objektbereiche kann der Benutzer mittels eines Computers die Objektbereiche mit einem Mauszeiger umranden. Der Benutzer kann auch ein virtuelles Werkzeug benutzen, wobei zunächst ein Mittelpunkt eines kreisförmigen Objektbereichs an eine Symmetrieachse eines Implantats festgelegt wird und anschließend ein Kreis um diesen Punkt mit einem passenden Abstand gezogen wird.

[0029] Vorteilhafterweise können die Objektbereiche automatisch mittels eines Suchalgorithmus festgelegt werden.

[0030] Bei der automatischen Festlegung der Objektbereiche können die Implantate mittels des Suchalgorithmus computergestützt erkannt werden. Anschließend kann automatisch ein kreisförmiger Objektbereich um jeden der erkannten Implantate mit einem bestimmten Abstand zur Symmetrieachse des Implantats festgelegt werden. Der Abstand zum Mittelpunkt kann beispielsweise 2 mm bis 10 mm betragen.

[0031] Vorteilhafterweise kann das erste Messverfahren auf einem Streifenprojektionsverfahren, auf einem konfokalen Mikroskopieverfahren, auf einem Weißlichtinterferometrierverfahren, auf einem Triangulationsverfahren mit farblichen Mustern oder auf einem dreidimensionalen Röntgenaufnahmeverfahren beruhen.

[0032] Bei dem bekannten Streifenprojektionsverfahren wird das Messobjekt mit einem Streifenmuster aus parallelen hellen und dunklen Streifen unterschiedlicher Breite beleuchtet. In einem weiteren Schritt wird das projizierte Streifenmuster unter einem bekannten Blickwinkel zur Projektion mittels einer Kamera aufgenommen. Unter Verwendung eines sogenannten Phasenschiebeprozesses kann eine Projektionskoordinate bestimmt werden, die die Nummer des Streifens wiedergibt. Die Nummer des Streifens im Projektor entspricht einer Bildkoordinate in der Kamera. Bei einer bekannten Kameraposition und einer bekannten Projektorposition relativ zum Objekt kann ein Schnittpunkt zwischen einer Ebene, die durch den jeweiligen Streifen definiert ist und einer Geraden, die durch die Koordinate in der Kamera definiert ist, berechnet werden. Für jeden der Messpunkte wird auf diese Weise die dreidimensionale Koordinate der Oberfläche bestimmt.

[0033] Bei der Weißlichtinterferometrie wird ein Licht geringer Kohärenzlänge verwendet, sodass farbige Indifferenzen entstehen, wenn die Weglängen im Referenz- und Objektstrahl nahezu gleich sind. Beim Verändern der Weglänge wird das Interferenzmuster verändert, sodass anhand des Interferenzmusters der Abstand zur Oberfläche des Messobjekts bestimmt werden kann.

[0034] Bei dem dreidimensionalen konfokalen Mikroskopieverfahren wird die Oberfläche des dentalen Objekts schrittweise abgetastet, wobei eine Fokalebene schrittweise verschoben wird. Das Licht außerhalb der Fokalebene wird mittels einer Lochblende möglichst ausgeblendet. Aus den gemessenen Bilddaten der einzelnen Schritte unterschiedlicher Fokalebene kann anschließend ein dreidimensionales Modell des vermessenen Objekts berechnet werden.

[0035] Bei dem Triangulationsverfahren mit farblichen Mustern können mehrere Lichtquellen unterschiedlicher Farbe oder eine Lichtquelle mit mehreren Filtern unterschiedlicher Farbe und ein Projektionsgitter zur Erzeugung der projizierten farblichen Muster verwendet werden. Dadurch können klar voneinander abgegrenzte farbliche Muster, wie parallele Linien unterschiedlicher Farbe, erzeugt werden, die auf das dentale Objekt projiziert werden. Dieses Verfahren kann als das erste Messverfahren zur Erzeugung der ersten Messdaten und/oder als das zweite

Messverfahren zur Erzeugung der zweiten Messdaten verwendet werden.

[0036] Das dreidimensionale Röntgenaufnahmeverfahren kann beispielsweise ein DVT- oder CT-Verfahren sein. Das erste Messverfahren oder das zweite Messverfahren kann auch ein MRT-Verfahren sein.

[0037] Vorteilhafterweise kann das zweite, präzisere Messverfahren auf einem Triangulationsverfahren und auf einem Streifenprojektionsverfahren beruhen, wobei zuvor zumindest an den aufzunehmenden Objektbereichen eine Puderung erfolgt.

[0038] Für eine präzise Aufnahme ist eine nicht spiegelnde Oberfläche des vermessenen Objekts zwingend erforderlich. Dafür wird das dentale Objekt meist vor der Aufnahme mit einem speziellen Puder beschichtet. Nach der Aufnahme wird die aufgetragene Puderschicht entfernt. Bei einer fehlenden Puderung wird lediglich eine geringe Genauigkeit erreicht, da Aufnahmefehler durch ungleichmäßige Reflexionen erzeugt werden.

[0039] Vorteilhafterweise kann das zweite, präzisere Messverfahren auf einem Triangulationsverfahren beruhen, bei dem ein zweiter Triangulationswinkel geringer als ein erster Triangulationswinkel des ersten Messverfahrens sein kann und so klein gewählt ist, dass die Genauigkeitsanforderungen an die zweiten Messdaten erfüllt sind.

[0040] Der zweite Triangulationswinkel des zweiten präziseren Messverfahrens ist so klein gewählt, dass die Genauigkeitsanforderungen, wie beispielsweise eine ausreichende Auflösung, erfüllt sind.

[0041] Vorteilhafterweise kann das zweite, präzisere Messverfahren mittels eines taktilen Tastscanners durch eine punktweise Abtastung der Objektbereiche durchgeführt werden.

[0042] Der taktile Tastscanner kann eine Vorrichtung sein, die die Objektbereiche Punkt für Punkt abtastet und für jeden Objektpunkt eine Tiefenkoordinate erzeugt wird. Aus den ermittelten Tiefenkoordinaten kann dann eine dreidimensionale Oberfläche des zu vermessenden Objekts erzeugt werden.

[0043] Vorteilhafterweise kann das zweite, präzisere Messverfahren auf einem dreidimensionalen Röntgenaufnahmeverfahren mit einer höheren Auflösung als beim ersten Messverfahren beruhen.

[0044] Bei einem DVT- oder CT-Verfahren kann die Auflösung des erzeugten dreidimensionalen Röntgenbildes durch eine Verminderung der Schnittfolge erzielt werden, die mit einer erhöhten Dosisbelastung verbunden ist.

[0045] Vorteilhafterweise können anhand der zweiten Messdaten der festgelegten Objektbereiche die Lage und die Orientierung der Implantate und/oder der Präparationen relativ zueinander und relativ zu den Zähnen ermittelt werden.

[0046] Zur Verbesserung der Vermessung können Messkörper auf die Implantate aufgesetzt werden, die eine Bestimmung der Lage und der Orientierung der Implantate erleichtern. Die Messkörper oder die sichtbaren Bereiche der eingesetzten Implantate können beispielsweise mittels eines Computeralgorithmus in den zweiten Messdaten erkannt werden, wobei anschließend die Lage und die Orientierung der Implantate relativ zueinander und relativ zu den Zähnen ebenfalls mittels eines Computeralgorithmus automatisch ermittelt werden können.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0047] Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigt, die

[0048] [Fig. 1](#) eine Skizze der Zahnsituation zur Verdeutlichung des Verfahrens;

[0049] [Fig. 2](#) eine Skizze zur Verdeutlichung der automatischen Festlegung eines Objektbereichs.

Ausführungsbeispiel

[0050] Die [Fig. 1](#) zeigt eine Skizze zur Verdeutlichung des Verfahrens zur Vermessung einer Zahnsituation **1** umfassende mehrere Implantate **2, 3, 4** und **5** zum Einsetzen von Zahnrestorationen. Ein Restzahnbestand **6** umfasst mehrere benachbarte Zähne **7**. Das erste Implantat **2** ist mit einem ersten Messkörper **8**, das zweite Implantat **3** ist mit einem zweiten Messkörper **9**, das dritte Implantat **4** ist mit einem dritten Messkörper **10** und das vierte Implantat **5** ist mit einem vierten Messkörper **11** verbunden. Die Messkörper **8, 9, 10** und **11** weisen eine Messgeometrie **12**, bestehend aus drei Punkten, auf, die die Ermittlung der Lage und der Orientierung der Implantate **2, 3, 4** und **5** relativ zu den Zähnen **7** und relativ zueinander ermöglicht. Im ersten Verfahrensschritt wird ein erster Bereich **13**, der durch eine Strichpunktlinie dargestellt ist, mittels einer ersten Kamera **14** unter Verwendung eines ersten Messverfahrens vermessen. Dabei wird eine Übersichtsaufnahme der gesamten Zahnsituation **1** erzeugt. Das erste Messverfahren kann beispielsweise auf einem Streifenprojektionsverfahren, auf einem konfokalen Mikroskopieverfahren, auf einem Weißlichtinterferometrieverfahren, auf einem Triangulationsverfahren mit farblichen Mustern oder auf einem dreidimensionalen Röntgenaufnahmeverfahren beruhen. Die Übersichtsaufnahme **15** wird mittels einer Anzeigevorrichtung **16**, wie einem Monitor, angezeigt. Anschließend werden in den nächsten Verfahrensschritten die Objektbereiche

17, 18, 19 und 20 um die Implantate 2, 3, 4 und 5 festgelegt. Die Objektbereiche können entweder manuell durch den Benutzer mittels eines Mauszeigers 21 oder automatisch festgelegt werden. Zur weiteren Bildbearbeitung wird ein Computer 22 mit Eingabemitteln, wie einer Tastatur 23 und einer Maus 24, verwendet. Die Objektbereiche 17, 18, 19 und 20 sind durch eine gestrichelte Linie dargestellt und sind kreisförmig mit einem Mittelpunkt ausgebildet, der mit einer Symmetrieachse 25, 26, 27 und 28 der Implantate 2, 3, 4 und 5 übereinstimmt. Anschließend werden die festgelegten Objektbereiche 17, 18, 19 und 20 mittels eines Multikamera-Systems 29, bestehend aus einer ersten Kamera 30 und einer zweiten Kamera 31 erfasst. Dabei werden zweite Messdaten erzeugt die präziser sind als die ersten Messdaten der Übersichtsaufnahme 15. Die zweiten Messdaten weisen eine höhere Auflösung auf als die ersten Messdaten und erlauben damit eine genauere Bestimmung der Lage und der Orientierung der Implantate 2, 3, 4 und 5. Anschließend werden die ersten Messdaten der Übersichtsaufnahme 15 und die zweiten Messdaten der festgelegten Objektbereiche zu einer überlagerten Aufnahme 32 zusammengefügt, die mittels der Anzeigevorrichtung 16 dargestellt wird. Dadurch kann der Benutzer sich schnell orientieren und anhand der Objektbereiche 17, 18, 19 und 20 die Lage und Orientierung der Implantate 2, 3, 4 und 5 bestimmen. Die Bestimmung der Lage und Orientierung der Implantate 2, 3, 4 und 5 kann auch automatisch mittels eines Computeralgorithmus erfolgen, wobei die Messkörper 8, 9, 10 und 11 anvisiert werden. Das Ergebnis des vorliegenden Verfahrens ist also die genaue Lage und Orientierung der Implantate 2, 3, 4 und 5 zueinander und relativ zu den Zähnen 7. Das in Fig. 1 dargestellte Multikamera-System 29 ist zur Durchführung eines Photogrammetrieverfahrens geeignet, wobei die Objektbereiche 17, 18, 19 und 20 in jeder der einzelnen Aufnahmen der Kameras 30 und 31 festgelegt werden und anschließend aus den zweiten Messdaten dieser festgelegten Objektbereiche eine dreidimensionale Aufnahme der Objektbereiche 17, 18, 19 und 20 rekonstruiert wird.

[0051] Die Fig. 2 zeigt eine Skizze zur Verdeutlichung einer automatischen Festlegung des Objektbereichs 17 zwischen den Nachbarzähnen 7, wobei der Rand des Objektbereichs 17 automatisch als ein Kreis mit einem bestimmten Abstand 40 und die Symmetrieachse 25 des Implantats 2 festgelegt wird. Der Abstand kann beispielsweise zwischen 4 mm und 10 mm betragen. Die Lage der Symmetrieachse 25 kann mittels der Messgeometrie 12 des Messkörpers 8 automatisch bestimmt werden.

Bezugszeichenliste

1	Zahnsituation
2	Implantat
3	Implantat
4	Implantat
5	Implantat
6	Restzahnbestand
7	Zähne
8	Messkörper
9	Messkörper
10	Messkörper
11	Messkörper
12	Messgeometrie
13	Bereich
14	Kamera
15	Übersichtsaufnahme
16	Anzeigevorrichtung
17	Objektbereich
18	Objektbereich
19	Objektbereich
20	Objektbereich
21	Mauszeiger
22	Computer
23	Tastatur
24	Maus
25	Symmetrieachse
26	Symmetrieachse
27	Symmetrieachse
28	Symmetrieachse
29	Multikamera-System
30	erste Kamera
31	zweite Kamera
32	gesamte Aufnahme
40	Abstand/ Radius

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermessung einer Zahnsituation (1) umfassend mehrere Implantate (2, 3, 4, 5) und/oder Präparationen zum Einsetzen von Zahnrestaurationen, wobei unter Verwendung eines ersten Messverfahrens ein erster Bereich (13) der Zahnsituation (1) erfasst wird und dabei erste Messdaten erzeugt werden, wobei der erste Bereich (13) mindestens zwei Implantate (2, 3, 4, 5) und/oder Präparationen umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass Objektbereiche (17, 18, 19, 20) um die Implantate (2, 3, 4, 5) und/oder die Präparationen festgelegt werden, wobei unter Verwendung eines zweiten Messverfahrens die festgelegten Objektbereiche (17, 18, 19, 20) erfasst werden und dabei zweite Messdaten erzeugt werden, wobei das zweite Messverfahren präziser ist als das erste Messverfahren, wobei das zweite, präzisere Messverfahren mittels eines Multikamera-Systems (29) durchgeführt wird und auf einem Photogrammetrieverfahren beruht, wobei die Objektbereiche (17, 18, 19, 20) in jeder der einzelnen Aufnahmen des Multikamera-Systems (29) festgelegt werden und anschließend anhand der zweiten Mess-

daten der Objektbereiche (17, 18, 19, 20) aus den einzelnen Aufnahmen eine dreidimensionale Aufnahme der Objektbereiche (17, 18, 19, 20) mittels eines Computeralgorithmus rekonstruiert wird.

(2, 3, 4, 5) und/oder der Präparationen relativ zueinander und relativ zu den Zähnen (7) ermittelt werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Messdaten und die zweiten Messdaten zu einer überlagerten Aufnahme (32) der Zahnsituation (1) zusammengefügt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Objektbereiche (17, 18, 19, 20) manuell durch einen Benutzer festgelegt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Objektbereiche (17, 18, 19, 20) automatisch mittels eines Suchalgorithmus festgelegt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Messverfahren auf einem Streifenprojektionsverfahren, auf einem konfokalen Mikroskopieverfahren, auf einem Weißlichtinterferometrierverfahren, auf einem Triangulationsverfahren mit farblichen Mustern oder auf einem dreidimensionalen Röntgenaufnahmeverfahren beruht.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite, präzisere Messverfahren auf einem Triangulationsverfahren und auf einem Streifenprojektionsverfahren beruht, wobei zuvor zumindest an den aufzunehmenden Objektbereichen (17, 18, 19, 20) eine Puderung erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite, präzisere Messverfahren auf einem Triangulationsverfahren beruht, bei dem ein zweiter Triangulationswinkel geringer als ein erster Triangulationswinkel des ersten Messverfahrens ist und so klein gewählt ist, dass die Genauigkeitsanforderungen an die zweiten Messdaten erfüllt sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite, präzisere Messverfahren mittels eines taktilen Tastscanners durch eine punktweise Abtastung der Objektbereiche durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite, präzisere Messverfahren auf einem dreidimensionalen Röntgenaufnahmeverfahren mit einer höheren Auflösung als beim ersten Messverfahren beruht.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der zweiten Messdaten der festgelegten Objektbereiche (17, 18, 19, 20) die Lage und die Orientierung der Implantate

Anhängende Zeichnungen

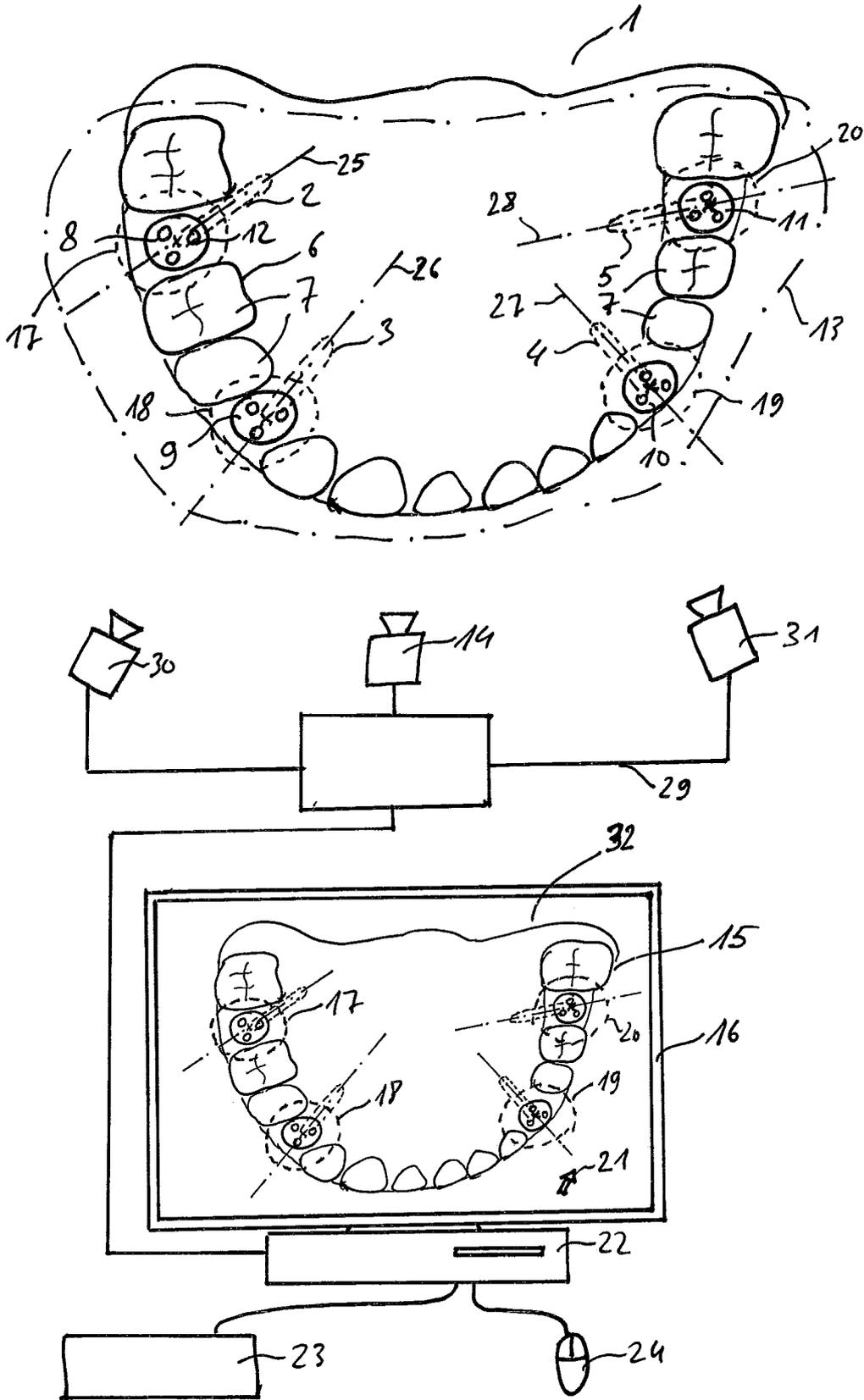


Fig. 1

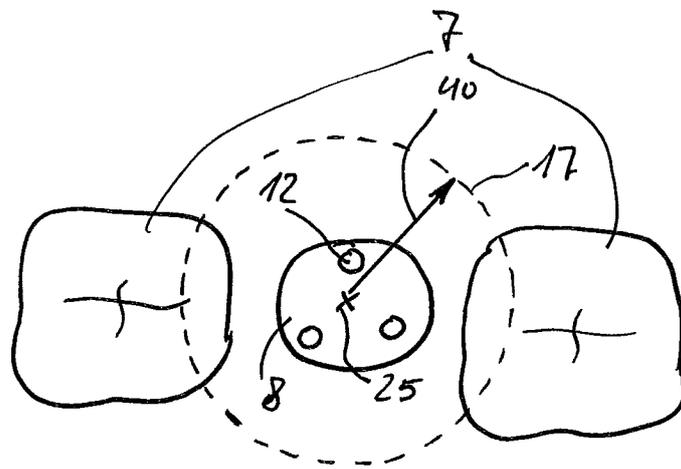


Fig. 2