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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. März 2007 (01.03.2007)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/022996 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
A61C 9/00 (2006.01) *A61C 19/05* (2006.01)
A61C 13/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/008365

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. August 2006 (25.08.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 040 740.4 26. August 2005 (26.08.2005) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SICAT GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Brunnenallee 6, 53177 Bonn (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **FREYER, Dirk** [DE/DE]; Tulpenbaumweg 21, 53117 Bonn (DE). **HANSSEN, Nils** [DE/DE]; Am Schlossplatz 33, 53125 Bonn (DE). **KEEVE, Erwin** [DE/DE]; Kurfuerstenstrasse 52, 53115 Bonn (DE). **RITTER, Lutz** [DE/DE]; Donnerstein 32, 53332 Bornheim (DE). **ZÜNDORF, Gerhard** [DE/DE]; Flodelingsweg 35, 53121 Bonn (DE).

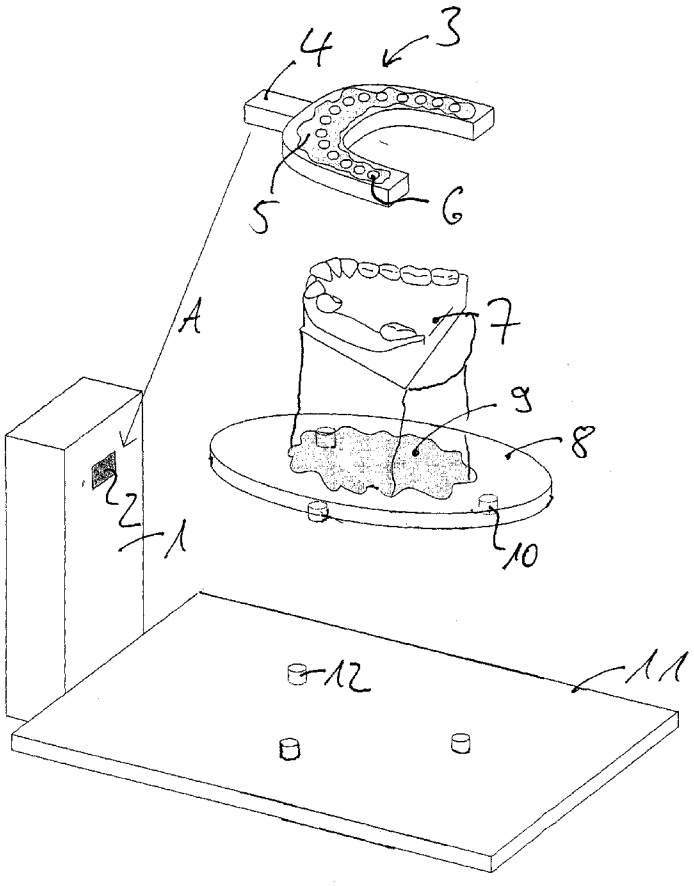
(74) Anwalt: **BRAUN-DULLAEUS PANNEN SCHROOTEN HABER**; Mörsenbroicher Weg 200, 40470 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR RECORDING DENTAL MODELS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR REGISTRIERUNG VON ZAHNMODELLEN



Modell (7) nach der Aufnahme der

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for planning a surgical intervention on a body part, in particular on a patient jaw consisting in defining a common reference system between a set of patient data which is recorded by means of a recording unit and represents said three-dimensional body part and a body part model to be registered, in holding the patient body part in a fixing device (3) during acquisition of the patient data, in placing the fixing device in a defined position with respect to the recording device, after recording the patient data, in placing a model (7) into a corresponding position in the fixing device (3) by means of a holder (8) which is positioned in a defined manner with respect to the fixing device, in fixing the model (7) to the holder (8) in said defined position and in carrying out the other planned steps on the model (7) fixed to the holder (8).

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zur Planung eines operativen Eingriffs an einem Körperteil, insbesondere am Kiefer, eines Patienten, wobei im Rahmen einer Registrierung ein gemeinsames Bezugsystem definiert wird zwischen einem Satz von Patientendaten, die mit einem Aufnahmegerät aufgenommen werden und das Körperteil in seiner Dreidimensionalität repräsentieren, und einem Modell des Körperteils, wobei der Patient während der Aufnahme der Patientendaten mit dem Körperteil in einer Fixiervorrichtung (3) gehalten wird, die in definierter Position in Bezug zum Aufnahmegerät angebracht ist, wobei das

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/022996 A2

CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Patientendaten mittels einer Halterung (8) in entsprechender Lage in der Fixiervorrichtung (3) positioniert wird, wobei die Halterung (8) in definierter Position zur Fixiervorrichtung (3) steht, wobei das Modell (7) in dieser definierten Position auf der Halterung (8) fixiert wird und wobei weitere Planungsschritte an dem auf der Halterung (8) fixierten Modell (7) unternommen werden.

Verfahren zur Registrierung von Zahnmodellen

Die vorliegende Erfindung betrifft einerseits ein Verfahren zur Planung eines operativen Eingriffs an einem Körperteil, insbesondere am Kiefer, eines Patienten, wobei im Rahmen einer Registrierung ein gemeinsames Bezugsystem definiert wird zwischen einem Satz von Patientendaten, die mit einem insbesondere tomographischen Aufnahmegerät erstellt sind und das Körperteil in seiner Dreidimensionalität repräsentieren, und einem Modell des Körperteils, wobei der Patient während der Aufnahme der Patientendaten mit dem Körperteil in einer Fixiervorrichtung gehalten wird, die in Bezug zum Aufnahmegerät in definierter Position angebracht ist. Die Erfindung betrifft gleichsam ein System zur Durchführung eines solchen Verfahrens. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung und Registrierung in zeitlicher Abfolge mit einem Aufnahmegerät aufgenommener Patientendaten eines Körperteils, insbesondere des Kiefers, eines Patienten, wobei der Patient während der Aufnahme der Patientendaten mit dem Körperteil in einer Fixiervorrichtung gehalten wird, die in definierter Position in Bezug zum Aufnahmegerät angebracht ist.

Zur Planung operativer Eingriffe gerade im Kieferbereich werden in der präoperativen Phase mittels Computertomographie (CT), Cone-Beam Technik oder Kernspintomographie (NMR) vom Patienten Bilddaten angefertigt, um die erstellten Volumendatensätze in die computergestützte Planung der späteren Operationen einbeziehen zu können. Die Interpretation und Verwendung der Patientendaten wird dabei allerdings häufig durch Metallartefakte, die von Zahnfüllungen resultieren, erschwert.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Zum Umsetzung der anhand der Daten am Rechner erstellten Operationspläne, werden Schablonen eingesetzt, deren Positionierung im Bezugsystem der Patientendaten und im Bezugsystem des Patienten selber übereinstimmen muss. Um die Übereinstimmung zu erreichen, werden die Schablonen im Verhältnis zum Patienten registriert. Dazu werden die Koordinaten der „realen Welt" des Patienten mit der Welt des entsprechenden Datensatzes und der darauf basierenden Planung zur Deckung gebracht.

Die Schablonen selber werden meist anhand von Zahnmodellen erstellt, wobei die Zahnmodelle ebenfalls im Verhältnis zu den Patientendaten registriert werden müssen. Dazu werden bekanntermaßen folgende Verfahren eingesetzt:

Zum einen ist es bekannt, die Registrierung mittels radioopaquer Markierungen vorzunehmen, die sowohl optisch als auch im 3D Röntgendatensatz erkennbar sind. Diese Markierungen müssen in eine vor der Aufnahme zu fertige Bissschiene eingefügt werden, die vom Patienten während des Scanns getragen wird. Dabei spannen die radioopaquen Markierungen ein Bezugsystem auf, das in definierter geometrischer Beziehung zu mechanischen Schnittstellen, zum Patienten oder auch zu bearbeitenden Werkzeugen steht. In dem so definierten Bezugsystem können die am Computer geplanten Operationspläne umgesetzt werden. Das Problem dieser Technik liegt zum einen darin, dass eine individuelle Bissschiene angefertigt werden muss. Darüber hinaus werden spezielle Marker benötigt.

Es ist auch bekannt, die Registrierung durch einen Abgleich der Oberflächen rechnerisch durchzuführen. Dazu werden aus den Patientendaten einerseits und aus Datensätzen des Zahnmodells andererseits die Oberflächen der Zähne bestimmt. Dann werden die Oberflächen mittels eines Registrierungsalgorithmus so aufeinander gelegt, dass sich die beiden Datensätze entsprechen. Nachteilig ist, dass dieses Verfahren störanfällig ist, da eine völlige Übereinstimmung der Oberflächen nicht möglich ist. Das gilt vor allem, wenn die Qualität der Aufnahme des Patienten von Metallartefakten beeinträchtigt ist.

Die Aufnahmen des Zahnmodells können dabei optisch, beispielsweise mit einem Laserscann, erzeugt und mit dem entsprechenden Datensatz des Patienten registriert werden, der mittels der durchleuchtenden Bildgebung erzeugt ist. Bislang sind also zwei Geräte nötig, was mit einem hohen apparativen Aufwand einhergeht.

Die DE 197 25 197 A1 zeigt ein System, bei dem der Patient während einer Aufnahme über Bezugselemente in Form von Ohrstöpseln fixiert wird, wobei Markierungsstege ein Koordinatensystem ausbilden. Vermittels einer Bissgabel, auf die der Patient aufbeißt, kann das Gipsmodell des Kiefers bezüglich der Aufnahmeebene (Campersche Ebene) in der entsprechenden Position im Artikulator gehalten werden.

Aufgabe der Erfindung ist es nunmehr, ein Verfahren und ein System zu schaffen, das sich mit einfachen Mitteln kostengünstig umsetzen lässt und das bei einfacher und praxistauglicher Handhabung eine präzise Registrierung zwischen den an einem Patienten aufgenommenen Volumenbilddaten und einem Modell des entsprechenden Körperteils des Patienten ermöglicht. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur einfachen und zuverlässigen Registrierung von Kontrollaufnahmen zu schaffen

Diese Aufgaben werden mit dem Verfahren nach Anspruch 1, dem System nach Anspruch 7 und dem Verfahren nach Anspruch 12 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen genannt.

Der wesentliche Grundgedanke der Erfindung liegt in einer Registrierung, die sich ausschließlich mechanischer Mittel, insbesondere einer universellen, für alle für die Planung und Fertigung notwendigen Geräte, wie dem tomographischen Aufnahmegerät und der Bohr- und Fräsvorrichtung, normierte mechanischen Schnittstelle, bedient. Das wird dadurch möglich, dass das Bezugsystem nur über eine den Patienten und das Modell in gleicher Position haltende Fixiervorrichtung definiert wird. Diese definiert die unveränderliche Lage des Patienten und bildet

das Bezugssystem, ohne dass es eines externen Bezugssystems bedarf. Für die Fixierung des Modells in derselben Position ist eine Halterung vorgesehen, die das Modell in der Fixiervorrichtung hält.

Dabei wird das Modell nach der Aufnahme der Patientendaten mittels der Halterung, die in definierter Position zur Fixiervorrichtung steht, zunächst in der entsprechenden Lage an der Fixiervorrichtung positioniert, bevor es zusammen mit der Halterung fixiert wird. Halterung und Modell bilden damit eine Einheit, die in festem Bezug zu der Fixiervorrichtung steht. An dieser Einheit können dann weitere im Rahmen der Planung benötigte Schritte vorgenommen werden.

Dabei ist es nicht nötig, dass die Positionierung des Modells über die Halterung an der im Aufnahmegerät gehaltenen Fixiervorrichtung geschieht. Es ist hingegen vorteilhaft, wenn die Fixiervorrichtung aus der Position am Aufnahmegerät zunächst entfernt und an einem von dem Aufnahmegerät unabhängigen Stativ, das sich in einem Labor befinden kann, befestigt wird. In diesem Zustand kann dann das Modell vermittels der Halterung positioniert und fixiert werden. Da die Halterung in definierter Position zur Fixiervorrichtung steht, ist auch ihre Position im Verhältnis zum Aufnahmegerät und damit zu den Patientendaten bekannt. Gegebenenfalls kann dann das in der Halterung fixierte Modell für einen Scan am Aufnahmegerät positioniert werden, wobei die Halterung, wie nachfolgend beschrieben wird, idealerweise in einer entsprechenden Aufnahme am Aufnahmegerät insbesondere vermittels eines Adapters gehalten wird.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass mit dem vorgestellten Verfahren die Registrierung zwischen Zahnmodell und Patientendaten mit ein und demselben Aufnahmegerät, in dem der Patient und das Modell in derselben Position gehalten werden, erfolgen kann. Ein weiteres Gerät, wie beispielsweise ein Laserscanner, ist nicht erforderlich. Mit Hilfe der Erfindung ist außerdem eine exakte Darstellung der Zähne möglich, die als Grundlage für computergestützte Planungssysteme benutzt werden kann. Damit kann auch die Okklusion, also die tatsächlichen räumlichen Lageverhältnisse der Zähne zueinander, einbezogen werden.

Die erfindungsgemäße mechanische Registrierung kann als Grundlage für die Anwendung an sich bekannter CAD/CAM Techniken an dem Zahnmodell dienen, mit denen Schablonen für den intraoperativen Einsatz erstellt werden. Zum anderen bietet das erfindungsgemäß registrierte Zahnmodell eine detailgetreue Darstellung der Anatomie des Patienten mit seiner Okklusion. Aus dem Vorhandensein der komplementären Datensätze ergeben sich insgesamt eine Vielzahl von Möglichkeiten für die Bildverarbeitung. Weitere Vorteile der Erfindung liegen in der verminderten Strahlenbelastung des Patienten und in der großen Genauigkeit der Registrierung. Da das Zahnmodell mit demselben Gerät wie der Patient aufgenommen werden kann, entstehen Vorteile in der Logistik und eine Kostensenkung wegen der Reduzierung des apparativen Aufwands. Die Erfindung erhöht damit den Anreiz für die Herstellung von Schablonen, was das Risiko für die Patienten bei Eingriffen verringert.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei der Registrierung als Fixiervorrichtung ein Aufbiss mit insbesondere hufeisenförmiger Aufbißfläche eingesetzt wird. Der Aufbiss kann Teil des Aufnahmegerätes sein, das vorteilhafterweise zur Fixierung eine mechanische Schnittstelle aufweist, in die der Aufbiss möglicherweise mittels eines entsprechenden Adapters eingesteckt und damit lösbar fixiert wird. Bei der Registrierung wird der abnehmbare Aufbiss über den Adapter in einer definierten Position zum bildgebenden Gerät fixiert. Bei der Umsetzung des Verfahrens wird die Aufbißfläche nun von Oben und/oder von unten mit schnell aushärtender Abdruckmasse beschickt, auf die der Patient aufbeißt und die dann binnen kurzer Zeit aushärtet. Nun kann der Patient, der sich über den Aufbiss fixiert in einer definierten Position zum bildgebenden Aufnahmegerät befindet, gescannt werden.

Erfindungsgemäß wird der Aufbiss zur Erstellung eines registrierten Datensatzes des Zahnmodells samt der ausgehärteten Abdruckmasse am Aufnahmegerät fixiert belassen, während das Zahnmodell in die Abdruckmasse gesteckt wird. Da es sich bei Patient und Zahnmodell um dieselben Strukturen handelt, passt das Zahnmodell exakt in die Abdruckmasse und befindet sich damit in der Position der Zähne des Patienten im 3D Volumendatensatz. Dann kann die Fixiervorrichtung

entfernt und eine Aufnahme des Zahnmodells mit dem Aufnahmegerät angefertigt werden. Der Vorteil der Aufnahme des Zahnmodells liegt darin, dass die Bilddaten des Zahnmodell nicht durch Artefakte beeinflusst werden, da sich im Zahnmodell keine metallischen die solche Artefakte hervorrufenden Objekte befinden. Da für das Zahnmodell kein Strahlenschutz erforderlich ist, kann das mit hochdosierter Strahlung aufgenommen und dadurch eine optimale Bildqualität erreicht werden. Das Zahnmodell und die Zähne des Patienten befinden sich in beiden Aufnahmen an exakt der gleichen Position im Verhältnis zum Aufnahmegerät und sind damit registriert. Durch Bildverarbeitung können beispielsweise die beiden Datensätze so miteinander verschmolzen werden, dass die hochauflösende artefaktfreie Aufnahme der Zähne bei Bedarf anstelle der schlechteren Aufnahme der eigentlichen Zähne des Patienten tritt. Dabei können die Bilddaten des Patienten und des Modells ohne Transformation des Bezugssystems rechnerisch überlagert werden.

Zur weiteren computergestützten oder manuellen Bearbeitung des Zahnmodells können auch andere Planungsschritte an dem auf der Halterung fixierten Modell unternommen werden. So kann das auf der Halterung fixierte Modell entfernt und in der Aufnahme einer Bearbeitungsvorrichtung, insbesondere einer Bohr-, Säge- und/oder Fräsvorrichtung, eingespannt werden. Dabei steht die Aufnahme der Bearbeitungsvorrichtung über die festgelegten geometrischen Verhältnisse in definiertem Bezug zur Fixiervorrichtung.

Um eine Koordinatentransformation zu vermeiden, können die Fixiervorrichtung und die Halterung dieselbe mechanische Schnittstelle verwenden. Es ist aber nicht wesentlich aufwendiger, verschiedene Schnittstellen vorzusehen, die, wie gesagt, in definiertem geometrischen Bezug zueinander stehen. An dem so registrierten Zahnmodell können dann die Schritte des operativen Eingriffs, insbesondere die Einbringung eines Bohrkanals und die Anpassung eines Implantats, unter Zugrundelegung der Bilddaten des Patienten simuliert werden.

Mit der Erfindung können hochwertige Darstellungen der Mund- Kiefer und Gesichtsregion erstellt werden. Insbesondere ergeben sich mit der bekannten

Positionierung des Patienten im Datensatz und der artefaktfreien Darstellung der Zähne sowie der Schleimhaut eine Reihe bildverarbeitungstechnischer Vorteile. Durch die mechanische Registrierung sind optimale Voraussetzungen für noch genauere, auf Bildern basierende Registrierungsverfahren geschaffen, da nun einen optimaler Startpunkt definiert ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren 1 und 2 näher erklärt. Es zeigen:

Figur 1 eine Vorrichtung zur Registrierung mit zwei Schnittstellen und

Figur 2 eine Vorrichtung zur Registrierung mit einer Schnittstelle.

In Figur 1 ist ein Stativ 1 gezeigt, wie es im Labor eines Zahntechnikers aufgestellt sein kann. In dem Stativ 1 ist eine als Schnittstelle ausgebildete Aufnahmebuchse 2 vorgesehen, in die ein Aufbiss 3 als Fixiervorrichtung mittels eines daran angebrachten Steckelementes 4 einsteckbar ist (Pfeil A). Der Aufbiss 3 ist mit mitlerweile erhärteter Aufbissmasse 5 beschickt, in die ein Patient hineingebissen und seine Zahnabdrücke 6 hinterlassen hatte. Diese sind auch auf der Unterseite vorhanden aber nicht dargestellt. Während der Patient den Aufbiss 3 zwischen seine Zähne geklemmt hatte, wurden mit einem Scan Patientendaten von ihm angefertigt, wobei der Aufbiss 3 dazu in einer entsprechenden Buchse der Aufnahmevorrichtung, insbesondere des Cone Beam Gerätes, eingesteckt war.

Nach Anfertigung der Patientendaten, die den Kiefer in seiner Dreidimensionalität repräsentieren, wird der Aufbiss 3 zu dem Stativ 1 verbracht und es wird ein Zahnmodell 7 vom Patienten von unten in den Aufbiss 3 eingesteckt. Für den Halt des Zahnmodells 7 sorgt in diesem Fall eine Auflage 8, auf die das Zahnmodell 7 vermittels einer hoch aufbauenden Klebemasse 9, z.B. Gips, aufgeklebt ist. Die Auflage 8 selber wird auf einer Grundplatte 11 aufgesetzt (Pfeil B) und über Fixierstifte 10 und entsprechende Bohrungen 12 gehalten. Über die Klebemasse 9 ist das Zahnmodell in exakter Position im Aufbiss 3 gehalten, wobei die Auflage 8

und die Grundplatte 11 in definierter Orientierung zum Stativ 1 stehen. In diesem Fall ist die Grundplatte 11 am Stativ 1 befestigt.

Eine solche Grundplatte 11, insbesondere dieselbe, kann in der entsprechenden Position am Aufnahmegerät angebracht werden. Nach dem Aufsetzen des Zahnmodells 7 vermittels der Auflage 8 kann ein Scan von dem Zahnmodell 7 angefertigt werden, das sich rein mechanisch in derselben Position wie vorher der Patient befindet.

Außerdem kann das auf der als Halterung dienenden Auflage 8 von der Aufnahmevorrichtung entfernt und ebenfalls über die Fixierstifte 10 definiert in eine Vorrichtung zur weiteren Bearbeitung eingespannt werden. In diesem Fall dient die auf der Grundplatte 11 fixierte Auflage 11 als Befestigungsmittel, das eine Fixierung des Modells in der Fixiervorrichtung ermöglicht und das den Halt des Modells in dieser Position nach Entfernen der Fixiervorrichtung gewährleistet.

Die Grundplatte 11 verfügt somit auf ihrer Oberseite mit den Bohrungen 12 über eine definierte mechanische Schnittstelle. Dabei ist die geometrische Relation der mechanischen Schnittstelle an der Oberseite der Grundplatte und dem Stativ 1 für den Aufbiss definiert und bekannt. So ist die exakten Positionierung der Auflage 8 möglich. Denkbar ist auch eine Ausführung der Übertragungsvorrichtung, bei der die Halterung für den Aufbiss verschieblich gelagert ist, um den Eingipsvorgang zu erleichtern. Eine weitere Ausführung ist denkbar, bei der eine Auflage zusätzlich oberhalb des Aufbisses angebracht ist, so dass sowohl Ober- als auch Unterkiefer in einem Vorgang übertragen werden können.

Auch in Figur 2 ist ein solches Stativ 1 gezeigt, das in definierter Position zur Aufnahmevorrichtung steht und das eine als Schnittstelle ausgebildete Aufnahmebuchse 2 hat. In diesem Fall gibt es einen universellen Adapter 13 als Steckelement, an dem der Aufbiss 3 lösbar befestigt ist und über den er in die Aufnahmebuchse 2 einsteckbar ist. Während der Aufnahme der Patientendaten war der Aufbiss 3 über eine entsprechende Aufnahmebuchse 2 am

Aufnahmegerät gehalten. Wie in dem vorherigen Ausführungsbeispiel verbleibt der Aufbiss 3 am Stativ 1 bis das Zahnmodell 7 von unten eingesteckt und fixiert ist.

In diesem Ausführungsbeispiel wird die Auflage 14 allerdings unmittelbar über einen Tragarm 15 am Adapter 13 befestigt. Dazu ist eine Steckverbindung 16 vorgesehen. Nach dem Anbringen der Auflage 14 am Adapter 13 wird das Zahnmodell 7 wieder vermittels einer von einer aufbauenden Klebemasse 9 gebildeten Unterfütterung in der vorgesehenen Position am Aufbiss 3 fixiert. Nun wird ein Scan von dem Zahnmodell 7 angefertigt, das sich aufgrund der erfindungsgemäß rein mechanischen Mittel in derselben Position wie vorher der Patient befindet. Die Auflage 14 kann auch wieder von der Aufnahmevorrichtung entfernt und ebenfalls über den Adapter 13 an einer Vorrichtung zur weiteren Bearbeitung eingespannt werden. In diesem Ausführungsbeispiel wird mit dem Adapter 13 und den Aufnahmebuchsen 2 eine universelle Schnittstelle realisiert, mit der sich alle Bedürfnisse an die Registrierung im Umfeld der präoperativen Planung lösen lassen.

Erfindungsgemäß wird in beiden Ausführungsbeispielen das Modell nach der Aufnahme der Patientendaten mittels einer Halterung in entsprechender Lage in der Fixiervorrichtung positioniert, wobei die Halterung in definierter Orientierung zur Fixiervorrichtung steht. Das Modell wird dann über die Unterfütterung in dieser Lage auf der Halterung fixiert, so dass weitere Planungsschritte an dem auf der Halterung fixierten Modell unternommen werden können.

Nachfolgend werden die einzelnen Schritte der Registrierung noch einmal zusammengestellt:

1. Herstellung eines Zahnmodells für den zu scannenden Patienten mittels üblicher Technik.

2. Beschicken eines Aufbißes mit schnell aushärtendem Abdruckmaterial, z.B. Silikon.

3. Den Patienten auf den beschickten Aufbiss aufbeißen und Abdruckmaterial aushärten lassen.

4. Scannen des am Aufbiss fixiertem Patienten z.B. mit Röntgenscanner.

5. Positionieren und Fixieren des Zahnmodells an dem Aufbiss

6. Scannen des Zahnmodells mit demselben Röntgenscanner.

7. Überlagern der Scans vom Patienten und vom Zahnmodell („Registrierung").

Mit der Registrierung des Zahnmodells gegenüber dem radiologischen Datensatz eines Patienten sind nun eine Reihe von Anwendungen möglich, die nachfolgend dargestellt werden:

Herstellung einer Bohrschablone:

1. Entfernen von Aufbiss und Zahnmodells vom Aufnahmegerät.

2. Übertragung der Registrierung mittels der beschriebenen Vorrichtung auf zwei Auflagen, auf denen jeweils das Modell für Ober- und Unterkiefer fixiert sind. Die Auflagen weisen eine eindeutige mechanische Schnittstelle auf, deren geometrische Relation zur Aufnahme des Aufbiss bekannt und definiert ist.

3. Positionierung des Zahnmodells mittels der Auflage an einer Bohr- und/oder Fräsvorrichtung. Dadurch wird die Registrierung übertragen.

4. Manuelle Herstellung der Bohrschablone nach bekannten zahntechnischen Verfahren auf der Grundlage des Zahnmodells.

5. Planung der zu bohrenden Löcher, Schnitte, Verschraubungen, Osteotomien oder sonstiger chirurgischer Eingriffe im registrierten Patienten- und Zahnmodelldatensatz.

6. Übertragung der Planung an die CNC Maschine oder Ausgabe der Planungsdaten für die Einstellung von manuell zu betätigenden Bohr- oder Fräsvorrichtungen.

7. Computergesteuerte Bohrung oder Fräsung durch eine CNC Maschine in die Bohrschablone oder manuelles Bohren/Fräsen gemäß Planungsdaten.

So können Bohrschablonen für die Implantologie und die Platzierung von Distraktoren oder Miniplatten erstellt werden. Außerdem können durch Fräsung einer Oberfläche auf der an den Zähnen fixierten Schablonen auch Schnitt- und/oder Sägeflächen erstellt werden, die das jeweilige Instrument des Chirurgen führen.

Die oben beschriebene insbesondere als Aufbiss ausgebildete Fixiervorrichtung taugt nicht nur im Rahmen des dargestellten Verfahrens, bei dem ein operativer Eingriff anhand eines Körperteils des Patienten und eines Modells des Körperteils geplant wird. Solche mit erhärteter Abdruckmasse versehene und damit individuell an den Patienten angepasste Fixiervorrichtungen können auch Verwendung finden bei Verfahren zur Erzeugung und Registrierung in zeitlicher Abfolge mit einem Aufnahmegerät aufgenommener insbesondere ein Körperteil in seiner Dreidimensionalität repräsentierender Patientendaten. Dazu wird der Patient während der Aufnahme der Patientendaten mit dem entsprechenden Körperteil in der Fixiervorrichtung gehalten, die in definierter Position in Bezug zum Aufnahmegerät angebracht ist. Der besondere Vorteil liegt darin, dass der Patient im Aufnahmeraum des Aufnahmegerätes auf reproduzierbare Weise fest fixiert ist.

Erfindungsgemäß wird die Fixiervorrichtung mit einer Abdruckmasse beschickt, bevor das Körperteil des Patienten in die Abdruckmasse eingedrückt und die Abdruckmasse ausgehärtet wird. Dann werden die ersten Patientendaten aufgenommen. Zu einem späteren Zeitpunkt wird eine weitere Aufnahme des mit demselben Körperteil in der erhärteten Abdruckmasse positionierten Patienten angefertigt. Die so angefertigten Datensätze aufeinanderfolgender Aufnahmen können ohne weitere Koordinatentransformation insbesondere rechnerisch der

miteinander verglichen werden. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn als Fixiervorrichtung ein insbesondere hufeisenförmiger Aufbiss verwendet wird, der mit Abdruckmasse beschickt wird.

Die Fixiervorrichtung insbesondere der Aufbiss kann somit zur Patientenfixierung und zur Registrierung von Aufnahmen des Patienten dienen, die zu verschiedenen Zeitpunkten gemacht wurden. Diese Registrierung einer zeitlichen Abfolge von Aufnahmen wird dabei durch die in hohem Maße reproduzierbare Positionierung des durch den Aufbiss im Aufnahmegerät gehaltenen Patienten möglich. Dieses einfache Verfahren ist insbesondere zur Verlaufskontrolle von Erkrankungen und Erfolgskontrolle von Therapien nützlich.

Wie dargestellt, ist bei dieser Vorgehensweise die Konstanz der mechanischen Schnittstelle am Gerät sowie die reproduzierbare Positionierung des Patienten an der Fixierung wichtigste Voraussetzung. Erfindungsgemäß wird das Körperteil, insbesondere der Kiefer (Ober- oder Unterkiefer) als anatomische Struktur relativ konstanter Form und mit geeigneten geometrischen und biomechanischen Eigenschaften zur Abdrucknahme gewählt. Zum anderen wird ein Abdruckmaterial verwendet, das auch über längere Zeiträume hinweg formstabil ist und im Fall von Unterschnitten eine geeignete Elastizität aufweist. Da mit einer solchen mit Abdruckmasse beschickten Fixierungseinrichtung eine nahezu unbeschränkte Zahl über lange Zeiträume verteilter Aufnahmen möglich sind, sollte die Fixierungseinrichtung desinfizierbar sein.

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise zur Erstellung einer Erstaufnahme kann in folgenden Schritten ablaufen:

1. Beschicken einer Fixierungseinrichtung, insbesondere in Form eines hufeisenförmigen Aufbisses, mit aushärtendem Abdruckmaterial.

2. Abdrucknahme am Patienten.

3. Anbringen der Fixierungseinrichtung am bildgebenden Gerät mittels einer definierten Schnittstelle.

4. Positionierung des Patienten in seinem zuvor erstellten Abdruck.

5. Durchführen eines Scans.

6. Lösen des Patienten aus dem Abdruckmaterial.

7. Entfernen der Fixiereinrichtung.

Die Kontrollaufnahme kann in folgenden Schritten geschehen:

1. Anbringen der bereits mit einem individuellen Patientenabdruck versehenen Fixierungseinrichtung am bildgebenden Gerät mittels einer definierten Schnittstelle.

2. Positionierung des Patienten in seinem zuvor erstellten Abdruck.

3. Durchführen eines Scans.

4. Lösen des Patienten aus dem Abdruckmaterial.

5. Entfernen der Fixiereinrichtung.

Ansprüche

1. Verfahren zur Planung eines operativen Eingriffs an einem Körperteil, insbesondere am Kiefer, eines Patienten, wobei im Rahmen einer Registrierung ein gemeinsames Bezugsystem definiert wird zwischen einem Satz von Patientendaten, die mit einem Aufnahmegerät aufgenommen werden und das Körperteil in seiner Dreidimensionalität repräsentieren, und einem Modell des Körperteils, wobei der Patient während der Aufnahme der Patientendaten mit dem Körperteil in einer Fixiervorrichtung (3) gehalten wird, die in definierter Position in Bezug zum Aufnahmegerät angebracht ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Modell (7) nach der Aufnahme der Patientendaten mittels einer Halterung (8) in entsprechender Lage in der Fixiervorrichtung (3) positioniert wird, wobei die Halterung (8) in definierter Position zur Fixiervorrichtung (3) steht,
dass das Modell (7) in dieser definierten Position auf der Halterung (8) fixiert wird und dass weitere Planungsschritte an dem auf der Halterung (8) fixierten Modell (7) unternommen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fixiervorrichtung (3) aus der Position am Aufnahmegerät entfernt und an einem von dem Aufnahmegerät unabhängigen Stativ (1) gehalten wird bevor das Modell (7) vermittels der Halterung (8) positioniert und fixiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass in einem weiteren Planungsschritt die Fixiervorrichtung (3) entfernt wird und eine Aufnahme des Modells (7) mit dem Aufnahmegerät angefertigt wird, wobei sich das Modell (7) in derselben definierten Position wie vorher der Patient befindet, wobei die Bilddaten des Patienten und des Modells (7) ohne Transformation des Bezugssystems rechnerisch überlagert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass in einem weiteren Planungsschritt das auf der Halterung (8) fixierte Modell (7) zusammen mit der Halterung (8) entfernt und in der Aufnahme einer Bearbeitungsvorrichtung, insbesondere einer Bohr- und/oder Fräsvorrichtung, eingespannt wird, wobei die Aufnahme in definiertem Bezug zur Fixiervorrichtung (3) steht.

5 Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass Schritte des operativen Eingriffs, insbesondere die Einbringung eines Bohrkanals und die Anpassung eines Implantats, an dem Modell unter Zugrundelegung der Bilddaten des Patienten simuliert werden.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Fixiervorrichtung ein Aufbiss (3) mit Abdruckmasse (5) verwendet wird, die im Biss des Patienten erhärtet ist.

7. System zur Definition eines gemeinsamen Bezugsystems („Registrierung") aufweisend ein tomographisches Aufnahmegerät zur Aufnahme eines Satzes von Patientendaten, aufweisend eine Fixiervorrichtung (3) zur definierten Positionierung des Patienten während der Aufnahme und aufweisend ein Modell (7) des vom Patienten aufzunehmenden Körperteils, insbesondere des Kiefers,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fixiervorrichtung (3) eine mechanische Schnittstelle (4) aufweist, über die sie an dem Aufnahmegerät in definierter Position lösbar befestigbar ist, und dass ein Befestigungsmittel (8,11) vorhanden ist, das eine Fixierung des Modells (7) in der Fixiervorrichtung (3) ermöglicht und das den Halt des Modells (7) in dieser Position nach Entfernen der Fixiervorrichtung (3) gewährleisten.

8. System nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Befestigungsmittel (8,11) eine mechanische Schnittstelle (4,13) aufweist, mit der es in definierter Position am Aufnahmegerät gehalten ist.

9. System nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Befestigungsmittel (8,11) über die mechanische Schnittstelle an einer Bearbeitungsvorrichtung, insbesondere einer CNC Maschine/Bohr-Fräs-Einheit, in definierter Position halterbar ist.

10. System nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das die Fixiervorrichtung ein Aufbiss (3) ist.

11. System nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Aufbiss und/oder das Befestigungsmittel über einen Adapter (13) lösbar an dem an dem Aufnahmegerät oder der Bearbeitungsvorrichtung in definierter Position halterbar ist.

12. Verfahren zur Erzeugung und Registrierung in zeitlicher Abfolge mit einem Aufnahmegerät aufgenommener insbesondere dreidimensionaler Patientendaten eines Körperteils, insbesondere des Kiefers, eines Patienten, wobei der Patient während der Aufnahme der Patientendaten mit dem Körperteil in einer Fixiervorrichtung (3) gehalten wird, die in definierter Position in Bezug zum Aufnahmegerät angebracht ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fixiervorrichtung (3) mit einer Abdruckmasse (5) beschickt wird,
dass das Körperteil des Patienten in die Abdruckmasse eingedrückt und die Abdruckmasse (5) ausgehärtet wird und
dass die ersten Patientendaten aufgenommen werden,
dass zu einem späteren Zeitpunkt eine weitere Aufnahme des mit dem Körperteil in der erhärteten Abdruckmasse (5) positionierten Patienten angefertigt wird,
dass die Datensätze der aufeinanderfolgenden Aufnahmen miteinander verglichen werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Fixiervorrichtung ein insbesondere hufeisenförmiger Aufbiss (3) verwendet wird, der mit Abdruckmasse (5) beschickt wird.

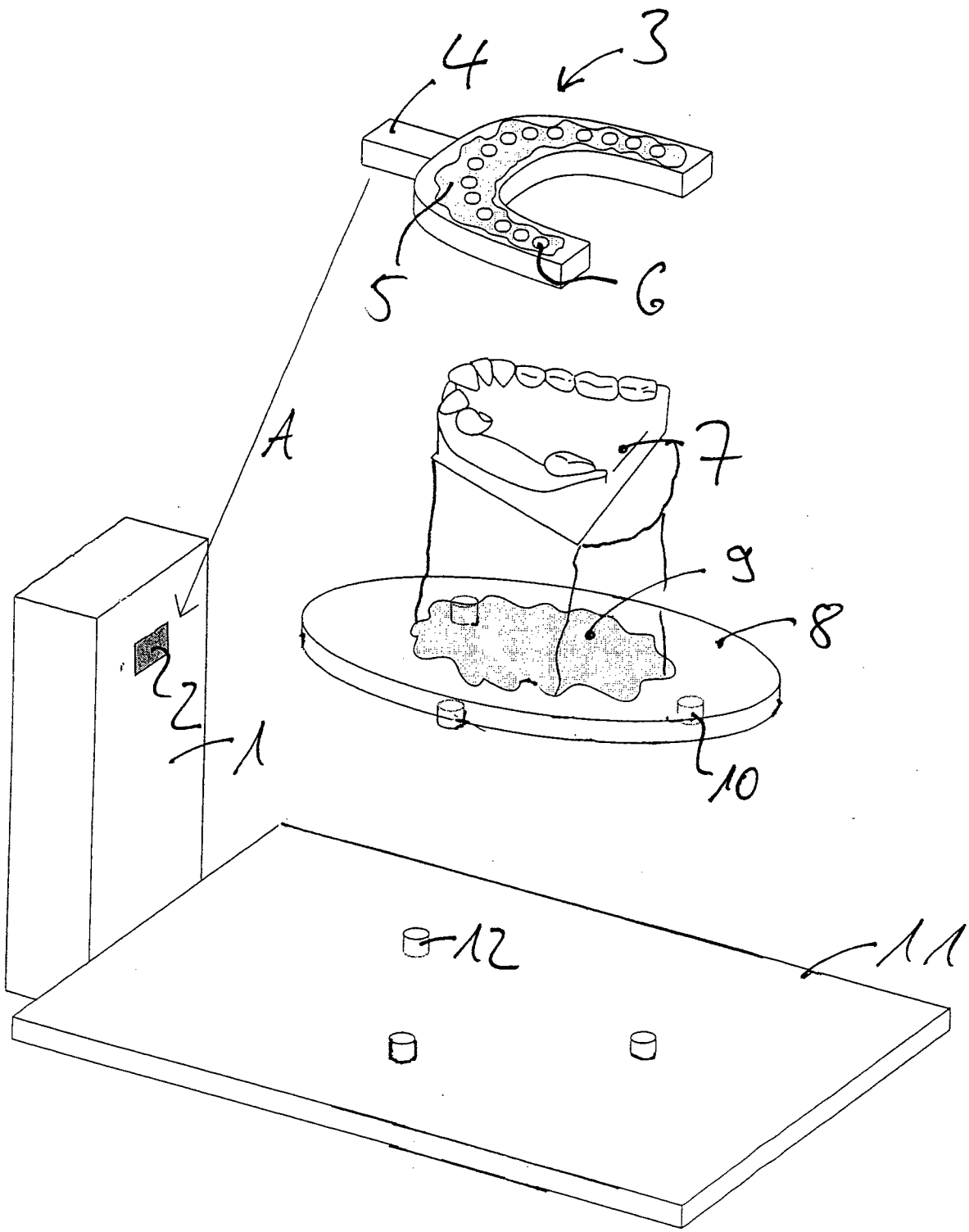


Fig. 1

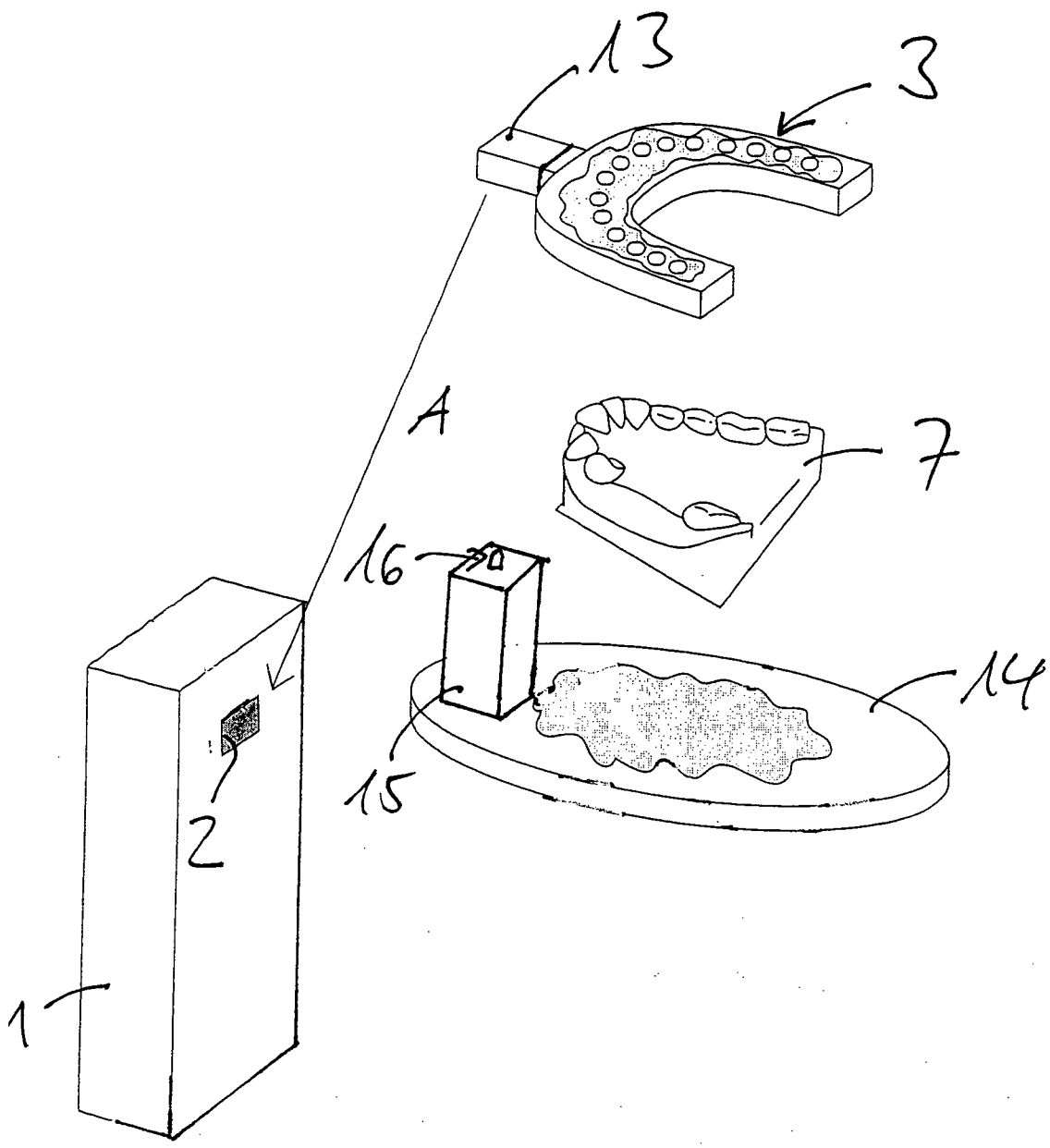


Fig. 2