



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 694 571 A5

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: A 61 C 008/00  
A 61 C 013/00

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT A5**

⑲ Gesuchsnummer: 01151/99

⑳ Anmeldungsdatum: 21.06.1999

㉔ Patent erteilt: 15.04.2005

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.04.2005

⑦③ Inhaber:  
DCS Forschungs & Entwicklungs AG  
Gewerbstrasse 15  
4123 Allschwil (CH)

⑦② Erfinder:  
Meyer Leonhard, Dr., Friedrichplatz 6  
79618 Rheinfeldern (DE)  
Prof. Dr. rer. nat. Heinrich F. Kappert, Bergstrasse 10  
79184 Gundelfingen (DE)  
Rainer Gläser, Kaiser Joseph-Strasse 172  
79098 Freiburg i. Breisgau (DE)  
Traber Tony, Parkallee 37  
4123 Allschwil (CH)

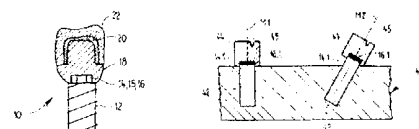
⑦④ Vertreter:  
OK pat AG  
Hinterbergstrasse 36, Postfach 5254  
6330 Cham (CH)

⑤④ **Verfahren zur Herstellung eines Zahnersatzes und eines Zahnersatzteiles, Material für ein Zahnersatzteil und Zahnersatzteil.**

⑤⑦ An einem Arbeitsmodell (40) eines mit dem Zahnersatz (10) zu versehenen Kieferbereichs wird ein Manipulierimplantat (42) angebracht, welches relativ zum Arbeitsmodell (40) eine Lage einnimmt, die der Lage eines im Kieferbereich implantierten Implantates (12) entspricht. Zu jedem Implantat (12) wird ein Verbindungsstück (18) hergestellt, das dazu bestimmt ist, am Implantat (12) mittels einer Positionierungsvorrichtung (15) positioniert und mittels eines Befestigungselementes befestigt zu werden. Am Arbeitsmodell (40) wird eine auf das Verbindungsstück (18) passende Suprakonstruktion hergestellt, welche dazu bestimmt ist, im Kieferbereich auf das mindestens eine Verbindungsstück (18) geschoben zu werden. Nach dem Anbringen des mindestens einen Manipulierimplantates (42) im Arbeitsmodell (40) wird auf jedem Manipulierimplantat (42) ein Hilfselement (44) angebracht, das zusammen mit dem Manipulierimplantat (42) die Lage des Implantates (12) im Kieferbereich wiedergibt. Mittels einer Erfassungsvorrichtung wird die dreidimensionale Geometrie des Arbeitsmodells (40) mit dem mindestens einen Hilfselement (44) erfasst und daraus die Basis-Daten ermittelt, welche die genannte dreidimensionale Geometrie beschreiben. Aus den genannten Basis-Daten werden Implantat-Daten ermittelt, welche die Tiefe, die Neigung und die Winkellage des Implantates (12) im Kieferbereich definieren. Aus den Implantat-Daten werden Verbindungsstück-Daten ermittelt, welche das herzustellende Verbindungsstück (18) definieren. Die Herstellung des Verbindungsstücks (18) aus einem Verbindungsstück-Rohenteil unter Berücksichtigung der Verbindungsteil-Daten erfolgt mittels einer CAD/CAM-Anlage.

Bei der Herstellung eines individuellen Zahnersatzteiles befinden sich mehrere Zahnersatzteil-Rohteile an einer Platte. Sie werden nacheinander auf einer CAD/CAM-Anlage bearbeitet aufgrund von Daten, welche die Lage von Implantaten oder Zahnresten beschreiben, auf denen die Zahnersatzteile zu befestigen sind.

Das Material für ein Zahnersatzteil besteht aus Glas und enthält einen Zusatz von Kristallen sowie ggfs. weitere Zusatzstoffe. Die Art und Menge der Zusatzstoffe sind so gewählt, dass das Material allen Festigkeits- und Standzeitanforderungen genügt, in einer CAD/CAM-Anlage maschinell bearbeitbar ist und transparent, transluzent sowie mit Farbpigmenten färbbar ist. Das Zahnersatzteil ist aus einem solchen Material in einer CAD/CAM-Anlage und auf Grund von Daten hergestellt, die bei einer dreidimensionalen Erfassung eines Kieferbereiches ermittelt wurden.



## Beschreibung

Gegenstand der Erfindung sind ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnersatzes nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnersatzteiles nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 11, ein Material zur Herstellung eines individuellen Zahnersatzteiles nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 17 und ein Zahnersatzteil nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 21.

Unter dem Begriff «Zahnersatz» soll im Rahmen der vorliegenden Beschreibung ein Gebilde verstanden werden, das nicht nur den sichtbaren Teil eines Zahnes oder einer Zahngruppe ergänzt oder ersetzt, sondern das einen vollständigen Ersatz für einen oder mehrere Zähne eines Patienten bildet. Ein solcher Zahnersatz besteht im fertigen Zustand aus mehreren aneinander befestigten Bestandteilen.

Ein erster Bestandteil des Zahnersatzes besteht aus einer Implantatanordnung, auf welcher die weiteren Bestandteile des Zahnersatzes aufgebaut werden. Im Allgemeinen umfasst eine Implantatanordnung für einen Zahnersatz, welcher einen einzelnen Zahn ersetzen soll, ein Implantat, während ein Zahnersatz, der mehrere benachbarte Zähne ersetzen soll, im Allgemeinen mindestens zwei Implantate umfasst. Die Implantate sind dazu bestimmt, vom Zahnarzt im Kieferknochen eines Patienten implantiert zu werden, und sie werden dem Zahnarzt gebrauchsfertig und steril geliefert. Die Implantate können im Wesentlichen zylindrisch oder zulaufend ausgebildet sein und weisen die Form von Schrauben oder Stiften auf. An seinem distalen Ende weist jedes Implantat ein erstes Positionierungselement auf. Das Implantat ist im fertig montierten Zustand des Zahnersatzes am Patienten nicht sichtbar.

Ein zweiter Bestandteil des Zahnersatzes wird durch ein Verbindungsstück, das gelegentlich auch als Abutment bezeichnet wird, gebildet. An jedem Implantat wird ein Verbindungsstück befestigt. Die Verbindungsstücke sind im fertig montierten Zustand des Zahnersatzes am Patienten nicht sichtbar. Sie dienen dazu, die Implantate mit den weiteren Bestandteilen des Zahnersatzes zu verbinden. Jedes Verbindungsstück weist an seinem proximalen Ende ein zweites Positionierungselement auf, das zusammen mit dem ersten, am zugehörigen Implantat angeordneten Positionierungselement eine Positionierungsvorrichtung bildet.

Ein dritter Bestandteil des Zahnersatzes wird durch Verbindungselemente, im Allgemeinen Schrauben, gebildet. Auch diese Verbindungselemente sind im fertig montierten Zustand des Zahnersatzes am Patienten nicht sichtbar. Die gegenseitige Verbindung von Implantat und Verbindungsstück ist reversibel.

Ein vierter Bestandteil des Zahnersatzes, der als Gerüst oder Kappe bezeichnet wird, wird auf einem oder mehreren Verbindungsstücken, im Allgemeinen mit Hilfe eines geeigneten Zementes oder Klebstoffes, befestigt. Eine einzelne Kappe kann zum Ersatz eines Zahnes dienen und auf einem Verbindungsstück montiert werden; sie kann aber auch zum Ersatz mehrerer Zähne bestimmt sein und auf mehreren Verbindungsstücken montiert sein. Die Kappe ist

zwar nach der Montage des Zahnersatzes am Patienten nicht direkt sichtbar, hingegen kann ihre Beschaffenheit einen gewissen Einfluss auf den Aspekt des Zahnersatzes ausüben, wie weiter unten dargelegt werden wird.

Ein fünfter Bestandteil des Zahnersatzes wird durch eine Verblendung gebildet, welche das Gerüst bzw. die Kappe umgibt. Dieses Gerüst ist der einzige Bestandteil des Zahnersatzes, welcher im fertig montierten Zustand am Patienten sichtbar ist. Die Verblendung ist dazu bestimmt, den sichtbaren Bereich des Zahnschmelzes zu ersetzen. Das Gerüst bzw. die Kappe und die Verblendung sind irreversibel miteinander verbunden.

Das Gerüst und die Verblendung bilden eine Einheit, die im Rahmen der vorliegenden Beschreibung auch als Suprakonstruktion bezeichnet wird. Die Suprakonstruktion ist reversibel am Verbindungskörper befestigt und kann vom Letzteren entfernt werden.

Der sichtbare Teil des Zahnersatzes soll bezüglich Form und Aussehen dem ersetzten ursprünglichen Zahn bzw. den ersetzten Zähnen des Patienten möglichst ähnlich sein.

Unter dem Begriff eines Zahnersatzteiles sollen im Rahmen der folgenden Beschreibung Teile verstanden werden, die dazu bestimmt sind, unmittelbar oder mittelbar auf Implantaten oder Zahnresten befestigt zu werden. Einerseits fallen somit unter den Begriff eines Zahnersatzteiles Verbindungsstücke, die auf Implantaten befestigt werden, Gerüste, die auf Verbindungsstücken befestigt werden, sowie Verblendungen, die auf Gerüsten befestigt werden, ferner Verbindungsstücke mit integrierten Gerüsten, Gerüste mit integrierten Verblendungen und Integralteile, welche Verbindungsstücke, Gerüste und Verblendungen umfassen. Andererseits fallen unter den Begriff eines Zahnersatzteiles auch auf Resten von Zähnen befestigbare Teile wie beispielsweise kronen- und brückenartige Teile.

Die Herstellung von implantierbarem Zahnersatz kann in verschiedener Weise vor sich gehen, und auch der dabei entstehende Zahnersatz kann unterschiedlich aufgebaut sein. Im Allgemeinen umfasst die Herstellung eines Zahnersatzes die im Folgenden beschriebenen Verfahrensschritte.

Der Aufgabenbereich des Zahnarztes betrifft die Erstellung einer Kieferabformung des Patienten, also eines Negativmodells des Weiteren Bereiches des Kiefers des Patienten, in welchen der Zahnersatz zu liegen kommt. Der Zahnarzt liefert auch Angaben über die Anordnung der Implantate sowie ggfs. weitere Angaben. Ferner implantiert der Zahnarzt die Implantate. Eine weitere Kieferabformung nach der Implantierung der Implantate liefert genauere Angaben für den Zahntechniker, die weiter unten beschrieben werden. Schliesslich montiert der Zahnarzt auf den Implantaten nach einiger Zeit, während welcher diese einwachsen, die restlichen Bestandteile des Zahnersatzes.

Der Aufgabenbereich des Zahntechnikers beginnt mit der Erstellung von Positivmodellen, nämlich einem sogenannten Meistermodell und einem sogenannten Arbeitsmodell, aufgrund der vom Zahnarzt gelieferten Kieferabformung. Im Laufe des weiteren Verfahrens wird stets das Arbeitsmodell benutzt,

während das Meistermodell lediglich als Reserve dient. Auf dem Arbeitsmodell erfolgt nun im Wesentlichen die Herstellung des Zahnersatzes, natürlich ohne die Implantate, der schliesslich, wie erwähnt, durch den Zahnarzt, im entsprechenden Bereich des Kiefers des Patienten befestigt wird.

Im Arbeitsmodell wird je nach herzustellendem Zahnersatz eine Manipulierimplantatanordnung, die auch als Modellieranalog bezeichnet wird, angeordnet. Diese Manipulierimplantatanordnung kann aus einem oder mehreren Manipulierimplantaten bestehen, und sie bildet die Grundlage für die Anfertigung der restlichen Bestandteile des Zahnersatzes. Die Lage der Manipulierimplantate wird aufgrund der entsprechenden Anforderungen an Okklusion, Funktion und Ästhetik des zu erstellenden Zahnersatzes durch den Zahnarzt, ggfs. mit Hilfe der Abformung der Implantate, festgelegt. Die genaue Lage der Manipulierimplantate ist für die Form der weiteren Bestandteile entscheidend.

Leider ist es beim Setzen der Implantate im Kiefer des Patienten nicht immer möglich, die Implantate entsprechend den Anforderungen bezüglich Okklusion, Funktion und Ästhetik optimal anzuordnen. Als Folge davon ergibt sich letztlich, dass die Anordnung an den Zahnersatz im Mund des Patienten bezüglich Okklusion, Funktion und Ästhetik oft unbefriedigend sind.

Sind die Implantate im Kiefer des Patienten eingewachsen, so werden sie mittels Abdruckes im Arbeitsmodell dargestellt, damit darauf die weiteren Bestandteile des Zahnersatzes angefertigt werden können, wobei die optimale Lage der Implantate in Bezug auf Okklusion, Funktion und Ästhetik für die Form der weiteren Bestandteile entscheidend ist.

Auf jedes am Arbeitsmodell angeordnete Implantat wird anschliessend ein Verbindungsstück aufgebracht. Für die Beschaffung geeigneter Verbindungsstücke gibt es mehrere Möglichkeiten. Beispielsweise können Verbindungsstücke als Einzelteile, gewissermassen auf Mass, hergestellt werden, entweder aus einem Rohling oder aus einer Platte. Verbindungsstücke können auch durch einen Giessvorgang erzeugt werden, was aber sehr aufwendig ist; Giessvorgänge sind ausserdem mit mehreren Nachteilen behaftet, insbesondere ist es schwierig, eine präzise Form und ein spannungsfreies Gebilde herzustellen, und ausserdem besteht die Gefahr von temperaturbedingten Werkstoffveränderungen. Es können auch konfektionierte Verbindungskörper verwendet werden, was natürlich eine preisgünstigere und weniger zeitraubende Lösung ist. Schliesslich können auch konfektionierte Verbindungskörper verwendet werden, welche dann im Allgemeinen nachbearbeitet bzw. individualisiert werden, wozu sie im Allgemeinen auf einer plattenartigen Haltevorrichtung befestigt werden. Die Herstellung individualisierter Verbindungskörper ist also in jedem Falle aufwendig.

Ein Nachteil der bisher verwendeten Verbindungskörper manifestiert sich insbesondere bei der Herstellung von Brücken, und zwar im Zusammenhang mit dem Einschleiben der Suprakonstruktion. Während der Einschleibevorgang bei der Herstellung einer Krone, welche sich über den Bereich nur eines Zahnes erstreckt, nicht mit allzu vielen Problemen

behaftet ist, ist er bei der Erstellung einer Brücke, die sich über den Bereich mehrerer Zähne erstreckt, bedeutend problematischer; da sich die Suprakonstruktion dabei mittelbar auf mehrere Implantate und unmittelbar auf mehrere Verbindungskörper abstützt; die Implantate bzw. deren Längsachsen sind im Allgemeinen nicht parallel, sondern divergierend angeordnet, und die Implantate und Verbindungskörper nehmen häufig, wie schon erwähnt, im Mund des Patienten nicht mehr diejenige Lage ein, welche die Manipulierimplantate im Arbeitsmodell hatten. Eine einteilige Suprakonstruktion in Brückenform kann natürlich nur in einer gemeinsamen Einschleiberichtung eingeschoben werden; da aber die Implantate und die Verbindungsstücke, auf welche die Suprakonstruktion aufzuschieben ist, am Patienten nicht präzise die bei der Erstellung des Zahnersatzes am Arbeitsmodell vorgesehene Lage einnehmen, ist das Aufschleiben infolge grosser Abweichungen unmöglich (d.h. es muss also manuell mit grossem Aufwand nachgearbeitet werden) oder bei kleinen Abweichungen zwar möglich, kann dann aber nur unter Erzeugung von Spannungen einerseits an den Implantaten und/oder Verbindungsstücken und andererseits an der Suprakonstruktion durchgeführt werden.

Jedenfalls ist es mit den herkömmlichen Verfahren nicht möglich, eine optimale Lage und eine spannungsfreie Anordnung mit garantiert vom Herstellungs- und Montageprozess unbeeinflussten Werkstoffeigenschaften der Bestandteile des Zahnersatzes zu erhalten, obwohl diese Verfahren verhältnismässig aufwendig und kostspielig sind.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines individuellen Zahnersatzes vorzuschlagen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemässen Verfahrens werden durch die abhängigen Patentansprüche 2 bis 10 definiert.

Wie herkömmlich werden vom Zahnarzt eine Kieferabformung, in welcher der anzufertigende individuelle Zahnersatz zu liegen kommt, sowie Informationen bezüglich der Lage der Basis bzw. des Implantates im Kiefer geliefert und die Implantate implantiert. Ebenfalls wie herkömmlich werden vom Zahntechniker ein Meistermodell und ein Arbeitsmodell hergestellt. Anschliessend wird im Arbeitsmodell die Manipulierimplantatanordnung angebracht, welche bezüglich ihrer Lage den Implantaten entsprechen. Die Manipulierimplantatanordnung kann aus einem oder mehreren Manipulierimplantaten bestehen, entsprechend der Anzahl der tatsächlichen Implantate. Die Manipulierimplantate ragen nicht oder kaum aus dem Arbeitsmodell, ebenso wie die Implantate nicht oder kaum aus dem entsprechenden Kieferbereich des Patienten ragen. Als Nächstes wird auf jedem Manipulierimplantat provisorisch ein Hilfselement angebracht. Diese Hilfselemente ragen aus dem Arbeitsmodell und geben die Einsatztiefe, die Längsachsenrichtung und die Winkelstellung der Manipulierimplantate im Arbeitsmodell und damit auch die Implantat-Tiefe, die Implantat-Achsenrichtung und die Implantat-Winkellage wieder. Dank ihnen

lässt sich aus den beim anschliessenden Erfassen der Geometrie des Arbeitsmodelles ermittelten Daten auf die genaue Lage der Implantate im Kieferbereich des Patienten schliessen. Aus den einmal festgestellten Daten lassen sich sämtliche weiteren Daten ermitteln, die für die vollautomatisierte Herstellung sowie für die Montage des individuellen Zahnersatzes benötigt werden. Dadurch wird in jeder Beziehung eine bisher unerreichte Präzision gewährleistet.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Zahnersatz nach der Erfindung, in einem die Längsachse des Zahnersatzes enthaltenden Schnitt;

Fig. 2 einen Kieferbereich eines Patienten, vor der Implantation der Implantate, in einem Schaubild;

Fig. 3 ein Arbeitsmodell des in Fig. 2 dargestellten Kieferbereiches, ausschnittsweise, mit zwei divergierstehenden Implantaten und einem Hilfselement pro Implantat, vereinfacht dargestellt, in gleicher Darstellung wie Fig. 2;

Fig. 4 das in Fig. 3 dargestellte Arbeitsmodell, mit auf den divergierstehenden Implantaten angeordneten Verbindungsstücken, in gleicher Darstellung wie Fig. 3;

Fig. 5 den in Fig. 2 dargestellten Kieferbereich des Patienten mit einem aufgrund des Arbeitsmodell der Fig. 3 und 4 hergestellten Zahnersatz, in gleicher Darstellung wie in den Fig. 3 und Fig. 4;

Fig. 6 einen Fixierungsschlüssel, in vereinfachter Darstellung;

Fig. 7A eine Platte zur Aufnahme von Verbindungsstück-Rohteilen, auf welcher mehrere Verbindungsstücke während ihrer Bearbeitung fixierbar sind, in Draufsicht;

Fig. 7B die in Fig. 6A dargestellte Platte, jedoch mit Verbindungsstück-Rohteilen und einem Verbindungsstück;

Fig. 8A eine Platte, aus welcher Verbindungsstücke hergestellt sind, ausschnittsweise, in Draufsicht;

Fig. 8B die in Fig. 8A dargestellte Platte, von der Seite, teilweise geschnitten;

Fig. 9A eine Platte, aus welcher Integralteile, umfassend Verbindungsstücke, Gerüste und Verblendungen, hergestellt werden, ausschnittsweise, in Draufsicht;

Fig. 9B die in Fig. 9A dargestellte Platte, von der Seite, teilweise geschnitten; und

Fig. 10 ein Blockdiagramm zur Verdeutlichung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Herstellung eines Zahnersatzes.

In Fig. 1 ist ein vollständiger individueller Zahnersatz 10 dargestellt. Der individuelle Zahnersatz 10 umfasst ein Implantat 12, welches eine Basis für die weiteren Bestandteile des individuellen Zahnersatzes 10 bildet. Das Implantat 12 ist als Schraube, Rohr oder Stift ausgebildet und dazu bestimmt, gewissermassen als Ersatz für die Zahnwurzel im Kiefer des Patienten befestigt zu werden. An seinem distalen, in Fig. 1 oberen Ende weist das Implantat 12 ein ers-

tes Positionierungselement 14 einer Positionierungsvorrichtung 15 auf. Ein zweites, komplementär zum ersten abgebildetes Positionierungselement 16 derselben Positionierungsvorrichtung 15 ist an einem Verbindungsstück 18 angeordnet und in Fig. 7A, 7B dargestellt. Ebenfalls ist in Fig. 7B eine Durchgangsbohrung 19, die auch als Montagekanal bezeichnet wird, sichtbar, welche zur Aufnahme eines Befestigungselementes wie einer Schraube vorgesehen ist, mit welcher das Verbindungsstück 18 auf dem Implantat 12 befestigt ist. Die geeigneten Implantate 12 werden aus einer Reihe verschiedener serienmässig hergestellter Implantate ausgewählt und ohne weitere Bearbeitung durch den Zahnarzt im Kieferknochen des Patienten implantiert. Auf dem Verbindungsstück 18 ist gemäss Fig. 1 ein Gerüst 20 aufgebaut, das gelegentlich auch als Kappe bezeichnet wird. Für das Gerüst 20 können unterschiedliche Werkstoffe und Herstellungstechniken verwendet werden, wie dies weiter unten beschrieben wird. Am bzw. um das Gerüst 20 ist eine Verblendung 22 befestigt, welche zusammen mit dem Gerüst 20 eine im Rahmen der vorliegenden Beschreibung als Suprakonstruktion 21 bezeichnete Einheit des individuellen Zahnersatzes 10 bildet.

Die Verblendung 22 stellt im Wesentlichen den Ersatz für den sichtbaren Teils des Zahnschmelzes dar. Fig. 1 dient nur zur Erläuterung der Bestandteile, aus welchen der im Munde des Patienten angebrachte individuelle Zahnersatz 10 aufgebaut ist, nicht aber zur Beschreibung des Vorgehens beim Aufbau bzw. bei der Montage des individuellen Zahnersatzes 10.

Fig. 2 stellt ausschnittsweise einen Kieferbereich 30 mit einem Kieferknochen 32 und Zahnfleisch 34 eines Patienten dar, der mit einem brückenartigen individuellen Zahnersatz 10 zu versehen ist, welcher drei ursprüngliche Zähne, die an den Stellen T1, T2, T3 angeordnet waren, ersetzen soll. An diesem Kieferbereich 30 wird vom Zahnarzt eine nicht dargestellte Kieferabformung in Form eines Negativmodells angefertigt. Ferner wird der Zahnarzt an den Stellen T1 und T3 je ein in Fig. 2 nicht dargestelltes Implantat 12 implantieren und auf diesen Implantaten 12, sobald sie eingewachsen sind, die weiteren Bestandteile des individuellen Zahnersatzes 10 befestigen. Ausserdem liefert der Zahnarzt Informationen bezüglich Lage der Implantate 12 und der Ausbildung der weiteren Bestandteile des individuellen Zahnersatzes 10.

Aufgrund der nicht dargestellten Kieferabformung werden vom Zahntechniker eines oder mehrere Positivmodelle, im Allgemeinen ein Meistermodell und ein in Fig. 3 ausschnittsweise wiedergegebenes Arbeitsmodell 40, hergestellt. Das Arbeitsmodell 40 dient dem Zahntechniker als Grundlage zur Herstellung des brückenartigen individuellen Zahnersatzes 10, der die drei ursprünglich bei T1, T2 und T3 vorhanden gewesenen Zähne ersetzen soll. Der brückenartige individuellen Zahnersatz 10 wird als Basis, wie schon erwähnt, die zwei Implantate 12 aufweisen. Am Arbeitsmodell 40 werden nun zwei Manipulierimplantate 42 befestigt, und zwar an Stellen M1 bzw. M2, die den Stellen T1 und T3 von zweien der zu ersetzenden drei Zähne entsprechen.

Alternativ kann das Arbeitsmodell auch aufgrund einer Abformung des die Implantate 12 enthaltenden Kieferbereiches 31.1 erhalten werden, wobei dann im Allgemeinen keine Manipulierimplantate 42 benötigt werden.

An jedem Manipulierimplantat 42 wird in einer späteren Herstellungsphase des individuellen Zahnersatzes 10 gemäss Fig. 4 ein Verbindungsstück 18 provisorisch montiert werden. Das Verbindungsstück 18 weist an seinem proximalen Ende das Positionierungselement 16 auf, welches letztlich dazu bestimmt ist, mit einem am distalen Ende des Implantates 12 vorhandenen komplementären Positionierungselement 14 zusammenzuwirken, um mit dem Letzteren zusammen eine Positionierungsvorrichtung 15 zu bilden. Entsprechend weisen das Manipulierimplantat 42 ein Positionierungselement 14.1 und das Hilfselement 44 ein Positionierungselement 16.1 auf.

In Fig. 3 ist diejenige Herstellungsphase des individuellen Zahnersatzes 10 dargestellt, in welcher auf jedem der Manipulierimplantate 42 provisorisch das zugehörige Hilfselement 44 angeordnet; diese Hilfselemente 44 dienen, wie auch die Manipulierimplantate 42, ausschliesslich als Hilfe bei der Erfassung der Lage der Manipulierimplantate 42; sie werden nicht zum fertigen individuellen Zahnersatz 10 gehören. Die Hilfselemente 44 weisen Markierungen 45 auf, anhand derer sich ihre winkelmässige Anordnung erkennen lässt. Die beiden Manipulierimplantate 42 bzw. ihre Längsachsen sind im Allgemeinen weder parallel noch liegen sie in einer Ebene, sondern sie nehmen divergierende Stellungen ein.

Der entsprechende Bereich des Arbeitsmodells 40 mit den sichtbaren Teilen der Hilfselemente 44 in dreidimensionaler Konfiguration wird dann mittels einer dreidimensionalen Erfassungsanlage, vorzugsweise mittels eines Scanners SCAN, der schematisch in Fig. 10 wiedergegeben ist, erfasst und die entsprechenden Werte in einer Speichereinheit einer EDV-Anlage EDV gespeichert. Die durch den Scan-Vorgang ermittelten Werte werden anschliessend mit Hilfe der EDV-Anlage EDV, welche auch in einer CAD- bzw. CAM- bzw. CAD/CAM-Anlage CC integriert sein kann, in Basis-Daten BAD umgesetzt. Diese Basis-Daten BAD werden für alle weiteren Berechnungen und automatisierten Bearbeitungsvorgänge benutzt.

Man ermittelt aus den Basis-Daten BAD Implantat-Daten ID, welche aufgrund der Lage der Hilfselemente 44 im Arbeitsmodell 40 die Lage der Implantate 12 im Kieferbereich 30 des Patienten beschreiben. Aus den Basis-Daten BAD, welche die Lage der Hilfselemente 44 definieren, lassen sich somit die Neigung, die Implantierungstiefe und die Stellung der Implantate 12 selbst ermitteln.

Aus den Implantat-Daten ID sowie aus weiteren Daten, die durch ein komplettes Wax Up gewonnen werden, lassen sich ferner Verbindungsstück-Daten VD gewinnen, welche die Formgebung und die beabsichtigte Lage des bzw. der für den jeweiligen Fall erforderlichen Verbindungsstücke 18 definieren. Aufgrund dieser Verbindungsstück-Daten VD wird nun ein geeignetes Verbindungsstück-Rohteil 17 gewählt. Anschliessend wird in der CAD/CAM-Anlage CC das

Verbindungsstück 18 durch spanabhebende Bearbeitung wie Schleifen oder Fräsen aus dem Verbindungsstück-Ausgangsteil 17 hergestellt. Die vollautomatisierte Fertigung der Verbindungsstücke 18 auf der CAD/CAM-Anlage CC gewährleistet nicht nur die geometrische Passgenauigkeit sondern auch die Einhaltung der vorbestimmten Materialeigenschaften der Verbindungsstücke 18, da sie während des Bearbeitungsprozesses keinen unvorhersehbaren mechanischen und thermischen Einflüssen ausgesetzt sind.

Das Verfahren zur Herstellung der Verbindungsstücke aus den Verbindungsstück-Rohteilen wird weiter im Zusammenhang mit dem erfindungsgemässen Verfahren zur Herstellung von individuellen Zahnersatzteilen beschrieben.

Werden gemäss den Fig. 2 bis 5 mehrere Verbindungsstücke 18 für den individuellen Zahnersatz 10 benötigt, so müssen sie derart konfiguriert sein, dass die tiefen-, richtungs- und winkelmässigen Abweichungen zwischen den Implantaten 12 kompensiert werden, damit anschliessend die Suprakonstruktion 21, bestehend aus dem Gerüst 20 und der Verblendung 22, in einer gemeinsamen Einschubrichtung montiert werden kann, ohne dass Spannungen in den Implantaten 12, in den Verbindungsstücken 18 und in der Suprakonstruktion 21 entstehen. Zu diesem Zwecke kann die EDV-Anlage EDV aus den Basis-Daten BAD nicht nur die eigentlichen Verbindungsstück-Daten VD sondern auch Einschub-Daten ED ermitteln, welche die Einschubrichtung, insbesondere bei mehreren Implantaten 12 wie hier, die gemeinsame Einschubrichtung, definieren, in welcher schliesslich die Suprakonstruktion 21 auf die beiden Verbindungsstücke 18 geschoben werden.

Die EDV-Anlage kann aus den Basis-Daten BAD ferner Gerüst-Daten GD bestimmen, da je im Wesentlichen die proximale bzw. innere Fläche des Gerüsts 20 auf die distale bzw. äussere Fläche der Verbindungsstücke 18 passen muss, damit das Gerüst 20 spannungsfrei und haltbar auf den Verbindungsstücken 18 befestigt werden kann. Dies bedeutet nicht, dass die beiden genannten Flächen kongruent sein müssen, da ja zu ihrer gegenseitigen Befestigung Zement verwendet wird, für welchen ein Spatium freizuhalten ist. Auch das Gerüst kann mit Hilfe der CAD/CAM-Anlage CC hergestellt werden, wobei sich dieselben Vorteile ergeben, die weiter oben bezüglich der Herstellung der Verbindungsstücke 18 erwähnt worden sind.

Schliesslich können mittelbar aus den Basis-Daten BAD auch Verblendungsdaten BD generiert werden, da die proximale Fläche der Verblendung 22 im Wesentlichen der distalen Fläche des Gerüsts 20 entsprechen muss.

Aus den Basis-Daten BAD können ausserdem Schlüsseldaten FD ermittelt werden. Aufgrund dieser Schlüsseldaten FD können, ebenfalls durch die CAD/CAM-Anlage CC, sogenannte Fixationsschlüssel 46, von denen einer in Fig. 6 dargestellt ist, erzeugt werden. Hierbei handelt es sich um Schablonen bzw. Lehren, welche vom Zahnarzt bei der definitiven Montage der Verbindungsstücke 18 und ggfs. der Suprakonstruktion 21 am Kieferbereich 30 des Patienten benutzt werden, um den präzisen Transfer von Verbindungsstücken 18 und ggfs. Suprakon-

struktionsmodell 21 vom Arbeitsmodell 40 in den Kieferbereich 30 des Patienten zu gewährleisten.

Der individuelle Zahnersatz 10 wird provisorisch am Arbeitsmodell 40 aufgebaut, wobei anstelle der Implantate 12 die Manipulierimplantate 42 benutzt werden. Anschliessend erfolgt der Transfer des Verbindungsstückes 18 sowie des Gerüsts 20 und der Verblendung 22 in den Kieferbereich 30, welcher mit dem fertigen individuellen Zahnersatz in Fig. 5 dargestellt ist. Die Verbindungsstücke 18 werden dabei auf den Implantaten 12 mittels der Positioniereinrichtungen 16 positioniert und mittels Schrauben befestigt. Auf die Verbindungsstücke 18 wird dann die Suprakonstruktion 21, umfassend das Gerüst 20 und die Verblendung 22, geschoben, und zwar in der Einschieberichtung E.

Wesentlich für die Präzision der Herstellung des individuellen Zahnersatzes 10 ist, dass zu allen Zwecken, zu welchen Daten benutzt werden müssen, stets auf dieselben, durch einen einzigen Scan-Vorgang ermittelten Basis-Daten BAD zurückgegriffen wird, aus welchen sich unmittelbar und mittelbar alle weiteren Daten ableiten lassen, die für die Konfiguration und Bearbeitung der verschiedenen Bestandteile in der CAD/CAM-Anlage CC benutzt werden. Ebenso wichtig ist es, dass keine manuellen Verfahrensschritte erforderlich sind, welche die Präzision der Lage der Implantate 12, der Lage, Form und Materialbeschaffenheit der Verbindungsstücke 12 sowie die Lage der Suprakonstruktion 21 beeinflussen. Die Basis-Daten BAD ermöglichen ein systematisches, kohärentes Verfahren zum Aufbau des individuellen Zahnersatzes.

Im Folgenden wird auf Einzelheiten der Herstellung des Verbindungsstückes 18 und auf Verbindungsstück-Rohteile 17 eingegangen. Als Verbindungsstück-Rohteil 17 für ein einzelnes Verbindungsstück 18 kann ein Rohling oder ein Halbfabrikat verwendet werden, vom Hersteller dazu bestimmt, nachgearbeitet und dadurch individualisiert zu werden.

Eine Bibliothek in der Speichereinheit der EDV-Anlage EDV kann die Daten von erhältlichen Verbindungsstück-Rohteilen 17 enthalten, wobei es sich hierbei nicht nur um Verbindungsstück-Rohteile 17 aus einem einzigen Material oder von einem einzigen Hersteller handeln muss. Aus diesen erhältlichen vorgefertigten Verbindungsstück-Rohteilen 17 sucht die EDV-Anlage EDV nun für jedes Implantat 12 dasjenige Verbindungsstück-Rohteil 17, welches am geeignetsten ist; im Allgemeinen handelt es sich beim jeweils geeignetsten Verbindungsstück-Rohteil 17 um dasjenige, aus welchem sich das passende Verbindungsstück 12 mit dem geringsten Bearbeitungsaufwand fertigstellen lässt. Im Weiteren bestimmt die EDV-Anlage EDV alle geometrischen Bearbeitungsdaten sowie beispielsweise Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten, Menge des benötigten Kühlmittels und andere Daten, nach welchen die Bearbeitungseinheit der CAD/CAM-Anlage CC das Verbindungsstück 18 aus dem Verbindungsstück-Rohteil 17 herstellt.

Alternativ kann das Verbindungsstück-Rohteil 17 auch ein konfektioniertes Norm-Verbindungsstück sein, das zwar vom Hersteller als fertiges Verbindungsstück angeboten wird und das ohne weitere Bearbeitung zur sofortigen Verwendung bestimmt wäre; ein solches Norm-Verbindungsstück muss aber zur Erzeugung eines optimalen individuellen Zahnersatzes 10 dennoch weiterbearbeitet und dadurch individualisiert werden.

Einzelheiten zur Fertigung der Verbindungsstücke 18 aus den Verbindungsstück-Rohteilen zeigen Fig. 7A und Fig. 7B. Die Verbindungsstück-Rohteile werden während ihrer Bearbeitung auf einer Vorrichtung befestigt. Dabei können Vorrichtungen verwendet werden, die zur Aufnahme eines einzelnen Verbindungsstück-Rohteiles bestimmt sind. Es hat sich aber als günstig erwiesen, mehrere Verbindungsstück-Rohteile auf einer gemeinsamen Vorrichtung zu befestigen. Eine solche Vorrichtung in Form einer Platte 50 ist in Fig. 7A in Draufsicht dargestellt. Auf dieser Platte 50 sind an acht Stellen, nämlich in zwei Reihen an je vier Stellen, maximal acht in Fig. 7A nicht dargestellte Verbindungsstück-Rohteile 17 montierbar. Die Platte 50 weist an jeder der acht Stellen ein Positionierungselement 14.2 auf, das dem Positionierungselement 14 des Implantates 12 bzw. dem Positionierungselement 14.1 des Manipulierimplantates 42 entspricht. Ferner enthält die Platte 50 an jeder der acht Stellen eine nur in Fig. 7B sichtbare Gewindebohrung 52. Fig. 7B stellt die Platte 50 der Fig. 7A von der Seite, teilweise geschnitten, dar, jedoch mit einem mittels einer Schraube 54 auf der Platte 50 befestigten Verbindungsstück-Rohteil 17 sowie mit zwei mittels weiterer Schrauben 54 auf der Platte 50 befestigbaren Verbindungsstück-Rohteilen 17 und mit einem schon schon bearbeiteten, durch Lösung der Schraube 54 von der Platte 50 entfernten Verbindungsstück 18. Solche Platten 50 sind bekannt. Die bisher auf ihnen hergestellten Verbindungsstücke wiesen aber alle dieselbe Achse auf, während in Wirklichkeit die verschiedenen Verbindungsstücke unterschiedliche Achsen besitzen, deren Richtung nach dem neuen Verfahren wegen der Verwendung der Hilfselemente 44 durch die Erfassungseinrichtung SCAN festgestellt und bei der Herstellung des Verbindungsstücks mittels der CAD/CAM-Anlage CC berücksichtigt werden kann, so dass die derart erzeugten Verbindungsstücke 18 achskonform montierbar sind.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung von Verbindungsstücken ist in Fig. 8A und Fig. 8B dargestellt. Hierbei werden die Verbindungsstücke 18 direkt aus dem Vollen, das heisst aus einer Platte 60 hergestellt. Diese Platte 60 besteht gesamthaft oder mindestens in den Bereichen, aus welchen die Verbindungsstücke 18 erzeugt werden, aus dem Material der Verbindungsstücke 18 selbst, dient aber auch als Vorrichtung zum Halten der entstehenden Verbindungsstücke 18 während ihrer Fertigung. Die Platte 60, von welcher in den Fig. 8A, 8B nur die rechte Hälfte dargestellt ist, enthält bereits an acht Stellen je ein Positionierungselement 16, das auch am fertigen Verbindungsstück 18 dessen Positionierungselement 16 bilden wird. Ggfs. kann die Platte 60 auch die Durchgangsbohrungen 19 enthalten, welche später zur Fixierung der fertigen Verbindungsstücke 18 auf den Implantaten 12 benötigt werden. Gemäss Fig. 8A werden aus der Platte 60 vier Verbindungs-

stücke 18 hergestellt, die dazu bestimmt sind, je auf einem Implantat befestigt zu werden.

Fig. 9A und 9B zeigen, wie die Herstellung des individuellen Zahnersatzes 10 weiter rationalisiert werden kann, indem jeweils ein oder mehrere Verbindungsstücke 18 und ein Gerüst 20, ggfs. zusätzlich auch die Verblendung 22, als Integralteil 24 ausgebildet und aus demselben Material in einem Bearbeitungsgang hergestellt werden. Besonders rationell ist es, mehrere Integralteile 24 aus einer Platte 70 herzustellen. Insbesondere Fig. 9A zeigt, wie aus der Platte 70 zwei Integralteile 24 herstellbar sind, welche zur Befestigung auf je einem Implantat 12 und als Ersatz für je einen Zahn vorgesehen sind; ferner wird aus derselben Platte 70 ein Integralteil 24 mit drei Abschnitten 24.1, 24.2, 24.3 hergestellt, wobei nur die Abschnitte 24.1 und 24.3 zur Befestigung auf je einem Implantat 12 vorgesehen sind und dazu je ein Positionierungselement und eine Durchgangsbohrung aufweisen, während alle drei Abschnitte 24.1, 24.2, 24.3 als Ersatz für insgesamt drei Zähne vorgesehen sind.

Bisher wurde der Frage der Werkstoffe, aus welchen die Implantate, die Verbindungsstücke, die Gerüste und die Verblendungen hergestellt werden, keine Beachtung geschenkt. Dennoch ist diese Werkstofffrage von entscheidender Bedeutung. Die verwendeten Werkstoffe müssen erstens möglichst preisgünstig sein, zweitens mit vernünftigem Aufwand bearbeitbar sein, drittens eine genügende Härte, Festigkeit und Elastizität und einen dem ursprünglichen Zahnmaterial ähnlichen thermischen Dilationswert aufweisen, um nicht durch mechanische und thermische Beanspruchungen beeinträchtigt zu werden, viertens chemisch resistent sein gegen alle in der Mundhöhle anzutreffenden körpereigenen, zu verspeisenden und bei der Zahnreinigung benutzten Stoffe, fünftens biokompatibel sein und sechstens sollten die sichtbaren Bereiche, also insbesondere die Aufbauteile, dem ursprünglichen Zahnschmelz optisch möglichst ähnlich sein. Ferner wäre es erwünscht, dass die verschiedenen Bestandteile des individuellen Zahnersatzes aus demselben Werkstoff hergestellt werden, um alle Probleme zu vermeiden, die sich durch Verwendung verschiedener Werkstoffe beispielsweise unterschiedliche thermische Dilatation, Bi-Material-Effekte wie beispielsweise Korrosion durch unterschiedliche Lage benachbarter Werkstoffe in der elektrischen Spannungsreihe und allzu unterschiedliche Lebensdauer ergeben könnten.

Je nach Fall erweisen sich unterschiedliche Werkstoffe als besonders geeignet zur Herstellung von Bestandteilen des individuellen Zahnersatzes. Geeignete Werkstoffe sind beispielsweise Metalle, Keramiken, Gläser und Kunststoffe. Die Bearbeitungsanlage, mittels welcher die CAM-Bearbeitung beispielsweise von Verbindungsstücken durchgeführt wird, sollte daher zur Bearbeitung dieser Werkstoffe fähig sein.

Bezüglich der Techniken, welche zur Herstellung bzw. Bearbeitung der verschiedenen Bestandteile des individuellen Zahnersatzes eingesetzt werden, bestehen Einschränkungen. Insbesondere sind Gussverfahren und Erosionsverfahren, wie sie herkömmlicherweise häufig durchgeführt werden, zur Herstel-

lung nicht unbedingt geeignet, da infolge grosser Temperaturdifferenzen Spannungen oder Materialveränderungen auftreten können. Aus medizinischen Gründen sind insbesondere unkontrollierbare Materialveränderungen zu vermeiden. Für die serienmässige Herstellung von Rohlingen für Implantate und Verbindungskörper können, neben anderen Verfahren, problemlos auch Giess- und Erosionsverfahren eingesetzt werden.

Bei Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens lassen sich alle oben erwähnten Anforderungen betreffend der Werkstoffe für den individuellen Zahnersatz erfüllen. Insbesondere können weniger geeignete Giessverfahren vermieden werden und die Bearbeitungsanlage zur Durchführung der CAM-Prozedur kann alle in Frage kommenden Werkstoffe bearbeiten.

Die einzelnen Schritte eines Beispiels des gesamten Verfahrens der Herstellung und Montage eines individuellen Zahnersatzes werden durch Fig. 10 verdeutlicht; die erfindungsgemässen Schritte sind durch einen strichpunktierten Rahmen P eingegrenzt. Das Arbeitsmodell 40, je nach durchgeführten Verfahrensschritten mit den Bestandteilen 12, 18, 20, 22 des individuellen Zahnersatzes 10 bzw. mit dem Hilfselement 44 bestückt, ist stets als Kreis dargestellt, die einzelnen Teile der Einrichtung, nämlich der Scanner SCAN, die EDV-Einheit EDV sowie die CAD/CAM-Anlage CC, welche zur Durchführung des Verfahrens benutzt werden, sind als Parallelogramme dargestellt und durch einen Rahmen Q zusammengefasst, und die aus der EDV-Einheit EDV und der CAD/CAM-Anlage CC resultierenden Bestandteile 12, 16, 18, 20, 22 des individuellen Zahnersatzes 10 sowie Hilfselement 44 und Daten für deren Montage sind durch Rechtecke dargestellt. Ausserhalb des Rahmens Q angegebene Teile bzw. Verfahrensschritte, nämlich der mit dem individuellen Zahnersatz 10 zu versiehende Kieferbereich 30 des Patienten, das danach gefertigte Negativmodell 32, der mit den Implantaten 12 versehene Kieferbereich 30.1 und der mit dem individuellen Zahnersatz 10 versehene Kieferbereich 30.2 des Patienten gehören nicht zur Erfindung. Im Übrigen ist Fig. 7 selbsterklärend.

Die Erfindung betrifft, wie eingangs erwähnt, auch ein Verfahren zur Herstellung eines individuellen Zahnersatzteiles, das heisst eines individuellen Zahnersatzteiles aus einem oder mehreren Elementen, das auf mindestens ein Implantat oder mindestens einen Zahnrest montierbar ist. Solche Verfahren sind an sich bekannt, lassen aber im Allgemeinen bezüglich Präzision zu wünschen übrig, in gleicher Weise, wie dies weiter oben, beispielsweise mit Bezug auf die Bestandteile von Zahnersätzen, erläutert worden ist.

Es ist deshalb ebenfalls Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von individuellen Zahnersatzteilen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11 vorzuschlagen.

Dies wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 11 erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen dieses Verfahrens sind durch die abhängigen Ansprüche 12 bis 16 definiert.

Bezüglich der Durchführung dieses Verfahrens

wird insbesondere auf die Fig. 9A, 9B und die entsprechende Abschnitte der Beschreibung verwiesen.

Die Erfindung betrifft schliesslich ein Material für ein Zahnersatzteil in vollkeramischer Ausbildung nach dem Anspruch 17 sowie ein aus einem solchen Material hergestelltes Zahnersatzteil nach dem Anspruch 21.

Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um ein Teil, das nach seiner Montage in der Mundhöhle des Patienten sichtbar ist, und zwar entweder direkt, weil es eine Zahnersatzteil-Aussenfläche bildet, oder indirekt, weil sie unter einem durchscheinenden Material angeordnet sind. Diese sichtbaren Teile sollen, wie schon erwähnt, nicht nur bezüglich der Form sondern auch bezüglich des Materials den ursprünglichen Zähnen des Patienten so ähnlich wie möglich sein. Häufig fallen farb- bzw. materialmässige Abweichungen des sichtbaren Teils eines Zahnersatzes oder Zahnersatzteiles sogar störender auf als formmässige Abweichungen oder Ungenauigkeiten der Montage.

Ursprünglich standen als Werkstoffe für Zahnersatzteile praktisch nur Edelmetalle zur Verfügung. Seit längerer Zeit werden aber auch Zahnersatzteile aus anderen Werkstoffen verwendet.

So werden in letzter Zeit häufig metallkeramische Zahnersatzteile verwendet. Diese Zahnersatzteile bestehen aus einem metallischen Gerüst aus einer geeigneten Legierung und einer am Gerüst befestigten keramischen Verblendung. Das Gerüst wird meist im Wachsschmelzverfahren hergestellt. Hierfür wird ein Modell des Gerüsts in Wachs hergestellt und dieses Modell in eine feuerfeste Masse eingebettet. Das Wachs wird dann weggeschmolzen bzw. ausgebrannt, und in den dadurch entstehenden Hohlraum wird unter Druck schmelzflüssiges Metall eingebracht. Nach Abkühlung und Verfestigung des Metalls wird das Gerüst aus der feuerfesten Masse ausgebetet. Zuletzt wird die Verblendung aus Keramik aufgebrannt. Metallkeramische Zahnersatzteile dieser Art weisen eine hohe Festigkeit auf, sind aber aus ästhetischen Gründen unbefriedigend. Dies ist darin begründet, dass ein natürlicher Zahn transluzent ist, während das Metall der Gerüsteinrichtung opak und dunkel ist.

Es wurde daher versucht, ästhetisch bessere Zahnersatzteile zu schaffen. Solche bestehen beispielsweise ausschliesslich aus Keramik. Bekannt sind Zahnersatzteile mit Gerüsten aus Presskeramik, für welche Keramikblöcke in besonderen Öfen in einer Form zu Käppchen gepresst werden, sowie Zahnersatzteile mit Gerüsten aus Fräskeramik, für welche zahnfarbene Zahnersatzteile aus Blöcken gefräst werden. Keramiken dieser Art werden in transluzenten Zahnfarben angeboten. Fräskeramik hat gegenüber Presskeramik generell den Vorteil, dass das Material bei der Verarbeitung durch den Zahntechniker keiner thermischen Belastung unterworfen ist und daher seine Materialeigenschaften nicht beeinflusst werden, so dass die Vorteile der industriellen, nachholbaren und kontrollierten Materialherstellung erhalten bleiben. Der Nachteil vollkeramischer Zahnersatzteile besteht in ihrer im Vergleich mit metallkeramischen Zahnersatzteilen geringeren Festigkeit.

Es sind zwar für Gerüste geeignete und maschi-

nenbearbeitbare Materialien bekannt, nämlich Gläser, welche einen Zusatz von Leuzitkristallen aufweisen. Die Transparenz dieser Gläser ist aber mangelhaft und ihr Wärmeausdehnungskoeffizient ist zu hoch.

5 Keines der bekannten Materialien wird aber allen Anforderungen gerecht, die gestellt werden, um ein Zahnersatzteil zu schaffen, das sowohl bezüglich maschineller Herstellung, Haltbarkeit und Ästhetik optimal ist.

10 Es ist daher, wie erwähnt, ebenfalls Aufgabe der Erfindung, ein Material zur Herstellung von Zahnersatzteilen vorzuschlagen, welches die oben erwähnten Nachteile vermeidet, maschinell herstellbar und biokompatibel ist sowie ausreichende Festigkeit für den gewünschten Indikationsbereich aufweist, und  
15 welches bezüglich seines Wärmeausdehnungskoeffizienten und seines Aussehens von natürlichen Zähnen nicht unterscheidbar ist, und ein Zahnersatzteil im Wesentlichen aus einem solchen Material vorzu-  
20 schlagen.

Dieser Teil der Aufgabe ist erfindungsgemäss gelöst für das Material durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 17, und für das  
25 Zahnersatzteil durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 21. Vorteilhafte Weiterbildungen des neuen Materials werden durch die abhängigen Patentansprüche 18 bis 20 definiert.

Das neue, vollkeramische individuelle Zahnersatzteil umfasst ein keramisches, aus einem Block oder Rohling herausgefrästes Gerüst und eine keramische  
30 Verblendung, wobei das Grundmaterial des Gerüsts aus weitgehend transparentem Material wie Glas mit einem Zusatz, insbesondere von Kristallen, besteht, dem weitere geeignete Stoffe zusetzbar sind.

35 Aufgrund der hohen Transparenz des für das Gerüst verwendeten Materials wird ein bisher unerreichter Chamäleoneffekt erzielt, in dem Sinne, dass sich individuelle Zahnersatzteile mit Kappen aus dem neuen Material farblich der Umgebung, das heisst  
40 den benachbarten Zähnen bestens anpassen. Im Gegensatz zu früher bekannten individuellen Zahnersatzteilen haben die Farben des Zementes, mit welchem das Gerüst mit der Verblendung befestigt wird, und der Kappe einen grossen Einfluss auf das Aus-  
45 sehen des individuellen Zahnersatzteiles. Die Verblendung kann daher eine geringe Wandstärke aufweisen und dadurch zusätzlich eine höhere Festigkeit erreicht wird.

Während reines Glas spröde und daher schlecht fräsbearbeitbar wäre, ist Glas mit einem Zusatz von Kristallen  
50 maschinell gut bearbeitbar. Es lässt sich daher besonders gut bei der Durchführung der oben beschriebenen Verfahren zur Verarbeitung auf CAD/CAM-Anlagen verwenden.

55 Als besonders günstig hat sich ein Zusatz von Leuzitkristallen erwiesen. Der Zusatz kann gering sein und beispielsweise weniger als 25% betragen. Entscheidend für die Transparenz des Materials sind die Anmessungen und die Anzahl der Leuzitkristalle.  
60 Grosse Leuzitkristalle von über 20 µm können weiss trübend wirken; zu viele kleine Leuzitkristalle, bis in den Bereich der Wellenlängen sichtbaren Lichtes, verursachen Opaleszenz.

65 Viele Leuzitkristalle erhöhen den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Materials, beispielsweise bis

über einen Wert von  $20 \cdot 10^{-6}/K$ . Hierdurch steigt zwar die Festigkeit des Materials, aber seine Temperaturwechselbeständigkeit sinkt. Ein Zusatz von Leuzitkristallen von weniger als 25% erhöht den Wärmeausdehnungskoeffizienten nur in einem tolerierbaren Masse.

Der Wärmeausdehnungskoeffizient beträgt etwa  $10 \cdot 10^{-6}/K$  und ist damit dem Wärmedehnkoeffizienten natürlichen Zahnmaterials bestens angepasst.

Das Material kann ohne optisch wirksame Zusatzstoffe, also transparent oder nahezu transparent, verwendet werden. Dem Material können aber auch, in Abstimmung auf die gewünschte Erscheinung des zu fertigenden individuellen Zahnersatzteiles und in Abstimmung auf die Materialeigenschaften der für die Kappe benutzten Keramik, optisch wirksame Zusatzstoffe beigegeben werden.

Als Zusatzstoffe kommen vor allem Pigmente in Frage. Insbesondere kann das neue Material in den dentalen Hauptfarbgruppen rötlich, gelblich und bräunlich hergestellt werden.

Besonders naturgetreue individuelle Zahnersatzteile lassen sich aber herstellen, wenn als Füllmaterial ausschliesslich oder zusätzlich zu Pigmenten fluoreszierende Stoffe verwendet werden.

Individuelle Zahnersatzteile der oben beschriebenen Art lassen sich in üblicher Weise als Kronen oder Brücken verwenden. Sie eignen sich aber erfindungsgemäss besonders zur Verwendung als Suprakonstruktionen für einen individuellen Zahnersatz, der auf einem Implantat abgestützt ist und der nach dem neuen, oben beschriebenen Verfahren hergestellt ist. Die aus dem neuen Material hergestellte Kappe lässt sich optimal zementieren. Durch das neue Material für die Kappe erhält man einen hervorragend an die restlichen Zähne angepassten individuellen Zahnersatz, der Randspalt ist sehr klein, so dass die Bakterienanlagerung minimal wird, und dank dem neuen Herstellungsverfahren ist die Passgenauigkeit hoch, so dass eventuelle Spannungen sehr klein und in der Folge davon die Lebenserwartungen sehr hoch sind.

#### Bezugszeichenliste

10 Zahnersatz  
 12 Implantat  
 14 1. Positionierungselement (an Implantat)  
 14.1 1. Positionierungselement (an Manipulierimplantat)  
 14.2 1. Positionierungselement (an Platte 50)  
 15 Positionierungsvorrichtung  
 16 2. Positionierungselement an Verbindungsstück bzw. an Platten 60, 70  
 17 Verbindungsstück-Rohteil  
 18 Verbindungsstück  
 19 Durchgangsbohrung in 18  
 20 Gerüst  
 21 Suprakonstruktion = 20 + 22  
 22 Verblendung  
 24 Integralteil  
 24.1, 24.2, 24.3 Abschnitte von 24  
 30 Kieferbereich  
 30.1 Kieferbereich mit Implantaten

30.2 Kieferbereich mit Zahnersatz  
 32 Kieferknochen  
 34 Zahnfleisch  
 40 Arbeitsmodell  
 42 Manipulierimplantat  
 44 Hilfselement  
 45 Markierung an 44  
 46 Fixationsschlüssel  
 50 Platte (=Vorrichtung)  
 52 Gewindebohrung  
 54 Schraube  
 60 Platte  
 70 Platte  
 T1, T2, T3 Stelle früherer Zähne in 30  
 M1, M2 Stellen, wo Manipulierimplantat gesetzt ist, in 40  
 SCAN Scanner  
 EDV EDV-Anlage  
 CC CAD/CAM-Anlage  
 P 1. Rahmen in Fig. 10  
 Q 2. Rahmen in Fig. 10  
 E Einschieberichtung  
 BAD Basis-Daten  
 ID Implantat-Daten  
 VD Verbindungsstück-Daten  
 ED Einschiebe-Daten  
 GD Gerüst-Daten  
 BD Verblendungs-Daten  
 FD Fixierungsschlüssel-Daten

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines implantierbaren Zahnersatzes (10),  
 – wobei an einem Arbeitsmodell (40) eines mit dem Zahnersatz (10) zu versehenen Kieferbereichs (30) mindestens ein Manipulierimplantat (42) angebracht wird, welches relativ zum Arbeitsmodell (40) eine Lage einnimmt, die der Lage eines im Kieferbereich (30) im plantierten Implantates (12), das an seinem distalen Ende ein Positionierungselement (14) aufweist, entspricht,  
 – wobei zu jedem Implantat (12) ein Verbindungsstück (18) hergestellt wird, das dazu bestimmt ist, am Implantat (12) mittels einer Positionierungsvorrichtung (15) positioniert und mittels eines Befestigungselementes befestigt zu werden, und  
 – wobei am Arbeitsmodell (40) eine auf das Verbindungsstück (18) passende Suprakonstruktion (21) aufgebaut wird, welche dazu bestimmt ist, im Kieferbereich (30) auf das mindestens eine Verbindungsstück (18) geschoben zu werden, dadurch gekennzeichnet, dass  
 – nach dem Anbringen des mindestens einen Manipulierimplantates (42) im Arbeitsmodell (40) auf jedem Manipulierimplantat (42) ein Hilfselement (44) angebracht wird, das zusammen mit dem Manipulierimplantat (42) die Lage des Implantates (12) im Kieferbereich (30) wiedergibt,  
 – mittels einer Erfassungsvorrichtung (SCAN) die dreidimensionale Geometrie des Arbeitsmodells (40) mit dem mindestens einen Hilfselement (44) erfasst und daraus Basis-Daten (BAD) ermittelt werden, welche die genannte dreidimensionale Geometrie beschreiben,

– aus den genannten Basis-Daten (BAD) Implantat-Daten (ID) ermittelt werden, welche die Tiefe, die Neigung und die Winkellage des Implantates (12) im Kieferbereich (30) definieren,

– aus den Implantat-Daten (ID) Verbindungsteil-Daten (VD) ermittelt werden, welche das herzustellende Verbindungsstück (18) definieren, und

– die Herstellung des Verbindungsstücks (18) aus einem Verbindungsstück-Rohenteil unter Berücksichtigung der Verbindungsteil-Daten (VD) mittels einer CAD/CAM-Anlage (CC) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Festlegung der Lage des mindestens einen Manipulierimplantates (42) im Arbeitsmodell (40) ein zweites Arbeitsmodell benutzt wird, welches aus einer Kieferabformung des das mindestens eine Implantat (12) enthaltenden Kieferbereichs (30.1) hergestellt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Basis-Daten (BAD) Schlüssel-Daten (FD) ermittelt werden, aufgrund welcher in der CAD/CAM-Anlage (CC) mindestens ein lehrenartiger Fixierungsschlüssel (46) erzeugt wird, welcher als Hilfe nach dem Transfer der Verbindungsstücke (18) vom Arbeitsmodell (40) in den Kieferbereich (30) eine präzise Montage erlaubt.

4. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass unter Benutzung der Basis-Daten (BAD) Einschiebedaten (ED) ermittelt werden, welche eine Einschieberichtung (E) definieren, in welche die Suprakonstruktion (21) auf das mindestens eine Verbindungsstück (18) geschoben wird.

5. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass unter Benutzung der Basis-Daten (BAD) mittelbar über die Verbindungsstück-Daten (VD) Gerüstdaten (GD) ermittelt werden, aufgrund welcher ein Gerüst (20) oder die Suprakonstruktion (21) mittels der CAD/CAM-Anlage (CC) hergestellt wird.

6. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass unter Benutzung der Basis-Daten (BAD) mittelbar über die Verbindungsstück-Daten (VD) und die Gerüst-Daten (GD) Verblendungsdaten (VD) ermittelt werden, aufgrund welcher eine Verblendung (22) des Gerüsts (20) oder die Suprakonstruktion (21) mittels der CAD/CAM-Anlage (CC) hergestellt wird.

7. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gerüst (20) der Suprakonstruktion (21) integral mit dem Verbindungsstück (18) hergestellt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die das Gerüst (20) und die Verblendung (22) umfassende Suprakonstruktion (21) integral hergestellt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die das Gerüst (20) und die Verblendung (22) umfassende Suprakonstruktion (21) integral mit dem Verbindungsstück (18) hergestellt wird.

10. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das passendste Verbindungsstück-Ausgangsteil (17) aufgrund der Verbindungsstück-Daten (VD) mittels der EDV-Einheit (EDV) der CAD/CAM-Anlage (CC) aus einer in der

EDV-Einheit (EDV) gespeicherten Bibliothek einer Vielzahl von Verbindungsstück-Ausgangsteilen (17) bestimmt wird.

11. Verfahren zur Herstellung mindestens eines Zahnersatzteiles (18, 20, 21, 22), welcher dazu bestimmt ist, auf mindestens einem Implantat (12) oder mindestens einem Restzahn positioniert und befestigt zu werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahnersatzteile aus mehreren an einer gemeinsamen Platte (50, 60, 70) angeordneten Zahnersatzteil-Rohteilen (17) nacheinander durch eine CAD/CAM-Anlage (CC) aufgrund von Basis-Daten (BAD) hergestellt werden, welche die Geometrie des Implantates (12) oder des Restzahns definieren.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Zahnersatzteil besteht

– aus einem Verbindungsstück (18), das auf einem Implantat befestigt wird, oder

– aus einem Gerüst (20), das auf einem Verbindungsstück befestigt wird, oder

– aus einer Verblendung (22), die auf einem Gerüst befestigt wird, oder

– aus einem Verbindungsstück (18) mit einem integrierten Gerüst (20), oder

– aus einem Integralteil (24), umfassend Verbindungsstück (18), Gerüst (20) und Verblendung (22).

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahnersatzteil-Rohteile (17) während ihrer Bearbeitung einzeln an der als Vorrichtung dienenden Platte (50) befestigt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

dass die Platte (50) Positionierungselemente (14.2) und die Zahnersatzteil-Rohteile zu den Letzteren komplementäre Positionierungselemente (16) aufweisen.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte (60, 70) als aus dem Material des Zahnersatzteil-Rohteils bestehende Platte ausgebildet ist, aus welcher die Zahnersatzteile hergestellt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte Positionierungselemente (16) und/oder Durchgangsbohrungen (19) der herzustellenden Zahnersatzteile aufweist.

17. Material für ein vollkeramisches Zahnersatzteil, hergestellt nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, das dazu bestimmt ist, unmittelbar oder mittelbar auf einem Implantat (12) oder auf einem Restzahn befestigt zu werden, welches Material durch ein Glas mit einem Zusatz gebildet ist, dem weitere Zusatzstoffe beigebar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge der beispielsweise durch Kristalle gebildeten Zusätze mindestens so gross ist, dass das Material maschinell bearbeitbar und höchstens so gross ist, dass das Material mindestens transluzent ist und so bemessen ist, dass das Material einen Wärmedehnungskoeffizienten im Bereich von  $10 \cdot 10^{-6}/K$  aufweist.

18. Material nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Kristalle Leuzitkristalle sind, welche in einer Menge von mindestens annähernd 25% zugesetzt werden.

19. Material nach einem der Ansprüche 17 bis 18,

dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Zusatzstoffe Farbpigmente sind.

20. Material nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatzstoffe fluoreszierende Stoffe sind.

5

21. Zahnersatzteil, hergestellt aus einem Material nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass es in einer CAD/CAM-Anlage aufgrund von Daten hergestellt ist, die aus einer dreidimensionalen Erfassung des damit zu versehenen Kieferbereiches ermittelt wurden.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

11

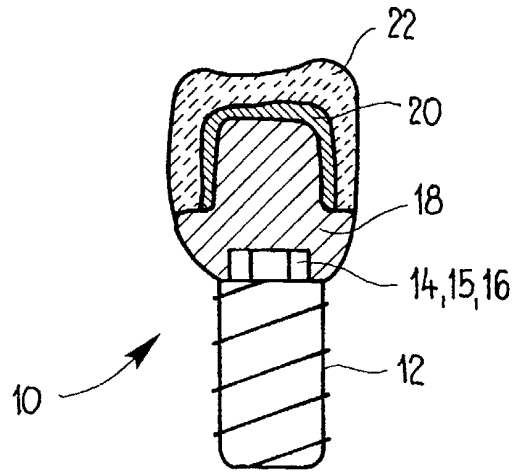


Fig.1

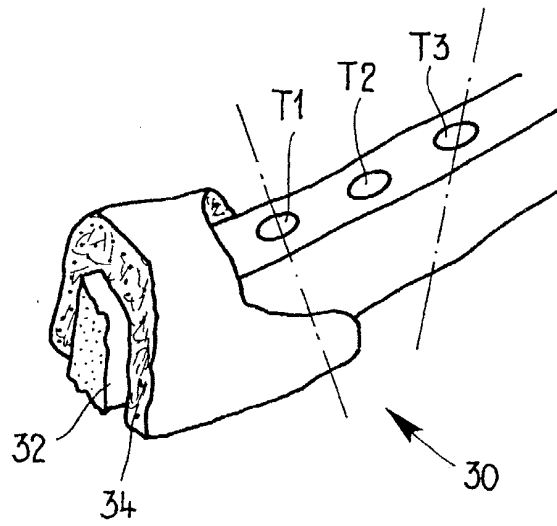


Fig.2

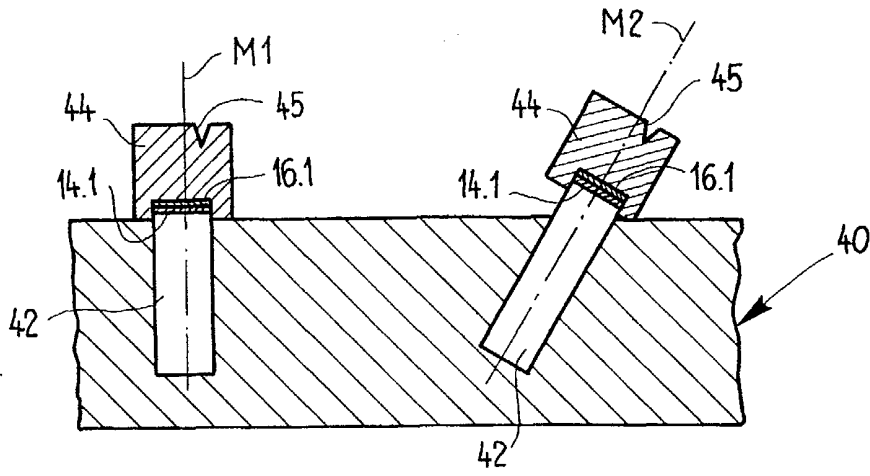


Fig. 3

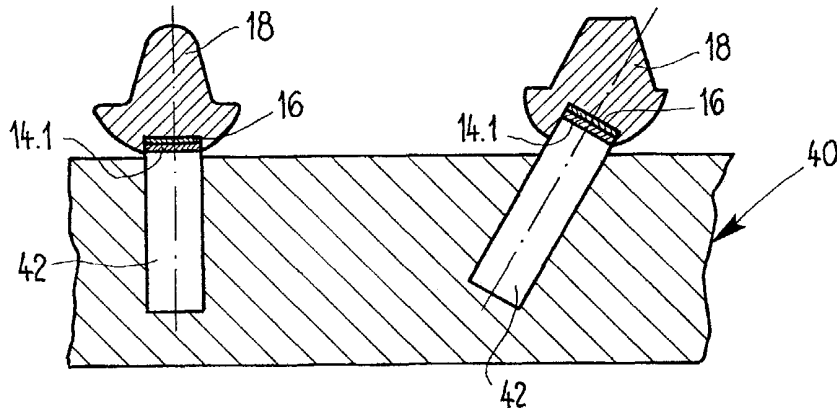


Fig. 4

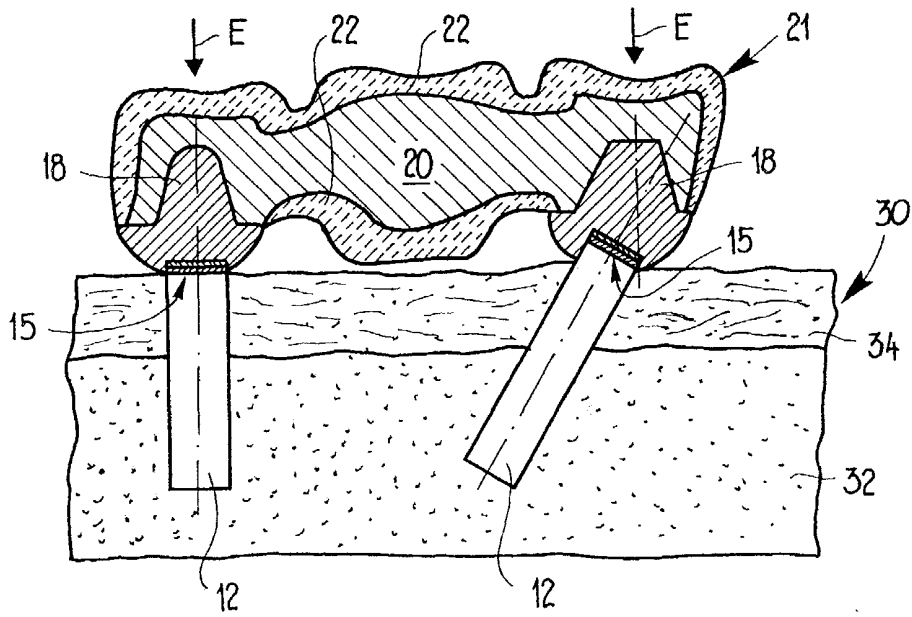


Fig. 5

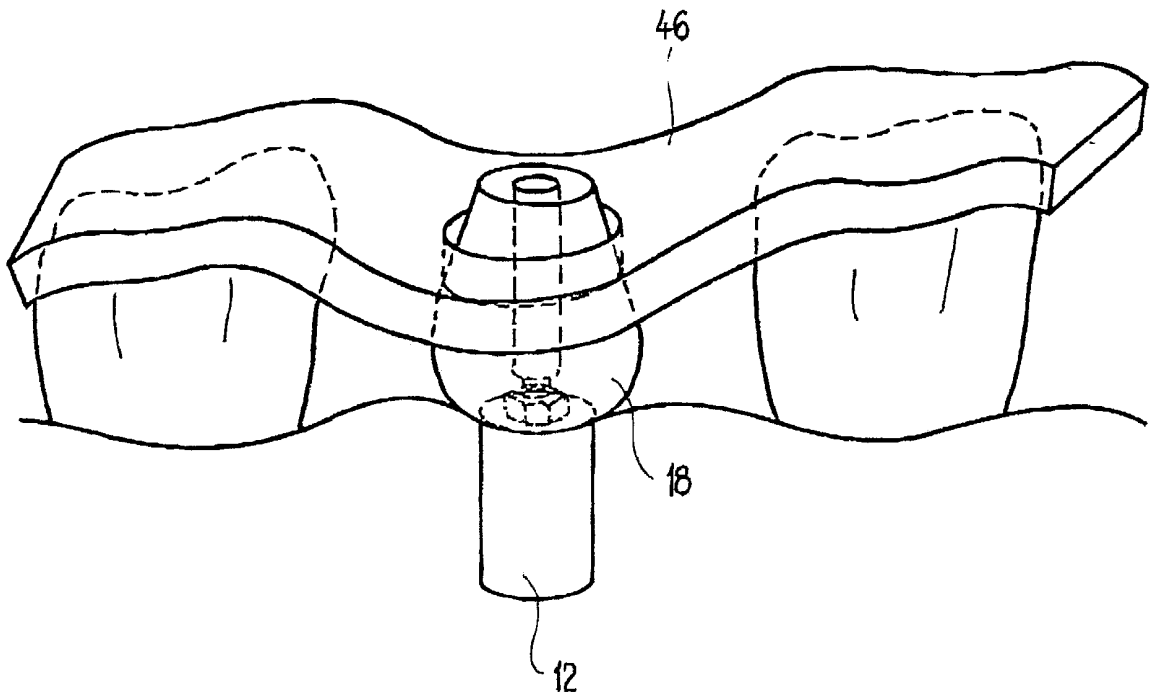


Fig.6

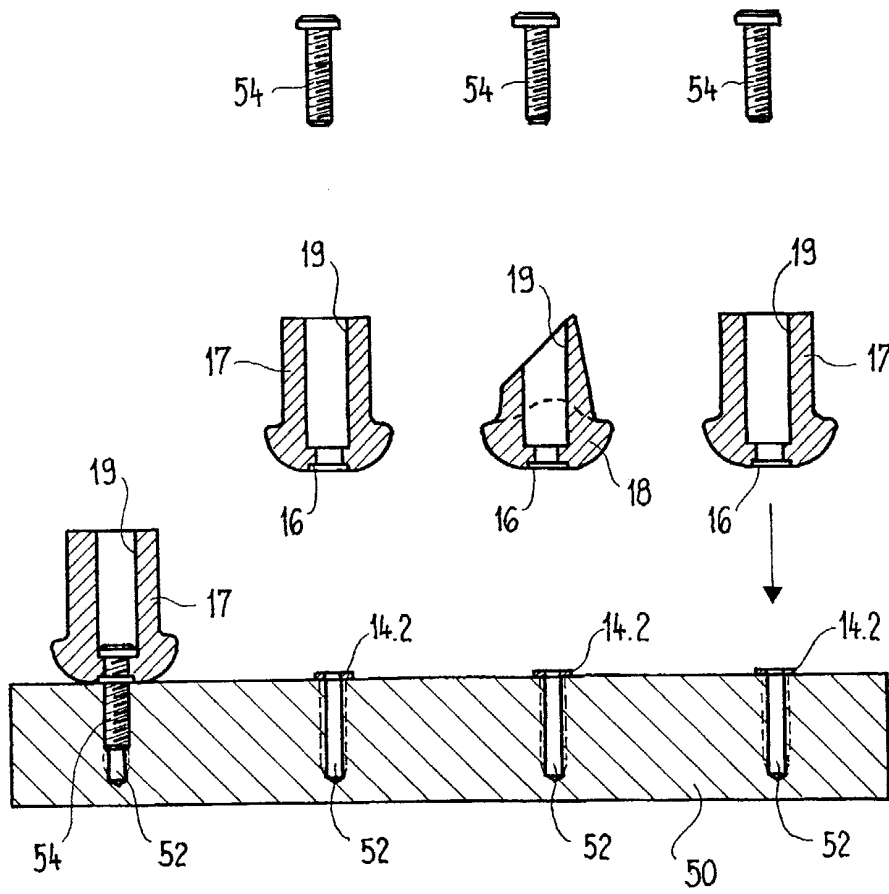


Fig.7 B

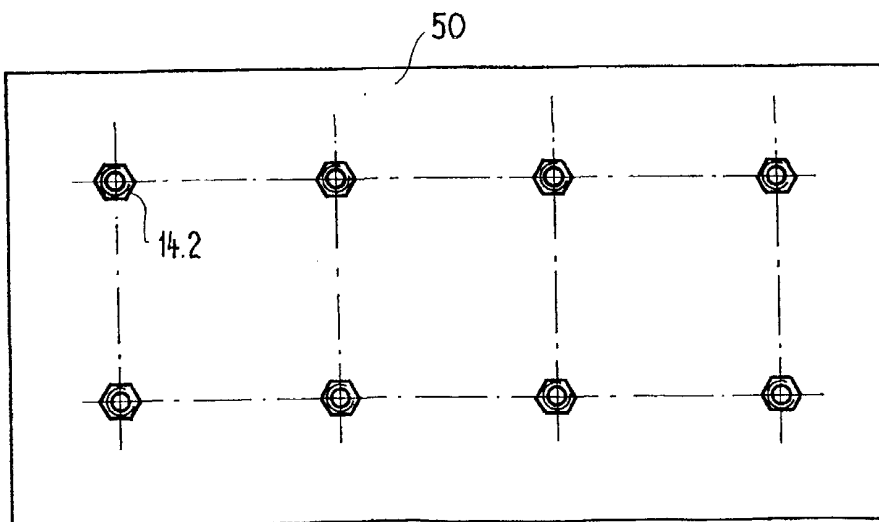


Fig.7A

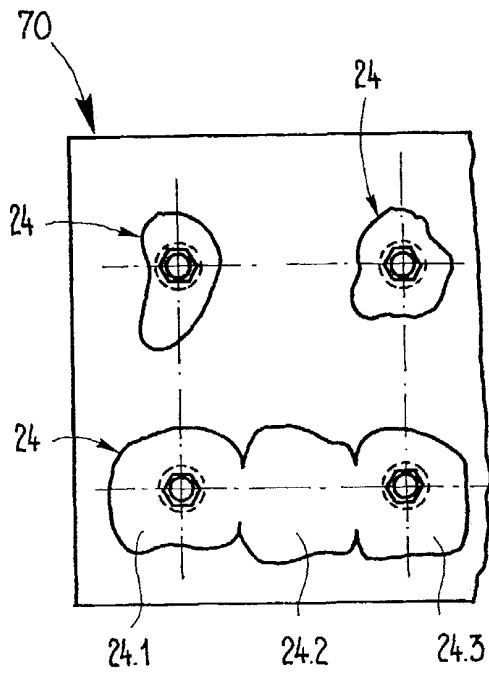


Fig. 9A

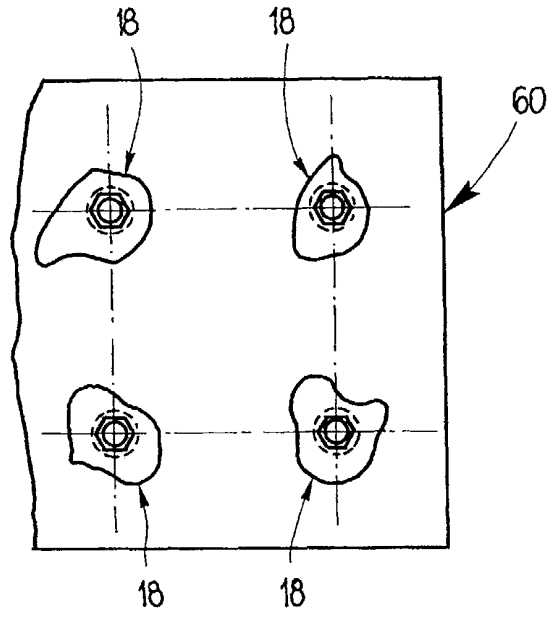


Fig. 8A

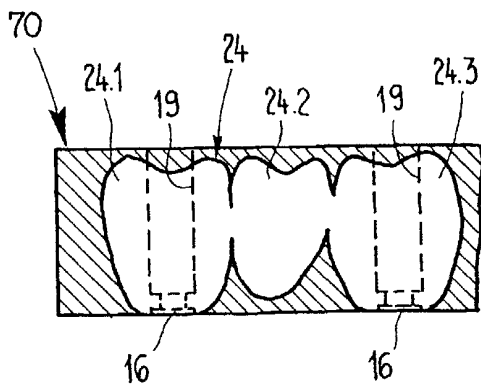


Fig. 9B

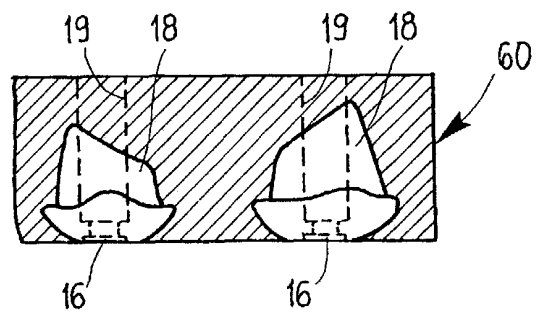


Fig. 8B

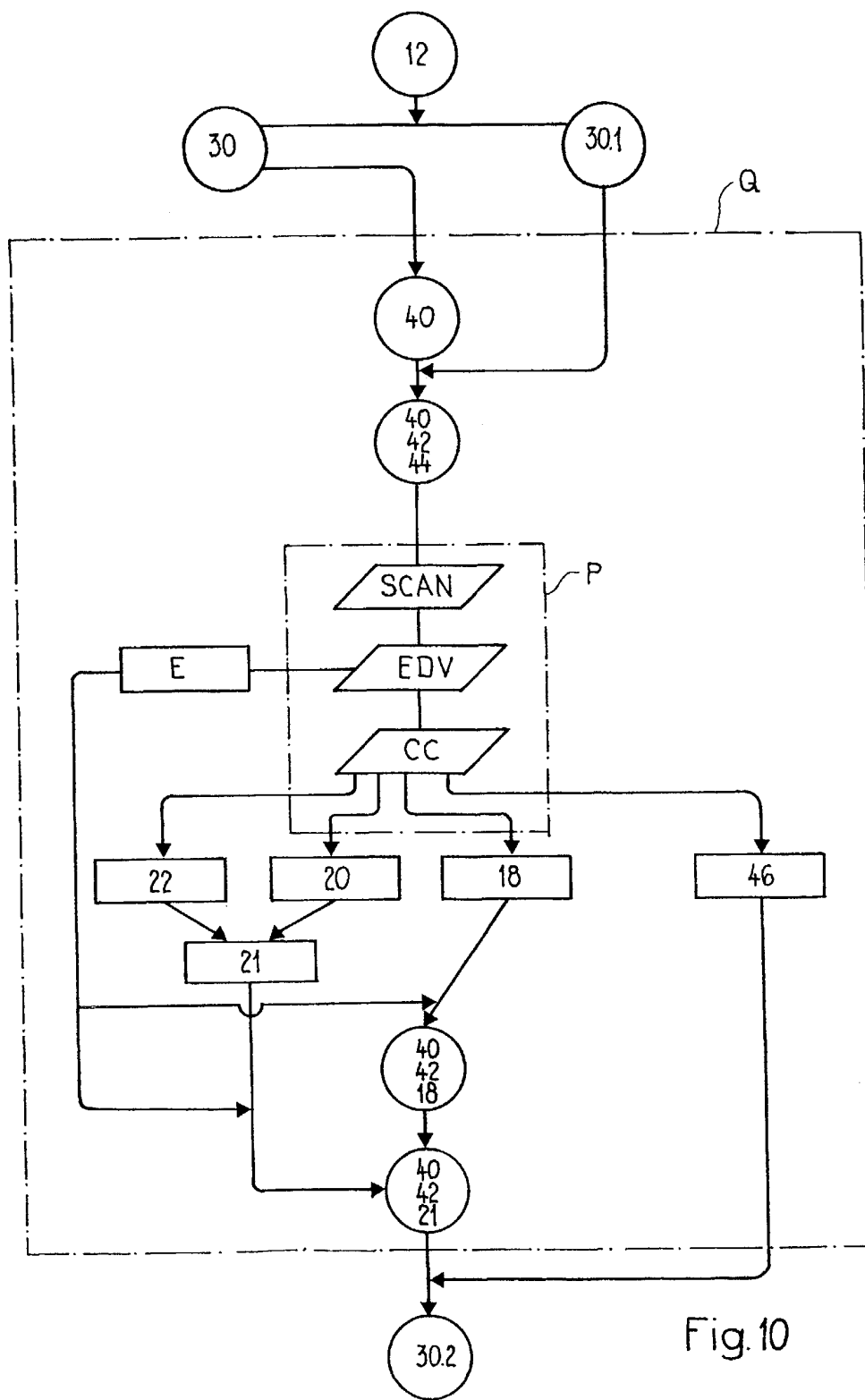


Fig. 10