

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. November 2009 (12.11.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/135513 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61C 1/08 (2006.01) A61B 17/88 (2006.01)
A61B 17/17 (2006.01) B23Q 1/54 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/003736

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Mai 2008 (09.05.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: PALTÍ, Ady [DE/DE]; Herchenbachstr. 11,
76530 Baden-Baden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HATZLHOFFER,
Herbert [DE/DE]; Ettlinger Str. 67, 76337 Waldbronn
(DE).

(74) Anwalt: JANY, Peter; Karlstr. 87, 76137 Karlsruhe
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: MACHINING DEVICE FOR PRODUCING A DRILLING JIG FOR DENTAL IMPLANTS

(54) Bezeichnung: BEARBEITUNGSVORRICHTUNG ZUM ANFERTIGEN EINER BOHRSCHABLONE FÜR ZAHNIM-
PLANTATE

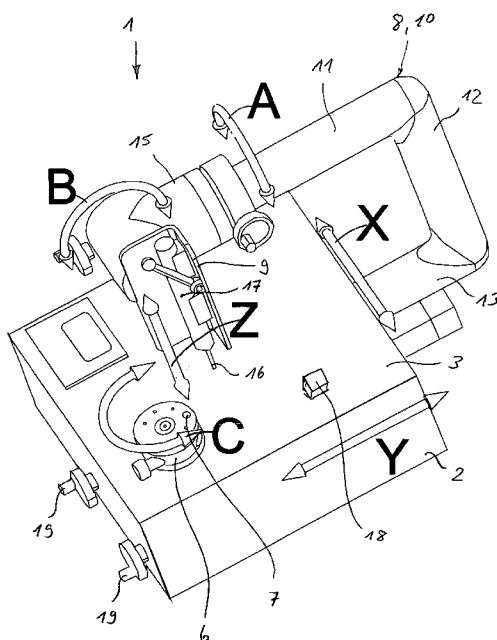


Fig. 4

(57) Abstract: The invention relates to a machining device (1), especially for producing a drilling jig for dental implants. The tool (17) can be displaced along three translational axes (X, Y, Z) and can be swiveled about two swiveling axes (A, B). The displacement device for the tool (17) comprises a C frame (10) which can be displaced along two horizontal translational axes (X, Y).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Bearbeitungsvorrichtung (1), insbesondere zum Anfertigen einer Bohrschablone für Zahnimplantate. Das Werkzeug (17) ist entlang dreier Translationsachsen (X, Y, Z) verfahrbar und um zwei Schwenkachsen (A, B) verschwenkbar. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Verfahreinrichtung für das Werkzeug (17) einen C-Tragrahmen (10) umfasst, der entlang zweier horizontaler Translationsachsen (X, Y) verfahrbar ist.

WO 2009/135513 A1

die Implantatwurzel, auf dem die künstliche Zahnkrone befestigt wird. Hierzu muss an der Stelle des verlorengegangenen Zahns eine Bohrung für die Implantatwurzel in den Kiefer eingebracht werden. Da sich die künstliche Zahnkrone harmonisch in die Zahnreihe eingliedern, die Im-
5 plantatwurzel zur besseren Kaudruckaufnahme einen möglichst großen Durchmesser haben soll und das Knochenangebot im Kiefer begrenzt ist, muss die Position und Winkelorientierung der Bohrung exakt vorherberechnet und eingehalten werden.

10 Um dies zu gewährleisten, wird üblicherweise zunächst eine Bohrschablone erstellt, die an dem vorherbestimmten Ort eine winkellagemäßig justierte Bohrhülse aufweist, deren Innendurchmesser dem Durchmesser eines Pilotbohrers für die Kieferbohrung entspricht. Die Bohrschablone wird von dem Patienten beim Bohren der Pilotbohrung getragen. Diese
15 Bohrschablone kann anhand eines Kiefermodells des Patienten oder rein aus röntgenologischen oder computertomographisch gewonnenen Daten hergestellt werden. Weiterhin werden die für die Festlegung der Bohr- richtung notwendigen Informationen über die Ausdehnung des Kieferkno- chens mittels einer Computertomographie gewonnen, wobei verschiedene
20 Schnittdarstellungen durch den Kiefer möglich sind. Andere Verfahren, die zum Vermessen des Kiefers für das Herstellen einer Bohrschablone verwendet werden, sind z.B. das sogenannte Bone Mapping, die Knochen- messung mit einer Sonde oder andere Messverfahren.

25 Die Bohrhülsen werden nach Auswertungen der Röntgenaufnahme und des Kiefermodells oft freihändig in der Bohrschablone angebracht, wobei Ungenauigkeiten zu vermeiden sind, die durch Aufweiten der Pilotbohrung im Kiefer korrigiert werden müssten.

30 Vor dem Einbringen von Zahnimplantaten müssen zunächst die Positionen festgelegt werden, die die Implantate im Kieferknochen einnehmen sollen. Dazu wird ein Abdruck von dem Bereich der Mundhöhle angefertigt, der die zahnlosen Stellen und gegebenenfalls dazu benachbarte Zähne bzw. Zahnreihen enthält. Von diesem Abdruck wird dann ein Modell hergestellt,
35 das dem Bereich der Mundhöhle entspricht, in welchen die Implantate

eingeführt werden sollen. An diesem Modell werden dann die Positionen der Implantate festgelegt. In einem nächsten Schritt wird eine Schablone für das Modell angefertigt. In diese Schablone werden an den Implantationsstellen Positionierhilfen eingebracht, die zur Führung der chirurgischen Werkzeuge bei der Knochenbearbeitung dienen. Bei den Positionierhilfen handelt es sich in der Regel um Hülsen. Die Befestigung der Hülsen in der Schablone geschieht meistens durch Eingießen, Einpolymerisieren oder Einschrauben.

10 Es ist aber auch möglich, den Kieferknochen mit einer eingelegten Schablone zu vermessen und die dabei gewonnenen Daten unmittelbar mit einer Bearbeitungsvorrichtung auf eine Bohrschablone zu übertragen, ohne zuvor ein Kiefermodell anfertigen zu müssen.

15 Bohrschablonen sind also Hilfsvorrichtungen, um dem Implantologen das Einbringen einer Bohrung in den Kieferknochen eines Patienten, in die das Implantat eingesetzt werden soll, zu erleichtern. Die Bohrschablone weist ein am Kiefermodell erstelltes Bohrloch auf, das beim Einbringen der Bohrung in den Kieferknochen als Führung für den Bohrer dient. Das Bohrloch soll die richtige Position und Winkellage aufweisen. Eine solche Bohrschablone ist beispielsweise in der EP 1 321 107 A1 offenbart.

Die Erfindung betrifft eine Bearbeitungsvorrichtung für Zahntechniker und Zahnärzte, die insbesondere zum Anfertigen einer solchen Bohrschablone für Zahnimplantate dient.

Im Stand der Technik sind verschiedene Bearbeitungsvorrichtungen zum Herstellen von Bohrschablonen bekannt. Aus der EP 1 709 929 A1 ist eine Bearbeitungsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt. Sie umfasst

- ein feststehendes, ortsfestes Chassis mit einer feststehenden, ortsfesten Grundplatte, die zumindest mittelbar einen Werkstücktisch zum Aufnehmen eines Werkstücks trägt,
- eine zur Grundplatte beweglich angeordnete Werkzeugaufnahme für ein Werkzeug, wie insbesondere einen Bohrer, mit einer in etwa ver-

5 tika- len Werkzeugachse W, wobei die Werkzeugaufnahme relativ zur Grundplatte um eine erste horizontale Schwenkachse A und eine zweite horizontale Schwenkachse B einstellbar schwenkbar ist, wobei die Schwenkachsen A, B in einer gemeinsamen Horizontalebene liegen und einen Winkel von ca. 90° zueinander bilden,

- und eine Verfahreinrichtung zum Verfahren der Werkzeugaufnahme relativ zu dem Werkstücktisch, wobei die Verfahreinrichtung an dem Chassis oder der Grundplatte angelenkt ist, die Werkzeugaufnahme trägt und zwei Translationsachsen X, Y aufweist, entlang derer die Werkzeugaufnahme mittels der Verfahreinrichtung einstellbar verfahrbar ist,

10 - wobei die erste Translationsachse X und die zweite Translationsachse Y in horizontaler Richtung orientiert sind und die erste Translationsachse X und die zweite Translationsachse Y in einer gemeinsamen Horizontalebene liegen und einen Winkel von ca. 90° zueinander bilden, und

15 - die Werkzeugaufnahme entlang einer dritten Translationsachse Z, die identisch mit der Werkzeugachse W ist, gegenüber dem Werkstücktisch verfahrbar ist.

20

Wenngleich mit dieser Bearbeitungsvorrichtung gute Ergebnisse erzielt werden konnten, hat es sich in der Praxis erwiesen, dass sowohl die mechanische Steifigkeit zur Erzielung einer hohen Bearbeitungspräzision als auch der mechanische Aufbau zur Erzielung einer optimierten Bedienbarkeit und die Ergonomie für einen Benutzer verbessert werden können.

25 In der DE 197 09 215 A1 sind eine Vorrichtung und ein System zum Herstellen einer Bohrschablone für Zahnimplantate beschrieben, die einen feststehenden Rahmen aufweist, auf dem ein Werkstücktisch mit einem Kiefermodell mit Bohrschablone um eine Vertikalachse drehbar und in einer Horizontalebene in zwei zueinander senkrechte Richtungen verschiebbar angeordnet ist. Zum Einstellen der horizontalen Position des Werkstücks wird es mit dem Werkstücktisch in zwei horizontalen Translationsrichtungen durch Verfahren des Werkstücktischs positioniert. Der

Rahmen trägt eine Werkzeugaufnahme, die gegenüber dem Rahmen um zwei horizontale Achsen schwenkbar ist, um den in der Werkzeugaufnahme anzuordnenden Bohrer in verschiedenen Winkelstellungen relativ zur Bohrschablone positionieren zu können. Hierdurch weist die Vorrichtung fünf einstellbare Freiheitsgrade auf, um verschiedene Positionen der Bohrschablone unter verschiedenen Winkeln mit dem Bohrer beaufschlagen zu können.

Aus der EP 1 520 551 A2 ist eine Bearbeitungsvorrichtung mit mindestens vier Schwenkachsen bekannt.

Aus der US 6,634,883 B2 ist eine Bearbeitungsvorrichtung bekannt, bei der ein Auslegerarm zwei horizontale Schwenkachsen trägt. Die horizontalen Translationsachsen sind jedoch der Modellaufnahmeplatte zugeordnet und die Modellaufnahmeplatte bzw. das auf ihr angeordnete Werkstück/Modell (ohne eigene Schwenkmöglichkeit) muss in X- bzw. Y-Richtung verstellt werden. Dies verkompliziert das Arbeiten mit der Bearbeitungsvorrichtung, denn das Verschwenken um die Schwenkachsen muss an der Werkzeugaufnahme erfolgen, während das horizontale Verstellen bzw. Korrigieren an der auf der Grundplatte aufgelagerten Modellaufnahmeplatte erfolgen muss. Folglich hat man bei diesem Stand der Technik keinen festen Bezugspunkt des Werkstücks, von dem ausgehend man die Werkzeugaufnahme einstellen kann. Vielmehr muss man alle verstellbaren Komponenten, die sich jeweils gegenseitig beeinflussen, quasi gleichzeitig solange einstellen, bis man die gewünschte Arbeitsposition erreicht hat. Zusätzlich bilden bei diesem Stand der Technik auch die beiden horizontalen Schwenkachsen keinen gemeinsamen Schnittpunkt mit der exzentrisch gegenüber einer der beiden Schwenkachsen angeordneten Werkzeugachse, was zu Nachteilen führt.

Die DE 101 32 986 A1 beschreibt eine Vorrichtung für kopiergeführte Zahnpräparationen. Die FR 2 687 947 A1 und WO 1995/00079 A1 beziehen sich auf allgemeinen Stand der Technik von Positioniereinrichtungen.

Der vorliegenden Erfindung liegt hiervon ausgehend die Aufgabe zugrunde, eine Bearbeitungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die das Arbeiten mit dem darauf angeordneten Modell noch weiter verbessert und insbesondere auch das positionsgenaue Einbringen von Bohrlöchern in die Bohrschablone ermöglicht. Von einer bekannten Bearbeitungsvorrichtung ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung also die Aufgabe zugrunde, eine Bearbeitungsvorrichtung der eingangs genannten Art sowohl hinsichtlich ihrer Genauigkeit als auch ihrer Ergonomie und Automatisierbarkeit bezüglich der Arbeits- bzw. Verstellmöglichkeiten zu verbessern.

10

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Bearbeitungsvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung mit zugehörigen Zeichnungen.

15

Eine erfindungsgemäße Bearbeitungsvorrichtung für Zahntechniker und Zahnärzte, insbesondere zum Anfertigen einer Bohrschablone für Zahnimplantate, umfasst also

- ein feststehendes, ortsfestes Chassis mit einer feststehenden, ortsfesten Grundplatte, die zumindest mittelbar einen Werkstücktisch zum Aufnehmen eines Werkstücks trägt,
- eine zur Grundplatte beweglich angeordnete Werkzeugaufnahme für ein Werkzeug, wie insbesondere einen Bohrer, mit einer in etwa vertikalen Werkzeugachse W, wobei die Werkzeugaufnahme relativ zur Grundplatte um eine erste horizontale Schwenkachse A und eine zweite horizontale Schwenkachse B einstellbar schwenkbar ist, wobei die Schwenkachsen A, B in einer gemeinsamen Horizontalebene liegen und einen Winkel von ca. 90° zueinander bilden,
- und eine Verfahreinrichtung zum Verfahren der Werkzeugaufnahme relativ zu dem Werkstücktisch, wobei die Verfahreinrichtung an dem Chassis oder der Grundplatte angelenkt ist, die Werkzeugaufnahme trägt und zwei Translationsachsen X, Y aufweist, entlang derer die Werkzeugaufnahme mittels der Verfahreinrichtung einstellbar verfahrbar ist,

- wobei die erste Translationsachse X und die zweite Translationsachse Y in horizontaler Richtung orientiert sind und die erste Translationsachse X und die zweite Translationsachse Y in einer gemeinsamen Horizontalebene liegen und einen Winkel von ca. 90° zueinander bilden, und
 - die Werkzeugaufnahme entlang einer dritten Translationsachse Z, die identisch mit der Werkzeugachse W ist, gegenüber dem Werkstücktisch verfahrbar ist, und
- und weist die Besonderheit auf, dass
- die Vorrichtung als verfahrbarer, in sich steifer C-Tragrahmen ausgebildet ist, der einen oberen horizontalen, einen mittleren vertikalen und einen unteren horizontalen C-Rahmen-Teil umfasst,
 - die erste horizontale Translationsachse X quer zu dem C-Tragrahmen und parallel zur zweiten horizontalen Schwenkachse B orientiert ist,
 - die zweite horizontale Translationsachse Y in Richtung des oberen und unteren C-Rahmen-Teils und parallel zur ersten horizontalen Schwenkachse A orientiert ist,
 - der untere C-Rahmen-Teil entlang der ersten horizontalen Translationsachse X gegenüber der Grundplatte einstellbar verfahrbar ist und
 - der untere C-Rahmen-Teil entlang der zweiten horizontalen Translationsachse Y gegenüber der Grundplatte einstellbar verfahrbar ist.

Es hat sich herausgestellt, dass mit einer solchen Bearbeitungsvorrichtung ein optimales Arbeiten und Herstellen einer Bohrschablone möglich ist, weil die Werkzeugaufnahme sowohl relativ zum Werkstück als auch relativ zum Benutzer in gezielter und einfacher Weise in beliebige Positionen gebracht werden kann. Dabei ist ein ergonomisch optimales Arbeiten möglich, wobei der Benutzer an einem festen Arbeitsplatz verbleiben kann, dem die unverstellbare untere Grundplatte und der darauf in einer festen Position befindliche Werkstücktisch zugeordnet sind, so dass der Benutzer eine feste Position gegenüber dem Werkstücktisch einnehmen kann. Dabei ist dennoch die Position der Werkzeugaufnahme bezogen auf

das Werkstück bzw. den Benutzer mittels geeigneter Bedienelemente beliebig veränderbar und die Konstruktion weist eine hohe Steifigkeit auf, mit der eine hohe Fertigungsgenauigkeit erzielt wird.

- 5 Die Angabe einer Schwenk- oder Translationsachse bezieht sich im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung in der Regel auf diejenige Bewegungsrichtung, der das entsprechende Teil, d.h. die Werkzeugaufnahme oder der C-Tragrahmen bzw. dessen oberer oder unterer C-Rahmen-Teil beim Bewegen folgt, beispielsweise bezogen auf die Mittelachse
10 des bewegten Teils.

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal kann vorgesehen sein, dass sich mindestens zwei, vorzugsweise alle drei Achsen der beiden horizontalen Schwenkachsen A, B und der Werkzeugachse W in einem gemeinsamen Schnittpunkt O schneiden. Durch das Schneiden in einem gemeinsamen Schnittpunkt O ergibt sich der Vorteil, dass ein Verschwenken des Werkzeugs um eine der beiden Schwenkachsen A, B in erster Linie nur zu einem Ändern des Schwenkwinkels, also der Orientierung des Werkzeugs führt, ohne jedoch das Werkzeug und insbesondere den Bearbeitungs-
15 bereich des Werkzeugs, also beispielsweise die Bohrerspitze, um Streckenlängen zu weit aus der Nullstellung heraus zu schwenken. Denn bei einer exzentrischen Anordnung der Werkzeugachse W gegenüber einer oder beiden Schwenkachsen A, B führt ein Verschwenken zu einer erheblichen Positionsänderung des Bearbeitungsbereichs des Werkzeugs um Strecken-
20 längen, was das Einstellen der Arbeitsposition und das Arbeiten mit einem solchen Werkzeug aufgrund hierbei erforderlicher Nachjustierungen, insbesondere bezüglich von Translationsachsen, unnötig erschwert.

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal kann vorgesehen sein, dass
30 die zweite horizontale Translationsachse Y die dritte Translationsachse Z in einem Schnittpunkt S schneidet, insbesondere bezogen auf eine vertikale Ausrichtung der dritten Translationsachse. Dabei kann in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung vorgesehen sein, dass der Schnittpunkt S nicht mit dem gemeinsamen Schnittpunkt O übereinstimmt, dass der
35 Schnittpunkt S unterhalb des gemeinsamen Schnittpunkts O liegt, dass

der Schnittpunkt S unterhalb des Werkstück liegt, dass der Schnittpunkt S unterhalb der horizontalen Ebene liegt, in der die erste horizontale Translationsachse X verläuft und/oder dass der Schnittpunkt S innerhalb der Grundplatte liegt.

5

Der obere C-Rahmen-Teil dient bevorzugt als Auslegerarm für die Werkzeugaufnahme, d.h. die Werkzeugaufnahme ist an dem oberen C-Rahmen-Teil in einer relativ zu dem oberen C-Rahmen-Teil ortsfesten Position angebracht ist. Die Werkzeugaufnahme ist gegenüber der Grundplatte bzw. dem Werkzeugschisch entlang der drei Translationsachsen X, Y und Z verstellbar, um hierdurch alle erforderlichen Arbeitspositionen der Bearbeitungsvorrichtung bzw. des darauf positionierten Werkstücks mit Hilfe der Werkzeugaufnahme bzw. des Werkzeugs anfahren zu können.

15

Somit kann der Benutzer, vor allem wenn er von einem Rechner die Sollwerte für alle verstellbaren Koordinaten vorgegeben bekommt, schnell und auf einfache Weise das Werkzeug in Position bringen, um dann den Bearbeitungsvorgang durchführen zu können.

20

25

Schließlich kann vorgesehen ein, dass der Werkstücktisch oder eine Werkstückaufnahme des Werkstücktisch für das Werkstück derart ausgebildet ist, dass das Werkstück um eine sich senkrecht zur Grundplatte erstreckende vertikale Schwenkachse C schwenkbar ist, um so das Werkstück auch relativ zur Werkzeugaufnahme bzw. zum Werkzeug um die C-Achse um bis zu 360° schwenken zu können. Die Rotation um die C-Achse kann dazu dienen, das Werkstück in eine andere Position zu bringen, um bei apparativer Beschränkung der Auslenkung der A- und B-Achsen dennoch große Winkel bohren zu können. Diese durch das Werkstück laufende Schwenkachse C bildet einen festen Bezugspunkt. Stellt man die X-Achse und die Y-Achse bzw. die A-Achse so ein, dass die A-Achse und die B-Achse durch die C-Achse verlaufen und die W- bzw. Z-Achse mit der C-Achse zusammenfällt, so hat man den "absoluten Nullpunkt" des Bearbeitungsvorrichtungssystems, so dass sich alle Koordinaten der Werkzeugaufnahme, also Ist- und Sollwerte beim Bearbeiten eines Werkstücks auf diese Nulleinstellungen beziehen lassen und so auch reproduzierbar

35

sind. Die Verstellbarkeit des Werkstücks in der vertikalen Schwenkachse C dient somit der Einstellung einer Nullposition des Werkstücks. Im Zuge der Bearbeitung des Werkstücks mit der Bearbeitungsvorrichtung wird dagegen die in der C-Achse eingestellte Position in der Regel beibehalten
5 und nicht weiter verändert.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die zweite Translationsachse Y parallel zur ersten Schwenkachse A verläuft. Hierdurch lässt sich die räumliche Bewegung des Werkzeugs relativ zur Grundplatte bzw. zum Werkstück-
10 tisch in einfache kartesische Koordinaten zerlegen, denn bei einem Verschwenken um die zweite Schwenkachse B bewegt sich die vertikale Werkzeugachse entlang der Y-Richtung und kompensiert bzw. verstärkt hierdurch translatorische Verstellungen in Y-Richtung.

15 Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass der untere C-Rahmen-Teil an einem X-Y-Koppelträger angelenkt ist, gegenüber dem der untere C-Rahmen-Teil entlang der zweiten horizontalen Translationsachse Y einstellbar verschiebbar ist, wobei der X-Y-Koppelträger entlang der ersten horizontalen Translationsachse X einstellbar verschiebbar ist. Dadurch
20 wird eine definierte und gut ansteuerbare Positionierung ermöglicht.

Die genannten Schwenk- und Translationsachsen sind zweckmäßigerweise mit Arretiermitteln kombiniert, um eine einmal eingestellte Schwenk- bzw. Translationsposition während des gesamten Arbeitsvorgangs beibe-
25 halten zu können. Lediglich die erste Translationsachse Z, die der Werkzeugachse W entspricht, muss für den Bearbeitungsvorgang, also insbesondere für das Bohren eines Bohrlochs in die Bohrschablone in Richtung der Werkzeugachse beweglich sein, zumindest soweit beweglich, bis ein vorgegebener Anschlag erreicht ist.

30

Die Arretiermittel bestehen zweckmäßigerweise aus Kegelklemmungen, um über großflächige konische Flächenpressungen und nicht nur über Punktpressungen eine sichere und unverfälschte Festlegung zu ermöglichen.

35

Um die Position der verschiedenen Achsen besser einstellen und überwachen zu können, empfiehlt es sich des Weiteren, die Achsen zu digitalisieren, also hieran Bewegungs- bzw. Positionsaufnehmer anzuordnen. Hierdurch können die einstellbaren und einzustellenden Koordinaten, die
5 beispielsweise von einer Diagnosesoftware als Sollwert für die Position und Orientierung des jeweiligen Bohrlochs in der Bohrschablone vorgegeben werden können, durch entsprechende Anzeigemittel, die den jeweiligen Istwert anzeigen, beim Verstellen der verschiedenen Achsen berücksichtigt werden, bis schließlich alle Ist-Werte den vorgegebenen Sollwerten
10 entsprechen. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, wenn die von der Diagnosesoftware ermittelten Daten im ASCII-Format vorliegen, in eine Sollwerttabelle übernommen werden können und so den ebenfalls im ASCII-Format vorliegenden Istwerten gegenübergestellt werden können. Die Schwenkachsen A, B und/oder die Translationsachsen X, Y, Z
15 weisen dementsprechend vorteilhafterweise Abtastmittel auf, mittels derer digitalisierte Ist-Positionsdaten über die Schwenk- und/oder Translationsposition erzeugbar sind.

Das Verstellen der verschiedenen Achsen und somit das Ändern der Istwerte zum Erreichen der Sollwerte kann zum einen manuell erfolgen;
20 ebenso ist es aber auch möglich, dass an den Achsen motorische Stelleinrichtungen, z.B. Servomotoren oder Linearantriebe, vorgesehen sind, die die Verstellbewegungen in Schwenk- oder Translationsrichtung durchführen. In diesem Fall ist ein automatisiertes Einstellen der Bohrposition bis
25 hin zum automatisierten Bohren möglich.

Demgemäß kann die Bearbeitungsvorrichtung vorteilhafterweise einen oder mehrere der folgenden motorischen Stellantriebe aufweisen: Zum einstellbaren Verschwenken der Werkzeugaufnahme um die erste
30 Schwenkachse A und die zweite Schwenkachse B, zum einstellbaren Verfahren des C-Tragrahmens entlang der ersten horizontalen Translationsachse X und der zweiten horizontalen Translationsachse Y, zum einstellbaren Verfahren des Werkzeugs entlang der Werkzeugachse W und/oder der Werkzeugaufnahme entlang der dritten Translationsachse Z. Die
35 motorischen Stellantriebe können für automatisierte Bearbeitungen für

das automatische Einstellen definierter Positionen anhand digitaler Soll-Positionierungsdaten ansteuerbar ausgebildet sein.

Sowohl beim manuellen als auch beim maschinellen Verstellen kann der Benutzer beim Erreichen der vorgegebenen Sollwerte ein (beispielsweise
5 optisches oder akustisches) Freigabesignal erhalten, woraufhin er den Bearbeitungsvorgang beginnen und das Bohrloch erstellen kann. Hat während des Bearbeitungsvorgangs auch das Werkzeug entlang der Z-Achse seinen Sollwert erreicht, so kann der Benutzer durch eine weitere optische
10 oder akustische Anzeige hierüber informiert werden und das Bearbeiten abbrechen.

Besonders vorteilhaft an der Digitalisierung der Daten ist die Tatsache, dass diese Istwerte in einer so genannten Blackbox protokolliert abge-
15 speichert werden können, um hierdurch unaufwendig und manipulations-sicher diese Istwerte auch noch Wochen bzw. Monate nach dem Bearbeitungsvorgang reproduzierbar abrufen zu können, wodurch der Benutzer die von ihm beim Bearbeiten verwendeten Istwerte entsprechend belegen
20 kann.

Die Digitalisierung der Einstelldaten in Verbindung mit motorischen Stell-
einrichtungen ermöglicht ein automatisiertes Einstellen der Bohrposition
bis hin zum automatisierten Bohren einer oder mehrerer Löcher.

25 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die darin beschriebenen Besonderheiten können einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden, um bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung zu schaffen. Es zeigen:

30

Figur 1 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Bearbeitungsvorrichtung in Seitenansicht,

Figur 2 eine Prinzipskizze der Bearbeitungsvorrichtung von Fig. 1 in Vorderansicht,

Figur 3 eine Prinzipskizze der Bearbeitungsvorrichtung von Fig. 1 in Draufsicht und

Figur 4 eine perspektivische Prinzipansicht der Bearbeitungsvorrichtung von Fig. 1.

5

In den Figuren 1 bis 4 ist eine Bearbeitungsvorrichtung 1 dargestellt, die ein Chassis 2 mit einer horizontalen unteren Grundplatte 3 aufweist, die fest auf einem (nicht dargestellten) Untergrund wie etwa einem Labortisch etc. über Füße 4, 5 aufgestellt oder an dem Untergrund angebracht werden kann. Die Grundplatte 3 trägt einen Werkstücktisch 6 mit einer Modellaufnahmeplatte, auf dem ein (nicht dargestelltes) Werkstück bzw. Modell, beispielsweise ein Kiefermodell festlegbar ist, wobei die Position der Modellaufnahmeplatte gegenüber der Grundplatte 3 über zusätzliche Stellglieder 7, sogenannte Artikulatoren, in ihrer Neigung und über die schwenkbare Lagerung um eine sich senkrecht zur Grundplatte 3 erstreckende vertikale Schwenkachse C andererseits nahezu beliebig verstellbar ist. Das Chassis 2 und die Grundplatte 3 sind gegenüber dem Untergrund ortfest und feststehend.

20 An dem Chassis 2 oder der Grundplatte 3 ist eine Verfahreinrichtung 8 zum Verfahren einer Werkzeugaufnahme 9 angelenkt. Die Verfahreinrichtung 8 ist als verfahrbarer, in sich steifer C-Tragrahmen 10 ausgebildet, der einen oberen horizontalen C-Rahmen-Teil 11, einen mittleren vertikalen C-Rahmen-Teil 12 und einen unteren horizontalen C-Rahmen-Teil 13 umfasst, die Werkzeugaufnahme 9 trägt und zwei Translationsachsen X, Y aufweist, entlang derer die Werkzeugaufnahme 9 mittels der Verfahreinrichtung 8 einstellbar verfahrbar ist. Die erste Translationsachse X und die zweite Translationsachse Y sind dabei in horizontaler Richtung orientiert und liegen in einer gemeinsamen Horizontalebene, wobei sie einen Winkel von ca. 90° zueinander bilden.

Die erste horizontale Translationsachse X ist quer zu dem C-Tragrahmen 10 und die zweite horizontale Translationsachse Y ist in Richtung des oberen und unteren C-Rahmen-Teils 11, 13 orientiert. Somit ist der untere C-Rahmen-Teil 13 entlang der ersten horizontalen Translations-

35

achse X und entlang der zweiten horizontalen Translationsachse Y gegenüber der Grundplatte 3 bzw. dem Werkstücktisch 6 einstellbar verfahrbar.

Das horizontale Verfahren des C-Tragrahmens 10 erfolgt über geeignete Antriebe, beispielsweise einen Spindeltrieb oder einen Lineartrieb, die mit entsprechenden Aufnahmen und Anlenkungen mit dem Chassis 2 bzw. der Grundplatte 3 und dem unteren horizontalen C-Rahmen-Teil 13 zusammenwirken.

Das Verfahren des C-Tragrahmens 10 entlang der beiden horizontalen Translationsachsen X, Y kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass der untere C-Rahmen-Teil 13 an einem X-Y-Koppelträger 14 angeleitet ist, gegenüber dem der untere C-Rahmen-Teil 13 entlang der zweiten horizontalen Translationsachse Y einstellbar verschiebbar ist, wobei der X-Y-Koppelträger 14 entlang der ersten horizontalen Translationsachse X einstellbar verschiebbar ist.

In der dargestellten bevorzugten Ausführungsform verläuft die zweite horizontale Translationsachse Y in einer horizontalen Ebene, die mit einem Abstand H unterhalb der horizontalen Ebene angeordnet ist, in der die erste horizontale Translationsachse X verläuft. Diese Ausführungsform hat sich als besonders vorteilhaft hinsichtlich einer einfachen Realisierbarkeit und einer dennoch hohen Steifigkeit, die für hochpräzise Bearbeitungen erforderlich ist, erwiesen.

Der obere horizontale C-Rahmen-Teil 11 dient als Auslegerarm, der an seinem vorderen Ende einen Exzenterarm 15 trägt, der axial oder seitlich angeordnet sein kann. Der Exzenterarm 15 trägt wiederum seitlich die Werkzeugaufnahme 9. Die Werkzeugaufnahme 9 ist damit gegenüber der Grundplatte 3 bzw. dem Werkstücktisch 6 mittels des C-Tragrahmens 10 beweglich angeordnet. Die Werkzeugaufnahme 9 kann ein Werkzeug aufnehmen, beispielsweise einen Bohrer 16 oder einen Einsatzschaft für Laborimplantate, und weist eine in etwa vertikale Werkzeugachse W auf. Ferner ist die Werkzeugaufnahme 9 zusammen mit dem Exzenterarm 15 gegenüber dem oberen horizontalen C-Rahmen-Teil 11 um eine erste

horizontale Schwenkachse A schwenkbar, wobei die Schwenkachse A parallel zur zweiten horizontalen Translationsachse Y verläuft. Wenn der Exzenterarm 15 außermittig zur Schwenkachse A und auch zur Mittelachse des oberen horizontalen C-Rahmen-Teils 11 angeordnet ist, sorgt dies dafür, dass sich die erste horizontale Schwenkachse A und die Werkzeugachse W in einem gemeinsamen Schnittpunkt O schneiden.

Die Werkzeugaufnahme 9 ist ferner um eine zweite horizontale Schwenkachse B einstellbar schwenkbar gelagert, beispielsweise gegenüber dem Exzenterarm 15, wobei die Schwenkachsen A, B in einer gemeinsamen Horizontalebene liegen, einen Winkel von ca. 90° zueinander bilden und die zweite horizontale Schwenkachse B parallel zu ersten horizontalen Translationsachse X orientiert ist.

Vorzugsweise ist die zweite horizontale Schwenkachse B senkrecht zur zweiten horizontalen Translationsachse Y des C-Tragrahmens 10, senkrecht zur ersten horizontalen Schwenkachse A, senkrecht zur Werkzeugachse W und auch senkrecht zur Haupterstreckungsebene des Exzenterarms 15 angeordnet und verläuft durch den genannten gemeinsamen Schnittpunkt O. Hierdurch lässt sich sicherstellen, dass ein Verschwenken der Werkzeugaufnahme 9 zu einer minimalen seitlichen Auslenkung führt.

In den Figuren ist ein in die Werkzeugaufnahme 9 eingesetztes Werkzeug 17 dargestellt, das aus einem Bohrer mit einem Bohrer 16 besteht. Die Bohrerspitze befindet sich auf der genannten Werkzeugachse W. Um nun den Bearbeitungsvorgang durchzuführen, ist die Werkzeugaufnahme 9 verschieblich an dem Exzenterarm 15 festgelegt, wobei die Verschiebewegung entlang einer dritten Translationsachse Z erfolgt, die entlang der Werkzeugachse W verläuft.

Die drei Translationsachsen X, Y, Z sind vorzugsweise den kartesischen Koordinaten im Raum entsprechend senkrecht zueinander angeordnet. Der Schwenkwinkel um die Schwenkachsen A und B beträgt jeweils ca. 45° und um die Schwenkachse C ca. 360° . Die zweite horizontale Translationsachse Y schneidet vorteilhafterweise die dritte Translationsachse Z

ein einem Schnittpunkt S, insbesondere bezogen auf eine vertikale Ausrichtung der dritten Translationsachse Z.

5 Während alle dargestellten Achsen A, B, C, X und Y über (nicht dargestellte) Arretiermittel festlegbar sind, also die entlang dieser bzw. um diese Achsen verstellbaren Teile zueinander in vorgegebener Position festgelegt werden können, bleibt die Werkzeugaufnahme 9 entlang der zweiten Translationsachse W bzw. der Bohrachse Z bewegbar, um den Bearbeitungsvorgang durchführen zu können.

10

Die genannten Achsen sind jeweils über (nicht dargestellte) Aufnehmer hinsichtlich ihrer Orientierung bzw. Bewegung oder Position abtastbar, um digitalisierte Daten zu erzeugen, die es beim Anschließen an einen Rechner über eine Schnittstelle ermöglichen, diese Ist-Positionsdaten mit vorgegebenen Sollwertdaten zu vergleichen, die von einer externen Software erarbeitet und übertragen werden können. Die Istwerte können darüber hinaus auf eine (ebenfalls nicht dargestellte) Anzeigevorrichtung übertragen werden, wo sie den Sollwerten gegenübergestellt werden können, um das Einstellen der jeweiligen Achsen zu vereinfachen. Die erfassten Ist-

15 Werte, die beim Bearbeiten des Werkstücks verwendet werden, können in einer (ebenfalls nicht dargestellten) Blackbox abgespeichert und manipulationsfrei archiviert werden. Durch die Digitalisierung der Achsen ist eine Genauigkeit von bis zu 0,01 mm möglich, wobei diese genauen Einstellungen zudem reproduzierbar sind.

25

In den Zeichnungen ist schließlich noch eine Halterung 18 für einen nicht dargestellten Fräsarm ersichtlich, der zum Bearbeiten des auf dem Werkstücktisch 6 angeordneten Werkstücks mit einem Fräser dienen kann. Damit können beispielsweise an einem in die Werkstückaufnahme eingespannten Kiefermodell mehrere eingesetzte Prothetikpfosten, die zu einer

30 gemeinsamen Prothese gehören, parallelisiert werden.

Ein Benutzer, der mit der Bearbeitungsvorrichtung 1 arbeitet, sitzt in den Figuren 1 und 4 vorzugsweise auf der linken Seite, wo sich die Bedienelemente 19 befinden. Dabei ist die erste horizontale Translationsachse X

35

quer zur Blickrichtung des die Bearbeitungsvorrichtung 1 benutzenden und dabei den Werkstücktisch 6 betrachtenden Benutzers orientiert und die zweite horizontale Translationsachse Y ist in Blickrichtung des die Bearbeitungsvorrichtung 1 benutzenden und dabei den Werkstücktisch 6 betrachtenden Benutzers orientiert. Der Benutzer kann beim Bearbeiten des Werkstücks auf dem Werkstücktisch 6 mittels der Bearbeitungsvorrichtung 1 eine feste Position gegenüber dem Werkstück einnehmen, da es bei der Bearbeitung nicht bewegt wird, sondern sämtliche zum Bearbeiten erforderliche Bewegungen durch den C-Tragrahmen 10 und das Schwenken der Werkzeugaufnahme 9 um die Schwenkachsen A, B bzw. das Verfahren der Werkzeugaufnahme 9 in der Werkzeugachse W (dritte Translationsachse Z) erfolgen. Dabei hat der Benutzer zudem eine optimale Sicht und Bewegungsfreiheit, weil der C-Tragrahmen 10, d.h. der mittlere vertikale C-Rahmen-Teil 12 von ihm weg angeordnet ist und somit eine große Fläche um den Werkstücktisch 6 herum frei von bewegten Stell- bzw. Verfahreinrichtungen ist, und zudem wird durch den hochstabilen mechanischen Aufbau der Vorrichtung eine optimale Bearbeitungspräzision erzielt.

Das Herstellen einer Implantats-Bohrschablone erfolgt mit der erfindungsgemäßen Bearbeitungsvorrichtung 1 beispielsweise entsprechend folgender Verfahrensschritte:

- Anfertigen eines Negativ-Kieferabdrucks (zum Beispiel aus Gips oder Kunststoff) von der Situation der Zähne des Kiefers eines Patienten.
- Abnehmen eines Negativ-Bissabdrucks der Situation des Kiefers mittels einer Bisschablone, auf die der Patient beißt, wobei sich in einer verformbaren Masse der Bisschablone ein Bissabdruck bildet. Die Bisschablone kann gleichzeitig als Röntgenschablone und als Nullpositionierungselement, so genannter Nullschlüssel, für die spätere Ausrichtung der Bohrschablone in der Bearbeitungsvorrichtung dienen.
- Anfertigen eines Kiefermodells mittels des Kieferabdrucks.
- Positionieren des Kiefermodells auf dem Werkstücktisch der Bearbeitungsvorrichtung 1.

- 5 - Modellieren einer Röntgenschablone von zumindest einem Teil des Kiefermodells unter Einfügung von zumindest drei Referenzmarken (so genannten Landscapes) mit vorgegebenem gegenseitigen Abstand sowie vorgegebener Position in Bezug auf den Werkstücktisch bzw. das Kiefermodell.
- Erstellen von Röntgenbildern des mit einem Implantat zu versehenen Kiefers des Patienten mit der in die Mundhöhle eingesetzten Röntgenschablone.
- 10 - Vermessen und Auswerten der Röntgenbilder durch eine elektronische Auswertevorrichtung, insbesondere durch einen Computer, und Erzeugung von Messdatensätzen.
- Planen und Ermitteln des zu verwendenden Zahnimplantats und dessen Position und Orientierung (Ort, Winkel, Tiefe) sowie der zu verwendenden Zahnprothese oder Brücke.
- 15 - Errechnen von Position und Orientierung des in eine Bohrschablone einzubringenden Bohrlochs aus der Position und Orientierung des zu verwendenden Zahnimplantats.
- Umrechnen der errechneten Koordinaten in die Winkelstellungen der Schwenkachsen A und B und der Verschiebestellung der Translationsachsen X, Y, Z der Bearbeitungsvorrichtung 1 zum auf die Bearbeitungsvorrichtung 1 bezogenen Einstellen der Bohrposition der Werkzeugaufnahme 9. Die Daten, mit denen die Bohrungen in die Bohrschablone und gegebenenfalls in das Kiefermodell gebohrt werden, stammen aus einer virtuellen Planung des Zahnersatzes. Dabei wird mittels einer Röntgenschablone, wofür auch die Bisschablone selbst verwendet werden kann (in diesem Fall weist die Bisschablone an definierten Stellen Positionskontrastelemente, beispielsweise kleine Metallstifte, auf, deren Lage auf der Röntgenaufnahme zur Bestimmung der Nullposition vermessen werden kann), ein Röntgenbild des Kiefers aufgenommen, und in dem Bild werden mit Hilfe einer graphischen Planungssoftware geeignete Implantate für den Kiefer sowie zugehörige Hülsen für die Bohrschablone (Durchmesser, Länge etc.) sowie ihre Positionierung festgelegt. Die Hülsen in der Bohrschablone dienen dazu, eine Pilotbohrung mit einer definierten
- 20
- 25
- 30

Tiefe in den Kiefer zu bohren. Die Bohrrichtung bzw. die Bohrwinkel werden dabei durch die Position der Hülse in der Bohrschablone vorgegeben. Der mit der Planungssoftware bestimmte Datensatz wird dann an die Bearbeitungsvorrichtung zum Setzen der Bohr-
5 löcher in die Bohrschablone (und/oder ggf. das Kiefermodell) übertragen.

- Modellieren einer Bohrschablone für zumindest eines Teils des Kiefermodells oder alternativ Aufsetzen der Röntgenschablone, die als Bohrschablone verwendet wird, auf das Kiefermodell. Die Bohrschablone wird beispielsweise anhand einer vom Patienten schon getragenen Prothese, die ergänzt, erweitert oder stabilisiert werden soll,
10 oder anhand des Kiefermodells angefertigt.

- Einstellen der Winkelstellungen der Schwenkachsen A, B und der Verschiebestellung der Translationsachsen X, Y, Z, um die Werkzeugaufnahme 9 gegenüber der Bohrschablone in die errechnete
15 Stellung zu bringen.

- Bohren eines Führungsbohrlochs in die Bohrschablone unter Verwendung eines in die Werkzeugaufnahme 9 eingesetzten Bohrwerkzeugs, wobei die Bohrschablone auf das Kiefermodell aufgesetzt ist.
20

Zum Bohren der Löcher in der Bohrschablone wird die Bohrschablone zusammen mit dem Kiefermodell in der Werkstückaufnahme der Bearbeitungsvorrichtung eingespannt. Zum Finden und Einstellen der Nullposition der Bohrschablone in der Bearbeitungsvorrichtung als Ausgangsstellung für die Bearbeitung mit der Bearbeitungsvorrichtung werden die Achsen der Bearbeitungsvorrichtung in eine Nullposition gefahren und in dieser Position der Bearbeitungsvorrichtung wird die Bisschablone in eine entsprechende Schablonenaufnahme-Positionierplatte, die in der Werkzeugaufnahme montiert ist, in die Bearbeitungsvorrichtung eingesetzt.
25 Die Bisschablone weist zum Ausrichten gegenüber der Schablonenaufnahme-Positionierplatte Positionierelemente, beispielsweise Positionierungszapfen, Positionierungslöcher oder Vorsprünge auf, die mit entsprechenden Positionierelementen auf der Schablonenaufnahme-Positionierplatte formschlüssig zusammenwirken. Dadurch wird die in die Werkzeug-

aufnahme eingespannte oder eingesetzte Bisschablone in der Nullposition der Bearbeitungsvorrichtung ausgerichtet.

Die Bohrschablone mit dem Kiefermodell wird dann anhand der Bisschablone relativ zu der Bearbeitungsvorrichtung manuell ausgerichtet, indem die Bohrschablone mit dem Kiefermodell durch Bewegen der Werkstückaufnahme auf Kontakt an die Bisschablone herangeführt wird. In dieser Nullposition wird die Werkstückaufnahme fixiert. Damit sind das Kiefermodell und die Bohrschablone mittels der Bisschablone in der Nullposition in der Bearbeitungsvorrichtung positioniert.

Danach werden die Bisschablone und die zugehörige Schablonenaufnahme-Positionierplatte aus der Werkzeugaufnahme entfernt und die Bohreinrichtung in die Werkzeugaufnahme eingespannt. Im Anschluss daran bohrt die Bearbeitungsvorrichtung automatisch die Bohrlöcher in die Bohrschablone, bzw. in Ausführungsformen, in denen die Bohrlöcher auch in das Kiefermodell gesetzt werden sollen, durch die Bohrschablone hindurch in das Kiefermodell. Dabei besteht natürlich auch die Möglichkeit, Bohrschablone und Kiefer getrennt zu bohren, was beispielsweise zweckmäßig sein kann, wenn unterschiedliche Bohrerdurchmesser verwendet werden.

Daran kann sich die Anbringung des Zahnimplantats und des Zahnersatzes und wie folgt anschließen:

- Nach dem Bohren der Löcher in die Bohrschablone werden die Hülsen in die Bohrschablone eingeschraubt. Die endgültige Tiefeneinstellung der Hülsen in der Bohrschablone erfolgt jedoch erst, wenn die Bohrschablone in den Mund des Patienten eingesetzt ist.
- Einsetzen der Bohrschablone in die Mundhöhle des Patienten.
- Positionieren der Hülsen hinsichtlich ihrer Tiefeneinstellung in der Bohrschablone. Sie werden in manchen Ausführungsformen beispielsweise in Kontakt mit dem Zahnfleisch, der Schleimhaut oder dem Knochen gebracht.

- Bohren der Implantatbohrung in den Kiefer durch das Führungsbohrloch der Bohrschablone bzw. der Hülse in der Bohrschablone in der vorbestimmten Bohrtiefe.
- Entfernen der Bohrschablone aus der Mundhöhle.
- 5 - Einsetzen des Zahnimplantats in die Implantatbohrung.
- Anbringung des Zahnersatzes an dem Zahnimplantat.

In komplexeren Fällen, wenn der Zahnersatz erst auf dem Kiefermodell modelliert wird, bevor er in die Mundhöhle eingesetzt wird, kann dieser
10 vorstehende Ablauf wie folgt sein:

- Bohren des Führungsbohrlochs nicht nur in die Bohrschablone unter Verwendung eines in die Werkzeugaufnahme 9 eingesetzten Bohrwerkzeugs, sondern auch Bohren einer Implantatbohrung durch die Bohrschablone in das Kiefermodell, auf das die Bohrschablone aufgesetzt ist, in der vorbestimmten Bohrtiefe.
15
- Abnehmen der Bohrschablone von dem Kiefermodell.
- Manuelles oder maschinelles Einsetzen des Zahnimplantats in die Implantatbohrung in dem Kiefermodell. Dabei wird in der Regel kein hochwertiges Kiefer-Zahnimplantat verwendet, sondern ein kostengünstigerer Ersatz, der auch als Analog-, Techniker- oder Laborimplantat bezeichnet wird. Ein Laborimplantat für ein Kiefermodell unterscheidet sich in der Regel durch das Material (z.B. Aluminium statt Titan) und in der Oberflächenvergütung von einem Kiefer-Zahnimplantat.
20
- 25 - Ggf. Einsetzen eines Prothetikpfostens in das Laborimplantat.
- Modellierung des Zahnersatzes an dem Laborimplantat in dem Kiefermodell.
- Abnehmen des Zahnersatzes von dem Kiefermodell.
- Einsetzen der Bohrschablone in die Mundhöhle des Patienten.
- 30 - Bohren der Implantatbohrung in den Kiefer durch das Führungsbohrloch der Bohrschablone in der vorbestimmten Bohrtiefe.

- Entfernen der Bohrschablone aus der Mundhöhle.
- Einsetzen des Zahnimplantats in die Implantatbohrung in dem Kiefer.
- Ggf. Einsetzen eines Prothetikpfostens in das Zahnimplantat.
- 5 - Anbringung des Zahnersatzes an dem Zahnimplantat bzw. an dem Prothetikpfosten in dem Kiefer.

Dieser Ablauf setzt voraus, dass die Zahnimplantate bzw. Laborimplantate manuell hinreichend präzise in die Bohrungen in dem Kiefermodell eingesetzt werden können. Dabei treten jedoch erhebliche Ungenauigkeiten
10 hinsichtlich der Position, Orientierung und Tiefe der in das Kiefermodell eingesetzten Implantate auf, die zur Folge haben, dass später das Zahnimplantat nicht genau in den Kiefer oder der Zahnersatz nicht genau auf das Zahnimplantat im Kiefer passt. In diesem Fall ist eine Nachbearbeitung
15 beim Setzen des Zahnimplantats oder des Zahnersatzes erforderlich, was mit Komplikationen und Qualitätseinbußen verbunden ist.

Diese Komplikation stellt sich nicht nur hinsichtlich der definiert einzuhaltenen Einsetztiefe der Zahn- bzw. Laborimplantate, sondern auch dann,
20 wenn bei einer größeren Zahnprothese mehrere zusammengehörige Zahn- bzw. Laborimplantate gemeinsam gesetzt werden, beispielsweise bis zu 8 Stück oder mehr, oder wenn spezielle Zahn- bzw. Laborimplantate verwendet werden, deren Einbauorientierung nicht beliebig ist, sondern bei denen eine bestimmte Orientierung in der Drehrichtung um ihre
25 Längsachse eingehalten werden muss.

Solche nicht rotationssymmetrischen Zahn- bzw. Laborimplantate bestehen beispielsweise aus einem Knochenteil, das in den Kieferknochen eingesetzt wird, und einem Anbringteil, das auch als Prothetikteil, Anbringpfosten, Pfosten, Pfeiler oder Kronenstumpf bezeichnet wird und in dem
30 Knochenteil verankert wird. Die Prothetikteile können beispielsweise achs-symmetrisch sein, beispielsweise einen dreieckigen, quadratischen, pentagonalen oder hexagonalen Querschnitt aufweisen. Gemeinsam ist ihnen, dass sie nicht in einer beliebigen Rotationsrichtung um ihre axiale Längs-

achse eingesetzt werden können, sondern eine bestimmte Orientierung eingehalten werden muss. Diese Orientierung ist zumeist derart, das eine Fläche des Prothetikteils, d.h. z.B. eine Kante eines dreieckigen oder viereckigen Querschnitts, bezogen auf die Mundhöhle exakt nach vorne zeigen muss.

Diese Orientierung ist in der Regel auf den Prothetikteilen und den zugehörigen Knochenteilen durch eine Markierung ersichtlich, und beim Einsetzen der Knochenteile und Prothetikteile muss nicht durch die Einsetztiefe, sondern auch diese Orientierung exakt eingehalten werden.

Hier schafft die Bearbeitungsvorrichtung 1 eine vorteilhafte Möglichkeit der Realisierung der Genauigkeitserfordernisse hinsichtlich der Anforderung, die Zahn- bzw. Laborimplantate hochpräzise in die Implantatbohrungen in dem Kiefermodell einzusetzen. Eine erfindungsgemäße Bearbeitungsvorrichtung 1 für Zahntechniker und Zahnärzte, insbesondere zum Anfertigen einer Bohrschablone für Zahnimplantate, kann nicht nur zum Bohren von Bohrschablonen, sondern auch zum Einsetzen von Laborimplantaten in ein Kiefermodell verwendet werden. Der vorstehend beschriebene Ablauf ist dabei wie folgt abgeändert:

- Bohren des Führungsbohrlochs nicht nur in die Bohrschablone unter Verwendung eines in die Werkzeugaufnahme 9 eingesetzten Bohrwerkzeugs, sondern auch Bohren einer Implantatbohrung durch die Bohrschablone in das Kiefermodell, auf das die Bohrschablone aufgesetzt ist, in der vorbestimmten Bohrtiefe.
- Abnehmen der Bohrschablone von dem Kiefermodell.
- Einsetzen des Laborimplantats bzw. des Knochenteils eines Laborimplantats in ein in die Werkzeugaufnahme 9 eingesetztes Setzwerkzeug, ggf. unter Austausch des Bohrwerkzeugs gegen das Setzwerkzeug.
- Maschinelles Einsetzen des Laborimplantats bzw. des "Knochenteils" eines Laborimplantats in die Implantatbohrung in dem Kiefermodell mittels der Bearbeitungsvorrichtung 1 unter Verwendung der für diese Implantatbohrung abgespeicherten Positionierungsdaten

(durch Bewegung des Setzwerkzeugs entlang der Werkzeugachse W bzw. vertikalen Translationsachse Z).

- Ggf. (manuelles oder maschinelles) Einsetzen des Prothetikteils in das Knochenteil.
- 5 - Ggf. Nivellieren/Begradigen/Ausrichten der Ausrichtflächen eines oder mehrerer Laborimplantate bzw. Prothetikteile, beispielsweise durch Überschleifen oder Überfräsen, vorzugsweise mit der Orientierung einer flachen Ausrichtungsfläche des Laborimplantats bzw. Prothetikteils in einer gerade aus der Mundhöhle hinausweisenden
- 10 Richtung.
- Modellierung des Zahnersatzes an dem Laborimplantat in dem Kiefermodell bzw. an dem Prothetikteil in dem Knochenteil in dem Kiefermodell.
- Abnehmen des Zahnersatzes von dem Kiefermodell.
- 15 - Einsetzen der Bohrschablone in die Mundhöhle des Patienten.
- Bohren der Implantatbohrung (oder einer Pilotbohrung) in den Kiefer durch das Führungsbohrloch der Bohrschablone in der vorbestimmten Bohrtiefe.
- Entfernen der Bohrschablone aus der Mundhöhle.
- 20 - Einsetzen des Zahnimplantats bzw. des Knochenteils in die Implantatbohrung in dem Kiefer.
- Ggf. Einsetzen des Prothetikteils in das Knochenteil in dem Kiefer.
- Anbringen des Zahnersatzes an dem Zahnimplantat in dem Kiefer bzw. an dem Prothetikteil in dem Knochenteil in dem Kiefer.

25

Durch diesen Ablauf ist gewährleistet, dass die Zahn- bzw. Laborimplantate hinsichtlich ihrer Positionierung einschließlich der Tiefe und/oder der Ausrichtung um die Längsachse präzise in die Bohrungen in das Kiefermodell und in dem Kiefer eingesetzt werden.

30

Eine entsprechend ausgestaltete erfindungsgemäße Bearbeitungsvorrichtung 1 weist dementsprechend das Merkmal auf, dass die für das auto-

5 matische Bohren eines Bohrloches, insbesondere in einem Kiefermodell, mittels eines Bohrwerkzeugs verwendeten Soll-Positionierungsdaten ab-
speicherbar und zum automatischen Setzen eines Zahn- oder Laborim-
plantats in das Bohrloch mittels eines Setzwerkzeugs unter Verwendung
10 der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten aufrufbar sind, und die
Bearbeitungsvorrichtung zum automatischen Setzen eines Zahn- oder
Laborimplantats in ein mit der Bearbeitungsvorrichtung automatisch
gebohrtes Bohrloch unter Verwendung eines Setzwerkzeugs und der
abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten ausgebildet ist

10

Ein entsprechendes Verfahren zum automatisierten Setzen eines Zahn-
oder Laborimplantats in ein Bohrloch eines Kiefermodells, umfasst folgen-
de Schritte:

- 15 - Automatisches Bohren eines Bohrloches in das Kiefermodell mit einer
Bearbeitungsvorrichtung, die motorische Stellantriebe aufweist, die
zum automatischen Einstellen definierter Positionen anhand digitaler
Soll-Positionierungsdaten ansteuerbar ausgebildet sind, insbesondere
mit einer erfindungsgemäßen Bearbeitungsvorrichtung 1, mittels
eines Bohrwerkzeugs anhand abgespeicherter Soll-Positionierungs-
20 daten, und
- automatisches Setzen eines Zahn- oder Laborimplantats in das Bohr-
loch mittels eines Setzwerkzeugs mit der Bearbeitungsvorrichtung 1
unter Verwendung der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten.

25 In entsprechender Weise schafft die erfindungsgemäße Bearbeitungsvor-
richtung 1 eine vorteilhafte Möglichkeit der Realisierung der Genauigkeits-
erfordernisse hinsichtlich der Anforderung, die Bohrhülsen hochpräzise in
die Bohrlöcher einer Bohrschablone einzusetzen. Der vorstehende Ablauf
ist dabei wie folgt abgeändert:

- 30 - Bohren des Führungsbohrlochs in die Bohrschablone unter Verwen-
dung eines in die Werkzeugaufnahme 9 eingesetzten Bohrwerk-
zeugs.
- Einsetzen der Bohrhülse zum Bohren einer Implantatbohrung eines
Zahnimplantats in ein in die Werkzeugaufnahme 9 eingesetztes

Setzwerkzeug, ggf. unter Austausch des Bohrwerkzeugs gegen das Setzwerkzeug.

- Maschinelles Einsetzen der Bohrhülse in die Implantatbohrung in das Führungsbohrloch mittels der Bearbeitungsvorrichtung 1 unter Verwendung der für dieses Führungsbohrloch abgespeicherten Positionierungsdaten (durch Bewegung des Setzwerkzeugs entlang der Werkzeugachse W bzw. vertikalen Translationsrichtung Z).
- Einsetzen der Bohrschablone in die Mundhöhle des Patienten.
- Bohren der Implantatbohrung in den Kiefer durch die Bohrhülse im Führungsbohrloch der Bohrschablone in der vorbestimmten Bohrtiefe.
- Entfernen der Bohrschablone aus der Mundhöhle.
- Einsetzen des Zahnimplantats bzw. des Knochenteils in die Implantatbohrung in dem Kiefer.
- Ggf. Einsetzen des Prothetikteils in das Knochenteil in dem Kiefer.
- Anbringen des Zahnersatzes an dem Zahnimplantat in dem Kiefer bzw. an dem Prothetikteil in dem Knochenteil in dem Kiefer.

Durch diesen Ablauf ist gewährleistet, dass die Bohrhülsen hinsichtlich ihrer Positionierung einschließlich der Tiefe und/oder der Ausrichtung um die Längsachse präzise in die Führungsbohrlöcher in der Bohrschablone eingesetzt werden.

Ein entsprechende erfindungsgemäße Bearbeitungsvorrichtung 1 weist dementsprechend das Merkmal auf, dass die für das automatische Bohren eines Bohrloches, insbesondere in einer Bohrschablone für ein Zahn- oder Laborimplantat, mittels eines Bohrwerkzeugs verwendeten Soll-Positionierungsdaten abspeicherbar und zum automatischen Setzen einer Bohrhülse in das Bohrloch mittels eines Setzwerkzeugs unter Verwendung der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten aufrufbar sind, und die Bearbeitungsvorrichtung 1 zum automatischen Setzen einer Bohrhülse in ein mit der Bearbeitungsvorrichtung 1 automatisch gebohrtes Bohrloch unter

Verwendung eines Setzwerkzeugs und der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten ausgebildet ist.

Ein entsprechendes Verfahren zum automatisierten Setzen einer Bohrhülse in eine Bohrschablone für ein Zahnimplantat umfasst folgende Schritte:

- Automatisches Bohren eines Bohrloches in die Bohrschablone mit einer Bearbeitungsvorrichtung, die motorische Stellantriebe aufweist, die zum automatischen Einstellen definierter Positionen anhand digitaler Soll-Positionierungsdaten ansteuerbar ausgebildet sind, insbesondere mit einer erfindungsgemäßen Bearbeitungsvorrichtung 1, mittels eines Bohrwerkzeugs anhand abgespeicherter Soll-Positionierungsdaten, und
- automatisches Setzen einer Bohrhülse in das Bohrloch mittels eines Setzwerkzeugs mit der Bearbeitungsvorrichtung unter Verwendung der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten

Bei der Erfindung ist das Einstellen der Positions- und Winkellage-Parameter der Bohrlocher bzw. der Zahnimplantate, Prothetikteile oder Bohrhülsen optimal voneinander getrennt. Während mittels der drei Translationsachsen X, Y und Z das Werkzeug 17 in seiner Position dreidimensional verfahren werden kann, kann die Richtung des Werkzeugs 17 ausschließlich durch Kippen der Halterung für das Werkzeug 17 um die Schwenkachsen A und B bewirkt werden. Dabei ist der mechanische Aufbau der Bearbeitungsvorrichtung 1 so, dass ein hohe mechanische Steifigkeit bei gleichzeitig optimaler Bedienbarkeit und Automatisierbarkeit gegeben sind. Die Erfindung bietet somit den Vorteil, die wesentlichen Verstellmöglichkeiten so aufeinander abstimmen zu können, dass die zugehörigen Achsen in dem Werkzeug 17 zusammenfallen und so das Verstellen einer Achse nicht automatisch dazu führt, dass sich der Bearbeitungsbereich durch einen zu großen Verschwenkbereich wie bei exzentrisch angeordneten Werkzeugachsen ändert. Zusammengefasst bietet die Erfindung den Vorteil einer Bearbeitungsvorrichtung 1, die ein ergonomisch optimales, reproduzierbares und hochgenaues Arbeiten ermöglicht.

HAT 109/00/WO

Bezugszeichenliste

5	
	1 Bearbeitungsvorrichtung
	2 Chassis
	3 Grundplatte
	4 Fuß
10	5
	6 Werkstücktisch
	7 Stellglied
	8 Verfahreinrichtung
	9 Werkzeugaufnahme
15	10 C-Tragrahmen
	11 oberer horizontaler C-Rahmen-Teil
	12 mittlerer vertikaler C-Rahmen-Teil
	13 unterer horizontaler C-Rahmen-Teil
	14 X-Y-Koppelträger
20	15 Exzenterarm
	16 Bohrer
	17 Werkzeug
	18 Fräsarmhalterung
	19 Bedienelement
25	
	A erste horizontale Schwenkachse für Werkzeug
	B zweite horizontale Schwenkachse für Werkzeug
	C vertikale Schwenkachse für Werkzeug
	H Abstand
30	O Gemeinsamer Schnittpunkt von A, B und W
	S Schnittpunkt von Y und Z
	W annähernd vertikale Werkzeugachse
	X erste horizontale Translationsachse für Werkzeug (quer zum Auslegerarm)

- Y zweite horizontale Translationsachse für Werkzeug (entlang Auslegerarm)
- Z dritte annähernd vertikale Translationsachse für Werkzeug

Patentansprüche

5

1. Bearbeitungsvorrichtung (1) für Zahntechniker und Zahnärzte, insbesondere zum Anfertigen einer Bohrschablone für Zahnimplantate, umfassend

- 10 - ein feststehendes, ortsfestes Chassis (2) mit einer feststehenden, ortsfesten Grundplatte (3), die zumindest mittelbar einen Werkstücktisch (6) zum Aufnehmen eines Werkstücks trägt,
- eine zur Grundplatte (3) beweglich angeordnete Werkzeugaufnahme (9) für ein Werkzeug (17), wie insbesondere einen Bohrer (16), mit einer in etwa vertikalen Werkzeugachse (W), wobei die Werkzeugaufnahme (9) relativ zur Grundplatte (3) um eine erste horizontale Schwenkachse (A) und eine zweite horizontale Schwenkachse (B) einstellbar schwenkbar ist, wobei die Schwenkachsen (A, B) in einer gemeinsamen Horizontalebene liegen und einen Winkel von ca. 90° zueinander bilden,
- 15
- 20 - und eine Verfahreinrichtung (8) zum Verfahren der Werkzeugaufnahme (9) relativ zu dem Werkstücktisch (6), wobei die Verfahreinrichtung (8) an dem Chassis (2) oder der Grundplatte (3) angelenkt ist, die Werkzeugaufnahme (9) trägt und zwei Translationsachsen (X, Y) aufweist, entlang derer die Werkzeugaufnahme (9) mittels der Verfahreinrichtung (8) einstellbar verfahrbar ist,
- 25
- 30 - wobei die erste Translationsachse (X) und die zweite Translationsachse (Y) in horizontaler Richtung orientiert sind und die erste Translationsachse (X) und die zweite Translationsachse (Y) in einer gemeinsamen Horizontalebene liegen und einen Winkel von ca. 90° zueinander bilden, und

- die Werkzeugaufnahme (9) entlang einer dritten Translationsachse (Z), die identisch mit der Werkzeugachse (W) ist, gegenüber dem Werkstücktisch (6) verfahrbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5
- die Vorrichtung (8) als verfahrbarer, in sich steifer C-Tragrahmen (10) ausgebildet ist, der einen oberen horizontalen (11), einen mittleren vertikalen (12) und einen unteren horizontalen (13) C-Rahmen-Teil umfasst,
 - die erste horizontale Translationsachse (X) quer zu dem C-Tragrahmen (10) und parallel zur zweiten horizontalen Schwenkachse (B) orientiert ist,
 - die zweite horizontale Translationsachse (Y) in Richtung des oberen (11) und unteren (13) C-Rahmen-Teils und parallel zur ersten horizontalen Schwenkachse (A) orientiert ist,
- 10
- der untere C-Rahmen-Teil (13) entlang der ersten horizontalen Translationsachse (X) gegenüber der Grundplatte (3) einstellbar verfahrbar ist, und
 - der untere C-Rahmen-Teil (13) entlang der zweiten horizontalen Translationsachse (Y) gegenüber der Grundplatte (3) ein-
- 15
- 20
2. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite horizontale Translationsachse (Y) in einer horizontalen Ebene verläuft, die mit einem Abstand (H) unterhalb der horizontalen Ebene angeordnet ist, in der die erste horizontale Translationsachse (X) verläuft.
- 25
3. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste horizontale Translationsachse (X) quer zur Blickrichtung eines die Bearbeitungsvorrichtung (1) benutzenden und dabei den Werkstücktisch (6) betrachtenden Benutzers orientiert ist.
- 30

4. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite horizontale Translationsachse (Y) in Blickrichtung eines die Bearbeitungsvorrichtung (1) benutzenden und dabei den Werkstücktisch (6) betrachtenden Benutzers orientiert ist.
- 5
5. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der untere C-Rahmen-Teil (13) an einem X-Y-Koppelträger (14) angelenkt ist, gegenüber dem
- 10 der untere C-Rahmen-Teil (13) entlang der zweiten horizontalen Translationsachse (Y) einstellbar verschiebbar ist, wobei der X-Y-Koppelträger (14) entlang der ersten horizontalen Translationsachse (X) einstellbar verschiebbar ist.
- 15 6. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich mindestens zwei, vorzugsweise alle drei Achsen der beiden horizontalen Schwenkachsen (A, B) und der Werkzeugachse (W) in einem gemeinsamen Schnittpunkt (O) schneiden.
- 20 7. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite horizontale Translationsachse (Y) die dritte Translationsachse (Z) in einem Schnittpunkt (S) schneidet, insbesondere bezogen auf eine vertikale Ausrichtung der dritten Translationsachse (Z).
- 25 8. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schnittpunkt (S) nicht mit dem gemeinsamen Schnittpunkt (O) übereinstimmt.
- 30 9. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schnittpunkt (S) unterhalb des gemeinsamen Schnittpunkts (O) liegt.

10. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schnittpunkt (S) unterhalb des Werkstücks liegt.
- 5 11. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schnittpunkt (S) unterhalb der horizontalen Ebene liegt, in der die erste horizontale Translationsachse (X) verläuft.
- 10 12. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Schnittpunkt (S) innerhalb der Grundplatte (3) liegt.
- 15 13. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugaufnahme (9) an dem oberen C-Rahmen-Teil (11) in einer relativ zu dem oberen C-Rahmen-Teil (11) ortsfesten Position angebracht ist.
- 20 14. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Translationsachsen (X, Y, Z) den kartesischen Koordinaten im Raum entsprechend senkrecht zueinander angeordnet sind.
- 25 15. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstücktisch (6) oder eine Werkstückaufnahme des Werkstücktischs (6) für das Werkstück derart ausgebildet ist, dass das Werkstück um eine sich senkrecht zur Grundplatte (3) erstreckende vertikale Schwenkachse (C) schwenkbar ist.
- 30 16. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkachsen (A, B) und/oder Translationsachsen (X, Y, Z) Abtastmittel aufweisen, mittels derer digitalisierte Ist-Positionsdaten über die Schwenk- und/oder Translationsposition erzeugbar sind.
- 35

17. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie jeweils einen motorischen Stellantrieb zum einstellbaren Verschwenken der Werkzeugaufnahme (9) um die erste Schwenkachse (A) und die zweite Schwenkachse (B) aufweist.
18. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie jeweils einen motorischen Stellantrieb zum einstellbaren Verfahren des C-Tragrahmens (10) entlang der ersten horizontalen Translationsachse (X) und der zweiten horizontalen Translationsachse (Y) aufweist.
19. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen motorischen Stellantrieb zum einstellbaren Verfahren des Werkzeugs (17) entlang der Werkzeugachse (W) und/oder der Werkzeugaufnahme (9) entlang der dritten Translationsachse (Z) aufweist.
20. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die motorischen Stellantriebe zum automatischen Einstellen definierter Positionen anhand digitaler Soll-Positionierungsdaten ansteuerbar ausgebildet sind.
21. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die für das automatische Bohren eines Bohrloches, insbesondere in einem Kiefermodell, mittels eines Bohrwerkzeugs verwendeten Soll-Positionierungsdaten abspeicherbar und zum automatischen Setzen eines Zahn- oder Laborimplantats in das Bohrloch mittels eines Setzwerkzeugs unter Verwendung der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten aufrufbar sind, und die Bearbeitungsvorrichtung (1) zum automatischen Setzen eines Zahn- oder Laborimplantats in ein mit der Bearbeitungsvorrichtung (1) automatisch gebohrtes Bohrloch unter Verwendung

eines Setzwerkzeugs und der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten ausgebildet ist.

- 5 22. Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die für das automatische Bohren eines Bohrloches, insbesondere in einer Bohrschablone für ein Zahn- oder Laborimplantat, mittels eines Bohrwerkzeugs verwendeten Soll-Positionierungsdaten abspeicherbar und zum automa-
- 10 tischen Setzen einer Bohrhülse in das Bohrloch mittels eines Setzwerkzeugs unter Verwendung der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten aufrufbar sind, und die Bearbeitungsvorrichtung (1) zum automatischen Setzen einer Bohrhülse in ein mit der Bearbeitungsvorrichtung (1) automatisch gebohrtes Bohrloch unter Verwendung eines Setzwerkzeugs und der abgespeicherten Soll-Positionierungs-
- 15 daten ausgebildet ist.
23. Verfahren zum automatisierten Setzen eines Zahn- oder Laborimplantats in ein Bohrloch eines Kiefermodells, umfassend folgende Schritte:
- 20 - Automatisches Bohren eines Bohrloches in das Kiefermodell mit einer Bearbeitungsvorrichtung (1), die motorische Stellantriebe aufweist, die zum automatischen Einstellen definierter Positionen anhand digitaler Soll-Positionierungsdaten ansteuerbar ausgebildet sind, insbesondere mit einer Bearbeitungsvorrichtung
- 25 (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, mittels eines Bohrwerkzeugs anhand abgespeicherter Soll-Positionierungsdaten, und
- automatisches Setzen eines Zahn- oder Laborimplantats in das Bohrloch mittels eines Setzwerkzeugs mit der Bearbeitungsvor-
- 30 richtung (1) unter Verwendung der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten.
24. Verfahren zum automatisierten Setzen einer Bohrhülse in eine Bohrschablone für ein Zahnimplantat, umfassend folgende Schritte:

- 5 - Automatisches Bohren eines Bohrloches in die Bohrschablone mit einer Bearbeitungsvorrichtung (1), die motorische Stellantriebe aufweist, die zum automatischen Einstellen definierter Positionen anhand digitaler Soll-Positionierungsdaten ansteuerbar ausgebildet sind, insbesondere mit einer Bearbeitungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, mittels eines Bohrwerkzeugs anhand abgespeicherter Soll-Positionierungsdaten, und
- 10 - automatisches Setzen einer Bohrhülse in das Bohrloch mittels eines Setzwerkzeugs mit der Bearbeitungsvorrichtung (1) unter Verwendung der abgespeicherten Soll-Positionierungsdaten.

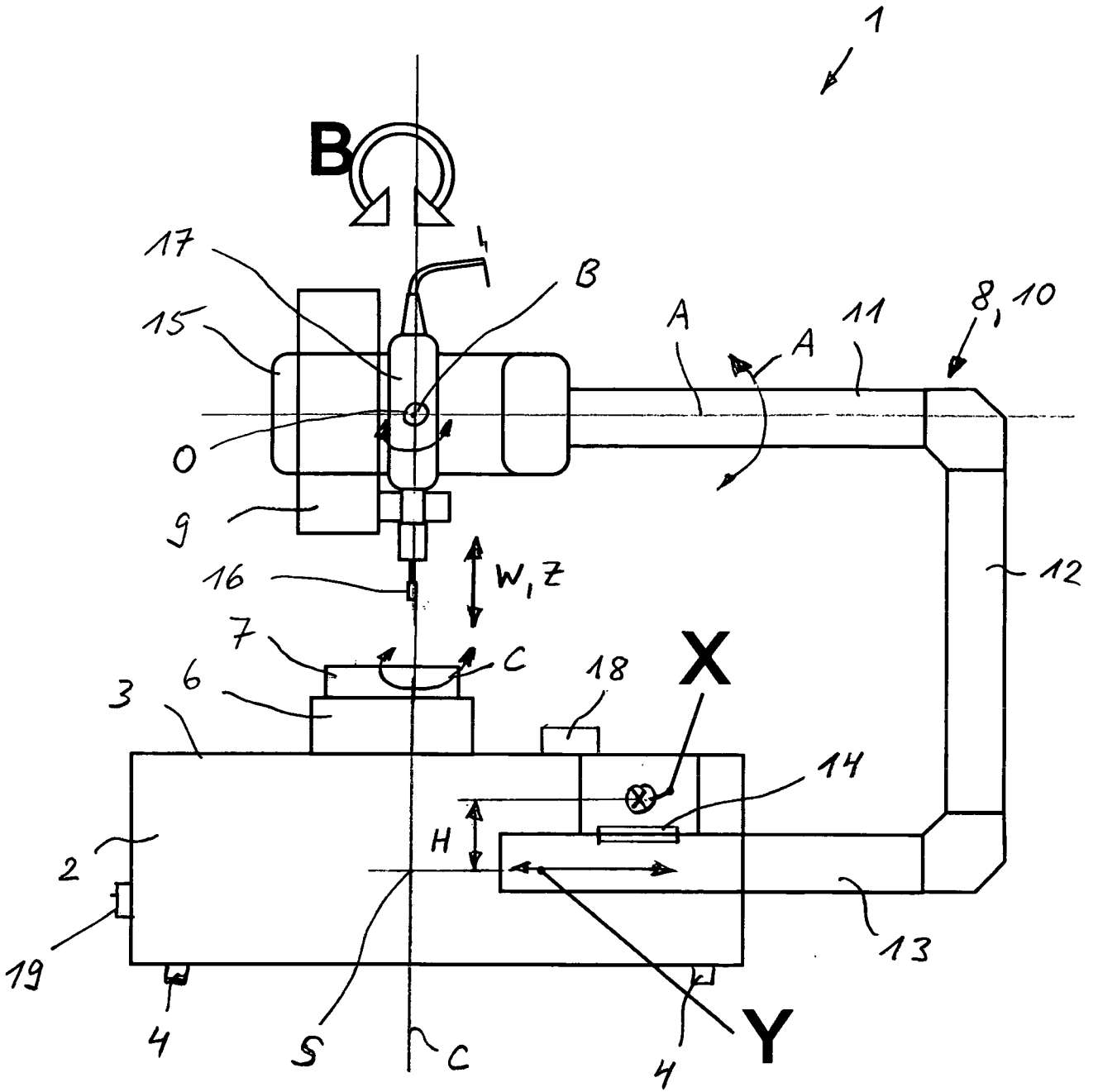


Fig. 1

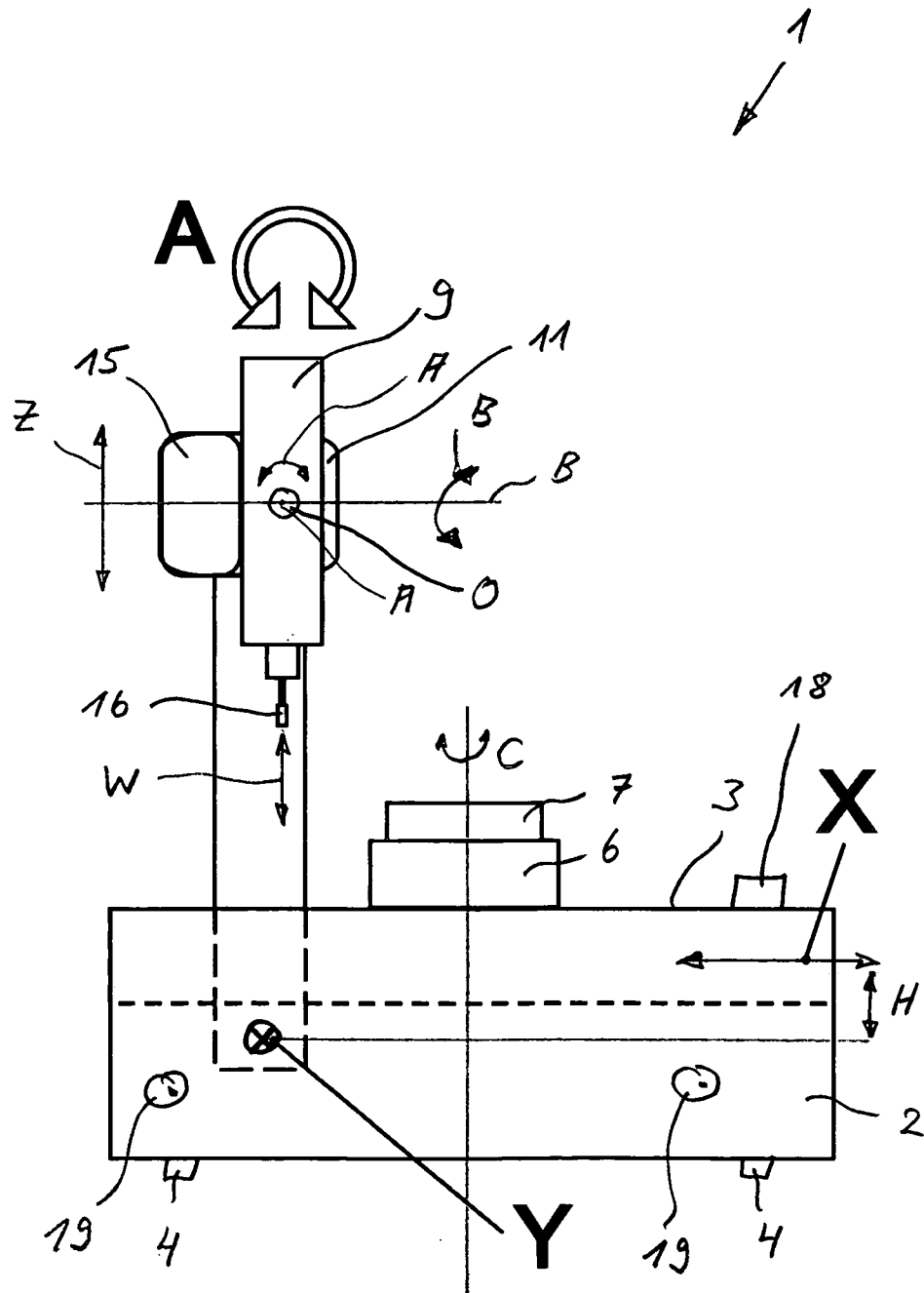


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/003736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. A61C1/08 A61B17/17 A61B17/88 B23Q1/54

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 A61C A61B B23Q

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 709 929 A (MEDIC STOM UMF TEMESCHBURG) 11 October 2006 (2006-10-11) cited in the application the whole document -----	1
A	DE 197 09 215 A1 (BRAUN DENTAL E BRAUN & CO) 17 September 1998 (1998-09-17) cited in the application the whole document -----	1
A	EP 1 520 551 A (DR-MEDIC-STOM UMF TEMESCHBURG) 6 April 2005 (2005-04-06) cited in the application the whole document -----	1
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 6 Juli 2009	Date of mailing of the international search report 14/07/2009
---	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/003736

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 32 986 A1 (NEUSCHAEFER) 23 January 2003 (2003-01-23) cited in the application figures 5,6	1
X	----- US 6 634 883 B2 (RANALLI) 21 October 2003 (2003-10-21) cited in the application claims 1,8	23
X	----- US 5 967 777 A (KLEIN ET AL) 19 October 1999 (1999-10-19) claims 1,3,7 -----	24

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see extra sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-22

Processing device comprising a chassis with a baseplate; a tool receptacle that is movably arranged in relation to the baseplate and is pivotable about two pivoting axes; and a displacement device for displacing the tool receptacle relative to the workpiece table.

2. Claim 23

Method for the automatized placement of a tooth or laboratory implant into a drill hole of a jaw model.

3. Claim 24

Method for the automatized placement of a drill bushing into a drill template for a tooth implant.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2008/003736
--

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1709929	A	11-10-2006	DE 102005016396 A1	12-10-2006
DE 19709215	A1	17-09-1998	NONE	
EP 1520551	A	06-04-2005	DE 10346129 A1	21-04-2005
DE 10132986	A1	23-01-2003	NONE	
US 6634883	B2	21-10-2003	US 2001053510 A1	20-12-2001
US 5967777	A	19-10-1999	AU 1609699 A	15-06-1999
			BR 9815333 A	26-12-2001
			CA 2311370 A1	03-06-1999
			EP 1030598 A1	30-08-2000
			IL 136319 A	18-12-2005
			JP 2001523509 T	27-11-2001
			WO 9926540 A1	03-06-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/003736

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. A61C1/08 A61B17/17 A61B17/88 B23Q1/54

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

A61C A61B B23Q

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 709 929 A (MEDIC STOM UMF TEMESCHBURG) 11. Oktober 2006 (2006-10-11) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1
A	DE 197 09 215 A1 (BRAUN DENTAL E BRAUN & CO) 17. September 1998 (1998-09-17) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1
A	EP 1 520 551 A (DR-MEDIC-STOM UMF TEMESCHBURG) 6. April 2005 (2005-04-06) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | <ul style="list-style-type: none"> *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
6. Juli 2009	14/07/2009
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Raybould, Bruce

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 32 986 A1 (NEUSCHAEFER) 23. Januar 2003 (2003-01-23) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 5,6 -----	1
X	US 6 634 883 B2 (RANALLI) 21. Oktober 2003 (2003-10-21) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,8 -----	23
X	US 5 967 777 A (KLEIN ET AL) 19. Oktober 1999 (1999-10-19) Ansprüche 1,3,7 -----	24

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr. weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr. weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr. weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser Internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-22

Bearbeitungsvorrichtung umfassend ein Chassis mit einer Grundplatte; eine zur Grundplatte beweglich angeordnete, um 2 schwenkachsen schwenkbare Werkzeugaufnahme für ein Werkzeug ; und eine Vorrichtung zum Verfahren der Werkzeugaufnahme relativ zu dem Werkstücktisch.

2. Anspruch: 23

Verfahren zum automatisierten Setzen eines Zahn- oder Laborimplantats in ein Bohrloch eines Kiefermodells.

3. Anspruch: 24

Verfahren zum automatisierten Setzen einer Bohrhülse in eine Bohrschablone für ein Zahnimplantat

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/003736

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1709929	A	11-10-2006	DE 102005016396 A1	12-10-2006
DE 19709215	A1	17-09-1998	KEINE	
EP 1520551	A	06-04-2005	DE 10346129 A1	21-04-2005
DE 10132986	A1	23-01-2003	KEINE	
US 6634883	B2	21-10-2003	US 2001053510 A1	20-12-2001
US 5967777	A	19-10-1999	AU 1609699 A	15-06-1999
			BR 9815333 A	26-12-2001
			CA 2311370 A1	03-06-1999
			EP 1030598 A1	30-08-2000
			IL 136319 A	18-12-2005
			JP 2001523509 T	27-11-2001
			WO 9926540 A1	03-06-1999