

(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
13. Mai 2004 (13.05.2004)

PCT

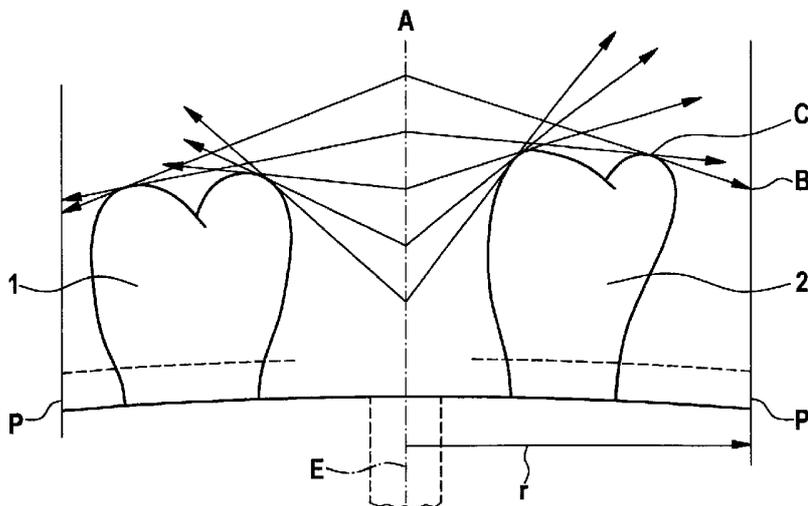
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/039278 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: A61C 1/08, A61B 17/17 (74) **Anwalt:** SOMMER, Peter; Viktoriastrasse 28, 68165 Mannheim (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003571 (81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Oktober 2003 (27.10.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 50 006.1 25. Oktober 2002 (25.10.2002) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** SIRONA DENTAL SYSTEMS GMBH [DE/DE]; Fabrikstrasse 31, 64625 Bensheim (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** SALIGER, Günter [DE/DE]; Hemsbergstrasse 58, 64625 Bensheim (DE).
- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR PRECISELY-POSITIONED PRODUCTION OF A CAVITY, ESPECIALLY A BONE CAVITY AND INSTRUMENT THEREFOR

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR LAGERICHTIGEN HERSTELLUNG EINER KAVITÄT, INSBESONDERE EINER KNOCHENKAVITÄT UND INSTRUMENT HIERFÜR



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for precisely-positioned production of a cavity, especially a bone cavity, at a preparation point by means of a hand instrument, comprising the following steps: calculation of position-dependent surface characteristics from a three-dimensional data set of the surface of the preparation point at a desired position of an implant which is to be inserted in said cavity, wherein the area in which the cavity is to be created is represented in the form of a three-dimensional data set of volume data; detection of at least one partial cut-out of the preparation point comprising an actual visible surface feature by means of a camera which is arranged on the hand instrument at a pre-defined distance to a processing tool and display as a video image; insertion of a calculated surface characteristic for the desired position of the hand instrument, wherein the inserted surface characteristic can be altered, especially made congruent with respect to its position in relation to the actual visible surface characteristic by modifying the position and the inclination of the hand instrument.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/039278 A1

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

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

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur lagerichtigen Herstellung einer Kavität, insbesondere einer Knochenkavität, an einer Präparationsstelle mittels eines Handinstruments, mit folgenden Schritten: - Berechnung von positionsabhängigen Oberflächenmerkmalen aus einem dreidimensionalen Datensatz der Oberfläche der Präparationsstelle zu einer gewünschten Position eines in die Kavität einzubringenden Implantats, wobei der Bereich, in dem die Kavität erstellt werden soll, als dreidimensionaler Datensatz von Volumendaten vorliegt; - Erfassen mindestens eines ein tatsächlich sichtbares Oberflächenmerkmal aufweisenden Teilausschnittes der Präparationsstelle mittels einer am Handinstrument angeordneten Kamera mit vorgegebenem Abstand zu einem Bearbeitungswerkzeug und Anzeige als Videobild; - Einblenden eines berechneten Oberflächenmerkmals für die Sollposition des Handinstruments, wobei durch Veränderung der Position und der Neigung des Handinstruments das eingeblendete Oberflächenmerkmal bezüglich seiner Lage zu dem tatsächlich sichtbaren Oberflächenmerkmal verändert, insbesondere zur Deckung gebracht werden kann. Ein weiterer Gegenstand ist ein Instrument hierfür.

Beschreibung

Verfahren zur lagerichtigen Herstellung einer
Kavität, insbesondere einer Knochenkavität und
Instrument hierfür

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur lagerichtigen Herstellung einer Kavität, insbesondere einer Knochenkavität und ein Instrument hierfür.

10 In der zahnärztlichen Implantologie geht es darum, körperfremde Passstücke, sogenannte Implantate in den Knochen einzugliedern, um auf diesem Weg eine substanzschonende, prothetische Versorgung von Zahnlücken und eine Versorgung von zahnlosen Kiefern mit festsitzendem Zahnersatz zu er-
15 möglichen.

Bei der Implantation dieser Passstücke müssen verschiedene zahnärztliche und anatomische Randbedingungen eingehalten werden, um einen langfristigen Behandlungserfolg zu erzielen. Die Übertragung der Kaukräfte in den Kieferknochen
20 muss so geschehen, dass die anerkannten Regeln der Biomechanik und der zahnärztlichen Prothetik Beachtung finden. Körperhöhlen dürfen nicht eröffnet und Nervenbahnen dürfen nicht verletzt werden. Schließlich muss auf ein quantitativ und qualitativ ausreichendes Angebot an Knochensubstanz ge-
25 achtet werden.

Diese Randbedingungen erfordern es, eine umfassende Diagnostik vor dem Eingriff und eine angemessene Planung des Eingriffs selbst durchzuführen. Schlussendlich gilt es eine

- 2 -

gute Umsetzung der Planung während der Operation zu erreichen.

Stand der Technik

Im Regelfall kann der Implantologe mit den heute schon verfügbaren technischen Hilfsmitteln wie Computertomographie (CT), Orthopantomographie (OPG), Messung der Knochendichte und -dicke eine ausreichende Diagnostik und damit eine gute Planung von Implantatversorgungen durchführen.

Im Bereich der Umsetzung dieser Planung in die Realität ergeben sich jedoch erhebliche Defizite.

In den letzten Jahren wurde der Versuch unternommen, diese Lücke zu schließen. Dabei kamen Verfahren der Neurochirurgie und der Orthopädie zum Einsatz. An dem Patienten und an den Operationsinstrumenten werden Markierungen angebracht, die mit Hilfe zweier Kameras beobachtet werden. Aus der bekannten Geometrie der Operationsinstrumente und der Markierungen lässt sich die relative Position z. B. eines Bohrinstrumentes ermitteln. Nach diesem Prinzip kann man dann eine effektive Umsetzung der Implantatplanung bewerkstelligen. Dabei erlaubten es solche Verfahren, Genauigkeiten von 1 mm zu erzielen, d. h. es können Abweichungen zwischen der geplanten und der realisierten Position in der Größe von 1 mm auftreten.

Der Nachteil dieser Geräte ist allerdings ihr vergleichsweise hoher Preis. Damit sind diese Geräte nur dann wirtschaftlich sinnvoll einsetzbar, wenn eine Vielzahl von Implantaten gesetzt wird.

Das Ziel der Erfindung ist es nun, eine kostengünstigere Lösung für das oben beschriebene Problem anzugeben, um da-

- 3 -

mit bereits den wirtschaftlichen Einsatz bei nur wenigen Implantaten zu erreichen.

Darstellung der Erfindung

Der hier beschriebenen Erfindung liegt die Idee zugrunde, dass geeignete Oberflächenmerkmale, wie beispielsweise die Horizontlinie einer topographischen Oberfläche in kodierter Form auch die Position des Beobachters enthält.

Ausgehend von dieser Tatsache wird ein Verfahren zur lage-richtigen Herstellung einer Kavität an einer Präparations-
10 stelle vorgeschlagen, bei dem unter Verwendung eines Hand-instruments eine Berechnung positionsabhängigen Oberflächenmerkmalen aus einem dreidimensionalen Datensatz der Oberfläche der Präparationsstelle zu einer gewünschten Position eines in die Kavität einzubringenden Implantats erfolgt, wobei der Bereich, in dem die Kavität erstellt und
15 anschließend das Implantat eingebracht werden soll, als dreidimensionaler Datensatzes von Volumendaten vorliegt.

Mittels einer am Handinstrument angeordneten Kamera mit vorgegebenem Abstand zu einem Bearbeitungswerkzeug wird
20 mindestens ein ein tatsächlich sichtbares positionsabhängigen Oberflächenmerkmal aufweisender Teilausschnitt der Präparationsstelle erfasst und als Videobild angezeigt. In das Videobild wird das berechnete positionsabhängige Oberflächenmerkmal für die Sollposition des Handinstruments einge-
25 blendet, wobei sich durch Veränderung der Position und der Neigung des Handinstruments das eingeblendete positionsabhängige Oberflächenmerkmal bezüglich seiner Lage zu dem tatsächlich sichtbaren positionsabhängigen Oberflächenmerkmal verändert und insbesondere zur Deckung gebracht werden
30 kann.

- 4 -

Unter der Bezeichnung „Kamera“ werden alle Messeinheiten, Abbildungseinheiten oder Bilderfassungseinheiten verstanden, die dazu in der Lage sind, einen Teilausschnitt der Präparationsstelle so zu erfassen, dass eine Anzeige als Videobild möglich ist.

Dadurch ist es möglich, dem Benutzer anzuzeigen, ob die Orientierung seines Handinstruments derart ist, dass der gewünschte Verlauf der Kavität erzeugt das Implantat an der geplanten Stelle inseriert werden kann.

Über spezielle Markierungen, sogenannte röntgenopake Marker, die sowohl in den Volumendaten des Röntgenbilds als auch im 3D-Datensatz der Oberfläche sichtbar sind, ist die Relativlage von Röntgenaufnahme und 3D-Datensatz bekannt. Die Einbaulage des Implantats wird anhand der Röntgenaufnahme durch den Implantologen festgelegt. Damit ist ihre Lage auch relativ zum 3D-Datensatz bekannt und von dieser Position wird mittels des 3D-Datensatzes das positionsabhängige Oberflächenmerkmal berechnet, das sich ergäbe, wenn man das Bohrinstrument an die durch die Planung definierte Position bringt und es entsprechend der geplanten Bohrachse ausrichtet.

Als Oberflächenmerkmal kann jedes geeignete visuell darstellbare Merkmal eines Zahns oder der Präparationsumgebung verwendet werden, welches aus den Oberflächendaten berechnet werden kann und eine Positionsbestimmung erlaubt, insbesondere eine Horizontlinie.

Vorteilhafterweise wird während der Bearbeitung stets das für die jeweilige Position des Handinstruments berechnete positionsabhängige Oberflächenmerkmal in das Videobild eingeblendet, wobei die jeweilige Position des Handinstruments

- 5 -

einer Positionen des Implantats innerhalb der Kavität entspricht. Dadurch ist sichergestellt, dass auch nach einem anfänglich korrekten Aufsetzen des Handinstruments eine Kontrolle möglich ist.

5 Vorteilhafterweise erstreckt sich die Kontrollmöglichkeit auch auf die Endposition, indem ein positionsabhängiges Oberflächenmerkmal für eine Endposition des Bearbeitungswerkzeugs in der herzustellenden Kavität angezeigt wird.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Handinstrument zur Herstellung oder Bearbeitung von Kavitäten, insbesondere von Knochenkavitäten, welches ein Bearbeitungswerkzeug umfasst. Am Handinstrument ist eine Kamera vorgesehen, deren Abstand zur Spitze des Bearbeitungswerkzeuges bekannt ist.

15 Mit einem derartigen Handinstrument ist die Erfassung der Präparationsstelle und der Vergleich mit einem dreidimensionalen Datensatz von Volumendaten oder von Oberflächendaten möglich.

Vorteilhafterweise besitzt die Kamera eine Schärfentiefe von 5 bis 30 mm und erfasst eine Rundumsicht. Dadurch ist eine Orientierung nach der Seite mit den am stärksten ausgeprägten Orientierungsmerkmalen des 3D-Datensatzes möglich.

Gemäß einer Weiterbildung ist die Videokamera in das dem Bearbeitungswerkzeug zugewandte Ende des Instruments integriert. Dadurch ist die genaue Erfassung der tatsächlichen Horizontlinie des Vergleichsbildes an der Präparationsstelle möglich.

Schließlich können Leuchtmittel vorgesehen sein, welche den für die Erfassung und Darstellung der Horizontlinie rele-

- 6 -

vanten Teil oder andere markante Oberflächenmerkmale der Oberfläche ausleuchten.

Das Handinstrument kann mit einer Anzeige für das mit der Kamera aufgenommene Bild verbunden sein, in welcher darüber
5 hinaus aus einer Auswerteeinheit bereitgestellte Daten in Form einer Horizontlinie oder anderen markanten Oberflächenmerkmalen angezeigt werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der Zeichnung
10 erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 Darstellung einer Horizontlinie in einer ersten Ansicht,
- Fig. 2 Darstellung einer Horizontlinie in einer zweiten Ansicht,
- 15 Fig. 3 Anzeige eines Zahns und einer Soll-Horizontlinie mit Überdeckung,
- Fig. 4 korrekte Platzierung des Bearbeitungswerkzeugs des Handinstruments,
- Fig. 5 Anzeige eines Zahns und einer Soll-Horizontlinie
20 ohne Überdeckung,
- Fig. 6 abweichende Platzierung des Bearbeitungswerkzeugs des Handinstruments,
- Fig. 7 korrekte Platzierung des Bearbeitungswerkzeugs des Handinstruments während der Bearbeitung,
- 25 Fig. 8-11 die Veränderung der Horizontlinie während der Bearbeitung bis zu einer Endposition,
- Fig. 12 eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens als Schema.

Ausführungsbeispiel der Erfindung

- 7 -

Der Begriff der Horizontlinie als Beispiel eines positions-
abhängigen Oberflächenmerkmals ist anhand der Fig. 1 und 2
erläutert. Eine Horizontlinie ist durch die nachfolgende
Abbildungsvorschrift gekennzeichnet. Ein Beobachter an ei-
5 nem Ort A baut um sich herum einen z.B. kreisförmigen Pro-
jektionsschirm P auf, der mit einer transparenten Folie be-
spannt ist und dessen Radius r bekannt ist. Nun wird für
jedes Winkелеlement α des gesamten Panoramas die Stelle
B auf dem Schirm P markiert, an der Horizont C für den im
10 Zentrum A befindlichen Beobachter zu liegen scheint. Die
sich so ergebende Abbildung wird als Horizontlinie H be-
zeichnet. Kennzeichen der Horizontlinie H ist, dass in ih-
rer Form implizit auch der Standort des Beobachters kodiert
wird. Umkehrt kann man in Kenntnis einer bestimmten hinrei-
15 chend eigenartigen Horizontlinie den Ort wiederfinden, von
dem aus sie beobachtet wurde.

Ob es zwischen der Horizontlinie und den abgebildeten Ob-
jekten eine eindeutige Beziehung gibt, hängt von den abge-
bildeten Objekten ab. Je komplexer die Objekte sind, um so
20 eindeutiger ist die Beziehung. Folgendes Beispiel verdeut-
licht diesen Sachverhalt: Aus einem Bild, das eine Bergket-
te zeigt, kann zusammen mit der Information, welcher Weg im
Gebirge abgesprochen wurde, auf den Ort geschlossen wer-
den, an dem dieses Bild aufgenommen wurde.

25 Die Ortsbeziehung zwischen den Messdaten einer Oberflächen-
vermessung und den per Röntgen hergestellten Volumendaten
ist beispielsweise über röntgenopake Marker bekannt. Die
Einbaulage des Implantats wird anhand einer Röntgenaufnahme
(OPG, CT) ermittelt. Die dazu bekannte Lage der Oberflä-
30 chendaten wird während der Herstellung der Kavität zur Kon-
trolle der lagerichtigen Ausrichtung des Werkzeugs benutzt.

- 8 -

Dabei werden die Horizontlinien der Nachbarzähne 1, 2 oder sonstige geeignete und positionsabhängige Oberflächenmerkmale berücksichtigt.

Längs der Einschubrichtung des Implantat werden die zu erwartenden Horizontlinien mit Hilfe des 3D-Datensatzes berechnet. Dabei liegen alle Orte A auf einer Achse E parallel, insbesondere aber deckungsgleich mit der Einschubachse.

Fig. 3 zeigt schematisch einen Zahn 1, wie er durch die Optik des Bearbeitungsinstruments erfasst wird und auf einer Anzeige erscheint. Bei der fett markierten Linie handelt es sich um die Horizontlinie H, die an der durch die Planung definierten Solllage der Implantatachse sichtbar wäre. Wirklicher Horizont und Horizontlinie sind hier deckungsgleich. Die augenblicklich eingenommene Position des Bohrer ist daher korrekt.

Fig. 4 zeigt ein Bearbeitungsinstrument 3 mit einem Werkzeug 4, der sich an der vorausbestimmten Stelle befindet. Das Bearbeitungsinstrument 3 weist an seinem dem Bearbeitungswerkzeug 4 zugewandten Ende 5 eine in einem kleinen zylindrischen Aufsatz 6 untergebracht Optik zur Erfassung der Umgebung auf, etwa eine integrierte intraorale Videokamera. Die Relativlage zwischen der Spitze 7 des Werkzeugs und der Position der Optik ist bekannt. Der Aufsatz 6 befindet sich oberhalb des Werkzeugs 4 und enthält die Optik und ein Faserbündel zur Beleuchtung der Zähne.

Die Optik sollte einen Schärfentiefebereich zwischen 5 mm und 30 mm aufweisen. Sie darf nicht telezentrisch sein, d. h. Objekte in verschiedenen Entfernungen müssen unterschiedlich groß abgebildet werden. Es kann sich um eine 360

- 9 -

Grad Panoramaoptik handeln, wie es in der Fig. 6 angedeutet ist. Es ist jedoch ausreichend, wenn ein Bildfeld verwendet wird in einer Größe, dass ein Zahn erfasst wird. Die Kamera erfasst dann den Zahn 1, 2 also nur aus einer Richtung.

5 Dabei werden die Nachbarzähne 1 und 2 im Aufpunkt des herzustellenden Implantatbohrlochs 8 vollständig abgebildet. Wichtig bei dem Verfahren ist, dass sich ähnlich wie bei Bergkuppen die Höcker der Zähne hervorheben. Andere markante Oberflächenmerkmale können beispielsweise durch Füllun-
10 gen bereitgestellt werden. Auch hier sind grundsätzlich alle sichtbaren, positionsabhängigen Oberflächenmerkmale umfasst.

An die Verzeichnung der Optik sind keine besonderen Anforderungen zu stellen. Ein Schwarzweiß-Bild ist grundsätzlich
15 ausreichend.

Fig. 5 zeigt schematisch eine Anzeige, bei der der wirkliche Horizont W und die Horizontlinie H nicht deckungsgleich sind. Die augenblicklich eingenommene Position des Bohrers ist nicht korrekt, siehe Fig. 6. Der Bohrer befindet sich
20 noch nicht an der vorausbestimmten Stelle.

Bei der in Fig. 7 dargestellten richtigen Positionierung des Bohrers beginnt der Anwender, in den Knochen zu bohren. Das System zeigt nun diejenige Horizontlinie an, bis zu der der Anwender bohren darf.

25 Fig. 8 zeigt das lagerichtig aufgesetzte Werkzeug 4 des Bearbeitungsinstruments 3. Fig. 9 zeigt die zugehörige Horizontlinie. Die hintere passende Horizontlinie H zeigt, dass der Aufpunkt der Bohrung lagerichtig gefunden wurde. Eine zweite, vordere, nicht passende Horizontlinie H' wird nach
30 dem Start des Bohrvorgangs sichtbar. Erreicht der Bohrer

- 10 -

seine berechnete Endposition gemäß Fig. 10, passt diese Horizontlinie H' dann zu dem sich zeigenden Bild des Zahns, Fig. 11. Die von der Kamera aufgenommene Szene verändert sich während des Bohrens so, dass nun die Horizontlinie H' mit dem sichtbaren Horizont deckungsgleich ist.

Insgesamt läuft das Verfahren wie folgt ab: Die Zahn- bzw. Kieferoberfläche wird mit röntgenopaken Markierungen versehen, die eine Korrelation von 3D-Messdaten eines Volumens aus Röntgenbildern mit 3D-Meßdaten der Oberfläche erlauben. Die röntgenopaken Marker sind sowohl im Röntgenbild wie auch im Oberflächenbild sichtbar. Sie erlauben es, die Relativlage der beiden Aufnahmen zueinander zu bestimmen.

Anhand der Röntgenbilder wird eine Planung der Implantate durchgeführt. Dabei wird die Einsetztiefe und die Winkellage des Bohrkanals bestimmt.

Für alle Positionen des Bearbeitungswerkzeugs entlang des Bohrkanals wird aus den 3D-Messdaten der Oberfläche die zugehörige Horizontlinie berechnet.

Das Instrument zur Herstellung der Implantatbohrung besitzt eine intraorale Videokamera, deren Entfernung zu der Spitze des Bohrinstrumentes bekannt ist. In das Videobild dieser Kamera wird unter Berücksichtigung aller optischen Verzerrungen die berechnete Horizontlinie für die Sollposition eingeblendet. Durch Veränderung der Position und der Neigung des Bohrinstrumentes kann die eingeblendete Horizontlinie mit dem tatsächlich sichtbaren Horizont zur Deckung gebracht werden.

Während der Erstellung des Bohrkanals erfolgt ständig eine Visualisierung der dabei auftretenden Horizontlinien um si-

- 11 -

cherzustellen, dass der Bohrkanal in der richtigen Richtung vorangetrieben wird.

In Fig. 12 ist ein Aufbau schematisch dargestellt. Die Einheit 11 umfasst eine Anzeige 12, auf dem Handinstrument 3
5 aufgenommenen Bilder dargestellt werden können. Gleichzeitig dient eine Auswerteeinheit 13 der Steuerung des Bohrantriebs und der Berechnung des Oberflächenmerkmals, hier der Horizontlinie. Die Steuerung des Instruments kann so erfolgen, dass dann, wenn eine Abweichung von der vorgegebenen
10 Position festgestellt wird, der Antrieb für das Bearbeitungswerkzeug abgeschaltet wird und erst dann wieder freigegeben wird, wenn die richtige Position wieder erreicht wird.

Bezugszeichenliste

1	Zahn
2	Zahn
3	Handinstrument
5	4 Werkzeug
5	Ende des Handinstruments
6	Aufsatz
7	Spitze des Werkzeugs 4
8	Bohrloch
10	9
	10
11	Einheit
12	Anzeige
13	Auswerteeinheit
15	
	A Ort/Zentrum des Beobachters
	B Stelle
	C Horizont
	E Achse
20	H Horizontlinie
	H' Horizontlinie
	P Projektionsschirm
	r Radius
	W
25	

- 13 -

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur lagerichtigen Herstellung einer Kavität, insbesondere einer Knochenkavität, an einer Präparationsstelle mittels eines Handinstruments, mit folgenden Schritten:
- Berechnung von positionsabhängigen Oberflächenmerkmalen aus einem dreidimensionalen Datensatz der Oberfläche der Präparationsstelle zu einer gewünschten Position eines in die Kavität einzubringenden Implantats, wobei der Bereich, in dem die Kavität erstellt werden soll, als dreidimensionaler Datensatzes von Volumendaten vorliegt;
 - Erfassen mindestens eines ein tatsächlich sichtbares Oberflächenmerkmal aufweisenden Teilausschnittes der Präparationsstelle mittels einer am Handinstrument angeordneten Kamera mit vorgegebenem Abstand zu einem Bearbeitungswerkzeug und Anzeige als Videobild;
 - Einblenden eines berechneten Oberflächenmerkmals für die Sollposition des Handinstruments, wobei durch Veränderung der Position und der Neigung des Handinstruments das eingeblendete Oberflächenmerkmal bezüglich seiner Lage zu dem tatsächlich sichtbaren Oberflächenmerkmal verändert, insbesondere zur Deckung gebracht werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während der Bearbeitung stets die für die jeweilige Position des Handinstruments berechneten Oberflächenmerkmale in das Videobild eingeblendete sind, wobei die jeweilige Position des Handinstruments einer Position des Implantats innerhalb der Kavität entspricht.

- 14 -

3. Verfahren nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass ein Oberflächenmerkmal für eine Endposition des Handinstruments in der herzustellenden Kavität angezeigt wird.
- 5 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Oberflächenmerkmal eine Horizontlinie verwendet wird.
5. Handinstrument zur Herstellung oder Bearbeitung von Kavitäten, insbesondere von Knochenkavitäten, umfassend
10 ein Bearbeitungswerkzeug (4), dadurch gekennzeichnet, dass am Handinstrument (3) eine Kamera (6) vorgesehen ist, deren Abstand zur Spitze (7) des Bearbeitungswerkzeuges (4) bekannt ist.
6. Handinstrument nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Kamera (6) eine Schärfentiefe von 5 bis 30 mm besitzt und eine Rundumsicht erfasst.
7. Handinstrument nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (6) in das dem Bearbeitungswerkzeug (4) zugewandten Ende (5) des Instruments (3)
20 integriert ist.
8. Handinstrument nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Leuchtmittel vorgesehen sind, welche den für die Erfassung und Darstellung der Horizontlinie relevanten Teil der Oberfläche ausleuchten.
25
9. Handinstrument nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass es mit einer Anzeige (12) für das mit der Kamera aufgenommene Bild verbunden ist und dass in der Anzeige (12) darüber hinaus aus einer

- 15 -

Auswerteeinheit (13) bereitgestellte Daten als Oberflächenmerkmal angezeigt ist.

10. Handinstrument nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
dass die aus der Auswerteeinheit (13) bereitgestellten
5 Daten in Form einer Horizontlinie (H) angezeigt sind.

Fig. 1

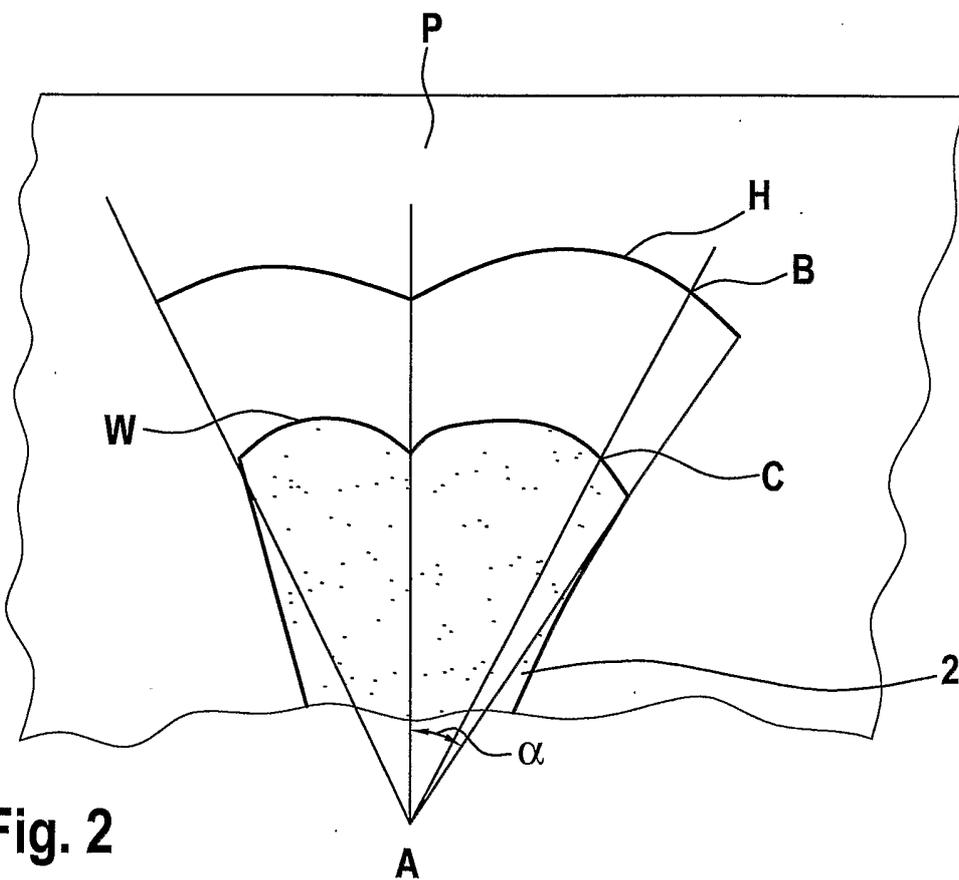
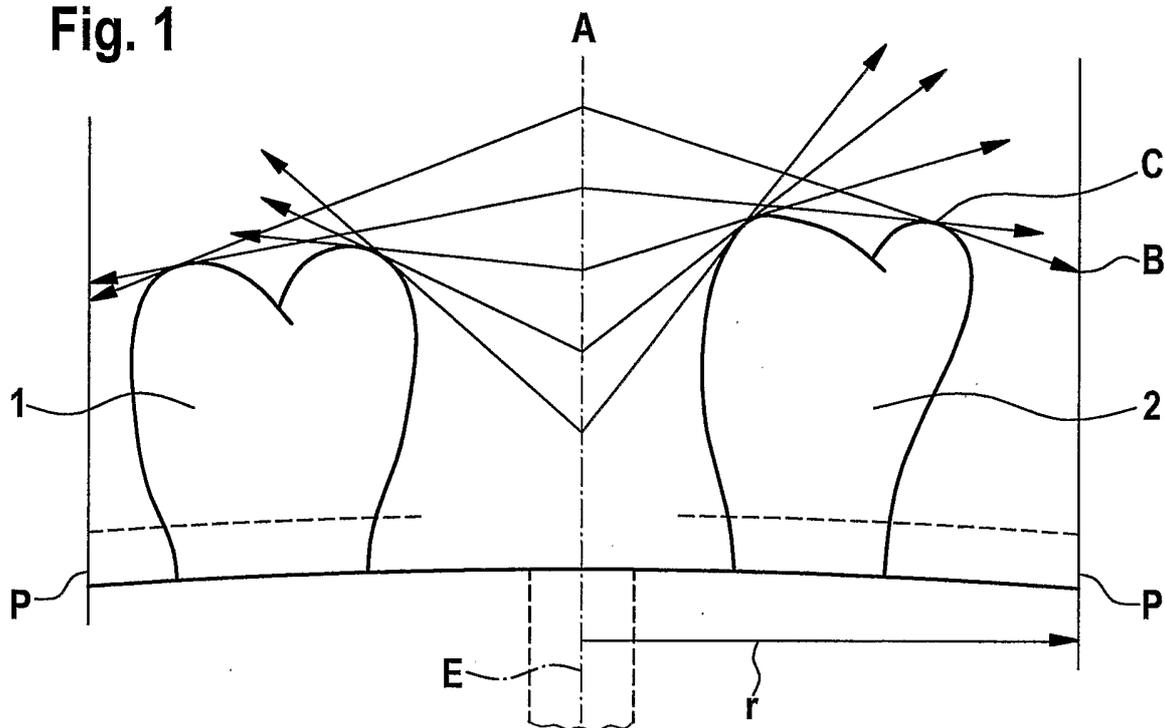


Fig. 2

2/7

Fig. 3

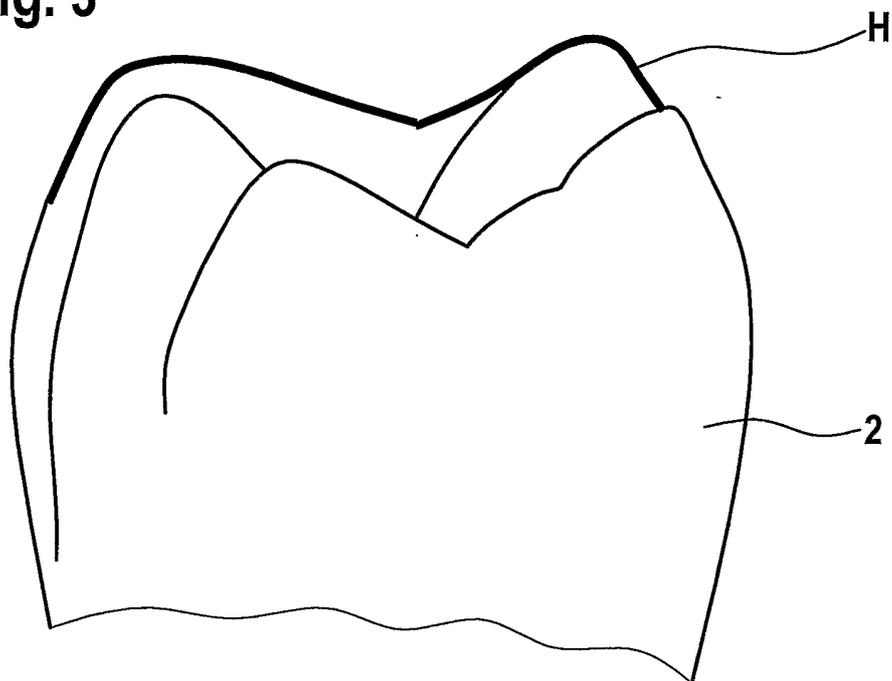
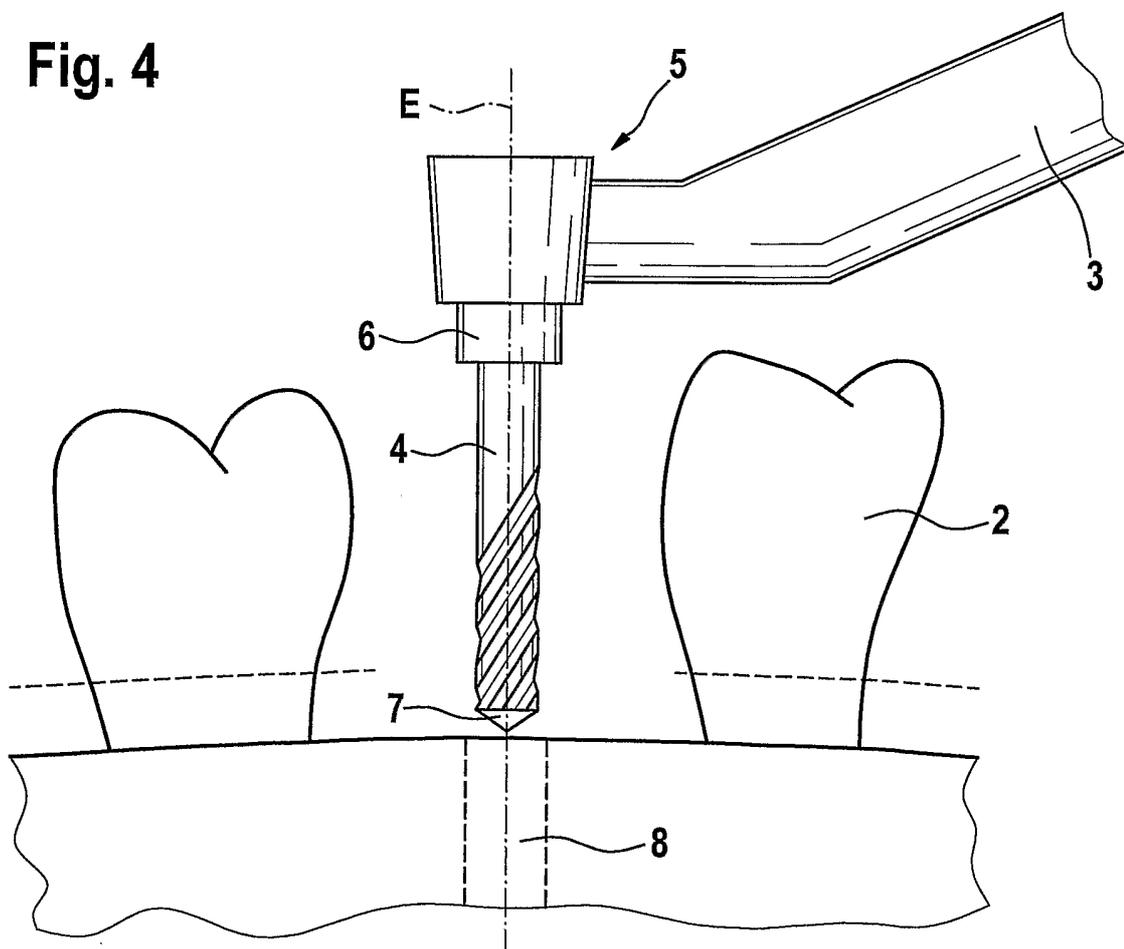


Fig. 4



ERSATZBLATT (REGEL 26)

3 / 7

Fig. 5

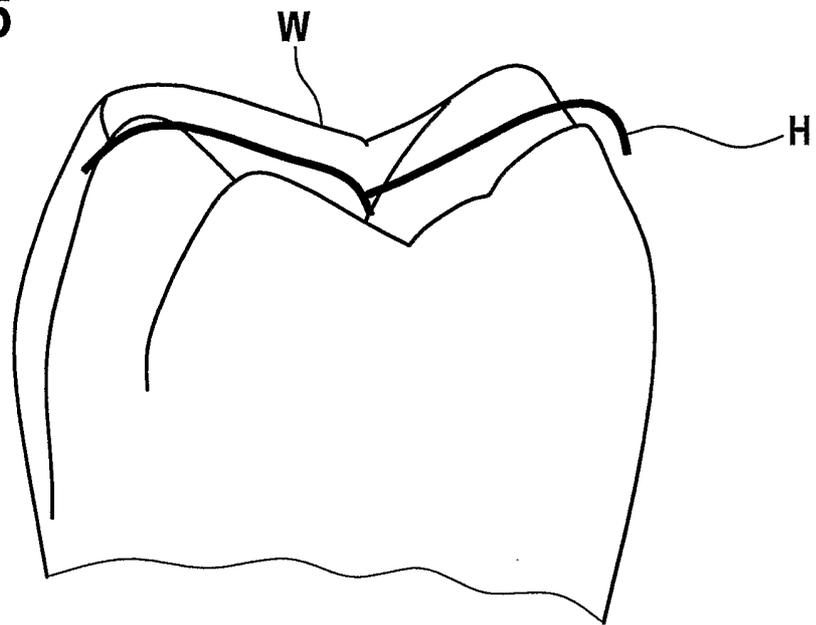
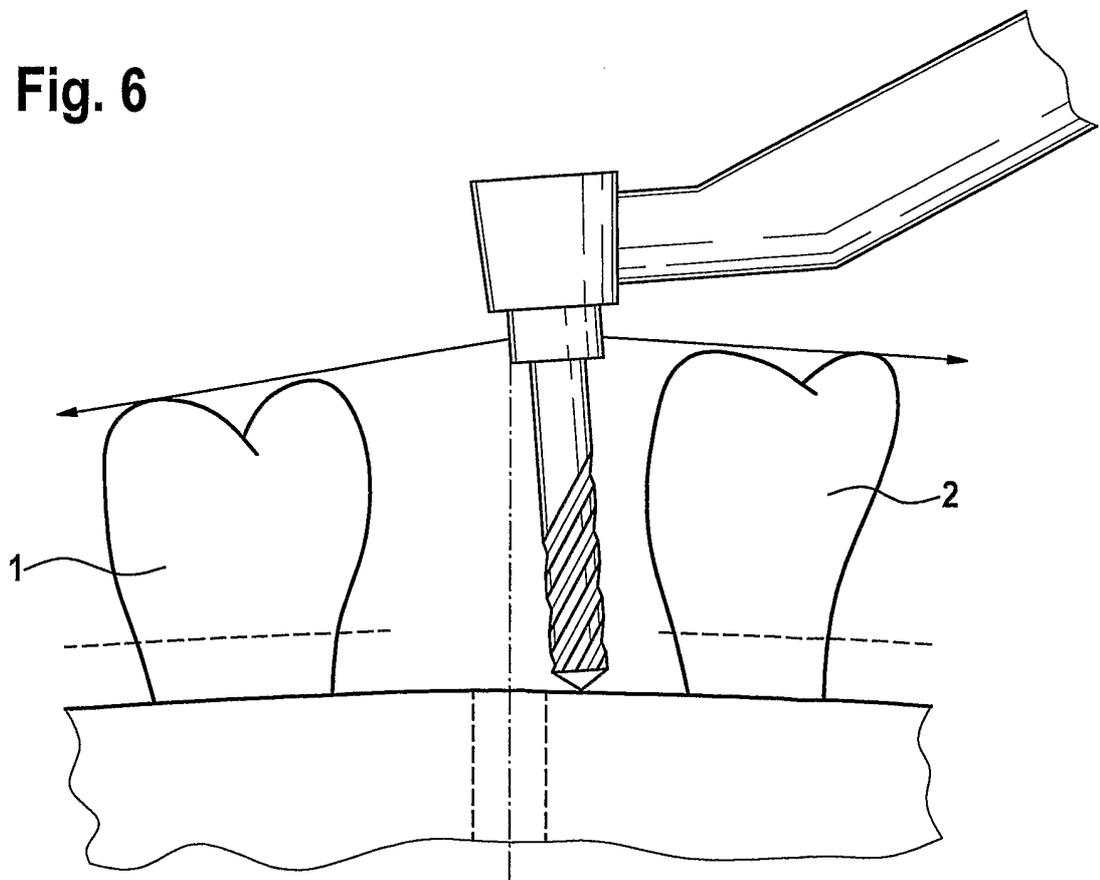
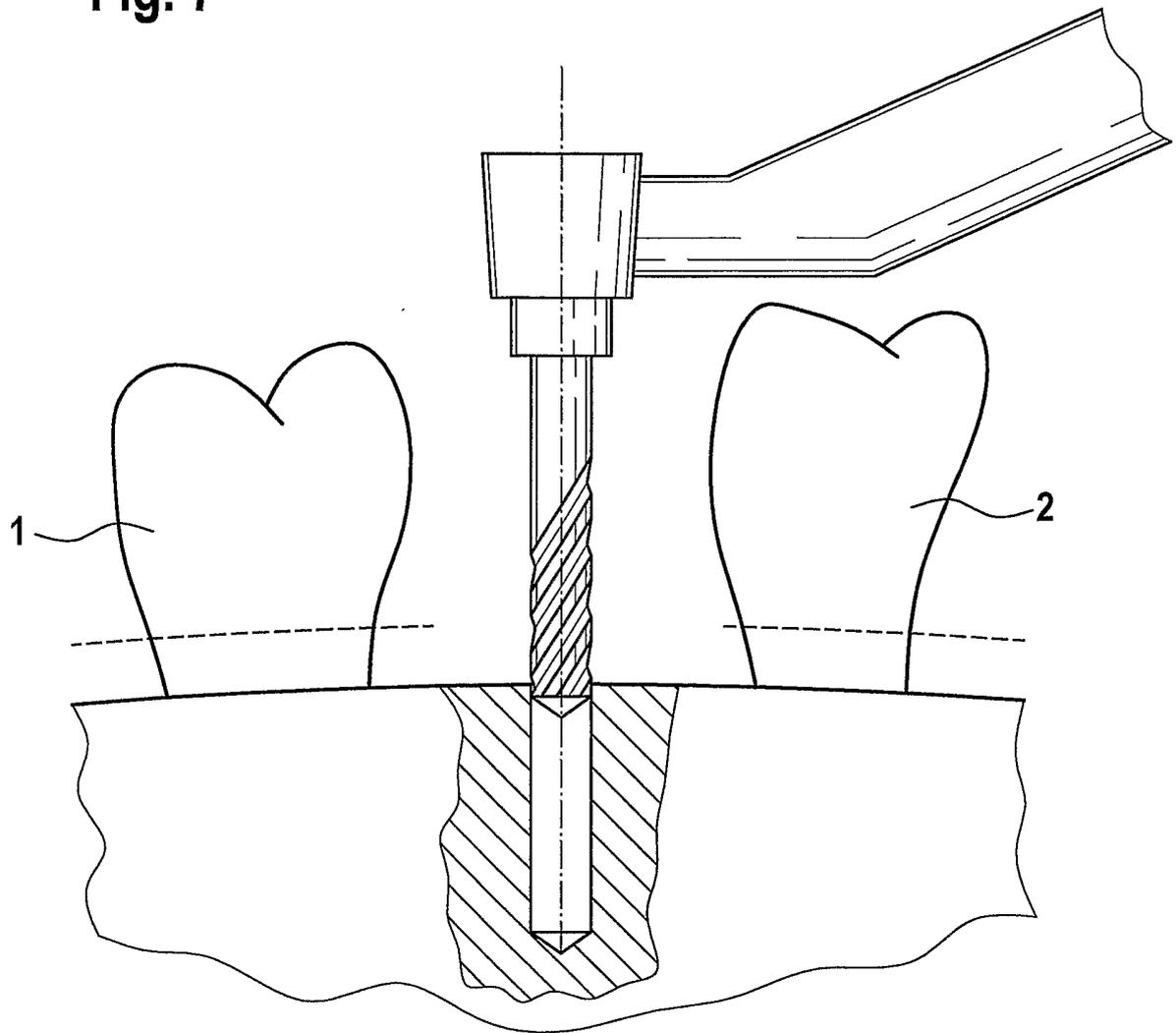


Fig. 6



4/7

Fig. 7



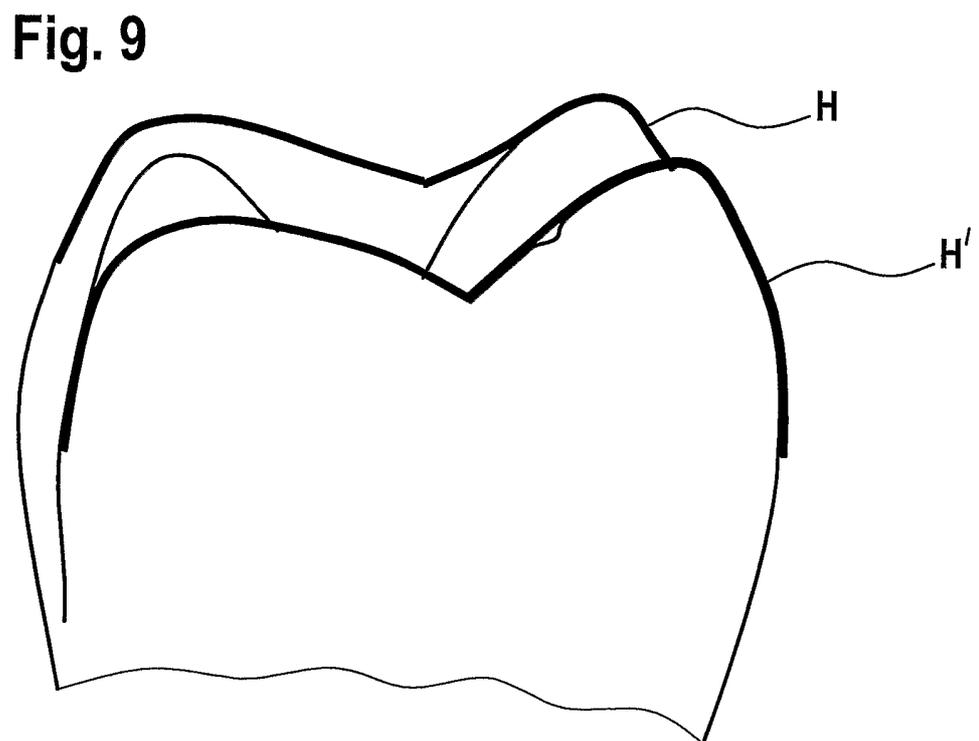
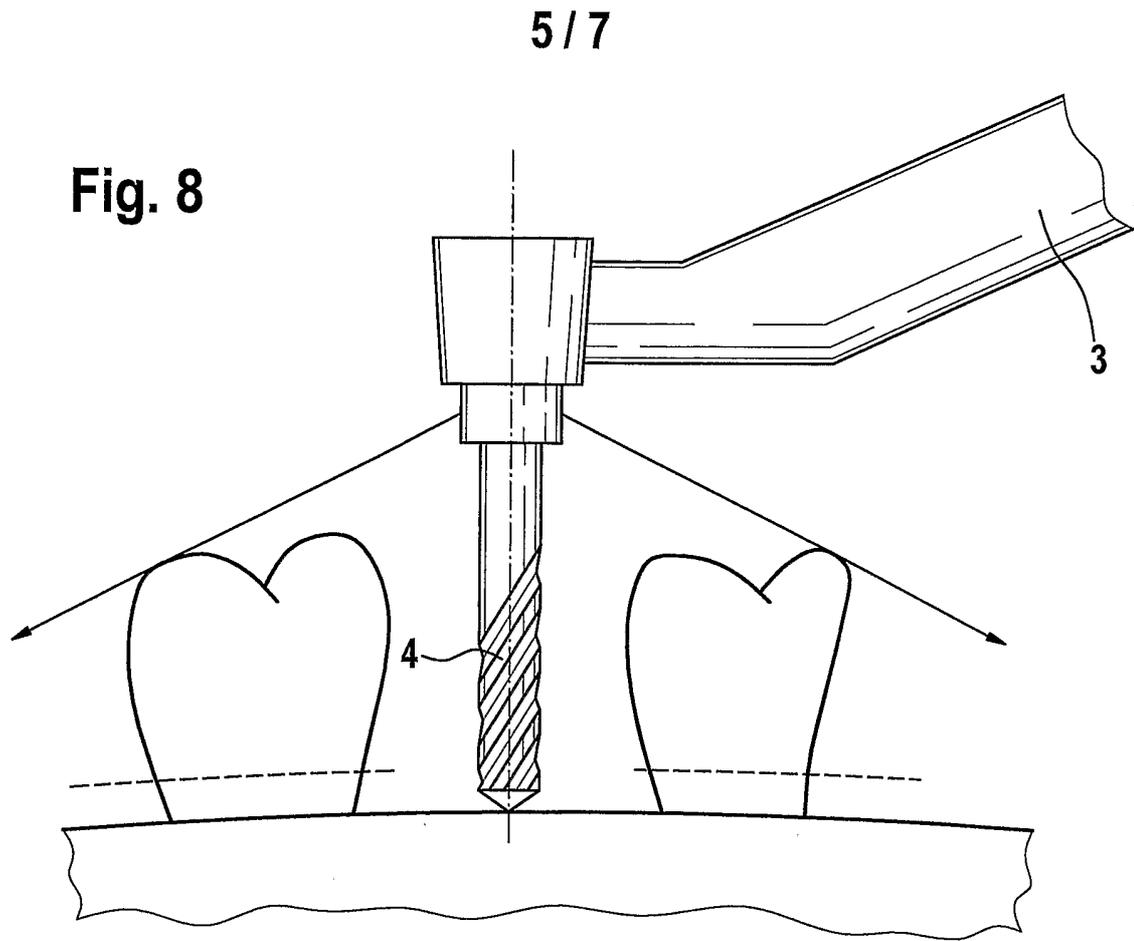


Fig. 10

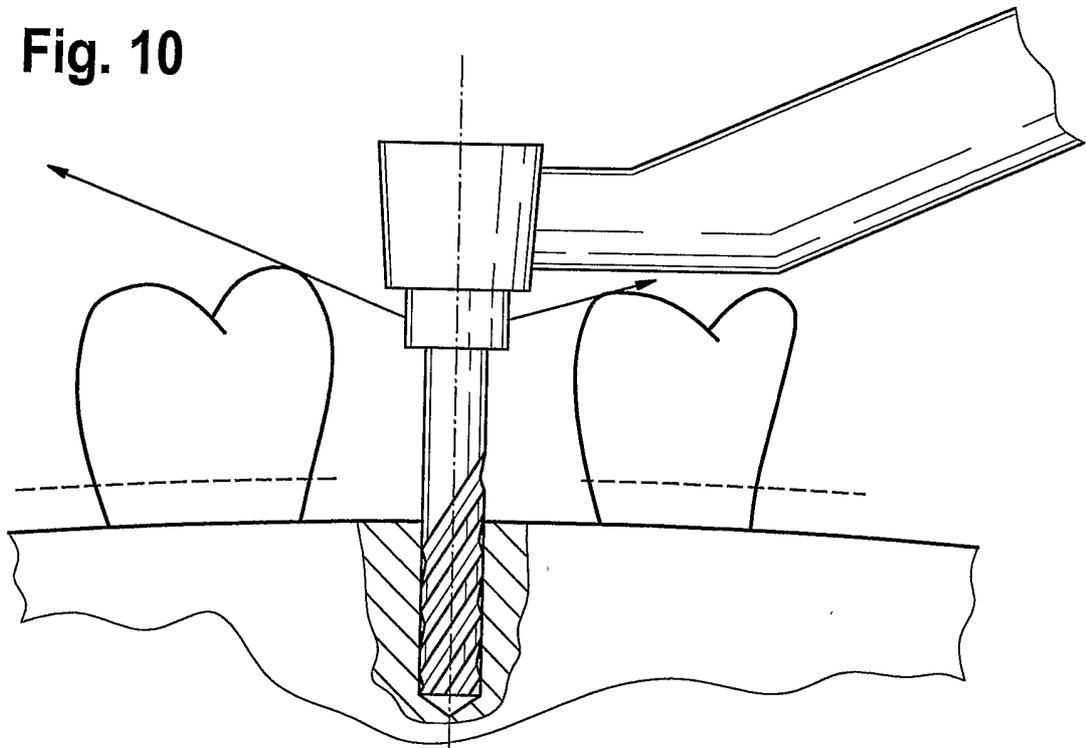
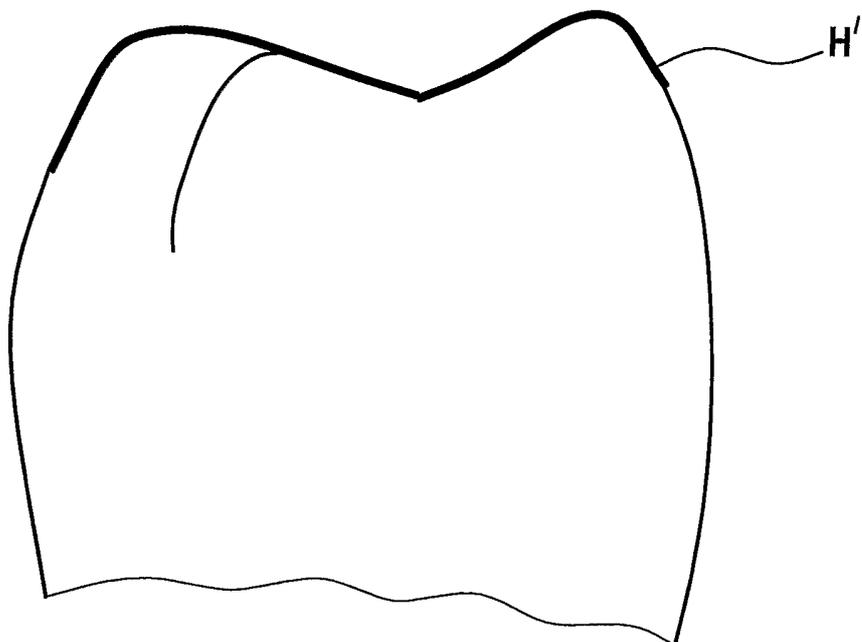
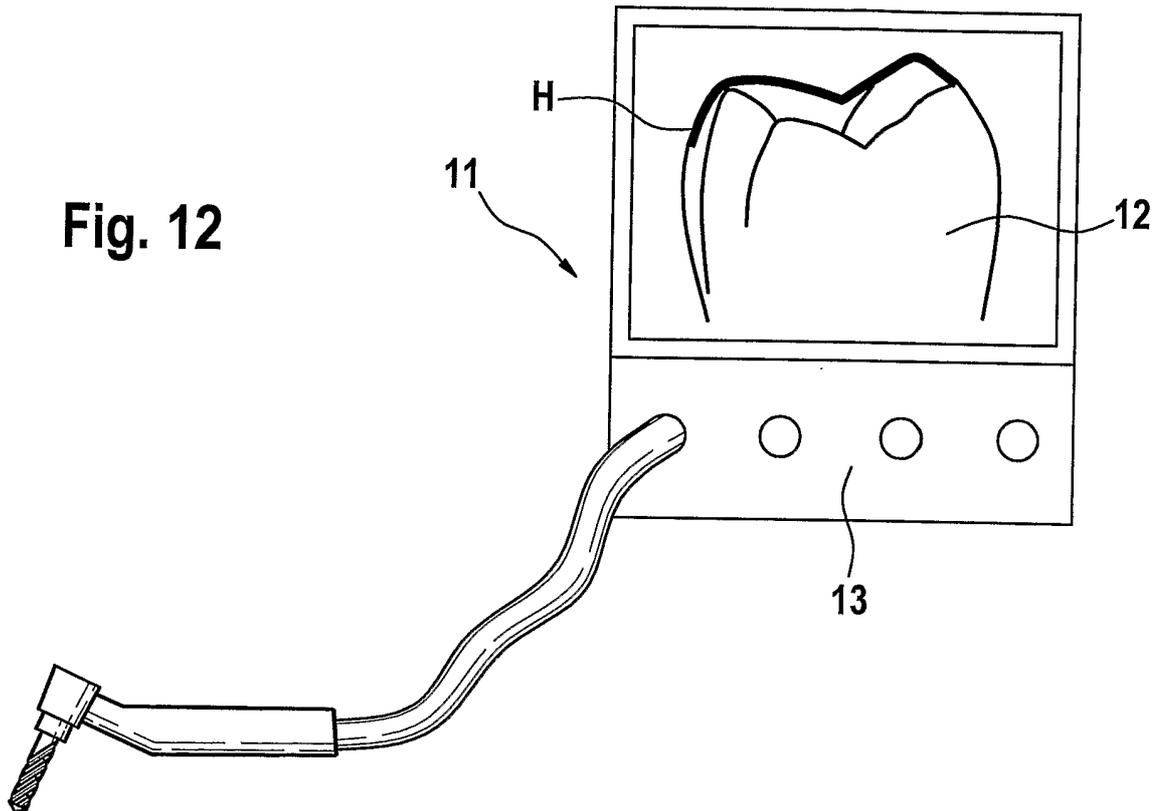


Fig. 11



7/7

Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/03571

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61C1/08 A61B17/17

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)
IPC 7 A61C A61B

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 868 886 A (DERYCKE RAYMOND RENE) 7 October 1998 (1998-10-07)	5-7, 9, 10
Y	column 58, line 23 - line 58 column 7, line 12 - column 8, line 14 column 8, line 41 - column 9, line 24	8
X	US 5 049 070 A (ADEMOVIC MARTIN) 17 September 1991 (1991-09-17)	5-9
Y	column 1, line 65 - column 2, line 36 column 3, line 40 - column 4, line 42	8
X	DE 40 09 438 A (KALTENBACH & VOIGT) 26 September 1991 (1991-09-26)	5-9
X	US 6 419 484 B1 (COLSTON JR BILL W ET AL) 16 July 2002 (2002-07-16)	5, 7-9
	column 3, line 19 - line 41	
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

16 March 2004

29/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ardhuin, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/03571

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 429 502 A (BUSH CHARLES S ET AL) 4 July 1995 (1995-07-04) column 7, line 26 -column 8, line 4; figures 10-12 -----	5,7,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 03/03571

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 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.: 1-4
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

RULE 39.1 (iv) PCT - METHOD FOR THE CHIRURGICAL TREATMENT OF THE HUMAN OR ANIMAL BODY

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 II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

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

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 an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
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.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03571

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0868886	A	FR 2761257 A1 EP 0868886 A1	02-10-1998 07-10-1998
US 5049070	A	NONE	
DE 4009438	A	DE 4009438 A1 AT 400669 B AT 36491 A CH 687582 A5 FR 2659844 A1 IT 1248283 B JP 5111497 A JP 7049041 B	26-09-1991 26-02-1996 15-07-1995 15-01-1997 27-09-1991 05-01-1995 07-05-1993 31-05-1995
US 6419484	B1	NONE	
US 5429502	A	US 5290168 A US 5115307 A US 5016098 A US 4727416 A DE 68910839 D1 DE 68910839 T2 EP 0326497 A2 US 5251025 A US 5051823 A BR 8705682 A CA 1339807 C DE 3784340 D1 DE 3784340 T2 EP 0280823 A1 US 4757381 A	01-03-1994 19-05-1992 14-05-1991 23-02-1988 05-01-1994 09-06-1994 02-08-1989 05-10-1993 24-09-1991 16-05-1989 07-04-1998 01-04-1993 01-07-1993 07-09-1988 12-07-1988

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 A61C1/08 A61B17/17

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

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)
 IPK 7 A61C A61B

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 868 886 A (DERYCKE RAYMOND RENE) 7. Oktober 1998 (1998-10-07)	5-7, 9, 10
Y	Spalte 58, Zeile 23 - Zeile 58 Spalte 7, Zeile 12 - Spalte 8, Zeile 14 Spalte 8, Zeile 41 - Spalte 9, Zeile 24 ---	8
X	US 5 049 070 A (ADEMOVIC MARTIN) 17. September 1991 (1991-09-17)	5-9
Y	Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 2, Zeile 36 Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 42 ---	8
X	DE 40 09 438 A (KALTENBACH & VOIGT) 26. September 1991 (1991-09-26)	5-9
X	US 6 419 484 B1 (COLSTON JR BILL W ET AL) 16. Juli 2002 (2002-07-16)	5, 7-9
	Spalte 3, Zeile 19 - Zeile 41 ---	
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

^o 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

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

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

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren 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

16. März 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ardhuin, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03571

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 429 502 A (BUSH CHARLES S ET AL) 4. Juli 1995 (1995-07-04) Spalte 7, Zeile 26 -Spalte 8, Zeile 4; Abbildungen 10-12 -----	5,7,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 03/03571

Feld I 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 Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr. 1-4
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
Regel 39.1(iv) PCT - Verfahren zur chirurgischen Behandlung des menschlichen oder tierischen Körpers
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 II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

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 eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr 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. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03571

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0868886	A	07-10-1998	FR 2761257 A1	02-10-1998
			EP 0868886 A1	07-10-1998
<hr/>				
US 5049070	A	17-09-1991	KEINE	
<hr/>				
DE 4009438	A	26-09-1991	DE 4009438 A1	26-09-1991
			AT 400669 B	26-02-1996
			AT 36491 A	15-07-1995
			CH 687582 A5	15-01-1997
			FR 2659844 A1	27-09-1991
			IT 1248283 B	05-01-1995
			JP 5111497 A	07-05-1993
			JP 7049041 B	31-05-1995
<hr/>				
US 6419484	B1	16-07-2002	KEINE	
<hr/>				
US 5429502	A	04-07-1995	US 5290168 A	01-03-1994
			US 5115307 A	19-05-1992
			US 5016098 A	14-05-1991
			US 4727416 A	23-02-1988
			DE 68910839 D1	05-01-1994
			DE 68910839 T2	09-06-1994
			EP 0326497 A2	02-08-1989
			US 5251025 A	05-10-1993
			US 5051823 A	24-09-1991
			BR 8705682 A	16-05-1989
			CA 1339807 C	07-04-1998
			DE 3784340 D1	01-04-1993
			DE 3784340 T2	01-07-1993
			EP 0280823 A1	07-09-1988
			US 4757381 A	12-07-1988