



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 37 948 T2** 2008.05.15

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 419 745 B1**

(51) Int Cl.⁸: **A61C 7/12** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 37 948.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 030 006.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.09.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.05.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.06.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.05.2008**

(30) Unionspriorität:

78879 14.05.1998 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

**Minnesota Mining and Manufacturing Company,
Saint Paul, Minn., US**

(72) Erfinder:

**Jordan, Russell A., Saint Paul, MN 55133-3427, US;
Hansen, James D., Saint Paul, MN 55133-3427, US;
Zhu, Yang, Saint Paul, MN 55133-3427, US**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **Artikel zusammengestellt aus einem Behälter und einem Satz orthodontischer Bänder**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Orthodontie. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung die Auswahl orthodontischen Zubehörs, z.B. orthodontische Bänder. Ein typisches orthodontisches Band ist in der Patentschrift Nr. EP-A-0595231 beschrieben.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Die orthodontische Behandlung beinhaltet das Bewegen der Zähne in gewünschte Stellungen. Während der Behandlung werden geschlitzte Körper (sogenannte Brackets) in der Regel auf die Frontzähne geklebt und ein Bogendraht, der in den Schlitzen gehalten wird, wirkt als Führung, um die Bewegung der Zähne zu steuern. Zähne werden üblicherweise durch Biegungen oder Windungen bewegt, die in dem Bogendraht vorgesehen sind, oder durch elastische Elemente, die zwischen den Brackets bestimmter Zähne verbunden sind.

[0003] Die Enden der Bogendrähte sind normalerweise in Vorrichtungen, sogenannten Bukkalröhrchen, verankert, die an den Molaren angeordnet sind. Gelegentlich werden die Bukkalröhrchen direkt auf eine Außenfläche der Molaren geklebt, wobei eine geringe Menge Kleber auf eine ähnliche Weise eingesetzt wird, wie bei dem Verfahren zum Kleben von Brackets direkt auf die Frontzähne. Jedoch sind die Bukkalröhrchen häufig relativ starken Kräften von den okkludierenden Zähnen ausgesetzt sowie Kräften, die von dem Bogendraht ausgehen. Dadurch können sich die Bukkalröhrchen spontan von dem Zahn lösen. Ein erneutes Ankleben des Bukkalröhrchens ist möglich, aber sowohl für den Kieferorthopäden als auch für den Patienten lästig.

[0004] Somit werden Bukkalröhrchen üblicherweise auf metallische orthodontische Bänder geschweißt, die um die Molaren angeordnet sind, um eine stabile Grundlage zum Anbringen der Bukkalröhrchen bereitzustellen. Orthodontische Bänder werden in einer Vielzahl von Formen und Größen hergestellt, so dass in jedem Einzelfall ein Band mit geeigneter Kontur und umfänglichen Abmessungen für einen enganliegenden Sitz am Molaren ausgewählt werden kann. Bänder sind auch zur Verwendung an den Front-, Eck- und den Bikuspidalen verfügbar, wenn eine relativ starke Verbindung mit diesen Zähnen gewünscht ist.

[0005] Die Wahl des Bandes erfolgt häufig durch den Kieferorthopäden, indem zunächst eine visuelle Einschätzung der Größe des gewählten Zahns vorgenommen wird, dann ein paar verschieden große Bänder ausgewählt werden, die der Größe des

Zahns am nächsten kommen. Allgemein besteht das Verfahren zum Anpassen dieser Bänder für den Kieferorthopäden darin, ein Band über dem Zahn anzuordnen und zu „fühlen“, wie es sitzt. Verschieden große Bänder werden probiert, bis eine gute oder Best-Fit-Einpassung gefunden wurde.

[0006] Während des Anpassvorgangs werden die von dem Kieferorthopäden ausgewählten Bänder auf einem Set-up Tray angeordnet, das von dem Patienten platziert wird. Nachdem das Best-Fit-Band gefunden wurde, werden die übrigen Bänder zur Vermeidung einer Kreuzkontamination sterilisiert, bevor sie in einen Aufbewahrungsbehälter gegeben (d.h. wieder eingelagert) werden.

[0007] Orthodontische Bänder müssen ziemlich genau um die Zahngeometrie herum passen, damit eine gute Funktion erhalten wird. Nachdem das passende orthodontische Band ausgewählt wurde, wird das Band einem Polierverfahren unterzogen, bei dem ein Rotationswerkzeug verwendet wird, um das Band passend zu den Zahnkonturen zu formen. Orthodontische Bänder haben eine Grundgeometrie, die über alle Größen unverändert bleibt. Allgemein werden die verschiedenen Größen der orthodontischen Bänder durch Staffelung einer Grundgeometrie nach oben oder nach unten hergestellt.

[0008] Das manuelle Verfahren zum Anpassen eines orthodontischen Bandes an den Zahn in der beschriebenen Weise ist ein sehr zeitaufwändiges Verfahren. Ferner erfordert dieses Verfahren, dass Probenbänder sterilisiert und neu eingelagert werden, nachdem das passende Band gefunden wurde.

Zusammenfassung der Erfindung

[0009] Die vorliegende Erfindung betrifft das Auswählen kieferorthopädischer Vorrichtungen, was automatisch und nicht durch manuelles Anpassen erfolgt, wie es in der Beschreibung des Standes der Technik beschrieben wird. In einer der Erfindung zugrundeliegenden Ausführungsform vergleicht ein rechnerimplementiertes Verfahren die Zahngeometrie mit bekannter Bandgeometrie, so dass ein passendes Band ohne manuelles Anpassen ausgewählt werden kann.

[0010] Ein rechnerimplementiertes Verfahren zum Auswählen einer orthodontischen Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet das Bereitstellen von Daten zu einem oder mehreren Zähnen eines Patienten, und das Bereitstellen von Daten zu einem Satz orthodontischer Vorrichtungen. Jede orthodontische Vorrichtung des Satzes orthodontischer Vorrichtungen hat einen Vorrichtungsparameter, der sich von den anderen orthodontischen Vorrichtungen des Satzes unterscheidet. Mindestens ein geometrischer Parameter eines Zahns oder mehrerer Zähne des

Patienten wird mit dessen kennzeichnenden Daten bestimmt. Der mindestens eine geometrische Parameter wird mit den Daten verglichen, die den Satz orthodontischer Vorrichtungen kennzeichnen, und eine orthodontische Vorrichtung des Satzes orthodontischer Vorrichtungen wird auf der Grundlage des Vergleichs ausgewählt.

[0011] In einer Ausführungsform des Verfahrens enthält der Satz orthodontischer Vorrichtungen einen Satz orthodontischer Bänder, wobei jedes Band des Satzes eine andere Größe aufweist. Diese Bänder können mit einem Kleberwerkstoff vorbeschichtet sein.

[0012] In einer Ausführungsform des Bandauswahlverfahrens beinhaltet das Bestimmen des geometrischen Parameters eines Zahns oder mehrerer Zähne des Patienten das Bestimmen eines geometrischen Parameters zu einem Abschnitt eines Zahns des Patienten, der orthogonal zu einer Mittelachse des Zahns liegt, z.B. einer Umfanglänge eines Querschnitts des Zahns des Patienten, eines Querschnittsbereichs des Zahns, des Volumens eines Zahnabschnitts, der Breite eines Zahnquerschnitts usw. In anderen Ausführungsformen des Verfahrens kann die Mittelachse auf der Grundlage eines Best-Fit-Zylinders für Daten bestimmt werden, die für den Zahn kennzeichnend sind, oder auf der Grundlage einer okklusalen Best-Fit-Ebene für Daten, die den Zahn kennzeichnen.

[0013] Ein in der Orthodontie einsetzbares Verfahren wird ebenfalls beschrieben. Das Verfahren beinhaltet das Erzeugen von Daten, die mindestens einen geometrischen Parameter eines Zahns eines Patienten kennzeichnen, und das Bereitstellen von Daten, die einen Satz orthodontischer Bänder kennzeichnen. Jedes orthodontische Band des Satzes hat einen zugehörigen Bandparameter, der sich von den anderen orthodontischen Bändern des Satzes unterscheidet. Der mindestens eine geometrische Parameter wird mit den Daten, die den Satz orthodontischer Bänder kennzeichnen, verglichen, und eines aus dem Satz orthodontischer Bänder wird auf der Grundlage des Vergleichs ausgewählt. Das ausgewählte Band wird auf den Zahn aufgebracht. In anderen Ausführungsformen des Verfahrens kann, muss aber nicht, der Satz orthodontischer Bänder mit einem Kleberwerkstoff vorbeschichtet werden.

[0014] Ein computerlesbares Medium mit einem Programm zum Auswählen orthodontischer Vorrichtungen enthält einen Programmteil zum Erkennen von Daten, die einen oder mehrere Zähne eines Patienten kennzeichnen, und zum Erkennen von Daten, die einen Satz orthodontischer Vorrichtungen kennzeichnen. Jede orthodontische Vorrichtung des Satzes orthodontischer Vorrichtungen hat einen Vorrichtungsparameter, der sich von den anderen orthodon-

tischen Vorrichtungen des Satzes unterscheidet. Das Programm bestimmt ferner mindestens einen geometrischen Parameter eines Zahns oder mehrerer Zähne des Patienten mit Hilfe der Daten, die ihn kennzeichnen. Ferner wird der mindestens eine geometrische Parameter mit den Daten verglichen, die den Satz orthodontischer Vorrichtungen kennzeichnen, und eine orthodontische Vorrichtung des Satzes orthodontischer Vorrichtungen wird auf der Grundlage des Vergleichs ausgewählt.

[0015] Ein der vorliegenden Erfindung zugrundeliegendes System für den Einsatz in der Orthodontie enthält einen Speicher, der Daten speichert, die mindestens einen geometrischen Parameter eines Zahns eines Patienten kennzeichnen, und einen Speicher, der Daten speichert, die einen Satz orthodontischer Bänder kennzeichnen. Jedes orthodontische Band des Satzes hat einen zugehörigen Bandparameter, der sich von den anderen orthodontischen Bändern des Satzes unterscheidet. Das System vergleicht ferner den mindestens einen geometrischen Parameter mit den Daten, die den Satz orthodontischer Bänder kennzeichnen, und wählt eines aus dem Satz orthodontischer Bänder auf der Grundlage des Vergleichs aus.

[0016] Ein der vorliegenden Erfindung zugrundeliegendes Verfahren zum Anpassen eines orthodontischen Bandes an einen Zahn eines Patienten wird ebenfalls beschrieben. Das Verfahren beinhaltet das Bereitstellen eines Satzes orthodontischer Bänder, wobei mindestens ein Abschnitt jedes orthodontischen Bandes mit einem Kleberwerkstoff beschichtet ist. Das Verfahren beinhaltet ferner das Auswählen eines orthodontischen Bandes aus dem Satz orthodontischer Bänder auf der Grundlage eines geometrischen Parameters des Zahns des Patienten. Danach wird das ausgewählte Band auf den Zahn des Patienten aufgebracht.

[0017] Ein der vorliegenden Erfindung zugrundeliegendes Produkt umfasst einen Behälter und einen Satz orthodontischer Bänder, die in dem Behälter enthalten sind. Jeder Satz orthodontischer Bänder ist im Wesentlichen mit derselben grundlegenden geometrischen Anordnung ausgestattet, und jedes orthodontische Band weist eine andere Größe gegenüber den anderen orthodontischen Bändern auf. Ferner weist jedes orthodontische Band einen vorbeschichtenden Kleberwerkstoff auf, der auf mindestens einem Abschnitt davon aufgebracht ist.

[0018] Weitere Einzelheiten der Erfindung sind in den Merkmalen der Ansprüche definiert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] [Fig. 1](#) ist ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zum Auswählen einer der vorliegenden Erfindung

zugrundeliegenden orthodontischen Vorrichtung.

[0020] [Fig. 2](#) ist eine allgemein gehaltene Darstellung einer Abbildung des oberen und des unteren Bogens eines Patienten, für den eine orthodontische Vorrichtung erforderlich ist.

[0021] [Fig. 3](#) ist ein ausführlicheres Diagramm eines Zahns in [Fig. 2](#) mit einem darauf aufgebrachtten orthodontischen Band.

[0022] [Fig. 4](#) ist ein System zum Auswählen einer orthodontischen Vorrichtung mit einem Programm zum Auswählen einer orthodontischen Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0023] [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Ansicht eines orthodontischen Bandes.

[0024] [Fig. 6](#) ist ein Diagramm, das die Größenunterschiede innerhalb eines Satzes orthodontischer Bänder zeigt.

[0025] [Fig. 7A](#) ist eine perspektivische Ansicht eines vorbeschichteten orthodontischen Bandes.

[0026] [Fig. 7B](#) ist ein allgemeines Diagramm eines verpackten Satzes vorbeschichteter orthodontischer Bänder.

[0027] [Fig. 8A](#) ist ein Ablaufdiagramm, das eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Auswählen der orthodontischen Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0028] [Fig. 8B](#) ist die Draufsicht auf einen unteren Bogen mit einem Zahn, für den ein Band gemäß in dem in [Fig. 8a](#) gezeigten Verfahren ausgewählt werden soll.

[0029] [Fig. 8C](#) ist eine Seitenansicht auf den Zahn des unteren Bogens, der in [Fig. 8b](#) gezeigt ist, für den ein Band gemäß der vorliegenden Erfindung ausgewählt werden soll.

[0030] [Fig. 8D](#) ist der Zahn in [Fig. 8c](#) in einem Koordinatensystem, das in dem Verfahren zum Auswählen der orthodontischen Vorrichtung in [Fig. 8a](#) verwendet wird.

[0031] [Fig. 8E](#) ist eine Querschnittsansicht des Zahns in [Fig. 8c](#) entlang der Linie 8E-8E.

[0032] [Fig. 9A](#) ist ein Ablaufdiagramm, das eine andere Ausführungsform eines Verfahrens für die Auswahl der orthodontischen Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0033] [Fig. 9B](#) ist ein genaueres Ablaufdiagramm des Verfahrens zum Bestimmen des geometrischen

Parameters in [Fig. 9A](#).

[0034] [Fig. 9C](#) ist eine Seitenansicht des Zahns des unteren Bogens in [Fig. 8B](#) für den ein Band gemäß dem Verfahren in [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) ausgewählt werden soll.

[0035] [Fig. 9D](#) ist die Draufsicht auf den Zahn in [Fig. 9C](#).

[0036] [Fig. 9E](#) ist eine Querschnittsansicht des Zahns in [Fig. 9c](#) entlang der Linie 9E-9E.

Ausführliche Beschreibung der Ausführungsformen

[0037] Die vorliegende Erfindung wird allgemein anhand der [Fig. 1](#) bis 7 beschrieben. Danach wird die vorliegende Erfindung ausführlich anhand der [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) und [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9E](#) beschrieben.

[0038] In dieser Beschreibung bezeichnen digitale Daten solche Daten, die in digitaler Form direkt von der Anatomie des Patienten (z.B. von den Zähnen, dem Zahnfleisch, usw.), und zwar in einem beliebigen Verfahren (z.B. durch Stereographie, Digitalisierungssensoren, optische Abtastung und Erfassungsvorrichtungen usw.) oder indirekt von einem Patienten gewonnen werden, indem Daten über die Anatomie des Patienten in nicht digitaler Form (z.B. Dentalabdrücke, Modelle, Röntgen usw.) gewonnen werden, und diese Daten dann in einem beliebigen Verfahren (z.B. Schichten der Abdrücke und Digitalisieren der Grenzlinien, Verwenden einer optischen Abtastvorrichtung usw.) digitalisiert werden. Diese digitalen Daten können tatsächlich gemessene digitale Daten oder berechnete digitale Daten, etwa dreidimensionale Oberflächendaten sein, die mit Hilfe dieser tatsächlich gemessenen digitalen Daten erzeugt wurden.

[0039] [Fig. 1](#) zeigt das Ablaufdiagramm eines orthodontischen Bandwahlverfahrens **10** gemäß der vorliegenden Erfindung. Das orthodontische Bandwahlverfahren **10** verwendet digitale Daten, die einen Zahn oder mehrere Zähne eines Patienten (Block **12**) kennzeichnen, sowie Daten, die einen oder mehrere geometrische Parameter eines Satzes orthodontischer Vorrichtungen (Block **16**) kennzeichnen, um eine geeignete orthodontische Vorrichtung zum Aufbringen auf einen Zahn oder auf mehrere Zähne eines Patienten auszuwählen. Die Zähne **30** des Patienten zeigt die Abbildung des unteren Bogens **34** und des oberen Bogens **32** in [Fig. 2](#).

[0040] Das Auswahlverfahren **10** beinhaltet das Bestimmen eines oder mehrerer geometrischer Parameter eines Zahns oder mehrerer Zähne (Block **14**) durch die Eingabe digitaler Daten, die einen oder mehrere Zähne (Block **12**) kennzeichnen. Der eine

oder die mehreren bestimmten geometrischen Parameter werden dann mit den Eingabedaten verglichen (Block 18), die die entsprechenden geometrischen Parameter eines Satzes orthodontischer Vorrichtungen (Block 16) kennzeichnen, d.h. mit geometrischen Parametern, die dem einen oder den mehreren geometrischen Parametern eines Zahns oder mehrerer Zähne entsprechen. Dann wird eine Ausgabe der Auswahl der orthodontischen Vorrichtung auf der Grundlage des durchgeführten Vergleichs (Block 18) erzeugt (Block 20).

[0041] Beispielsweise, und hierfür sind abgebildete Ausführungsformen im Folgenden genauer bereitgestellt, können die in Block 12 bereitgestellten Daten digitale Daten sein, die einen einzelnen Zahn kennzeichnen, und die in Block 16 bereitgestellten Daten können Daten sein, die einen oder mehrere geometrische Parameter eines Satzes orthodontischer Bänder, z.B. vorbeschichteter orthodontischer Bänder, kennzeichnen. Das Auswahlverfahren 10 wird dann eingesetzt, um einen oder mehrere geometrische Parameter des Zahns zu bestimmen, wie es in Block 14 gezeigt ist. Der eine oder die mehreren geometrischen Parameter des Zahns werden dann mit den Daten verglichen, die die geometrischen Parameter eines Satzes orthodontischer Bänder kennzeichnen, wie es im Vergleichs-Block 18 gezeigt ist. Danach wird auf der Grundlage des Vergleichs (Block 18) eine Ausgabe mit einem orthodontischen Band in geeigneter Größe erzeugt (Block 20). In den gezeigten Beispielen wird ein orthodontisches Band 36 (Fig. 3) zur Verwendung an dem Zahn 38 des unteren Bogens 34 ausgewählt. Die das orthodontische Band 36 durchlaufende Mittelachse 37 ist mit der Längsachse 39 des Zahns 38 ausgerichtet, wenn das orthodontische Band auf dem Zahn 38, z.B. einem Molaren, aufgebracht ist.

[0042] Allgemein, wieder im Hinblick auf das Auswahlverfahren 10, enthalten die die Zähne kennzeichnenden Daten (Block 12) digitale Daten, die die Struktur des einen Zahns, mehrerer oder aller Zähne eines Patienten kennzeichnen und auch die betreffende Gingiva enthalten können. Eine Vielzahl Verfahren ist verfügbar, um solche Informationen bereitzustellen. Die vorliegende Erfindung ist auf kein bestimmtes, sondern nur auf die in den beiliegenden Ansprüchen beschriebenen Verfahren begrenzt.

[0043] Beispielsweise können Mittel, die verwendet werden können, um digitale Daten bereitzustellen, die einen Zahn oder mehrere Zähne oder ganze obere und untere Zahnbögen kennzeichnen, Zahnabdrücke, Laserscans, Stylist Scans, und/oder Stereophotographie beinhalten.

[0044] Die digitalen Daten zu dem einen Zahn oder den mehreren Zähnen können in digitaler Form direkt von dem Patienten erworben werden, z.B. durch Ste-

reographien, oder die Information kann indirekt von dem Patienten erworben werden, indem die Information nicht digital von dem Patienten erworben wird (z.B. durch Dentalabdrücke und Modelle) und die Daten später digitalisiert werden (z.B. durch Bilden von Schichten der Abdrücke und Digitalisieren der Grenzen). Die verschiedenen Verfahren zum Bereitstellen digitalisierter Daten zu einem Zahn oder zu mehreren Zähnen oder zu den vollständigen Dentalbögen beinhalten, ohne auf diese begrenzt zu sein, das Laser-scan-Verfahren, die Photogrammetrie und Verfahren, die in den US-Patentschriften Nr. 5,078,599, Nr. 5,131,844, Nr. 5,338,198, Nr. 4,611,288, 5,372,502, in dem Artikel „Three-Dimensional dental cast analyzing system with laser scanning“, T. Kuroda, et al., Am.J.Ortho.Dent.Othrop., Vol. 110[4], October 1996, pp. 365-69, und den israelischen Patentschriften Nr. 118,523 (eingereicht am 31. Mai, 1996) und Nr. 114,691 (eingereicht am 20. Juli 1995), beide unter dem Titel „Method and System for Acquiring Three-Dimensional Teeth Image.“ beschrieben werden.

[0045] Das gezeigte Verfahren, das in den israelischen Patentschriften beschrieben wird, erwirbt ein Dentalbild durch Abnehmen von Schichten eines Abdrucks auf einer Zahnabdruckwanne oder durch Abnehmen der Schichten von einem Modell, das von einem solchen Abdruck gemacht wurde. Mit dem Entfernen jeder Lage wird von der verbleibenden flachen Oberfläche ein zweidimensionales Bild mit einer Videokamera erstellt. Die Daten, die die Grenzen der zweidimensionalen Bilder darstellen, die die Flächen der Zähne und der benachbarten Gingiva kennzeichnen, werden im Rechner gespeichert. Nachdem eine ausreichende Anzahl Schichten abgenommen wurde, verbindet das Computersystem die zweidimensionalen Bilder der erfassten Schichten zu einem dreidimensionalen Bild, das mindestens einen Teil der Zähne und der Gingiva des Patienten, z.B. einen oder mehrere Zähne, zeigt.

[0046] Flächen oder berechnete Elemente können zwischen tatsächlich gemessenen Datenpunkten, die den einen Zahn oder mehrere Zähne kennzeichnen, erzeugt werden. Die digitalen Daten können somit berechnete Daten enthalten, die Flächen des einen Zahns oder der mehreren Zähne kennzeichnen, im Gegensatz zu den gemessenen digitalen Daten, aus denen die berechneten digitalen Daten erzeugt werden. Diese berechneten digitalen Daten zur Darstellung von Flächen können auf verschiedene Weise aus den gemessenen digitalen Daten gewonnen werden, was dem Durchschnittsfachmann bekannt ist. Die resultierenden berechneten Daten können verschiedene Elemente darstellen, die zur Anzeige solcher Flächen verwendet werden, z.B. verschiedene errechnete Punkte, Netze, Polygone usw.

[0047] Allgemein enthalten die Daten, die die geo-

metrischen Parameter der orthodontischen Vorrichtungen (Block 16) kennzeichnen, Daten, die einen oder mehrere geometrische Parameter kennzeichnen, die mit den geometrischen Parametern des einen Zahns oder der mehreren Zähne verglichen werden können, die in Block 14 bestimmt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten die Daten, die die geometrischen Parameter einer orthodontischen Vorrichtung kennzeichnen, einen oder mehrere geometrische Parameter eines Satzes orthodontischer Bänder.

[0048] Diese Bänder werden allgemein anhand der gezeigten Binder in Fig. 5 bis 7 beschrieben. Der Durchschnittsfachmann weiß, dass die Konfigurierung solcher Binder herstellerabhängig und abhängig von den einzelnen Zähnen, auf die die Binder aufgebracht werden (z.B. erster Molar, zweiter Molar usw.) unterschiedlich sein kann.

[0049] Das orthodontische Band 60, gezeigt in Fig. 5, ist aus einem metallischen Werkstoff hergestellt, vorzugsweise aus Edelstahl Typ 305. Das Band 60 hat eine durch es hindurchlaufende Achse 63. Das Band 60 hat eine Höhe, eine Kontur und einen Innenumfang entlang der Innenfläche 61, die der erwarteten Form der einzelnen Zähne ohne Beteiligung der Gingiva nahezu entsprechen. Das Band 60 enthält einen Körper 62 mit einer Innenfläche 61. Der Körper 62 erstreckt sich von einem ersten Ende 53, das die Öffnung 66 definiert, zu einem zweiten Ende 51, das die Öffnung 64 definiert. Sowohl das erste als auch das zweite Ende 51, 53 haben eine sich nach innen erstreckende Konturform, d.h. die Enden der Binder liegen näher zur Achse 63 als der Abschnitt des Körpers an einer Mittellinie 65 des Bandes. Der übrige Teil des Körpers 62 ist im Wesentlichen vertikal. Die Mittellinie 65, die orthogonal zur Achse 63 liegt, befindet sich in dem vertikalen Abschnitt des Körpers 62 zwischen dem ersten und dem zweiten Ende 51, 53 des orthodontischen Bandes 60. An einer solchen Mittellinie 65 ist die umfängliche oder Umfanglänge entlang der Innenfläche 61 des orthodontischen Bandes 60 ein geometrischer Parameter des Bandes, der im Hinblick auf die Länge mit einem maximalen Umfang oder einer umfänglichen Länge um den Zahn orthogonal zur Mittelachse, d.h. der Längsachse des Zahns, verglichen werden kann. Beispielsweise kann mit einem solchen Vergleich ein geeignetes Band für den Zahn ausgewählt werden.

[0050] Das orthodontische Band 60 wird typischerweise mit einer Schnappverbindung auf den Zahn aufgebracht. Nach dem Aufbringen wird das Band typischerweise einem Polierverfahren unterzogen, wobei ein Werkzeug verwendet wird, um das Band 60 den Konturen des Zahns anzupassen. Nach dem Aufbringen wird die Achse 63 des Bandes 60 im Wesentlichen mit der Mittelachse, d.h. der Längsachse des Zahns, ausgerichtet, auf dem es aufgebracht ist.

[0051] Ein abgebildeter Satz orthodontischer Bänder 71 ist in Fig. 6 gezeigt. Allgemein hat jedes Band des Satzes orthodontischer Bänder 71 eine grundlegende Geometrie, die größtmäßig gestaffelt ist. Beispielsweise nimmt die Umfanglänge entlang der Innenfläche 61 jedes Bandes in dem Maße zu, in dem die grundlegende Geometrie des Satzes Bänder größer wird. Wie in Fig. 6 gezeigt, nimmt die Umfanglänge oder die umfängliche Länge entlang der Innenfläche 61 von Band P1 zu Band P10 zu, was durch den Pfeil 67 angezeigt ist. Jedes der Bänder P1 bis P10 enthält einen anderen Innenflächenumfang oder eine umfängliche Länge an seiner Mittellinie.

[0052] Ferner zeigt Fig. 7B, dass ein Satz orthodontischer Bänder 77 mit Bändern, etwa einem vorbeschichteten orthodontischen Band 70, in Fig. 7A gezeigt, gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann. Durch die Auswahl der orthodontischen Bänder gemäß der vorliegenden Erfindung kann das orthodontische Band vorbeschichtet sein, da das geeignete Band ausgewählt wird, ohne dass mehrere Bänder an dem Zahn des Patienten angelegt werden müssen, um das am besten sitzende Band zu finden. Das verbessert die Funktion und das Bandhaftvermögen. Mit anderen Worten, ein Paket 79 mit einem Satz orthodontischer Binder 79 mit einer zuvor aufgetragenen Kleberbeschichtung kann einem Anwender des Auswahlverfahrens für eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung bereitgestellt werden.

[0053] Das vorbeschichtete orthodontische Band 70 enthält eine durch es hindurchlaufende Achse 73 entlang einer Mittellinie 72, die eine maximale Umfanglänge entlang der Innenfläche 75 des orthodontischen Bandes 70 kennzeichnet. Die Mittellinie 72 liegt orthogonal zur Achse 73. Ferner enthält das vorbeschichtete orthodontische Band 70 einen Bandzement oder eine Kleberbeschichtung 74 entlang der Innenfläche 75 des orthodontischen Bandes 70. Der Beschichtungskleber 74 kann ein beliebiger Kleber oder eine beliebige Beschichtung sein, die zum Kleben des Bandes an dem Zahn geeignet ist. Beispielsweise können solche Kleberbeschichtungen oder kann ein solcher Bandzement lichterhärtender Kleber, z.B. Transbond XT von 3M Unitek Corp. (Monrovia, CA) sein oder ein Kleber, der in der US-Patentschrift Nr. 5.575,645 mit dem Titel „Adhesive For Packaged Orthodontic Appliance“, ein chemisch härtender Kleber, etwa ein Kleber, der unter der Handelsbezeichnung BOND-EZE oder CONCISE von 3M Unitek Corp. vertrieben wird, oder andere Kleber, etwa die, die unter der Handelsbezeichnung UNITE von 3M Unitek Corp. vertrieben werden, oder Kleber von Reliance Orthodontic Products (Itasca, IL) und Dentsply (York, PA).

[0054] Der Vorbeschichtungskleber wird allgemein

werkseitig auf mindestens einen Teil der Innenseite eines Bandes aufgebracht. Beispielsweise, wie in [Fig. 7A](#) gezeigt, kann der Kleber **74** gleichmäßig auf die Innenfläche **75** des Bandes gestrichen werden. Jedoch zeigen [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) allgemein einen Kleber oder eine Beschichtung, der/die auf einen beliebigen Abschnitt des Bandes aufgebracht wird, mit dem die gewünschten Klebeeigenschaften erhalten werden sollen. Beispielsweise kann der Kleber wulstförmig aus einem Werkstoff auf den gingivalen Rand des Bandes aufgetragen werden.

[0055] Entsprechend der Art des mit dem Kleber vorbeschichteten Produktes können verschiedene Mengen Kleber eingesetzt werden. Beispielsweise kann bei Standardbändern (im Gegensatz zu patientenspezifischen Bändern) eine geeignete Menge überschüssigen Klebers auf die Innenfläche des Bandes aufgetragen werden. Auf der anderen Seite können die Menge und Verteilung von Kleber bei patientenspezifischen Bändern durch Berechnen der Volumenabweichung zwischen der Innenseite des Bandes und dem Zahn durch Aufbringen der optimierten Klebermenge optimiert werden.

[0056] Die vorbeschichteten Bänder, z.B. Standard- oder patientenspezifische Bänder, können in jedem geeigneten Behälter **79** verpackt sein, wie er allgemein in [Fig. 7b](#) gezeigt ist. Beispielsweise kann die Verpackung einen Kunststoffbehälter enthalten, der im Wesentlichen eine Lichtsperrbarriere darstellt, wenn lichthärtende Kleber verwendet werden, wie es in der US-Patentschrift Nr. 5,575,645 beschrieben wird. Ferner kann eine solche Verpackung einen beliebigen Behälter enthalten, der ein Aushärten, eine Verunreinigung oder einen Abbau des Klebers verhindert, z.B. ein Behälter aus Kunststoff, Glas, Metall usw. Ein Beispiel für eine Verpackung, die für vorbeschichteten Bänder verwendet werden kann, wird in der US-Patentschrift Nr. 5,538,129 beschrieben. Ferner können Trennschichten verwendet werden, was allgemein aber nicht erforderlich ist, da der Kleber vorzugsweise auf die Innenfläche des Bandes begrenzt bleibt.

[0057] Die Verwendung vorbeschichteter Bänder stellt verschiedene Vorzüge bereit. Beispielsweise entfällt durch Einsatz eines vorbeschichteten Bandes ein vollständiger Arbeitsschritt in der Klinik. Ferner erfolgt das Beschichten in einer kontrollierten Umgebung im Gegensatz zur Klinik. Das verringert die Gefahr der Kontamination und schlechten Klebverhalten. Wie vorhergehend beschrieben, wurden die Bänder nicht vorbeschichtet, da sich solche vorbeschichteten Bänder dadurch als unpraktisch erwiesen haben, dass die Bänder an den Zähnen des Patienten versuchsweise angepasst werden mussten, um die geeignete Bandgröße zu bestimmen.

[0058] [Fig. 4](#) zeigt, dass sich ein Auswahlprogramm

11 zum Ausführen des Auswahlverfahrens **10** (Blöcke **14**, **18** und **20** in [Fig. 1](#)) im Speicher **48** eines Rechners **42** eines Auswahlsystems **40** für orthodontische Vorrichtungen befindet. Die Rechneinheit **42** enthält ferner einen Prozessor **46**. Ferner können sich die Daten, die einen Zahn oder mehrere Zähne (Block **12**) kennzeichnen, und die Daten, die die geometrischen Parameter der orthodontischen Vorrichtungen (Block **16**) kennzeichnen, im Speicher **48** resident sein, um von dem Programm **11** verwendet zu werden oder in die Rechneinheit **42** eingegeben zu werden.

[0059] Dem Durchschnittsfachmann ist bekannt, dass die vorliegende Erfindung mit jedem prozessorbasierten System, z.B. einem PC, eingesetzt werden kann, und ferner, dass die vorliegende Erfindung nicht auf ein bestimmtes Prozessorsystem beschränkt ist. Die Speichergröße des Systems muss für den Betrieb des Programms **11** und das Speichern von Daten, etwa Daten zu den Zähnen oder zu den geometrischen Parametern, die von dem Programm **11** verwendet werden, ausreichen. Natürlich kann dieser Speicher durch periphere Speichervorrichtungen bereitgestellt sein. Das System **40** kann eine beliebige Anzahl anderer peripherer Vorrichtungen enthalten, die für den Betrieb des Systems **40** erforderlich sind, beispielsweise folgende Vorrichtungen: Display **54**, Tastatur **50** und Maus **52**. Jedoch ist dem Durchschnittsfachmann bekannt, dass das System in keiner Weise auf solche Vorrichtungen beschränkt ist, auch dass diese Vorrichtungen für den Betrieb des Systems **40** nicht unbedingt erforderlich sind.

[0060] Beispielsweise kann das Computersystem **40** ein Netpower Symetra-II mit einer True-TX-Graphikkarte sein. Jedoch kann jedes geeignete Computersystem eingesetzt werden. Verschiedene Programme und Programmiersprachen können verwendet werden, um die hier beschriebenen Funktionen auszuführen, was dem Fachmann bekannt ist. Beispielsweise kann die Funktionalität in den Programmiersprachen C++, OpenGL usw. bereitgestellt werden. Ferner können vorhandene Software-Pakete verwendet werden, um verschiedene Funktionen bereitzustellen, etwa die Darstellung und Bearbeitung von Bildern usw. Beispielsweise kann Open Inventor von Silicon Graphics für die Bilddarstellung und Digital Diagnostic Protocol zum Übermitteln von Daten verwendet werden.

[0061] Die gezeigten Ausführungsformen des Verfahrens **10** zum Auswählen orthodontischer Vorrichtungen sind im Hinblick auf die Auswahl eines orthodontischen Bandes aus einem Satz orthodontischer Bänder, wie sie etwa in [Fig. 5](#) bis [7](#) gezeigt sind, in den [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) und [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9E](#) gezeigt und beschrieben.

[0062] Eine gezeigte Ausführungsform eines Verfahrens **80** zum Auswählen eines orthodontischen Bandes gemäß der vorliegenden Erfindung wird in [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) gezeigt und beschrieben. Das Verfahren **80** zum Auswählen eines orthodontischen Bandes beinhaltet das Bestimmen des geometrischen Parameters eines Zahns (gestrichelte Linie Block **82**), z.B. das Bestimmen eines Parameters des Zahns **134** in [Fig. 8B](#), aus den digitalen Daten, die den Zahn **134** kennzeichnen (Block **84**). Die Vorgehensweise (Block **82**) zum Bestimmen geometrischer Parameter in dem Verfahren **80** zum Auswählen des orthodontischen Bandes beinhaltet das Bestimmen, z.B. durch Berechnungen, der Längsachse eines am besten zum Zahn **134** passenden Zylinders (Block **90**) aus den Zahndaten, die den Zahn kennzeichnen (Block **84**). Mit der für den Best-Fit-Zylinder bestimmten Längsachse wird das Verfahren schrittweise entlang der Längsachse fortgeführt. Ein zu einem Querschnitt des Zahns gehörender geometrischer Parameter wird schrittweise entlang der Achse bestimmt (Block **92**). Ein maximaler Wert für den geometrischen Parameter wird dann vorzugsweise aus diesen Werten für den geometrischen Parameter bestimmt (Block **94**), der stufenweise entlang der Achse bestimmt wurde. Der Wert für den maximalen Zahnparameter dient dann zum Vergleich (Block **88**) mit den Daten, die die geometrischen Bandparameter (Block **86**) kennzeichnen. Eine Bandauswahl wird dann auf der Grundlage des Vergleichs (Block **88**) ausgegeben (Block **89**). Ein resultierendes orthodontisches Band wird dann vom Anwender des Systems ausgewählt und auf den Zahn aufgebracht (Block **87**), z.B. auf dem Zahn angeordnet, poliert usw. Die Daten des geometrischen Parameters der Binder können auf beliebige Weise gespeichert werden, so dass sie mit den bestimmten geometrischen Parametern des Zahns verglichen werden können, z.B. in einer Nachschlagtabelle, einem beliebigen programmierbaren Speicher, einer Datenbank usw.

[0063] Der Fachmann weiß, dass die geometrischen Parameter, die im Verfahren **82** zum Bestimmen der geometrischen Parameter mit den digitalen Daten, die den Zahn **134** (Block **84**) kennzeichnen, bestimmt wurden, und das Verfahren zum Bestimmen der geometrischen Parameter selbst mehrere Formen annehmen kann. Beispielsweise kann der bestimmte geometrische Parameter eine Umfanglänge an einem Querschnitt des Zahns **134** an der Linie **108** orthogonal zur Längsachse **98** sein, gezeigt in [Fig. 8C](#) und [Fig. 8E](#), kann der geometrische Parameter der Querschnittsbereich der Schicht sein, die durch den linierten Bereich in [Fig. 8E](#) gekennzeichnet ist, kann der geometrische Parameter ein integriertes Volumen einer Schicht des Zahns sein (gestrichelte Linien **110** in [Fig. 8C](#)), kann der geometrische Parameter die maximale Breite (W_{max}) eines Querschnitts des Zahns in [Fig. 8E](#) sein, oder ein oder mehrere geeignete geometrische Parameter sein,

die mit einem entsprechenden Parameter eines Satzes orthodontischer Bänder verglichen werden können, um ein gut sitzendes Band zum Aufbringen auf den Zahn auszuwählen.

[0064] Vorzugsweise ist der für den Zahn bestimmte geometrische Parameter eine Umfanglänge der Querschnitte an den Stufen entlang der Längsachse **98**. Die maximale Umfanglänge auf Grundlage der Zahndaten kann ermittelt und mit den entsprechenden geometrischen Parametern der Bänder verglichen werden. Beispielsweise kann die maximale Umfanglänge der Querschnitte des Zahns mit den minimalen Umfanglängen entlang der Innenfläche eines Satzes Bänder verglichen werden. Ferner, beispielsweise, wenn ein solcher Vergleich durchgeführt wird, kann ein Band, dessen minimale Umfanglänge gleich oder etwas größer ist als die maximale Umfanglänge des Zahns, auf Grundlage der Zahndaten für die Ausgabe ausgewählt werden.

[0065] Obwohl jeder geeignete geometrische Parameter des Zahns verwendet werden kann, wird der geometrische Parameter bestimmt, wenn der Zahn **134** im wesentlichen ähnlich wie das orthodontische Band ausgerichtet ist, d.h. die Achse eines orthodontischen Bandes und die Achse **98** des Zahns **134** ausgerichtet sind. Auf diese Weise entspricht der geometrische Parameter des Zahns, z.B. etwa die Umfanglänge eines Querschnitts des Zahns, einem geometrischen Parameter des Bandes, z.B. der Innenflächenumfanglänge entlang der Mittellinie, etwa der Linie **65** des orthodontischen Bandes **60** in [Fig. 5](#).

[0066] Das Verfahren **82** zum Bestimmen der geometrischen Parameter, das die Blöcke **90**, **92** und **94** enthält, wird genauer beschrieben. Die Längsachse **98** eines Zylinders, der am besten zu den Zahndaten (Block **90**) passt, wird in dem im Folgenden zu beschreibenden Verfahren bestimmt. Der Best-Fit-Zylinder wird durch Berechnen des minimalen Abstandes eines Zylinders zu jedem Datenpunkt des Zahns definiert.

[0067] Die Zahndaten (Block **84**) werden allgemein in einem Koordinatensystem (x, y, z) bereitgestellt, das in [Fig. 8D](#) gezeigt ist. Um den Best-Fit-Zylinder für die Zahndaten zu erhalten, werden die Zahndaten in ein neues Koordinatensystem (X, Y, Z) transformiert. Die Z-Achse des neuen Koordinatensystems liegt parallel zum Mittelpunkt, d.h. zur Längsachse **98** des Zahns **134**.

[0068] Die Transformation zu dem neuen Koordinatensystem erfolgt mit folgenden Gleichungen:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = [R_z]_{\beta} [R_x]_{\alpha} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

wobei:

$$[R_z]_{\beta} = \begin{bmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ und}$$

$$[R_x]_{\alpha} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}.$$

[0069] Für jeden Datenpunkt auf dem Zahn gilt,

$$X_i = F_2(\alpha, \beta, x_i, y_i, z_i), \text{ und}$$

$$Y_i = F_y(\alpha, \beta, x_i, y_i, z_i),$$

[0070] Die Gleichung für einen Zylinder in dem (X, Z, Y)-Koordinatensystem ist folgendermaßen darstellbar:

$$(X - X_c)^2 + (Y - Y_c)^2 = R^2$$

wobei $Z_c = 0$
und der Abstand (ϵ_i) von einem Punkt auf dem Zahn zu der Zylinderfläche beträgt:

$$\epsilon_i^2 = R^2 - (X_i - X_c)^2 - (Y_i - Y_c)^2,$$

wobei R die durchschnittliche Größe der Bounding Box der Zahndaten und (X_c, Y_c) die Mittelachse des Zylinders ist.

[0071] Die Auflösung der Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate ergibt (X_c, Y_c) und (α, β):

$$\frac{\partial \sum_0^n \epsilon_i}{\partial X_c} = 0$$

$$\frac{\partial \sum_0^n \epsilon_i}{\partial Y_c} = 0$$

$$\frac{\partial \sum_0^n \epsilon_i}{\partial \alpha} = 0$$

$$\frac{\partial \sum_0^n \epsilon_i}{\partial \beta} = 0$$

$$\Rightarrow (X_c, Y_c) \text{ und } (\alpha, \beta)$$

[0072] Somit ist die Mittelachse des Zylinders und damit die Mittelachse **98**, d.h. die Längsachse des Zahns, (X_c, Y_c) und alle folgenden Berechnungen können mit Bezug auf die Längsachse in dem neuen Koordinatensystem durchgeführt werden.

[0073] Mit der bestimmten Längsachse **98** des Zahns **134** (Block **90**) erfolgt das stufenweise Vorgehen zum Bestimmen der Werte eines geometrischen Parameters des Zahns, z.B. einer Umfanglänge eines Querschnitts senkrecht zur Längsachse **98** (Block **92**). Die Werte des geometrischen Parameters sind entlang der Längsachse **98** zu finden, und ein maximaler Wert des geometrischen Parameters kann bestimmt werden (Block **94**). Beispielsweise kann der Suchprozess das Entlangbewegen an der Achse **98** in relativ großen Schritten, um einen Übergang eines maximalen geometrischen Parameters eines Querschnitts zu einem kleineren geometrischen Parameter eines Querschnitts zu finden, und dann das erneute Durchführen der Berechnungen in kleineren Schritten in dem Übergangsbereich beinhalten. Der Suchprozess kann mehrere Durchgänge durchlaufen, um zu einem maximalen geometrischen Parameter zu gelangen. Wenn der maximale geometrische Parameter der Zahndaten entlang der Längsachse **98** gefunden wurde, wird er für den Vergleich (Block **88**) mit entsprechenden geometrischen Parametern der Binder verwendet (Block **86**).

[0074] Wenn der für die Zahndaten zu bestimmende geometrische Parameter beispielsweise die Umfanglänge ist, wird folgendermaßen vorgegangen. Zunächst wird, wie vorhergehend beschrieben, die Längsachse des Zylinders **96** mit Best-Fit-Zahndaten bestimmt (Block **90**). Dann werden die Umfanglängen der Querschnitte orthogonal zu der Längsachse **98** bestimmt (Block **92**). Die Umfanglängen kann auf unterschiedliche Weise berechnet werden, was dem

Fachmann bekannt ist. Beispielsweise, wie in [Fig. 8E](#) gezeigt, wird die Umfanglänge mit einem Messwerkzeug zum Zeichnen von Liniensegmenten **104** um den Umfang des Querschnitts berechnet. Die Längen der Liniensegmente **104** werden dann summiert, um eine Umfanglänge, z.B. von 3,1 cm, zu erhalten. Der maximale Wert der Umfanglänge der verschiedenen Querschnitte entlang der Längsachse **98** wird dann ermittelt, z.B. etwa durch mehrere Durchgänge und Berechnungen in der vorhergehend beschriebenen Weise.

[0075] Mit der errechneten maximalen Umfanglänge kann die maximale Umfanglänge mit den minimalen Umfanglängen der Innenflächen eines Satzes orthodontischer Bänder verglichen werden (Block **88**). Das Band, dessen minimale Umfanglänge gleich oder etwas größer als die maximale Umfanglänge des Zahns ist, wird dann zum Aufbringen auf den Zahn **134** (Block **89** und Block **87**) ausgewählt. Beispielsweise kann die Umfanglänge der Innenfläche, die für den Vergleich mit der maximalen Umfanglänge des Zahns verwendet wird, die Umfanglänge einer beliebigen umfänglichen Linie orthogonal zur Achse des Bandes sein, ist aber vorzugsweise die Mittellinie, d.h. der Mittelpunkt zwischen den Enden des Bandes, wie vorhergehend beschrieben wurde. Die Ausgabe des geeigneten auf den Zahn aufzubringenden Bandes wird auf Grundlage des Vergleichs (Block **88**) z.B. durch Textanzeige oder durch ein beliebiges anderes Verfahren zum Bereitstellen von Informationen an den Systemanwender bereitgestellt (Block **89**).

[0076] Dem Durchschnittsfachmann ist bekannt, dass die entsprechenden Bandparameter, die mit den bestimmten geometrischen Zahnparametern verglichen werden, davon abhängen, welcher geometrische Parameter des Zahns bestimmt wurde. Wenn beispielsweise ein maximaler Querschnittsbereich des Zahns bestimmt wird, sind die entsprechenden verglichenen Bandparameter wahrscheinlich die minimalen Querschnittsbereiche des Bandes, z.B. ein Bereich, der durch den minimalen Perimeter eines Bandes und seiner Innenfläche definiert ist. Ferner, wenn die maximale Breite des Zahns bestimmt wird, können die entsprechenden Bandparameter die Breiten der Binder sein.

[0077] Eine andere gezeigte Ausführungsform eines Verfahrens **121** zum Auswählen eines orthodontischen Bandes wird in [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9E](#) gezeigt und beschrieben. Das Verfahren **121** zum Auswählen des orthodontischen Bandes beinhaltet das Bestimmen eines geometrischen Parameters eines Zahns (Block **122**), z.B. des Zahns **134** in [Fig. 8B](#), aus den digitalen Daten, die den Zahn **134** kennzeichnen (Block **170**). Die Vorgehensweise (Block **122**) zum Bestimmen der geometrischen Parameter des Verfahrens **121** zum Auswählen des orthodontischen

Bandes beinhaltet das Bestimmen der okklusalen Best-Fit-Ebene des Zahns **134** (Block **123**). Mit der okklusalen Best-Fit-Ebene werden ein Zahnmittelpunkt **137** und die Mittelachse **136**, die sich durch den Zahn **134** erstreckt, (wie in [Fig. 9C](#) und [Fig. 9E](#) gezeigt) bestimmt (Block **124**). Mit dem maximalen Querschnittsbereich orthogonal zur Achse **136**, gezeigt durch die Linie **138** in [Fig. 9C](#) und die Querschnittszeichnung in [Fig. 9E](#), wird ein einzelner geometrischer Zahnparameter für den Vergleich mit entsprechenden geometrischen Bandparametern (Block **172**) bestimmt.

[0078] Der wesentliche Unterschied zwischen der in [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) beschriebenen Ausführungsform und dieser in [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9E](#) beschriebenen Ausführungsform ist die Art der Bestimmung der Längsachse des Zahns. Beispielsweise wird bei der in [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) beschriebenen Ausführungsform die Längsachse **98** des Zahns mit dem Best-Fit-Zylinder-Verfahren bestimmt. Dagegen wird die Längsachse **136** des Zahns in der in [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9E](#) beschriebenen Ausführungsform mit der okklusalen Best-Fit-Ebene bestimmt.

[0079] Dem Durchschnittsfachmann ist bekannt, dass der geometrische Parameter, der mit dem Verfahren **122** zum Bestimmen geometrischer Parameter mit den digitalen Daten des Zahns **134** (Block **170**) erzeugt wurde, und das Verfahren zum Bestimmen der geometrischen Parameter selbst eine von mehreren Formen annehmen kann, wie vorhergehend in [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) beschrieben wurde. Beispielsweise kann der bestimmte geometrische Parameter eine Umfanglänge des Querschnitts des Zahns **134** orthogonal zur Achse **136** sein, wie in [Fig. 9C](#) und [Fig. 9E](#) gezeigt, kann der geometrische Parameter der Querschnittsbereich sein, den der liniierte Bereich in [Fig. 9E](#) zeigt, kann der geometrische Parameter ein integriertes Volumen einer Schicht des Zahns **134** sein (allgemein durch die gestrichelten Linien **153** in [Fig. 9C](#) gezeigt), oder kann der geometrische Parameter aus einem oder aus mehreren geeigneten geometrischen Parametern bestehen, die mit einem entsprechenden Parameter eines Satzes orthodontischer Bänder verglichen werden können, um ein geeignetes Band auszuwählen, z.B. eine maximale Breite eines Querschnitts, usw.

[0080] Vorzugsweise ist der bestimmte geometrische Parameter eine Umfanglänge des maximalen Querschnittsbereichs, (dargestellt durch die Linie **138**) orthogonal zur Achse **136** ([Fig. 9C](#)). Die Ebene **138** liegt vorzugsweise parallel zur okklusalen Best-Fit-Ebene **155**. Die okklusale Best-Fit-Ebene **155** ist als die Ebene definiert, die drei oder mehr maximale Punkte des Zahns enthält, wobei die übrigen Abschnitte des Zahns auf einer Seite oder der anderen Seite der Ebene liegen, und wobei ferner die Best-Fit-Ebene senkrecht zur Mitte, d.h. zur Längs-

achse **136** des Zahns, liegt. Beispielsweise zeigen die Seitenansicht in [Fig. 9C](#) und die Draufsicht in [Fig. 9D](#), dass die Ebene **155** den Zahn an drei Punkten **157** einschließt oder berührt.

[0081] Die in [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) beschriebene Ausführungsform zeigt, dass, obwohl jeder geeignete geometrische Parameter des Zahns verwendet werden kann, wird der geometrische Parameter bestimmt, wobei der Zahn **134** im Wesentlichen ähnlich ausgerichtet ist, wie das orthodontische Band, d.h. dass die Achse **63** eines orthodontischen Bandes und die Achse **136** des Zahns **134** ausgerichtet sind. Dadurch entspricht der geometrische Parameter des Zahns, z.B. die Umfanglänge im Querschnittsbereich **138**, einem geometrischen Parameter des Bandes, z.B. der Umfanglänge der Innenfläche entlang einer Mittellinie, etwa der Linie **65** des orthodontischen Bandes **60** in [Fig. 5](#).

[0082] Nachdem der geometrische Parameter des Zahns durch das Verfahren **122** zum Bestimmen des geometrischen Parameters bestimmt wurde, wird der bestimmte geometrische Parameter mit den Daten der entsprechenden geometrischen Parameter eines Satzes orthodontischer Bänder (Block **172**) verglichen (Block **173**). Ein in der Ausgabe erscheinendes orthodontisches Band wird auf der Grundlage des Vergleichs (Block **173**) ausgewählt (Block **175**).

[0083] Eine gezeigte Ausführungsform des Verfahrens **122** zum Bestimmen geometrischer Parameter, das die Blöcke **123**, **124** und **126** enthält, zeigt [Fig. 9B](#) genauer. Die Umfanglänge eines maximalen Querschnittsbereichs orthogonal zur Mittelachse **136** des Zahns **134** ([Fig. 9C](#) bis [Fig. 9E](#)), wobei die orthogonale Ebene parallel zur okklusalen Ebene des Zahns liegt und sich in einer bestimmten Tiefe in dem Zahn befindet, wird folgendermaßen bestimmt. Zuerst wird eine okklusale Best-Fit-Ebene des Zahns bestimmt (Block **123**). Wie vorhergehend beschrieben, ist die okklusale Ebene eine Ebene, die drei oder mehr maximale Punkte des Zahns enthält, wobei die übrigen Abschnitte des Zahns auf einer Seite der Ebene liegen, z.B. sind die maximalen Punkte solche Punkte, die andere Zähne berühren, wenn der obere und der untere Dentalbogen in Okklusion (z.B. Interkuspidation) stehen.

[0084] Um die okklusale Best-Fit-Ebene zu finden, wird eine erste okklusale Ebene $F(x, y, z)$ berechnet (Block **130**), wobei $F(x, y, z) = Ax + By + Cz + D = 0$. Mit jedem bekannten Punkt $P(x, y, z)$ des Zahns und der Ebene $F(x, y, z) = Ax + By + Cz + D = 0$ lässt sich der Abstand (d) jedes Punktes des Zahns zur Ebene darstellen als $d = D(P, F)$ oder genauer:

$$d = \frac{Ax_1 + By_1 + Cz_1 + D}{\pm \sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}$$

[0085] Der Abstand aller Punkte P zur Ebene (ϵ) lässt sich folgendermaßen darstellen:

$$\epsilon = \sum d^2$$

[0086] Zum Berechnen der ersten okklusalen Ebene können die folgenden Gleichungen eingesetzt werden, um nach A , B , C und D aufzulösen und dadurch die erste Ebene zu erhalten:

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial A} = \sum \frac{\partial d^2}{\partial A} = 0$$

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial B} = \sum \frac{\partial d^2}{\partial B} = 0$$

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial C} = \sum \frac{\partial d^2}{\partial C} = 0$$

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial D} = \sum \frac{\partial d^2}{\partial D} = 0$$

[0087] Die Daten, die den Zahn **134** kennzeichnen, werden dann transformiert, um die x-y-Ebene des verwendeten Koordinatensystems mit der ersten okklusalen Ebene (Block **132**) auszurichten. Eine solche Ausrichtung unterstützt das Bestimmen der maximalen Punkte des Zahns zur im Folgenden zu beschreibenden Verwendung. Mit anderen Worten: der Zahn wird transformiert, um ihn mit dem Koordinatensystem auszurichten, so dass die Längsachse des Zahns der Z-Achse des Koordinatensystems entspricht.

[0088] Die transformierten Zahndaten werden dann aufgeteilt und in vier Abteilungen unterteilt, wie es in der Abbildung **136** in Block **135** gezeigt ist. Die Abbildung **136** des Zahns **134** enthält somit die Abschnitte **138** bis **141**. Danach wird ein maximaler Punkt in jedem Abschnitt **138** bis **141** (Block **146**) festgelegt, und eine aktualisierte okklusale Ebene der maximalen Punkte in jedem dieser Abschnitte (Block **148**) wird auf dieselbe Weise berechnet, wie es vorhergehend für die erste okklusale Ebene beschrieben wurde, wobei nur die maximalen Punkte in den Abschnitten verwendet werden.

[0089] Eine Transformationsmatrix zwischen der x-y-Ebene des Koordinatensystems und der aktualisierten okklusalen Ebene, die mit den maximalen Punkten in den Abschnitten errechnet wurde, wird dann berechnet (Block **150**). Block **152** zeigt, dass, wenn die Transformationsmatrix nicht [1] ist (Unterblock **154**), die Vorgänge der Schritte **132**, **135**, **146**, **148** und **150** wiederholt werden, bis eine Transformationsmatrix von [1] erhalten wurde. Der Unterblock **156** zeigt, dass, wenn die Transformationsmatrix von

[1] erhalten wurde, die aktualisierte okklusale Ebene in diesem Durchgang als die okklusale Best-Fit-Ebene gilt, von der weitere Berechnungen angestellt werden können.

[0090] Dem Durchschnittsfachmann ist bekannt, dass die okklusale Best-Fit-Ebene auch durch Positionieren einer Flächenebene auf dem Zahn bestimmt werden kann. Bei der auf dem Zahn positionierten Flächenebene können die Kontaktpunkte zwischen dem Zahn und der Oberflächenebene bestimmt werden. Solche Kontaktpunkte sind ähnlich den maximalen Punkten des Zahns, die durch das Aufteilungsverfahren bestimmt wurden, das in [Fig. 9B](#) beschrieben wurde. Die Kontaktpunkte können dann verwendet werden, um die okklusale Best-Fit-Ebene zu definieren und den Mittelpunkt und die Achse zu finden, was im Folgenden beschrieben wird.

[0091] Ferner kann die okklusale Best-Fit-Ebene auf eine Vielzahl anderer Weisen bereitgestellt werden. Beispielsweise kann eine okklusale Best-Fit-Ebene durch den Anwender geschätzt werden, der drei Punkte auswählt, die sie definieren. Weiter kann die okklusale Best-Fit-Ebene automatisch mit dem Best-Fit-Zylinder bestimmt werden, wie es vorhergehend in [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) beschrieben wurde. Beispielsweise kann die Fläche des Best-Fit-Zylinders als okklusale Best-Fit-Ebene verwendet werden.

[0092] Mit Hilfe der in Block 123 bestimmten okklusalen Best-Fit-Ebene wird der Zahnmittelpunkt berechnet (Block 124), indem die Punkte (P) auf der okklusalen Best-Fit-Ebene summiert und dann durch die Anzahl der Punkte (N) dividiert werden, um den Mittelpunkt mit folgender Gleichung zu ermitteln:

$$P_{\text{Mitte}} = \frac{\sum P_i}{N}$$

[0093] Aus dem Zahnmittelpunkt $P_{\text{Mitte}}(x, y, z)$ ergibt sich die Zahnmittelachse: $x = X_{\text{Mitte}}$ und $Y = Y_{\text{Mitte}}$, wobei $z = 0$.

[0094] Nach dem Bestimmen der Zahnmittelachse, d.h. der Längsachse des Zahns (Block 124) kann der maximale Querschnitt entlang der Mittelachse 136 gefunden und bestimmt werden (Block 158). Das Suchverfahren kann folgende Schritte beinhalten Folgendes: Bewegen entlang der Achse in relativ großen Schritten, um einen Übergang von einem maximalen Querschnitt zu einem kleineren Querschnitt festzustellen, und dann erneutes Durchführen dieser Berechnungen in kleineren Schritten in dem Übergangsbereich. Das Suchverfahren kann in mehreren Durchgängen erfolgen, um zu einem maximalen Querschnittsbereich zu gelangen. Nach dem Finden des maximalen Querschnitts orthogonal zur Achse

136 wird die Umfanglänge des Querschnitts in der orthogonalen Ebene berechnet (Block 160).

[0095] Die Umfanglänge kann auf verschiedene Weise berechnet werden, was dem Durchschnittsfachmann bekannt ist. Beispielsweise zeigt [Fig. 9E](#), dass die Umfanglänge mit einem Messwerkzeug zum Zeichnen von Liniensegmenten 140 um den Umfang des Querschnitts berechnet wird. Die Längen der Liniensegmente werden summiert, um eine Umfanglänge zu erhalten.

[0096] Mit der berechneten maximalen Umfanglänge kann die Umfanglänge mit der entsprechenden Umfanglänge der Innenflächen eines Satzes orthodontischer Bänder verglichen werden, von denen eines zur Aufbringung auf den Zahn 134 (Block 173, 175) ausgewählt wird. Eine Ausgabe des geeigneten Bandes wird auf der Grundlage des Vergleichs bereitgestellt (Block 175), z.B. durch Textanzeige usw.

[0097] Dem Durchschnittsfachmann ist bekannt, dass die Arbeitsabläufe, die anhand der Figuren hierin beschrieben wurden, mit oder ohne Anwendereingabe ausgeführt werden. Beispielsweise können die Abläufe zum Bestimmen der geometrischen Parameter durch einen Anwender eingeleitet werden, der ein Anzeigesymbol nach Auswahl eines einzelnen Zahns wählt, wodurch ein bestimmtes orthodontisches Band ausgegeben wird. Dem Durchschnittsfachmann sollte auch bekannt sein, dass Schritte in diesem Verfahren durch Anwendereingabe ausgeführt werden, etwa der Einsatz von Messgeräten beim Messen der Umfanglänge usw.

[0098] Verschiedene Änderungen und Veränderungen dieser Erfindung sind dem Durchschnittsfachmann bekannt, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen, und es wird vorausgesetzt, dass die Erfindung nicht unangemessen auf die beschriebenen Ausführungsformen und Verfahren begrenzt ist.

Patentansprüche

1. Gegenstand mit einem Behälter und einem Satz orthodontischer Bänder (77), die in dem Behälter (79) aufgenommen sind, wobei jedes Band des Satz orthodontischer Bänder im Wesentlichen denselben geometrischen Aufbau aufweist, wobei die orthodontischen Bänder jeweils eine andere Größe gegenüber den anderen orthodontischen Bändern aufweisen und wobei ferner jedes orthodontische Band einen vorbeschichtenden Kleberwerkstoff (74) aufweist, der auf mindestens einem Abschnitt (75) davon aufgebracht ist.

2. Gegenstand nach Anspruch 1, wobei der vorbeschichtende Kleberwerkstoff gleichmäßig auf einer Innenfläche jedes orthodontischen Bandes verteilt ist.

3. Gegenstand nach Anspruch 1, wobei der vorbeschichtende Kleberwerkstoff auf mindestens einem Abschnitt mindestens eines orthodontischen Bandes auf der Grundlage einer errechneten Volumendifferenz zwischen einer Innenfläche des mindestens einen orthodontischen Bandes und dem Zahn des Patienten verteilt ist.

4. Gegenstand nach Anspruch 1, wobei der vorbeschichtende Kleberwerkstoff in einer Menge bereitgestellt ist, die durch Errechnen der Volumenabweichung zwischen dem Band und dem Zahn des Patienten ermittelt wird.

5. Gegenstand nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Größe des Bandes eine Umfanglänge des Bandes ist.

6. Gegenstand nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Behälter ein Aushärten und Verunreinigen des Kleberwerkstoffs verhindert.

7. Gegenstand nach Anspruch 1, wobei der Kleberwerkstoff in der Form eines Wulstes auf dem gingivalen Rand des Bandes ausgegeben wird.

8. Gegenstand nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der vorbeschichtende Kleberwerkstoff ein chemisch härtender Kleber ist.

9. Gegenstand nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Kleberwerkstoff ein lichthärtender Kleber ist.

10. Orthodontisches Bandwahlverfahren mit:
Bereitstellen eines Satzes orthodontischer Bänder (**77**), wobei jedes Band des Satzes orthodontischer Bänder im Wesentlichen einen gleichen grundsätzlichen geometrischen Aufbau aufweist, wobei jedes der orthodontischen Bänder eine andere Größe gegenüber den anderen orthodontischen Bändern aufweist und wobei ferner jedes orthodontische Band einen Abschnitt davon aufweist, der mit einem vorbeschichtenden Kleberwerkstoff (**74**) beschichtet ist, und
Auswählen eines orthodontischen Bandes aus dem Satz orthodontischer Bänder auf der Grundlage eines geometrischen Parameters des Zahnes des Patienten.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

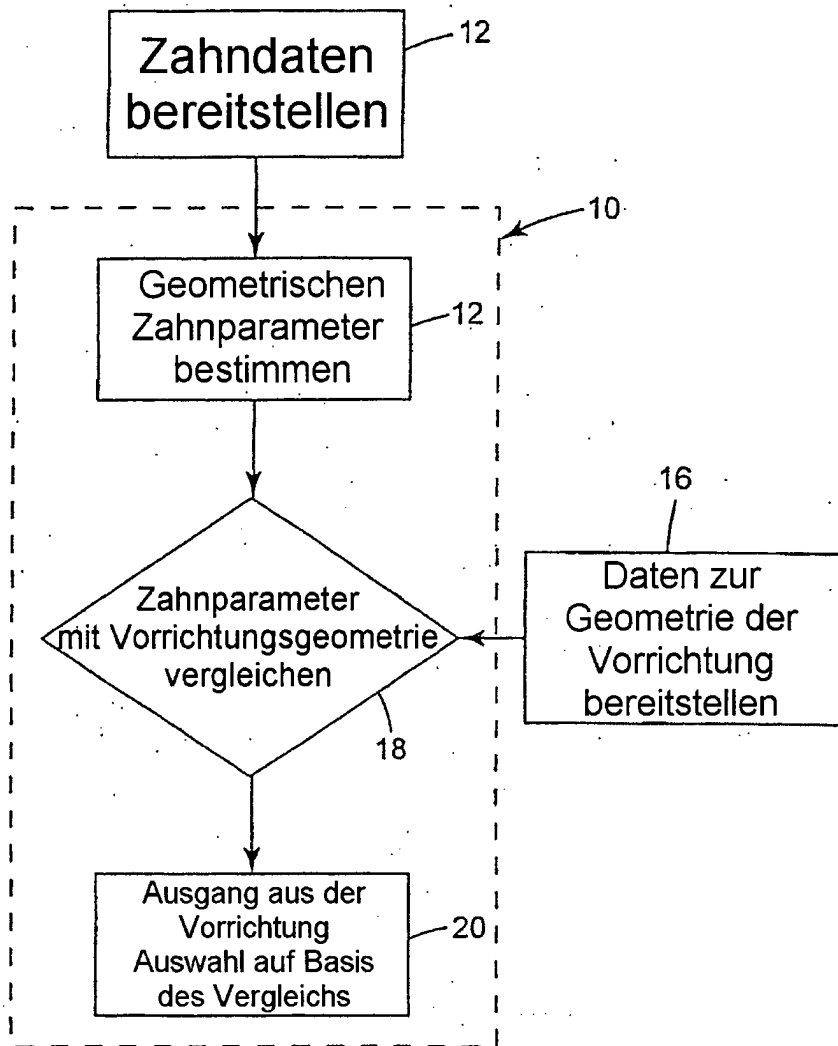


Fig. 1

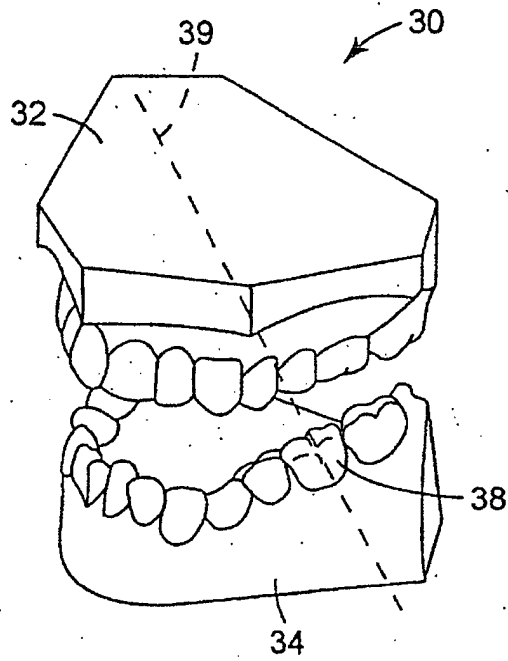


Fig. 2

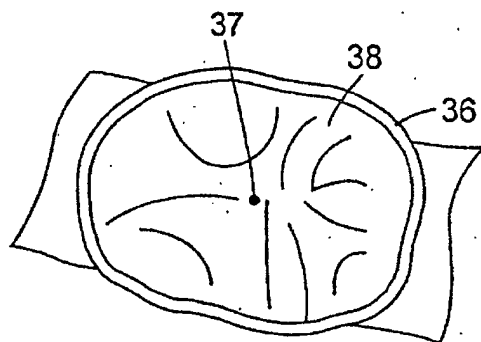


Fig. 3

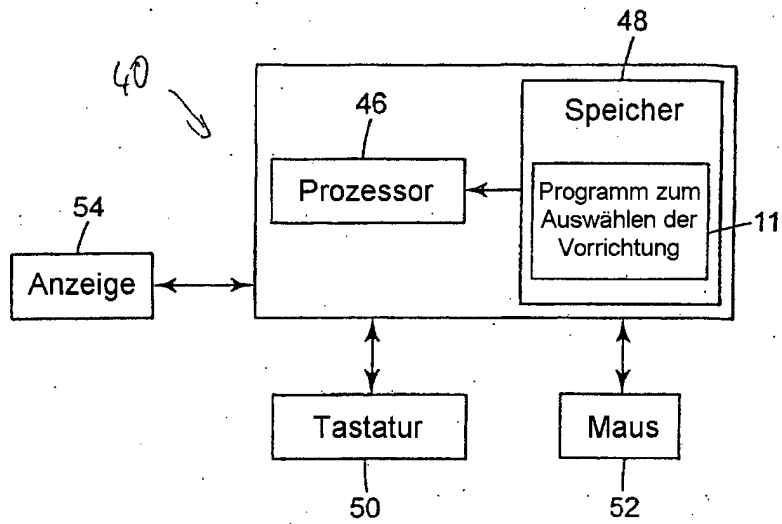


Fig. 4

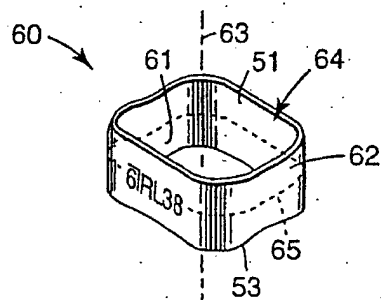


Fig. 5

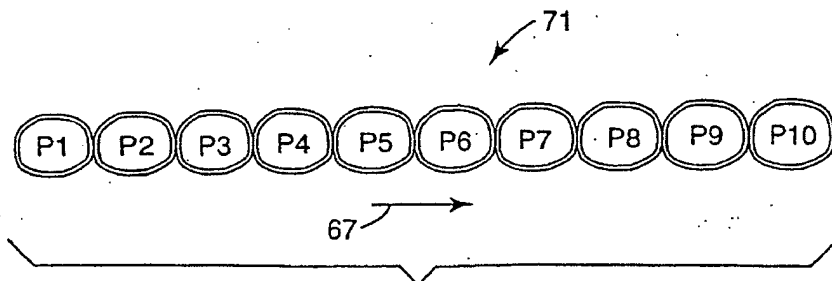


Fig. 6

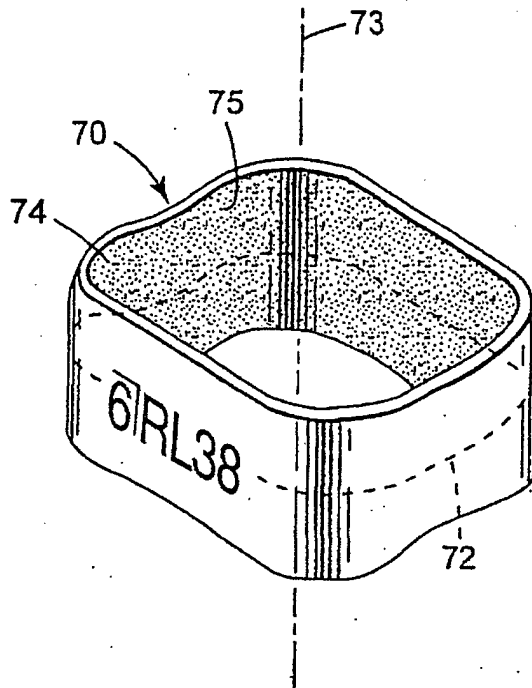


Fig. 7A

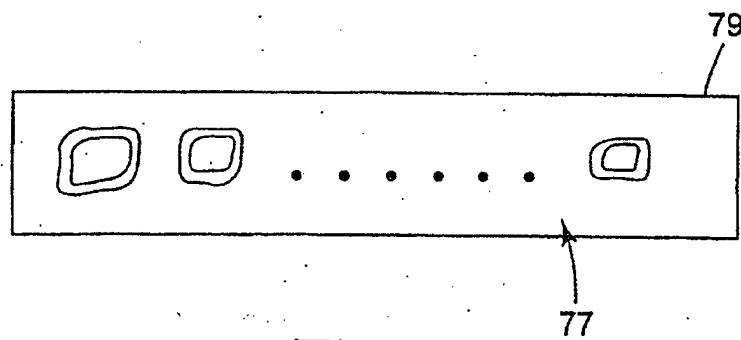


Fig. 7B

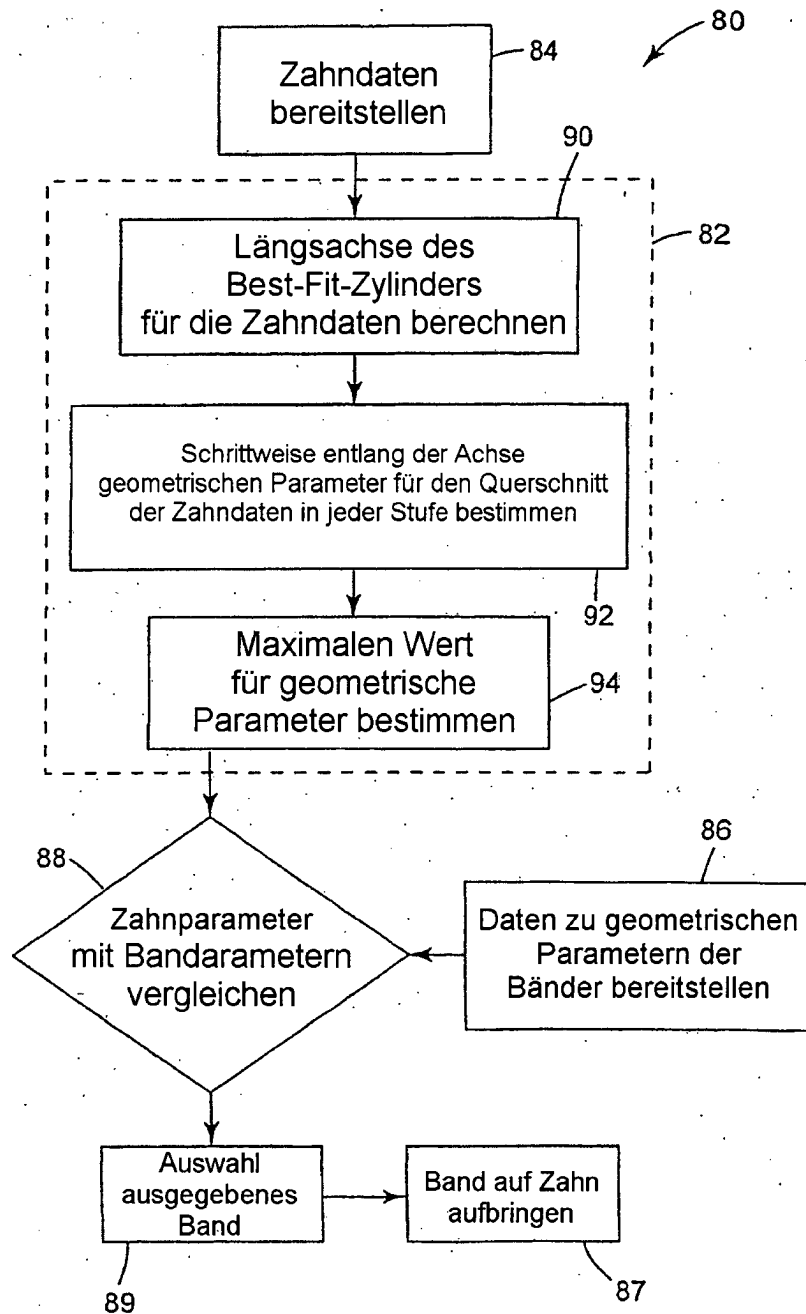
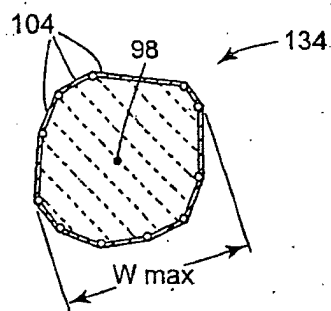
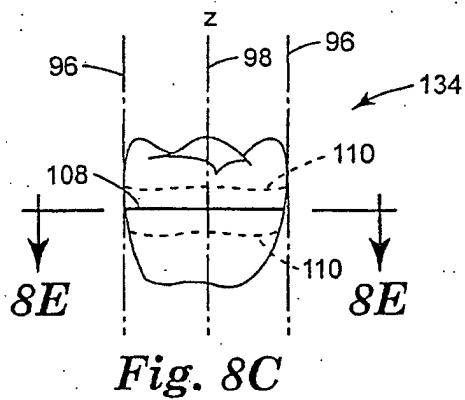
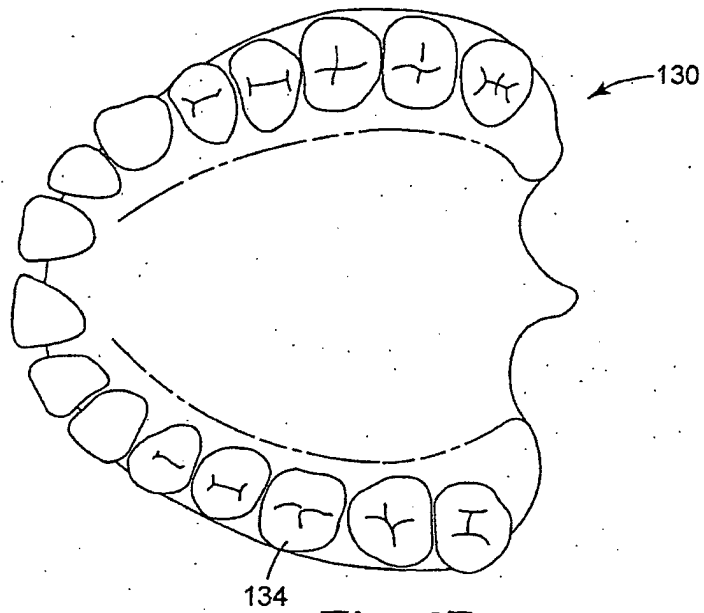


Fig. 8A



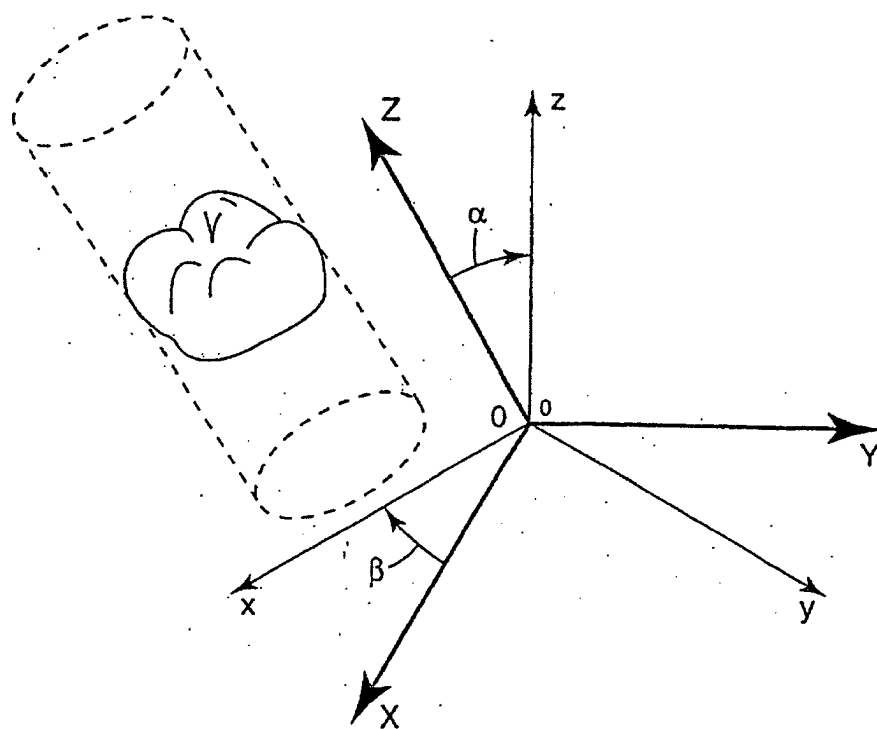


Fig. 8D

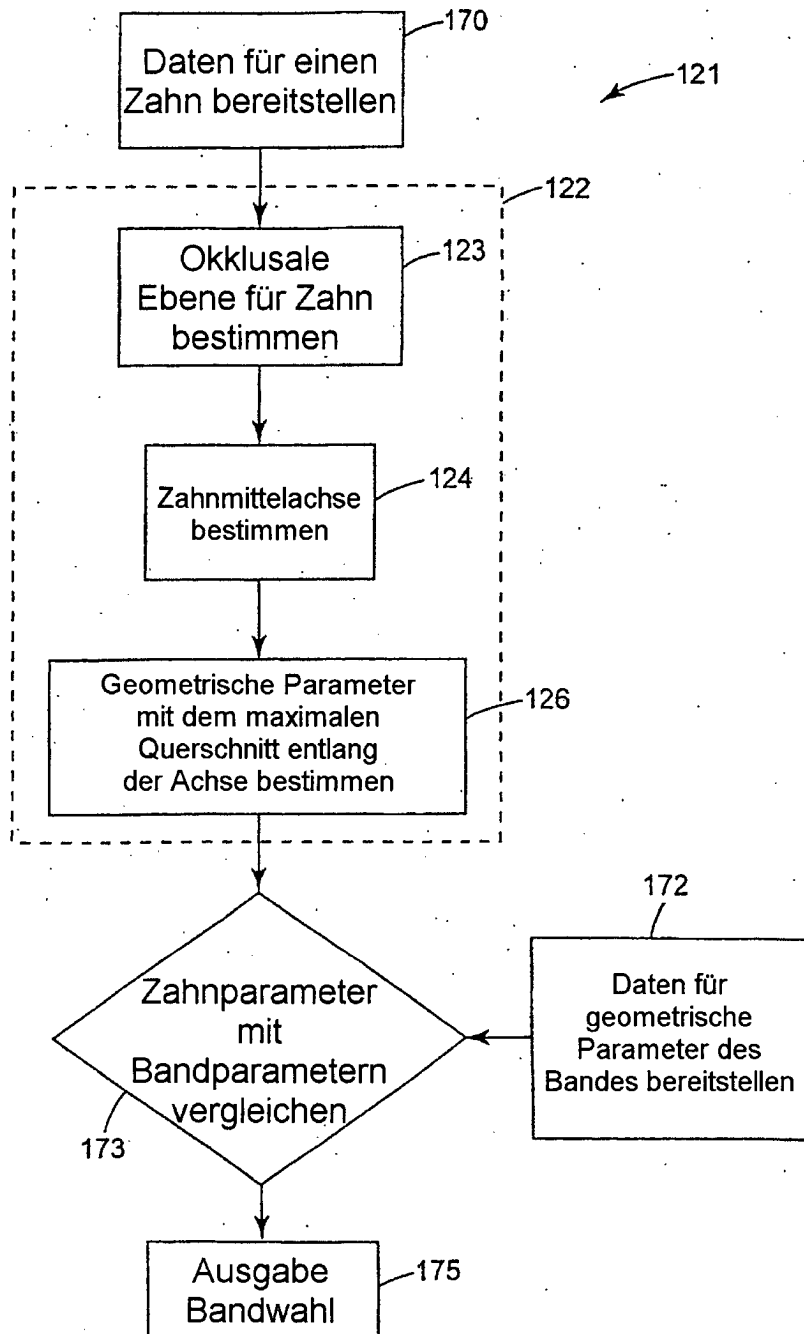
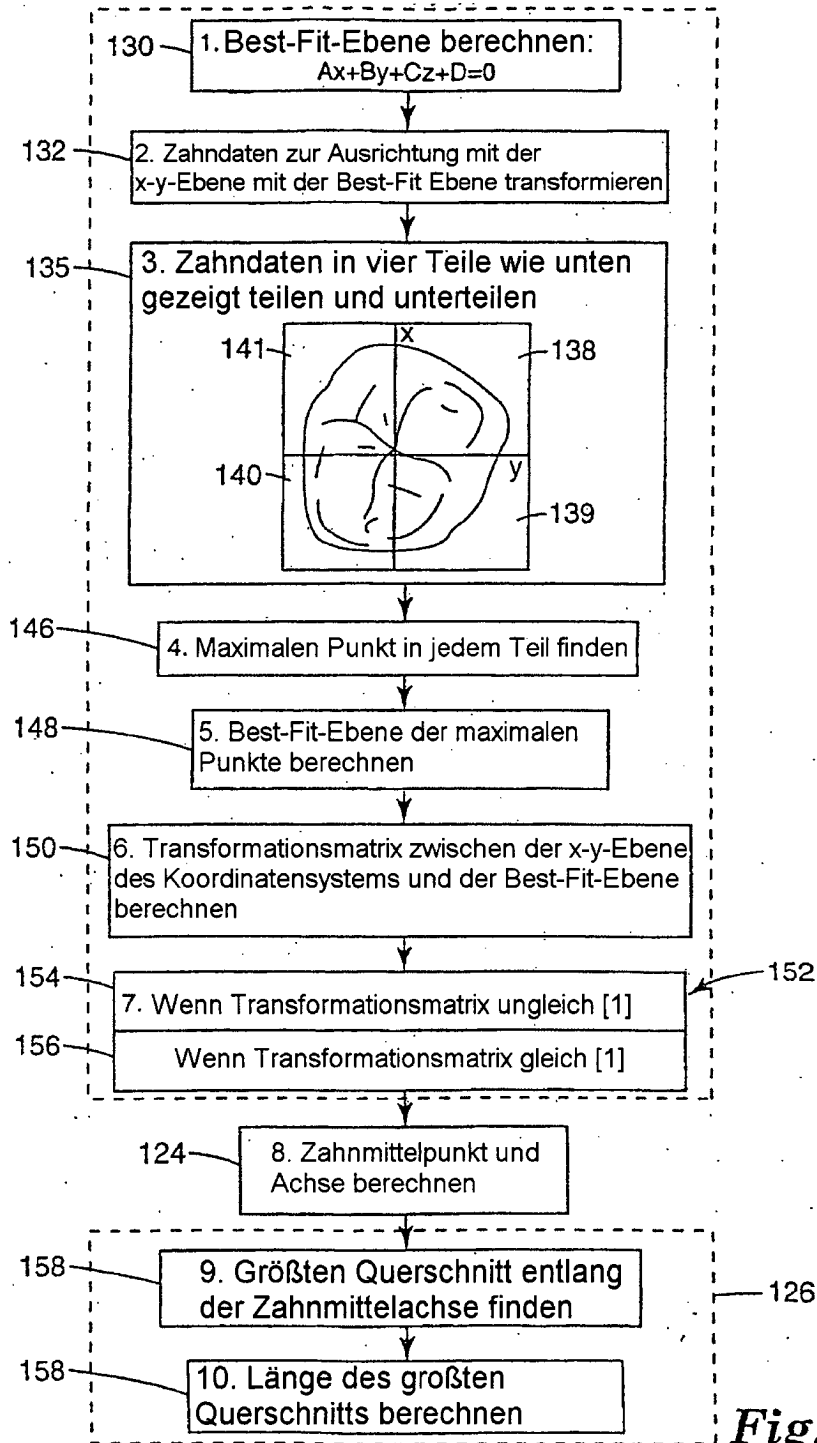


Fig. 9A



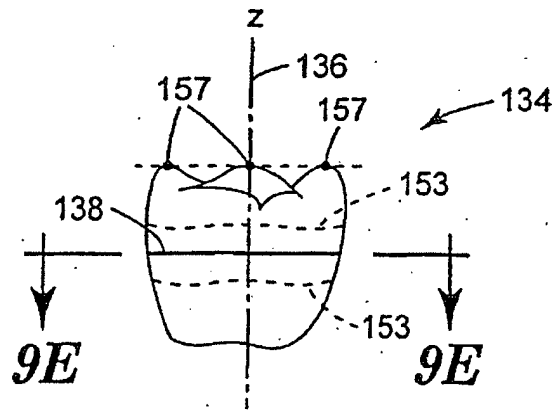


Fig. 9C

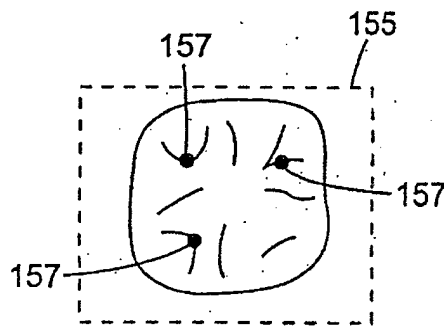


Fig. 9D

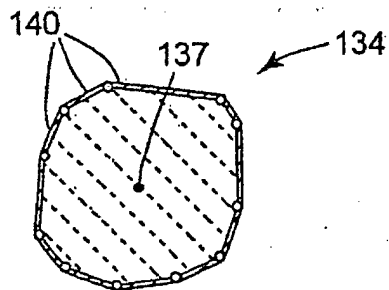


Fig. 9E