



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 07 127 T2 2007.02.15

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 558 168 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 603 07 127.9

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US03/29688

(96) Europäisches Aktenzeichen: 03 755 844.2

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2004/041110

(86) PCT-Anmeldetag: 19.09.2003

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 21.05.2004

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 03.08.2005

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 26.07.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 15.02.2007

(51) Int Cl.⁸: A61C 7/30 (2006.01)

A61C 7/28 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

287165 04.11.2002 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR

(73) Patentinhaber:

3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US

(72) Erfinder:

POSPISIL, V., Jirina, Saint Paul, MN 55133-3427,
US

(54) Bezeichnung: BACKENZAHNEINRICHTUNG ZUR KIEFEORTHOPÄDISCHEN THERAPIE

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 eingelebt, 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

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft im weiteren Sinne Vorrichtungen, die im Laufe von kieferorthopädischen Behandlungen benutzt werden. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine kieferorthopädische Vorrichtung, die an einem der molaren Zähne des Patienten befestigt wird.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Die kieferorthopädische Therapie ist eine besondere Art der Behandlung auf dem Gebiet der Zahnmedizin und umfasst die Bewegung von fehlgestellten Zähnen in Richtung kieferorthopäisch richtiger Stellungen. Kieferorthopädische Behandlung verbessert oftmals die Okklusion des Patienten und fördert typischerweise das ästhetische Erscheinungsbild der Zähne.

[0003] Viele Arten von kieferorthopädischen Behandlungsprogrammen umfassen die Benutzung eines Satzes kleiner Vorrichtungen und Drähte, die gemeinhin als unter dem Sammelbegriff "Spangen" bekannt sind. Während solcher Behandlungsprogramme werden kleine Vorrichtungen, die als "Brackets" bekannt sind, an den vorderen Zähnen, den Eckzähnen und den prämolaren Zähnen des Patienten befestigt, und ein Bogendraht wird in den Bogendrahtschlitz jedes Brackets eingeführt. Der Bogendraht dient als Führungsspur, um die Zähne in Richtung kieferorthopäisch richtiger Stellungen zu bewegen.

[0004] Die Endabschnitte der kieferorthopädischen Bogendrähte werden typischerweise in kleinen Vorrichtungen aufgenommen, die als Bukkalrörchen bekannt sind. Bukkalrörchen werden an den molaren Zähnen des Patienten befestigt. In der Vergangenheit wurden Bukkalrörchen typischerweise mit Bändern verschweißt, welche so beschaffen waren, dass sie den betreffenden molaren Zahn umschließen konnten. Neuerdings sind Bukkalrörchen erhältlich, die dafür eignen sind, mittels eines Klebstoffs direkt mit der Oberfläche des Patientenzahns verbunden zu werden.

[0005] In Verbindung mit kieferorthopädischen Brackets werden oftmals Ligaturen benutzt, um den Bogendraht mit den Brackets zu verbinden und den Bogendraht so auszurichten, dass er innerhalb des Bogendrahtschlitzes in eine bestimmte Richtung wirkt. Eine Art der im Handel erhältlichen kieferorthopädischen Ligaturen ist ein kleiner O-Ring aus Elastomer. Kieferorthopädische O-Ringligaturen werden installiert, indem der O-Ring um die kleinen Flügel auf den Brackets gezogen wird, welche unter der Bezeichnung Ligaturflügel bekannt sind. Die Ligaturflügel werden mit dem Bracketkörper auf dessen gingivaler

Seite des (d.h. auf der Seite, die dem Zahnfleisch den Patienten zugewandt ist) verbunden und werden ebenfalls auf der okklusalen Seite des Bracketkörpers (d.h. auf der Seite, die den Spitzen der Zähne des Patienten zugewandt ist) mit diesem verbunden. Nach der Installation der O-Ring-Ligatur, erstreckt sich diese von der Rückseite oder lingualen Seite des Ligaturflügels bis zur Vorderseite oder labialen Seite des Bogendrahtes und zieht den Bogendraht schlüssig entweder gegen die unteren Wand oder gegen die linguale Wand des Bogendrahtschlitzes.

[0006] Metallligaturen, wie etwa Ligaturen aus Edelstahl werden ebenfalls benutzt, um die Bogendrähte in den Bogendrahtschlitz von kieferorthopädischen Brackets zu halten. Metallligaturen bestehen typischerweise aus einem kurzen Abschnitt eines ursprünglich geraden Drahtes, der anschließend zu einer Schlaufe gebogen wird. Bei der Installation der Drahtligatur wird diese in den Ligaturflügel eingehakt und bis über die labiale Seite des Bogendrahtes gezogen. Die Endabschnitte des Bogendrahtes werden dann zusammengedreht, um die Schlaufe zu schließen und sowohl die Ligatur als auch den Bogendraht an Ort und Stelle zu halten.

[0007] Viele Arten von kieferorthopädischen Bukkalrörchen weisen einen umschlossenen Führungskanal zur Aufnahme des Bogendrahtes auf, während die Bogendrahtschlitze der Brackets an einer Seite offen sind. Einige Bukkalrörchen haben keinerlei Ligaturflügel, da der umschlossene Führungskanal zum Festhalten des Bogendrahtes dient. Bukkalrörchen sind oftmals relativ einfach aufgebaut, sie bestehen im Wesentlichen aus einem röhrenförmigen Körper, der eine Basis aufweist, die dafür geeignet ist, an einem kieferorthopädischen Ring angeschweißt zu werden.

[0008] Bestimmte Arten von Bukkalrörchen sind indes unter der Bezeichnung "umwandelbare Bukkalrörchen" bekannt. Diese Bukkalrörchen werden oftmals für die ersten molaren Zähne von heranwachsenden Patienten benutzt, deren zweite molare Zähne noch nicht erschienen sind. Umwandelbare Bukkalrörchen weisen einen Führungskanal für den Bogendraht auf, der ursprünglich, während des Anfangsstadiums der Behandlung, geschlossen ist. Wenn die Behandlung voranschreitet und der zweite molare Zahn erscheint, wird der Führungskanal des Bukkalrörchen auf dem ersten molaren Zahn geöffnet, um das Bukkalrörchen in ein Bracket umzuwandeln. Anschließend wird ein weiteres Bukkalrörchen an den zweiten molaren Zähnen des Patienten befestigt, um die Enden des Bogendrahtes festzuhalten.

[0009] Beispiele für umwandelbare Bukkalrörchenvorrichtungen sind in den amerikanischen Patenten Nr. 4,511,331, 4,820,151, 4,927,362 und 5,059,119 beschrieben. Umwandelbare Bukkalrör-

chen weisen oftmals eine Klappe oder Abdeckung auf, die sich ursprünglich über den Bogendrahtführungskanal erstreckt und diesen schließt. Wenn das Buccalröhren in ein Bracket umgewandelt werden soll, wird die Klappe oder Abdeckungen geöffnet, so dass aus dem umschlossenen Führungskanal ein nach einer Seite hin offener Schlitz wird. Der praktizierende Kieferorthopäde legt dann eine Ligatur um die Ligaturflügel der Vorrichtung sowie um den Bogendraht, um den Bogendraht im Bogendrahtschlitz zu halten.

[0010] Leider sind einige Kieferorthopäden mit den Elastomer- und Metallligaturen, die gemeinsam mit kieferorthopädischen Brackets und umwandelbaren Buccalröhren benutzt werden, nicht vollkommen zufrieden. Es ist ziemlich zeitaufwändig, derartige Ligaturen zu installieren, sowohl bei der Erstinstallation als auch bei der erneuten Installation, wenn der Bogendraht oder die Ligaturen ersetzt werden sollen. Wie leicht abzuschätzen ist, kann eine Verkürzung der Zeit, die für den Ligaturvorgang benötigt wird, dazu beitragen, die Gesamtzeit, die der praktizierende Kieferorthopäde für den Patienten benötigt, zu verringern und somit die Gesamtkosten der kieferorthopädischen Behandlung zu senken.

[0011] Elastomer- und Metallligaturen bringen weitere Nachteile mit sich. So wurde zum Beispiel berichtet, dass bestimmte Elastomerligaturen aus Polyurethan im Laufe der Behandlung zu Verformungsscheinungen und nachlassenden Kraftwirkungen neigten. In einigen Fällen wurden Elastomerligaturen durch vom Patienten verzehrte Lebensmittel und Getränke verfärbt und sahen recht unansehnlich aus. Metallligaturen weisen oftmals scharfkantige Enden auf, in denen sich Plaque und Speisereste verfangen und die darüber hinaus die Infektionsgefahr erhöhen.

[0012] Um die Probleme zu lösen, die mit herkömmlichen Ligaturen verbunden sind, sind in der Vergangenheit eine Vielzahl von kieferorthopädischen Brackets mit verschiedenartigen Einklinkmechanismen vorgeschlagen worden, um den Bogendraht im Bracket zu verankern. Derartige Brackets sind auch unter der Bezeichnung "selbstligierende Bracket" bekannt. Der Einklinkmechanismus weist eine bewegliche Haltevorrichtung, ein Federglied, eine Abdeckung, einen Verschluss, einen Bügel oder eine andere Vorrichtung auf, die mit dem Bracketkörper verbunden wird, um den Bogendraht im Bogendrahtschlitz zu halten.

[0013] Beispiele für selbstligierende kieferorthopädische Brackets, die im Allgemeinen U-förmige liegende Einklinkvorrichtungen aufweisen, sind in den amerikanischen Patenten Nr. 3,772,787, 4,248,588 und 4,492,573 beschrieben. Im Allgemeinen ist die Haltevorrichtung solcher Bracket so auf den Bracketkörper montiert, dass sie mit einer Dentalsonde oder

einem anderen spitz zulaufendem Dentalwerkzeug relativ zum Körper verschoben werden, wann immer dies erforderlich ist, um den Bogendrahtschlitz zu öffnen oder zu schließen. Ein selbstligierender Bracket, der unter dem Markennamen "Speed" bekannt ist, weist eine im Allgemeinen U-förmige Haltevorrichtung auf, um den Bogendraht an den Bracket zu ligieren.

[0014] Weitere Arten von selbstligierenden Brackets weisen Einklinkmechanismen auf, die Schwingverschlüsse erinnern, oder Schließvorrichtungen, die zwischen einer "Schlitz-offen"- und einer "Schlitz geschlossen"-Stellung schwenkbar gelagert sind. Der Bracket, der im amerikanischen Patent Nr. 4,712,999 erläutert ist, weist zum Beispiel eine drehbare Abdeckplatte auf, die an einem Ende schwenkbar mit einem Ligaturflügel auf einer Seite des Brackets verbunden ist, während sie am anderen Ende auslösbar in einen Ligaturflügel auf der gegenüberliegenden Seite des Bogendrahtschlitzes eingeklinkt werden kann. Weitere kieferorthopädische Brackets mit schwingenden Einklinkmechanismen sind in den amerikanischen Patenten Nr. 4,103,423, 5,516,284 und 5,685,711 beschrieben.

[0015] Die amerikanischen Patente Nr. 4,371,337 und 4,559,012 beschreiben selbstligierende kieferorthopädische Brackets, die Einklinkmechanismen aufweisen, welche sich um die Längsachse des Bogendrahtschlitzes drehen. Der Einklinkmechanismus dieser Referenzfindungen hat eine annähernd zylindrische Form und ist drehbar in einem seiner Form angepassten zylindrischen Kanal gelagert, wobei der Einklinkmechanismus mit einem Arm versehen ist, der sich nach außen erstreckt, um die Ausführung der Drehbewegung zwischen einer "Schlitz-offen"- und einer "Schlitz geschlossen"-Stellung zu erleichtern.

[0016] Ein selbstligierender kieferorthopädischer Bracket, der in dem amerikanischen Patent Nr. 5,711,666 beschrieben ist, weist ein biegbares flaches Federglied auf. Ein Ende des Federgliedes ist auf einer Seite des Bogendrahtschlitzes am Bracketkörper befestigt, während das gegenüberliegende Ende des Federgliedes Aussparungen aufweist, die auslösbar in Eingriffe oder Einrastvorrichtungen eingeklinkt werden können, wenn das Federglied in die "Schlitz geschlossen"-Stellung bewegt wird. Um den Schlitz zu öffnen, werden die Aussparungen aus den Einrastvorrichtungen ausgeklinkt, und das Federglied wird in ausreichendem Maße in eine Richtung gebogen, der es ermöglicht, den Bogendraht aus dem Bogendrahtschlitz zu entfernen.

[0017] Weitere Arten von selbstligierenden kieferorthopädischen Brackets verfügen über Einklinkmechanismen, die im Wesentlichen flache Platten aufweisen, die zwischen einer "Schlitz-offen"- und einer

"Schlitz geschlossen"-Stellung hin und her geschoben werden können. Beispiele für derartige Konstruktionen finden sich in den amerikanischen Patenten Nr. 5,094,614, 5,322,435 und 5,613,850. Im Allgemeinen bewegen sich die verschiebbaren Einklinkmechanismen, die in diesen Referenzpatenten beschrieben werden, in aufrechten Kanälen, die sich auf der bukkalabialen Seite des Bogendrahtschlitzes befinden.

[0018] Eine weitere Art von selbstligierenden Brackets, die in der Vergangenheit vorgeschlagen wurde, weist einen Einklinkmechanismus auf, welcher aus einem Abschnitt aus Drahtmaterial hergestellt ist, wobei der Abschnitt ähnlich wie ein Bügel funktioniert. Die kieferorthopädischen Brackets, die in den amerikanischen Patenten Nr. 4,149,314, 4,725,229 und 5,269,681 beschrieben sind, verfügen über drahähnliche Einklinkmechanismen, die zwischen einer "Schlitz-offen"- und einer "Schlitz geschlossen"-Stellung hin und her schwingen. Der kieferorthopädische Bracket, der im amerikanischen Patent Nr. 4,260,375 beschrieben ist, hat eine Zugschlaufe, die zwischen einer "Schlitz-offen"- und einer "Schlitz geschlossen"-Stellung hin und her geschoben werden kann.

[0019] Verbesserte selbstligierende kieferorthopädische Brackets werden den beiden anhängigen PCT-Anmeldungen WO01/22901 und WO02/089693 beschrieben, die den Titel "ORTHODONTIC APPLIANCE WITH SELF-RELEASING LATCH" tragen. Die Vorrichtungen, die in diesen Anmeldungen beschrieben werden, weisen einen Einklinkmechanismus zum Festhalten des Bogendrahtes im Bogendrahtschlitz auf, wobei der Einklinkmechanismus den Bogendraht aus dem Bogendrahtschlitz freigibt, wenn der Bogendraht eine Kraft auf die Vorrichtung ausübt und diese Kraft einen bestimmten Mindestwert übersteigt. Der Mindestwert ist signifikant geringer als die Kraft, die in derselben Richtung wirken muss, um die Vorrichtung um Zahn zu lösen, und trägt somit dazu bei zu verhindern, dass die Vorrichtung sich im Laufe der Behandlung spontan vom Zahn löst.

[0020] In bestimmten Ausführungsformen der Vorrichtungen, die in den oben genannten PCT-Anmeldungen beschrieben sind, kann der Bogendraht in den Bogendrahtschlitz eingeführt werden, indem der Bogendraht gegen den Einklinkmechanismus gedrückt wird. Der Einklinkmechanismus ist so gebaut, dass er sich selbsttätig öffnet, ohne dass handgeführte Instrumente oder andere Werkzeuge dazu erforderlich wären. Darauf folgt, dass solche Vorrichtungen für den praktizierenden Kieferorthopäden von großem Vorteil sind, weil sie es ermöglichen, die Zeit, die zum verbinden des Bogendrahtes mit den Vorrichtungen erforderlich ist, erheblich zu verkürzen.

[0021] Die Vorrichtungen, die in den oben genannten PCT-Anmeldungen beschrieben sind, umfassen

sowohl Brackets für die vorderen Zähne, die Eckzähne und die prämolaren Zähne als auch Vorrichtungen für die molaren Zähne des Patienten. Eine weitere kieferorthopädische Vorrichtung mit selbstlösendem Einklinkmechanismus ist in der amerikanischen Patentanmeldung 2001/0029008 offenbart, wobei die zweiteilige Ausführungsform des Anspruchs 1 auf diesem Stand der Technik beruht. Wiewohl solche Vorrichtungen einen bedeutenden Fortschritt in der Technologie kieferorthopädischer Vorrichtungen darstellen, besteht doch weiterhin ein Bedarf, den Stand der Technik bezüglich selbstligierender Vorrichtungen zu verbessern. Insbesondere besteht ein Bedarf an einer verbesserten selbstligierenden Vorrichtung, die speziell für eine Benutzung mit den molaren Zähnen des Patienten angepasst ist. Vorzugsweise sollte eine solche Vorrichtung eine starke und sichere Verbindung zwischen dem Bogendraht und dem betreffenden molaren Zahn herstellen und gleichzeitig, wenn dies gewünscht wird, die Bewegung der Zähne erleichtern, damit die Behandlung ohne unnötige Verzögerungen abgeschlossen werden kann.

Kurzdarstellung der Erfindung

[0022] Die vorliegende Erfindung betrifft selbstligierende kieferorthopädische Vorrichtungen wie die in Anspruch 1 beanspruchten, welche für eine Benutzung mit molaren Zähnen geeignet sind. Ein einem Aspekt der Erfindung weisen die molaren Vorrichtungen eine Bauweise auf, die eine gute Kontrolle der Bewegung und der Stellung der Vorrichtungen erlaubt, wenn letztere an einem Zahn befestigt wird, und darüber hinaus es dem praktizierenden Kieferorthopäde ermöglicht, auf einfache Weise den Bogendraht aus der Vorrichtung zu lösen, wenn dies gewünscht ist. In einem weiteren Aspekt der Erfindung weist die molare Vorrichtung eine Bauweise auf, die es erleichtert, sie mit anderen Vorrichtungen oder Geräten in der Mundhöhle zu verbinden, wie etwa mit einer Zugschlaufe, welche benutzt wird, um Lücken zwischen benachbarten Zähnen zu schließen.

[0023] Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung in einer Ausführungsform eine kieferorthopädische Vorrichtung für einen molaren Zahn. Die Vorrichtung umfasst eine Basis zur Verbindung der Vorrichtung mit der Oberfläche des molaren Zahns sowie einen auf der Basis aufbauenden Körper. Der Körper verfügt über einen mesialen Seitenabschnitt und über einen distalen Seitenabschnitt. Eine mesiale Bogendrahtführung ist mit dem mesialen Seitenabschnitt des Körpers verbunden. Eine distale Bogendrahtführung ist mit dem distalen Seitenabschnitt des Körpers verbunden. Ein Bogendrahtschlitz erstreckt sich im Allgemeinen in mesial-distaler Richtung über die mesiale Bogendrahtführung und die distale Bogendrahtführung. Die Vorrichtung umfasst ebenfalls einen Einklinkmechanismus, um den Bogendraht auslösbar im Bogendrahtschlitz festzuhalten. Der

Einklinkmechanismus kann von einer "Schlitz offen"-Stellung, die zur Aufnahme des Bogendrahtes in den Bogendrahtschlitz dient, zu einer "Schlitz geschlossen"-Stellung bewegt werden, die dazu dient, den Bogendraht im Bogendrahtschlitz festzuhalten. Die Vorrichtung verfügt über keinerlei Ligaturflügel, und die mesiale Bogendrahtführung befindet so weit von der distalen Bogendrahtführung entfernt, dass ein Kanal gebildet wird, der sich im Allgemeinen in okklusal-gingivaler Richtung erstreckt.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform betrifft die vorliegende Erfindung ebenfalls eine kieferorthopädische Vorrichtung für einen molaren Zahn. In dieser Ausführungsform umfasst die Vorrichtung eine Basis zur Verbindung der Vorrichtung mit einem Zahn sowie einen auf der Basis aufbauenden Körper. Der Körper hat eine mesiale Seite und eine distale Seite. Ein mesialer Flansch befindet sich auf der mesialen Seite des Körpers und ein distaler Flansch befindet sich auf der distalen Seite des Körpers. Ein Bogendrahtschlitz erstreckt sich im Allgemeinen in mesial-distaler Richtung über die Vorrichtung. Die Vorrichtung umfasst ebenfalls einen Einklinkmechanismus, um den Bogendraht auslösbar im Bogendrahtschlitz festzuhalten. Der Einklinkmechanismus umfasst eine mesiale Haltevorrichtung, die zwischen dem mesialen Flansch und dem Körper aufgenommen wird, sowie eine distale Haltevorrichtung, die zwischen dem distalen Flansch und dem Körper aufgenommen wird. Mindestens einer der mesialen und distalen Flansche weist mindestens eine Nut auf, welche an die Basis angrenzt, um einen Drahtabschnitt oder einen ähnlichen Gegenstand an Ort und Stelle zu halten.

[0025] Nähere Einzelheiten der Erfindung sind in den Eigenschaftsmerkmalen der Ansprüche definiert.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0026] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften kieferorthopädischen Vorrichtung, die gemäß der vorliegenden Erfindung gebaut wurde, wobei die labiale, die distale und die gingivale Seite der Vorrichtung im Blickfeld sind;

[0027] [Fig. 2](#) ist eine Aufsicht der Vorderseite der in [Fig. 1](#) dargestellten Vorrichtung, wobei die labiale Seite der Vorrichtung im Blickfeld ist;

[0028] [Fig. 3](#) ist eine weitere perspektivische Ansicht der in den [Fig. 1](#) and [Fig. 2](#) dargestellten Vorrichtung, wobei die mesiale, die okklusale und die labiale Seite der Vorrichtung im Blickfeld sind;

[0029] [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht eines Endes der in den [Fig. 1–Fig. 3](#) dargestellten Vorrichtung, wobei die mesiale Seite der Vorrichtung im Blickfeld ist;

[0030] [Fig. 5](#) ist eine Aufsicht des Endes der in den [Fig. 1–Fig. 4](#) dargestellten Vorrichtung, wobei die distale Seite der Vorrichtung im Blickfeld ist;

[0031] [Fig. 6](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Endes der in den [Fig. 1–Fig. 5](#) dargestellten Vorrichtung, wobei das Blickfeld das gleiche ist wie in [Fig. 5](#);

[0032] [Fig. 7](#) ist eine vergrößerte perspektivische Ansicht der distalen Haltevorrichtung, die einen Teil Einklinkmechanismus der Vorrichtung aufweist, welche in den [Fig. 1–Fig. 6](#) dargestellt ist;

[0033] [Fig. 8](#) ist eine seitliche Aufsicht der in [Fig. 7](#) dargestellten Haltevorrichtung, wobei die distale Seite der Haltevorrichtung im Blickfeld ist;

[0034] [Fig. 9](#) ist eine Aufsicht der Vorderseite einer kieferorthopädischen Vorrichtung für einen molaren Zahn gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, wobei die bukkolabiale Seite der Vorrichtung im Blickfeld ist; und

[0035] [Fig. 10](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Endes der in [Fig. 9](#) dargestellten Vorrichtung, wobei die distale Seite der Vorrichtung im Blickfeld ist.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0036] Die Referenznummer **20** bezeichnet im weiteren Sinne eine kieferorthopädische Vorrichtung für einen molaren Zahn, die gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, welche in den [Fig. 1–Fig. 6](#) dargestellt ist, gebaut wurde. Die Vorrichtung **20** umfasst eine Basis **22** zur direkten Verbindung der Vorrichtung **20** mit dem Zahnschmelz eines molaren Zahnes des Patienten, wobei ein Klebstoff verwendet wird. Vorzugsweise verfügt die Basis **22** nach außen hin über ein konkav geformtes Bauteil, das sich an die konvexe Umrisslinie der Oberfläche des molaren Zahnes des Patienten anfügt. Wahlweise kann die Basis **22** mit Nuten, Partikeln, Vertiefungen, Unterschnitten, mit einem Material, welches die chemische Verbindung fördert, oder mit jedem beliebigen anderen Werkstoff oder Bauteil oder einer beliebigen Kombination der vorstehend genannten Elementen versehen werden, welche die direkte Verbindung der Vorrichtung mit der Oberfläche des Zahnes des Patienten erleichtern.

[0037] Ein Körper **24** ist mit der Basis **22** verbunden und erstreckt sich nach außen von der Basis **22** im Allgemeinen in bukkolabiale Richtung (d.h. in Richtung der Lippen oder Wangen des Patienten). Der Körper **24** umfasstwahlweise eine Aussparung **26**, die sich entlang seiner okklusalen and gingivalen Seiten erstreckt. Die Aussparungen **26** dienen während

des Herstellungsprozesses als Hilfe bei der genauen Positionierung der Vorrichtung **20** auf der Basis **22**. Die Vorrichtung **20** umfasst ebenfalls eine mesiale Bogendrahtführung **28** und eine distale Bogendrahtführung **30**. Die mesiale Bogendrahtführung **28** ist untrennbar mit dem mesialen Seitenabschnitt des Körpers **24** verbunden, und die distale Bogendrahtführung **30** ist untrennbar mit dem distalen Seitenabschnitt des Körpers **24** verbunden. Jede einzelne der Bogendrahtführungen **28, 30** umfasst einen okklusalen Arm und einen gingivalen Arm, die sich im Allgemeinen parallel zueinander in bukkolabialer Richtung erstrecken. Die äußersten bukkolabialen Enden des okklusalen Arms und des gingivalen Arms haben abgerundete Oberflächen, die einem Zylinderabschnitt ähnlich sind.

[0038] Die Vorrichtung **20** umfasst einen Kanal **32**, der sich im Allgemeinen in okklusal-gingivaler Richtung erstreckt. Der Kanal **32** sorgt für einen räumlichen Abstand zwischen der mesialen Bogendrahtführung **28** und der distalen Bogendrahtführung **30**. Eine linguale Seite des Kanals **32** (d.h. eine Seite, die der Zunge des Patienten zugewandt ist) grenzt direkt an eine freiliegende bukkolabiale Seite des Körpers **24** an und wird durch letztere begrenzt.

[0039] Ein verlängerter Bogendrahtschlitz **34** erstreckt sich im Allgemeinen in mesial-distaler Richtung über die mesiale Bogendrahtführung **28** und die distale Bogendrahtführung **30**. Vorzugsweise befindet sich die Unterseite oder linguale Seite des Bogendrahtschlitzes **34** in einem räumlichen Abstand zur Unterseite des Kanals **32**, wie in [Fig. 1](#) dargestellt. Der Bogendrahtschlitz **34** weist okklusale und gingivale Seiten auf, welche jeweils von den okklusalen und gingivalen Armen der Bogendrahtführungen **28, 30** begrenzt werden. Aus der Bezugsebene des Querschnitts in Längsrichtung gesehen, hat der Bogendrahtschlitz **34** eine rechteckige Form, wiewohl auch eine Kreisform möglich ist.

[0040] Wahlweise, und wie in der dargestellten Ausführungsform gezeigt ist, umfasst die Vorrichtung **20** einen Haken **36**, der untrennbar mit dem gingivalen Arm der mesialen Bogendrahtführung **28** verbunden ist. Von der mesialen Bogendrahtführung **28** aus, erstreckt sich der Haken **36** anfangs in gingivaler Richtung, bevor er einer Biegung macht und sich in distaler Richtung erstreckt. Vorzugsweise sind die äußeren Oberflächen des Hakens **36** glatt, um eine Reizung des angrenzenden weichen Gewebes des Patienten zu vermeiden.

[0041] Ein mesiales Stützelement **38** ist mit der mesialen Bogendrahtführung **28** und der mesialen Seite des Körpers **24** verbunden. Zusätzlich ist ein distales Stützelement **40** mit der distalen Bogendrahtführung **30** und der distalen Seite des Körpers **24** verbunden.

Das mesiale Stützelement **38** erstreckt sich nach außen hin in mesialer Richtung und ist mit einem mesialen Flansch **42** gekoppelt. Das distale Stützelement **40** erstreckt sich nach außen hin in distaler Richtung und ist mit einem distalen Flansch **44** gekoppelt. Eine bukkolabiale Seite der mesialen und distalen Stützelemente **38, 40** bildet mit der Unterseite oder lingualen Seite des Bogendrahtschlitzes **34** eine Ebene.

[0042] Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 5](#) dargestellt, nimmt die Breite des distalen Flansches **44** entlang einer okklusal-gingivalen Bezugsachse mit Annäherung an die Basis **22** zu. Vorzugsweise sind die Flansche **42, 44** untrennbar mit den jeweiligen Stützelementen **38, 40** verbunden. Als eine weitere Möglichkeit werden die Flansche **42, 44** nach zunächst getrennter Herstellung an den Stützelementen **38, 40** befestigt.

[0043] Die Vorrichtung **20** umfasst ebenfalls einen Einklinkmechanismus **46**, um einen Bogendraht auslösbar im Bogendrahtschlitz **34** festzuhalten. In der Ausführungsform, die in den Zeichnungen dargestellt ist, umfasst der Einklinkmechanismus **46** eine mesiale Haltevorrichtung **48** und eine distale Haltevorrichtung **50**, wiewohl andere Alternativen ebenfalls möglich sind. Andere Arten von Einklinkmechanismen wie etwa Verschlüsse, bewegliche Abdeckungen, Federglieder und Ähnliches können ebenfalls verwendet werden.

[0044] Die distale Haltevorrichtung **50** ist in der Querschnittsansicht von [Fig. 6](#) dargestellt. Wie in der Zeichnung hat die distale Haltevorrichtung **50** als Ganzes im Allgemeinen eine "C"-förmige Bauform. Die distale Haltevorrichtung **50** ist für sich in den vergrößerten Ansichten der [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) dargestellt.

[0045] Die distale Haltevorrichtung **50** umfasst einen ersten Abschnitt **52** und einen zweiten Abschnitt **54**, welcher dem ersten Abschnitt **52** gegenüber liegt. In ihrer normalen, entspannten Stellung erstrecken sich der erste Abschnitt **52** und der zweite Abschnitt **54** im Allgemeinen in parallele bukkolabiale Richtungen. Der erste Abschnitt **52** findet sich in einem räumlichen Abstand zum zweiten Abschnitt **54**, sodass im Bereich **56** ein Bogendraht aufgenommen werden kann.

[0046] Die distale Haltevorrichtung **50** umfasst darüber hinaus einen dritten Abschnitt **58**, der die Verbindung zwischen dem ersten Abschnitt **52** und dem zweiten Abschnitt **54** bildet. Wenn der dritte Abschnitt **58** an die übrigen Bauteile der Vorrichtung **20** angebaut wird, erstreckt er sich im Allgemeinen entlang der bukkolabialen Oberfläche der Basis **22** in okklusal-gingivaler Richtung, wie unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) ersichtlich ist. Der dritte Abschnitt **58** erstreckt sich über den ersten Abschnitt **52** und den zweiten Abschnitt **54** hinaus in okklusal-gingivaler Richtung

und endet in einer abgerundeten hervorstehenden äußersten Ecke **60** und in einer abgerundeten hervorstehenden äußersten Ecke **62**.

[0047] Vorzugsweise und wie in [Fig. 6](#) dargestellt, berühren die Ecken **60, 62** die bukkolabiale Seite der Basis **22**, wenn die Haltevorrichtung **50** an die übrigen Bauteile der Vorrichtung **20** angebaut wird. Der mittlere Abschnitt des dritten Abschnitts **58** befindet sich indes in geringfügigem räumlichem Abstand zu der bukkolabialen Seite der Basis **22**. Durch eine solche Bauweise wird sichergestellt, dass die Haltevorrichtung **50** die Basis **22** an zwei Stellen berührt und sich bei Benutzung nicht unerwünschterweise um eine mesial-distale Bezugsachse bewegt.

[0048] Die Haltevorrichtung **50** umfasst ebenfalls eine Vertiefung **64**, die mit dem Bereich **56**, welcher den Bogendraht aufnimmt, in Verbindung steht. In Richtungen, die parallel zur Ausdehnungsrichtung des dritten Abschnitt **58** sind, wobei letztere wiederum im Allgemeinen parallel zu einer okklusal-gingivalen Bezugsachse ist, ist die Vertiefung **64** kleiner als der Bereich **56**. Am Eingang zu der Vertiefung **64** weisen der erste und der zweite Abschnitt **52, 54** ein Paar sich gegenüberliegender Vorsprünge **66** auf, die sich nach innen aufeinander zu erstrecken. Die gegenüberliegenden Seiten des ersten und zweiten Abschnitts **52, 54** weisen darüber hinaus eine Aussparung **68** auf, die sich gegenüber des jeweiligen benachbarten Vorsprungs **66** befindet.

[0049] Die Haltevorrichtung **50** verfügt ebenfalls über ein Paar von Armabschnitten **70, 72**, die sich nach innen aufeinander zu erstrecken. Eine bukkolabiale Kante der Armabschnitte **70, 72** ist sanft um eine mesial-distale Bezugsachse gebogen. Hinsichtlich des Armabschnitts **72** erstreckt sich die sanfte Außenrundung in einer gingivalen Richtung über die gingivale Seite des zweiten Abschnitts **54** hinaus. Hinsichtlich des Armabschnitts **70** erstreckt sich die sanfte Außenrundung in einer okklusalen Richtung über die okklusale Seite des ersten Abschnitts **52** hinaus.

[0050] In den [Fig. 1–Fig. 8](#) ist die Haltevorrichtung **50** in ihrer normalen, entspannten Ausrichtung dargestellt. Wenn dies gewünscht ist, können die Armabschnitte **70, 72** indes voneinander fort bewegt werden, um einen Bogendraht im bogendrahtaufnehmenden Bereich **56** und im Bogendrahtschlitz **34** aufzunehmen oder diesen wieder freizugeben. Zu diesem Zwecke biegen der erste und der zweite Abschnitt **52, 54** die jeweiligen Bögen voneinander fort, damit die Armabschnitte **70, 72** sich voneinander fort bewegen können.

[0051] Die sanfte Außenrundung auf der bukkolabialen Seite der Armabschnitte **70, 72** ermöglicht es der Haltevorrichtung **50**, sich zu öffnen und einen Bo-

gendraht in den Bereich **56** aufzunehmen, und zwar das Drücken des Bogendrahts gegen die äußeren abgerundeten Kanten der Armabschnitte **70, 72**. Wenn der Bogendraht Druck auf die abgerundeten Kanten ausübt, wölben sich der erste und der zweite Abschnitt **52, 54** auseinander, um so den Bogendraht in den Bereich **56** eindringen zu lassen. Sobald sich der Bogendraht im Bereich **56** befindet, springen die Armabschnitte **70, 72** aufgrund der bauartbedingten Rückfederkraft der Haltevorrichtung **50** und insbesondere aufgrund der Rückfederkraft des ersten und des zweiten Abschnitts **52, 54** in ihre normale, entspannte, in den Zeichnungen dargestellte Stellung zurück, um den Bogendraht im Bogendrahtschlitz **34** festzuhalten.

[0052] Zusätzliche Aspekte der Haltevorrichtung **50** und anderer alternativer Konstruktionen sind in der ebenfalls anhängigen amerikanischen Patentanmeldung des Anmelders, welche die Seriennummer 10/287089 und den Titel "Orthodontic Appliance with Fatigue-Resistant Archwire Retaining Latch" trägt und am gleichen Tag wie die vorliegende Patentanmeldung eingereicht worden ist, beschrieben.

[0053] Die mesiale Haltevorrichtung **48** weist verglichen mit der distalen Haltevorrichtung **50** eine leicht veränderte Form auf, wie aus einem Vergleich der [Fig. 4](#) mit den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) ersichtlich ist. Insbesondere ist die mesiale Haltevorrichtung **48** in Richtungen entlang einer bukkolabial-lingualen Bezugsachse insgesamt kleiner als die distale Haltevorrichtung **50**. Darüber hinaus verfügt die mesiale Haltevorrichtung **48** über eine Vertiefung zur Aufnahme des mesialen Stützelements **38**, wobei aber der Eingang zur der Vertiefung, die sich neben dem Bereich befindet, der den Bogendraht aufnimmt, verglichen mit dem Eingang zu der Vertiefung **64** der Haltevorrichtung **50** eine leicht veränderte Bauweise aufweist. Die Betätigung der Haltevorrichtungen **48, 50** ist indes im Wesentlichen gleich.

[0054] Wie in den Zeichnungen dargestellt, ist die mesiale Bogendrahtführung **28** in Richtungen entlang einer bukkolabial-lingualen Bezugsachse insgesamt kleiner als die distale Bogendrahtführung **30**, was dem Verhältnis zwischen den Gesamtdimensionen der Haltevorrichtungen **48, 50** entspricht. Außerdem ist Unterseite oder linguale Seite des Bogendrahtschlitzes **34** in Bereichen, die an den mesialen Flansch **42** grenzen, näher an der Basis **22** gelegen als in Bereichen, die an den distalen Flansch **44** grenzen. Eine solche Bauweise sorgt für ein Phänomen, das als "distale Verschiebung" bekannt ist und dazu dient, einer unbeabsichtigten Drehbewegung des entsprechenden Zahns vorzubeugen.

[0055] Um die Haltevorrichtung **50** an die übrigen Bauteile der Vorrichtung **20** anzubauen, wird die Haltevorrichtung **50** vorzugsweise eingebaut, bevor die

Basis **22** am Körper **24** befestigt wird. Beim Zusammenbau wird die Haltevorrichtung **50** in bukkolabialer Richtung in den räumlichen Abschnitt zwischen dem distalen Flansch **44** und der angrenzenden distalen Seite des Körpers **24** und der Bogendrahtführung **30** eingeführt, während die Armabschnitte **70, 72** soweit auseinander bewegt werden, dass das Stützelement **40** im Bereich **56** aufgenommen werden kann. Die Haltevorrichtung **50** wird dann weiter in einer bukkolabialen Richtung bewegt, bis das Stützelement **40** in der Vertiefung **64** aufgenommen wird.

[0056] Aufgrund der Breite des mesialen Stützelements **38** wird die Haltevorrichtung **48** vorzugsweise auf eine andere Weise eingebaut. In Einzelnen wird die Haltevorrichtung **48** gegenüber der Ausrichtung, die in den Zeichnungen dargestellt ist, um 90 Grad gedreht und wahlweise in okklusaler oder gingivaler Richtung auf das mesiale Stützelement **38** zubewegt. Sobald das mesiale Stützelement im bogendrahtauffnehmenden Bereich der Haltevorrichtung **48** aufgenommen worden ist, wird die Haltevorrichtung **48** um 90 Grad gedreht und anschließend so weit wie nötig in einer bukkolabialen Richtung bewegt, bis sie die Stellung erreicht, die in den [Fig. 1–Fig. 6](#) dargestellt ist.

[0057] Anschließend wird die Basis **22** mittels einer geeigneten Verfahrens wie Hartlöten oder Schweißen am Körper **24** befestigt. Sobald die Basis **22** am Körper **24** befestigt ist, werden die Haltevorrichtungen **48, 50** (und insbesondere die dritten Abschnitte der Haltevorrichtungen **48, 50**) zwischen den jeweiligen Stützelementen **38, 40** und der Basis **22** festgehalten und danach an Ort und Stelle gehalten. Zu diesem Zeitpunkt wird der Bereich **56** in eine Linie mit dem Bogendrahtschlitz **34** gebracht, wie aus einem Vergleich der [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) ersichtlich ist. Hinsicht der Haltevorrichtung **48** existiert eine ähnliche Beziehung.

[0058] Die Haltevorrichtungen **48, 50** (einschließlich der ersten und zweiten Abschnitte **52, 54**) sind ausreichend steif, um den Bogendraht im Laufe einer Behandlung im Bogendrahtschlitz festzuhalten, solange die Kräfte, die der Bogendraht auf die Vorrichtung **20** im Allgemeinen in einer bukkolabialen Richtung ausübt (insbesondere in einer Richtung, die der Richtung entgegengesetzt ist, in welcher der Bogendraht in den Bogendrahtschlitz **34** eingeführt wurde), einen bestimmten Mindestwert nicht überschreiten. Wenn indes die Kräfte, die der Bogendraht auf die Vorrichtung **20** in derselben Richtung ausübt, größer als der Mindestwert sind, wie es beim Auftreten unerwartet starker Kräfte vorkommen kann, wölben sich die ersten und zweiten Abschnitte **52, 54** nach außen und die Armabschnitte **70, 72** bewegen sich auseinander, um die Haltevorrichtung **50** zu öffnen und es somit zu ermöglichen, dass der Bogendraht aus dem Bogendrahtschlitz **34** herausgelöst wird. Eine ähnliche Be-

tätigung tritt in Verbindung mit der Haltevorrichtung **48** auf. Weitere Einzelheiten hinsichtlich der Kräfte sind in den oben genannten PCT-Anmeldungen mit dem Titel "ORTHODONTIC APPLIANCE WITH SELF-RELEASING LATCH", WO01/22901 und WO02/089693 beschrieben.

[0059] Der Einklinkmechanismus **46**, der die Haltevorrichtungen **48, 50** aufweist, gibt den Bogendraht vorzugsweise in einer im Allgemeinen bukkolabialen Richtung aus dem Bogendrahtschlitz **34** frei, sobald der Bogendraht eine in derselben Richtung eine Kraft im Bereich von ungefähr 0,2 lb (0,1 kg) bis ungefähr 11 lb (5 kg), insbesondere im Bereich von ungefähr 0,4 lb (0,2 kg) bis ungefähr 5,5 lb (2,5 kg) und mit besonderem Vorzug im Bereich von ungefähr 0,75 lb (0,34 kg) bis ungefähr 3,0 lb (1,4 kg) auf die Vorrichtung **20** ausübt. Vorzugsweise ist der Mindestwert ausreichend hoch, um zu verhindern, dass der Bogendraht unbeabsichtigterweise im Laufe der normalen kieferorthopädischen Behandlung aus dem Bogendrahtschlitz **34** ausgelöst wird. Somit kann der Bogendraht auf die Vorrichtung **20** eine ausreichend große Kraft ausüben, um das Behandlungsprogramm auszuführen und die entsprechenden Zähne wie gewünscht zu bewegen.

[0060] Vorzugsweise ist der Mindestwert für die Selbstauslösung (d.h. die Selbstöffnung) des Einklinkmechanismus **46** erheblich niedriger als die Kraft, die in derselben Richtung erforderlich ist, um die Vorrichtung **20** vom entsprechenden Zahn zu lösen. Der Mindestwert für die Selbstauslösung des Einklinkmechanismus **46** beträgt vorzugsweise weniger als ungefähr die Hälfte der Kraft, die in derselben Richtung erforderlich ist, um die Vorrichtung **20** vom entsprechenden Zahn zu lösen. Wenn zum Beispiel die erwartete Verbindungsfestigkeit der Klebverbindung zwischen der Vorrichtung **20** und dem entsprechenden Zahn **16** lbs (7,2 kg) in einer bukkolabialen Richtung beträgt, ist der Einklinkmechanismus **46** so gebaut, dass der Bogendraht von selbst ausgelöst wird, sobald der Bogendraht in derselben bukkolabialen Richtung eine Kraft auf die Vorrichtung **20** ausübt, die etwas größer als ungefähr 8 lbs (3,6 kg) ist.

[0061] Um die Auslösekraft des Einklinkmechanismus **46** zu bestimmen, wird ein Abschnitt eines Bogendrahtes gewählt, dessen Querschnittsfläche in Längsrichtung sich komplementär zu der Querschnittsfläche des Bogendrahtschlitzes **34** verhält (d.h. letzteren im Wesentlichen ausfüllt). Dann wird eine Schlinge hergestellt und an Stellen mit dem Bogendrahtabschnitt verbunden, die an den mesialen Flansch **42** und den distalen Flansch **44** unmittelbar angrenzen, diese aber nicht berühren. Wahlweise wird die Schlinge an den Bogendrahtabschnitt angelötet oder angeschweißt. Anschließend wird die Schlinge von der Vorrichtung **20** weg gezogen, wobei die Vorrichtung **20** in unbeweglicher Position gehal-

ten wird und darauf geachtet wird, dass die Längsachse des Bogendrahtabschnitts gegenüber der Längsachse des Bogendrahtschlitzes **34** nicht geneigt ist. Die Auslösekraft des Einklinkmechanismus **46** kann mittels eines Instron Testgerätes, das mit der Schlinge verbunden ist, bestimmt werden, wobei ein Quergeschwindigkeit von 0,5 in/min (1,3 cm/min) verwendet wird. Alternativ dazu kann ein Schüttelgerät (wie etwa das Modell 300 von APS Dynamics of Carlsbad, California) zusammen mit einem Kraftmessfühler (wie etwa dem Modell 208C01 von PCB, Buffalo, New York) benutzt werden, um die Kraft zu messen.

[0062] Der selbstauslösende Einklinkmechanismus **46** ist für den praktizierenden Kieferorthopäden von Vorteil, da er die Wahrscheinlichkeit verringert, dass sich die Vorrichtung **20** spontan löst. Wenn der praktizierende Kieferorthopäde zum Beispiel versucht, einen relativ breiten Bogendraht in den Bogendrahtschlitz **34** einzuführen und der Einklinkmechanismus **46** löst aus, sobald der praktizierende Kieferorthopäde den Bogendraht freigibt, so kann der praktizierende Kieferorthopäde daraufhin den Bogendraht durch Bogendraht von geringerer Steifheit ersetzen, so dass die Vorrichtung **20** sich nicht von der Zahnoberfläche löst. In einem weiteren Beispiel wird der Bogendraht anfangs von den Armabschnitten **70, 72** im Bogendrahtschlitz **34** gehalten und übt anschließend eine größere Kraft auf die Vorrichtung **20** aus (was vorkommen kann, wenn der Bogendraht zum Beispiel auf einen harten Gegenstand trifft wie etwa wenn der Patient relativ harte Nahrung kaut), worauf die Armabschnitte **70, 72** sich auseinander bewegen, um ihre jeweilige "Schlitz offen"-Stellung einzunehmen, was den Bogendraht freigibt, so dass die Vorrichtung **20** sich nicht vom Zahn löst. Durch bloßes Wiedereinführen des Bogendrahtes in den Bogendrahtschlitz **34** kann die Behandlung fortgeführt werden, ohne dass die Basis **22** erneut mit dem entsprechenden Zahn verbunden werden muss.

[0063] Vorzugsweise ist der Abstand zwischen den gegenüberliegenden Enden der Armabschnitte **70, 72** geringer als die Gesamtdimension des kleinsten erwartungsgemäß im Laufe der Behandlung benutzten Bogendrahtes in okklusal-gingivaler Richtung. Es ist nicht erforderlich, dass der Bogendraht unter allen Umständen den Bogendrahtschlitz **34** ausfüllt und flächig auf die Wandabschnitte einwirkt, die den Bogendrahtschlitz **34** begrenzen. Es kann zum Beispiel während eines Abschnitts der Behandlungsprogramms ein etwas kleinerer Draht benutzt werden und vielleicht auch ein Bogendraht mit einen kreisförmigen Querschnitt. Der Abstand zwischen den gegenüberliegenden Enden der Armabschnitte **70, 72** wird vorzugsweise so gewählt, dass eine Vielzahl von Bogendrähten mit verschiedenen Querschnittsprofilen in Verbindung mit der Vorrichtung **20** benutzt werden können.

[0064] Eine äußerste labial ausgerichtete Oberfläche der Haltevorrichtungen **48, 50** befindet sich entlang der labialen Enden der Armabschnitte **70, 72**. Vorteilhafterweise befinden sich diese äußersten labial ausgerichteten Oberflächen, verglichen mit den äußersten bukkolabialen Enden des okklusalen Arms und des gingivalen Arms der Bogendrahtführungen **28, 30**, jeweils in lingualer Stellung. Wenn versucht wird, einen Bogendraht in den Bereich **56** der Haltevorrichtungen **48, 50** einzuführen, berühren die okklusalen und gingivalen Arme der Bogendrahtführungen **28, 30** somit typischerweise den Bogendraht bevor der Bogendraht sich in die Armabschnitte **70, 72** der Haltevorrichtungen **48, 50** einklinkt. Die okklusalen und gingivalen Arme der Bogendrahtführungen **28, 30** dienen dazu, den Bogendraht während dessen Einführung in den Bereich **56** korrekt auszurichten, so dass eine korrekte Öffnungsbewegung der Armabschnitte **70, 72** der Haltevorrichtungen **48, 50** erleichtert wird.

[0065] Wahlweise werden die federnden Haltevorrichtungen **48, 50** aus einem größeren flachen Stück einen metallischen Werkstoffs ausgeschnitten. Geeignete metallische Werkstoffe umfassen Formgedächtnislegierungen wie etwa Legierungen aus Nitinol und beta-Titan. Die Haltevorrichtungen **48, 50** können aus dem Werkstoffvorrat durch Verfahren wie Prägen, Stanzen, chemisches Ätzen, Funkenerosion (EDM), Laserschneiden oder Wasserstrahlschneiden herausgeschnitten werden. Als eine weitere Möglichkeit könnten die Haltevorrichtungen **48, 50** geformt und dann hitzebehandelt werden, um ihre Formen festzulegen.

[0066] Wie es heutzutage bevorzugt wird, sind die Haltevorrichtungen **48, 50** aus einem flachen, geglühten Werkstoff (wie etwa Nitinol) mit gebeizter Oberfläche hergestellt. Bevorzugte Nitinol-Werkstoffe haben eine Nickelgehalt von 55,97 Gewichtsprozent, A_f von 10 ° ±5°C. Das Nitinol wird bis zu einem Wert von 37,5 kaltumgeformt und weist eine Dicke im Bereich von ungefähr 0,012 in. (0,3 mm) bis ungefähr 0,016 in. auf. (0,4 mm). Die Haltevorrichtungen **48, 50** werden zunächst mittels eines Funkenerosionsverfahrens grob zugeschnitten und dann zusätzlich entlang ihrer Kanten einmal oder mehrmals unter Anwendung eines Funkenerosionsverfahrens bearbeitet, um die Kanten abzurunden. Alternativ dazu könnten ein Laserschneideverfahren oder ein chemisches Ätzverfahren zur Herstellung der Haltevorrichtungen **48, 50** angewendet werden. Vorzugsweise werden die Haltevorrichtungen **48, 50** so hergestellt, dass die Längsrichtung des Werkstoffs, aus dem die Haltevorrichtungen bestehen, oder die Hauptrichtung des Faserverlaufs in diesem Werkstoff, im Wesentlichen parallel zu einer bukkolabial-lingualen Bezugsachse oder zur Ausdehnungsrichtung der ersten und zweiten Abschnitte **52, 54** ist.

[0067] Nach dem Funkenerosions-, Laserschneide- oder chemischen Ätzverfahren werden die Haltevorrichtungen **48, 50** gerömmelt, um ihren Kanten weiter abzurunden. Ein Beispiel für eine geeignete Rommelmaschine ist das Modell LC-600-2+2 von Richwood Industries. Unter Verwendung einer kleinen Trommel und einer Maschinengeschwindigkeit von 200 U/min. werden die Haltevorrichtungen ungefähr 2 Stunden lang in 500 cm³ Wasser und einem Rommelmittel gerömmelt. Ein Beispiel für ein geeignetes Rommelmittel ist eine Mischung aus 500 cm³ eines keramischen Mittel (geformtes ACC, Typ M, Größe 3/16 × 3/8 (4,7 mm × 9,5 mm)), 25 cm³ weißem Aluminiumoxidpulver Nr. 40 und 25 cm³ Seifenpulver "compound no. 43" alle von Richwood Industries. Die gerömmelten Haltevorrichtungen werden anschließend eine halbe Stunde lang in einem Ultraschallfilterbad in einer Lösung poliert. Ein Beispiel für eine geeignete Lösung ist 3 Liter deionisiertes Wasser, 3 Liter Beizlösung und 0,6 Liter Wasserstoffperoxid. Eine geeignete Beizlösung ist die Beizlösung Nr. TI121 von Aya International, Los Angeles, California.

[0068] Wie in den [Fig. 6–Fig. 8](#) gezeigt, reduziert die Form der Haltevorrichtung **50** vorteilhafterweise die Maximalwerte an Belastung und Stress während der öffnungs- und Schließbewegungen, so dass sich die zu erwartende Nutzungsdauer der Haltevorrichtung **50** verlängert. Insbesondere dient die Verringerung der Breite der ersten und zweiten Abschnitten **52, 54** bei Annäherung an die Armabschnitte **70, 72** dazu, das maximale Belastungsniveau signifikant abzusenken. Vorzugsweise handelt es sich bei dieser Breitenverringerung um eine Dimension, die entlang einer okklusal-gingivalen Bezugsachse bestimmt wird, und mit Annäherung an die Armabschnitte **70, 72** wird die Breitenverringerung allmählich durchgeführt. Das Vorhandensein der Vertiefung **64** trägt ebenfalls dazu bei, die Maximalwerte der Belastung und des Stresses zu verringern, wenn die Haltevorrichtung **50** im Zuge der Montage der Vorrichtung **20** geöffnet wird. Das Vorhandensein des Aussparungen **68** trägt dazu bei, auf sichere Weise eine allmähliche Verringerung der Breite herbeizuführen, wobei es möglich bleibt, dass die Vertiefung **64** in Richtungen entlang einer okklusal-gingivalen Bezugsachse kleiner ist als der Bereich **56**. Zum Beispiel wurde in einer Untersuchung festgestellt, dass eine sorgfältige Auswahl der äußeren Gesamtform der ersten und zweiten Abschnitte **52, 54** dazu beiträgt, den Maximalwert der Belastung von 0,116 auf 0,067 und den Maximalwert des Stresses von 98,700 psi (680,5 N/mm²) auf 75,200 psi (518,5 N/mm²) abzusenken.

[0069] Wenn sich die Haltevorrichtung **50** in normaler entspannter Stellung befindet, erstreckt sich der dritte Abschnitt **58** wahlweise, und wie es den Zeichnungen gezeigt, in einer Richtung, die nicht rechtwinklig (90 Grad) zu der Ausdehnungsrichtung der ersten und zweiten Abschnitte **52, 54** ist. Wenn sich

die Haltevorrichtung **50** in normaler entspannter Stellung befindet, erstreckt sich zusätzlich eine angenommene Bezugsebene, die auf der äußeren Kante des dritten Abschnitts **58** ruht, in einer Richtung, die nicht rechtwinklig (90 Grad) zu der Ausdehnungsrichtung der ersten und zweiten Abschnitte **52, 54** ist. Eine solche Bauweise ist besonders nützlich für Vorrichtungen wie etwa die in den [Fig. 1–Fig. 6](#) dargestellte molare Vorrichtung **20**, welche ein Phänomen aufweisen, das als "Torque in der Basis" bezeichnet wird.

[0070] Mit Bezugnahme z.B. auf [Fig. 6](#) weist die Vorrichtung mit Torque in der Basis einen Bogendrahtschlitz mit einer lingualen Wand auf, welche relativ zur Gesamtausrichtung der Basis **20** in einem spitzen Winkel ausgerichtet ist. Die Ausrichtung des dritten Abschnitts **58** trägt dazu bei sicherzustellen, dass die Ecken **60, 62**, nach der Montage der Haltevorrichtung **50** auf die übrigen Bauteile der Vorrichtung **20**, fest auf der bukkolabialen Seite der Basis **22** aufliegen. Bei Brackets mit einem Torque von null Grad erstreckt sich die oben genannte Bezugsebene in einer Richtung, die im Wesentlichen rechtwinklig zur Richtung der ersten und zweiten Abschnitte **52, 54** ist, wobei die Ecken **60, 62** aber auch in solchen Fällen vorzugsweise fest auf der bukkolabialen Seite der Basis **22** aufliegen.

[0071] Hinsichtlich des Aufbaus des Körpers **24**, der Führungen **28, 30**, des Hakens **36**, der Flansche **42, 44** und der Stützelemente **38, 40** handelt es sich vorzugsweise um eine einzige, untrennbare Baugruppe, die mittels jedes beliebigen geeigneten Herstellungsverfahrens wie etwa durch maschinelle Bearbeitung oder durch Spritzgießen (einschließlich Metallspitzengießen) hergestellt werden kann. Diese Baugruppe kann aus Edelstahl etwa mit der Referenznummer 17-4 PH hergestellt werden, wiewohl auch andere Werkstoffe möglich sind. Vorzugsweise werden das Rommeln und andere Behandlungsvorgänge nach der Herstellung der Baugruppe durchgeführt.

[0072] Der Kanal **32** hat den Vorteil, dass er beim Aufbringen der Vorrichtung **20** auf die Oberfläche des Patientenzahns dem praktizierenden Kieferorthopäden eine günstige Stelle zum Festhalten der Vorrichtung bietet. Zum Beispiel kann der praktizierende Kieferorthopäde sich dafür entscheiden, eine Spalte einer spitz zulaufenden Zange in den Kanal **32** zu platzieren während die andere Spalte sich auf der mesialen Seite der Vorrichtung **20** befindet. Diese Art und Weise, die Vorrichtung **20** zu halten, ermöglicht ein sehr sicheres Festhalten, verglichen mit der Vorgehensweise, bei der die Vorrichtung mit einer Zange über die mesiale und die distale Seite gegriffen wird.

[0073] Zusätzlich kann im Kanal **32** eine Stoppvorrichtung auf der Länge des Bogendrahtes angebracht werden, welche dazu beiträgt zu verhindern,

dass der Bogendraht sich unbeabsichtigterweise in mesialer oder distaler Richtung bewegt. Zum Beispiel kann der praktizierende Kieferorthopäde sich dafür entscheiden, eine kleine Kurve in Form eines "V" in den Bogendraht zu biegen, um somit den Bogendraht mit einem seitlichen Vorsprung zu versehen. Diese Biegung wird dann in den Kanal **32** eingebracht, um ungewollte Bewegungen des Bogendrahtes in mesialer oder distaler Richtung entlang des Bogendrahtschlitzes **34** zu verhindern. Alternativ dazu kann der Bogendraht mit einer 90-Grad-Biegung versehen werden, so dass das äußerste, gebogene Ende des Bogendrahts sich nach außen hin in seitlicher vom Bogendrahtschlitz **34** hinweg erstreckt, und zwar durch den Kanal **32**. Biegungen wie diese können dazu beitragen zu verhindern, dass die Enden des Bogendrahtes sich über die distale Seite der Vorrichtung **20** hinaus bewegen und dass der Bogendraht mit dem angrenzenden weichen Gewebe des Patienten in Berührung kommt.

[0074] Darüber hinaus bietet der Kanal **32** einen Zugangsweg durch welchen ein handgeführtes Instrument zur Auslösung des Bogendrahtes aus dem Bogendrahtschlitz **34** eingeführt werden kann. Zum Beispiel kann ein handgeführtes Instrument in Form eines Hebelwerkzeuges durch den Kanal **32** zwischen der linguale Seite des Bogendrahtes und der bukkolabialen Seite der Basis **22** eingeführt werden. Durch geeignete Handhabung des handgeführten Instruments kann in einer bukkolabialen Richtung Druck auf den Bogendraht ausgeübt werden, um die Haltevorrichtungen **48, 50** die die offene Stellung zu bringen und somit den Bogendraht aus dem Bogendrahtschlitz **34** auszulösen.

[0075] Wie zum Beispiel in [Fig. 1](#) dargestellt, befindet sich die linguale Seite des Kanals **32**, im Verhältnis zur Unterseite oder lingualen Seite des Bogendrahtschlitz **34** gesehen, in einer linguale Richtung. Darüber hinaus verfügt der Bogendrahtschlitz **34** im Bereich des Kanals **32** über keinerlei okklusale und gingivale Seiten. Im Vergleich mit molaren Vorrichtungen mit einem kontinuierlichem Durchlauf oder einem Bogendrahtschlitz, der sich im Wesentlichen sich über die gesamte Länge erstreckt, verringert eine solche Bauweise den Oberflächenanteil der Vorrichtung **20**, welcher sich unter Krafteinwirkung des Bogendrahtes befindet. Zusätzlich verringert diese offene Bauweise die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine unnötige große Menge an Plaque im Bogendrahtschlitz **34** ansammelt.

[0076] Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 5](#) dargestellt, verfügt der distale Flansch **44** der Vorrichtung **20** über mindestens eine Nut und weist vorzugsweise zwei Nuten **74** auf, die sich in unmittelbarer Nähe der Basis **22** befinden. Eine der Nuten **74** befindet sich entlang einer okklusalen Seite der Vorrichtung **20**, während die andere Nut **74** sich auf entlang der gingiva-

len Seite der Vorrichtung **20** befindet. Jede der Nuten **74** weist eine überhängende Schulter auf, die dazu dient, einen Drahtabschnitt oder einen anderen Gegenstand an Ort und Stelle zu halten.

[0077] Vorzugsweise ist jede der Nuten **74** in labial-lingualer Richtung ausreichend hoch, um einen Drahtabschnitt mit Langprofil an Ort und Stelle zu halten. Vorzugsweise beträgt die labial-linguale Gesamthöhe der Nut **74** mindestens 0,005 in. (0,13 mm) und insbesondere mindestens 0,008 in. (0,2 mm). Vorzugsweise weist jede Nut **74** darüber hinaus in okklusal-gingivaler Richtung eine Gesamtbreite von mindestens 0,005 in. (0,13 mm) und insbesondere mindestens 0,008 in. (0,2 mm) auf.

[0078] Die Nuten **74** sind insbesondere zum Festhalten einer Zugschlaufe von Nutzen. Zum Beispiel kann ein praktizierender Kieferorthopäde, die einen Patienten mit einer Lücke zwischen zwei benachbarten Zähne hat, wie etwa einer Lücke zwischen einem prämolaren Zahn und einem benachbarten Eckzahn, den Wunsch haben, für gewissen einen Zeitraum eine Zugschlaufe zu benutzen, um die Lücke zu schließen. Zur Herstellung der Zugschlaufe wird ein Drahtabschnitt benutzt, mit welchem der Bracket, der sich auf dem prämolaren Zahn des Patienten befindet und der Bracket, der sich auf dem Eckzahn des Patienten befindet sowie die molare Vorrichtung **20** untereinander verbunden werden, so dass eine Kraft auf den Eckzahn gelenkt wird, um schließlich die Lücke zu schließen. Der Drahtabschnitt wird bereitgestellt und um die Brackets und/oder die Vorrichtungen zu einer Schlaufe gelegt ("Zugschlaufe" genannt). Ein Beispiel für einen geeigneten Drahtabschnitt ist ein Drahtabschnitt aus Edelstahl mit einem Durchmesser im Bereich von ungefähr 0,010 in. (0,25 mm) bis ungefähr 0,014 in. (0,35 mm).

[0079] In einem spezifischen Beispiel für eine Zugschlaufe wird der Drahtabschnitt entlang eines Zugweges installiert, der sich entlang der gingivalen und okklusalen Seiten der Vorrichtung **20** sowie der okklusalen und gingivalen Seiten der oben genannten Eckzahn- und Prämolarbrackets erstreckt. Dieser Drahtabschnitt wird darüber hinaus in den Nuten **74** sowie entlang der distalen Seite des distalen Flansches **44** in unmittelbarer Nähe der Basis **22** aufgenommen.

[0080] Die oben beschriebenen Nuten **74** können ebenfalls vorteilhafterweise dazu benutzt werden, andere Gegenstände als Zugschlaufen festzuhalten. Zum Beispiel können die Nuten **74** dazu benutzt werden, einen Drahtabschnitt festzuhalten, welcher eine gewisse Anzahl von Zähnen fest miteinander verbindet, wie es zum Zwecke der Verankerung einer oder mehrerer kieferorthopädischer Vorrichtungen wünschenswert sein kann. Die Nuten **74** können darüber hinaus dazu dienen, entlang der Seiten von Vorrich-

tungen, die mit weiteren Zähnen verbunden sind, bestimmte Glieder mit Langprofil an Ort und Stelle zu halten, oder sie können anderen Vorrichtungen, welche im Laufe einer kieferorthopädischen Behandlung benutzt werden, als Verbindungspunkt dienen.

[0081] Die Vorrichtung **20**, die in den Zeichnungen dargestellt ist, ist für den ersten oberen rechten molaren Zahn eines Patienten geeignet. Die verschiedenenartigen Eigenschaftsmerkmale der Vorrichtung **20** können indes auch für die Benutzung in Vorrichtungen, die für andere Zähne gebaut wurden, angepasst werden. Eine Vorrichtung für einen unteren, rechten oder linken, ersten molaren Zahn kann zum Beispiel im Wesentlichen der in den Zeichnungen dargestellten Vorrichtung **20** ähnlich sein, außer dass die mesialen und distalen Bogendrahtführungen in Richtungen entlang einer bukkolabial-lingualen Bezugssachse vorzugsweise von ähnlicher Länge sind und dass keinerlei distale Verschiebung vorhanden ist.

[0082] Eine molare Vorrichtung **120** gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist in den [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) dargestellt. Die Vorrichtung umfasst einen Körper **124**, aber verfügt über keinerlei Basis, die für eine direkte Verbindung mit der Zahnoberfläche geeignet wäre. Stattdessen weist die Vorrichtung **120** eine Basis auf, die zwei okklusale Flansche **180** und zwei distale Flansche **182** umfasst. Die Flansche **180**, **182** sind dafür geeignet, mittels eines Schweiß- und Hartlötverfahrens an einem kieferorthopädischen ring befestigt zu werden. Vorzugsweise sind die Flansche **180**, **182** untrennbar mit dem Körper **124** verbunden.

[0083] Die anderen Aspekte der Vorrichtung **120** sind den verschiedenartigen Aspekten der Vorrichtung **20** ähnlich. Dementsprechend braucht die ausführliche Beschreibung der gemeinsamen Eigenschaftsmerkmale nicht wiederholt zu werden.

[0084] Der Fachmann kann erkennen, dass die verschiedenenartigen beschriebenen Ausführungsformen in vielfältiger Weise variiert und ergänzt werden können, ohne den Geltungsbereich der Ansprüche zu verlassen. Dementsprechend ist diese Erfindung keineswegs so zu verstehen, als beschränke sie sich auf die spezifischen Ausführungsformen, die ausführlich beschrieben sind, sondern sie wird lediglich vom Geltungsbereich der folgenden Ansprüche und ihrer Entsprechungen im weiteren Sinne beschränkt.

Patentansprüche

1. Orthodontische Einrichtung (**20**) für einen Backenzahn, aufweisend:
eine Basis (**22**) zum Verbinden der Einrichtung mit einem Backenzahn;
einen Körper (**24**), der sich von der Basis erstreckt,

wobei der Körper einen mesialen Seitenabschnitt und einen distalen Seitenabschnitt aufweist; eine mesiale Bogendrahtführung (**28**), die mit dem mesialen Seitenabschnitt des Körpers verbunden ist; eine distale Bogendrahtführung (**30**), die mit dem distalen Seitenabschnitt des Körpers verbunden ist; einen Bogendrahtschlitz (**34**), der sich über die mesiale Bogendrahtführung (**28**) und die distale Bogendrahtführung (**30**) in einer im Allgemeinen mesial-distalen Richtung erstreckt; und eine Verriegelung (**46**) zum lösbar Halten eines Bogendrahts im Bogendrahtschlitz (**34**), wobei die Verriegelung (**46**) aus einer Stellung, in der der Schlitz offen ist, um zu ermöglichen, dass der Bogen im Bogendrahtschlitz (**34**) aufgenommen wird, und in eine Stellung bewegt werden kann, in der der Schlitz geschlossen ist, um den Bogendraht im Bogendrahtschlitz (**34**) zu halten, wobei die Einrichtung (**20**) keine Verbindungsflügel aufweist, wobei die distale Bogendrahtführung (**30**) derart von der mesialen Bogendrahtführung (**28**) beabstandet ist, dass ein Kanal (**32**) vorliegt, der sich in eine im Allgemeinen okklusal-gingivale Richtung erstreckt, wobei sich die Verriegelung (**46**) entfernt vom Kanal (**32**) befindet, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (**32**) und der Bogendrahtschlitz (**34**) jeweils eine linguale Seite aufweisen, wobei die linguale Seite des Kanals (**32**) in lingualer Richtung von der lingualen Seite des Bogendrahtschlitzes (**34**) beabstandet ist.

2. Orthodontische Einrichtung für einen Backenzahn nach Anspruch 1, wobei die Verriegelung (**46**) eine mesiale Klammer (**48**) aufweist, die neben der mesialen Bogendrahtführung (**28**) liegt, und eine distale Klammer (**50**), die neben der distalen Bogendrahtführung (**30**) liegt.

3. Orthodontische Einrichtung für einen Backenzahn nach Anspruch 2, wobei die mesiale Bogendrahtführung (**28**) und die distale Bogendrahtführung (**30**) äußerste labiale Enden aufweisen und wobei die mesiale Klammer und die distale Klammer äußerste labiale Flächen aufweisen, die lingual von den labialen Enden der mesialen Bogendrahtführung (**28**) beziehungsweise der distalen Bogendrahtführung (**30**) liegen.

4. Orthodontische Einrichtung für einen Backenzahn nach Anspruch 2, wobei die Einrichtung eine mesiale Stütze (**38**) aufweist, die sich in mesiale Richtung von der mesialen Bogendrahtführung (**28**) nach außen erstreckt, und wobei die mesiale Klammer (**48**) an die mesiale Stütze (**38**) gekoppelt ist.

5. Orthodontische Einrichtung für einen Backenzahn nach Anspruch 1, wobei die mesiale Bogendrahtführung (**28**) und die distale Bogendrahtführung (**30**) jeweils einen okklusalen Arm und einen gingivalen Arm aufweisen, die sich in eine im Allgemeinen

parallele Richtung zueinander erstrecken.

6. Orthodontische Einrichtung für einen Backenzahn nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung (20) eine mesiale Stütze (38) aufweist, die sich von der mesialen Bogendrahtführung (28) in mesiale Richtung erstreckt, und wobei die Einrichtung (20) eine distale Stütze (40) aufweist, die sich von der distalen Bogendrahtführung (30) in distale Richtung erstreckt, und wobei die Verriegelung (46) eine mesiale Klammer (48) aufweist, die sich um die mesiale Stütze (38) erstreckt, und eine distale Klammer (50), die sich um die distale Stütze (40) erstreckt.

7. Orthodontische Einrichtung für einen Backenzahn nach Anspruch 6, wobei die mesiale Stütze (38) eine labiale Seite aufweist und wobei der Bogenrahtschlitz (34) eine linguale Seite neben der mesialen Bogendrahtführung (28) aufweist, die im Allgemeinen koplanar mit der labialen Seite der mesialen Stütze (38) ist.

8. Orthodontische Einrichtung für einen Backenzahn nach Anspruch 6, wobei die Einrichtung einen mesialen Flansch (42) aufweist, der mit der mesialen Stütze (38) verbunden ist, und einen distalen Flansch (44), der mit der distalen Stütze (40) verbunden ist, und wobei der mesiale Flansch (42) bezüglich der mesialen Klammer (48) in mesialer Richtung liegt und wobei der distale Flansch (44) bezüglich der distalen Klammer (50) in distaler Richtung liegt.

9. Orthodontische Einrichtung für einen Backenzahn nach Anspruch 8, wobei mindestens ein Flansch mindestens eine Nut (74) aufweist, die an der Basis der Einrichtung angrenzt, um einen Drahtabschnitt oder einen anderen Gegenstand an seinem Platz zu halten.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

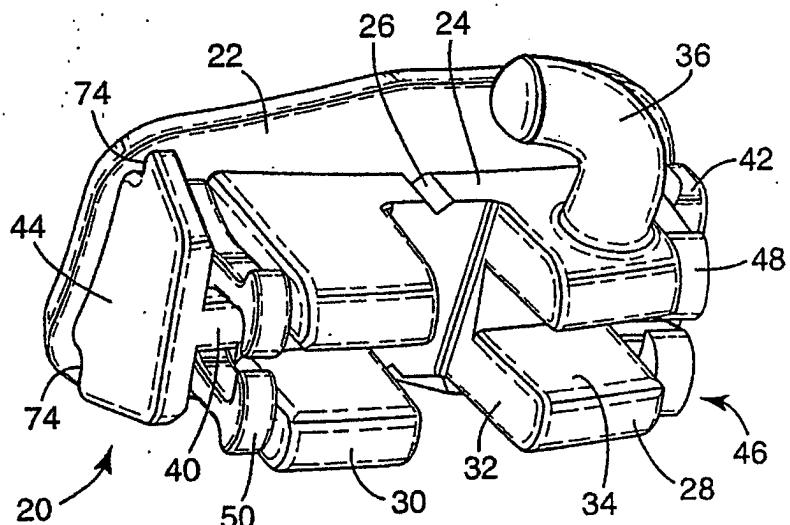


Fig. 1

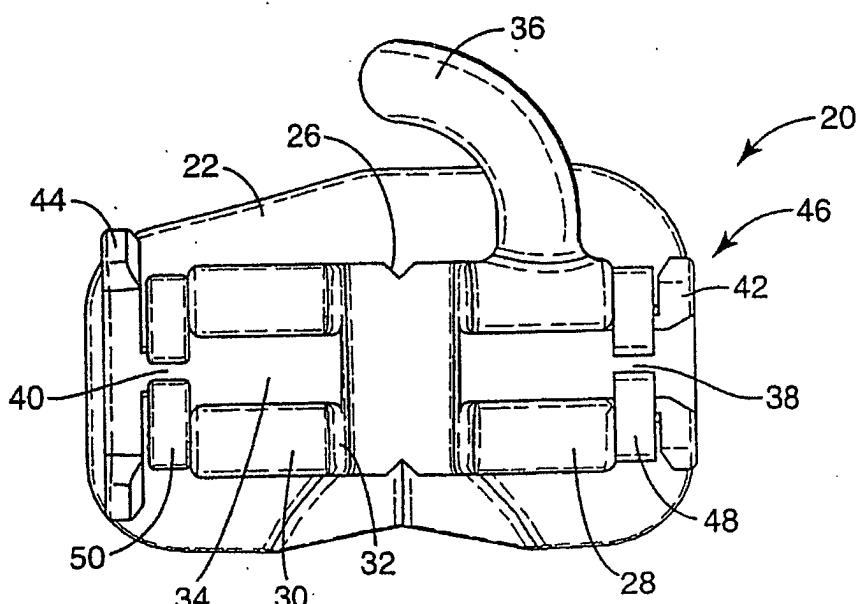


Fig. 2

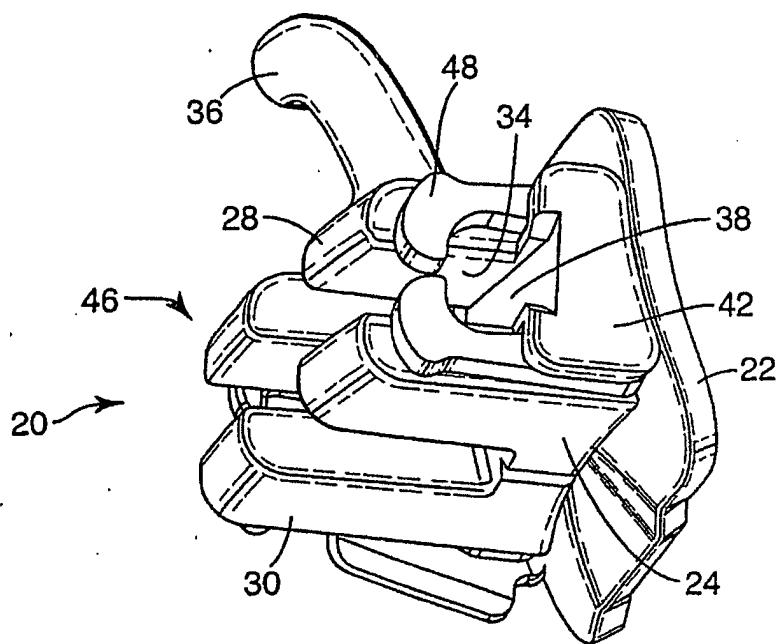


Fig. 3

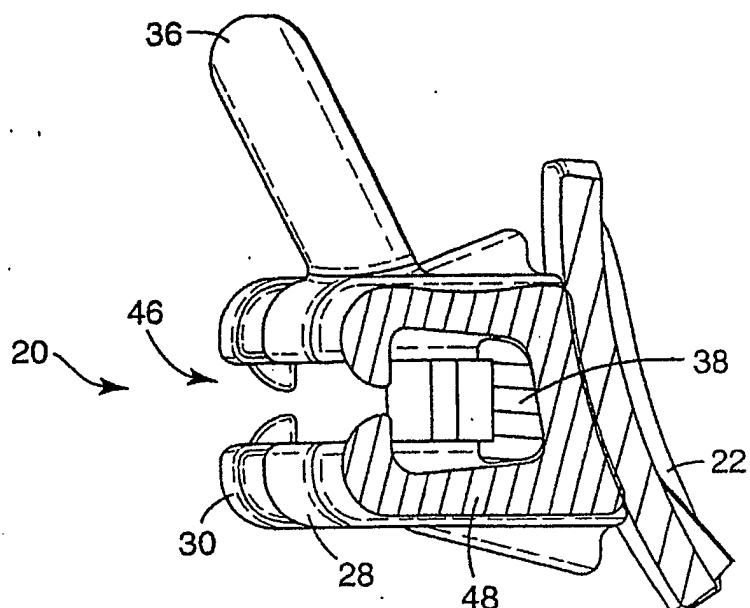


Fig. 4

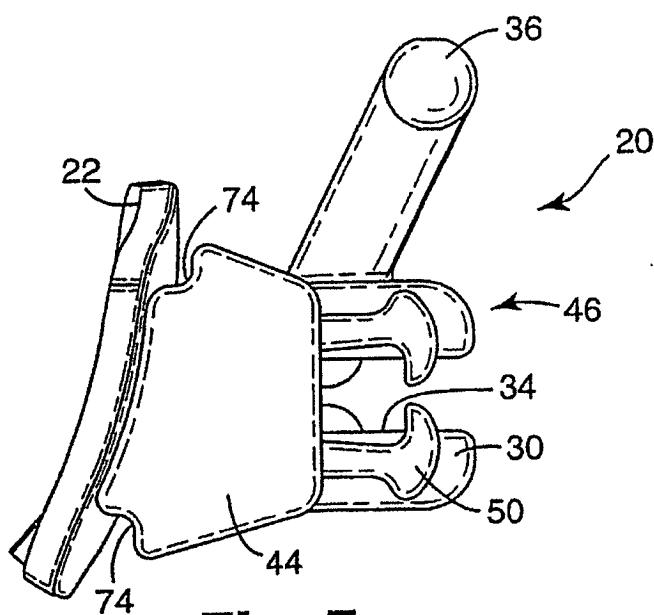


Fig. 5

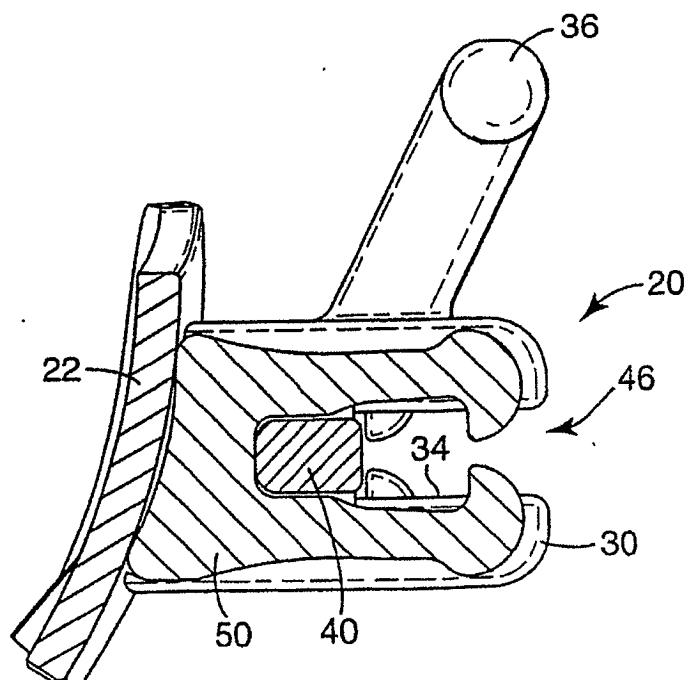


Fig. 6

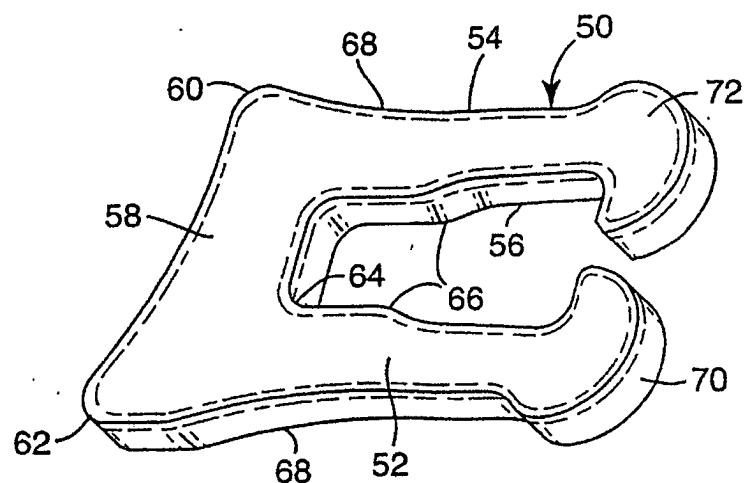


FIG. 7

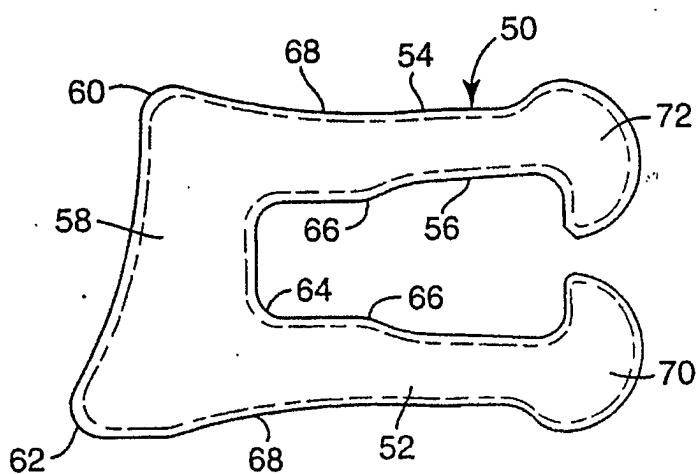


FIG. 8

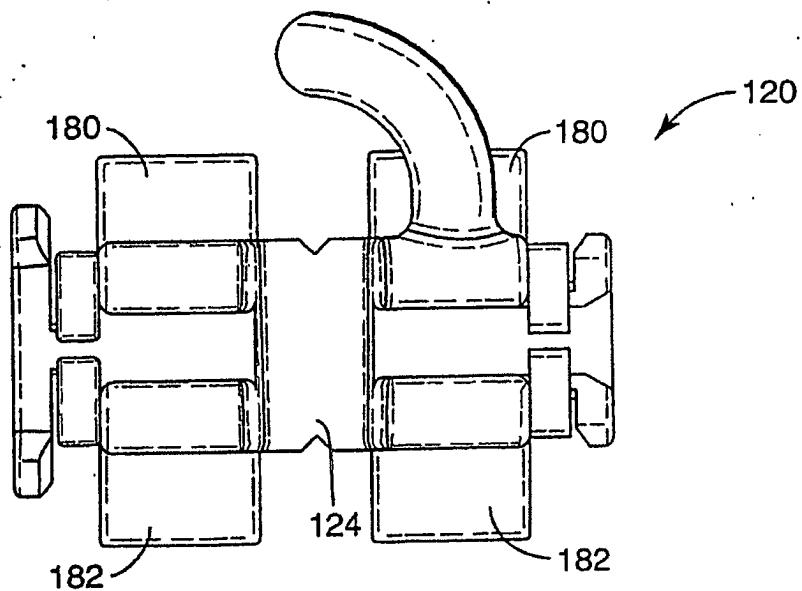


Fig. 9

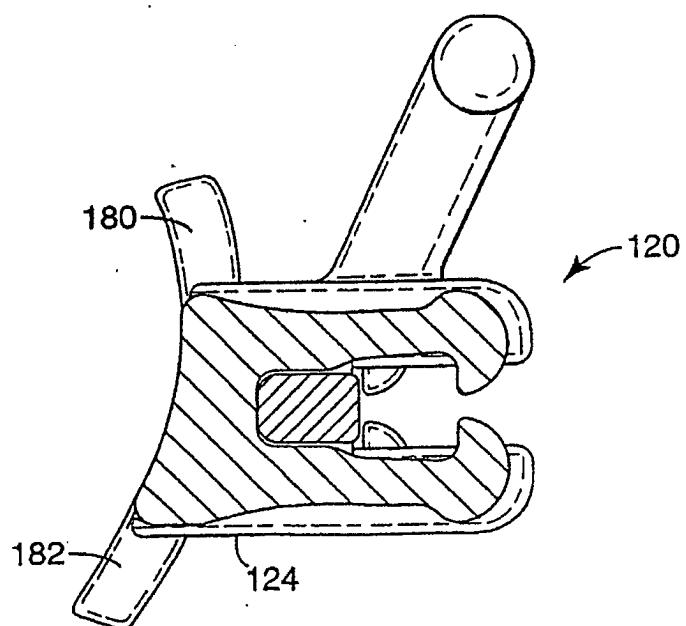


Fig. 10