



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 06 525 T2** 2005.10.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 169 971 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 06 525.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 401 688.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.06.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.01.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **20.10.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.10.2005**

(51) Int Cl.⁷: **A61B 17/70**
A61B 17/80

(30) Unionspriorität:

0008144	26.06.2000	FR
665530	19.09.2000	US

(73) Patentinhaber:

Stryker Spine SA, Cestas, FR

(74) Vertreter:

Samson & Partner, Patentanwälte, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, IT, LI

(72) Erfinder:

Campbell, Christopher M., Westwood, US;
Harrington, Todd, Golden, Colorado 80403, US

(54) Bezeichnung: **Haltesystem für Knochenschrauben**

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

Hintergrund der Erfindung

1. Bereich der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Osteosynthesevorrichtungen für die Wirbelsäule. Diese Vorrichtungen umfassen eine Platte und einen Mechanismus zum Arretieren einer Knochenschraube oder eines Ankerelements an seiner Position.

2. Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Die US-Patentschrift 5.876.402 betrifft eine Osteosyntheseplatte mit kegelförmigen Durchgangsöffnungen, die eine Knochenschraube mit Vollkugelpkopf aufnehmen können, um eine Kugelverbindung zu bilden. Ein gespaltenes Kopplungselement mit kegelförmiger äußerer Form, komplementär zur Form des Lochs, ist vorgesehen. Ein Sicherungsring reduziert die Öffnung des Durchgangslochs. Eine ähnliche Ring- und Nut-Anordnung ist in den US-Patenten 5.879.389 und 6.102.952 aufgeführt, auf denen der Oberbegriff zum Anspruch 1 beruht.

[0003] In der US-Patentschrift 5.876.402 wird die Knochenschraube in das Kopplungselement vor dem Einsetzen in die Platte gebracht. Beim Einsetzen öffnet das gespaltenes Kopplungselement den Sicherungsring. Der Sicherungsring schließt wieder, sobald das Kopplungselement durchgeführt worden ist. Somit wird das Kopplungselement im Durchgangsloch festgehalten. Das endgültige Festklemmen des Verankerungselements an seiner Position wird durch das reibschlüssige Verkeilen des Kopplungselements am Boden des Kegels bewirkt.

[0004] In einem solchen System führt die Anzahl der Teile zur Schwächung des Festklemmens der Verankerungselemente an ihren Positionen. Außerdem findet das Festklemmen nicht in dem Augenblick statt, in welchem der Sicherungsring nach dem Durchgang des Kopplungselements wieder schließt. Dies birgt die für den Patienten nachteilige Gefahr, daß die Anordnung sich wieder auftrennen könnte.

[0005] Die [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) in den US-Patentschriften 5.879.389 und 6.102.952 zeigen einen gespaltenen Sicherungsring zum Einsetzen in einer Nut, nachdem die Knochenschraube oder Verankerung im Knochen installiert worden ist. Außerdem bilden EP-A-1 185 210 und EP-A 1 196 103 einen Stand der Technik gemäß Artikel 54(3) EPC.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Wirbelsäulenimplantats, welches einfacher einzusetzen und zugleich zuverlässiger ist.

ger ist.

[0007] Um dieses Ziel zu erreichen sieht die vorliegende Erfindung ein Schraubenhalterungssystem gemäß Anspruch 1 vor. Bevorzugte jedoch nicht einschränkende Merkmale dieses Systems sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

[0008] Somit ist die Anzahl der an der Arretierung beteiligten Teile kleiner, und die Arretierung kann zuverlässiger gestaltet werden. Das Verbindungselement umfaßt vorteilhaft eine Platte. Die Öffnungen bzw. Mündungen weisen eine Öffnung mit kugelförmigem Sitz auf.

[0009] Vorzugsweise umfaßt jedes Verankerungselement oder jede Knochenschraube einen komplementären kugelförmigen Teil, der mit dem kugelförmigen Sitz in Kontakt kommen kann. Somit verfügt der Chirurg über die Freiheit, die Winkelstellung des Verankerungselements relativ zum Verbindungselement oder zur Platte so auszurichten, daß die Verankerung optimiert ist.

[0010] Vorteilhaft weisen die Verankerungselemente oder Knochenschrauben Antriebsmittel, beispielsweise eine Antriebsbuchse, auf.

[0011] In einer ersten Ausführungsform ist der Spaltring vorzugsweise zwei Öffnungen gemeinsam zugeordnet und weist ein Antriebsmittel auf, welches Öffnungen aufweist. In einer zweiten Ausführungsform ist der Spaltring jeweils einer Öffnung in der Platte zugeordnet.

[0012] Vorteilhaft weist der Spaltring einen variablen Querschnitt auf, um seine Flexibilität zu optimieren. Somit verformt sich der Ring leichter beim Einführen des Kopfes in die Öffnung. Dies reduziert den Zeitaufwand und die Anzahl der erforderlichen Schritte bei einem chirurgischen Eingriff.

[0013] Die Knochenplatte, die Schraube und der Ring können als Teil eines Schraubenhaltesystems für Knochenplatten geliefert werden, die von einem Chirurgen eingesetzt werden. Die Knochenplatte weist wenigstens eine Öffnung und normalerweise eine Mehrzahl von Öffnungen auf, um eine Knochenschraube oder Knochenverankerung aufzunehmen. Die Öffnungen erstrecken sich entlang einer Achse von einer oberen Fläche zu einer unteren Knochenkontaktfläche der Platte. Jede Öffnung weist einen oberen Bereich mit einem ersten Durchmesser auf, mit einer darin gebildeten Nut, die eine Tiefe aufweist, die mit einem Durchmesser größer als der erste Durchmesser definiert ist. Die Platte weist einen unteren Bereich auf, der einen Sitz für die Knochenschraube umfaßt. Die Knochenschraube weist einen Kopf auf mit einem maximalen Durchmesser, der kleiner ist als der erste Durchmesser, so daß der Schrau-

benkopf durch diesen Bereich der Öffnung hindurchgeführt werden kann.

[0014] In der zweiten Ausführungsform ist ein Spreizring vorgesehen, der vorab in der Nut montiert wird und im entspannten, nicht expandierten Zustand einen Außendurchmesser aufweist, der größer als der erste Durchmesser jedoch kleiner als der Nutdurchmesser ist. Im entspannten, nicht expandierten Zustand weist der Spreizring einen Innendurchmesser auf, der kleiner als der erste Durchmesser und kleiner als der Kopfdurchmesser ist. Der Spreizring kann in die Nut hinein expandieren, so daß der Innendurchmesser sich vergrößert, um größer als oder gleich dem Schraubenkopfdurchmesser zu sein, während gleichzeitig der Außendurchmesser kleiner oder gleich dem Nutdurchmesser ist.

[0015] Mit dieser Geometrie kann der Spreizring vorab in der Nut montiert werden, und die Schraube kann mit dem Schaft voran in die Knochenplatte eingesetzt werden von der oberen Fläche, die nicht mit dem Knochen in Berührung steht, und beim Eingriff zwischen dem Kopf der Schraube und dem Spreizring expandiert der Spreizring in die Nut hinein, so daß der Kopf dort durchgehen kann. Sobald der Schraubenkopf durch diesen Spreizring gegangen ist, zieht sich der Spreizring unter seiner eigenen Federkraft zusammen. Wenn er entspannt in seinem nicht expandierten Zustand ist, verhindert er das Herausreten der Knochenschraube aus der Platte, indem eine nach oben weisende Fläche der Knochenschraube eine untere Fläche des Spreizrings erfaßt.

[0016] Die Öffnungen im unteren Teil der Knochenplatte weisen einen teilkugelförmigen Sitzabschnitt auf, der zwischen der Nut und der unteren, mit dem Knochen in Berührung kommenden Fläche der Platte angeordnet ist, mit einer Öffnung in der unteren Plattenfläche, die dem Schaft der Knochenschraube den Durchtritt ermöglicht. Der Schraubenkopf weist eine entsprechende kugelförmige Fläche auf, die sich vom Schaft der Schraube zur nach obenweisenden Fläche der Schraube erstreckt. Beim Einführen der Schraube durch die Platte greift der Schraubenkopf im teilkugelförmigen Sitz auf der Knochenplatte ein. An dieser Stelle befindet sich der Schraubenkopf unterhalb der Spreizringnut. Der Schaft der Knochenschraube kann jedes bekannte Schraubgewinde sowie eine Axialnut aufweisen, so daß die Schraube sich ihr eigenes Gewindeloch schneiden kann. Die Knochenschraube kann eine innere Bohrung aufweisen, die sich entlang der Längsachse der Schraube erstreckt und ein Schraubgewinde aufweist, um das Eingreifen eines Extraktionswerkzeugs zu ermöglichen, falls es erforderlich wird, die Schraube herauszuziehen.

[0017] Um die Fähigkeit des Verankerungssystems zu verbessern, das Freikommen der Schraube aus

der Knochenplatte zu verhindern, weisen die Nut und vorzugsweise der Spreizring geneigte Flächen auf, die sich in Richtung zur oberen Fläche der Knochenplatte erstrecken bei der Bewegung in Richtung zur Mitte der Öffnung in der radialen Richtung. Der Eingriff der Flächen in Kombination mit einer von der Schraube auf die untere Fläche des Spreizrings ausgeübten Kraft bewirkt eine Abnahme des Innendurchmessers des Rings mit zunehmender Kraft von unten. Dies gewährleistet, daß sich die Schraube nicht aus der Öffnung befreien kann.

[0018] Um das Einsetzen der Knochenschraube zu erleichtern, wird sie mit einer geneigten Fläche versehen, die komplementär zu einer geneigten Fläche an der Innenbohrung des Spreizrings ist, wobei der Durchmesser der geneigten Flächen sich vergrößert bei der Bewegung in einer Richtung von der unteren Fläche der Platte zur oberen Fläche der Platte und radial nach außen von der Zentralachse der Öffnung. Somit, wenn die geneigte Fläche des Schraubenkopfes in Eingriff kommt mit der komplementären geneigten Fläche am Innendurchmesser des Spreizrings, entstehen Kräfte, die den Spreizring in die Nut hinein expandieren. Um die Flexibilität des Spreizrings zu erhöhen, befindet sich wenigstens ein Ausschnitt, vorzugsweise drei oder mehr Ausschnitte, in Abständen am äußeren Umfang des Rings, so daß sich ein variabler Querschnitt ergibt. Dies verleiht dem Ring beim Expandieren eine größere Flexibilität als wenn der äußere Durchmesser des Rings konstant wäre. Um das Freikommen der Knochenschraube aus der Platte besser zu verhindern, ist die zur Unterseite der Platte weisende Fläche des Spreizrings flach, und sie erstreckt sich allgemein im rechten Winkel zur Zentralachse durch jede Öffnung. Die Knochenschraube weist eine komplementäre, nach oben weisende, allgemein flache oder leicht geneigte Fläche auf.

[0019] Die Position der Nut in der Platte ist so angeordnet, daß wenn der Kopf der Schraube sich voll im Eingriff mit dem kugelförmigen Sitz in der Platte befindet, die nach oben weisende Fläche sich unterhalb der unteren Fläche des Spreizrings befindet. Um es der Knochenschraube zu ermöglichen, sich von einer zur anderen Seite zu drehen, nachdem sie sich im Sitz befindet, kann ein Winkelausschnitt von 0° bis 20° an der unteren Fläche der Platte vorgesehen werden, so daß die Öffnung an der unteren Fläche in wenigstens einer Richtung länglich wird. Dies ermöglicht eine Drehung der Längsachse des Schraubenkopfes und des Schafts zwischen 0° und 20° relativ zur Zentralachse der Öffnung.

[0020] Das Material für den Spreizring muß flexibel und mit dem Körper verträglich sein, und es wurde festgestellt, daß die Titanlegierungen, die in den US-Patentschriften 4.857.269 und 4.952.236 offenbart wurden und einen Elastizitätsmodul von nicht größer als 100 GPa aufweisen, geeignet sind. Poly-

mere Materialien wie Polyethylen mit ultragroßem Molekulargewicht sind ebenfalls geeignet.

[0021] Das Verbindungselement oder die Platte kann in Anpassung an die anatomischen Kurven gekrümmt sein. Somit kann das Implantat so gekrümmt sein, daß es der Anatomie und natürlichen Krümmung der Wirbelsäule für eine Anwendung an der Wirbelsäule optimal angepaßt ist. Die Platte kann selbstverständlich auch zum Fixieren eines Bruchs verwendet werden, beispielsweise als Schienbein-Basisplatte, als Hüftseitenplatte, oder in einer beliebigen Anwendung, in welcher Knochenplatten und Schrauben eingesetzt werden. Für solche Anwendungen wird eine größere als die hier beschriebene Schraube benötigt. Das Schraubenhaltesystem kann gegenüber dem hier beschriebenen System maßstäblich vergrößert werden, so daß jede Schraubengröße in einem kleineren Haltesystem verwendet werden kann.

[0022] Es ist auch ein Verfahren vorgesehen, um das Implantat in einer Weise einzusetzen, in welcher der Zugangsweg zur Wirbelsäule von vorne erfolgt, das Implantat eingesetzt wird, die Verankerung vorbereitet wird, die Verankerungselemente eingesetzt werden, das Implantat und die Köpfe der Verankerungselemente in Bezug auf das Verbindungselement festgeklemmt werden, wonach der Zugangsweg dann geschlossen wird.

[0023] Diese und andere Objekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden an Hand der folgenden Beschreibung der begleitenden Figuren verdeutlicht. Es wird darauf hingewiesen, daß die Figuren nur zur Erläuterung, jedoch nicht als eine Definition der Erfindung, vorgesehen sind.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0024] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden verdeutlicht durch die Lektüre der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen, die nur als nichteinschränkende Beispiele dienen.

[0025] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform, die nicht zur vorliegenden Erfindung gehört;

[0026] [Fig. 2](#) ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht der Ausführungsform gemäß [Fig. 1](#);

[0027] [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie III-III der Ausführungsform gemäß [Fig. 1](#);

[0028] [Fig. 4a](#) ist eine Draufsicht der Ausführungsform gemäß [Fig. 1](#);

[0029] [Fig. 4b](#) ist eine Seitenansicht der Ausführung gemäß [Fig. 4a](#);

[0030] [Fig. 4c](#) ist eine Vorderansicht der Ausführung gemäß [Fig. 4a](#);

[0031] [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0032] [Fig. 6](#) ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht der Ausführungsform gemäß [Fig. 5](#);

[0033] [Fig. 7](#) ist eine Teilansicht im Querschnitt auf der Ebene VII-VII der Ausführungsform gemäß [Fig. 5](#);

[0034] [Fig. 7a](#) ist eine Querschnittsansicht einer Knochenschraube oder Verankerung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0035] [Fig. 7b](#) ist eine Querschnittsansicht einer Einzelöffnung in der Ausführungsform gemäß [Fig. 5](#), ohne Schraube und Spreizring, entlang der Linie VII-VII in [Fig. 6](#);

[0036] [Fig. 7c](#) ist eine Draufsicht des Spreizrings der vorliegenden Erfindung;

[0037] [Fig. 7d](#) ist eine Querschnittsansicht des Spreizrings von [Fig. 7c](#) entlang der Linie A-A;

[0038] [Fig. 8a](#) ist eine Draufsicht der vorliegenden Erfindung;

[0039] [Fig. 8b](#) ist eine Seitenansicht der in [Fig. 8a](#) dargestellten Ausführungsform;

[0040] [Fig. 8c](#) ist eine Vorderansicht der in [Fig. 8a](#) dargestellten Ausführungsform;

[0041] [Fig. 9](#) ist eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform, die nicht zur vorliegenden Erfindung gehört;

[0042] [Fig. 10](#) ist eine Draufsicht des Schraubenantriebs zum Eintreiben der Knochenschrauben gemäß [Fig. 7a](#) von der Öffnung gemäß [Fig. 7b](#);

[0043] [Fig. 10a](#) ist eine Endansicht des in [Fig. 10](#) dargestellten Schraubenantriebs;

[0044] [Fig. 11](#) ist eine Draufsicht eines Extraktionsrohrs, um die Verankerung oder die Knochenschraube nach der Implantierung aus der Platte herauszu ziehen;

[0045] [Fig. 11a](#) ist eine Endansicht des in [Fig. 11](#) dargestellten Extraktionsrohrs;

[0046] [Fig. 11b](#) ist eine vergrößerte Detaildarstellung des Antriebs und des in [Fig. 11](#) dargestellten Extraktionsrohrs; und

[0047] [Fig. 12](#) ist eine Draufsicht eines Extraktionschafts mit Gewinde, welcher zum Eingriff mit der Schraube gestaltet ist, um die Schraube axial aus dem Loch zu ziehen, wenn es sich als unmöglich erweist, den Gewindenschaft herauszuschrauben.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0048] In den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4c](#) wird ein nicht zur vorliegenden Erfindung gehörendes Implantat dargestellt, welches eine Platte 1, Knochenschrauben 5 und Sicherungsringe oder Spreizringe 4 umfaßt. Die Platte 1 ist eine Knochenplatte, beispielsweise eine vordere Halswirbelpatte oder eine beliebige sonstige Platte, die vorgesehen ist, mittels Schrauben auf dem Knochen befestigt zu werden. Die Platte 1 kann zwei oder mehr Knochenteile verbinden oder eine Fraktur stabilisieren, oder sie kann auf einer teilentfernten Knochenfläche sitzen, zum Beispiel auf einem Schienbeinplateau.

[0049] In dieser Ausführungsform wird die Platte 1 mit einem Körper 11 gebildet, der zwei Enden 12 aufweist, die eine etwas größere Breite als die Breite im Mittelbereich des Körpers 11 aufweisen. Jedes der Enden 12 weist ein Paar Öffnungen 2 auf, die sich durch die gesamte Dicke der Platte 1 erstrecken. Die vier Öffnungen sind geometrisch an den vier Ecken eines Rechtecks angeordnet. Jede der Öffnungen 2 weist einen oberen zylindrischen Abschnitt 23 auf, der sich als ein kugelförmiger Mittenabschnitt 21 fortsetzt und in einem zweiten unteren zylindrischen Teil 22 endet, der einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser des ersten zylindrischen Abschnitts 23. Der kugelförmige Zwischenabschnitt 21 ermöglicht die Einstellung der Winklereinstellung der Knochenschraube 5, die in der Öffnung 2 untergebracht werden soll.

[0050] Die Platte 1 weist vorzugsweise zwei Blindlöcher 3 auf, die eine kreisförmige Öffnung und eine Vertiefung 31 haben. Die zwei Blindlöcher 3 sind am longitudinalen Mittelsegment des Rechtecks in der Nähe der respektiven Eckenpaare angeordnet. Die Vertiefung 31 ist so beschaffen, daß sie in das Paar der Öffnungen 2, neben welchem sie liegt, hineinragt und damit einen Öffnungsschlitz 32 in jeder Öffnung 2 des Paares bildet. Dieser Schlitz 32 ist so gestaltet, daß er sich im ersten zylindrischen Abschnitt 23 der Öffnungen 2 befindet.

[0051] Die Platte 1 weist eine erste Krümmung 13 in ihrer Längsebene auf, wie in [Fig. 4c](#) dargestellt. Diese Krümmung 13 ermöglicht es der Platte 1, der natürlichen Lordose (Vorwärtskrümmung) des Ab-

schnitts der Wirbelsäule zu folgen, für welche die in [Fig. 1](#) bis [Fig. 4c](#) dargestellte Platte 1 vorgesehen ist. Außerdem weist die Platte 1 eine zweite Krümmung 14 in ihrer Transversalebene auf, wie in [Fig. 4b](#) dargestellt. Die Krümmung 14 ermöglicht es der Platte 1, die Körperform der Vertebra, mit welcher sie verbunden ist, bestmöglich zu entsprechen.

[0052] Jede Vertiefung 31 kann einen Sicherungsring 4 aufnehmen. Der Sicherungsring 4 ist als kreisförmigen Rings 43 gestaltet, der an der Stelle 42 gespalten ist. Der Sicherungsring oder Spreizring 4 umfaßt das Antriebsmittel 41, welches, in dieser Ausführungsform, Laschen aufweist, die in Richtung zum Ringinneren ragen. Jede Lasche kann geformt werden, um die Spitzen einer Nadelzange aufzunehmen (siehe [Fig. 9](#)).

[0053] In der Stellung in der Vertiefung 31, wenn der Sicherungsring 4 sich in Ruhestellung befindet, d. h. in der offenen Stellung, ragt er durch den Schlitz 32 von jeder Öffnung 2 in das Paar der Öffnungen 2 hinein, die ihm benachbart sind, und verschließt somit etwas von der Öffnung 2.

[0054] Die Knochenschraube 5 ist das bevorzugte Verankerungselement in der Ausführungsform, die es der Platte 1 ermöglicht, mit den Körpern der Vertebrae verbunden zu sein, die mit der vorliegenden Erfindung versehen werden. Die bevorzugte Schraube 5 weist einen Kopf 57 auf, der auf einem knochenverträglichen, zylindrischen Abschnitt oder Schaft mit Gewinde 51 sitzt, wobei dieser Schaft ein gewindeschneidendes Mittel 55 an seinem Distalende trägt. Dieses gewindeschneidende Mittel läßt die Schraube beim Vortrieb leichter in den Knochen eindringen. Der Kopf 57 umfaßt einen Antrieb 52, welcher in diesem Fall die Form einer hexagonalen Buchse aufweist. Außerdem weist der Kopf einen leicht kegelförmigen Abschnitt 53 auf, der sich als Abschnitt 56 fortsetzt, welcher einen Rand bildet, der sich zur Außenseite der Schraube 5 hin erstreckt und gegenüber einer senkrecht zur Achse A der Schraube 5 liegenden Ebene etwas geneigt ist.

[0055] Schließlich endet der Kopf 57 der Schraube 5 in einem kugelförmigen Steckerabschnitt 54, der dem Buchsen-Zwischenabschnitt 21 der Öffnung 2 entspricht und den zylindrischen Abschnitt oder Schaft 51 mit Gewinde trifft. Diese komplementären Formen ermöglichen es, die Schraube 5 in einer gewählten Winkelstellung relativ zur Platte 1 einzusetzen. Somit kann die Verankerung der Platte 1 während der Operation vom Chirurgen optimiert werden.

[0056] Vorzugsweise wird das Implantat gemäß der Darstellung der vorliegenden Erfindung in den [Fig. 1](#) bis 4 dem Chirurgen zugeliefert mit zwei bereits in den Vertiefungen 31 der Platte 1 montierten Sicherungsringen 4. Wenn die Platte eine vordere Halswir-

belplatte ist, wird sie vorzugsweise über einen vorderen Zugangsweg implantiert, wobei die Wirbelkörper, die damit versehen werden, freigelegt werden. Der Chirurg bringt die Platte **1** in Position und und sticht dann Pilotlöcher durch jedes Paar der Öffnungen, wo er die Verankerung plazieren möchte. Dann bringt er eine Knochenschraube in jedes Pilotloch. Er schraubt diese Schrauben hinein, bis der Abschnitt **54** ihrer Köpfe **5** mit dem Abschnitt **44** des Sicherungsring **4** in Berührung kommt, der durch die Öffnung **32** ragt. An dieser Stelle gibt es zwei mögliche Optionen:

- 1) Der Chirurg schließt den Sicherungsring **4**, indem er die zwei Laschen **41** mit Hilfe einer Zange näher zusammenbringt, und dann, mit dem Sicherungsring geschlossen gehalten, die zwei Knochenschrauben **5** hineinschraubt, bis die zwei komplementären kugelförmigen Abschnitte **21** und **54** in Berührung kommen, und dann den Sicherungsring freiläßt, so daß er in die offene Stellung über dem Rand **56** zurückkehrt.
- 2) Der Chirurg setzt das Einschrauben in das Verankerungselement **5** fort. Der kugelförmige Teil **54** schiebt den Ring **44** in den Schlitz **32** hinein über eine Rampenwirkung und bildet sich somit seinen Weg, wobei der Ring sich automatisch wieder öffnet, sobald der Rand **56** passiert wurde und die komplementären, kugelförmigen Teile **21** und **54** dann in gegenseitiger Berührung sein werden.

[0057] Die Verankerung ergibt sich durch den Kontakt zwischen den komplementären, kugelförmigen Teilen **21** und **54** und durch das Wiederöffnen des Sicherungsring **4** oberhalb des Randes **56**. Die zweite Rolle des Randes **56** ist die Beschränkung der möglichen Winkellorientierungen. Dies verhindert das Austreten der Schraube aus dem Wirbelkörper oder eine Kontaktbildung der Schraube mit der anderen Schraube, die in in der anderen, zum Paar gehörenden Öffnung **2** eingesetzt ist. In beiden solchen Fällen wäre die Platte schlecht oder gar nicht am Wirbelkörper verankert. Somit, nachdem jede Schraube über ihr Distalende in die Öffnung eingeführt wurde, verhindert der Sicherungsring ein rückwärtiges Austreten der Schraube aus der Öffnung.

[0058] Wenn eine Nachstellung erforderlich ist, kann der Chirurg problemlos die Platte **1** herausnehmen, indem er einfach die Knochenschrauben **5** herausschraubt, nachdem er die Sicherungsringe **4** geschlossen hat, indem er ihre Laschen **41** näher zusammen bringt, und somit die Öffnung des Lochs **2** aufdeckt.

[0059] In der in [Fig. 5](#) bis [Fig. 8c](#) dargestellten Ausführung der Erfindung ist die Halswirbelplatte **1** vorzugsweise ebenfalls als ein Körper **111** gestaltet, der mit zwei Enden **112** begrenzt ist, die etwas breiter als der Körper **111** sind. Jedes der Enden **112** weist ebenfalls ein Paar der Öffnungen **102** auf, die sich

ganz durch die gesamte Dicke der Platte **101** erstrecken. Jede Öffnung **102** weist einen ersten Abschnitt **123** auf, der zylindrisch ist, gefolgt von einem kugelförmigen Zwischenabschnitt **121**. Vorzugsweise weist das Loch oder die Öffnung **102** einen Abschnitt **122** auf in Form eines Winkelabschnitt-Ausschnitts in der Längsrichtung der Platte **101**. Vorzugsweise ermöglicht der Ausschnitt es den Schrauben, um einen Winkelbereich, vorzugsweise von 0° bis 20° , in der Längsrichtung um die Achse **164** zu schwenken, wobei vorzugsweise die Breite des Ausschnitts **122** etwas kleiner als seine Länge ist. Eine kreisförmige Vertiefung oder Nute **131** ist im zylindrischen Abschnitt **123** von jeder Öffnung **102** vorhanden. Wie in der zuvor beschriebenen Ausführungsform, wenn sie als vordere Halswirbelplatte verwendet wird, weist die Platte **101** eine Krümmung **13** in ihrer Längsebene und eine Krümmung **13** in ihrer Querebene auf. Die Rollen dieser Krümmungen sind dieselben wie in der zuvor beschriebenen Ausführungsform.

[0060] Die Vertiefung **131** kann einen Sicherungsring oder Spreizring **104** aufnehmen. Wie zuvor weist der Sicherungsring **104** die Gestalt eines kreisförmigen Rings **143** auf, der an der Stelle **142** gespalten ist. Der bevorzugte Sicherungsring oder Spreizring **104** weist in diesem Fall Laschen **141** und Ausschnitte **149** auf, die gleichförmig um den gesamten Umfang des Rings **143** verteilt sind. Vorzugsweise sind wenigstens 3 dieser Laschen vorhanden. Sie ermöglichen die Gewährleistung, daß der Sicherungsring nicht aus der Nut oder Vertiefung **131** freikommen kann, während dünnere Teile des Rings **143** verbleiben, um bessere Flexibilität zu ermöglichen beim Deformieren oder Expandieren des Sicherungsring, wie hier weiter unten diskutiert wird. Es ist selbstverständlich auch möglich, den Ring dünner zu gestalten oder in einer sonstigen Weise flexibel zu machen. Zum Beispiel könnten eine oder zwei Laschen verwendet werden, wenn die Ausschnitte im Ring ausreichend bemessen werden, um die benötigte Flexibilität zu erzielen. Der Sicherungsring **104** weist Expansionsabschrägungen oder Rampen **144** auf, in Form einer Eingangsabschrägung auf der Innenseite **145** des Rings **143**.

[0061] Die Knochenschraube **105** unterscheidet sich von der in der zuvor beschriebenen Ausführungsform, indem der Antrieb **152**, der die Form eines Kreuzes aufweist, in einer Ausführungsform mit einer Blindbohrung **158** koaxial mit der Achse A der Schraube **105** verlängert ist. Dies ermöglicht die Verwendung eines Schraubendrehers mit flacher oder kreuzförmiger Klinge, die mit einem kleinen zylindrischen Abschnitt verlängert ist, der zur Blindbohrung **158** komplementär ist. Dies sorgt dafür, daß der Schraubendreher beim Festziehen oder Lockern nicht ausrutschen kann und benachbartes, lebendes Gewebe verletzt, oder den Sicherungsring **104** in einer die Verankerung beeinträchtigender Weise irre-

versibel deformiert.

[0062] Der bevorzugte Kopf **157** weist einen Abschnitt **153** auf, der im wesentlichen kegelförmig und etwas nach außen gewölbt ist und sich radial nach außen mit einem Abschnitt **156** fortsetzt, der eine nach oben weisende Randfläche bildet, die sich in Richtung zur Außenseite der Schraube **105** erstreckt, die vorzugsweise etwas geneigt ist relativ zu einer Ebene im rechten Winkel zur Achse A der Schraube **105**.

[0063] Schließlich erlaubt ein kugelförmiger Abschnitt **154**, der den Zwischenabschnitt **121** der Öffnung **102** komplementiert, daß die äußere Kante des Abschnitts **154** den mit Gewinde versehenen, zylindrischen Abschnitt oder Schaft **151**, der ein Knochenschrauben-Gewinde trägt, trifft. Der Zweck dieser komplementären Gestaltung ist es, die Wahl der Winkelstellung der Schraube **105** relativ zur Platte **101** zu ermöglichen, um die Verankerung zu optimieren.

[0064] Wie in der zuvor beschriebenen Ausführungsform wird das Implantat dem Chirurgen zugeliefert mit den vier Spreizringen oder Sicherungsringen **104** bereits in den vier Vertiefungen **131** in der Platte **101** montiert. Wie zuvor, nachdem der Chirurg den Zugangsweg hergestellt hat, bringt er die Platte **101** in Position und sticht die Pilotlöcher durch die Paare der Öffnungen **102**, wo er die Verankerung anbringen möchte. Dann schraubt er die Knochenschrauben **105** ganz hinein. Am Ende des Festziehens kommt der kugelförmige Abschnitt **154** mit der Abschrägung **144** des Sicherungsringes **104** in Kontakt und dann, durch eine Lagerwirkung, öffnet er den Sicherungsring, um seinen Weg zum kugelförmigen Zwischenabschnitt **121** der Öffnung **102** zu öffnen. Der Sicherungsring **104** schließt sich wieder automatisch, nachdem der Rand **156** passiert wurde, und die komplementären kugelförmigen Abschnitte **121** und **154** sind dann in Kontakt miteinander.

[0065] Die Ausführung dieser beiden Operationen gewährleistet, daß die Schraube **105** in der Platte **101** fest verankert ist. Wie zuvor, die zweite Rolle des nach oben weisenden Randes **156** ist die Einschränkung des möglichen Bereichs der Winkeleinstellung. Dies vermeidet ein Austreten der Schraube aus dem Wirbelkörper oder eine Berührung ihres Gewindeflanschs **151** mit der anderen Schraube in der anderen Öffnung **102** des Paares. In beiden solchen Fällen wäre die Platte schlecht oder gar nicht im Wirbelkörper verankert. Wenn eine Nachstellung erforderlich ist, kann der Chirurg die Platte **101** problemlos abnehmen, indem er die Knochenschrauben **105** herausschraubt, nachdem er den Sicherungsring, wie unten beschrieben wird, geöffnet hat.

[0066] Eine bevorzugte Knochenschraube gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist

in der [Fig. 7a](#) mit größerem Detail dargestellt. In der bevorzugten Ausführungsform ist die Blindbohrung **158** der Schraube **105** auf einem Abschnitt **160** mit Gewinde versehen, der sich unter dem Antrieb **153** in Richtung zur Spitze **161** der Schraube erstreckt. Die Funktion des mit Gewinde versehenen Abschnitts wird unten näher beschrieben.

[0067] Es wird darauf hingewiesen, daß die bevorzugte Schraube **105** einen Gewinde-Solldurchmesser von etwa 4 mm aufweist, wobei der Außendurchmesser der nach oben weisenden Fläche des Randes **156** etwa 5 mm beträgt. Wenn erwünscht, kann das vordere Ende oder die Spitze **161** des Schraubenschafts **151** eine Nut oder ein sonstiges Strukturmerkmal aufweisen, so daß die Knochenschraube ihr eigenes Gewindeloch schneidet. In diesem Fall braucht der Chirurg kein Pilotloch zu bohren.

[0068] [Fig. 7b](#) zeigt die bevorzugte Öffnung **102** in der Knochenplatte. Die Vertiefung oder Nut **131**, welche die Federklammer **104** aufnimmt, weist eine nach oben und nach innen geneigte Fläche **133** auf, welche sich, in der bevorzugten Ausführungsform, sich unter einem Winkel von etwa 20° relativ zur unteren Fläche **135** der Nut **131** erstreckt. In der bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich die untere Fläche **135** der Nut **131** entlang einer Ebene im rechten Winkel zur Achse **164** der Öffnung **102**. Die obere geneigte Fläche **133** weist einen Abstand von der Fläche **135** mittels der Fläche **137** auf, der in der bevorzugten Ausführungsform etwa 0,3 mm beträgt. Der größte Durchmesser zur Fläche **137** der Nut **131** in der bevorzugten Ausführungsform beträgt etwa 6,9 mm. Der kugelförmige Sitz **121** für den Schraubenkopf **157** erstreckt sich von neben der unteren Fläche der Platte, die mit dem Knochen in Kontakt steht, bis zur Fläche **135**. In der bevorzugten Ausführungsform weist die kugelförmige Fläche einen Radius von 2,67 mm auf. Folglich weist der teilkugelförmige Abschnitt **154** der Schraube einen ähnlichen Radius auf. Wie in [Fig. 7b](#) ersichtlich ist, kann die Öffnung **102** einen Winkelausschnitt entlang einem Abschnitt der Fläche **122** neben der unteren Plattenfläche aufweisen, um es dem Schaft **151** der Schraube zu ermöglichen, sich in wenigstens einer Richtung unter einem Winkel B von etwa 0° bis 20°, vorzugsweise 10°, relativ zur Achse **164** zu erstrecken. Somit, wenn von unten betrachtet, erscheint die Öffnung in wenigstens einer Richtung länglich. Selbstverständlich kann der Winkelausschnitt vergrößert werden, um eine Winkeleinstellung in mehreren Richtungen zu ermöglichen.

[0069] [Fig. 7c](#) zeigt einen bevorzugten Spreizring oder Sicherungsring **104**, der fünf Laschen **141** aufweist, die gleichmäßig auf dem Umfang des Rings **143** verteilt sind. In der bevorzugten Ausführungsform weist der Ring einen Innendurchmesser **145** von etwa 4,5 mm auf sowie einen maximalen Außendurchmesser **147** von vorzugsweise 6,2 mm. Der Un-

terschied zwischen dem Außendurchmesser **147** und dem Nutdurchmesser **137** beträgt vorzugsweise etwa 0,7 mm. Dies erlaubt eine Erweiterung des Innendurchmessers zur Aufnahme des Schraubenkopfes. Die bevorzugten Ausschnitte haben eine Tiefe von etwa 0,4 mm, so daß der Außendurchmesser **149** an jedem Ausschnitt etwa 5,4 mm beträgt. Der bevorzugte Spalt **142** weist eine Breite von etwa 0,26 mm auf, wenn sich der Spreizring in seinem entspannten, d. h. nicht expandierten, Zustand befindet. Die oben angegebenen Dimensionen sind nur als Beispiele zu verstehen, und größere Schrauben, Öffnungen und Spreizringe können in anderen Anwendungen verwendet werden.

[0070] [Fig. 7d](#) zeigt einen Querschnitt entlang der Linie A-A des in [Fig. 7c](#) dargestellten Spreizrings. Der Spreizring weist eine untere Fläche **190** auf, die so orientiert ist, daß sie an der unteren Fläche **135** der Nut **131** eingreift. Der Querschnitt weist eine geneigte obere Fläche **192** auf zum Eingriff mit der Fläche **133**, die nach oben geneigt ist bei der Bewegung in Richtung zum Mittelpunkt des Spreizrings. Vorzugsweise steht die Neigung unter einem Winkel von etwa 20° relativ zur unteren Fläche **190**. Die Fläche, welche den Innendurchmesser **145** bildet, liegt in zwei Abschnitten vor, wobei der erste Abschnitt die Fläche **194** ist, die im wesentlichen parallel zur Achse **164** der Öffnung **102** orientiert ist, und der zweite Abschnitt die Fläche **144** ist, die in einer Winkelstellung radial nach außen orientiert ist zur Fläche **192** hin, ebenfalls vorzugsweise unter einem Winkel von 20° relativ zur Fläche **194** (und zur Achse **164**). Die Flächen **192** und **144** sind vorzugsweise mit einem Radius **198** statt mit einer scharfen Ecke miteinander verbunden. Der bevorzugte Spreizring weist eine Gesamthöhe von der Fläche **190** bis zum oberen Ende des Radius **198** von etwa 0,52 mm auf, und der Abstand entlang der Fläche **196** zwischen den Flächen **190** und **192** beträgt etwa 0,29 mm.

[0071] Der bevorzugte Querschnitt ermöglicht den Zusammenbau der Federklammer **104** innerhalb der Nut **131** seitens des Plattenherstellers und den Versand an den Verbraucher im vormontierten Zustand. Es ist besonders wichtig, daß die Klammer **104** eine ausreichende Anzahl von Ausbruchbereichen aufweist, um sie ausreichend flexibel für den Einsatz in der Einsetzvertiefung oder Nute **131** vor dem Versand an den Endverbraucher zu machen. Es ist außerdem erforderlich, ein relativ flexibles Material für den Ring zu verwenden, welches ein Elastizitätsmodul weniger als 100 GPa aufweist. Ein solches Titanmaterial ist in den US-Patentschriften 4.857.269 und 4.952.236 offenbart. Bei der Verwendung dieser Titanlegierungen für den Spaltring wurde festgestellt, daß es vorteilhaft ist, das Verbindungselement oder die Platte und die Verankerung oder Knochenschraube aus dem gleichen Material herzustellen, obwohl dies nicht unbedingt erforderlich ist. Außerdem kön-

nen auch polymere Materialien für den Spreizring verwendet werden. In der bevorzugten Ausführung weist der Spreizring **104** kein Mittel auf, um ihn nach dem Zusammenbau aus der Nut herauszunehmen. Deshalb kann der Chirurg den Ring nicht aus der Platte herausnehmen.

[0072] Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal des Spreizrings ist die Neigung der oberen Fläche **192** um vorzugsweise 20° für den Eingriff in der komplementären Nutfläche **133**. Dies ist von Vorteil, weil die beim rückwertigen Austrittsversuch der Schraube **105** gegen die untere Fläche **190** des Spreizrings **104** erzeugten Kräfte eine Tendenz aufweisen, die Expansion des Innendurchmessers **145** zu verhindern. Außerdem genügt bereits ein kleines ringförmiges Überlappen zwischen der unteren Fläche **190** des Rings **104** und der nach oben weisenden Fläche, um es der Schraube **105** unmöglich zu machen, aus dem Loch **2** in der Platte **1** herauszukommen. In der bevorzugten Ausführungsform beträgt diese ringförmige Überlappung wenigstens 0,07 mm und vorzugsweise zwischen 0,07 mm auf einem Radius und 0,11 mm.

[0073] In der in [Fig. 9](#) dargestellten Ausführungsform, die nicht zur vorliegenden Erfindung gehört, unterscheidet sich die Vorrichtung **201** von der ersten Ausführungsform nur in der Form der Blindlöcher **203** und des Sicherungsringes **204**, der in der Vertiefung **231** untergebracht werden kann. Die Form der Löcher **203** weist einen halbkreisförmigen Boden **237** auf, der mit zwei geraden Flächen **236** fortgesetzt wird, die gegeneinander konvergieren und an ihrem anderen Ende der Seite der zugeordneten Öffnungen **2** mit einem halbkreisförmigen Vertex **235** mit kleinerem Radius als der der Basis **237** verbunden sind. Diese Form erleichtert den Einbau des Sicherungsringes **204**. Letzterer ist dem in der ersten Ausführungsform sehr ähnlich, abgesehen von den Laschen **241**, die Löcher **243** aufweisen, um die Backen eines Antriebsinstruments aufzunehmen. Die Installation dieser Ausführungsform ist mit der für die erste Ausführungsform identisch.

[0074] Der Sicherungsring **104** kann einen konstanten Querschnitt aufweisen.

[0075] Die Knochenschrauben können einachsrig sein; ihre Orientierung gegenüber der Platte kann nicht variiert werden.

[0076] Somit ist ersichtlich, daß in den Ausführungsformen gemäß [Fig. 1](#) und [Fig. 9](#), ein Sicherungsring zwei Verankerungsschrauben sichert.

[0077] In allen diesen Ausführungsformen wirkt jeder Sicherungsring mittels direktem Kontakt mit der Schraube zusammen, um ihr Heraustreten aus der Öffnung zu verhindern, ohne Notwendigkeit für ein

als Zwischenstück fungierendes Teil zwischen dem Sicherungsring und der Schraube.

[0078] **Fig. 10** zeigt eine Draufsicht des bevorzugten Schraubendrehers **300** zum Antreiben der Schraube **105**; dieser Schraubendreher ist kein Teil der vorliegenden Erfindung. Der Schraubendreher **300** umfaßt einen Griff **302**, einen Schaft **304** und einen Antriebskopf **306**. **Fig. 10a** zeigt eine Darstellung des Endes des Antriebskopfes **306**, welches einen kreuzförmigen Antrieb mit einem Paar im rechten Winkel zueinander angeordneten Antriebsklingen **308** aufweist. Die Klingen **308** bewirken den Eingriff des Antriebs **152** mit der Schraube **105**. In der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Tiefe des Kreuzschlitzes, der den Antrieb **152** bildet, etwa 2 mm, und die Tiefe der Antriebsklingen **308** ist etwas kleiner, und die Breite der vier Schlitz, welche den Antrieb **152** bilden, beträgt etwa 1 mm, wobei die Breite der Klingen **308** etwas kleiner ist. Diese Geometrie gewährleistet einen exzellenten Eingriff zwischen den Klingen und dem Schraubendreher **300** sowie dem Antrieb **152**.

[0079] Die **Fig. 11** bis **Fig. 11b** zeigen ein nicht zur vorliegenden Erfindung gehörendes Werkzeug zum Herausnehmen der Schraube **105**, nachdem sie voll im Knochen eingesetzt und mit dem Spreizring **104** gegen Herauskommen gesichert wurde. **Fig. 11** zeigt ein Extraktionswerkzeug **400** mit einem Griff **402** und einem rohrförmigen Antriebsschaft **404** einschließlich einer Antriebsspitze **406**. Der Griff **402** ist ebenfalls rohrförmig, mit einem an einem Ende **410** des Griffs **402** offenen Hohlraum **408**. In der bevorzugten Ausführungsform ist der Hohlraum **408** kreisförmig mit einem Durchmesser von etwa 8 mm. Das innere Ende **412** des Hohlraums **408** ist offen zu einer Kanülierung **414**, die sich über die Länge des Schafts **404** und durch die Spitze **406** erstreckt. In der bevorzugten Ausführungsform ist diese Kanülierung kreisförmig mit einem Durchmesser von etwa 2 mm. Die Funktion der Kanülierung **414** wird unten beschrieben.

[0080] **Fig. 11b** enthält eine vergrößerte Darstellung der Antriebsspitze **406** des Extraktionsrohrs **400** welches, wie der zuvor beschriebene Antriebskopf **306**, eine kreuzförmige Klinge aufweist mit Kreuzelementen **416**, die den Klingen **308** ähnlich sind. Der Außendurchmesser der Spitze **406** weist jedoch den gleichen Außendurchmesser auf wie die Fläche **156** an der Schraube **105**. Die Spitze **406** weist einen nach innen abgeschrägten Abschnitt **418** auf, der es der Spitze **406** ermöglicht, im Innendurchmesser **145** des Spreizrings einzugreifen und diesen ausreichend zu erweitern, um die Schraube durch den Innendurchmesser **145** herauszuschrauben oder herauszuziehen mittels entgegengesetztem Drehen der Schraube **105** mit dem Extraktionswerkzeug **400**. Nachdem der größte Durchmesser der nach oben

weisenden Fläche **156** durch den Spreizring getreten ist, springt sie entlang der Fläche **154** der Schraube **105**.

[0081] Es wurde festgestellt, daß in manchen Fällen der Knochen degeneriert ist, so daß es unmöglich ist, eine Kraft zum Herausdrehen der Schraube **105** mit dem Extraktionswerkzeug **400** zu erzeugen. Für diesen Fall zeigt die **Fig. 12** ein Extraktionswerkzeug **500**, welches so gestaltet ist, daß es in den Hohlraum der Kanülierung **414** des Extraktionswerkzeugs **400** paßt. Das Extraktionswerkzeug **500** umfaßt einen oberen Abschnitt **502**, einen Schaftabschnitt **504**, eine mit Gewinde versehene Spitze **506** und einen Verlängerungsabschnitt **508**. Die mit Gewinde versehene Spitze trägt ein Gewinde, welches zum Gewinde **160** in der Schraube **105** paßt. In der bevorzugten Ausführungsform weist das Gewinde einen Durchmesser von 1,6 mm auf. Somit, wenn es nicht möglich ist, die Schraube **105** durch Drehen der Schraube **105** in entgegengesetzter Richtung mit dem Extraktionswerkzeug **400** herauszunehmen, wird der Extraktionsschaft **504** durch die Kanülierung **414** eingeführt und an der Spitze **406** davon hinausgeführt, um mit dem Gewinde **160** der Knochenschraube **105** in Eingriff zu kommen. Der Chirurg braucht dann lediglich am Abschnitt **508** des Extraktionswerkzeugs **500** zu ziehen, welches die Schraube **105** aus dem Knochen herauszieht.

Patentansprüche

1. Implantat, insbesondere für die Wirbelsäule, umfassend:
ein Verbindungselement (**101**) mit einer Knochenkontaktfläche und wenigstens einer Öffnung (**102**) mit einer Nut (**131**), die um einen Innenumfang (**123**) der Öffnung gebildet ist;
einen Knochenanker (**105**), der in der Öffnung zwischen der Nut und der Knochenkontaktfläche aufgenommen werden kann; und
einen in der Nut montierten Spaltring (**104**), wobei der Spaltring so bemessen ist, daß er beim Einführen des Ankerelements in die Öffnung expandiert und direkt in Kontakt mit einem Kopf (**157**) am Knochenanker kommt, um den Knochenanker in der Öffnung zu halten, wobei die wenigstens eine Öffnung einen teilweise kugelförmigen Sitzabschnitt (**121**) aufweist, der zwischen der Nut (**131**) und der unteren Fläche des Verbindungselements liegt und gegenüber dieser Fläche offen ist, um einen Schaft (**151**) des Ankers aufzunehmen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nut eine untere Fläche (**135**) am nächsten zur unteren Fläche der Platte und eine obere geneigte Fläche (**133**), die sich zu einer oberen Fläche der Platte und nach innen zu einer zentralen Achse der Öffnung erstreckt, aufweist.

2. Implantat gemäß Anspruch 1, wobei das Verbindungselement (**101**) eine Platte umfaßt.

3. Implantat gemäß Anspruch 1, wobei der Anker einen Antriebsabschnitt (**152**) aufweist.

4. Implantat gemäß Anspruch 1, wobei der Spaltring (**104**) einen variablen Querschnitt aufweist, um seine Flexibilität zu optimieren.

5. Implantat gemäß Anspruch 2, wobei die Platte (**101**) anatomische Krümmungen aufweist.

6. Schraubenhalterungssystem gemäß Anspruch 1, wobei der Anker (**105**) einen teilweise kugelförmigen Kopfabschnitt (**154**) aufweist, der sich vom Schaft (**151**) zur nach oben weisenden Fläche erstreckt, um den kugelförmigen Sitzabschnitt in der Öffnung zu erfassen.

7. Schraubenhalterungssystem gemäß Anspruch 1, wobei die untere Nutfläche (**135**) im wesentlichen flach ist und sich im wesentlichen im rechten Winkel zur Achse erstreckt.

8. Schraubenhalterungssystem gemäß Anspruch 1, wobei die untere Nutfläche (**135**) näher zur oberen Plattenfläche als eine nach oben weisende Fläche an der Schraube angeordnet ist, wenn der teilweise kugelförmige Kopf im teilweise kugelförmigen Abschnitt sitzt.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

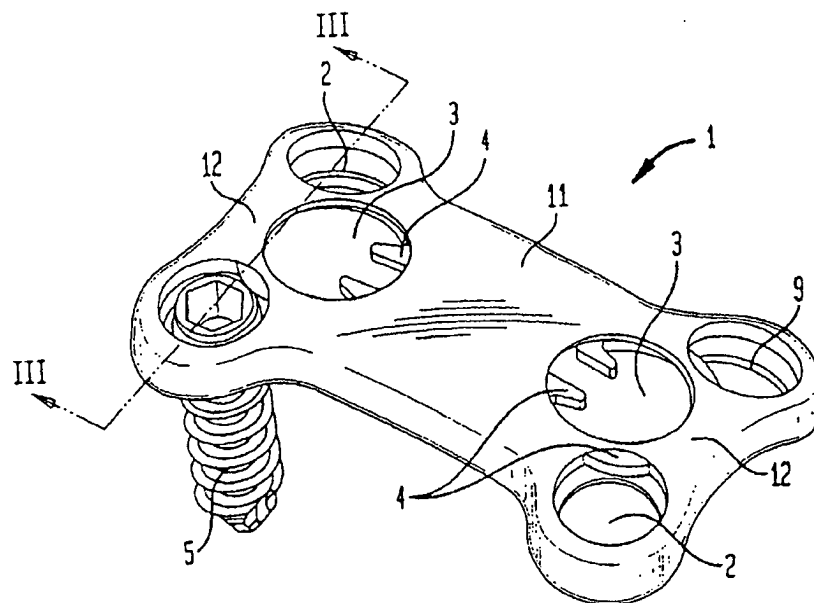


FIG. 2

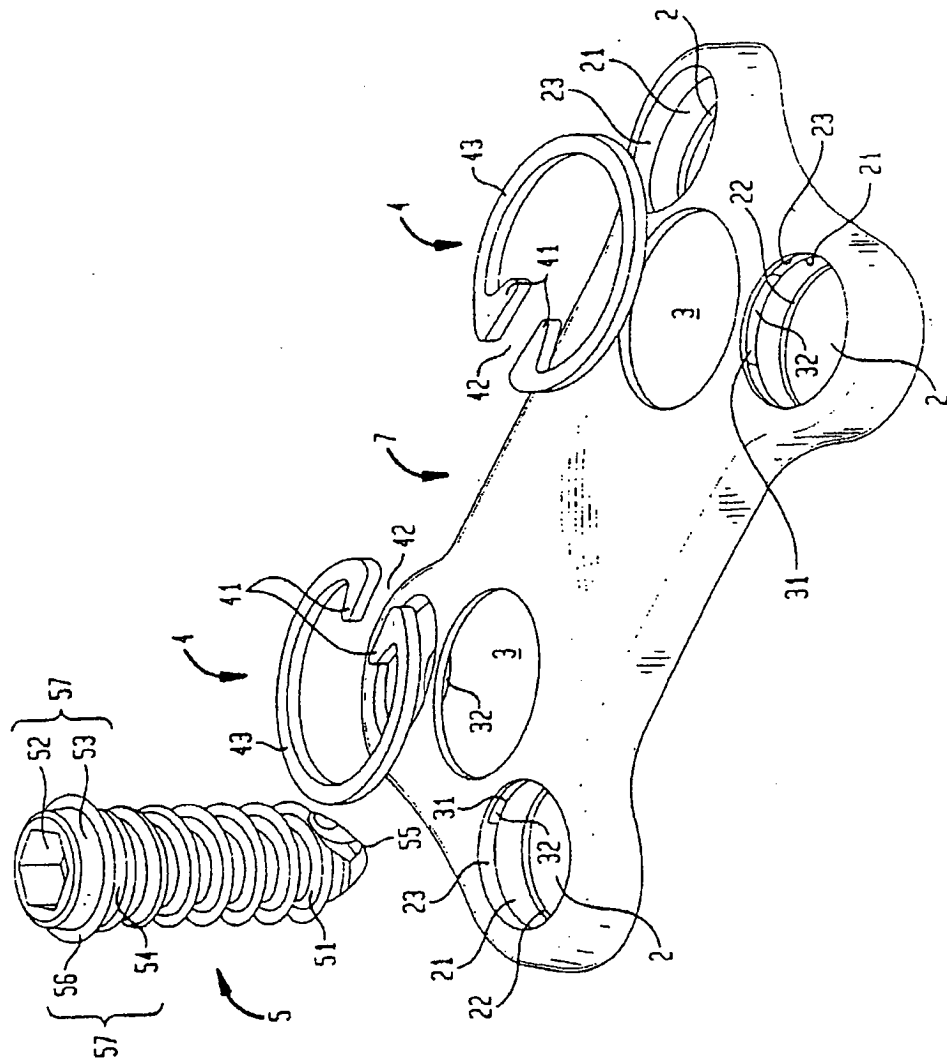


FIG. 3

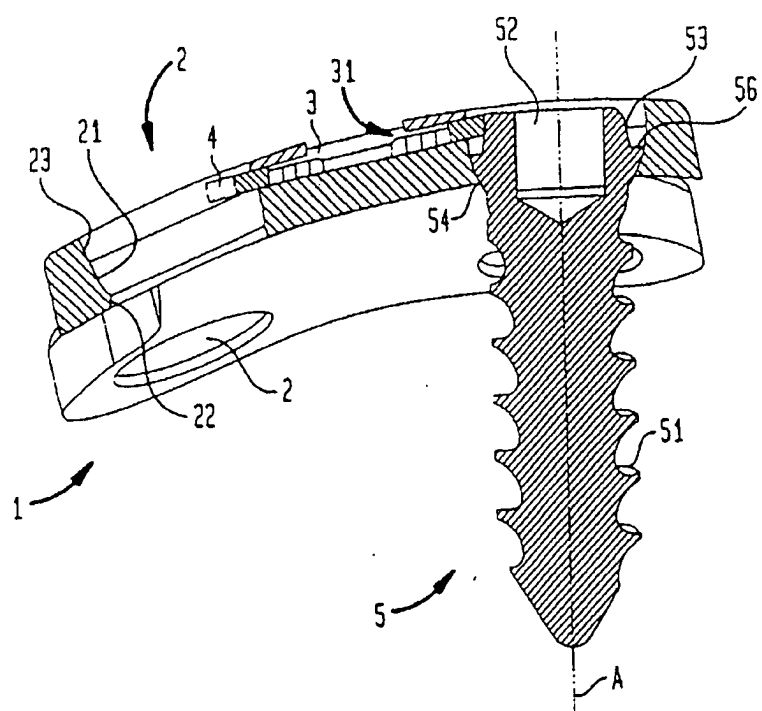


FIG. 4A

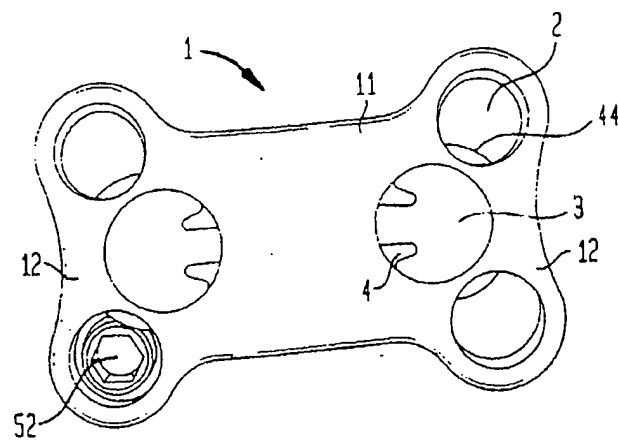


FIG. 4B

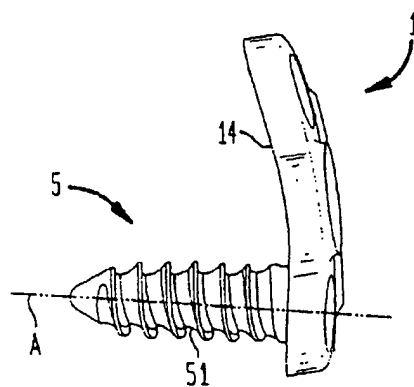


FIG. 4C

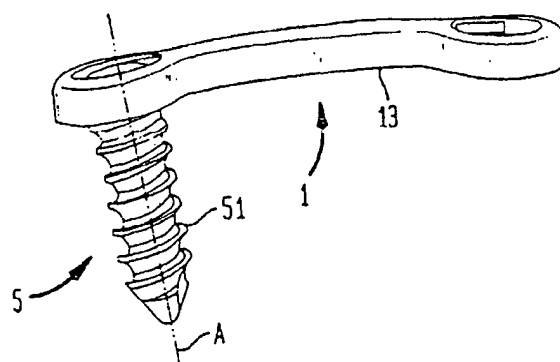


FIG. 5

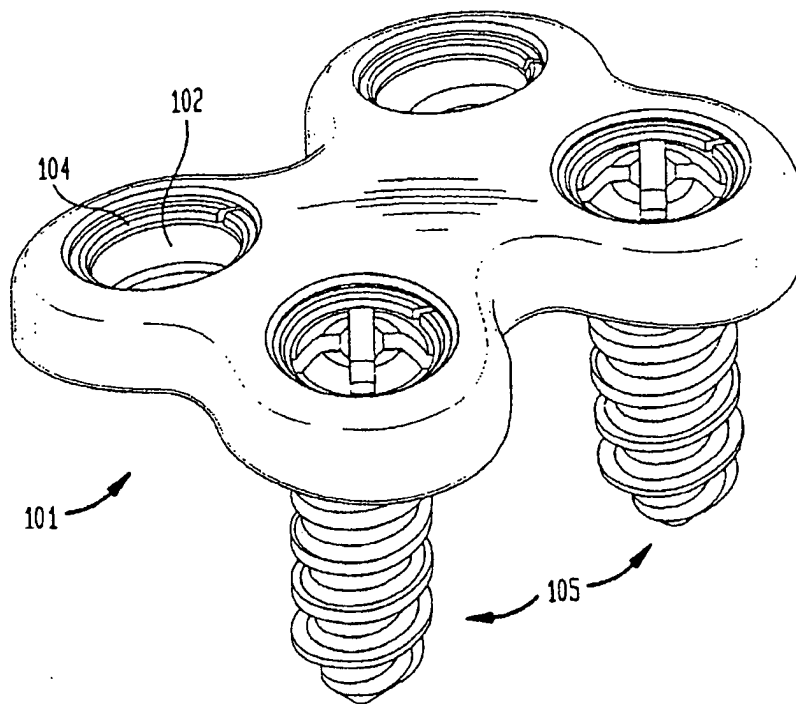


FIG. 6

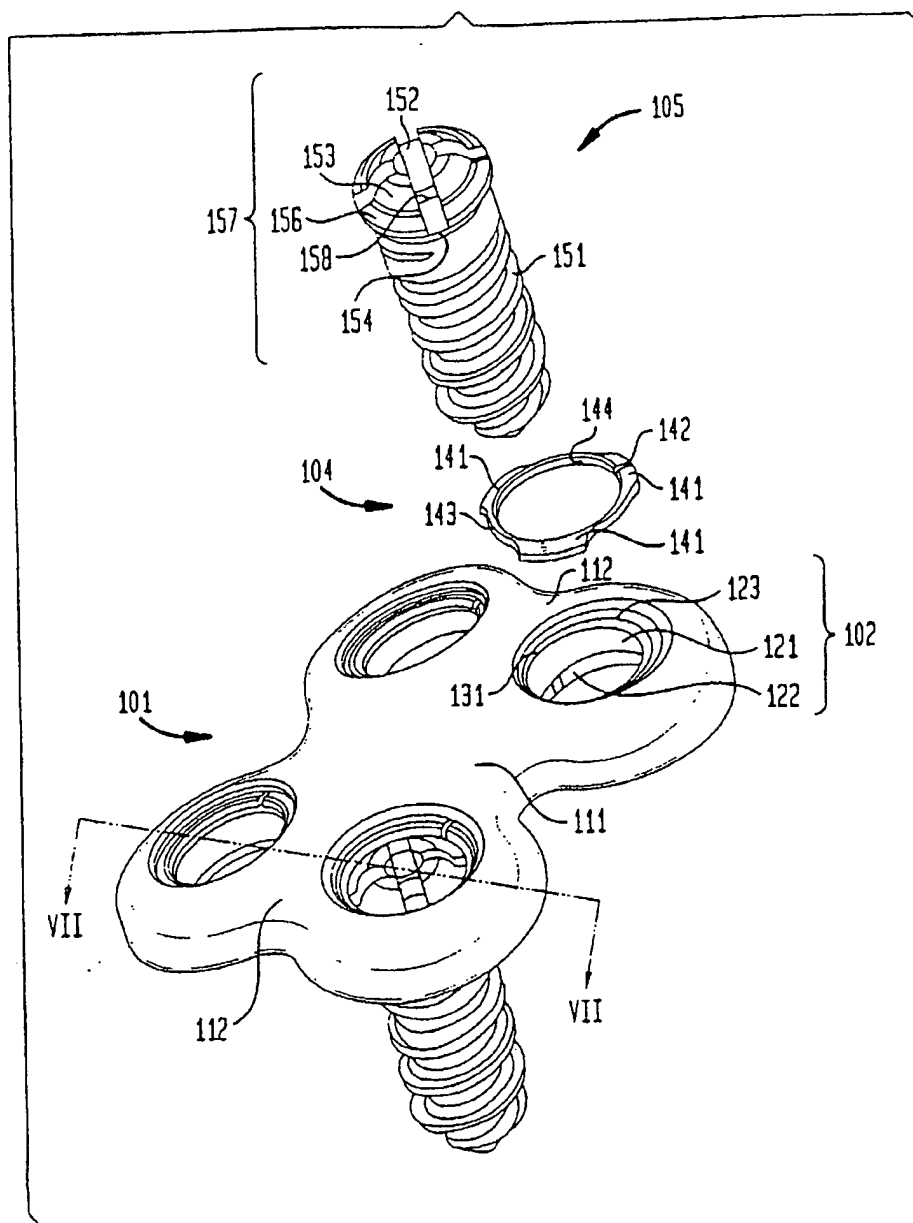


FIG. 7

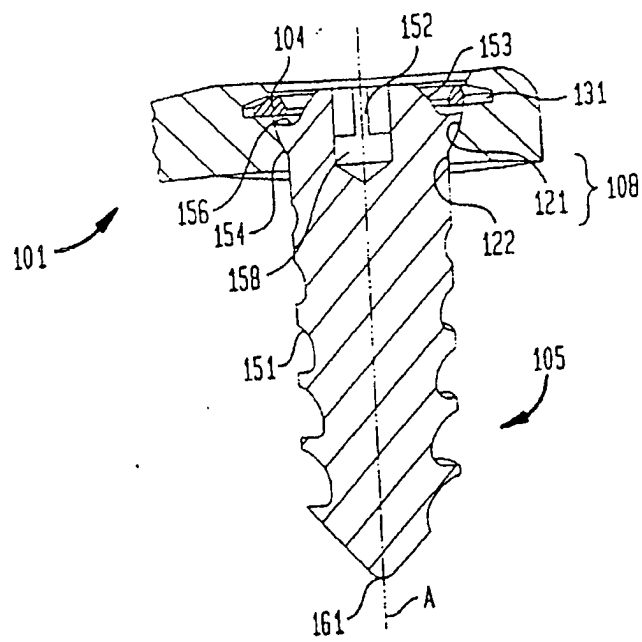


FIG. 7A

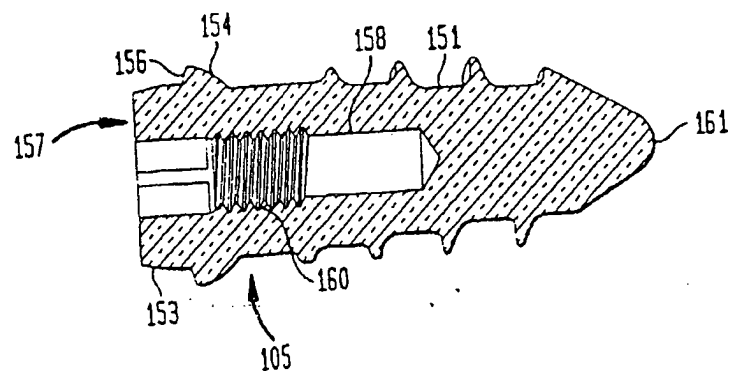


FIG. 7B

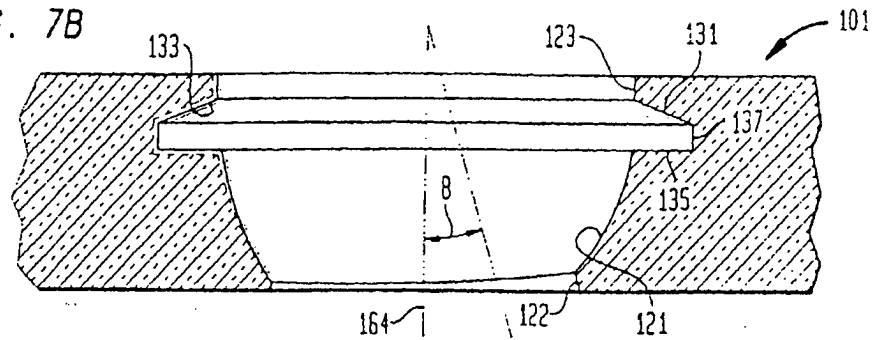


FIG. 7C

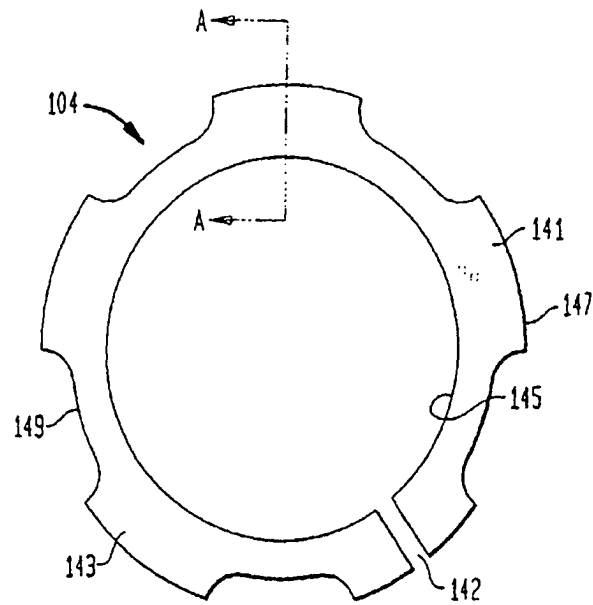


FIG. 7D

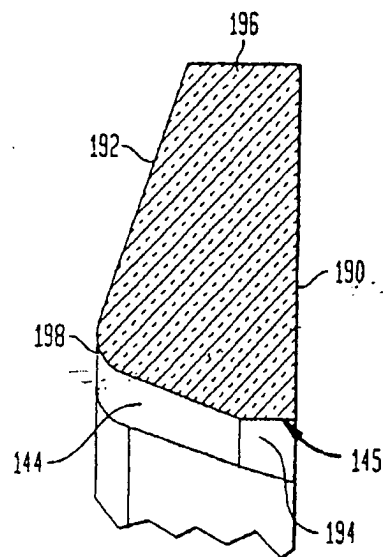


FIG. 8A

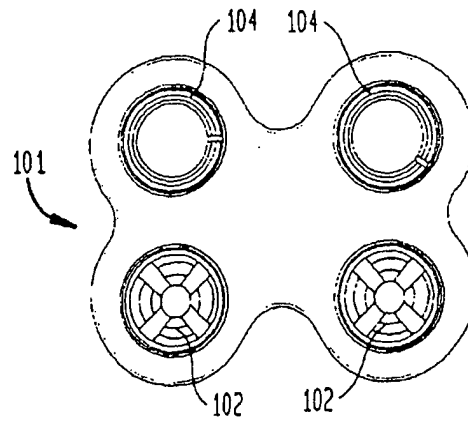


FIG. 8B

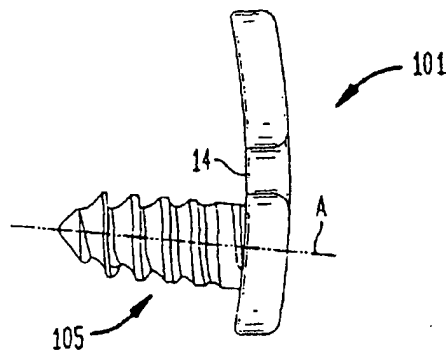


FIG. 8C

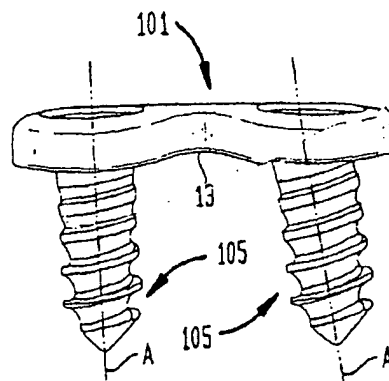


FIG. 9

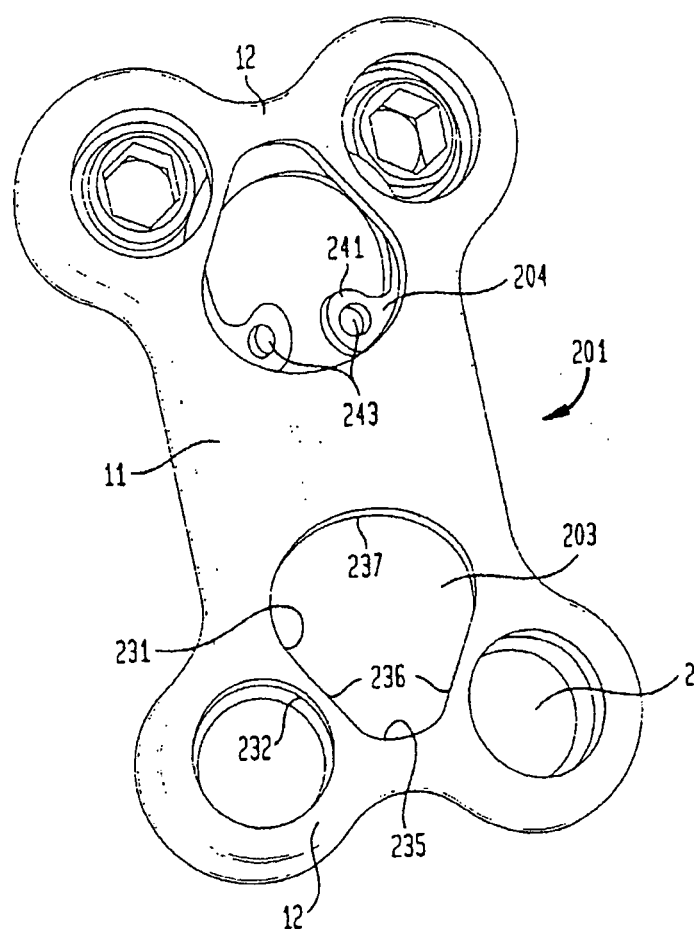


FIG. 10

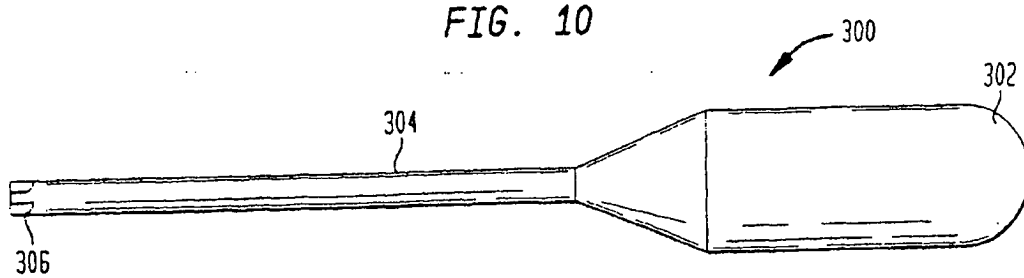


FIG. 10A

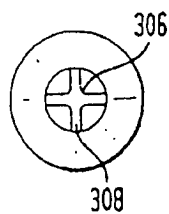


FIG. 11

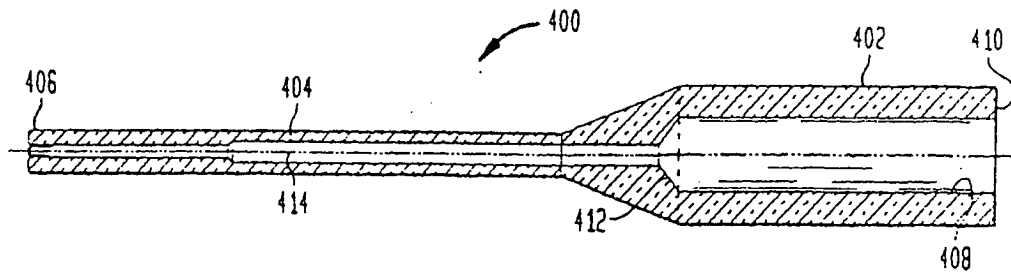


FIG. 11A

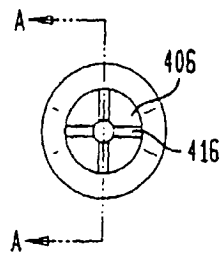


FIG. 11B

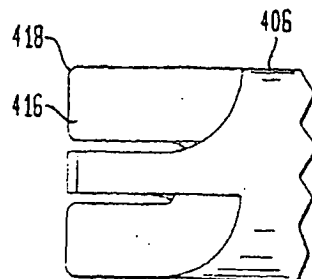


FIG. 12

