



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 196 03 285 B4** 2006.05.24

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **196 03 285.7**
 (22) Anmeldetag: **30.01.1996**
 (43) Offenlegungstag: **01.08.1996**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **24.05.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 17/58** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
P 7-12929 30.01.1995 JP
P 7-280163 27.10.1995 JP

(72) Erfinder:
Itoman, Moritoshi, Yamato, Kanagawa, JP; Ojima, Satoshi, Itabashi, Tokio/Tokyo, JP

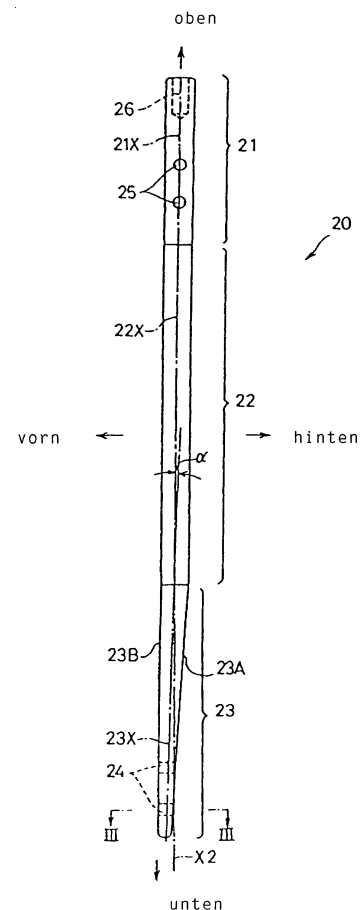
(73) Patentinhaber:
Pentax Corp., Tokio/Tokyo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
EP 05 17 435 A1

(74) Vertreter:
Schaumburg, Thoenes, Thurn, Landskron, 81679 München

(54) Bezeichnung: **Intramedullärer Nagel**

(57) Hauptanspruch: Intramedullärer Nagel (20) für einen Oberarmknochen (10), der in die Knochenhöhle des gebrochenen Oberarmknochens (10) einzusetzen ist, während die einander gegenüberstehenden Knochenteile (11, 12) zusammengefügt sind, mit einem oberen stabförmigen Teil (21, 22), der im oberen Knochenteil (11) des Oberarmknochens (10) anzuordnen ist, einem unteren Teil (23), der im unteren Knochenteil (12) des Oberarmknochens (10) anzuordnen ist, wobei der obere Teil (21) länger als der untere Teil (23) ist, und mit einer in dem unteren Teil (23) rechtwinklig zu dessen Längsachse (23X) ausgebildeten Durchgangsbohrung (24) zum Einsetzen eines Bolzens, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Teil (23) einen Querschnitt hat, der von einer Kreisform am oberen Ende zu einer abgeflachten Form am unteren Ende übergeht, und daß die Durchgangsbohrung (24) rechtwinklig zur längeren Querschnittsstreckung dieser abgeflachten Form liegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen intramedullären Nagel nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zur Reparatur eines gebrochenen Oberarmknochens.

Stand der Technik

[0002] Bei der Verbindungs- und Reparaturoperation eines gebrochenen Knochens wird ein intramedullärer Nagel von einem Ende her in die Höhle des gebrochenen Knochens eingeführt, und die einander gegenüberstehenden Enden der gebrochenen Knochenteile werden an der Bruchstelle aneinandergesetzt. Der intramedulläre Nagel wird vorübergehend an dem gebrochenen Knochen befestigt, um ihn für vorbestimmte Zeit in der Knochenhöhle zu halten. Nachdem die gebrochenen Knochenteile miteinander verwachsen sind, wird der intramedulläre Nagel aus der Knochenhöhle entfernt. Diese Operation wird auch auf Oberarmknochen angewendet. Bei dieser Behandlung wurden bisher intramedulläre Nägel verwendet, die auch für die Reparatur des Schienbeins bestimmt sind. Solche intramedullären Nägel bestehen aus einem Stab mit kreisrundem Querschnitt und gleichbleibendem Durchmesser, der gegebenenfalls ein zugespitztes vorderes Ende hat. Es ist deshalb erforderlich, die medulläre Höhe des Oberarmknochens mit einem Markraumborner zu erweitern, damit der intramedulläre Nagel in die Knochenhöhle eingesetzt werden kann. Diese Räumoperation ist umständlich und verlängert die Operationszeit.

[0003] Die EP 0 517 435 A1 offenbart einen intramedullären Nagel nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Der untere Teil dieses Nagels hat eine Bohrung, in die eine Schraube eingesetzt wird, um den Nagel in der Knochenhöhle zu befestigen. Dieser Nagel hat über seine gesamte Länge eine gleichbleibende Querschnittsform.

Aufgabenstellung

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten intramedullären Nagel für den Oberarmknochen anzugeben, bei dem keine oder eine nur geringe Vergrößerung der Knochenhöhle vorgenommen werden muß und der besonders einfach in die Knochenhöhle einsetzbar und dort befestigbar ist.

[0005] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Die Weiterbildung nach Anspruch 4 erleichtert das Einsetzen des intramedullären Nagels in die Knochenhöhle.

[0007] Bei der Weiterbildung nach Anspruch 10 wird in Betracht gezogen, daß am oberen Ende des Ober-

armknochens eine Gelenkkugel ausgebildet ist. Um diese nicht zu beschädigen, sollte der intramedulläre Nagel in die Knochenhöhle außerhalb dieses Gelenkteils eingesetzt werden, ohne ihn zu beeinträchtigen.

[0008] Die Abflachung ist vorzugsweise elliptisch ausgebildet. Wenn der untere geneigte Teil des Nagels am unteren Ende vollständig flach zuläuft, d.h. die Form einer weitgehend flachen Platte hat, kann der Nagel leicht hergestellt werden. Wenn der untere geneigte Teil einen elliptischen Querschnitt hat, liegen die Tangentialebenen an der Ellipse rechtwinklig zu der Ebene, in der die Achse des oberen Nagelteils (Zwischenteil) und die geneigte Achse des unteren Teils liegen.

Ausführungsbeispiel

[0009] Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

[0010] [Fig. 1](#) die vordere Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels,

[0011] [Fig. 2](#) eine Draufsicht auf den in [Fig. 1](#) gezeigten Nagel,

[0012] [Fig. 3](#) den Schnitt III-III aus [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 4](#),

[0013] [Fig. 4](#) die vordere Seitenansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels,

[0014] [Fig. 5](#) die Draufsicht auf den Nagel nach [Fig. 4](#),

[0015] [Fig. 6](#) die vordere Seitenansicht eines Oberarmknochens,

[0016] [Fig. 7](#) die Seitenansicht des Oberarmknochens,

[0017] [Fig. 8](#) den Schnitt VI-VI aus [Fig. 6](#), und

[0018] [Fig. 9](#) den Schnitt VII-VII aus [Fig. 6](#).

[0019] In [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) ist schematisch ein Oberarmknochen **10** dargestellt. [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen die Vorderansicht und die Seitenansicht. Der Oberarmknochen **10** hat in der Vorderansicht einen weitgehend geraden Verlauf und an seinem oberen Ende einen Gelenkteil **10a**. Der Oberarmknochen **10** ist in der in [Fig. 7](#) gezeigten Seitenansicht leicht gekrümmt. Er hat einen oberen geraden Knochenteil **11** und einen unteren schrägen Knochenteil **12**, der mit dem oberen Teil über einen Krümmungsabschnitt **13** verbunden ist. Im allgemeinen befindet sich der Krümmungsabschnitt **13** auf etwa einem Drittel der Gesamtlänge des Oberarmknochens **10**, vom unte-

ren Ende her gesehen. Der obere gerade Knochen-
teil **11** hat einen etwa kreisrunden Querschnitt, wäh-
rend der untere schräge Knochen-
teil **12** einen etwa elliptischen Querschnitt hat. Der intramedulläre Nagel **20** wird in die Knochenhöhle **15** innerhalb der Knochenrinde **14** (in das Mark bzw. den schwammigen Teil) eingesetzt, während die Enden der Knochen-
teile an der Bruchstelle aneinander stoßen. Wenn der intramedulläre Nagel **20** eingesetzt wird, hat das obere Ende des unteren schrägen Knochen-
teils **12** eine Führungsfunktion für den Nagel **20**.

[0020] [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel des intramedullären Nagels **20**. Dieser besteht aus Metall wie Titan oder Edelstahl usw. Er hat einen oberen Teil **21**, einen Zwischenteil **22** und einen schrägen unteren Teil **23**. Die Achse **21X** des oberen Knochen-
teils **21** ist unter einem Winkel β gegenüber einer Ebene geneigt, in der die Achse **22X** des Zwischenteils **22** und die Achse **23X** des unteren schrägen Teils **23** liegen, d.h. eine Ebene X1 normal zur Zeichenebene von [Fig. 2](#). Ähnlich ist die Achse **23X** des unteren schrägen Teils **23** um einen Winkel α gegenüber einer Ebene geneigt, in der die Achse **21X** des oberen Teils **21** und die Achse **22X** des Zwischenteils **22** liegen, d.h. eine Ebene X2 normal zur Zeichenebene von [Fig. 1](#). Bezüglich des Zwischen-
teils **22** liegt die Achse **21X** (Neigungsrichtung) des schrägen oberen Knochen-
teils **21** in einer Ebene, deren Phase um 90° gegenüber der Phase einer Ebene unterschiedlich ist, in der die Achse **23X** (Neigungs-
richtung) des unteren schrägen Teils **23** liegt, d.h. die gegenüber dieser Ebene um 90° gedreht ist. Die Gesamtlänge des schrägen oberen Teils **21** und des Zwischenteils **22** ist größer als die Länge des unteren schrägen Teils **23**.

[0021] Der intramedulläre Nagel **20** des ersten Ausführungsbeispiels wird in die Knochenhöhle von der Außenseite des Gelenkteils **10a** am oberen Ende des Oberarmknochens **10** so eingesetzt, daß er den Gelenkteil **10a** nicht beeinträchtigt, wie in [Fig. 6](#) zu erkennen ist. Der Neigungswinkel β ist vorzugsweise kleiner als 20° und liegt dabei vorzugsweise zwischen 5° und 15° . Liegt der Winkel β außerhalb dieses Bereichs, so ist es in vielen Fällen schwierig, den intramedullären Nagel in die Knochenhöhle ohne Störung des Gelenkteils **10a** einzusetzen. Der Neigungswinkel α beträgt vorzugsweise $0,5^\circ$ bis 5° und dabei vorzugsweise 1° bis 4° . Liegt der Winkel α außerhalb dieses Bereichs, so paßt der intramedulläre Nagel **20** nicht an die Form des unteren Teils der Knochenhöhle des Oberarmknochens **10**.

[0022] Der schräge obere Teil **21** ist ein kreisrunder Stab mit gleichmäßigem Durchmesser. Der Zwischenteil **22** ist ein konischer Stab, dessen Durchmesser vom oberen Ende nahe dem oberen schrägen Teil **21** zum unteren Ende nahe dem unteren schrägen Teil **23** allmählich abnimmt.

[0023] Der schräge untere Teil **23** ist ein Stab, dessen Querschnitt am oberen Ende kreisrund ist und allmählich in die Form einer flachen Platte oder in einen elliptischen Querschnitt übergeht. Die flachen Flächen **23A** und **23B** des unteren schrägen Teils **23** liegen rechtwinklig zur Ebene X, die die Achsen **22X** und **23X** des Zwischenteils **22** und des unteren schrägen Teils **23** enthält. Der größte Durchmesser des unteren schrägen Teils **23** (d.h. maximale Breite des unteren oder vorderen Endes des unteren schrägen Teils **23**) ist kleiner als der kleinste Durchmesser des oberen schrägen Teils **21**.

[0024] Die Vorderseite des unteren schrägen Teils **23** und der obere schräge Teil **21** sind mit zwei parallelen Durchbohrungen **24** und **25** rechtwinklig zu den Achsen **23X** und **21X** des unteren schrägen Teils **23** und des oberen schrägen Teils **21** zum Einsetzen von Bolzen versehen. Der obere schräge Teil **21** hat an seinem oberen Ende eine Gewindebohrung **26**, in die ein Einführwerkzeug (nicht dargestellt) lösbar einzusetzen ist, sowie einen Schlitz **27**.

[0025] Der intramedulläre Nagel **20** wird in die Knochenhöhle **15** des gebrochenen Oberarmknochens **10** vom oberen Ende der Knochenrinde **14** des Oberarmknochens **10** her eingesetzt, das hierzu ohne Störung des Gelenkteils **10a** präpariert wurde, während die Enden der Knochen-
teile an der Bruchstelle **10A** ([Fig. 6](#) und [Fig. 7](#)) aneinander stoßen. Der intramedulläre Nagel **20** wird also mit dem unteren schrägen Teil **23** in die Knochenhöhle des Oberarmknochens **10** eingeführt, wobei dieser Teil **23** so ausgerichtet wird, daß er der Neigungsrichtung des unteren schrägen Knochen-
teils **12** des Oberarmknochens **10** angepaßt ist. Der intramedulläre Nagel **20** wird in die Knochenhöhle **15** eingeführt, bis der untere schräge Teil **23** in dem unteren schrägen Knochen-
teil **12** des Oberarmknochens **10** sitzt. In diesem Zustand ist der verbindende Teil (gebogene Teil) des Nagels **20** zwischen dem Zwischenteil **22** und dem unteren schrägen Teil **23** in dem gekrümmten Teil **13** des Oberarmknochens **10** angeordnet, und der schräge obere Teil **21** sowie der Zwischenteil **22** sind in dem oberen geraden Teil **11** des Oberarmknochens **10** angeordnet. Das Einführen kann deshalb unbehindert ausgeführt werden, weil der untere schräge Teil **23** die Form eines zusammengedrückten kreisrunden Stabes (im wesentlichen flache Platte) und der Zwischenteil die Form eines konischen Schaftes hat.

[0026] Nachdem der enge Kontakt der aneinander stoßenden Enden der gebrochenen Knochen-
teile an der Bruchstelle **10A** bestätigt ist, werden Bohrungen entsprechend den Durchbohrungen **24** und **25** des unteren schrägen Teils **23** und des oberen Teils **21** in den Oberarmknochen **10** eingebracht. Dann werden Bolzen in diese Bohrungen und die Durchbohrungen **24** und **25** eingesetzt. Nach dem Einsetzen des intramedullären Nagels **20** in die Knochenhöhle **15** wird

ein Einführwerkzeug (nicht dargestellt) an der Gewindebohrung **26** und dem Schlitz **27** angebracht. Das Werkzeug wird entfernt, nachdem die Einführ- und Verankerungsoperation beendet ist. Nach der Verbindung der gebrochenen Knochenteile durch den intramedullären Nagel **10** wird der präparierte Abschnitt verschlossen. Nach ausreichender Zeit zum Zusammenwachsen der gebrochenen Knochenteile an der Bruchstelle **10A** wird der Bruchbereich wiederum präpariert, um die in die Durchbohrungen **24** und **25** eingesetzten Bolzen zu entfernen. Danach wird das Einführwerkzeug an der Gewindebohrung **26** und dem Schlitz **27** befestigt, um den intramedullären Nagel aus der Knochenrinde **14** des Oberarmknochens **10** herauszuziehen, wonach diese Bereiche wiederum verschlossen werden. Damit ist die Operation beendet.

[0027] Vorzugsweise werden verschiedene intramedulläre Nägel unterschiedlicher Längen des oberen Teils **21**, des Zwischenteils **22** und des unteren schrägen Teils **23** zur Verfügung gestellt und wahlweise verwendet, was von der Länge des jeweiligen Oberarmknochens **10** abhängt.

[0028] [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel eines intramedullären Nagels **20**. Dabei sind der obere Teil **21** und der Zwischenteil **22** des ersten Ausführungsbeispiels nach [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) durch einen geneigten oberen Teil **212** (oberer schräger Teil) mit einer geradlinigen Achse ersetzt. Der zuvor beschriebene Neigungswinkel β ist dann 0° . Der obere Teil **212** besteht aus einem Teil **212A** gleichmäßigen Durchmessers am oberen Ende und einem konischen Schaft **212B**, dessen Durchmesser von dem Teil **212A** ausgehend zum unteren Ende hin allmählich abnimmt, wonach er mit dem unteren schrägen Teil **23** verbunden ist. Im übrigen stimmt die Konstruktion dieses zweiten Ausführungsbeispiels mit derjenigen des ersten Ausführungsbeispiels überein. Entsprechend sind auch hier die Bezugszeichen des ersten Ausführungsbeispiels verwendet. Der intramedulläre Nagel dieses zweiten Ausführungsbeispiels kann besonders für Patienten verwendet werden, deren Gelenkteil **10a** durch einen intramedullären Nagel nicht beschädigt wird, dessen oberer Teil **21** gegenüber dem Zwischenteil **22** nicht geneigt ist.

[0029] Abhängig von der Form des Oberarmknochens kann ein intramedullärer Nagel mit einem solchen geradlinigen oberen Teil in die Knochenhöhle eingesetzt werden, ohne den Gelenkteil am oberen Ende des Oberarmknochens zu beeinträchtigen. Die Reparatur des gebrochenen Knochens mit einem intramedullären Nagel des zweiten Ausführungsbeispiels erfolgt in derselben Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel. Vorzugsweise werden verschiedene intramedulläre Nägel unterschiedlicher Längen der oberen Teile **212** (d.h. des Teils **212A** mit gleichmäßigem Durchmesser und des konischen

Schaftes **212B**) und des unteren schrägen Teils **23** zur Verfügung gestellt und wahlweise abhängig von der Länge des jeweiligen Oberarmknochens **10** eingesetzt.

[0030] Obwohl der untere schräge Teil **23** die Form einer weitgehend flachen Platte hat, die durch entsprechendes Abflachen des kreisrunden Stabes entsteht, ist es auch möglich, einen elliptischen Abschnitt vorzusehen, der durch teilweises oder unvollständiges Zusammendrücken des kreisrunden Stabes entsteht. Bei dieser alternativen Ausführungsform wird das Verhältnis der größeren zur kleineren Achse des elliptischen Querschnitts allmählich vom oberen Ende ausgehend zum unteren Ende hin kleiner. Der untere schräge Teil kann auch ein konischer Stab sein, dessen Durchmesser allmählich vom oberen Ende her abnimmt.

[0031] Die vorstehende Beschreibung ergibt, daß der intramedulläre Nagel so ausgebildet ist, daß er der Form des Oberarmknochens und insbesondere der Form der Knochenhöhle innerhalb der Knochenrinde angepaßt ist. Er kann deshalb leicht in die Knochenhöhle eingesetzt werden; so daß keine oder eine nur geringfügige Aufweitung der Knochenhöhle nötig ist. Dies verkürzt die Operationszeit und erleichtert dem Patienten die Knochenreparatur.

Patentansprüche

1. Intramedullärer Nagel (**20**) für einen Oberarmknochen (**10**), der in die Knochenhöhle des gebrochenen Oberarmknochens (**10**) einzusetzen ist, während die einander gegenüberstehenden Knochenteile (**11**, **12**) zusammengefügt sind, mit einem oberen stabförmigen Teil (**21**, **22**), der im oberen Knochenteil (**11**) des Oberarmknochens (**10**) anzuordnen ist, einem unteren Teil (**23**), der im unteren Knochenteil (**12**) des Oberarmknochens (**10**) anzuordnen ist, wobei der obere Teil (**21**) länger als der untere Teil (**23**) ist, und mit einer in dem unteren Teil (**23**) rechtwinklig zu dessen Längsachse (**23X**) ausgebildeten Durchgangsbohrung (**24**) zum Einsetzen eines Bolzens, **dadurch gekennzeichnet**, daß der untere Teil (**23**) einen Querschnitt hat, der von einer Kreisform am oberen Ende zu einer abgeflachten Form am unteren Ende übergeht, und daß die Durchgangsbohrung (**24**) rechtwinklig zur längeren Querschnittsstreckung dieser abgeflachten Form liegt.

2. Intramedullärer Nagel (**20**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsachse (**23X**) des unteren Teils (**23**) gegenüber der Längsachse (**21X**) des oberen Teils (**21**) schräg verläuft.

3. Intramedullärer Nagel (**20**) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der obere stabförmige Teil aus einem schrägen oberen Abschnitt (**21**) und einem Zwischenteil (**22**) besteht, und daß die Achse

(**21X**) des schrägen oberen Abschnitts gegenüber einer Ebene (X1) schräg liegt, die die Achse (**22X**) des Zwischenteils (**22**) und die Achse (**23X**) des unteren schrägen Teils (**23**) enthält.

schrägen Teils (**23**) liegt.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

4. Intramedullärer Nagel (**20**) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der obere stabförmige Teil (**212**) an einem Ende einen Abschnitt (**212A**) gleichmäßigen Durchmessers sowie einen konischen Teil (**212B**) hat, dessen Durchmesser von dem Abschnitt (**212A**) gleichmäßigen Durchmessers zum unteren schrägen Teil (**23**) hin allmählich abnimmt.

5. Intramedullärer Nagel (**20**) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß weitgehend flache Flächen (**23A**, **23B**), die durch vollständiges Abflachen definiert sind, oder tangentielle Ebenen an einer Ellipse, die durch teilweises Abflachen definiert ist, rechtwinklig zu der Ebene liegen, die die Achse (**22X**) des oberen stabförmigen Teils (**212**) oder des Zwischenteils (**22**) und die Achse (**23X**) des unteren schrägen Teils (**23**) enthält.

6. Intramedullärer Nagel (**20**) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die größte Länge des unteren schrägen Teils (**23**) an der Vorderseite, an der er in eine weitgehend flache Platte oder einen elliptischen Querschnitt übergeht, kleiner als der kleinste Durchmesser des oberen stabförmigen Teils (**21**) oder des Zwischenteils (**22**) ist.

7. Intramedullärer Nagel (**20**) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel α der Achse (**22X**) des oberen stabförmigen Teils (**22**) gegenüber der schrägen Achse (**23X**) des unteren Teils (**23**) $0,5^\circ$ bis 5° beträgt.

8. Intramedullärer Nagel (**20**) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (**23X**) des unteren schrägen Teils (**23**) gegenüber einer Ebene (X2) geneigt ist, die die Achse (**21X**) des oberen stabförmigen Teils (**21**) und die Achse (**22X**) des Zwischenteils (**22**) enthält, und daß die Gesamtlänge des oberen stabförmigen Teils (**21**) und des Zwischenteils (**22**) größer als die Länge des unteren schrägen Teils (**23**) ist.

9. Intramedullärer Nagel (**20**) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel β der Achse (**21X**) des oberen stabförmigen Teils (**21**) gegenüber der Ebene (X1), in der die Achse (**22X**) des Zwischenteils (**22**) und die Achse (**23X**) des unteren schrägen Teils (**23**) liegt, weniger als 20° ist.

10. Intramedullärer Nagel (**20**) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (**21X**) des oberen stabförmigen Teils (**21**) in einer Ebene (X2) liegt, die um 90° gegenüber einer Ebene (X1) gedreht ist, in der die Achse (**23X**) des unteren

Fig.1

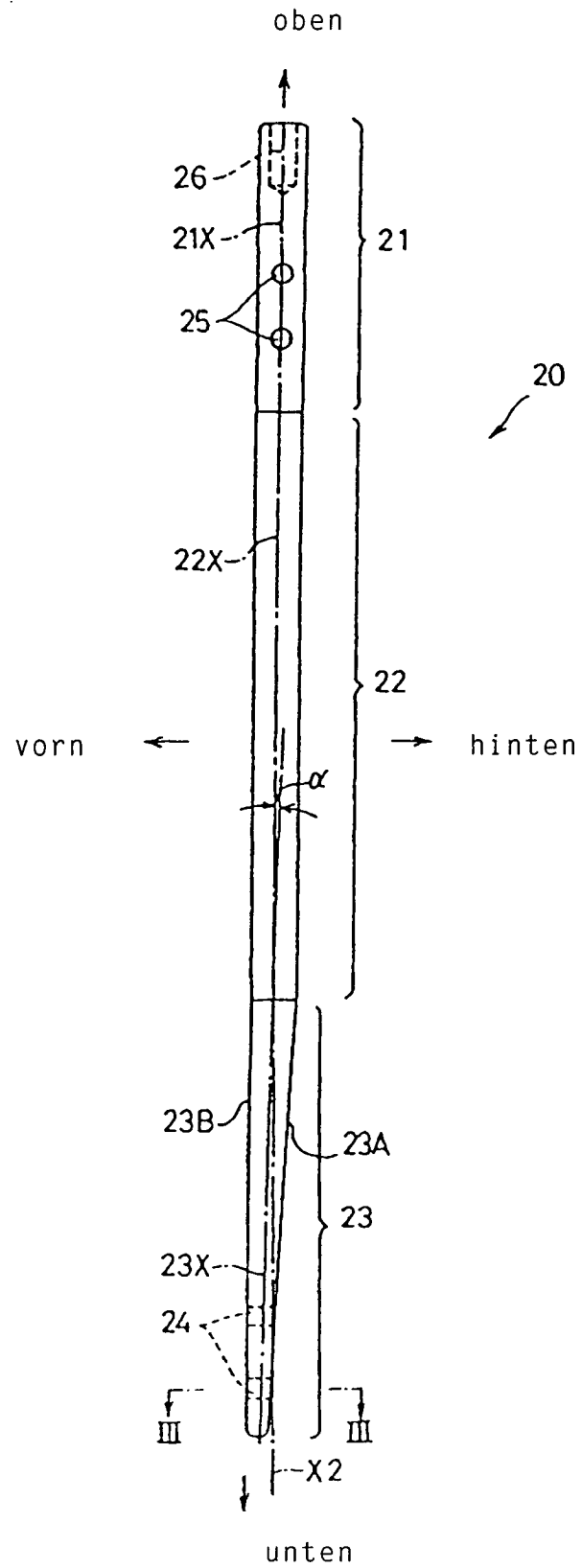


Fig.2

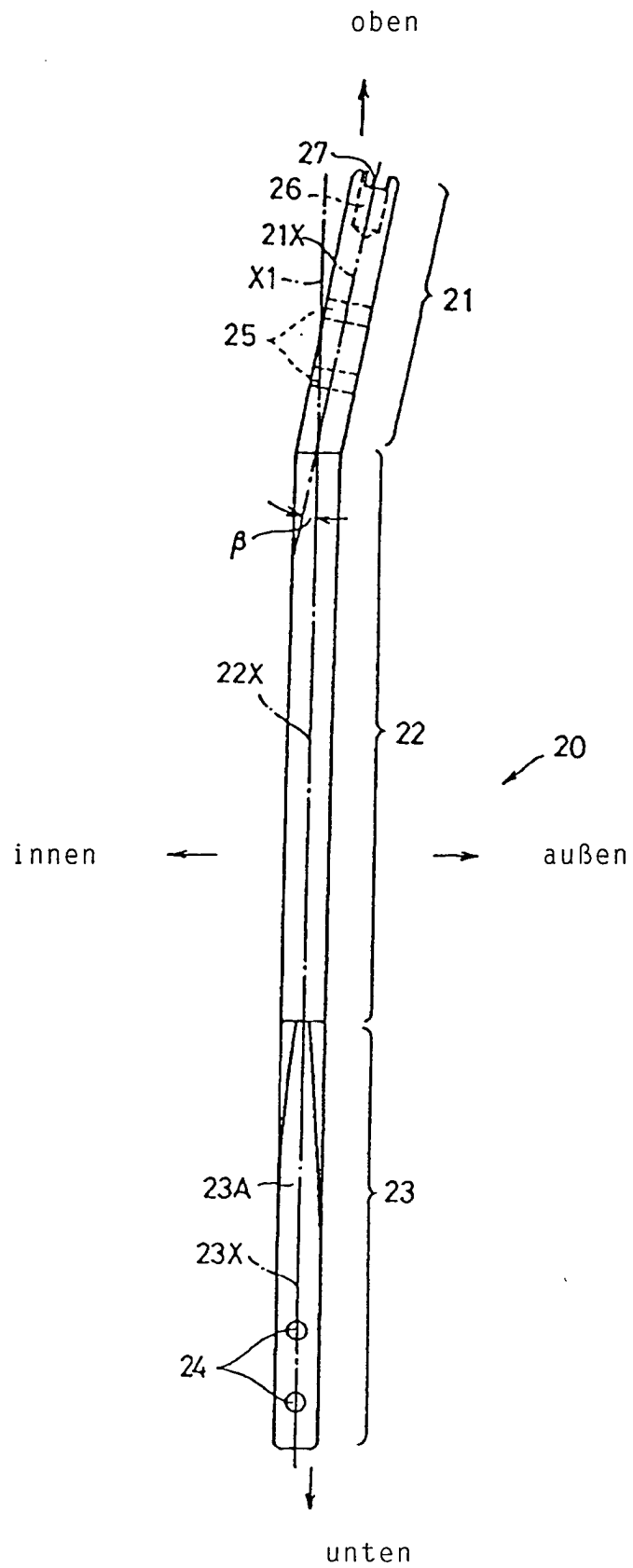


Fig.3

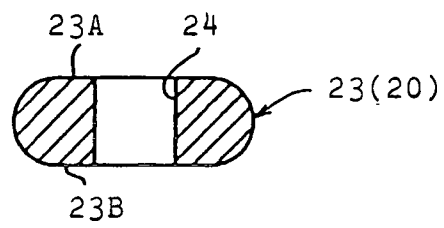


Fig.4

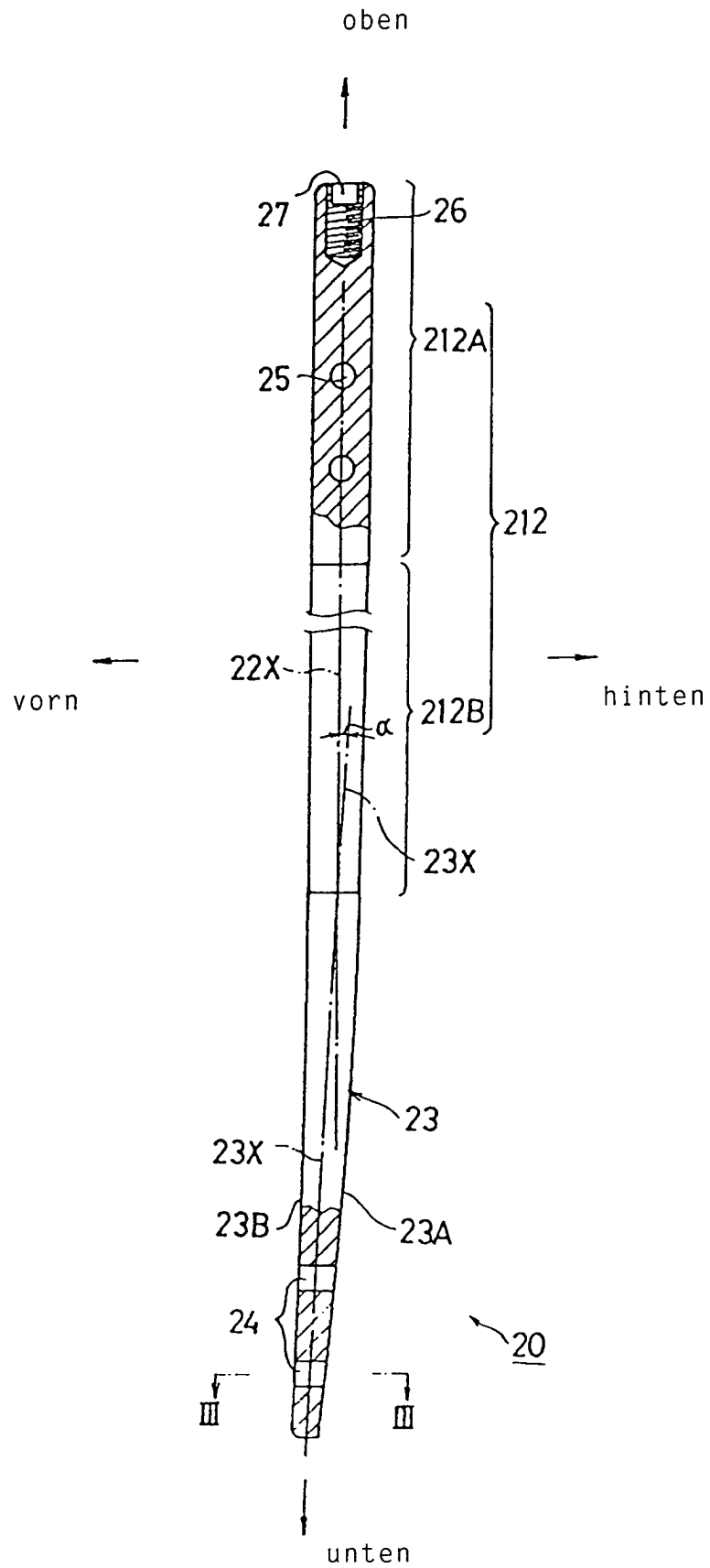


Fig.5

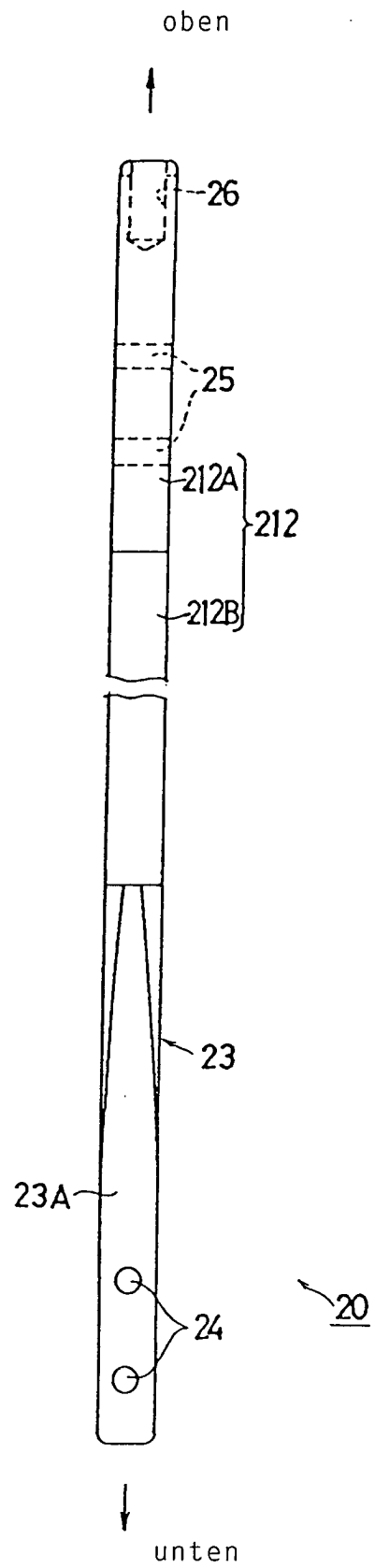


Fig.6

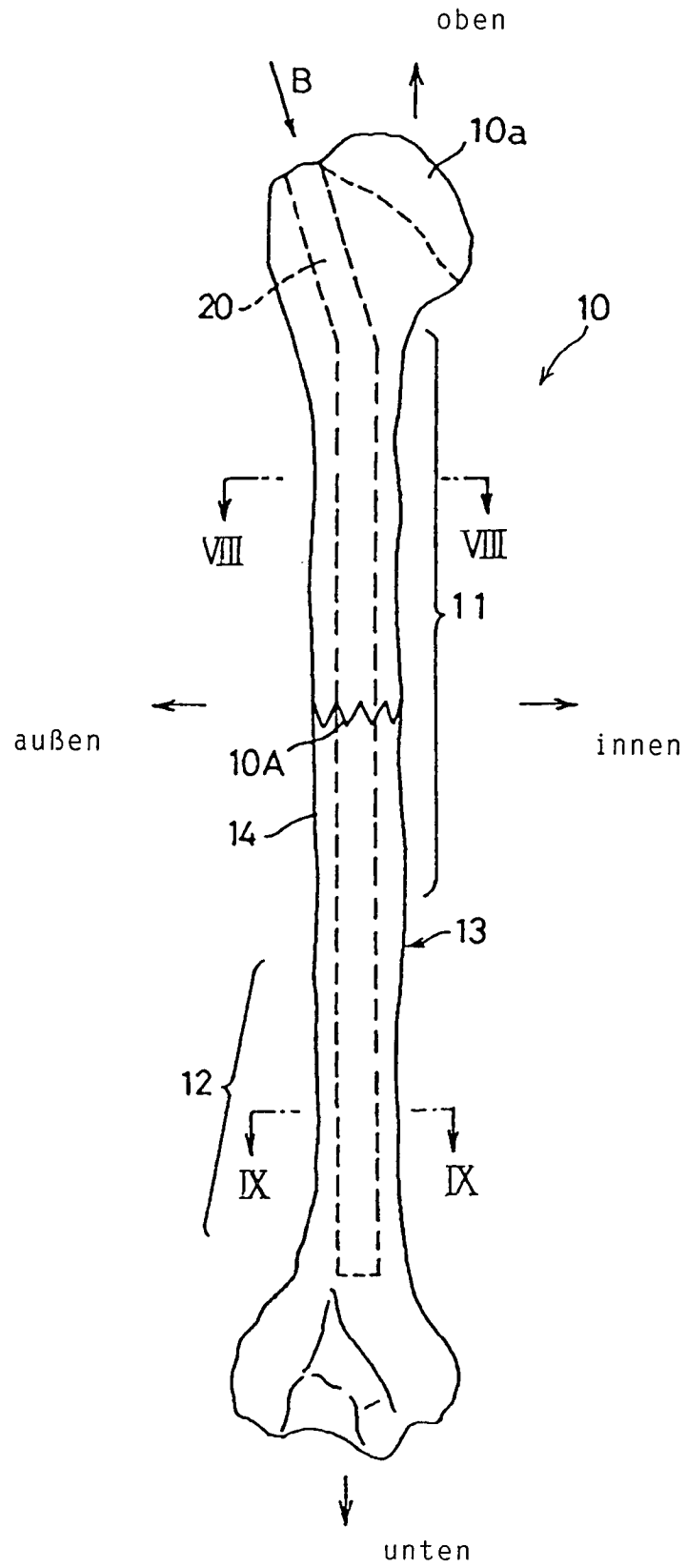


Fig.7

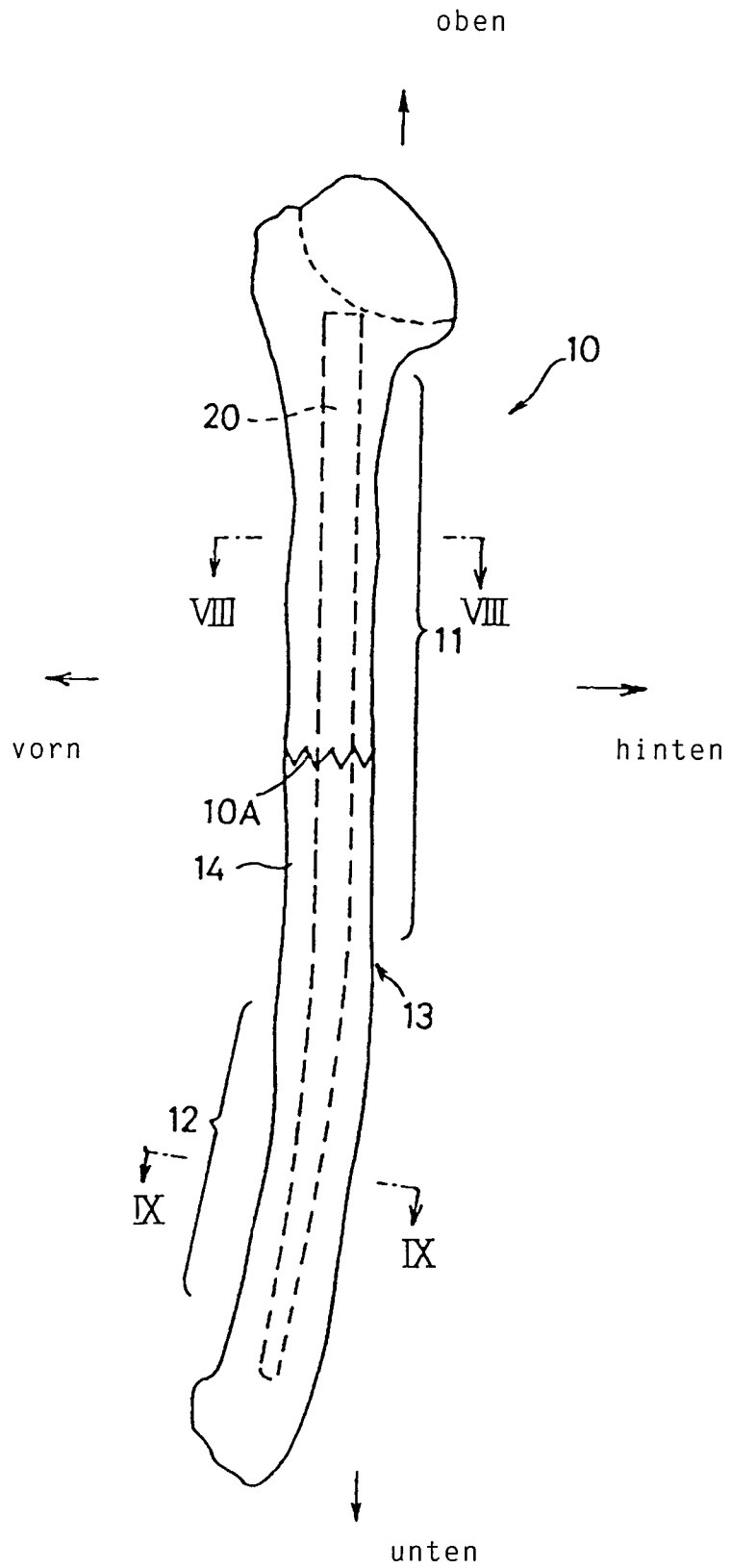


Fig. 8

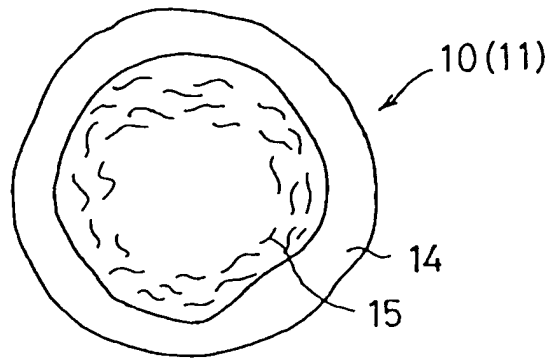


Fig. 9

