

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
7. September 2012 (07.09.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/116772 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
A61B 17/68 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/000329

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Januar 2012 (25.01.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 001 016.5 2. März 2011 (02.03.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **HIPP MEDICAL AG** [DE/DE]; Wilhelmstrasse
19, 78600 Kolbingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WAIZENEGGER,
Markus** [DE/DE]; c/o Hipp medical AG, Wilhelmstrasse
19, 78600 Kolbingen (DE).

(74) Anwalt: **KOPP, Stephan**; Kuhnlen & Wacker, Prinz-
Ludwig-Strasse 40 A, 85354 Freising (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

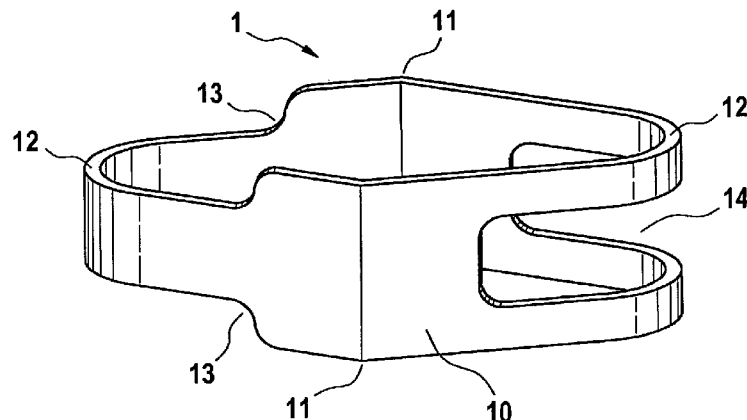
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CLAMPING ELEMENT FOR SETTING A BONE FRACTURE, MODULAR SETTING DEVICE COMPRISING
SAME AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) Bezeichnung : SPANNELEMENT ZUM FIXIEREN EINER KNOCHENFRAKTUR SOWIE SELBIGES AUFWEISENDE
MODULARE FIXIERUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG HIERFÜR

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a clamping element (1) for setting a bone fracture, comprising a closed contoured body, which has a substantially hollow cross-section and is enclosed by a peripheral wall (10), which is in particular of substantially constant thickness. The contoured body has two opposite receiving portions (12) at the end faces of said contoured body, said receiving portions being intended to receive fixing means (2), preferably cortical screws, which can be pushed through the contoured body, and has two lateral flanks having angled portions (11), wherein the peripheral wall (10) of the contoured body is resiliently deformable at least in sections, in particular in the region of the receiving portions (12) on the end faces of same and in the region of the lateral angled portions (11). A defined resilient behaviour of the clamping element (1) can be impressed via the angled portions (11) in such a way that a predetermined tension can be generated between the receiving portions (12). The invention further relates to a method for producing the clamping element (1) and to a setting device for using said clamping element (1).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/116772 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Spannelement (1) zum Fixieren einer Knochenfraktur, aufweisend einen im Querschnitt im Wesentlichen hohlen, von einer umlaufenden Wandung (10), insbesondere mit im Wesentlichen gleichbleibender Wandstärke, umfassten, geschlossenen Konturkörper, mit zwei gegenüberliegenden stirnseitigen Aufnahmeabschnitten (12) zur Aufnahme von Befestigungsmitteln (2), vorzugsweise Corticalisschrauben, die durch den Konturkörper hindurchsteckbar sind, und zwei Seitenflanken mit Beugeabschnitten (11), wobei die umlaufende Wandung (10) des Konturkörpers wenigstens abschnittsweise, insbesondere im Bereich der stirnseitigen Aufnahmeabschnitte (12) und im Bereich der seitlichen Beugeabschnitte (11), federelastisch verformbar ist, und wobei über die Beugeabschnitte (11) ein definiertes elastisches Verhalten des Spannelements (1) derart einprägnant ist, dass eine vorbestimmte Spannung zwischen den Aufnahmeabschnitten (12) erzeugbar ist, sowie weiterhin ein Verfahren zur Herstellung und eine Fixierungsvorrichtung zur Anwendung des Spannelements (1).

Beschreibung

5 **Spannelement zum Fixieren einer Knochenfraktur sowie selbiges aufweisende
modulare Fixierungsvorrichtung und Verfahren zur Herstellung hierfür**

Die Erfindung betrifft ein Spannelement zum Fixieren einer Knochenfraktur nach Anspruch 1 sowie eine Fixierungsvorrichtung mit einem derartigen Spannelement nach Anspruch 9. Die Erfindung betrifft ferner ein Herstellungsverfahren für ein derartiges
10 Spannelement nach den Ansprüchen 17 und 18.

Bei unzureichender Ruhigstellung einer Knochenfraktur kann eine Kallusbildung, d.h. eine schwielenartige Verdickung der Bruchenden aus überwachsendem Knochengewebe, auftreten. Um eine solche indirekte Frakturheilung über einen Kallus
15 zu vermeiden, werden Knochenplatten verwendet, die auf der Außenfläche eines gebrochenen Knochens aufgebracht und befestigt werden, damit die Bruchstelle während des Heilungsprozesses fixiert ist.

Für derartige Anwendungen zur Versorgung von Knochenfrakturen sind aus dem
20 Stand der Technik zumeist starre, flächig ausgebildete, metallische Knochenplatten mit Bohrungen bekannt, die an den gegenüberliegenden Seiten einer Fraktur verschraubt werden. Zur Befestigung solcher Fixierungen werden üblicherweise sogenannte Corticalisschrauben verwendet. Diese werden in das äußere Knochengewebe, die sogenannte Corticalisschicht, welche die höchste Festigkeit des Knochens aufweist,
25 eingeschraubt. Die Fixierung stellt sicher, dass sich die Bruchenden nicht gegeneinander bewegen können und sich neugebildetes Knochengewebe belastungsfrei anlagern kann.

Zudem wird angenommen, dass der Heilungsprozess einer Fraktur günstig
30 beeinflusst werden kann, wenn eine Kompression auf die zusammengefügte Bruchstelle aufgebracht wird. Hierdurch wird eine besonders enge Adaption, d.h. ein geringes Spaltmaß, über welches die Bruchenden wieder aufeinander zu wachsen, bewirkt.

- 2 -

Hierzu offenbart die US 7,763,056 B2 eine zweigeteilte Knochenplatte, deren Hälften sich mittels einer axialen Führung aufeinander zu bewegen können. Zur Herstellung einer Kompression werden verschiedene Anordnungen von Zugfedern vorgeschlagen, die an den beiden Hälften eingespannt sind. Die Knochenplatte ist aus mehreren Komponenten aufgebaut und dementsprechend kostenintensiv in der Herstellung.

Weiterhin sind vertebrale Knochenplatten bekannt, die nicht vollständig starr sind, sondern in einem geringen Umfang eine Annäherung von Wirbelkörpern und ein Verschwenken bzw. Verdrehen der Wirbelkörper gegeneinander ermöglichen. Hierdurch kann z.B. die Regeneration einer geschädigten Bandscheibe oder das Ausheilen eines Wirbelkörperbruchs unterstützt werden. Die Gebrauchsmusterschrift DE 200 01 879 U1 und die Offenlegungsschrift WO 2004/034916 A1 offenbaren hierzu Knochenplatten mit meanderförmigen Abschnitten, die dem Aufbau der Knochenplatte eine multidirektionale Flexibilität verleihen.

Die Offenlegungsschrift WO 2005/086708 A2 beschreibt darüber hinaus verschiedene Ausführungsformen von Knochenplatten für die vordere Halswirbelsäule, die eine axiale und eine seitliche Flexibilität ermöglicht. Diese weisen einen Aufbau mit Zwischenabschnitten auf, die sich bei einer Belastung in axialer Richtung seitlich beugen.

Derartige, aus dem Stand der Technik bekannte, vertebrale Knochenplatten sollen dabei jedoch eine Kompression zwischen zwei Wirbelkörpern verhindern, um die Bandscheibe zu entlasten und eine Beeinträchtigung der Spinalnerven zu vermeiden. Sie sind daher zur kompressionserzeugenden Fixierung einer Knochenfraktur ungeeignet und weisen darüber hinaus aufgrund der vielseitigen Anforderungen dieser besonders sensiblen Anwendung einen komplexen Aufbau auf. Auch die eingangs zitierten Knochenplatten sind relativ komplex gestaltet und mit einer entsprechend kostenintensiven Herstellung verbunden.

- 3 -

Somit wird bislang in der medizinischen Versorgung lediglich ein begrenzter Kreis an Patienten bzw. an Frakturarten durch die vorteilhafte Anwendung einer kompressionserzeugenden Fixierung begünstigt.

5 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Spannelement für eine Fixierungsvorrichtung bereitzustellen, das besonders kostengünstig herstellbar ist, um den Anwendungsbereich kompressionserzeugender Fixierungen zu erweitern, sowie ein entsprechendes Verfahren zu schaffen, mittels dem das Spannelement kostengünstig herstellbar ist. Des Weiteren liegt dabei die Aufgabe zugrunde eine
10 Fixierungsvorrichtung bereitzustellen, bei der das Spannelement angewendet wird.

Die Aufgabe wird durch das Spannelement gemäß Anspruch 1 sowie durch die Fixierungsvorrichtung gemäß Anspruch 9 und das Verfahren gemäß den Ansprüchen 17 oder 18 gelöst.

15

Das Spannelement zeichnet sich aus durch einen im Querschnitt im Wesentlichen hohlen, von einer umlaufenden Wandung, insbesondere mit im Wesentlichen gleichbleibender Wandstärke, umfassten, geschlossenen Konturkörper, mit zwei gegenüberliegenden stirnseitigen Aufnahmeabschnitten zur Aufnahme von
20 Befestigungsmitteln, vorzugsweise Corticalisschrauben, die durch den Konturkörper hindurchsteckbar sind, und zwei Seitenflanken mit Beugeabschnitten, wobei die umlaufende Wandung des Konturkörpers wenigstens abschnittsweise, insbesondere im Bereich der stirnseitigen Aufnahmeabschnitte und im Bereich der seitlichen Beugeabschnitte, federelastisch verformbar ist, und wobei über die Beugeabschnitte ein
25 definiertes elastisches Verhalten des Spannelements derart einprägnant ist, dass eine vorbestimmte Spannung zwischen den Aufnahmeabschnitten erzeugbar ist.

Die gewünschte Elastizität des Spannelements in dessen Längsrichtung steht direkt im Verhältnis mit einer Querkontraktion des Spannelements. Das Verhältnis
30 zwischen Längsdehnung und Querkontraktion kann bei einem Spannelement mit einer z.B. rautenförmigen Geometrie auf einfache Weise über den Krümmungswinkel der Beugeabschnitte und der stirnseitigen Aufnahmeabschnitte beeinflusst werden.

- 4 -

Aufgrund des einfachen Aufbaus des Spannelements kann die Fixierungsvorrichtung besonders kostengünstig hergestellt werden. Dadurch erweitert sich der potenzielle Anwendungsbereich kompressionserzeugender Fixierungen zur Beschleunigung des Heilungsprozesses einerseits hinsichtlich des potenziellen Patientenkreises und
5 andererseits auch auf verhältnismäßig unkritische Knochenfrakturen.

Die Fixierungsvorrichtung zeichnet sich aus durch das Aufweisen von wenigstens einem Spannelement und wenigstens zwei Befestigungsmitteln, vorzugsweise Corticalisschrauben, die im Bereich der Bruchenden in den Knochen einbringbar sind.

10

Bei der Anwendung der Fixierungsvorrichtung ist vorgesehen, eine Kompression an einer Bruchstelle mittels eines erfindungsgemäßen Spannelements herzustellen. Dazu wird vor dem Einsetzen des Spannelements ein Druck auf die Seitenflanken bzw. die Beugeabschnitte aufgebracht, um eine Querkontraktion des Spannelements einzuleiten.
15 Mit der bewirkten Querkontraktion geht eine Längsdehnung des Spannelements einher. Umschließt nun das Spannelement die Befestigungsmittel, bewirkt die Vorspannung der Längsdehnung eine Zugkraft zwischen den Befestigungsmitteln. Demzufolge bedarf es zur Erzeugung einer Kompression keiner zusätzlichen konstruktiven Mittel wie z.B. einer Zugfeder, oder einer auf Zugspannung justierten Schraubverbindung.

20

Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß einer Ausführungsform kann der geschlossene Konturkörper des Spannelements im Wesentlichen oval, rautenförmig, doppel-rautenförmig oder
25 brillenförmig ausgebildet sein. Bei der Rautenform oder der ovalen Form weisen die Beugeabschnitte der Seitenflanken nach außen. Diese Bauform ermöglicht einen großen möglichen Bereich an Krümmungswinkeln.

Bei einer anderen Ausführungsform weisen die Beugeabschnitte nach innen,
30 sodass sich die Breite des Spannelements zum mittleren Bereich des Spannelements hin verringert. Somit ergibt sich eine brillenförmige Gestalt des Spannelements, dessen Breite von dem Krümmungsradius der Aufnahmeabschnitte bzw. von der Breite eines

- 5 -

aufzunehmenden Befestigungsmittels oder einer Spannhülse abhängt. Die schmale Bauform verringert den Platzbedarf im Körpergewebe und ermöglicht an Verknüpfungspunkten engere Ausrichtungswinkel zwischen benachbarten Spannelementen.

5

Bei einer weiteren Ausführungsform können die Seitenflanken jeweils drei gegenläufige Beugeabschnitte umfassen, wobei jeweils der mittlere Beugeabschnitt nach innen weist. Bei einer rautenförmigen oder brillenförmigen Ausführungsform ist die Gestalt des Spannelements, insbesondere bei Einhaltung eines funktionsoptimalen Krümmungswinkelbereichs der Beugeabschnitte, im Wesentlichen festgelegt. Die Anordnung mehrerer alternierender Beugeabschnitte ermöglicht eine größere Gestaltungsfreiheit bezüglich der Längen- und Breitenabmessung des Spannelements.

Bei einer weiteren Ausführungsform kann der geschlossene Konturkörper des Spannelements eine Krümmung in Bezug auf die Erstreckungsebene der Kontur aufweisen. Dabei kann die Krümmung insbesondere der Oberfläche des betreffenden Knochens entsprechen. Diese anatomische Anpassung ist z.B. bei Anwendungsbereichen wie der Kniescheibe oder einer radialen Befestigung auf einem Röhrenknochen zur Versorgung einer Torsionsfraktur mit einer schräg oder leicht spiralförmig verlaufenden Frakturlinie vorgesehen.

Zur Versorgung von Trümmerfrakturen oder von Knochen mit besonderer Anatomie ist herkömmlicherweise der Einsatz mehrerer einzelner oder individuell gestalteter Knochenplatten erforderlich. Eine Fixierung mit mehreren einzelnen Knochenplatten ist mit einer erhöhten Anzahl von Schrauben verbunden, die auf der begrenzten Fläche von Knochenfragmenten im Bereich der Bruchufer eingebracht werden müssen. Dadurch erhöht sich die Komplexität, der zeitliche Aufwand und das Risiko des operativen Eingriffs. Eine individuelle Anfertigung von Knochenplatten ist kostenintensiv und insbesondere mit Wartezeiten verbunden.

30

Beim vorliegenden erfindungsgemäßen Spannelement kann die Wandung im Bereich der Aufnahmeabschnitte Durchbrüche und/oder Ausschnitte aufweisen, die

- 6 -

derart ausgebildet sind, dass durch eine Nut-Gestalt und/oder eine Feder-Gestalt von Wandungsabschnitten eine komplementäre Passung bereitgestellt ist, vermittels der sich die Konturen der benachbarte Spannelemente in Überschneidung bringen lassen.

5 Die Durchbrüche und Ausschnitte ermöglichen die Verknüpfung mehrerer Spannelemente im Sinne einer Nut und Feder-Verbindung. Durch die Kombination mehrerer Spannelemente, beispielsweise auch solcher mit verschiedenen Abmessungen, Krümmungen und Bauformen, ist somit eine modulare Konfiguration nach Art eines Baukastensystems vorgesehen, anhand der eine erfindungsgemäße
10 Fixierungsvorrichtung auf einfache Weise an die Struktur eines Bruchs, insbesondere einer Trümmerfraktur, sowie an die lokalen anatomischen Begebenheiten individuell angepasst werden kann.

Gegenüber einer Vielzahl einzelner Knochenplatten lässt sich durch die
15 Verknüpfung mehrerer Spannelemente die Anzahl der erforderlichen Befestigungspunkte verringern. Dies wirkt sich besonders bei kleinen Knochenfragmenten vorteilhaft aus und reduziert zudem den operativen Aufwand erheblich. Gegenüber individuell angefertigten Knochenplatten kann durch die modulare Konfigurationsmöglichkeit eine schnelle Versorgung von komplizierten
20 Frakturen erreicht werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform können an der Außenfläche der Wandung Kupplungselemente oder ein Kugelelement oder ein sphärisches Klemmelement vorgesehen sein, vermittels denen sich benachbarte Spannelemente, vorzugsweise
25 kugelgelenkig gegeneinander drehbar und/oder zueinander lagefixiert, verbinden lassen. Diese Ausführungsformen stellen Möglichkeiten zur Verknüpfung mehrerer Spannelemente dar, die keine Überschneidung derselben erfordern und die in einer bestimmten Lage der Spannelemente zueinander fixiert werden können. Somit kann z.B. eine Verkettung von Spannelementen über die Seitenflanken realisiert werden. Die
30 Ausführungsform eines verklemmbaren Kugelgelenks bietet hierbei eine große Flexibilität für eine multidirektionale Verknüpfung.

- 7 -

Bei einer weiteren Ausführungsform können an der Wandung Befestigungsäugen vorgesehen sein, durch welche die Befestigungsmittel hindurchsteckbar sind. Diese Ausgestaltung bietet eine weitere Möglichkeit zu einer einfachen Befestigung eines Spannelements.

5

Bei einer weiteren Ausführungsform können an zwei gegenüberliegenden Wandungsabschnitten aufeinander zuweisende Begrenzungsstege ausgebildet sein, deren Enden sich bei einer Verformung des Spannelements berühren. Die Begrenzung eines aufgrund äußerer Kräfte eingeleiteten Verformungswegs bietet einen Schutz
10 gegen Verformungen, die über den elastischen Bereich des Spannelements hinausgehen und zu bleibenden Veränderungen der Ausgangsmaße des Spannelements führen würden. Zudem kann der Begrenzungsanschlag als Indikator einer definierten Vorspannung des Spannelements genutzt werden.

15 Bei einer anderen Ausführungsform können innerhalb des Konturkörpers an den gegenüberliegenden Beugeabschnitten zwei aufeinander zu gerichtete, miteinander in Eingriff bringbare Rastelemente, vorzugsweise ein hinterschnittenes Element und ein Fallenelement, angeordnet sein, vermittels denen die Beugeabschnitte in einer vorgespannten Lage des Spannelements rastend, wieder lösbar, verbindbar sind. Somit
20 kann das Spannelement besonders anwendungsfreundlich vor einem operativen Eingriff in einer vordefinierten Vorspannung verrastet werden. Nach der Befestigung kann die Rastverbindung gelöst werden, sodass eine der Vorspannung entsprechende Zugkraft zwischen den Befestigungsmitteln anliegt.

25 Die erfindungsgemäße Fixierungsvorrichtung kann weiterhin wenigstens eine Spannhülse aufweisen, in der ein Befestigungsmittel aufnehmbar ist, wobei die Spannhülse vorzugsweise zwei stirnseitige Kröpfungen umfasst, die im Wesentlichen entsprechend einer Wandungshöhe des Spannelements beabstandet sind. Die Kröpfungen an den Stirnseiten der Spannhülse verhindern eine Verschiebung des
30 Spannelements in axialer Richtung. Ferner weist die Spannhülse eine größere Umfangsfläche als z.B. ein Gewindeabschnitt eines Befestigungsmittels auf, wodurch die Kontaktfläche zwischen dem Befestigungsmittel und dem Spannelement vergrößert

- 8 -

und eine entsprechende Punktbelastung reduziert wird. Infolgedessen kann ein potenzieller Materialabrieb und eine damit verbundene Kontaminierung des umgebenden Körpergewebes minimiert werden.

5 Die erfindungsgemäße Spannhülse kann zweiteilig ausgebildet und in axialer Richtung zusammenfügbar sein, sodass die Wandung des Spannelements zwischen den Kröpfungen einspannbar ist. Dabei wird ein fester Sitz zwischen Befestigungsmittel und Spannelement geschaffen und zudem verhindert, dass Körpergewebe zwischen diese beiden Elemente gelangt, eingeklemmt wird, oder einwächst.

10

Der Heilungsprozess einer Knochenfraktur kann weiterhin begünstigt werden, wenn die stützende Corticalisschicht des Knochens nach einer gewissen Zeit Belastungen ausgesetzt wird, um wieder eine tragende Funktion zu übernehmen, so wie dies beispielsweise auch nach der Abnahme einer Gipsschienung der Fall ist. Bei einer
15 herkömmlichen Fixierung wird hingegen ein Teil der tragenden Funktion dauerhaft durch die starre Knochenplatte übernommen.

Gemäß eines Aspekts der Erfindung kann die Fixierungsvorrichtung Elemente aus einem resorbierbaren Kunststoff, d.h. einem Material, das von dem umgebenden
20 Körpergewebe abgebaut wird, umfassen. Resorbierbare Kunststoffe weisen jedoch relativ spröde Materialeigenschaften auf. Sie sind daher nur bedingt zur Ausbildung von Bereichen geeignet, die mechanischen Belastungen ausgesetzt sind. Zudem sind derartige Materialien auch nicht zur Ausbildung elastischer Körper vorgesehen.

25 Die Spannhülse kann demnach in einer weiteren Ausführungsform radial in zwei Abschnitte aufgeteilt sein, wobei der radial innere Abschnitt oder der radial äußere Abschnitt aus einem resorbierbaren Kunststoff ausgebildet ist. Durch die Resorption einer der beiden Abschnitte entsteht ein Spiel zwischen dem Befestigungsmittel und dem Spannelement, das zu einer Kraftentkopplung zwischen den Befestigungsmitteln
30 führt. Wenn vorzugsweise ein äußerer Abschnitt aus einem Metall und ein innerer Abschnitt aus einem resorbierbaren Kunststoff besteht, verbleibt mittels der Kröpfungen des äußeren Abschnitts noch eine lokale Eingrenzung des Spannelements. Hierdurch

- 9 -

kann ein Lösen des Spannelements aus seiner Anordnung bzw. eine potenzielle Beeinträchtigen des angrenzenden Köpergewebes verhindert werden.

Alternativ kann die Fixierungsvorrichtung in einer anderen Ausführungsform
5 mindestens ein Hülselement aufweisen, das aus einem resorbierbaren Kunststoff
ausgebildet ist, wobei das Befestigungsmittel in dem Hülselement aufnehmbar ist.
Durch die Resorption des Hülselements erfolgt dabei in der Fixierungsvorrichtung
ebenso eine Kraftentkopplung zwischen den Befestigungsmitteln, wie vorstehend
erwähnt. Die Kraftübertragung zwischen der Fixierungsvorrichtung und dem Knochen
10 geht daher mit fortschreitender Resorption der Hülselemente verloren, wodurch die
Belastungen auf den Knochen wieder ansteigen.

Bei einer wiederum anderen Ausführungsform der Fixierungsvorrichtung kann
zwischen den Beugeabschnitten ein Inlay eingespreizt sein, dessen Länge die
15 Beugeabschnitte gegen eine Vorspannung des Spannelements auseinander drückt,
wobei das Inlay aus einem resorbierbaren Material besteht. Das Inlay hält das
Spannelement unter Vorspannung. Wenn das Inlay während des Heilungsprozesses
resorbiert wird, kehrt das Spannelement in seine Ausgangslage zurück, wobei sich der
Abstand zwischen den Aufnahmeabschnitten wieder vergrößert und eine
20 Kraftübertragung zwischen den Befestigungsmitteln, hinsichtlich einer Zugkraft,
verloren geht.

Gemäß einer beispielgebenden Ausführungsform können sich bei der
Fixierungsvorrichtung benachbarte Spannelemente derart überschneiden, dass das
25 Befestigungsmittel, die Spannhülse oder das Hülselement von den stirnseitigen
Aufnahmeabschnitten der überschneidenden Spannelemente umschließbar ist. Somit
sind Fixierungsvorrichtungen aus einer kettenförmigen oder einer sternförmigen
Anordnung von Spannelementen realisierbar. Durch eine Kettenanordnung kann bei
einer geringen Anzahl von Befestigungsmitteln eine Kompression zwischen mehreren
30 Knochenfragmenten erzielt, oder längere Distanzen bei einer geringen
Breitenabmessung das Spannelement überbrückt werden. Durch eine Sternanordnung
von Spannelementen kann eine mehrdirektionale Kompression auf Knochenfragmente

- 10 -

mit überkreuzenden Frakturlinien, wie z.B. bei einer Trümmerfraktur und insbesondere einer Keilfraktur, aufgebracht werden. Durch die Wahl der Anordnung von Spannelementen und der Verknüpfungspunkte lässt sich die Fixierungsvorrichtung individuell auf den Verlauf verschiedener Bruchufer ausrichten.

5

Insbesondere kann bei einer Ausführungsform ein Innenradius der stirnseitigen Aufnahmeabschnitte des Spannelements dem Außenradius eines Umfangsflächenabschnitts eines Befestigungsmittels, eines Hülselements oder einer Spannhülse entsprechen. Durch eine möglichst große Kontaktfläche zwischen dem
10 inneren Krümmungsradius des Spannelements und dem Außenumfang des Befestigungsmittels kann die Punktbelastung zwischen den Elementen verringert werden. Das führt, wie vorstehend beschrieben, zu einer Minimierung einer potenziellen Kontaminierung des umgebenden Körpergewebes durch Materialabrieb. Des Weiteren erfordert ein sicherer Sitz des Befestigungsmittels an dem Spannkörper aufgrund der
15 Zugspannung keine umschließende Aufnahme. Somit entfällt zugunsten einer einfachen Bauform des Spannelements das Erfordernis von Aufnahmebohrungen oder sonstigen umschließenden Aufnahmen.

Erfindungsgemäß kann das Spannelement aus einem ausgewählten Hohlprofil
20 bzw. einem im Wesentlichen hohlen Profil hergestellt werden, das stranggepresst wird. Das Spannelement wird durch einen Hohlprofilabschnitt gebildet, der an einem in Längsrichtung des Hohlprofils vorbestimmten Querschnitt, der die Höhe des Spannelements bildet, abgetrennt wird. Außerdem können Ausschnitte oder Durchbrüche in der Wandung des Hohlprofilabschnitts abgetragen werden. So kann das
25 Spannelement mit einem besonders geringen Aufwand hergestellt werden. Das Verhältnis von Höhe zu Wandungsdicke bietet eine Möglichkeit, die Elastizität und die Steifigkeit bezüglich der Erstreckungsebene der Kontur des Spannelements auszuwählen.

30 Wahlweise kann das Spannelement aus einem ausgewählten Vollprofil hergestellt werden, das mittels Strangpressverfahren gegossen wird. Das Spannelement wird durch einen Vollprofilabschnitt gebildet, der an einem in Längsrichtung des Vollprofils

- 11 -

vorbestimmten Querschnitt, der die Höhe des Spannelements bildet, abgetrennt wird. Danach wird das Vollmaterial zur Ausbildung eines im Querschnitt im Wesentlichen hohlen, von einer umlaufenden Wandung umfassten, geschlossenen Konturkörpers spanabhebend bearbeitet. Außerdem können Ausschnitte oder Durchbrüche in der
5 Wandung des geschlossenen Konturkörpers abgetragen werden. Auf diese Weise können bei verhältnismäßig geringem Aufwand besondere Ausführungsformen des Spannelements hergestellt werden.

Weitere Ausführungsformen, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden
10 anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Figuren ersichtlich. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Spannelements;
15
Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Spannelements und einer Corticalisschraube mit einer Spannhülse als Befestigungsmittel;
Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Spannelements und einer
20 zweiteiligen Spannhülse;
Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines brillenförmigen Spannelements;
Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines doppelrautenförmigen
25 Spannelements;
Fig. 6 eine perspektivische Ansicht eines Spannelements, das eine Krümmung in der Erstreckungsebene der Kontur aufweist;
30 Fig. 7 eine Detailansicht einer Verknüpfung mit überschneidenden Spannelementen;

- 12 -

- Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer als Kettenanordnung ausgeführten Fixierungsvorrichtung;
- 5 Fig. 9 eine perspektivische Ansicht einer als Sternanordnung ausgeführten Fixierungsvorrichtung;
- Figuren 10 A-C perspektivische Ansichten von Spannelementen mit Kupplungselementen;
- 10 Figuren 11 A-C perspektivische Ansichten eines Spannelements mit einer kugelgelenkigen Klemmverbindung;
- Figuren 12 A-B perspektivische Ansichten von Spannelementen mit Befestigungsäugen;
- 15 Fig. 13 eine perspektivische Ansicht eines Spannelements mit Begrenzungsstegen;
- Fig. 14 eine perspektivische Ansicht einer Fixierungsvorrichtung mit resorbierbaren Hülselementen;
- 20 Fig. 15 eine perspektivische Ansicht einer radial aufgeteilten Spannhülse mit einem resorbierbaren Abschnitt;
- 25 Fig. 16 eine perspektivische Ansicht eines Spannelements mit einem Inlay;
- Fig. 17 eine Draufsicht auf ein Spannelement mit Rastelementen.

Fig.1 zeigt ein Spannelement 1 mit einer umlaufenden Wandung 10, die zwei
30 Beugeabschnitte 11 und zwei Aufnahmeabschnitte 12 umfasst. Die zwei Aufnahmeabschnitte 12 liegen einander an den Stirnseiten des Spannelements 1, d.h. in einer Längsrichtung zwischen zwei Befestigungsmitteln (nicht dargestellt), gegenüber

- 13 -

und weisen eine nach außen weisende Krümmung auf. Die zwei Beugeabschnitte 11 liegen einander an den Seitenflanken des Spannelements 1 in einer Breitenrichtung, d.h. senkrecht zu der Längsrichtung, gegenüber und weisen eine nach außen weisende Krümmung auf. Das in Fig.1 gezeigte Spannelement 1 ist im Wesentlichen
5 rautenförmig ausgebildet.

Wenn sich der Krümmungsradius der Beugeabschnitte 11 über die gesamte Länge derselben erstreckt, kann das Spannelement 1 ebenso eine im Wesentlichen ovale Form aufweisen.

10

Der Krümmungsradius der Aufnahmeabschnitte 12 ist dabei beispielsweise derart gewählt, dass er mit einem Befestigungsmittel bzw. einer Spannhülse, oder ggf. mit einem Hülselement korrespondiert und dieses flächig aufnimmt. Aufgrund der anliegenden Zugspannung ist somit eine formschlüssige Aufnahme des
15 Befestigungsmittels bzw. der Spannhülse gewährleistet.

Das Spannelement 1 kann eine einheitliche umlaufende Wandungsdicke aufweisen. Diese Ausgestaltung begünstigt u.a. eine Herstellung des Spannelements 1 durch Biegeformen einer mittels Schweißnaht zu verbindenden Metallbandschleife oder
20 durch Umformen eines Profils mit Schweißnaht.

Die oberen und unteren Kanten der Wandung sind abgerundet oder angefast, um eine Irritation des umgebenden Körpergewebes gering zu halten.

25 Die Wandung 10 des Spannelements 1 kann weiterhin eine einheitliche Höhe aufweisen, sodass das Spannelement 1 in Form eines Profilabschnitts mittels eines Querschnitts aus einem Profil, z.B. einem Strangpressprofil, abgetrennt werden kann. Dies kann auf besonders kostengünstige Weise bei einem Hohlprofil mit einer geeigneten Kontur und Wandungsdicke vorgenommen werden, da hierbei lediglich die
30 Bestimmung der Wandungshöhe durch Ansetzen des abtrennenden Querschnitts verbleibt. Ferner kann das Spannelement 1 durch spanabhebende Bearbeitung aus einem

- 14 -

Vollprofilabschnitt gefertigt werden, um weitere Ausgestaltungen, wie z.B. Kupplungselemente oder Begrenzungsstege, integral und individuell auszubilden.

Das Spannelement 1 wird aus biokompatiblen Materialien hergestellt. Zudem ist
 5 ebenfalls ein Hybridaufbau möglich, bei dem die Wandung der Beugeabschnitte 11 aus einem Material mit der gewünschten elastischen Eigenschaft bestehen und weitere Bereiche des Spannelements 1, wie z.B. die Aufnahmeabschnitte 12, aus einem steifen oder resorbierbaren Material gebildet werden. Ein Hybridaufbau lässt sich ebenso nach einem oben genannten Verfahren herstellen, insbesondere durch Auswahl eines
 10 entsprechenden Kompositprofils, das über den Querschnitt betrachtet aus Abschnitten verschiedener Werkstoffe zusammengesetzt ist.

Als Ausgangsmaterial für das Spannelement 1 kommen beispielsweise Metalle aus der Gruppe: X42CrMo15, X100CrMo17, X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3, X20Cr13,
 15 X15Cr13, X30Cr13, X46Cr13, X17CrNi16-2, X14CrMoS17, X30CrMoN15-1, X65CrMo 17-3, X55CrMo14, X90CrMoV18, X50CrMoV15, X 38CrMo V15, G-X 20CrMo13, X39CrMo17-1, X40CrMoVN16-2, X105CrMo17, X20CrNiMoS13-1, X5CrNi18- 0, X8CrNiS18-9, X2CrNi19-11, X2CrNi18-9, X10CrNi18-8, X5CrNiMo17-12-2, X2CrNiMo17-12-2, X2CrNiMoN25-7-4, X2CrNiMoN17-13-3,
 20 X2CrNiMo17-12-3, X2CrNiMo18-14-3, X2CrNiMo18-15-3; X 2 CrNiMo 18 14 3, X13CrMnMoN18-14-3, X2CrNiMoN22136, X2CrNiMnMoNbN21-9-4-3, X4CrNiMnMo21-9-4, X105CrCoMo18-2, X6CrNiTi18-10, X5CrNiCuNb16-4, X3CrNiCuTiNb12-9, X3CrNiCuTiNb12-9, X7CrNiAl17-7, CoCr20Ni15Mo, G-CoCr29Mo, CoCr20W15Ni, Co-20Cr-15W-10Ni, CoCr28MoNi, CoNi35Cr20Mo10,
 25 Ti1, Ti2, Ti3, Ti4, Ti-5Al-2,5Fe, Ti-5Al-2,5Sn, Ti-6Al-4V, Ti-6Al-4V ELI, Ti-3Al-2,5V (Gr9), 99,5Ti, Ti-12Mo-6Zr-2Fe, Ti-13,4Al-29Nb, Ti-13Nb-13Zr, Ti-15Al, Ti-15Mo, Ti- 15Mo-5Zr-3Al, Ti-15Sn, Ti-15Zr-4Nb, Ti-15Zr-4Nb-4Ta, Ti-15Zr-4Nb-4Ta-0,2Pd, Ti-29Nb-13Ta-4,6Zr, Ti-30Nb-10Ta-5Zr, Ti-35,5Nb-1,5Ta-7,1Zr, Ti-35Zr-10Nb, Ti-45Nb, Ti-30Nb, Ti-30Ta, Ti-6Mn, Ti-5Zr-3Sn-5Mo-15Nb, Ti-3Al-8V-6Cr-
 30 4Zr-4Mo, Ti-6Al-2Nb-1Ta-0,8Mo, Ti-6Al-4Fe, Ti-6Al-4Nb, Ti-6Al-6Nb-1Ta, Ti-6Al-7Nb, Ti-6Al-4Zr-2Sn-2Mo, Ti-8,4Al-15,4Nb, Ti-8Al-7Nb, Ti-8Al-1Mo-1V, Ti-11Mo-6Zr-4Sn, in Betracht.

Ferner kommen Polymere aus der Gruppe: MBS, PMMI, MABS, CA, CTA, CAB, CAP, COC, PCT, PCTA, PCTG, EVA, EVAL, PTFE, ePTFE, PCTFE, PVDF, PVF, ETFE, ECTFE, FEP, PFA, LCP, PMMA, PMP, PHEMA, Polyamid 66, Polyamid 5 6, Polyamid 11, Polyamid 2, PAEK, PEEK, PB, PC, PPC, PETP, PBT, MDPE, LDPE, HDPE, UHMWPE, LLDPE, PI, PAI, PEI, PIB, POM, PPO, PPE, PPS, PP, PS, PSU, PESU, PVC, PVC-P, PVC-U, ABS, SAN, TPE-U, TPE-A, TPE-E, PVDC, PVA, SI, PDMS, EPM, EP, UF, MF, PF, PUR, UP, PEBA, PHB, PLA, PLLA, PDLA, PDLA, PGL, PGLA, PGLLA, PGDLLA, PGL-co-poly TMC, PGL-co-PCL, PDS, PVAL, PCL, 10 Poly-TMC, PUR (linear), NiTi Superelastic, NiTi Shape Memory, in Betracht.

Des Weiteren kommen Keramiken aus der Gruppe: Al₂O₃ (Aluminiumoxid), Y-TZP (Zirkonoxidkeramik), AMC (Alumina Matrix Composite), HA (Hydroxylapatit), TCP (Tricalciumphosphat), Ceravital (Glaskeramik/Bioglas®), FZM/K (Zirkonoxid, 15 teilstabilisiert), TZP-A (Zirkonoxidkeramik), ATZ (Alumina-toughened Zirconia), C799 (Aluminiumoxidkeramik), Schott 8625 (Transponderglas), in Betracht.

Darüber hinaus kommen Kombinationen hiervon in Betracht.

20 Die in Fig. 1 dargestellte Rautenform für das Spannelement 1 weist günstige Eigenschaften hinsichtlich der Längsdehnung und Querkontraktion des Spannelements 1 auf, da sich ein elastisches Verhalten in Längsrichtung des Spannelements 1 durch das Seitenverhältnis der parallel zueinander verlaufenden Wandabschnitte vorbestimmen lässt.

25

Bei der Streckung eines rautenförmigen Spannelements 1 bzw. im Falle eines entgegengerichteten Drucks auf die Beugeabschnitte 11 gilt annäherungsweise ein Verhältnis zwischen Längsdehnung und Querkontraktion von:

30

$$\Delta l = \sqrt{4x^2 - (b - \Delta b)^2} - \sqrt{4x^2 - b^2},$$

- 16 -

wobei b die Breite des Spannelements 1 in der Ausgangslage ist; Δb die negative Längenveränderung in Breitenrichtung ist; Δl die positive Längenveränderung in Längsrichtung ist; und x der näherungsweise konstant bleibende Abstand zwischen dem Krümmungsscheitelpunkt eines Aufnahmeabschnitts 12 und dem Krümmungsscheitelpunkt eines Beugeabschnitts 11 ist.

Zudem kann das elastische Verhalten des Spannelements 1 durch geeignete Auswahl des Wandungsquerschnitts und des Materials beeinflusst werden. Hierbei hängt das elastische Verhalten von dem materialspezifischen Elastizitätsmodul und der spezifischen inneren Materialreibung des gewählten Materials ab.

Unter Berücksichtigung der inneren Materialreibung, die nach Entnahme einer Vorspannkraft verbleibt, herrscht somit annähernd eine Zugkraft von:

$$Fl = \frac{Fb}{k} - Freib$$

wobei Fl die Zugkraft in Längsrichtung ist; Fb die aufgebrachte Vorspannkraft in Breitenrichtung ist; $Freib$ die spezifische innere Materialreibung ist; und k eine Federkonstante hinsichtlich des materialspezifischen Elastizitätsmoduls und der Geometrie ist.

Wie in Fig. 2 erkennbar ist, umfasst die Fixierungsvorrichtung zu dem Spannelement 1 auch ein Befestigungsmittel 2. Das Befestigungsmittel 2 kann ein chirurgisches Implantat wie z.B. ein Knochennagel, eine Knochenschraube und insbesondere eine Corticalisschraube 21 sein, das in den Knochen eingebracht wird. Die Corticalisdicke der verschiedenen Knochen weicht hierbei je nach Knochen, z.B. an einem Oberschenkelknochen oder einem Kieferknochen, erheblich ab. Für die verschiedenen Anwendungen sind nach ISO 5835: 1991 oder ASTM: F 543-07 genormte Corticalisschrauben 21 mit gestaffelten Durchmessern und Längen erhältlich.

- 17 -

- Grundsätzlich sind hierbei jedoch keine festgelegten Vorgaben zwischen der Größe des Spannelements 1 und dem betreffenden Knochen vorgesehen. Allerdings ist eine proportionale Dimensionierung des Spannelements 1 zur dem verwendeten Schraubensystem denkbar. Aus der praktischen Medizintechnik kann nährungsweise ein
- 5 Zusammenhang zwischen dem Nenndurchmesser der Corticalis- bzw. Spongiosa-schraube und dem Anwendungsbereich hergestellt werden, der in folgender Tabelle aufgeführt ist.

Schraubensystem	Einsatzbereiche
HA 1,5 Corticalis	MGK-Chirurgie
HA 2,0 Corticalis	Cranio; Fußchirurgie; Handchirurgie
HA 2,5 Corticalis	Cranio; Fußchirurgie; Trauma
HA 3,5 Corticalis	Thorax; Unterer Rücken; Armchirurgie
HA 4,0 Corticalis	Thorax; Wirbelsäule; Hüft- und Beckenbereich
HA 4,5 Corticalis	Beinchirurgie; Rumpf; Fibula; Schulter
HA 5,0 Corticalis	Beinchirurgie; Tibia; Femur
HB 4,0 Spongiosa	abhängig vom Belastungsfall
HB 6,0 Spongiosa	abhängig vom Belastungsfall

- 10 Die Wahl der Dimensionierung und Positionierung des Schraubensystems sowie des Spannelements 1 hängt zudem von der Frakturart (z.B. Querfraktur, Schrägfraktur) und dem Frakturort ab, wodurch sich verschiedene Belastungsfälle ergeben.

- So kommen bei Schaftfrakturen zumeist Corticalissysteme zum Einsatz, da hier
- 15 kein Spongiosaanteil vorhanden ist. Bei gelenknahen Frakturen kommen hingegen oftmals Spongiosasysteme zum Einsatz, da der Anteil der Spongiosa in diesem Bereich sehr hoch ist. Spongiosaschrauben weisen einen höheren Traganteil auf, da diese bei demselben Nenndurchmesser einen größeren Kerndurchmesser aufweisen. Bei Gelenkfrakturen, d.h. Frakturen mit Beteiligung der Gelenkfläche, werden in
- 20 Abhängigkeit der lokalen anatomischen Bedingungen sowohl Corticalissysteme als auch Spongiosasysteme verwendet. Ebenso können bei einer mehrfachen Fraktur beide Systeme eingesetzt werden.

Zudem können neben einer einfachen, d.h. monocorticalen Fixationsmöglichkeit auch bicorticale Systeme vorgesehen sein, bei denen die Schraube durch den Knochen hindurch an beiden corticalen Bereichen fixiert wird.

5

Der Einsatz des Spannelements 1 zur Fixierung einer Bruchstelle kann insbesondere wie nachstehend beschrieben erfolgen.

Die Beugeabschnitte 11 des Spannelements 1 werden von Außen zusammen
10 gedrückt, wodurch das Spannelement 1 eine Querkontraktion erfährt. Dabei tritt eine Längsdehnung des Spannelements 1 auf, d.h. der Abstand zwischen den Aufnahmeabschnitten 12 wird größer. Anschließend werden zwei Befestigungsmittel, beispielsweise Corticalisschrauben, hindurch gesteckt, so dass diese bei dem vergrößerten Abstand der Aufnahmeabschnitte 12 an dessen Innenflächen anliegen. In
15 dieser Position werden die Befestigungsmittel in gegenüberliegende Bruchenden eines Knochens eingebracht. Nach Wegnahme der äußeren Kraft wird das Spannelement 1 aufgrund der Befestigungsmittel in der längsgedehnten Form, d.h. unter Vorspannung, gehalten. Diese Vorspannung übt dauerhaft eine Zugkraft zwischen den Befestigungsmitteln aus. Die Zugkraft zwischen den Befestigungsmitteln wird bei der
20 Fixierungsvorrichtung zur Adaption der Bruchenden an einer Knochenfraktur angewendet.

Des Weiteren ist bei dem in Fig. 1 dargestellten Spannelement 1 durch einen oberen und unteren Ausschnitt 13 eine Art Feder in einen Wandungsabschnitt im
25 Bereich eines Aufnahmeabschnitts 12 ausgebildet. Komplementär hierzu ist im Bereich des gegenüberliegenden Aufnahmeabschnitts 12 durch einen mittigen Durchbruch 14 eine Art Nut in einem Wandungsabschnitt ausgebildet. Die Feder-Gestalt und die Nut-Gestalt lassen sich ineinander fügen, sodass sich die Konturen der Wandungen 10 zweier benachbarter Spannelemente 1 überschneiden können. Die Ausschnitte 13 und
30 die Durchbrüche 14 erstrecken sich soweit in Längsrichtung des Spannelements 1, dass in dem Überschneidungsbereich von zwei oder mehreren Spannelementen 1 dasselbe Befestigungsmittel 2 oder dieselbe Spannhülse von den Aufnahmeabschnitten 12 der

Spannelement 1 vollständig umschlossen werden kann. Somit lassen sich verschiedene Spannelemente 1 nach dem Prinzip eines modularen Baukastensystems miteinander verknüpfen.

5 Ferner kann das Befestigungsmittel 2 einen Abschnitt mit einer Spannhülse 20 umfassen. Die Spannhülse 20 weist nach oben und unten eine stirnseitige Kröpfung auf, die eine Bewegung des Spannelements 1 in axialer Richtung des Befestigungsmittels 2 verhindert. Die Spannhülse 20 ist beispielsweise separat ausgebildet und wird mit einer Corticalisschraube 21 kombiniert, die in einer Durchgangsbohrung der Spannhülse 20
10 aufgenommen wird.

Bei der Ausführungsform in Fig. 3 ist die Spannhülse 20 zweiteilig ausgebildet, wobei sich die beiden Hälften 20A und 20B der Spannhülse 20 in axialer Richtung des Befestigungsmittels 2 zusammengefügt werden. Somit lässt sich ein Wandungsabschnitt
15 des Spannelements 1 zwischen den stirnseitigen Kröpfungen der Hälften 20A und 20B der Spannhülse 20 einklemmen.

Das in Fig. 4 abgebildete Spannelement 1 umfasst zwei nach innen weisende Beugeabschnitte 11. In diesem Fall wird eine Längendehnung zur Vorspannung des
20 Spannelements 1 durch ein Auseinanderdrücken der Beugeabschnitte 11 erzielt. Die sonstige Wirkungsweise entspricht derjenigen des obenstehend beschriebenen Spannelements 1 in Fig. 1.

Der Fig. 5 ist ein Spannelement 1 zu entnehmen, welches an den Seitenflanken
25 jeweils drei alternierende Beugeabschnitte 11 aufweist. Durch die Aneinanderreihung mehrerer gleicher Krümmungswinkel summiert sich eine Vorspannung über die einzelnen Beugeabschnitte 11 zu einer gesamten Längsdehnung des Spannelements 1 auf. Somit ist z.B. bei gleichem Elastizitätsmodul, Wandungsquerschnitt und Krümmungswinkel eine schmalere bzw. längere Bauform des Spannelements 1
30 realisierbar, ohne das elastische Verhalten in Längsrichtung des Spannelements 1 wesentlich zu verändern. Die sonstige Handhabung und Wirkungsweise entspricht im Wesentlichen derjenigen der Ausführungsformen in den Figuren 1 und 4.

Das Spannelement 1 in Fig. 6 weist eine Krümmung in der Erstreckungsebene der Kontur auf und stellt somit eine von zahlreichen alternativen Bauformen zur anatomischen Anpassung dar. Das Spannelement 1 kann ebenso in Bezug auf eine oder
5 mehrere beliebige Achsen oder Punkte gekrümmt sein. Die anatomischen Anpassungen können sowohl Verformungen die Erstreckungsebene der Kontur als auch die Wandungshöhe des Spannelements 1 betreffen.

Wie Fig. 7 zu entnehmen ist, kann ein Ausschnitt 13 in der Wandung 10 auch
10 bezüglich der Wandungshöhe versetzt angeordnet sein. Bei der abgebildeten Ausführungsform einer Verknüpfung überschneiden sich drei Federn der Spannelemente 1A-C und umschließen dieselbe Spannhülse 20. Dabei verlaufen die Feder-Gestalten bündig mit der Oberseite bzw. Unterseite der Spannelemente 1A und 1B. Die Spannelemente 1A und 1B können identisch sein, wobei eines der beiden
15 umgekehrt angeordnet ist. Die Feder des Spannelements 1C verläuft mittig zu der Wandungshöhe und wird zwischen den Federn der Spannelemente 1A und 1B aufgenommen.

Die in Fig. 7 gezeigte Stapelanordnung besteht aus übereinanderliegenden Feder-
20 Gestalten der Spannelemente 1A-C und umfasst somit keine Nut. Es sind jedoch ebenso Ausführungsformen von Verknüpfungspunkten mit einer beliebigen Anzahl und Kombination von Feder-Gestalten mit oder ohne Nut realisierbar. Vorteilhafterweise sind die Höhe und Position der betreffenden Feder-Gestalten und Nut-Gestalten in Abhängigkeit von der Anzahl der überschneidenden Spannelemente 1 derart
25 ausgebildet, dass sich diese im Überschneidungsbereich gegenseitig zu einer Stapelhöhe ergänzen, die der Höhe eines Spannelements 1 entspricht.

Zur Überbrückung längerer Distanzen können mehrere Spannelemente 1 in einer Kette angeordnet werden. Wie in Fig. 8 dargestellt, sind für diese Ausführungsform
30 vorzugsweise Spannelemente 1 mit einer Feder-Gestalt einerseits und einer komplementären Nut-Gestalt andererseits vorgesehen. Eine Kettenanordnung ist jedoch ebenso mit einer Überschneidung von zwei umgekehrten Feder-Gestalten realisierbar.

Zur Verknüpfung können die Spannelemente lediglich eine Spannhülse 20, d.h. ohne eine Corticalisschraube 21 oder dergleichen, umschließen. Somit kann die Zugkraft der vorgespannten Spannelemente 1 einer Kettenanordnung z.B. zwischen
5 zwei Befestigungsmitteln an den beiden Enden der Kettenanordnung wirken. Bei dieser Ausführungsform ist eine zweiteilige Spannhülse 20 vorgesehen, dessen Hälften 20A und 10B beispielsweise mittels einer Presspassung verbunden werden.

Mit dem modularen Aufbau der vorliegenden Fixierungsvorrichtung kann ebenso
10 eine sternförmige Anordnung oder eine beliebige Kombination aus Ketten- und Sternanordnungen realisiert werden, wie dies in Fig. 9 dargestellt ist. Je nach Krümmungswinkel der Aufnahmeabschnitte 12 und der Breite der überschneidenden Spannelemente 1 kann eine Sternanordnung von drei oder mehr Spannelementen 1 gebildet werden. Auch bei dieser Verknüpfung kann eine Spannhülse 20 mit oder ohne
15 einer eingeführten Corticalisschraube 21 oder dergleichen von den Spannelementen 1 umschlossen werden.

Eine Verknüpfung benachbarter Spannelemente 1 kann ebenfalls über Kupplungselemente 3A und 3B hergestellt werden, die an der Außenfläche der
20 Wandung 10 ausgebildet sind. Hierzu können die Kupplungselemente die Form einer Öse bzw. einer doppelten Öse mit einem Aufnahmespalt aufweisen, die ebenfalls im Sinne einer Nut und Feder-Verbindung zusammengefügt werden können. Der Abstand des Aufnahmespalts in dem Kupplungselement 3B entspricht dabei vorteilhafterweise der Dicke des Kupplungselements 3A. Die ösenförmigen Kupplungselemente 3A und
25 3B weisen weiterhin ein Loch auf, durch welches sie im zusammengefügt Zustand mittels eines Bolzens, einer Schraube oder dergleichen durchgriffen werden können. Das Loch der Kupplungselemente 3A und 3B kann, wie in den Figuren 10 A und B dargestellt, in Breitenrichtung des Spannelements 1, oder wie in Fig. 10 C dargestellt, senkrecht zur Erstreckungsebene der Kontur, oder aber in einer beliebigen anderen
30 Richtung, verlaufen.

- 22 -

Wie den Figuren 11 A bis C zu entnehmen ist, können die Spannelemente 1 ebenso durch eine kugelgelenkige Klemmverbindung verknüpft werden. Hierfür ist an der Außenfläche der Wandung 10 des Spannelements 1 ein Kugelelement 4A und/oder ein sphärisches Klemmelement 4B ausgebildet. Das Klemmelement 4B weist eine
5 sphärische Innenfläche mit Dehnungsfugen sowie ein Außengewinde auf, an dem es durch eine Mutter 4C verklemmt werden kann. Wenn das Kugelelement 4A mit Hilfe der Dehnungsfugen in das Klemmelement 4B eingespreizt ist, kann das Klemmelement 4B durch eine Gewindemutter auf der Außenfläche wahlweise soweit verspannt werden, dass ein Ausgleiten des Kugelelements 5B verhindert wird, oder dass die Verbindung
10 lagefixiert ist.

Wie in Fig. 12 A und 12 B dargestellt ist, kann ein Spannelement 1 alternativ über Befestigungsaugen 5 an einem Knochen befestigt werden, in denen eine Corticalisschraube 21 oder dergleichen aufgenommen wird. In diesem Fall kann eine
15 Spannhülse 20 entfallen. Die Befestigungsaugen sind an der Außenfläche der Wandung 10 des Spannelements 1 ausgebildet.

Wie in Fig. 13 dargestellt ist, können bei einem Spannelement 1 an zwei gegenüberliegenden Wandungsabschnitten Begrenzungsstege 6 ausgebildet sein, die
20 sich von der Innenfläche der Wandung 10 des Spannelements 1 zu dessen Mittelpunkt erstrecken. Wenn sich das Spannelement 1 aufgrund einer von außen eingeleiteten Kraft elastisch verformt, bewegen sich die Enden der Begrenzungsstege 6 auf einander zu. Das elastische Verhalten endet mit der Berührung der Enden der Begrenzungsstege 6, durch die ein weiterer Verformungsweg des Spannelements 1 blockiert wird.

25

Die Begrenzung des Verformungswegs bietet eine Schutzfunktion vor dauerhaften Verformungen. Zudem lässt sich bei einem Zusammendrücken des Spannelements 1 mit Hilfe der Begrenzungsstege 6 eine definierte Vorspannung erzielen. Diese Eigenschaft kann insbesondere beim Einsetzen des Spannelements 1 während eines operativen
30 Eingriffs oder vorab bei einer Bemessung von Verknüpfungen mehrerer Spannelemente 1 einer Fixierungsvorrichtung vorteilhaft genutzt werden.

- 23 -

Die Fig. 14 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Fixierungsvorrichtung, bei der zwischen den Befestigungsmitteln 2 und den Spannelementen 1 Hülselemente 26 aus einem resorbierbaren Kunststoff angeordnet sind. Wenn die Hülselemente 26 durch das umgebende Körpergewebe resorbiert werden, entstehen den Hülselementen 26 entsprechende Leerräume. Unter der Zugspannung des Spannelements 1 verkürzt sich der effektive Abstand zwischen den Aufnahmeabschnitten 12. Infolgedessen wird die Vorspannung des elastischen Spannelements 1 aufgehoben, sodass eine Kraftentkopplung zwischen den Befestigungsmitteln 2 stattfindet. Die Kraftübertragung der Fixierungsvorrichtung geht daher mit fortschreitender Resorption der Hülselemente 26 verloren, wodurch die Belastung auf den Knochen wieder ansteigt.

Die Spannhülse 20 in Fig. 15 umfasst einen radial inneren Abschnitt 24, in dem eine Corticalisschraube 21 aufnehmbar ist. Der radial innere Abschnitt 24 wird durch eine Passung, vorzugsweise eine Presspassung, in den radial äußeren Abschnitt 22 der Spannhülse 20 eingefügt. Der radial äußere Abschnitt 22 kann wiederum in axialer Richtung zwei Hälften 22A und 22B geteilt sein, die durch eine Passung zusammenfügbar sind. Der radial innere Abschnitt 24 kann aus einem resorbierbaren Kunststoff und der radial äußere Abschnitt 22 kann aus einem Metall ausgebildet sein, oder umgekehrt.

Wenn z.B. der radial innere Abschnitt 24 resorbiert wird, entsteht in der Spannhülse 20 eine Maßtoleranz gegenüber der Corticalisschraube 21. Wie obenstehend beschrieben, verkürzt sich somit der effektive Abstand zwischen den Aufnahmeabschnitten 12 des vorgespannten Spannelements 1. Die Vorspannung des Spannelements 1 hebt sich auf und es findet eine Kraftentkopplung der Fixierungsvorrichtung statt. Der Knochen wird somit wieder zunehmender Belastung ausgesetzt.

Die Spannhülse 20 oder einer der radial abgeteilten Abschnitte 22 und 24 desselben kann durch ein spanendes Verfahren wie z.B. durch Drehspanen aus einem der obenstehenden Metalle hergestellt werden. Das Hülselement 26 oder der andere

- 24 -

der beiden Abschnitte 22 und 24 kann durch ein Gießverfahren aus einem resorbierbaren Kunststoff gegossen werden. Die radial geteilten Abschnitte 22 und 24 können miteinander vergossen oder ineinander verpresst werden. Die Spannhülse 20 oder der radial innere Abschnitt 24 weist zudem eine Durchgangsbohrung mit einem Innendurchmesser auf, der basierend auf einem Durchmesser einer Corticalisschraube 21 bestimmt wird.

Weiterhin ist Fig. 16 ein Spannelement 1 einer resorptionsaktiven Fixierungsvorrichtung zu entnehmen, das im Laufe der Zeit seine Vorspannung verliert. Hierzu ist ein Inlay 7 aus einem resorbierbaren Kunststoff vorgesehen. Das Inlay 7 wird zwischen den Wandungen der Beugeabschnitte 11 eingespreizt, nachdem das Spannelement 1 die Befestigungsmittel 2 (nicht dargestellt) umschließt. Da die Beugeabschnitte 11 zur Erzeugung der Vorspannung bei dieser Variante nicht nach innen sondern nach außen gedrückt werden, verkürzt sich in diesem Fall sinngemäß der Abstand der Aufnahmeabschnitte 12. Somit lässt sich durch das Einspannen eines Inlays 7 mit einer vorbestimmten Länge eine definierte Zugkraft zwischen den Befestigungsmitteln 2 erzeugen. Wenn das Inlay 7 im Laufe des Heilungsprozesses resorbiert, also u.a. kürzer wird, kehren die Beugeabschnitte 11 des Spannelements 1 in den ursprünglichen entspannten Zustand zurück. Infolgedessen vergrößert sich der effektive Abstand zwischen den Aufnahmeabschnitten 12 und die Zugkraft zwischen den Befestigungsmitteln 2 wird aufgehoben.

Ferner ist in Fig. 17 ein Spannelement 1 abgebildet, dass in einer Lage mit einer vordefinierten Vorspannung verrastet werden kann, wenn die Beugeabschnitte 11 aufeinander zu gedrückt werden. Dabei rastet z.B. ein pfeilförmiges Element 8A mittels eines Hinterschnitts in einem Fallenelement 8B ein. Bei Auswahl einer geringen Höhe der Rastelemente 8, kann die Rastverbindung z.B. durch ein entgegengesetztes Verschieben der Rastelemente in Höhenrichtung auf einfache Weise gelöst werden. Hierdurch kann die Bemaßung der Abstände der Befestigungsmittel 2 sowie die Befestigung der Fixierungsvorrichtung erleichtert werden.

- 25 -

Die Erfindung lässt neben den gezeigten Ausführungsformen weitere Gestaltungsansätze zu.

So kann für den operativen Eingriff zur Befestigung der Fixierungsvorrichtung
5 beispielsweise ein Werkzeug mit verschiedenen Fassungen bereitgestellt werden, in die
ein Spannelement 1 zunächst eingesetzt wird. Anhand einer festgelegten Lage der
Seitenflanken wird das Spannelement 1 in einer definierten Vorspannung gehalten.
Nachdem die Befestigungsmittel 2 durch das Spannelement 1 hindurchgesteckt und in
die Bruchenden des Knochens eingebracht sind, kann dann die Fassung des Werkzeugs
10 abgezogen werden, wodurch eine vorbestimmte Zugkraft auf die Befestigungsmittel 2
wirkt. Derartige Fassungen können auch für eine Anordnung mehrerer Spannelemente 1
individuell kombinierbar vorgesehen werden, um einen operativen Eingriffs zeitsparend
vorzubereiten.

15 Ferner ist es auch möglich das Spannelement 1 mit einem Gerippe oder Stegen
konstruktiv zu verstärken, um eine höhere Festigkeit des Spannelements 1 in einer
gewünschten Belastungsrichtung zu erlangen.

Überdies ist es auch möglich den Wandungsquerschnitt des Spannelements 1 in
20 bestimmten Abschnitten zu variieren, um ein lokales Verhältnis zwischen Elastizität
und Festigkeit des Spannelements 1 zu beeinflussen.

Mit der vorstehend diskutierten Erfindung wird ein Spannelement zum Fixieren
einer Knochenfraktur bereitgestellt, das einen im Querschnitt im Wesentlichen hohlen,
25 von einer umlaufenden Wandung, insbesondere mit im Wesentlichen gleichbleibender
Wandstärke, umfassten, geschlossenen Konturkörper aufweist. Das Spannelement weist
zudem zwei gegenüberliegende stirnseitige Aufnahmeabschnitte zur Aufnahme von
Befestigungsmitteln, vorzugsweise Corticalisschrauben, die durch den Konturkörper
hindurchsteckbar sind, auf. Das Spannelement weist weiterhin zwei Seitenflanken mit
30 Beugeabschnitten auf, wobei die umlaufende Wandung des Konturkörpers wenigstens
abschnittsweise, insbesondere im Bereich der stirnseitigen Aufnahmeabschnitte und im
Bereich der seitlichen Beugeabschnitte, federelastisch verformbar ist. Dabei ist über die

- 26 -

Beugeabschnitte ein definiertes elastisches Verhalten des Spannelements derart einprägar, dass eine vorbestimmte Spannung zwischen den Aufnahmeabschnitten erzeugbar ist. Weiterhin ist erfindungsgemäß ein Verfahren zur Herstellung des Spannelements und eine Fixierungsvorrichtung zur Anwendung des Spannelements
5 vorgesehen.

Ansprüche**1. Spannelement (1) zum Fixieren einer Knochenfraktur, aufweisend**

5

einen im Querschnitt im Wesentlichen hohlen, von einer umlaufenden Wandung (10), insbesondere mit im Wesentlichen gleichbleibender Wandstärke, umfassenden, geschlossenen Konturkörper, mit

10

zwei gegenüberliegenden stirnseitigen Aufnahmeabschnitten (12) zur Aufnahme von Befestigungsmitteln (2), vorzugsweise Corticalisschrauben, die durch den Konturkörper hindurchsteckbar sind, und

zwei Seitenflanken mit Beugeabschnitten (11),

15

wobei die umlaufende Wandung (10) des Konturkörpers wenigstens abschnittsweise, insbesondere im Bereich der stirnseitigen Aufnahmeabschnitte (12) und im Bereich der seitlichen Beugeabschnitte (11), federelastisch verformbar ist, und

20

wobei über die Beugeabschnitte (11) ein definiertes elastisches Verhalten des Spannelements (1) derart einprägar ist, dass eine vorbestimmte Spannung zwischen den Aufnahmeabschnitten (12) erzeugbar ist.

25

2. Spannelement (1) nach Anspruch 1, wobei der geschlossene Konturkörper im Wesentlichen oval, rautenförmig, doppel-rautenförmig oder brillenförmig ausgebildet ist.

30

3. Spannelement (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der geschlossene Konturkörper eine Krümmung in Bezug auf die Erstreckungsebene der Kontur aufweist.

4. Spannelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Wandung (10) im Bereich der Aufnahmeabschnitte (12) Durchbrüche (14) und/oder Ausschnitte (13) aufweist, die derart ausgebildet sind, dass durch eine Nut-Gestalt und/oder eine Feder-Gestalt von Wandungsabschnitten eine komplementäre Passung bereitgestellt ist, mittels der sich die Konturen der benachbarte Spannelemente (1) in Überschneidung bringen lassen.
5. Spannelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei an der Außenfläche der Wandung (10) Kupplungselemente (3A, 3B) oder ein Kugelelement (4A) oder ein sphärisches Klemmelement (4B) vorgesehen sind, mittels denen sich benachbarte Spannelemente (1), vorzugsweise kugelgelenkig gegeneinander drehbar und/oder zueinander lagefixiert, verbinden lassen.
6. Spannelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei an der Wandung (10) Befestigungsaugen (5) vorgesehen sind, durch welche die Befestigungsmittel (2) hindurchsteckbar sind.
7. Spannelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei an zwei gegenüberliegenden Wandungsabschnitten aufeinander zuweisende Begrenzungsstege (6) ausgebildet sind, deren Enden sich bei einer Verformung des Spannelements (1) berühren.
8. Spannelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei innerhalb des Konturkörpers an den gegenüberliegenden Beugeabschnitten (11) zwei aufeinander zu gerichtete, miteinander in Eingriff bringbare Rastelemente (8), vorzugsweise ein hinterschnittenes Element (8A) und ein Fallenelement (8B),

- 29 -

angeordnet sind, mittels denen die Beugeabschnitte (11) in einer vorgespannten Lage des Spannelements (1) rastend, wieder lösbar, verbindbar sind.

5

9. Fixierungsvorrichtung für Knochenfrakturen, aufweisend wenigstens ein Spannelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und wenigstens zwei Befestigungsmittel (2), vorzugsweise Corticalisschrauben, die im Bereich der Bruchenden in den Knochen einbringbar sind.

10

10. Fixierungsvorrichtung nach Anspruch 9, weiterhin aufweisend wenigstens eine Spannhülse (20) in der ein Befestigungsmittel (2) aufnehmbar ist, wobei die Spannhülse (20) vorzugsweise zwei stirnseitige Kröpfungen umfasst, die im Wesentlichen entsprechend einer Wandungshöhe des Spannelements (1) beabstandet sind.

15

11. Fixierungsvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Spannhülse (20) zweiteilig ausgebildet ist und in axialer Richtung zusammenfügbar ist, sodass die Wandung (10) des Spannelements (1) zwischen den Kröpfungen einspannbar ist.

20

12. Fixierungsvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Spannhülse (20) radial in zwei Abschnitte (22, 24) aufgeteilt ist, und der radial innere Abschnitt (24) oder der radial äußere Abschnitt (22) aus einem resorbierbaren Kunststoff ausgebildet ist.

25

13. Fixierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, ferner aufweisend ein Hülselement (26), das aus einem resorbierbaren Kunststoff ausgebildet ist, wobei das Befestigungsmittel (2) in dem Hülselement (26) aufnehmbar ist.

30

14. Fixierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei zwischen den Beugeabschnitten (11) wenigstens eines Spannelements (1) ein Inlay (7) eingespreizt ist, dessen Länge die Beugeabschnitte (11) gegen eine Vorspannung des Spannelements (1) auseinander drückt, wobei das Inlay (7) aus einem resorbierbaren Material besteht.
15. Fixierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, wobei sich benachbarte Spannelemente (1) derart überschneiden, dass das Befestigungsmittel (2), die Spannhülse (20) oder das Hülsenelement (26) von den stirnseitigen Aufnahmeabschnitten (12) der überschneidenden Spannelemente (1) umschließbar ist.
16. Fixierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei ein Innenradius der stirnseitigen Aufnahmeabschnitte (12) dem Außenradius eines Umfangsflächenabschnitts eines Befestigungsmittels (2), eines Hülsenelements (26) oder einer Spannhülse (20) entspricht.
17. Verfahren zum Herstellen eines Spannelements (1), vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 8, zum Fixieren einer Knochenfraktur, mit den Schritten:
- Auswählen eines stranggepressten Hohlprofils;
- Abtrennen eines das Spannelement (1) bildenden Hohlprofilabschnitts an einem in Längsrichtung des Hohlprofils vorbestimmten Querschnitt, der die Höhe des Spannelements (1) bildet; und vorzugsweise

- 31 -

Abtragen von Ausschnitten (13) oder Durchbrüchen (14) in der Wandung (10) des Hohlprofilabschnitts.

- 5 **18.** Verfahren zum Herstellen eines Spannelements (1), vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 8, zum Fixieren einer Knochenfraktur, mit den Schritten:

Auswählen eines stranggepressten Vollprofils;

- 10 Abtrennen eines das Spannelement (1) bildenden Vollprofilabschnitts an einem in Längsrichtung des Vollprofils vorbestimmten Querschnitt, der die Höhe des Spannelements (1) bildet;

- 15 Spanabhebendes Bearbeiten des Vollmaterials zur Ausbildung eines im Querschnitt im Wesentlichen hohlen, von einer umlaufenden Wandung (10) umfassten, geschlossenen Konturkörpers; und vorzugsweise

Abtragen von Ausschnitten (13) oder Durchbrüchen (14) in der Wandung (10) des geschlossenen Konturkörpers.

20

1 / 11

Fig. 1

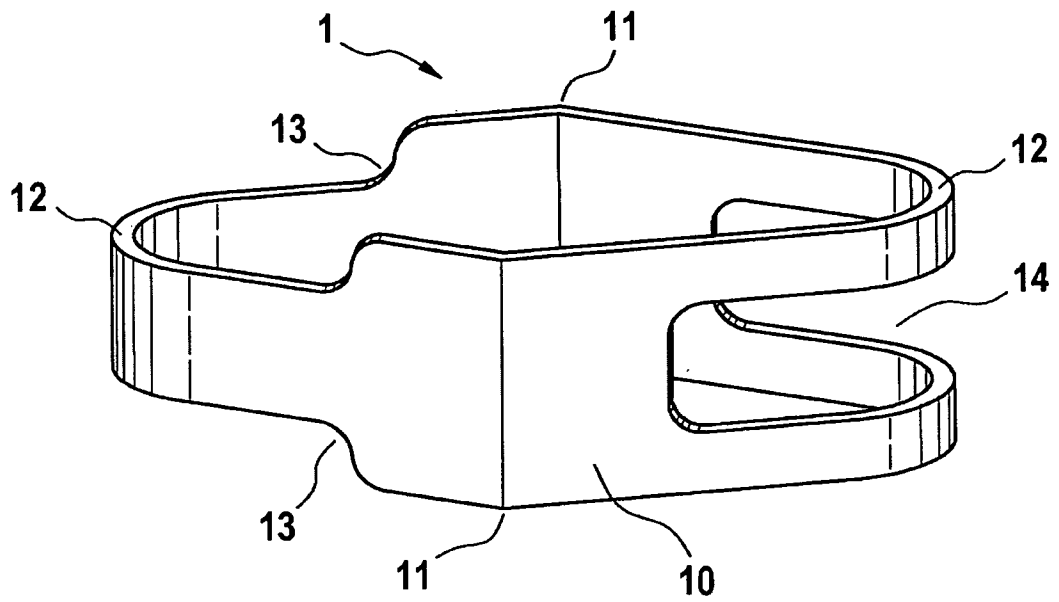
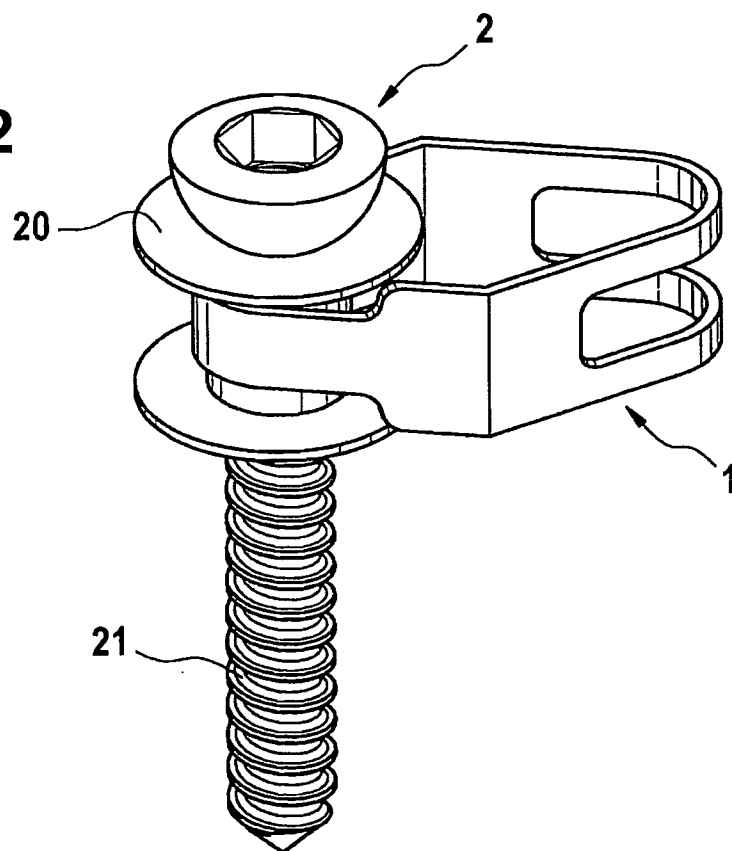


Fig. 2



2 / 11

Fig. 3

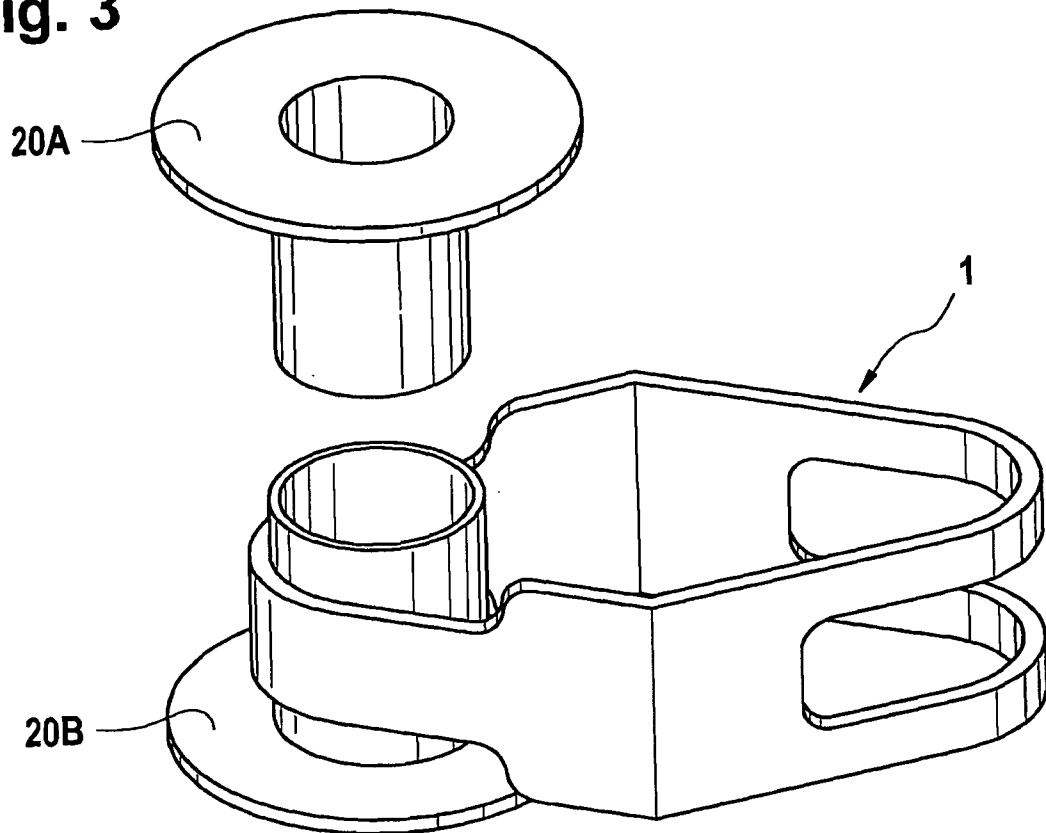
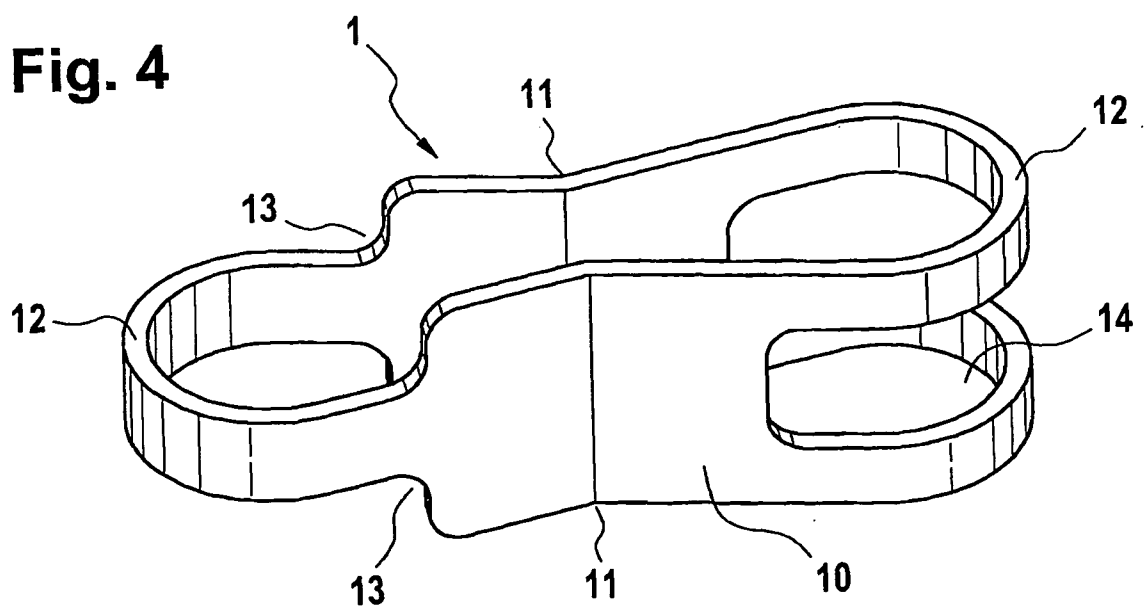


Fig. 4



3 / 11

Fig. 5

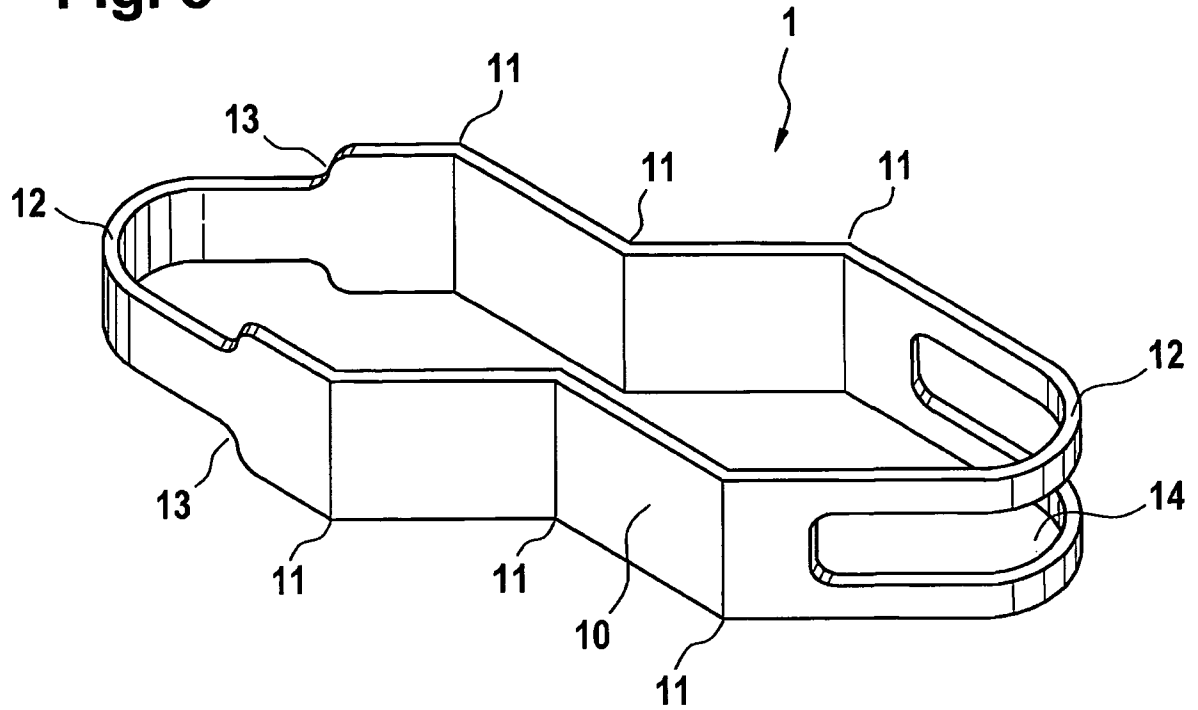
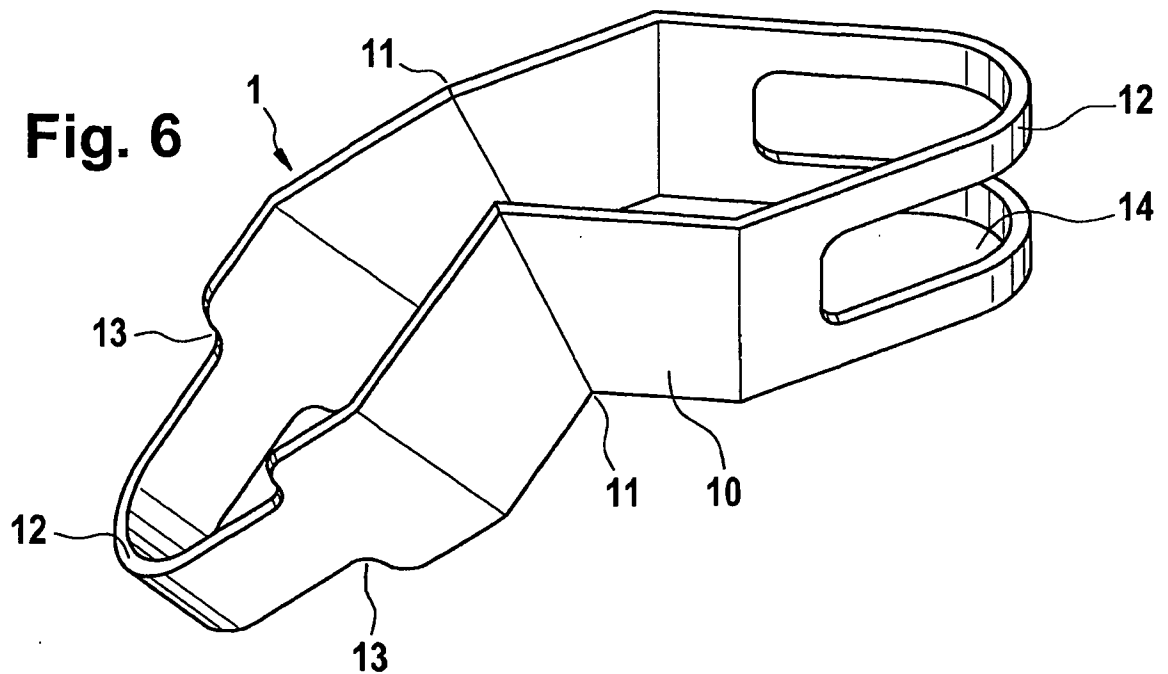


Fig. 6



4 / 11

Fig. 7

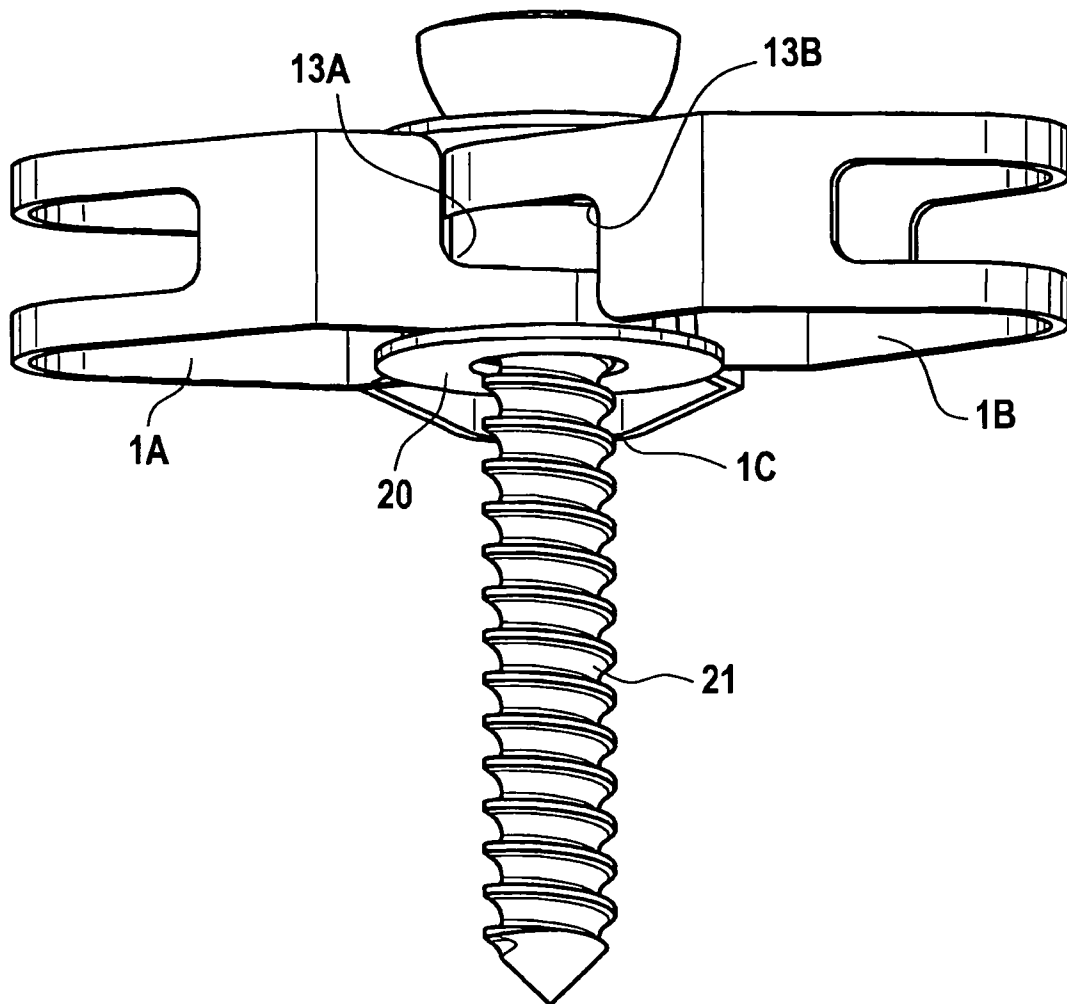
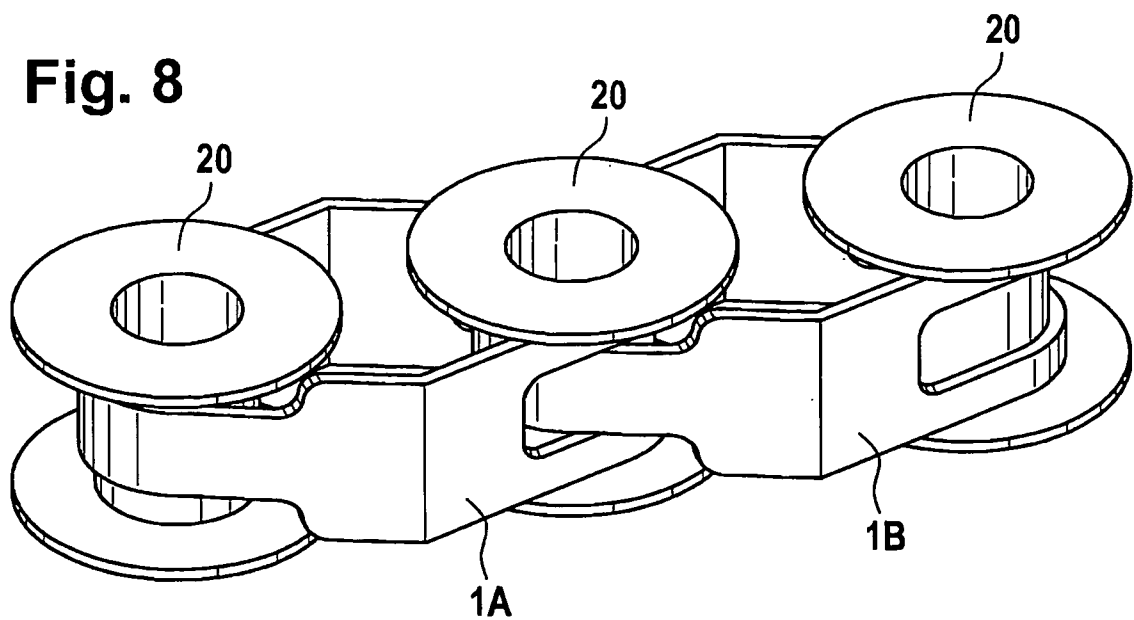


Fig. 8



5 / 11

Fig. 9

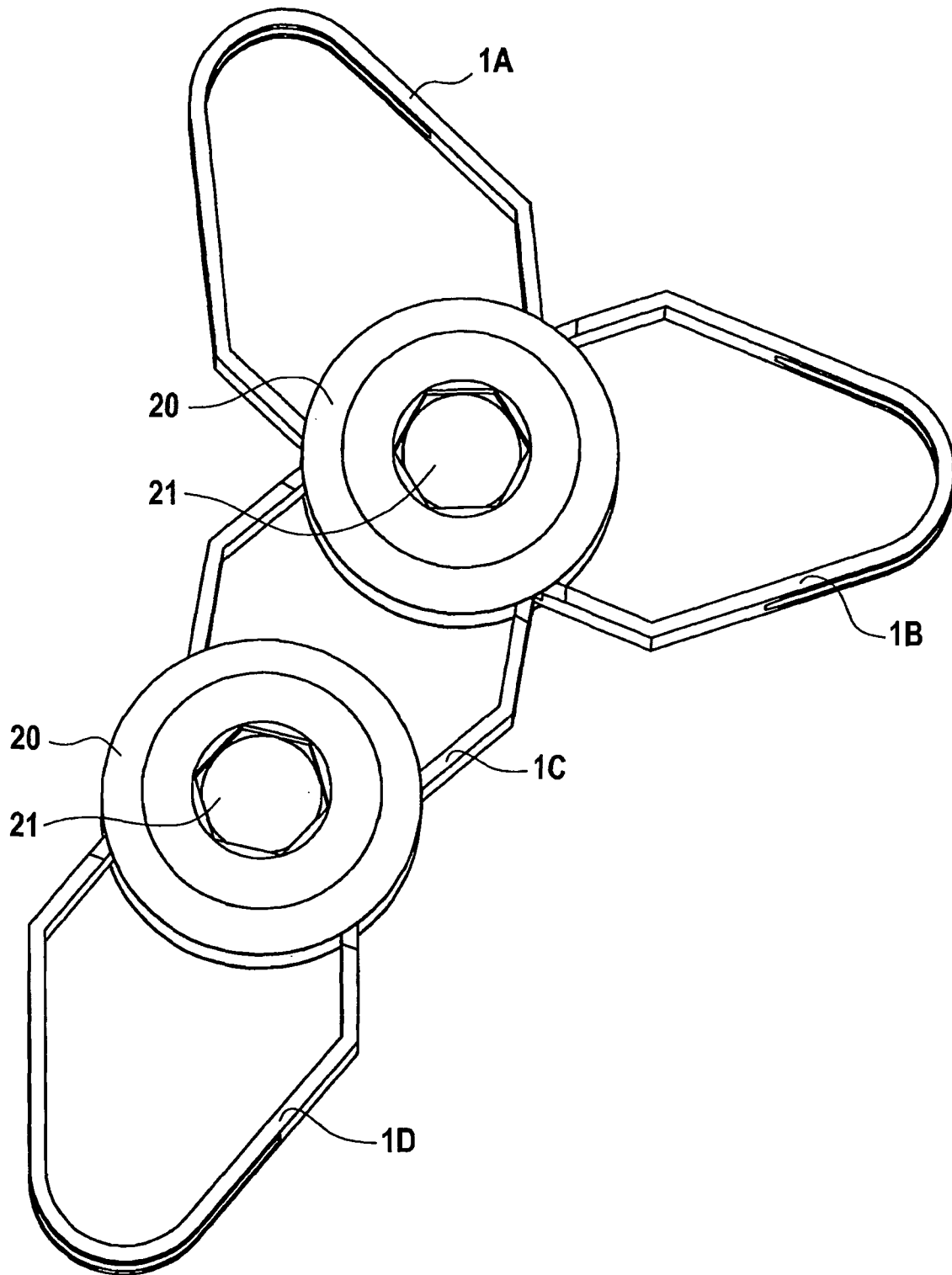


Fig. 10A

6 / 11

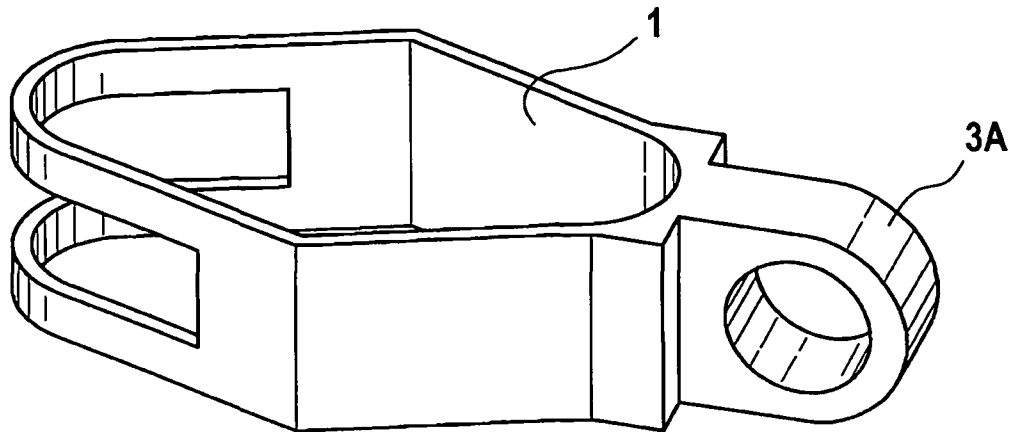


Fig. 10B

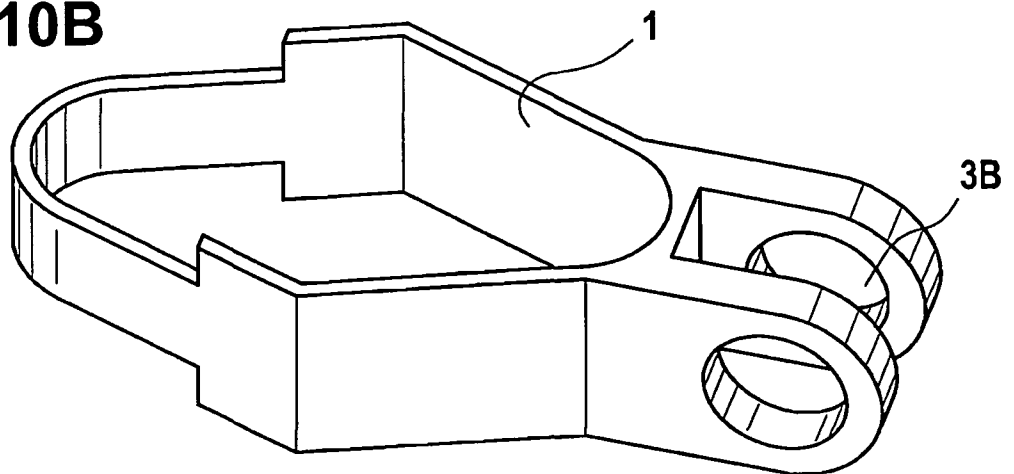
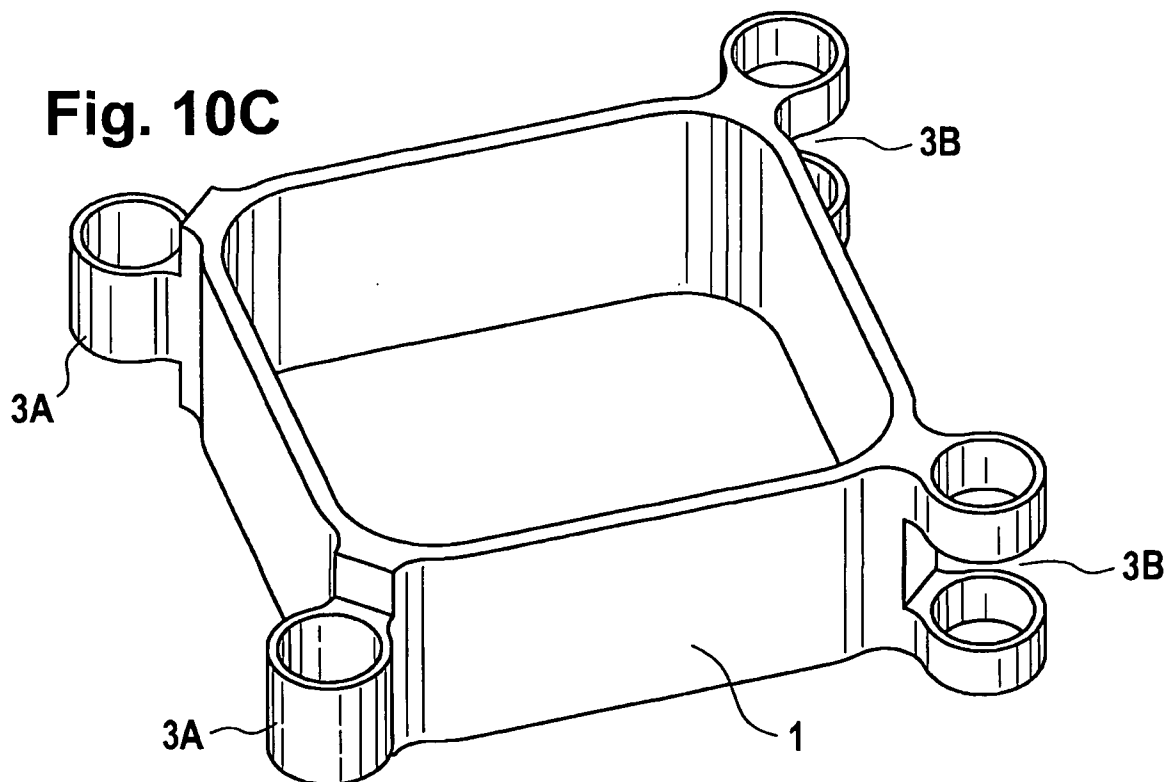


Fig. 10C



7 / 11

Fig. 11A

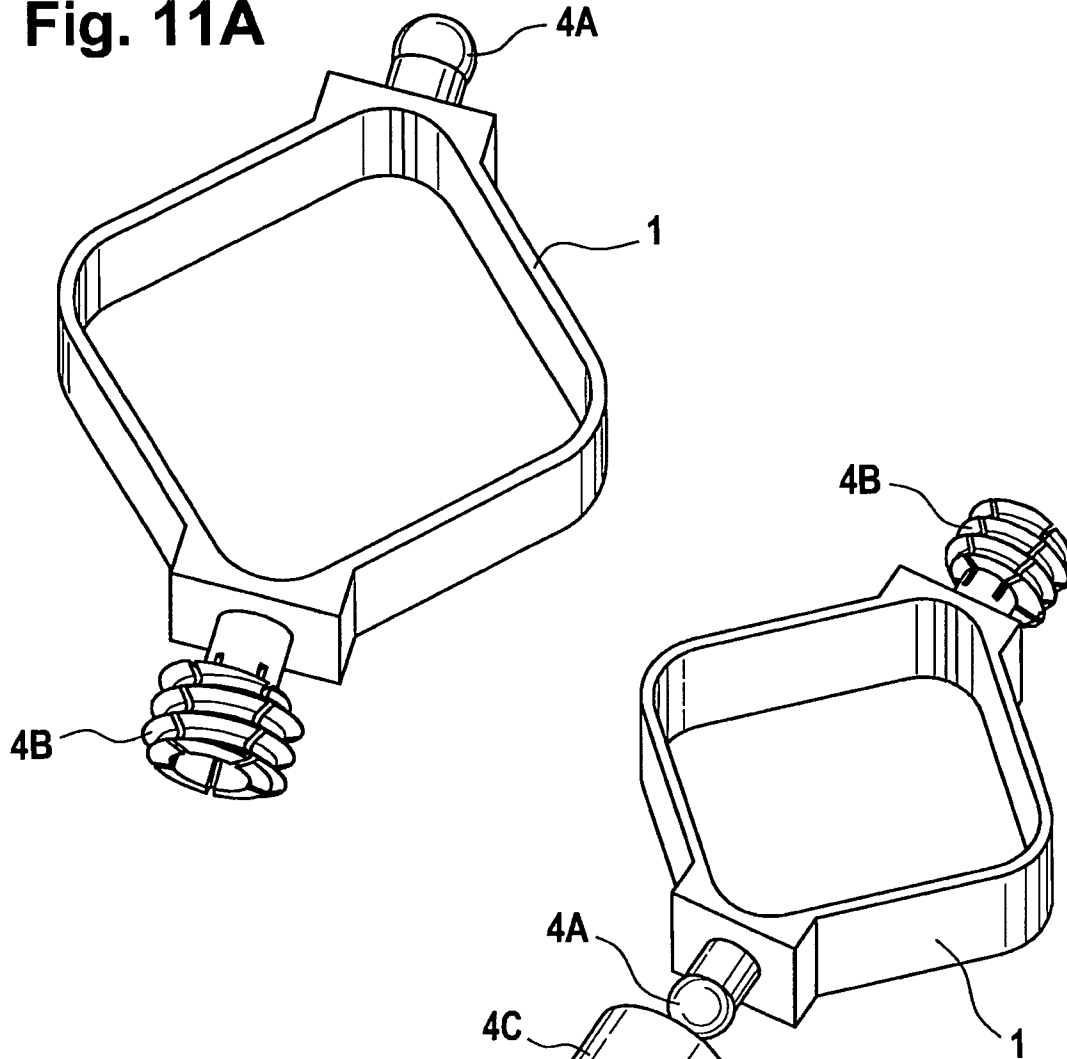
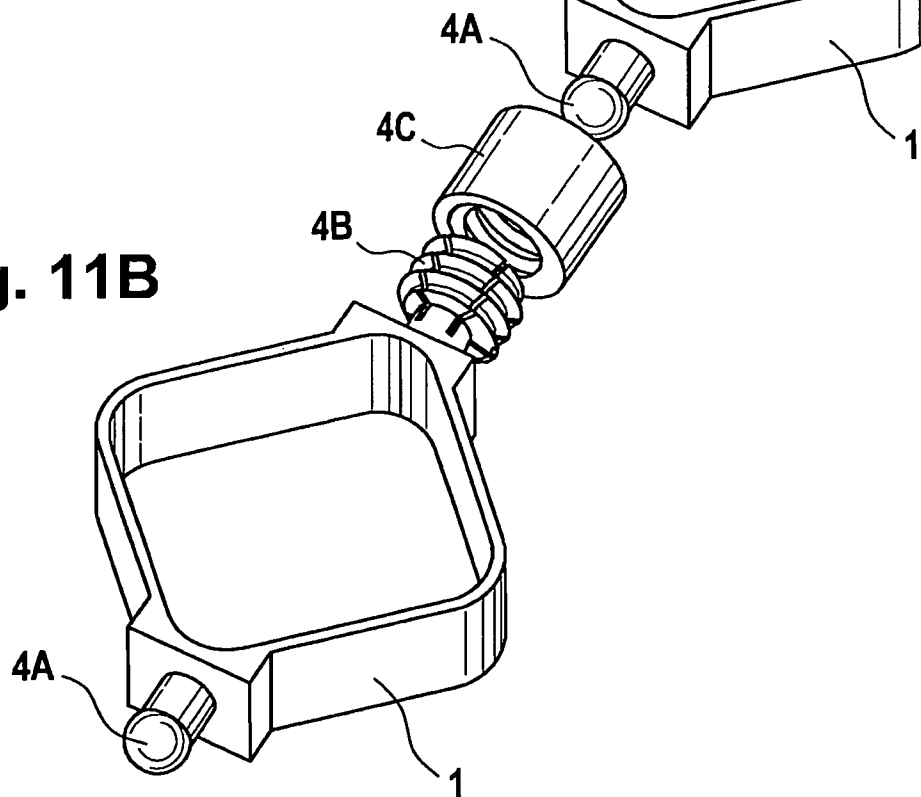


Fig. 11B



8 / 11

Fig. 11C

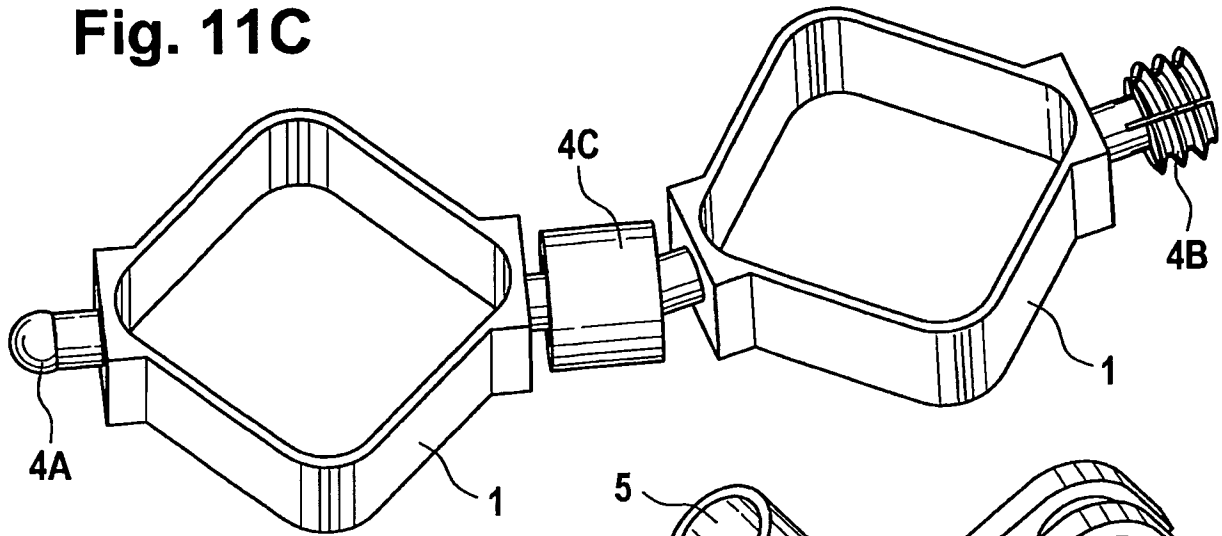


Fig. 12A

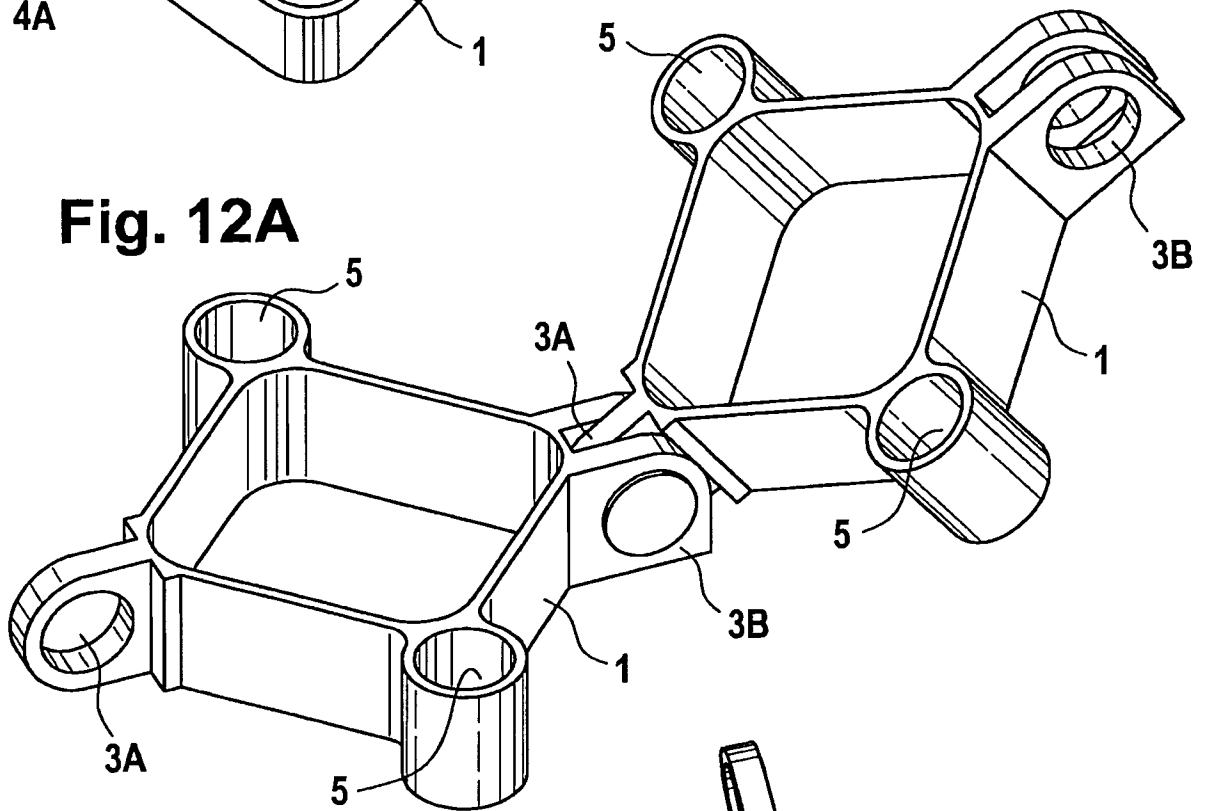
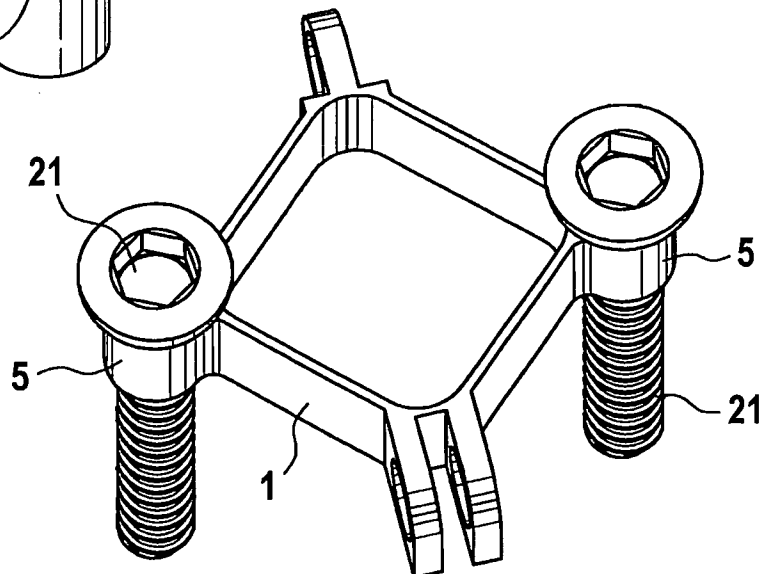


Fig. 12B



9 / 11

Fig. 13

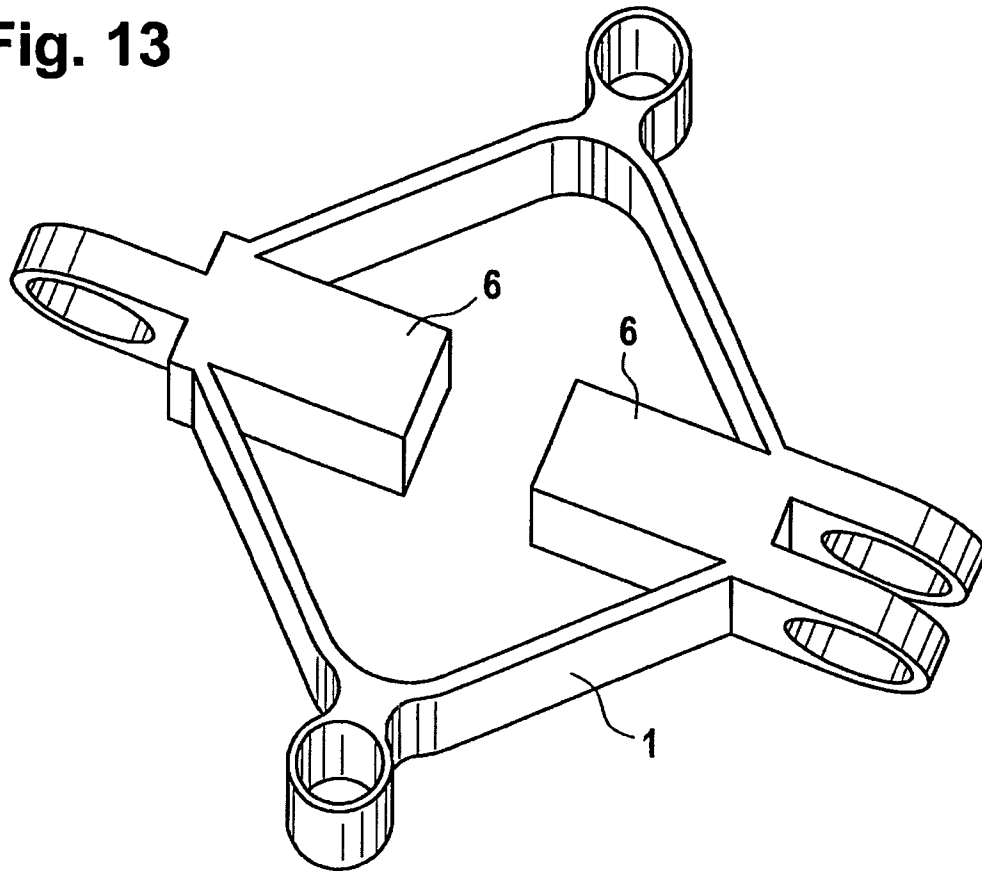
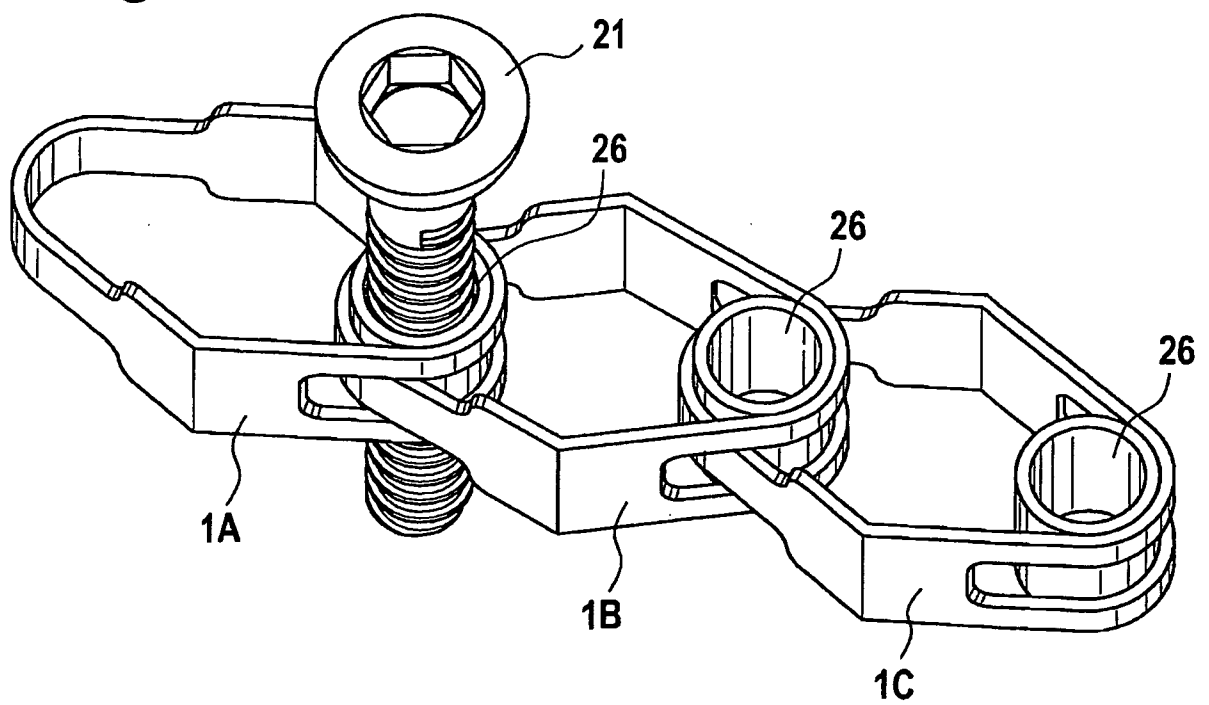
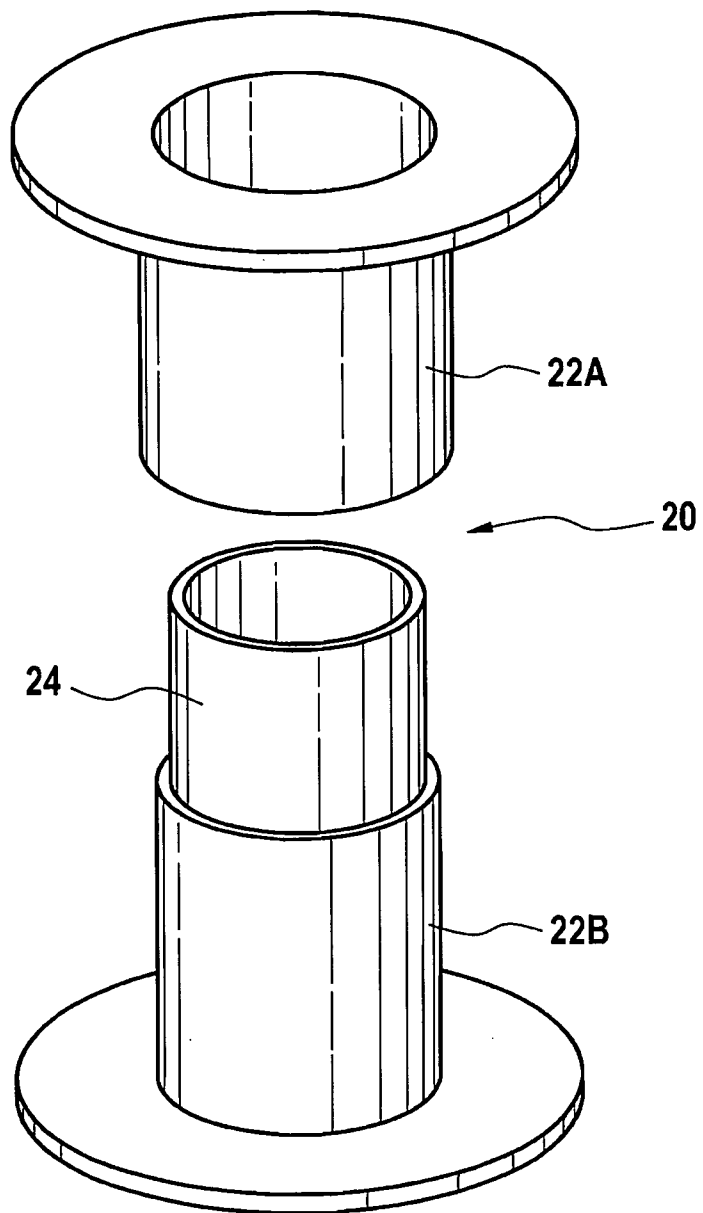


Fig. 14



10 / 11

Fig. 15



11 / 11

Fig. 16

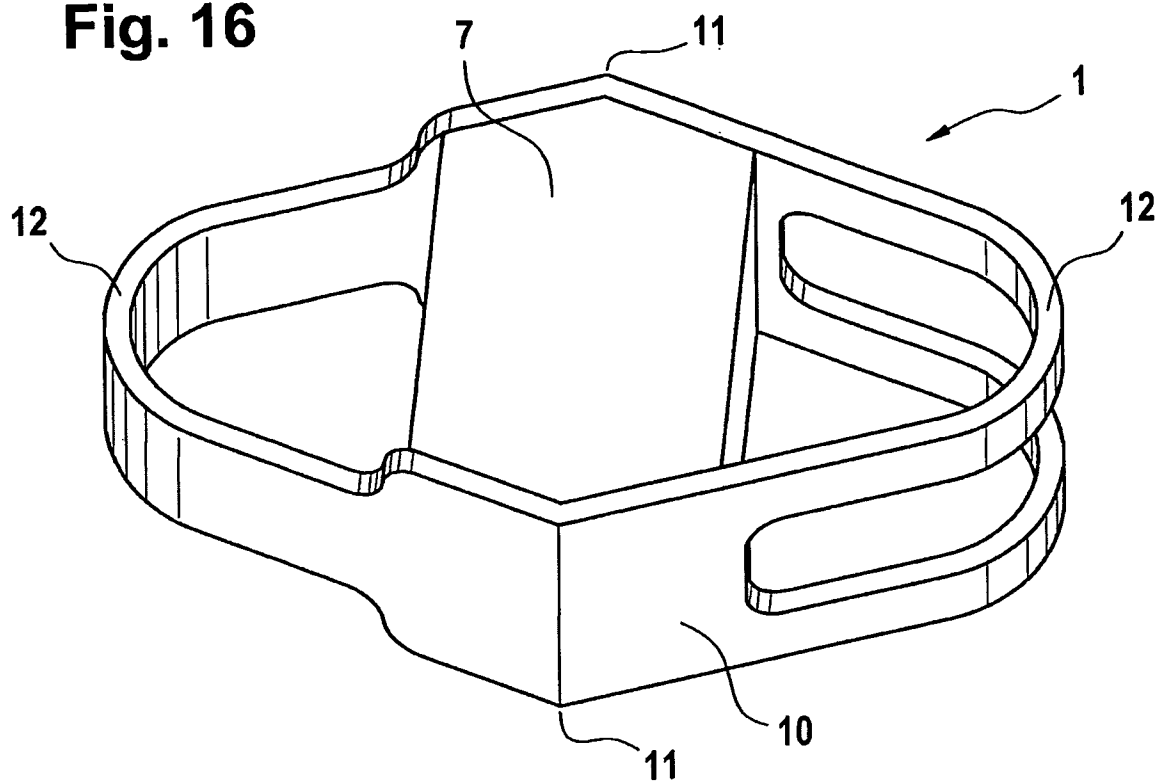
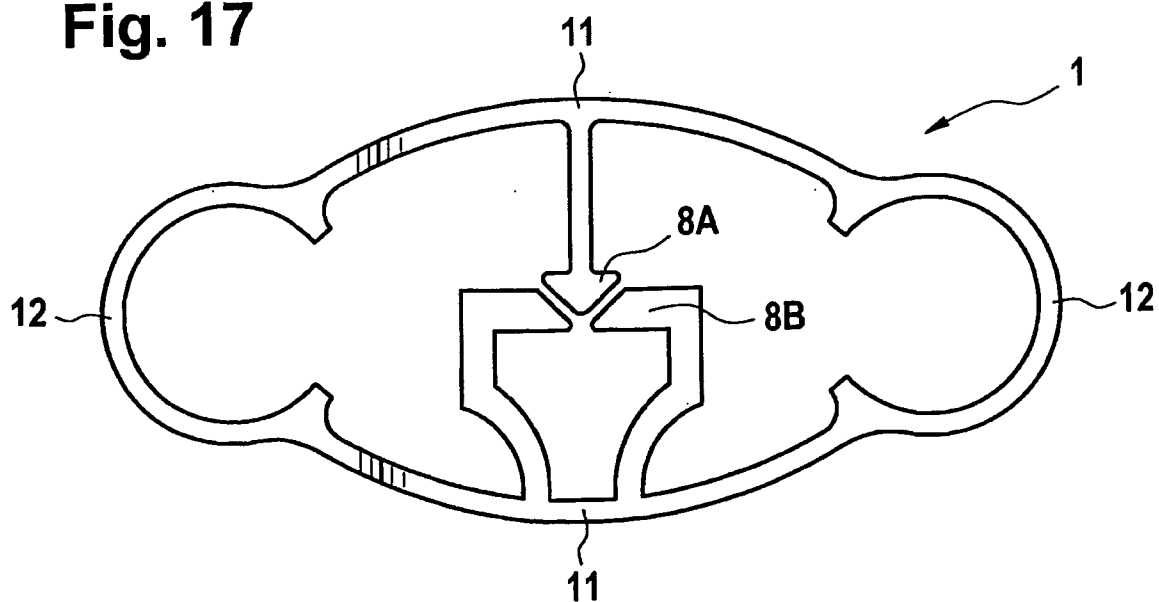


Fig. 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/000329

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B17/68
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/163954 A1 (KWAK SEUNGKYU DANIEL [US]) 25 June 2009 (2009-06-25)	1-3,9-16
A	figure 1	8
X	US 2 580 821 A (TOUFICK NICOLA) 1 January 1952 (1952-01-01)	1,6
X	WO 2005/086708 A2 (DEPUY SPINE INC [US]; KOLB ERIC [US]) 22 September 2005 (2005-09-22)	1,7
X	WO 2006/031692 A2 (WRIGHT MEDICAL TECH INC [US]; PATTERSON CHAD J [US]; ROBERTS JEFFREY G) 23 March 2006 (2006-03-23)	1
	----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

Date of the actual completion of the international search

18 April 2012

Date of mailing of the international search report

24/04/2012

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Fernández Arillo, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/000329

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2008/005740 A1 (WARSAW ORTHOPEDIC INC [US]; LIM ROY K [US]) 10 January 2008 (2008-01-10) figures 6, 7 -----	1
X	WO 2009/039430 A1 (STOUT MEDICAL GROUP LP [US]; GREENHALGH E SKOTT [US]; ROMANO JOHN PAUL) 26 March 2009 (2009-03-26) paragraph [0157]; figure 20 -----	1,17,18
X	WO 2007/127628 A2 (WARSAW ORTHOPEDIC INC [US]; BAKER DOUGLAS N [US]; CAPOTE MARCO D [US];) 8 November 2007 (2007-11-08) figure 1 -----	1,4,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/000329

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009163954 A1	25-06-2009	US 2009163954 A1	25-06-2009
		WO 2009079500 A1	25-06-2009

US 2580821 A	01-01-1952	NONE	

WO 2005086708 A2	22-09-2005	AU 2005220776 A1	22-09-2005
		CA 2557589 A1	22-09-2005
		EP 1720469 A2	15-11-2006
		JP 2007527749 A	04-10-2007
		US 2005209593 A1	22-09-2005
		WO 2005086708 A2	22-09-2005

WO 2006031692 A2	23-03-2006	US 2006058796 A1	16-03-2006
		US 2006081553 A1	20-04-2006
		US 2010036430 A1	11-02-2010
		WO 2006031692 A2	23-03-2006

WO 2008005740 A1	10-01-2008	US 2008021458 A1	24-01-2008
		WO 2008005740 A1	10-01-2008

WO 2009039430 A1	26-03-2009	US 2010145386 A1	10-06-2010
		WO 2009039430 A1	26-03-2009

WO 2007127628 A2	08-11-2007	AT 490737 T	15-12-2010
		CN 101431954 A	13-05-2009
		EP 2012692 A2	14-01-2009
		JP 2009535114 A	01-10-2009
		KR 20090018066 A	19-02-2009
		US 2007270820 A1	22-11-2007
		WO 2007127628 A2	08-11-2007
		WO 2007127632 A2	08-11-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. A61B17/68
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
A61B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2009/163954 A1 (KWAK SEUNGKYU DANIEL [US]) 25. Juni 2009 (2009-06-25)	1-3,9-16
A	Abbildung 1	8
X	US 2 580 821 A (TOUFICK NICOLA) 1. Januar 1952 (1952-01-01) Abbildungen 1-5	1,6
X	WO 2005/086708 A2 (DEPUY SPINE INC [US]; KOLB ERIC [US]) 22. September 2005 (2005-09-22) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 4	1,7
X	WO 2006/031692 A2 (WRIGHT MEDICAL TECH INC [US]; PATTERSON CHAD J [US]; ROBERTS JEFFREY G) 23. März 2006 (2006-03-23) Abbildungen 15a, 15b	1
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

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

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

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. April 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/04/2012

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Fernández Arillo, J

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2008/005740 A1 (WARSAW ORTHOPEDIC INC [US]; LIM ROY K [US]) 10. Januar 2008 (2008-01-10) Abbildungen 6, 7 -----	1
X	WO 2009/039430 A1 (STOUT MEDICAL GROUP LP [US]; GREENHALGH E SKOTT [US]; ROMANO JOHN PAUL) 26. März 2009 (2009-03-26) Absatz [0157]; Abbildung 20 -----	1,17,18
X	WO 2007/127628 A2 (WARSAW ORTHOPEDIC INC [US]; BAKER DOUGLAS N [US]; CAPOTE MARCO D [US];) 8. November 2007 (2007-11-08) Abbildung 1 -----	1,4,5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/000329

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2009163954	A1	25-06-2009	US	2009163954 A1		25-06-2009
			WO	2009079500 A1		25-06-2009

US 2580821	A	01-01-1952	KEINE			

WO 2005086708	A2	22-09-2005	AU	2005220776 A1		22-09-2005
			CA	2557589 A1		22-09-2005
			EP	1720469 A2		15-11-2006
			JP	2007527749 A		04-10-2007
			US	2005209593 A1		22-09-2005
			WO	2005086708 A2		22-09-2005

WO 2006031692	A2	23-03-2006	US	2006058796 A1		16-03-2006
			US	2006081553 A1		20-04-2006
			US	2010036430 A1		11-02-2010
			WO	2006031692 A2		23-03-2006

WO 2008005740	A1	10-01-2008	US	2008021458 A1		24-01-2008
			WO	2008005740 A1		10-01-2008

WO 2009039430	A1	26-03-2009	US	2010145386 A1		10-06-2010
			WO	2009039430 A1		26-03-2009

WO 2007127628	A2	08-11-2007	AT	490737 T		15-12-2010
			CN	101431954 A		13-05-2009
			EP	2012692 A2		14-01-2009
			JP	2009535114 A		01-10-2009
			KR	20090018066 A		19-02-2009
			US	2007270820 A1		22-11-2007
			WO	2007127628 A2		08-11-2007
			WO	2007127632 A2		08-11-2007
