



(10) **DE 10 2016 113 495 A1** 2018.01.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 113 495.3**

(22) Anmeldetag: **21.07.2016**

(43) Offenlegungstag: **25.01.2018**

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

A61B 17/70 (2006.01)

(71) Anmelder:

Aesculap AG, 78532 Tuttlingen, DE

(74) Vertreter:

**Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser,
Polte Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354
Freising, DE**

(72) Erfinder:

**Lindner, Stephan, 78573 Wurmlingen, DE; Krüger,
Sven, 78647 Trossingen, DE; Haas, Alexander,
78166 Donaueschingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

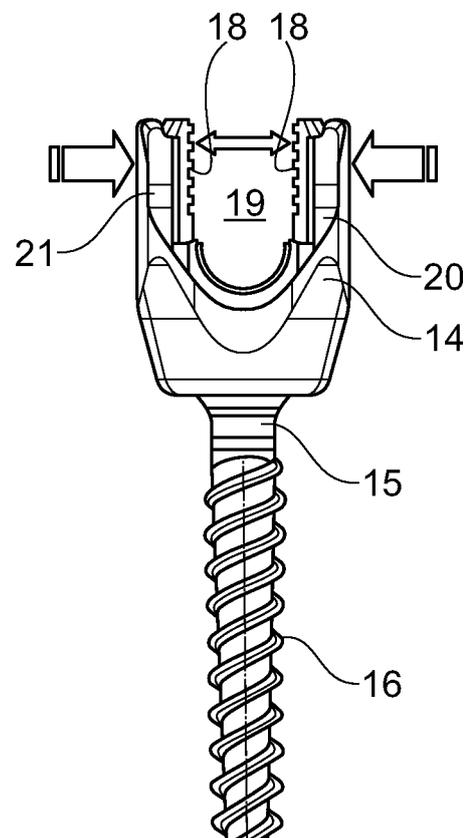
DE	20 2005 007 495	U1
US	2011 / 0 318 136	A1
US	2014 / 0 350 605	A1
WO	2012/ 103 660	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Pedikelschraubensystem mit einer Verriegelungsschraube mit Gewindeanschnitt**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Knochenschraubensystem, aufweisend eine Knochenschraube (15) mit einer Tulpe (14), die eine Aufnahme für einen Längsträger zur chirurgischen Verbindung benachbarter Knochenschrauben (15) ausbildet und mit einem Tulpengewinde (18) versehen ist, und eine in das Tulpengewinde (18) einschraubbare Klemmschraube (1) mit einem Klemmschraubengewinde (2) zur klemmenden Verriegelung des Längsträgers in der Aufnahme, wobei das Klemmschraubengewinde (2) einlaufseitig mit einem Gewindeanschnitt (7) versehen ist, wobei der Gewindeanschnitt (7) eine Gewindeerhebung (4, 4a) in radialer Richtung R anschneidend in das Klemmschraubengewinde (2) eingebracht ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Knochenschraubensystem, insbesondere ein Pedikelschraubensystem, das eine Knochenschraube, insbesondere eine Pedikelschraube, mit einer insbesondere am Schraubenkopf vorgesehenen Aufnahmemöhse oder Tulpe, die eine Aufnahme für einen Längsträger zur chirurgischen Verbindung benachbarter Knochenschrauben bzw. Pedikelschrauben ausbildet und mit einem Tulpengewinde versehen ist, und eine in das Tulpengewinde der Aufnahmemöhse einschraubbare Klemmschraube mit einem Klemmschraubengewinde zur klemmenden Verriegelung des Längsträgers in der Aufnahme aufweist, wobei das Klemmschraubengewinde mit einem Gewindeanschnitt versehen ist. Ferner betrifft die Erfindung eine entsprechende Klemmschraube für das Knochenschraubensystem.

[0002] Knochen- sowie Pedikelschrauben sind aus dem Stand der Technik bekannt. Sie dienen beispielsweise einer dorsalen Stabilisierung der Wirbelsäule mittels transpedikulärer Verschraubung. Dabei werden Pedikelschrauben in den Pedikeln jeweils benachbarter Wirbel platziert, worauf eine winkelstabile Verbindung zwischen den jeweils axial übereinander angeordneten Pedikelschrauben und einem sich axial erstreckenden Längsträger oder Steg geschaffen wird, der mittels einer Klemmschraube hinsichtlich der Knochen- oder Pedikelschraube verriegelt wird. Die Pedikelschrauben und Längsträger bilden dabei ein Wirbel-Stabilisierungssystem.

[0003] Eine Pedikelschraube weist üblicherweise einen in axialer Richtung verlaufenden Schraubenschaft mit Außengewinde auf, an den sich schraubenkopfseitig eine Aufnahmemöhse, die sogenannte Tulpe, anschließt. Diese ist im Wesentlichen U-förmig ausgebildet mit gegenüberliegenden Wandabschnitten (Hülsenflanken) und einem dazwischen ausgebildeten, in radialer Richtung verlaufenden Spalt als Aufnahme für den Längsträger oder Steg. Die Tulpe ist mit einem in axialer Richtung verlaufenden Tulpengewinde versehen. Der Längsträger wird in radialer Richtung in den Spalt der Tulpe eingelegt und mittels der Klemmschraube, die auch als Verriegelungsschraube oder Setscrew bezeichnet wird und mit dem Tulpengewinde verschraubt wird, fixiert.

[0004] Bei Pedikelschraubensystemen ist das Problem bekannt, dass es nicht immer einfach ist, die Klemmschraube in den Tulpenkopf einzusetzen. Grund dafür ist unter anderem ein geringes Gewindenspiel zwischen dem Tulpengewinde der Pedikelschraube und dem Klemmschraubengewinde der Klemmschraube. Durch Vorsehen eines größeren Gewindspiels ist das Problem nicht in zufriedenstellender Weise zu lösen, da das Gewindenspiel aufgrund der geringen Umgreifung der beiden Gewinde-

teile sowie einer sicheren Klemmwirkung gering sein muss und andernfalls die Funktionssicherheit und die Klemmung beeinträchtigt wären.

[0005] Das Problem wird in der Regel außerdem dadurch verstärkt, dass bei einer Manipulation durch Instrumente Kräfte auf das Implantat ausgeübt werden. Diese können dazu führen, dass sich der Tulpenkopf elastisch verformt, insbesondere nach innen deformiert. Zum Beispiel kann es beim Ansetzen der Klemmschraube an einer Pedikelschraube zum Fixieren des Längsträgers durch Einwirken von Kräften auf die Pedikelschraube und insbesondere auf deren Tulpe, beispielsweise bei einer Manipulation von Wirbelkörpern oder bei einem Andrücken des Längsträgers, zur Verformung der Tulpe kommen. Dadurch verändert sich die Geometrie des Tulpengewindes, zum Beispiel verkleinert sich dessen Innendurchmesser, was ein Einschrauben der Klemmschraube zusätzlich erschwert oder verhindert.

[0006] Grundsätzlich können zwei Arten von Verformungen auftreten, solche, bei denen das Tulpengewinde in Richtung des Klemmschraubengewindes verformt wird, und solche von entgegengesetzter Richtung. Besonders problematisch bei erstgenannten Verformungen sind solche Verformungen, die ein Ansetzen der Setscrew am Tulpengewinde verhindern, weil die Gewinde nicht mehr ineinander greifen können. Jedoch selbst bei einer geringgradigen Verformung, die noch ein Einschrauben zulässt, kann es infolge der Verformung der Tulpe zu einem Verkanten der Setscrew relativ zur Achse der Tulpe kommen. Das kann dazu führen, dass der Gewindeanschnitt, insbesondere der der Setscrew, beschädigt wird. Es kann zum sogenannten „crossthreading“ kommen, was bedeutet, dass die Setscrew soweit zur Längsachse des Schraubenschafts und dessen Außengewindes verkantet ist, dass der Gewindeanfang der Setscrew, also der Einlaufgewindegang oder die Einlaufgewindegänge, in den falschen Gewindegang des Innengewindes der Tulpe eingreift bzw. eingreifen, was zu einer Beschädigung der Gewinde bis hin zur Unbrauchbarkeit der Setscrew und/oder der Pedikelschraube führen kann.

[0007] Aus der US 2014/0350605 A1 ist bekannt ein Pedikelschraubensystem, bei dem eine Klemmschraube einen angefasten Kopfbereich aufweist, der ein Ansetzen in einem in der Tulpe ausgebildeten Innengewinde erleichtert. Zusätzlich weist das Innengewinde der Tulpe einen verkürzt ausgebildeten ersten Gewindegang auf, so dass die Klemmschraube mittels des angefasten Kopfbereichs zunächst ohne Gewindeeingriff in die Tulpe eingeführt und zentriert werden kann und nachfolgend in dieser Lage gedreht wird, wobei Gewindeeingriff entsteht. Die Verkürzung des Gewindegangs kann unter Umständen in nachteiliger Weise eine Schwächung des Gewindes darstellen.

[0008] Aus der US 7,780,706 B2 ist ein ähnliches Pedikelschraubensystem, bei dem eine Klemmschraube im Bereich ihres Gewindeeinlaufs mit einem Absatz versehen ist. Der Absatz besitzt einen Durchmesser, der geringer ist als der Gewindeinnendurchmesser des Klemmschraubengewindes. Zum Klemmschraubengewinde hin endet der Absatz mit einer Schulter, die sich quer zur Längsachse/Schraubenachse der Klemmschraube erstreckt. Infolge dieser Ausrichtung der Schulter ist das Gewinde orthogonal zur Längsachse der Klemmschraube angeschnitten. Dadurch ist der erste Gewindegang einlaufseitig angeschnitten, derart, dass das sich radial nach außen erstreckende Gewindeprofil (die durch Gewindeflanken begrenzte Gewindeerhebung) in umfänglicher Richtung beginnend mit einer Spitze kontinuierlich keilförmig an Stärke zunimmt, bis die Schulter nicht mehr eine der Gewindeflanken des ersten Gewindegangs schneidet (**Fig. 1** zeigt eine derartige bekannte Klemmschraube in einer seitlichen Ansicht). Man kann auch sagen, dass sich der Gewindeanschnitt bei dieser Klemmschraube in radialer Richtung mit konstanter Tiefe in die Klemmschraube eingebracht ist und in umfänglicher Richtung betrachtet in axialer Richtung in den Gewindegang vordringt. Bei einem solchen Anschnitt des Gewindes ist besonders nachteilig, dass die angeschnittene Gewindeerhebung abschnittsweise, insbesondere nahe der Spitze, sehr dünn und damit empfindlich ist. Sie kann sich beispielsweise beim Einschrauben leicht verformen.

[0009] Aus der US 8,257,402 B2 ist ein Verschluss für ein einen Stab aufnehmendes chirurgisches Implantat in Form einer Klemmschraube mit Außengewinde bekannt, bei der eingangsseitig des Außengewindes eine Phase ausgebildet ist. Durch die Phase ist die Klemmschraube stirnseitig mit einer umlaufenden Abschrägung versehen, die ein Einsetzen in ein Innengewinde des Implantats erleichtert. Auch hier ist der erste Gewindegang einlaufseitig angeschnitten, derart, dass das sich radial nach außen erstreckende Gewindeprofil (die durch Gewindeflanken begrenzte Gewindeerhebung) in umfänglicher Richtung beginnend mit einer Spitze kontinuierlich keilförmig an Stärke zunimmt, bis die Phase nicht mehr eine der Gewindeflanken des ersten Gewindegangs schneidet (**Fig. 2** zeigt eine derartige bekannte Klemmschraube in einer seitlichen Ansicht). Auch hier kann man sagen, dass der Gewindeanschnitt mit konstanter radialer Tiefe eingebracht oder ausgebildet ist. Es ist ebenfalls nachteilig, dass die angeschnittene Gewindeerhebung abschnittsweise, insbesondere nahe der Spitze, sehr dünn und damit empfindlich ist. Sie kann sich beispielsweise beim Einschrauben leicht verformen.

[0010] Da Verformungen der Pedikelschraube und insbesondere der Tulpe nicht immer sicher vermieden werden können, liegt ausgehend vom vorstehend

beschriebenen Stand der Technik der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Knochenschraubensystem, insbesondere ein Pedikelschraubensystem, bereit zu stellen, das hinsichtlich solcher Verformungen robust ist und ein Ansetzen einer Klemmschraube an einer Knochen- oder Pedikelschraube erleichtert und sicherer macht, ohne dass dazu zusätzliche Elemente oder Instrumente wie Führungshülsen etc. notwendig sind oder die Sicht des Operateurs eingeschränkt wird. Die Klemmschraube soll sich auch dann noch einfach einschrauben lassen, wenn der Tulpenkopf durch von außen wirkende Kräfte elastisch nach innen verformt wird. Des Weiteren soll das System robust und stabil sein, insbesondere soll das Risiko einer Beschädigung des Klemmschraubengewindes, insbesondere dessen Gewindeeinlaufs, beim Einschrauben reduziert sein.

[0011] Diese Aufgabe wird nach der vorliegenden Erfindung durch eine Klemmschraube gemäß Anspruch 1 bzw. durch ein Knochenschrauben- bzw. Pedikelschraubensystem gemäß dem nebengeordneten Anspruch gelöst. Erfindungsgemäß weist hierbei das Klemmschraubengewinde einlaufseitig einen Gewindeanschnitt auf, an dem das Klemmschraubengewinde (**2**) in radialer Richtung reduziert oder, insbesondere vollständig, zurückgenommen ist.

[0012] Die vorliegende Beschreibung erfolgt mit Bezug auf eine Knochenschraube. Die Erfindung betrifft jedoch insbesondere eine Pedikelschraube. Die Bezeichnung „Knochenschraube“ ist daher als auf eine Pedikelschraube gerichtet zu verstehen und umgekehrt.

[0013] Anders als beim vorstehend beschriebenen Stand der Technik ist der Gewindeanschnitt nicht derart ausgebildet, dass der erste Gewindegang in axialer Richtung angeschnitten ist, sondern derart, dass der erste Gewindegang in radialer Richtung angeschnitten ist. Man kann auch sagen, dass das Gewinde bzw. die Gewindeerhebung durch den (radialen) Gewindeanschnitt abgeflacht oder zurückgenommen ist, insbesondere in radiale Richtung zur Mittellängsachse der Klemmschraube hin abgeflacht oder zurückgenommen ist. Umgekehrt betrachtet ist der Gewindeanschnitt nach der Erfindung in axialer Richtung auslaufend ausgebildet, während er beim vorstehend beschriebenen Stand der Technik in seinem umfänglichen Verlauf in axialer Richtung konstant ist. Die kleinste Erstreckung des Gewindeanschnitts in axialer Richtung ist nach der Erfindung vorzugsweise nicht kleiner als 0,5 mm.

[0014] Durch die Erfindung kann der Vorteil erzielt werden, dass die Gewindespitze bzw. der Abstand zwischen den Gewindeflanken im Bereich des Gewindeanschnitts nicht verjüngt und damit geschwächt wird. Vielmehr bleibt der Gewindequerschnitt in axialer Richtung auch im Bereich des Gewindeanschnitts

vollständig erhalten. So ist der bei einem Einschrauben der Klemmschraube in die Tulpe der Knochenschraube zuerst mit dem Tulpengewinde in Eingriff gelangende Teil des Klemmschraubengewindes besonders stabil und robust, so dass Verformungen davon verhindert oder zumindest im Wesentlichen verringert werden können. Gleichwohl ist bei dem erfindungsgemäßen Knochenschraubensystem ein Einschrauben der Klemmschraube in das Tulpengewinde infolge des Gewindeanschnitts besonders einfach möglich.

[0015] Nach der Erfindung ist derart auf der Einlaufseite des Tulpengewindes eine Führung für eine in das Gewinde einzuschraubende Klemmschraube vorgesehen, ohne dass das Gewinde durch die Führung geschwächt würde. Diese Führung ist so ausgebildet, dass die Klemmschraube auch bei verformter Tulpe in einfacher Weise an deren Gewindeeinlauf positioniert und eingeschraubt werden kann. Auf diese Weise ist trotz Verformung ein gegenseitiges Eingreifen von Tulpengewinde und Klemmschraubengewinde sichergestellt. Anders ausgedrückt wird durch den Gewindeanschnitt zwischen der Klemmschraube und der Tulpe ein Abschnitt mit einem bestimmten Radialspiel und ohne gegenseitigen Gewindeeingriff bereitgestellt, über das Verformungen der Tulpe ausgeglichen werden können. Die Klemmschraube kann so auch bei verformter Tulpe einfach und sicher an dieser angeordnet und relativ zum Tulpengewinde positioniert werden. Es ist ein besonderer Vorteil, dass die Klemmschraube durch einen Operateur auch ohne Sicht korrekt an der Pedikelschraube zu positionieren ist und vor einem gegenseitigen Gewindeeingriff geführt und gestützt ist. Es bedarf daher keiner besonderen Mühe oder zusätzlicher Instrumente, um die Klemmschraube bei einem Ansetzen am Tulpengewinde mit der geforderten Genauigkeit in die zum Einschrauben in die Tulpe bestimmte Position zu bringen. Der durch den Gewindeanschnitt begrenzte oder definierte Sitz der Klemmschraube ist für den Operateur auch haptisch zu erfassen, so dass ein bestimmungsgemäßes Verschrauben vereinfacht und Fehlpassungen der Klemmschraube zur Pedikelschraube sicher vermieden werden. Es ist nicht länger erforderlich, dass ein Operateur besonderes Augenmerk auf das Ansetzen der Setscrew richtet, was erhebliche Erleichterung und Zeitvorteile mit sich bringt. Wird die mit dem Gewindeanschnitt geführte Klemmschraube nun um ihre eigene Gewindeachse verdreht, gelangen die Gewinde von Klemmschraube und Tulpe in Eingriff. Die Klemmschraube wird infolge ihrer Schraubbewegung auch in axialer Richtung vorbewegt. Aufgrund der axialen Verlagerung der Klemmschraube in Richtung der Pedikelschraube kann eine Verformung der letzteren, insbesondere der Hülsenflanken, zurückgestellt werden. Im Ergebnis kann mit der Erfindung eine Klemmschraube einfach an einer unter Last stehenden und daher

verformten Pedikelschraube angesetzt und mit dieser verschraubt werden.

[0016] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beansprucht und werden nachfolgend näher erläutert.

[0017] Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Gewindeanschnitt eine umfängliche Mantelfläche aufweist. Diese Mantelfläche kann insbesondere parallel zur Mittellängsachse der Klemmschraube ausgebildet sein. Die Mantelfläche kann nach der Erfindung als eine Art Führungsfläche wirken oder ausgebildet sein, mittels der die Klemmschraube vor einem eigentlichen gegenseitigen Gewindeeingriff mit dem Tulpengewinde relativ zur Tulpe positioniert und geführt sein kann und insbesondere in die Aufnahme auch bei verformter Tulpe eingeführt werden kann.

[0018] Bei einer Ausführungsform der Erfindung kann der Gewindeanschnitt einen Übergangsabschnitt (zwischen dem angeschnittenen Gewinde und dem nicht angeschnittenen Gewinde) aufweisen, der je nach Betrachtungsrichtung als Einlaufabschnitt oder Auslaufabschnitt wirkt. In diesem Übergangsabschnitt kann die umfängliche Mantelfläche einen variierenden radialen Abstand von der Mittellängsachse der Klemmschraube aufweisen. Er bildet demnach eine Art Übergang vom Gewindeanschnitt zum Klemmschraubengewinde aus und ist insbesondere auf der zum Klemmschraubengewinde hin gerichteten Seite des Gewindeanschnitts angeordnet.

[0019] Der radiale Abstand der Mantelfläche von der Mittellängsachse entspricht vorzugsweise auslaufseitig des Übergangsabschnitts dem Gewindeaußenradius. Auf diese Weise ist ein weicher Übergang vom Gewindeanschnitt zum Klemmschraubengewinde ausgebildet, was ein einfaches Einschrauben der Klemmschraube ohne Verhaken oder Verkleben ermöglicht. Der radiale Abstand der Mantelfläche von der Mittellängsachse einlaufseitig des Übergangsabschnitts kann insbesondere kleiner oder gleich dem Gewindekernradius sein. Auf diese Weise ist die Klemmschraube mit einem durch den Gewindeanschnitt gebildeten Führungsabschnitt versehen, dessen Durchmesser kleiner ist als der Kerndurchmesser des Tulpengewindes, so dass auch bei verformter Tulpe ein einfaches Ansetzen der Klemmschraube und Ineingriffbringen der beiden Gewinde möglich ist.

[0020] Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass sich der radiale Abstand der Mantelfläche des Übergangsabschnitts von der Mittellängsachse im umfänglichen Verlauf kontinuierlich und/oder konstant ändert. Dies begünstigt eine allmähliche Rückverformung der Tulpe im Falle deren

Verformung. Die Änderung kann insbesondere linear oder bogenförmig oder kreisbogenförmig erfolgen.

[0021] Der Übergangsabschnitt kann sich insbesondere in Umfangsrichtung über einen Winkelabschnitt α zwischen ca. 20° und ca. 180°, vorzugsweise zwischen ca. 40° und ca. 135°, bevorzugter zwischen ca. 60° und ca. 90° erstrecken. So wird ein genügend großer Führungsbereich gebildet, der ein Ansetzen der Klemmschraube auch bei verhältnismäßig großen Verformungen der Klemmschraube ermöglicht.

[0022] Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist der Gewindeanschnitt in einem Teilbereich teilzylinderförmig mit konstantem radialem Abstand von der Mittellängsachse ausgebildet. In diesem Teilbereich kann der radiale Abstand von der Mittellängsachse insbesondere kleiner als der Gewindekernradius sein. Der Teilbereich mit konstantem radialem Abstand kann sich in umfänglicher Richtung insbesondere über einen Winkelbereich β von mindestens 90°, vorzugsweise von 90° bis 180° erstrecken.

[0023] Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Gewindeanschnitt dort endet, wo die erste vollständige Gewindeerhebung des Gewindegangs beginnt bzw. wo die Gewindespitze ihre volle / normale Breite aufweist. Auf diese Weise ist der erste, einen Gewindeeingriff mit dem Tulpengewinde ausbildende Bereich des Klemmschraubengewindes sehr robust und nicht versehentlich verformbar ausgebildet.

[0024] Es ist von besonderem Vorteil, wenn der Gewindeanschnitt der Steigung des Klemmschraubengewindes folgend ausgebildet ist. Man kann dann auch sagen, dass der Gewindeanschnitt mit gleicher Steigung wie das Klemmschraubengewinde ausgebildet ist. Auf diese Weise wird das Klemmschraubengewinde an keiner Stelle in axialer Richtung angeschnitten und geschwächt, so dass es besonders robust ist.

[0025] Zusammenfassend kann man sagen, dass durch die Erfindung ein Gewindeanschnitt bereitgestellt wird, der diesen seinen Startpunkt an der Stelle des Gewindeauslaufes haben kann, also an dem Punkt, ab dem sich die Flankenbreite des Gewindes reduziert. Der Gewindeanschnitt kann an dem Punkt beginnen, ab dem die Flankenbreite durch den Gewindeauslauf kleiner werden würde, wenn es keinen Anschnitt gäbe. Der Gewindeanschnitt kann dann mittels des Übergangsbereiches auf einen Kerndurchmesser kleiner dem Gewindekerndurchmesser reduziert sein. Dieser (reduzierte) Kerndurchmesser kann sich über einen Abschnitt von min. 90° erstrecken. Der besagte Kerndurchmesser muss nicht rund sein, vielmehr sollen alle Abschnitte bezogen auf den Durchmesser unterhalb des Gewindekerndurchmessers liegen.

[0026] Die Erfindung schafft insbesondere die folgenden Vorteile:

- Robuster Gewindeanschnitt
- Einfaches Einschrauben des Verriegelungsschraube
- Keine Schwächung des Gewindes

[0027] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden beispielhaften und nicht beschränkenden Beschreibung der Erfindung anhand eines Pedikelschraubensystems als Beispiel für ein Knochenschraubensystem anhand von Figuren. Diese sind lediglich schematischer Natur und dienen nur dem Verständnis der Erfindung. Dabei zeigen:

[0028] Fig. 1 eine erste Klemmschraube nach dem Stand der Technik in einer Frontansicht;

[0029] Fig. 2 eine zweite Klemmschraube nach dem Stand der Technik in einer Frontansicht;

[0030] Fig. 3 eine Pedikelschraube eines erfindungsgemäßen Systems in einer Seitenansicht und gekennzeichneten Verformungen;

[0031] Fig. 4 die Pedikelschraube der Fig. 3 mit angesetzter Klemmschraube;

[0032] Fig. 5 eine Klemmschraube nach der Erfindung in einer perspektivischen Ansicht;

[0033] Fig. 6 die Klemmschraube der Fig. 5 in einer Ansicht von unten;

[0034] Fig. 7 eine Variante der Klemmschraube der Fig. 5; und

[0035] Fig. 8 eine weitere Variante der Klemmschraube der Fig. 5.

[0036] Fig. 1 zeigt eine Klemmschraube (set screw) **1** nach dem Stand der Technik in einer seitlichen Ansicht. Die Klemmschraube **1** ist als Madenschraube ausgebildet und weist ein als Außengewinde ausgebildetes Klemmschraubengewinde **2** auf. Dieses ist als eingängiges Gewinde ausgebildet und besitzt einen Gewindeeinschnitt **3** und eine Gewindeerhebung **4**. Der Gewindeeinschnitt **3** und die Gewindeerhebung **4** laufen spiralförmig um einen Klemmschraubengrundkörper **5** um. Gezeigt in Fig. 1 ist auch eine Mittellängsachse **6** der Klemmschraube **1**. Einlaufseitig des Klemmschraubengewindes **2** ist die Klemmschraube mit einem Gewindeanschnitt **7** versehen. Dieser ist in Form eines Absatzes **8** ausgebildet und besitzt einen Durchmesser d , der geringer ist als der Gewindekerndurchmesser D_k des Klemmschraubengewindes **2**. Zum Klemmschraubengewinde **2** hin endet der Absatz **8** mit einer Schulter **9**, die sich quer zur Längsachse/Schraubenachse **6** der Klemmschraube

1 erstreckt. Infolge dieser Ausrichtung der Schulter **9** ist das Gewinde **2** orthogonal zur Längsachse **6** der Klemmschraube **1** angeschnitten. Dadurch ist der erste Gewindegang einlaufseitig angeschnitten, derart, dass das sich radial nach außen erstreckende Gewindeprofil (die durch Gewindeflanken **10**, **11** begrenzte Gewindeerhebung **4**) in umfänglicher Richtung beginnend mit einer Spitze **12** kontinuierlich keilförmig an Stärke zunimmt, bis die Schulter **9** nicht mehr eine der Gewindeflanken **10**, **11** des ersten Gewindegangs schneidet.

[0037] Fig. 2 zeigt eine andere aber ähnliche bekannte Klemmschraube **1**, bei der ein Gewindeanschnitt **7** nicht mit einer sich orthogonal zur Mittellängsachse **6** erstreckenden Schulter **9**, sondern mit einer umlaufenden Abschrägung **13** versehen ist. Auch hier ist der erste Gewindegang einlaufseitig angeschnitten, derart, dass das sich radial nach außen erstreckende Gewindeprofil (die durch Gewindeflanken **10**, **11** begrenzte Gewindeerhebung **4**) in umfänglicher Richtung beginnend mit einer Spitze kontinuierlich keilförmig an Stärke zunimmt, bis die umlaufende Abschrägung **13** nicht mehr eine der Gewindeflanken **10**, **11** des ersten Gewindegangs schneidet.

[0038] Die Fig. 3 und Fig. 4 verdeutlichen das Problem einer Verformung einer Tulpe **14** oder Aufnahmhülse **14** einer Pedikelschraube **15**. Diese ist auf der der Aufnahmhülse **14** gegenüberliegenden Seite mit einem Außengewinde **16**, auch als Knochengewinde **16** bezeichnet, versehen, mit dem sie in einen Pedikelkanal eines Wirbels (als Beispiel für einen Knochen) eingeschraubt werden kann. Auf der Seite der Tulpe **14** ist die Pedikelschraube **15** zu diesem Zweck mit einem Schraubwerkzeugeingriff **17** versehen. Die Tulpe **14** weist eine im Wesentlichen U-förmige Gestalt mit einem in axialer Richtung darin eingebrachten und ein Tulpengewinde **18** aufweisenden Loch oder Schlitz **19** auf. Anders ausgedrückt kann die Tulpe **14** ausgebildet sein, indem von einem Hohlzylinder auf radial einander gegenüberliegenden Seiten in axialer Richtung Material entfernt wird und das Loch des Hohlzylinders mit dem Tulpengewinde **18** versehen wird. Vom Hohlzylinder verbleiben zwei radial einander gegenüberliegenden Hülsenwandabschnitte oder Hülsenflanken **20**, **21**, deren einander zugewandte Innenflächen das Loch **19** begrenzen und mit dem Tulpengewinde **18** versehen sind. Die Hülsenwandabschnitte **20**, **21** dienen unter anderem als Werkzeugkontaktflächen für ein nicht gezeigtes Handhabungswerkzeug und können sich aufgrund ihrer schlanken Gestalt insbesondere unter Kraftereinwirkung durch das Werkzeug in radialer Richtung verformen. Derartige Verformungen sind in Fig. 3 angedeutet und stehen einem Ansetzen und Einschrauben der Klemmschraube **1**, wie sich aus Fig. 4 ergibt, hindernd entgegen.

[0039] Fig. 5 zeigt die Klemmschraube **1** eines erfindungsgemäßen Pedikelschraubensystems oder Knochenschraubensystems in einer perspektivischen Ansicht, bei der die untere Stirnseite **22** zu erkennen ist. Die Klemmschraube **1** ist als Madenschraube ausgebildet und weist auf der der Stirnseite **22** gegenüberliegenden in der Fig. 5 nicht erkennbaren Stirnseite einen Werkzeugeingriff für ein Schraubwerkzeug auf. Die Klemmschraube **1** besitzt ein eingängiges Klemmschraubengewinde **2** in Form eines Außengewindes. Dessen Gewindeerhebung **4** (mit erster Gewindeerhebung **4a** und zweiter Gewindeerhebung **4b**) und Gewindeeinschnitt **3** (mit erstem Gewindeeinschnitt **3a** und zweitem Gewindeeinschnitt **3b**) sind in der Fig. 5 gekennzeichnet. Die Gewindeerhebung **4** bildet zusammen mit dem Gewindeeinschnitt **3** den Gewindegang.

[0040] Erfindungsgemäß ist die Klemmschraube **1** einschraubseitig mit einem Gewindeanschnitt **7** versehen. Dessen umfängliche Mantelfläche **23** ist in den Fig. 5, Fig. 7 und Fig. 8 durch eine Kreuzschraffierung kenntlich gemacht und parallel zur Mittellängsachse **6** der Klemmschraube **1** ausgebildet. Der Gewindeanschnitt **7** weist einen Übergangsabschnitt **24** sowie einen Teilbereich **25** mit konstantem radialem Abstand von der Mittellängsachse **6** auf. Der radiale Abstand der Mantelfläche **23** von der Mittellängsachse **6** entspricht auslaufseitig des Übergangsabschnitts **24**, also beim Übergang **26** vom Übergangsabschnitt **24** zur nicht angeschnittenen Gewindeerhebung **4**, dem Gewindeaußenradius. Der radiale Abstand der Mantelfläche **23** von der Mittellängsachse **6** einlaufseitig des Übergangsabschnitts **24**, also am Übergang **27** vom Übergangsabschnitt **24** zum Teilbereich **25** mit konstantem Radius, ist kleiner oder gleich dem Gewindekernradius.

[0041] In Fig. 6 sind der Übergangsabschnitt **24** und der Teilbereich **25** mit konstantem Radius gesondert kenntlich gemacht. Bei der gezeigten Ausführungsform erstreckt sich der Übergangsbereich **24** über einen Winkelabschnitt α von ca. 90° . Der Teilbereich **25** mit konstantem Radius erstreckt sich über einen Winkelabschnitt β von ca. 270° .

[0042] Fig. 7 zeigt eine Variante des Gewindeanschnitts **7** nach der Erfindung. Auch bei dieser ist die erste Gewindeerhebung **4a** in radialer Richtung R angeschnitten, wobei der Übergangsabschnitt **24** zum nicht angeschnittenen Teil der ersten Gewindeerhebung **4a** hin nahezu linear oder harmonisch auslaufend ausgebildet ist. Anders als bei der Ausführungsform der Fig. 5 und Fig. 6 folgt der Gewindeanschnitt **7** aber nicht der Steigung des Klemmschraubengewindes **2**, sondern ist quer zur Mittellängsachse **6** ausgerichtet. Aus diesem Grund ist die zweite Gewindeerhebung **4b** nicht nur in radialer Richtung R, sondern auch in axialer Richtung A angeschnitten. Es wird so ein zweiter Übergangsabschnitt **29** gebil-

det, der auf der dem Übergangsabschnitt **24** gegenüberliegenden Seite des Gewindeanschnitts **7** liegt und dem Übergangsabschnitt **24** gleicht. Die Ausführungsform der **Fig. 8** ist ähnlich, nur dass hier der Übergangsabschnitt **24** und der Übergangsabschnitt **29** bogenförmig ausgebildet sind. Bei den Ausführungsformen der **Fig. 7** und **Fig. 8** ist die beim Ansetzen und Einschrauben der Klemmschraube **1** besonders kritische erste Gewindeerhebung **4a** in axiale Richtung nicht geschwächt und robust. Zwar ist die zweite Gewindeerhebung **4b** in axialer Richtung A angeschnitten, aber diese ist in dieser Hinsicht weniger kritisch und die gezeigten Varianten bieten fertigungstechnische Vorteile bei der Ausbildung des Gewindeanschnitts **7**.

[0043] Die **Fig. 5**, **Fig. 7** und **Fig. 8** zeigen jeweils deutlich, dass nach der Erfindung die Gewindeerhebung **4** durch den Gewindeanschnitt **7** in axialer Richtung A nicht verjüngt und damit geschwächt wird. Vielmehr ist die erste Gewindeerhebung **4a** in radialer Richtung R angeschnitten, so dass sie durch den Gewindeanschnitt **7** in radiale Richtung R zur Mittellängsachse **6** der Klemmschraube **1** hin abgeflacht ist. Man erkennt, dass der Gewindeanschnitt **7** lediglich die erste Gewindeerhebung **4a** in radialer Richtung R anschneidet, wobei hingegen die zweite Gewindeerhebung **4b** nicht angeschnitten ist. Keine der Gewindeerhebungen **4a** und **4b** ist in axialer Richtung A angeschnitten. Umgekehrt betrachtet beginnt der Gewindeanschnitt **7** am Übergangsabschnitt **25** mit großer Höhe in axialer Richtung A und ist dann auslaufend ausgebildet und wird zur Stirnseite **22** hin immer dünner. Man kann also sagen, dass der Gewindeanschnitt der Steigung des Klemmschraubengewindes **2** folgt oder mit gleicher Steigung ausgebildet ist. Die kleinste Erstreckung **28** des Gewindeanschnitts **7** in axialer Richtung A ist in **Fig. 5** gekennzeichnet und beträgt nicht mehr als 0,5 mm.

[0044] Durch den Gewindeanschnitt **7** nach der Erfindung wird zum einen erreicht, dass sich die Verriegelungsschraube **1** auch dann einschrauben lässt, wenn der Tulpenkopf **14** durch von außen wirkende Kräfte elastisch nach innen verformt ist. Zum anderen kann so der Gewindeanschnitt **7** breit ausgebildet sein, so dass das Risiko einer Beschädigung des Anschnittes **7** und insbesondere der ersten Gewindeerhebung **4a** beim Einschrauben reduziert ist.

Bezugszeichenliste

1	Klemmschraube
2	Klemmschraubengewinde
3	Gewindeeinschnitt
3a	erster Gewindeeinschnitt
3b	zweiter Gewindeeinschnitt
4	Gewindeerhebung
4a	erste Gewindeerhebung
4b	zweite Gewindeerhebung

5	Klemmschraubengrundkörper
6	Mittellängsachse
7	Gewindeanschnitt
8	Absatz
9	Schulter
10	Gewindeflanke
11	Gewindeflanke
12	Spitze
13	Abschrägung
14	Tulpe, Aufnahmhülse
15	Pedikelschraube
16	Außengewinde, Knochengewinde
17	Werkzeugeingriff
18	Tulpengewinde
19	Loch
20	Hülsenwandabschnitt
21	Hülsenwandabschnitt
22	Stirnseite
23	Mantelfläche
24	Übergangsabschnitt
25	Teilbereich mit konstantem Radius
26	Übergang von 4 nach 24
27	Übergang von 24 nach 25
28	kleinste Erstreckung
29	zweiter Übergangsabschnitt
A	Axialrichtung
R	Radialrichtung
U	umfängliche Richtung
α	Winkelabschnitt
β	Winkelabschnitt

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2014/0350605 A1 [0007]
- US 7780706 B2 [0008]
- US 8257402 B2 [0009]

Patentansprüche

1. Klemmschraube (1) für ein Knochenschraubensystem, welches eine Knochenschraube (15) mit einer Tulpe (14), die eine Aufnahme für einen Längsträger zur chirurgischen Verbindung benachbarter Knochenschrauben (15) ausbildet, und mit einem Tulpengewinde (18) versehen ist, aufweist, wobei die Klemmschraube ein Klemmschraubengewinde (2) zur klemmenden Verriegelung des Längsträgers in der Aufnahme aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass das Klemmschraubengewinde (2) einlaufseitig einen radialen Gewindeanschnitt aufweist, an dem das Klemmschraubengewinde (2) in radialer Richtung reduziert oder, insbesondere vollständig, zurückgenommen ist.

2. Klemmschraube (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gewindeanschnitt (7) eine längsachsparallele Mantelfläche (23) aufweist.

3. Klemmschraube (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gewindeanschnitt (7) einen Übergangsabschnitt (24) aufweist, in dem die Mantelfläche (23) einen variierenden radialen Abstand in radialer Richtung (R) von der Längsachse (6) der Klemmschraube (1) aufweist.

4. Klemmschraube (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der radiale Abstand (R) der Mantelfläche (23) von der Längsachse (6) auslaufseitig des Übergangsabschnitts (24) dem Gewindeaußenradius entspricht und der radiale Abstand der Mantelfläche (23) von der Längsachse (6) einlaufseitig des Übergangsabschnitts (24) kleiner oder gleich dem Gewindekernradius ist.

5. Klemmschraube (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der radiale Abstand der Mantelfläche (23) des Übergangsabschnitts (24) von der Längsachse (6) im umfänglichen Verlauf kontinuierlich und/oder konstant ändert, insbesondere linear oder bogenförmig oder kreisbogenförmig ausgebildet ist.

6. Klemmschraube (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Übergangsabschnitt (24) in Umfangsrichtung über einen Winkelabschnitt α zwischen ca. 20° und ca. 180°, vorzugsweise zwischen ca. 40° und ca. 135°, bevorzugter zwischen ca. 60° und ca. 90° erstreckt.

7. Klemmschraube (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gewindeanschnitt (7) in einem Teilbereich (25) teilzylinderförmig mit konstantem radialen Abstand von der Längsachse (6) ausgebildet ist.

8. Klemmschraube (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der radiale Abstand der Mantelfläche (23) in dem Teilbereich (25) mit konstantem radialen Abstand kleiner oder gleich dem Gewindekernradius ist.

9. Klemmschraube (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der sich der Teilbereich (25) mit konstantem radialen Abstand in Umfangsrichtung über einen Winkelbereich β von mindestens 90°, vorzugsweise von 90° bis 180° erstreckt.

10. Klemmschraube (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gewindeanschnitt (7) dort endet, wo die Gewindespitze des Klemmschraubengewindes (2) einlaufseitig ihre normale Breite annimmt.

11. Klemmschraube (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gewindeanschnitt (7) der Steigung des Klemmschraubengewindes (2) folgend ausgebildet ist.

12. Knochenschraubensystem, mit:
einer Knochenschraube (15) mit einer Tulpe (14), die eine Aufnahme für einen Längsträger zur chirurgischen Verbindung benachbarter Knochenschrauben (15) ausbildet und mit einem Tulpengewinde (18) versehen ist, und
einer Klemmschraube (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche zum Einschrauben in das Tulpengewinde (18) und zur klemmenden Verriegelung des Längsträgers in der Aufnahme.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

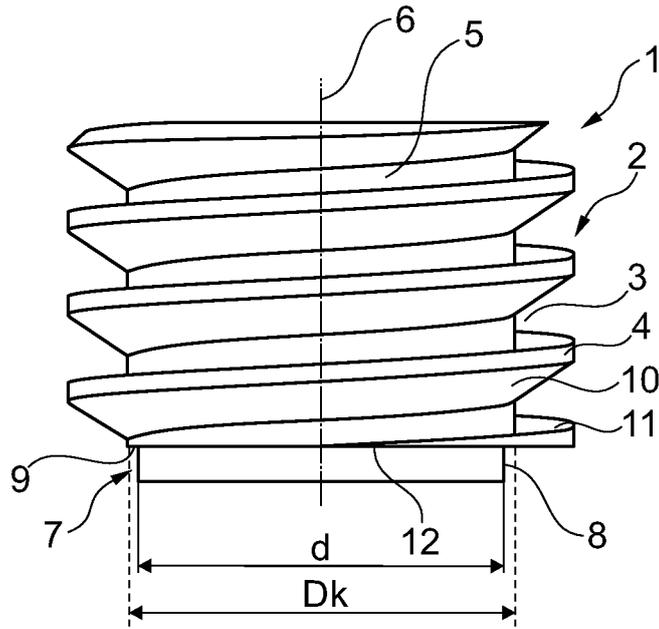


Fig. 1

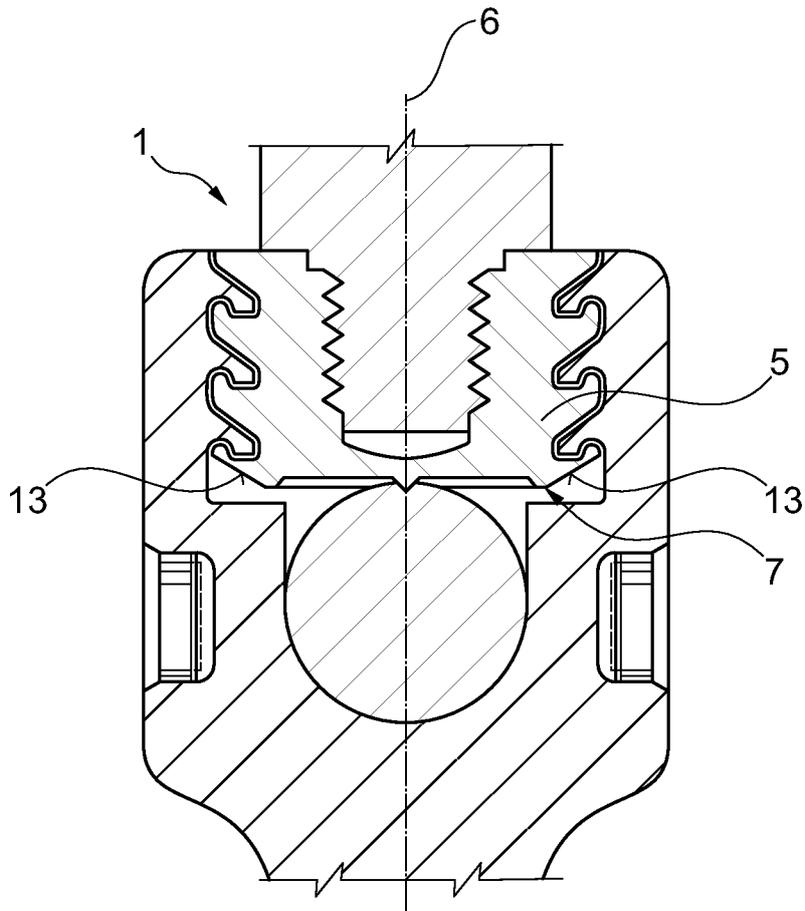


Fig. 2

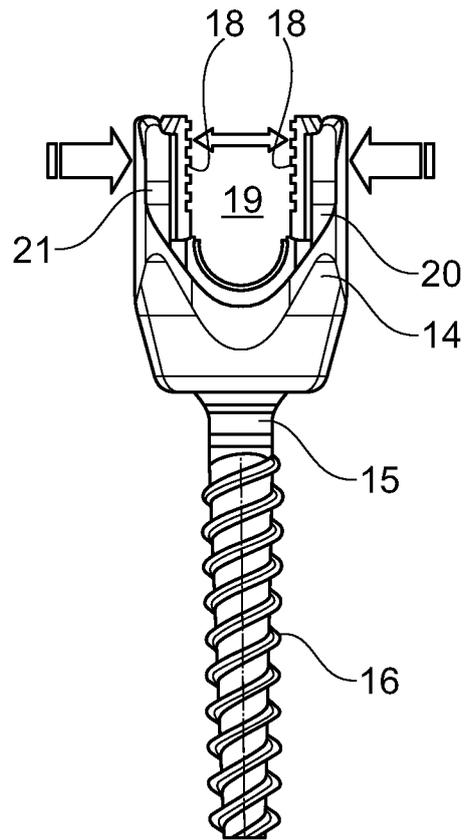


Fig. 3

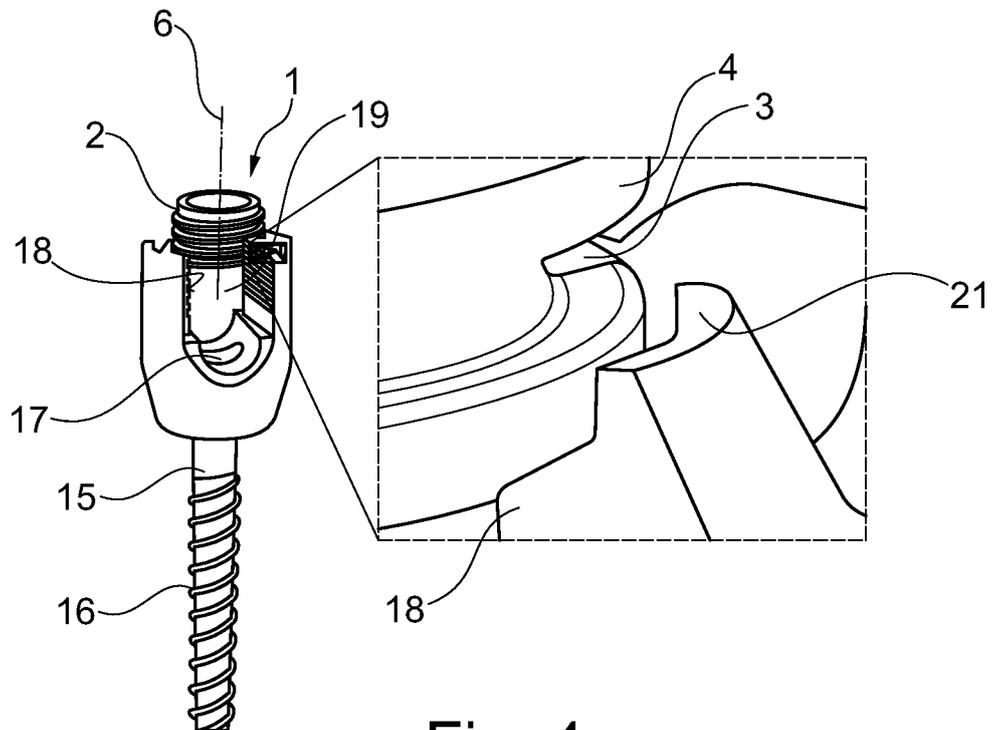


Fig. 4

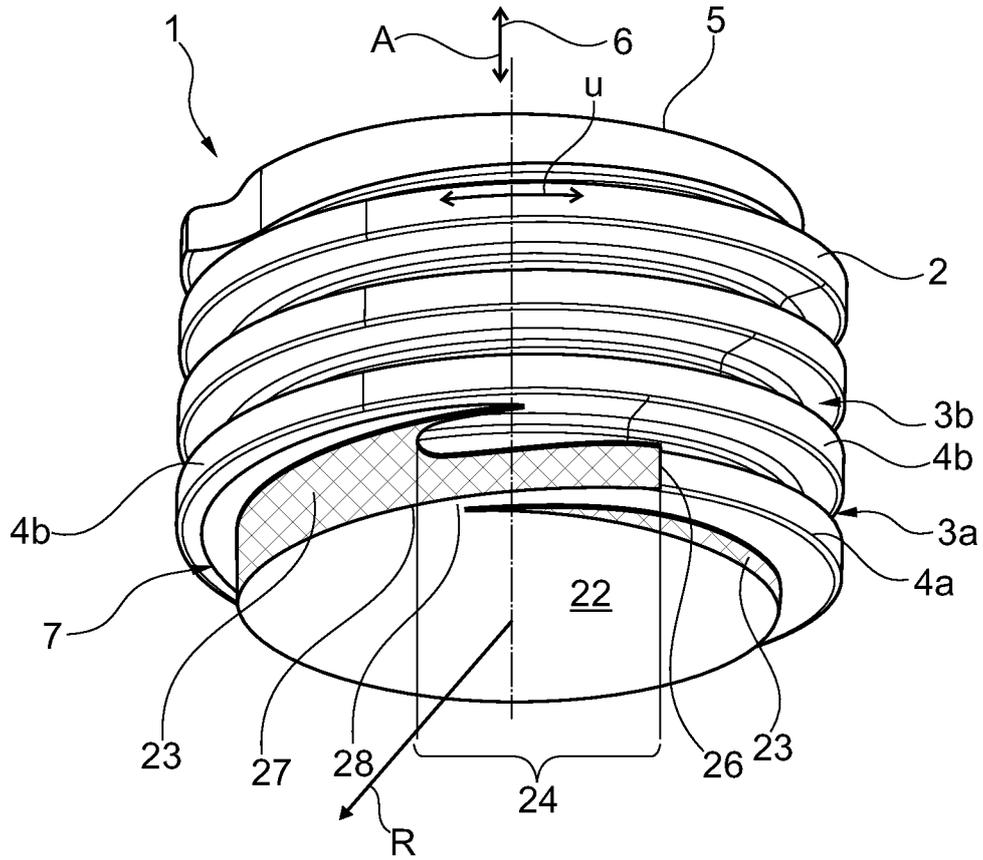


Fig. 5

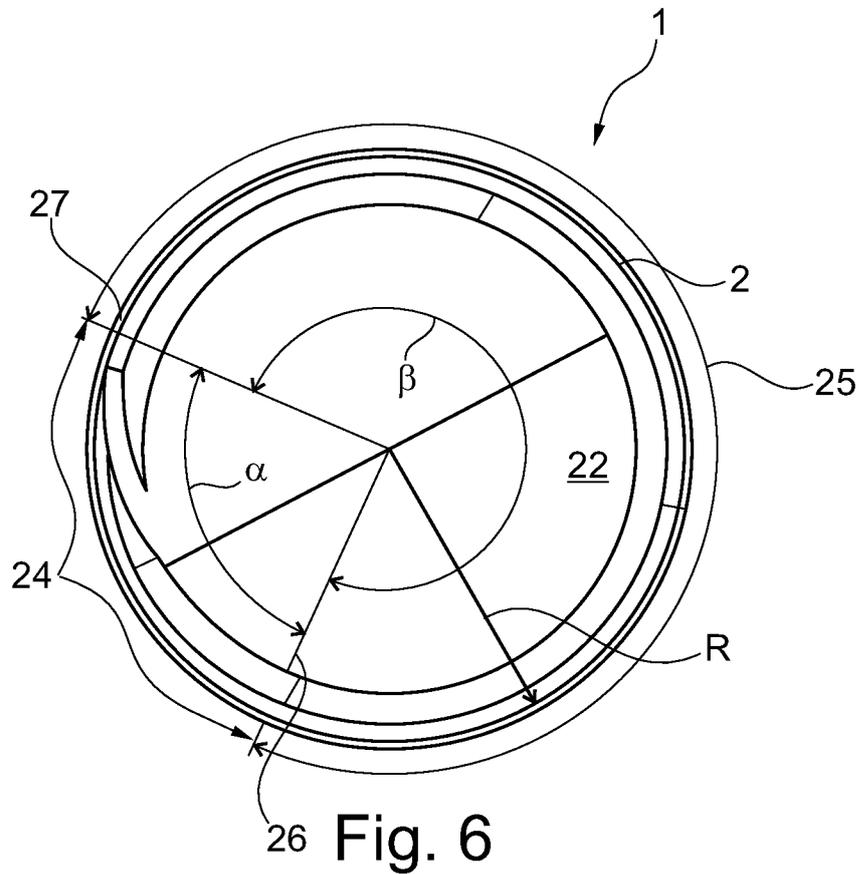


Fig. 6

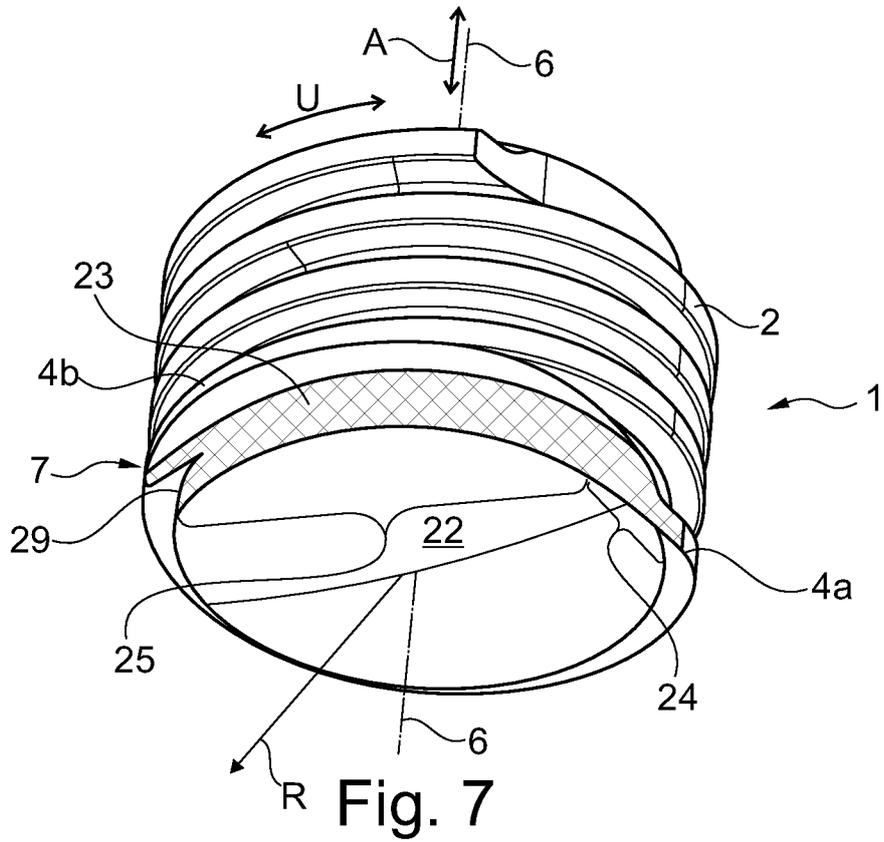


Fig. 7

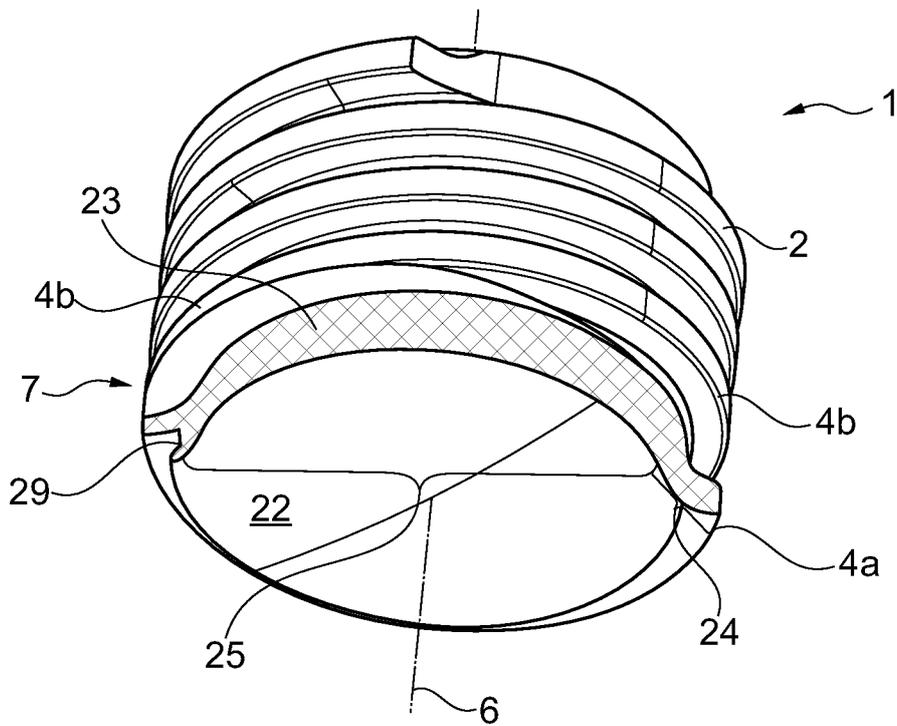


Fig. 8