



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 20 642 T2** 2006.05.04

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 066 805 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 20 642.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 113 471.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.06.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.01.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.06.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.05.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A61F 2/08** (2006.01)
A61B 17/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

9915550 03.07.1999 GB

(73) Patentinhaber:

Atlantech Medical Devices Ltd., Harrogate, GB

(74) Vertreter:

**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**Gerke, Peter, 42477 Radevormwald, DE; Hein,
Dietmar, 24159 Kiel, DE; Woods, Nicholas Paul,
Park, N Yorkshire HG3 1DH, GB; Reay-Young,
Clive Bruce, Park, N Yorkshire HG3 1DH, GB**

(54) Bezeichnung: **Knochenanker**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Knochenanker, insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, auf einen Knochenanker zur Fixierung von Transplantaten, z.B. zur Sehnen- oder Bänderfixierung.

[0002] Aufgrund der wachsenden Anzahl von Personen, die aktiv Sport betreiben, werden Verletzungen, bei denen Gewebe wie Sehnen oder Bänder reißen oder sich vom Knochen ablösen, immer häufiger. Chirurgische Techniken sind entwickelt worden, um gerissenes Weichgewebe zu rekonstruieren und es wieder an dem betroffenen Knochen zu befestigen. Eine der üblichsten Arten derartiger Verletzungen ist der vordere Kreuzbandriss. Das vordere Kreuzband verbindet den Oberschenkelknochen in der Mitte des Kniegelenks mit dem Schienbein. Die Rekonstruktion derartigen Gewebes beinhaltet im Allgemeinen das Ersetzen mit einem Transplantat, beispielsweise einer autologen oder künstlichen Sehne. Ein autologes Sehnentransplantat kann der Patellarsehne des Patienten entnommen werden, oder es kann alternativ der Halbsehnenmuskel verwendet werden. Eine typische Fixierungstechnik beinhaltet die Verwendung einer kreisförmigen Button-Fixierungs-Vorrichtung, die sich an der Außenseite des Oberschenkelknochens oberhalb des Knies befindet. Da ein gewisser Abstand zu der Stelle vorliegt, an der das Transplantat in dem Kniegelenk verwendet wird, werden chirurgische Nähte eingesetzt, um das Transplantat an dem Oberschenkelknochen-Button zu befestigen. Der Hauptnachteil dieser Technik ist, dass Schnitte durch die Haut und den Quadriceps-Muskel erfolgen müssen, was zu Beintrauma und einem kosmetisch unerwünschten Verfahren führt. Die US 5645588 beschreibt eine verbesserte Technik, bei der der Bänderanker durch einen Tunnel im Oberschenkelknochen, der von der Mitte des Knies aus durch den Oberschenkelknochen hindurch ausgebildet ist, geschoben werden kann, aber auch diese Technik beinhaltet noch die Verwendung von chirurgischen Nähten, die direkt an der Fixierungsvorrichtung an der Außenseite des Oberschenkelknochens oberhalb des Knies befestigt sind und durch die das Transplantat geschlungen wird, bevor es aus dem Tunnel im Oberschenkelknochen austritt und an dem Schienbein befestigt wird. Die Verwendung derartiger Techniken beinhaltet unweigerlich das Einführen potentieller Quellen des Lösens des Transplantats durch Dehnen der chirurgischen Naht. Dies kann zu einer Bewegung des Transplantats im Laufe der folgenden Mobilität des Patienten führen, was den Heilungs- und Transplantationsprozess behindert. Des Weiteren bringt die Verwendung chirurgischer Nähte das Binden von Knoten mit sich, die zu einer gewissen Folgedehnung der chirurgischen Naht führen, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass das Transplantat einer Dehnung unterliegt, die für den

beabsichtigten Zweck nicht angemessen ist. Es kann auch sein, dass die chirurgische Naht selbst der hohen Zugbelastung, der sie während der Benutzung ausgesetzt ist, nicht standhält. Die PCT/US97/22061 versucht, dieses Problem durch Bereitstellen eines Einselements mit Presspassung mit proximaler Öffnung, durch die ein Transplantat geschoben oder befestigt werden kann, zu lösen. Die Technik bringt das Befestigen des Endes der Vorrichtung mit Presspassung an dem zentralen Spongiosabereich des Knochens mit sich. Bedauerlicherweise ermöglicht dieser weichere Bereich des Knochens keine ausreichende Verankerung der Vorrichtung, um dem Zug, dem das Transplantat in Benutzung ausgesetzt ist, zu widerstehen.

[0003] Die US 5037422 bezieht sich ebenfalls auf das Verankern von chirurgischen Nähten zum Befestigen einer chirurgischen Naht an einem Bohrloch in einem Knochen. Die Vorrichtung ist an der Spongiosa befestigt gezeigt. Die Vorrichtung ist zur Verwendung bei der Fixierung von Weichgewebe an der Außenseite des Knochens vorgesehen, nicht zur Fixierung innerhalb des Bohrlochs selbst. Des Weiteren ist sie nicht zur Fixierung von Transplantaten geeignet und kann nur für chirurgische Nähte verwendet werden.

[0004] Eine Vorrichtung zur Fixierung von Transplantaten unter Verwendung chirurgischer Nähte ist in der EP 0 619 982 beschrieben, wobei der Anker einen Körper und eine Vielzahl von Widerhaken aufweist, die sich in axial fluchtender, umfangsseitig beabstandeter Beziehung zueinander um den Körper herum befinden. Die Widerhaken weisen eine normale Konfiguration auf, wobei sie sich von dem Ankerkörper nach hinten und radial nach außen zu äußeren Enden erstrecken, die sich normalerweise außerhalb eines länglichen Vorsprungs des größten geometrischen Durchmessers des Körpers quer zu seiner Längsachse befinden. Die Vorrichtung verwendet chirurgische Nähte und weist die vorher erörterten Nachteile auf. Des Weiteren beruht sie auf der Interferenz zwischen den Widerhaken und dem weichen Spongiosabereich.

[0005] Die US 5 632 748 zeigt eine Endosteal-Verankerungsvorrichtung zum Drücken eines Sehnentransplantats gegen eine Knochenoberfläche. Die Vorrichtung wird in die obere seitliche Kondylenoberfläche des Oberschenkelknochens eingeführt und weist einen Kopf auf, der an der äußeren Oberfläche des Oberschenkelknochens anschlägt und die Sehnen hält, sowie ein Element, das in dem Oberschenkelknochen ruht und eine Vielzahl von Stützelementen aufweist, die sich in die Spongiosa erstrecken, um den Anker weiter zu befestigen.

[0006] Die FR 2 725 615 zeigt einen zweiteiligen Anker, der ein Steckelement und ein Dosenelement aufweist. Das Dosenelement kann in einen Knochen-

tunnel eingeführt werden und weist an seiner Oberfläche Unebenheiten auf, um das Knochenwachstum anzuregen. Das Steckelement kann in das Doselement eingeführt werden, um das Doselement auszuweiten und es gegen die Knochenwand festzulegen.

[0007] Die US 5 707 395 zeigt einen zweiteiligen Knochenanker mit einer gezackten äußeren Oberfläche zur Festlegung gegen den Knochen. Der Hauptteil des Ankers weist ein Loch auf, in das ein Dübel eingeschraubt werden kann, um den Anker gegen die Oberfläche eines Knochentunnels aufzuweiten.

[0008] Die EP 0 317 406 zeigt einen Knochenanker, der eine verjüngte Form und eine gezackte Außenkante aufweist.

[0009] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Knochenanker nach dem Anspruch 1 bereitgestellt.

[0010] Ein weiterer Vorteil der Form des Kopfabschnitts ist es, dass sie es dem Weichgewebe ermöglicht, direkt durch das Ankerelement verankert zu werden, ohne dass verbindende chirurgische Nähte erforderlich sind.

[0011] Um die Funktion auszuführen, in Benutzung gegen die Innenfläche des kortikalen Knochens in dem Bereich um das Loch, das gebohrt worden ist, gedrückt zu werden, ist wenigstens ein Teil des Stützelements vorzugsweise breiter oder kann breiter gemacht werden als das Loch, das gebohrt worden ist.

[0012] Bevorzugt sind in dem Körper des Ankerelements Zugriffselemente vorgesehen, die einen Zugriff des Weichgewebes von der Außenseite des Elements auf das Loch in dem Knochen ermöglichen.

[0013] Die Zugriffselemente können in Form einer oder mehrerer Öffnungen vorliegen. Bevorzugt liegt jedoch das Stützelement in Form einer Anzahl von Beinen vor, die von dem Kopfabschnitt herabhängen, und ein Führungselement oder Abstand zwischen benachbarten Beinen ermöglicht den Zugriff von der Außenseite des Ankerelements auf das Loch in dem Knochen.

[0014] Bevorzugt erstreckt sich die Form des Kopfabschnitts wenigstens teilweise nach unten auf die Außenseite der Seiten des Ankerelements, um das längliche Weichgewebe zu führen und es vorzugsweise gegen die Wände des Knochenlochs zu drücken.

[0015] Vorteilhafterweise fördert dies die Transplantation des Weichgewebes an den umgebenden Knochen.

[0016] Bevorzugt erstreckt sich wenigstens der un-

terste Abschnitt des Stützelements am proximalen Ende des Ankerelements weiter nach außen als der Kopfabschnitt.

[0017] Das Stützelement kann wenigstens an seinem untersten Abschnitt radial nach innen elastisch verformbar sein, so dass durch Zusammendrücken der Seiten des Stützelements radial nach innen ein unterster Abschnitt, der breiter ist als das Knochenloch, leicht hindurchtreten kann, und wenn der Druck nachlässt, kann sich das Stützelement in dem Loch so ausdehnen, dass es gegen den Knochen zurückgedrückt wird, so dass die Unterseite an dem proximalen Ende des Stützelements gegen die Innenfläche des kortikalen Knochens im Bereich um das Loch herum anschlägt.

[0018] Die Beine können an ihrer Außenseite an dem proximalen Ende verdickt sein, um den breiteren untersten Abschnitt des Ankers zu bilden. Vorzugsweise ist das Ankerelement hohl und die Dicke der Unterseite an seinem proximalen Ende ist derart, dass in Benutzung der äußerste Abschnitt der Oberfläche gegen die Innenfläche des kortikalen Knochens um den Bereich des Lochs herum gedrückt wird, während der innerste Abschnitt der Oberfläche über das Loch vorsteht. Auf diese Weise gewähren die Abstände zwischen benachbarten Beinen, wenn das proximale Ende die Enden einer Anzahl von Beinen aufweist, Zugriff auf das Loch für zwischen benachbarten Beinen geführtes Gewebe. Alternativ oder zusätzlich kann das Stützelement, vorzugsweise durch Verwendung von Dehneinrichtungen, nach außen dehnbar sein.

[0019] Das Stützelement kann vorzugsweise mittels einer Keileinrichtung oder eines Dehnungswerkzeugs gedehnt werden. Das Stützelement weist bevorzugt eine Anzahl von Beinen auf, die von dem Kopfabschnitt herunterhängen, und das Dehnungswerkzeug oder die Keileinrichtung kann zwischen den Beinen angebracht sein, um die Beine in Bezug auf das Knochenloch radial nach außen zu drücken. Die Keileinrichtung kann in die Ankereinrichtung getrieben werden, um die Beine in Bezug auf das Loch radial nach außen zu drücken. Die Keileinrichtung kann nach Verwendung in dem Anker verbleiben. Die Keileinrichtung kann in Form eines Dübels vorliegen, es könnte jedoch auch jede beliebige geeignete Form verwendet werden, die von dem Anker zwischen den Beinen aufgenommen werden kann.

[0020] Bevorzugt hängen wenigstens drei Beine von dem Kopfabschnitt herab, bevorzugter wenigstens vier Beine; es ist am bevorzugtesten, wenn vier Beine von dem Kopfabschnitt herabhängen. Die Beine können über dem untersten Abschnitt miteinander verbunden und nur an dem proximalen Ende des Ankerelements voneinander beabstandet sein.

[0021] Vorzugsweise ist die Keileinrichtung enger als das gebohrte Loch, so dass in Benutzung der Zugriff auf das Loch radial nach außen von der Keileinrichtung möglich ist.

[0022] Bevorzugt weist der geformte Kopfabschnitt über dem distalen Ende des Ankerelements einen vertieften Abschnitt auf, der geeignet ist, längliches Weichgewebe wie Sehnen, Bänder oder deren Ersatz sicher aufzunehmen. Vorzugsweise weist der geformte Kopfabschnitt eine Führungseinrichtung über das distale Ende hinweg für das längliche Weichgewebe auf. Bevorzugt bildet der vertiefte Abschnitt einen Führungsabschnitt für das längliche Weichgewebe. Vorzugsweise gibt es zwei derartige Führungseinrichtungen oder -abschnitte, die einander bevorzugt in der Mitte der Außenseite des Kopfabschnitts kreuzen. Die beiden Führungsabschnitte liegen bevorzugt im Wesentlichen im rechten Winkel zueinander.

[0023] Der Kopfabschnitt kann die distalen Enden der Beine aufweisen, an denen letztere an ihren distalen Enden verbunden sind.

[0024] Typischerweise ist ein Führungskanal wenigstens teilweise zwischen benachbarten Beinen ausgebildet. An dem proximalen Ende, an dem die Beine getrennt sind, kann der Kanal durch die benachbarten Seiten benachbarter Beine und die Keileinrichtung zwischen den Beinen ausgebildet werden.

[0025] Der Kopfabschnitt kann durch Verbinden der Beine ausgebildet werden. Vorzugsweise durch Verbinden von wenigstens drei Beinen, bevorzugter durch Verbinden von wenigstens vier Beinen, am bevorzugtesten durch Verbinden von vier Beinen. Die Beine sind vorzugsweise gleich weit voneinander entfernt.

[0026] Der vertiefte Abschnitt kann durch die obere Fläche der Beine an dem distalen Ende ausgebildet werden. Vorzugsweise ist die obere Fläche jedes Beins nach unten auf die Mitte des Kopfabschnitts hin abgewinkelt, um dadurch den vertieften Abschnitt bereitzustellen, der verhindert, dass längliches Weichgewebe, das sich über dem Kopf befindet, in Benutzung von dem Kopf herunter rutscht.

[0027] Die Keileinrichtung kann bevorzugt durch eine geeignete Einrichtung in dem Ankerelement befestigt sein, die verhindert, dass sie in Benutzung heraustritt. Bei einigen Ausführungsformen kooperieren die Keileinrichtung und die Innenfläche der Beine in einer Nut- und Federanordnung. Die Nut kann sich an den Beinen oder an der Keileinrichtung befinden. Um den Eintritt des Keils zwischen die Beine zu erleichtern, ist die Feder im Allgemeinen an dem proximalen Ende um die Keileinrichtung herum angeordnet, und

auf der Innenseite der Beine befinden sich an deren proximalem Ende die Nuten.

[0028] Vorzugsweise erstrecken sich längliche Führungen nach unten entlang der Außenseite des Knochenankers, um längliches Weichgewebe zu führen. Bevorzugt sind die Führungen Vertiefungen in den Seiten des Knochenankers.

[0029] Der Bereich zwischen den Seiten benachbarter Beine bildet eine längliche Führung, um das längliche Weichgewebe von dem Kopfabschnitt zu dem Knochenloch zu führen.

[0030] Die Führung ist bevorzugt so ausgestaltet, dass sie die Gesamtstärke des länglichen Weichgewebes nur teilweise aufnimmt, so dass letzteres in Benutzung gegen die Wände des Lochs gedrückt wird, um die Transplantation zu unterstützen.

[0031] Vorzugsweise ist das Ankerelement so ausgebildet, dass eine auf den Kopfabschnitt aufgebrachte Druckkraft verursacht, dass sich die Beine nach außen spreizen. Die untere Fläche des proximalen Endes der Beine des Ankerelements ist bevorzugt gegen die Mittellinie des Ankerelements abgewinkelt, so dass das nach außen Spreizen der Beine eine Verkleinerung des Winkels bewirkt, bis die untere Fläche im Wesentlichen in derselben Ebene liegt wie der kortikale Knochen, an den sie anschlügt.

[0032] Vorteilhafterweise bewirkt dies in Benutzung, dass der Teil des proximalen Endes, der mit dem Knochen in Kontakt steht, flach an der Innenfläche des Knochens anliegt, um zusätzliche Kraft und Sicherheit zu gewährleisten. Vorzugsweise schlägt in Benutzung der radial äußerste Teil der unteren Fläche an dem Bereich der Innenfläche des kortikalen Knochens um das Loch herum an, und der innerste Teil erstreckt sich über das Loch in dem Knochen, um zusammen mit dem benachbarten Bein ein Ausgangsloch für das längliche Weichgewebe bereitzustellen, und um das Weichgewebe gegen den kortikalen Knochen des Lochs zu drücken, um die Transplantation zu erleichtern.

[0033] Beispiele länglichen Weichgewebes zum erfindungsgemäßen Einsatz umfassen Bänder oder Sehnen, insbesondere rekonstruierte Bänder oder Sehnen.

[0034] Die Erfindung kann bei einem Verfahren der Fixierung von Weichgewebe an Knochen mittels des Knochenankers verwendet werden. Insbesondere bei der Fixierung von Bändern oder Sehnen an einem geeigneten Gelenk, beispielsweise Knie, Ellenbogen oder Schulter. Die Erfindung ist besonders vorteilhaft bei der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands im Knie oder des hinteren Kreuzbands im Knie. Insbesondere die femorale Fixierung des rekonstruierten

Bands. Insbesondere die Fixierung am Schienbeinplateau (Intercondylar Notch) durch Befestigen des Knochenankers an der Innenfläche des kortikalen Knochens an dem Schienbeinplateau.

[0035] Vorzugsweise besteht der Knochenanker aus biokompatiblen Materialien. Das Material kann beispielsweise ein bioresorbierbares Material oder ein nicht-resorbierbares, beständiges Material sein. Derartige resorbierende Materialien können Trimethylencarbonat Copolymere, Polylactic Acid und Polyglykolsäure (Polyglycolic Acid) umfassen. Beispiele für nicht-resorbierbare Materialien umfassen Polyäthylen, Polypropylen, Polyester und Acetal-Homopolymer. Alternativ können Copolymere aller vorgenannten Materialien verwendet werden.

[0036] Eine Ausführungsform der Erfindung wird nun beispielhaft unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigt:

[0037] Fig. 1a eine Draufsicht auf einen Knochenanker gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0038] Fig. 1b eine Einzelheit einer Dübelbefestigungsnut gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0039] Fig. 1c eine Vorderansicht des Knochenankers der Fig. 1a;

[0040] Fig. 1d eine perspektivische Ansicht des Knochenankers;

[0041] Fig. 1e einen Querschnitt entlang der Linie K-K der Fig. 1a;

[0042] Fig. 1f einen Querschnitt entlang der Linie P-P der Fig. 1a;

[0043] Fig. 1g ein mögliches Sehnenprofil einer Sehne, die sich über dem Knochenanker befindet;

[0044] Fig. 2a einen erfindungsgemäßen Dübel;

[0045] Fig. 2b eine Detailansicht eines Teils der Feder an dem proximalen Ende des Dübels der Fig. 2a;

[0046] Fig. 3 einen Querschnitt durch einen Knochenanker, der an der Innenfläche des kortikalen Knochens befestigt ist; und

[0047] Fig. 4 eine Transplantats-Rekonstruktion eines vorderen Kreuzbands.

[0048] Unter Bezug auf die Fig. 1 und 2 weist ein Knochenanker 2 vier längliche flächengleiche Beine auf, die in Draufsicht kreuzförmig angeordnet sind. Jedes Bein hat einen im Allgemeinen nicht einheitlichen geradlinigen Querschnitt. Die Beine sind an dem oberen distalen Ende 4 des Knochenankers mit-

einander verbunden, gehen jedoch zu dem proximalen Ende 6 des Knochenankers hin auseinander. Nach dem Auseinandergehen führen die Innenflächen 8 (a – d) der Beine strahlenförmig nach außen, während sie sich zu dem proximalen Ende 6 erstrecken, so dass durch den Abstand zwischen den Beinen an der Innenseite des Knochenankers 2 ein Keilaufnahmesockel 10 ausgebildet wird. Die Außenflächen 12 (a – d) jedes Beins haben einen bogenförmigen Querschnitt, um das Bohrlochprofil genau aufzunehmen. Der Hauptteil dieser Oberfläche des Beins erstreckt sich parallel zu der entsprechenden Oberfläche des gegenüberliegenden Beins. An dem proximalen Ende 6 des Knochenankers 2 erstreckt sich jedoch die Oberfläche radial nach außen, um einen verdickten radialen Außenabschnitt 32 jedes Beins auszubilden, und sie erstreckt sich an dem distalen Ende 4 des Knochenankers 2 radial nach innen. Die untere Fläche 14 (a – d) jedes Beins ist an ihrem proximalen Ende 6 distal auf die Mittellinie des Knochenankers abgewinkelt, so dass sich einer darunterliegenden Knochenfläche eine ebene Fläche präsentiert, wenn sich die Beine 20–26 unter den an dem distalen Ende 4 des Knochenankers 2 wirkenden Druckkräften nach außen spreizen. Die Druckkraft wird durch längliche Transplantate bereitgestellt, die sich über dem distalen Ende 4 befinden und zwischen benachbarten Beinen des Knochenankers geführt werden. An dem distalen Ende 4 jedes Beins 20–26 ist die obere Endfläche des Beins proximal gegen die Mitte des Knochenankers abgewinkelt. Auf diese Weise ergibt sich an dem distalen Ende 4 des Knochenankers eine Vertiefung.

[0049] Die Seiten 28, 30 jedes Beins erstrecken sich parallel zueinander und sind im Allgemeinen entlang ihrer gesamten Länge planar. Die Seiten sind jedoch an dem proximalen Ende 6 des Knochenankers durch den nach außen verdickten Abschnitt 32, der sich auch umfangsseitig an dessen seitlichen Kanten erstreckt, verdickt. An dem distalen Ende der Beine sind die Seiten nach innen abgewinkelt, um an einem Scheitelbereich 34 aufeinander zu treffen. Die Linie des Scheitelbereichs selbst ist proximal gegen die Mitte des Knochenankers abgewinkelt, wie bereits beschrieben worden ist.

[0050] Aufgrund der beschriebenen Form des Knochenankers können zwei rekonstruierte Bänder oder Sehnen kreuzweise über dem distalen Ende 4 des Knochenankers 2 positioniert werden, so dass deren Hinterkanten nach unten auf den Knochenausgang zwischen benachbarten Beinen geführt werden. Auf diese Weise wird das rekonstruierte Band oder die rekonstruierte Sehne sicher zwischen benachbarten Beinen auf gegenüberliegenden Seiten des Knochenankers und in der Vertiefung über dem Kopf des Knochenankers an Ort und Stelle gehalten. Das andere rekonstruierte Band oder die andere rekonstruierte Sehne ist auf ähnliche Weise im rechten Winkel

zu dem ersten rekonstruierten Band oder der ersten rekonstruierten Sehne positioniert. Die Hinterkanten der rekonstruierten Bänder oder Sehnen können dann an dem proximalen Ende der Beine durch das Knochenloch hindurch heraustreten. Indem die Hinterkanten der so fixierten Bänder unter Spannung gelegt werden, wird auf den Knochenanker an dem distalen Ende eine Druckkraft aufgebracht. Dies bewirkt, dass die Beine **20–26** sich nach außen spreizen, damit die Beine fester in das Bohrloch eingreifen. Da das proximale Ende der Beine verdickt ist, wird ein Teil der unteren Fläche **14** gegen die Innenfläche des kortikalen Knochens gedrückt, durch den das Loch gebohrt worden ist. Das Spreizen der Beine bewirkt auch, dass die distal abgewinkelte untere Fläche **14** in eine Ebene mit der Innenfläche des kortikalen Knochens kommt, so dass eine flache Basis zum Verankern gegen den Knochen bereitgestellt wird.

[0051] Durch Platzieren des rekonstruierten Transplantats an der Außenseite des Knochenankers wird es dem Transplantat erleichtert, an die Wände des Bohrlochs und des kortikalen Knochens am Eingang des Tunnels verpflanzt zu werden. Des Weiteren wird durch Erhöhen des Zugs in dem Transplantat, was im Laufe der Folgebenutzung durch den Patienten auftreten kann, der Knochenanker in Bezug auf das Bohrloch und die Innenfläche des kortikalen Knochens nach außen gedrückt, was zu einer ausgeprägteren Fixierung führt.

[0052] In **Fig. 1g** ist gezeigt, dass das zwischen benachbarten Beinen **20, 26** befindliche Sehnenprofil dem Profil des Bohrlochs folgt. Durch sorgfältiges Konstruieren des Ersatztransplantats und/oder der Dimensionen des Knochenankers kann das Sehnenprofil **40** radial nach außen in das Bohrloch und den kortikalen Knochen am Ausgang gedrückt werden, was zu einer größeren Wahrscheinlichkeit der Transplantatsfixierung führt. **Fig. 2a** zeigt einen Dübel **50**, der so ausgestaltet ist, dass er genau in den zwischen den Innenflächen der Beine **20–26** ausgebildeten Dübelaufnahmehohlraum **10** passt. In Benutzung kann der Dübel nach der Knochenanker- und Bänderfixierung in den Dübelaufnahmehohlraum gedrückt werden. Eine umlaufende Feder **52** ist nahe der Basis des Dübels **50** ausgebildet, und eine entsprechende gut passende Nut **54** ist an entsprechender Höhe an der Innenfläche jedes Beins **20–26** ausgebildet. Wenn der Dübel weiter in den Dübelaufnahmehohlraum **10** gedrückt wird, wird die Feder **52** schließlich in die an der Innenseite jedes Beins ausgebildeten Nuten **54** eingesteckt, so dass der Dübel im Folgenden nicht von seiner Position entfernt wird. Der Dübel hat zwei Vorteile, nämlich, dass er verhindert, dass die Beine nach innen kollabieren, und dass er die Beine so weit radial nach außen drücken kann, wie es ihre Ausgestaltung erlaubt.

[0053] Die **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen einen Knochen-

anker **60** der vorher in Bezug auf die **Fig. 1** und **2** beschriebenen An im Querschnitt mit rekonstruierten vorderen Kreuzbändern **88** in Position.

[0054] Ein Verfahren zum Befestigen eines Transplantats ist das bei der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands oder des hinteren Kreuzbands verwendete Verfahren. Zunächst wird am Schienbeinplateau (Intercondylar Notch) eine Notchplastik durchgeführt. Diese Technik ist im US-Patent Nr. 5139520 (Rosenberg) beschrieben, worauf hier Bezug genommen wird, und ist dem Fachmann bekannt. Typischerweise wird eine Bohrerführung verwendet, um einen tibialen Kanal **68** auszubilden. Die an der femoralen Oberfläche erforderliche isometrische Position wird unter Verwendung herkömmlicher chirurgischer Techniken lokalisiert, und ein stirnseitig geschlossener Sockel **70** wird in dem Oberschenkelknochen ausgebildet, der sich mit dem für die Fixierung des vorderen Kreuzbands erforderlichen Winkel von dem Schienbeinplateau (Intercondylar Notch) aus erstreckt. Die Länge des Sockels ist relativ kurz, nämlich in der Größenordnung von 2–3cm. Ein Paar rekonstruierter Bänder wird dann wie vorher beschrieben über dem Knochenanker positioniert. Der Knochenanker wird dann mit den positionierten Bändern wie in **Fig. 3** dargestellt in den Schienbein-Sockel **70** eingeführt. Herkömmliche Techniken können dann durchgeführt werden, um die Hinterenden **72, 74** am Schienbein zu befestigen.

[0055] **Fig. 3** zeigt einen Knochenanker **76**, der dieselbe Konstruktion aufweist wie der in den **Fig. 1** und **2** beschriebene Knochenanker. Die proximalen Oberflächen **78** des Knochenankers **76** schlagen an dem radial äußersten Abschnitt der Oberfläche an der Innenfläche **80** des kortikalen Knochens **82** an, durch den ein Loch **84** gebohrt worden ist. Der radial innerste Abschnitt der Oberfläche des proximalen Endes **78** erstreckt sich über das Loch **84**. Der Knochenanker **76** ist vor der Einführung des (nicht gezeigten) Dehnungsdübels gezeigt, der komplett in einen Dehnungsdübelsockel **86** einzuführen ist, der zwischen den Innenflächen der Beine unter dem Kopfabschnitt **94** ausgebildet ist. Das Einführen des Dehnungsdübels soll bewirken, dass die proximalen Enden **78** des Knochenankers **76** sich radial ausdehnen und den Anteil der proximalen Endfläche **78** erhöhen, die gegen die Innenfläche **80** des kortikalen Knochens **82** anschlägt. Des Weiteren wird während der chirurgischen Operation das rekonstruierte vordere Kreuzband **88** bis zu dem erforderlichen Grad gespannt, was dazu führt, dass die Beine sich radial dehnen, wodurch der Knochenanker **76** weiter an seiner Position festgelegt wird. Wie aus **Fig. 3** sehr deutlich hervorgeht, führt das Kanalisieren des rekonstruierten Bands **88** um die Außenfläche des Knochenankers **76** herum dazu, dass das Band in direkten Kontakt mit der Spongiosa **90** und dem kortikalen Knochen **92** kommt, was den Transplantationsprozess fördert.

Des Weiteren liegt aufgrund des Fehlens von chirurgischen Nähten, die das rekonstruierte Band **88** an dem Knochenanker **76** befestigen, ein reduziertes Risiko der Längsbewegung des rekonstruierten Bands **88** während der Benutzung vor, was die Wahrscheinlichkeit weiter erhöht, dass das Transplantat angenommen wird. Als weiterer Vorteil verhindert das Fehlen chirurgischer Nähte auch das Versagen des Bänderankers in Benutzung.

Patentansprüche

1. Knochenanker, der zur Fixierung von Weichgewebe an Knochen geeignet ist, mit einem Ankerelement (**2**, **76**), das an seinem distalen Ende einen Kopfabschnitt (**4**) aufweist, dessen Äußeres so geformt ist, dass es Weichgewebe entlang des Ankerelements lokalisiert, gekennzeichnet durch ein Stützelement (**6**, **78**) an seinem proximalen Ende, wobei das Stützelement (**6**, **78**) gegen die Innenfläche des kortikalen Knochens (**82**) gedrückt wird, wenn auf das Weichgewebe eine Zugkraft ausgeübt wird.

2. Knochenanker nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Stützelement (**6**, **78**) in Form einer Anzahl von Beinen (**20-26**) vorliegt, die von dem Kopfabschnitt (**4**) ausgehen.

3. Knochenanker nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Äußere des Kopfabschnitts (**4**) so ausgestaltet ist, dass es im Gebrauch das längliche Weichgewebe gegen die Wände des Knochenlochs drückt.

4. Knochenanker nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Stützelement (**6**, **78**) wenigstens an einem untersten Abschnitt nach innen radial elastisch verformbar ist.

5. Knochenanker nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ankerelement hohl ist.

6. Knochenanker nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Stützelement (**6**, **78**) nach außen dehnbar ist.

7. Knochenanker nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Äußere des Kopfabschnitts (**4**) zwei Führungseinrichtungen aufweist, die einander in der Mitte der Außenseite des Kopfabschnitts (**4**) überkreuzen.

8. Knochenanker nach Anspruch 7, wobei die beiden Führungseinrichtungen im Winkel zueinander angeordnet sind, um im Gebrauch das jeweilige längliche Weichgewebe zu trennen.

9. Knochenanker nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei ein Führungskanal wenigstens teilweise zwischen benachbarten Beinen ausgebildet ist.

10. Knochenanker nach einem der Ansprüche 2 bis 9, wobei die distalste Oberfläche jedes Beines (**20** bis **26**) proximal gegen die Mitte des Kopfabschnitts (**4**) abgewinkelt ist, um dadurch einen zurückgesetzten Abschnitt (**34**) zu bilden, der verhindert, dass längliches Weichgewebe, das sich über dem Kopfabschnitt (**4**) befindet, im Gebrauch von dem Kopfabschnitt (**4**) heruntergleitet.

11. Knochenanker nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Äußere des Kopfabschnitts (**4**) Führungskanäle aufweist, die sich an der Außenseite des Knochenankers nach unten erstrecken, um längliches Weichgewebe darin zu führen.

12. Knochenanker nach Anspruch 11, wobei die Führungskanäle so ausgestaltet sind, dass sie die Gesamtstärke eines länglichen Weichgewebes nur zum Teil aufnehmen.

13. Knochenanker nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ankerelement (**2**) so ausgestaltet ist, dass eine in proximaler Richtung auf den Kopfabschnitt (**4**) aufgebrachte Druckkraft dazu führt, dass sich die Beine (**20** bis **26**) nach außen spreizen.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

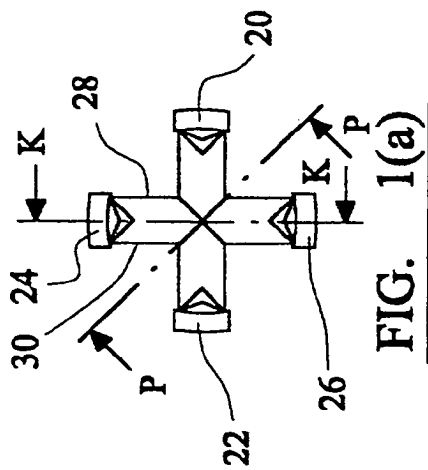


FIG. 1(a)



FIG. 1(b)

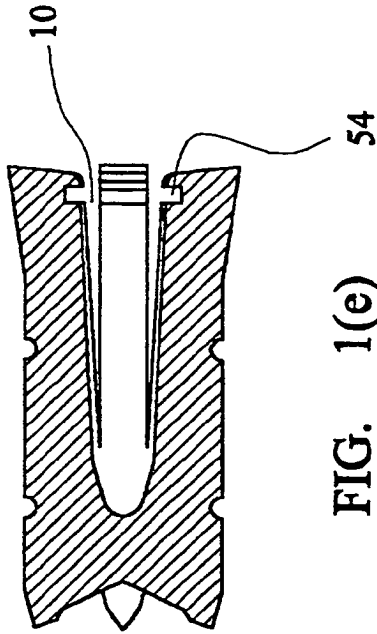


FIG. 1(e)

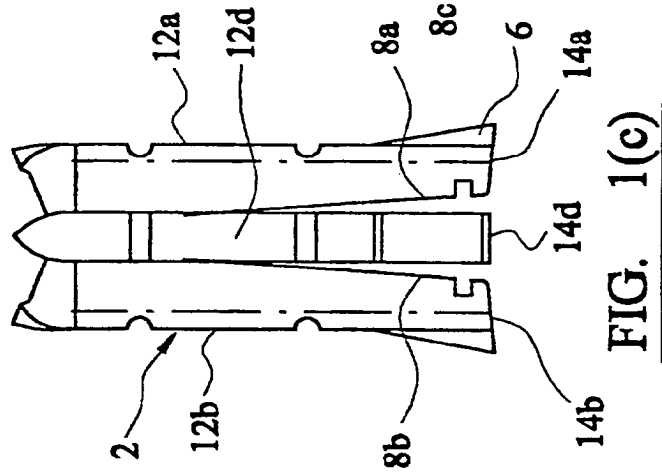


FIG. 1(c)

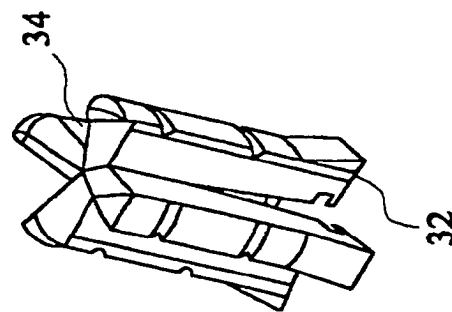


FIG. 1(d)

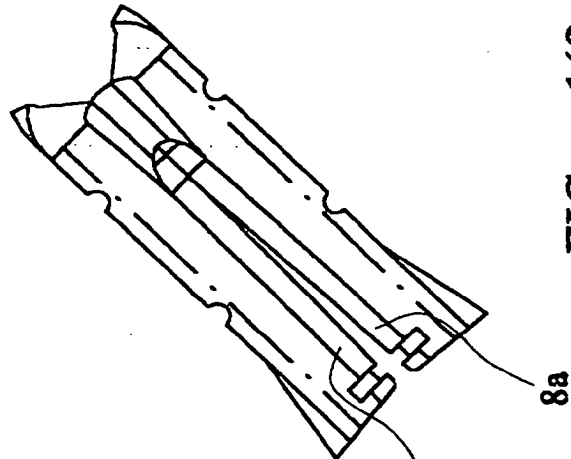


FIG. 1(f)



FIG. 1(g)

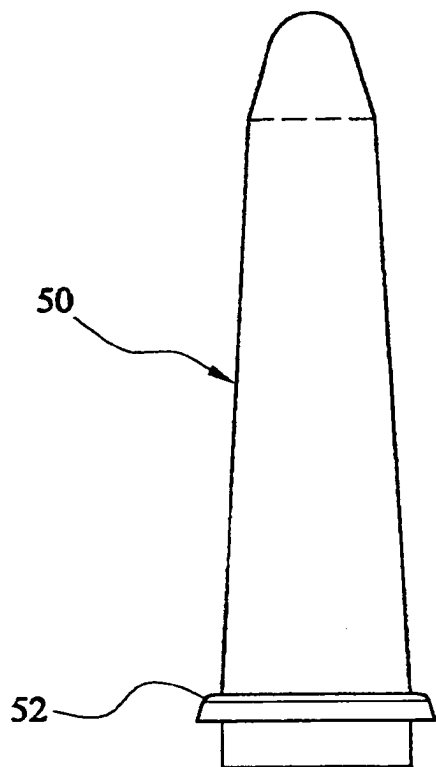


FIG. 2(a)

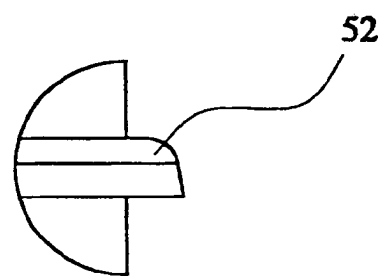


FIG. 2(b)

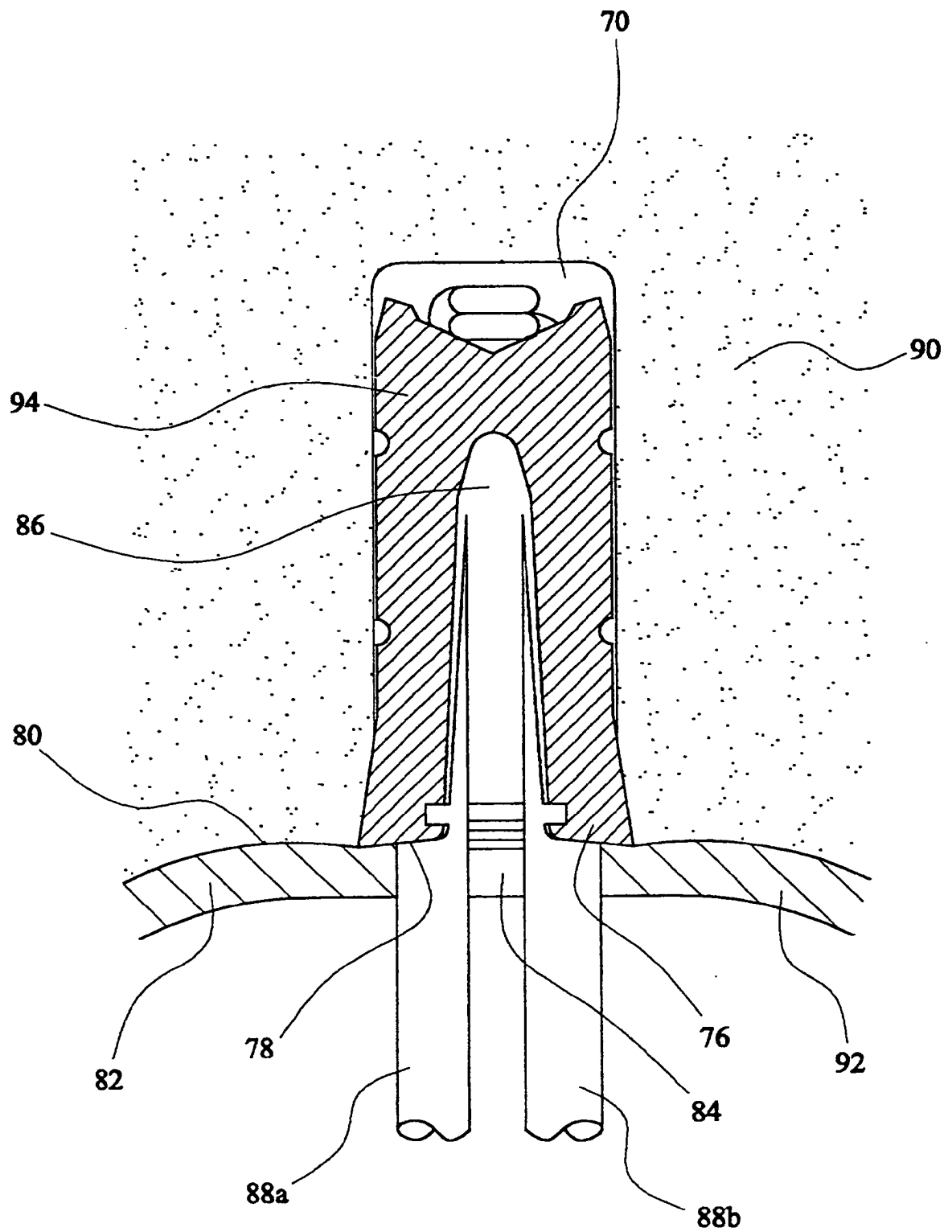


FIG. 3

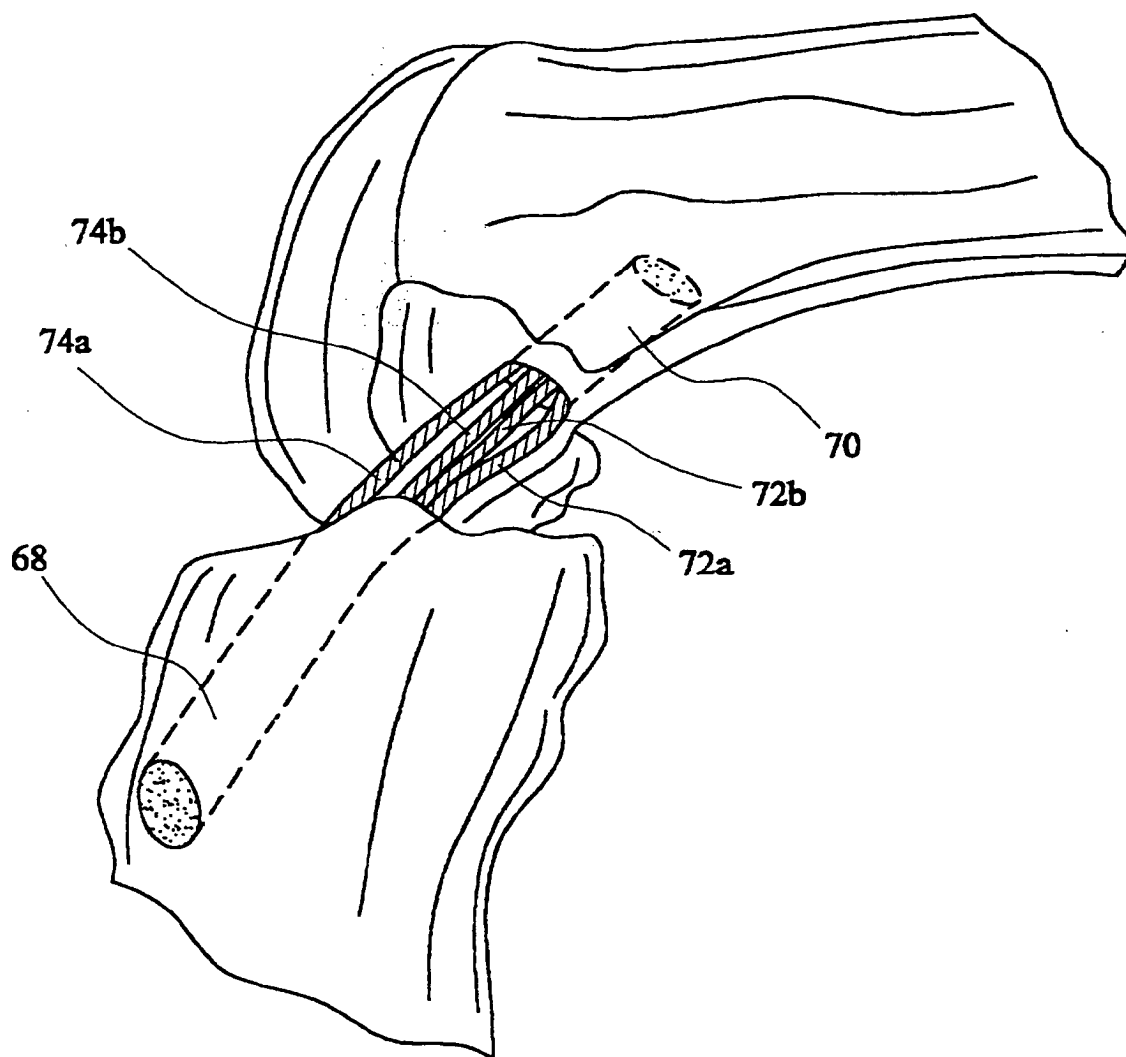


FIG. 4