



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 008 024 T2 2008.04.24**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 563 795 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 008 024.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 258 131.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.12.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.08.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.04.2008**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 17/17 (2006.01)**
A61B 17/16 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

748443 30.12.2003 US

(73) Patentinhaber:

DePuy Products, Inc., Warsaw, Ind., US

(74) Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IS, IT, LI, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,
SE, SI, SK, TR**

(72) Erfinder:

**Christie, Michael J., Nashville, TN 37220, US;
Jones, Michael C., North Webster, IN 46555, US;
Parker, Brad A., Warsaw, IN 46582, US; Shrack,
Derek A., Leesburg, IN 46538, US; DeBoer, David
K., Franklin, TN 37067, US; Smith, Steven W.,
Bellaire, Maryland 21015, US; Jagers, Chuck W.,
Warsaw, IN 46580, US; Rogers, James R., Winona
Lake, IN 46590, US**

(54) Bezeichnung: **Geräte zum minimal-invasiven Fräsen von Knochen**

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 Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der künstlichen Gelenksprothesen und besonders auf ein verbessertes Gerät zum Ausfräsen einer präzisen Aushöhlung, um eine Prothese aufzunehmen.

[0002] Bei der Implantation von Prothesestämmen, wie zum Beispiel Hüftsstämmen, ist die akkurate Aufarbeitung des Knochens oder intramedullären Kanals besonders wichtig, um einen guten Kontakt zwischen dem Prothesenschaft und dem Knochen zu gewährleisten. Die zugrunde liegende Idee hinter der präzisen Aufarbeitung ist, dass eine präzise Knochenumhüllung die Aussparungen zwischen dem Implantat (d. h. der Prothese oder Prothesenkomponente) und dem Knochen vermindert, wodurch der/die anfängliche sowie langzeitige Knocheneinwuchs/Fixierung verbessert wird. Der Knochenkanal wird gegenwärtig zur Implantation eines Prothesenschafts durch Bohren und Fräsen eines herausgeschnittenen Endes eines Knochens, wie zum Beispiel eines Femurs, und dann durch Herstellung einer Fläche neben dem ausgebohrten Loch hergestellt, um eine Ablage für den Prothesestamm oder eine proximale Hülse, die an den Stamm eines modularen Prothesensystems gekoppelt ist, bereitzustellen.

[0003] Modulare Prothesensysteme, die proximale Hülsen, Schäfte, Hälse und Kopfstücke, wie zum Beispiel das modulare Hüftsystem verwenden, das unter dem Handelsnamen S-ROM von DePuy Orthopaedics Inc. verkauft wird, geben dem Chirurgen eine bessere Steuerung in die Hand, wobei sie Lösungen für eine Vielzahl von chirurgischen Szenarios, von einer ersten vollständigen Hüftarthroplastik (THA) bis zu der komplexen Überarbeitung und den DDH-Herausforderungen, zur Verfügung stellen. Solche Systeme stellen auf Grund der vorgesehenen Vielzahl von Schäften, Hülsen, Hälsen und Kopfstücken, die in einer großen Anzahl von Konfigurationen zusammengestellt werden können, eine derartige Vielseitigkeit bereit.

[0004] Die Vorbereitung der Fläche neben dem ausgebohrten Loch kann durch Ausräumen oder Fräsen erreicht werden. Reibahlen oder Feilen, haben Einschränkungen, wenn sie für die Aufbereitung des Knochens verwendet werden. Eine solche Einschränkung ist das Risiko eines Bruchs während des Ausräumens. Da das Ausräumen durch Hämmern der Reibahle in den Knochen durchgeführt wird, neigt der Knochen dazu, zu brechen. Außerdem haben sowohl Reibahlen und Feilen die Tendenz, bei härteren Knochenabschnitten abgelenkt zu werden, so dass sie nicht eine derartig präzise dreieckige Aushöhlung schaffen, wie sie durch ein Frässystem hergestellt werden kann. In einer Studie, die eine innige Füllung mit mit Robotern gefrästen Femura verglich, fand Paul et al. heraus, dass das Ausräumen den trabeku-

lären Knochen zerbrach, während die Herstellung des femoralen Kanals mit Reibahlen gleich bleibend akkurater war. Paul et al. „Development of a Surgical Robot for Cementless Total Hip Arthroplasty.“ Clinical Orthopaedics and Related Research 285 Dec. 1992: 57-66.

[0005] Daher ist das Fräsen gegenwärtig bei vielen orthopädischen Anwendungen das bevorzugte Verfahren zur Knochenaufbereitung, weil es ein äußerst präzises Verfahren zur Knochenaufbereitung darstellt. Eine Einschränkung bei den heutigen Frässystemen ist, dass sie typischerweise so geformt sind, dass die Antriebswelle sich unter einem Winkel im Verhältnis zu dem Rest des Rahmens vom Ende des Frässhneidemittels, das den Knochen fräst, erstreckt. Ein ziemlich breiter Einschnitt ist erforderlich, um solche Fräsanordnungen aufzunehmen. Ein typischer Einschnitt zur Aufbereitung eines Femurs für einen vollständigen Prothesenhüftersatz unter Verwendung eines dreieckigen Standardfrässystems ist 22,9 cm (9 Zoll) lang. Es ist nicht ungewöhnlich, Einschnitte von einer Breite bis zu 30 cm (12 Zoll) bei einem vollständigen Hüftersatzverfahren zu verwenden.

[0006] Ein dreieckiges Standardfrässystem umfasst typischerweise eine Frähülse, einen Fräsrahmen und ein Frässhneidemittel mit einem Ende, das für eine Kopplung mit einem Bohrer geformt ist. Ein typischer Fräsrahmen und ein Frässhneidemittel sind in der US-5540694 offenbart. Dieser Fräsrahmen erlaubt ein präzises Fräsen des dreieckigen Kanals durch ein Frässhneidemittel, das unter einem Winkel in Bezug auf den Schaft des Rahmens gehalten wird. Der dreieckige Kanal erleichtert ein genaues Anpassen einer proximalen Hülse, die die Belastung, die von der Prothese wahrgenommen wird, gleichmäßig verteilt und eine Drehstabilität zur Verfügung stellt. Um jedoch diesen Fräser aufzunehmen, ist es notwendig, einen ziemlich breiten Einschnitt zu machen, der aus kosmetischen oder anderen Gründen unerwünscht ist.

[0007] Der breite Einschnitt ist erforderlich, weil das Frässhneidemittel eine fixierte, ungeschützte Eingangswelle für die Verbindung mit und/oder für die Aufnahme einer Triebkraft (d. h. eines Drehvermögens) von einem Bohrer oder einer ähnlichen Vorrichtung umfasst. Die frühere Reibahle ist in der Lage, eine Drehaufnahmeleistung in Bezug nur auf eine einzige Richtung anzunehmen. Typischerweise befindet sich diese Richtung bei 0° (d. h. „geradeaus“) in Bezug auf die Reibahle, die sich näherungsweise bei 32° in Bezug auf den Schaft des Fräsrahmens befindet. Daher ist nicht nur die Richtung der Eingangsleistung beschränkt, sondern beschränkt dies wiederum den Winkel, unter dem die Reibahle an dem Patienten verwendet werden kann. Da sich die Eingangswelle und der daran gekoppelte Bohrer seitlich

über die Kante des Fräsrahmens erstreckt, muss ein Einschnitt, der im Wesentlichen breiter als die Breite des Rahmens ist, vorgenommen werden, um die Reibahle, den Rahmen und den Bohrer während der Operation aufzunehmen. Da die Eingangswelle ungeschützt ist, muss der Einschnitt breit genug sein, um die Reibahle, den Rahmen, die Eingangswelle und den Bohrer aufzunehmen, ohne das die Eingangswelle in weiches Gewebe eingreift.

[0008] US-5643271 offenbart eine gewinkelte Oberflächenführung, die bei einer Korrekturoperation an einer Feile angebracht werden kann, um mediales Knochengewebe in der Nähe der Feile zu entfernen. Die Führung hat ein universelles Gelenk in der Antriebswelle zwischen einer Antriebsvorrichtung und dem Schneidekopf. Das universelle Gelenk ist in einem gewinkelten Gehäuse angeordnet, das den Winkel zwischen den Teilen der Antriebswelle definiert.

[0009] WO-92/10138 umfasst eine Vorrichtung zum Formen einer Knochenaushöhlung, die einen Rahmen umfasst, der einen gekrümmten Stab, eine Vielzahl von Schneidezähnen, die auf den Stab montiert sind und eine Antriebsvorrichtung, die mit einem Ende der Zähne verbunden ist, stützt. Die Schneidezähne sind miteinander verbunden, so dass sie ein unterteiltes Schneidemittel bilden, und so dass sie so hergestellt werden können, daß sie unter dem Einfluss der Antriebsvorrichtung auf dem gekrümmten Stab rotieren.

[0010] EP-A-1348384 offenbart eine Vorrichtung zum Fräsen eines Knochens entlang einer Kurve, die einen Rahmen, der relativ zu der Knochenachse angeordnet sein kann, und eine Stütze umfasst, die sich von dem Rahmen zum Stützen eines drehenden Reibahlenwerkzeuges, zum Schneiden eines Knochens entlang eines gekrümmten Pfades, der im Allgemeinen gegenüber der Knochenachse geneigt ist, erstreckt. Das Reibahlenschneidemittel hat ein universelles Gelenk, mit dem es an eine Antriebsvorrichtung angeschlossen werden kann.

[0011] Im Hinblick auf das obige, wäre es wünschenswert, über einen Knochenfräser oder eine geführte Reibahle zu verfügen, die bei einem chirurgischen Verfahren in einen engeren Einschnitt passen würde.

[0012] Es wird ein Frässystem zur Herstellung einer Aushöhlung in einem Knochen offenbart. Die Aushöhlung weist einen Querschnitt auf, der ein im Wesentlichen dreieckiges Profil mit einer ersten Seite, die im Allgemeinen parallel zu einer Achse des Knochens ist, und einer zweiten Seite hat, die einen spitzen Winkel mit der ersten Seite bildet. Die Aushöhlung grenzt an eine bereits existierende konische Aushöhlung in dem Knochen. Das System umfasst eine Antriebswelle, einen Rahmen zum Halten eines

Schneidemittels und ein Schneidemittel zum Schneiden der Aushöhlung. Die Antriebswelle weist eine Achse, ein proximales Ende, das für eine Kopplung an ein Antriebsmittel konfiguriert ist, und ein distales Ende auf, das konfiguriert ist, so dass es einen Teil eines Antriebsgelenks für eine Kopplung der Antriebswelle mit einem Schneidemittel bildet. Der Rahmen umfasst einen Schaft mit einer Längsachse und eine Schneidemittelhalterung für eine Montage eines Schneidemittels unter einem ersten Winkel, der dem spitzen Winkel im Verhältnis zum Schaft angenähert ist. Die Halterung umfasst eine Stütze, die sich seitlich von dem Schaft zu einem Lager erstreckt, das konfiguriert ist, um einen Teil eines Schneidemittels aufzunehmen und um das aufgenommene Schneidemittel bei einer Drehung unter dem ersten Winkel orientiert zu halten. Das Schneidemittel weist einen Kopf auf, der konfiguriert ist, um einen Teil eines Antriebsgelenks zur Kopplung des Schneidemittels mit einer Antriebswelle zu bilden. Die Antriebswelle ist an das Schneidemittel gekoppelt, um ein Antriebsgelenk zu bilden. Das Schneidemittel wird in der Halterung unter dem ersten Winkel aufgenommen und die Achse der Antriebswelle bildet mit der Längsachse einen zweiten Winkel, der kleiner als der erste Winkel ist. Die Vorrichtung umfasst auch eine Hülse, die eine Längsachse und eine Schaft-aufnehmende Aushöhlung zum Aufnehmen eines Rahmens definiert. Der Schaft wird von der Schaft-aufnehmenden Aushöhlung aufgenommen und kann sich entlang der Längsachse in Bezug auf die Hülse bewegen.

[0013] Ein Verfahren zum Schneiden einer dreieckigen Aushöhlung in einem Knochen umfasst die Schritte des Bereitstellens eines Schneidemittels mit einem Schneidemittellager, das Bereitstellen eines Rahmens, das Einsetzen des Schneidemittellagers in den Rahmen beim Einschneiden in den Patienten, das Bereitstellen einer Antriebswelle und das Schneiden der Aushöhlung. Das vorgesehene Schneidemittel umfasst eine Schneideoberfläche mit einem äußeren Durchmesser und einem Schneidemittellager an einem Ende der Schneideoberfläche mit einem äußeren Durchmesser der größer als der äußere Durchmesser der Schneideoberfläche ist. Der vorgesehene Rahmen hat einen Schaft, der relativ zu dem Knochen, der aufbereitet werden soll, bewegbar ist, wobei der Schaft ein Rahmenlager umfasst, das komplementär zu dem Schneidemittellager ist, und das einen inneren Durchmesser aufweist, der größer als der äußere Durchmesser der Schneideoberfläche des Schneidemittels ist, und konfiguriert ist, das Lager unter einem ersten spitzen Winkel in Bezug auf den Schaft zu halten. Der Schaft hat eine Breite, die sich zwischen dem Schaft und dem Lager erstreckt.

[0014] Das Einsetzen des Schneidemittellagers in dem Rahmen wird durch das Hindurchführen der Schneideoberfläche des Schneidemittels durch das Rahmenlager und durch das Eingreifen des Rah-

menlagers in das Schneidemittellager bewerkstelligt. Das Einschneiden geschieht neben dem Knochen, der aufbereitet werden soll, um einen Einschnitt mit einer Länge von näherungsweise der Breite des vorgesehenen Rahmens zu bilden. Die vorgesehene Antriebswelle umfasst Teile, die konfiguriert sind, an das Schneidemittel zu koppeln und es anzutreiben, wenn die Antriebswelle unter einem zweiten Winkel in Bezug zu dem Schaft angeordnet ist, wobei der zweite Winkel kleiner als der erste Winkel ist. Die Aushöhlung wird durch Antreiben des Schneidemittels mit der Antriebswelle, die unter dem zweiten Winkel angeordnet ist, und durch Bewegungen des Rahmens relativ zu dem Knochen geschnitten.

[0015] Die offenbarte dreieckige Fräse ist konfiguriert, um die Größe des Einschnitts zu reduzieren, der für die Aufbereitung des Knochens mit einer Reibahle oder einem Fräswerkzeug erforderlich ist, um einen Protheseschaff darin aufzunehmen. Der offenbarte dreieckige Fräsrahmen umfasst eines oder mehrere der folgenden Merkmale, entweder alleine oder in Kombination: Eine Antriebswellenausrichtungsstütze zum Stützen einer Antriebswelle. Ein Gelenk mit konstanter Geschwindigkeit an der Zwischenfläche zwischen der Antriebswelle und dem Fräswerkzeug oder der Reibahle, das verschiedene Winkel der Antriebswelle begünstigt. Eine mit einer Feder belastete Hülse, die Teile der Antriebswelle umgibt, um das Weichgewebe, benachbart zu dem Knochen, der aufbereitet wird, zu schützen.

[0016] Die Ausführungsformen der Erfindung werden nun mit Hilfe von Beispielen unter Bezugnahme auf die begleitenden Abbildungen beschrieben:

[0017] [Fig. 1](#) ist eine Ansicht mit weggebrochenen Teilen eines Frässystems, das durch einen Einschnitt in einen herausgeschnittenen Femur eines Patienten eingeführt wurde, unter Verwendung einer ausgewählten Frähülse und eines Führungsschaffs und eines ausgewählten Frässchneidemittels, das in dem Fräsrahmen, der in der ausgewählten Frähülse aufgenommen wurde, gehalten wird;

[0018] [Fig. 2](#) ist eine auseinander gezogene Ansicht des Frässystems aus [Fig. 1](#), das den Fräsrahmen zeigt mit der abgeschirmten Antriebswellenanordnung in einer zurückgezogenen und verriegelten Konfiguration, zwei Frässchneidemittel, die dazu bestimmt sind, eine Vielzahl von Frässchneidemitteln wiederzugeben, die jeweils konfiguriert sind, durch einen Fräsrahmen gehalten zu werden, zwei Frähülsen, die dazu bestimmt sind, eine Vielzahl von Frähülsen zu repräsentieren, wobei jede konfiguriert ist, gleitfähig den Fräsrahmen aufzunehmen, und zwei Führungsschäfte, wobei beide konfiguriert sind, an jede der Frähülsen montiert zu werden;

[0019] [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht des

Fräsrahmens aus [Fig. 1](#), die die Drahtanordnung und die abgeschirmte Antriebswellenanordnung zeigt;

[0020] [Fig. 4](#) ist eine Ansicht von vorne des Fräsrahmens aus [Fig. 3](#);

[0021] [Fig. 5](#) ist eine Schnittansicht, die entlang der Linie 5-5 des Fräsrahmens aus [Fig. 4](#) genommen wurde;

[0022] [Fig. 6](#) ist eine Schnittansicht, die entlang der Linie 6-6 des Fräsrahmens aus [Fig. 5](#) genommen wurde;

[0023] [Fig. 7](#) ist eine perspektivische Ansicht der Schutzhülse der abgeschirmten Antriebswellenanordnung des Fräsrahmens aus [Fig. 4](#);

[0024] [Fig. 8](#) ist eine rückseitige Raufsicht der Schutzhülse aus [Fig. 7](#);

[0025] [Fig. 9](#) ist eine Seitenansicht der Schutzhülse aus [Fig. 8](#);

[0026] [Fig. 10](#) ist eine Draufsicht der Drahtanordnung des Fräsrahmens, die einen Schaft, eine Stoßplatte, eine Führungstreifenstütze, eine Frässchneidemittelstütze und eine Antriebswellenausrichtungsstütze zeigt;

[0027] [Fig. 11](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Antriebswellenausrichtungsstütze der Drahtanordnung aus [Fig. 10](#);

[0028] [Fig. 12](#) ist eine Seitenansicht der Antriebswellenausrichtungsstütze aus [Fig. 11](#);

[0029] [Fig. 13](#) ist eine Draufsicht der Antriebswellenausrichtungsstütze aus [Fig. 11](#);

[0030] [Fig. 14](#) ist eine Seitenansicht des Frässchneidemittels aus [Fig. 1](#);

[0031] [Fig. 15](#) ist eine Schnittansicht, die entlang der Linie 15-15 des Frässchneidemittels aus [Fig. 14](#) genommen wurde, die einen Reibahlenkörper mit einem daran befestigten Lagerkopf zeigt, der geformt ist, so daß er eine Antriebsspitze-aufnehmende Aushöhlung zur Aufnahme der Spitze der Antriebswelle umfaßt und der einen Haltestift aufweist, der sich durch die Aushöhlung erstreckt zur Aufnahme in einem Schlitz am Ende der Spitze der Antriebswelle; und

[0032] [Fig. 16](#) ist eine Endansicht, die entlang der Linie 16-16 des Frässchneidemittels aus [Fig. 14](#) genommen wurde, die dem Haltestift zeigt, der sich über die Antriebsspitze-aufnehmende Aushöhlung erstreckt.

[0033] Die Abbildungen zeigen eine Dreiecksfräsanordnung **20**, die es einem Chirurgen ermöglicht, einen Knochen durch einen schmaleren Einschnitt **18** zu fräsen, verglichen mit existierenden chirurgischen Vorrichtungen. Die offenbarte Fräsanordnung **20** wird von einer Standardfräsanordnung, wie zum Beispiel jener, die in US-5540694 offenbart ist, abgeleitet. Ein Fräsrahmen, ähnlich jenem, der in diesem Dokument offenbart ist, kann durch Hinzufügen einer Stossplatte **50** am proximalen Ende des Rahmens **24**, einer abgeschirmten Antriebswellenanordnung **120** und Antriebswellenausrichtungsstütze **100** sowie durch Abwärts- und Inwärtsbewegen der Reibahlenstütze modifiziert werden. Die Reibahlenstütze **52** wird in einer Weise bewegt, die die Ausrichtung der Hülsenachse **55** mit der Achse **99** des Spitzenaufnehmenden Lochs **58** beibehält. Im Allgemeinen werden jedoch der offenbarte Fräsrahmen **24** und das Frässchneidemittel **22** des Frässystems **20** unabhängig von irgendeinem System des Stands der Technik hergestellt.

[0034] Die Antriebswellenstütze **100** ist konfiguriert, um die abgeschirmte Antriebswellenanordnung **120** im Wesentlichen parallel zu der Rahmenachse **66** zu stützen. Die Stossplatte **50** erleichtert das Ausüben eines Abwärtsdrucks, der während des Fräsvorgangs benötigt wird. Zum Schlagen auf die Stoßplatte kann ein Schlägel verwendet werden. Die Stossplatte **50** erleichtert auch das Herausnehmen des Fräsrahmens **24** nach dem Knochenschneiden.

[0035] Des Weiteren unterscheidet sich das Frässchneidemittel **22**, das mit dem offenbarten Frässystem **20** verwendet wird, von demjenigen, welches in der Patentschrift US-5540694 offenbart ist. Das Frässchneidemittel **22** ist kürzer und so konfiguriert, dass es durch eine universelle Kopplung mit einer Antriebswelle **128**, die eine Achse hat, die nicht mit der Achse **113** des Frässchneidemittels zusammenfällt, gekoppelt ist.

[0036] Die Bewegung der Lagerstütze **65** nach unten und nach innen verringert die effektive Breite **32** (von dem Schaft **48** zu der Kante der Stütze **64**) des Fräsrahmens **24**. Diese Verringerung in der effektiven Breite **24** des Rahmens trägt jedoch nur zu einem geringen Anteil zu der Verringerung in der Größe des Einschnittes **18** bei, die erforderlich ist, um eine Prothesenoperation durchzuführen. Der größere Anteil bei der Verringerung in der Größe des chirurgischen Einschnittes **18** stammt von einer Veränderung des Frässchneidemittels **22**, um das Koppeln an eine Antriebswelle **128**, die nicht zu der Achse des Frässchneidemittels **22** parallel ist, zu ermöglichen. Aufgrund dieser Veränderung brauchen das Schneidemittel **22** und die Antriebswelle **128** sich nicht über die effektive Breite **32** des Fräsrahmens **24** hinaus zu erstrecken. Durch Bereitstellen einer Schutzhülse **124**, die die Antriebswelle **128** umgibt, kann

kein Weichgewebe in die drehende Welle **128** während der Operation eingreifen und der Abstand jenseits der Antriebswelle **128** kann weiter vermindert werden.

[0037] Die Antriebswellenausrichtungsstütze **100** stützt die Antriebswelle **128** in einer Position parallel zu der Achse **66** des Schafts **48** des Fräsrahmens **24**, so dass die gesamte Anordnung einen einheitlichen Querschnitt von der Spitze der Reibahle aufwärts darstellt. Sobald sich die Antriebswellenanordnung parallel zu der Achse **66** des Schafts **48** befindet, hat der Fräsrahmen **24** eine maximale Breite, die näherungsweise gleich der effektiven Breite **32** ist. Die Antriebswelle **128** ist an das Frässchneidemittel **22** durch eine universelle Kopplung gekoppelt. Die Hülse **124** schützt das Weichgewebe, das den Knochen, der durch die Antriebswelle **128** herausgeschnitten wird, umgibt. Daher ist der chirurgische Einschnitt **18**, der erforderlich ist, um das offenbarte Frässystem **20** zu benutzen, nur leicht größer als die effektive Breite **32** des Fräsrahmens **24**. Der offenbarte Fräsrahmen **24** hat eine effektive Breite **32** von näherungsweise 5,71 cm (2,25 Zoll), verglichen mit der effektiven Breite von näherungsweise 5,1 cm bis 7,0 cm (2,0 bis 2,75 Zoll) des Fräsrahmens eines typischen Frässystems für eine Hüftprothese.

[0038] [Fig. 2](#) ist eine auseinander gezogene Ansicht des chirurgischen Instruments oder dreieckigen Frässystems **20**, das in Übereinstimmung mit der Erfindung konstruiert wurde. Das Instrument **20** umfasst das Frässchneidemittel **22** zum Schneiden der erwünschten dreieckig geformten Aushöhlung, den Fräsrahmen **24** zum Tragen des Frässchneidemittels **22**, die Frähülse **26** zum Einrasten des Instruments in einer vorher existierenden konischen Aushöhlung in dem Knochen des Patienten, einen Steuerungsschaft **42**, der abnehmbar an der Frähülse zum Einfügen in einen vorbereiteten medullaren Kanal des Knochens des Patienten befestigt ist, und Markierungen **28**, **30** zum Anzeigen der Längsposition des Fräsrahmens **24** relativ zu der Frähülse **26**.

[0039] Während in der dargestellten Ausführungsform nur zwei Frähülsen **26**, zwei Steuerungsschäfte **42** und zwei Frässchneidemittel **22** gezeigt sind, sollte es verständlich sein, dass eine Vielzahl von Frähülsen, Steuerungsschäften und Frässchneidemittel für den Chirurgen, der das offenbarte Fräsinstrument **20** verwendet, zur Verfügung gestellt werden kann. Jedes Frässchneidemittel **22** ist konfiguriert, um von dem Fräsrahmen **24** gehalten zu werden. Jede Frähülse **26** ist konfiguriert, um gleitend den Fräsrahmen aufzunehmen. Jeder Steuerungsschaft **42** ist konfiguriert, um jede Frähülse **26** zu befestigen. Auf diese Weise kann eine Vielzahl von Fräsinstrumenten **20** geformt werden, wobei jedes den gleichen Fräsrahmen benutzt.

[0040] Die Frähülse **26** hat eine Längsachse **40**. Der Steuerungsschaft **42** ist entfernbar an dem Hauptkörper der Frähülse **26** durch zum Beispiel ein Drehgewinde **38** befestigt. Die Frähülse **26** hat auch eine äußere konische Oberfläche **44**, die in die Wand der vorher vorhandenen konischen Aushöhlung eingreift, wie zum Beispiel in [Fig. 1](#) gezeigt. Zusätzlich hat die Frähülse **26** eine Schaft-aufnehmende Aushöhlung **46**, zum Aufnehmen des Schafts **48** des Fräsrahmens **24** und um zu ermöglichen, dass die Längsachse **66** des Schafts **48** des Fräsrahmens **24** sich entlang der Längsachse **40** bewegt.

[0041] In der dargestellten Ausführungsform umfasst der Fräsrahmen **24** eine Drahtanordnung **62** und eine abgeschirmte Antriebswellenanordnung **120**. Die Drahtanordnung **62** umfasst einen Schaft **48**, eine Stossplatte **50** und eine Führungstreifenstütze **52**, eine Schneidmittellagerstütze **64** und eine Antriebswellenausrichtungsstütze **100**. Der Schaft **48** umfasst ein proximales Ende **47**, ein distales Ende **49** und eine Längsachse **66**. Die Stossplatte **50** ist an das proximale Ende **47** des Schafts gekoppelt, wie zum Beispiel in den [Fig. 1-Fig. 7](#) und [Fig. 10](#) gezeigt. Die Führungstreifenstütze **52**, die Schneidmittellagerstütze **64** und die Antriebswellenausrichtungsstütze **100** erstrecken sich vom Schaft **48** radial nach außen. Die Schneidmittellagerstütze **64** umfasst einen Befestigungsarm **70** und ein Lager **54**. Das Lager **54** erfasst das komplementäre Schneidmittellager **56** an dem Schneidmittel **22**. Die Antriebswellenstütze **100** umfasst einen Befestigungsarm **102** und einen Aufnehmer **104**, der die abgeschirmte Antriebswellenanordnung **120** aufnimmt.

[0042] Die Stossplatte **50** ist eine abgerundete rechteckige Platte, die eine Deckfläche **35** im Wesentlichen parallel zu einer Bodenfläche **37** umfasst. Die Stossplatte **50** ist so geformt, daß sie ein Befestigungsloch (verdeckt durch das proximale Ende **47** des Schafts **48** in [Fig. 5](#)) in der Nähe von einem Ende, durch das das proximale Ende des Schafts **48** aufgenommen wird, umfaßt. In der dargestellten Ausführungsform ist der Schaft **48** an die Stossplatte **50** angeschweißt, so dass die Stossplatte **50** sich seitlich von der Achse **66** des Schafts **48** in die gegenüber liegende Richtung von der Stütze erstreckt. Die ebene Deckfläche **35** der Stossplatte **50** erleichtert das Ausüben eines Abwärtsdrucks während des Fräsverfahrens. Die Stossplatte **50** kann auch verwendet werden, um den Fräsrahmen **24** zu entfernen. Beide ebenen Flächen **37**, **7** können mit einem Schlägel geschlagen werden, um das Vordringen des Frässystems in den Knochen zu erleichtern, wenn auf die Deckfläche **35** geschlagen wird, oder zur Entfernung des Frässystems **20** aus der Knochenaushöhlung, wenn auf die Bodenfläche **37** geschlagen wird.

[0043] Der Schaft **48** umfasst auch ein Spitzenloch

58, in das gegenüberliegende Spitze **60** auf dem Schneidmittel **22** eingreift. Der Schaft **48** umfasst den Stift **72**, der in die Oberfläche **74** der Frähülse **26** während der Zurücknahme der Frähülse aus dem Knochen des Patienten (siehe unten) eingreift. Darüber hinaus ist der Schaft **48** so geformt, daß er eine Rillenaushöhlung **68** umfaßt, die konfiguriert ist, so daß sich die Rillen eines Schneidmittels **22** darin drehen können, wenn die Spitze **60** in dem Spitzenloch **58** aufgenommen ist.

[0044] Der Schaft **48** weist Abmessungen auf, um in die Schaft-aufnehmende Aushöhlung **46** der Frähülse **26** zu passen, wobei die Stütze **52** und die Befestigungsarme **70**, **102** im Schlitz **76** gleiten können, der in dem oberen Abschnitt der Frähülse **26** geformt ist. Der Stift **72** weist auch Abmessungen auf, um durch den Schlitz **76** zu passen. Diesbezüglich haben jeweils die Führungstreifenstütze **52**, die Befestigungsarme **70**, **102** der Schneidmittelstützen **64** und die Antriebswellenausrichtungsstütze **100** eine Dicke **94**, die etwas geringer als die Breite des Schlitzes **76** ist. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dicke **94** der Stütze **52** und der Befestigungsarme **70**, **102** 0,47 cm (0,186 Zoll), während die Breite **96** des Schlitzes **76** 0,50 cm (0,1975 Zoll) ist. Die Stütze **52** und die Befestigungsarme **70**, **102** sind unter verschiedenen Winkelanordnungen um den Umfang des Schafts **48** vom Stift **72** angeordnet, so dass der Schaft **48** um seine Längsachse **66** herum gedreht werden muss, um zuerst den Stift **72** mit dem Schlitz **76** auszurichten und dann die Stütze **52** und die Befestigungsarme **70**, **102** mit dem Schlitz **76** während der Anordnung des Instruments **20** auszurichten.

[0045] Unter Bezugnahme nun auf [Fig. 1](#) wird ein dreieckiges Fräsinstrument **20**, einschließlich einer Frähülse **26**, eines Fräsrahmens **24**, eines Steuerungsschaftes **42** und eines Schneidmittels **22** gezeigt. Der Fräsrahmen **24** wird gleitend in der Frähülse **26** zur wechselseitigen Bewegung entlang der Längsachse **40** der Frähülse **26** aufgenommen. Der Steuerungsschaft **42** wird in einer vorher gefrästen zylindrischen Aushöhlung aufgenommen. Der Steuerungsschaft **42** ist an eine Frähülse **26** gekoppelt, um die Achse **40** der Frähülse **26** in Relation zu der zylindrischen Aushöhlung anzuordnen. Die konische Oberfläche **44** der Frähülse **26** wird in der vorher gefrästen konischen Aushöhlung aufgenommen. Die Probewelle **42** und die Frähülse **26** sind aus der Vielzahl von Probewellen und Frähülsen ausgewählt, die auf der Größe der Reibahlen basiert sind, die verwendet wurden, um jeweils die zylindrischen und konischen Aushöhlungen zu bilden.

[0046] Der Schaft **48** der Drahtanordnung **62** des Fräsrahmens **24** umfasst eine Längsachse **66**, die, sobald der Schaft **48** in der Frähülse **26** aufgenommen ist, wie zum Beispiel in [Fig. 1](#) gezeigt, mit der

Längsachse **40** der Frähülse **26** übereinstimmt. Der Schaft **48** wird so geformt, daß er darauf Markierungen **30** zur Ausrichtung mit der Markierung **28** auf der Frähülse **26** in einer gut bekannten Weise umfaßt. In der Nähe seines distalen Endes **49** wird der Schaft **48** so geformt, daß er ein gewinkeltes Spitzen-aufnehmendes Loch **58**, das sich durch die Längsachse erstreckt, umfaßt. Das Spitzen-aufnehmende Loch **58** weist Abmessungen auf und ist konfiguriert, um die Spitze **60** einer Reibahle oder eines Frässhneidmittels **22** zur Drehung darin aufzunehmen. Das Spitzen-aufnehmende Loch **58** ist konzentrisch um eine Achse **98** geformt. Veranschaulichend bildet die Achse **98** einen Winkel **99** in Bezug auf die Längsachse **66** des Schafts **48**. Der Winkel **99** korrespondiert zu dem Winkel, den die Projektion mit dem Körper der Hülse der Prothese und dem Winkel der dreieckigen Aushöhlung, die in dem Knochen geformt werden soll, bildet. Der Winkel **99** ist veranschaulichend $31,1^\circ$.

[0047] Wie zum Beispiel in [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#), [Fig. 10](#) gezeigt, wird die Drahtanordnung **62** des dreieckigen Fräsrahmens **24** durch Schweißen des Schafts **48** und der aus einem Stück geformten Führungsstreifenstütze **52** an den Befestigungsarm **70** der Reibahlenhülsestütze **64** und an den Befestigungsarm **102** der Antriebswellenstütze **100** geformt. Die Reibahlenhülsestütze **64** ist montiert, um die Achse **55**, um die das Lager **54** konzentrisch geformt ist, mit der Achse **99**, um die das Spitzen-aufnehmende Loch **58** geformt ist, auszurichten. Die Antriebswellenausrichtungsstütze **100** ist montiert, um die Längsachse **105** der Aufnahme **104** so auszurichten, dass sie parallel mit der Längsachse **66** des Schafts **48** ist und sich mit der Achse **55** des Lagers **54** kreuzt, wie zum Beispiel in [Fig. 10](#) gezeigt ist. Der Führungsstreifen **52**, die Montierungsflansche **102**, **70** der Antriebswellenstütze **100** bzw. die Reibahlenhülsestütze **64** sind alle ausgerichtet, wie zum Beispiel in [Fig. 6](#) gezeigt, so dass sie innerhalb des Kanals **76**, der in der Frähülse **26** geformt ist, gleiten.

[0048] Die abgeschirmte Antriebswellenanordnung **120** umfasst einen Antriebswellenmechanismus **122**, eine Schutzhülse **124** und eine Feder **126**. Die Schutzhülse **124** ist um Abschnitte des Antriebswellenmechanismus **122** angeordnet, die in einen chirurgischen Einschnitt **18** eingeführt werden können. Die Feder **126** bringt den Antriebswellenmechanismus **122** und die Schutzhülse **124** distal dazu, den Antriebswellenmechanismus **122** zu veranlassen, an das Frässhneidmittel **22** zu koppeln. Wie zum Beispiel in [Fig. 5](#) gezeigt, umfasst der Antriebswellenmechanismus **122** eine Antriebswelle **128**, eine Führungsnase **130**, einen Haltestift **132**, einen Auslöseknopf **134**, eine Stellschraube **136** und eine Vorbelastungsfeder **138**.

[0049] Wie im Allgemeinen in [Fig. 1–Fig. 5](#) und spe-

zieller in [Fig. 7–Fig. 9](#) gezeigt, umfasst die Schutzhülse **124** einen Körper **170** mit einem Lumen **178**, das sich längs dadurch erstreckt. Der Körper **170** und das Lumen **178** sind im Allgemeinen konzentrisch um eine Längsachse **172** geformt, die sich zwischen einem distalen Ende **174** und einem proximalen Ende **176** der Hülse **124** erstreckt. Das Lumen **178** weist Abmessungen auf, um den zentralen Abschnitt **144** und den distalen Abschnitt **142** der Antriebswelle **128**, die Aufnahme **104** der Antriebswellenstütze **100**, die Feder **126** und die Führungsnase **132** darin aufzunehmen. Das Lumen **178** hat veranschaulichend einen Durchmesser **180** ([Fig. 5](#)), der geringfügig größer als der äußere Durchmesser **145** des zentralen Abschnitts **144** der Antriebswelle **128**, der äußere Durchmesser **108** der Aufnahme **104**, der äußere Durchmesser der Feder **126** und der äußere Durchmesser **160** der Führungsnase **130** ist.

[0050] In der Nähe des proximalen Endes **176** ist der Körper **170** so geformt, daß er einen Griff **180** umfaßt, um das Greifen der Hülse **124** zu erleichtern. Das proximale Ende **176** der Hülse **124** greift in den Auslöseknopf **134**, der sich von einer gestuften Aushöhlung, die in dem zentralen Abschnitt **144** der Antriebswelle **128** geformt ist, radial nach außen erstreckt. Das distale Ende **174** ist so geformt, daß es eine Kappe **192** umfaßt, die Abmessungen aufweist, um eine proximale Oberfläche **53** der Hülse **54** abzudecken. Eine konisch zulaufende Wand erstreckt sich zwischen der Kappe **192** und dem Rest des Körpers **170** der Hülse **124**, um das Trauma auf das umgebende Gewebe zu vermindern, das mit der Hülse während der Entfernung des Frässhneidmittels **22** aus dem Einschnitt **18** in Kontakt kommt.

[0051] Die Hülse **124** umfasst einen Schlitz **182**, der das Auf- und Abladen der Frässhneidmittel **22** auf den Fräsrahmen erleichtert. Der Schlitz **182** erstreckt sich durch den Körper **170** und steht mit dem Lumen **178** in Verbindung. Der Schlitz **182** erstreckt sich aufwärts durch das Wandende **193** in einer Länge, die größer ist als der minimale Abstand zwischen der proximalen Fläche **109** der Antriebswellenstütze **100** und der proximalen Wand der Hülse **54**. Der Schlitz hat eine Breite **183**, die geringfügig größer als die Dicke **94** des Befestigungsarms **102** ist, um das Gleiten des Befestigungsarms **102** darin zu erleichtern. In der dargestellten Ausführungsform hat der Schlitz **182** eine Breite **183** von 0,51 cm (0,200 Zoll).

[0052] Ein Frässhneidmittel **22** wird auf den Rahmen **24** durch Zurückziehen der Hülse **124** gegen die Vorbelastungsfeder **126** geladen, bis die Öffnung **184** der Kerbe **186** auf der Hülse **124** mit dem Befestigungsarm **102** auf der Antriebswellenstütze **100** des Fräsrahmens **24** ausgerichtet ist. Sobald die Hülse **124** mit dem Befestigungsarm **102** ausgerichtet ist, wird die Hülse **124** um ihre Längsachse **172** gedreht, so dass der Befestigungsarm **102** durch die Öffnung

184 der Kerbe **186** in der Hülse **124** hindurchgeht und darin aufgenommen wird.

[0053] In der dargestellten Ausführungsform hat die Öffnung **184** eine Breite **188**, die geringfügig größer als die Breite **106** des Befestigungsarms **102** der Ausrichtungsstütze **100** ist. Die Kerbe **186** hat ebenso eine Breite **190**, die sowohl größer als die Breite **188** der Öffnung **184** als auch die Breite **106** des Befestigungsarms **102** ist. Die Öffnung **184** und die Kerbe **186** sind entlang des Schlitzes positioniert, so dass, wenn der Befestigungsarm **102** in der Kerbe **186** aufgenommen ist, die Frässhneidemittel **22** ohne Störung durch die Hülse **124** oder dem Antriebswellenmechanismus **122** auf- und abgeladen werden können.

[0054] Wenn der Befestigungsarm in der Kerbe **186** aufgenommen ist, wirken die Stütze **100** und die Hülse **124** zusammen, um Kräfte zu überwinden, die in der Vorbelastungsfeder **126** gespeichert sind und halten die Hülse **124** und den Wellenmechanismus **122** in einer zurückgezogenen Position, wie beispielsweise in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Die Hülse **124** und der Antriebswellenmechanismus **122** sind in dieser Zurückgezogenen Position verriegelt, so daß die Frässhneidemittel **22** angebracht oder abgenommen werden können.

[0055] Die Antriebswelle **128** und die Hülle **124** bewegen sich beide während des Einfügens und Entfernens der Frässhneidemittel **22** aufwärts (indem sie die Feder **126** zwischen der proximalen Endwand **162** des Kugelkopfantriebs **130** und der distalen Wand **101** der Aufnahme **104** der Antriebsstütze **100** zusammendrücken). Der Arm **102** der Antriebsstütze **100** wird in der Seitenöffnungskerbe **186** in der Hülse **124** aufgenommen, sobald die Hülse **124** um 90° (oder weniger) gedreht ist, um die Hülse **124** und die Antriebswelle **128** in einer zurückgezogenen Position zu verriegeln.

[0056] Die Schutzhülse **124** wird von dem Fräsrahmen **24** durch Niederdrücken des Auslöseknopfs **134** auf der Antriebswelle **128** entfernt, um eine Feder **138**, die darin gehalten wird, gegen die Stellschraube **136** zusammenzudrücken. Sobald der Auslöseknopf **134** heruntergedrückt ist, wird die Schutzhülse **124** des Weichgewebes freigesetzt, um aufwärts und aus der Antriebswellenanordnung **122** zu gleiten.

[0057] Wie zum Beispiel in [Fig. 5](#) gezeigt, umfasst die Antriebswelle **128** einen proximalen Abschnitt **148**, einen zentralen Abschnitt **144** und einen distalen Abschnitt **140**, die alle im allgemeinen konzentrisch um die Achse **142** geformt sind. Der zentrale Abschnitt **144** hat einen Durchmesser **145**, der größer als der Durchmesser des proximalen Abschnitts **148** und der Durchmesser **141** des distalen Abschnitts **140** ist. Der proximale Abschnitt **148** ist ge-

formt, um die Kopplung an Drehantriebsmittel, wie zum Beispiel einen Bohrer (nicht gezeigt) zu erleichtern. Der distale Abschnitt **140** der Antriebswelle **128** wird durch eine Öffnung aufgenommen, die durch eine zylindrische Innenwand **103** definiert ist, die konzentrisch um die Längsachse **105** der Aufnahme **104** der Antriebswellenausrichtungsstütze **100** geformt ist. Die zylindrische Innenwand **103** hat einen Durchmesser **107**, der geringfügig größer als der Durchmesser **141** des distalen Abschnitts **140** des Schafts **128** ist, um zu ermöglichen, daß sich der Schaft **128** frei darin drehen kann. Die zylindrische Innenwand **103** hat einen Durchmesser **107**, der kleiner als der Durchmesser **145** des zentralen Abschnitts **144** ist. Daher fungiert die proximale Wand **109** der Aufnahme **104** als eine Sperre, gegen die die ringförmige Wand **150**, die sich zwischen dem zentralen Abschnitt **144** und dem distalen Abschnitt **140** erstreckt, eingreift, um die distale Bewegung der Antriebswellenanordnung **122** zu begrenzen, sobald die Hülse **124** entfernt wird.

[0058] In dem dargestellten Antriebswellenmechanismus **124** ist die Antriebswelle **128** an ihrem distalen Ende **152** mit der Antriebsnase **130** verbunden. Wie zum Beispiel in [Fig. 5](#) gezeigt, ist die Antriebsnase so geformt, daß sie eine Aushöhlung **164** umfaßt, die sich durch ihre proximale Endwand **162** in den Körper der Antriebsnase **130** erstreckt. Die Aushöhlung **164** weist Abmessungen auf, um das distale Ende **152** der Antriebswelle **128** darin aufzunehmen. Das proximale Ende der Antriebsnase **132** ist so geformt, daß es eine Stiftöffnung (die durch den Stift **132** verdeckt wird) umfaßt, die sich seitlich durch den Körper und durch die Aushöhlung **164** erstreckt. Das distale Ende **152** der Antriebswelle **128** ist auf ähnliche Weise so geformt, daß es eine Stiftöffnung umfaßt (verdeckt durch den Stift **132**), die sich lateral durch dieses erstreckt. Sobald das distale Ende **152** der Antriebswelle **128** in der Aushöhlung **164** aufgenommen ist, werden die Stiftöffnungen ausgerichtet und ein Rückhaltstift **132**, der geeignete Abmessungen aufweist, wird durch sie eingeführt, um die Antriebsnase **130** an die Antriebswelle **128** zu koppeln. Der Stift **132** ist vorzugsweise an der Stelle angeschweißt, um zu verhindern, dass der Stift **132** während der Verwendung in einer Körperaushöhlung herausfällt.

[0059] Das distale Ende **156** der Antriebsnase **130** ist geformt, um als eine mit einem Schlitz versehene Kugelkomponente einer Stift-Hohlwellenkopplung zu dienen. Daher hat das distale Ende **156** der Antriebsnase **130** eine halbkugelförmige Endwand **158**, durch die ein Schlitz **166** geformt ist, um Verzweigungen **168** zu erzeugen. Der Schlitz **166** weist eine Breite auf, die geringfügig größer als der Durchmesser eines Paßstifts **114** ist, der sich quer durch eine Aushöhlung **116** erstreckt, die in dem Kopfstück **80** des Schneidmittels **22** geformt ist. Das Kopfstück **80**, die

Aushöhlung **116** und der Paßstift **114** des Schneidmittels **22** und die Verzweigung **128** auf dem kugelförmigen distalen Ende **156** der Antriebsnase **130** kooperieren, um eine Stift-Hohlwellenkopplung zu formen. Eine Stift-Hohlwellenkopplung ist ein Typ einer universellen Kopplung oder eines Antriebgelenkes, das das Antreiben des Schneidmittels **22** mit einer Antriebswelle **128** der Antriebswellenanordnung **122** erleichtert, die eine Längsachse **142** aufweist, welche einen Winkel **194** mit der Längsachse **113** des Schneidmittels **22** bildet. Die Antriebswelle **128** kann an ein Schneidmittel **22** gekoppelt sein unter Verwendung anderer Kopplungen, wie zum Beispiel einem Hooke'schen Gelenk, einer Stift-Kugelschaftkopplung, einem gerillten Kugelgelenk oder dergleichen oder einem Gelenk mit konstanter Geschwindigkeit, wie zum Beispiel verzweigte Schäfte mit einem Gelenk, das mit einem Schlitz versehen ist, oder einer Muffenverbindung, die sich dazwischen erstreckt, Dreifachstrangfeder, einem Rzeppa-, einem Bendix-Weiss-Gelenk oder dergleichen.

[0060] Wie zum Beispiel in den [Fig. 14–Fig. 16](#) gezeigt, ist das Frässhneidmittel **22** eine Reibahle, die um eine Achse **113** geformt ist, um die sie sich dreht. Das Frässhneidmittel **22** umfasst einen Hauptkörper **34**, ein Kopfstück **80** und einen Paßstift **112**. Der Hauptkörper **34** umfasst eine Spitze **60**, eine Schneidefläche **78** und einen Schaft **115**. Die Spitze **60** ist konzentrisch um die Achse **113** geformt und weist Abmessungen auf, um in einer Spitzen-aufnehmenden Aushöhlung **58** aufgenommen zu werden. Der Schaft **113** ist konzentrisch um die Längsachse **113** geformt und weist Abmessungen auf, um in dem Kopfstück **80**, wie zum Beispiel in [Fig. 15](#) gezeigt, aufgenommen zu werden. Das Kopfstück **80** und der Schaft **113** sind so geformt, daß sie eine Aushöhlung **116** mit einer halbkugelförmigen Endwand umfassen, um darin die halbkugelförmige Endwand **158** der Antriebsspitze **130** aufzunehmen. Das Kopfstück **80** hat eine zylindrische Seitenwand **81**, die konzentrisch um die Achse **113** geformt ist. Die zylindrische Seitenwand **81** hat einen Durchmesser, der geringfügig kleiner als der innere Durchmesser der Hülse **54** ist, so dass das Kopfstück **80** in der Hülse aufgenommen werden kann. Das Kopfstück ist so geformt, daß es zwei diametral gegenüberliegende Montierungslöcher (durch den Stift **114** verdeckt) umfaßt, durch die der Paßstift **114** aufgenommen wird. Der Paßstift **114** ist so angeordnet, daß er sich durch die Aushöhlung **116** erstreckt, um damit zu kooperieren, um die Stift-hülse der Stift-Hohlwellenuniversalkopplung zu bilden.

[0061] Sobald das Frässhneidmittel **22** in dem Fräsrahmen **24** aufgenommen ist, wird die Spitze **60** in dem Spitzen-aufnehmenden Loch **58** aufgenommen und das Kopfstück **80** in der Hülse **54** aufgenommen. Sobald das Schneidmittel so aufgenommen ist, fällt die Achse **113** des Schneidmittels **22**

mit der Achse **99** der Spitzen-aufnehmenden Öffnung **58** und mit der Achse **55** der Hülse **54** zusammen. Daher formt die Achse **113** des Schneidmittels **22** einen Winkel mit der Längsachse **66** des Schafts **48**, der mit dem Winkel **99** übereinstimmt, und formt einen Winkel mit der Längsachse **142** der Antriebswelle **28**, der mit dem Winkel **194** übereinstimmt.

[0062] Während des Zusammenbaus des Instruments **20** wird das Schneidmittel **22** in den Fräsrahmen **24** eingeführt, nachdem der Fräsrahmen **24** in die Frähülse **26** eingefügt wurde. Wie in [Fig. 2](#) durch zwei Schneidmittel stellvertretend gezeigt ist, ist für den Chirurg vorzugsweise eine Familie von Schneidmitteln **22** vorgesehen, wobei alle Elemente der Familie Lagerflächen **56** und Spitzen **60** haben, die gleiche Abmessungen aufweisen. In allen Fällen hat die Lagerfläche **56** vorzugsweise einen äußeren Durchmesser **110**, der größer oder gleich wie der äußere Durchmesser **111** der Schneidefläche **78** ist. Das Schneidmittel **22** umfasst auch ein Kopfstück **80** mit einer Antriebsspitzenaufnahme **112**, die darin für eine Kopplung an die distale Spitze **158** der Antriebswellenanordnung **122** zum Drehen des Schneidmittels **22** geformt ist. Das proximale Ende **146** der Antriebswellenanordnung **122** ist an ein Antriebsmittel (nicht gezeigt), wie zum Beispiel einen Bohrer, gekoppelt. Das Antriebsmittel kann von Hand betrieben oder Motor-betrieben sein und bewegt sich mit dem Schneidmittel **22** vorwärts, sobald dieses Mittel von dem Chirurgen durch die Verwendung der Stossplatte **50** des Fräsrahmens **24** in den Knochen bewegt wird.

[0063] Wie oben diskutiert, umfassen der Fräsrahmen **24** und die Frähülse **26** Anzeigen **28**, **30**. Die Anzeige **30** umfasst drei Markierungen, die mit den drei unterschiedlichen Dreiecken übereinstimmen, die in den Figuren als klein („SML“), groß („LRG“) und extra doppelt groß („XXL“) bezeichnet sind. Es können nach Wunsch mehr oder weniger Markierungen verwendet werden und diese können natürlich anderweitig bezeichnet werden.

[0064] Die Markierung **28** umfaßt beispielhaft das obere Ende der Frähülse **26**. Die Frähülse **26** kann jedoch andere Strukturen oder Markierungen darauf umfassen, die als Markierung **28** zur Ausrichtung mit Markierungen **28** des Fräsrahmens **24** wirken.

[0065] Die Handhabung der Markierungen **28**, **30** kann man am deutlichsten in [Fig. 1](#) sehen. [Fig. 1](#) zeigt die Konfiguration des Instruments **20** mit den Markierungen **28** in Ausrichtung mit der „SML“-Markierung der Anzeige **30**. Dieses korrespondiert mit dem Schneidmittel **22**, das in dem Knochen ausreichend weit vorgedrungen ist, um eine Prothese mit einer „kleinen“ dreieckig geformten Projektion (siehe zum Beispiel Projektion „A“ der [Fig. 2](#) in US 5540694) aufzunehmen. Wenn dies die Prothese ist,

die der Chirurg verwenden möchte, würde der Schneidvorgang zu diesem Zeitpunkt gestoppt. Wenn der Chirurg jedoch wünscht, eine Prothese mit einer größeren dreieckig geformten Projektion zu verwenden, würde er oder sie das Schneidemittel weiter vorschieben, bis entweder die „LRG“- oder die „XXL“-Markierung **30** mit der Referenzfläche **28** ausgerichtet worden ist.

[0066] Die Fräshülse **26** kann auch die Markierungen **82** umfassen, die sich auf die Geometrie des Halses der femoralen Prothese, die implantiert werden soll, beziehen. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, sind diese Markierungen auf den am weitesten proximalen Abschnitt **84** des großen Trochanters **86** des Femurs des Patienten bezogen. Die Markierung, die mit dem proximalen Abschnitt **84** ausgerichtet wird, liefert dem den Chirurgen die Information bezüglich der Auswahl der geeigneten Halsgeometrie für die femorale Komponente. Zusätzliche Bezeichnungen auf der Fräshülse **26** können miteinbezogen werden, um die konischen Größen der Hülse, für die die Fräshülse **26** geeignet ist (siehe Bezugszeichen **88** in [Fig. 1](#)), anzuzeigen. Ein allgemeines Bezugszeichen für die konische Größe kann auch auf die Fräshülse **26** (siehe Bezugszeichen **90** in [Fig. 1](#)) aufgedruckt werden.

[0067] Das Gesamtverfahren, bei dem das Instrument **20** verwendet wird, ist wie folgt. Zuerst wird ein Einschnitt **18**, breit genug, um die effektive Breite des Fräsrahmens **24** aufzunehmen, hergestellt, durch den der Femur des Patienten durch Schneiden mit einer geraden Reibahle vorbereitet wird, um eine erweiterte Aushöhlung und Mittellinie für die Aufnahme des distalen Schafts der femoralen Prothese zu erstellen. Zweitens wird der proximale Femur mit einer konischen Reibahle gefräst, um eine Aushöhlung zur Aufnahme des konischen Abschnitts einer Hülse oder eines Schafts einer Prothese zu formen. Diese konische Aushöhlung ist auf der selben Mittellinie wie die gerade Aushöhlung und das Fräsen wird durchgeführt, bis das proximale Ende der Reibahle gleich mit dem proximalen Ende des herausgeschnittenen Femurs ist (siehe Bezugszeichen **92** in [Fig. 1](#)).

[0068] Drittens wird das chirurgische Instrument **20** in seiner zusammengebauten Form, wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, in das proximale Ende des Femurs eingebracht. Das zusammengebaute Instrument umfasst ein Schneidemittel **22**, einen Fräsrahmen **24**, eine Fräshülse **26** und einen Probeschäft **42**, die geeignet für 1) die Größe der dreieckigen Projektion der Hülse sind, die der Chirurg implantieren möchte, und 2) geeignet für die geraden und konischen Aushöhlungen sind, die im Knochen während des ersten und zweiten Schrittes geformt werden.

[0069] Insbesondere wird der Durchmesser des Schneidemittels **22** ausgewählt, basierend auf der

Breite **W** der dreieckigen Projektion der Hülse, die implantiert werden soll (siehe [Fig. 1](#) in der US-5540694). Die Fräshülse **26** wird ausgewählt, basierend auf der Größe der konischen Reibahle, die in Schritt **2** verwendet wird. Insbesondere hat der konische Abschnitt **44** der Fräshülse **26** den gleichen Kegel und den gleichen maximalen Durchmesser wie die konische Reibahle. Die Höhe des konischen Abschnitts **44** ist vorzugsweise geringfügig kleiner als die Höhe der konischen Reibahle, so dass das proximale Ende des konischen Abschnitts mit dem herausgeschnittenen Ende **92** des Femurs ausgerichtet werden kann, ohne in der ausgeräumten konischen Aushöhlung auf den Boden zu stoßen. Der Probeschäft **42** wird ausgewählt, basiert auf der Größe der geraden Reibahle, die in Schritt **1** verwendet wird, die wiederum von dem Chirurgen basierend auf dem inneren Durchmesser des Femurs des Patienten ausgewählt wird.

[0070] Um den Chirurgen mit der Möglichkeit zu versehen, die fertigestellte Prothese an die unterschiedlichen Erfordernisse der Patienten anzupassen, werden dem Chirurgen Hülsen in verschiedenen Größen und Konfigurationen und femorale Prothesen mit verschiedenen proximalen und distalen Durchmessern zusammen mit den entsprechenden Sets von Schneidemitteln **22**, Probeschäften **42**, Fräshülsen **26** und geraden und konischen Reibahlen zur Verfügung gestellt. Vorzugsweise wird nur ein einziger Fräsrahmen **24** in dem Gesamtsystem verwendet, derart, dass der Fräsrahmen **24** in der Lage ist, alle Schneidemittel **22** zu akzeptieren und in allen Fräshülsen **26** aufgenommen zu werden.

[0071] Das anfängliche Einfügen des Instruments **20** in die Aushöhlung im Femur bringt das proximale Ende des konischen Abschnitts **44** in Ausrichtung mit dem proximalen Ende **92** des herausgeschnittenen Femurs. An diesem Punkt kann der Chirurg Markierungen **82** verwenden, um seine oder ihre Auswahl einer Halsgeometrie für die femorale Prothese zu bestätigen.

[0072] Das Schneidemittel **22** wird dann durch die Antriebswellenanordnung **122**, die an das Antriebsmittel (nicht gezeigt) gekoppelt ist, gedreht, während der Fräsrahmen **24** entlang der Längsachse **40** der Fräshülse **26** bewegt wird. Dieser Vorgang wird fortgeführt, bis die entsprechende Markierung **30** auf dem Fräsrahmen **24** mit der Bezugsfläche **28** ausgerichtet ist, d. h. bis die „LRG“-Markierung ausgerichtet ist, wenn die Hülse, die eingefügt werden soll, eine „LRG“ Dreiecks-Projektion hat. In einigen Fällen kann die ursprüngliche Wahl der Dreiecks-Projektion zu klein sein, um den harten Knochen des Patienten an dem proximalen Ende des Femurs zu erreichen, wodurch das Schneiden der dreieckigen Aushöhlung zur nächsten Indexmarkierung fortgeführt würde und eine weitere Bewertung an diesem Punkt ausgeführt

würde. Falls es an diesem Punkt geeignet ist, würde eine Hülse mit einem dreieckigen Abschnitt, der der Indexmarkierung **30** entspricht, bis zu der das Schneiden fortgeführt wurde, verwendet werden. Abhängig von den Umständen, können alle oder Abschnitte des Vorgangs wiederholt werden, bis eine geeignete Anpassung erreicht ist.

[0073] Das Instrument **20** wird aus dem Femur des Patienten durch gerades Herausziehen des Fräsrahmens **24** unter Verwendung der Stossplatte **50** entfernt, während sich die Stossplatte **50** gedreht wird, um das Eingreifen des Stifts **72** in die Oberfläche **74** der Frähülse **26** zu gewährleisten. Ein leichtes Schlagen auf die Stossplatte von unten mit einer Hand, einem Hammer oder einem anderen Instrument ist üblicherweise ausreichend, um die Frähülse **26** aus dem Knochen des Patienten frei zusetzen, wobei die vollständige Entfernung des Instruments **20** möglich wird. Danach folgt die Implantation der femoralen Prothese.

[0074] Das Instrument **20** wird unter Verwendung herkömmlicher Techniken, die bei der Herstellung von chirurgischen Instrumenten verwendet werden, hergestellt. Auf die gleiche Weise setzt sich das Instrument **20**, mit Ausnahme der Hülse, aus herkömmlichem rostfreien Stahl oder anderen Materialien, die für die Herstellung von chirurgischen Instrumenten verwendet werden, zusammen. Veranschaulichend wird die Hülse **124** aus einem Verbundmaterial, wie zum Beispiel dem, welches unter dem Handelsnamen Celcon verkauft wird, oder einem anderen geeigneten Material hergestellt.

[0075] Obwohl die abgeschirmte Antriebswellenanordnung **120** parallel zu dem Schaft **48** orientiert gezeigt wurde, kann die abgeschirmte Antriebswellenanordnung unter einem anderen Winkel in Bezug auf den Schaft **48** orientiert sein. Der Fachmann wird erkennen, daß sich die vollständigen Vorteile der Reduzierung der Länge des Einschnitts offenbaren, wenn die abgeschirmte Antriebswellenanordnung sich nach innen neigt (von distal nach proximal). Bei einem derartigen Winkel könnte die Hülse **124** sogar von der Antriebswellenanordnung **22** entfernt werden. Sobald jedoch das Neigen nach innen zunimmt, wird der Fachmann erkennen, dass die Komplexität der Kopplung zwischen der Antriebswelle **128** und dem Frässhneidemittel **22** vermutlich zunehmen wird, was in einem Verlust des Vorteils resultiert, in der Lage zu sein, eine einfache Stift-Hohlwellenkopplung zu verwenden. Die abgeschirmte Antriebswelle **120** oder eine nichtabgeschirmte Antriebswelle **128** kann sich in Bezug auf den Schaft **48** nach außen (von distal nach proximal) neigen. Der Fachmann erkennt, dass, sobald das Neigen nach außen zunimmt und eine Situation erreicht wird, bei der sich die Antriebskraft um die Achse **113** des Schneidmittels **22** dreht, der Umfang in dem die Größe des Einschnitts

18 vermindert werden kann, kleiner wird, was zu größeren Einschnitten **18** führt. Auch der Umfang in dem die Größe des Einschnitts **18** vermindert werden kann, wird kleiner, was zu größeren Einschnitten **18** führt, da die Abschirmung zwischen der Antriebswelle **128** und dem Weichgewebe entfernt wird.

[0076] Obgleich die Erfindung in Hinsicht auf die Implantation des femoralen Abschnittes einer Hüftprothese beschrieben wurde, kann sie auch mit Prothesen für andere Gelenke, wie zum Beispiel die Schulter, das Knie oder den Ellbogen, verwendet werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung einer Aushöhlung in einem Knochen, wobei die Aushöhlung (i) einen Querschnitt aufweist, der ein im wesentlichen dreieckiges Profil mit einer ersten Seite, die im allgemeinen parallel zu einer Achse des Knochens ist, und einer zweiten Seite, die einen spitzen Winkel mit der ersten Seite bildet, und (ii) angrenzend an eine bereits existierende konische Aushöhlung in dem Knochen ist, wobei die Vorrichtung umfaßt:
eine Antriebswelle (**128**) mit einer Achse, einem proximalen Ende (**146**), das für eine Kopplung an ein Antriebsmittel konfiguriert ist, und einem distalen Ende (**156**), das konfiguriert ist, so daß es einen Teil eines Antriebsgelenks für eine Kopplung der Antriebswelle mit einem Schneidemittel bildet;
einen Rahmen (**24**) zum Halten eines Schneidmittels, wobei der Rahmen einen Schaft (**48**) mit einer Längsachse und eine Schneidmittelhalterung für eine Montage eines Schneidmittels unter einem ersten Winkel, der dem spitzen Winkel angenähert ist, im Verhältnis zum Schaft umfaßt, wobei die Halterung eine Stütze (**64**) umfaßt, die sich seitlich vom Schaft zu einem Lager erstreckt, das konfiguriert ist, um einen Teil eines Schneidmittels aufzunehmen und das aufgenommene Schneidemittel bei einer Drehung unter dem ersten Winkel orientiert zu halten; und
ein Schneidemittel (**22**) zum Schneiden der Aushöhlung, wobei das Schneidemittel einen Kopf (**80**) aufweist, der konfiguriert ist, um ein Teil eines Antriebsgelenks zur Kopplung des Schneidmittels mit einer Antriebswelle zu bilden;
wobei der erste Winkel zwischen dem Schneidemittel, wenn es in der Halterung aufgenommen ist, und der Achse des Schafts des Rahmens ein spitzer Winkel ist, der größer ist als 0° ,
dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (i) eine gestreckte Hülse (**26**), die in eine Aushöhlung im Knochen, die sich entlang der Knochenachse erstreckt, eingepaßt werden kann und die eine gestreckte Aushöhlung (**46**) darin definiert, in der der Schaft am Rahmen aufgenommen werden und gleiten kann; und (ii) eine Antriebswellenstütze (**100**) umfaßt, die mit dem Rahmen (**24**) gekoppelt und konfiguriert ist, die Antriebswelle (**128**) darin aufzuneh-

men und die Orientierung der Achse der Antriebswelle im Verhältnis zur Längsachse des Rahmens (**24**) beizubehalten, so daß die Achse der Antriebswelle näherungsweise parallel zur Längsachse des Schafts des Rahmens ist und daß der Winkel zwischen der Achse der Antriebswelle und der Längsachse des Schaftes des Rahmens näherungsweise 0° ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, welche eine Hülse (**124**) umfaßt, die um Teile der Antriebswelle (**128**) neben dem Schneidemittel (**22**) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher die Antriebswelle (**128**) und die Hülse (**124**) am Rahmen (**24**) montiert sind, um sich relativ dazu zu bewegen, um ein Laden und Entfernen eines Schneidemittels (**22**) zu erleichtern.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, welche eine Platte (**50**) umfaßt, die im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Schaftes montiert und konfiguriert ist, um auf die Platte ausgeübte Kräfte auf den Schaft zu übertragen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, die Kennzeichnungen (**30**) umfaßt, um die Längsposition des Rahmens (**24**) im Verhältnis zur Hülse (**26**) anzuzeigen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher das Schneidemittel (**22**) eine Schneideoberfläche (**78**) mit einem äußeren Durchmesser und einer Lageroberfläche (**56**) an einem Ende der Schneideoberfläche mit einem äußeren Durchmesser umfaßt, der größer ist als der äußere Durchmesser der Schneideoberfläche, und bei welcher das Lager zur Aufnahme des Schneidemittels eine Lageroberfläche (**54**) für ein Zusammenfügen mit der Lageroberfläche des Schneidemittels umfaßt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

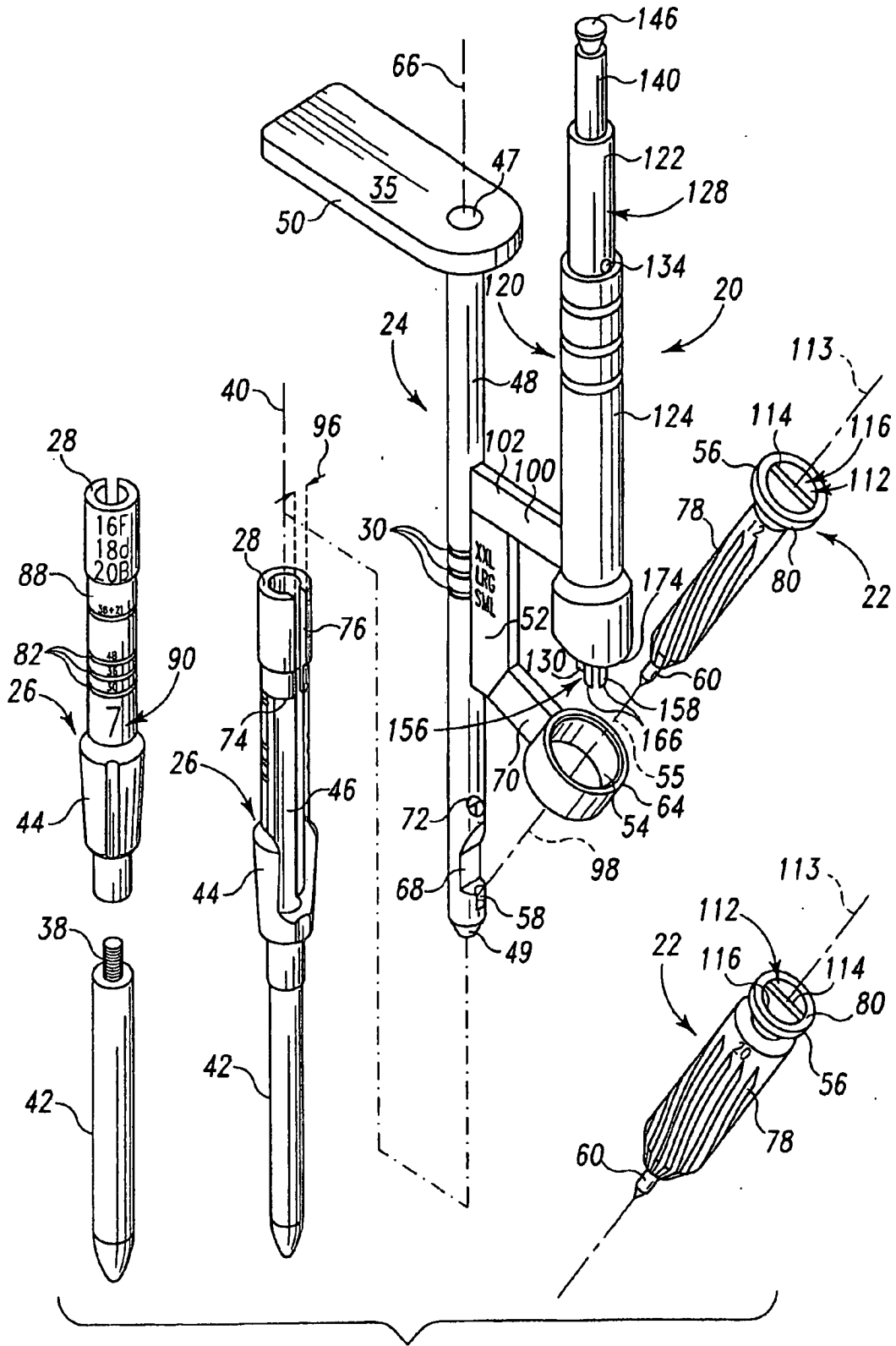


Fig. 2

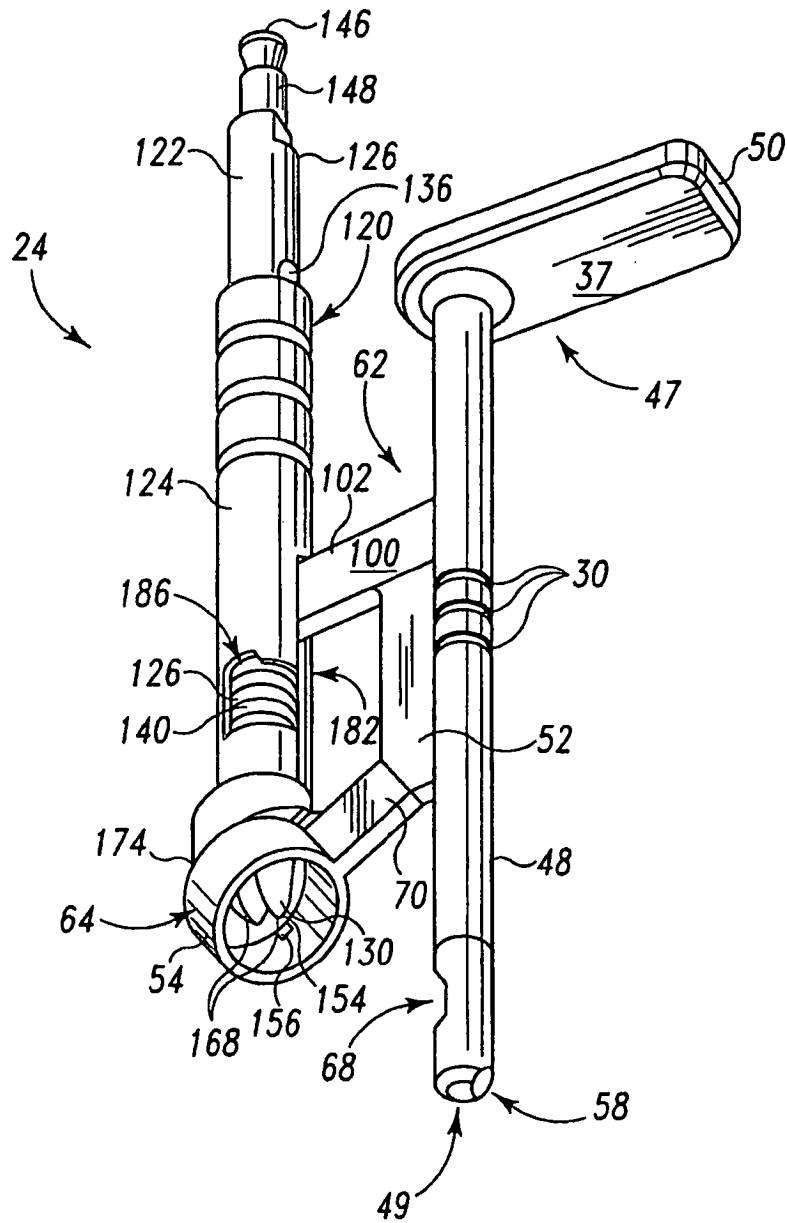


Fig. 3

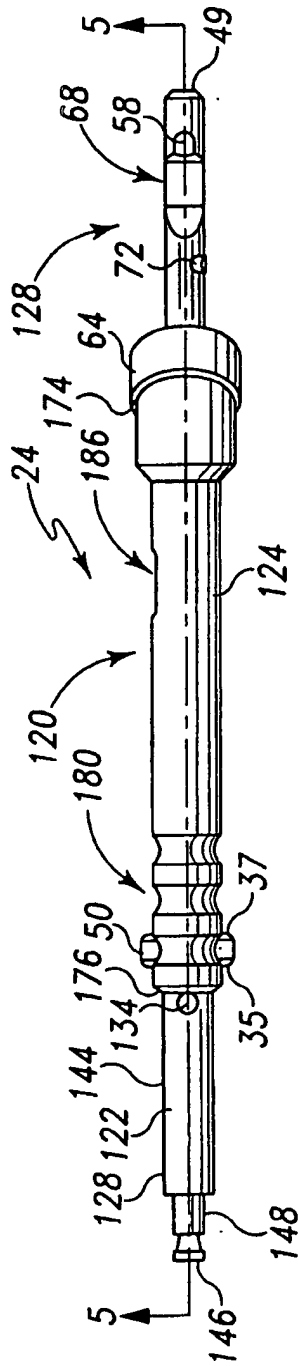


Fig. 4

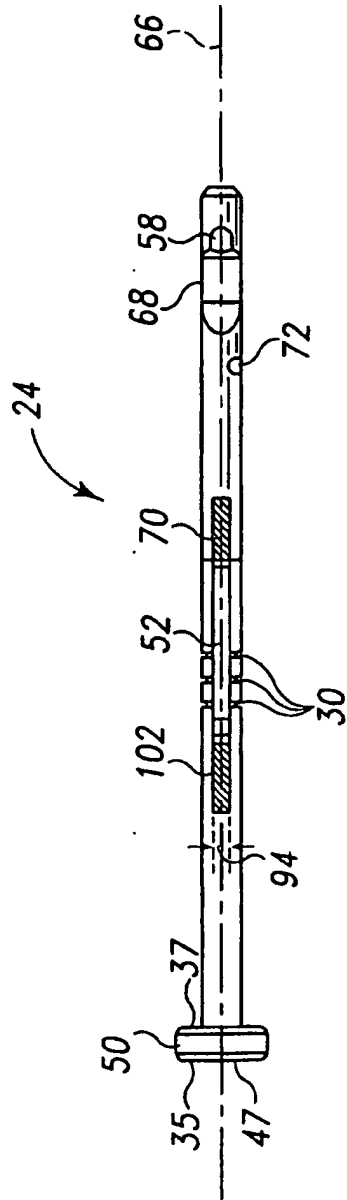


Fig. 6

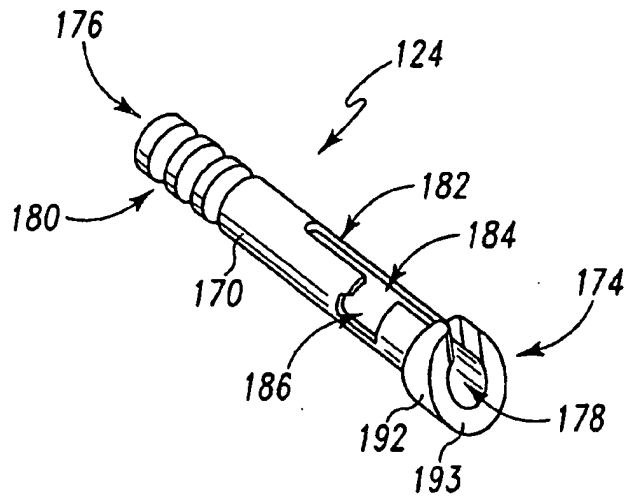


Fig. 7

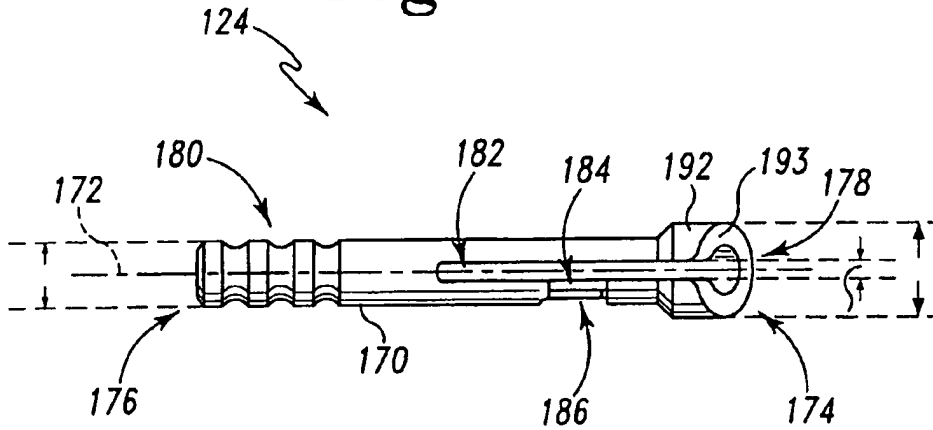


Fig. 8

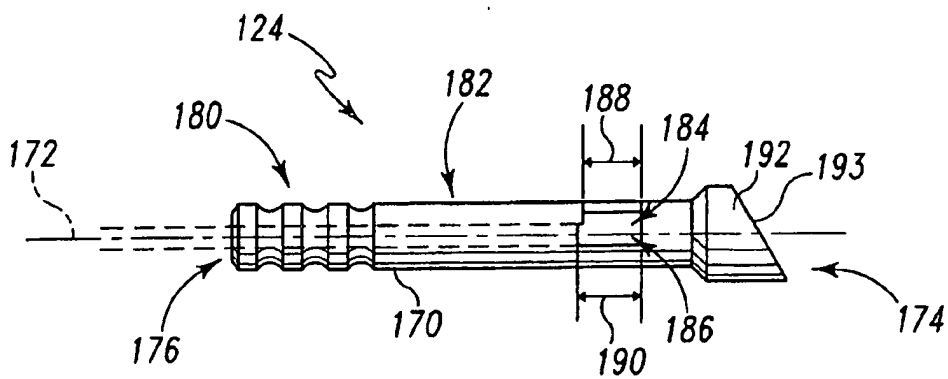


Fig. 9

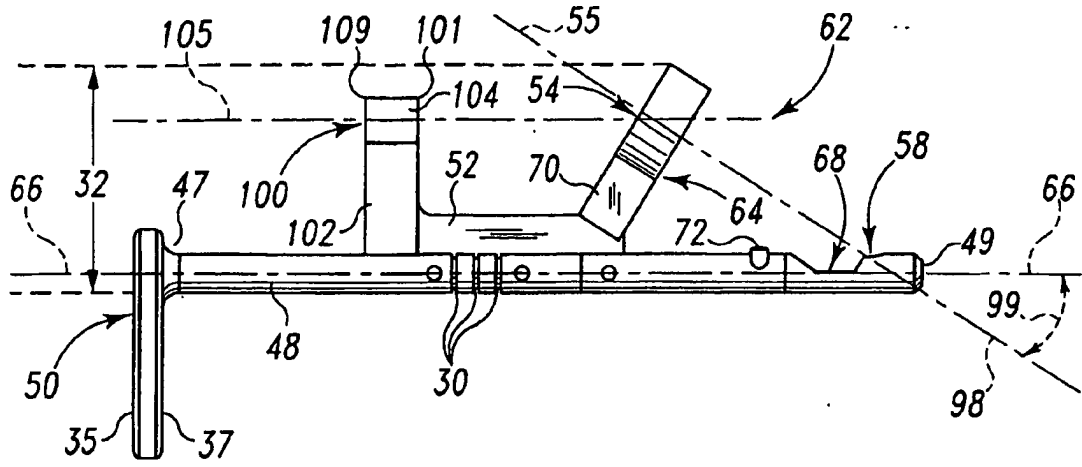


Fig. 10

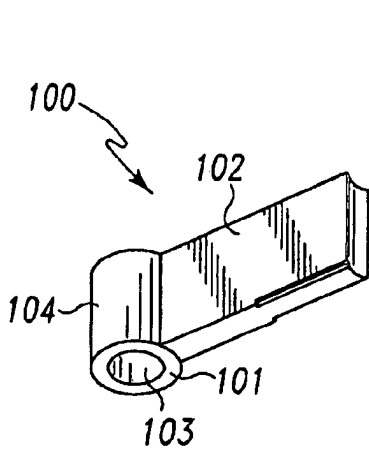


Fig. 11

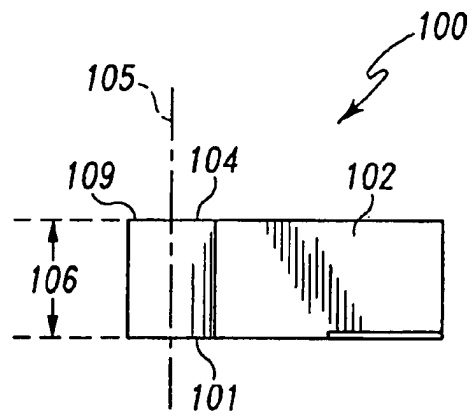


Fig. 12

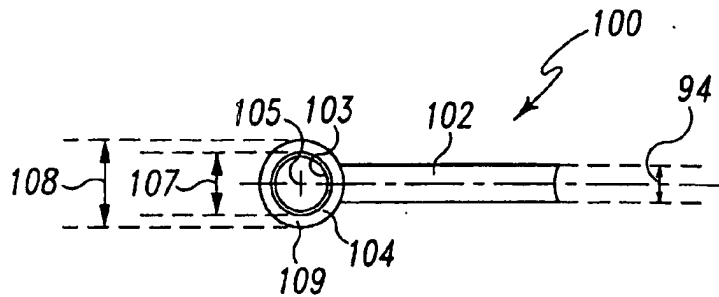


Fig. 13

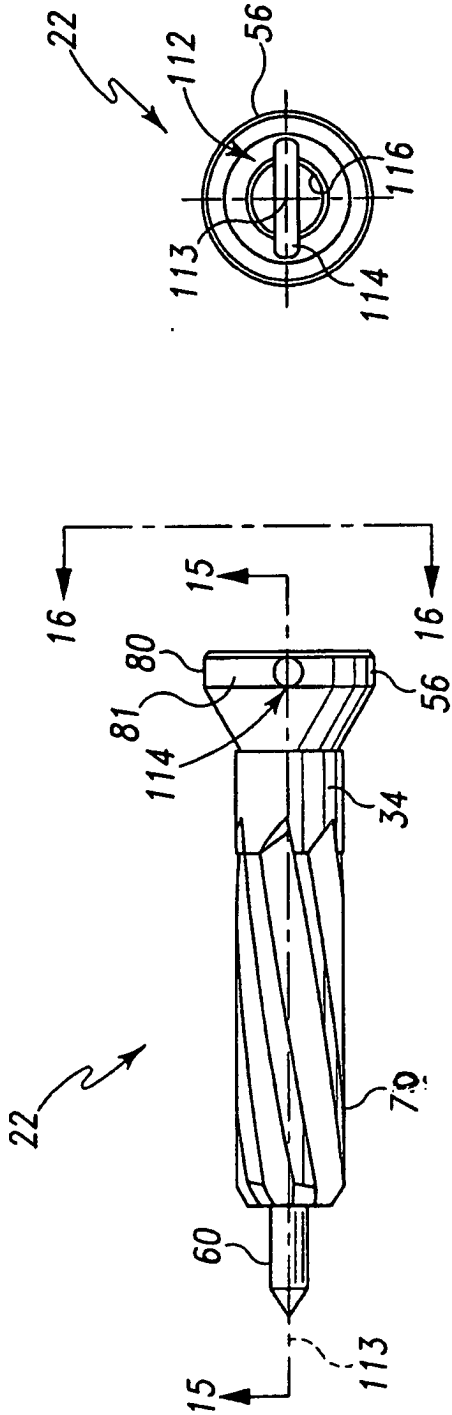


Fig. 16

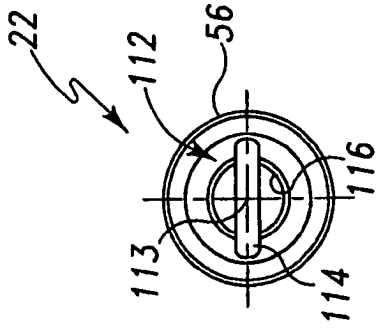


Fig. 15

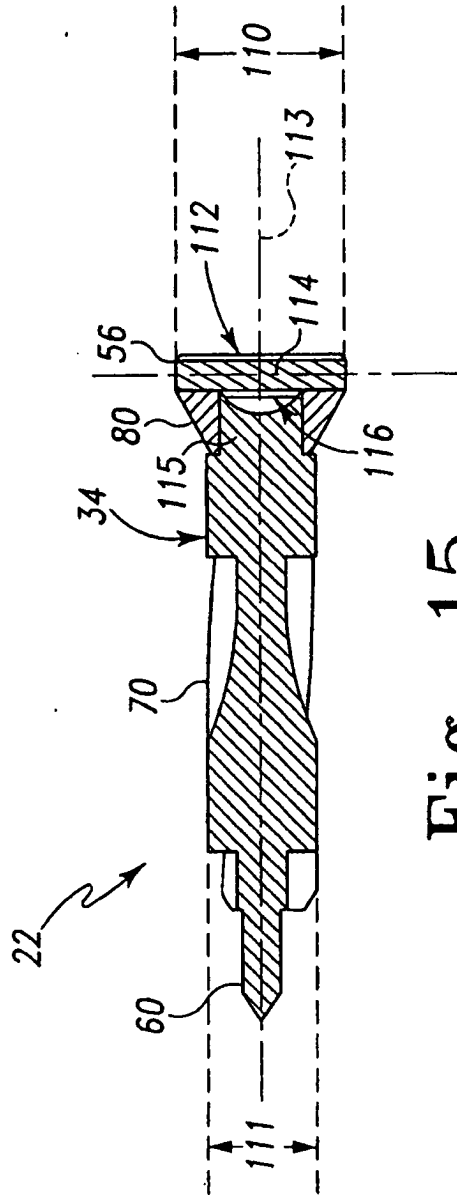


Fig. 14