



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 22 483 T2 2007.03.29**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 272 132 B1**

(51) Int Cl.⁸: **A61F 5/01 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 22 483.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/11132**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 923 182.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/076515**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.04.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **18.10.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.01.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **23.08.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.03.2007**

(30) Unionspriorität:
545420 07.04.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:
**Mayo Foundation for Medical Education and
Research, Rochester, Minn., US**

(72) Erfinder:
**IRBY, E., Steven, Rochester, MN 55901, US;
KAUFMAN, R., Kenton, Rochester, MN
55902-3516, US**

(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **ELEKTROMECHANISCHE GELENKKONTROLLVORRICHTUNG MIT SCHLINGFEDERKUPPLUNG**

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] Diese Erfindung betrifft eine dynamische elektromechanische orthetische oder prothetische Vorrichtung mit einer Schlingfederkupplung.

Hintergrund

[0002] Viele Amputierte und Patienten mit teilweiser oder vollständiger Lähmung der Extremitäten benötigen eine Unterstützungstechnologie, wie zum Beispiel Prothesen bzw. Orthesen (die hierin durch den allgemeinen Ausdruck Orthese oder orthetische Vorrichtung bezeichnet werden), um die Mobilität zu verbessern.

[0003] Um effizient zu funktionieren, sollte zum Beispiel die untere Extremität die Fähigkeit besitzen: (1) das Körpergewicht während der Standphase des Fortbewegungszyklus zu tragen (wenn sich der Fuß mit dem Boden in Kontakt befindet); (2) die Gelenke zu drehen und zu koordinieren, um die Fortbewegung zu erzielen; (3) die Länge der Extremität durch Beugung des Knies während der Schwungphase des Gangs einzustellen (wenn sich der Fuß nicht in Kontakt mit dem Boden befindet); und (4) ferner die Trajektorie des Schwerpunkts durch eine leichte Beugung des Knies im mittleren Stand zu glätten.

[0004] Um eine effiziente Fortbewegung bereitzustellen, muß eine orthetische Knie-Knöchel-Fuß-Vorrichtung (KAFO) die Kniegelenkbeugung beim Aufsetzen des Absatzes während der Standphase des Gangs einschränken, während sie außerdem eine freie Kniebeugung während der Gangschwungphase ermöglicht. KAFOs mit elektromechanischen Kniehemmungskomponenten nutzen eine breite Vielfalt von elektronisch gesteuerten mechanischen Kupplungs- und Bremsgestaltungen, um eine Kniestuerung während des Gehens bereitzustellen. Eine erfolgreiche Gestaltung umfaßt einen kleinen, leichten, elektronisch gesteuerten Knieverriegelungsmechanismus, der an einer herkömmlichen KAFO angebracht werden kann.

[0005] Bezugnehmend auf [Fig. 1](#) umfaßt die in WO-A94/09727 gezeigte KAFO-Vorrichtung **10** eine Orthese mit einem oberen Abschnitt **12** mit einer Oberschenkelmanschette **14** und Oberschenkelhalteriemern **16**, als auch einen unteren Abschnitt **18** mit einer unteren Bein/Fuß-Manschette **20** und einem entsprechenden Fußhalteriemern **22**. Eine mediale Oberschenkelstrebe **24** und eine mediale Unterschenkelstrebe **26** sind durch ein herkömmliches Drehgelenk **28** am Kniegelenk auf der medialen Seite der Vorrichtung **10** verbunden. Auf der lateralen Seite der Vorrichtung ist eine laterale Oberschenkelstrebe **30** mit der Oberschenkelmanschette **14** verbunden und erstreckt sich an einer Biegung **32** nach außen, um mit der Ausgangsnabe **38** eines Kniedrehgelenk-

kupplungsmechanismus **34** in Eingriff zu treten. Die Eingangsnabe **36** des Kupplungsmechanismus **34** ist mit einer im wesentlichen geraden lateralen Unterschenkelstrebe **40** verbunden, die mit der unteren Bein/Fuß Manschette **20** verbunden ist.

[0006] Bezugnehmend auf [Fig. 2](#), ist der Kupplungsmechanismus **34** eine Schlingfederkupplung. Schlingfederkupplungen sind eine bekannte Kategorie von Freilaufkupplungen, die in nur eine Drehrichtung eine Drehmomentübertragung von einer Welle zu einer anderen zulassen. Der Kupplungsmechanismus **34** umfaßt eine zylindrische Eingangswelle **42**, die an der Eingangsnabe **36** befestigt ist, eine zylindrische Ausgangswelle **44**, die an der Ausgangsnabe **38** befestigt ist, und eine zylindrische Feder **46**, die Windungen mit einer im wesentlichen quadratischen Querschnittsform aufweist. Die Eingangswelle **42** und die Ausgangswelle **44** weisen denselben Durchmesser auf und werden durch eine (nicht gezeigten) Halteklammer Ende an Ende in einer aneinanderstoßenden Beziehung gehalten, und drehen sich um eine gemeinsame Achse. Diese Drehachse, die hierin als die Beugungsverlängerungsachse **48** bezeichnet wird, ist bezüglich der Drehachse des medialen Drehgelenks **28** kollinear (siehe [Fig. 1](#)). Die Feder **46** ist mit der Ausgangswelle **44** verbunden, rutscht auf der Eingangswelle **42** und dient als selbsteingreifende Bremse zwischen ihnen. Wenn in die Richtung des Pfeils A auf die Eingangsnabe **36** ein Drehmoment ausgeübt wird, schlingt sich die Feder **46** eng um die Welle, die durch die durch die aneinanderstoßenden Eingangswelle **42** und Ausgangswelle **44** gebildet wird, was die Eingangswelle **42** und die Ausgangswelle **44** miteinander verriegelt und das laterale elektromechanische Kniegelenk verriegelt. Wenn umgekehrt ein Drehmoment in eine Richtung eines entgegengesetzten Pfeils A ausgeübt wird, wickelt sich die Feder **46** von der Welle ab, die durch die Eingangswelle **42** und die Ausgangswelle **44** gebildet wird, was es ermöglicht, daß die Welle leicht in die entgegengesetzte Richtung rutscht und das elektromechanische Kniegelenk frei schwingen läßt. Wenn die Eingangswelle **42** und die Ausgangswelle **44** unter Last stehen und ausgekuppelt werden müssen, kann ein Steuerzapfen **50** auf der Feder **46** in die Richtung des Pfeils B bewegt werden, um die Feder **46** zu lösen.

[0007] Erneut auf [Fig. 1](#) bezugnehmend, steht eine Umfangssteuermanschette **52** um die Feder **46** mit dem Steuerzapfen **50** in Eingriff. Die Steuermanschette **52** steht über eine Spannvorrichtung **54** in Eingriff, die am Ausgangselement eines elektrisch betätigten linearen Elektromagneten **56** befestigt ist, der an der lateralen Oberschenkelstrebe **32** angebracht ist. Der lineare Elektromagnet **56** wird durch ein elektronisches Steuersystem **58** gesteuert, das am Gürtel des Trägers befestigt ist. Das Steuersystem **58** empfängt elektrische Eingangssignale von ei-

ner Anordnung zweier Sätze von Fußkontaktsensoren und erzeugt beruhend auf diesen Signalen elektrische Ausgangssignale, um den Elektromagneten **56** zu steuern. Der erste Satz Sensoren **60**, **62** besteht aus kraftempfindlichen Widerständen, die auf der Unterseite der unteren Bein/Fuß-Wiege **20** angebracht sind, und liefert abhängig vom Grad des Kontakts zwischen der Wiege **20** und einer Gehfläche veränderliche elektrische Eingangssignale an das Steuermodul **58**. Die zweiten Sensoren sind an der Unterseite des (in [Fig. 1](#) nicht gezeigten) entgegengesetzten Fußes des Trägers befestigt und liefern abhängig vom Grad des Kontakts zwischen dem entgegengesetzten Fuß und dem Boden veränderliche elektrische Eingangssignale an das Steuermodul **58**. Ein Verknüpfungslogiknetzwerk im elektronischen Steuermodul **58** überwacht beruhend auf den Eingaben aus den Fußsensoren an der Orthese und dem entgegengesetzten Fuß elektrische Ausgangsbefehle. Beruhend auf der Eingabe von den Sensoren erzeugt ein Kontrollalgorithmus ein Betätigungssignal, das zur Lösung des Kupplungsmechanismus **34** während der Schwungphase des Gangs an den Elektromagneten **56** gesendet wird.

[0008] Die in den [Fig. 1–Fig. 2](#) gezeigte prothetische/orthetische Vorrichtung **10** stellt ein gelenkiges Kniegelenkssystem bereit, das die metabolischen Energieanforderungen während des Gangs reduziert. Die Verriegelungswirkung der Kupplung **34** stellt eine Kniestabilität während des Stands bereit, während sie eine freie Kniebewegung während der Schwungphase des Gangs zuläßt.

Zusammenfassung

[0009] Die orthetische Vorrichtung, die in den [Fig. 1–Fig. 2](#) dargestellt wird, liefert verglichen mit einer herkömmlichen festen Knieorthese eine beträchtlich verbesserte Leistung. Jedoch macht das extrem breite laterale Profil der Kupplung **34** die Vorrichtung **10** unattraktiv und schwierig unter Bekleidung, wie Hosen oder Röcken zu tragen. Zusätzlich erhöht der Versatz zwischen der lateralen Oberschenkelstrebe **30** und der lateralen Unterschenkelstrebe **40** verglichen mit herkömmlichen Reihenverstrebnungen die Torsionsbelastung am Gelenk. Die Fußsensoren, die sowohl an der Vorrichtung **10** als auch dem gegenüberliegenden Fuß des Trägers befestigt sind, sind sowohl unattraktiv als auch unbequem zu verbinden/zu trennen.

[0010] Die Erfindung stellt eine Schlingfederkupplung mit einem beträchtlich reduzierten lateralen Profil bereit, was die Vorrichtung, die die Kupplung verwendet, sehr viel attraktiver macht, sie unter der Bekleidung zu tragen. Das reduzierte laterale Profil und die benachbarten Eingangs-/Ausgangsrahmen der Kupplung reduzieren außerdem die Torsion im lateralen Kniegelenkbereich. Die Schlingfederkupplung

stellt eine bidirektionale Rotation, mehrere Verriegelungspositionen, eine Selbsteinkupplung und einfache Auskupplung unter Last mit einer sehr geringen Energieaufnahme aus einer Stromquelle wie einer Batterie bereit. Die Schlingfederkupplungsgestaltung stellt auch einen störungssicheren Verriegelungsmechanismus bereit, falls der Strom ausfällt. Die Kupplungsgestaltung mit niedrigem Profil macht die Vorrichtung leicht zur verwenden, und folglich wäre es wahrscheinlicher, daß mehr Patienten, die die Unterstützung einer orthetischen Vorrichtung benötigen, sie auf einer täglichen Grundlage tragen. Die einseitige Eingabe von den Sensoren an der orthetischen Vorrichtung macht den zusätzlichen Satz von Drähten und Sensoren überflüssig, die vorher den Fuß des Trägers auf der entgegengesetzten Seite behinderten, und vereinfachen außerdem die Befestigung und Entfernung der Vorrichtung.

[0011] In einem Aspekt ist die Erfindung eine Kupplung, die eine Ausgangsnabe auf einem Ausgangsrahmen und eine Eingangswelle auf einem Eingangsrahmen aufweist, wobei sich die Eingangswelle in einer Bohrung in der Ausgangsnabe dreht. Es ist eine Eingangsnabe an einem Ende der Eingangswelle befestigt, und eine Feder steht mit der Eingangsnabe und der Ausgangsnabe in Eingriff. Eine Umfangsfederklemme sichert die Feder so an der Eingangsnabe, daß der Eingangsrahmen und der Ausgangsrahmen auf einer Seite der Kupplung, die der Eingangsnabe gegenüberliegt, zueinander benachbart sind

[0012] In einem weiteren Aspekt ist die Erfindung eine orthetische Gelenksteuervorrichtung, die eine Kupplung mit einer Ausgangsnabe auf einem Ausgangsrahmen und eine Eingangswelle auf einem Eingangsrahmen aufweist, wobei sich die Eingangswelle in einer Bohrung in der Ausgangsnabe dreht. Es ist eine Eingangsnabe an einem Ende der Eingangswelle befestigt, eine Feder steht mit der Eingangsnabe und der Ausgangsnabe in Eingriff, und eine Umfangsfederklemme sichert die Feder an der Eingangsnabe. Der Eingangsrahmen und der Ausgangsrahmen sind auf einer Seite der Kupplung zueinander benachbart, die der Eingangsnabe gegenüberliegt. Eine erste Strebe ist am Eingangsrahmen befestigt, und eine zweite Strebe ist am Ausgangsrahmen befestigt.

[0013] In einem dritten Aspekt ist die Erfindung eine orthetische Knie-Knöchel-Fuß-Vorrichtung, die aufweist:

- (a) eine mediale Oberschenkelstrebe und eine mediale Unterschenkelstrebe, wobei die mediale Oberschenkelstrebe und die mediale Unterschenkelstrebe an einem Drehgelenk befestigt sind, das sich um eine Beugungsverlängerungsachse dreht;
- (b) eine laterale Oberschenkelstrebe und eine la-

terale Unterschenkelstrebe, wobei die laterale Oberschenkelstrebe und die laterale Unterschenkelstrebe an der Schlingfederkupplung befestigt sind, die sich um die Beugungsverlängerungsachse dreht;

(c) ein erstes orthetisches Element, das geeignet ist, mit dem Oberschenkel in Eingriff zu treten, wobei eine mediale Seite des ersten orthetischen Elements an der medialen Oberschenkelstrebe befestigt ist und eine laterale Seite des ersten orthetischen Elements an der lateralen Oberschenkelstrebe befestigt ist;

(d) ein zweites orthetisches Element, das geeignet ist, mit mindestens einem der unteren Extremität und des Fußes in Eingriff zu treten, wobei eine mediale Seite des zweiten orthetischen Elements an der medialen Unterschenkelstrebe befestigt ist und eine laterale Seite des zweiten orthetischen Elements an der lateralen Unterschenkelstrebe befestigt ist;

(e) eine elektrisch betätigte Vorrichtung, die an einer der ersten und zweiten lateralen Streben befestigt ist, wobei die elektrisch betätigte Vorrichtung, wenn sie betätigt wird, die Kupplung auskuppelt;

(f) Kontaktsensoren, die an einer Unterseite des zweiten orthetischen Elements befestigt sind und auf die durch eine Gehfläche eingewirkt wird, wobei die Kontaktsensoren ein elektrisches Signal erzeugen, das dem Grad des Kontakts zwischen dem zweiten orthetischen Element und einer Oberfläche entspricht;

(g) einen kinematischen Sensor, der ein elektrisches Signal erzeugt, das auf der relativen Position und/oder Bewegung des Eingangsrahmens bezüglich des Ausgangsrahmens beruht; und

(h) einen elektronischen Schaltungskomplex, der elektrische Eingangssignale aus den Kontaktsensoren und den kinematischen Sensoren empfängt und elektrische Ausgangssignale erzeugt, um die elektrisch betätigte Vorrichtung zu betätigen.

[0014] In einem vierten Aspekt ist die Erfindung ein Verfahren zur elektromechanischen Steuerung des Kniegelenks, das aufweist:

(a) Bereitstellen einer prothetischen Vorrichtung, die aufweist: eine Oberschenkelstrebe und eine Unterschenkelstrebe, wobei die Oberschenkelstrebe und die Unterschenkelstrebe an einer Schlingfederkupplung befestigt sind, die sich um eine Beugungsverlängerungsachse dreht; ein erstes prothetisches Element, das geeignet ist, mit dem Oberschenkel in Eingriff zu treten, wobei das erste prothetische Element an der Oberschenkelstrebe befestigt ist, und ein zweites prothetisches Element, das an der Unterschenkelstrebe befestigt ist; und

Betätigen der Kupplung unter Verwendung elektrischer Eingangssignale, die durch mindestens einen

Kontaktsensor am zweiten prothetischen Element erzeugt werden, und elektrischer Eingangssignale, die durch einen kinematischen Sensor erzeugt werden, die der relativen Position und/oder Bewegung der ersten und zweiten prothetischen Elemente entsprechen.

[0015] In einem fünften Aspekt ist die Erfindung ein Verfahren zur elektromechanischen Steuerung eines Kniegelenks in einer orthetischen Vorrichtung, das aufweist:

(a) Bereitstellen einer orthetischen Vorrichtung, die aufweist: eine Oberschenkelstrebe und eine Unterschenkelstrebe, wobei die laterale Oberschenkelstrebe und die laterale Unterschenkelstrebe an einer Schlingfederkupplung befestigt sind, die sich um eine Beugungsverlängerungsachse dreht; ein erstes orthetisches Element, das geeignet ist, mit dem Oberschenkel in Eingriff zu treten, wobei das erste orthetische Element an der Oberschenkelstrebe befestigt ist, und ein zweites orthetisches Element, das geeignet ist, mit mindestens einem der unteren Extremität und des Fußes in Eingriff zu treten, wobei das zweite orthetische Element an der Unterschenkelstrebe befestigt ist; und

Betätigen der Kupplung unter Verwendung elektrischer Eingangssignale, die durch mindestens einen Kontaktsensor am zweiten prothetischen Element erzeugt werden, und elektrischer Eingangssignale, die durch einen kinematischen Sensor erzeugt werden, die der relativen Position und/oder Bewegung der ersten und zweiten prothetischen Elemente entsprechen.

[0016] In einem sechsten Aspekt ist die Erfindung ein Verfahren zur elektromechanischen Steuerung eines Gelenks in einer orthetischen Vorrichtung, das aufweist:

(a) Bereitstellen einer orthetischen Vorrichtung, die aufweist: eine erste Strebe und eine zweite Strebe, wobei die erste Strebe und die zweite Strebe an einer Schlingfederkupplung befestigt sind, die sich um eine Beugungsverlängerungsachse dreht; ein erstes orthetisches Element, das an der ersten Strebe befestigt ist, und ein zweites orthetisches Element, das an der zweiten Strebe befestigt ist; und

Betätigen der Kupplung unter Verwendung elektrischer Eingangssignale, die durch mindestens einen Kontaktsensor am zweiten prothetischen Element erzeugt werden, und elektrischer Eingangssignale, die durch einen kinematischen Sensor erzeugt werden, die der relativen Position und/oder Bewegung der ersten und zweiten prothetischen Elemente entsprechen.

[0017] Die Details einer oder mehrerer Ausführ-

rungsformen der Erfindung werden in den beigefügten Zeichnungen und der folgenden Beschreibung dargelegt. Andere Merkmale, Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden aus der Beschreibung und den Zeichnungen und aus den Ansprüchen deutlich.

Beschreibung der Zeichnungen

[0018] **Fig. 1** ist eine schematische perspektivische Vorderansicht einer Knie-Knöchel-Fuß-Orthese (KA-FO).

[0019] **Fig. 2** ist eine schematische perspektivische Ansicht eines herkömmlichen Schlingfederkuppplungsmechanismus.

[0020] **Fig. 3** ist eine perspektivische Vorderansicht einer orthetischen Vorrichtung der Erfindung.

[0021] **Fig. 4** ist eine Seitenansicht einer orthetischen Vorrichtung der Erfindung.

[0022] **Fig. 5** ist eine perspektivische Ansicht mit aufgelösten Einzelteilen der Schlingfederkuppplung der Erfindung.

[0023] **Fig. 6** ist eine detaillierte Seitenansicht einer Ausführungsform der Kuppplung der Erfindung.

[0024] **Fig. 7** ist eine detaillierte Vorderansicht einer orthetischen Vorrichtung der Erfindung.

[0025] **Fig. 8** ist eine graphische Darstellung normaler sagittaler Kniebewegungen in Grad der Kniebeugung als Funktion des Gangzyklus in Prozent.

[0026] **Fig. 9** ist eine graphische Darstellung der normalen Fuß-Boden-Kontaktkräfte senkrecht zur Ebene des Bodens als auf das Körpergewicht normierte Kraft in Prozent als Funktion des Gangzyklus in Prozent.

[0027] **Fig. 10** ist eine Ansicht von unten der Orthese, die die Anordnung eines Paares kraftempfindlicher Sensoren zeigt.

[0028] **Fig. 11** ist ein schematischer Schaltplan des elektronischen Steuermoduls der Erfindung.

[0029] **Fig. 12** ist eine graphische Darstellung, die die Aktivierung des Elektromagneten als Funktion des Gangzyklus in Prozent zeigt.

[0030] **Fig. 13** ist eine schematische Darstellung der Schlingfederkuppplung der Erfindung, die in einer prothetischen Vorrichtung verwendet wird.

[0031] Gleiche Bezugszeichen in den verschiedenen Zeichnungen geben gleiche Elemente an.

Detaillierte Beschreibung

[0032] Eine Ausführungsform einer orthetischen Vorrichtung **110** der Erfindung wird in **Fig. 3** gezeigt. Die Vorrichtung **110** weist einen oberen Abschnitt **112** mit einem ersten orthetischen Element **114** und einen Oberschenkelriemen **116** zur Befestigung der Vorrichtung an einem oberen Bein eines Trägers auf. Ein unterer Abschnitt **118** der Vorrichtung **110** weist ein zweites orthetisches Element **120**, das so geformt ist, daß es das untere Bein und/oder den Fuß des Trägers hält, zusammen mit einem Unterschenkelriemen **122** zur Befestigung der Vorrichtung an der unteren Extremität auf. Eine mediale Oberschenkelstrebe **124** ist an der medialen Seite des ersten orthetischen Elements **114** befestigt, und eine mediale Unterschenkelstrebe **126** ist an der medialen Seite des zweiten orthetischen Elements **120** befestigt. Ein herkömmliches Drehgelenk **128**, das sich um eine Kniebeugungs-/Verlängerungsachse **148** dreht, verbindet die mediale Oberschenkelstrebe **124** und die mediale Unterschenkelstrebe **126**. Eine im wesentlichen lineare laterale Oberschenkelstrebe **130** ist an einem Eingangsrahmen **136** eines Schlingfederkuppplungsmechanismus **134** befestigt. Eine laterale Unterschenkelstrebe **140** weist einen im wesentlichen linearen unteren Abschnitt **142** und einen gebogenen oberen Abschnitt **144** auf, der mit einem Ausgangsrahmen **138** der Kuppplung **134** verbunden ist. Der Eingangsrahmen **136** und der Ausgangsrahmen **138** sind zueinander benachbart und sind beide auf der medialen Seite des Kuppplungsmechanismus **134** angeordnet, was verglichen mit einem Kuppplungsmechanismus mit einem Eingangselement auf der medialen Seite der Kuppplung und einem Ausgangselement auf der lateralen Seite der Kuppplung ein reduziertes laterales Profil erzeugt. Da der Eingangsrahmen **136** und der Ausgangsrahmen **138** zueinander benachbart und im wesentlichen ausgerichtet sind, reduziert die Kuppplung **134** der Erfindung außerdem die Torsionskräfte, die auf die Orthese ausgeübt werden.

[0033] Der Eingangsrahmen **136**, der Ausgangsrahmen **138** und andere Komponenten des Kuppplungsmechanismus bestehen typischerweise aus einem Leichtmetall, wie zum Beispiel Aluminium, um das Gesamtgewicht der orthetischen Vorrichtung zu reduzieren. Jedoch wäre jedes Metall zur Verwendung bei der Herstellung der Kuppplungskomponenten geeignet, und es kann zum Beispiel Stahl für alle oder einen Teil der Komponenten verwendet werden, falls das Gewicht nicht von besonderem Belang ist oder wenn eine verbesserte Haltbarkeit erforderlich ist.

[0034] Ein Spannelement **154** wirkt auf ein Spaltjoch **151** auf einer Außenseite einer Umfangssteuerungsmanschette **152**, die durch eine Umfangsverriegelungsfederklemme **164** gehalten wird. Das Spannelement wird durch das Ausgangselement einer elektro-

mechanischen Betätigungsvorrichtung **156** betätigt, die an der lateralen Oberschenkelstrebe **130** angebracht ist. Die Betätigungsvorrichtung, in dieser Ausführungsform ein linearer Elektromagnet **156**, wird durch ein elektronisches Steuersystem **158** gesteuert, das am Gürtel des Trägers befestigt oder an den medialen oder lateralen Oberschenkelstreben **124**, **130** angebracht sein kann. Das Steuersystem **158** empfängt elektrische Eingangssignale von einem einzigen Satz Fußkontaktsensoren und erzeugt beruhend auf diesen Signalen elektrische Ausgangssignale, um den Elektromagneten **156** zu steuern. Die Sensoren **160**, **162** sind kraftempfindliche Widerstände, die an der Unterseite des zweiten orthetischen Elements **120** angebracht sind und abhängig vom Grad des Kontakts zwischen dem zweiten Element **120** und einer Gehfläche veränderliche elektrische Eingangssignale an das Steuermodul **158** liefern. Es sind keine Sensoren auf der Unterseite des kontralateralen Fußes des Trägers erforderlich. Der elektronische Schaltungskomplex **158** überwacht elektrische Ausgangsbefehle beruhend auf den Eingaben von den Fußsensoren **160**, **162** an der Vorrichtung **110**. Beruhend auf der Eingabe von den Sensoren erzeugt ein Kontrolleralgorithmus ein Betätigungssignal, das zur Lösung des der Kupplungsmechanismus **134** während der Schwungphase des Gangs an den Elektromagneten **156** geschickt wird.

[0035] Bezugnehmend auf [Fig. 4–Fig. 5](#), ist der Eingangsrahmen **136** ein im wesentlichen ebenes Element, das typischerweise einen länglichen linearen Verbindungsabschnitt **170** zur Befestigung der Kupplung an einer Strebe einer orthetischen Vorrichtung aufweist. Jedoch kann der längliche Abschnitt **170** außerhalb der Ebene liegen, falls erforderlich, um enger parallel zum Profil einer typischen orthetischen Vorrichtung zu verlaufen. Der Verbindungsabschnitt **170** weist eine Reihe von Befestigungsöffnungen **172** zur einstellbaren Befestigung an der lateralen Oberschenkelstrebe **130** auf. Die Befestigungsöffnungen können auch verwendet werden, um eine Halterung **174** für den Elektromagneten **156** anzubringen, oder um ein Batteriebündel oder das (in den [Fig. 4–Fig. 5](#) nicht gezeigte) elektronische Steuermodul **158** anzubringen. Der Verbindungsabschnitt **170** des Eingangsrahmens **136** weist Verstärkungsflansche **176** ebenso wie ein Paar Randöffnungen **178** auf. Die Öffnungen **178** werden typischerweise verwendet, um Gewindestifte oder ähnliche Anschlagelemente zu halten (die in den [Fig. 4–Fig. 5](#) nicht gezeigt werden), die in eine Umfangsnut **180** im Ausgangsrahmen **138** eingreifen, um die Rotation des Eingangsrahmens **136** bezüglich des Ausgangsrahmens **138** zu begrenzen und eine Überstreckung des Kniegelenks zu verhindern. Der Eingangsrahmen **136** weist ferner eine Eingangssachse oder Eingangswelle **182** mit einer Längsachse auf, die im wesentlichen senkrecht zur Ebene des Eingangsrahmens **136** und kollinear mit der Beugungs-/Verlängerungs-

achse **148** verläuft (siehe [Fig. 3](#)).

[0036] Der Ausgangsrahmen **138** ist ebenfalls ein im wesentlichen ebenes Element, das einen länglichen linearen Verbindungsabschnitt **184** aufweist. Der Verbindungsabschnitt **184**, der ebenfalls außerhalb der Ebene liegen kann, falls notwendig, um mit einer Strebe einer orthetischen Vorrichtung verbunden zu werden, weist eine Reihe von Befestigungsöffnungen **186** zur einstellbaren Befestigung des Ausgangsrahmens **138** am gebogenen Abschnitt **144** der lateralen Unterschenkelstrebe **142** auf. Verstärkungsflansche **188** versteifen den Verbindungsabschnitt **184** und erstrecken sich in eine Richtung, die entgegengesetzt zu den Verstärkungsflanschen **176** am Eingangsrahmen **136** ist. Die Eingangswelle **182** ist in eine Bohrung **190** im Ausgangsrahmen **138** aufgenommen und kann sich darin frei drehen. Die Eingangswelle **182** dreht sich in der Bohrung **190** auf mindestens einer Flanschlagerbuchse **192**. Das Lager **192** weist einen Buchsenabschnitt **193** in der Bohrung **190** und einen Umfangsflanschabschnitt **194** zwischen den benachbarten Eingangsrahmen **136** und Ausgangsrahmen **138** auf. Die Eingangswelle **182** wird konzentrisch in einer Ausgangsnabe **196** gehalten, die eine Längsachse aufweist, die im wesentlichen senkrecht zur Ebene des Ausgangsrahmens **138** ist.

[0037] Ein Ende **183** der Eingangswelle **182** erstreckt sich über die Ausgangsnabe **196** hinaus und ist an einer Eingangsnabe **200** befestigt. Die Eingangsnabe **200** weist im wesentlichen denselben Durchmesser wie die Ausgangsnabe **196** auf und umfaßt eine im wesentlichen ebene Angriffsfläche **202**, die an eine im wesentlichen ebene Angriffsfläche **204** an der Ausgangsnabe **196** anstößt. Das Ende **183** der Eingangswelle **182** ist mit einer im wesentlichen achteckigen Querschnittsform ausgearbeitet, obwohl andere ähnliche Formen und/oder Keilanordnungen verwendet werden können. Die bearbeiteten Abschnitte an der Eingangswelle **182** weisen im wesentlichen parallele Flächen auf, die an eine entsprechende, achteckig geformte innere Befestigungsfläche **206** der Eingangsnabe **200** angreifen. Ein radialer Gewindestift **208** in der Eingangsnabe **200** kann verwendet werden, um einen zuverlässigen Eingriff der Eingangswelle **182** und der Eingangsnabe **200** sicherzustellen.

[0038] In einer alternativen Ausführungsform, die in [Fig. 6](#) dargestellt wird, weist das Ende **183** der Eingangswelle **182** eine im wesentlichen kreisförmige Querschnittsform auf. Es kann eine longitudinale Keilnut in das distale Ende **183** der Eingangswelle **182** eingearbeitet sein, um einen flachen Keil **185** aufzunehmen. Die Innenseite **206** der Eingangsnabe **200** weist außerdem eine ringförmige innere Befestigungsfläche **206** auf. Es kann ein (in [Fig. 6](#) nicht gezeigter) radialer Gewindestift in der Eingangsnabe

200 verwendet werden, um den Keil **185** zu halten und den Eingriff mit der Eingangswelle **182** aufrechtzuerhalten.

[0039] Eine im wesentlichen zylindrisch geformte Schraubenfeder **210**, die einen Durchmesser aufweist, der geringförmig kleiner als die Durchmesser der Ausgangsnabe **196** und der Eingangsnabe **200** ist, wird über die Ausgangsnabe **196** und die Eingangsnabe **200** gedrückt. Die Feder **210**, die vorzugsweise aus Draht gefertigt ist, der eine im wesentlichen quadratische oder rechteckige Querschnittsform aufweist, steht mit einer Außenseite **214** der Ausgangsnabe **196** und einer Außenseite **216** der Eingangsnabe **200** in Reibungseingriff. Um eine stabilere Reibungsfläche bereitzustellen, können die Außenseite **214** der Ausgangsnabe **196** und die Außenseite **216** der Eingangsnabe **200** mit einer Buchse aus einem gehärteten oder verschleißfesten Material, wie zum Beispiel Stahl versehen oder damit überzogen sein.

[0040] Wie oben angegeben, wird ein Drehmoment, das auf die Kupplung **134** ausgeübt wird, die Tendenz haben, den Eingangsrahmen **136**, die Eingangswelle **182** und die Eingangsnabe **200** bezüglich der Ausgangsnabe **196** zu drehen. Wenn das Drehmoment in eine erste Richtung auf den Eingangsrahmen **136** und die Eingangsnabe **200** ausgeübt wird, so daß die Feder **210** in den Naben aufgewickelt wird, wird ein maximales Drehmoment durch die Kupplung **134** übertragen. Wenn das Drehmoment in eine zweite Richtung ausgeübt wird, die zur ersten Richtung entgegengesetzt ist, so daß die Feder **210** abgewickelt wird, wird ein minimales Drehmoment durch die Kupplung **134** auf die Ausgangsnabe **196** übertragen.

[0041] Erneut auf die [Fig. 3–Fig. 5](#) bezugnehmend, steht die Feder **210** durch eine Innenseite **221** einer Umfangssteuermanschette **152** in Eingriff, die über die Feder **210** rutscht und an der Schulter **212** am Ausgangsrahmen **138** anliegt. Die Steuermanschette **152** weist eine longitudinale Kerbe **222** auf, die einen Steuerzapfen **250** in der Feder **210** hält. Wenn sich die Kupplung **134** unter Last befindet und ausgekuppelt werden muß, kann die Steuermanschette um die Feder **210** gedreht werden. Die Kerbe **222** drückt den Zapfen **250** in die zweite Richtung, so daß die Feder **210** abgewickelt wird und die Kupplung **134** löst. Eine Außenseite **223** der Steuermanschette **152** weist ein Spaltjoch **151** auf, um die Umfangsbewegung der Steuermanschette zu ermöglichen (siehe [Fig. 7](#)).

[0042] Die Steuermanschette **152** wird durch eine Umfangsfederklemme **164** in der an der Schulter **212** anliegenden Position gehalten. Wenn der tangentielle Gewindestift **233** festgezogen ist, verriegelt die innere Angriffsfläche **231** der Federklemme **164** auch die Feder **210** an der Eingangsnabe **200**.

[0043] Bezugnehmend auf [Fig. 7](#), wird die Steuermanschette **152** durch einen elektrisch betätigten linearen Elektromagneten **156** um die Feder **210** in Umfangsrichtung bewegt. Wenn der Elektromagnet **156** erregt wird, verschiebt die (in [Fig. 7](#) nicht gezeigte) Elektromagnetwelle das Spannelement **154**, das in seinen linearen Abmessungen einstellbar ist, um die Wirkung des Kragens **152** auf den Federzapfen **250** zu steuern. Das Spannelement **154** wirkt auf ein Schäkelelement **232**, das die lineare Wirkung des Elements **154** in eine Umfangsbewegung des Kragens **152** umsetzt. Das Schäkelelement **232** befindet sich in den beiden Pfosten **151A**, **151B** des Spaltjochs **151** und steht mit einem (in [Fig. 7](#) nicht gezeigten) linearen Stift in Eingriff, der sich zwischen den Pfosten **151A**, **151B** erstreckt.

[0044] Die Steuereingaben für den Elektromagneten **156**, der die Kupplung **134** auskuppelt, werden aus natürlich auftretenden Gangereignissen abgeleitet. Das Timing und die Wiederholbarkeit dieser Ereignisse sind für eine erfolgreiche Anwendung entscheidend. Es wurde die zeitliche Abfolge der Fußkontakt ereignisse verwendet, da sie die Gangkinematik und Kinetik betreffen, um die Steuersystemgestaltung zu leiten.

[0045] Bezugnehmend auf die [Fig. 8–Fig. 9](#), wurden die kinematischen und kinetischen Gangparameter zeitlich auf 100% eines Gangzyklus normiert. Die Standphase eines Gangzyklus beginnt bei 0% mit dem Fußkontakt. Für ein normales Individuum findet das Aufsetzen des entgegengesetzten Fußes (OFS) bei 50% des Gangzyklus statt. Als Vorbereitung auf das Vorsetzen der hinteren Extremität beginnt die gegenüberliegende Extremität, das Gewicht des Individuums aufzunehmen. Die Standphase endet und die Schwungphase beginnt mit dem Abheben der Zehen (TO) bei annähernd 62% des Gangzyklus. Die Schwungphase wird mit dem Aufsetzen des Fußes oder 100% des Gangzyklus abgeschlossen. Die Kniegelenkeinkupplung muß stattfinden, nachdem die Spitzenkniebeugung während der Schwungphase erzielt wird, jedoch nicht später als das Aufsetzen des Fußes ([Fig. 8](#)). Die Kupplung **134** kann jederzeit nach der Spitzenkniebeugung im Schwung eingerastet werden, da eine Streckung infolge der Freilauffähigkeit der Schlingfederkupplungsgestaltung zu jeder Zeit möglich ist.

[0046] Bezugnehmend auf [Fig. 9](#), stellt die gestrichelte Linie die Kräfte der gegenüberliegenden Extremität dar. Das normale Timing des gegenüberliegenden Aufsetzen des Fußes (OFS) und Abhebens der Zehen (TO) begrenzt die kritische Zeitspanne für die Kniegelenksteuerung. Der Elektromagnet **156** muß betätigt werden, um die Kupplung **134** zu lösen, nachdem eine ausreichende Gewichtsübertragung stattgefunden hat. Das heißt, nach dem OFS, jedoch vor dem TO, damit eine ausreichende Kniebeugung

stattfindet und eine Fußhöhe während der Schwungphase des Gangs erhalten wird. Die hohe Geschwindigkeit der Belastung am Beginn des Stands schafft eine unantastbare Randbedingung, damit das Knie nicht in die Beugung zusammenklappt. Das Ausrücken muß stattfinden, nachdem eine ausreichende Gewichtsübertragung auf das gegenüberliegende Bein stattgefunden hat (nach dem gegenüberliegenden Aufsetzen des Fußes), jedoch früh genug, um es dem Knie zu ermöglichen, sich vor dem Abheben der Zehen ([Fig. 8](#)) zu beugen. Folglich gibt es ein schmales Zeitfenster, in dem die Kupplung betätigt werden muß.

[0047] In Hinblick auf das obige, kann dann, wenn Informationen hinsichtlich: (1) des Kontakts zwischen dem zweiten orthetischen Element **120** ([Fig. 3](#)) bezüglich einer Gehfläche, und (2) der Kniebeugung oder der Gelenkwinkelangabe, d.h. der jeweiligen Rotationsverstellung und/oder Geschwindigkeit des Eingangsrahmens **136** bezüglich des Ausgangsrahmens **138** erhalten und an den Elektromagneten **156** übertragen werden, die Kupplung **134** in einer rechtzeitigen Weise gelöst und eingerückt werden, um einen natürlichen Gangzyklus eng anzunähern.

[0048] Bezugnehmend auf [Fig. 10](#), können Informationen hinsichtlich des Aufsetzens des Absatzes und des Abhebens der Zehen mit einem Paar Sensoren **160**, **162** erhalten werden, die am zweiten orthetischen Element **120** angeordnet sind, auf die durch die Gehfläche eingewirkt wird. Die Sensoren **160**, **162** sind typischerweise kraftempfindliche Widerstandselemente, die abhängig von der Kraft, die auf sie ausgeübt wird, einen variablen Widerstand liefern. Um Informationen hinsichtlich des Gelenkwinkels bereitzustellen, müssen die Rotationsverstellung und/oder die Geschwindigkeit des Eingangsrahmens **136** bezüglich des Ausgangsrahmens **138** ausgewertet werden. Dies kann zum Beispiel erreicht werden, indem ein transparentes Fenster im Eingangsrahmen **136** angeordnet wird und eine Reihe von Markierungen auf einer benachbarten Fläche des Ausgangsrahmens **138** mit einer Lichtquelle beleuchtet werden.

[0049] Bezugnehmend auf [Fig. 11](#), wird ein Grundschaltplan des Elektromagnet-Steuermodulschaltungskomplexes **300** dargestellt. Es werden elektrische Eingangssignale **302** aus einer Anordnung von Sensoren am zweiten orthetischen Element **120**, elektrische Eingangssignale **304** hinsichtlich des Gelenkwinkels, und/oder manuelle elektrische Eingangssignale **306** vom Träger der Orthese an den elektronischen Schaltungskomplex geliefert, wie zum Beispiel einen Prozessor in einer digitalen Steuereinheit **308**. Zum Beispiel kann der Träger wollen, daß die Kupplung manuell gelöst wird, bevor er sich in einem Sessel niederläßt, oder kann wollen, daß die Auskupplung beibehalten wird, während er sich in ei-

ner sitzenden Position befindet. Unter Verwendung dieser Eingangssignale entscheidet der Prozessor elektrische Ausgangssignale an eine elektromechanische Treiberschaltung **310**. Die Treiberschaltung **310** steuert dann den Elektromotor **312** im Elektromagneten **156** an, um den Kupplungsmechanismus **134** zu lösen. Die digitale Steuereinheit **308** weist eine Batterie oder ein Batteriebündel auf, das wegwerfbar oder wiederaufladbar sein kann, um den Schaltungskomplex **300** zu versorgen.

[0050] Bezugnehmend auf [Fig. 12](#), wird die Arbeitsweise des geschlossenen Regelschleifensystems der Erfindung dargestellt, das den natürlichen Gangzyklus simuliert. Die Standphase des Gangzyklus liegt im wesentlichen zwischen 0 und etwa 60%, und die Schwungphase liegt im wesentlichen zwischen etwa 60% und etwa 99%. Die elektrischen Eingangssignale aus der Anordnung der Sensoren am zweiten orthetischen Element signalisieren die Gewichtverlagerung. Die elektrischen Ausgangssignale, die durch einen Fußschalter an den elektronischen Steuerschaltungskomplex geliefert werden, gehen bei etwa 50% des Gangzyklus im Vorgriff auf die Schwungphase auf null zurück. Es wird dann der Elektromagnet betätigt, wobei er die Kupplung löst und es ermöglicht, daß sich das elektromechanische Kniegelenk beugt. Unter Verwendung der Echtzeitgelenkwinkelangabe wird dann, wenn der Kniegelenkwinkel von positiv (Kniegelenkbeugung) nach negativ (Kniegelenkstreckung) wechselt, der Elektromagnet deaktiviert (elektrische Ausgangssignale aus der elektronischen Steuervorrichtung gehen auf null). Die Kniegelenkstreckung ist aufgrund der Freilaufeigenschaften der Schlingfederkupplungsgestaltung immer möglich.

[0051] Die elektronische Steuereinheit **308** und der elektromechanische Antriebsschaltungskomplex, die in [Fig. 11](#) dargestellt werden, sind typischerweise im elektronischen Steuermodul **158** enthalten (siehe [Fig. 3](#)). Das elektronische Steuermodul kann außerdem ein Batteriebündel als Stromquelle enthalten, oder das Batteriebündel kann eine getrennte Einheit sein, die in das elektronische Steuermodul eingesteckt wird. Die Batterien können wiederaufladbar oder wegwerfbar sein. Das elektronische Steuermodul kann zum Beispiel in einem Beutel, der am Bauch des Trägers getragen wird, oder in einem Rucksack getragen werden, oder kann an einer Strebe an der orthetischen Vorrichtung befestigt sein.

[0052] Die obige Beschreibung der Erfindung bezieht sich auf orthetische Vorrichtungen, bei denen die unteren Extremitäten des Trägers intakt sind. Wie oben angegeben, sollte jedoch verstanden werden, daß die Erfindung auch als eine prothetische Vorrichtung für einen Amputierten verwendet werden kann. Zum Beispiel kann Bezugnehmend auf [Fig. 13](#) der Kupplungsmechanismus und das Steuersystem der

vorliegenden Erfindung auch als ein elektromechanisches Ersatzgelenk in einer prothetischen Vorrichtung **410** verwendet werden.

Patentansprüche

1. Kupplung (**134**) für eine orthetische Vorrichtung, die aufweist:

eine Ausgangsnabe (**196**) an einem Ausgangsrahmen (**138**);

eine Eingangswelle (**182**) an einem Eingangsrahmen (**136**), wobei sich die Eingangswelle in einer Bohrung (**190**) in der Ausgangsnabe dreht;

eine Eingangsnabe (**200**) auf einem Ende der Eingangswelle;

eine Feder (**210**), die mit der Eingangsnabe (**200**) und der Ausgangsnabe (**196**) in Eingriff steht, und eine Umfangsfederklemme (**164**), die die Feder (**210**) an der Eingangsnabe sichert; **dadurch gekennzeichnet**, daß

der Eingangsrahmen (**136**) und der Ausgangsrahmen (**138**) auf einer Seite der Kupplung, die der Eingangsnabe gegenüberliegt, zueinander benachbart sind.

2. Kupplung nach Anspruch 1, wobei die Feder (**210**) ferner einen Steuerzapfen (**250**) aufweist.

3. Kupplung nach Anspruch 2, die ferner eine im wesentlichen zylindrische Steuermanschette (**152**) an einer Außenseite der Feder (**210**) aufweist, wobei die Steuermanschette mit dem Steuerzapfen an der Feder in Eingriff steht, und wobei die Feder vorzugsweise zylindrisch ist.

4. Kupplung nach Anspruch 3, wobei die Steuermanschette (**152**) an den Ausgangsrahmen (**138**) anstößt und eine longitudinale Nut (**222**) aufweist und der Steuerzapfen (**250**) in der Nut geführt wird.

5. Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Eingangsrahmen (**136**) und der Ausgangsrahmen (**138**) im wesentlichen planar sind, und eine Ebene des Eingangsrahmens im wesentlichen parallel zu einer Ebene des Ausgangsrahmens ist.

6. Kupplung nach Anspruch 5, wobei eine Längsachse der Eingangswelle (**182**) im wesentlichen senkrecht zur Ebene des Eingangsrahmens (**136**) ist.

7. Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei sich die Eingangswelle (**182**) in Flanschgleitlagern (**192**) in der Bohrung (**190**) der Ausgangsnabe (**196**) dreht und sich ein Flansch (**194**) an einem Lager (**192**) zwischen der Eingangsnabe und der Ausgangsnabe befindet.

8. Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Eingangswelle (**182**) eine longitudinale Keilnut aufweist.

9. Kupplung nach Anspruch 8, wobei die Eingangsnabe (**200**) eine Innenseite aufweist, die der Eingangswelle (**182**) benachbart ist, und die Innenseite (**206**) der Eingangsnabe (**200**) eine Kerbe zum Eingriff eines Keils (**185**) aufweist.

10. Kupplung nach Anspruch 8, wobei die Eingangsnabe (**200**) ferner einen radialen Gewindestift aufweist.

11. Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei sich ein erstes Ende (**183**) der Eingangswelle (**182**) über die Ausgangsnabe (**196**) hinaus erstreckt und das erste Ende der Eingangswelle einen achteckigen Querschnitt aufweist.

12. Kupplung nach Anspruch 11, wobei eine Innenseite (**206**) der Eingangsnabe (**200**) einen achteckigen Querschnitt aufweist, um mit dem ersten Ende (**183**) der Eingangswelle (**182**) in Eingriff zu treten.

13. Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Federklemme (**164**) einen tangentialen Gewindestift (**233**) aufweist.

14. Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Ausgangsrahmen (**138**) ferner ringförmig gebogene Nuten (**180**) aufweist und die gebogenen Nuten mit einem Gewindestift am Eingangsrahmen (**136**) in Eingriff stehen, um das Ausmaß der Relativrotation zwischen dem Eingangsrahmen und dem Ausgangsrahmen zu begrenzen.

15. Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei sich die Eingangsnabe (**200**) auf einer Seite der Ausgangsnabe (**196**) befindet, die dem Eingangsrahmen (**136**) und dem Ausgangsrahmen (**138**) gegenüberliegt, und wobei, wenn sich der Eingangsrahmen (**136**) in eine erste Richtung dreht, um die Feder (**210**) aufzuwickeln, ein Drehmoment von der Eingangsnabe (**200**) auf die Ausgangsnabe (**196**) übertragen wird, und wenn sich der Eingangsrahmen (**136**) in eine zweite Richtung dreht, die zur ersten Richtung entgegengesetzt ist, um die Feder (**210**) abzuwickeln, sich die Eingangsnabe (**200**) bezüglich der Ausgangsnabe frei bewegt.

16. Kupplung nach einem der Ansprüche 3 bis 15, wobei die Steuermanschette (**152**) an den Ausgangsrahmen anstößt.

17. Kupplung nach einem der Ansprüche 3 bis 15, wobei die Klemme (**164**) an die Steuermanschette anstößt.

18. Kupplung nach einem der Ansprüche 3 bis 17, wobei die Steuermanschette (**152**) ferner ein Joch an einer Außenseite davon aufweist.

19. Orthetische Gelenksteuervorrichtung, mit ei-

ner Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 18 und mit:

- (a) einer ersten Strebe (130), die am Eingangsrahmen (136) befestigt ist; und
- (b) einer zweiten Strebe (140), die am Ausgangsrahmen (138) befestigt ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei die Feder ferner einen Steuerzapfen (250) und die Kupplung (134) eine im wesentlichen zylindrische Steuermanschette (152) auf einer Außenseite der Feder (210) aufweist, wobei die Steuermanschette (250) eine Innenseite mit einer longitudinalen Nut (222) aufweist, die mit dem Steuerzapfen (250) an der Feder (210) in Eingriff steht.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, wobei eine Außenseite der Steuermanschette ein Joch (151) aufweist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, die ferner eine elektrisch betätigte Vorrichtung (156), die an einer der ersten und zweiten Streben (130, 140) befestigt ist, und ein Solenoid mit einem Ausgangsschalter (154) aufweist, der am Joch (151) an der Steuermanschette befestigt ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, wobei die Vorrichtung (156) ein lineares Solenoid ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, die ferner ein erstes orthetisches Element, das an der ersten Strebe (130) befestigt ist, und ein zweites orthetisches Element aufweist, das an der zweiten Strebe (140) befestigt ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, die ferner Kontaktsensoren (160, 162) aufweist, die am ersten und/oder am zweiten orthetischen Element (114, 120) befestigt sind und auf die durch eine Gehfläche eingewirkt wird, wobei die Sensoren (160, 162) ein elektrisches Signal erzeugen, das dem Grad des Kontakts zwischen dem orthetischen Element (120) und der Gehfläche entspricht.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, die ferner einen kinematischen Sensor aufweist, der ein elektrisches Signal erzeugt, das auf der relativen Position und/oder Bewegung des Eingangsrahmens (136) bezüglich des Ausgangsrahmens (138) beruht.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, die ferner eine elektronische Schaltung (300) aufweist, die elektrische Eingangssignale (306) von den Kontaktsensoren und den kinematischen Sensoren empfängt und elektrische Ausgangssignale erzeugt, um die Vorrichtung zu betreiben.

28. Orthetische Knie-Knöchel-Fuß-Vorrichtung, mit einer Kupplung nach einem der Ansprüche 1 bis

18 und mit:

(a) einer medialen Oberschenkelstrebe (124) und einer medialen Unterschenkelstrebe (126), wobei die mediale Oberschenkelstrebe und die mediale Unterschenkelstrebe an einem Drehgelenk (128) befestigt sind, das sich um eine Beugungsverlängerungsachse (148) dreht.

(b) einer lateralen Oberschenkelstrebe (130) und einer lateralen Unterschenkelstrebe (140), wobei die laterale Oberschenkelstrebe und die laterale Unterschenkelstrebe an der Kupplung (134) befestigt sind, die sich um die Beugungsverlängerungsachse dreht;

(c) einem ersten orthetischen Element (114), das geeignet ist, mit dem Oberschenkel in Eingriff zu treten, wobei eine mediale Seite des ersten orthetischen Elements an der medialen Oberschenkelstrebe befestigt ist und eine laterale Seite des ersten orthetischen Elements an der lateralen Oberschenkelstrebe befestigt ist;

(d) einem zweiten orthetischen Element (120), das geeignet ist, mit der unteren Extremität und/oder dem Fuß in Eingriff zu treten, wobei eine mediale Seite des zweiten orthetischen Elements an der medialen Unterschenkelstrebe befestigt ist und eine laterale Seite des zweiten orthetischen Elements an der lateralen Unterschenkelstrebe befestigt ist;

(e) einer elektrisch betätigten Vorrichtung (156), die an der ersten und/oder der zweiten lateralen Strebe befestigt ist, wobei die elektrisch betätigte Vorrichtung, wenn sie betätigt wird, die Kupplung auskuppelt;

(f) Kontaktsensoren (160, 162), die an einer Unterseite des zweiten orthetischen Elements befestigt sind, wobei die Kontaktsensoren ein elektrisches Signal erzeugen, das dem Grad des Kontakts zwischen dem zweiten orthetischen Element und einer Oberfläche entspricht;

(g) einem kinematischen Sensor (158), der ein elektrisches Signal erzeugt, das auf der relativen Position und/oder Bewegung des Eingangsrahmens bezüglich des Ausgangsrahmens beruht; und

(h) einem elektronischen Steuermodul (158), das elektrische Eingangssignale von den Kontaktsensoren und den kinematischen Sensoren empfängt und elektrische Ausgangssignale erzeugt, um die elektrisch betätigte Vorrichtung zu betätigen.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei die Kupplung ferner eine Feder (210), die mit der Eingangsnabe und der Ausgangsnabe in Eingriff steht, und eine Umfangsfederklemme (164) aufweist, die die Feder an der Eingangsnabe sichert, und wobei die Feder ferner einen Steuerzapfen (250) aufweist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, die ferner eine im wesentlichen zylindrische Steuermanschette (152) auf einer Außenseite der Feder aufweist, wobei die Steuermanschette mit dem Steuerzapfen an der Feder in Eingriff steht.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, wobei die Steuermanschette an den Ausgangsrahmen anstößt und eine longitudinale Nut (**222**) aufweist, und der Steuerzapfen in der Nut geführt wird.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 31, wobei der Eingangsrahmen und der Ausgangsrahmen im wesentlichen planar sind, und eine Ebene des Eingangsrahmens im wesentlichen parallel zu einer Ebene des Ausgangsrahmens ist.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, wobei eine Längsachse der Eingangswelle im wesentlichen senkrecht zur Ebene des Eingangsrahmens ist.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 33, wobei sich die Eingangswelle in Flanschgleitlagern (**192**) in der Bohrung der Ausgangsnabe dreht, und sich ein Flansch (**194**) an einem Lager zwischen der Eingangsnabe und der Ausgangsnabe befindet.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 34, wobei die Eingangswelle eine longitudinale Keilnut aufweist.

36. Vorrichtung nach Anspruch 35, wobei die Eingangsnabe eine Innenseite aufweist, die der Eingangswelle benachbart ist, und die Innenseite der Eingangsnabe eine Kerbe zum Eingriff eines Keils aufweist.

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 36, wobei sich ein erstes Ende der Eingangswelle über die Ausgangsnabe hinaus erstreckt und das erste Ende der Eingangswelle einen achteckigen Querschnitt aufweist.

38. Vorrichtung nach Anspruch 37, wobei eine Innenseite der Eingangsnabe einen achteckigen Querschnitt aufweist, um mit dem ersten Ende der Eingangswelle in Eingriff zu treten.

39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 38, wobei das elektronische Steuermodul (**158**) ferner ein Batteriebündel aufweist.

40. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei das Batteriebündel Batterien aufweist, die aus wegwerfbaren und wiederaufladbaren Batterien ausgewählt werden.

41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 40, wobei das elektronische Steuermodul in einem Beutel am Bauch des Trägers untergebracht ist.

42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 41, wobei das elektronische Steuermodul (**158**) an der orthetischen Vorrichtung befestigt ist.

43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis

42, wobei die elektronische Schaltung im elektronischen Steuermodul (**158**) manuelle elektrische Eingabe- und Vorrangssignale vom Träger der Vorrichtung empfängt und elektrische Ausgangssignale erzeugt, um die elektrisch betätigte Vorrichtung zu steuern.

44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 43, wobei sich die Kupplung (**134**) auf einer Seite eines Kniegelenks eines Trägers der Vorrichtung befindet.

45. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 44, wobei die Kupplung (**134**) ein Kniegelenk eines Trägers der Vorrichtung steuert.

46. Verfahren zum elektromechanischen Steuern des Kniegelenks, das aufweist:

(a) Bereitstellen einer orthetischen Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 45, und

(b) Betätigen der Kupplung (**134**) unter Verwendung elektrischer Eingangssignale, die durch mindestens einen Kontaktsensor (**160, 162**) am zweiten prothetischen Element erzeugt werden, und elektrischer Eingangssignale, die durch den kinematischen Sensor erzeugt werden, die der relativen Position und/oder Bewegung des ersten und des zweiten prothetischen Elements entsprechen.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

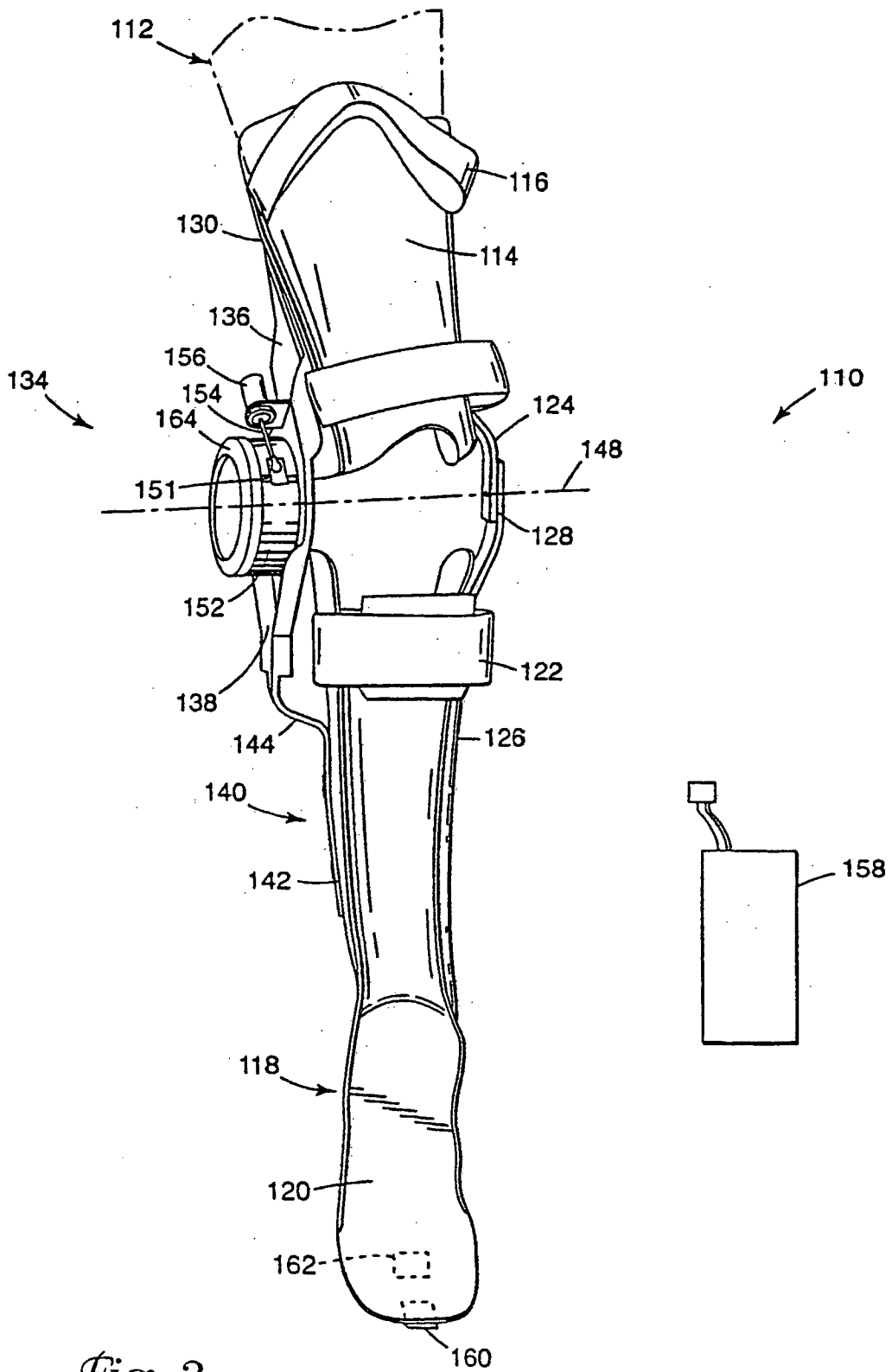


Fig. 3

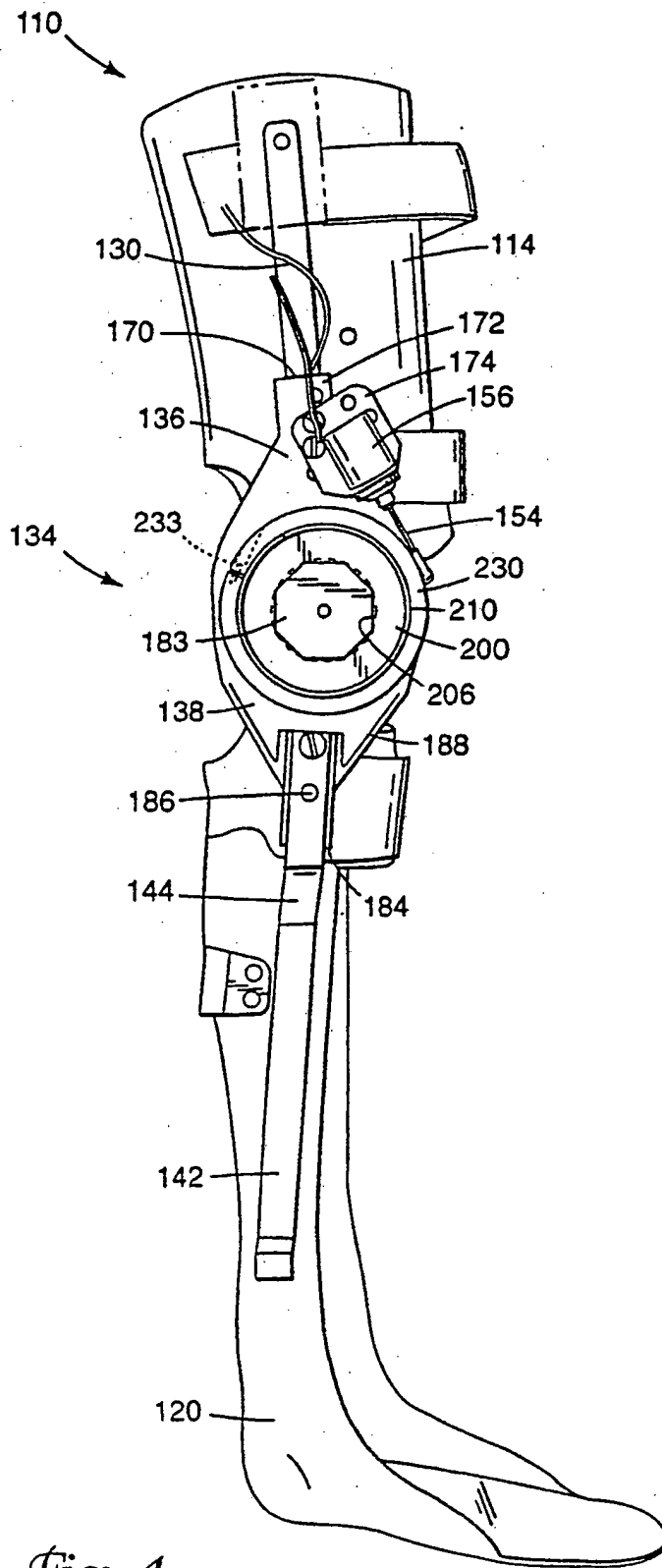


Fig. 4

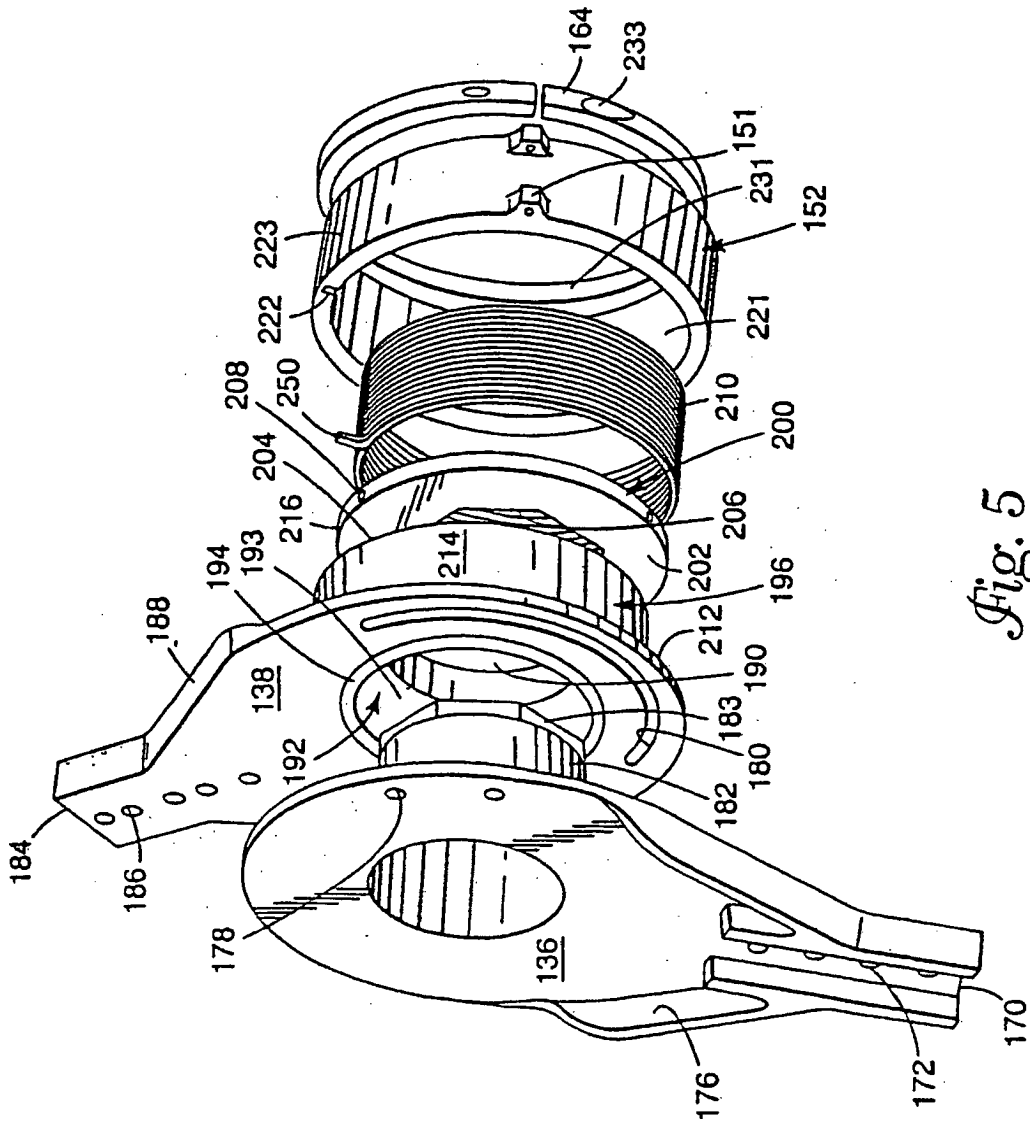


Fig. 5

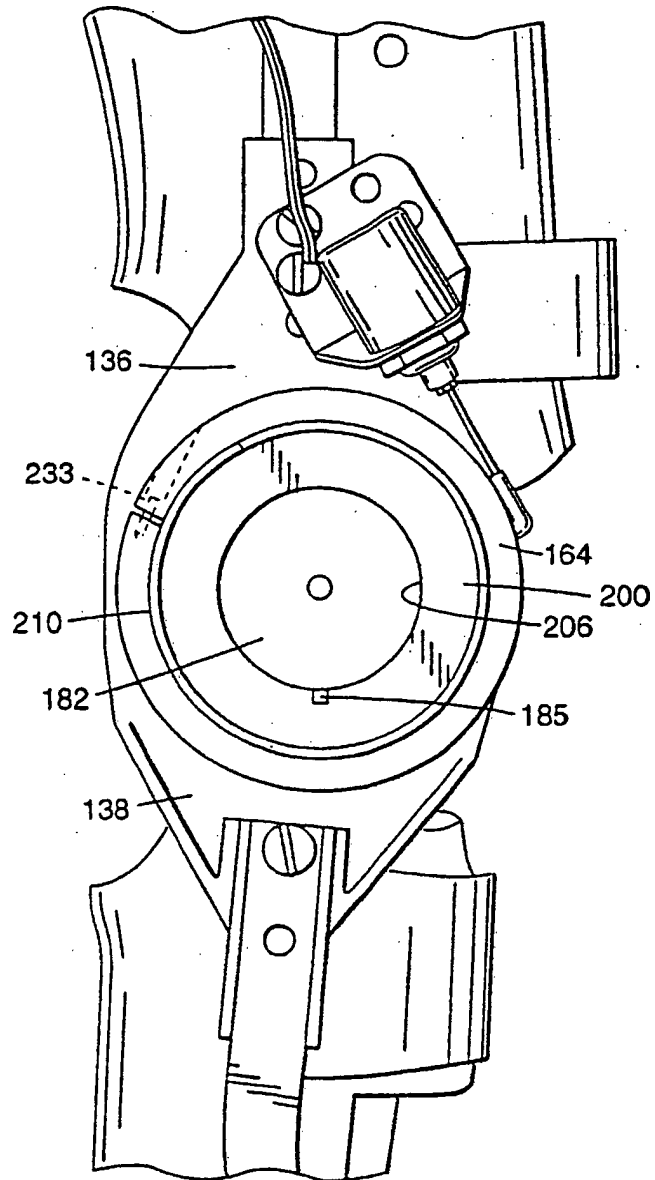


Fig. 6

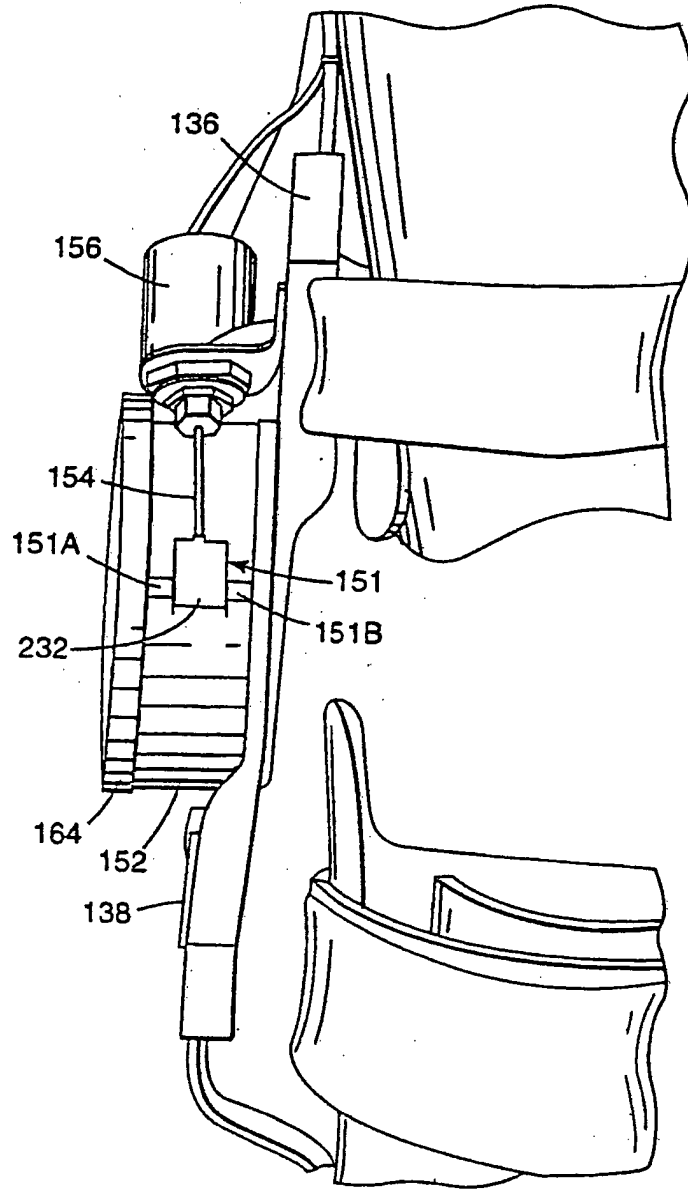


Fig. 7

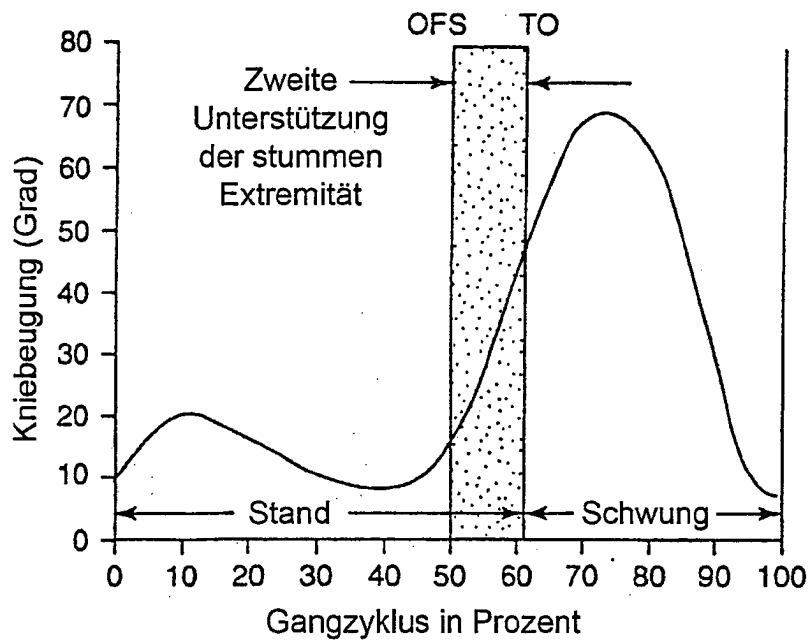


Fig. 8

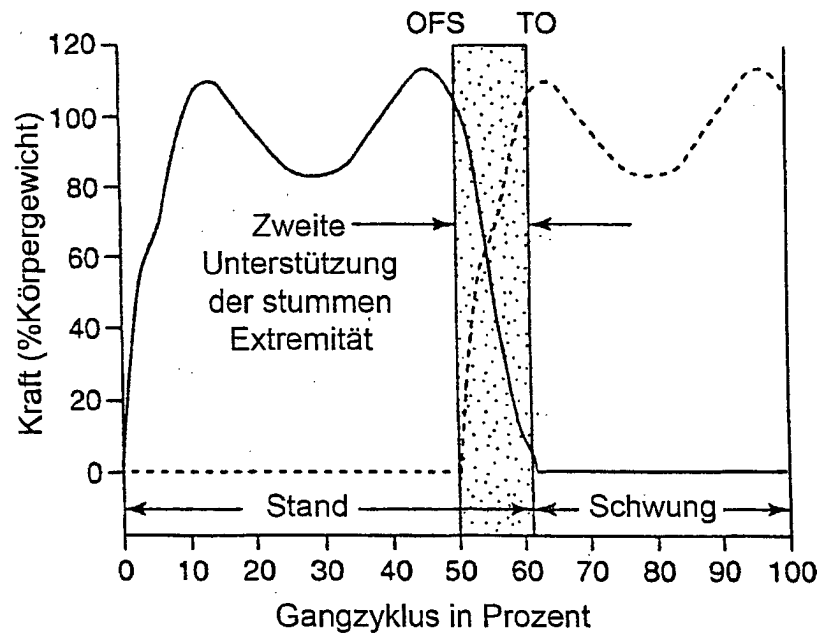


Fig. 9

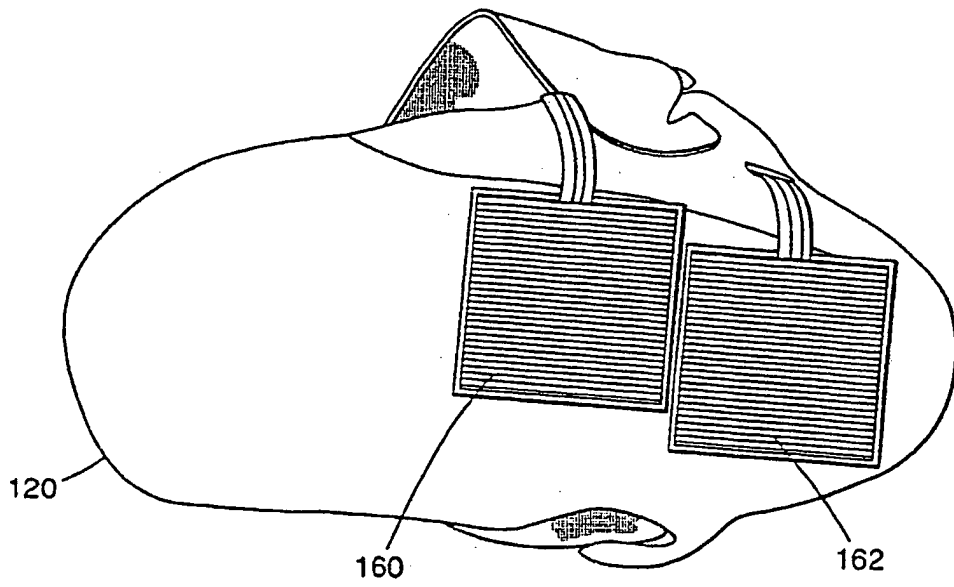


Fig. 10

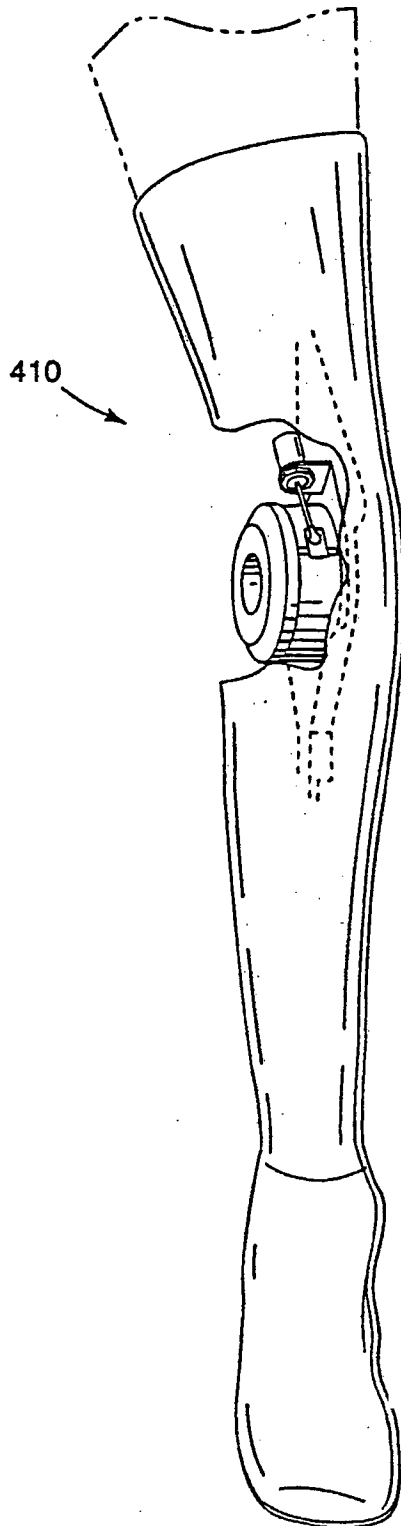


Fig. 13