



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102018000007400
Data Deposito	20/07/2018
Data Pubblicazione	20/01/2020

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
A	61	F	2	58

Titolo

Unita protesica di polso

DESCRIZIONE dell'Invenzione Industriale dal titolo:

"Unità protesica di polso"

appartenente a Fondazione Istituto Italiano di
Tecnologia, di nazionalità Italiana, con sede in Via
5 Morego 30, 16163 Genova e a INAIL - Istituto Nazionale
per l'Assicurazione Contro gli Infortuni sul Lavoro,
di nazionalità Italiana, con sede in P.le Pastore 6,
00144 Roma.

10 TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto un'unità
protesica di polso comprendente un motore di
azionamento, atta ad essere interposta cinematicamente
tra l'estremità distale di una protesi del braccio ed
15 un dispositivo terminale protesico, per il
posizionamento del dispositivo terminale ad
orientamenti desiderati rispetto alla protesi del
braccio.

Il polso umano contribuisce notevolmente alla
20 mobilità delle mani e alle capacità di manipolazione
in individui sani. Il ruolo del polso nella prensione
è quello di posizionare la mano nell'orientamento
appropriato per consentire di eseguire la presa e la
manipolazione. Perdere l'uso del polso significa
25 menomare la persona in modo significativo.

L'industria di protesi, così come la ricerca, ha
tuttavia spesso trascurato i polsi protesici a favore
dello sviluppo di dispositivi terminali.

La progettazione di un polso protesico è il
30 risultato di compromessi tra la funzionalità e la
praticità del dispositivo. Questo significa che il
polso deve essere abbastanza leggero e compatto da
poter essere portato all'estremità distale del braccio,

indipendentemente dal livello di perdita. Deve anche essere facile da controllare per consentire al portatore di utilizzare il dispositivo semplicemente, senza bisogno di concentrarsi sul dispositivo e su come
5 va comandato. Qualunque unità protesica di polso aumenta la massa ed il costo dell'intera protesi di arto, e c'è una percepita mancanza di miglioramento nella funzionalità, una volta che è fornita all'utente. Se il dispositivo protesico terminale non riesce ad
10 essere posizionato con facilità, allora è probabile che l'utente preferirà non utilizzare l'unità protesica di polso.

Oggigiorno esiste la difficoltà di riuscire a realizzare un dispositivo attivo di polso compatto a
15 sufficienza per entrare negli ingombri antropometrici e nell'invaso dei pazienti.

In aggiunta a ciò, per essere utilizzato dai pazienti, il meccanismo deve soddisfare elevati standard di forza e silenziosità, e fornire
20 l'irreversibilità del sistema nel caso in cui l'utente provasse a girare il polso a motore spento.

Questi requisiti non sono adeguatamente soddisfatti dalle unità protesiche di polso note allo stato dell'arte.

25 La maggior parte dei dispositivi disponibili in commercio è passiva, in genere dispositivi ad 1 o 2 gradi di libertà, con solo pochi rotatori attivi motorizzati disponibili.

La maggior parte dei polsi protesici a molteplici
30 gradi di libertà sono meccanismi posti in serie, che, sebbene semplici da progettare e produrre, sono più inclini a una lunghezza eccessiva.

I polsi protesici attivi che possono raggiungere coppie motrici simili al polso umano sano possono risultare piuttosto pesanti o lunghi.

I polsi protesici attivi relativamente compatti
5 hanno una coppia motrice molto bassa. Questo compromesso deve essere affrontato nello sviluppo di protesi da polso più sofisticate.

Esiste pertanto allo stato attuale una esigenza non risolta di una protesi attiva di polso rispondente
10 agli elevati standard di compattezza richiesti ed in grado di garantire le prestazioni di un polso umano, silenziosità di funzionamento e irreversibilità del sistema a motore disattivato.

La presente invenzione mira agli obiettivi sopra
15 descritti ed a superare gli inconvenienti dei dispositivi attualmente noti con un'unità protesica di polso come descritta all'inizio, la quale inoltre comprende un meccanismo di riduzione formato da un primo stadio di riduzione epicicloidale ed un secondo
20 stadio di riduzione cicloidale, collegati tra loro.

È ampiamente noto l'utilizzo di meccanismi di trasmissione in generale per trasferire un moto fra un albero o elemento di ingresso e un albero o elemento di uscita attraverso un ingranaggio, in varie
25 applicazioni, in particolare per la variazione (vale a dire, moltiplicazione oppure riduzione) della velocità di rotazione e della coppia motrice fra l'albero di ingresso e l'albero di uscita.

Più in dettaglio, gli ingranaggi sono rotismi
30 includenti organi tipicamente dentati o lobati girevoli intorno a rispettivi assi di rotazione e cooperanti fra di loro in modo tale da consentire il trasferimento di un moto di rotazione.

I suddetti ingranaggi definiscono:

-un rotismo ordinario quando essi includono una pluralità di organi in cui gli assi di rotazione sono operativamente fissi, oppure

5 -un rotismo planetario quando essi includono almeno un organo planetario il cui asse di rotazione è operativamente fisso ed almeno un altro organo satellite il cui asse di rotazione è operativamente mobile.

10 Fra i meccanismi di trasmissione dotati di un ingranaggio costituente un rotismo planetario, sono noti meccanismi di trasmissione epicicloidale e meccanismi di trasmissione cicloidale (o ipocicloidale).

15 I meccanismi di trasmissione epicicloidale comprendono un ingranaggio che realizza un rotismo planetario in cui un punto, appartenente alla circonferenza primitiva definita da un organo satellite atto a rotolare esternamente in impegno con la
20 circonferenza primitiva a sua volta definita da un organo planetario, descrive operativamente una traiettoria di una epicicloide.

Generalmente i meccanismi di trasmissione epicicloidale comprendono una pluralità di ruote
25 satellite montate con libertà di rotazione su un elemento di supporto denominato portatreno e una ruota centrale o solare cooperante esternamente con le ruote satellite; il tutto è posizionato all'interno di un anello anche denominato corona, recante superficie
30 interna di impegno, tipicamente dentata o lobata, con la quale le ruote satellite cooperano esternamente.

Tipicamente tali meccanismi di trasmissione epicicloidale sono costruiti con ingranaggi

tradizionali, in particolare con profilo dei denti ad evolvente di cerchio.

Tali meccanismi di trasmissione epicicloidali presentano reversibilità del moto, elevata precisione,
5 gioco meccanico ridotto.

Invece i meccanismi di trasmissione cicloidale comprendono un ingranaggio che realizza un rotismo planetario in cui un punto, appartenente alla circonferenza primitiva definita da un organo dentato
10 o lobato satellite atto a rotolare internamente con moto orbitale eccentrico in impegno con la circonferenza primitiva a sua volta definita da una corona esterna dentata o lobata, descrive operativamente una traiettoria di una ipocicloide.

15 I meccanismi di trasmissione cicloidale hanno generalmente una struttura compatta, in cui la dentatura o lobatura planetaria e satellite presentano denti o lobi grandi e robusti e il rapporto di riduzione è pari a $1:n$, dove 1 è un giro di rotazione di
20 eccentrico ed n è il numero di denti o di lobi della parte rotante.

La configurazione a due stadi della presente invenzione risulta caratterizzata da elevati valori di coppia trasmissibile, uniti ad un'elevata silenziosità
25 e compattezza; il primo stadio è adatto per basse coppie motrici e alte velocità, mentre il secondo risulta particolarmente adatto all'impiego per alte coppie motrici e basse velocità. Inoltre, una caratteristica intrinseca al secondo stadio cicloidale
30 è quella di garantire un certo grado di irreversibilità del moto, desiderato nel nostro caso, per permettere di risparmiare l'energia elettrica proveniente dalle

batterie nel caso di carichi esterni continuativi statici.

In un esempio esecutivo, il primo stadio è posto prossimalmente ed è collegato ad un albero del motore
5 ed il secondo stadio è posto distalmente ed è collegato ad un elemento di fissaggio del dispositivo terminale.

I due meccanismi uniti consentono quindi di avere una compattezza tale da rientrare negli stretti ingombri di una protesi di polso, e di mantenere
10 un'elevata resistenza strutturale, permettendo di assorbire elevati shock meccanici.

Il meccanismo cicloidale è generalmente utilizzato su macchine utensili e robot industriali antropomorfi, ad esempio in giunti di spalla, cioè in
15 applicazioni dove è richiesta molta rigidità strutturale e il peso non è un problema. In questo caso tale meccanismo è stato adattato ad una versione piccola e leggera, applicabile a diametri ridotti specifici per le dimensioni antropometriche del polso,
20 consentendo una alta riduzione in poco spazio, con alta coppia trasmissibile relativa.

Il bilanciamento e l'alleggerimento dei due sistemi consente la realizzazione di un meccanismo complessivo dotato dei requisiti prestazionali
25 necessari.

In un ulteriore esempio esecutivo, il primo stadio comprende una ruota centrale collegata all'albero del motore, una o più ruote satellite poste in maniera rotante attorno al proprio asse su un portatreno e una
30 corona esterna fissa, essendo le ruote satellite in contatto periferico con la ruota centrale e con la corona esterna, ed essendo il portatreno collegato al secondo stadio.

Nel primo stadio, quindi, le ruote satellite ruotano sulla corona esterna fissa sotto l'azione della ruota centrale, e trasmettono il moto al portatreno e di conseguenza al secondo stadio.

5 In un ulteriore esempio esecutivo, la ruota centrale, le ruote satellite e la corona esterna presentano superfici di impegno reciproco lisce, in modo tale per cui il rotolamento delle ruote satellite sulla corona è causato dalle forze di attrito generate
10 per interferenza radiale tra la ruota centrale e le ruote satellite e tra le ruote satellite e la corona esterna.

La ruota centrale può essere in questo caso costituita da una boccia con superficie di mantello
15 liscia, calettata sull'albero del motore.

I satelliti effettuano pertanto un rotolamento, senza strisciamento, sulla corona esterna fissa dovuto alle forze di attrito. Per questa applicazione di stadio planetario a satelliti non vengono quindi usati
20 denti, come nelle consuete applicazioni note, ma si preferisce trasmettere le forze tramite attrito superficiale, per sacrificare parte della coppia trasmissibile e guadagnare in termini di silenziosità e costi del sistema.

25 In una forma esecutiva vantaggiosa, le ruote satellite sono costituite da cuscinetti a sfera o cuscinetti a sfera radiali con rivestimento del diametro esterno in uretano.

È tuttavia possibile prevedere in alternativa una
30 corona dentata internamente e ruote satellite dentate. In questo caso la ruota centrale è costituita da un pignone dentato.

In un ulteriore esempio esecutivo, il portatreno è provvisto di perni di impegno delle ruote satellite, le quali ruote satellite sono provviste di sedi di alloggiamento dei perni di impegno; le sedi di alloggiamento hanno dimensione maggiore dei perni di impegno.

Si crea in questo modo un gap dimensionale sul diametro dei perni di impegno rispetto al diametro interno delle sedi di alloggiamento previste nelle ruote satellite: questo per consentire alle ruote satellite di adattarsi automaticamente alle reali dimensioni e alle tolleranze della ruota centrale e della corona, sopperendo agli errori dimensionali/geometrici di realizzazione ed evitando di creare sistemi meccanici iperstatici che porterebbero inevitabilmente a rotture.

In un ulteriore esempio esecutivo, il secondo stadio comprende un albero di ingresso collegato al primo stadio e provvisto di una o più porzioni eccentriche rispetto al proprio asse, una camma esterna fissa definente una lobatura interna e centrata intorno all'asse dell'albero di ingresso, e uno o più elementi cicloidali. Gli elementi cicloidali sono impegnati sulle porzioni eccentriche dell'albero di ingresso in modo tale per cui sono girevoli con moto orbitale eccentrico rispetto all'asse dell'albero di ingresso, e sono provvisti di una lobatura esterna satellite ingranante perifericamente su detta lobatura interna. Gli elementi cicloidali presentano una pluralità di fori in cui si impegna una corrispondente pluralità di sporgenze di un elemento rotante di uscita, il quale elemento rotante di uscita è collegato all'elemento di fissaggio del dispositivo terminale.

Gli elementi cicloidali quindi, mantenendo il contatto sulla camma esterna, riducono il moto in quanto presentano un numero di lobi inferiore rispetto alle sedi di camma costituite dai vani o recessi presenti nella lobatura interna della camma esterna;
5 dopo un giro completo ciascun elemento cicloidale sarà rimasto indietro relativamente alla camma esterna dell'arco di cerchio pari ai vani mancanti, e la velocità con cui i dischi perdono terreno rispetto al
10 telaio viene riportata in uscita dall'elemento di uscita per ridurre il moto entrante.

In un ulteriore esempio esecutivo, il secondo stadio comprende almeno due elementi cicloidali sfasati tra loro rispetto all'asse dell'albero di ingresso.

15 Gli elementi cicloidali possono essere disposti in modo da presentare una differenza di fase qualsivoglia. Preferibilmente sono previsti due elementi cicloidali sfasati di 180° , i quali, grazie alla loro simmetria di funzionamento, garantiscono
20 l'equilibrio dinamico del sistema, in modo da allungare la vita utile del meccanismo e dei suoi componenti, diminuire rumore e vibrazioni. L'equilibrio dinamico è dovuto alla distribuzione delle forze di contatto tra gli elementi cicloidali e la camma esterna che, per
25 via dello sfasamento di 180° tra gli elementi cicloidali, risultano sempre uguali e opposte in qualsiasi punto di funzionamento, evitando così la generazione di vibrazioni indesiderate del secondo ordine. Per eliminare altri modi di vibrare (ordini
30 successivi) si possono aggiungere ulteriori elementi cicloidali opportunamente fasati tra loro. Quest'aggiunta di elementi cicloidali permette di trasmettere una maggiore coppia motrice all'uscita così

come di resistere maggiormente a carichi impulsivi esterni, di contro però incrementa il peso e la lunghezza dell'unità protesica, senza trascurare una difficoltà di montaggio.

5 In un ulteriore esempio esecutivo, la camma esterna è formata da una pluralità di spine parallele tra loro poste a corona attorno all'asse dell'albero di ingresso ed equidistanziate angolarmente tra loro in modo da formare sedi di camma di impegno con la
10 lobatura esterna degli elementi cicloidali.

 In un ulteriore esempio esecutivo, l'elemento rotante di uscita comprende due parti separate, di cui una prima parte è posta prossimalmente rispetto agli elementi cicloidali ed una seconda parte è posta
15 distalmente rispetto agli elementi cicloidali, essendo la prima parte e la seconda parte collegate tra loro per mezzo delle dette sporgenze.

 Ciò permette un facile montaggio del dispositivo, e garantisce una maggiore resistenza al carico
20 flessionale ed assiale dell'uscita senza compromettere il vincolo di lunghezza complessivo.

 In un ulteriore esempio esecutivo, il portatreno del primo stadio è impegnato solidalmente con l'albero di ingresso del secondo stadio mediante accoppiamento
25 di forma.

 Questa configurazione garantisce alta trasmissione della coppia con poca superficie disponibile ed elevata facilità di montaggio e smontaggio.

30 In un ulteriore esempio esecutivo, il secondo stadio presenta un recesso nella zona centrale della superficie terminale prossimale, il quale recesso in

condizione assemblata alloggia almeno parte del primo stadio.

Ciò consente una diminuzione della lunghezza totale dell'unità protesica.

5 In un ulteriore esempio esecutivo, il primo ed il secondo stadio sono alloggiati in un telaio esterno, essendo previsti uno o più cuscinetti a sfera interposti tra l'elemento rotante di uscita e il telaio esterno.

10 L'uso di tali cuscinetti posizionati opportunamente in posizioni lineari permette di compensare i carichi agenti dall'esterno, garantendo una maggior resistenza al carico flessionale. È possibile in alternativa utilizzare boccole (o
15 bronzine); in questo caso il carico supportabile sarebbe ancora maggiore ma si avrebbero maggiori perdite per attrito.

In un ulteriore esempio esecutivo l'elemento di uscita è conformato in modo da permettere
20 l'integrazione con il dispositivo terminale protesico da collegare a valle. L'elemento di uscita può essere conformato in modo tale da integrare di pezzo l'elemento di fissaggio del dispositivo terminale. In alternativa, l'elemento di uscita è fissato
25 all'elemento di fissaggio del dispositivo terminale.

Ciò consente un'ulteriore riduzione di peso e ingombri.

Da quanto fin qui esposto risulta che la protesi di polso attiva oggetto della presente invenzione è in
30 grado di attuare con la presenza di un motore i movimenti di pronazione e supinazione umani, rientrando negli ingombri dettati dall'antropomorfismo umano e dall'invaso dei pazienti amputati, il tutto rispettando

i valori di coppia e velocità di un polso umano naturale.

Queste ed altre caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno più chiaramente dalla
5 seguente descrizione di alcuni esempi esecutivi non limitativi illustrati nei disegni allegati in cui:

la fig. 1 illustra una vista in sezione longitudinale;

la fig. 2 illustra una vista in sezione
10 trasversale del primo stadio epicicloidale;

la fig. 3 illustra una vista in sezione trasversale del secondo stadio cicloidale;

le figg. 4 e 5 illustrano due viste differenti in assonometria dell'unità protesica assemblata.

15 Nella vista in sezione di figura 1 sono visibili tutti i componenti dell'unità protesica di polso oggetto della presente invenzione.

L'unità protesica è attiva e comprende pertanto un motore di azionamento 3. Il motore 3 può essere di
20 qualsiasi tipo attualmente noto, preferibilmente è un motore elettrico, ad esempio un motore brushless di tipo commerciale. Il motore 3 è provvisto di un albero motore 30 di uscita, che trasmette il moto alle catene cinematiche a valle. L'unità protesica è atta ad essere
25 interposta cinematicamente tra l'estremità distale di una protesi del braccio ed un dispositivo terminale protesico, ad esempio una protesi di mano, per il posizionamento del dispositivo terminale ad orientamenti desiderati rispetto alla protesi del
30 braccio. Il motore 3 è posizionato all'estremità prossimale 6 dell'unità protesica.

All'estremità distale 7 dell'unità protesica, ossia l'estremità di collegamento con il dispositivo

terminale protesico, è posizionato un elemento di fissaggio del dispositivo terminale 4.

L'elemento di fissaggio del dispositivo terminale 4 è azionato a rotazione dal motore 3 mediante un
5 meccanismo di riduzione, alloggiato all'interno di un telaio esterno 5 costituito da un involucro cilindrico.

Il meccanismo di riduzione comprende un primo stadio di riduzione epicicloidale 1 ed un secondo stadio di riduzione cicloidale 2, collegati tra loro.
10 Il primo stadio 1 è posto prossimalmente ed è collegato all'albero motore 30, e risulta adatto per basse coppie motrici e alte velocità; il secondo stadio 2 è posto distalmente ed è collegato all'elemento di fissaggio del dispositivo terminale 4 e risulta adatto
15 all'impiego per alte coppie motrici e basse velocità.

Il primo stadio 1, illustrato in figura 2, comprende una ruota centrale 10 collegata all'albero motore 30, in particolare calettata o forzata sull'albero motore 30. Nell'esempio esecutivo
20 preferito illustrato in figura, la ruota centrale 10 è costituita da una boccia di diametro nominale esterno di 2,95 mm calettata sull'albero motore 30 e presenta quindi una superficie di mantello liscia.

Il primo stadio epicicloidale 1 comprende inoltre
25 tre ruote satellite 11 poste in maniera rotante attorno al proprio asse su un portatreno 12, equidistanziate angularmente tra loro di 120° . Le ruote satellite 11 sono poste in contatto periferico con la ruota centrale 10 e presentano superfici di impegno lisce. Il
30 portatreno 12 è provvisto di perni di impegno 122 delle ruote satellite 11 atti ad impegnarsi in corrispondenti sedi di alloggiamento 121 previste nelle ruote satellite 11. Le sedi di alloggiamento 121 hanno

diametro maggiore dei perni di impegno 122 in modo da creare un gap dimensionale per consentire alle ruote satellite 11 di adattarsi automaticamente alle reali dimensioni e alle tolleranze della ruota centrale 10 e della corona fissa 13. Le ruote satellite 11 sono preferibilmente costituite da cuscinetti a sfera. In questo caso, le sedi di alloggiamento 122 sono costituite dai fori centrali dei cuscinetti a sfera. Nell'esempio esecutivo preferito illustrato in figura, le ruote satellite 11 hanno diametro nominale esterno 9 mm e sono rotanti intorno al proprio asse posizionato ad un diametro di 12 mm sul portatreno 12.

Il primo stadio 1 comprende inoltre una corona esterna fissa 13. Il primo stadio 1 è conformato in modo tale per cui le ruote satellite 11 sono in contatto periferico contemporaneamente con la ruota centrale 10 e con la corona esterna 13. Nell'esempio preferito illustrato nelle figure, la corona esterna 13 ha diametro interno nominale di 20,8 mm. Anche la corona esterna 13 presenta la superficie di impegno, ossia la superficie rivolta verso l'interno, liscia. Il primo stadio 1 è pertanto uno stadio di riduzione epicicloidale a rulli, in cui la ruota centrale 10, le ruote satellite 11 e la corona esterna 13 presentano superfici di impegno reciproco lisce, in modo tale per cui il rotolamento è causato dalle forze di attrito generate per interferenza radiale tra i componenti.

L'intero primo stadio 1 è realizzato tramite opportuno sforzo progettuale sul compattamento.

Il portatreno 12 rappresenta l'uscita del primo stadio 1, essendo collegato al secondo stadio 2. Nel primo stadio 1, quindi, le ruote satellite 11 ruotano sulla corona esterna fissa 13 sotto l'azione della

ruota centrale 10, e trasmettono il moto al portatreno 12 e di conseguenza al secondo stadio 2. Nell'esempio preferito illustrato nelle figure, il portatreno 12 è composto da due parti distinte unite tra loro mediante
5 i perni di impegno 122. È possibile tuttavia in alternativa prevedere il portatreno 12 in un unico pezzo e con perni di impegno 122 fissati a sbalzo.

Nell'esempio esecutivo preferito illustrato nelle figure, il primo stadio 1 è un meccanismo epicicloidale
10 con rapporto di riduzione di circa 8:1.

Il secondo stadio cicloidale 2, illustrato in figura 3, comprende un albero di ingresso 20 collegato al primo stadio 1. L'albero di ingresso 20 è impegnato solidalmente con il portatreno 12 del primo stadio 1
15 mediante accoppiamento di forma. L'albero di ingresso 20 è provvisto di due porzioni eccentriche rispetto al proprio asse, di cui una prima porzione eccentrica 201 posta prossimalmente e una seconda porzione eccentrica 202 posta distalmente e sfasata di 180°. Le due
20 porzioni eccentriche 201 e 202 sono poste adiacenti tra loro in un'ottica di compattamento, ma possono anche essere previste distanziate.

Il secondo stadio 2 comprende inoltre una camma esterna fissa 23 definente una lobatura interna e
25 centrata intorno all'asse dell'albero di ingresso 20.

Il secondo stadio 2 comprende inoltre due elementi cicloidali 21 e 22 a guisa di dischi. Un primo elemento cicloidale 21 è impegnato sulla prima porzione eccentrica 201 dell'albero di ingresso 20 mediante un
30 cuscinetto a sfera 211 e un secondo elemento cicloidale 22 è impegnato sulla seconda porzione eccentrica 202 dell'albero di ingresso 20 mediante un cuscinetto a sfera 221, e sono pertanto entrambi girevoli con moto

orbitale eccentrico rispetto all'asse dell'albero di
ingresso 20. Gli elementi cicloidali 21 e 22 sono
provvisi ciascuno di una lobatura esterna satellite
ingranante perifericamente sulla lobatura interna
5 della camma esterna 23.

Gli elementi cicloidali 21 e 22 sono sfasati tra
loro di 180° rispetto all'asse dell'albero di ingresso
20, essendo le due porzioni eccentriche 201 e 202 su
cui sono fissati sfasate tra loro di un angolo
10 corrispondente.

La camma esterna 23 è formata da una pluralità di
spine 230, ad esempio di tipo commerciale, parallele
tra loro, poste a corona attorno all'asse dell'albero
di ingresso 20 ed equidistanziate angolarmente tra
15 loro. Le spine 230 sono trattenute in posizione da una
corona esterna fissa di supporto 232, solidale con il
telaio esterno 5. Tra spine 230 consecutive si formano
vani o recessi che formano sedi di camma 231 di impegno
con la lobatura esterna degli elementi cicloidali 21 e
20 22. La corona esterna fissa di supporto 232 è divisa
in due parti e viene assemblata durante il montaggio.
Sulla corona esterna fissa di supporto 232 vengono
montate trentaquattro spine 230 e vengono di
conseguenza create trentaquattro sedi di camma 231 tra
25 le spine 230.

Gli elementi cicloidali 21 e 22, nell'esempio
esecutivo preferito illustrato in figura, hanno
diametro primitivo 24,75 mm e presentano 33 lobi e 33
vani, ossia uno in meno rispetto a quelli della camma
30 esterna fissa 23, per realizzare la riduzione voluta.

I due elementi cicloidali 21 e 22, quindi,
mantenendo il contatto sulle spine 230 fissate nella
corona esterna di supporto 232, riducono il moto in

quanto presentano un numero di lobi inferiore di uno rispetto alle sedi di camma 231 presenti tra le spine 230 della corona esterna di supporto 232; dopo un giro completo, ciascun elemento cicloidale sarà rimasto
5 indietro relativamente alla corona esterna fissa di supporto 232 dell'arco di cerchio pari alla sede di camma 231 mancante, e la velocità con cui i due elementi cicloidali 21 e 22 perdono terreno rispetto al telaio esterno 5 viene riportata in uscita dall'elemento
10 rotante di uscita 24 per ridurre il moto entrante impresso dal motore 3.

I due elementi cicloidali 21 e 22 presentano una pluralità di fori 210 e 220 posti in posizione combaciante tra loro in condizione assemblata. Nei fori
15 210 e 220 si impegna una corrispondente pluralità di sporgenze 242 di un elemento rotante di uscita 24, tali da realizzare sempre il contatto durante il moto di inviluppo degli elementi cicloidali 21 e 22 durante la loro rotazione eccentrica. L'elemento rotante di uscita
20 24 è collegato all'elemento di fissaggio del dispositivo terminale 4. L'elemento rotante di uscita 24 è impegnato in modo ruotabile con il telaio esterno 5 con due cuscinetti a sfera 50 e con l'albero di ingresso 20 con due cuscinetti a sfera 26.

25 L'elemento rotante di uscita 24 comprende due parti separate, di cui una prima parte 240 è posta prossimalmente rispetto agli elementi cicloidali 21 e 22 ed una seconda parte 241 è posta distalmente rispetto agli elementi cicloidali 20 e 21. Le sporgenze
30 242 sono costituite da sei perni 243 che collegano tra loro la prima parte 240 e la seconda parte 241, ciascun perno 243 essendo rivestito da una boccola 244 a ridotto attrito resistente di rotolamento. Tali boccole

244 hanno diametro 4,5mm, mentre i fori 210 e 220 negli elementi cicloidali 21 e 22 hanno diametro di 5,04mm per considerare l'eccentricità di 0,26mm.

Nell'esempio esecutivo preferito illustrato in
5 figura, il secondo stadio 2 è un meccanismo cicloidale con rapporto di riduzione 33:1.

Nell'esempio esecutivo preferito illustrato in
figura, il meccanismo di riduzione dell'unità protesica
ha pertanto un rapporto di riduzione totale di circa
10 264:1.

Il secondo stadio 2 presenta un recesso 25 nella
zona centrale della superficie terminale prossimale,
in particolare ricavato mediante un'opportuna
sagomatura della prima parte 240 dell'elemento rotante
15 di uscita 24. Tale recesso 25 in condizione assemblata
del primo stadio 1 e del secondo stadio 2 alloggia
parte del primo stadio 1, in particolare parte del
portatreno 12.

Le figure 4 e 5 illustrano due viste differenti
20 in assonometria dell'unità protesica assemblata, in cui
è visibile il telaio 5 cilindrico che circonda il primo
stadio 1 ed il secondo stadio 2.

L'elemento di fissaggio del dispositivo terminale
4 presenta una ghiera terminale 40 provvista di denti
25 di impegno atti al collegamento con il dispositivo
terminale. Vantaggiosamente l'elemento di fissaggio
del dispositivo terminale 4 è fissato alla seconda
parte 241 dell'elemento rotante di uscita 24 mediante
viti passanti che si impegnano con corrispondenti sedi
30 filettate previste nei perni 243, come visibile in
figura 1. L'elemento di fissaggio del dispositivo
terminale 4 presenta inoltre asole 41 di passaggio di
cavi elettrici di comando ed alimentazione.

Il motore 3 è racchiuso da un coperchio 31, fissabile al telaio 5 mediante viti. Il coperchio 31 è provvisto di una pluralità di terminali elettrici 8 di connessione del motore 3 ad una unità di alimentazione
5 e/o una unità di comando, non illustrata nelle figure.

Il meccanismo di riduzione può comprendere ulteriori stadi di riduzione, e può essere variato per adattare la riduzione richiesta per altri casi applicativi.

10 È possibile ottimizzare i pesi utilizzando materiali detti tecnopolimeri.

RIVENDICAZIONI

1. Unità protesica di polso comprendente un motore
(3) di azionamento, atta ad essere interposta
cinematicamente tra l'estremità distale di una protesi
5 del braccio ed un dispositivo terminale protesico, per
il posizionamento del dispositivo terminale ad
orientamenti desiderati rispetto alla protesi del
braccio,

caratterizzato dal fatto che
10 comprende un meccanismo di riduzione comprendente
un primo stadio (1) di riduzione epicicloidale ed un
secondo stadio (2) di riduzione cicloidale, collegati
tra loro.

2. Unità secondo la rivendicazione 1, in cui il
15 primo stadio (1) è posto prossimalmente ed è collegato
ad un albero del motore (30) ed il secondo stadio (2)
è posto distalmente ed è collegato ad un elemento di
fissaggio del dispositivo terminale (4).

3. Unità secondo la rivendicazione 2, in cui il
20 primo stadio (1) comprende una ruota centrale (10)
collegata all'albero del motore (30), una o più ruote
satellite (11) poste in maniera rotante attorno al
proprio asse su un portatreno (12) e una corona esterna
fissa (13), essendo le ruote satellite (11) in contatto
25 periferico con la ruota centrale (10) e con la corona
esterna (13), ed essendo il portatreno (12) collegato
al secondo stadio.

4. Unità secondo la rivendicazione 3, in cui la
ruota centrale (10), le ruote satellite (11) e la
30 corona esterna (13) presentano superfici di impegno
reciproco lisce, in modo tale per cui il rotolamento
delle ruote satellite (11) sulla corona esterna (13) è
causato dalle forze di attrito generate per

interferenza radiale tra la ruota centrale (10) e le ruote satellite (11) e la corona esterna (13).

5 5. Unità secondo la rivendicazione 3 o 4, in cui il portatreno (12) è provvisto di perni di impegno (122) delle ruote satellite (11), le quali ruote satellite (11) sono provviste di sedi di alloggiamento (121) dei perni di impegno (122), avendo le sedi di alloggiamento (121) dimensione maggiore dei perni di impegno (122).

10 6. Unità secondo una o più delle precedenti rivendicazioni, in cui il secondo stadio (2) comprende un albero di ingresso (20) collegato al primo stadio (1) e provvisto di una o più porzioni eccentriche (201, 202) rispetto al proprio asse, una camma esterna (23)
15 fissa definente una lobatura interna e centrata intorno all'asse dell'albero di ingresso (20), e uno o più elementi cicloidali (21, 22), i quali elementi cicloidali (21, 22) sono impegnati sulle porzioni eccentriche (201, 202) dell'albero di ingresso (20) in
20 modo tale per cui sono girevoli con moto orbitale eccentrico rispetto all'asse dell'albero di ingresso (20), e sono provvisti di una lobatura esterna satellite ingranante perifericamente su detta lobatura interna della camma esterna (23), e presentano una
25 pluralità di fori (210, 220) in cui si impegna una corrispondente pluralità di sporgenze (242) di un elemento rotante di uscita (24), il quale elemento rotante di uscita (24) è collegato all'elemento di fissaggio del dispositivo terminale (4).

30 7. Unità secondo la rivendicazione 6, in cui il secondo stadio (2) comprende almeno due elementi cicloidali (21, 22) sfasati tra loro rispetto all'asse dell'albero di ingresso (20).

8. Unità secondo la rivendicazione 6, in cui la camma esterna (23) è formata da una pluralità di spine (230) parallele tra loro poste a corona attorno all'asse dell'albero di ingresso (20) ed
5 equidistanziate angolarmente tra loro in modo da formare sedi di camma (231) di impegno con la lobatura esterna degli elementi cicloidali (21, 22).

9. Unità secondo la rivendicazione 6, in cui l'elemento rotante di uscita (24) comprende due parti
10 separate, di cui una prima parte (240) è posta prossimalmente rispetto agli elementi cicloidali (21, 22) ed una seconda parte (241) è posta distalmente rispetto agli elementi cicloidali (21, 22), essendo la prima parte (240) e la seconda parte (241) collegate
15 tra loro per mezzo delle dette sporgenze (242).

10. Unità secondo la rivendicazione 6, in cui il portatreno (12) del primo stadio (1) è impegnato solidalmente con l'albero di ingresso (20) del secondo stadio (2) mediante accoppiamento di forma.

20 11. Unità secondo una o più delle precedenti rivendicazioni, in cui il secondo stadio (2) presenta un recesso (25) nella zona centrale della superficie terminale prossimale, il quale recesso (25) in condizione assemblata alloggia almeno parte del primo
25 stadio (1).

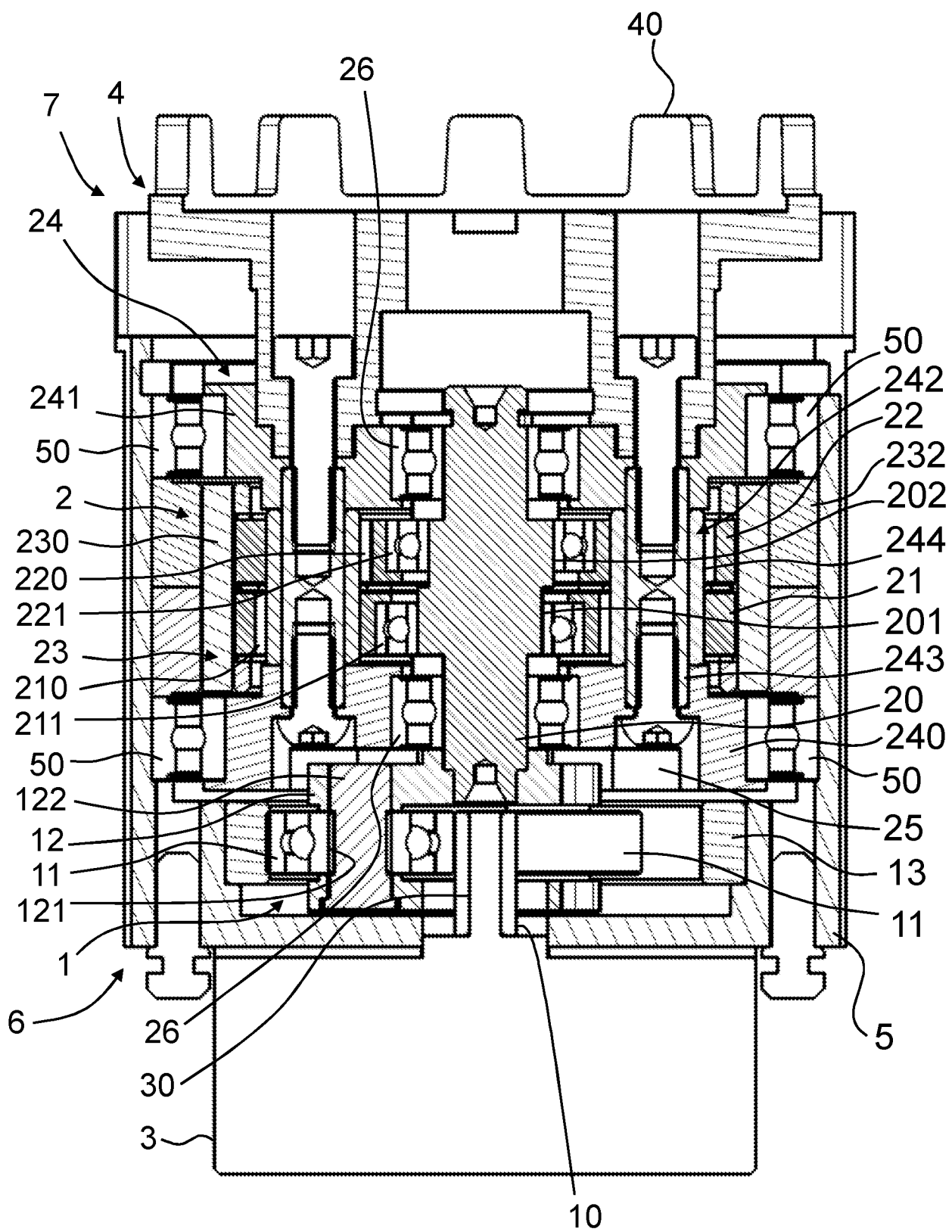


Fig. 1

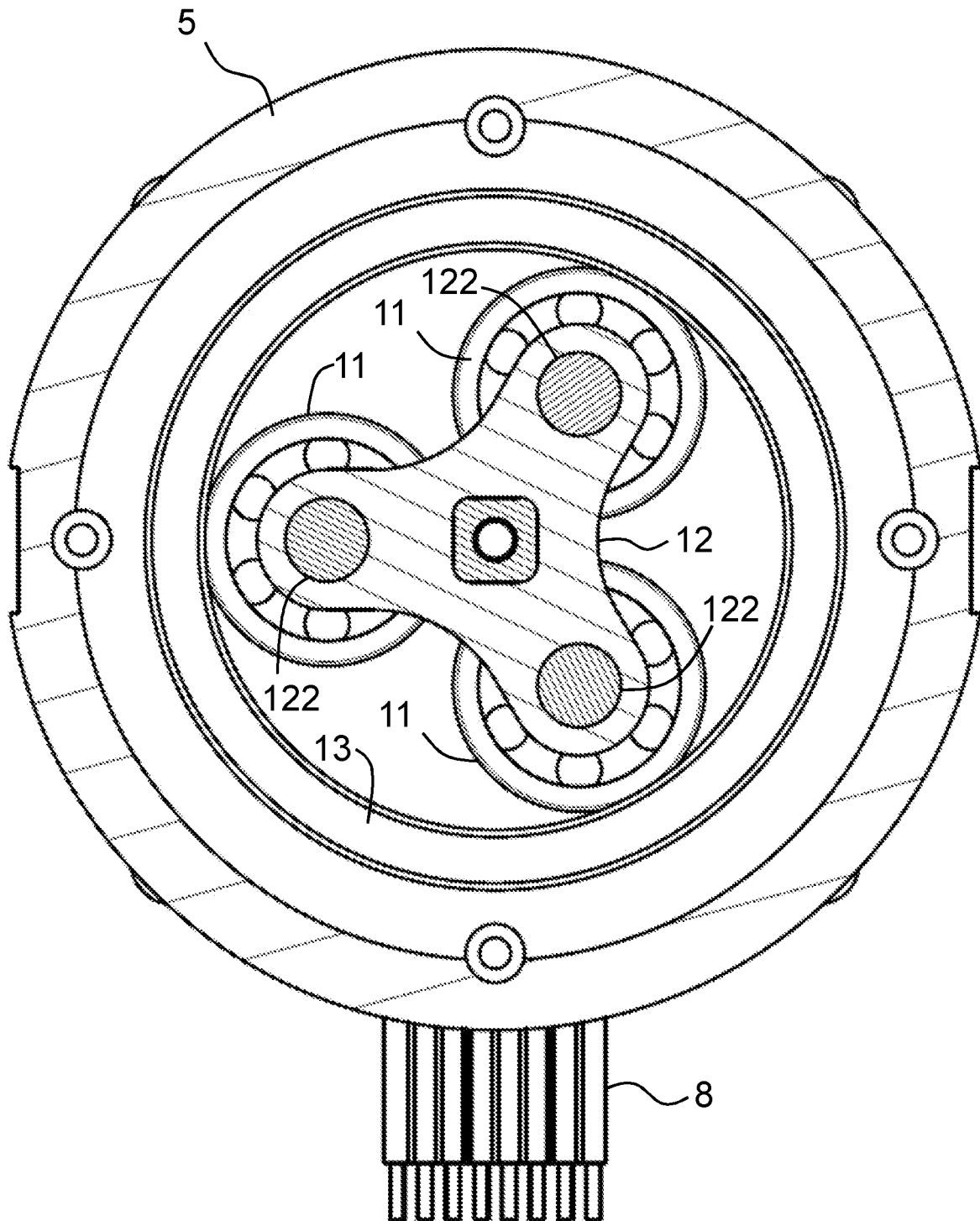


Fig. 2

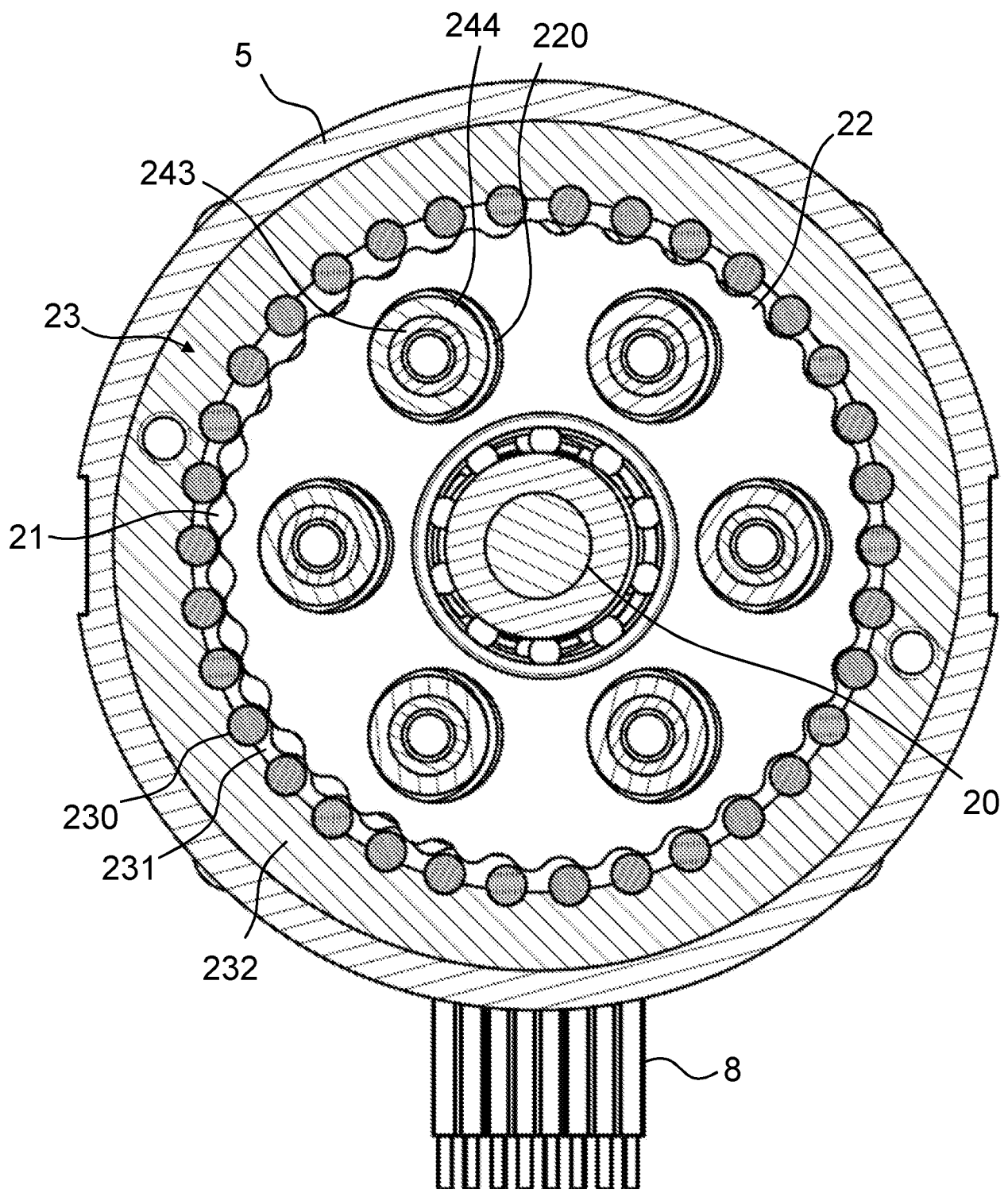


Fig. 3

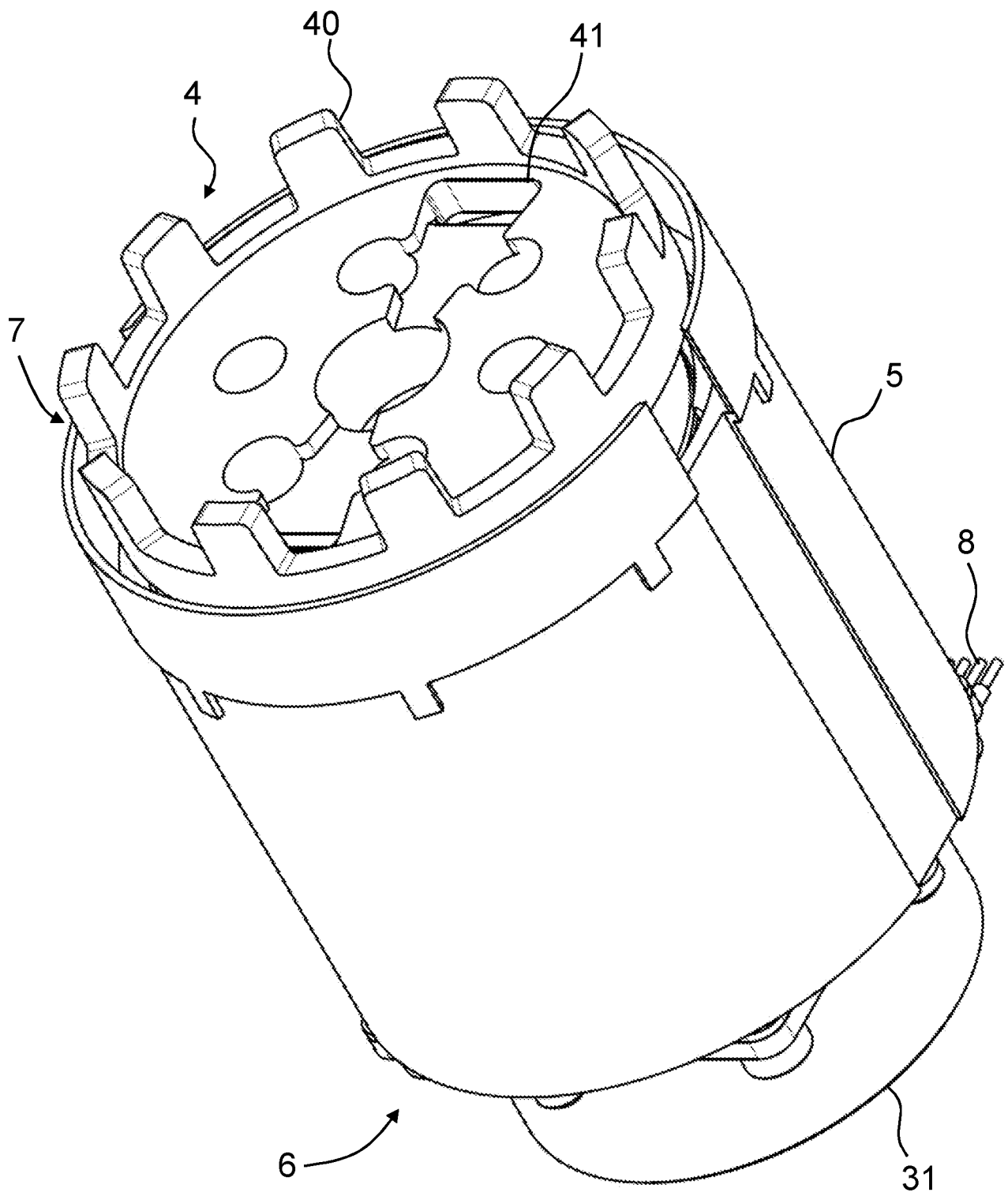


Fig. 4

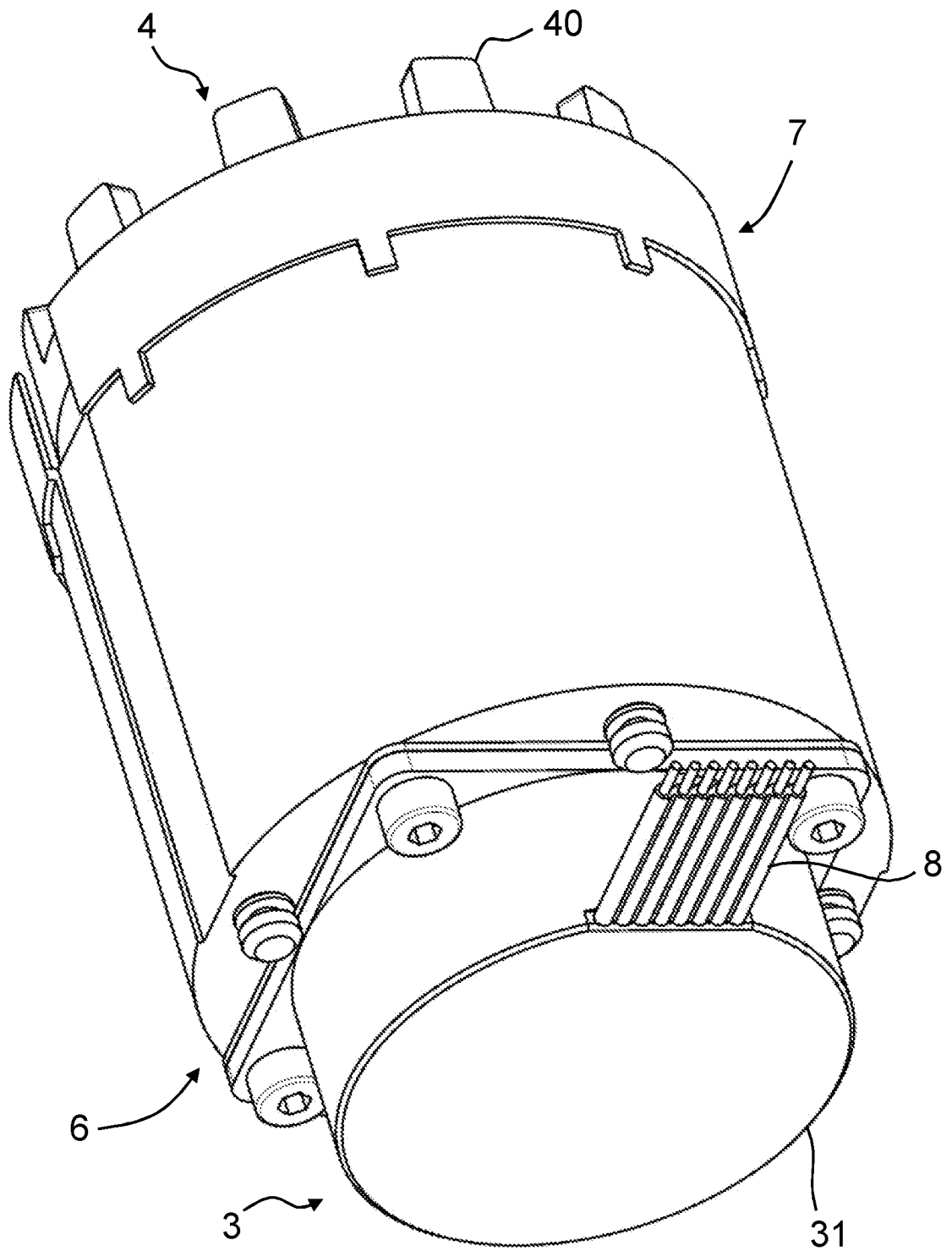


Fig. 5