

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000029327
Data Deposito	19/11/2021
Data Pubblicazione	19/05/2023

Classifiche IPC

Titolo

PIEDE DI APPOGGIO PER UN ESOSCHELETRO PER IL TRASPORTO DI CARICHI,
ESOSCHELETRO COMPREDENTE DETTO PIEDE DI APPOGGIO E METODO DI CONTROLLO
DI UN ESOSCHELETRO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"PIEDE DI APPOGGIO PER UN ESOSCHELETRO PER IL TRASPORTO DI CARICHI, ESOSCHELETRO COMPRENDENTE DETTO PIEDE DI APPOGGIO E METODO DI CONTROLLO DI UN ESOSCHELETRO"

di ROBOSUITS SRL

di nazionalità italiana

con sede: VIALE TUNISIA 46

20124 MILANO (MI)

Inventori: CARISI Stefano, DONELLA Nicolò, BECCHI Francesco, MELIS Alessandro

*** ***** ***

La presente invenzione riguarda un piede di appoggio per un esoscheletro indossabile per il trasporto di carichi ed un esoscheletro comprendente detto piede di appoggio.

Inoltre, la presente invenzione riguarda un metodo di controllo di un esoscheletro.

Come noto, gli esoscheletri indossabili sono impiegati per incrementare le capacità motorie di un utente. Tipicamente, un esoscheletro comprende due piedi di appoggio, ciascuno dei quali è accoppiabile ad un piede di un utente dell'esoscheletro in modo da sostenere il peso dell'utente; una pluralità di parti mobili, ciascuna delle quali è accoppiabile ad un arto o al tronco dell'utente; ed una pluralità di giunti, i quali collegano tra loro due o

più parti mobili e possono essere attivi, semi-attivi o passivi.

Ciascun giunto è configurato per controllare il movimento relativo delle parti mobili che collega in modo da agire sul comportamento dinamico di una determinata articolazione dell'utente ed assistere l'utente nella movimentazione di detta articolazione.

A titolo di esempio, nel caso in cui l'esoscheletro sia utilizzato per supportare l'utente nel trasporto di un carico, l'esoscheletro comprende una pluralità di giunti meccanici, i quali sono configurati per agire sul comportamento dinamico delle articolazioni del ginocchio e dell'anca dell'utente e sono provvisti di rispettivi attuatori per fornire una coppia di azionamento in modo da sgravare le gambe dell'utente dal peso del carico trasportato ed assecondare il movimento di dette articolazioni.

Negli esoscheletri di tipo noto, i giunti meccanici attivi e semi-attivi sono controllati da un'unità di controllo, la quale è configurata per ricevere in ingresso parametri di controllo rilevati da sensori e comandare l'attuazione di detti giunti meccanici.

A titolo di esempio, i parametri di controllo comprendono la posizione e/o l'accelerazione relativa delle parti mobili collegate da ciascun giunto meccanico e

forze/coppie esercitate sui giunti meccanici e sulle parti mobili dell'esoscheletro.

Allo scopo di controllare in maniera ottimale i giunti meccanici dell'esoscheletro, l'unità di controllo necessita di ricevere in ingresso numerosi parametri di controllo e, di conseguenza, è necessario dotare l'esoscheletro di numerosi sensori.

Tuttavia, la grande quantità di sensori rende l'esoscheletro ingombrante e ne aumenta il costo di fabbricazione.

Uno scopo della presente invenzione è quello di realizzare un piede di appoggio per un esoscheletro che mitighi gli inconvenienti dell'arte nota.

In particolare, è uno scopo della presente invenzione quello di realizzare un piede di appoggio per un esoscheletro che sia ergonomico, poco ingombrante ed economico da realizzare.

In accordo con la presente invenzione, è realizzato un piede di appoggio per un esoscheletro per il trasporto di carichi configurato per alloggiare un piede di un utente dell'esoscheletro; il piede di appoggio comprendendo:

- un gruppo di appoggio anteriore, il quale è configurato per sostenere una porzione anteriore del piede dell'utente dell'esoscheletro;

- un gruppo di appoggio posteriore, il quale è

configurato per sostenere una porzione posteriore del piede dell'utente dell'esoscheletro;

- una piastra flessibile, la quale collega il gruppo di appoggio anteriore ed il gruppo di appoggio posteriore;

- almeno un primo sensore, il quale è disposto nel gruppo di appoggio anteriore ed è configurato per rilevare una pressione esercitata dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio anteriore; e

- un secondo sensore, il quale è disposto nel gruppo di appoggio posteriore ed è configurato per rilevare le componenti di almeno una forza e/o le componenti di almeno una coppia esercitate dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio posteriore lungo tre assi cartesiani.

Grazie alla presente invenzione, l'utente dell'esoscheletro può muoversi agevolmente su qualsiasi tipo di terreno. In particolare, la flessibilità della piastra flessibile consente all'utente di flettere la pianta del piede per camminare comodamente ed efficacemente su piani inclinati e di adattarsi a terreni accidentati.

Inoltre, grazie al primo ed al secondo sensore è possibile rilevare una distribuzione delle forze e delle coppie esercitate dal piede dell'utente dell'esoscheletro, garantendo al contempo l'ergonomia del piede di appoggio. La particolare configurazione del primo e del secondo sensore consente di limitare gli ingombri ed i costi di

realizzazione del piede di appoggio.

In maggior dettaglio, il primo sensore contribuisce a ridurre il costo e gli ingombri del piede di appoggio, mentre il secondo sensore consente di rilevare con maggiore precisione le forze e le coppie esercitate dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio posteriore.

In questo modo, è possibile identificare lo stato motorio dell'utente dell'esoscheletro in funzione della distribuzione delle pressioni rilevate dal primo sensore e delle forze/coppie rilevate dal secondo sensore e controllare i giunti meccanici attivi in funzione di dette pressioni e dette forze/coppie rilevate, impiegando diverse strategie.

Nel corso della presente descrizione, i termini "anteriore" e "posteriore" sono riferiti ad una direzione di avanzamento, la quale è definita dalla camminata in avanti dell'utente dell'esoscheletro. In altre parole, il termine "anteriore" indica che l'elemento a cui si riferisce è in posizione più avanzata lungo la direzione di avanzamento rispetto ad un ulteriore elemento a cui è riferito il termine "posteriore".

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di realizzare un metodo di controllo di un esoscheletro per il trasporto di carichi che mitighi gli inconvenienti dell'arte nota.

In accordo con la presente invenzione, è realizzato un metodo di controllo di un esoscheletro per il trasporto di carichi, il metodo comprendendo le fasi di:

- rilevare pressioni esercitate da un piede di un utente su un gruppo di appoggio anteriore di un piede di appoggio dell'esoscheletro;

- rilevare le componenti di forza e/o di coppia esercitate dal piede dell'utente lungo tre assi cartesiani su un gruppo di appoggio posteriore del piede di appoggio;

e

- controllare almeno un giunto meccanico dell'esoscheletro in funzione delle pressioni rilevate e delle componenti di forza e/o di coppia rilevate.

In questo modo, è possibile controllare in maniera ottimale l'esoscheletro allo scopo di sgravare le gambe dell'utente dell'esoscheletro dal peso del carico trasportato, assecondando allo stesso tempo il movimento delle articolazioni degli arti inferiori dell'utente.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione sono definiti nelle annesse rivendicazioni dipendenti e appariranno chiari dalla descrizione che segue di un esempio non limitativo di attuazione, con riferimento alle figure allegate, in cui:

- la figura 1 è una vista prospettica di un esoscheletro per il trasporto di carichi realizzato in

accordo con la presente invenzione;

- la figura 2 è una vista prospettica di un piede di appoggio dell'esoscheletro della figura 1;

- la figura 3 è una vista in elevazione laterale del piede di appoggio della figura 2;

- la figura 4 è una vista in sezione del piede di appoggio della figura 2;

- la figura 5 è una vista in sezione in scala ingrandita di un dettaglio della figura 4; e

- la figura 6 è una vista prospettica, con parti asportate per chiarezza, del piede di appoggio della figura 2.

Con riferimento alla figura 1, con il numero di riferimento 1 è indicato nel suo complesso un esoscheletro per il trasporto di carichi, il quale è indossabile da un utente per incrementarne le capacità motorie.

In particolare, l'esoscheletro 1 è configurato per assistere il movimento degli arti inferiori di un utente.

L'esoscheletro 1 comprende una porzione pelvica 2, due gambe meccaniche 3 collegate alla porzione pelvica 2, ed una porzione di sostegno 4 configurata per alloggiare un carico da trasportare, non mostrato nelle figure allegate.

In particolare, l'esoscheletro 1 comprende due giunti meccanici 5, ciascuno dei quali è integrato nella rispettiva gamba meccanica 3 per controllare il movimento

di flessione/estensione dell'articolazione del ginocchio di un utente; due giunti meccanici 6, ciascuno dei quali è disposto tra la porzione pelvica 2 e la rispettiva gamba meccanica 3 per controllare il movimento di adduzione/abduzione dell'articolazione dell'anca di un utente; due giunti meccanici 7, ciascuno dei quali è disposto tra la porzione pelvica 2 e la rispettiva gamba meccanica 3 per controllare il movimento di flessione/estensione dell'articolazione dell'anca di un utente; e due giunti meccanici 8, ciascuno dei quali è disposto tra la porzione pelvica 2 e la rispettiva gamba meccanica 3 per controllare il movimento di rotazione interna/esterna dell'articolazione dell'anca di un utente.

Inoltre, l'esoscheletro 1 comprende due piedi di appoggio 9, ciascuno dei quali è accoppiato ad una rispettiva gamba meccanica 3 ed è configurato per alloggiare un piede di un utente dell'esoscheletro 1.

In particolare, l'esoscheletro 1 comprende due giunti passivi 10, ciascuno dei quali è disposto tra il rispettivo piede di appoggio 9 e la rispettiva gamba meccanica 3 in modo da consentire la dorsiflessione/plantaflessione del piede di un utente; e due giunti passivi 11, ciascuno dei quali è disposto tra il rispettivo piede di appoggio 9 e la rispettiva gamba meccanica 3 in modo da consentire la supinazione/pronazione del piede di un utente.

Inoltre, ciascun giunto meccanico 5, 6, 7, 8 e ciascun giunto passivo 10, 11 comprendono un rispettivo sensore di posizione angolare 34, il quale è configurato per rilevare la posizione angolare relativa tra i corpi mobili che collegano.

In maggior dettaglio, la porzione di sostegno 4 è configurata per essere disposta dietro la schiena di un utente dell'esoscheletro 1 e comprende almeno un accumulatore di energia, non mostrato nelle figure allegate, per alimentare ciascun giunto meccanico 5, 6, 7, e 8, ed un'unità di controllo 33 (figura 6) per controllare ciascun giunto meccanico 5, 6, 7, e 8.

Con riferimento alle figure 2 e 3, ciascun piede di appoggio 9 comprende un gruppo di appoggio anteriore 12, il quale è configurato per sostenere una porzione anteriore di un piede di un utente dell'esoscheletro 1; un gruppo di appoggio posteriore 13, il quale è configurato per sostenere una porzione posteriore del piede dell'utente dell'esoscheletro 1; ed una piastra flessibile 14, la quale collega il gruppo di appoggio anteriore 12 ed il gruppo di appoggio posteriore 13.

In particolare, la piastra flessibile 14 è fissata al gruppo di appoggio anteriore 12 e al gruppo di appoggio posteriore 13 in modo da distanziare il gruppo di appoggio anteriore 12 dal gruppo di appoggio posteriore 13.

In maggior dettaglio, la piastra flessibile 14 è realizzata in acciaio armonico.

Il gruppo di appoggio anteriore 12 comprende una base di appoggio anteriore 15 configurata per poggiare su un terreno ed il gruppo di appoggio posteriore 13 comprende una base di appoggio posteriore 16 configurata per poggiare su un terreno.

Nella fattispecie qui descritta ed illustrata, la base di appoggio anteriore 15 e la base di appoggio posteriore 16 sono sostanzialmente piatte e sono realizzate in un materiale rigido.

In accordo con una forma di attuazione alternativa, la base di appoggio anteriore 15 e la base di appoggio posteriore 16 sono realizzate in un materiale deformabile o flessibile.

In particolare, il gruppo di appoggio anteriore 12 comprende una piastra rigida 17 fissata ad una porzione anteriore della piastra flessibile 14.

In accordo con una forma di attuazione, ciascun piede di appoggio 9 comprende un meccanismo di aggancio 19 configurato per essere disposto attorno al piede dell'utente dell'esoscheletro 1 in modo da bloccare il piede dell'utente contro il gruppo di appoggio posteriore 13. In particolare, il meccanismo di aggancio 19 è accoppiato al gruppo di appoggio posteriore 13.

Inoltre, il gruppo di appoggio posteriore 13 comprende una comprende una flangia di fissaggio 25, la quale è fissata ad una porzione di estremità della rispettiva gamba meccanica 3.

Il gruppo di appoggio anteriore 12 comprende un laccio anteriore 23, il quale è accoppiato al gruppo di appoggio anteriore 12 ed è configurato per essere disposto attorno ad una porzione anteriore del piede dell'utente in modo da bloccare il piede dell'utente contro il gruppo di appoggio anteriore 12.

Nella fattispecie qui descritta ed illustrata, non limitativa della presente invenzione, il gruppo di appoggio anteriore 12 comprende una piastra di collegamento 24, la quale è disposta tra la porzione anteriore della piastra flessibile 14 e la piastra rigida 17 ed è collegata al laccio anteriore 23.

Con riferimento alla figura 3, il gruppo di appoggio posteriore 13 comprende una piastra rigida 18 fissata ad una porzione posteriore della piastra flessibile 14.

Inoltre, il meccanismo di aggancio 19 comprende una chiusura regolabile 26, preferibilmente a cricchetto.

Con riferimento alla figura 4, il gruppo di appoggio posteriore 13 comprende una flangia di fissaggio 20, la quale è provvista di una parete di base 21 fissata tra la porzione posteriore della piastra flessibile 14 e la

piastra rigida 18, e di due pareti di connessione 22, ciascuna delle quali si estende lungo un piano trasversale rispetto alla parete di base 21 ed è fissata al meccanismo di aggancio 19.

Ciascun piede di appoggio 9 comprende almeno un sensore 27, il quale è disposto nel gruppo di appoggio anteriore 12 ed è configurato per rilevare una pressione esercitata dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio anteriore 12; ed un sensore 28, il quale è disposto nel gruppo di appoggio posteriore 13 ed è configurato per rilevare le componenti di almeno una forza e/o le componenti di almeno una coppia esercitate dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio posteriore 13 lungo tre assi cartesiani.

In particolare, il sensore 27 è disposto tra la piastra flessibile 14 e la base di appoggio anteriore 15. Il sensore 28 è disposto tra la piastra flessibile 14 e la base di appoggio posteriore 16.

In maggior dettaglio, la piastra flessibile 14 si estende tra il gruppo di appoggio anteriore 12 ed il gruppo di appoggio posteriore 13 in modo da essere disposta sopra il sensore 27 ed il sensore 28.

Con riferimento alla figura 5, ciascun piede di appoggio 9 comprende una pluralità di sensori 27 distribuiti nel gruppo di appoggio anteriore 12 per

rilevare una distribuzione delle pressioni esercitate dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio anteriore 12.

Ciascun sensore 27 ha una forma principalmente planare e si estende lungo un piano sostanzialmente parallelo alla piastra flessibile 14.

In particolare, ciascun sensore 27 è accoppiato alla porzione anteriore della piastra flessibile 14, dalla parte opposta rispetto alla piastra rigida 17.

In accordo con una forma di attuazione, ciascun sensore 27 è un sensore di tipo capacitivo. In particolare, ciascun sensore 27 comprende dieci punti di rilevazione della pressione.

In accordo con una forma di attuazione, non limitativa della presente invenzione, ciascun sensore 27 è configurato per rilevare unicamente una pressione esercitata dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio anteriore 12 in una direzione sostanzialmente perpendicolare alla base di appoggio anteriore 15.

Con riferimento alla figura 4, il sensore 28 è del tipo forza/coppia a sei gradi di libertà. In particolare, il sensore 28 comprende una pluralità di estensimetri collegati in modo da formare un circuito elettrico del tipo ponte di Wheatstone.

In accordo con una forma di attuazione, non limitativa della presente invenzione, il sensore 28

comprende 12 estensimetri a semiconduttore disposti in una configurazione a 6 semi-ponti di Wheatstone.

In particolare, il gruppo di appoggio posteriore 13 comprende una piastra intermedia 29 disposta tra la piastra flessibile 14 e la base di appoggio posteriore 16. Il sensore 28 è disposto tra la piastra flessibile 14 e la piastra intermedia 29.

Inoltre, il gruppo di appoggio posteriore 13 comprende almeno un sensore di contatto 30, il quale è disposto nel gruppo di appoggio posteriore 13 ed è configurato per rilevare un contatto del gruppo di appoggio posteriore 13 con il suolo.

Nella fattispecie qui descritta ed illustrata, il gruppo di appoggio posteriore 13 comprende una pluralità di sensori di contatto 30 distribuiti tra la piastra intermedia 29 e la base di appoggio posteriore 16.

In particolare, ciascun sensore di contatto 30 comprende un interruttore configurato per essere selettivamente attivato quando la piastra intermedia 29 è spinta verso la base di appoggio posteriore 16 per effetto della forza peso dell'utente dell'esoscheletro 1.

Il gruppo di appoggio posteriore 13 comprende inoltre una pluralità di elementi di fine corsa 31, ciascuno dei quali è disposto tra la piastra flessibile 14 e la base di appoggio posteriore 16 ed è provvisto di un elemento

elastico 32 in modo da limitare lo spostamento della piastra flessibile 14 verso la base di appoggio posteriore 16.

Con riferimento alla figura 6, ciascun piede di appoggio 9 comprende sette sensori 27, ciascuno dei quali è di forma triangolare.

In particolare, i sensori 27 sono disposti lungo uno stesso piano. In maggior dettaglio, tre sensori 27 sono disposti in una porzione anteriore del gruppo di appoggio anteriore 12 e quattro sensori 27 sono disposti in una porzione posteriore del gruppo di appoggio anteriore 12.

Il numero e la distribuzione dei sensori 27 nel gruppo di appoggio anteriore 12 possono variare in funzione della specifica applicazione del piede di appoggio 9 e non devono essere intesi come limitativi della presente invenzione.

L'unità di controllo 33 è collegata ai sensori 27 per ricevere segnali di pressione indicativi delle pressioni rilevate dai sensori 27, e al sensore 28 per ricevere segnali di forza/coppia indicativi delle componenti di forza e di coppia rilevate dal sensore 28 ed è configurata per controllare i giunti meccanici 5, 6, 7 e 8 in funzione dei segnali di pressione e dei segnali di forza/coppia ricevuti.

Inoltre, l'unità di controllo 33 è collegata a

ciascun sensore di contatto 30 per ricevere segnali di contatto indicativi di un contatto del gruppo di appoggio posteriore 13 con il suolo.

In particolare, l'unità di controllo 33 è configurata per stimare una fase di una camminata dell'utente dell'esoscheletro 1 in funzione dei segnali di pressione ricevuti dai sensori 27, dei segnali di forza/coppia ricevuti dal sensore 28 e dei segnali di contatto ricevuti dai sensori di contatto 30.

In uso e con riferimento alla figura 4, quando l'utente dell'esoscheletro 1 si trova in posizione eretta, detto utente appoggia il piede sul gruppo di appoggio anteriore 12 e sul gruppo di appoggio posteriore 13.

In tale circostanza, i sensori di contatto 30 rilevano che il tallone dell'utente è a contatto con il suolo.

Quando l'utente dell'esoscheletro 1 si sposta camminando, l'utente solleva il tallone da terra mantenendo inizialmente la punta del piede a terra, determinando in questo modo la flessione della piastra flessibile 14. In tale circostanza i sensori di contatto 30 rilevano che il tallone del piede dell'utente è sollevato da terra.

Durante l'utilizzo dell'esoscheletro 1 da parte dell'utente, i sensori 27 e 28 di ciascun piede di appoggio 9 rilevano la distribuzione delle forze e delle coppie

esercitate dai piedi dell'utente sui rispettivi piedi di appoggio 9.

L'unità di controllo 33 riceve in ingresso segnali di pressione rilevati dai sensori 27 e segnali di forza/coppia rilevati dal sensore 28 e controlla i giunti meccanici 5, 6, 7 e 8 in funzione dei segnali di pressione e dei segnali di forza/coppia ricevuti.

In particolare, l'unità di controllo 33 stima in tempo reale una fase di una camminata dell'utente dell'esoscheletro 1 in funzione dei segnali di pressione e dei segnali di forza/coppia ricevuti per comandare i giunti meccanici 5, 6, 7 e 8 in modo da assecondare i movimenti degli arti inferiori dell'utente dell'esoscheletro 1.

In maggior dettaglio, l'unità di controllo 33 stima in tempo reale la distribuzione delle forze in funzione dei segnali di pressione e dei segnali di forza/coppia ricevuti per calcolare la posizione del centro di gravità dell'utente dell'esoscheletro 1 ed adattare i comandi impartiti ai giunti meccanici 5, 6, 7 e 8 in funzione di detta posizione calcolata.

È evidente infine che alla presente invenzione possono essere apportate varianti rispetto alla forma di attuazione descritta senza peraltro uscire dall'ambito delle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Un piede di appoggio per un esoscheletro per il trasporto di carichi configurato per alloggiare un piede di un utente dell'esoscheletro; il piede di appoggio (9) comprendendo:

- un gruppo di appoggio anteriore (12), il quale è configurato per sostenere una porzione anteriore del piede dell'utente dell'esoscheletro (1);

- un gruppo di appoggio posteriore (13), il quale è configurato per sostenere una porzione posteriore del piede dell'utente dell'esoscheletro (1);

- una piastra flessibile (14), la quale collega il gruppo di appoggio anteriore (12) ed il gruppo di appoggio posteriore (13);

- almeno un primo sensore (27), il quale è disposto nel gruppo di appoggio anteriore (12) ed è configurato per rilevare una pressione esercitata dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio anteriore (12); e

- un secondo sensore (28), il quale è disposto nel gruppo di appoggio posteriore (13) ed è configurato per rilevare le componenti di almeno una forza e/o le componenti di almeno una coppia esercitate dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio posteriore (13) lungo tre assi cartesiani.

2. Il piede di appoggio come rivendicato nella

rivendicazione 1, in cui la piastra flessibile (14) è fissata al gruppo di appoggio anteriore (12) e al gruppo di appoggio posteriore (13) in modo da distanziare il gruppo di appoggio anteriore (12) dal gruppo di appoggio posteriore (13).

3. Il piede di appoggio come rivendicato nella rivendicazione 1 o 2, in cui la piastra flessibile (14) è realizzata in acciaio armonico.

4. Il piede di appoggio come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui il gruppo di appoggio anteriore (12) comprende una base di appoggio anteriore (15) configurata per poggiare su un terreno e/o il gruppo di appoggio posteriore (13) comprende una base di appoggio posteriore (16) configurata per poggiare su un terreno.

5. Il piede di appoggio come rivendicato nella rivendicazione 4, in cui il primo sensore (27) è disposto tra la piastra flessibile (14) e la base di appoggio anteriore (15) e/o il secondo sensore (28) è disposto tra la piastra flessibile (14) e la base di appoggio posteriore (16).

6. Il piede di appoggio come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui il gruppo di appoggio anteriore (12) comprende una prima piastra rigida (17) fissata ad una porzione anteriore della piastra

flessibile (14) e/o il gruppo di appoggio posteriore (13) comprende una seconda piastra rigida (18) fissata ad una porzione posteriore della piastra flessibile (14).

7. Il piede di appoggio come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui il primo sensore (27) ha una forma principalmente planare e si estende lungo un piano sostanzialmente parallelo alla piastra flessibile (14).

8. Il piede di appoggio come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui il primo sensore (27) è un sensore di tipo capacitivo.

9. Il piede di appoggio come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, e comprendente una pluralità di primi sensori (27) distribuiti nel gruppo di appoggio anteriore (12) per rilevare una distribuzione delle pressioni esercitate dal piede dell'utente sul gruppo di appoggio anteriore (12).

10. Il piede di appoggio come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui il secondo sensore (28) è del tipo forza/coppia a sei gradi di libertà.

11. Il piede di appoggio come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, e comprendente almeno un sensore di contatto (30), il quale è disposto nel gruppo di appoggio posteriore (13) ed è configurato per

rilevare un contatto del gruppo di appoggio posteriore (13) con il suolo.

12. Il piede di appoggio come rivendicato in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, e comprendente un meccanismo di aggancio (19) configurato per essere disposto attorno al piede dell'utente dell'esoscheletro (1) in modo da bloccare il piede dell'utente sul gruppo di appoggio posteriore (13).

13. Il piede di appoggio come rivendicato nella rivendicazione 12, in cui il meccanismo di aggancio (19) comprende una chiusura regolabile (26), preferibilmente a cricchetto.

14. Un esoscheletro per il trasporto di carichi, l'esoscheletro (1) comprendendo una porzione pelvica (2), due gambe meccaniche (3) collegate alla porzione pelvica (2), e due piedi di appoggio (9) come rivendicati in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni e collegati alle rispettive gambe meccaniche (3).

15. L'esoscheletro come rivendicato nella rivendicazione 14, in cui ciascuna gamba meccanica (3) è accoppiata al rispettivo gruppo di appoggio posteriore (13).

16. L'esoscheletro come rivendicato nella rivendicazione 14 o 15, e comprendente un primo giunto meccanico (5) integrato in ciascuna gamba meccanica (3) per

controllare il movimento di flessione/estensione dell'articolazione del ginocchio di un utente dell'esoscheletro (1); almeno un secondo giunto meccanico (6; 7; 8) disposto tra la porzione pelvica (2) e una gamba meccanica (3) per controllare il movimento di flessione/estensione o di adduzione/abduzione o di rotazione interna/esterna dell'articolazione dell'anca di un utente dell'esoscheletro (1); ed un'unità di controllo (33), la quale è collegata al primo sensore (27) per ricevere segnali di pressione indicativi delle pressioni rilevate dal primo sensore (27) ed al secondo sensore (28) per ricevere segnali di forza/coppia indicativi delle componenti di forza e di coppia rilevate dal secondo sensore (28) ed è configurata per controllare il primo giunto meccanico (5) e/o il secondo giunto meccanico (6; 7; 8) in funzione dei segnali di pressione ricevuti e dei segnali di forza/coppia ricevuti.

17. L'esoscheletro come rivendicato nella rivendicazione 16, in cui l'unità di controllo (33) è configurata per stimare una fase di una camminata dell'utente dell'esoscheletro (1) in funzione dei segnali di pressione ricevuti e dei segnali di forza/coppia ricevuti.

18. Un metodo di controllo di un esoscheletro per il trasporto di carichi, il metodo comprendendo le fasi di:

- rilevare pressioni esercitate da un piede di un utente su un gruppo di appoggio anteriore (12) di un piede di appoggio (9) dell'esoscheletro (1);

- rilevare le componenti di forza e/o di coppia esercitate dal piede dell'utente lungo tre assi cartesiani su un gruppo di appoggio posteriore (13) del piede di appoggio (9); e

- controllare almeno un giunto meccanico (5; 6; 7; 8) dell'esoscheletro (1) in funzione delle pressioni rilevate e delle componenti di forza e/o di coppia rilevate.

19. Il metodo come rivendicato nella rivendicazione 18, e comprendente la fase di stimare una fase di una camminata dell'utente dell'esoscheletro (1) in funzione delle pressioni rilevate e delle componenti di forza e/o di coppia rilevate.

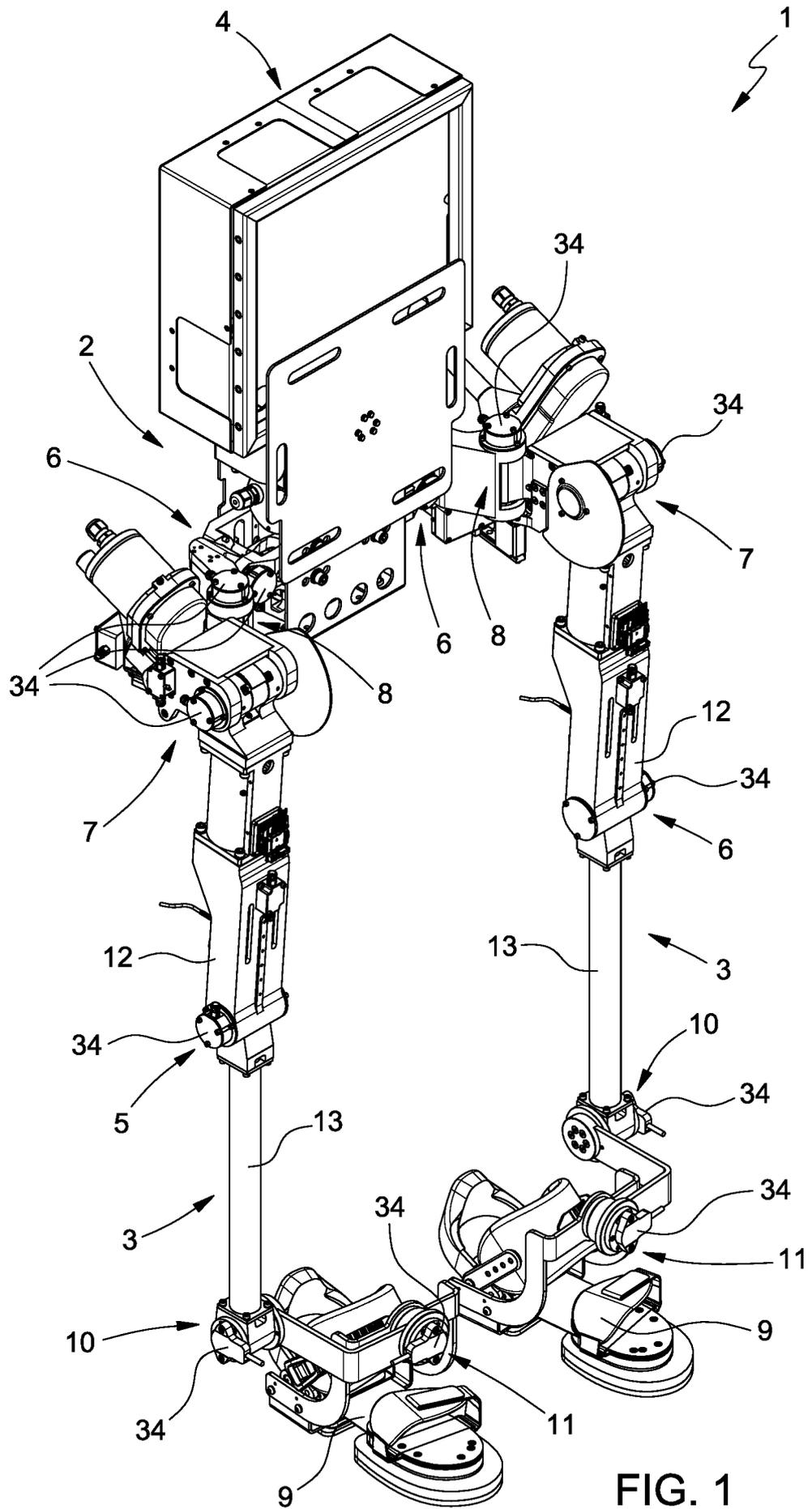


FIG. 1

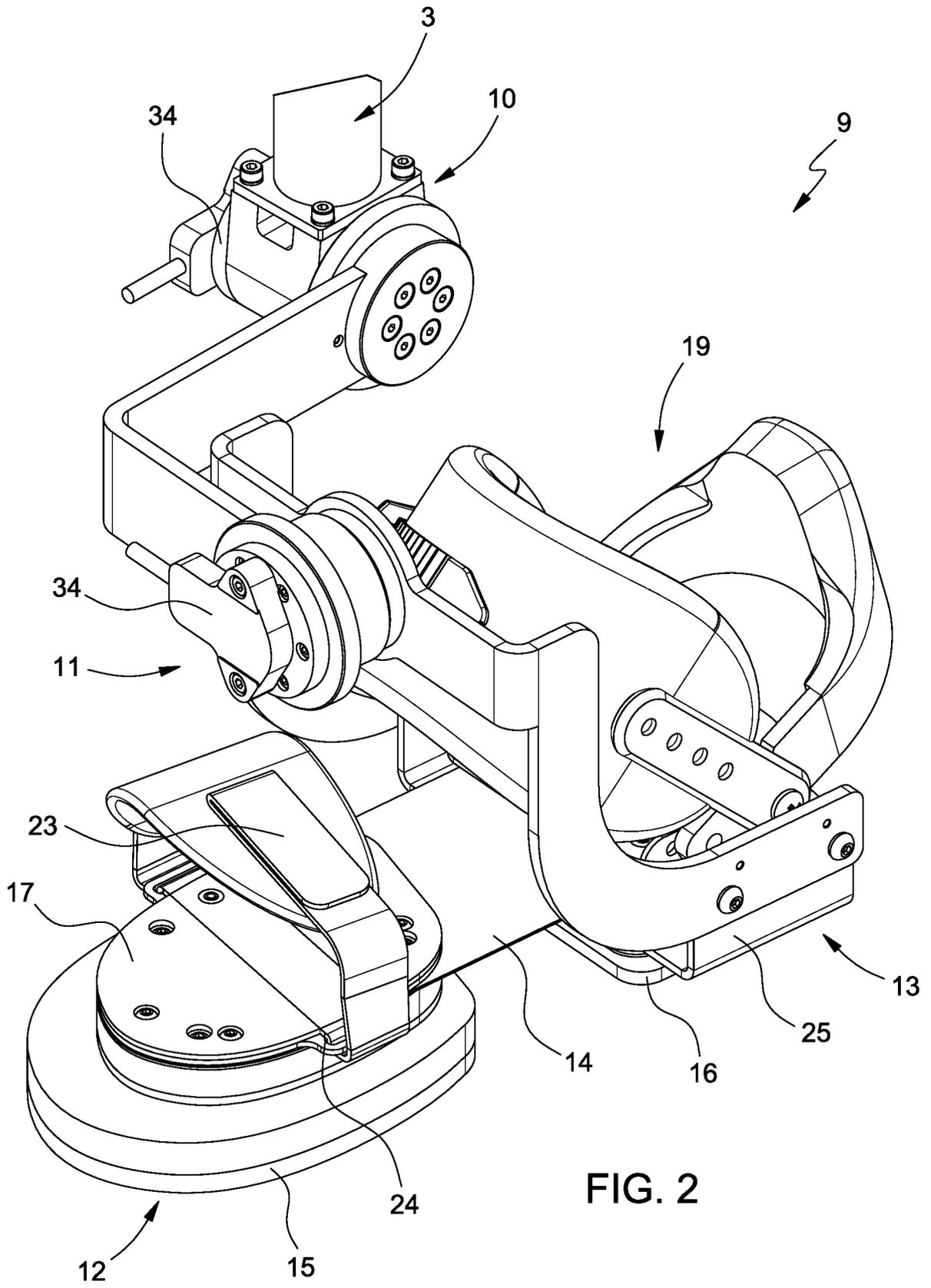


FIG. 2

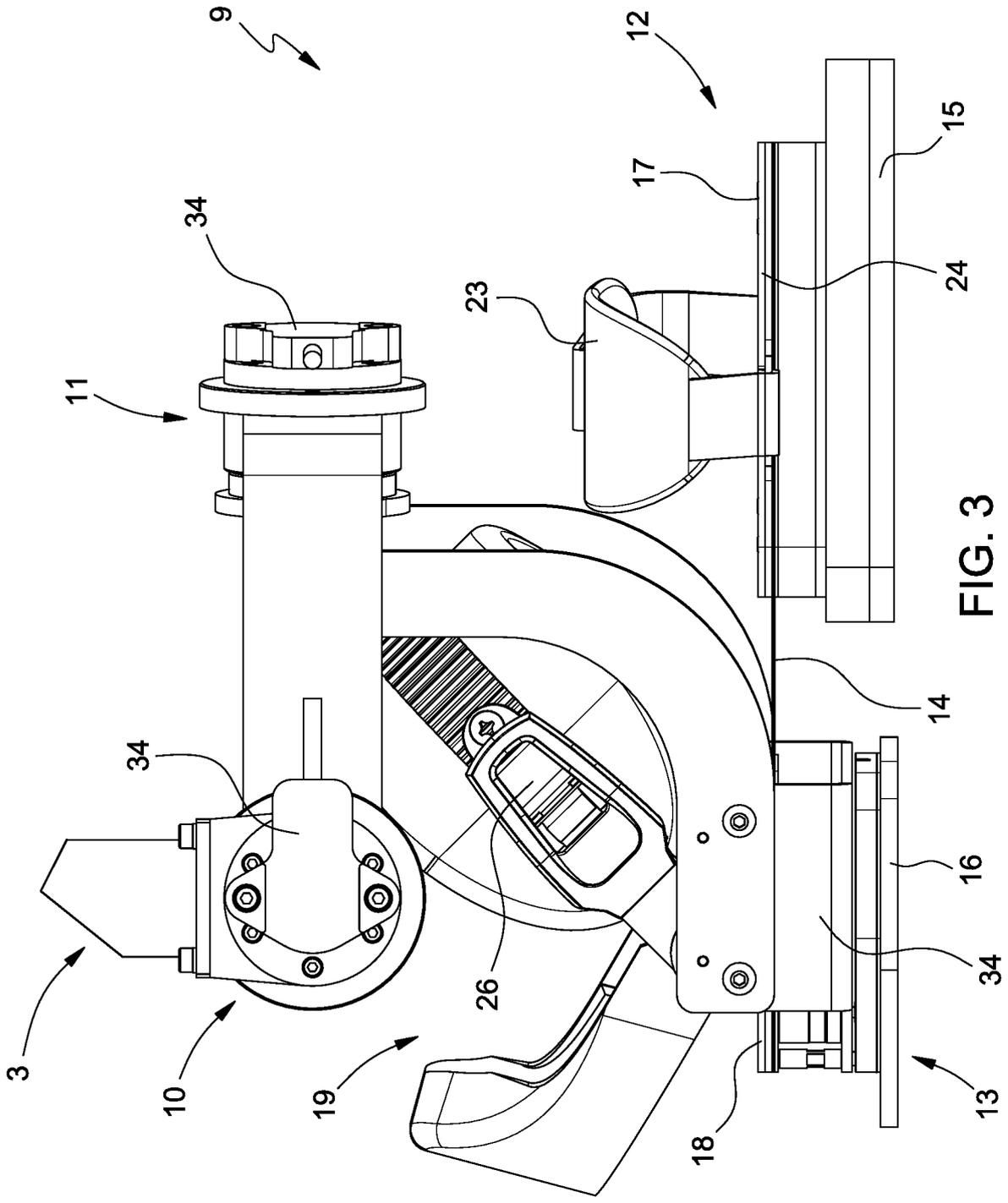


FIG. 3

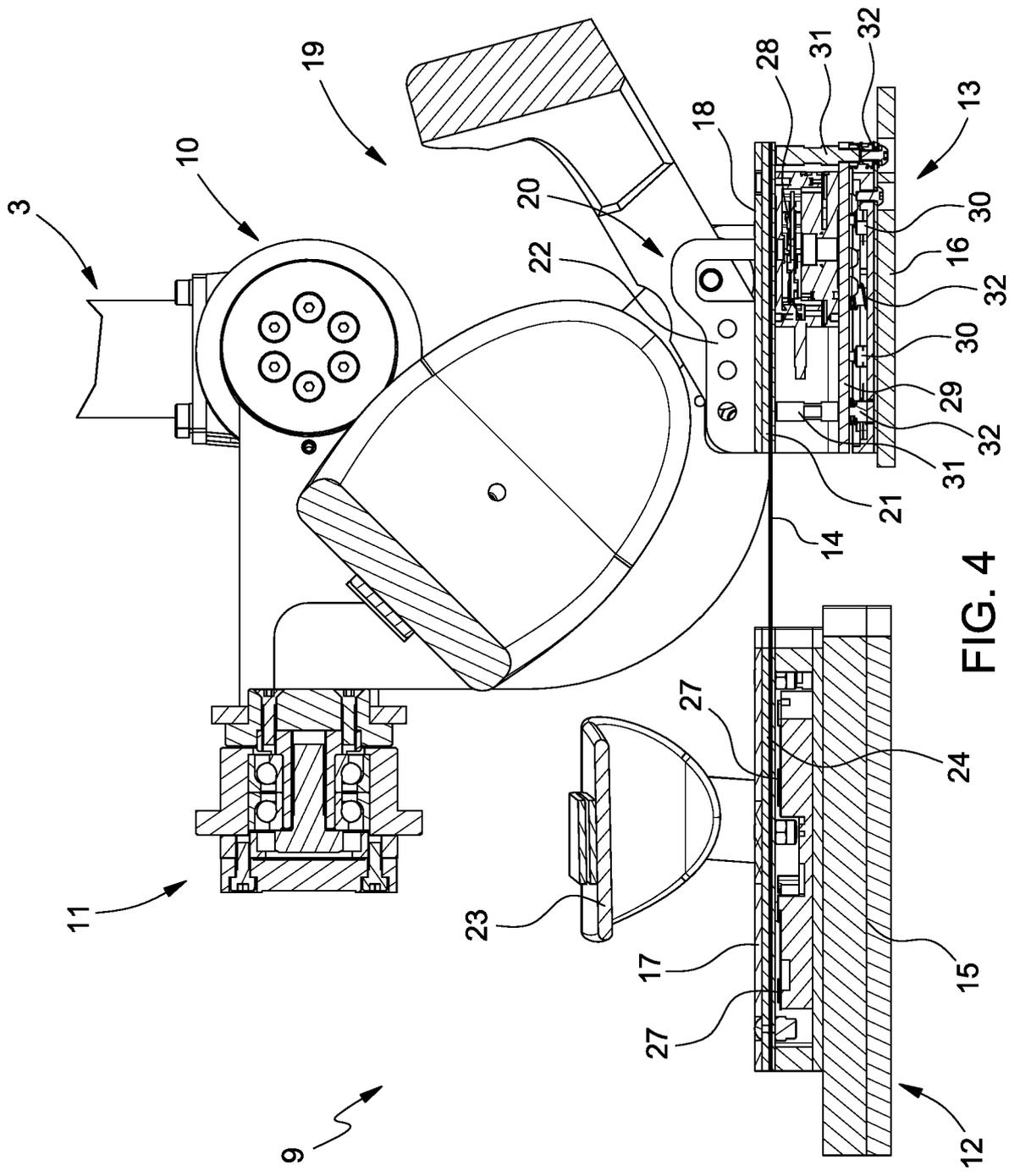


FIG. 4

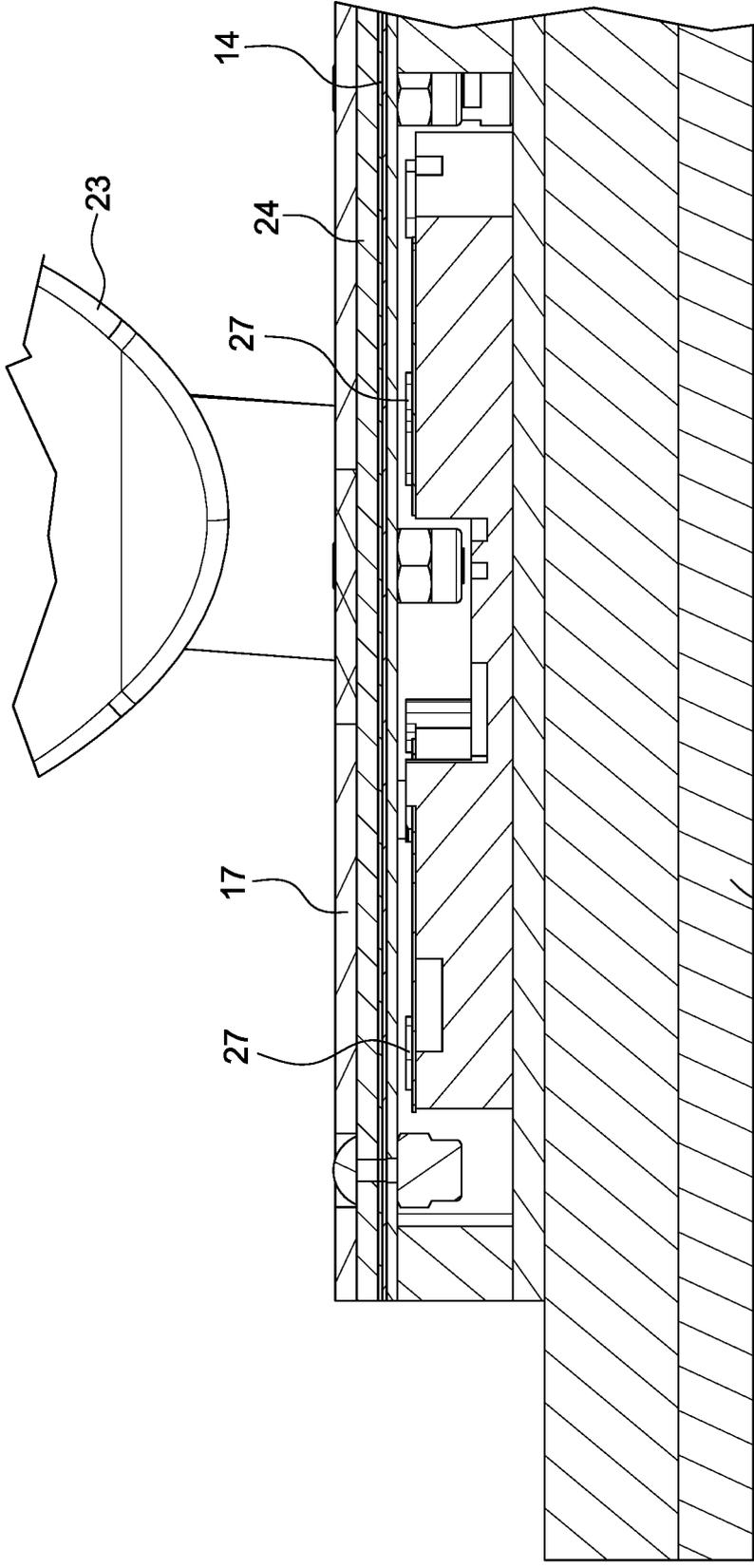


FIG. 5

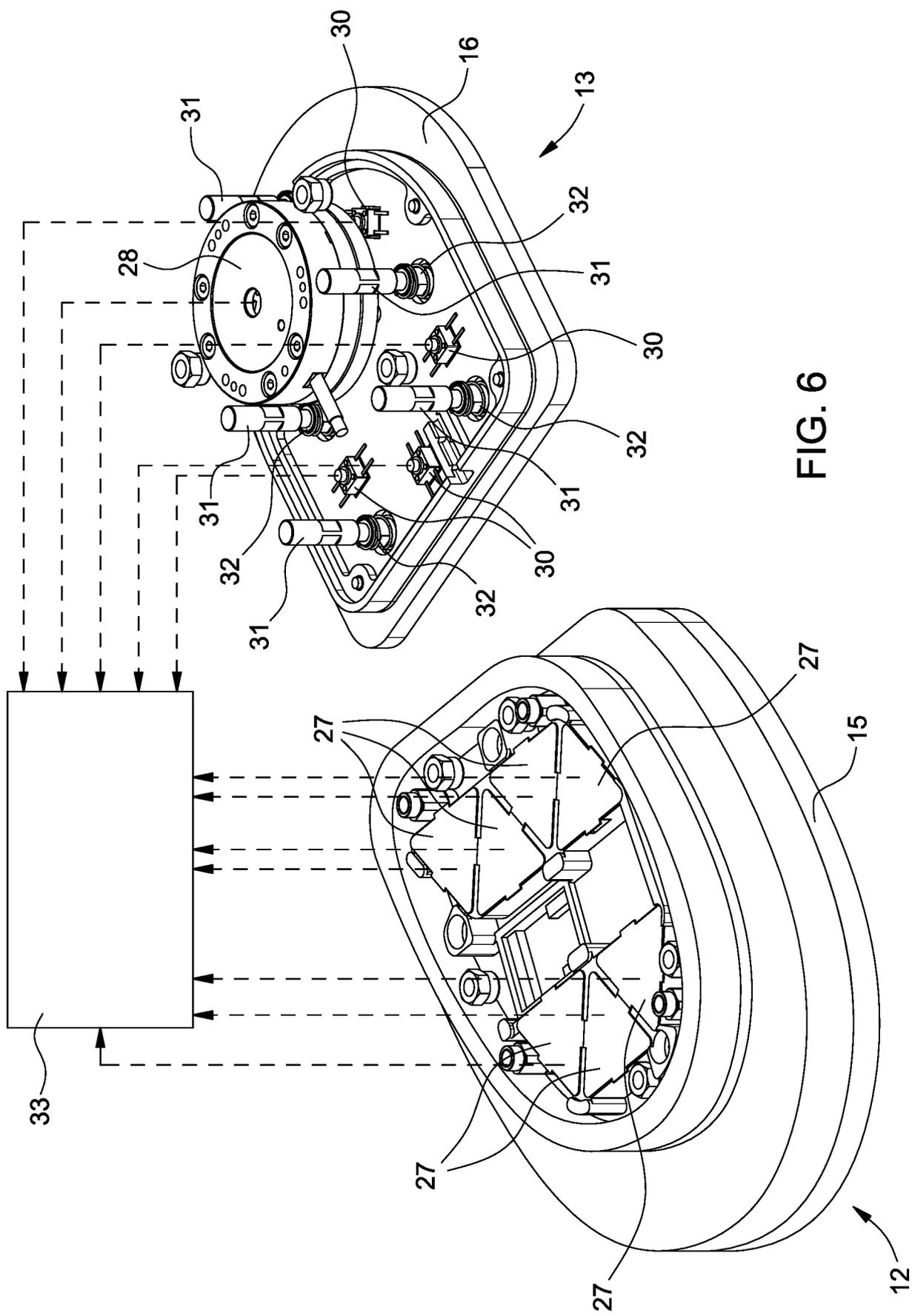


FIG. 6