

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000028913
Data Deposito	15/11/2021
Data Pubblicazione	15/05/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	13	74

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	17	22

Titolo

DISPOSITIVO DI RILEVAZIONE DELLA FORZA DI SERRAGGIO DI UNA PINZA FRENO E
SISTEMA DI CONTROLLO DI UN IMPIANTO FRENANTE

I0195671-FC

TITOLARE: BREMBO S.P.A.**TITOLO: DISPOSITIVO DI RILEVAZIONE DELLA FORZA DI
SERRAGGIO DI UNA PINZA FRENO E SISTEMA DI CONTROLLO DI UN
5 IMPIANTO FRENANTE****DESCRIZIONE**

[0001] Campo dell'invenzione

[0002] Costituisce oggetto della presente invenzione un
dispositivo di rilevazione della forza di serraggio di
10 una pinza freno di un impianto frenante di un veicolo.
L'invenzione riguarda inoltre un sistema di controllo di
un impianto frenante che impiega il dispositivo di
rilevazione della forza di serraggio.

[0003] Stato della tecnica

15 [0004] Nei moderni veicoli, ad esempio le autovetture, sono
sempre più diffusi impianti frenanti muniti di sistemi
frenanti elettronici in tecnologia BBW (dall'acronimo
inglese, "Brake By Wire").

[0005] All'interno di un sistema frenante elettronico in
20 tecnologia BBW, durante la fase di frenata, è
fondamentale conoscere la forza esercitata da una coppia
di pastiglie di una pinza freno su un rispettivo disco
freno, in modo che tale forza possa essere modulata dal
sistema frenante elettronico in tecnologia BBW con un
25 tipico controllo ad anello chiuso. Il valore di forza

esercitato dalla pinza viene confrontato con un valore di forza di riferimento richiesto per la frenata, dal guidatore del veicolo o da un sistema elettronico di assistenza alla guida, al fine di garantire per l'appunto
5 che la forza frenante raggiunga tale valore di forza di riferimento richiesto.

[0006] Tale confronto è eseguito non soltanto nei casi tipici di richiesta di frenata ma anche in quei casi specifici in cui il sistema frenante elettronico in
10 tecnologia BBW debba rispondere a richieste provenienti da ulteriori sistemi elettronici di cui può essere munito il veicolo quali, ad esempio, il sistema antibloccaggio delle ruote in frenata (ABS, Antilock Braking System) o il sistema elettronico di controllo stabilità (ECS
15 Electronic Stability Control) o in cui debba rispondere alle condizioni di bassa aderenza del veicolo stesso.

[0007] Allo stato dell'arte per avere un feedback sul livello della forza di serraggio applicata si hanno principalmente due scelte:

20 [0008] 1. Con un sensore di forza che copre l'intero campo operativo della pinza;

[0009] 2. Con uno stimatore che calcola indirettamente la forza applicata in base a misure aggiuntive disponibili sulla pinza del sistema BBW, come posizione, corrente,
25 temperatura.

[0010] L'opzione 1 presenta alcuni limiti relativi a fattibilità, costi, risoluzione/accuratezza e riutilizzabilità.

[0011] Per quanto riguarda la fattibilità, in alcuni casi
5 non è possibile avere un sensore in grado di leggere l'intero range operativo della pinza freno nel piccolo spazio disponibile nella pinza stessa.

[0012] Per quanto riguarda i costi, sviluppare e validare un sensore con elevato range di lettura può essere molto
10 costoso.

[0013] Per quanto riguarda la risoluzione/accuratezza, in un sensore, il range di lettura del sensore, l'accuratezza e la risoluzione sono caratteristiche legate tra loro e non possono essere determinate in modo
15 indipendente: un aumento del range di lettura del sensore può comportare una perdita di accuratezza e risoluzione.

[0014] Per quanto riguarda la riutilizzabilità, a meno che non si utilizzi un sensore con un range molto ampio anche in attuatori dove è richiesto un range di lettura
20 inferiore, è necessario scegliere il sensore con il range appropriato per ogni applicazione e non è possibile utilizzare lo stesso sensore su più applicazioni con range differenti, ad esempio per diversi segmenti di veicoli.

25 [0015] L'opzione 2 ha il limite che una stima è soggetta a

molte incertezze e variabilità lungo la vita dei componenti, ad esempio a causa di variazioni di efficienza, usura delle pastiglie, variazione dei parametri di produzione dell'attuatore e della pinza, effetti termici, variazioni di forze di attrito, ecc. Questi aspetti possono comportare stime con scarsi livelli di accuratezza, soprattutto nella prima parte dell'evento di frenata a bassa forza e quando il punto di contatto pastiglie-disco deve essere invece determinato e rilevato con elevata accuratezza.

[0016] Soluzione

[0017] Scopo della presente invenzione è quello di proporre un dispositivo di rilevazione della forza di serraggio di una pinza freno di un impianto frenante di un veicolo ed un sistema di controllo dell'impianto frenante in grado di ovviare, almeno in parte, ai limiti e inconvenienti delle soluzioni della tecnica nota.

[0018] Tale scopo è raggiunto con un dispositivo di rilevazione secondo la rivendicazione 1 e con un sistema di controllo secondo la rivendicazione 11.

[0019] Alcune forme di realizzazione vantaggiose sono oggetto delle rivendicazioni dipendenti.

[0020] Figure

[0021] Ulteriori caratteristiche e vantaggi del dispositivo di rilevazione e del sistema di controllo secondo

l'invenzione risulteranno dalla descrizione di seguito riportata di esempi preferiti di realizzazione, dati a titolo indicativo e non limitativo, con riferimento alle annesse figure, in cui:

5 [0022] - la figura 1 è uno schema a blocchi di un dispositivo di rilevazione della forza di serraggio secondo l'invenzione, in una forma di realizzazione;

[0023] - la figura 2 è una vista prospettica esplosa di un'implementazione pratica del dispositivo di rilevazione
10 della figura 1;

[0024] - le figure 3 e 3a sono una sezione assiale e una sezione assiale prospettica del dispositivo di rilevazione della figura 2;

[0025] - la figura 4 è un dettaglio ingrandito del
15 particolare nel riquadro nella figura 3;

[0026] - la figura 5 è uno schema a blocchi di un dispositivo di rilevazione della forza di serraggio secondo l'invenzione, in un'altra forma di realizzazione;

[0027] - la figura 6 è una vista prospettica esplosa di
20 un'implementazione pratica del dispositivo di rilevazione della figura 5;

[0028] - le figure 7 e 7a sono una sezione assiale e una sezione assiale prospettica del dispositivo di rilevazione della figura 6;

25 [0029] - la figura 8 è un dettaglio ingrandito del

particolare nel riquadro nella figura 7;

[0030] – la figura 9 illustra mediante uno schema a blocchi un sistema elettronico di controllo di un impianto frenante di un veicolo; e

5 [0031] – la figura 10 rappresenta una curva di rigidezza teorica calcolata dal sistema elettronico di controllo e che mette in relazione la forza di serraggio applicata dall'attuatore pinza con la posizione P del pistone dell'attuatore elettro-meccanico o elettro-idraulico.

10 [0032] Negli allegati disegni, con 1; 100 è stato indicato nel suo complesso e in forma di schema a blocchi un dispositivo di rilevazione della forza di serraggio di una pinza freno di un impianto frenante di un veicolo in due possibili forme di realizzazione dell'invenzione.

15 [0033] Ad esempio, il dispositivo di rilevazione trova applicazione in un impianto frenante di tipo Brake-By-Wire con un'architettura distribuita, in cui ogni corner del veicolo è controllato in modo indipendente in anello chiuso in modo da minimizzare l'errore tra il valore di
20 forza di frenata target, ovvero di riferimento, e l'intensità della forza di frenata effettivamente applicata dalla pinza freno.

[0034] Si precisa che il valore associato al target di frenata e all'intensità della forza applicata dalla pinza
25 può dipendere delle strategie di controllo adottate, dal

5 sensore utilizzato o dalla topologia del corner, e può essere, ad esempio, ma non limitato a, forza, pressione o coppia. Queste misure sono correlate tra loro e possono essere facilmente convertite tra loro; pertanto, nella descrizione che segue tali grandezze correlate verranno genericamente indicate come "forza" o "forza di serraggio".

[0035] Inoltre, elementi comuni alle varie forme di realizzazione sono indicati con gli stessi numeri di riferimento.

[0036] Ai fini della presente descrizione per veicolo, non mostrato nelle figure, si intende qualsiasi veicolo o motoveicolo, anche di tipo commerciale, avente due, tre, quattro o più ruote.

15 [0037] Inoltre, per impianto frenante, anch'esso non mostrato nelle figure, s'intende un insieme di tutti i componenti (da quelli meccanici e/o elettrici o elettronici fino al fluido frenante) che concorrono alla generazione della frenata di servizio di un veicolo o
20 alla generazione della frenata di stazionamento di un veicolo.

[0038] Nel prosieguo della descrizione si adotteranno le seguenti definizioni:

- $F_{\text{brake_max}}$: la massima forza di serraggio che la pinza
25 freno può esercitare;

- $F_{\text{sensor_FR}}$: la massima forza di serraggio che il sensore di forza può misurare;
- $F_{\text{sensor_max}}$: la massima forza di serraggio che il sensore può sopportare senza subire un danno permanente.

5 [0039] In una forma generale di realizzazione, il dispositivo di rilevazione comprende un sensore di forza 10, un elemento trasmettitore di forza 12 e un elemento di fine corsa meccanico 14.

[0040] Il sensore di forza 10 comprende un elemento
10 sensibile 10' adatto a misurare una forza agente su di esso.

[0041] L'elemento trasmettitore di forza 12 è adatto a trasmettere all'elemento sensibile 10' una forza di serraggio esercitata dalla pinza freno.

15 [0042] Quando è sottoposto ad una forza di serraggio esercitata dalla pinza freno, l'elemento trasmettitore di forza 12 è movibile per trasmettere la forza di serraggio all'elemento sensibile 10'.

[0043] Ad esempio, l'elemento trasmettitore di forza 12 è
20 suscettibile di traslare lungo un asse di traslazione X, ad esempio parallelo all'asse di applicazione della forza di serraggio esercitata dalla pinza.

[0044] L'elemento di fine corsa meccanico 14 è esterno all'elemento sensibile 10'.

25 [0045] Il sensore di forza 10 è configurato per misurare

una forza di serraggio fino ad un valore di soglia di forza sensore ($F_{\text{sensore_FR}}$) inferiore alla forza di serraggio massima ($F_{\text{brake_max}}$) esercitabile dalla pinza. Quando la forza di serraggio supera il valore di soglia di forza sensore, l'elemento di fine corsa meccanico 14 è configurato per essere impegnato dall'elemento trasmettitore di forza 12 in modo da sopportare una forza di serraggio eccedente (F_{ex}), data dalla differenza tra la forza di serraggio esercitata dalla pinza freno (F_{clamping}) e il valore di soglia di forza sensore.

[0046] In altre parole, fintantoché la forza di serraggio è pari o inferiore al valore di soglia di forza sensore, il sensore di forza misura la forza di serraggio. Al superamento del valore di soglia, la forza eccedente F_{ex} trasmessa dall'elemento trasmettitore di forza 12 viene scaricata non più sull'elemento sensibile 10' del sensore di forza 10, ma sull'elemento di fine corsa meccanico 14.

[0047] Pertanto può essere utilizzato un sensore di forza che ha un range di lettura inferiore al range di forze applicabili dalla pinza freno e che ha una struttura meccanica dimensionata in funzione di tale range di lettura limitato. Infatti, la struttura del sensore, in particolare della sua parte sensibile, non è chiamata a sopportare forze maggiori rispetto al valore di soglia prestabilita, in quanto tali forze eccedenti il valore di

soglia sono scaricate su un elemento di fine corsa meccanico esterno all'elemento sensibile 10'.

[0048] Il sensore di forza può quindi essere progettato per resistere fino ad una certa forza massima sensore
5 ($F_{\text{sensor_max}}$) inferiore rispetto alla massima forza esercitabile dalla pinza ($F_{\text{brake_max}}$).

[0049] Come verrà descritto in seguito, l'intensità delle forze di serraggio comprese tra il valore di soglia di forza sensore ed il valore massimo di forza di serraggio
10 esercitabile dalla pinza freno può essere stimata da un modulo estimatore di forza della logica di controllo dell'impianto frenante, ad esempio utilizzando alcuni parametri forniti dalle rilevazioni effettuate nel range di lettura del sensore.

15 [0050] In una forma di realizzazione, l'entità dell'escursione dell'elemento trasmettitore di forza 12 è determinata dall'intensità della forza di serraggio e l'elemento meccanico di fine corsa funge da battuta di arresto per lo spostamento dell'elemento trasmettitore di
20 forza 12.

[0051] In una forma di realizzazione, il sensore di forza
10 è alloggiato in una rispettiva sede sensore ricavata o alloggiata nel corpo pinza della pinza freno. In questo caso, l'elemento di fine corsa meccanico è uno
25 spallamento ricavato nella o applicato alla sede sensore

o corpo pinza.

[0052] In una variante di realizzazione, l'elemento di fine corsa meccanico 14 è una porzione del sensore di forza 10 stesso. Naturalmente, come detto sopra, tale porzione del sensore di forza è esterna all'elemento sensibile 10' ed è dimensionata in modo tale da sopportare una forza di serraggio eccedente (F_{ex}) che può raggiungere al massimo un'intensità pari alla differenza tra la forza massima esercitabile dalla pinza freno (F_{brake_max}) e la forza massima misurabile dal sensore (F_{sensor_FR}).

[0053] In una forma di realizzazione illustrata nelle figure 1-4a, il sensore di forza 10 è influenzato elasticamente da mezzi elastici di precarico 20 che contrastano la forza di serraggio esercitata dalla pinza freno. I mezzi elastici di precarico 20 sono comprimibili in modo da consentire un'escursione dell'elemento trasmettitore di forza 12 fino ad un'escursione massima LS limitata dall'elemento di fine corsa meccanico 14.

[0054] Pertanto, quando la forza caricata sull'elemento trasmettitore di forza 12 raggiunge il valore di precarico dei mezzi elastici di precarico 20, l'elemento trasmettitore di forza 12 comincia a muoversi assialmente e il sensore continua a leggere. Il sensore smette di leggere nel momento in cui l'elemento trasmettitore di forza 12 ha raggiunto la posizione di fine corsa in

battuta contro l'elemento di fine corsa meccanico 14, corrispondente al valore di soglia del sensore.

[0055] Ad esempio, i mezzi elastici di precarico 20 comprendono una molla.

5 [0056] In questa forma di realizzazione si possono definire:

- F_{preload} : la forza di precarico esercitata dai mezzi elastici di precarico 20 quando il sensore di forza 10 è a riposo,

10 - K : la costante elastica dei mezzi elastici di precarico,

- LS : l'escursione massima disponibile per l'elemento trasmettitore di forza 12.

[0057] La forza di serraggio attiva viene trasmessa da un
15 attuatore pinza 50, ad esempio un pistone elettromeccanico, attraverso una serie di elementi rigidi, ad una superficie anteriore del sensore di forza 10, che forma l'elemento sensibile 10'. Gli elementi rigidi comprendono l'elemento trasmettitore di forza 12.

20 Ad esempio, l'elemento trasmettitore di forza 12 comprende o è costituito da un cuscinetto a sfere di spinta 12', che riceve la forza di serraggio da un attuatore lineare 24, ad esempio un attuatore a vite a ricircolo di sfere.

25 [0058] Ad esempio, l'attuatore lineare 24 a vite a

ricircolo di sfere è supportato da un cuscinetto radiale 25, il quale consente la rotazione dell'attuatore lineare 24 attorno al proprio asse con bassa coppia di attrito.

[0059] Ad esempio, l'elemento trasmettitore di forza 12
5 agisce sull'elemento sensibile 10' del sensore di forza 10 per il tramite di un elemento distanziale 26.

[0060] Il sensore di forza 10 è alloggiato in una sede sensore 28 ricavata ad un'estremità del corpo pinza 30.

[0061] Il corpo pinza 30 forma uno spallamento anulare 142
10 adatto ad impegnare il cuscinetto a sfere di spinta 24 e che realizza quindi l'elemento di fermo meccanico 14.

[0062] I mezzi elastici di precarico 20 possono essere precaricati da un disco di precarico 22, ad esempio posto a chiusura terminale della sede sensore 28.

15 [0063] L'elemento trasmettitore di forza 12 è libero di muoversi in direzione assiale, in particolare verso la parte posteriore della pinza freno, per una corsa limitata LS. La corsa LS è limitata dallo spallamento anulare 142.

20 [0064] Il principio di funzionamento del dispositivo di rilevazione 1 in questa forma di realizzazione è il seguente.

[0065] All'inizio dell'azione di frenatura l'attuatore pinza applica una forza di serraggio ($F_{clamping}$) alle
25 pastiglie freno, e quindi al disco freno, con $0 < F_{clamping}$

$< F_{\text{sensor_FR}}$.

[0066] La forza di serraggio viene trasmessa dall'attuatore pinza all'elemento trasmettitore di forza 12, ad esempio attraverso una serie di componenti rigidi.

5 [0067] L'elemento trasmettitore di forza 12 trasferisce la forza di serraggio all'elemento sensibile 10' del sensore di forza 10.

[0068] La forza di serraggio è contrastata dalla forza (F_{preload}) esercitata dai mezzi elastici di precarico 20.

10 [0069] Pertanto, fino a che $F_{\text{clamping}} < F_{\text{preload}}$ il sensore di forza 10 non si muove ed è soggetto ad una forza pari alla forza di serraggio (F_{clamping}).

[0070] All'aumentare della forza frenante, quando F_{clamping} supera F_{preload} , l'elemento trasmettitore di forza 12
15 inizia a spostarsi assialmente, fino ad entrare in contatto con l'elemento di fine corsa meccanico 14.

[0071] La forza massima misurata dal sensore di forza è quindi pari a $F_{\text{preload}} + K \cdot LS$.

[0072] Quando $F_{\text{clamping}} > F_{\text{preload}} + K \cdot LS$, quindi quando il
20 l'elemento trasmettitore di forza 12 ha raggiunto la posizione di fine corsa, la forza serraggio eccedente $F_{\text{ex}} = F_{\text{clamping}} - (F_{\text{preload}} + K \cdot LS)$ è assorbita dal corpo pinza, preservando l'integrità del sensore di forza 10.

[0073] Le figure 5-8a mostrano il dispositivo di
25 rilevazione 100 in una variante di realizzazione.

[0074] Il sensore di forza 10 è accolto in una sede sensore 282, ad esempio di forma cilindrica, ricavata ad un'estremità del corpo pinza 30.

[0075] In questo caso, la forza di reazione esercitata dal
5 sensore di forza 10 quando sottoposto ad una forza di serraggio viene trasferita al corpo pinza 30.

[0076] La forza di serraggio viene trasmessa dall'attuatore pinza all'elemento sensibile 10' attraverso un elemento trasmettitore di forza 12 e con l'interposizione, tra
10 l'elemento sensibile e l'elemento trasmettitore di forza, di uno o più elementi elastici 40, ad esempio una o più molle a tazza. L'elemento elastico 40 può essere posto a diretto contatto con l'elemento sensibile 10', oppure a contatto con uno o più componenti aggiuntivi, interposti
15 tra l'elemento elastico e l'elemento sensibile.

[0077] Quindi un lato dell'elemento elastico 40 è a contatto (diretto o indiretto) con l'elemento sensibile 10' del sensore di forza 10; il lato opposto dell'elemento elastico 40 è a contatto con l'elemento
20 trasmettitore di forza 12. Anche in questa forma di realizzazione l'elemento trasmettitore di forza 12 può comprendere o essere costituito da un cuscinetto assiale 12', ovvero è a contatto con uno o più elementi aggiuntivi, interposti tra il disco e il cuscinetto
25 assiale.

[0078] L'elemento trasmettitore di forza 12 in forma di cuscinetto assiale 12' può essere sottoposto alla forza di serraggio trasmessa dall'attuatore pinza per il tramite di un attuatore lineare 24, ad esempio a vite a
5 ricircolo di sfere, o altro tipo di trasmissione rototraslante.

[0079] In una forma di realizzazione, l'attuatore lineare 24 ruota e/o trasla in un cuscinetto radiale 25 bloccato nel corpo pinza in modo da agire, ad esempio per il
10 tramite di un distanziale 32, su un componente elastico di precarico 34 adatto a mettere in tensione tutto l'assieme.

[0080] Nel corpo pinza 30 è ricavato o è applicato uno spallamento anulare 144 che forma l'elemento di fine
15 corsa meccanico 14 per l'elemento trasmettitore di forza 12.

[0081] Il principio di funzionamento di questa forma di realizzazione del dispositivo di rilevazione è il seguente.

20 [0082] Si consideri di applicare una forza di serraggio che cresce da 0 N a $F_{\text{brake_max}}$.

[0083] L'attuatore pinza applica quindi una forza di serraggio (F_{clamping}) alle pastiglie freno, e quindi al disco freno, con $0 < F_{\text{clamping}} < F_{\text{sensor_FR}}$.

25 [0084] La forza di serraggio viene trasmessa dall'attuatore

pinza all'elemento trasmettitore di forza 12, ad esempio attraverso una serie di componenti.

[0085] L'elemento trasmettitore di forza 12 trasferisce la forza di serraggio ad un elemento elastico 40, che
 5 trasferisce a sua volta la forza di serraggio all'elemento sensibile 10' del sensore di forza 10.

[0086] Grazie alla presenza dell'elemento elastico 40, l'elemento trasmettitore di forza 12 si muove in direzione assiale (dall'attuatore pinza verso il sensore
 10 di forza 10).

[0087] Quando la forza di serraggio supera la forza massima misurabile dal sensore di forza ($F_{\text{clamping}} > F_{\text{sensor_FR}}$), l'elemento trasmettitore di forza 12 va a contatto con lo spallamento anulare 144, che funge quindi da battuta di
 15 arresto per l'elemento trasmettitore di forza 12.

[0088] Definita F_{stop} la forza di serraggio che provoca l'arresto dell'elemento trasmettitore di forza 12 contro lo spallamento anulare 144, quando $F_{\text{clamping}} > F_{\text{stop}}$, il sensore di forza percepisce solo la forza F_{stop} costante,
 20 mentre la eccedente ($F_{\text{ex}} = F_{\text{clamping}} - F_{\text{stop}} > 0\text{N}$) viene scaricata sul corpo pinza fino al raggiungimento di $F_{\text{brake_max}}$.

[0089] In alcune forme di realizzazione, il dispositivo di rilevazione ha una forma assialsimmetrica e si estende
 25 attorno ad un asse di dispositivo X coassiale all'asse di

applicazione della forza di serraggio. Il sensore di forza 10 ha quindi una forma anulare, cilindrica o a disco. L'elemento sensibile 10' può essere costituito da una superficie circolare o anulare rivolta verso
5 l'elemento trasmettitore di forza 12.

[0090] Il dispositivo di rilevazione della forza di serraggio 1; 100 può far parte di un sistema di controllo elettronico 500 di un impianto di frenatura. In particolare, come detto sopra, il sistema di controllo
10 500 trova applicazione in un impianto frenante di tipo Brake-By-Wire con un'architettura distribuita, in cui ogni corner del veicolo è controllato in modo indipendente in anello chiuso in modo da minimizzare l'errore tra il valore di forza di frenata target, ovvero
15 di riferimento (FR), e l'intensità della forza di frenata effettivamente applicata dalla pinza freno.

[0091] In alcune forme di realizzazione, il sistema di controllo 500 comprende un modulo di controllo veicolo 501.

20 [0092] Il modulo di controllo veicolo 501, ad esempio un modulo hardware e/o una logica software all'interno di un modulo hardware principale, è configurato, tra i compiti a cui è destinato, per ricevere una richiesta di frenata RF (richiesta di decelerazione).

25 [0093] Tale richiesta di frenata RF può provenire da un

pedale freno (non mostrato nelle figure) azionabile dal conducente del veicolo ed essere ad esempio elaborata da una logica di tipo EBD (Electronic Brake-force Distribution, non mostrata nelle figure) implementabile dal modulo di controllo veicolo 501 oppure provenire da una logica automatica di assistenza alla guida del veicolo, ad esempio una logica di tipo AEB (Autonomous Emergency Brake, frenata di emergenza autonoma, anch'essa non mostrata nelle figure).

10 [0094] Il modulo di controllo veicolo 501 può essere configurato per determinare un valore di forza di riferimento FR sulla base della richiesta di frenata RF ed eventualmente di altre informazioni provenienti da sensori associati all'impianto frenante, o in generale, al veicolo.

[0095] In altre forme di realizzazione, il modulo di controllo veicolo 501 è esterno al sistema di controllo 500 e fornisce al sistema di controllo il valore della forza di riferimento FR.

20 [0096] Il sistema di controllo 500 può comprendere, oltre a uno o più dispositivi di rilevazione della forza di serraggio 1; 100, uno o più sensori attuatore 502 adatti ad acquisire informazioni relative allo stato dell'attuatore pinza, ad esempio un attuatore elettromeccanico o elettro-idraulico, che è azionabile

25

per comandare il serraggio e il rilascio della rispettiva pinza freno.

[0097] Ad esempio, in alcune forme di realizzazione, i sensori attuatore 502 comprendono sensori di posizione, sensori di tensione elettrica, sensori di corrente elettrica, sensori di temperatura e così via.

[0098] Come detto sopra, in alcune forme di realizzazione il sistema di frenatura comprende un modulo estimatore di forza 510 configurato per determinare un valore di forza stimata FS sulla base di un modello di rigidità pinza rappresentato da una curva di rigidità teorica Fx (Figura 10) che mette in relazione la forza di serraggio applicata dall'attuatore con la posizione P del pistone dell'attuatore elettro-meccanico o elettro-idraulico.

[0099] Come detto sopra, in un sistema di frenatura che impiega il dispositivo di rilevazione della forza di serraggio sopra descritto, il modulo estimatore di forza 510 può essere utilizzato per stimare la forza di serraggio nel range di forze compreso tra il valore di forza massimo misurabile dal sensore di forza e il valore di forza massimo esercitabile dalla pinza, ovvero per stimare le forze di serraggio al di fuori del range di misura del sensore di forza.

[00100] Il modello di rigidità pinza è fornito da un modulo di modellizzazione rigidità 520.

[00101] Il modulo di modellizzazione rigidezza 520 può costruire la curva di rigidezza teorica F_x sulla base delle informazioni acquisite dal sensore di forza quando questo opera nel suo range di lettura e dalle
5 informazioni sullo stato dell'attuatore pinza.

[00102] Il modulo estimatore di forza 510 può quindi essere configurato per stimare la curva di rigidezza teorica nel range di forza di serraggio oltre il range di lettura del sensore e fino al valore massimo di forza di
10 serraggio della pinza.

[00103] In altre parole, il modello di rigidezza è utilizzato per stimare la forza al di fuori del range di lettura del sensore in modo da fornire il feedback per il controllo in anello chiuso per tutto il range operativo
15 del corner.

[00104] Ad esempio, il modulo di modellizzazione rigidezza 520 è configurato per modellizzare la curva di rigidezza teorica con una curva parabolica, cubica o esponenziale, in base alle caratteristiche della pinza
20 nel range di lettura del sensore di forza.

[00105] Il sistema di controllo 500 può comprendere inoltre un modulo di controllo frenata 530.

[00106] Il modulo di controllo frenata 530, ad esempio un modulo hardware e/o una logica software all'interno di
25 un modulo hardware principale, è configurato per ricevere

il segnale rappresentativo del valore di forza stimata FS, proveniente dal modulo estimatore, e il segnale rappresentativo della forza reale FA rilevata dal sensore di forza 10. Il modulo di controllo frenata 530 è
5 configurato per confrontare uno di questi due segnali (ad esempio a seconda che il valore di forza di riferimento FR sia al di sotto o al di sopra del valore di soglia prestabilito), con il valore di forza di riferimento FR e per generare un segnale di controllo SC di un attuatore
10 elettro-meccanico o elettro-idraulico di una pinza freno dell'impianto frenante (rappresentato schematicamente al di fuori del sistema 1; 100 ed indicato con il riferimento AE) sulla base di tale confronto.

[00107] La soluzione di dispositivo di rilevazione
15 proposta permette di raggiungere lo scopo prefissato.

[00108] La soluzione proposta permette di progettare il sensore di forza per operare con un range di lettura inferiore a quello della forza esercitabile dalla pinza freno.

20 [00109] Poiché l'errore assoluto è solitamente proporzionale all'ampiezza del range di lettura del sensore, e la precisione è solitamente espressa come percentuale dell'intero range del sensore, l'errore assoluto del sensore secondo l'invenzione rispetto al
25 campo di forze della pinza freno, si abbassa, soprattutto

a bassi valori di forza di serraggio (che sono quelli più frequenti durante l'uso).

[00110] L'utilizzo di una combinazione di un sensore con range di lettura limitato con un algoritmo di stima
5 della forza per estendere la misura a tutto il range operativo della pinza presenta numerosi vantaggi rispetto alle soluzioni secondo lo stato dell'arte, che prevedono di utilizzare un sensore di portata superiore o di utilizzare solamente una stima della forza.

10 [00111] Rispetto alla scelta di impiegare solamente un algoritmo di stima della forza, avere anche un sensore di forza consente un rilevamento preciso del punto di contatto pastiglia-disco e garantisce una corretta identificazione della dispersione dei parametri e della
15 rigidezza per effetto termico, usura e invecchiamento dei componenti.

[00112] Inoltre, la stima dell'usura delle pastiglie su una pinza elettromeccanica è più precisa e il controllo del corner a bassi livelli di forza ha una maggiore
20 accuratezza dando una migliore sensazione al guidatore.

[00113] Poiché l'errore assoluto è solitamente proporzionale all'intera gamma del sensore, e la precisione è solitamente espressa come percentuale dell'intera gamma del sensore, l'errore assoluto del
25 sensore rispetto al campo di forza della pinza freno, con

la presente invenzione, si abbassa, soprattutto a bassi valori di forza di serraggio.

[00114] Un sensore con range di lettura limitato, progettato per sopportare forze contenute, può avere un
5 packaging ridotto che si adatta meglio ad un attuatore di un sistema BbW, con ottimizzazioni anche in termini di costi di produzione.

[00115] La soluzione proposta permette di adottare un sensore di forza facilmente scalabile per diverse
10 applicazioni con diversi range di forza: lo stesso sensore fisico misurerà e sarà sottoposto sempre allo stesso valore di soglia di forza di serraggio, mentre solo l'algoritmo di stima della forza al di sopra del valore di soglia potrà necessitare di una
15 personalizzazione per estendere e adattare la scala a tutto il range operativo.

[00116] Alle forme di realizzazione del dispositivo di rilevazione della forza di serraggio e del sistema di controllo di un impianto frenante secondo l'invenzione un
20 tecnico del ramo, per soddisfare esigenze contingenti, potrà apportare modifiche, adattamenti e sostituzioni di elementi con altri funzionalmente equivalenti, senza uscire dall'ambito delle seguenti rivendicazioni. Ognuna delle caratteristiche descritte come appartenente ad una
25 possibile forma di realizzazione può essere realizzata

indipendentemente dalle altre forme di realizzazione descritte.

TITOLARE: BREMBO S.P.A.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo di rilevazione della forza di serraggio
5 di una pinza freno di un impianto frenante di un veicolo,
comprendente:
- un sensore di forza avente un elemento sensibile adatto
a misurare una forza agente su di esso;
 - un elemento trasmettitore di forza adatto a trasmettere
10 all'elemento sensibile una forza di serraggio esercitata
dalla pinza freno, l'elemento trasmettitore essendo
movibile quando sottoposto ad una forza di serraggio
esercitata dalla pinza freno per trasmettere la forza di
serraggio all'elemento sensibile;
 - 15 - un elemento di fine corsa meccanico esterno
all'elemento sensibile,
- in cui il sensore di forza è configurato per misurare una
forza di serraggio fino ad un valore di soglia di forza
sensore inferiore alla forza di serraggio massima
20 esercitabile dalla pinza, e in cui l'elemento di fine
corsa meccanico è configurato essere impegnato
dall'elemento trasmettitore di forza quando la forza di
serraggio supera il valore di soglia di forza sensore in
modo da sopportare una forza di serraggio eccedente, data
25 dalla differenza tra la forza di serraggio esercitata

dalla pinza freno e il valore di soglia di forza sensore.

2. Dispositivo di rilevazione secondo la rivendicazione 1, in cui l'entità dell'escursione dell'elemento di fine corsa meccanico è determinata dall'intensità della forza di serraggio e l'elemento meccanico di fine corsa funge da battuta di arresto per lo spostamento dell'elemento trasmettitore di forza quando la forza di serraggio esercitata dalla pinza freno supera il valore di soglia di forza sensore.

10 3. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui il sensore di forza è alloggiato in una rispettiva sede sensore ricavata o alloggiata nel corpo pinza della pinza freno, e in cui l'elemento di fine corsa meccanico è uno spallamento di battuta ricavato o applicato nella sede
15 sensore o nel corpo pinza.

4. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui l'elemento di fine corsa meccanico è una porzione del sensore di forza.

5. Dispositivo secondo una qualsiasi delle
20 rivendicazioni precedenti, in cui l'elemento trasmettitore di forza è traslabile assialmente lungo un asse parallelo all'asse di applicazione della forza di serraggio esercitata dalla pinza freno.

6. Dispositivo secondo una qualsiasi delle
25 rivendicazioni precedenti, in cui il sensore di forza è

influenzato elasticamente da mezzi elastici di precarico che contrastano la forza di serraggio esercitata dalla pinza freno, i mezzi elastici di precarico essendo comprimibili in modo da consentire un'escursione
5 dell'elemento trasmettitore di forza fino ad un'escursione massima limitata dall'elemento di fine corsa meccanico.

7. Dispositivo secondo la rivendicazione 6, in cui, essendo:

- 10 - F_{preload} la forza di precarico esercitata dai mezzi elastici di precarico quando il sensore di forza è a riposo,
- K la costante elastica dei mezzi elastici di precarico,
- LS l'escursione massima disponibile per l'elemento
15 trasmettitore di forza,
la forza massima misurabile dal sensore di forza è pari a $F_{\text{preload}} + K \cdot LS$.

8. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-5, in cui:

- 20 - il sensore di forza è alloggiato in una rispettiva sede sensore ricavata o alloggiata nel corpo pinza in modo tale che il sensore di forza esercita sul corpo pinza una forza di reazione quando sottoposto ad una forza di serraggio esercitata dalla pinza freno,
25 - l'elemento trasmettitore di forza agisce sull'elemento

sensibile del sensore di forza con l'interposizione di mezzi elastici trasmettitori di forza,

- i mezzi elastici trasmettitori di forza sono comprimibili in modo da consentire un'escursione
5 dell'elemento trasmettitore di forza fino ad un'escursione massima limitata dall'elemento di fine corsa meccanico.

9. Dispositivo secondo la rivendicazione 8, in cui, essendo F_{stop} la forza di serraggio esercitata dalla pinza
10 freno che provoca l'impegno dell'elemento trasmettitore di forza con l'elemento di fine corsa meccanico, se la forza di serraggio è maggiore di F_{stop} , il sensore di forza è sottoposto ad una forza costante pari a F_{stop} e la forza eccedente è scaricata sull'elemento di fine corsa
15 meccanico.

10. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'elemento trasmettitore di forza comprende o è costituito da un cuscinetto assiale, ovvero è a contatto con uno o più
20 elementi intermedi interposti tra il disco freno e il cuscinetto assiale, il dispositivo di rilevazione comprendendo un attuatore lineare configurato per trasmettere al cuscinetto assiale la forza di serraggio esercitata dalla pinza freno.

25 11. Sistema di controllo di un impianto frenante di un

veicolo, comprendente almeno un dispositivo di rilevazione della forza di serraggio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, almeno un sensore attuatore adatto ad acquisire informazioni relative allo stato dell'attuatore pinza, ed un modulo estimatore di forza configurato per determinare un valore di forza di serraggio nel range di forze compreso tra il valore di forza massimo misurabile dal sensore di forza e il valore di forza massimo esercitabile dalla pinza.

10 12. Sistema secondo la rivendicazione 11, in cui il modulo estimatore di forza determina i valori di forza di serraggio sulla base delle informazioni acquisite dal sensore di forza quando questo opera nel suo range di lettura e dalle informazioni sullo stato dell'attuatore

15 pinza.

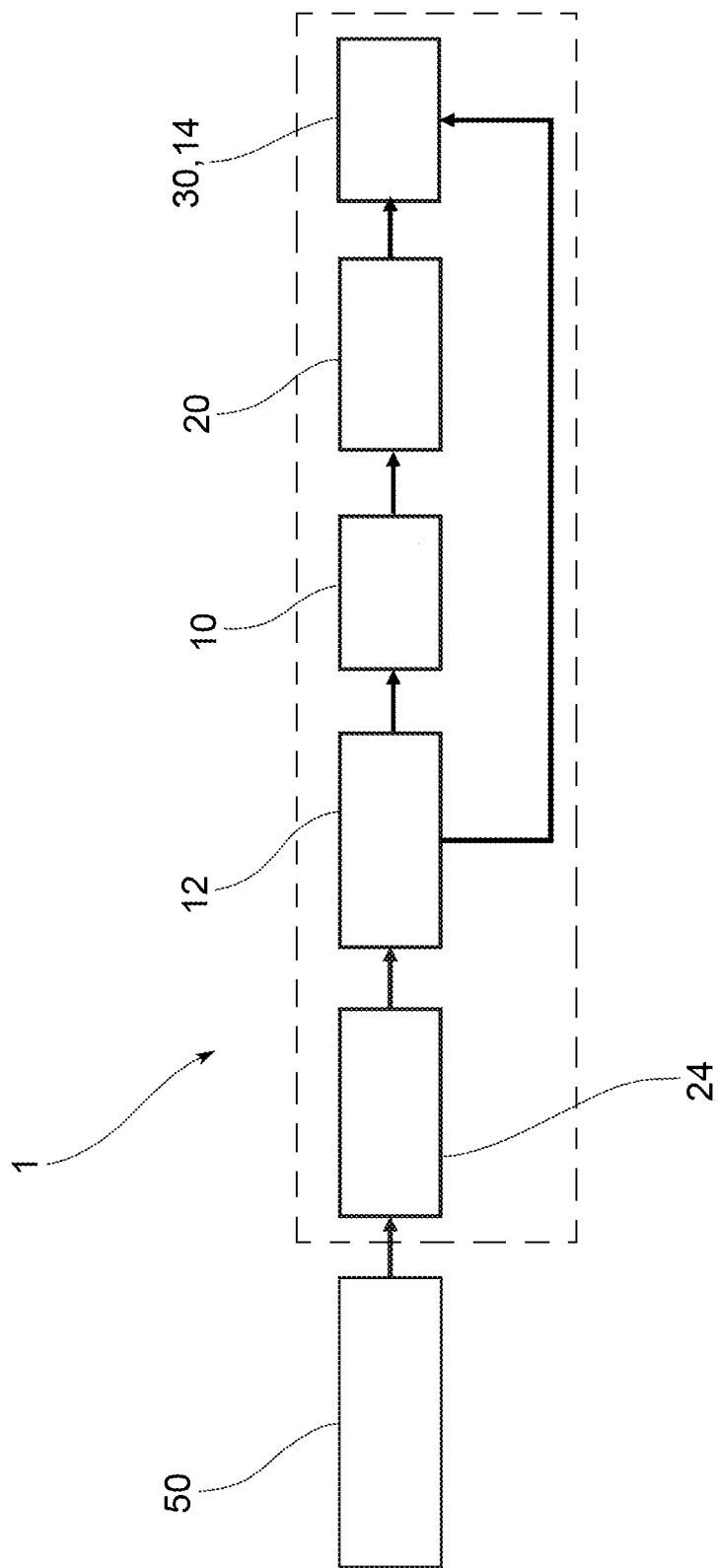


FIG.1

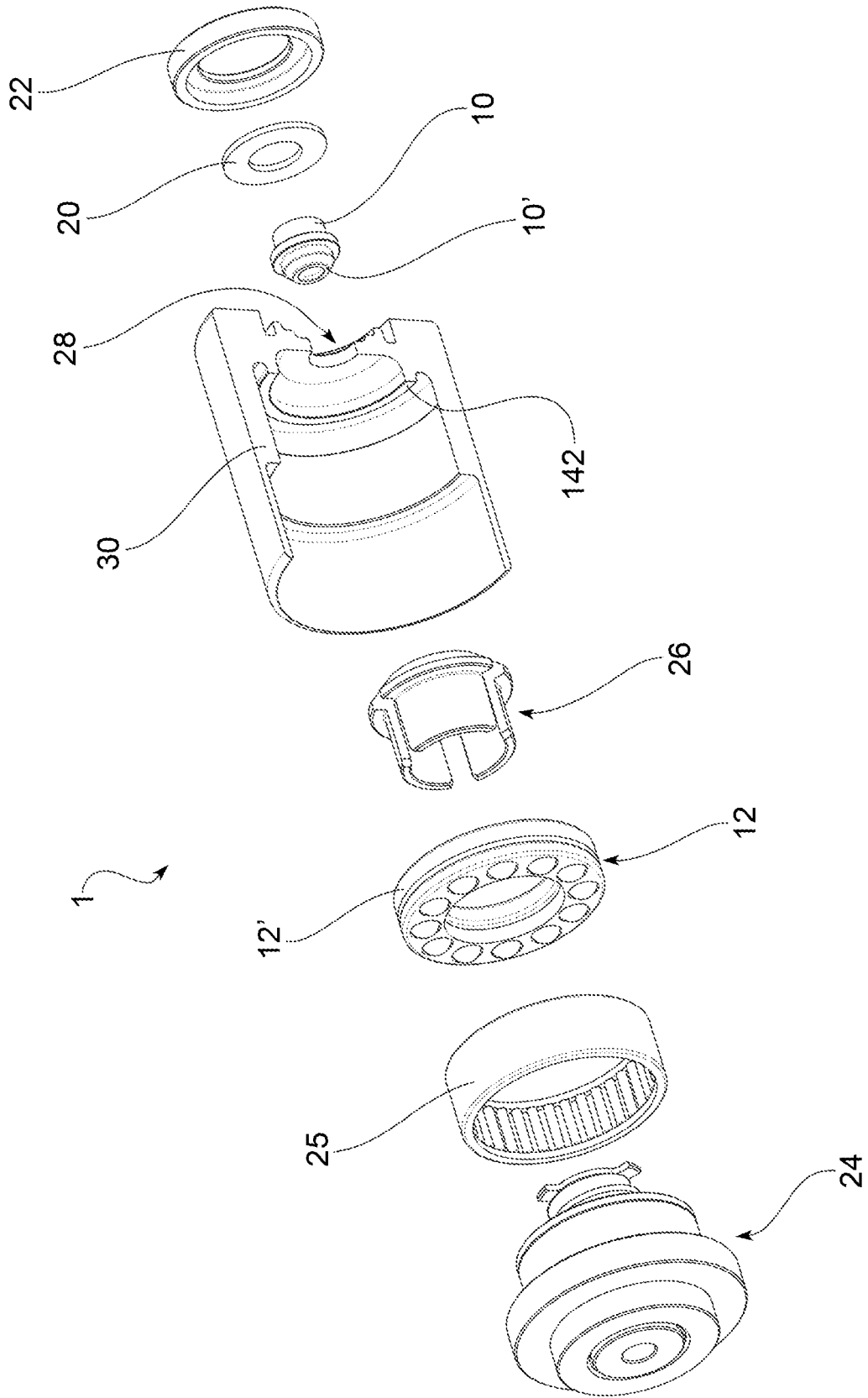


FIG. 2

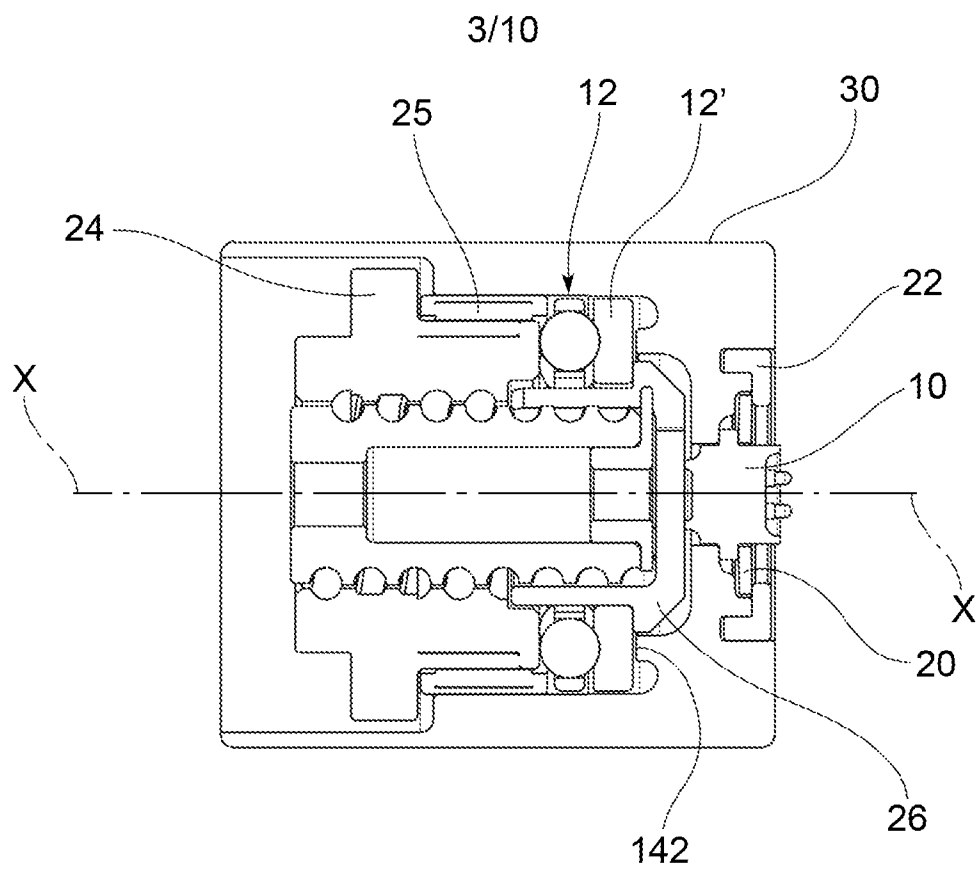


FIG.3

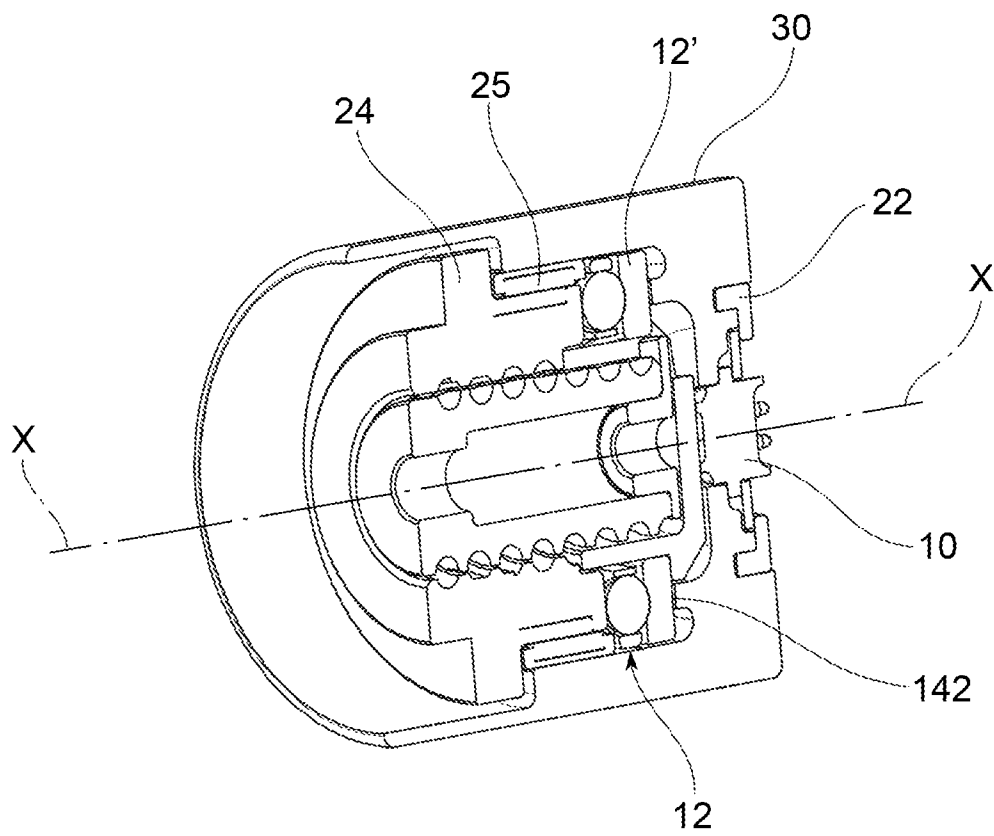


FIG.3a

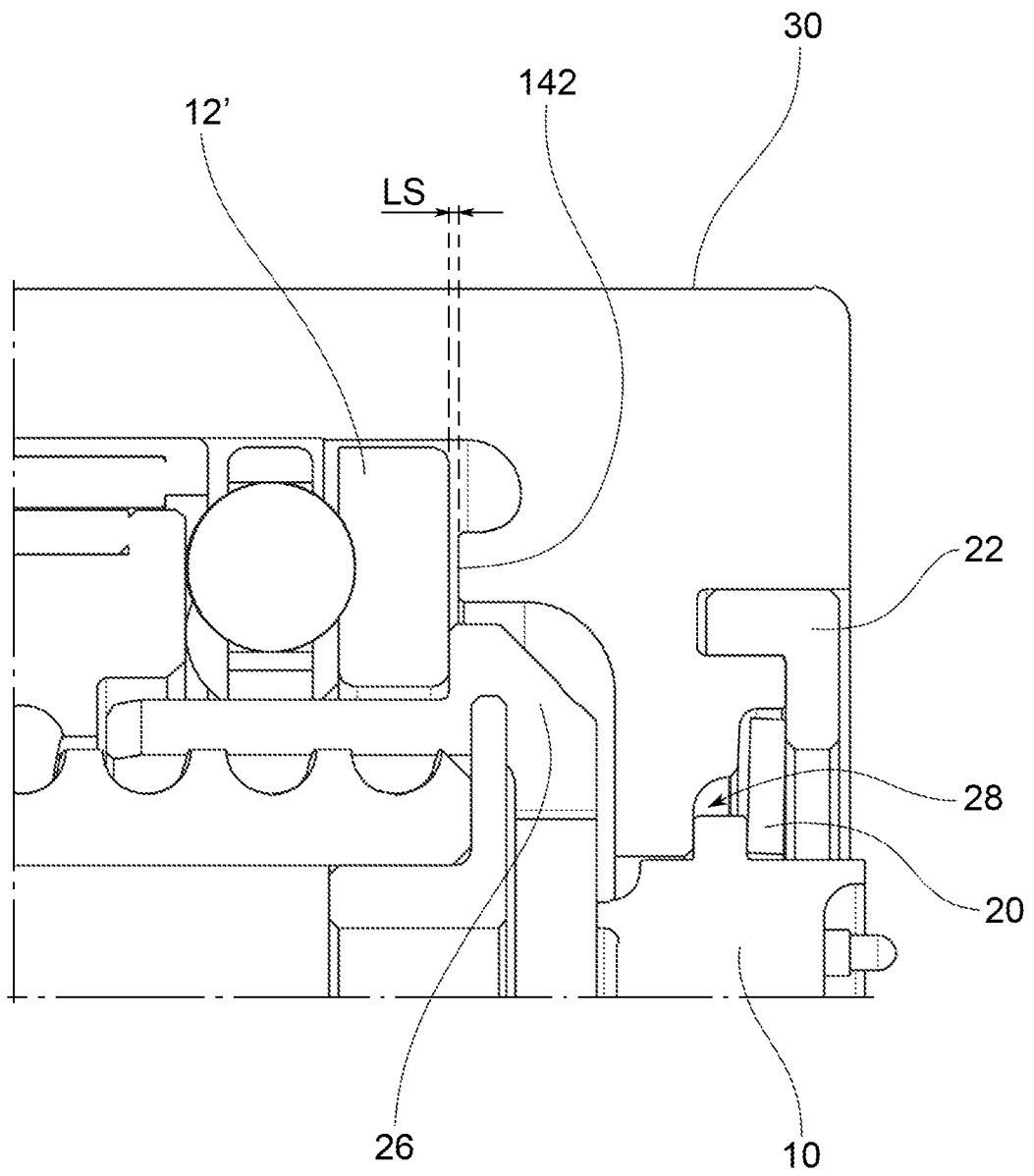


FIG. 4

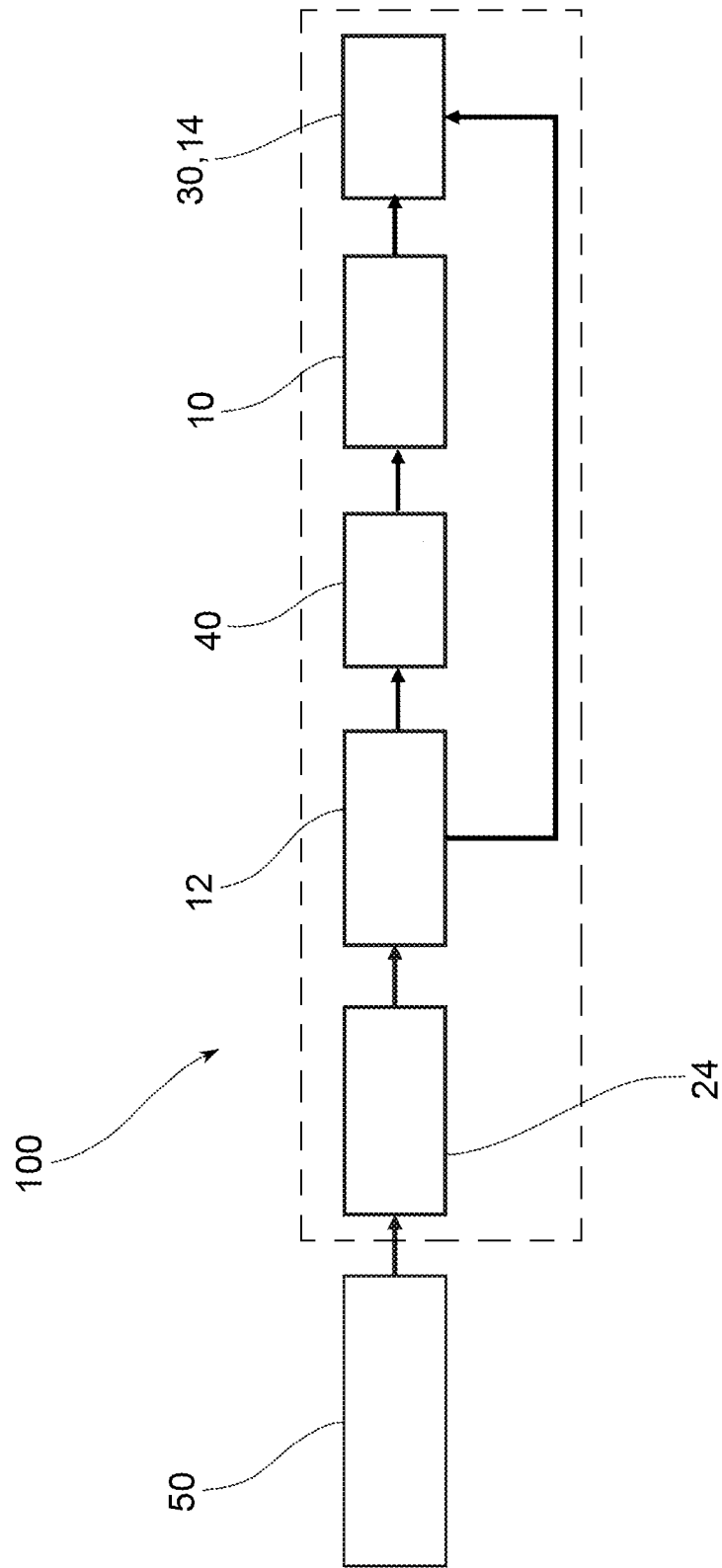


FIG.5

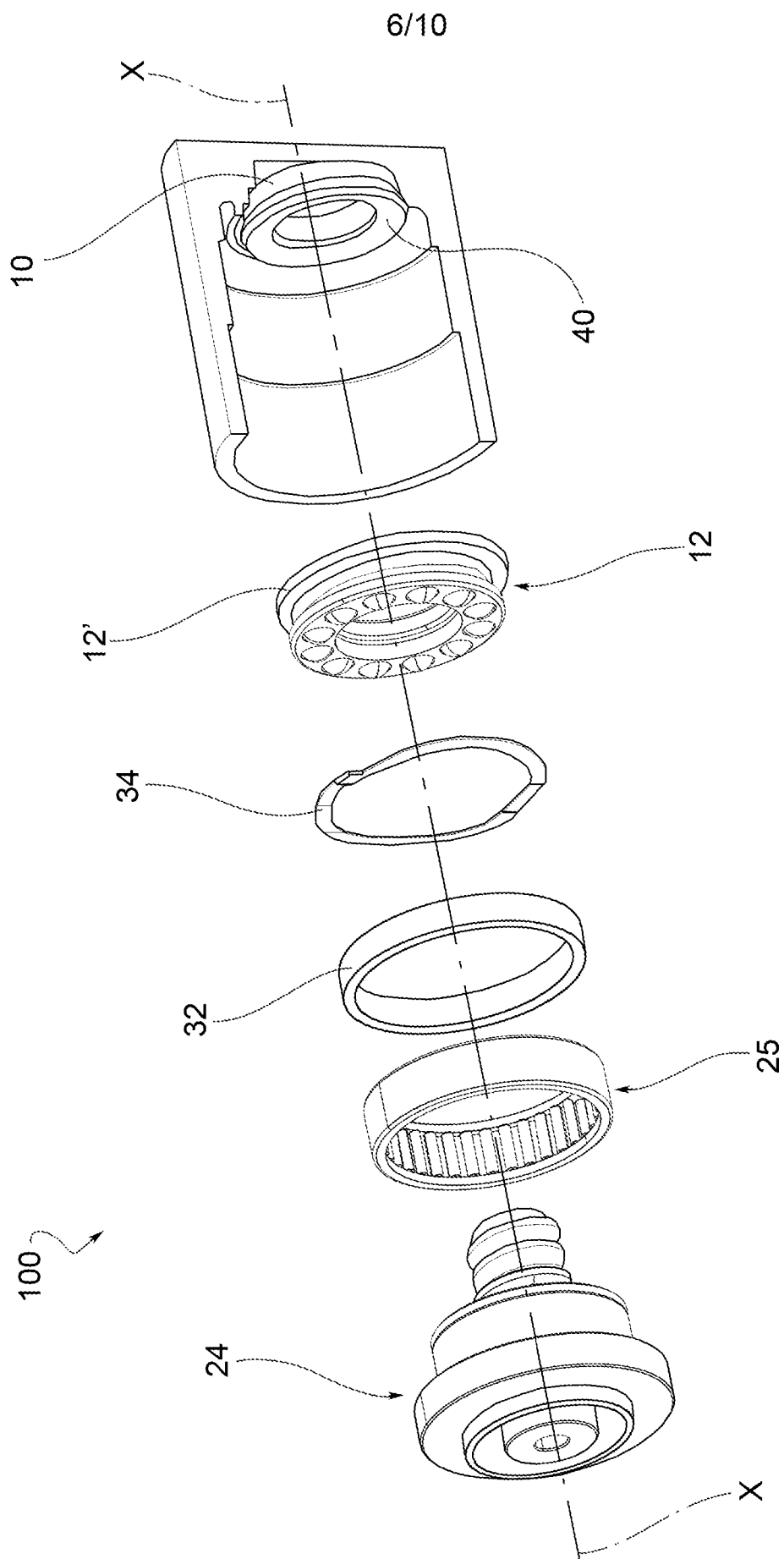
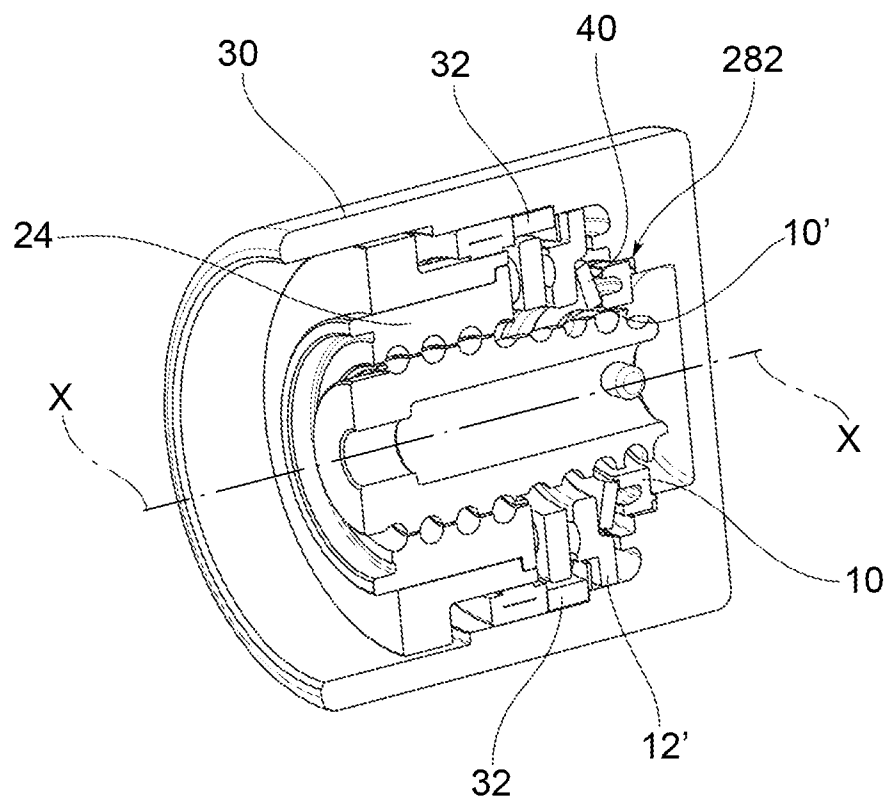
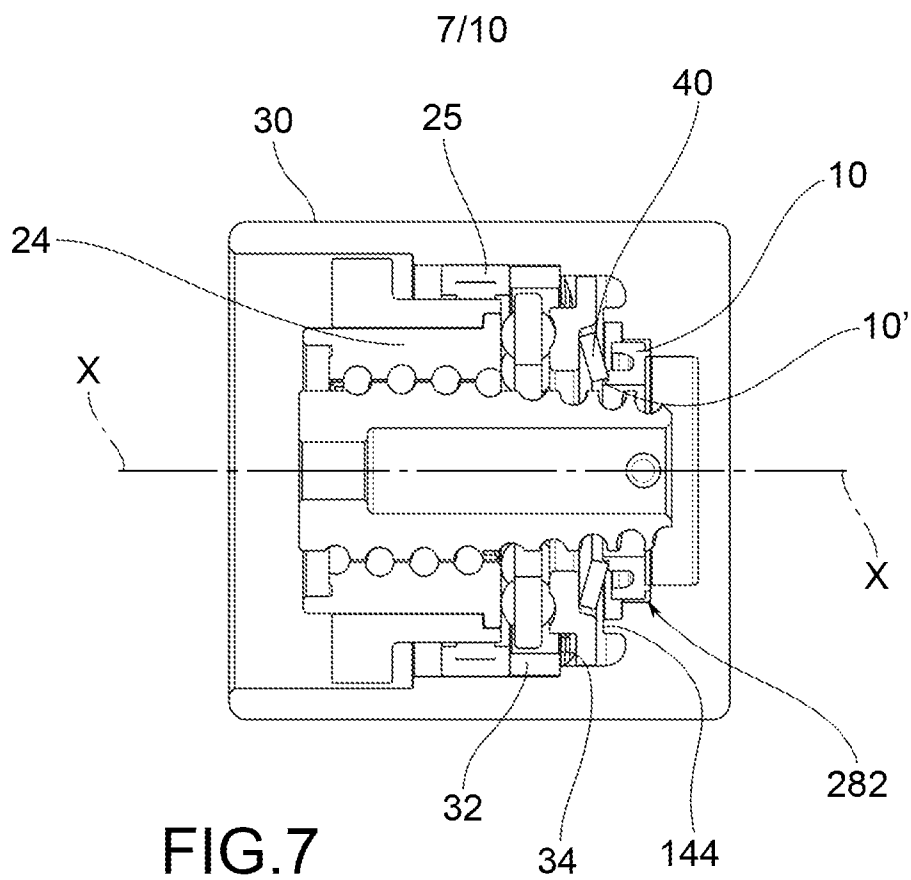


FIG.6



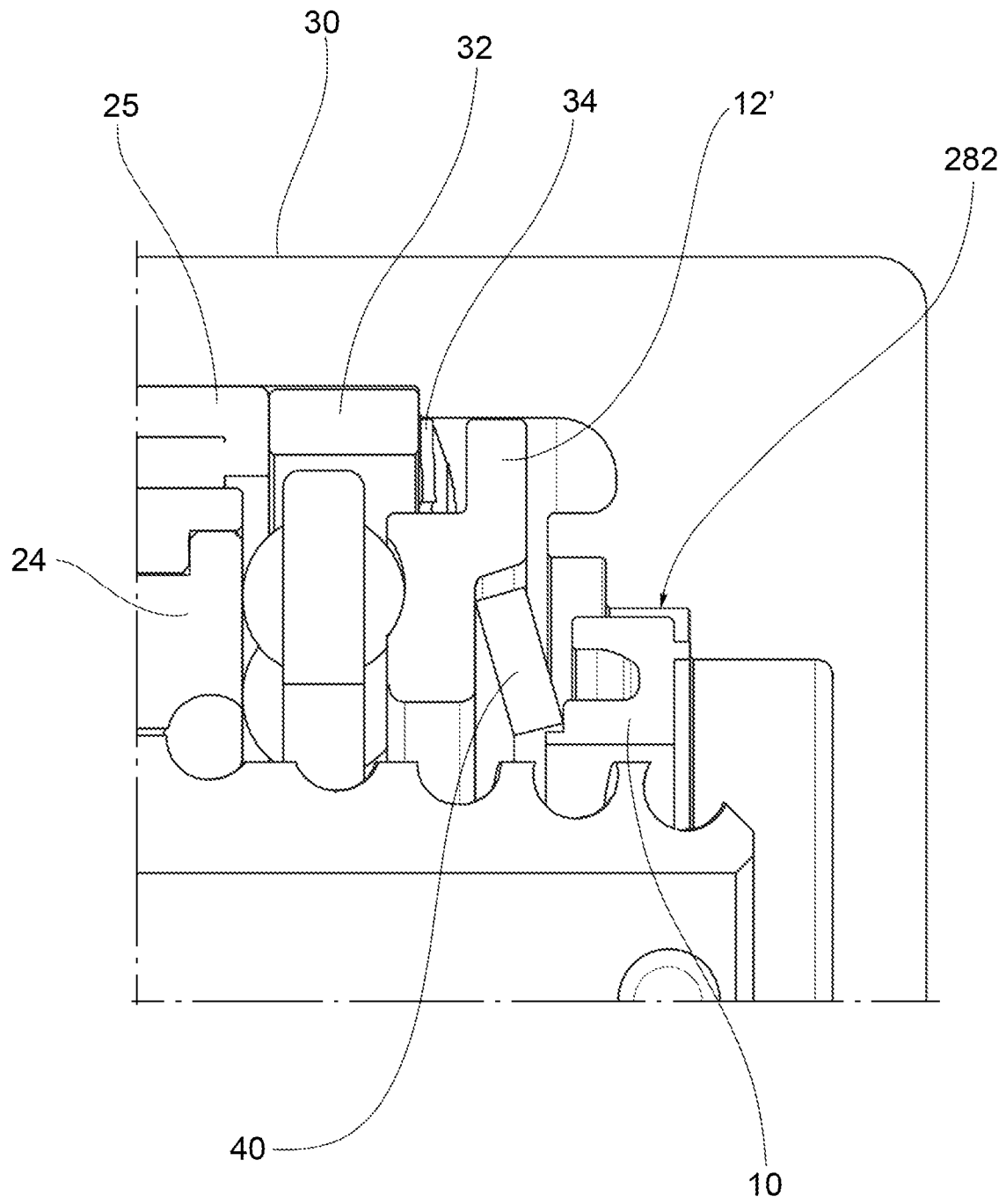


FIG.8

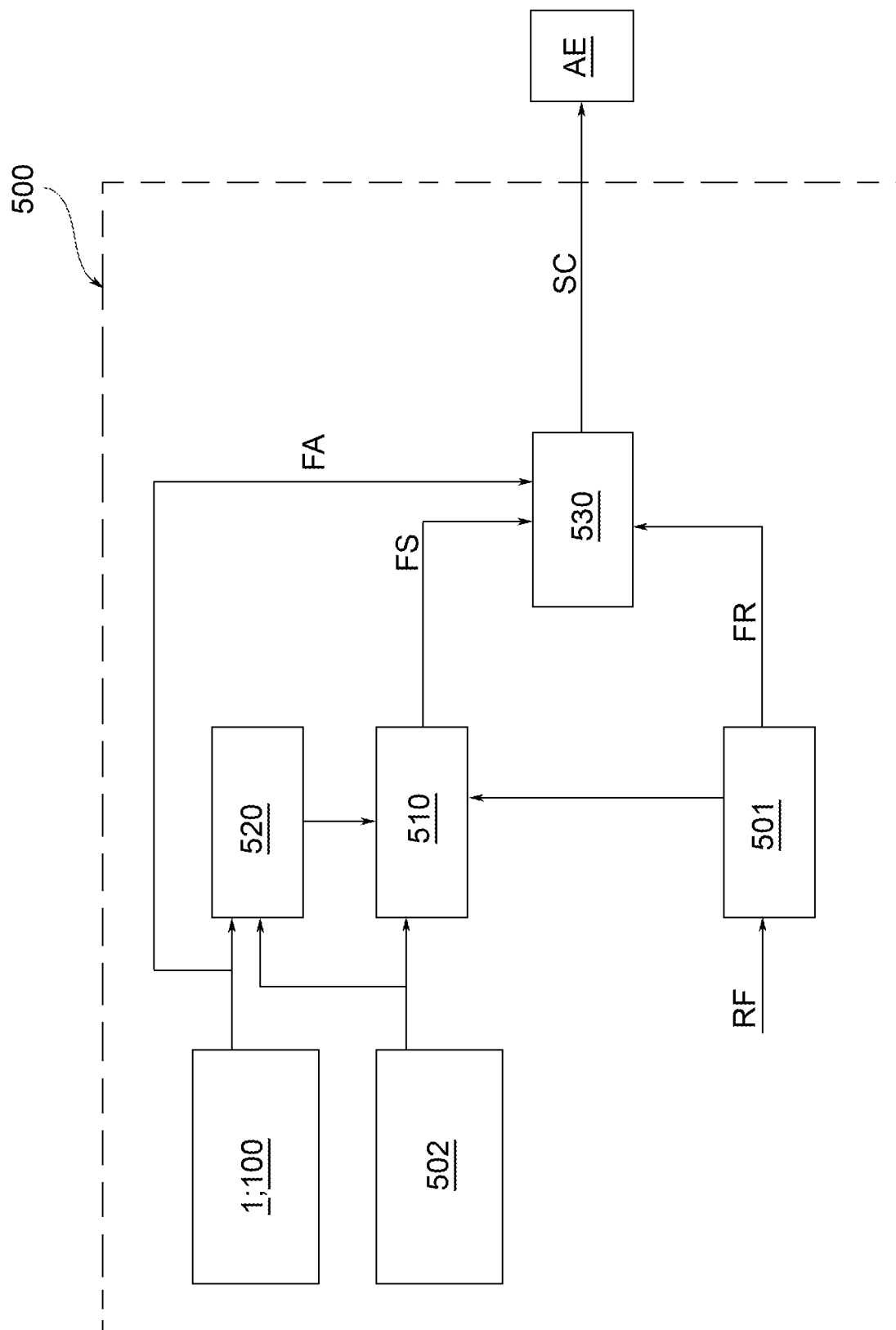


FIG.9

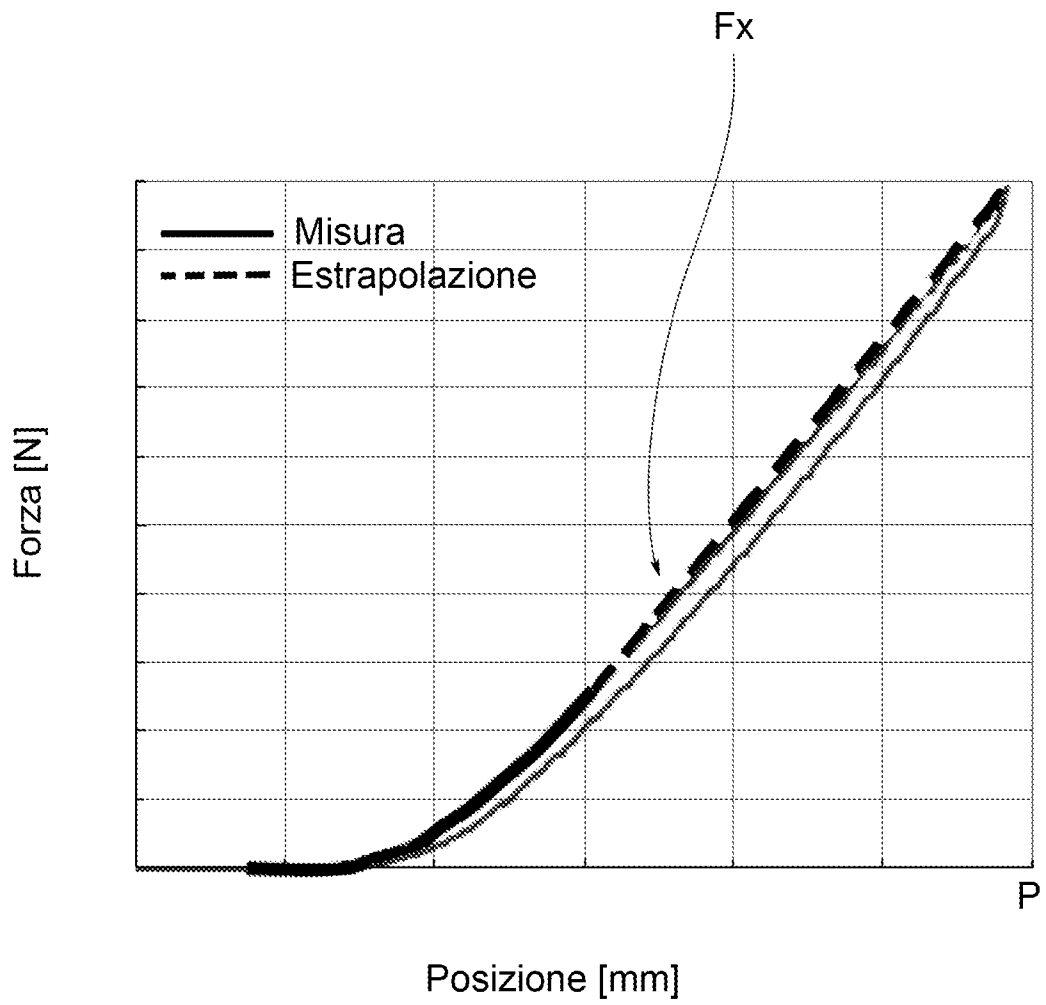


FIG.10