



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102018000004797
Data Deposito	24/04/2018
Data Pubblicazione	24/10/2019

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	C	19	18

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	C	19	52

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	C	25	06

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	C	33	58

Titolo

CUSCINETTO MOZZO RUOTA ATTIVO

Descrizione a corredo di una domanda di brevetto per invenzione industriale dal titolo: **CUSCINETTO MOZZO RUOTA ATTIVO**

A nome: **Aktiebolaget SKF**

di nazionalità: Svedese

5 con sede in: 415 50 Göteborg (SVEZIA)

Inventore designato: LAMBOGLIA Francesco

DESCRIZIONE

Settore tecnico dell'invenzione

La presente invenzione è relativa ad un'unità cuscinetto a
10 rotolamento appartenente ad un gruppo mozzo ruota. In particolare, l'invenzione si propone di conseguire una notevole riduzione dell'attrito di rotolamento senza per questo pregiudicare altre caratteristiche del cuscinetto, quali la resistenza meccanica e la durata. La presente invenzione è particolarmente idonea, anche se non esclusivamente, per i
15 gruppi mozzo ruota di autoveicoli, gruppi provvisti di un cuscinetto a rotolamento. Ancor più particolarmente, l'invenzione è rivolta a quelle applicazioni in cui l'anello esterno del cuscinetto è stazionario mentre gli anelli interni del cuscinetto sono girevoli. L'invenzione è altresì idonea per qualsiasi tipologia di corpi di rotolamento (sfere, rulli, rulli conici, ecc.).

20 Tecnica nota

Com'è noto, la riduzione odierna dell'inquinamento e del consumo di carburante sono le principali sfide dell'industria automobilistica, motivate dalle normative vigenti e di prossima introduzione e dalla domanda degli acquirenti. In quest'ottica, i produttori di veicoli, sia

autoveicoli per il trasporto di passeggeri, sia veicoli commerciali, chiedono sempre più cuscinetti per gruppi mozzo ruota a basso attrito.

E' altresì noto che le perdite di potenza meccanica per attrito delle unità cuscinetto derivano dai contatti tra i corpi di rotolamento e le
5 rispettive piste di rotolamento degli anelli del cuscinetto (attrito volvente), contatti legati alla geometria di tali componenti, nonché ai contatti striscianti delle tenute interne del cuscinetto (attrito radente).

I produttori di unità cuscinetto hanno sinora proposto soluzioni che offrono solamente una limitata riduzione dell'attrito. Ciò si consegue
10 ottimizzando la tenuta e il progetto della geometria interna del cuscinetto. Il motivo per cui l'ottimizzazione offre una riduzione limitata dell'attrito è legata all'inevitabile compromesso a cui tali soluzioni devono soggiacere onde evitare di pregiudicare le altre prestazioni dei cuscinetti, quali la durata della vita utile e la rigidità.

Una soluzione a questo problema è proposta nel documento
15 brevettuale DE102015214028 A1. E' descritto un gruppo mozzo ruota il cui cuscinetto ha due interni girevoli disposti sul mozzo della ruota, un anello esterno stazionario solidale alla struttura fissa del veicolo e tra l'anello esterno e ciascun anello interno due corone di corpi di
20 rotolamento.

Secondo l'invenzione, un attuatore è integrato nella struttura fissa del veicolo ed è in grado di spostare assialmente i due elementi spostabili
assialmente che fanno parte dell'anello esterno del cuscinetto. In questo modo è possibile modificare la forza agente tra gli anelli del cuscinetto ed
25 i corpi di rotolamento. Uno spostamento assiale verso l'esterno degli

elementi spostabili assialmente aumenta la pressione sulle corone di corpi di rotolamento disposti radialmente tra l'anello esterno e il rispettivo anello interno. Tale irrigidimento del cuscinetto porta ad un aumento della capacità di carico ma allo stesso tempo ad un aumento di attrito. A
5 seconda dello stile di guida, e quindi in base alle condizioni di carico del cuscinetto, è possibile quindi regolare la forza di precarico del cuscinetto. Durante la guida in rettilineo, è preferibile una forza bassa sul cuscinetto per minimizzare le perdite per attrito e quindi risparmiare carburante.

Al contrario, durante una curva del veicolo, la forza sul cuscinetto
10 ruota è preferibilmente incrementata al fine di aumentare la capacità di carico del cuscinetto e quindi anche la stabilità del veicolo.

L'attuatore comprende un elemento piezoelettrico, che è disposto assialmente tra i due elementi spostabili assialmente. In particolare, l'applicazione di una tensione elettrica nell'attuatore piezoelettrico provoca
15 un cambiamento nella lunghezza dell'attuatore medesimo che a sua volta fa sì che gli elementi spostabili assialmente sono spostati assialmente verso l'esterno. L'utilizzo di un attuatore piezoelettrico permette di conseguire bassi tempi di reazione rispetto a un cambiamento di forma.

Nonostante, i vantaggi teorici che tale soluzione sembrerebbe
20 avere, all'atto pratico essa presenta una notevole complessità sia nel progetto dell'unità cuscinetto, sia nella sua fattibilità produttiva e di montaggio. Tale soluzione è infatti contraddistinta dall'utilizzo di un numero più elevato di componenti rispetto a quanto previsto nelle soluzioni odierne. Inoltre, alcuni componenti devono essere progettati "ad
25 hoc" per realizzare questa soluzione e questo crea le difficoltà

sopraesposte rendendo tale soluzione poco appetibile sotto diversi profili, incluso quello economico.

Esiste pertanto l'esigenza di progettare un'unità cuscinetto di un gruppo mozzo ruota che sia esente dagli inconvenienti suddetti. In particolare, vi è l'esigenza di ridurre l'entità delle forze di attrito del cuscinetto, senza penalizzare le altre caratteristiche del cuscinetto medesimo (durata della vita utile resistenza meccanica) e senza dover ricorrere a soluzioni complesse e non economicamente competitive.

Sintesi dell'invenzione

Uno scopo della presente invenzione è quello di realizzare un'unità cuscinetto a rotolamento per un gruppo mozzo ruota che consenta un'elevata riduzione dell'attrito prodotto all'interno del cuscinetto medesimo senza compromettere le altre prestazioni meccaniche del cuscinetto, quali ad esempio la resistenza meccanica e la durata della vita utile. Questa unità cuscinetto può essere definita "attiva" in quanto la risposta attiva del cuscinetto è in grado di migliorare la gestione del veicolo ed in particolare dell'intero gruppo mozzo ruota.

Lo scopo della presente invenzione è conseguito utilizzando un elemento piezoelettrico posizionato all'interno dell'anello radialmente esterno dell'unità cuscinetto e che può assumere funzione di attuatore e/o di sensore. L'applicazione di una tensione elettrica nell'attuatore piezoelettrico provoca un cambiamento nella lunghezza dell'attuatore medesimo che a sua volta cambia lo stato di deformazione dell'anello radialmente esterno e di conseguenza la forza che quest'ultimo, per tramite delle sue piste di rotolamento, esercita sui corpi di rotolamento.

Secondo un altro scopo, l'unità cuscinetto secondo l'invenzione è provvista di componenti – anello radialmente esterno, anelli radialmente interni e corpi di rotolamento – del tutto standard, non richiedenti pertanto alcun progetto specifico né presentanti difficoltà produttive e/o di
5 montaggio.

Pertanto, secondo la presente invenzione è descritta un'unità cuscinetto a rotolamento per un gruppo mozzo ruota provvista di un anello radialmente esterno, una coppia di anelli radialmente interni e due corone di corpi di rotolamento, tutti aventi caratteristiche note secondo
10 gli attuali standard produttivi. E' altresì provvista di un attuatore piezoelettrico configurato in modo da poter variare lo stato di deformazione dell'anello radialmente esterno, il tutto avente le caratteristiche enunciate nella rivendicazione indipendente di prodotto, annessa alla presente descrizione.

Inoltre, sempre secondo la presente invenzione è descritto un
15 sistema per il controllo attivo dell'unità cuscinetto avente le caratteristiche enunciate nella rivendicazione indipendente di sistema, annessa alla presente descrizione.

Ulteriori modi di realizzazione dell'invenzione, preferiti e/o
20 particolarmente vantaggiosi, sono descritti secondo le caratteristiche enunciate nelle rivendicazioni dipendenti annesse.

Breve descrizione dei disegni

L'invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano alcuni esempi di attuazione non limitativi, in cui:

25 - la figura 1, in sezione parziale assialsimmetrica, mostra un

dettaglio di un gruppo mozzo ruota assemblato,

- la figura 2 è uno schizzo esemplificativo dell'unità cuscinetto secondo una forma di attuazione della presente invenzione, e
- la figura 3 è un dettaglio di figura 2.

5 Descrizione dettagliata

 Facendo ora riferimento alla figura 1, un gruppo mozzo ruota, è indicato nel suo insieme con 10. La figura mostra un dettaglio di una configurazione esemplificativa. Come detto in premessa, l'invenzione è applicabile non soltanto alla configurazione di seguito descritta ma più in generale a qualsiasi gruppo mozzo ruota per autoveicoli.

 Il gruppo 10 comprende un mozzo 20, girevole, e un'unità cuscinetto 30. Il mozzo 20, così come rappresentato in figura 1, è configurato per assumere anche la funzione di anello di rotolamento interno del cuscinetto. Al contrario, come visibile in figura 2, è altresì possibile adoperare una coppia di anelli radialmente interni 34, 35 e secondo questa configurazione il mozzo non funge da anello di rotolamento. Nel seguito della presente descrizione, si farà riferimento esplicito a quest'ultima configurazione, comprendente due anelli radialmente interni. Inoltre, in tutta la presente descrizione e nelle rivendicazioni, i termini e le espressioni indicanti posizioni ed orientamenti quali "radiale" e "assiale" si intendono riferiti all'asse di rotazione centrale X dell'unità cuscinetto 30. Espressioni quali "assialmente esterno" e "assialmente interno" sono, invece, riferite alla condizione montata, e nel caso di specie, preferibilmente, sono riferite ad un lato ruota e, rispettivamente, ad un lato opposto al lato ruota.

Con riferimento anche alla fig. 2, l'unità cuscinetto 30 secondo una forma di attuazione della presente invenzione, comprende un anello radialmente esterno 31, stazionario, provvisto di rispettive piste di rotolamento radialmente esterne 31', una coppia di anelli radialmente interni 34, 35, girevoli, provvisti di rispettive piste di rotolamento radialmente interne 34' e 35' e due corone di corpi di rotolamento 32, 33, in questo esempio sfere. La corona di corpi di rotolamento assialmente esterna 32 è interposta tra l'anello radialmente esterno 31 e l'anello radialmente interno 35, in posizione assialmente esterna, mentre la corona di corpi di rotolamento assialmente interna 33 è interposta tra l'anello radialmente esterno 31 e l'anello radialmente interno 34, in posizione assialmente interna. Per semplicità di rappresentazione grafica i riferimenti 32, 33 saranno attribuiti sia alle singole sfere, sia alle corone di sfere. Sempre per semplicità, si potrà utilizzare il termine "sfera" in modo esemplificativo nella presente descrizione e negli allegati disegni al posto del termine più generico "corpo di rotolamento" (e si utilizzeranno altresì gli stessi riferimenti numerici). Si intenderà sempre che al posto delle sfere potrà essere usato un qualsiasi altro corpo di rotolamento (ad esempio, rulli, rulli conici, rullini, ecc.).

I corpi di rotolamento delle corone 32, 33 sono mantenuti in posizione da corrispondenti gabbie 39, 40.

Ritornando alla figura 1, il mozzo 20 definisce nella sua estremità assialmente interna un bordo rollato 22 che è configurato per precaricare assialmente l'anello interno 34, il quale è montato su una superficie radialmente esterna 20" del mozzo.

Per completezza di descrizione, il mozzo 20 presenta, inoltre, una porzione a flangia assialmente esterna. La porzione a flangia presenta una pluralità di fori assiali di fissaggio. Tali fori sono le sedi per altrettanti mezzi di fissaggio (ad esempio bulloni prigionieri,) che collegano in modo noto un elemento della ruota dell'autoveicolo, ad esempio il disco del freno (anch'esso di tipo noto), al mozzo 20. Tutte queste caratteristiche sono di per sé note e per questo non sono state rappresentate nei disegni allegati.

I componenti dell'unità cuscinetto 30, in particolare l'anello radialmente esterno 31 e le piste di rotolamento 31', gli anelli radialmente interni 34, 35 e le rispettive piste di rotolamento 34', 35', nonché le corone 32, 33 di corpi di rotolamento sono progettati, come visibile in figura 2, secondo gli attuali standard dei cuscinetti per gruppi mozzo ruota.

Con riferimento alle figure 2 e 3, secondo una forma di attuazione dell'invenzione, l'unità cuscinetto 30 è provvista di un attuatore piezoelettrico 50 allocato in una sede 31a dell'anello radialmente esterno 31, in posizione simmetrica rispetto alle piste di rotolamento 31'.

L'applicazione di una tensione elettrica all'attuatore piezoelettrico 50 provoca un cambiamento nella lunghezza dell'attuatore medesimo, secondo la direzione indicata dalle frecce nelle figure 2 e 3. L'allungamento dell'attuatore piezoelettrico sottopone ad una differente pressione le superfici assiali 31b della sede 31a dell'anello radialmente esterno 31, modificando in questo modo lo stato di deformazione dell'anello radialmente esterno 31 e delle sue piste di rotolamento 31'. Di

conseguenza risulta modificata la forza trasmessa tra piste di rotolamento 31' e corpi di rotolamento 32, 33. La deformazione indotta è funzione delle specifiche condizioni di guida del veicolo (in rettilineo o in curva).

L'attuatore piezoelettrico 50 è connesso mediante un cablaggio 51, che attraversa un foro 31c dell'anello radialmente esterno 31, ad un'unità di controllo (di tipo noto e per questo non mostrata nelle figure) configurata per monitorare le condizioni di moto del veicolo ed in particolare le sue accelerazioni laterali. L'unità di controllo è quindi in grado di controllare l'attuatore piezoelettrico, fornendogli un feedback preferibilmente mediante controllo retroazionato (closed loop).

La geometria interna "attiva" proposta dalla presente invenzione – anello radialmente esterno in grado di modificare il suo stato di deformazione e quindi le forze applicate ai cori di rotolamento - consente un controllo in tempo reale su parametri geometrici chiave:

- precarico del cuscinetto, ovvero il precarico tra gli anelli di rotolamento ed i corpi di rotolamento;
- angolo di contatto tra piste di rotolamento e corpi di rotolamento in generale, definito come l'angolo tra l'asse Y di simmetria assiale tra gli anelli radialmente interni 34, 35 e l'asse Z passante per i punti di contatto P, P' tra corpi di rotolamento e rispettive piste di rotolamento (in figura 2, esemplificativamente, pista di rotolamento 31', sfera 32 e pista di rotolamento 35');
- osculazione, ovvero il rapporto tra il raggio di curvatura della pista di rotolamento e il diametro della sfera.

Il controllo attivo siffatto riduce l'attrito della geometria interna e allo stesso tempo adegua il comportamento del cuscinetto in termini di resistenza meccanica, a seconda delle diverse condizioni di guida.

In particolare, durante la guida in rettilineo, il cuscinetto potrà lavorare secondo la modalità a “basso attrito”. Con questa modalità si intende che la curva di lavoro, ovvero di contatto, della pista di rotolamento 31' sarà quella indicata con 31a' in figura 3. In questo modo il precarico tra gli anelli di rotolamento ed i corpi di rotolamento si riduce, diminuisce l'angolo di contatto tra i corpi di rotolamento e le rispettive piste di rotolamento ed aumenta l'osculazione. In tali condizioni di guida, la riduzione del precarico e quindi della capacità di carico complessiva del cuscinetto è accettabile, avendosi come vantaggio una forza inferiore sul cuscinetto che minimizza le perdite per attrito e quindi consente di risparmiare carburante.

Al contrario, durante la guida in curva, il cuscinetto potrà lavorare secondo la modalità a “alto attrito”. Con questa modalità si intende che la curva di lavoro, ovvero di contatto, della pista di rotolamento 31' sarà quella indicata con 31b' in figura 3. In questo modo il precarico tra gli anelli di rotolamento ed i corpi di rotolamento aumenta, così come aumenta l'angolo di contatto tra i corpi di rotolamento e le rispettive piste di rotolamento e si riduce l'osculazione. In tali condizioni di guida – in genere di entità temporale inferiore rispetto alla guida in rettilineo, il dover tollerare un attrito più alto è accettabile, dal momento che in parallelo si ottiene un aumento del precarico e quindi della capacità di

carico complessiva del cuscinetto a tutto vantaggio della stabilità del veicolo.

Evidentemente l'attuatore piezoelettrico può essere utilizzato anche come sensore per monitorare la capacità di carico del cuscinetto. In questo modo si realizza un gruppo mozzo ruota "smart".

La soluzione proposta realizza notevoli vantaggi: l'utilizzo dell'elemento piezoelettrico in qualità di attuatore riduce notevolmente l'attrito dei cuscinetti, mantenendo la stessa durata della vita utile e la medesima resistenza meccanica, nelle condizioni di lavoro del veicolo, ad esempio in curva, laddove è richiesta.

Inoltre, l'utilizzo dell'elemento piezoelettrico in qualità di sensore consente di monitorare costantemente le condizioni di carico sul cuscinetto.

Oltre ai modi di attuazione dell'invenzione, come sopra descritti, è da intendere che esistono numerose ulteriori varianti. Deve anche intendersi che detti modi di attuazione sono solo esemplificativi e non limitano l'oggetto dell'invenzione, né le sue applicazioni, né le sue configurazioni possibili. Al contrario, sebbene la descrizione sopra riportata rende possibile all'uomo di mestiere l'attuazione della presente invenzione almeno secondo una sua configurazione esemplificativa, si deve intendere che sono concepibili numerose variazioni dei componenti descritti, senza che per questo si fuoriesca dall'oggetto dell'invenzione, come definito nelle rivendicazioni allegate, interpretate letteralmente e/o secondo i loro equivalenti legali.

RIVENDICAZIONI

1. Cuscinetto di rotolamento (30) di un gruppo mozzo ruota (10) per autoveicoli, comprendente:
- 5 - un anello radialmente esterno (31), stazionario, provvisto di rispettive piste di rotolamento radialmente esterne (31'),
- una coppia di anelli radialmente interni (34, 35), girevoli, provvisti di rispettive piste di rotolamento radialmente interne (34', 35'),
- 10 - due corone di corpi di rotolamento (32, 33) posizionati tra le corrispondenti piste di rotolamento interne ed esterne,
- caratterizzato dal fatto che detto cuscinetto di rotolamento (30) comprende un elemento piezoelettrico (50) allocato in una sede (31a) dell'anello radialmente esterno (31), in posizione simmetrica rispetto alle piste di rotolamento (31'), in grado di variare lo stato di deformazione
- 15 dell'anello radialmente esterno (31) medesimo.
2. Cuscinetto di rotolamento (30) secondo la rivendicazione 1, laddove detto elemento piezoelettrico (50) è configurato per applicare una pressione variabile su superfici assiali (31b) della sede (31a) dell'anello radialmente esterno (31) modificando lo stato di deformazione dell'anello
- 20 radialmente esterno (31) e delle sue piste di rotolamento (31').
3. Cuscinetto di rotolamento (30) secondo la rivendicazione 1 o 2, laddove detto elemento piezoelettrico (50) è elettricamente connesso ad un'unità di controllo mediante un cablaggio (51) passante attraverso un foro (31c) dell'anello radialmente esterno (31).
- 25 4. Sistema per il controllo attivo di un cuscinetto di rotolamento (30)

secondo una delle rivendicazioni precedenti, comprendente una unità di controllo, un cablaggio (51) e un elemento piezoelettrico (50) configurato per assumere la funzione di attuatore e/o di sensore.

p.i. Aktiebolaget SKF

5

DOTT. MAG. ING. LUCA TEDESCHINI (939B)

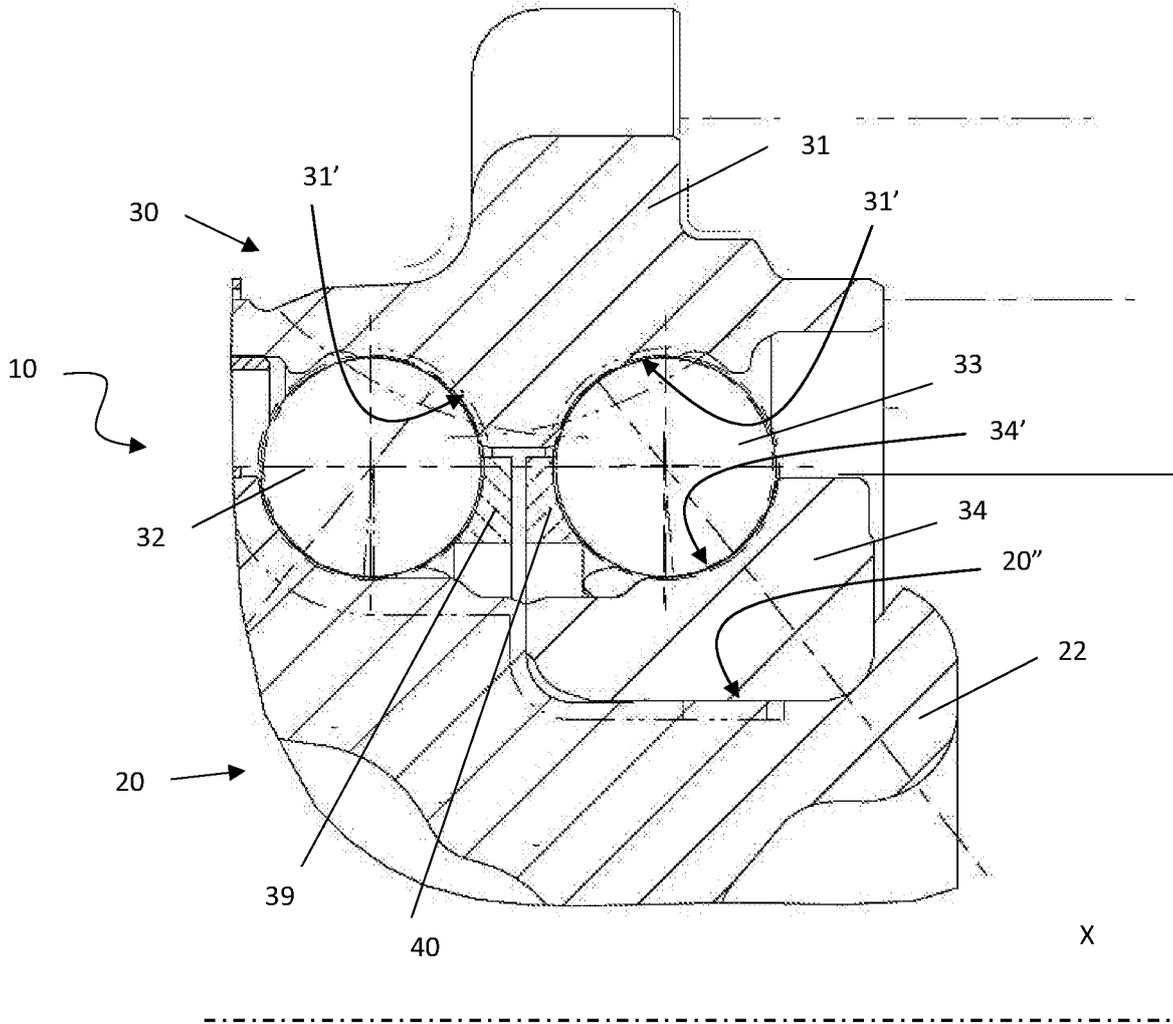


Fig. 1

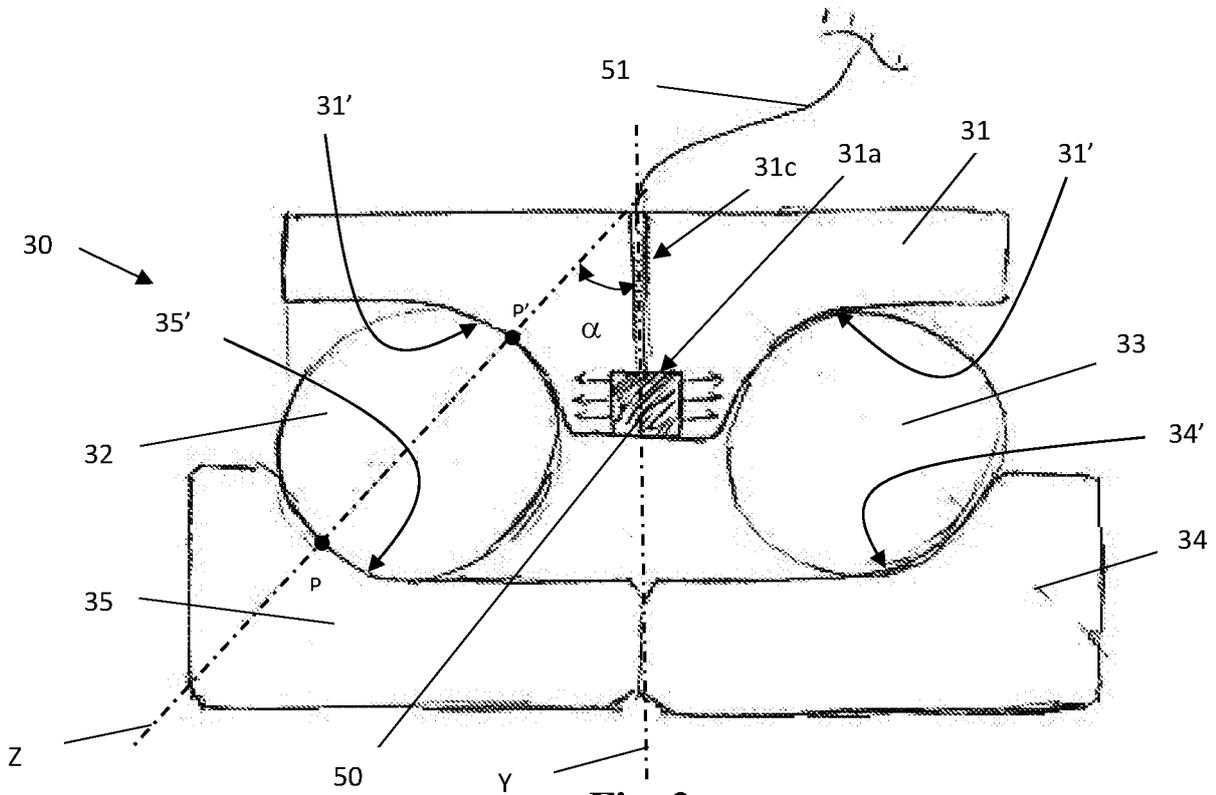


Fig. 2

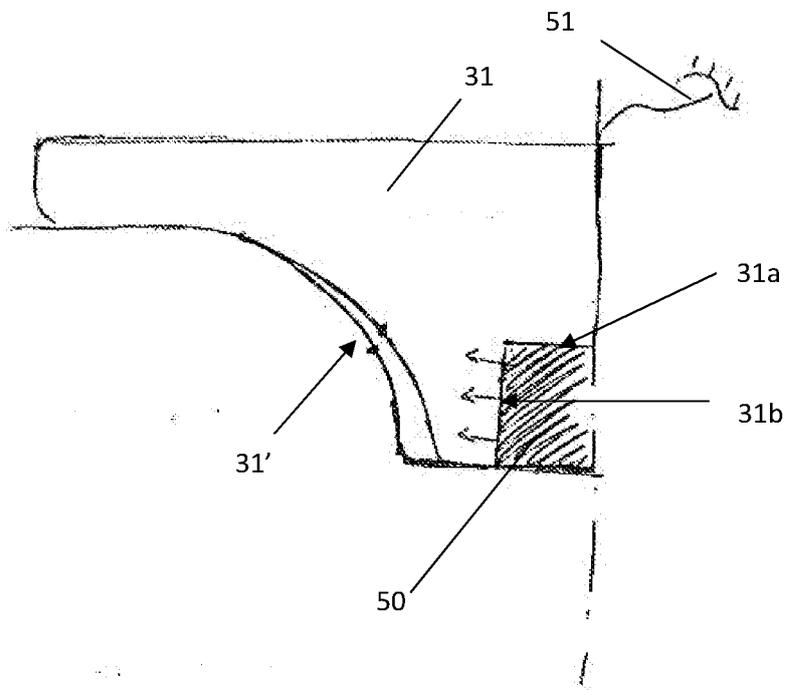


Fig. 3