

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000024992
Data Deposito	30/09/2021
Data Pubblicazione	30/03/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	C	33	78

Titolo

UNITA? CUSCINETTO ORIENTABILE

Descrizione a corredo di una domanda di brevetto per invenzione industriale
dal titolo: **UNITA' CUSCINETTO ORIENTABILE**

A nome: **Aktiebolaget SKF**
di nazionalità: Svedese
5 con sede in: 415 50 Göteborg (SVEZIA)
Inventori designati: COGNOLATO, Gianni Alvisè; e
PICATTO, Pietro Fabio.

DESCRIZIONE

Settore tecnico dell'invenzione

10 La presente invenzione è relativa ad un'unità cuscinetto orientabile provvista di un innovativo dispositivo di tenuta in grado di garantire la tenuta anche nelle condizioni in cui gli anelli dell'unità cuscinetto non sono perfettamente paralleli tra loro.

Tecnica nota

15 In generale, l'unità cuscinetto ha un primo componente, ad esempio un anello radialmente esterno, che è fissato ad un elemento stazionario – in genere un involucro di contenimento – e un secondo componente, ad esempio un anello radialmente interno, che è fissato ad un elemento girevole, normalmente un albero rotante. In altre applicazioni, potrebbe
20 accadere che l'anello radialmente interno sia stazionario mentre l'anello radialmente esterno sia girevole. In ogni caso, nelle unità cuscinetto di rotolamento la rotazione di un anello rispetto all'altro è consentita da una pluralità di corpi di rotolamento che sono posizionati tra la superficie cilindrica di un componente e la superficie cilindrica del secondo
25 componente, normalmente denominate piste di rotolamento. I corpi di

rotolamento possono essere sfere, rulli cilindrici o conici, rullini e corpi di rotolamento simili.

È noto che le unità cuscinetto dispongono di dispositivi di tenuta per la protezione di piste e corpi di rotolamento dai contaminanti esterni e per
5 la tenuta rispetto al grasso lubrificante. Tipicamente, i dispositivi di tenuta sono costituiti da una guarnizione in elastomero costampata su di uno schermo metallico sagomato e montato per interferenza in una sede degli anelli dell'unità cuscinetto o dell'involucro di contenimento. La guarnizione è provvista di un labbro di tenuta contattante, che per mezzo di un contatto
10 strisciante con l'anello girevole dell'unità cuscinetto esplica la sua funzione di tenuta.

In particolare, alcune unità cuscinetto sono denominate "*Spherical rolling bearing*" (SRB), ovvero trattasi di unità cuscinetto orientabili. Il nome deriva dal fatto che, durante la sua rotazione, l'albero e di
15 conseguenza l'anello radialmente interno sono soggetti ad un disallineamento angolare in direzione assiale rispetto all'anello radialmente esterno, stazionario. In generale, le specifiche di tali unità cuscinetto ammettono un disallineamento angolare sino a $\pm 2^\circ$. In tali applicazioni, normalmente, il dispositivo di tenuta è montato sull'involucro e il labbro
20 contattante lavora per mezzo di un contatto strisciante sull'anello radialmente interno. Per convenzione, definiamo positivo un disallineamento angolare che tende ad avvicinare le superfici dei componenti tra i quali lavora il dispositivo di tenuta (ad esempio, involucro e anello interno) e negativo un disallineamento angolare che tende ad
25 allontanare le medesime superfici.

Il problema principale per questa applicazione è proprio il disallineamento angolare tra gli anelli dell'unità cuscinetto che i dispositivi di tenuta noti non sono in grado di seguire, disallineamento che si va ad aggiungere alle tolleranze geometriche dei componenti coinvolti (ad esempio, involucro, anello interno, albero). Infatti, il disallineamento angolare dell'anello interno influenza il contatto del labbro di tenuta causando, se negativo (ovvero, quando tende ad allontanare la superficie dell'anello radialmente interno), una riduzione della forza di contatto del labbro o, nel peggiore dei casi, la perdita del contatto stesso, consentendo così l'ingresso di contaminanti all'interno dell'unità cuscinetto. Nel caso opposto, quando la superficie dell'anello interno si avvicina per effetto del disallineamento angolare (disallineamento positivo), le sollecitazioni di compressione sul labbro contattante possono divenire non più sostenibili.

Le soluzioni sino ad ora proposte, utilizzando differenti configurazioni di tenuta, non sono risultate soddisfacenti e comunque non sono risultate in grado di fornire labbri di tenuta sufficientemente lunghi e flessibili così da seguire, senza causare problemi, il disallineamento angolare dell'anello radialmente interno.

Esiste, pertanto, l'esigenza di definire una unità cuscinetto orientabile provvista di un dispositivo di tenuta che superi gli inconvenienti sopra menzionati.

Sintesi dell'invenzione

Scopo della presente invenzione è, quindi, quello di realizzare un'unità cuscinetto orientabile provvista di un innovativo dispositivo di

tenuta provvisto di due labbri radiali contattanti, in cui i due labbri radiali, e radialmente interni rispetto al dispositivo di tenuta, sono progettati con una forma geometrica di lunghezza e flessibilità idonea a garantire il corretto contatto dei labbri con l'anello radialmente interno dell'unità
5 cuscinetto orientabile in tutte le condizioni di interferenza legate alle tolleranze geometriche dei componenti, compreso il disallineamento angolare dell'anello radialmente interno.

La forma adottata per i labbri radiali contattanti riduce al minimo la distribuzione sollecitazione-deformazione sulla geometria dei labbri
10 allorquando la superficie dell'anello interno si avvicina per effetto del disallineamento angolare, e fornisce una piccola variazione della forza di contatto dei labbri sull'intero intervallo di interferenza, anche quando il disallineamento angolare tende ad allontanare la superficie dell'anello radialmente interno.

15 Secondo la presente invenzione viene realizzata una unità cuscinetto orientabile provvista di un dispositivo di tenuta avente le caratteristiche enunciate nelle rivendicazioni annesse.

Breve descrizione dei disegni

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

- la figura 1 è una vista, in sezione trasversale, di una forma di attuazione dell'unità cuscinetto orientabile secondo la presente invenzione,
- la figura 2 illustra il dispositivo di tenuta appartenente all'unità cuscinetto orientabile di Figura 1, e

- la figura 3 illustra, in scala ingrandita, un dettaglio del dispositivo di tenuta della Figura 2.

Descrizione dettagliata

Con riferimento alla figura 1, con 30 è indicata nel suo complesso
5 una unità cuscinetto orientabile, comprendente:

- un anello radialmente esterno 31, preferibilmente stazionario,
- un anello radialmente interno 33, preferibilmente girevole attorno ad un asse di rotazione centrale X dell'unità cuscinetto 30, e solidale ad un albero rotante 45, ad esempio, per mezzo di un elemento di fissaggio 46
10 filettato,

- una doppia corona di corpi di rotolamento 32, in questo esempio rulli conici, interposta tra l'anello radialmente esterno 31 e l'anello radialmente interno 33 per permetterne la rotazione relativa,

- un involucro 40, entro il quale è ricevuta l'unità cuscinetto 30 in
15 modo stabile e noto.

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 X dell'unità cuscinetto 30.

Per semplicità di rappresentazione grafica il riferimento 32 sarà
20 attribuito sia ai singoli corpi di rotolamento sia alla corona di corpi di rotolamento. Sempre per semplicità, si potrà utilizzare il termine "rullo conico" 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). Alcuni esempi di
25 realizzazione e i relativi disegni potranno prevedere l'utilizzo di corpi di

rotolamento differenti dai rulli conici senza per questo fuoriuscire dall'abito della presente invenzione.

Con riferimento anche alla figura 2, l'unità cuscinetto orientabile 30 è altresì provvista di un dispositivo di tenuta 50, comprendente una
5 guarnizione in elastomero 52 costampata su di uno schermo metallico sagomato 51 montato per interferenza, secondo tecnica nota, in una sede dell'involucro 40 di contenimento e stabilmente ancorato all'involucro 40. La guarnizione in elastomero 52 è provvista di un primo labbro radiale 53, radialmente interno e contattante, e di un secondo labbro radiale 54,
10 anch'esso radialmente interno e contattante, assialmente più esterno rispetto al primo labbro radiale 53 nei confronti della doppia corona di corpi di rotolamento 32. Ciascun labbro radiale 53, 54 comprende un bordo di attacco 53a, 54a alla guarnizione in elastomero 52 e un bordo contattante 53b, 54b, in cui ciascun bordo contattante è provvisto di una estremità,
15 radialmente interna e assialmente esterna 53b', 54b'.

I due labbri radiali 53, 54, per mezzo di un contatto strisciante del rispettivo bordo contattante con una superficie radialmente esterna 33' dell'anello radialmente interno 33, esplicano la loro funzione di tenuta. In particolare, il primo labbro radiale 53, di spessore SP1 maggiore dello
20 spessore SP2 del secondo labbro radiale 54, è principalmente deputato a garantire la tenuta, mentre il secondo labbro radiale 54 agisce come ulteriore ausilio al mantenimento della tenuta.

Come già detto, il problema principale per questa applicazione è il disallineamento angolare di $\pm 2^\circ$. Lo scopo del nuovo dispositivo di tenuta è
25 quindi quello di avere una geometria dei labbri in grado di seguire questa

variazione angolare.

In altre parole, il dispositivo di tenuta 50, rispetto alle soluzioni note è provvisto di labbri più lunghi e più flessibili. Inoltre, la superficie piana dei labbri, durante la massima deformazione dei labbri medesimi, è ridotta.

- 5 Infine, i labbri sono configurati in modo da non perdere mai il contatto, anche in condizioni di minima interferenza (superficie dell'anello interno che si allontana a causa del disallineamento angolare).

- Per il conseguimento di tali obiettivi, una prima caratteristica dei labbri contattanti 53, 54, nonché dell'intera guarnizione in elastomero 52, 10 è il materiale. Infatti, il materiale elastomerico deve essere a basso attrito e ad alto modulo di elasticità, idoneo a garantire la necessaria flessibilità e basse perdite per attrito nelle differenti condizioni di funzionamento. Per esempio, un elastomero della classe HNBR (*Hydrogenated Nitrile Butadiene Rubber*, cioè acrilonitrile butadiene idrogenato) è un elastomero sintetico 15 ad alta elasticità, idoneo per la costruzione di componenti flessibili (ad esempio, tubi o raccordi flessibili).

Inoltre e con riferimento anche alla figura 3, in aggiunta al materiale, anche alcune caratteristiche geometriche dei labbri radiali contribuiscono all'ottenimento degli scopi prefissati.

- 20 In prima battuta, rileva la lunghezza dei labbri radiali e, in particolare, la componente radiale L1 della lunghezza del primo labbro radiale 53 e la componente radiale L2 della lunghezza del secondo labbro radiale 54. Per ciascun labbro le componenti radiali sono calcolate come distanza in direzione radiale rispettivamente dal bordo di attacco 53a, 54a 25 all'estremità radialmente interna e assialmente esterna 53b', 54b' del bordo

contattante 53b, 54b. Le lunghezze, ovvero le componenti radiali L1, L2 sono dimensioni molto importanti per migliorare sia la tenuta sia la flessibilità dei corrispondenti labbri radiali. L'incremento dello spostamento dell'albero 45 e quindi dell'anello radialmente interno 33, dovuto all'angolo di disallineamento e alla posizione assiale della tenuta, richiede una maggiore interferenza. Pertanto, per compensare l'incremento di interferenza il primo labbro radiale 53 e il secondo labbro radiale 54 devono essere più lunghi e flessibili. Inoltre, le lunghezze dei labbri radiali consentono un controllo eccellente anche delle forze di contatto e delle conseguenti pressioni di contatto. Le componenti radiali L1, L2 sono funzione del diametro ϕ della superficie di contatto 33' dell'anello radialmente interno 33 e del disallineamento angolare dell'anello radialmente esterno 33 rispetto all'involucro 40 nella direzione dell'asse di rotazione X. In altre parole, tali componenti radiali L1, L2 dipendono dall'applicazione specifica poiché devono garantire la lunghezza necessaria del labbro. Per garantire anche una idonea flessibilità tali componenti radiali devono anche essere in relazione con i rispettivi spessori SP1, SP2 dei labbri radiali 53, 54. Vantaggiosamente, per quanto attiene al primo labbro radiale 53, il rapporto SP1/L1 per garantire una flessibilità idonea dovrà risultare compreso tra 0,2 e 0,35. Infatti per valori più elevati il labbro radiale 53 diventa troppo rigido mentre per valori inferiori diventa troppo flessibile e quindi non può garantire una sufficiente pressione di contatto.

Restando sul primo labbro radiale 53, il più importante dei due ai fini della tenuta, si definisce interferenza I la distanza radiale tra la superficie radialmente esterna 33' dell'anello radialmente interno 33 e l'estremità 53b'

del bordo contattante 53b. Vantaggiosamente, il rapporto $I/L1$ dovrà risultare compreso tra 0,24 e 0,36. Infatti per valori più elevati, le sollecitazioni sul labbro legate ad un'elevata pressione di contatto diventano non più sostenibili, mentre per valori inferiori non si riesce a generare una
5 sufficiente pressione di contatto.

La distanza assiale $H1$ tra il bordo di attacco 53a del primo labbro radiale 53 rispetto ad una parete assialmente interna 52' della guarnizione in elastomero 52 determina la rigidità del vincolo a "cerniera" tra labbro e guarnizione in elastomero. Il suo dimensionamento, preferibilmente
10 compreso tra 0,2 mm e 3 mm, ha lo scopo di ridurre le forze di contatto, riducendo l'area della "cerniera".

Anche le angolazioni dei labbri radiali, preferibilmente uguali tra loro, sono importanti. Definiamo rispettivamente con β l'angolo che ciascun labbro radiale 53, 54 forma con la direzione dell'asse di rotazione X e con α
15 l'angolo che ciascun bordo contattante 53b, 54b dei rispettivi labbri radiali 53, 54 forma sempre con la direzione dell'asse di rotazione X .

L'angolo β è rivolto verso l'interno dell'unità cuscinetto e, quindi, è l'angolo di tenuta rispetto al grasso presente all'interno dell'unità cuscinetto. Questo angolo permette di avere una buona pressione di
20 contatto riducendo la superficie di contatto anche nelle condizioni di maggiore interferenza. Preferibilmente l'angolo β dovrà risultare compreso tra 45° e 75° .

L'angolo α è rivolto verso l'esterno dell'unità cuscinetto e, quindi, è l'angolo di tenuta rispetto al contaminante proveniente dall'ambiente
25 esterno. Preferibilmente l'angolo α dovrà risultare compreso tra 35° e 65° .

Un altro parametro geometrico da considerare è la minima distanza D2 nella direzione dell'asse di rotazione X tra il primo labbro radiale 53 e il secondo labbro radiale 54. Essa rappresenta lo spazio necessario per avere una buona disposizione dei labbri in condizioni di massima interferenza. E' anche un parametro importante per il processo produttivo, in quanto consente l'estrazione del dispositivo di tenuta dallo stampo. Il valore di D2 va tenuto il più piccolo possibile perché determina l'ingombro assiale del dispositivo di tenuta. Purtroppo, al fine di garantire le condizioni sopra descritte, il valore della minima distanza D2 tra i labbri non potrà essere inferiore al valore della componente radiale L2 della lunghezza del secondo labbro radiale 54.

Infine la distanza in direzione radiale D1 tra l'estremità 53b' del bordo contattante 53b del primo labbro radiale 53 e l'estremità 54b' del bordo contattante 54b del secondo labbro radiale 54 è una distanza necessaria per avere una corretta posizione del secondo labbro radiale 54 riducendone la superficie piana in condizioni di massima interferenza. Un valore della distanza D1 compreso tra 0,1 mm e 1,6 mm assicura che vi sia sempre interferenza anche sul labbro esterno.

Riassumendo, la soluzione proposta per questo innovativo dispositivo di tenuta, grazie alla geometria dei labbri contattanti aventi sufficiente lunghezza e flessibilità, offre i seguenti vantaggi:

- assicura il contatto dei labbri con l'anello radialmente interno in tutte le condizioni di interferenza dovute alle tolleranze geometriche dei componenti, compreso il disallineamento angolare dell'anello medesimo;

- riduce la distribuzione di tensioni e deformazioni sui labbri in condizioni di interferenza massima dei labbri;
 - riduce la variazione delle forze di contatto dei labbri sull'intero intervallo di interferenza;
- 5 • riduce la superficie di contatto dei labbri con la superficie di contatto dell'anello radialmente interno avendosi così un'elevata pressione di contatto dei labbri in tutte le condizioni operative.

Oltre ai modi di attuazione dell'invenzione, come sopra descritti, è da intendere che esistono numerose ulteriori varianti. Deve anche
10 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
15 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. Unità cuscinetto orientabile (30) comprendente:
- un anello radialmente esterno (31), stazionario,
 - un anello radialmente interno (33), girevole rispetto ad un asse di
- 5 rotazione (X) e stabilmente connesso ad un albero rotante (45),
- una doppia corona di corpi di rotolamento (32) interposta tra l'anello radialmente esterno (31) e l'anello radialmente interno (33),
 - un involucro (40), all'interno del quale sono alloggiati gli anelli dell'unità cuscinetto,
- 10 - un dispositivo di tenuta (50), comprendente una guarnizione in elastomero (52) costampata su di uno schermo metallico sagomato (51) stabilmente ancorato all'involucro (40),
- l'unità cuscinetto (30) essendo caratterizzata dal fatto che
- la guarnizione in elastomero (52) è provvista di un primo labbro
- 15 radiale (53), radialmente interno e contattante, e di un secondo labbro radiale (54), anch'esso radialmente interno e contattante, assialmente più esterno rispetto al primo labbro radiale (53) nei confronti della doppia corona di corpi di rotolamento (32),
- sia il primo labbro radiale (53) sia il secondo labbro radiale (54)
- 20 sono in contatto strisciante per mezzo di rispettivi bordi contattanti (53b, 54b) con una superficie radialmente esterna (33') dell'anello radialmente interno (33),
- il primo labbro radiale (53) ha uno spessore (SP1) maggiore di uno spessore (SP2) del secondo labbro radiale (54).
- 25 2. Unità cuscinetto orientabile (30) secondo la rivendicazione 1, in cui

la guarnizione in elastomero (52) e i labbri radiali (53, 54) sono realizzati in materiale elastomerico a basso attrito e ad elevato modulo di elasticità.

3. Unità cuscinetto orientabile (30) secondo la rivendicazione 2, in cui il materiale elastomerico è acrilonitrile butadiene idrogenato.

5 4. Unità cuscinetto orientabile (30) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui una componente radiale (L1) della lunghezza del primo labbro radiale (53), ovvero la distanza radiale tra un bordo di attacco (53a) alla guarnizione in elastomero (52) e un'estremità radialmente interna e assialmente esterna (53b') del bordo contattante (53b), e una componente
10 radiale (L2) della lunghezza del secondo labbro radiale (54), ovvero la distanza radiale tra un bordo di attacco (54a) alla guarnizione in elastomero (52) e un'estremità radialmente interna e assialmente esterna (54b') del bordo contattante (54b), sono determinate in funzione del diametro (ϕ) della superficie di contatto (33') dell'anello radialmente interno (33) e di un
15 disallineamento angolare nella direzione dell'asse di rotazione (X) tra l'involucro (40) e l'anello radialmente interno (33).

5. Unità cuscinetto orientabile (30) secondo la rivendicazione 4, in cui il rapporto tra lo spessore (SP1) del primo labbro radiale (53) e la componente radiale (L1) della lunghezza del primo labbro radiale (53) è
20 compreso tra 0,2 e 0,35.

6. Unità cuscinetto orientabile (30) secondo la rivendicazione 4 o 5, in cui il rapporto tra un'interferenza (I) del primo labbro radiale (53), ovvero la distanza radiale tra la superficie radialmente esterna (33') dell'anello radialmente interno (33) e l'estremità (53b') del bordo contattante (53b),
25 e la componente radiale (L1) della lunghezza del primo labbro radiale (53)

è compreso tra 0,24 e 0,36.

7. Unità cuscinetto orientabile (30) secondo una delle rivendicazioni da 4 a 6, in cui una distanza assiale (H1) tra il bordo di attacco (53a) del primo labbro radiale (53) rispetto ad una parete assialmente interna (52') della guarnizione in elastomero (52) è compresa tra 0,2 mm e 3 mm.

8. Unità cuscinetto orientabile (30) secondo una delle rivendicazioni da 4 a 7, in cui un primo angolo (β) che ciascun labbro radiale (53, 54) forma con la direzione dell'asse di rotazione (X) è compreso tra 45° e 75° e un secondo angolo (α) che ciascun bordo contattante (53b, 54b) dei corrispondenti labbri radiali (53, 54) forma con la direzione dell'asse di rotazione (X) è compreso tra 35° e 65° .

9. Unità cuscinetto orientabile (30) secondo una delle rivendicazioni da 4 a 8, in cui una minima distanza (D2) nella direzione dell'asse di rotazione (X) tra il primo labbro radiale (53) e il secondo labbro radiale (54) non è inferiore al valore della componente radiale (L2) della lunghezza del secondo labbro radiale (54).

10. Unità cuscinetto orientabile (30) secondo una delle rivendicazioni da 4 a 9, in cui una distanza radiale (D1) tra l'estremità (53b') del bordo contattante (53b) del primo labbro radiale (53) e l'estremità (54b') del bordo contattante (54b) del secondo labbro radiale (54) è compresa tra 0,1 mm e 1,6 mm.

p.i. Aktiebolaget SKF

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



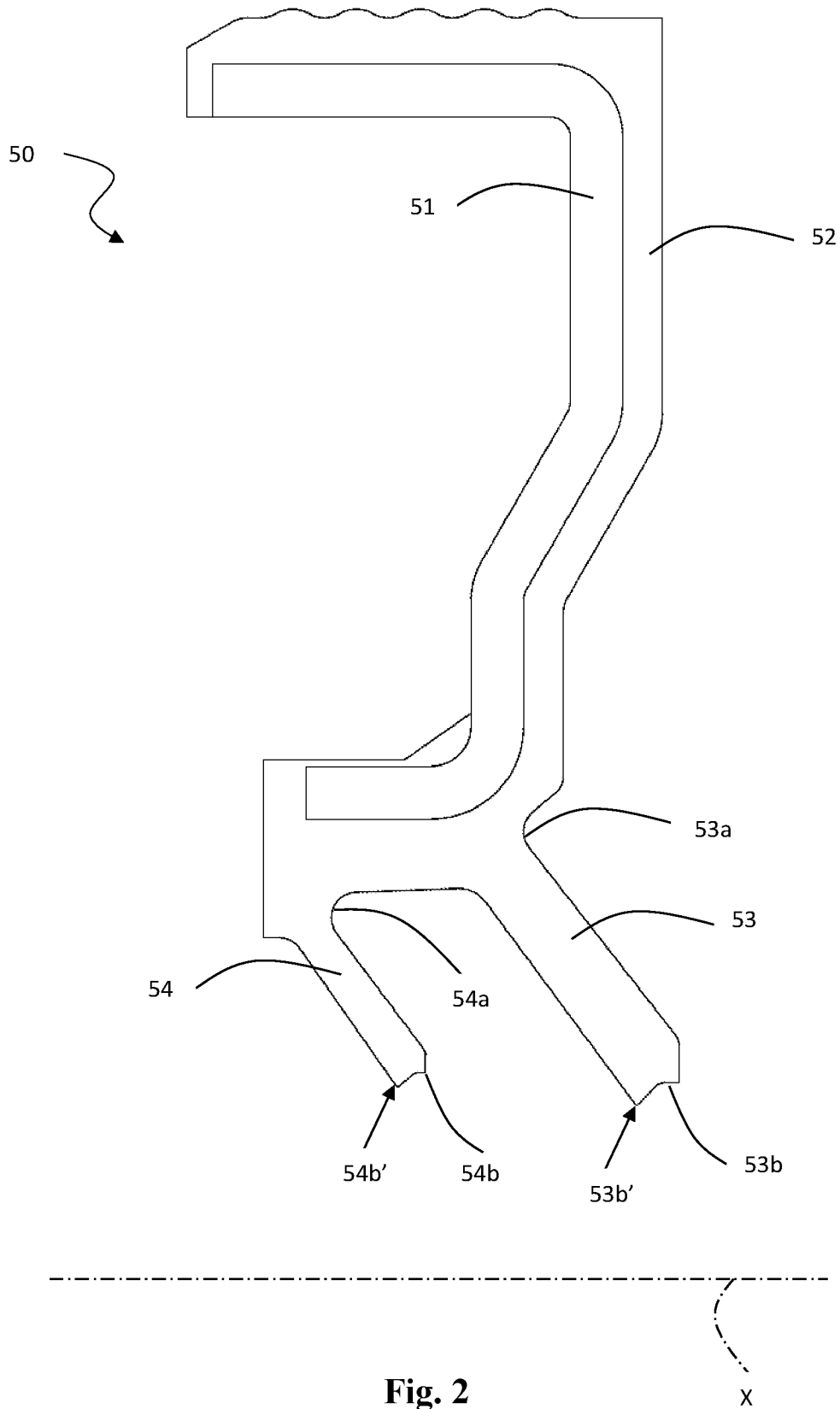


Fig. 2

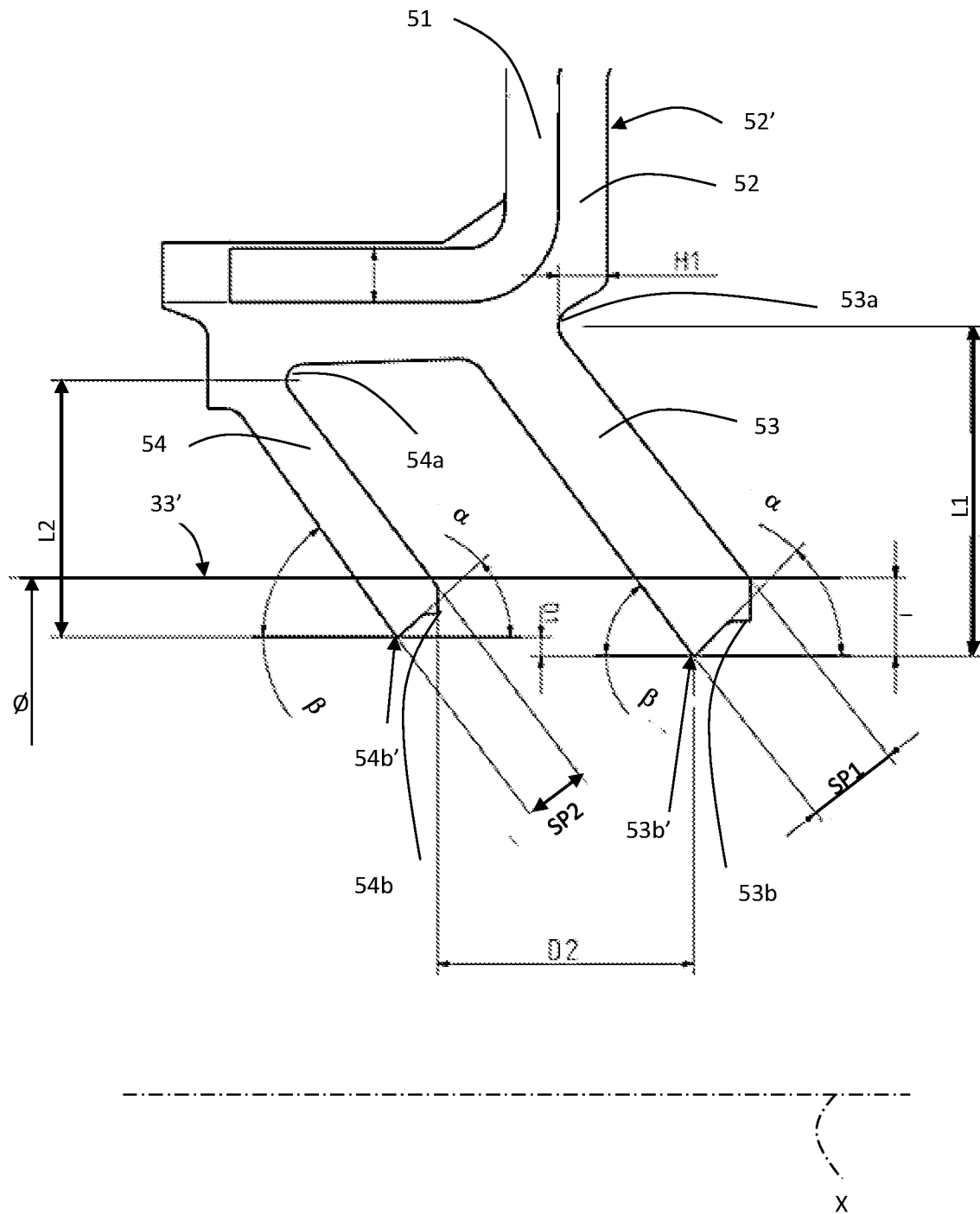


Fig. 3