

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102021000018638</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>15/07/2021</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>15/01/2023</b>

Classifiche IPC

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
F	16	C	43	04

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
F	16	C	33	58

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
F	16	C	19	18

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
F	16	C	33	60

Titolo

UNITA MOZZO RUOTA SENSORIZZATA PER VEICOLI

Descrizione a corredo di una domanda di brevetto per invenzione industriale

**dal titolo: UNITÀ MOZZO RUOTA SENSORIZZATA PER VEICOLI**

A nome: Aktiebolaget SKF

di nazionalità: Svedese

5 con sede in: 415 50 Göteborg (SVEZIA)

Inventore designato: GARRONE, Alessandro, E

HUBERT Mathieu.

**DESCRIZIONE**

**Settore Tecnico dell'Invenzione**

10 La presente invenzione è relativa ad una unità mozzo ruota sensorizzata per veicoli, dotata di uno o più estensimetri o di un altro tipo di sensori di deformazione adatti a rilevare in tempo reale e con precisione le forze ed i momenti applicati sulla unità mozzo ruota, in modo da fornire alla centralina del veicolo informazioni utili per migliorare e dare maggiore  
15 efficacia al controllo di stabilità, nonché utilizzabili per gestire al meglio funzioni di guida autonoma.

**Tecnica Nota**

Nei gruppi sospensione attualmente in uso sono utilizzati solo sensori in grado di rilevare la velocità di rotazione di ciascuna ruota di un veicolo, ma  
20 non sono in uso gruppi sospensione sensorizzati in grado di rilevare le sollecitazioni che riceve l'unità mozzo ruota su cui è montata la ruota del veicolo a causa delle diverse condizioni di marcia del veicolo, ad esempio dovute alle asperità o diverse condizioni del terreno su cui si muove il veicolo e/o alle manovre effettuate, ad esempio, sterzata, frenata, eccetera.

25 US6619102B2 descrive una unità mozzo ruota costituita da un

cuscinetto di rotolamento, un cui anello esterno presenta una flangia di fissaggio al montante sospensione e che è provvista di zone circonferenziali e radiali di deformazione elastica, su ciascuna delle quali è applicato un singolo sensore di deformazione. Tale soluzione, oltre che essere complessa e costosa da implementare, lascia esposto il sensore ai contaminanti esterni quali polvere ed umidità e/o a possibili danneggiamenti, sia in uso che durante il montaggio.

US6658943B2 descrive un cuscinetto di rotolamento a doppia corona di rulli conici in cui la superficie laterale cilindrica radialmente esterna dell'anello esterno del cuscinetto è provvista di quattro moduli sensore fissati circonferenzialmente sulla superficie cilindrica radialmente esterna e angolarmente spaziati tra loro. Ciascun modulo consiste in una coppia di sensori di deformazione o estensimetri disposti tra loro a 90°. Anche questa soluzione, però, lascia esposti i sensori a possibili contaminanti o danneggiamenti.

Infine, tutte queste soluzioni note si sono rivelate poco efficaci e soprattutto poco affidabili nella rilevazione in tempo reale delle deformazioni e necessitano di successive ricalibrazioni dei sensori.

In sostanza, tutti i sistemi noti sono adatti solo per effettuare test, ma non sono compatibili con la produzione di serie.

#### Sintesi dell'Invenzione

Scopo della presente invenzione è quello di fornire una unità mozzo ruota sensorizzata capace di effettuare la rilevazione in tempo reale ed in modo preciso ed affidabile (quindi anche con elevata ripetibilità dei risultati) dell'entità di forze e momenti applicati, ovvero dei carichi cui è soggetto un

veicolo in marcia, che sia al contempo di semplice implementazione e soprattutto che non esponga il sensore/i al contatto con contaminanti esterni e/o a possibili danneggiamenti.

In base all'invenzione viene dunque fornita una unità mozzo ruota 5 sensorizzata avente le caratteristiche enunciate nelle rivendicazioni annesse.

#### Breve Descrizione dei Disegni

L'invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio non limitativo di attuazione, in cui:

- la figura 1 illustra schematicamente una vista in elevazione laterale 10 e sezionata radialmente di parte di un gruppo sospensione di veicolo dotato di una unità mozzo ruota sensorizzata secondo l'invenzione;
- la figura 2 illustra schematicamente una vista prospettica di tre quarti anteriore del gruppo sospensione di veicolo di figura 1 con l'unità mozzo ruota secondo l'invenzione sezionata radialmente;
- 15 - la figura 3 illustra schematicamente una vista prospettica di tre quarti anteriore di un anello esterno della unità mozzo ruota di figure 1 e 2;
- la figura 4 illustra schematicamente un componente dell'anello esterno della unità mozzo ruota di figure 1 e 2;
- la figura 5 illustra schematicamente in scala ingrandita una vista in 20 sezione radiale di un dettaglio dell'anello esterno della unità mozzo ruota di figura 1, dettaglio corrispondente a quanto illustrato nella zona cerchiata a tratto e punto in figura 1; e
- la figura 6 illustra in scala ingrandita una vista prospettica di tre quarti dall'alto di un dettaglio del componente di figura 4 della unità mozzo 25 ruota di figure 1 e 2.

### Descrizione Dettagliata

Con riferimento alle figure da 1 a 6, in esse è indicato nel suo complesso con 1 un gruppo sospensione per veicoli, comprendente una unità mozzo ruota 2 sensorizzata ed un montante o articolazione di sospensione 3 per l'unità mozzo ruota 2. L'unità mozzo ruota 2, che è configurata per accoppiare con il montante o articolazione di sospensione 3 include almeno un sensore di deformazione 4 (figura 4) configurato per rilevare sollecitazioni meccaniche come i carichi, in particolare forze e momenti (coppie), agenti sulla unità mozzo ruota 2.

10 L'unità mozzo ruota 2 comprende un cuscinetto di rotolamento 30 comprendente a sua volta un anello radialmente esterno 5, un anello radialmente interno 6 montato coassiale e concentrico con l'anello esterno 5 ed una pluralità di corpi volventi 7 inseriti interposti tra l'anello interno 6 e l'anello esterno 5 per renderli relativamente girevoli intorno ad un comune 15 asse di simmetria A (figura 2).

I corpi volventi 7 sono, nell'esempio non limitativo illustrato, suddivisi in due corone di corpi volventi 7 che impegnano, rispettivamente, una coppia di piste anulari di rotolamento 20b tra loro affacciate, situate da banda opposta al montante o articolazione di sospensione 3, o piste "outboard" 20 (OB), cioè situate in uso sul lato esterno veicolo, ed una coppia di piste anulari di rotolamento 20c tra loro affacciate, situate dalla parte del/in prossimità del montante o articolazione di sospensione 3, o piste "inboard" (IB), cioè situate in uso sul lato interno veicolo.

L'almeno un sensore di deformazione 4 è portato solidale dall'anello 25 esterno 5, nel modo che si vedrà.

Nell'esempio non limitativo, ma preferito, illustrato, l'unità mozzo ruota 2 è provvista di una pluralità di sensori di deformazione 4, preferibilmente appaiati a due a due in una pluralità di coppie 8 di sensori 4 disposte tra loro spaziate circonferenzialmente in corona sull'anello esterno

5 5.

È chiaro che posizionamenti o lay-out diversi sono anche possibili, a seconda delle specifiche informazioni che si desidera raccogliere. Ad esempio, si potranno avere una pluralità di sensori 4 di deformazione singoli (dunque non a coppie 8), e diversi (anche sensori di deformazione di tipo diverso) per 10 la pista inboard 20c e per la pista outboard 20b. Inoltre, i sensori di deformazione 4, di qualsiasi tipo, singoli o a coppie, possono essere posizionati in corrispondenza della pista inboard 20c in una posizione angolare (cioè valutata in direzione circonferenziale) diversa rispetto a quelli posizionati in corrispondenza della pista outboard 29b.

15 Secondo un primo aspetto dell'invenzione, l'anello che in uso non è rotante, nell'esempio non limitativo illustrato l'anello radialmente esterno 5, è formato dall'accoppiamento rigido e solidale di un primo elemento anulare 9 e di un secondo elemento anulare 10, disposti tra loro coassiali rispetto ad un comune asse di simmetria A.

20 Il secondo elemento anulare 10 è preferibilmente piantato solidale, ad esempio per forzamento con accoppiamento ad interferenza, radialmente all'interno del primo elemento anulare 9, come ben illustrato in figure 1 e 5.

25 Secondo un importante aspetto dell'invenzione, l'almeno un sensore 4 o la pluralità di coppie 8 di sensori 4 è/sono disposto/e in corrispondenza di una interfaccia 11 (figure 1 e 5) tra il primo elemento anulare 9 ed il

secondo elemento anulare 10.

La interfaccia 11 tra il primo elemento anulare 9 ed il secondo elemento anulare 10 è definita, secondo un ulteriore aspetto dell'invenzione, tra una superficie laterale cilindrica radialmente interna 12 del primo 5 elemento anulare 9, che è quello radialmente più esterno, ed una superficie laterale cilindrica radialmente esterna 13 del secondo elemento anulare 10 (figure 1 e 5).

In particolare, l'almeno un sensore di deformazione 4 / la pluralità di 10 coppie 8 di sensori di deformazione 4 è/sono fissato/e solidale/i al secondo elemento anulare 10, cioè all'elemento radialmente più interno dei due elementi anulari 9,10 costituenti/formanti l'anello non rotante 5 (nella fattispecie l'anello esterno 5), radialmente sull'esterno dell'elemento anulare 10 medesimo, cioè dell'elemento anulare radialmente più interno dell'anello non rotante 5.

15 Ancora più in particolare, l'almeno un sensore di deformazione 4 / la pluralità di sensori di deformazione 4 (singoli o a coppie 8) è/sono alloggiato/e all'interno di una camera 14 / una pluralità di camere 14 disposta/e tra la superficie laterale radialmente interna 12 del primo elemento anulare 9 e la superficie laterale radialmente esterna 13 del 20 secondo elemento anulare 10, fissato/e solidale/i a quest'ultimo.

Nell'esempio non limitativo illustrato sono presenti una pluralità di camere 14 angolarmemente spaziate tra loro, con passo circonferenziale costante o meno, presenti ad esempio in numero di sei disposte a 60°, oppure di quattro a 90° o di tre disposte a 120°. È anche possibile avere una 25 sola tasca o camera 14 con all'interno un singolo sensore 4 o una coppia 8 di

sensori 4; oppure ancora due camere 14, disposte diametralmente opposte o con qualsiasi altra disposizione.

Le camere 14, quando sono presenti in numero maggiore di uno, sono inoltre collegate tra loro, come si vedrà meglio nel seguito, da un canale 5 anulare formato da una gola anulare 15 ricavata sulla superficie laterale radialmente esterna 13 dell'elemento anulare 10 radialmente più interno.

Secondo un importante aspetto dell'invenzione, la gola anulare 15, come anche tutte le camere 14 presenti, è/sono chiusa/e e sigillata/e a tenuta di fluido, radialmente sull'esterno, dalla superficie laterale radialmente 10 interna 12 dell'elemento anulare 9 radialmente più esterno.

Ciascuna camera 14 (figure 5 e 6) è delimitata tra un bassofondo o recesso 16 ricavato sulla superficie laterale radialmente esterna 13 del secondo elemento anulare 10 e una porzione 18 (figura 5) della superficie laterale radialmente interna 12 del primo elemento anulare 9, affacciata al 15 bassofondo o recesso 16, il quale è coperto e chiuso sostanzialmente a tenuta di fluido dalla porzione 18 della superficie laterale 12, in modo da formare la rispettiva camera 14.

Il sensore / i sensori 4 di deformazione utilizzati secondo l'invenzione vengono scelti nel gruppo consistente in: Film sottile incollato; Film spesso 20 incollato; Film spesso a deposito laser; Film spesso serigrafato; Estensimetro incollato a base di silicio; Substrato incollato in acciaio inossidabile con sensore; Substrato saldato in acciaio inossidabile con sensore; Substrato ceramico incollato con sensore.

Nel caso di presenza di un substrato, il sensore attivo può essere: 25 supporto in acciaio inossidabile con film spesso stampato; substrato in acciaio

inossidabile con film spesso depositato al laser; substrato in acciaio inossidabile con film sottile fluido o estensimetro a base di silicio.

Secondo una preferita forma di attuazione dell'invenzione (figura 6) ciascun sensore di deformazione 4 consiste in un materiale ceramico 5 piezoresistivo reso solidale ad una placca di acciaio 19 disposta a cavallo del bassofondo o recesso 16, ed orientata in esso secondo in una direzione circonferenziale.

La soluzione preferibile è dunque quella con sensore 4 piezoresistivo stampato su un substrato di acciaio inossidabile e poi saldato sulla superficie 10 di rilevamento, dunque nella fattispecie sulla superficie laterale radialmente esterna 13 dell'elemento anulare 10.

Nel caso di coppie 8 di sensori 4, questi ultimi sono progettati come piccole unità con due elementi sensibili stampati sullo stesso substrato. Gli elementi sensibili alla deformazione sono collegati a tracce conduttrive 15 elettriche che vanno al centro dell'unità dove sono stampati dei contatti conduttrivi. Questi contatti conduttrivi vengono utilizzati per collegare in modo per altro ovvio ai tecnici del ramo i sensori di deformazione 4 all'elettronica (portata all'interno o all'esterno della unità mozzo ruota 2).

Facoltativamente, tale elettronica è collocata nello stesso volume 20 libero che contiene i sensori 4, cioè all'interfaccia 11 tra gli elementi anulari 9 e 10 che formano l'anello in uso non rotante 5 del cuscinetto di rotolamento 30. L'elettronica può essere posizionata direttamente sullo stesso substrato dei sensori 4 e tracciata utilizzando il processo "chip-on-board" quando necessario (ad esempio nel caso di componenti a base di silicio). In 25 alternativa, l'elettronica può essere posizionata in un'altra posizione

circonferenziale quando collegata a ciascun sensore 4 utilizzando un circuito stampato flessibile oppure fili elettrici isolati. Con queste opzioni di progettazione, l'elettronica beneficia della stessa protezione dall'ambiente esterno dei sensori 4.

5 Nell'esempio non limitativo ma preferito di attuazione dell'invenzione, dunque, tra il primo e secondo elemento anulare 9,10 sono disposte tra loro angolarmente spaziate una pluralità di coppie 8 di sensori di deformazione 4.

I sensori di deformazione 4 di ciascuna coppia 8 di sensori sono inoltre disposti, secondo un ulteriore aspetto dell'invenzione, in corrispondenza di 10 (cioè "sopra" a) una coppia di rispettive piste anulari 20b e 20c di rotolamento per i corpi volventi 7 ricavate su una superficie laterale 21 radialmente interna (figure 5,6) del secondo elemento anulare 10.

Ciascun sensore di deformazione 4 di ciascuna coppia 8 di sensori è alloggiato trasversalmente, in una direzione circonferenziale, entro una 15 rispettiva estremità 22 di un corrispondente bassofondo o recesso 16.

In particolare, ciascun recesso o bassofondo 16 presenta due opposte estremità 22 allargate, cioè aventi sviluppo circonferenziale maggiore del resto del rispettivo bassofondo 16, ed orientate circonferenzialmente, mentre, al contrario, ciascun bassofondo o recesso 16 ha uno sviluppo in 20 lunghezza, misurato tra le opposte estremità 22, orientato in una direzione assiale (cioè parallela all'asse A), in modo che ciascun bassofondo 16 si estende fino in corrispondenza di (e almeno parzialmente sopra a) entrambe le piste 20, che sono disposte affiancate ed adiacenti, e tra le stesse.

Quindi ciascun bassofondo 16 alloggia una rispettiva coppia 8 di 25 sensori 4, ciascun sensore 4 disposto entro una estremità 22 allargata e

sostanzialmente in corrispondenza di una sottostante (in senso radiale) pista 20.

Ciascun bassofondo o recesso 16 è inoltre collegato ad una pluralità di altri bassofondi o recessi 16 assiali ricavati tra loro angolarmente spaziali 5 nel secondo elemento anulare 10 mediante la gola anulare 15, che è disposta assialmente, cioè rispetto ad una direzione assiale parallela all'asse A, tra ciascuna coppia 8 di sensori 4.

La gola anulare 15 alloggia inoltre una banda anulare elettricamente conduttrice 23 multi-canale (oppure una pluralità di fili elettrici isolati), la 10 quale è elettricamente isolata ed è elettricamente collegata in qualsiasi modo noto a ciascun sensore di deformazione 4. La banda conduttrice 23 è configurata per raccogliere i segnali elettrici emessi dai sensori 4 a seguito di deformazioni meccaniche dell'anello esterno 5, soprattutto in corrispondenza delle piste 20, e trasmetterli ad una centralina veicolo (nota e non illustrata 15 per semplicità), ad esempio attraverso un foro 24 praticato trasversalmente passante (in direzione perfettamente radiale o inclinata, come illustrato) nell'elemento anulare 9 e/oppure attraverso una scanalatura o foro assiale (non illustrati per semplicità) opportunamente praticata/o attraverso uno e 20 entrambi gli elementi anulari 9,10. Attraverso tale foro o scanalatura 24 è possibile alloggiare in modo noto un opportuno collegamento elettrico verso una centralina veicolo.

Nell'esempio non limitativo illustrato, l'unità mozzo ruota 2 è completamente costituita dal solo cuscinetto di rotolamento 30, che è del tipo cosiddetto "di terza generazione" o "bifangiato", nel senso che l'anello 25 esterno 5, non rotante, è direttamente provvisto di mezzi di attacco al

montante sospensione 3 e l'anello interno 6, rotante, è provvisto radialmente di sbalzo, da banda opposta al montante sospensione 3, di una flangia 25 (figure 1 e 2) per ricevere direttamente una ruota di veicolo.

Ovviamente, l'invenzione si può applicare anche a cuscinetti di 5 rotolamento di seconda o prima generazione, rispettivamente dotati solo di una flangia (o altri mezzi di attacco) al montante sospensione 3 o privi di flange. Nel primo caso, l'anello non rotante 5 è fissato al montante sospensione 3 mediante una flangia o orecchie radiali o altri mezzi di attacco meccanico, mediante viti o bulloni, mentre l'anello rotante 6 è montato 10 solidale ad un fusello dotato della flangia di attacco per una ruota veicolo. Il secondo caso è simile al primo, ma l'anello non rotante 5 è fissato al montante sospensione 3 piantandolo in una apposita sede.

Secondo la forma di realizzazione non limitativa illustrata, pertanto, il primo elemento anulare 9 è provvisto radialmente sull'esterno e radialmente 15 di sbalzo di una flangia (analogia alla flangia 25) o, come nell'esempio illustrato, di una pluralità di orecchie 26 di collegamento configurate per fissare l'anello esterno 5 angolarmente solidale al montante sospensione 3 mediante viti o bulloni, noti e non illustrati.

È da notare che, grazie alla suddivisione dell'anello non rotante 5 in 20 due elementi anulari 9,10 accoppiati uno sull'altro non esistono più limitazioni tecniche o progettative nel posizionamento assiale e angolare sia dei mezzi di attacco, come le orecchie 26, sia dei sensori 4 e/o delle loro sedi 14 di alloggiamento.

Secondo un aspetto dell'invenzione, il secondo elemento anulare 10 25 presenta una sua prima estremità 27 provvista di un bordo anulare 28 che si

estende radialmente di sbalzo dalla superficie laterale radialmente esterna 13 del secondo elemento anulare e che è accoppiato in battuta assiale contro una corrispondente prima estremità 29 del primo elemento anulare 9. Questo bordo 28 crea uno spallamento che impedisce dunque movimenti assiali 5 indesiderati tra gli elementi anulari 9 e 10 reciprocamente accoppiati.

Per completare un accoppiamento sicuro reciproco tra gli elementi anulari 9,10 (che potrebbe essere comunque già assicurato dal solo accoppiamento ad interferenza) una seconda estremità 31 del secondo elemento anulare 10, opposta alla prima estremità 27, viene realizzata in 10 modo da sporgere assialmente a sbalzo da una corrispondente seconda estremità 32 del primo elemento anulare 9, contro la quale è stata ricalcata (ad esempio per formatura orbitale) in modo da serrare a pacco il primo elemento anulare 9 tra il bordo anulare 28 della prima estremità 27 e la seconda estremità 31 del secondo elemento anulare 10.

15 Tale soluzione assicura l'assemblaggio tra gli elementi anulari 9,10 a formare l'anello non rotante 5 ed evita il momento assiale relativo tra le due parti 9,10 in cui è stato suddiviso l'anello 5. Alternativamente, la medesima funzione meccanica può essere svolta mediante:

- Sostituzione della formatura orbitale (e dello spallamento 28) 20 mediante cordoni di saldatura laser o a frizione;
- Sostituzione della formatura orbitale con elementi filettati (per esempio bulloni) o anelli elastici;
- Sostituzione della formatura orbitale con forgiatura a freddo o a caldo.

Tra tali soluzioni alternative la saldatura laser, con cordoni di 25 saldatura continui, è preferita, in quanto permette di assicurare la completa

sigillatura a tenuta di fluido di tutta la interfaccia 11 e quindi, indirettamente, sia dei sensori 4 che delle camere 14 con la relativa elettronica.

La sigillatura a tenuta di fluido della interfaccia 11 è un aspetto essenziale dell'invenzione. Essa è già di per sé assicurata dall'accoppiamento 5 per forzamento tra le superficie laterali 12 e 13, ma viene senz'altro migliorata da un fissaggio integrale degli elementi anulari 9,10 tra loro mediante saldatura laser continua. Il medesimo risultato si può ovviamente assicurare anche con altri mezzi ed anche nel caso di bloccaggio con formatura orbitale e spallamento, ad esempio inserendo tra gli elementi 10 anulari 9 e 10 delle guarnizioni e/o dei sigillanti.

In ogni caso, è essenziale che il sistema che viene utilizzato assicuri di rendere rigidamente solidali tra loro gli elementi anulari 9 e 10, ad esempio per deformazione plastica, per saldatura laser o a frizione, per bloccaggio meccanico tramite anello elastico o con una flangia filettata.

15 In questo modo, l'elemento anulare 9 resta collegato angolarmente (grazie all'accoppiamento per forzamento) ed assialmente solidale all'elemento anulare 10 formando con esso un unico elemento costituente l'anello non rotante (esterno) 5. Ovviamente, è possibile in caso di necessità prevedere all'interfaccia 11 un sistema di collegamento angolare, come parti 20 piane o altri sistemi noti.

È evidente che il sistema di accoppiamento tra gli elementi anulari 9 e 10 descritto può essere invertito, per cui, ad esempio, lo spallamento 28 ed il bordo ricalcato 31 (o equivalenti mezzi di bloccaggio come cordoni di saldatura o elementi meccanici) possono essere ricavati sull'elemento 25 anulare 9 anziché sull'elemento anulare 10; in questo caso sarà l'elemento

anulare 9 ad essere assialmente più lungo del (cioè a sporgere assialmente dal) elemento anulare 10.

Dunque, è indifferentemente uno degli elementi anulari 9,10 che presenta una prima estremità 27 provvista di un bordo anulare 28 che si 5 estende radialmente di sbalzo e che è accoppiato in battuta assiale contro una corrispondente prima estremità 29 dell'altro elemento anulare, mentre una sua opposta estremità 31 sporge assialmente a sbalzo da una seconda estremità 32 dell'altro elemento anulare 9 con il quale è stata resa rigidamente solidale, ad esempio per deformazione platica, per saldatura 10 laser o a frizione, per bloccaggio meccanico tramite anello elastico o con una flangia filettata.

È infine evidente da quanto descritto che l'invenzione si applica anche nel caso in cui l'anello in uso non rotante sia l'anello interno 6 del cuscinetto 30; in questo caso, sarà l'anello radialmente interno 6 a venire formato 15 mediante accoppiamento per forzamento di due elementi anulari analoghi agli elementi 9 e 10, ma dove i sensori 4 vengono fissati solidali alla superficie laterale radialmente interna dell'elemento anulare radialmente più esterno.

Grazie alla struttura descritta, i sensori 4 sono protetti totalmente sia da urti o altri danneggiamenti, sia da eventuali contaminanti esterni, per cui 20 funzionano in modo sempre affidabile. Inoltre, si è riscontrato che la specifica posizione intermedia all'interfaccia 11 permette di ottenere segnali più precisi ed affidabili rispetto allo stato dell'arte.

Durante l'assemblaggio del cuscinetto 30 / unità mozzo ruota 2 sul montante sospensione 3, le deformazioni indotte dai bulloni di fissaggio 25 riguardano principalmente l'elemento anulare 9 sprovvisto dei sensori 4, che

quindi non vengono influenzati e permettono una più accurata "lettura" delle deformazioni sulle piste di rotolamento 20b e 20c.

La struttura descritta fornisce un forte disaccoppiamento tra i bulloni di montaggio e le piste/superfici accoppiate ai sensori 4. Questo 5 disaccoppiamento è ottenuto grazie alla specifica architettura in due pezzi, cioè dalla separazione in due elementi anulari concentrici, dell'anello non rotante del cuscinetto di rotolamento.

Parallelamente, la suddivisione in due parti dell'anello non rotante fornisce una protezione assoluta contro i contaminanti (acqua, umidità, 10 eccetera) presenti nell'ambiente esterno al volume (camera 14) in cui viene posizionato ciascun sensore 4.

Tutti gli scopi dell'invenzione sono dunque raggiunti.

## RIVENDICAZIONI

1. Unità mozzo ruota (2) sensorizzata comprendente almeno un sensore di deformazione (4) per il rilevamento di sollecitazioni meccaniche ed un cuscinetto di rotolamento (30) comprendente a sua volta un anello in uso non rotante (5), un anello in uso rotante (6) montato coassiale e concentrico con l'anello non rotante ed una pluralità di corpi volventi (7) inseriti interposti tra l'anello rotante (6) e l'anello non rotante (5) per renderli relativamente girevoli intorno ad un comune asse di simmetria (A); laddove detto almeno un sensore di deformazione (4) è portato solidale dall'anello in uso non rotante (5); **caratterizzata dal fatto che** l'anello in uso non rotante (5) è formato dall'accoppiamento di un primo (9) e di un secondo (10) elemento anulare disposti tra loro coassiali, il secondo elemento anulare (10) essendo piantato solidale radialmente all'interno del primo elemento anulare (9); il detto almeno un sensore di deformazione (4) essendo disposto in corrispondenza di una interfaccia (11) tra il primo ed il secondo elemento anulare (9,10).

2. Unità mozzo ruota sensorizzata secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che la detta interfaccia (11) tra il primo ed il secondo elemento anulare (9,10) è definita tra una superficie laterale cilindrica radialmente interna (12) del primo elemento anulare (9), che è quello radialmente più esterno, ed una superficie laterale cilindrica radialmente esterna (13) del secondo elemento anulare (10).

3. Unità mozzo ruota sensorizzata secondo la rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che l'anello in uso non rotante è un anello radialmente esterno (5) del cuscinetto di rotolamento (30), mentre l'anello

in uso rotante è un anello radialmente interno (6) del cuscinetto di rotolamento (30); il detto almeno un sensore di deformazione (4) essendo fissato solidale al secondo elemento anulare (10), radialmente sull'esterno dello stesso.

5        4. Unità mozzo ruota sensorizzata secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detto almeno un sensore (4) di deformazione è alloggiato all'interno di una camera (14) disposta tra una superficie laterale radialmente interna (12) del primo elemento anulare (9) ed una superficie laterale radialmente esterna (13) del secondo elemento 10 anulare (10).

5        5. Unità mozzo ruota secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detta camera (14) è delimitata tra un bassofondo o recesso (16) ricavato sulla superficie laterale radialmente esterna (13) del secondo elemento anulare (10) e una porzione (18) della superficie laterale 15 radialmente interna (12) del primo elemento anulare (9), affacciata al bassofondo o recesso (16) e che copre e chiude sostanzialmente a tenuta di fluido il bassofondo o recesso.

20        6. Unità mozzo ruota secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detto almeno un sensore di deformazione (4) è scelto nel gruppo consistente in: Film sottile incollato; Film spesso incollato; Film spesso a deposito laser; Film spesso serigrafato; Estensimetro incollato a base di silicio; Substrato incollato in acciaio inossidabile con sensore; Substrato saldato in acciaio inossidabile con sensore; Substrato ceramico incollato con sensore.

25        7. Unità mozzo ruota sensorizzata secondo una delle rivendicazioni

precedenti, caratterizzata dal fatto che tra i detti primo (9) e secondo (10) elemento anulare sono disposte tra loro angolarmente spaziate una pluralità di coppie (8) di sensori di deformazione (4) o una pluralità di singoli sensori di deformazione (4), i sensori di deformazione (4) essendo disposti 5 in corrispondenza di rispettive piste anulari (20b,c) di rotolamento per i corpi volventi (7) ricavate su una superficie laterale radialmente interna (21) del secondo elemento anulare (10).

8. Unità mozzo ruota sensorizzata secondo la rivendicazione 7, caratterizzata dal fatto che ciascun sensore di deformazione (4) è alloggiato 10 trasversalmente, in una direzione circonferenziale, entro una rispettiva estremità (22) allargata, orientata circonferenzialmente, di un bassofondo o recesso (16) assiale alloggiante una rispettiva coppia (8) di sensori (4); ciascun detto bassofondo o recesso (16) essendo collegato ad una pluralità di altri bassofondi o recessi assiali (16) ricavati tra loro angolarmente 15 spaziali nel secondo elemento anulare (10) e collegati tra loro da una gola anulare (15) disposta assialmente tra ciascuna coppia (8) di sensori (4) ed alloggiante una banda (23) anulare conduttrice multi-canale o una pluralità di fili elettricamente isolata/i ed elettricamente collegata/i a ciascun sensore di deformazione (4).

20 9. Unità mozzo ruota sensorizzata secondo la rivendicazione 8, caratterizzata dal fatto che detto primo elemento anulare (9) è provvisto radialmente sull'esterno e radialmente di sbalzo di una flangia o di orecchie (26) di collegamento configurate per fissare l'anello in uso non rotante (5) angolarmente solidale ad un montante sospensione (3) di veicolo.

25 10. Unità mozzo ruota sensorizzata secondo una delle rivendicazioni

precedenti, caratterizzata dal fatto che uno (10) di detti primo e secondo  
elemento anulare (9,10) presenta una prima estremità (27) provvista di un  
bordo anulare (28) che si estende radialmente di sbalzo e che è accoppiato  
in battuta assiale contro una corrispondente prima estremità (29) dell'altro  
5 elemento anulare (9), mentre una sua opposta estremità (31) sporge  
assialmente a sbalzo da una seconda estremità (32) dell'altro elemento  
anulare (9) con il quale è stata resa rigidamente solidale, ad esempio per  
deformazione platica per saldatura laser o a frizione, per bloccaggio  
meccanico tramite anello elastico o con una flangia filettata.

10

p.i. Aktiebolaget SKF

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

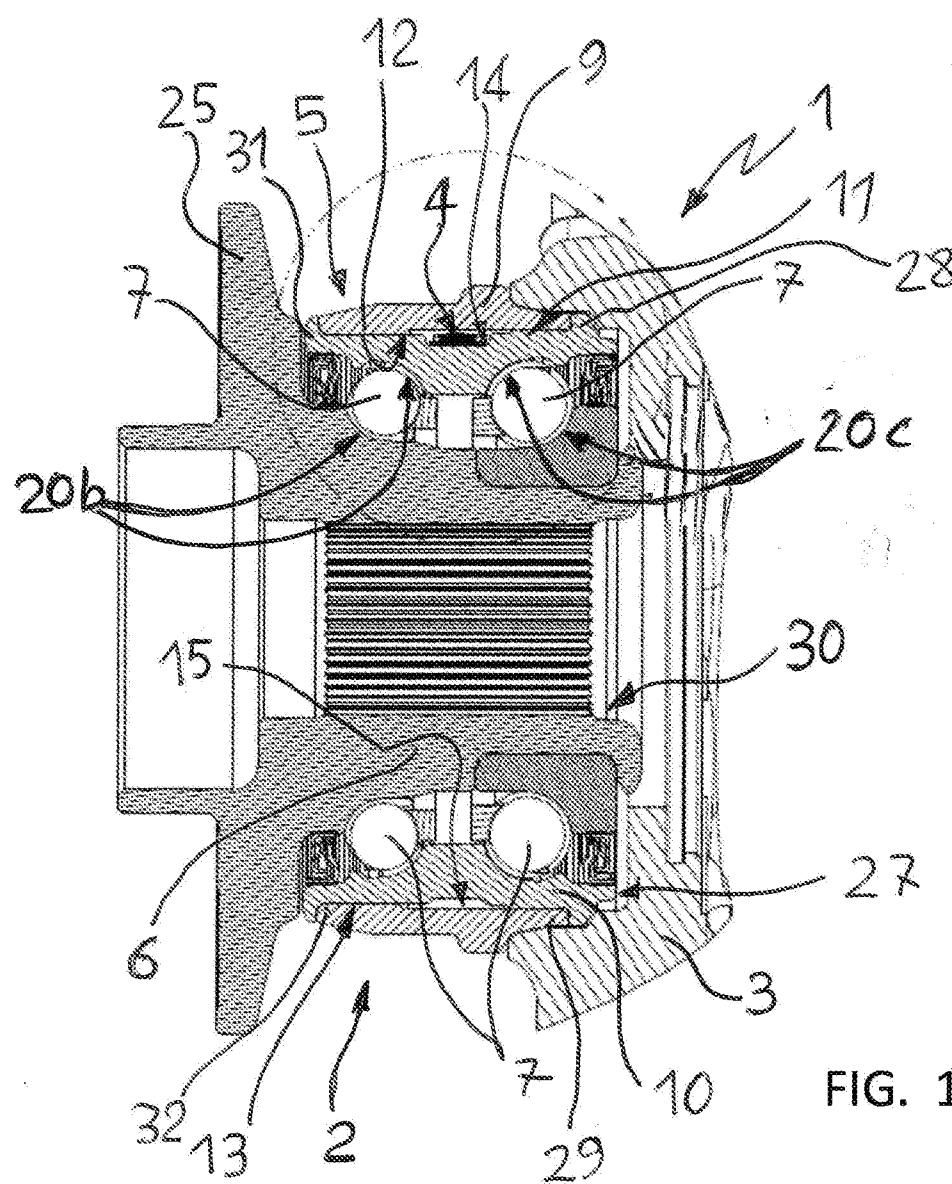


FIG. 1

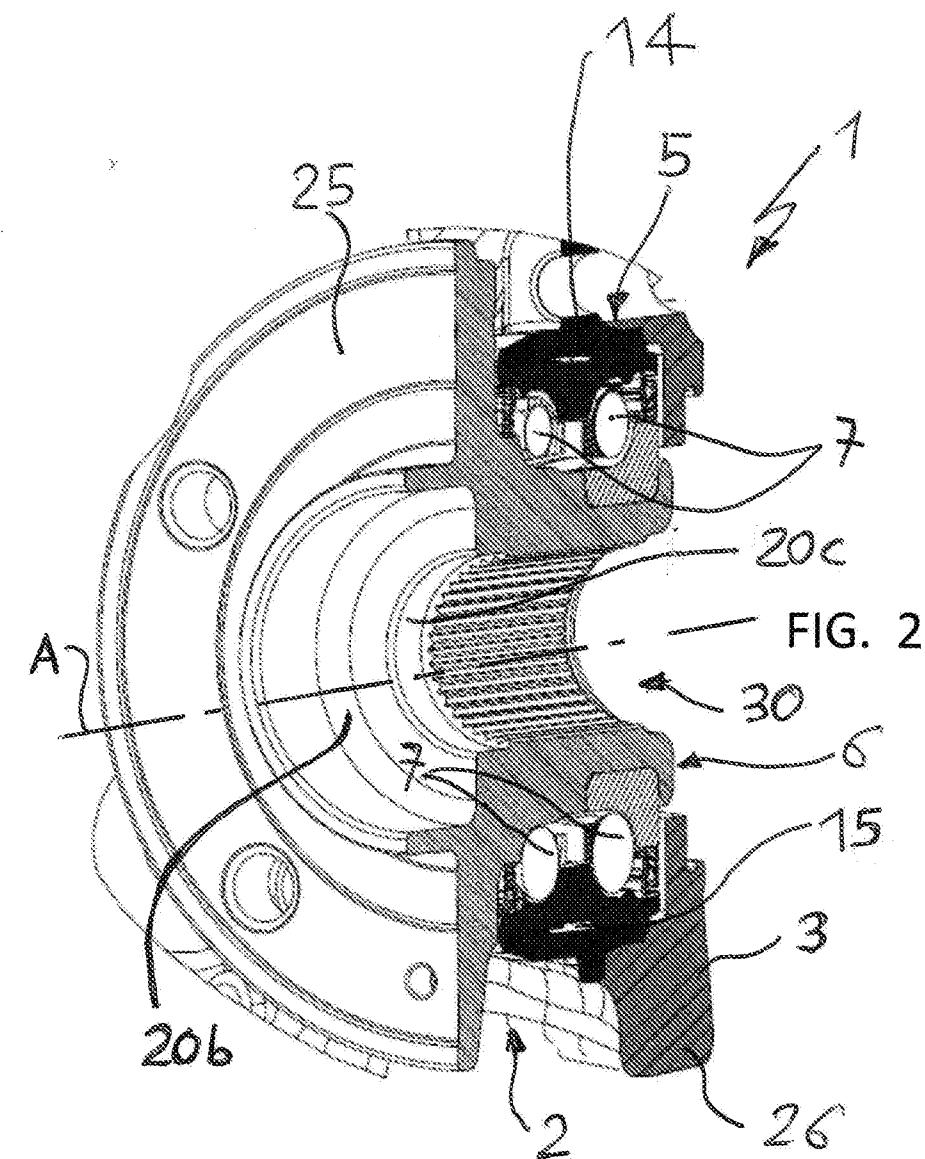


FIG. 2

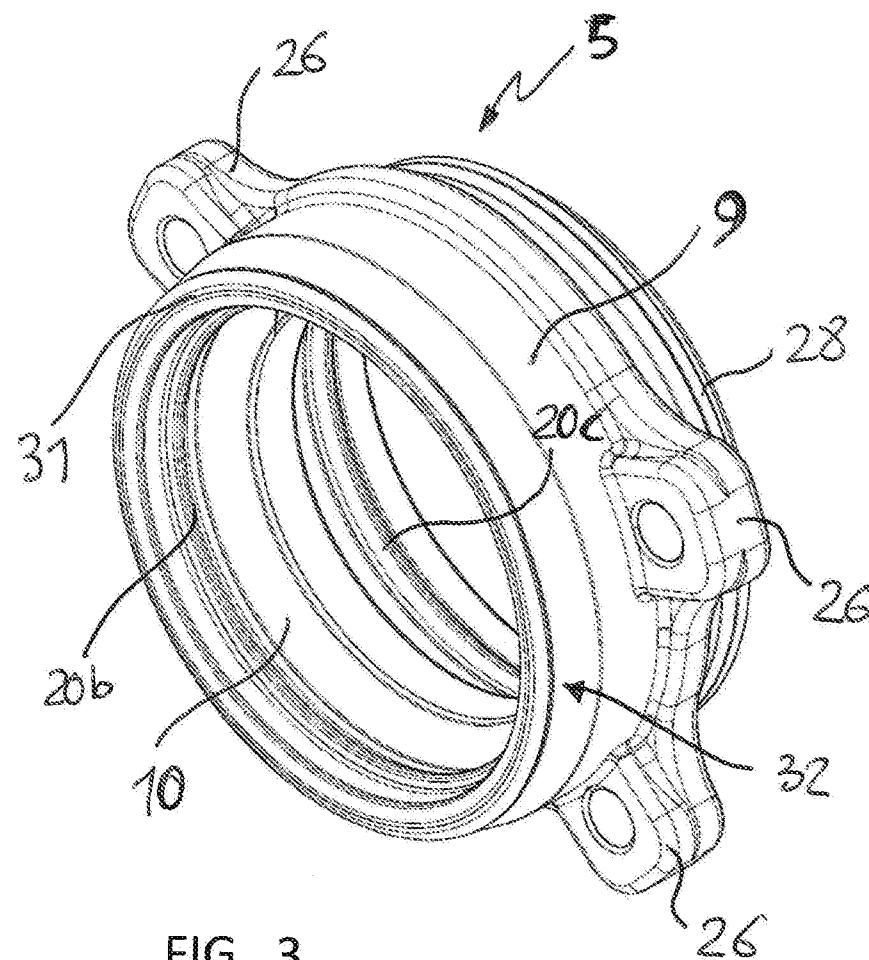


FIG. 3

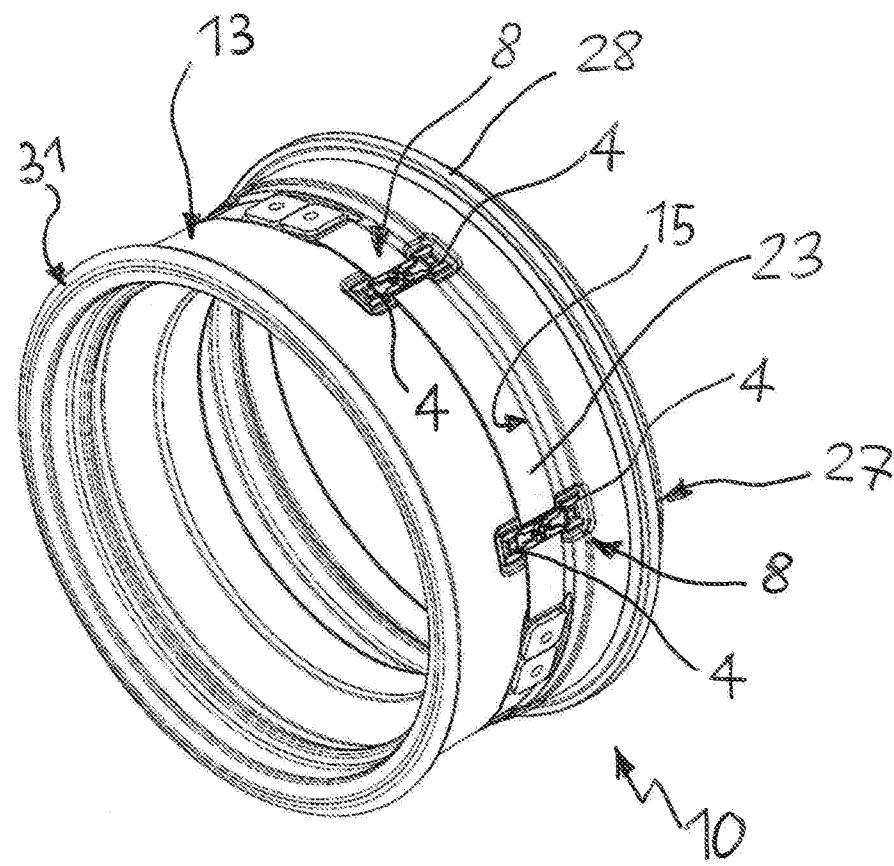


FIG. 4

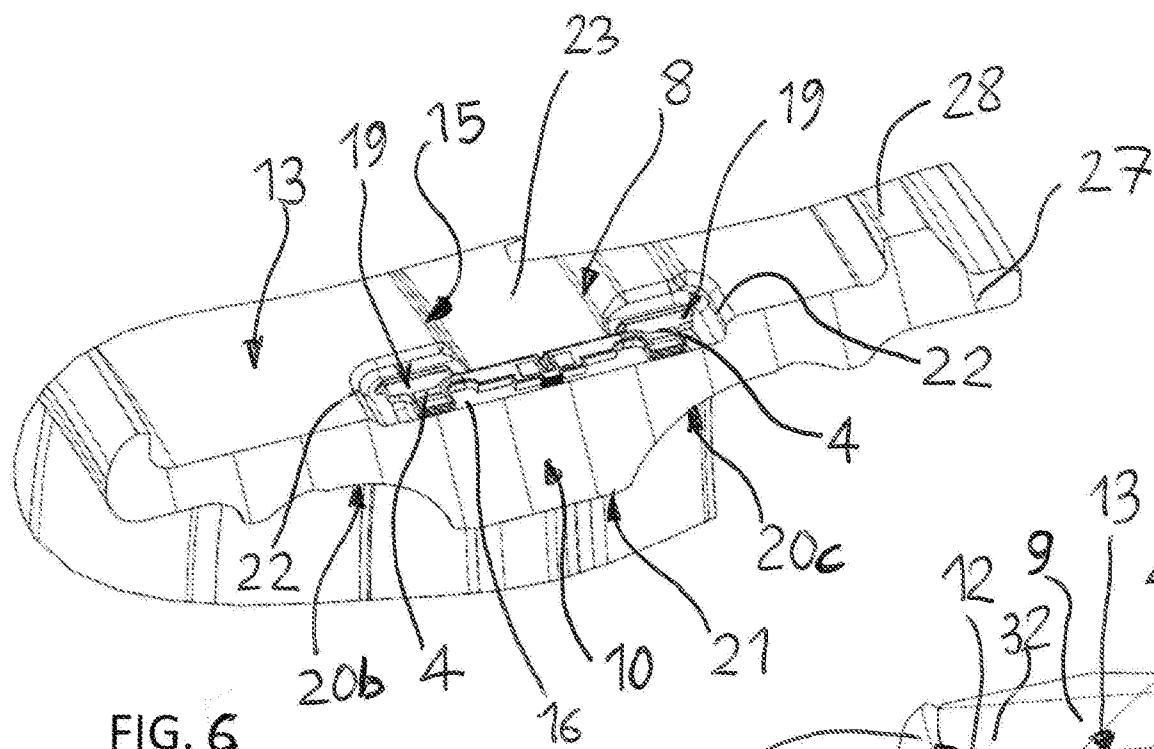


FIG. 6

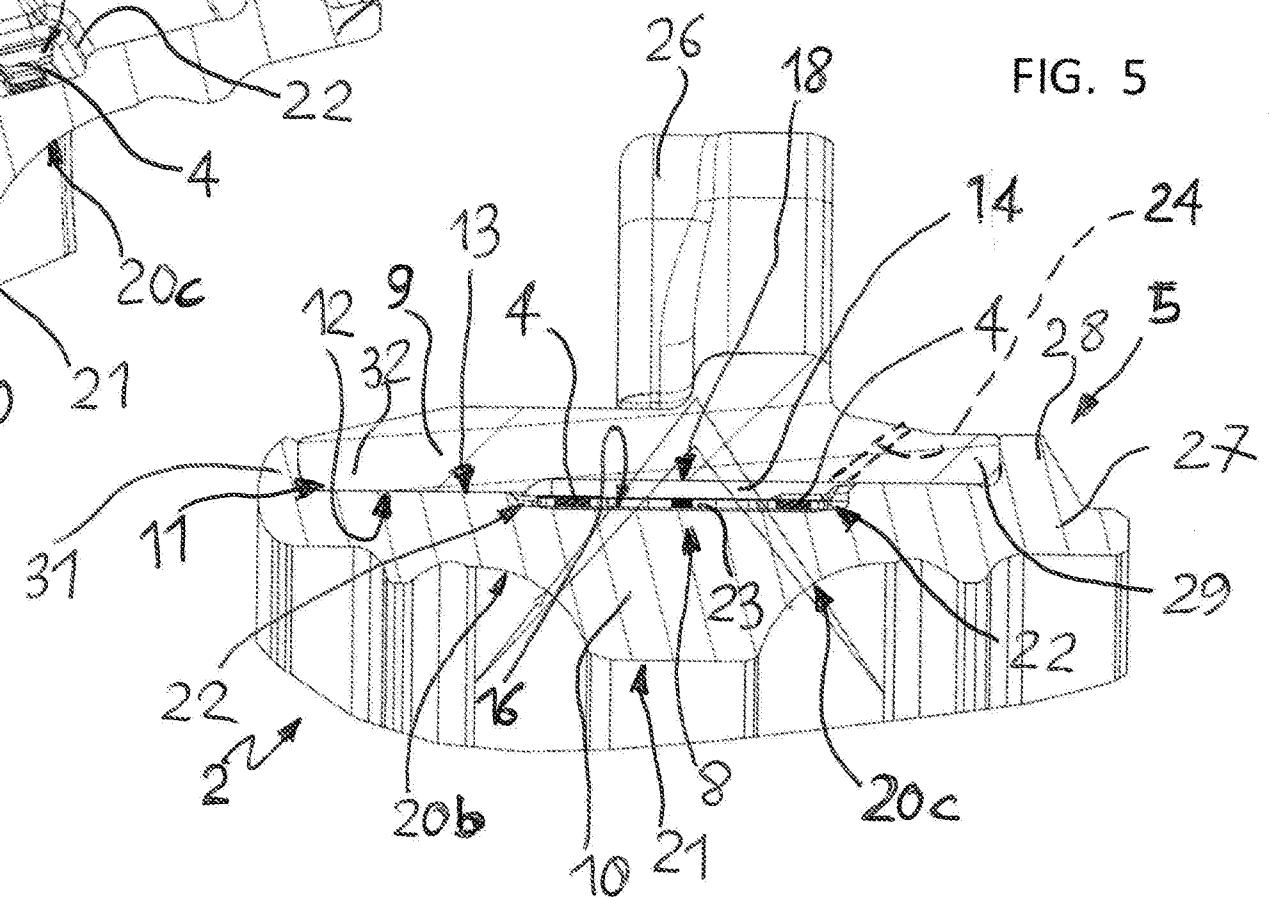


FIG. 5