

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901902503A1

Publication Date

20120627

Applicant

AKTIEBOLAGET SKF

Title

CONNESSIONE DI UN ANELLO FLANGIATO DI UN'UNITA'
CUSCINETTO-MOZZO AD UNA RUOTA O AL MONTANTE DELLA
SOSPENSIONE DI UN VEICOLO A MOTORE

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Connessione di un anello flangiato di un'unità cuscinetto-mozzo ad una ruota o al montante della sospensione di un veicolo a motore"

Di: AKTIEBOLAGET SKF, nazionalità svedese, S-415 50 Göteborg, Svezia.

Inventori designati: KNOFF Andreas; RE Paolo

Depositata il: 27 Dicembre 2010

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un elemento di connessione per collegare un anello flangiato di un'unità cuscinetto-mozzo ad una ruota o al montante della sospensione di un veicolo a motore. L'invenzione riguarda inoltre un gruppo cuscinetto-mozzo comprendente un tale elemento di connessione.

Per il montaggio di una ruota sul mozzo di un veicolo motore si usano tradizionalmente collegamenti bullonati. Nelle modalità di impiego fino ad oggi prevalenti, per fissare la ruota alla flangia radiale del mozzo, tradizionalmente si prevedono fori filettati nella flangia del mozzo e fori passanti ricavati nella ruota; si affiancano assialmente la ruota, una flangia del rotore freno e la

flangia radiale del mozzo, e si inseriscono nei fori allineati di questi tre elementi una serie di rispettivi bulloni che vengono avvitati, serrandoli nei fori filettati del mozzo.

Secondo un'altra configurazione tradizionale, si utilizzano dadi filettati. Si affiancano assialmente la ruota, la flangia del rotore freno e la flangia radiale del mozzo, facendo allineare i fori presenti in questi componenti. Si utilizzano quattro o cinque viti, che vengono infilate dal lato assialmente interno (o lato *inboard*) della flangia del mozzo. Ciascuna vite ha una testa ed un gambo con un tratto terminale filettato ed un tratto assialmente zigrinato vicino alla testa. Le viti vengono inserite forzatamente, con interferenza radiale, nei fori assiali circolari ottenuti nella flangia radiale del mozzo. Successivamente al piantaggio, sulla parte terminale dei gambi delle viti si infila dall'esterno prima il rotore e quindi la ruota, e si avvitano infine dadi esterni con una coppia di serraggio prescritta. Le zigrinature servono a bloccare rotazionalmente le viti rispetto alla flangia del mozzo, al fine di applicare correttamente la coppia di serraggio prescritta.

Nell'industria automobilistica vi è una doman-

da sempre crescente in termini di riduzione di peso della componentistica degli autoveicoli al fine di ridurre i consumi di carburante e le emissioni di scarico. Al fine di ridurre il peso complessivo della ruota e, in particolare della massa rotante, la flangia del mozzo può essere fatta parzialmente di un materiale più leggero rispetto all'acciaio costituente la parte centrale o nucleo tubolare del mozzo. Tipicamente, la flangia può essere fatta di leghe metalliche leggere (ad esempio di alluminio, titanio, magnesio), matrici metalliche composite, polimeri, polimeri rinforzati con fibre. Il nucleo del mozzo è fatto di un materiale metallico ad elevata tenacità, quale un acciaio per cuscinetti o un acciaio a basso tenore di carbonio. L'accoppiamento tra il nucleo del mozzo e la flangia più leggera è realizzato alternativamente per accoppiamento di forma con interferenza, o per sovrastampaggio, ad esempio tramite un processo di colata semi-solida.

È noto che i materiali leggeri suddetti hanno generalmente una resistenza meccanica minore di quella dell'acciaio usato tradizionalmente.

Le teste delle viti esercitano sforzi assiali direttamente sulle zone circostanti i fori sulla faccia lato *inboard* della flangia del mozzo. Ciò

porta ad una concentrazione di sforzi elevati su superfici di area ridotta. Nel caso in cui sono previste zigrinature assiali sulle viti, il collegamento delle viti alla flangia del mozzo non si rivela sufficientemente saldo quando il materiale costituente la flangia è meno duro dell'acciaio, o quando il materiale costituente la flangia presenta un maggiore coefficiente di dilatazione termica rispetto al perno di fissaggio, in modo da dar luogo a riduzione dell'interferenza ad alta temperatura. In tali evenienze, la rotazione delle viti rispetto ai fori della flangia dove sono accolte può essere evitata realizzando un impegno reciproco di forma non-circolare tra vite e foro della flangia. Ciò richiede, però, lavorazioni meccaniche specifiche nella flangia e viti di forma particolare, che innalzano i costi di produzione.

Per sopperire alla minore resistenza meccanica dei materiali leggeri, si utilizzano, in associazione a tali materiali, inserti tubolari d'acciaio incorporati nella flangia o comunque solidali ad essa. Tali inserti, distribuiti angolarmente distanziati nella flangia, hanno il compito di realizzare le superfici filettate dei fori attraverso i quali vengono successivamente avvitate le viti, i

cui gambi filettati sporgono almeno parzialmente dalla faccia della flangia (o lato *outboard*) rivolta verso il lato assialmente esterno. Il ritegno assiale e rotazionale degli inserti tubolari può essere alternativamente affidato ad una filettatura esterna, o ad un accoppiamento radiale forzato, mediante una o più costole o scanalature assiali sulla superficie cilindrica esterna degli inserti. Il ritegno assiale è affidato, in parte, anche ad uno spallamento formato all'estremità assialmente interna dell'inserto, atto ad attestarsi contro la faccia assialmente interna della flangia del mozzo.

Gli inserti tubolari possono essere assemblati alla flangia dopo la formazione di questa, oppure essere collocati nello stampo prima dell'operazione di stampaggio con la quale viene formata la flangia del mozzo. In quest'ultimo caso, il flusso del materiale plastico all'interno della cavità di stampaggio non garantisce una buona qualità strutturale di quelle porzioni della flangia che si trovano attorno all'inserto. In particolare, un flusso imperfetto del materiale plastico produce un riempimento incompleto nelle zone poste a valle degli inserti, considerando la direzione del flusso del materiale nello stampo.

Se gli inserti vengono posizionati dopo la collata, si utilizzano solitamente inserti filettati esternamente. Ciò richiede normalmente la realizzazione di un foro pre-filettato nella flangia, oppure l'utilizzo di inserti esternamente auto-filettanti che si bloccano nella flangia durante l'inserimento. Gli inserti auto-filettanti e le operazioni per il loro inserimento comportano costi elevati. Il ritegno assiale che si sviluppa localmente all'interfaccia inserto/flangia, e comporta tensioni concentrate ed elevate. Lo stesso accade quando si piantano forzatamente inserti che presentano una o più costole assiali sulla loro superficie cilindrica esterna allo scopo di impedire la rotazione dell'inserto rispetto alla flangia.

Accorgimenti analoghi a quelli sopra discussi sono anche utilizzati per connettere l'anello flangiato esterno di un'unità cuscinetto-mozzo al montante della sospensione di un veicolo a motore.

Uno scopo generale dell'invenzione è di perfezionare il montaggio ed il bloccaggio di un'unità cuscinetto-mozzo avente una flangia di materiale leggero ad una ruota o ad un montante della sospensione. Più in particolare, si desidera realizzare una connessione filettata stabile, precisa, sempli-

ficare il posizionamento degli elementi filettati per il fissaggio alla ruota o al montante, e ottimizzare la distribuzione degli sforzi all'interno della flangia. Si desidera inoltre impedire la rotazione degli elementi filettati di fissaggio rispetto alla flangia nelle fasi di serraggio e svitamento.

Questi ed altri scopi e vantaggi, che saranno compresi meglio in seguito, sono raggiunti secondo la presente invenzione da un elemento di connessione come definito nella rivendicazione 1. Secondo un ulteriore aspetto dell'invenzione, si propone un gruppo mozzo come definito nella rivendicazione 7. Forme di attuazione preferenziali dell'invenzione sono definite nelle rivendicazioni dipendenti, il cui contenuto è da intendersi come parte integrante della presente descrizione.

Verranno ora descritte alcune forme di realizzazione preferite ma non limitative dell'invenzione; si fa riferimento ai disegni allegati, in cui:

la figura 1 è una vista parziale, in sezione assiale, di un anello flangiato facente parte di un gruppo cuscinetto-mozzo secondo una forma di realizzazione dell'invenzione;

la figura 2 è una prospettiva di una prima for-

ma di realizzazione di un elemento di connessione da associare all'anello flangiato della figura 1;

la figura 3 è una vista parziale, in sezione assiale, di una forma di realizzazione di un gruppo comprensivo dell'anello flangiato della figura 1 e dell'elemento di connessione della figura 2; e

la figura 4 è una vista parziale, in sezione assiale, di una forma di realizzazione alternativa di un gruppo mozzo secondo l'invenzione, comprensivo dell'anello flangiato della figura 1 e di un elemento di connessione diverso da quello delle figure 2 e 3.

Facendo inizialmente riferito alla figura 1, con il numero 10 è indicato un anello flangiato facente parte di un'unità cuscinetto-mozzo (non illustrato). L'anello 10 definisce un asse di rotazione centrale x ed è destinato, in uso, o ad essere l'anello girevole che viene connesso alla ruota del veicolo, oppure l'anello stazionario, che viene connesso al montante della sospensione. Per tale connessione, l'anello 10 è provvisto di una flangia 11 che si estende in una direzione radialmente esterna e presenta quattro/cinque fori assiali passanti e paralleli 12 formati attraverso di essa in

posizioni angolarmente equidistanziate attorno all'asse x.

In tutta la presente descrizione e nelle rivendicazioni, termini ed espressioni che stanno ad indicare posizioni e direzioni quali "radiale" e "assiale" sono da intendersi riferiti all'asse di rotazione x dell'unità cuscinetto-mozzo. Espressioni quali "assialmente interno" (o "*inboard*") e "assialmente esterno" (o "*outboard*") si riferiscono invece alla condizione montata sul veicolo. Nel seguito della descrizione si fa riferimento ad un esempio di applicazione nel quale l'anello 10 è l'anello radialmente esterno e girevole di un'unità cuscinetto-mozzo, e che la flangia 11 è fissata alla ruota. Le persone esperte nel settore comprenderanno che in applicazioni diverse (ad esempio se l'anello 10 va fissato al montante), le espressioni "assialmente interno" e "assialmente esterno" vanno invertite.

I fori 12 si estendono attraverso la flangia 11 tra una faccia radiale assialmente interna 13, destinata in uso ad essere rivolta verso il veicolo, ed una faccia radiale assialmente esterna 14, costituente una superficie d'appoggio piana per un

rotore freno (non illustrato) e/o per la ruota da collegare al mozzo 10.

La flangia 11 è fatta, almeno in parte, di un materiale qui definito "leggero", che è preferibilmente scelto tra i seguenti: leghe metalliche leggere (ad esempio di alluminio, titanio, magnesio), matrici metalliche composite, polimeri, polimeri rinforzati con fibre.

La flangia 11 è collegata integralmente e rigidamente ad una porzione centrale 15 del mozzo a forma di nucleo sostanzialmente tubolare, illustrata solo in parte, che è fatta di un materiale metallico ad elevata tenacità quale l'acciaio, preferibilmente un acciaio per cuscinetti o un acciaio a basso tenore di carbonio. Le modalità di accoppiamento tra il nucleo o porzione centrale d'acciaio 15 e la flangia leggera 11 sono di per sé note nella tecnica e pertanto non verranno qui discusse. Basterà qui citare il fatto che la flangia 11 di materiale leggero è accoppiata al nucleo 15 preferibilmente per sovrastampaggio o colata, o per accoppiamento di forma con interferenza radiale.

I fori passanti 12 sono atti ad accogliere parzialmente una corrispondente pluralità di porzioni a perno 21 che servono a consentire il fis-

saggio alla ruota. Tali porzioni a perno sono formati da un singolo elemento di connessione 20, illustrato separatamente nella figura 2, che viene accoppiato alla flangia 11 come illustrato nella figura 3. L'elemento di connessione 20 ha forma generale a corona, con le porzioni a perno parallele 21 (cinque nell'esempio illustrato), che sono formate in un pezzo singolo con una porzione anulare 22. L'elemento di connessione 20 è fatto di materiale ferroso, preferibilmente di acciaio o di ferro pressato a freddo. Le porzioni a perno 21 si estendono assialmente da una faccia radiale piana 23 della porzione anulare 22; la faccia radiale 23 è attestata assialmente in uso contro la faccia radiale 13, rivolta in direzione assialmente interna, della flangia 11 del mozzo. Le porzioni a perno 21 presentano ciascuna un tratto filettato 24 che sporge assialmente oltre la faccia radiale assialmente esterna 14 del mozzo. Sul tratto filettato 24 viene serrato un dado filettato (non illustrato), per collegare la ruota al mozzo. Con y è indicato l'asse longitudinale di una delle porzioni a perno 21. Gli assi y coincidono con gli assi centrali dei fori 12 e sono paralleli all'asse centrale di rotazione x.

In una forma di realizzazione, se ad esempio occorre limitare lo spessore della flangia per motivi di ingombro, la porzione anulare 22 dell'elemento di connessione 20 è accolta in un recesso anulare 16 della flangia 11. Il recesso 16, che nella particolare forma di realizzazione ha forma di corona circolare, è formato sulla faccia radiale 13, rivolta in direzione assialmente interna, della flangia del mozzo, e abbraccia le zone dove i fori passanti 12 si aprono sulla faccia 13. Il recesso 16 ha forma corrispondente a quella della porzione anulare 22, la quale può essere vista come una singola porzione di testa che rende solidali tra loro le porzioni a perno 21. La configurazione suddetta impedisce alle porzioni a perno 21 di ruotare all'interno dei rispettivi fori 12.

In una forma di realizzazione, le porzioni a perno 21 hanno un tratto non filettato 25 (figura 3) intermedio tra la parte terminale filettata 24 e la porzione anulare 22. L'elemento di connessione 20 può essere fissato alla flangia 11 del mozzo con interferenza radiale tra le superfici cilindriche esterne 25, preferibilmente lisce, delle porzioni a perno 21, e i fori cilindrici 12 della flangia.

In altre forme di realizzazione (non illustrate), la porzione anulare 22 ed il recesso 16 possono avere profili di forma diversa da quella circolare concentrica all'asse. Ad esempio, la porzione anulare 22 ed il recesso 16 potranno avere profili corrispondenti, ad esempio ondulati, al fine di aumentare l'effetto antirotazione. Se la flangia 11 del mozzo è prodotta per colata, si possono ottenere profili di svariate forme non circolari concentriche. La forma circolare concentrica dei profili è tuttavia particolarmente semplice e vantaggiosa da un punto di vista costruttivo, qualora la si ottenga per lavorazione a macchina.

Secondo la forma di realizzazione alternativa illustrata nella figura 4, l'elemento di connessione 20a ha porzioni a perno 21a cave, attraversate ciascuna da un foro passante filettato 24a atto ad accogliere una tradizionale vite (non illustrata) per consentire il fissaggio della ruota. La porzione a perno 21a non deve sporgere assialmente oltre la faccia *outboard* 14 della flangia, la quale deve procurare una superficie d'appoggio precisa, perfettamente perpendicolare all'asse di rotazione x, per la ruota ed il rotore freno.

Si apprezzerà che il collegamento bullonato viene velocizzato grazie all'applicazione del singolo elemento di connessione a corona sull'anello flangiato. La porzione anulare 22 determina un orientamento parallelo e preciso per tutte le porzioni a perno che presentano i filetti, grazie al fatto che l'elemento di collegamento 20 è monopezzo, e grazie alla possibilità di sfruttare una superficie di appoggio ampia sulla faccia 13 lato *in-board* della flangia del mozzo. La struttura complessiva a corona e la porzione anulare 22 garantiscono in aggiunta la distribuzione dei carichi su un'area di contatto complessivamente maggiore, e comunque rende più uniforme le pressioni di contatto trasmesse dalla ruota o dal rotore freno all'anello flangiato o dall'anello flangiato alla sospensione. Si impedisce, quindi, la rotazione delle porzioni a perno senza generare nella flangia 11 tensioni concentrate elevate, che risulterebbero particolarmente dannose nel materiale leggero di cui la flangia è costituita.

Nonostante siano state illustrate alcune forme di realizzazione esemplificative nella precedente descrizione dettagliata, si dovrà apprezzare che esiste un gran numero di varianti. Si dovrà anche

apprezzare che le forme di realizzazione illustrate costituiscono solo degli esempi, e non sono da intendersi come limitative in alcun modo della portata, dell'applicabilità, o della configurazione. I disegni e la descrizione dettagliata che precede, invece, forniranno alle persone esperte nel settore una traccia conveniente per l'attuazione dell'invenzione, restando inteso che potranno essere apportati diversi cambiamenti alle funzioni e alla configurazione degli elementi descritti nelle forme di realizzazione esemplificative, senza esulare dall'ambito dell'invenzione così come definito nelle rivendicazioni annesse e nei loro equivalenti legali.

RIVENDICAZIONI

1. Elemento di connessione (20, 20a) per collegare un anello flangiato (10) di un'unità cuscinetto-mozzo ad una ruota o ad un montante della sospensione di un veicolo a motore, caratterizzato dal fatto che l'elemento di connessione (20, 20a) ha una struttura generale a corona e forma, in un singolo pezzo:

una porzione anulare (22, 22a) ed

una pluralità di porzioni a perno parallele ed angolarmente equidistanziate (21, 21a), le quali si estendono sporgendo assialmente da uno stesso lato della porzione anulare (22, 22a) e presentano ciascuna un tratto filettato (24, 24a).

2. Elemento di connessione secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che è fatto di materiale ferroso.

3. Elemento di connessione secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che è fatto d'acciaio o ferro pressato a freddo.

4. Elemento di connessione secondo una qualunque delle rivendicazioni 1 o 2 o 3, caratterizzato dal fatto che i tratti filettati (24) sono formati su superfici cilindriche esterne delle porzioni a perno (21).

5. Elemento di connessione secondo una qualunque delle rivendicazioni 1 o 2 o 3, caratterizzato dal fatto che i tratti filettati (24a) sono formati in fori passanti assiali che attraversano le porzioni a perno (21a).

6. Elemento di connessione secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che le porzioni a perno (21, 21a) si estendono assialmente da una faccia radiale piana (23) della porzione anulare (22).

7. Gruppo cuscinetto-mozzo per una ruota di un veicolo a motore, comprendente:

- un anello flangiato (10) di un'unità cuscinetto-mozzo definente un asse di rotazione centrale (x), l'anello flangiato comprendendo

- un nucleo tubolare (15) fatto di un primo materiale metallico ad elevata tenacità (15), ed

- una flangia (11) che si estende in direzione radialmente esterna, la quale flangia è fatta di un secondo materiale più leggero del primo, è integrale con il nucleo (15), e presenta una pluralità di fori assiali passanti (12) in posizioni angolarmente equidistanziate attorno all'asse (x);

caratterizzato dal fatto che il gruppo cuscinetto-mozzo comprende inoltre un elemento di connessione (20, 20a) secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, le cui porzioni a perno (21, 21a) sono accolte almeno parzialmente nei fori (12), in modo tale per cui i tratti filettati (24, 24a) permettono di collegare l'anello flangiato (10) ad una ruota o al montante della sospensione di un veicolo a motore.

8. Gruppo cuscinetto-mozzo secondo la rivendicazione 7 in quanto dipendente dalla rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che i tratti filettati (24) formati su superfici cilindriche esterne delle porzioni a perno (21) sporgono assialmente dalla flangia (11).

9. Gruppo cuscinetto-mozzo secondo la rivendicazione 7 in quanto dipendente dalla rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che i fori passanti assiali che presentano tratti filettati (24a) sono coassialmente interni ai fori passanti (12) formati attraverso la flangia (11) e servono ad accogliere in modo filettato una rispettiva vite atta a collegare l'anello flangiato (10) ad una ruota o al montante della sospensione di un veicolo a motore.

10. Gruppo cuscinetto-mozzo secondo la rivendica-

zione 9, caratterizzato dal fatto che porzioni a perno (21a) non sporgono assialmente dalla flangia (11).

11. Gruppo cuscinetto-mozzo secondo la rivendicazione 7 in quanto dipendente dalla rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che la faccia piana (23) della porzione anulare (22) dalla quale si estendono le porzioni a perno parallele (21, 21a) è attestata assialmente contro una faccia radiale piana (13) della flangia (11).

12. Gruppo cuscinetto-mozzo secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che la porzione anulare (22, 22a) è accolta almeno parzialmente in un recesso anulare (16) della flangia (11), dove il recesso anulare (16) abbraccia le zone in cui i fori passanti (12) si aprono su una faccia radiale (13) della flangia (11).

13. Gruppo cuscinetto-mozzo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 7 a 12, caratterizzato dal fatto che

il primo materiale metallico di cui è fatto il nucleo tubolare (15) è acciaio per cuscinetti o acciaio a basso tenore di carbonio, e che

il secondo materiale di cui è fatta la flangia (11) è scelto tra i seguenti: lega di alluminio,

lega di titanio, lega di magnesio, matrici metalliche composite, polimeri, polimeri rinforzati con fibre.

CLAIMS

1. A connecting element (20, 20a) for connecting a flanged ring (10) of a hub bearing unit to a wheel or a suspension standard of a motor vehicle, characterized in that the connecting element (20, 20a) has an overall crown-like shape and forms, in a single piece:

an annular portion (22, 22a) and

a plurality of parallel, equally angularly spaced pin portions (21, 21a) which extend protruding axially from a same side of the annular portion (22, 22a) and each have a threaded section (24, 24a).

2. A connecting element according to claim 1, characterized in that it is made of ferrous material.

3. A connecting element according to claim 2, characterized in that it is made of steel or cold-pressed iron.

4. A connecting element according to any of claims 1, 2, or 3, characterized in that the threaded sections (24) are provided on cylindrical outer surfaces of the pin portions (21).

5. A connecting element according to any of claims 1, 2, or 3, characterized in that the

threaded sections (24a) are provided in axial bores formed through the pin portions (21a).

6. A connecting element according to any of the preceding claims, characterized in that the pin portions (21, 21a) extend axially from a flat radial face (23) of the annular portion (22).

7. A hub bearing assembly for a motor vehicle wheel, the assembly comprising:

- a flanged ring (10) defining a central axis of rotation (x), with

- a tubular core (15) made of a first high toughness material, and

- a flange (11) extending in a radially outer direction, wherein the flange is made of a second material lighter than the first material, is integral with the core (15), and provides a plurality of axial through bores (12) at angularly equally spaced positions around the axis (x);

characterized in that the assembly further comprises a connecting element (20, 20a) according to any of the preceding claims, the pin portions (21, 21a) of which are accommodated at least partially in the bores (12), whereby the threaded sections (24, 24a) allow to connect the flanged ring (10) to a wheel

or a suspension standard of a motor vehicle.

8. A hub bearing assembly according to claim 7 as dependent on claim 4, characterized in that the threaded sections (24) formed on outer cylindrical surfaces of the pin portions (21) protrude axially from the flange (11).

9. A hub bearing assembly according to claim 7 as dependent on claim 5, characterized in that the through bores having the threaded sections (24a) are coaxially inner with respect to the through bores (12) formed through the flange (11) and serve to threadedly accommodate a respective screw for fastening the flanged ring (10) to a wheel or a suspension standard of a motor vehicle.

10. A hub bearing assembly according to claim 9, characterized in that the pin portions (21a) do not protrude axially from the flange (11).

11. A hub bearing assembly according to claim 7 as dependent on claim 6, characterized in that the flat face (23) from which the parallel pin portions (21, 21a) extend is axially abutting against a radial flat face (13) of the flange (11).

12. A hub bearing assembly according to claim 7, characterized in that the annular portion (22, 22a) is seated at least partially in an annular recess

(16) of the flange (11), and that the annular recess (16) embraces the zones where the through bores (12) open onto a radial face (13) of the flange (11).

13. A hub bearing assembly according to any of claims 7 to 12, characterized in that

the first metallic material composing the tubular core (15) is bearing steel or low-carbon steel, and that

the second material composing the flange (11) is selected among the following: aluminum alloys, titanium alloys, magnesium alloys, metal matrix composites, polymers, fiber reinforced polymers.

FIG. 1

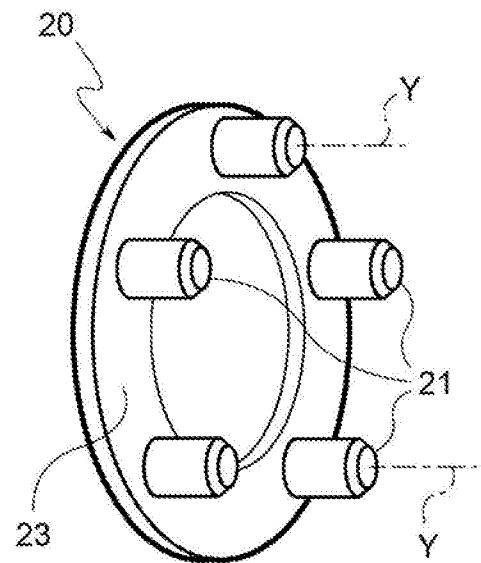
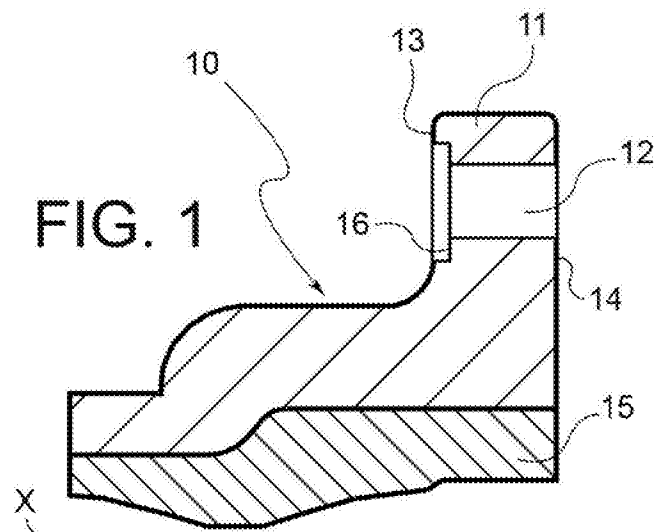


FIG. 2

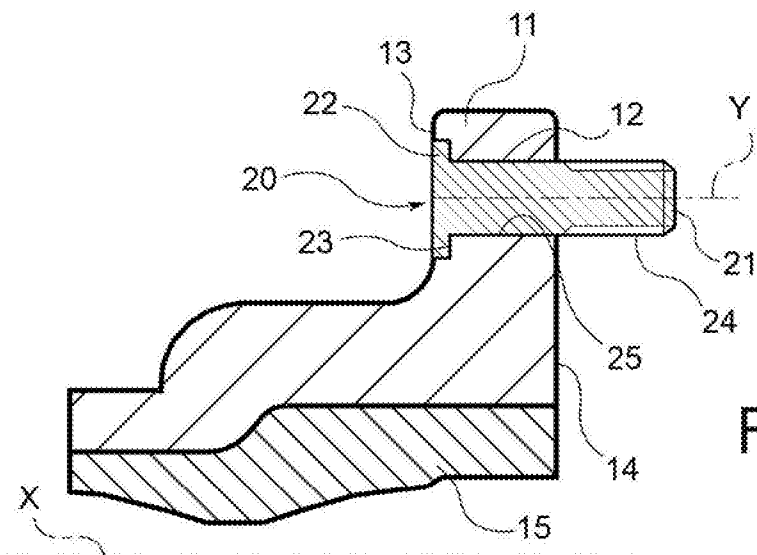


FIG. 3

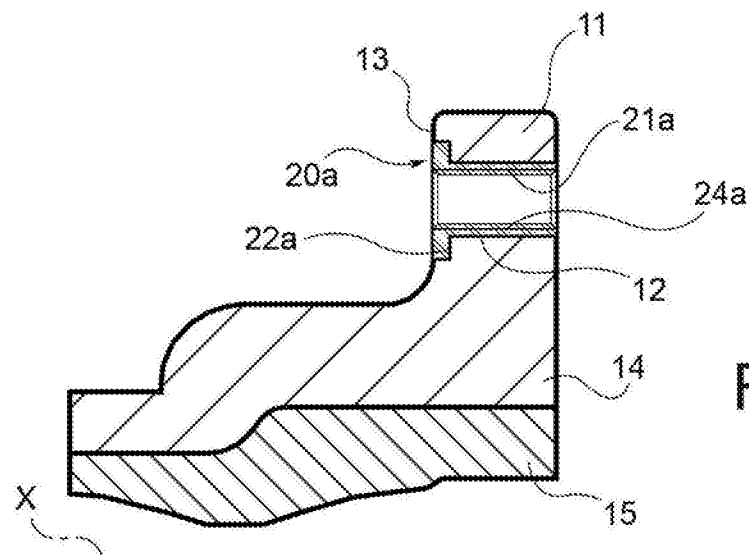


FIG. 4