

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000021815
Data Deposito	12/08/2021
Data Pubblicazione	12/02/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	K	1	28

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	K	7	04

Titolo

ROTORE PER UNA MACCHINA ELETTRICA ROTANTE
--

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"ROTORE PER UNA MACCHINA ELETTRICA ROTANTE"

di FERRARI S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA EMILIA EST 1163

41100 MODENA (MO)

Inventori: FERRARA Davide, FAVERZANI Paolo, POGGIO Luca

*** **

SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un rotore per una macchina elettrica rotante.

La presente invenzione trova vantaggiosa applicazione ad una macchina elettrica rotante per autotrazione che viene installata a bordo di un veicolo e può venire utilizzata come motore (assorbendo energia elettrica e generando una coppia motrice meccanica) oppure come generatore (convertendo energia meccanica in energia elettrica).

ARTE ANTERIORE

Una macchina elettrica rotante per autotrazione comprende un albero, il quale è montato girevole per ruotare attorno ad un asse di rotazione centrale, un rotore generalmente a magneti permanenti calettato all'albero per ruotare assieme all'albero stesso, ed uno statore disposto attorno al rotore per racchiudere al proprio interno il

rotore stesso.

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è fornire un rotore per una macchina elettrica rotante che presenti una massa ed una inerzia rotazionale particolarmente ridotte.

Secondo la presente invenzione viene fornito un rotore per una macchina elettrica rotante, secondo quanto rivendicato dalle rivendicazioni allegate.

Le rivendicazioni descrivono forme di realizzazione preferite della presente invenzione formando parte integrante della presente descrizione.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo:

- la figura 1 è una vista schematica ed in sezione longitudinale una macchina elettrica rotante provvista di un rotore realizzato in accordo con la presente invenzione;
- la figura 2 è una vista prospettica del rotore della figura 1 con l'asportazione di alcune parti per chiarezza;
- la figura 3 è una vista prospettica esplosa del rotore della figura 1 con l'asportazione di alcune parti per chiarezza;
e
- la figura 4 è una vista in sezione longitudinale del rotore della figura 1.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicata nel suo complesso una macchina elettrica sincrona per autotrazione di tipo reversibile (cioè che può funzionare sia come motore elettrico assorbendo energia elettrica e generando una coppia meccanica motrice, sia come generatore elettrico assorbendo energia meccanica e generando energia elettrica).

La macchina 1 elettrica è destinata a venire installata in un veicolo con trazione elettrica o ibrida comprendente almeno due ruote motrici (ovvero in un veicolo con trazione elettrica o ibrida a due ruote motrici oppure a quattro ruote motrici). In particolare, la macchina 1 elettrica è collegabile alle ruote motrici (direttamente oppure mediante una trasmissione eventualmente provvista di una frizione); ovvero tra la macchina 1 elettrica e le ruote motrici vi può essere un collegamento diretto, vi può essere un semplice riduttore di velocità, o vi può essere anche una frizione.

La macchina 1 elettrica comprende un albero 2, il quale è montato girevole per ruotare attorno ad un asse 3 di rotazione centrale, un rotore 4 a magneti permanenti calettato all'albero 2 per ruotare assieme all'albero 2 stesso, ed uno statore 5 di forma tubolare cilindrica disposto attorno al rotore 4 per racchiudere al proprio interno il rotore 4 stesso.

Tra il rotore 4 e lo statore 5 è definito un traferro

in aria di forma anulare ed avente uno spessore ridotto (normalmente il minimo indispensabile per consentire in piena sicurezza la rotazione del rotore 4 all'interno dello statore 5).

Secondo quanto illustrato nelle figure 2 e 3, il rotore 4 comprende una pluralità di magneti 6 permanenti, i quali sono orientati assialmente e sono disposti uno di fianco all'altro attorno all'asse 3 di rotazione per formare un anello chiuso. Nella forma di attuazione illustrata nella figura 2 sono previsti ventiquattro magneti 6 permanenti disposti per formare un anello chiuso, ma secondo altre forme di attuazione non illustrate il numero complessivo di magneti 6 permanenti potrebbe essere diverso; ad esempio potrebbero essere previsti da quattro a trentadue magneti 6 permanenti. I magneti 6 permanenti presentano una disposizione superficiale, ovvero sono disposti in corrispondenza della superficie esterna del rotore 4 e non sono inseriti in cave ricavate nel rotore 4.

La successione di magneti 6 permanenti che costituisce l'anello chiuso prevede una disposizione circonferenziale secondo uno schieramento Halbach per annullare il campo magnetico radialmente all'interno dei magneti 6 permanenti e per massimizzare il campo magnetico radialmente all'esterno dei magneti 6 permanenti. In altre parole, i magneti 6 permanenti sono disposti per annullare il campo

magnetico radialmente all'interno dei magneti 6 permanenti (verso l'albero 2) e per massimizzare il campo magnetico radialmente all'esterno dei magneti 6 permanenti (verso il nucleo magnetico dello statore 5). Ovvero, i magneti 6 permanenti sono disposti circonfenzialmente uno di seguito all'altro secondo uno schieramento Halbach per annullare il campo magnetico radialmente all'interno dei magneti 6 permanenti e per massimizzare il campo magnetico radialmente all'esterno dei magneti 6 permanenti.

Uno schieramento Halbach è una particolare unione (disposizione) dei magneti 6 permanenti che sono collocati in modo da rafforzare il campo magnetico lungo una faccia dello schieramento (la faccia radialmente più esterna nella presente forma di attuazione) e nel contempo nel cancellare (annullare) per interferenza il campo magnetico nella faccia opposta (la faccia radialmente più interna nella presente forma di attuazione). Come meglio illustrato nella figura 2, lo schieramento Halbach prevede di ripetere ciclicamente delle quaterne di magneti 6 permanenti: un magnete 6 permanente avente una orientazione Sud-Nord disposta circonfenzialmente in verso orario, un successivo magnete 6 permanente avente una orientazione Sud-Nord disposta radialmente verso l'esterno (ovvero allontanandosi dall'asse 3 di rotazione centrale), un successivo magnete 6 permanente avente una orientazione Sud-Nord circonfenzialmente in

verso antiorario, ed un successivo magnete 6 permanente avente una orientazione Sud-Nord disposta radialmente verso l'interno (ovvero avvicinandosi dall'asse 3 di rotazione centrale).

Secondo una diversa forma di attuazione, i magneti 6 permanenti non sono disposti secondo uno schieramento Halbach.

Secondo una preferita forma di attuazione, ciascun magnete 6 permanente non è monolitico (ovvero costituito fin dall'inizio da un unico pezzo di materiale magnetico indiviso e indivisibile), ma è formato da una successione assiale di magneti 7 permanenti (più piccoli) disposti assialmente in fila indiana uno di seguito all'altro, ovvero ciascun magnete 6 permanente è formato da una pluralità di magneti 7 permanenti (più piccoli) che sono disposti assialmente uno di seguito all'altro; in particolare, in ciascun magnete 6 permanente sono generalmente previsti da venti a sessanta magneti 7 permanenti disposti assialmente in fila indiana uno di seguito all'altro.

In ciascun magnete 6 permanente, tutti i magneti 7 permanenti che compongono il magnete 6 permanente presentano la stessa identica orientazione, ovvero sono tutti equiorientati; in altre parole, in uno stesso magnete 6 permanente i magneti 7 permanenti che compongono il magnete 6 permanente sono tutti orientati esattamente nello stesso

modo.

Nella forma di attuazione illustrata nelle figure allegate, alternativamente i magneti 6 permanenti presentano una sezione trasversale di forma rettangolare ed una sezione trasversale di forma trapezoidale isoscele; secondo una diversa forma di attuazione non illustrata, i magneti 6 permanenti presentano tutti la stessa sezione trasversale di forma trapezoidale isoscele (ovviamente con orientazioni alternate per comporre l'anello).

Secondo quanto illustrato nelle figure 3 e 4, il rotore 4 comprende un cilindro 8 di supporto che alloggia i magneti 6 permanenti; in particolare, il cilindro 8 di supporto presenta una superficie 9 esterna sulla quale sono appoggiati i magneti 6 permanenti. Secondo una preferita forma di attuazione, la superficie 9 esterna del cilindro 8 di supporto è sfaccettata, ovvero è composta da una pluralità di facce piane ciascuna delle quali fornisce un appoggio piano ad un corrispondente magnete 6 permanente. In altre parole, i magneti 6 permanenti sono disposti superficialmente sull'esterno del cilindro 8 di supporto.

Il cilindro 8 di supporto è accoppiato (ovvero vincolato per essere angolarmente solidale) all'albero 2 in modo tale da formare insieme un unico blocco coeso. Secondo una preferita forma di attuazione meglio illustrata nella figura 4, l'albero 2 è costituito da due semialberi 10 e 11 ciascuno

dei quali è separato dall'altro ed è singolarmente accoppiato (fissato) al cilindro 8 di supporto; ovvero ciascun semialbero 10 o 11 è indipendente e separato dall'altro semialbero 11 o 10 ed è accoppiato (fissato) al cilindro 8 di supporto in modo indipendente dall'altro semialbero 11 o 10. In particolare, il cilindro 8 di supporto è internamente cavo e presenta una cavità 12 centrale passante in cui si inseriscono i due semialberi 10 e 11. Secondo una preferita forma di attuazione, ciascun semialbero 10 o 11 è piantato ad interferenza (in particolare mediante un accoppiamento caldo-freddo per ottenere una elevata forza di serraggio) all'interno del cilindro 8 di supporto (ovvero dentro alla cavità 12 centrale del cilindro 8 di supporto).

Secondo una preferita forma di attuazione, all'interno della cavità 12 centrale del cilindro 8 di supporto ed in corrispondenza delle due estremità sono ricavati due spallamenti contro i quali si appoggiano i corrispondenti semialberi 10 e 11; ovvero i due spallamenti costituiscono dei finecorsa per l'inserimento dei semialberi 10 e 11 all'interno della cavità 12 centrale del cilindro 8 di supporto.

Il semialbero 10 è conformato per venire montato su un cuscinetto di supporto; inoltre, il semialbero 10 è conformato anche per venire collegato ad una trasmissione del moto e quindi presenta una lavorazione millerighe.

Invece, il semialbero 11 è conformato per venire montato su un altro cuscinetto di supporto; inoltre, il semialbero 11 è conformato anche per venire collegato ad un sensore di posizione angolare (in particolare ad un resolver).

Secondo quanto illustrato nella figura 8, il rotore 4 comprende una coppia di dischi 13 di estremità, i quali sono disposti attorno all'albero 2 alle due estremità opposte del cilindro 8 di supporto e sono atti (tra le altre cose) a mantenere serrati a pacco i magneti 6 permanenti. In altre parole, i due dischi 13 di estremità costituiscono le due estremità opposte del rotore 4 e mantengono i magneti 6 permanenti compressi assialmente per mantenere serrati a pacco i magneti 6 permanenti stessi.

Secondo una possibile forma di attuazione, i dischi 13 di estremità sono atti a presentare delle aperture di equilibratura (non illustrate) che bilanciano il rotore 4 attorno all'asse 3 di rotazione e vengono realizzati mediante foratura cilindrica oppure mediante fresatura. Per permettere al rotore 4 di operare a regimi di rotazione elevati garantendo, nel contempo, una vita operativa lunga è necessario minimizzare le vibrazioni che si generano durante il funzionamento e che devono venire assorbite dai cuscinetti che supportano l'albero 2. A tale scopo è spesso necessario procedere ad una equilibratura del rotore 4 in modo tale da ridurre gli sbilanciamenti (dovuti alle

inevitabili tolleranze costruttive) che generano vibrazioni durante la rotazione. Per consentire l'equilibratura del rotore 4, vengono utilizzati i due dischi 13 di estremità che agiscono come equilibratori grazie ad asimmetrie calibrate nella loro massa generate dalle aperture di equilibratura (che possono essere cieche o passanti e possono essere disposte radialmente o assialmente).

Ovviamente la presenza, il numero, la disposizione e la profondità dei fori di equilibratura sono assolutamente casuali e possono variare completamente da rotore 4 a rotore 4 in quanto dipendono dallo sbilanciamento effettivo (dovuto alle tolleranze costruttive) del rotore 4 al termine della sua realizzazione. In linea teorica, è anche possibile che un rotore 4 sia del tutto privo dei fori di equilibratura in quanto, per una fortuna combinazione delle tolleranze costruttive, al termine della sua realizzazione presenta uno sbilanciamento attorno all'asse 3 di rotazione così ridotto da non richiede correzioni.

Ciascun disco 13 di estremità è calzato attorno ad un corrispondente semialbero 10 o 11 ed è piantato ad interferenza sul semialbero 10 o 11 stesso; ovvero ciascun disco 13 di estremità presenta centralmente un foro passante in cui si inserisce (mediante un accoppiamento ad interferenza) un corrispondente semialbero 10 o 11.

Secondo una preferita forma di attuazione, i dischi 13

di estremità sono in battuta assiale contro il cilindro 8 di supporto; ovvero assialmente i dischi 13 di estremità "toccano" il cilindro 8 di supporto e non i magneti 6 permanenti in modo tale da premere assialmente direttamente sul cilindro 8 di supporto invece che sui magneti 6 permanenti. Per tale motivo, il cilindro 8 di supporto è assialmente (leggermente, in effetti pochi millimetri) più lungo dei magneti 6 permanenti in modo tale da venire a contatto con i dischi 13 di estremità prima dei magneti 6 permanenti. Secondo una alternativa forma di attuazione, i dischi 13 di estremità sono in battuta assiale contro i magneti 6 permanenti per serrare a pacco i magneti 6 permanenti; ovvero assialmente i dischi 13 di estremità "toccano" i magneti 6 permanenti e non il cilindro 8 di supporto in modo tale da premere assialmente direttamente sui magneti 6 permanenti invece che sul cilindro 8 di supporto. Per tale motivo, i magneti 6 permanenti sono assialmente (leggermente, in effetti pochi millimetri) più lunghi del cilindro 8 di supporto in modo tale da venire a contatto con i dischi 13 di estremità prima del cilindro 8 di supporto.

Il rotore 4 comprende un elemento 14 di contenimento cilindrico (meglio illustrato nella figura 3) ed internamente cavo che è disposto attorno ai magneti 6 permanenti per mantenere i magneti 6 permanenti a contatto

con il cilindro 8 di supporto; ovvero l'elemento 14 di contenimento ricopre esternamente i magneti 6 permanenti per realizzare un contenimento radiale dei magneti 6 permanenti stessi in modo da evitare che la forza centrifuga possa spingere i magneti 6 permanenti contro il nucleo magnetico dello statore 5. Secondo una preferita forma di attuazione, l'elemento 14 di contenimento è costituito da un elemento tubolare in materiale composito che viene piantato ad interferenza attorno ai magneti 6 permanenti. In alternativa, l'elemento 14 di contenimento è realizzato in materiale plastico, in materiale metallico leggero non ferromagnetico (ad esempio in alluminio, titanio o magnesio), oppure in materiale metallico ferromagnetico. Come ulteriore alternativa, l'elemento 14 di contenimento è costituito di un filamento resinato avvolto a spirale attorno ai magneti 6 permanenti.

Secondo una possibile forma di attuazione, l'elemento 14 di contenimento è realizzato da un unico pezzo monolitico (ovvero senza soluzione di continuità). In alternativa, l'elemento 14 di contenimento è realizzato da due o più pezzi che sono tra loro separati ed indipendenti e vengono disposti uno di fianco all'altro; in questa forma di attuazione, i vari pezzi che compongono l'elemento 14 di contenimento vengono calzati singolarmente attorno ai magneti 6 permanenti riducendo la forza complessiva necessaria

all'operazione (che, come detto in precedenza, avviene con una certa interferenza).

Generalmente, il semialbero 10 è realizzato in acciaio ad alta resistenza (o altro materiale equivalente per caratteristiche meccaniche) in quanto deve essere in grado di trasmettere la coppia generata o assorbita dal rotore 4; invece, il semialbero 11 è realizzato in acciaio o altro materiale metallico avente una minore resistenza rispetto all'acciaio del semialbero 10 in quanto il semialbero 11 non trasmette la coppia generata o assorbita dal rotore 4.

Il cilindro 8 di supporto è realizzato in materiale metallico magnetico (acciaio), in materiale metallico amagnetico (come ad esempio alluminio, titanio o magnesio), oppure anche in materiale non metallico (tipicamente materiale composito come la fibra di carbonio per avere la necessaria resistenza). Come detto in precedenza, il campo magnetico all'interno dei magneti 6 permanenti è nullo per effetto della disposizione Halbach dei magneti 6 permanenti e quindi il cilindro 8 di supporto non è interessato da un campo magnetico apprezzabile; di conseguenza, il cilindro 8 di supporto non deve necessariamente avere proprietà ferromagnetiche. Il cilindro 8 di supporto realizzato in materiale metallico magnetico semplifica il montaggio del rotore, in quanto i magneti 6 permanenti aderiscono per attrazione magnetica alla superficie 9 esterna del cilindro

8 di supporto e quindi, durante il montaggio, sono più facili da disporre sulla superficie 9 esterna del cilindro 8 di supporto.

I dischi 13 di estremità sono realizzati normalmente in acciaio inossidabile amagnetico per avere la necessaria resistenza a mantenere serrati a pacco i magneti 6 permanenti e, nello stesso tempo, per non disturbare il campo magnetico generato dai magneti 6 permanenti.

Secondo una possibile forma di attuazione illustrata nella figura 3, in ciascun magnete 6 permanente i singoli magneti 7 permanenti sono incollati uno all'altro mediante l'interposizione di una colla 15 di montaggio (che costituisce un isolante elettrico) in modo da ridurre le perdite di energia per correnti parassite. In altre parole, ciascuno magnete 6 permanente viene realizzato incollando uno all'altro i singoli magneti 7 permanenti mediante la colla 15 di montaggio (che costituisce un isolante elettrico).

Secondo una preferita forma di attuazione, i magneti 6 permanenti sono direttamente montati sulla superficie 9 esterna del cilindro 8 di supporto; in particolare, ciascun magnete 6 permanente è incollato alla parete 9 esterna del cilindro 8 di supporto mediante una colla di montaggio che è preferibilmente un isolante elettrico (per evitare di "cortocircuitare" tra loro i vari magneti 7 permanenti di

uno stesso magnete 6 permanente attraverso la parete 9 esterna del cilindro 8 di supporto). In altre parole, tra la parete 9 esterna del cilindro 8 di supporto ed i magneti 6 permanenti è interposto uno strato elettricamente isolante costituito dalla colla di montaggio.

La colla di montaggio ha la funzione di isolare elettricamente i magneti 6 permanenti dalla sottostante parete 9 esterna del cilindro 8 di supporto ed ha soprattutto la funzione di collegare i magneti 6 permanenti alla parete 9 esterna del cilindro 8 di supporto durante la costruzione del rotore 4 (il trattenimento meccanico dei magneti 6 permanenti viene realizzato dall'elemento 14 di contenimento in quanto la colla di montaggio non è in grado di resistere alla forza centrifuga quando il rotore 4 ruota ad alta velocità).

Le forme di attuazione qui descritte si possono combinare tra loro senza uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione.

Il rotore 4 sopra descritto presenta numerosi vantaggi.

In primo luogo, il rotore 4 sopra descritto presenta sia una massa contenuta, sia una bassa inerzia rotazionale a tutto vantaggio delle prestazioni (in particolare la ridotta inerzia rotazionale permette di ridurre le sollecitazioni dinamiche su tutta la linea di trasmissione).

Inoltre, il rotore 4 sopra descritto permette di

utilizzare materiali innovativi (in particolare materiali compositi) che permettono di ottenere un rapporto tra prestazioni e massa mai raggiunto in precedenza. In particolare, il rotore 4 sopra descritto permette di utilizzare materiali differenti per le tre parti principali (cilindro 8 di supporto, semialbero 10, semialbero 11) che compongono il rotore 4 stesso; in questo modo ogni parte principale (cilindro 8 di supporto, semialbero 10, semialbero 11) può venire realizzata nel materiale migliore per resistere alle sollecitazioni meccaniche che si generano in uso e per ottimizzare il rapporto prestazioni/massa.

Il rotore 4 sopra descritto permette di ottenere una elevata efficienza energetica (ovvero un elevato rendimento tra la potenza meccanica o elettrica in ingresso e la potenza elettrica o meccanica in uscita); a tale proposito è importante osservare che la presenza dell'elemento 14 di contenimento, garantendo una elevata precisione di posizionamento radiale e di circolarità, permette di ridurre al minimo il traferro in aria esistente tra il rotore 4 e lo statore 5.

Infine, il rotore 4 sopra descritto è di realizzazione facile in quanto è composto da un ridotto numero di pezzi di forma semplice e rapidamente combinabili tra loro anche in processi automatici.

ELENCO DEI NUMERI DI RIFERIMENTO DELLE FIGURE

- 1 macchina elettrica
- 2 albero
- 3 asse di rotazione
- 4 rotore
- 5 statore
- 6 colonne di magneti permanenti
- 7 magneti permanenti
- 8 cilindro di supporto
- 9 superficie esterna
- 10 semialbero
- 11 semialbero
- 12 cavità centrale
- 13 disco di estremità
- 14 elemento di contenimento
- 15 colla di montaggio

R I V E N D I C A Z I O N I

1) Rotore (4) per una macchina (1) elettrica rotante e comprendente:

una pluralità di primi magneti (6) permanenti, i quali sono orientati assialmente e sono disposti uno di fianco all'altro attorno ad un asse (3) di rotazione per formare un anello chiuso; ed

un cilindro (8) di supporto che presenta una superficie (9) esterna su cui sono appoggiati i primi magneti (6) permanenti ed una cavità (12) centrale;

in cui i primi magneti (6) permanenti sono disposti superficialmente sull'esterno del cilindro (8) di supporto;

il rotore (4) è **caratterizzato dal fatto di** comprendere due semialberi (10, 11) i quali sono indipendenti e separati uno dall'altro e sono inseriti singolarmente in estremità opposte della cavità (12) centrale del cilindro (8) di supporto in modo tale da formare un unico blocco coeso con il cilindro (8) di supporto stesso.

2) Rotore (4) secondo la rivendicazione 1, in cui ciascun semialbero (10, 11) è piantato ad interferenza nella cavità (12) centrale del cilindro (8) di supporto).

3) Rotore (4) secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui all'interno della cavità (12) centrale del cilindro (8) di supporto ed in corrispondenza delle due estremità sono ricavati due spallamenti contro i quali si appoggiano i

corrispondenti semialberi (10, 11).

4) Rotore (4) secondo la rivendicazione 1, 2 o 3, in cui:

un primo semialbero (10) è conformato per venire montato su un cuscinetto di supporto e presenta una lavorazione per venire collegato ad una trasmissione; ed

un secondo semialbero (11) è conformato per venire montato su un altro cuscinetto di supporto e per venire collegato ad un sensore di posizione angolare.

5) Rotore (4) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui la superficie (9) esterna del cilindro (8) di supporto è sfaccettata, ovvero è composta da una pluralità di facce piane ciascuna delle quali fornisce un appoggio piano ad un corrispondente primo magnete (6) permanente.

6) Rotore (4) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5 e comprendente due dischi (13) di estremità, i quali sono disposti alle due estremità opposte del cilindro (8) di supporto e sono atti a mantenere serrati a pacco i primi magneti (6) permanenti.

7) Rotore (4) secondo la rivendicazione 6, in cui i dischi (13) di estremità sono atti a presentare delle aperture di equilibratura che bilanciano il rotore (4) attorno all'asse (3) di rotazione.

8) Rotore (4) secondo la rivendicazione 6 o 7, in cui ciascun disco (13) di estremità è calzato attorno ad un

corrispondente semialbero (10, 11) ed è piantato ad interferenza sul semialbero (10, 11) stesso.

9) Rotore (4) secondo la rivendicazione 6, 7 o 8, in cui il cilindro (8) di supporto è assialmente più lungo dei primi magneti (6) permanenti in modo tale da venire a contatto con i dischi (13) di estremità prima dei primi magneti (6) permanenti, ovvero in modo tale che i dischi (13) di estremità siano in battuta assiale contro il cilindro (8) di supporto.

10) Rotore (4) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 9 e comprendente un elemento (14) di contenimento cilindrico ed internamente cavo che è disposto attorno ai primi magneti (6) permanenti per mantenere i primi magneti (6) permanenti a contatto con il cilindro (8) di supporto.

11) Rotore (4) secondo la rivendicazione 10, in cui l'elemento (14) di contenimento è realizzato in materiale amagnetico ed in particolare in materiale composito.

12) Rotore (4) secondo la rivendicazione 10 o 11, in cui l'elemento (14) di contenimento è costituito da più pezzi che sono tra loro separati ed indipendenti e vengono disposti uno di fianco all'altro.

13) Rotore (4) secondo la rivendicazione 10, 11 o 12, in cui l'elemento (14) di contenimento è calzato ad interferenza attorno ai primi magneti (6) permanenti.

14) Rotore (4) secondo una delle rivendicazioni da 1 a

13, in cui un primo semialbero (10) è costituito di un materiale diverso da un materiale che costituisce il secondo semialbero (11).

15) Rotore (4) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 14, in cui il cilindro (8) di supporto è costituito di un materiale diverso dai materiali che costituiscono i due semialberi (10, 11).

16) Rotore (4) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 15, in cui il cilindro (8) di supporto è realizzato in fibra di carbonio.

17) Rotore (4) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 16, in cui i primi magneti (6) permanenti sono direttamente incollati sulla superficie (9) esterna del cilindro (8) di supporto mediante l'interposizione di una colla di montaggio che è preferibilmente un isolante elettrico.

18) Rotore (4) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 17, in cui ciascun primo magnete (6) permanente è formata da una pluralità di secondi magneti (7) permanenti più piccoli che sono disposti assialmente uno di seguito all'altro.

19) Rotore (4) secondo la rivendicazione 18, in cui in ciascun primo magnete (6) permanente i secondi magneti (7) permanenti sono incollati uno all'altro mediante l'interposizione di una colla (15) di montaggio che è preferibilmente un isolante elettrico.

20) Rotore (4) secondo una delle rivendicazioni da 1 a

19, in cui i primi magneti (6) permanenti sono disposti circonferenzialmente uno di seguito all'altro secondo uno schieramento Halbach per annullare il campo magnetico radialmente all'interno dei primi magneti (6) permanenti e per massimizzare il campo magnetico radialmente all'esterno dei primi magneti (6) permanenti.

21) Rotore (4) secondo la rivendicazione 20, in cui lo schieramento Halbach prevede di ripetere ciclicamente delle quaterne di primi magneti (6) permanenti: un primo magnete (6) permanente avente una orientazione Sud-Nord disposta circonferenzialmente in verso orario, un successivo primo magnete (6) permanente avente una orientazione Sud-Nord disposta radialmente verso l'esterno, un successivo primo magnete (6) permanente avente una orientazione Sud-Nord circonferenzialmente in verso antiorario, ed un successivo primo magnete (6) permanente avente una orientazione Sud-Nord disposta radialmente verso l'interno.

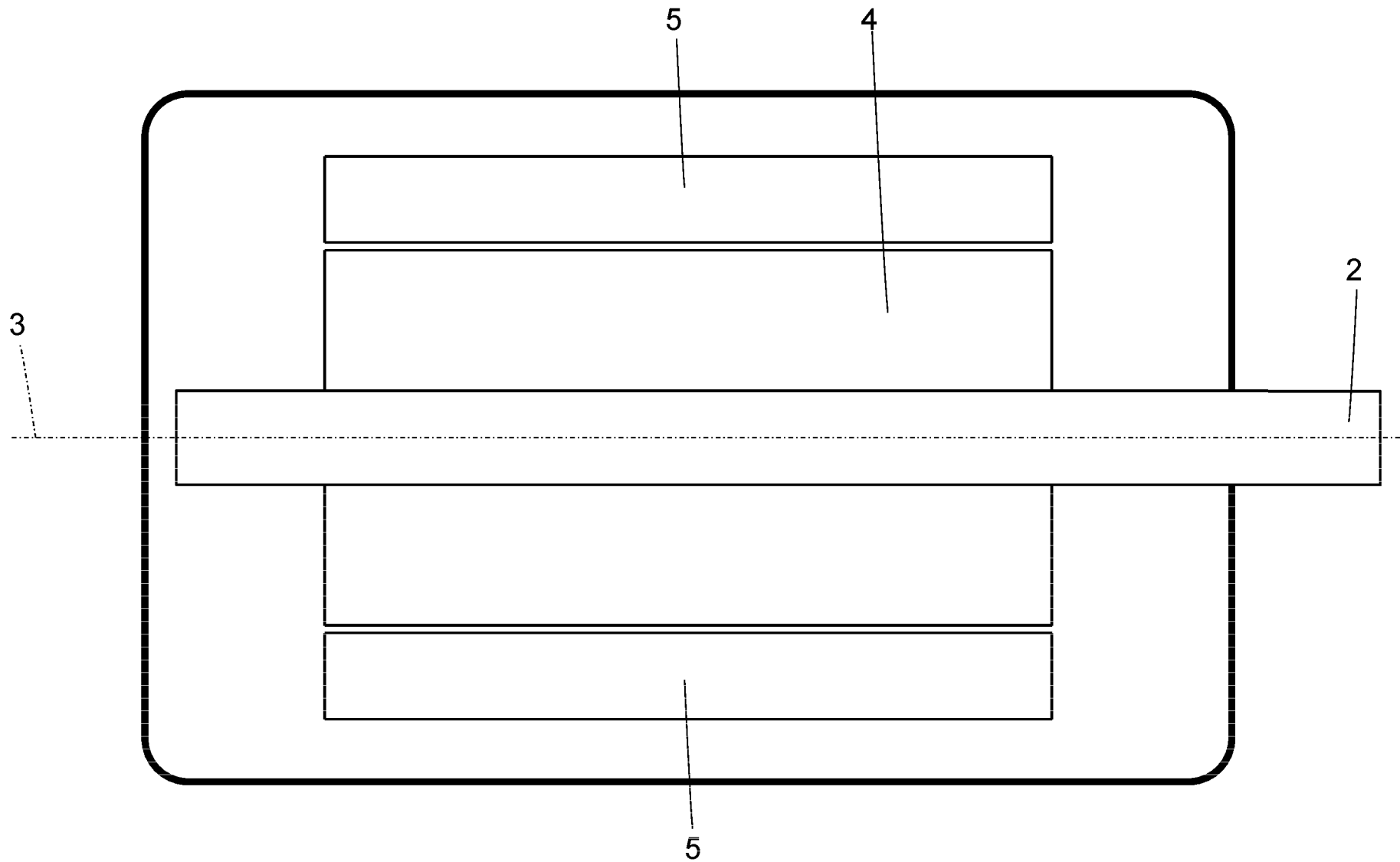


Fig. 1

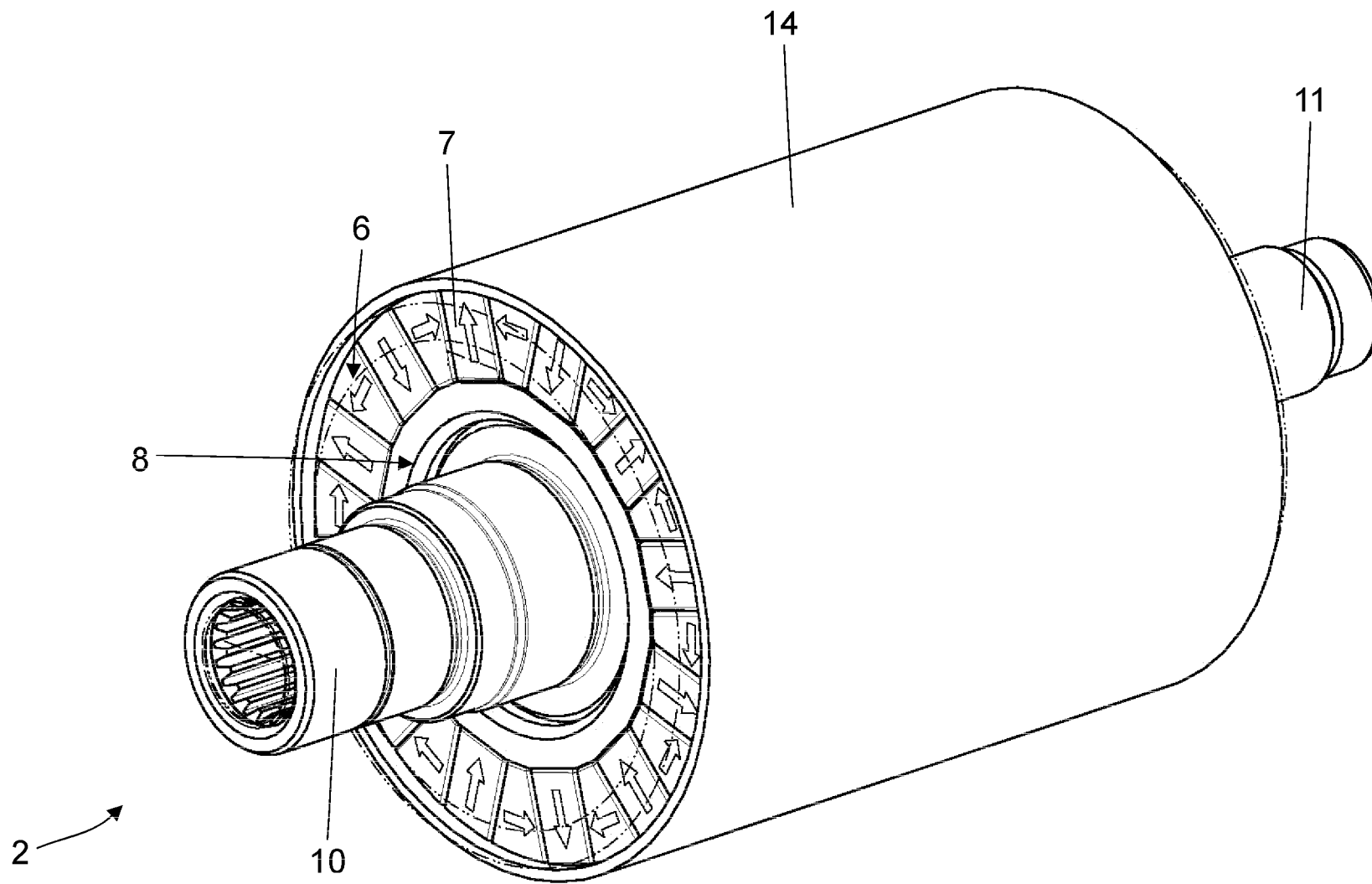
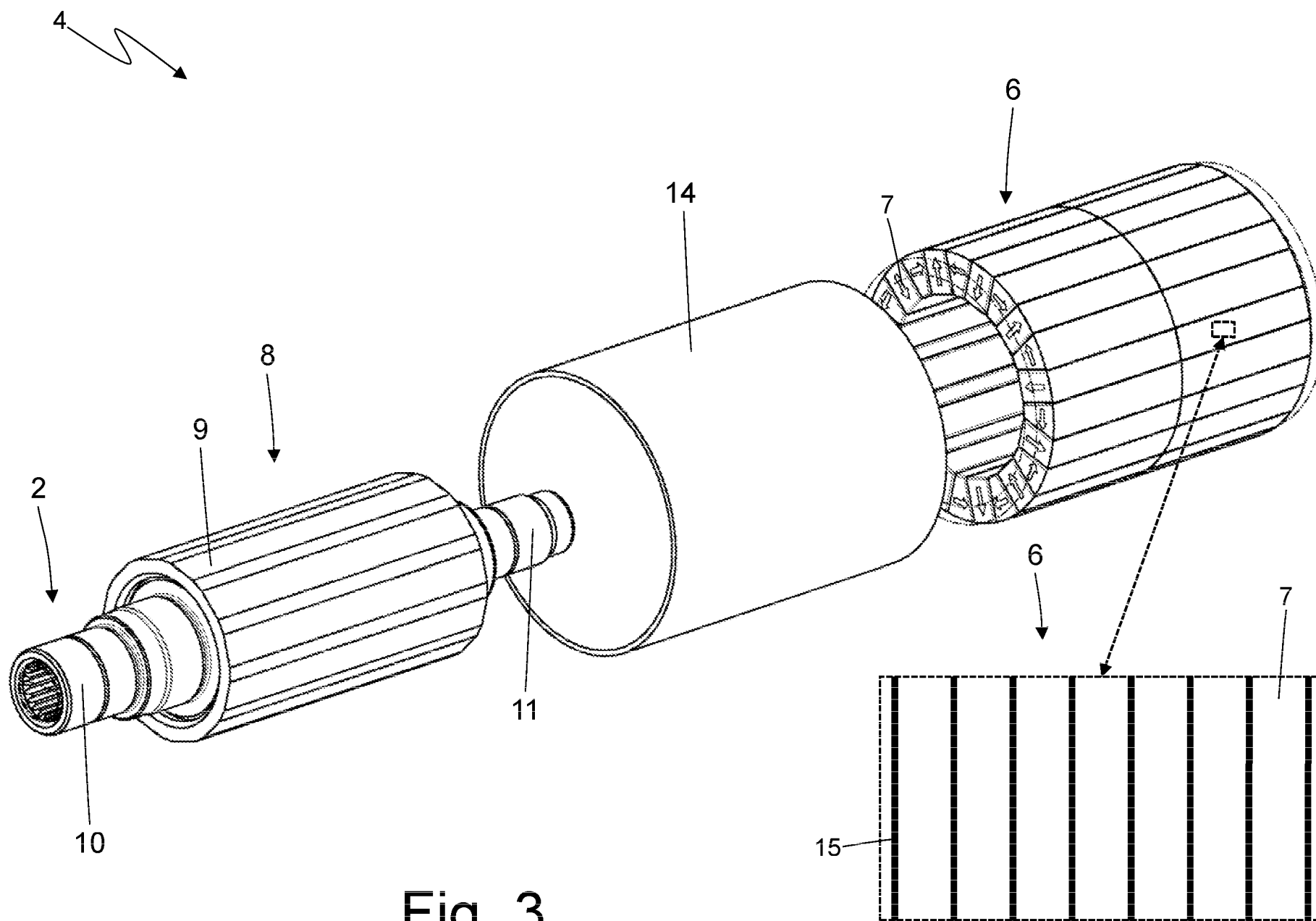


Fig. 2



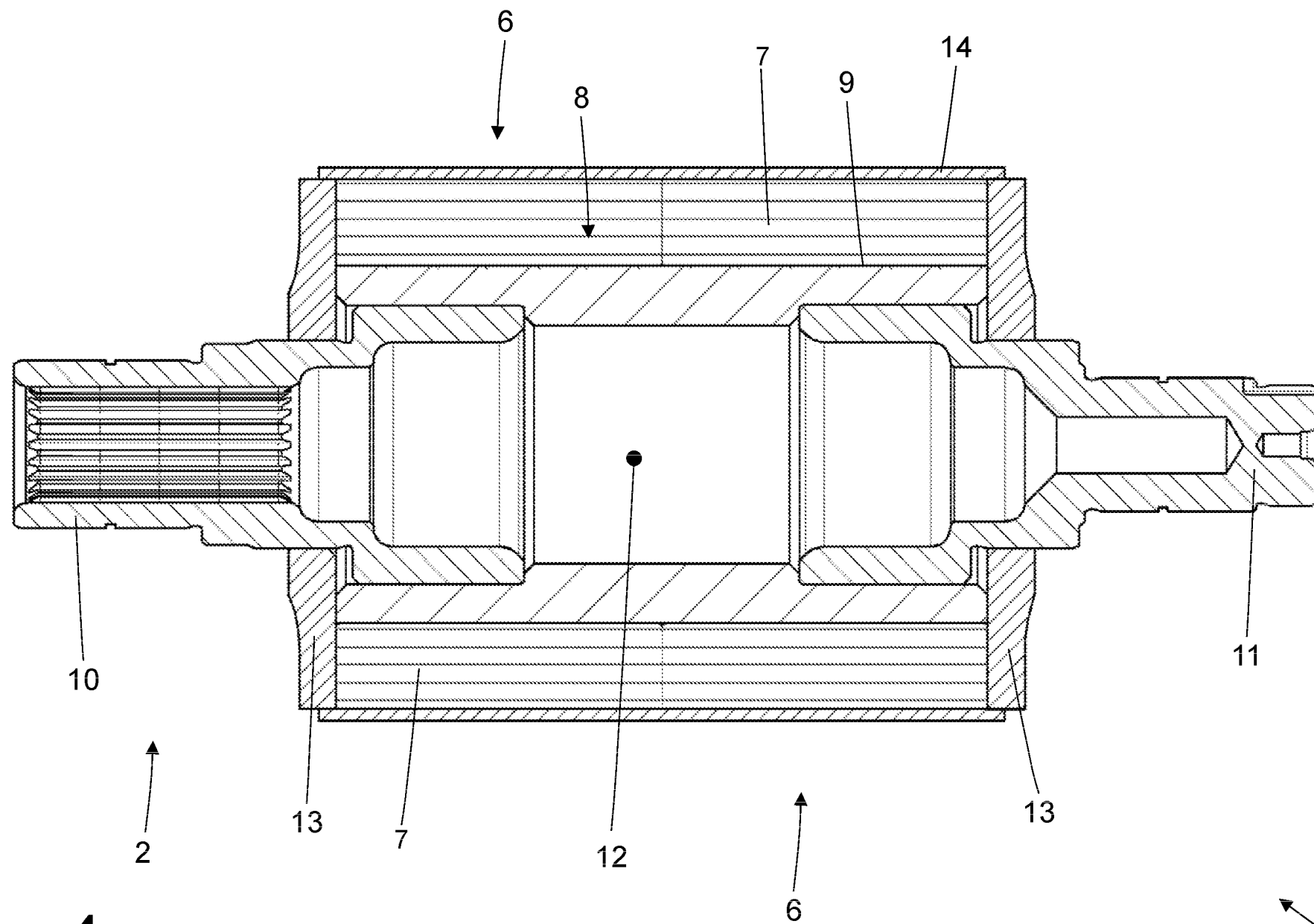


Fig. 4