

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000025589
Data Deposito	07/10/2021
Data Pubblicazione	07/04/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	04	C	18	16

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	04	C	29	02

Titolo

COMPRESSORE A VITE.

COMPRESSORE A VITE

Il compressore a vite è un compressore rotativo volumetrico costituito da due rotori paralleli muniti esternamente di più profili elicoidali (viti) tali da poter ingranare gli uni negli altri. I due rotori sono alloggiati in uno statore composto da due cilindri che si intersecano longitudinalmente, dentro i quali i rotori girano con un gioco che non è riducibile oltre un certo limite.

Gli alberi dei rotori sono supportati da cuscinetti a rotolamento, e generalmente un rotore conduce l'altro tramite l'ingranamento degli stessi profili elicoidali. Talvolta entrambi possono essere comandati da una coppia di ingranaggi esterni, per ridurre gli attriti altrimenti presenti. Durante la rotazione i profili delle viti scoprono una luce di aspirazione, posta ad una estremità dello statore, attraverso la quale aria o gas entrano per riempire il volume compreso tra i profili stessi fino alla sua massima estensione.

Dalla parte opposta i profili penetrando gli uni negli altri, riducono il volume e comprimono il gas ivi racchiuso fino a scoprire la luce di mandata. Il funzionamento del compressore a vite si basa sull'azione in contro rotazione di due rotori elicoidali che comprimono il gas o aria presa dal condotto di aspirazione e la portano verso quello di mandata. Durante questo percorso lo spazio si riduce e, di conseguenza, la pressione si alza.

Il compressore a vite è molto diffuso grazie alla diffusione della tecnologia della sua costruzione. Molti sono i produttori ed assemblatori che offrono questo prodotto nelle più diverse varianti: monostadio, bistadio per alta pressione con e senza olio per applicazioni "Oil free". La velocità di rotazione normalmente è superiore a quella del motore a cui è collegato per via di ingranaggi moltiplicatori oppure del rapporto pulegge quando presente una cinghia.

Queste tipologie di compressori industriali forniscono gas o aria compressa in modo continuo, sono molto ben controllabili, estremamente efficienti e silenziosi (in termini di sicurezza sul lavoro, protezione ambientale ed emissioni di rumori).

L'attuale tecnologia prevede l'utilizzo di materiali metallici (ghise sferoidali o acciai) per la produzione di viti e il corretto funzionamento del compressore è legato alla presenza di giochi tra il profilo delle viti e le viti con la camera di

compressione. Ma la presenza di tali giochi comunque porta a una minore efficienza della macchina a causa dei trafilamenti che portano il gas da zone ad alta pressione (mandata) e zone con più bassa pressione (aspirazione).

Come sopra accennato, si possono aumentare i rapporti di compressione mediante l'iniezione di olio lubrificante che aiuta sia le superfici dei profili a contatto, che funge da refrigerante per mantenere dei limiti di temperatura idonei ai materiali utilizzati, che come fluido di tenuta tra gli elementi in moto relativo tra di loro.

Nel brevetto CN1032383 sono descritte eliche con albero in acciaio, corpo in alluminio e rivestimento in poliammide caricata con fibre; questa composizione di materiali differenti è utilizzata per garantire una riduzione del peso complessivo del corpo finito, sfruttare a pieno le caratteristiche peculiari dei materiali polimerici ed inoltre per utilizzare un fluido lubrificante più performante.

A tale scopo nel brevetto CN107448383A si utilizza acqua come lubrificante e PEEK (polietere etere chetone) non caricato per rivestire il rotore.

Nei brevetti citati la produzione del rotore, sia come rivestimento che come pezzo finito è ottenuto tramite stampaggio ad iniezione.

La presente invenzione si propone di migliorare le prestazioni di un compressore di tale tipo utilizzando per le eliche materiale interamente polimerico.

Un aspetto della presente invenzione riguarda un compressore a vite avente le caratteristiche della allegata rivendicazione 1.

Ulteriori caratteristiche della presente invenzione sono contenute nelle rivendicazioni dipendenti.

Le caratteristiche ed i vantaggi della presente invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla descrizione seguente di una forma di realizzazione dell'invenzione, esemplificativa e non limitativa, riferita ai disegni schematici allegati, nei quali:

- la figura 1 illustra un compressore a vite in vista laterale secondo la presente invenzione;
- la figura 2 illustra una sezione del compressore di figura 1 presa lungo la linea A-A;
- la figura 3 illustra una sezione trasversale del compressore di figura 1,

- la figura 4 illustra il rotore maschio ed il rotore femmina del compressore di figura 1;
- le figure 5a 5b e 5c illustrano rispettivamente per rotore maschio e femmina e per i rotori accoppiati i mezzi di blocco dello spostamento assiale;
- la figura 6 illustra schematicamente le varie parti del compressore a vite;
- la figura 7 illustra schematicamente un dettaglio di un sistema di lubrificazione separata per gli organi meccanici (cuscinetti, tenute e ingranaggi) del compressore.

Con riferimento alle citate figure il compressore a vite secondo la presente invenzione comprende due rotori o viti elicoidali, rispettivamente rotore maschio 2 e rotore femmina 3 racchiusi in una cassa 4 all'interno della quale vanno in contro rotazione. Un gas passa attraverso un condotto di aspirazione 5 creato tra i due rotori, e la rotazione chiude tale condotto in aspirazione ed il gas compresso viene spinto verso una mandata 6.

Ogni rotore comprende un albero di rotazione 21 e 31 che ruota nella cassa grazie ad appositi cuscinetti che è circondato da eliche 22 e 32 che si impegnano l'una con l'altra. Le eliche sono realizzate in modo tale da ridurre in modo progressivo lo spazio tra rotori e statore, in modo che il gas aspirato dal condotto di aspirazione si comprima in direzione della mandata 6.

I due rotori, di solito, sono progettati con profili diversi. Il rotore maschio è solitamente dotato di lobi convessi, mentre il rotore femmina ha cavità di solito concave. È grazie a queste caratteristiche che si innestano l'uno sull'altro.

Un apposito motore fornisce al compressore l'alimentazione necessaria. Il motore viene utilizzato per imprimere la rotazione al rotore maschio, il quale aziona a sua volta il rotore femmina.

La cassa è dotata di appositi cuscinetti che vengono impiegati per mantenere i rotori nella corretta posizione. Sono collocati alle estremità di entrambi i rotori, di cui garantiscono la rotazione uniforme e il bilanciamento costante.

Sono inoltre presenti valvole di aspirazione e scarico, che regolano il recupero iniziale e la rimozione di gas dal compressore. La valvola di aspirazione si apre per consentire l'ingresso del gas nel sistema, mentre la valvola di scarico riceve il gas compresso alla fine del processo.

Secondo la presente invenzione le eliche 22 e 32 sono realizzate in un materiale polimerico.

La scelta di un materiale polimerico per la realizzazione delle eliche, infatti, porta vantaggi significativi lato performance, andando a sfruttare il comportamento in temperatura e la maggior deformabilità del materiale stesso, in grado di portare ad una riduzione dei giochi tra le eliche durante il funzionamento. Diversamente dai metalli, infatti, è possibile avere un maggiore contatto, quindi adattamento dei profili durante il processo di ingranamento, in relazione alle proprietà di riduzione di attrito superficiale e antiaderenza.

Inoltre, al fine di minimizzare i problemi di fatica e/o deformazione dell'albero delle eliche, in relazione a condizioni più critiche di applicazione, in termini di resistenza meccanica, il corpo centrale della vite, in particolare l'albero 21 e 31 comprensivo di sporgenze esterne, può essere prodotto in materiale più resistente e successivamente collegato meccanicamente alle parti elicoidali in polimero.

Le eliche polimeriche possono essere prodotte a partire da un processo di stampa 3D (ad esempio FDM) o partendo da un profilo pieno.

Il processo di produzione delle eliche può prevedere sia l'utilizzo della FDM (Fused Deposition Modeling), sia la lavorazione meccanica di un cilindro pieno.

La stampa 3D, per mezzo della FDM, presenta ottime finiture del pezzo e una buona velocità di produzione, ma al contempo, mantiene invariate le caratteristiche meccaniche e chimiche del polimero. Nel processo di stampa può essere necessaria un'ulteriore fase di finitura del rotore ottenuto, per garantire il rispetto delle tolleranze geometriche e dimensionali del pezzo necessarie al corretto funzionamento della macchina, nei transitori e a regime di funzionamento.

L'albero, viene realizzato preferibilmente con materiale differente da quello delle eliche, ad esempio da un materiale più resistente, al fine di assorbire la maggior parte del carico flettente generato dalla compressione e del momento torcente imposto dal motore, andando a minimizzare le deformazioni che si potrebbero riscontrare utilizzando un corpo realizzato unicamente partendo dallo stesso materiale.

Gli alberi sono collegati meccanicamente alle rispettive eliche al fine di trasmettere la coppia torcente del motore attraverso un opportuno sistema di bloccaggio. Per ottenere un'efficace trasmissione della coppia torcente tale sistema comprende linguette e relative cave realizzate sia sul rotore che
5 sull'albero, con un numero variabile in base al diametro dell'albero e al valore di coppia da trasmettere, fino all'utilizzo di un albero scanalato.

Per quanto riguarda la linea di trasmissione dei carichi assiali e radiali legati al processo di compressione stesso, l'accoppiamento tra elica e albero prevede la presenza di superfici di contatto progettate in modo da resistere alle forze in gioco.

10 In particolare, sono state tenute in considerazione le spinte radiali calibrando opportunamente l'accoppiamento diametrale tra albero ed elica. Dal punto di vista delle spinte assiali, da mandata verso aspirazione, in condizioni di funzionamento, si sono creati mezzi di blocco allo spostamento assiale relativo tra le due parti comprendete una sporgenza 211 e 311 sull'albero che si inserisce una cava
15 ricavata nell'elica. In relazione, alle spinte assiali invertite (da aspirazione verso la mandata), connesse invece a situazioni transitorie all'avviamento delle macchine ad accoppiamento diretto e ad ingranaggi, è previsto un anello di bloccaggio 212 e 312 dell'elica lato mandata su ciascun rotore.

Questo sistema ha il compito di evitare sia lo slittamento tra vite e albero durante
20 la trasmissione della coppia, sia di impedire le traslazioni assiali del rotore lungo l'albero in ambo le direzioni, in relazione ai carichi generati dalla meccanica dell'ingranamento tra i due rotori e dalla fluidodinamica del processo di compressione stesso, tenendo in considerazione le dilatazioni in gioco.

Considerando il comportamento anisotropo del materiale ottenuto mediante
25 stampa 3D, i corpi statorici interni (cassa rotorica-sede diametrale e piani di mandata e aspirazione) del compressore possono essere rivestiti con un film polimerico abrasibile.

Questo film oltre che ridurre lo spazio tra rotore e rispettivo cilindro, andando a diminuire ulteriormente i trafiletti, garantisce, in caso di contatto del rotore
30 con le superfici sopracitate, la formazione di un solco evitando la deformazione plastica o la rottura del dente del rotore dovuta all'eccessivo surriscaldamento causato dall'attrito dei diversi materiali. Quindi lo scopo del film polimerico è

anche quello di creare una sottile barriera “sacrificale” tra i rotori e i corpi del compressore.

Un adatto polimero utilizzabile sia per la vite maschio sia per quella femmina è il PEEK (polietere etere chetone), caricato con fibre sia lunghe che corte, che
5 presenta le giuste le proprietà di compatibilità sia con l’albero che con i gas processati, nonché le proprietà meccaniche e chimiche tali per cui può essere sottoposto sia alla stampa 3D (come la FDM) che a lavorazione meccanica tradizionale, partendo da pieno (barra o cilindro) e per rifiniture geometriche.

Anche le poliammidi che le poliolefine, adeguatamente funzionalizzate e/o
10 caricate con opportuni filler e fibre, sono utilizzabili all’ottenimento dei profili. Tali polimeri devono presentare proprietà di compatibilità sia con i fluidi processati, che con gli alberi sui quali sono installati, che un’adeguata affinità tra di loro.

Una categoria di polimeri adatta per il rivestimento dei corpi statorici, invece,
15 sono i composti fluorurati o perfluorurati, nonché le poliolefine e le poliammidi adeguatamente funzionalizzati.

Tale rivestimento deve presentare, oltre a una compatibilità chimica con il materiale delle eliche, al fine di garantire una buona adesione, una completa
20 compatibilità con le temperature e i gas processati, al fine di evitare un deterioramento precoce e non voluto.

Per l’applicazione del film si può prevedere l’utilizzo di spray, polveri o plasma. L’utilizzo di polimeri ad alte prestazioni permette di usare, nel caso di macchine
ad iniezione d’olio, fluidi refrigeranti più performanti, nonché migliorare il comportamento meccanico e funzionale in presenza di componenti corrosivi e/o
25 aggressivi del gas.

Le eliche polimeriche, quindi risultano essere compatibili con:

- gas di processo;
- fluido lubrificante;
- condizioni operative del compressore (temperatura, pressione, carichi generati);

30 Al tempo stesso, in relazione alle caratteristiche individuate in relazione a deformabilità alle condizioni di utilizzo, risultano in grado di diminuire i giochi precedentemente detti, in modo da migliorare le performance senza però intaccare

il corretto funzionamento meccanico, grazie a un coefficiente di dilatazione termico del polimero maggiore rispetto al metallo.

La scelta di un materiale polimerico per la realizzazione delle eliche, infatti, porta vantaggi significativi lato performance, andando a sfruttare il comportamento in temperatura e la maggior deformabilità del materiale stesso, in grado di portare ad una riduzione dei giochi tra le eliche durante il funzionamento. Diversamente dai metalli, infatti, è possibile un maggiore contatto, quindi adattamento dei profili durante il processo di ingranamento, in relazione alle proprietà di riduzione di attrito superficiale e antiaderenza.

Questi aspetti si esplicano inevitabilmente, per la versione di macchina ad iniezione d'olio, in una più flessibile scelta di lubrificante, che, lato rotori, assolve sempre meno sia alla funzione di film antiattrito/antigrippante durante il processo meccanico di ingranamento, sia alla funzione di riduzione dei giochi, più efficacemente ricoperta da materiali/rivestimenti.

In termini di quantità e di funzionalità, quindi il fluido iniettato diventa, per quel che riguarda la camera di compressione, principalmente un vettore termodinamico, di riduzione della temperatura nel processo, in relazione a bilanci di calore puramente energetici. Laddove non sia possibile modificare le caratteristiche del fluido utilizzato anche per lubrificazione degli altri organi meccanici (es. cuscinetti/ingranaggi/tenute...) è possibile ricorrere a soluzioni di lubrificazione separata. Il compressore a vite della presente invenzione può comprendere canali di lubrificazione 7, accessibili dall'esterno, che trasportano l'adatto lubrificante a tali organi meccanici quali ad esempio cuscinetti 71, ingranaggi, o tenute 73. In questa configurazione di macchina si va ad isolare la camera dove avviene l'ingranamento tra i rotori, potendo così utilizzare fluidi diversi per ciascuno scopo specifico (solo refrigerante per rotori o lubrificante/refrigerante per altri organi meccanici). Questo isolamento viene creato andando a posizionare delle tenute interne tra camera di compressione e cuscinetti.

Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

RIVEDICAZIONI

1. Compressore a vite comprendente un rotore maschio (2) e un rotore femmina (3) racchiusi in una cassa (4) all'interno della quale vanno in contro rotazione, per l'azionamento del rotore maschio da un motore, un gas passa
5 attraverso un condotto di aspirazione (5) creato tra i due rotori, e la rotazione chiude tale condotto in aspirazione ed il gas compresso viene spinto verso una mandata (6),

ogni rotore comprende un albero di rotazione (21,31) che ruota nella cassa grazie ad appositi cuscinetti che è circondato da eliche (22,32) che si impegnano l'una
10 con l'altra, le eliche essendo realizzate in modo tale da ridurre in modo progressivo lo spazio tra rotori e cassa, in modo che il gas aspirato dal condotto di aspirazione si comprima in direzione della mandata (6),

caratterizzato dal fatto che le eliche sono realizzate in un materiale polimerico.

2. Compressore secondo la rivendicazione 1, in cui gli alberi (21,31) dei
15 rotori, sono realizzati con materiale più resistente da quello delle eliche.

3. Compressore secondo la rivendicazione 1, in cui gli alberi (21,31) sono collegati meccanicamente alle rispettive eliche (22,32) al fine di trasmettere la coppia torcente del motore attraverso un opportuno sistema di bloccaggio.

4. Compressore secondo la rivendicazione 1, in cui tale materiale polimerico
20 delle eliche è PEEK.

5. Compressore secondo la rivendicazione 1, in cui le eliche sono realizzate mediante stampaggio 3D.

6. Compressore secondo la rivendicazione 1, in cui tale stampaggio 3D è
realizzato tramite la tecnica FDM.

7. Compressore secondo la rivendicazione 1, in cui i corpi statorici interni,
25 cassa rotorica-sede diametrale e piani di mandata e aspirazione sono rivestiti con un film polimerico abrasibile.

8. Compressore secondo la rivendicazione 1, comprendente canali di
lubrificazione (7), accessibili dall'esterno, che trasportano adatto lubrificante a
30 cuscinetti e/o ingranaggi e/o tenute.

9. Compressore secondo la rivendicazione 1, comprendente mezzi di blocco
allo spostamento assiale relativo tra eliche e alberi comprendente una sporgenza

(211,311) sull'albero che si inserisce una cava ricavata nell'elica e un anello di bloccaggio (212,312) dell'elica lato mandata.

5 Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

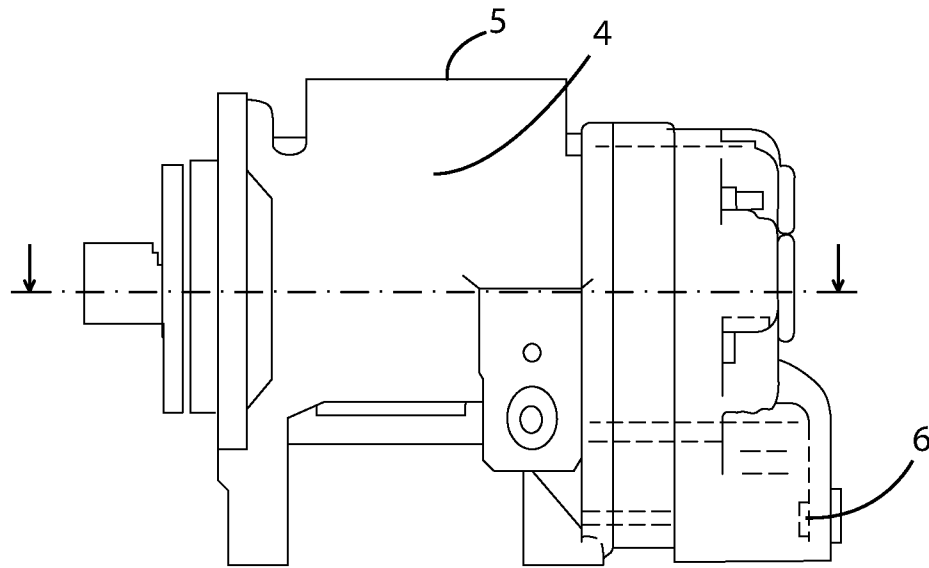


Fig. 1

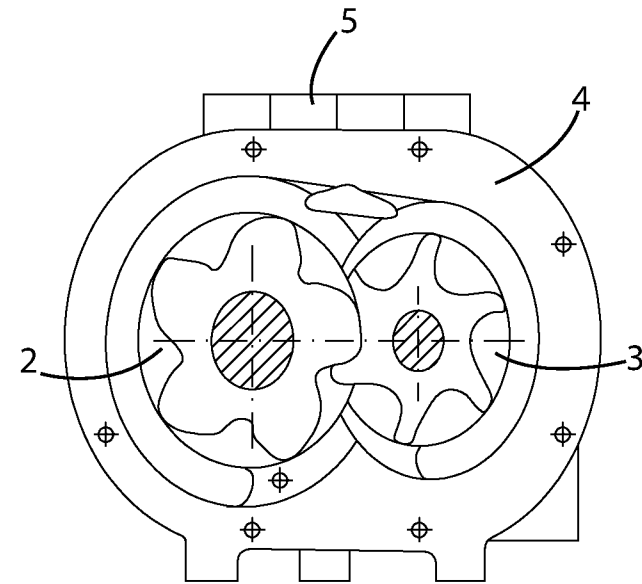


Fig. 3

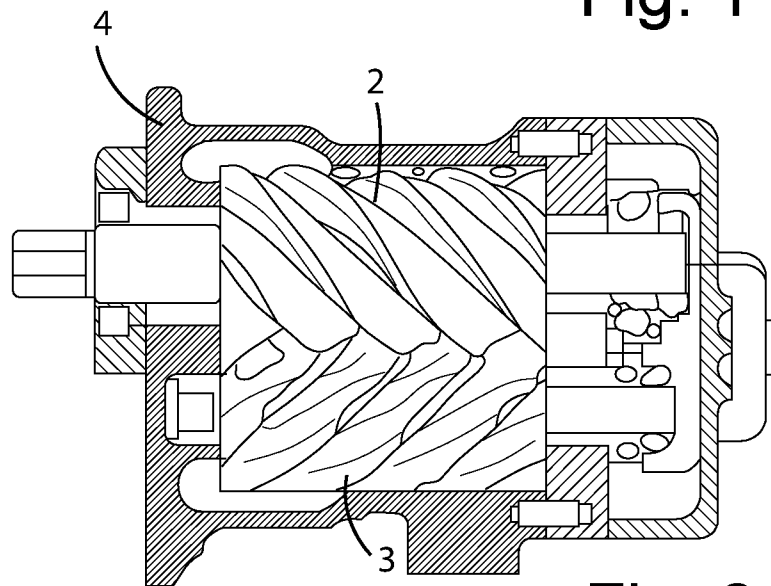


Fig. 2

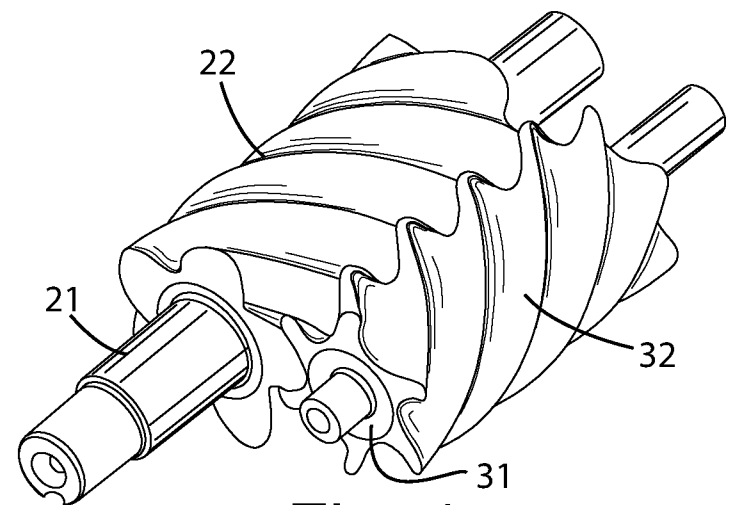


Fig. 4

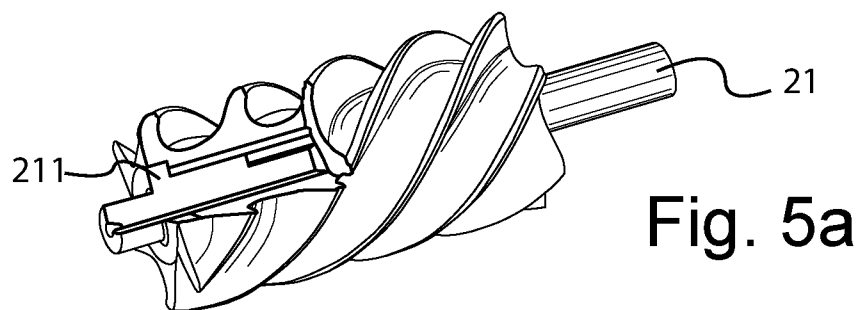


Fig. 5a

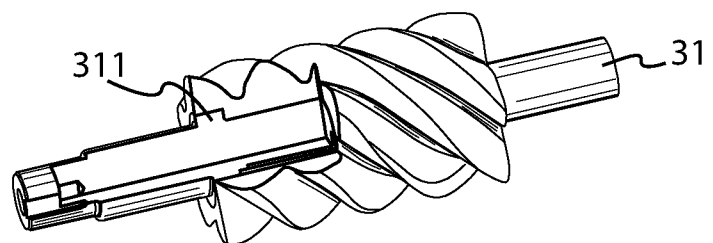


Fig. 5b

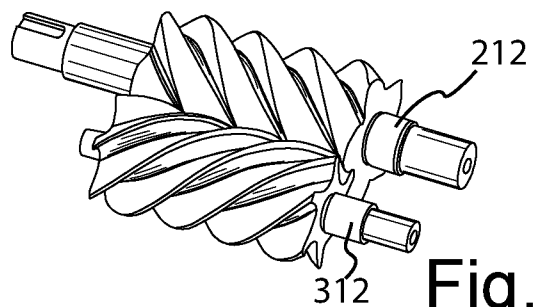


Fig. 5c

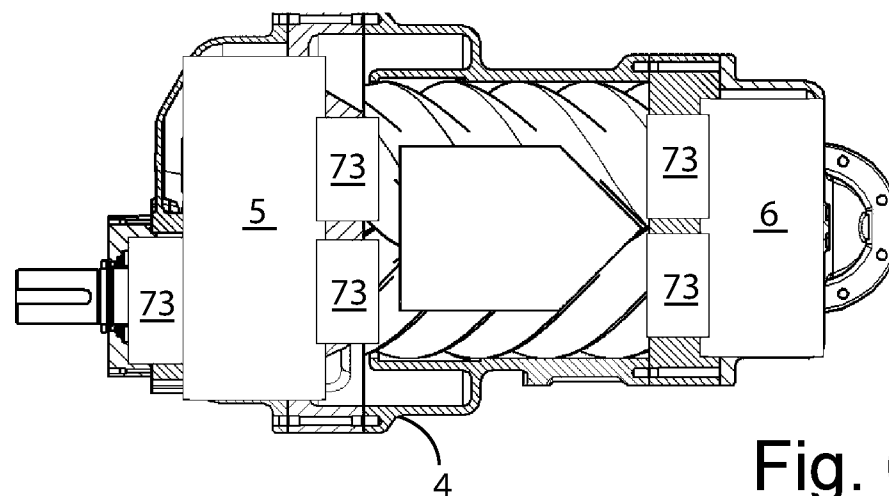


Fig. 6

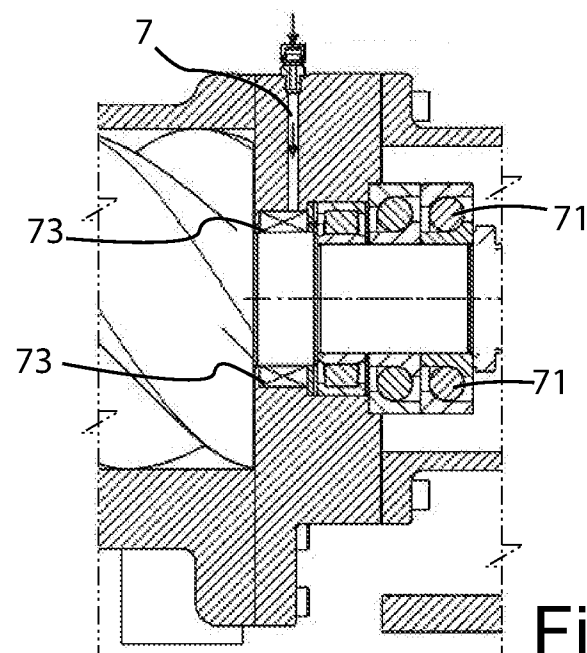


Fig. 7