

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102022000006170
Data Deposito	29/03/2022
Data Pubblicazione	29/09/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	K	15	04

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	K	15	06

Titolo

Sistema e procedimento di assemblaggio di un avvolgimento statorico o rotorico
--

Sistema e procedimento di assemblaggio di un avvolgimento statorico o rotorico

A nome: Tecnomatic S.p.A.

Inventori: Giovanni Ruggieri, Maurilio Micucci, Giuseppe Ranalli

[001] La presente invenzione riguarda un sistema ed un procedimento di assemblaggio di un avvolgimento statorico o rotorico.

Stato della tecnica

[002] È noto e oramai diffuso realizzare statori o rotor di macchine elettriche, quali generatori o motori elettrici ad esempio per applicazioni in veicoli elettrici ibridi (HEVs), in cui l'avvolgimento statorico o rotorico è formato da una pluralità di conduttori a barra ripiegati e variamente interconnessi fra loro in modo da realizzare avvolgimenti elettrici anche detti "avvolgimenti a barra". Tali conduttori a barra ripiegati sono anche detti "conduttori hairpin" o semplicemente "hairpin". Gli avvolgimenti a barra possono essere costituiti da uno o più gruppi di avvolgimento concentrici, talvolta noti come "corone", ciascun gruppo di avvolgimento essendo già un avvolgimento in sé ("winding set").

[003] In particolare, appartengono allo stato della tecnica nota avvolgimenti con hairpin aventi una sezione trasversale circolare (anche detti "conduttori a filo tondo") o rettangolare, o ancora conduttori a geometria di sezione trasversale variabile lungo la lunghezza (ad es. conduttori tondi e resi rettangolari nella parte ospitata in cava). A tale proposito, per filo conduttore "rettangolare" o "quadrato" si intende nella presente descrizione un filo avente quattro lati sostanzialmente piatti, ciascuno unito ai lati adiacenti, tipicamente da un bordo arrotondato. Sono noti conduttori a barra aventi una sezione trasversale di forma trapezoidale.

[004] I suddetti conduttori a barra vengono preformati usualmente mediante piegatura ad “U” o a “P” a partire da conduttori a barra rettilinei. Il brevetto statunitense US 7,480,987 descrive un esempio di metodo di preformatura di conduttori a barra rettilinei per formare gli hairpin. I conduttori preformati a “U” o “P”, spesso denominati nel settore anche “conduttori preformati basici”, presentano tipicamente due gambe affiancate di uguale o differente lunghezza aventi ciascuna una porzione di estremità libera ed una opposta porzione di estremità raccordata, tramite una porzione di raccordo a ponte, all'altra delle due gambe. Poiché le porzioni di estremità sporgono quando inserite nel rotore o statore, esse verranno d'ora in poi chiamate “porzione sporgente libera” ed “opposta porzione sporgente raccordata”. La porzione sporgente raccordata può anche essere chiamata “porzione di testa” o “porzioni raccordate a ponte”. L'insieme delle “porzioni di testa” delle gambe di uno stesso hairpin costituisce il cosiddetto “raccordo a ponte” o “connessione a ponte”.

[005] Facendo riferimento alla Fig. 1(a), un hairpin 255 è preformato a partire da un conduttore lineare (non mostrato), piegandolo a formare una prima gamba 255a con una relativa estremità di porzione sporgente libera 255aE ed una seconda gamba 255b con una relativa estremità di porzione sporgente libera 255bE. La piegatura forma allo stesso tempo una connessione a ponte 255c tra le due gambe 255a, 255b. L'hairpin preformato in questo esempio ha una forma di una “U” schiacciata. Per realizzare, ad esempio, uno statore di macchina elettrica, è noto sottoporre gli hairpin preformati ad “U” o a “P” a due differenti tipi di torcitura.

[006] Un nucleo di statore o rotore di macchina elettrica a flusso magnetico radiale è sostanzialmente un anello avente due facce piane e due superfici cilindriche, aventi generatrici perpendicolari alle due facce piane e parallele all'asse di rotazione del rotore della macchina elettrica. A quest'ultimo asse si riferiscono le direzioni radiale, circonferenziale e assiale menzionate nel seguito,

se non altrimenti specificato. Una delle due superfici cilindriche è adiacente almeno in parte al traferro della macchina elettrica, della quale detto statore o rotore fa parte, e definisce un insieme di cave, nelle quali vengono ospitate le parti rettilinee dell'avvolgimento. Le due superfici piane sono distinte in superficie o lato di inserimento e superficie o lato opposto a quello di inserimento. Le parti dell'avvolgimento che sporgono al di fuori di detto nucleo sono dette testate. Alla testata sporgente dal lato opposto a quello di inserimento appartengono le estremità delle porzioni libere dei conduttori, che nella maggior parte sono soggette a saldatura. Se sono presenti nell'avvolgimento porzioni sporgenti raccordate a ponte con gambe inserite nelle cave di statore, esse appartengono alla testata sporgente dal lato di inserimento. Le porzioni sporgenti dal lato di inserimento, siano esse libere o raccordate a ponte, sono indicate nel seguito come porzioni sporgenti lato inserimento.

[007] La regione del nucleo di statore o di rotore presente tra una cava e un'altra adiacente è detta dente. Il numero di denti è pari al numero di cave. La parte di raccordo dei denti del nucleo è detta giogo, che definisce una porzione di ciascuna cava e si trova rispetto ad essa dal lato opposto alla apertura di cava sul traferro della macchina.

[008] La cava può essere divisa in una matrice di posizioni in ciascuna delle quali può essere collocata una gamba di un conduttore basico. I conduttori ospitati nella stessa posizione radiale delle cave definiscono un cosiddetto strato di avvolgimento.

[009] In un primo tipo di torcitura, anche detta "torcitura dal lato inserimento", i conduttori preformati basici vengono opportunamente inseriti in apposite tasche o "cave" radialmente allineate realizzate in un dispositivo di torcitura che è adatto a deformare, dopo l'inserimento, tali conduttori. Il dispositivo di torcitura serve essenzialmente a "divaricare" le gambe della forma a "U" o a "P" per far sì che le due gambe di ciascun conduttore, dopo aver estratto quest'ultimo dal dispositivo

di torcitura, possano essere successivamente inserite in una corrispondente coppia di cave di un nucleo statorico che sono fra loro angolarmente sfalsate di una distanza predefinita sostanzialmente pari alla distanza angolare tra le cave in cui le gambe sono successivamente inserite, e radialmente distanziate della distanza radiale tra le posizioni in cava rispettivamente occupate dalle gambe.

[0010] A partire da un hairpin preformato, ad esempio ma non esclusivamente come nella Fig. 1(a), si va a formare un hairpin nella forma idonea al suo inserimento nello statore (o rotore) allargando le gambe 255a, 255b e sagomando la connessione a ponte 255c, per ottenere ad esempio la forma nella Fig. 1(b). Con 255p si indica il passo (pitch) dell'hairpin, ovvero la distanza lineare, o la distanza angolare, o la distanza in termini di passi di cava, tra le gambe. È da notare che in questo caso la sommità centrale 255c2 dell'hairpin formato è il conduttore basico dove la sezione del conduttore subisce una rotazione di 180° rispetto alla superficie mediana dell'hairpin (superficie che passa all'interno dell'hairpin e include le due gambe). Tale rotazione è utile in alcuni hairpin stratificati che verranno definiti nel seguito allo scopo di trasporre gli strati (scambio delle posizioni in cava) e ridurre così le correnti parassite circolanti attraverso le estremità degli strati, quando questi sono saldati tra loro, rispetto al caso in cui gli stessi strati corrono paralleli senza scambiarsi la posizione in cava nel passaggio da una gamba all'altra.

[0011] La domanda di brevetto pubblicata al numero US 2009/0178270 descrive un esempio di metodo di torcitura dal lato inserimento per la torcitura a passo uniforme dei conduttori a barra preformati dopo l'inserimento di questi nelle tasche di un dispositivo di torcitura, in cui gli hairpin hanno sezione rettangolare.

[0012] Secondo la tecnica nota ed in riferimento alla Fig. 2, gli hairpin possono essere anche ottenuti per stampaggio, processo nel quale un conduttore rettilineo viene pressato contro un contrasto con un sistema di tipo "punch and die". La Fig. 2(a) mostra un tale conduttore stampato; esso non presenta una sezione

trasversale che ruota rispetto alla superficie mediana dell'hairpin.

[0013] Questo hairpin stampato o anche un hairpin preformato e divaricato, ottenuto come sopra, può essere sottoposto alla cosiddetta "torcitura lato saldatura", nel qual caso si può introdurre una forma "a scalino" delle porzioni sporgenti delle gambe 255a e 255b, dove ad esempio la gamba 255a presenta una prima porzione rettilinea 255a1, una porzione a gradino 255a2 e una seconda porzione rettilinea 255a3 (sostanzialmente corrispondente alla porzione 255aE della Fig. 1), come in Fig. 2(b).

[0014] Facendo riferimento alla Fig. 3, la forma della porzione sporgente lato inserimento, ossia della connessione a ponte 255c, per un hairpin stampato, può comprendere tre porzioni 255c1, 255c3 e 255c2 iniziando dalla connessione alla seconda gamba 255b e finendo alla connessione alla prima gamba 255a (nascoste nella vista di Fig. 3). La porzione 255c1 ha una direzione di estensione principale B ed un raggio di curvatura RB, la porzione 255c3 una direzione di estensione principale A ed un raggio di curvatura RA, la porzione 255c2 una direzione di estensione principale C (ed eventualmente una sua curvatura, non indicata). La porzione 255c2 è di seguito chiamata "piega di cambio di strato", infatti grazie ad essa le porzioni di testa e le gambe degli hairpin si trovano su strati diversi, quando inserite nelle rispettive cave del pacco statorico. Con α_1 è indicato l'angolo tra le direzioni A e C, con α_2 l'angolo tra le direzioni A e B e con α_3 l'angolo tra le direzioni B e C, uguale alla somma degli angoli α_1 e α_2 . Questa è solo una delle forme finali possibili di un hairpin, ogni altra forma con differenti porzioni e sagomature, sia della porzione a ponte sia delle gambe è utilizzabile con l'apparato ed il metodo secondo la presente descrizione.

[0015] Esistono anche dei conduttori denominati "reverse" (non illustrati), e sono degli hairpin con il verso di piega nel raccordo a ponte opposto a quello della maggior parte degli hairpin che compongono uno stesso avvolgimento. Questi sono usati per passare dall'ultimo strato di una corona al primo della corona

successiva.

[0016] Ulteriormente, e facendo riferimento alla Fig. 4A, esiste un hairpin stratificato ("stranded") con ribaltamento della sezione trasversale nel punto di piega (Fig. 4A(a)), che causa lo scambio della posizione occupata dagli strati. Come si nota dal tipo di tratteggio delle sezioni trasversali in fig.4A(a), grazie a tale ribaltamento o scambio di posizione, lo strato superiore nella coppia di strati in cava di sinistra si trova al di sotto dell'altro nella cava a destra. In un'altra forma di hairpin, la trasposizione può essere continua lungo le porzioni dell'hairpin ospitate in cava (Fig. 4A(b); US 3837072). La variante rappresentata in Fig.4B è un hairpin stratificato privo di ribaltamento, mostrata nel brevetto US8552611 B2. In Fig. 4C (ricavata dalla Fig. 6 del brevetto US 6,894,417 B2) sono fornite delle varianti di disposizione delle gambe degli hairpin stratificati di un avvolgimento a doppia corona nelle diverse posizioni in cava. Le lettere A e B indicano la corona di appartenenza delle gambe rappresentate in cava (appartenenti a hairpin diversi).

[0017] Ancora, esistono conduttori denominati "I-pin", termine con il quale si intende un conduttore da ospitare in una singola cava e, quando nella cava, avente le porzioni con estremità libere sporgenti da entrambe le facce piane del nucleo statorico. In Fig. 4D è mostrato un esempio di I-pin, che però non necessariamente deve avere tutte le variazioni di direzione mostrate, può anche non averne nessuna, ed essere piegato dal lato uscita di un tamburo di assemblaggio dell'avvolgimento di hairpin. Le estremità dell'I-pin possono essere saldate ad estremità di altri conduttori sporgenti dalle cave o ad elementi terzi (ad esempio, bus bar, occhielli) oppure possono svolgere la funzione di terminali di fase. Le porzioni possono essere soggette a piega del tipo "lato saldatura". Un esempio di I-pin si può trovare nei conduttori indicati con i riferimenti 81-83 nel documento US7622843B2. Sono noti anche i "conduttori a forma di W" ("W-shaped conductors"), si veda ad esempio ancora il brevetto US 7,622,843 B2 e la Fig. 4E. Un conduttore a W può essere formato per saldatura di un hairpin stampato con

un I-pin, oppure con saldatura di un quarto conduttore con i tre I-pin. Anche qui, il W-pin non necessariamente deve avere tutte le variazioni di direzione mostrate, può anche non averne nessuna, ed essere piegato dal lato uscita del tamburo di assemblaggio dell'avvolgimento di hairpin.

[0018] Con riferimento esemplificativo alla Fig. 4F (ricavata da US10749399B2), esiste anche il cosiddetto “inversion hairpin”, ovvero un hairpin che può essere formato per divaricazione delle gambe (non con il metodo di torcitura lato inserimento descritto sopra) o stampato con sistemi “press and die”, caratterizzato dal fatto che le gambe nelle rispettive cave occupano la stessa posizione radiale, ossia appartengono ad uno stesso strato. Pertanto le sue estremità sul lato torcitura risulteranno piegate nello stesso verso. In realtà, le porzioni sporgenti sul lato del raccordo a ponte possono essere piegate in una stessa direzione tangenziale oppure possono assumere la forma a V. Sulla porzione di raccordo, possono essere necessarie almeno due pieghe di cambio di strato.

[0019] Infine, esistono coppie di hairpin le cui gambe omologhe appartengono a strati diversi (Fig. 4G) o allo stesso strato (Fig. 4H) e sono configurati e dimensionati per essere accavallati.

[0020] Nel seguito, tutti i sopra descritti tipi di hairpin e anche gli I-pin e i W-pin verranno ricompresi nella dizione “conduttori basici”.

[0021] Dopo essere stati sottoposti al primo tipo di torcitura o dopo essere stati stampati, i conduttori basici vengono tipicamente pre-assemblati in un gruppo di avvolgimento come sopra menzionato. L'apparato di pre-assemblaggio avrà una serie di cave, generalmente in numero pari alle cave dello statore associato all'avvolgimento, in cui inserire le gambe di ciascun hairpin, e sarà in generale differente dal dispositivo di torcitura.

[0022] Il gruppo di avvolgimento viene poi inserito in blocco nelle cave del nucleo statorico attraverso un primo lato dello stesso (cosiddetto “lato inserimento” o “faccia di inserimento”) con le rispettive porzioni libere sporgenti da un secondo

lato del nucleo (cosiddetto “lato saldatura” o “lato di connessione” o “faccia di saldatura” o “faccia di fuoriuscita”) opposto al primo lato.

[0023] In base allo specifico schema di avvolgimento da realizzare, le porzioni libere dei conduttori basici sporgenti dal lato opposto a quello di inserimento possono essere quindi sottoposte ad un secondo tipo di torcitura, anche detta “torcitura dal lato saldatura”, per esempio dopo essere state inserite in tasche realizzate in un’apposita attrezzatura di torcitura. L’attrezzatura di torcitura ha qui lo scopo di piegare o torcere le porzioni libere dei conduttori per sagomare opportunamente tali porzioni libere e permettere conseguentemente di effettuare le appropriate connessioni elettriche fra i conduttori al fine di completare l’avvolgimento. La domanda di brevetto pubblicata al numero US 2009/0302705 descrive un esempio di metodo di torcitura dal lato saldatura del tipo sopra discusso.

[0024] Sono noti sistemi di assemblaggio di avvolgimenti elettrici per statori e/o rotor. Sono anche noti sistemi per il trasferimento dell’avvolgimento ed il suo inserimento in un pacco statorico.

[0025] Facendo riferimento alla Fig. 5A, la domanda di brevetto Odawara US2019/0190359 descrive un sistema di formatura dei conduttori basici e il loro successivo assemblaggio in un avvolgimento che viene poi inserito nello statore, con un unico impianto. La domanda Odawara descrive principalmente la sezione di formatura del conduttore basico, e non quella di assemblaggio ed inserimento dell’avvolgimento. Tuttavia, per quest’ultima, essa menziona dei “mezzi di guida” che sono quelli rappresentati ad esempio nella sua Fig. 24A con il riferimento 112, che è riprodotta nella presente descrizione come Fig. 5A. La domanda Odawara descrive le seguenti parti:

- la formatura in linea (anche se con parziali rotazioni di alcuni elementi) dei conduttori basici;
- i mezzi di guida per scivolamento 112;

- l'avvicinamento radiale dei conduttori basici 17S; e
- il fatto che l'ingranaggio 123 di trascinamento del cilindro 900 abbia un diametro più grande di quest'ultimo.

[0026] Inoltre, con riferimento alla Fig. 29 di Odawara, Fig. 5B della presente descrizione, è chiaro che il meccanismo di ingranaggio 123 è tale da garantire la precisione di rotazione del tamburo da parte del servomotore (cfr. par. 205 della domanda citata) e quindi è essenziale alla soluzione Odawara.

[0027] Ancora, il meccanismo di movimentazione delle lame 108 del cilindro presenta un asse rotativo 121 che mette in moto delle camme 130, e che deve essere azionato assialmente agendo su un altro elemento 129 connesso all'asse 121, e non sulla ruota 123 (Fig. 31, qui riportata come Fig. 5C). La ruota 123 e la corona dentata 135 sono atti all'estrazione dell'avvolgimento e quindi devono avere un raggio più grande del tamburo e delle lame, pur essendo disposti in asse. Tale meccanismo necessita di inserimento degli hairpin in direzione radiale.

[0028] Infatti, in Odawara, il sistema di inserimento nello statore richiede una corona dentata 135 di spinta come illustrato nella sua Fig. 34, Fig. 5D della presente descrizione.

[0029] Questa configurazione complessiva presenta numerosi svantaggi, tra cui quello che l'inserimento dell'hairpin è fatto con movimento di accostamento al tamburo con componenti radiale e circonferenziale. La compresenza di tali due movimenti rende eccessivamente complesso un sistema di confinamento della prima gamba (gamba non presa) dell'hairpin che possa stare al passo di una cadenza elevata di formatura dell'hairpin (ad esempio 1.5s). Inoltre, nella tecnica anteriore c'è una bassa precisione di inserimento delle gambe degli hairpin nel tamburo di assemblaggio a causa della tipologia di movimentazione delle stesse (in alcuni casi con movimentazione sia radiale sia circonferenziale). Si rileva nella tecnica anteriore anche una alta possibilità di movimentazione indesiderata delle gambe nelle cave del tamburo (con possibile fuoriuscita), in quanto la guida di

Odawara deve rimanere a distanza dal tamburo (almeno temporaneamente) affinché sia possibile l'inserimento radiale del conduttore basico. Anche aggiungendo un confinamento standard, si dovrebbe complicare il resto dell'apparato per conservare la suddetta movimentazione.

[0030] È sentito il bisogno di poter assemblare l'avvolgimento tutto in uno stesso sistema, per poi facilmente inserirlo nel pacco statorico, perseguendo le specifiche sul tempo-ciclo e di accuratezza, oggi giorno sempre più stringenti.

Scopo e oggetto dell'invenzione

[0031] Scopo della presente invenzione è quello di fornire un procedimento ed un sistema di assemblaggio di un avvolgimento statorico o rotorico che risolva in tutto o in parte i problemi e superi gli inconvenienti della tecnica anteriore.

[0032] È oggetto della presente invenzione un procedimento ed un sistema di assemblaggio di un avvolgimento statorico o rotorico secondo le allegate rivendicazioni.

Descrizione dettagliata di esempi di realizzazione dell'invenzione

Lista delle figure

[0033] L'invenzione verrà ora descritta a titolo illustrativo ma non limitativo, con particolare riferimento ai disegni delle figure allegate, in cui:

- la Fig. 1 mostra in (a) un hairpin preformato ad U schiacciata, ed in (b) un hairpin formato, secondo la tecnica nota;
- la Fig. 2 mostra in (a) un conduttore stampato, ed in (b) un conduttore dopo essere stato sottoposto a torcitura lato saldatura;
- la Fig. 3 mostra l'hairpin della 2(a) dall'alto, secondo la tecnica nota;
- la Fig. 4A mostra in (a) un hairpin stratificato ("stranded") con ribaltamento della sezione trasversale nel punto di piega ed in (b) con trasposizione

continua lungo le porzioni dell'hairpin ospitate in cava, secondo la tecnica nota;

- la Fig. 4B mostra un tipo di hairpin stratificato;
- la Fig. 4D mostra un esempio di I-pin, secondo la tecnica nota;
- la Fig. 4E mostra un esempio di "W-pin", secondo la tecnica nota;
- la Fig. 4F mostra un esempio di "inversion hairpin", secondo la tecnica nota;
- la Fig. 4G mostra un esempio di hairpin accavallati su strati diversi, secondo la tecnica nota;
- la Fig. 4H mostra un esempio di hairpin accavallati sullo stesso strato, secondo la tecnica nota;
- le Figg. 5A-5D corrispondono alle figure 24A, 29, 31, 34 della domanda di brevetto Odawara US2019/0190359, dove sono stati cerchiati alcuni elementi sopra commentati;
- la Fig. 6 mostra una prima bozza del layout del sistema di assemblaggio e inserimento di un avvolgimento in uno statore, secondo un aspetto dell'invenzione;
- la Fig. 7A un esempio di assemblaggio dell'avvolgimento con un solo contenimento circolare, in (a) in uno spaccato prospettico ed in (b) in una sezione perpendicolare all'asse di avvolgimento, secondo un aspetto dell'invenzione;
- la Fig. 7B un esempio di serraggio dell'avvolgimento, in (a) in uno spaccato prospettico ed in (b) in una sezione perpendicolare all'asse di avvolgimento, secondo un aspetto dell'invenzione;
- la Fig. 7C mostra un esempio di trasferimento dell'avvolgimento nel pacco, secondo un aspetto dell'invenzione;
- la Fig. 7D mostra un'apertura parziale del contenimento circolare, secondo un aspetto dell'invenzione;

- la Fig. 7E mostra un esempio di spinta dell'avvolgimento nel pacco, secondo un aspetto dell'invenzione;
- la Fig. 7F mostra un'apertura completa del contenimento circolare, secondo un aspetto della presente invenzione;
- la Fig. 8 mostra una soluzione di assemblaggio con più contenimenti circolari secondo un aspetto dell'invenzione;
- la Fig. 9A mostra un esempio di assemblaggio dell'avvolgimento con più contenimenti circolari in (a) in uno spaccato prospettico ed in (b) in una sezione perpendicolare all'asse di avvolgimento, secondo un aspetto dell'invenzione;
- la Fig. 9B mostra un ricompattamento dell'avvolgimento, secondo una forma realizzativa dell'invenzione;
- la Fig. 9C mostra un serraggio tangenziale secondo una forma realizzativa dell'invenzione;
- la Fig. 9D mostra un allontanamento del contenimento interno;
- la Fig. 9E mostra un trasferimento dell'avvolgimento nel pacco;
- la Fig. 9F mostra un'apertura di un contenimento circolare inferiore;
- la Fig. 9G mostra un'apertura di un contenimento circolare centrale;
- la Fig. 9H mostra un'apertura di un contenimento circolare superiore;
- la Fig. 10 mostra dei possibili movimenti di un contenimento circolare ;
- la Fig. 11 mostra una movimentazione della camma dall'esterno del diametro del foro, azione che porterebbe ad un urto con le parti circostanti;
- la Fig. 12 mostra una vista dal basso della tavola con i contenimenti circolari;
- la Fig. 13 mostra un gruppo trascinatore – vista frontale;
- la Fig. 14 mostra un gruppo trascinatore disinserito – vista in sezione;
- la Fig. 15 mostra un gruppo trascinatore inserito – vista in sezione;

- la Fig. 16 mostra uno schema di principio di una prima forma realizzativa dell'invenzione;
- la Fig. 17 mostra uno schema di principio di una terza forma realizzativa dell'invenzione;
- la Fig. 18 mostra una soluzione scelta complessiva per l'assemblaggio dell'avvolgimento ed il trasferimento nel pacco statorico;
- la Fig. 19 mostra un gruppo tavola rotante – vista in sezione;
- la Fig. 20 mostra una forma di realizzazione di un contenimento circolare;
- la Fig. 21 mostra un dettaglio parete di contenimento;
- la Fig. 22 mostra un gruppo supporto contenimento interno;
- la Fig. 23 mostra un esempio di gruppo motore per la movimentazione di un contenimento circolare, con trasmissione a cinghia;
- la Fig. 24 mostra un esempio di gruppo motore per la movimentazione di un contenimento circolare, con trasmissione ad ingranaggi;
- la Fig. 25 mostra un esempio di gruppo bloccaggio pneumatico di un contenimento circolare;
- la Fig. 26 mostra un gruppo piano di appoggio con alzata regolabile elettricamente;
- la Fig. 27 mostra un gruppo di spinta avvolgimento nel pacco; fase di chiusura (in (a)) e fase di spinta (in (b)); e
- la Fig. 28 mostra un gruppo telaio base.

[0034] Si specifica qui che elementi di forme di realizzazione differenti possono essere combinati insieme per fornire ulteriori forme di realizzazione senza limiti rispettando il concetto tecnico dell'invenzione, come il tecnico medio del ramo intende senza problemi da quanto descritto.

[0035] La presente descrizione inoltre fa riferimento alla tecnica nota per la sua implementazione, riguardo alle caratteristiche di dettaglio non descritte, come ad

esempio elementi di minore importanza usualmente utilizzati nella tecnica nota in soluzioni dello stesso tipo.

[0036] Quando si introduce un elemento si intende sempre che può essere “almeno uno” o “uno o più”.

[0037] Quando si elenca una lista di elementi o di caratteristiche in questa descrizione si intende che il trovato secondo l’invenzione “comprende” oppure alternativamente “è composto di” tali elementi.

[0038] Quando si elencano delle caratteristiche nell’ambito di una stessa frase o lista puntata, una o più delle singole caratteristiche possono essere incluse nell’invenzione senza connessione con le altre caratteristiche della lista.

Forme di realizzazione

[0039] Facendo riferimento alla Fig. 6, si illustra un esempio di disposizione 1000 dei componenti per l’assemblaggio di un avvolgimento 200 (non mostrato in figura) ed il suo trasferimento in un pacco statorico 400. Lo statore in ingresso 400I è inizialmente vuoto. L’avvolgimento viene assemblato su una tavola rotante 300 a sinistra mentre lo statore viene fatto scorrere lungo il percorso lineare mostrato dalle frecce sulla destra. Naturalmente le posizioni possono essere anche invertite e non a 180°. Successivamente la tavola rotante 300 viene fatta ruotare (ad esempio in senso orario come da freccia) attorno all’asse 300A (uscente dal foglio) fino a che non incontra lo statore vuoto 400I in posizione mediana (o in generale altra posizione conveniente) lungo il suo percorso, dove l’avvolgimento viene inserito. Si ottiene quindi in uscita un pacco statorico con avvolgimento inserito 400F. La tavola rotante 300 permette di lavorare in contemporanea su due postazioni, una di assemblaggio dell’avvolgimento e l’altra di trasferimento nel pacco statorico, riducendo così il tempo-ciclo di produzione.

[0040] Tra gli elementi che compongono il sistema vi sono:

- uno o più inseritori rimovibili 100 (o “mezzi rimovibili di inserimento”), in grado di accogliere i diversi conduttori basici da rispettivi mezzi di alimentazione 210,220,230 che possono partire dall’area di assemblaggio ed inserirli in maniera seriale uno ad uno nel contenimento circolare (segue);
- un contenimento circolare 500 (o “mezzi di contenimento circonferenziale”), configurato per contenere i conduttori basici durante l’assemblaggio dell’avvolgimento e poi allinearli opportunamente in modo da avere un avvolgimento con una precisione sufficiente da garantire il suo inserimento direttamente nel pacco statorico; il contenimento circolare è convenientemente alloggiato in un corrispondente foro della tavola rotante;
- opzionalmente, un piano di appoggio 700 di conduttori basici, situato al di sotto della tavola rotante 300, il piano di appoggio 700 sostenendo dal basso i conduttori basici durante l’assemblaggio dell’avvolgimento;
- un gruppo di spinta 800, che preme lo il pacco statorico dal basso per far entrare l’avvolgimento all’interno del pacco statorico fino ad una certa quota; e/o
- un gruppo di movimentazione 900, configurato per abbassare l’avvolgimento spingendo lo stesso dalla parte delle teste dei conduttori basici fino a far imboccare i terminali dei conduttori basici nelle cave tipicamente per poche decine di millimetri; e
- opzionalmente, un supporto 610 di un contenimento interno 600 utile all’assemblaggio dell’avvolgimento.

[0041] I rispettivi mezzi di alimentazione 210,220,230 possono alimentare rispettivamente i conduttori basici degli strati 1 e 2 (210), i conduttori basici degli strati 3 e 4 (220) e i conduttori basici degli strati 5 e 6 (230).

[0042] La scelta di una tavola rotante permette di compattare il sistema, potendo sfruttare, come si vedrà, gli spazi sopra e sotto la tavola (ovvero dalla parte di una prima superficie di tavola, e dalla parte di una seconda superficie di

tavola opposta a detta prima superficie di tavola). Inoltre, essa permette di migliorare il tempo di ciclo, in quanto durante l'inserimento di un avvolgimento nel rispettivo pacco statorico si può progredire con l'assemblaggio di un ulteriore avvolgimento da inserire in un ulteriore pacco statorico.

[0043] È inoltre qui da specificare che l'inseritore può anche non inserire tutti i conduttori basici dell'avvolgimento prima che questo sia trasferito per rotazione della tavola. I conduttori basici mancanti possono essere inseriti in una stazione intermedia (non mostrata) e/o nella stazione di inserimento nel pacco statorico prima dell'inserimento stesso nel pacco statorico.

[0044] Ancora, la freccia che illustra l'alimentazione del pacco statorico 4001 individua una direzione di alimentazione arbitraria ancorché preferita. L'alimentazione del pacco statorico nella posizione di inserimento dell'avvolgimento può avvenire da una direzione qualsiasi ed in qualsiasi modo, a patto che il pacco statorico sia fornito dal lato della tavola opposto al lato dell'inseritore 100.

[0045] Riguardo agli inseritori 100 (non illustrati nel dettaglio), essi possono essere di vario tipo noto o non noto, in quanto intervengono dall'esterno e non influiscono sul contenimento e sull'inserimento dell'avvolgimento. Preferibilmente, l'inseritore è posizionato al di sopra del contenimento circolare che verrà illustrato, quindi da un solo lato della tavola.

[0046] Contenimento circolare

[0047] Una prima funzione del contenimento circolare 500 è quella di sostenere lateralmente ed esternamente i conduttori basici durante l'assemblaggio dell'avvolgimento. Per fare ciò si è scelto di fare uso di un contenimento di geometria circonferenziale dotata di tante pareti quante sono le cave del pacco statorico in modo da ricreare una struttura simile al pacco. Tuttavia come si vedrà le cave formate dalle pareti del contenimento circolare hanno una larghezza

variabile a causa della sezione radialmente variabile delle pareti. Questo permette l'allargamento delle corone necessario all'assemblaggio dell'avvolgimento.

[0048] Al fine della movimentazione radiale delle pareti, come si illustrerà in riferimento alla Fig. 14, sono fornite camme 910 all'interno del contenimento circolare, le quali appunto muovono le pareti in direzioni radiale.

[0049] Una seconda funzione del un contenimento circolare 500 è quella di mantenere in posizione l'avvolgimento durante la rotazione della tavola (trasferimento) ed una terza funzione del contenimento circolare è quella di organizzare e allineare i conduttori dell'avvolgimento trasferito per l'inserimento nel pacco statorico.

[0050] È possibile utilizzare più contenimenti circolari (collettivamente "mezzi di contenimento circonferenziali") contemporaneamente, come illustrato nel seguito.

[0051] Il contenimento circolare 500 può essere movimentato attraverso un sistema di trasmissione moto circolare dedicato 917 mostrato in Fig. 23.

[0052] Utilizzo di un solo contenimento circolare

[0053] Questa soluzione prevede che il sistema di contenimento e presa (o "contenimento circolare" o "mezzi di contenimento circonferenziale") dell'avvolgimento può comprendere (Fig. 7A):

- Un contenimento circolare 500 con dita o posizionatori 510 di lunghezza predeterminata e di spessore radialmente variabile, la cui funzione è sia quella di contenimento che quella di calibrazione come sopra accennato;
- Opzionalmente, un contenimento interno 600, la cui funzione è quella di fare da battuta di riferimento per il diametro interno dell'avvolgimento 200; e
- Opzionalmente, un piano di appoggio 700, dotato di eventuali scavi per i conduttori basici più lunghi rispetto ai conduttori basici standard ed eventualmente dotato di bordi per impedire la fuoriuscita dei conduttori

basici, il piano di appoggio essendo posto dal lato della tavola opposto al lato degli inseritori 100, ma sempre in corrispondenza della posizione di assemblaggio.

[0054] Si illustra ora un esempio di funzionamento con successive fasi di lavoro, in cui vantaggiosamente si utilizzano tutti gli elementi appena elencati, anche se alcuni sono opzionali come indicato.

[0055] La fase F1 mostrata in Fig. 7A consiste nell'assemblaggio dell'avvolgimento con un solo contenimento circolare 500. Inizialmente il contenimento circolare 500 è in posizione di assemblaggio dell'avvolgimento, il piano di appoggio 700 è sollevato e il contenimento interno 600 impedisce ai conduttori basici di muoversi verso l'interno. In questa fase viene inserito un insieme di conduttori basici nelle cave 550 del contenimento circolare 500 dal lato delle estremità libere dei conduttori basici, e ad ogni inserimento il contenimento circolare 500 ruoterà (di uno o più passi cava definiti come distanza angolare tra le cave, tramite opportuni mezzi di rotazione attorno all'asse di avvolgimento 200A) portando con sé l'avvolgimento in assemblaggio. Alla fine si avrà l'avvolgimento assemblato.

[0056] La fase F2 mostrata in Fig. 7B consiste nel serraggio dell'avvolgimento: il contenimento circolare 500 spinge radialmente i conduttori basici contro il contenimento in quanto la sua sezione (ortogonale all'asse 200A) è rastremata almeno parzialmente, il piano di appoggio 700 resta sollevato, a sua volta il contenimento interno 600 resta in posizione e fa da battuta per i conduttori basici.

[0057] Si possono serrare i conduttori basici in maniera radiale (tramite uno spallamento ad esempio, in seguito illustrato) e/o in maniera tangenziale in base allo spessore delle pareti. In generale infatti il serraggio tangenziale si presta meglio quando la carta isolante (usualmente utilizzata nel campo tecnico) è a forma di 'S', doppia 'S', 'B' o più in generale quando la carta attraversa

internamente la cava perché bisogna garantire una distanza radiale tra i conduttori appartenenti alla stessa cava.

[0058] Il serraggio radiale, invece, funziona bene quando la carta è di tipo ad 'O' o in generale quando l'isolante si trova solo ai bordi della cava perché il contenimento circolare compatta i conduttori tra loro e li spinge contro una battuta interna. Tangenzialmente possono essere le pareti stesse dei posizionatori che allineano i conduttori in maniera da non sporgere oltre l'area della cava (meno quella della carta).

[0059] La fase F3, mostrata in Fig. 7C, consiste nell'inserimento dell'avvolgimento nel pacco statorico tramite opportuni mezzi di introduzione. La tavola rotante 300 (mostrata in Fig. 6) porta il contenimento circolare con l'avvolgimento sopra il pacco statorico 400 con una rotazione attorno all'asse di tavola rotante 300A, e il pacco statorico si solleva (o l'avvolgimento si abbassa) fino all'inserimento dei conduttori basici (ad esempio per circa 10-20 mm) nelle cave corrispondenti del pacco statorico. In generale, la tavola rotante porta i mezzi di contenimento circolare da una posizione di assemblaggio ad una posizione di inserimento nel pacco statorico. Convenientemente, il pacco statorico viene portato nella posizione di inserimento tramite appositi mezzi di alimentazione dal lato della tavola rotante opposto al lato dove ci sono gli inseritori in posizione di assemblaggio.

[0060] La fase F4, mostrata in Fig. 7D, consiste nell'apertura parziale del contenimento circolare 500 (radialmente). Mentre il pacco statorico 400 è fermo, i posizionatori 510 del contenimento circolare 500 indietreggiano leggermente per creare un certo gioco tra le pareti e i conduttori basici.

[0061] La fase F5, mostrata in Fig. 7E, consiste nella spinta dell'avvolgimento nel pacco. Mentre il pacco statorico 400 è fermo, ad esempio una battuta superiore 310 spinge i conduttori basici dentro il pacco statorico stesso.

[0062] La fase F6, mostrata in Fig. 7F, consiste nell'apertura più ampia o completa del contenimento circolare 500: il pacco statorico 400 è fermo, il contenimento circolare si apre e il contenimento interno 600 (non mostrato in figura) si solleva.

[0063] L'utilizzo di un solo contenimento circolare è possibile ed ha il vantaggio di avere meno componenti ed ingombri minori.

[0064] Utilizzo di più contenimenti circolari

[0065] Al fine di controllare nel migliore dei modi l'avvolgimento e per ridurre la corsa radiale del contenimento circolare 500, è possibile utilizzare altri contenimenti circolari che si occupano preferibilmente del serraggio dell'avvolgimento. Facendo riferimento alla Fig. 8, è vantaggioso che i contenimenti circolari ulteriori 540,580 siano posizionati immediatamente sotto ed immediatamente sopra il contenimento circolare già descritto. Si illustra di seguito un esempio di utilizzo di più contenimenti circolari in successive fasi di lavoro. È da intendersi che anche un solo contenimento circolare ulteriore può essere utilizzato, come sopra illustrato e come in seguito ripreso.

[0066] La fase S1, mostrata in Fig. 9A, consiste in un serraggio tangenziale: i contenimenti circolari superiore ed inferiore 540,580 sono completamente arretrati, il contenimento circolare di contenimento centrale 500 è in posizione di assemblaggio, mentre il piano di appoggio 700 (opzionale, non mostrato in questa figura) è sollevato per sostenere i conduttori basici.

[0067] In questa fase vengono inseriti tutti i conduttori basici previsti uno ad uno e ad ogni inserimento il contenimento circolare centrale 500 ruota portando con sé l'avvolgimento 200. La fase S1 termina con l'assemblaggio dell'intero avvolgimento 200. In uno o entrambi i contenimenti circolari inferiore e superiore 540,580 possono essere presenti degli spallamenti tangenziali 513 per la compattazione radiale (Fig. 9A(b)).

[0068] La fase S2, mostrata in Fig. 9B, consiste in un compattamento dell'avvolgimento 200. In questa fase, i contenimenti circolari 540,580 sono completamente arretrati mentre il contenimento circolare centrale 500 avanza e compatta i conduttori basici radialmente contro il contenimento 600; il piano di appoggio 700 è sollevato.

[0069] La fase S3, mostrata in Fig. 9C, comprende l'avanzamento dei contenimenti circolari inferiore e superiore 540,580 fino a serrare i conduttori basici tangenzialmente, il contenimento circolare 500 spinge e compatta l'avvolgimento contro il contenimento 600 come in fase S2, e il piano di appoggio 700 rimane sollevato in posizione di contenimento (sempre non mostrato).

[0070] Per quanto riguarda il movimento radiale del posizionatore 510, per compensare le tolleranze di fabbricazione sia del posizionatore che del conduttore basico, e quindi garantire un ottimo posizionamento dei conduttori basici nel contenimento, è possibile utilizzare mezzi elastici (ad esempio molle) posizionati dietro ciascun posizionatore 510 (i mezzi elastici non sono mostrati nelle figure).

[0071] La fase S4, mostrata in Fig. 9D, comprende l'allontanamento del contenimento interno 600 quando ancora l'avvolgimento è nella posizione di assemblaggio a sinistra della Fig. 6. In questa fase i contenimenti circolari tangenziali 540,580 stanno spingendo tangenzialmente i conduttori basici mentre il contenimento circolare 500 è come in fase S2, infine il piano di appoggio 700 (non mostrato in figura) si abbassa.

[0072] La fase S5, mostrata in Fig. 9E, riguarda l'inserimento dell'avvolgimento 200 nel pacco statorico 400, quindi dopo che la tavola rotante ha portato l'avvolgimento dalla posizione di assemblaggio alla posizione di inserimento (ad esempio a 180°, ma anche altre posizioni sono possibili secondo il concetto dell'invenzione, ad esempio 4 posizioni a 90°).

[0073] In questa fase l'avvolgimento si posiziona sopra il pacco statorico, i contenimenti circolari superiore ed inferiore 540 e 580 sono in presa, il

contenimento circolare centrale 500 si trova come in fase S2 e lo statore si solleva e accoglie i conduttori basici (attraverso le loro estremità libere).

[0074] La fase S6, mostrata in Fig. 9F, comprende l'apertura del contenimento circolare inferiore 580. In questa fase, il contenimento circolare superiore 540 è in presa, il contenimento circolare centrale 500 è come in fase S2, mentre il contenimento circolare inferiore 580 arretra e lo statore 400 si solleva e continua l'inserimento.

[0075] La fase S7, mostrata in Fig. 9G, comprende l'apertura del contenimento circolare centrale. In questa fase il contenimento circolare superiore 540 è in presa, il contenimento circolare inferiore 580 è arretrato, mentre il contenimento circolare centrale 500 arretra e lo statore 400 si solleva e continua l'inserimento.

[0076] La fase S8, mostrata in Fig. 9H, consiste nell'apertura del contenimento circolare superiore 540. In questa fase il contenimento circolare inferiore 580 e il contenimento circolare 500 sono arretrati, mentre il contenimento circolare superiore 540 arretra e lo statore 400 si solleva e continua l'inserimento. Si ultima in questo modo l'inserimento dell'avvolgimento nel pacco statorico, che diventa il pacco statorico completo 400F (ovvero lo statore prima della torcitura e saldatura dell'avvolgimento inserito) della Fig. 6, da dove il pacco statorico è allontanato attraverso opportuni mezzi di allontanamento, che possono formare un unico gruppo con i mezzi di alimentazione e/o posizionamento.

[0077] Di conseguenza, secondo l'invenzione si possono utilizzare uno o più contenimenti circolari a seconda dell'altezza del pacco statorico: per pacchi con altezza limitata è possibile utilizzare un solo contenimento circolare, per pacchi con altezza elevata è preferibile utilizzare più contenimenti circolari per un contenimento uniforme lungo l'altezza dell'avvolgimento.

[0078] Confronto tra alcune soluzioni possibili per il sistema di assemblaggio e inserimento

[0079] Per lo studio dell'intero sistema di assemblaggio e inserimento si è partiti dal movimento del contenimento circolare ed in particolare dall'analisi dell'automazione necessaria. Infatti si è trovato che, utilizzando una tavola rotante per lo spostamento dell'avvolgimento dalla postazione di assemblaggio a quella di inserimento nel pacco statorico, sono possibili diverse configurazioni disponendo i componenti al di fuori della tavola rotante oppure in maniera solidale ad essa.

[0080] Per quanto riguarda l'assemblaggio dell'avvolgimento in sé è possibile agire ad esempio in due modi: nel primo caso si può tenere fisso il contenimento circolare e ruotare l'inseritore attorno all'asse dell'avvolgimento durante l'inserimento dei conduttori basici; nel secondo caso si può tenere fisso l'inseritore e ruotare il contenimento circolare al di sotto di esso.

[0081] Poiché l'inseritore normalmente ha una struttura che non consente di essere ruotato facilmente su tutta la circonferenza dell'avvolgimento durante l'inserimento dei conduttori basici, è preferibile tenere fisso l'inseritore e ruotare il contenimento circolare dell'avvolgimento in assemblaggio. In molti casi è possibile utilizzare un solo contenimento circolare sia per l'assemblaggio che per la calibrazione e serraggio dell'avvolgimento. Secondo la presente invenzione, i movimenti da effettuare con il contenimento circolare possono essere due (come mostrato in Figg. 10 e 11): il movimento rotatorio 500r di tutto il contenimento circolare e il movimento su arco di circonferenza 500s per muovere le camme (si veda nel seguito per i dettagli) all'interno del corpo del contenimento circolare 520 che fa avanzare radialmente i posizionatori del contenimento circolare. Possono essere previsti differenti mezzi per la movimentazione radiale dei posizionatori.

[0082] Il posizionamento del contenimento circolare 500 sopra la tavola rotante 300 e soprattutto la scelta di far ruotare il contenimento circolare durante l'assemblaggio dell'avvolgimento implica l'utilizzo di mezzi di rotazione del contenimento circolare, i quali possono essere realizzati in molti modi differenti.

[0083] Ad esempio una scelta possibile è quella di fornire dei fori 912 (fori di innesto, vedi Fig. 12 e 14) sulla base del contenimento circolare per permettere a dei perni 918 (mostrati in Fig. 14) del sistema di trascinamento di potersi innestare con il contenimento circolare stesso. Anche la camma 910 si muoverà da sotto il contenimento circolare con dei perni 911 collegati ad una forcilla coassiale con il gruppo di trascinamento 955 dell'intero contenimento circolare. Si veda anche la Fig. 14, perno di innesto 911, per la posizione delle camme 910. La camma può essere mossa dal sistema 916 mostrato in Fig. 23.

[0084] Il piatto base 520 del contenimento circolare in Fig. 14 ha due (/uno o più) cavità 925 dove si inseriscono due (/rispettivi) perni 918 (Figg. 14-16) a 180° che servono per trasmettere la rotazione di tutto il contenimento circolare dai mezzi di rotazione 950 (Fig. 23), inoltre ci sono due (/una o più) asole 913 dove fuoriescono due (/rispettivi) perni 911 collegati alla camma. Con un movimento relativo tra i perni 911 della camma e il piatto base 520 è ad esempio possibile gestire la rotazione della camma e quindi il movimento radiale dei posizionatori. Con 920 è indicato il complesso del trascinatore che mette in rotazione il piatto base 520.

[0085] Dallo studio delle fasi di processo si è visto che nella postazione di assemblaggio dell'avvolgimento sulla tavola rotante è necessario effettuare entrambi i movimenti 500r e 500s (Fig. 10), in cui il movimento 500r serve alla rotazione di tutto il sistema di contenimento per l'inserimento dei conduttori basici, ed il movimento 500s non deve necessariamente essere a 360°, esso serve per la movimentazione radiale dei singoli posizionatori sia nella prima postazione di assemblaggio che preliminarmente nella postazione di inserimento nel pacco statorico. Nella postazione di inserimento dell'avvolgimento nel pacco statorico potrebbe bastare solo il movimento della camma (anche se per l'inserimento di alcuni conduttori basici speciali è preferibile prevedere entrambi i movimenti). Questo ha portato a concludere che è preferibile (come nelle Figg. 17, 18 e 24)

collocare il gruppo di movimentazione della camma a bordo motore 950 (con riduttore 951 e tenditori cinghia 941) della tavola rotante in maniera da evitare ripetuti inserimenti e disinserimenti per il trasferimento ed inoltre è possibile sfruttare il gruppo suddetto per tenere ferma la camma durante la rotazione della tavola.

[0086] Motore unico solidale alla tavola rotante

[0087] Facendo riferimento alla forma di realizzazione 2000 della Fig. 17, per ridurre il numero di motori utilizzati, dato che il movimento della camma è breve rispetto al movimento del corpo del contenimento circolare, è possibile inserire un sistema di inserimento e disinserimento della puleggia 915 collegata al corpo del contenimento circolare, trasmettendo così il moto solo alla camma tenendo fermo il corpo del contenimento circolare.

[0088] Tale forma realizzativa 2000 è realizzabile utilizzando un freno comandato elettricamente collegato alla puleggia del corpo contenimento circolare, oppure sfruttando una frizione elettromagnetica (non mostrati).

[0089] Il funzionamento della soluzione 2000 (combinabile con la soluzione 1000) con un motore unico solidale alla tavola rotante può essere schematizzato in diverse fasi successive:

- Sollevamento ed aggancio del piano di appoggio 700 al sistema di movimentazione del corpo contenimento circolare 520 (il bloccaggio pneumatico arretra);
- Inizio assemblaggio dell'avvolgimento 200 con rotazione del corpo contenimento circolare 520 e della camma 910;
- Attivazione bloccaggio pneumatico a fine assemblaggio e disattivazione freno elettromagnetico;
- Leggero abbassamento del piano di appoggio 700 per favorire l'inserimento dei conduttori nel pacco statorico 400, al quale è necessario un azionamento di tipo elettrico;

- Rotazione della camma 910 per serraggio avvolgimento 200;
- Abbassamento totale del piano di appoggio 700;
- Rotazione della tavola rotante 300;
- Sollevamento pacco statorico 400 per imboccare i conduttori;
- Rotazione della camma 910 in posizione di guida verticale;
- Spinta dal basso del pacco statorico 400 (o viceversa spinta dei conduttori basici dall'alto) per l'inserimento dell'avvolgimento 200 nel pacco statorico;
- Rotazione camma 910 per apertura completa;
- Abbassamento del pacco statorico 400 con avvolgimento 200 inserito;
- Riposizionamento camma 910 in assemblaggio; e
- Rotazione della tavola rotante 300.

[0090] I vantaggi che presenta la soluzione 2000 sono la possibilità di rotazione contenimento circolare nella stazione di inserimento dell'avvolgimento, questo permette di poter raggiungere più facilmente diverse posizioni sulle quali poter lavorare con gli speciali e di posizionare in una qualunque posizione angolare l'avvolgimento rispetto al pacco statorico ; l'uso di un solo motore elettrico per il corpo del contenimento circolare e per la camma, eliminando pesi sulla tavola rotante ; nonché la riduzione degli ingombri al disotto della tavola rotante.

[0091] Descrizione dettagliata di una preferita forma realizzativa

[0092] Una forma di realizzazione preferita secondo l'invenzione è la soluzione 2000 perché efficiente nel raggiungere gli scopi dell'invenzione.

[0093] Opzionalmente, si utilizza un solo motore per far ruotare sia il corpo contenimento circolare 520 che la camma 910. Come già detto una frizione elettromagnetica potrà inserire o disinserire una delle due pulegge 915 che trasmettono il moto.

[0094] Una versione schematica della soluzione si configura come nella vista complessiva della Fig. 18.

[0095] Si illustrano ora nel dettaglio forme realizzative di ciascuno dei gruppi che formano il sistema globale (ad esclusione dell'inseritore che come si è detto può essere di qualsiasi tipo).

[0096] Gruppo tavola rotante

[0097] Come visto si è scelta una tavola rotante 300 per lavorare ad esempio su due postazioni, una di assemblaggio dell'avvolgimento sotto l'inseritore 100 e l'altra di inserimento dell'avvolgimento nel pacco statorico 400, in contemporanea con dei tempi di rotazione della tavola molto brevi. È preferibile una rotazione della tavola di 180° in un senso e poi nel senso contrario in modo da evitare complicati sistemi di collegamento elettrici e pneumatici. In tutte le forme realizzative della presente invenzione, le due (o più) postazioni possono essere alloggiate in fori corrispondenti 310, 320 della tavola rotante.

[0098] Un elemento rotante che si può prendere in considerazione è, ad esempio, l'elemento TR315 della Bettinelli mostrato in Fig. 19, su cui è stato montato un piano di lavoro 330 ricavato (ad esempio) con due tagli lineari da una circonferenza di diametro circa 1900 mm e con due fori 310 e 320 per ospitare il contenimento circolare in corrispondenza delle due postazioni di lavoro. Su ogni foro può essere alloggiato un cuscinetto a rulli incrociati 340, ad esempio il cuscinetto THK RB45025 al quale è collegato superiormente un piatto su cui si collega il contenimento circolare.

[0099] La tavola 330 può essere configurata anche per ospitare il deposito (non mostrato) di eventuali conduttori basici speciali da inserire nella stazione di trasferimento.

[00100] Gruppo di contenimento circolare

[00101] Il gruppo di contenimento circolare 1500, mostrato in Fig. 20, può comprendere uno o più dei seguenti elementi:

- un piatto base 530, dotato esternamente di scavi (dentatura, mostrati in Fig. 25) per il bloccaggio pneumatico del contenimento circolare in una delle 48

posizioni desiderate (numero pari, multiplo o dividendo del numero di cave del pacco statorico in lavorazione);

- una camma 910, che ruotando muove le pareti del contenimento circolare e;
- un coperchio 521, opportunamente progettato per la funzione di guida dei posizionatori 510;
- tanti posizionatori 510 quante sono le cave del pacco statorico con lo scopo di ricreare una struttura simile a quella del pacco;
- dei cursori 531 che trasmettono il moto ai posizionatori e preferibilmente dotati di molle (non mostrate); e
- un collegamento per la trasmissione 532 su cui si innesta un elemento specifico che ne permette la movimentazione (ruota dentata o puleggia per cinghia o altro) configurato per far ruotare la camma.

[00102] Il contenimento circolare 500 è collegato tramite il piatto base 530 sulla tavola rotante 300 (non mostrata in figura) ed è libero di ruotare.

[00103] Poiché lo spessore dei posizionatori 510 (la parte a contatto con i conduttori) aumenta radialmente, ruotando la camma si possono formare cave simili a quelle statoriche più o meno strette. Quindi il concetto è quello di ricreare cave più larghe durante l'assemblaggio e poi cave più strette per allineare i conduttori basici, con evidente vantaggio nella semplicità ed efficacia dell'assemblaggio e dell'inserimento dell'avvolgimento nel pacco statorico.

[00104] I posizionatori possono essere convenientemente guidati da apposite guide fornite in un elemento di copertura del piatto 521 (non mostrato). Tali guide possono permettere di mantenere una determinata corsa in tutte le fasi di funzionamento.

[00105] La camma 910 è dotata di sporgenze 532 esterne sui cui appoggia e viene fissata la puleggia o la ruota che la mette in rotazione.

[00106] Osservando nel dettaglio il posizionatore 510 in Fig. 21 (e in qualsiasi forma realizzativa) esso può essere guidato in un rispettivo blocco 511 attraverso molle (si veda sopra, per una presa tangenziale migliore).

[00107] Il posizionatore 510 può anche essere conformato in modo tale da avere in sezione una prima porzione di estremità radialmente interna a spessore fisso 515 e successivamente una seconda porzione svasata (a cuneo) 514 verso l'estremità radialmente esterna.

[00108] Vantaggiosamente, la seconda porzione presenta una prima sottoporzione con una prima sottolunghezza avente un primo angolo di svasatura ed una seconda sottoporzione, contigua a detta prima sottoporzione, con una seconda sottolunghezza avente un secondo angolo di svasatura.

[00109] Preferibilmente, in cui ciascun posizionatore 510 presenta, in almeno detta seconda sottoporzione, lungo la direzione 200A dell'asse di avvolgimento una prima estremità ed una seconda estremità verticale, in cui in corrispondenza di detta prima estremità verticale vi è una prima porzione verticale con detta svasatura ed in corrispondenza di detta seconda estremità verticale vi è una seconda porzione verticale con detta svasatura, ed in cui tra detta prima e seconda porzione verticale con detta svasatura vi è una porzione centrale 512 senza svasatura.

[00110] Inoltre può essere compreso uno spallamento 513 a T ad esempio alla sua estremità radiale esterna per accorpare radialmente i conduttori.

[00111] Gruppo supporto contenimento interno

[00112] Il gruppo supporto del contenimento interno 1600, opzionale, mostrato in Fig. 22, può comprendere due sottogruppi principali: un supporto fisso 610 integrale alla tavola rotante 300 ed una struttura di supporto 620 attrezzabile a seconda delle dimensioni dell'avvolgimento da processare.

[00113] La struttura attrezzabile 620 comprende un contenimento interno 600 con geometria circolare che serve per dare il riferimento del diametro interno

dell'avvolgimento. Agevola quindi l'inserimento nel pacco dello statore ed è dotata di tante fessure quante sono le pareti dei posizionatori in modo da poter essere attraversata da questi ultimi.

[00114] Il contenimento interno 600 (atto a non far cadere i conduttori basici dell'avvolgimento radialmente verso l'interno) è ad esempio sostenuto per mezzo di un supporto (o cestello) 620 connesso rigidamente al supporto fisso 610 che connette le due posizioni di assemblaggio e di inserimento sulla tavola rotante nella configurazione a 180°.

[00115] Gruppo motore del contenimento circolare

[00116] Il gruppo motore del contenimento circolare 1950, mostrato in Fig. 23, è il gruppo che permette sia all'intero contenimento circolare 500 che solamente alla camma 910 di ruotare; ciò è reso possibile grazie alla frizione elettromagnetica 960 che innesta e disinnesta la rotazione delle due pulegge 940 o ruote dentate 931-934 (cfr. Fig. 24) per le trasmissioni. .

[00117] E' possibile fornire il dispositivo secondo l'invenzione di mezzi di trasmissione (ad esempio sopra la tavola rotante), i quali servono per mettere in rotazione la camma interna e il contenimento circolare e sono costantemente connessi al motore. Questi mezzi di trasmissione possono essere ad esempio realizzati con un solo motore al cui albero è connessa la parte di rotazione del contenimento circolare mentre la parte di rotazione della camma è attuata, quando necessario, attraverso la connessione indipendente all'albero con meccanismi quali una frizione comandata elettricamente.

[00118] Gruppo bloccaggio contenimento circolare

[00119] Il gruppo di bloccaggio pneumatico 1970, opzionale, mostrato in Fig. 25, ha lo scopo di bloccare il contenimento circolare 500 quando la frizione elettromagnetica disaccoppia la trasmissione relativa al corpo 520 del contenimento circolare che quindi rischierebbe di muoversi.

[00120] Il bloccaggio pneumatico 970 è progettato in configurazione normalmente chiuso e quindi deve essere azionato per sbloccare il contenimento circolare, per questioni di sicurezza.

[00121] Il bloccaggio può essere posto superiormente alla tavola 300 e può agire direttamente sul piatto base 530 del contenimento circolare, sulla cui circonferenza esterna sono ricavati degli scavi di posizionamento 971 di un numero pari o multiplo al numero di cave statoriche, ciò permette di bloccare il contenimento circolare ad almeno ogni passo cava.

[00122] È vantaggioso, in fase di montaggio del sistema, allineare il gruppo di bloccaggio con gli scavi sul contenimento circolare in quanto un errore in tal senso comporterebbe uno spostamento del corpo del contenimento circolare quando si disattiva la frizione e si attiva il bloccaggio pneumatico e di conseguenza si avrebbe un errore di fase tra le trasmissioni superiore ed inferiore. A tal punto è vantaggioso prevedere almeno una regolazione angolare del gruppo di bloccaggio pneumatico.

[00123] Se la precisione di un bloccaggio pneumatico 970 risulta essere troppo bassa per una specifica applicazione, o le accortezze da applicare risultano troppo sofisticate, è possibile utilizzare insieme ad una frizione anche un freno di tipo elettromagnetico. In questo modo il freno verrebbe attivato sempre prima della frizione (con il contenimento circolare fermo) con il vantaggio che, una volta disattivata la frizione, il freno non avrebbe problemi di assestamento ma rimarrebbe esattamente immobile. Per re-innestare la trasmissione del corpo contenimento circolare si riattiva la frizione e si disattiva il freno.

[00124] Tale soluzione non permetterebbe solo di avere un controllo più preciso con comandi semplici e veloci ma anche di svincolare il sistema di bloccaggio dalla posizione angolare del corpo del contenimento circolare, con risparmio di costi rispetto ad ulteriori lavorazioni meccaniche sul piatto base.

[00125] Gruppo piano di appoggio

[00126] Il gruppo piano di supporto e movimentazione 1700, mostrato in Fig. 26, è posizionato a terra sotto la tavola rotante ed ha il ruolo di supportare dal basso i conduttori basici durante l'assemblaggio dell'avvolgimento.

[00127] Si è visto che è preferibile avere un sistema in grado di poter gestire diverse quote di sollevamento sia nel caso di cambio formato dell'avvolgimento sia durante le fasi di avvolgimento dell'avvolgimento, pertanto è preferibile una movimentazione elettrica (o sistema di sollevamento elettrico) 730 collegata per mezzo di una trasmissione a cinghia ad una vite senza fine che fa muovere una piastra in direzione verticale (non mostrate).

[00128] Nel sottogruppo 1750 mobile, è collegato, per mezzo di un cuscinetto, un supporto libero 765 di ruotare rispetto al sistema di sollevamento e dotato di perni 720 che gli permettono di agganciarsi al contenimento circolare dove sono alloggiare relative boccole (sono come le 911 della fig.12 e servono per trascinare in movimento di rotazione tutto il gruppo di appoggio folle). Può essere presente anche un sistema di appoggio folle 740 del sistema di sollevamento, nonché un sistema 750 di bloccaggio pneumatico in posizione.

[00129] Durante l'assemblaggio dell'avvolgimento infatti il piano di appoggio 700 sarà collegato al contenimento circolare tramite suddetto supporto e ruoterà con il contenimento stesso. Una volta terminato l'assemblaggio, le pareti del contenimento circolare avanzano e serrano l'avvolgimento contro il contenimento interno quindi il piano di appoggio 700 si abbassa ed il suo supporto si sgancia dal contenimento circolare. Un cilindro pneumatico 710 blocca il supporto del piano di appoggio nella posizione di riferimento a cui deve essere riportato prima di abbassarsi.

[00130] È possibile gestire anche l'altezza alla quale si va a serrare l'avvolgimento, che sarà quella più comoda per il trasferimento nel pacco statorico, muovendo il piano di appoggio 700 prima che il contenimento circolare avanzi in posizione di serraggio. Pertanto la lunghezza dei perni 718 (si veda sopra) dovrà essere tale da

permettere di sorreggere i conduttori basici a diverse quote senza perdere il collegamento con la trasmissione del contenimento circolare.

[00131] Il piano di appoggio 700 potrà ricalcare vantaggiosamente la sporgenza dei conduttori basici lato inserimento per un appoggio efficace. In realtà è possibile semplificare il piano di appoggio se la differenza tra i conduttori basici è di qualche millimetro in quanto avere un piano di appoggio con scavi precisi per ogni conduttore basico e poi non essere sicuri del posizionamento di questi ultimi non avrebbe senso. Inoltre avere dal lato inserimento dei conduttori basici uno chignon non perfettamente orizzontale non comporta problemi per l'assemblaggio dell'avvolgimento.

[00132] Invece è vantaggioso realizzare scavi lì dove si posizionano terminali notevolmente più lunghi come i terminali di fase o jumper e creare degli smussi in maniera tale da facilitarne l'inserimento.

[00133] La corsa del sistema di sollevamento così fatto può essere ad esempio di circa 200mm, la quale è sufficiente per gestire avvolgimenti con altezze dell'ordine di 300-350mm (in fase PDT).

[00134] Gruppo di spinta avvolgimento

[00135] Il gruppo di spinta avvolgimento 800, mostrato in Fig. 27, ha lo scopo di spingere i conduttori basici all'interno del pacco statorico quando i terminali dei conduttori sono già stati inseriti nel pacco statorico.

[00136] È pensato per spingere i conduttori basici dall'alto verso il basso tramite un piano unico che spinga contemporaneamente tutti i conduttori e quindi ha anche il ruolo di portare su un piano unico orizzontale lo chignon.

[00137] La soluzione proposta comprende da un asse elettrico (non completamente mostrato) che movimenta una piastra (non mostrata) sulla quale viene collegato tutto il gruppo di spinta 800.

[00138] Il gruppo di spinta 800 può comprendere mezzi per l'apertura e la chiusura di semi-anelli di spinta 810, al fine di evitare interferenze con altri

elementi. I mezzi di spinta 800, 810 comprendono mezzi 800E configurati per movimentare su un piano perpendicolare all'asse di avvolgimento due semidischi 810 da una posizione di apertura ad una posizione di chiusura in cui formano un unico disco di spinta di dette estremità di testa.

Gruppo telaio base

[00139] Il gruppo telaio base 760, mostrato in Fig. 28, deve portare ad una quota di riferimento la tavola rotante 300 e tutti gli elementi che interagiscono con essa.

[00140] Il gruppo telaio base (una delle possibili forme realizzative) è costruito da una struttura elettrosaldata 761.

[00141] Su questo telaio base possono essere fissati dei rulli centratori della tavola 980 e il sollevatore del pacco statorico (non mostrato), mentre il motore rotazione tavola 762 può essere posto al di sotto della tavola rotante 300.

[00142] Due o più tra le parti (elementi, dispositivi, sistemi) sopra descritte possono essere associate liberamente e considerate come kit di parti secondo l'invenzione.

LISTA DEI RIFERIMENTI

100 - inseritore

200 - avvolgimento conduttori basici

200A – asse avvolgimento

210 – mezzi di alimentazione dei conduttori basici strati 1 e 2 all'inseritore

220 - mezzi di alimentazione dei conduttori basici strati 3 e 4 all'inseritore

230 - mezzi di alimentazione dei conduttori basici strati 5 e 6 all'inseritore

300 - tavola rotante

300A - asse di rotazione tavola rotante

310 - foro prima postazione lavoro

320 - foro seconda postazione lavoro

330 - piano di lavoro della tavola rotante
340 - cuscinetto a rulli incrociati
400 - pacco statorico
400I - statore in ingresso
400F - statore in uscita
1500 - gruppo contenimento circolare
500 - contenimento circolare (centrale)
500r - movimento rotatorio contenimento circolare
500s - movimento angolare limitato del corpo del contenimento circolare
510 - lama o posizionario del contenimento circolare
511 - blocco di alloggiamento di un posizionario
512 - porzione a spessore costante del posizionario
513 - spallamento a T all'estremità radialmente esterna del posizionario
514 - ispessimento o svasatura delle pareti di un posizionario
515 – porzione di parete all'estremità radiale interna del posizionario avente spessore costante
520 - corpo del contenimento circolare
521 - coperchio del contenimento circolare
530 - piatto base del contenimento circolare
531 - cursore posizionario per la movimentazione a camma
532 - collegamento con trasmissioni
550 - cave
540 - contenimento circolare superiore
580 - contenimento circolare inferiore
1600 - gruppo contenimento interno
600 - contenimento interno
610 - supporto contenimento interno
620 - struttura di supporto (o cestello) per il contenimento interno

1700 - gruppo piano di appoggio
700 - piano di appoggio
710 - cilindro pneumatico
720 - perni sistema sollevamento del piano di appoggio
730 - sistema sollevamento elettrico
740 - sistema appoggio folle
750 - sistema bloccaggio posizione pneumatico
760 - gruppo telaio base
761 - struttura elettrosaldata di base
762 - motore rotazione tavola
765 - supporto libero
800 - gruppo spinta avvolgimento
800E - asse elettrico
810 - semi-dischi di spinta avvolgimento
800A - asse di rotazione dell'asse elettrico
900 - gruppo di movimentazione
910 - camma
911 - perni camma
912 - fori di innesto
913 - asole
915 - puleggia
916 - sistema trasmissione camma
917 - sistema trasmissione corpo contenimento circolare
918 - perni piatto base
920 - trascinatore
925 – fori per i perni 918
955 – gruppo di trascinamento del contenimento circolare
1950 - gruppo motore contenimento circolare

940 - cinghia
941- tenditori cinghia
950 - motore contenimento circolare
951 - riduttore
960 - frizione elettromagnetica
931 - ingranaggio primario (pignone camma)
932 - ingranaggio secondario (corona dentata camma)
933 - ingranaggio primario ulteriore (pignone corpo contenimento circolare)
934- ingranaggio secondario ulteriore (corona dentata corpo contenimento circolare)
1970 - gruppo bloccaggio pneumatico del contenimento circolare
970 - bloccaggio pneumatico
971 - scavi posizionamento bloccaggio
980 - rulli centratori del pacco statorico
1000 - prima forma di realizzazione per la movimentazione del contenimento circolare
2000 – ulteriore forma di realizzazione della movimentazione del contenimento circolare

[00143] In quel che precede sono state descritte le preferite forme di realizzazione e sono state suggerite delle varianti della presente invenzione, ma è da intendersi che gli esperti del ramo potranno apportare modificazioni e cambiamenti senza con ciò uscire dal relativo ambito di protezione, come definito dalle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema di assemblaggio e inserimento (1000,2000) in pacco statorico (400) di un avvolgimento (200) statorico comprendente uno o più strati, ciascuno strato essendo costituito da una disposizione circonferenziale di conduttori basici (255, 255-R, 255-IP, 255-IVP), i conduttori basici comprendendo una estremità di testa ed una o più gambe con una rispettiva estremità libera di inserimento, il sistema di assemblaggio e inserimento (1000,2000) in pacco statorico comprendendo:

- mezzi di contenimento circonferenziale (500,540,580) dei conduttori basici (255, 255-R, 255-IP, 255-IVP) durante l'assemblaggio dell'avvolgimento (200), i mezzi di contenimento circonferenziale definendo una serie di spazi o cave (550) in cui inserire le gambe dei conduttori basici, la distanza angolare tra due cave essendo denominata passo cava;
- mezzi rimovibili di inserimento (210,220,230) dei conduttori basici (255, 255-R, 255-IP, 255-IVP) in detti mezzi di contenimento circonferenziale (500,540,580); e
- mezzi di rotazione dei mezzi di contenimento circonferenziale (500,540,580) attorno all'asse di avvolgimento (200A), detti mezzi di rotazione essendo configurati per effettuare rotazioni di uno o più passi cava attorno all'asse di avvolgimento (200A);

il sistema di assemblaggio e trasferimento (1000,2000) in pacco statorico (400) comprendendo ulteriormente una tavola rotante (300) con un primo foro di alloggiamento dei mezzi di contenimento circonferenziale, in cui la tavola rotante:

- è configurata per ruotare attorno ad un asse di tavola (300A) in modo da portare i mezzi di contenimento circonferenziale (500,540,580) da una posizione di assemblaggio dell'avvolgimento (200) ad una posizione di inserimento dell'avvolgimento nel pacco statorico (400),
- presenta una prima superficie di tavola ed una seconda superficie di tavola

opposta a detta prima superficie;

ed in cui:

- i mezzi di contenimento circonferenziale (500,540,580) sono configurati per ricevere detti conduttori basici a partire da dette estremità libere, dal lato di detta prima superficie di tavola nella posizione di assemblaggio;
- sono compresi mezzi di alimentazione di un pacco statorico (400) dal lato di detta seconda superficie di tavola in corrispondenza della posizione di inserimento, detto pacco statorico comprendendo una serie di cave di pacco statorico; e
- sono compresi mezzi di introduzione relativa di detto avvolgimento (200) in detto pacco statorico (400) in detta posizione di inserimento.

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui è compreso un secondo foro di alloggiamento in cui sono alloggiati secondi mezzi di contenimento circonferenziale, il secondo foro di alloggiamento essendo disposto a 180° da detto primo foro di alloggiamento attorno a detto asse di tavola (300A).

3. Sistema secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui sono compresi mezzi di posizionamento e allontanamento del pacco statorico dopo l'inserimento dell'avvolgimento.

4. Sistema secondo una o più rivendicazioni da 1 a 3, in cui i mezzi di contenimento circonferenziale (500,540,580) comprendono una serie di posizionatori (510) disposti circonferenzialmente e configurati per scorrere radialmente, in cui tra ogni coppia di posizionatori successivi è definito uno spazio o cava (550) di detta serie di spazi o cave.

5. Sistema secondo la rivendicazione 4, in cui una sezione perpendicolare

all'asse di avvolgimento (200A) di ciascun posizionario (510) comprende una porzione svasata radialmente verso l'esterno.

6. Sistema secondo la rivendicazione 5, in cui ciascun posizionario (510) ha una prima estremità radialmente interna ed una seconda estremità radialmente esterna, ed in cui una prima porzione (515) di detta sezione con una prima lunghezza a partire dalla prima estremità radialmente interna non presenta svasatura, ed una seconda porzione con una seconda lunghezza a partire da detta prima porzione a detta seconda estremità radialmente esterna è la porzione svasata (514) verso l'esterno.

7. Sistema secondo la rivendicazione 6, in cui detta seconda porzione presenta una prima sottoporzione con una prima sottolunghezza avente un primo angolo di svasatura ed una seconda sottoporzione, contigua a detta prima sottoporzione, con una seconda sottolunghezza avente un secondo angolo di svasatura.

8. Sistema secondo la rivendicazione 6 o 7, in cui in corrispondenza di detta seconda estremità radialmente esterna è fornito uno spallamento a "T" (513).

9. Sistema secondo la rivendicazione 7, in cui ciascun posizionario (510) presenta, in almeno detta seconda sottoporzione, lungo la direzione (200A) dell'asse di avvolgimento una prima estremità ed una seconda estremità verticale, in cui in corrispondenza di detta prima estremità verticale vi è una prima porzione verticale con detta svasatura ed in corrispondenza di detta seconda estremità verticale vi è una seconda porzione verticale con detta svasatura, ed in cui tra detta prima e seconda porzione verticale con detta svasatura vi è una porzione centrale (512) senza svasatura.

10. Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 9, in cui ciascun posizionatore (510) è movimentato attraverso mezzi a camma (910) che spingono radialmente il posizionatore su rotazione del contenimento circonferenziale (500,540,580).

11. Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 10, in cui i mezzi di contenimento circonferenziale (500,540,580) comprendono primi mezzi di contenimento circonferenziale (540) configurati per agire in corrispondenza di una prima porzione di estremità di detto avvolgimento lungo l'asse di avvolgimento (200A), secondi mezzi di contenimento circonferenziale (580) configurati per agire in corrispondenza di una seconda porzione di estremità di detto avvolgimento lungo l'asse di avvolgimento (200A), opposta a detta prima porzione di estremità, nonché terzi mezzi di contenimento circonferenziale (500) configurati per agire tra detta prima e detta seconda porzione di estremità di detto avvolgimento lungo l'asse di avvolgimento (200A).

12. Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 11, in cui è fornito un contenimento interno (600) dell'avvolgimento (200) nella posizione di assemblaggio e nella posizione di inserimento nel pacco statorico (400).

13. Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 12, in cui detti mezzi di introduzione relativa comprendono mezzi di spinta del pacco statorico (400) verso le estremità libere dei conduttori basici in detto avvolgimento (200) fino all'introduzione delle gambe dei conduttori basici nelle cave di pacco statorico.

14. Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 12, in cui detti mezzi di introduzione relativa comprendono mezzi di spinta (800, 810) dell'avvolgimento (200) configurati per spingere le estremità di testa dei conduttori basici fino ad

introdurre le estremità libere dei conduttori basici nelle cave del pacco statorico (400).

15. Sistema secondo la rivendicazione 14, in cui i mezzi di spinta (800, 810) comprendono mezzi (800E) configurati per movimentare su un piano perpendicolare all'asse di avvolgimento due semidischi (810) da una posizione di apertura ad una posizione di chiusura in cui formano un unico disco di spinta di dette estremità di testa.

16. Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 15, in cui i mezzi di alimentazione di un pacco statorico (400) sono disposti in linea retta in modo da portare successivamente il pacco statorico da una prima posizione di alimentazione (400I) ad una seconda posizione di inserimento (400) e infine ad una terza posizione di uscita (400F).

17. Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 16, in cui è fornito un piano di appoggio (700) delle estremità libere dei conduttori basici nella posizione di assemblaggio dalla parte della seconda superficie di tavola, il piano di appoggio (700) avendo una superficie affacciata a detta seconda superficie di tavola, detta superficie affacciata avendo una sagomatura tale da mantenere le estremità di testa dei conduttori basici nell'avvolgimento (200) alla stessa altezza lungo l'asse di avvolgimento (200A), ed in cui il piano di appoggio (700) è configurato per essere rimosso assialmente dal lato di detta seconda superficie di tavola prima della rotazione della tavola rotante (300) verso la posizione di inserimento nel pacco statorico (400).

18. Procedimento di assemblaggio e inserimento in pacco statorico (400) di un avvolgimento (200) statorico comprendente uno o più strati, ciascuno strato

essendo costituito da una disposizione circonferenziale di conduttori basici (255, 255-R, 255-IP, 255-IVP), i conduttori basici comprendendo una estremità di testa ed una o più gambe con una rispettiva estremità libera di inserimento, il procedimento di assemblaggio e inserimento in pacco statorico comprendendo le seguenti fasi:

- A. fornire un sistema di assemblaggio e inserimento in pacco statorico (400) di un avvolgimento (200) statorico come definito in una o più delle rivendicazioni da 1 a 17;
- B. assemblare l'avvolgimento (200) nella posizione di assemblaggio tramite i mezzi rimovibili di inserimento (100,210,220,230) dei conduttori basici dal lato di detta prima superficie di tavola rotante;
- C. ruotare la tavola rotante (300) fino a che l'avvolgimento (200) non raggiunga la posizione di inserimento;
- D. portare un pacco statorico (400) in corrispondenza di detta seconda superficie della tavola rotante nella posizione di inserimento; e
- E. introdurre l'avvolgimento (200) nel pacco statorico (400) con moto relativo di avvicinamento tra l'avvolgimento ed il pacco statorico.

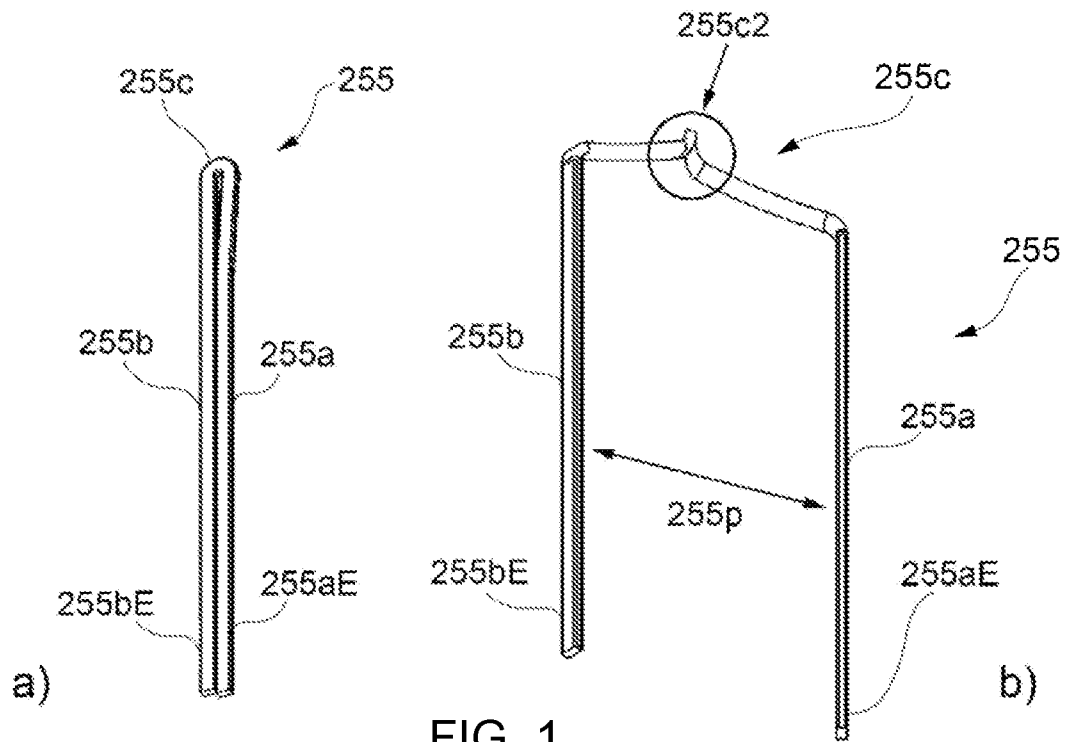


FIG. 1
(TECNICA NOTA)

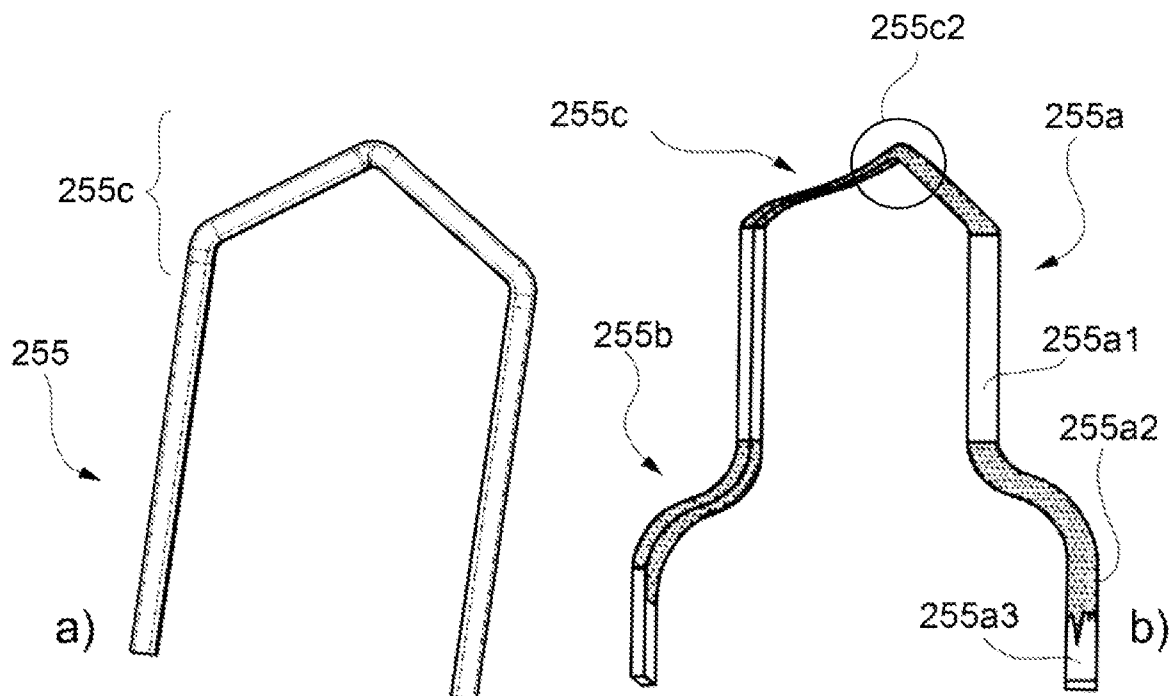


FIG. 2
(TECNICA NOTA)

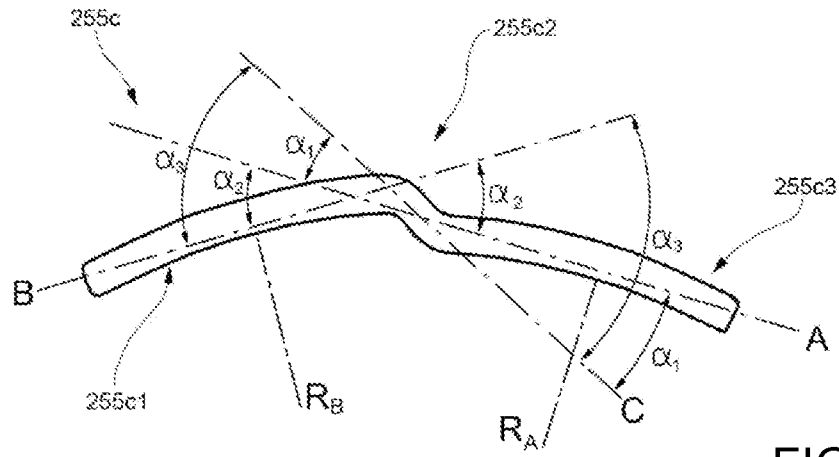


FIG. 3
(TECNICA NOTA)

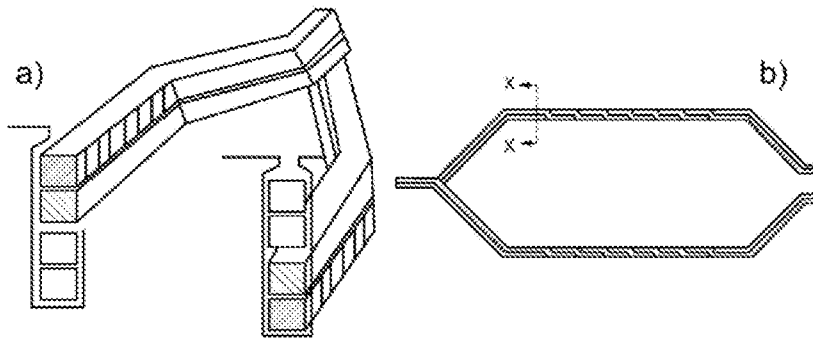


FIG. 4A
(TECNICA NOTA)

FIG. 4B
(TECNICA NOTA)

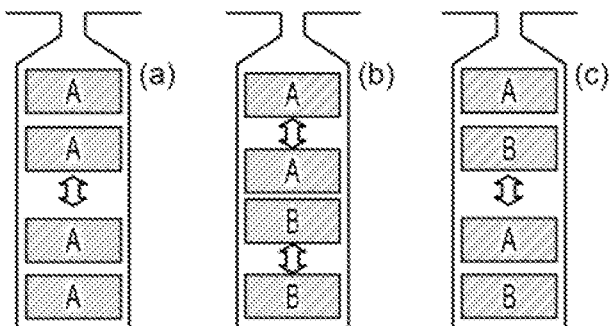
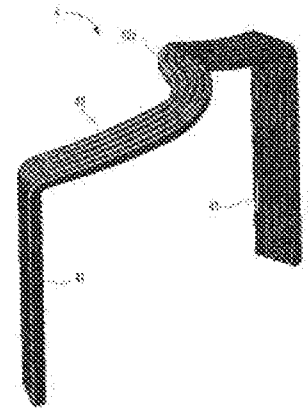


FIG. 4C
(TECNICA NOTA)

FIG. 4D
(TECNICA NOTA)

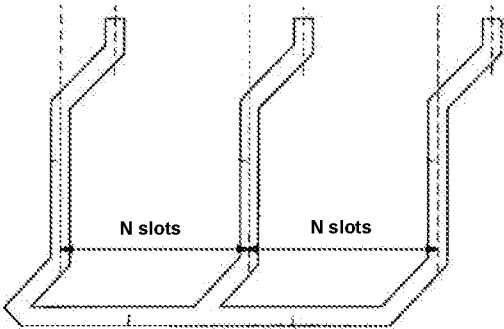
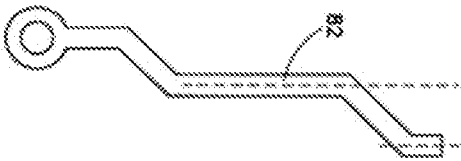


FIG. 4E
(TECNICA NOTA)

FIG. 4F
(TECNICA NOTA)

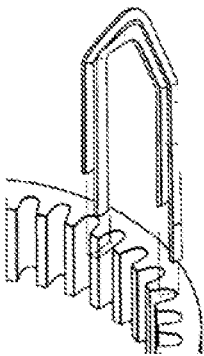
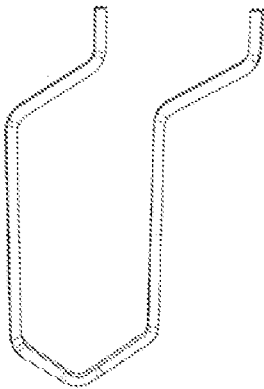


FIG. 4G
(TECNICA NOTA)

FIG. 4H
(TECNICA NOTA)

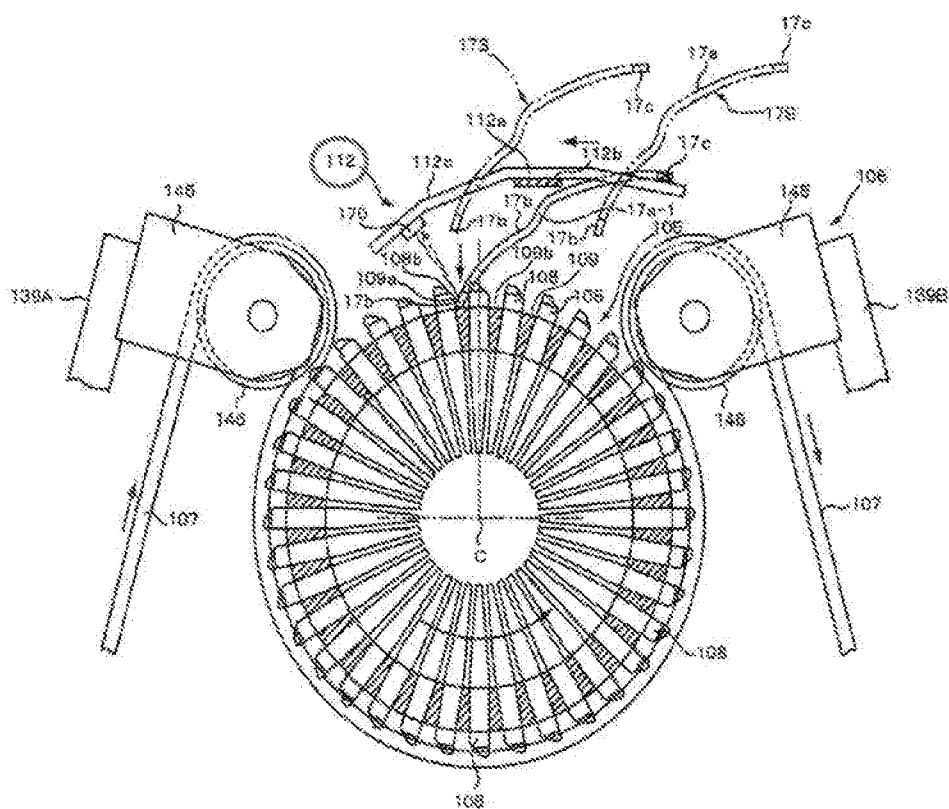
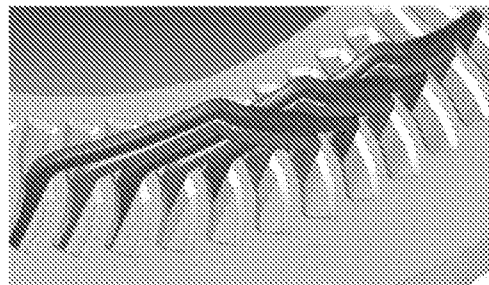


FIG. 5A
(TECNICA NOTA)

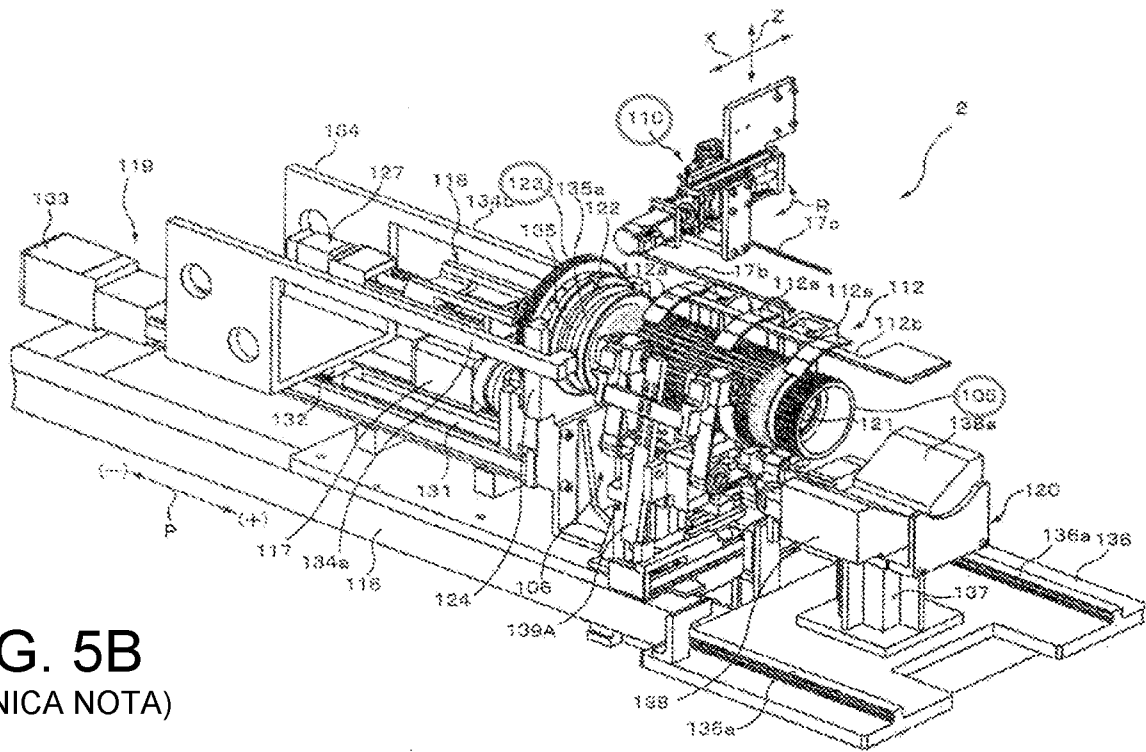


FIG. 5B
(TECNICA NOTA)

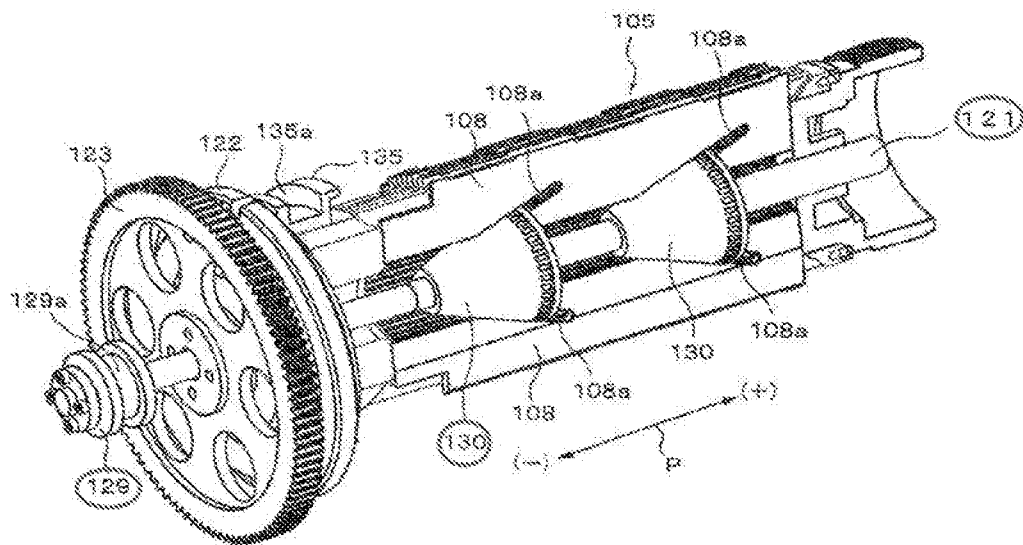


FIG. 5C
(TECNICA NOTA)

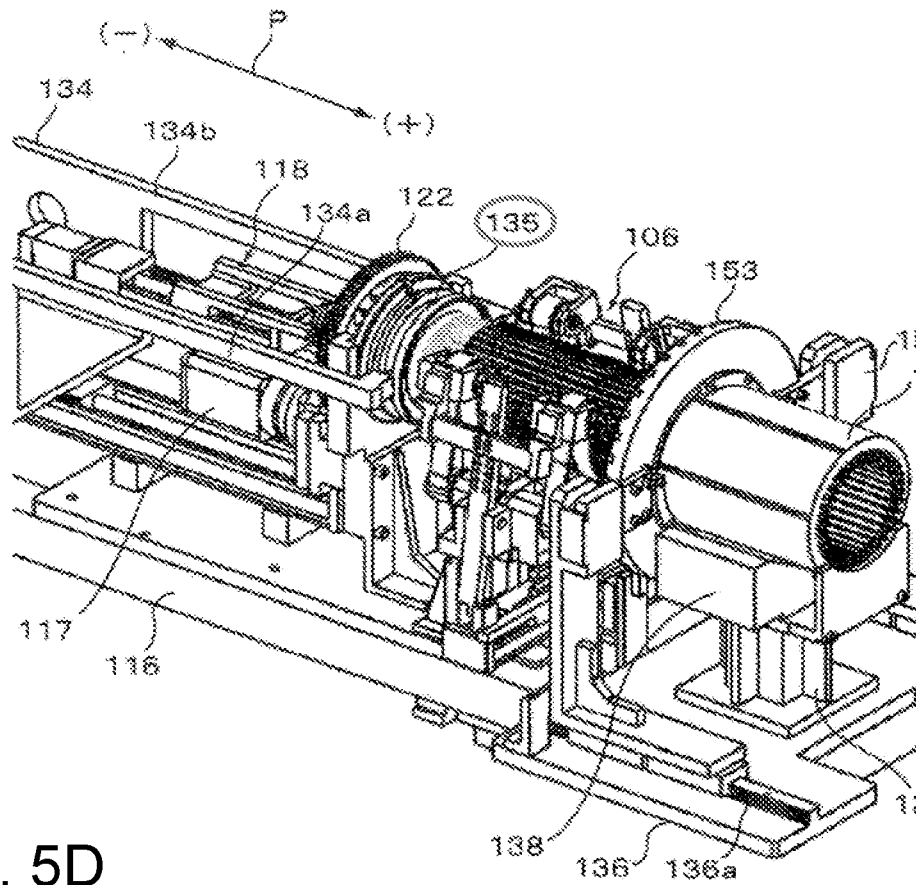
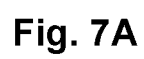


FIG. 5D
(TECNICA NOTA)



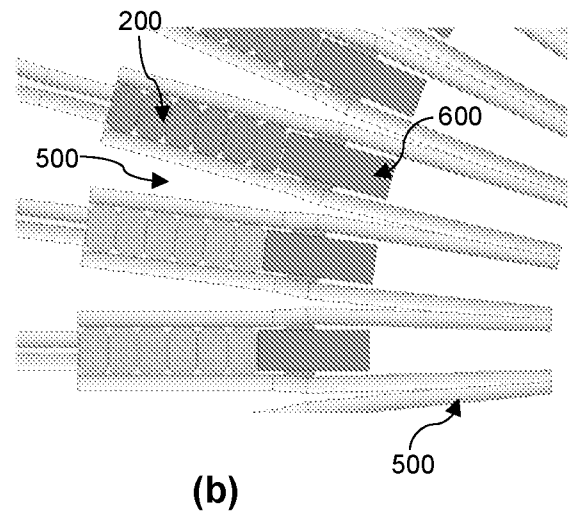
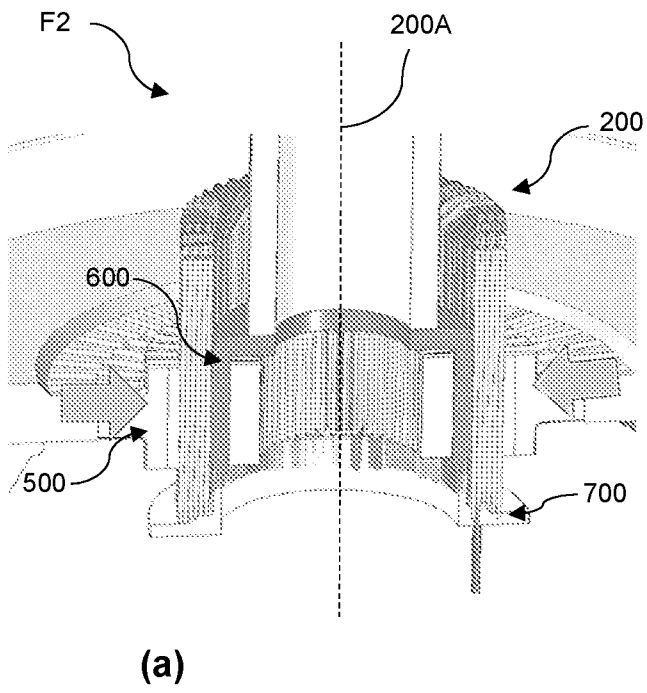


Fig. 7B

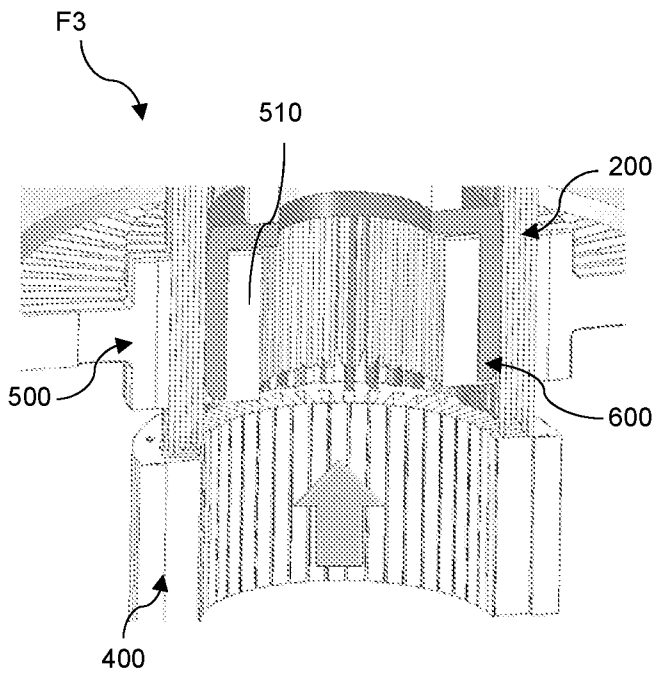


Fig. 7C

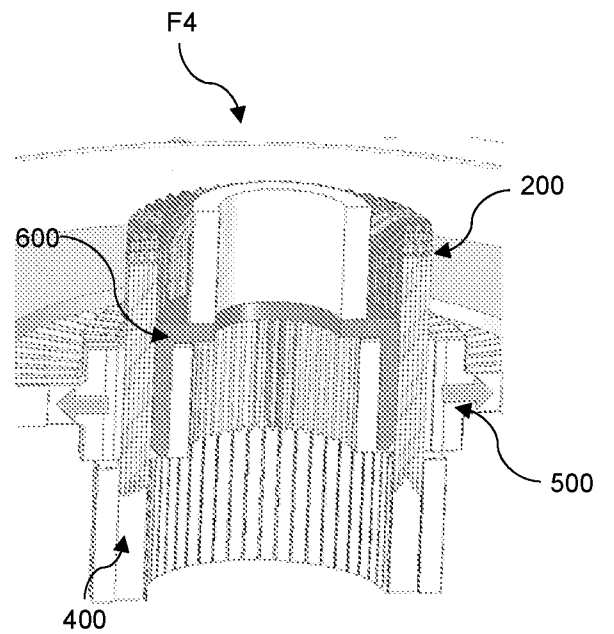


Fig. 7D

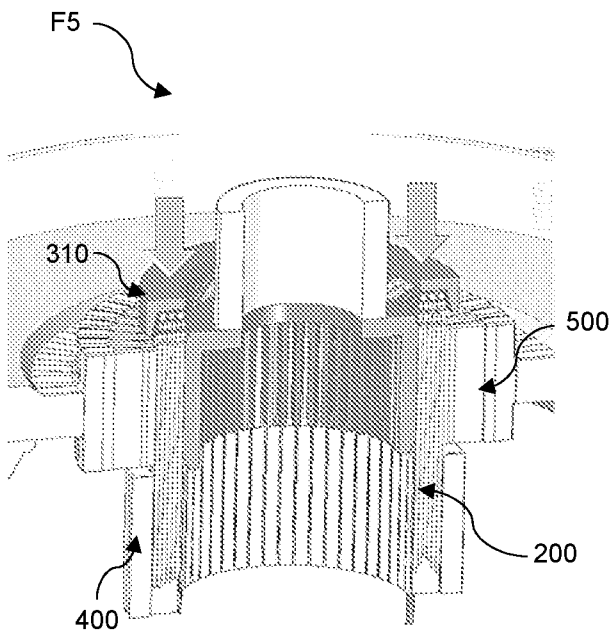


Fig. 7E

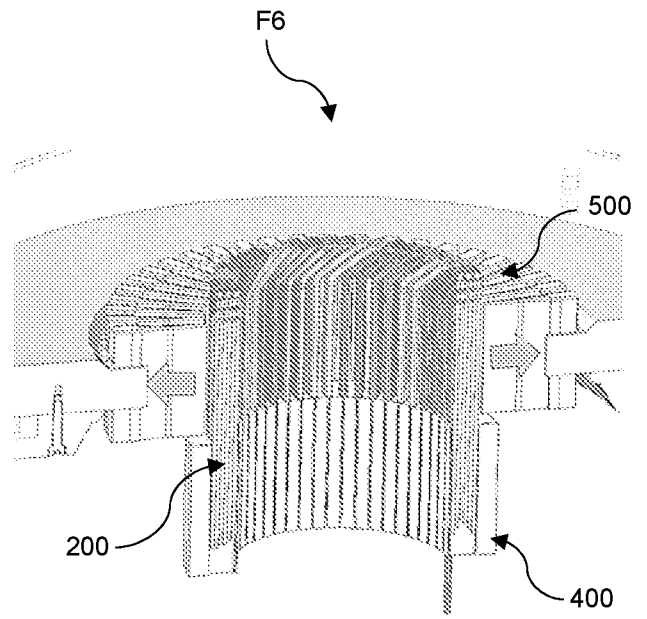


Fig. 7F

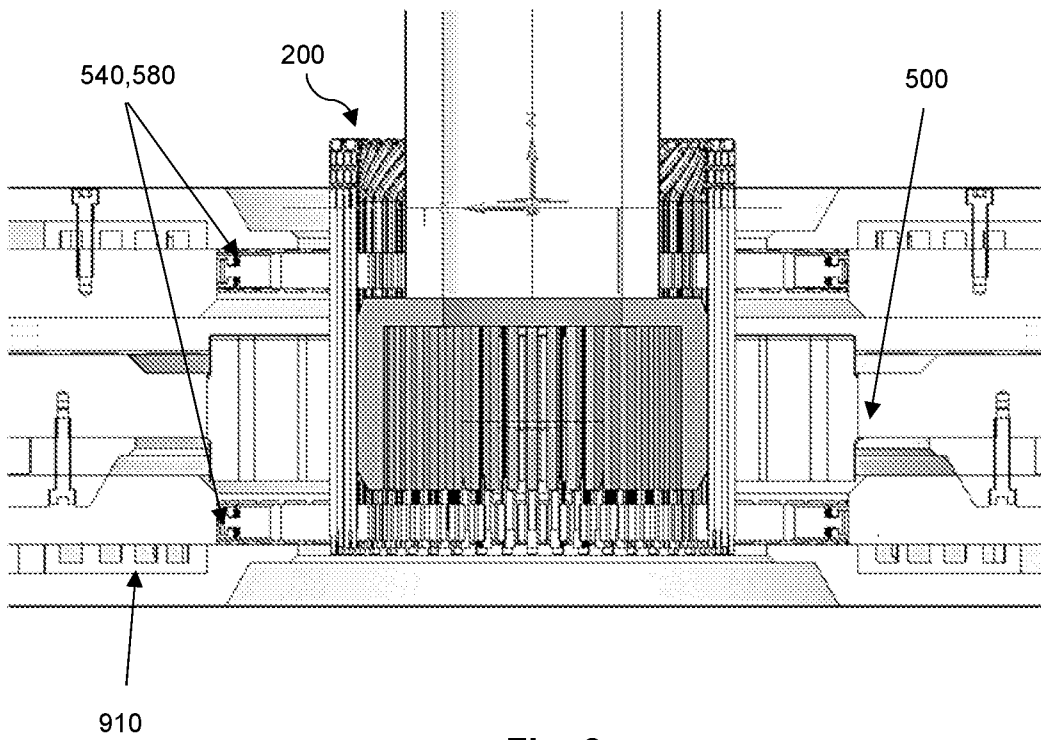


Fig. 8

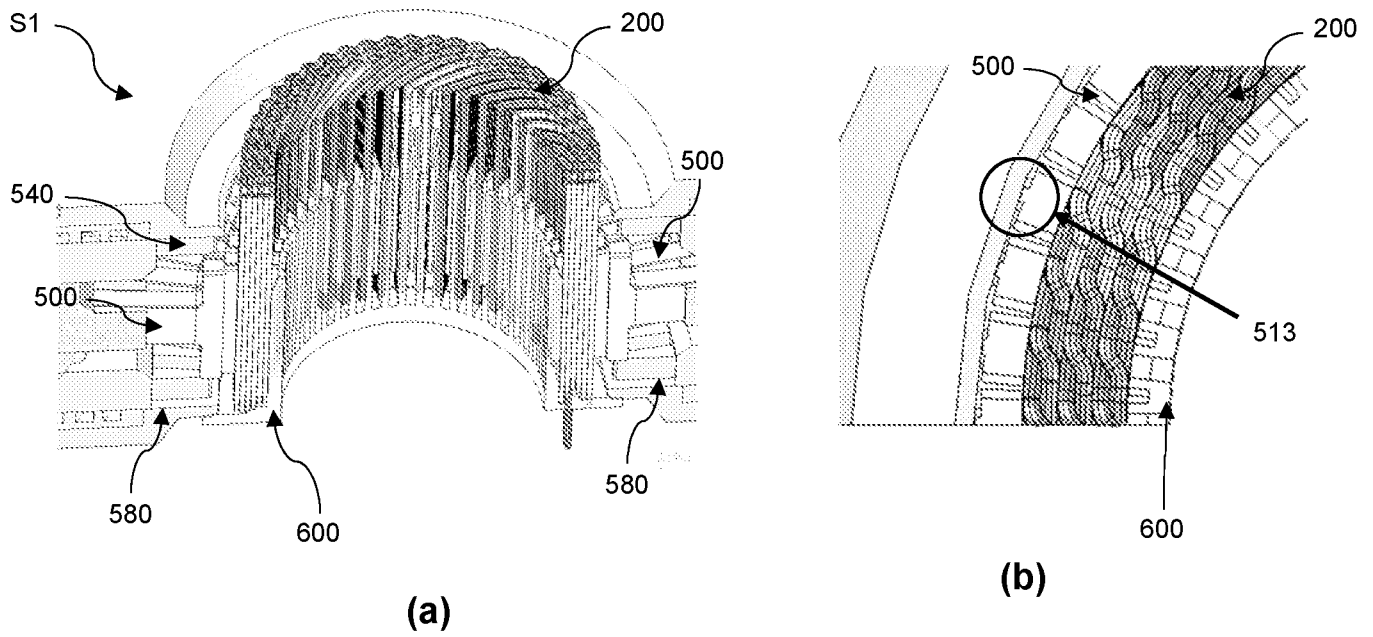


Fig. 9A

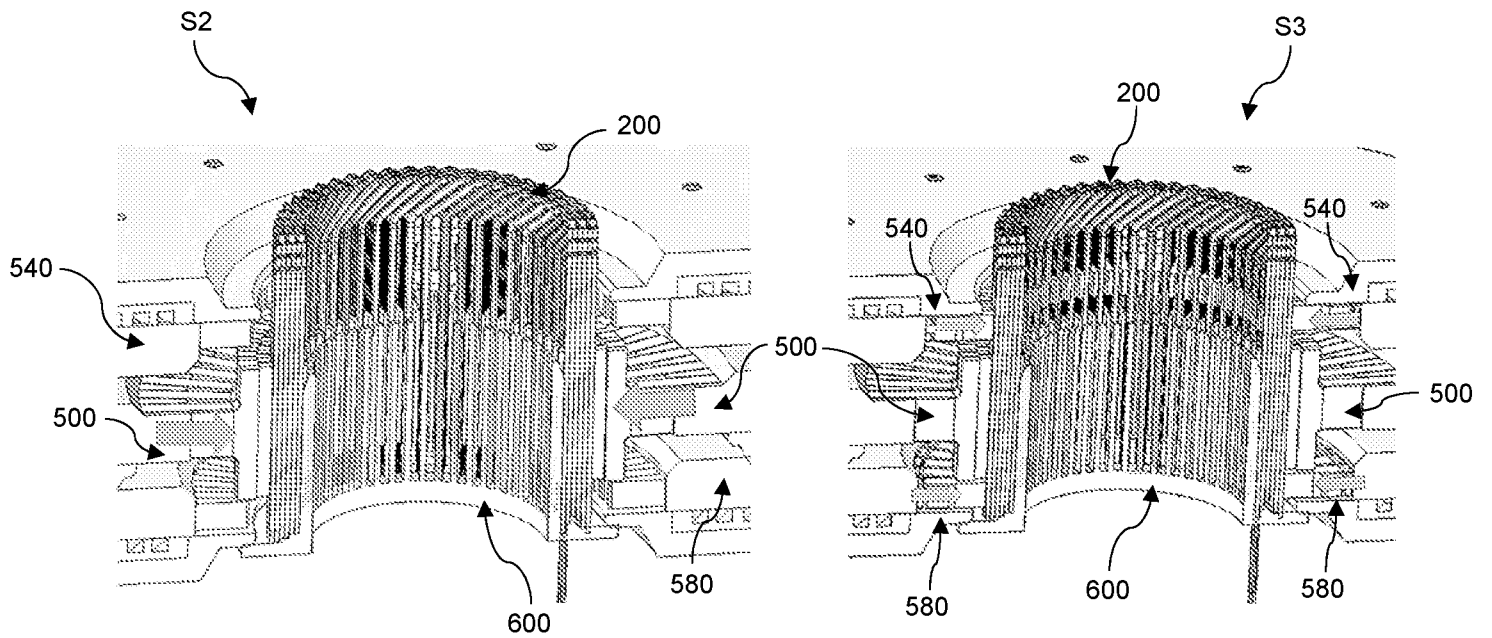


Fig. 9B

Fig. 9C

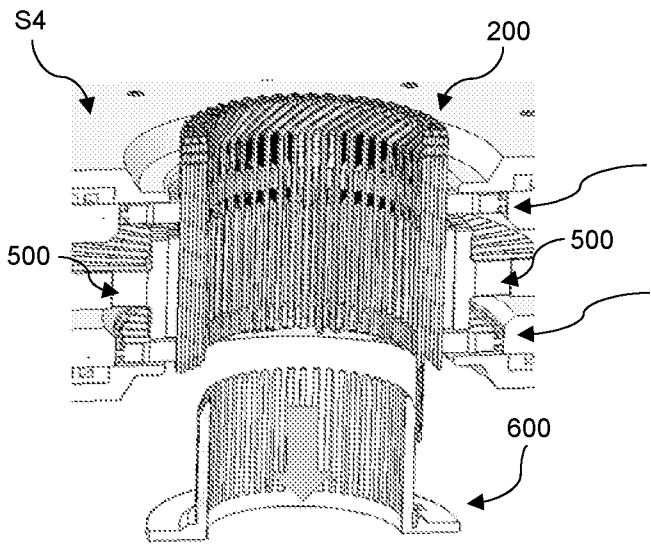


Fig. 9D

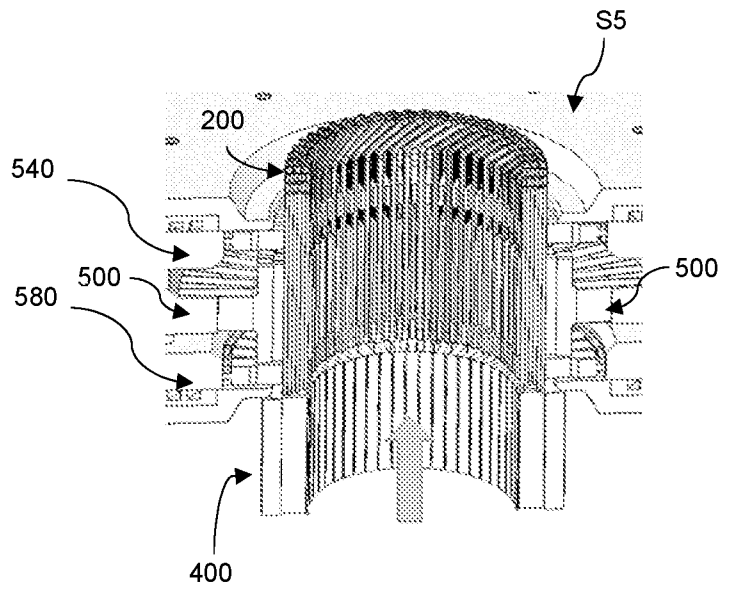


Fig. 9E

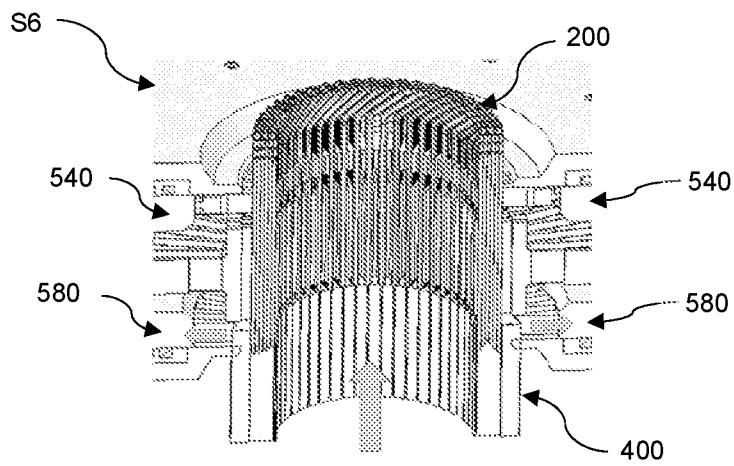


Fig. 9F

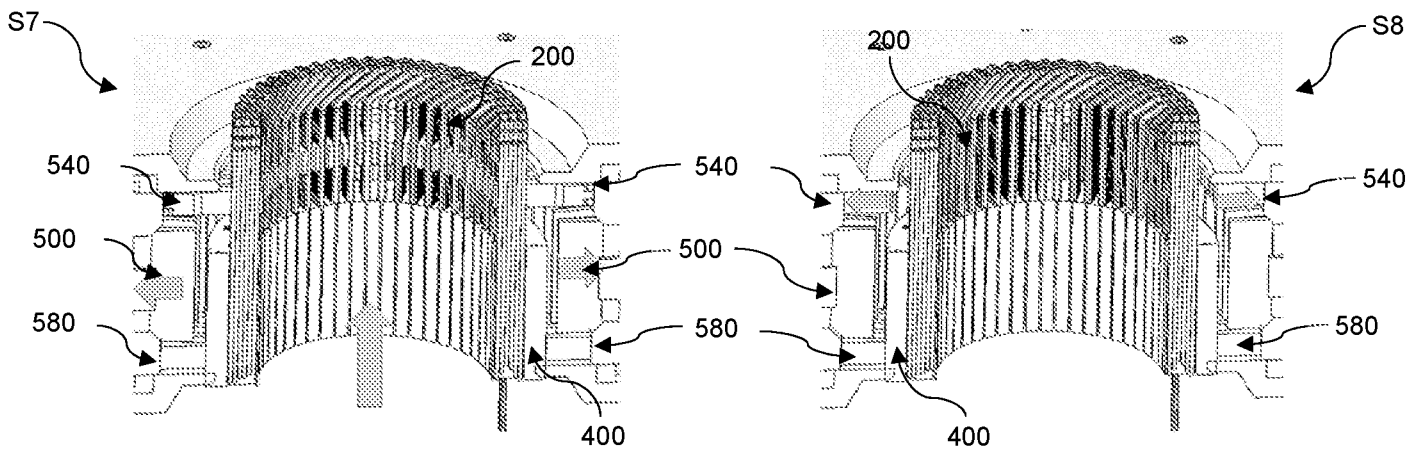
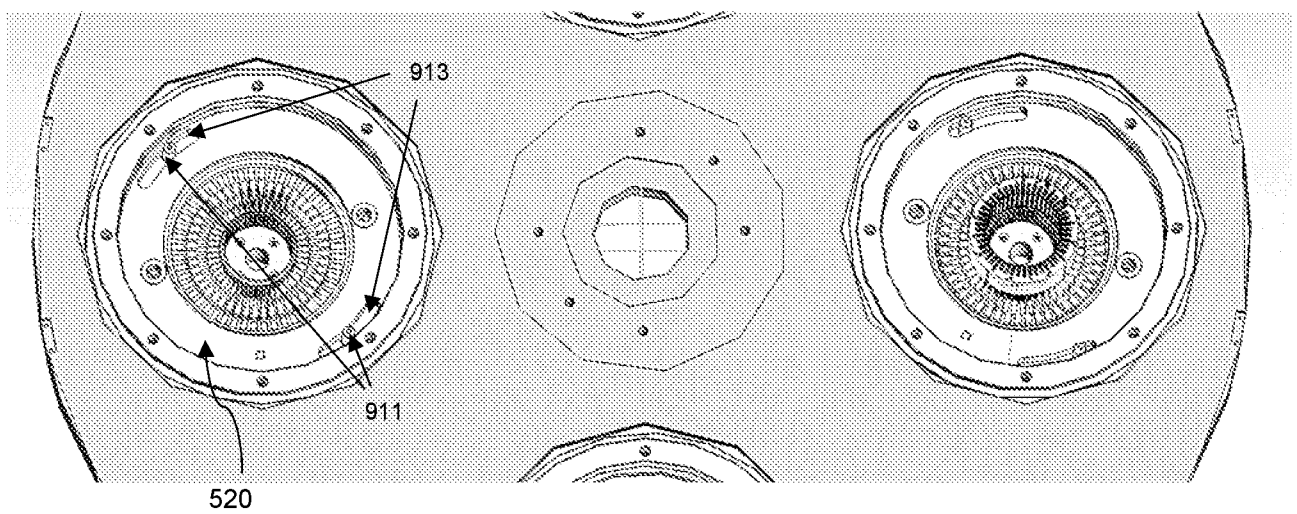
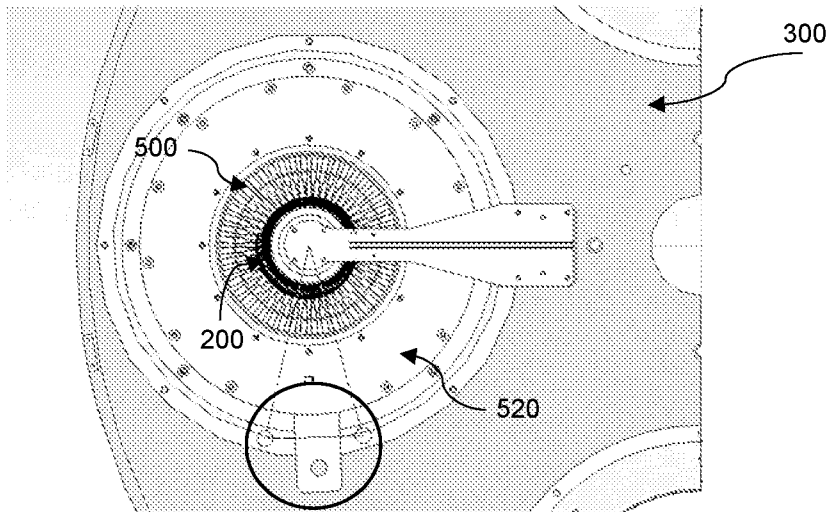
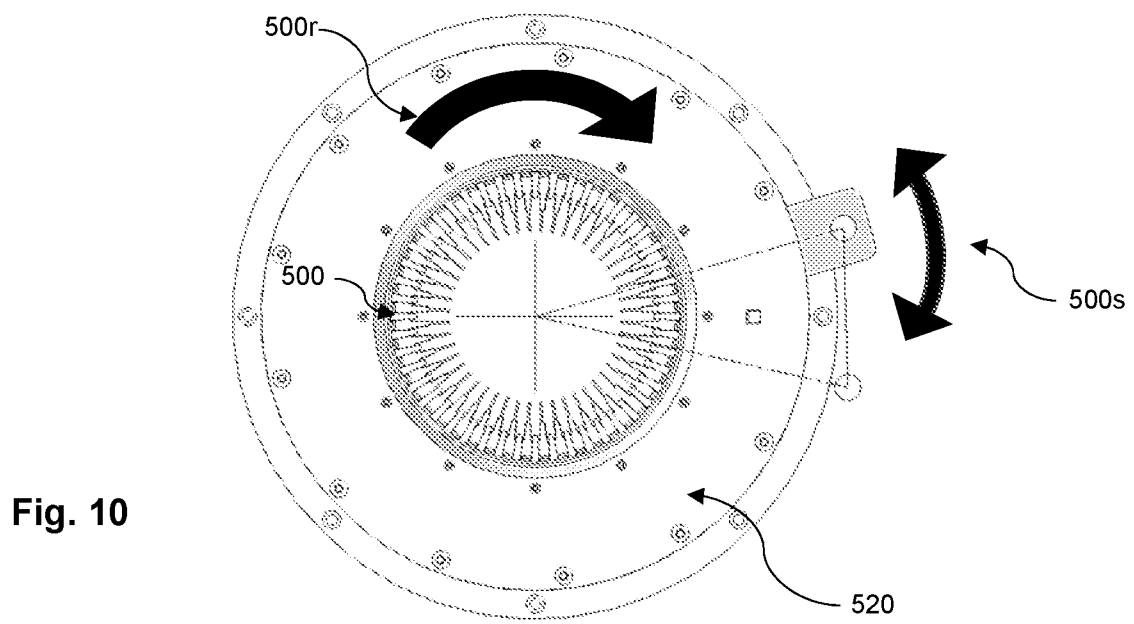
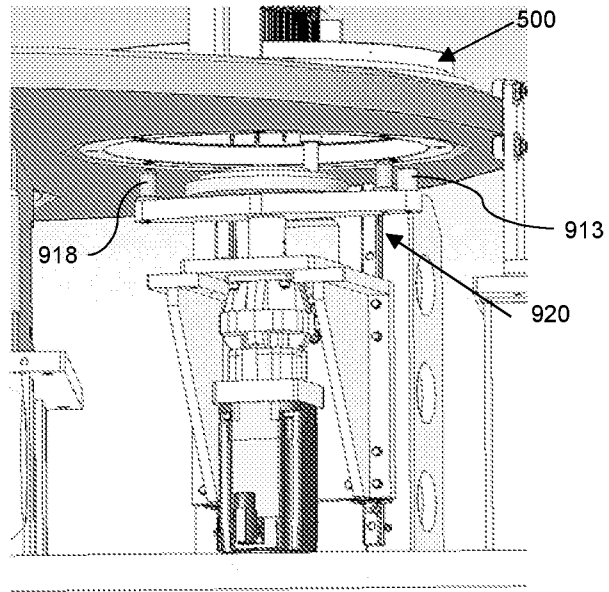
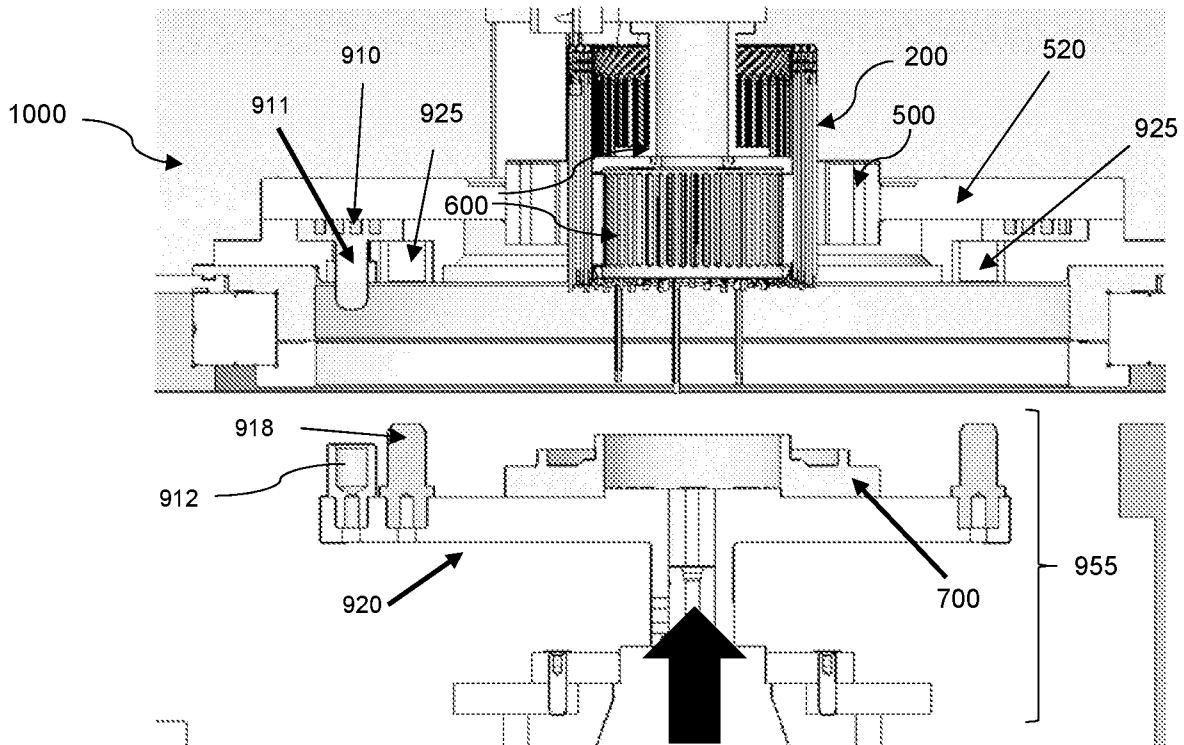


Fig. 9G

Fig. 9H



**Fig. 13****Fig. 14**

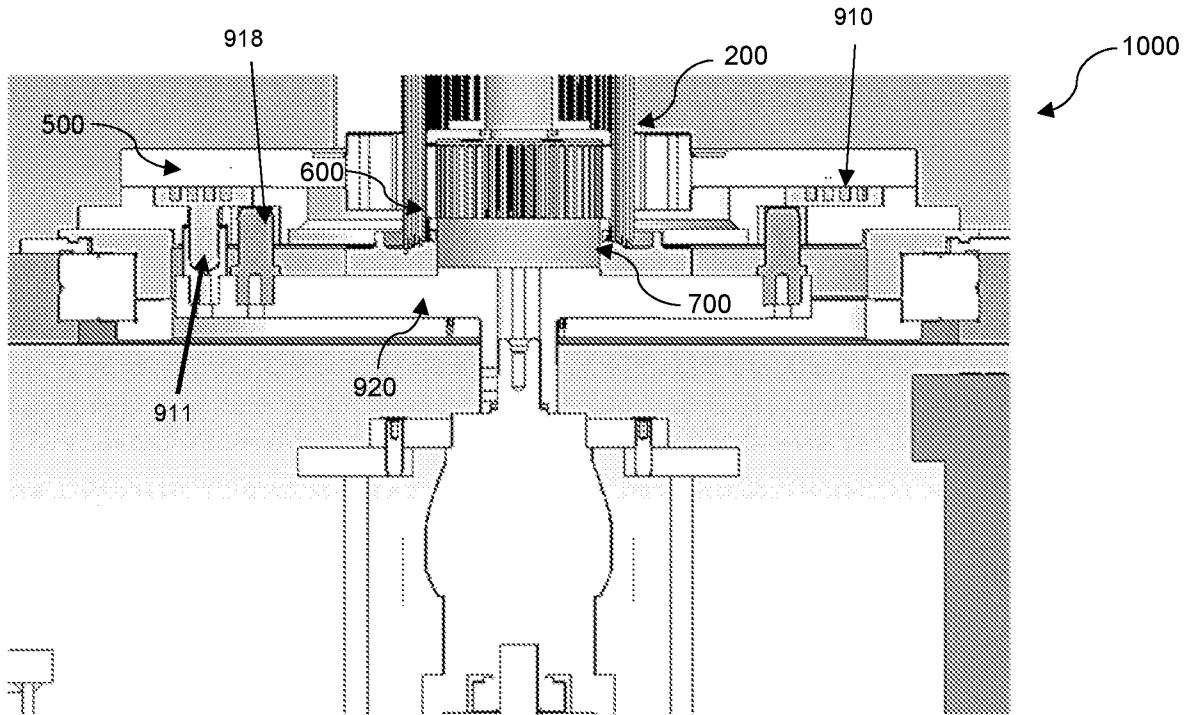


Fig. 15

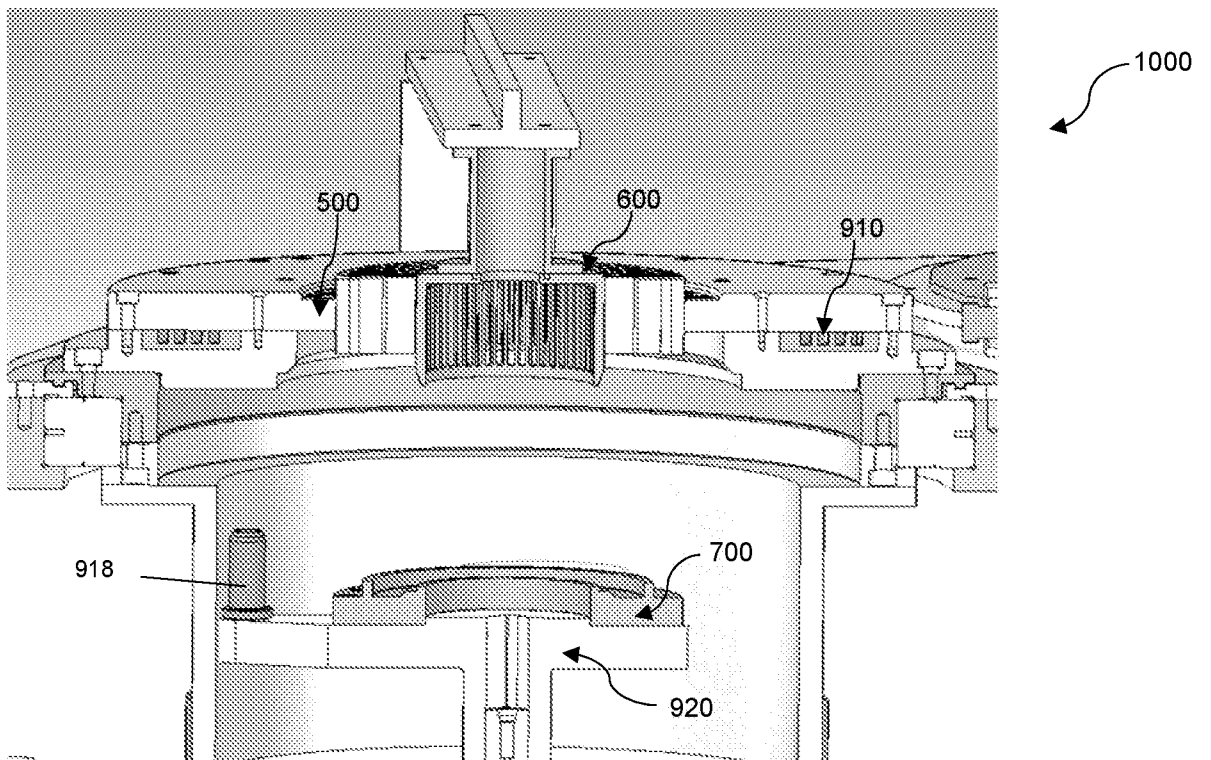


Fig. 16

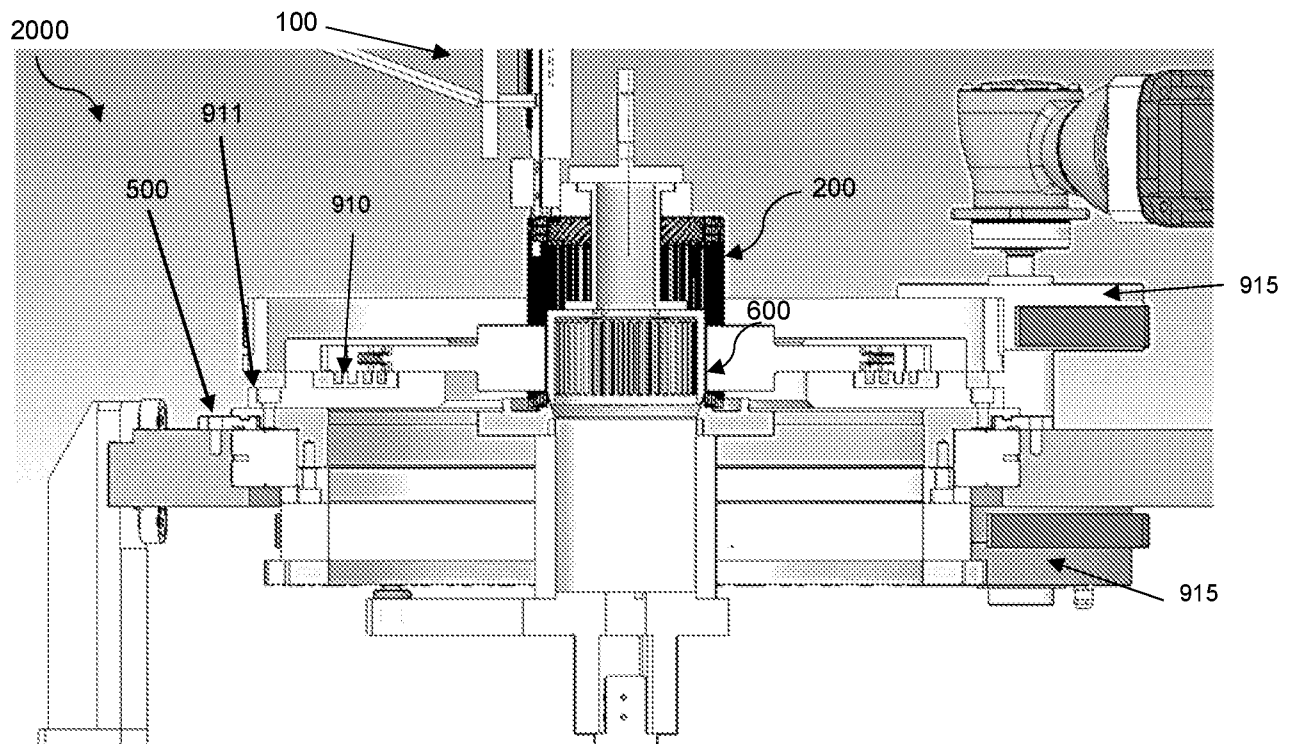


Fig. 17

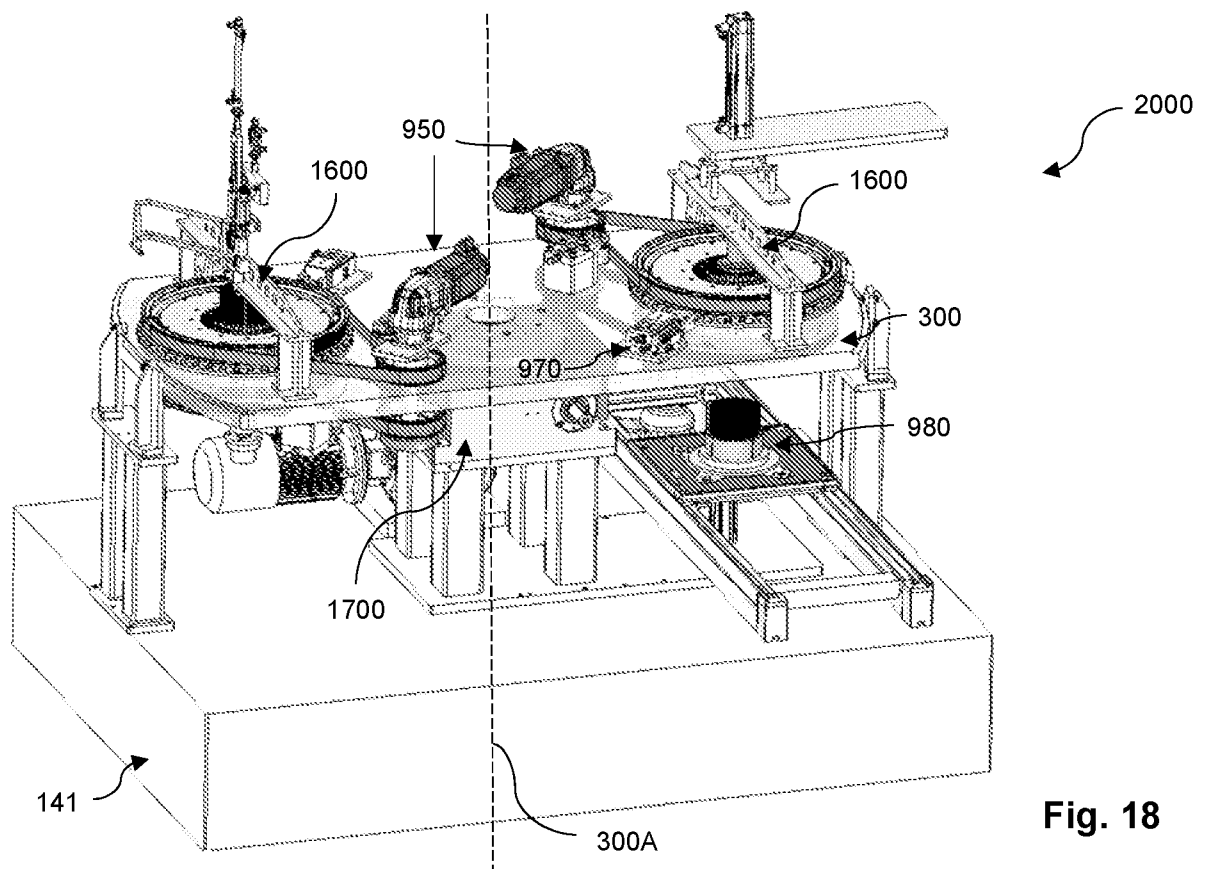


Fig. 18

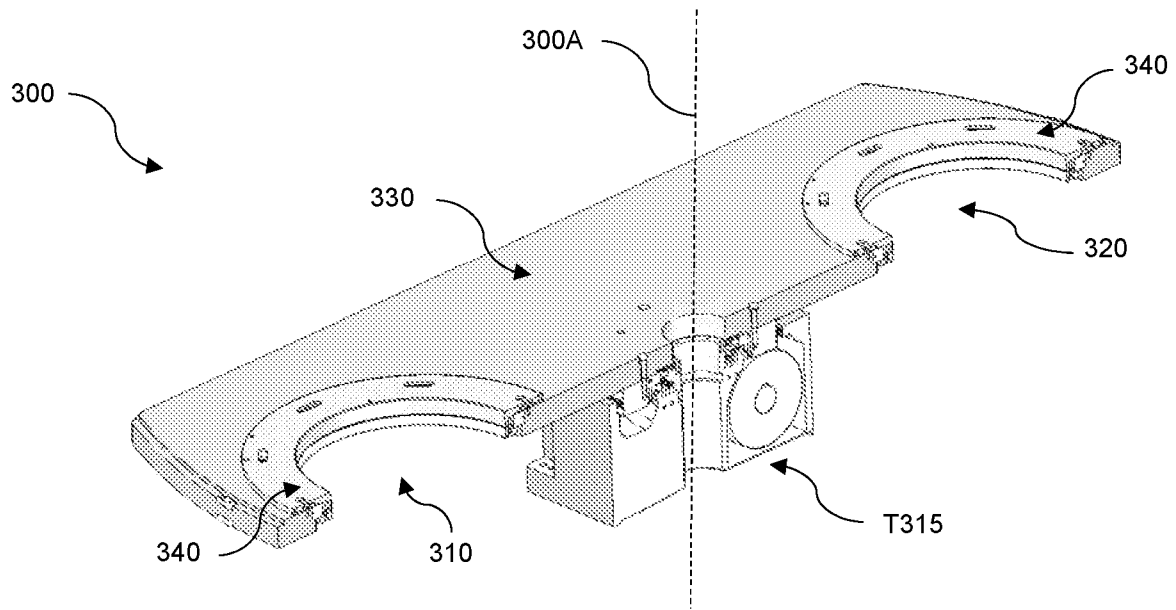


Fig. 19

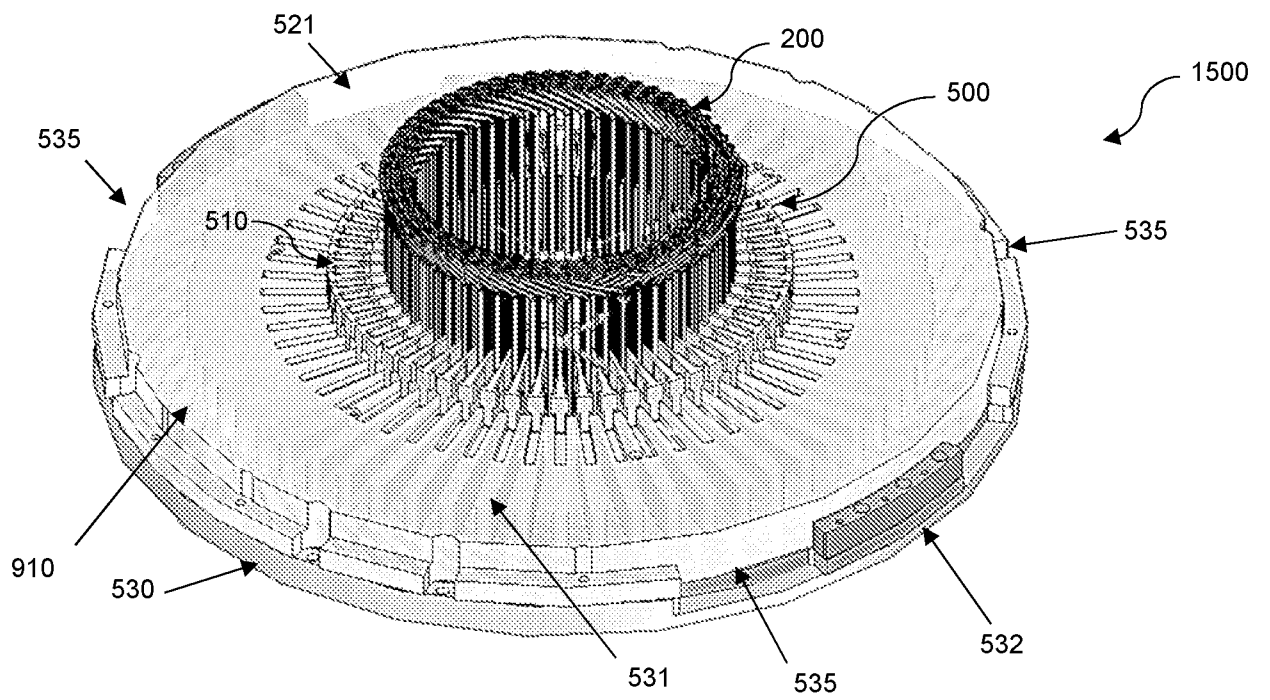
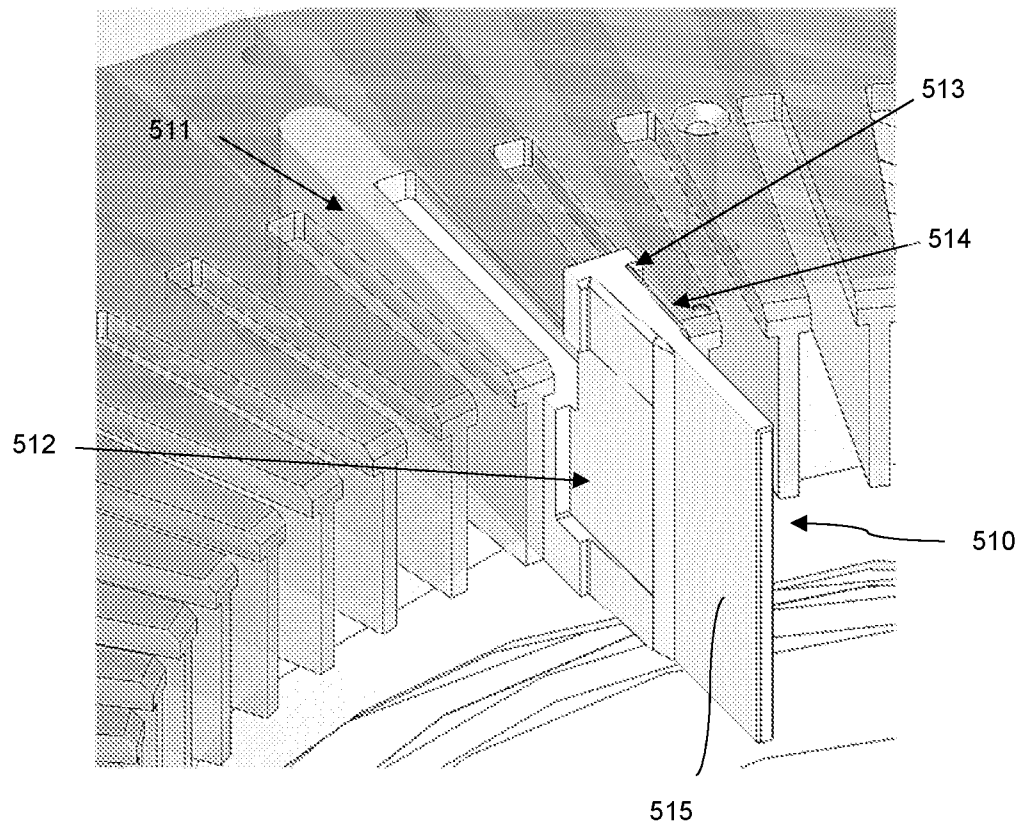
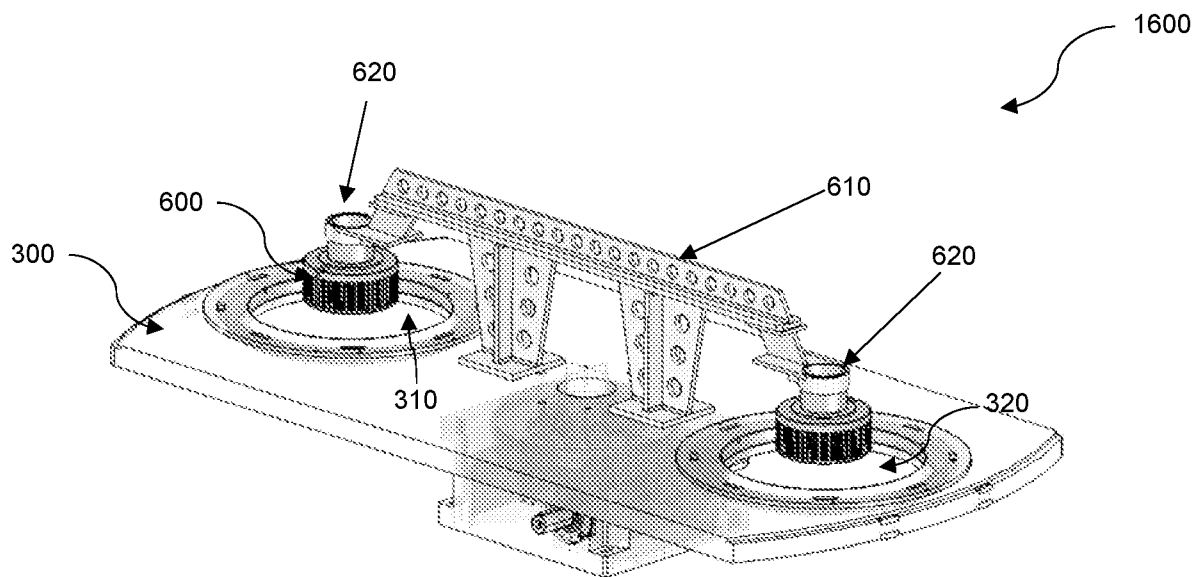


Fig. 20

**Fig. 21****Fig. 22**

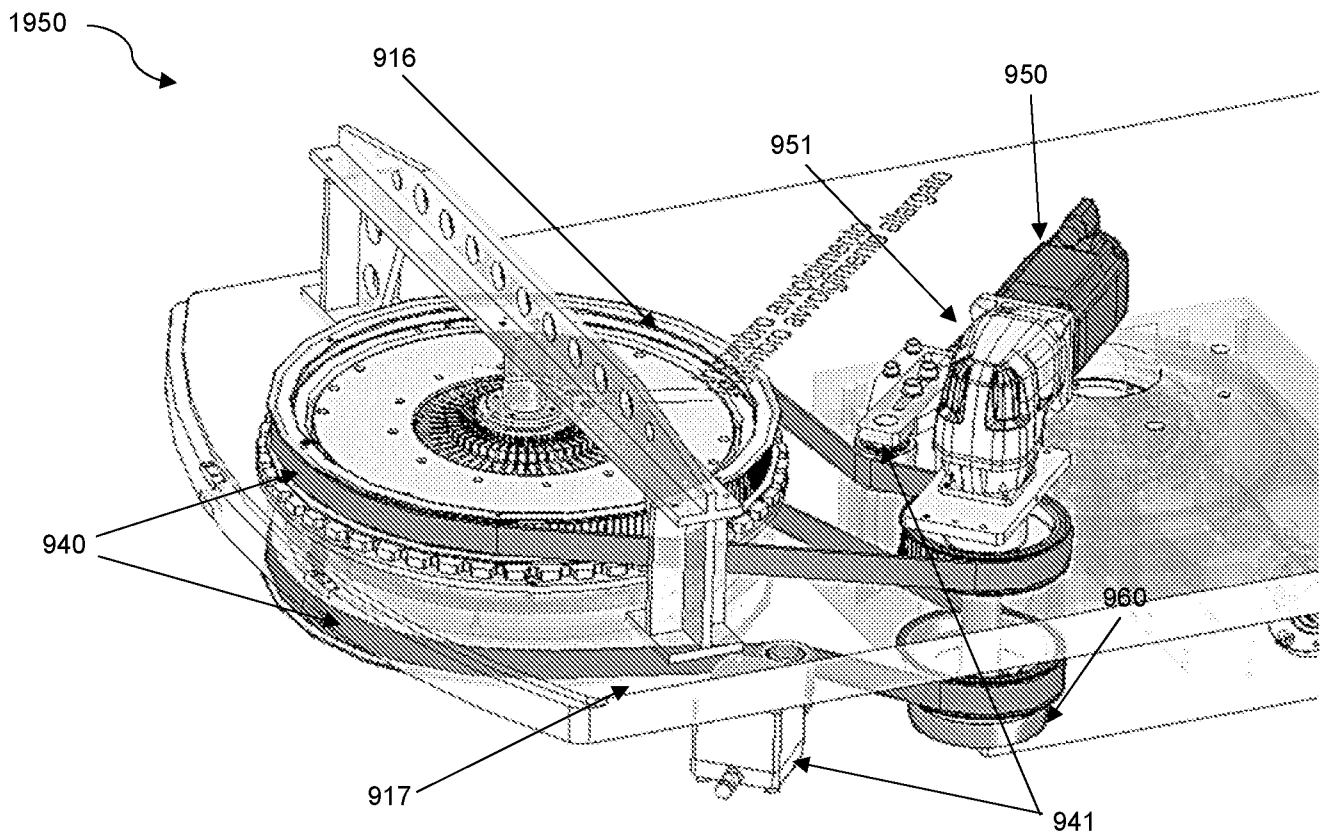


Fig. 23

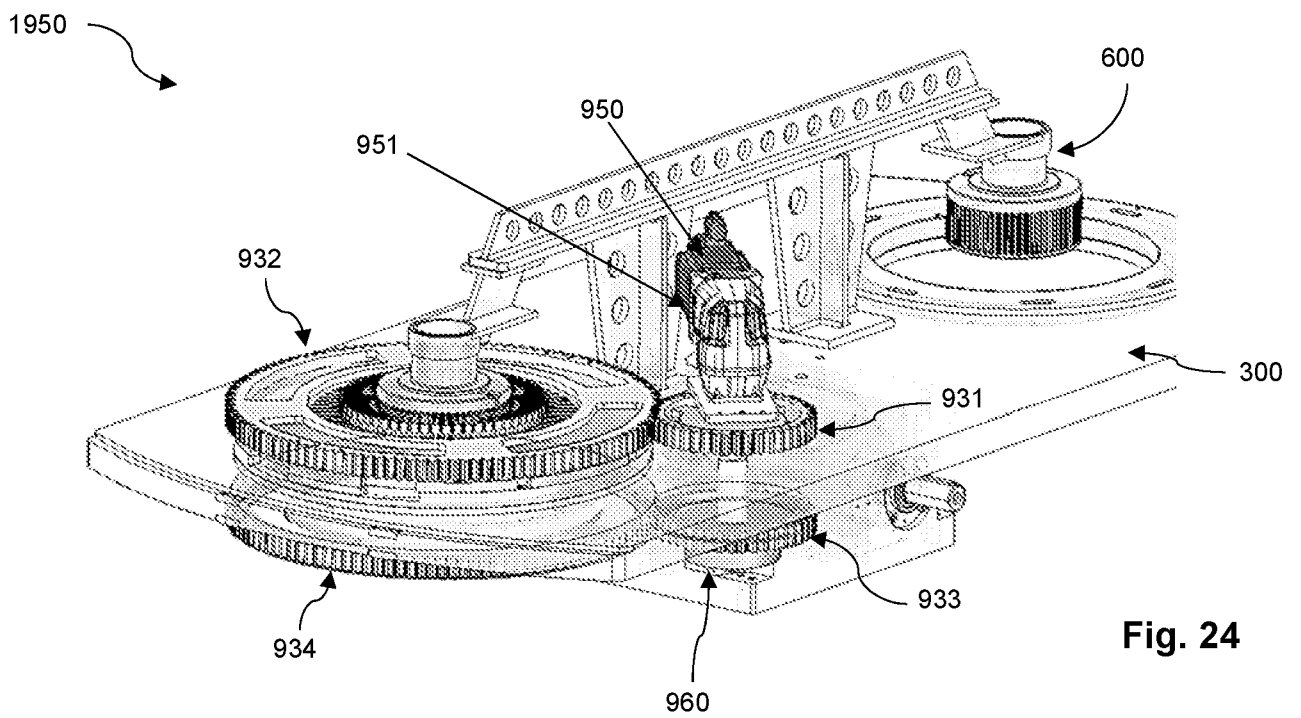


Fig. 24

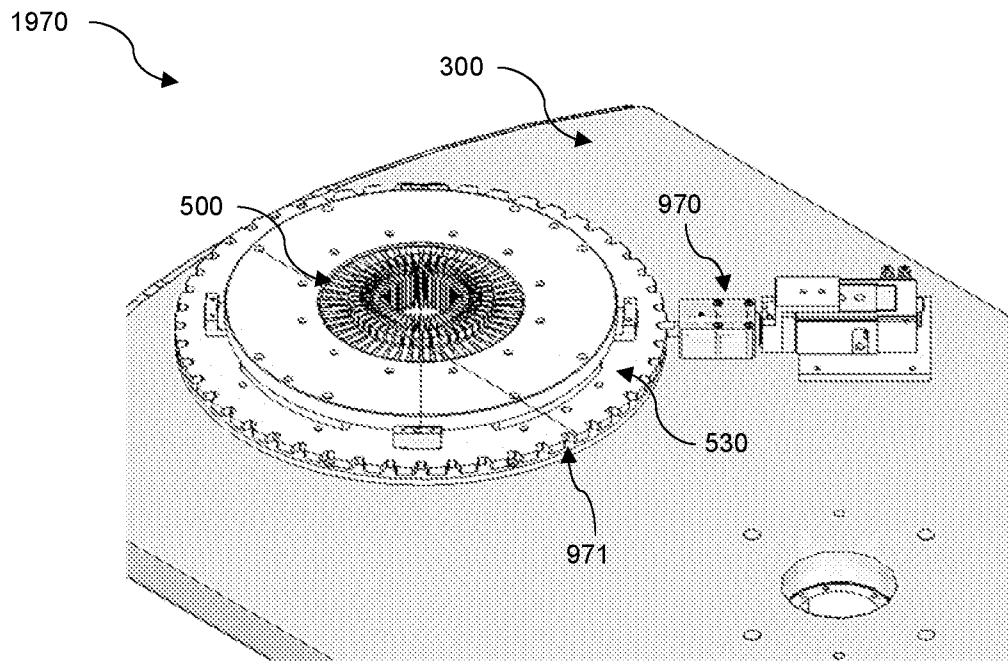


Fig. 25

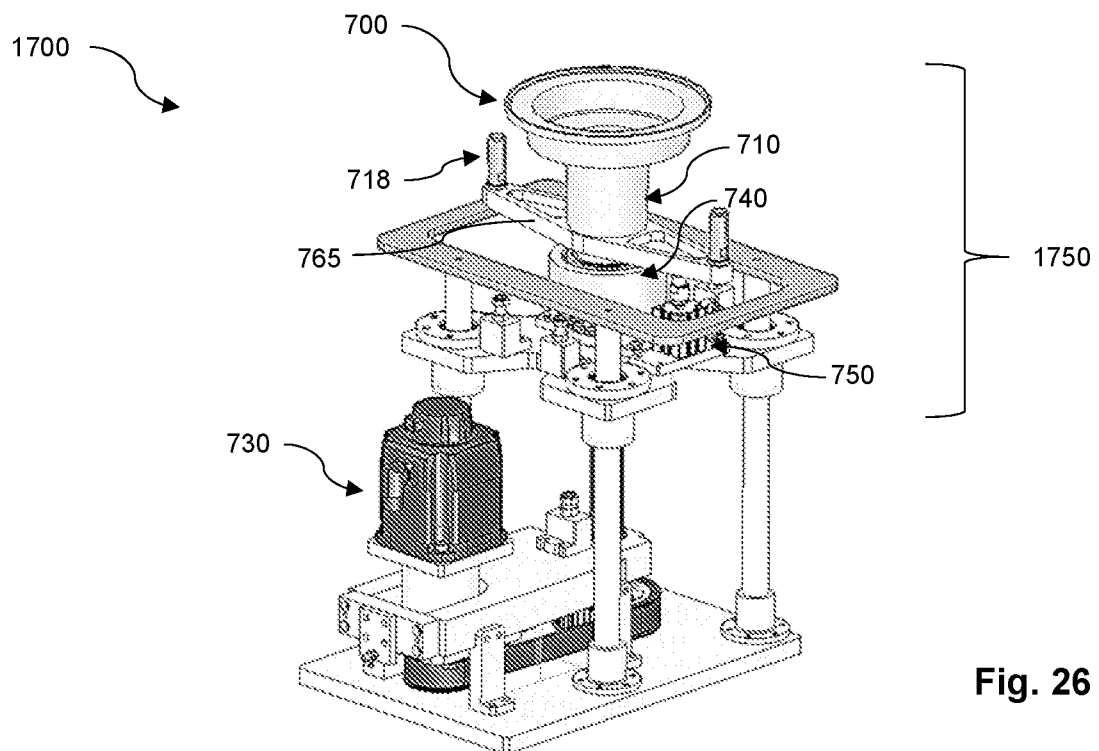


Fig. 26

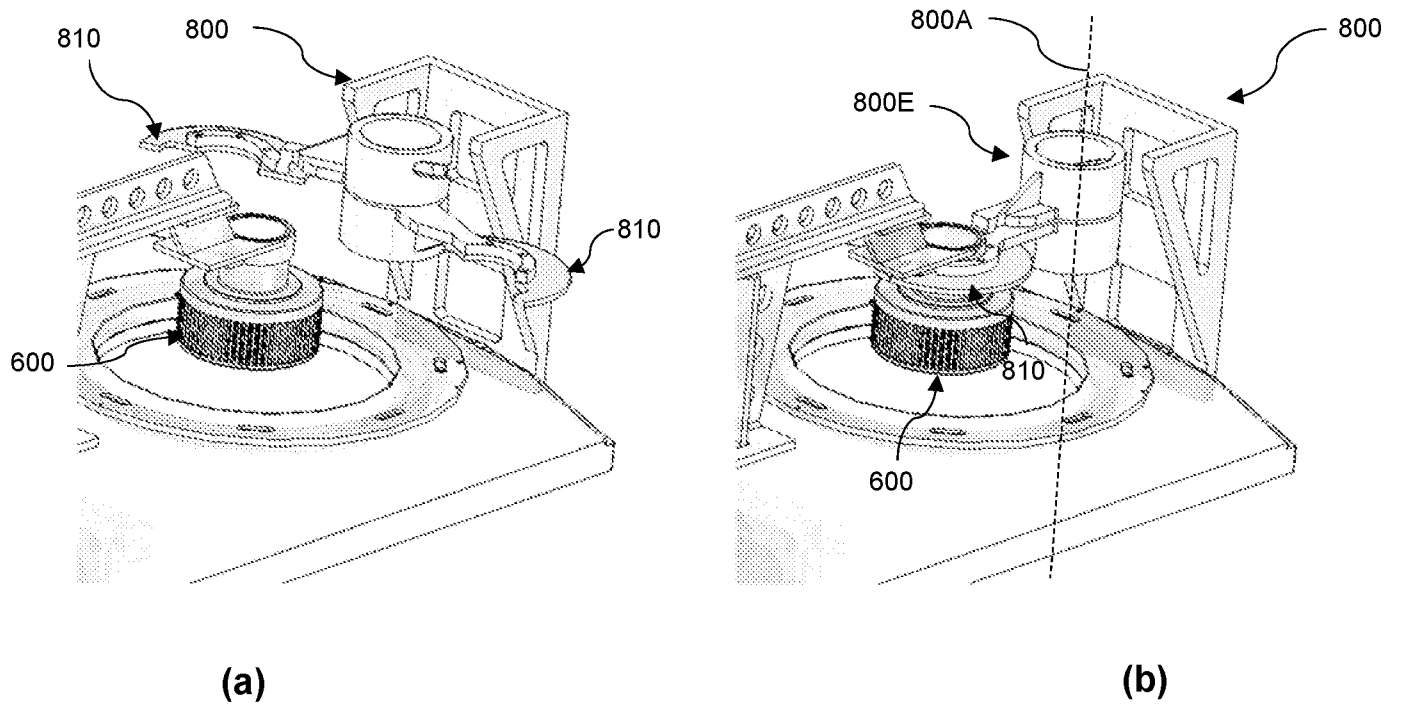


Fig. 27

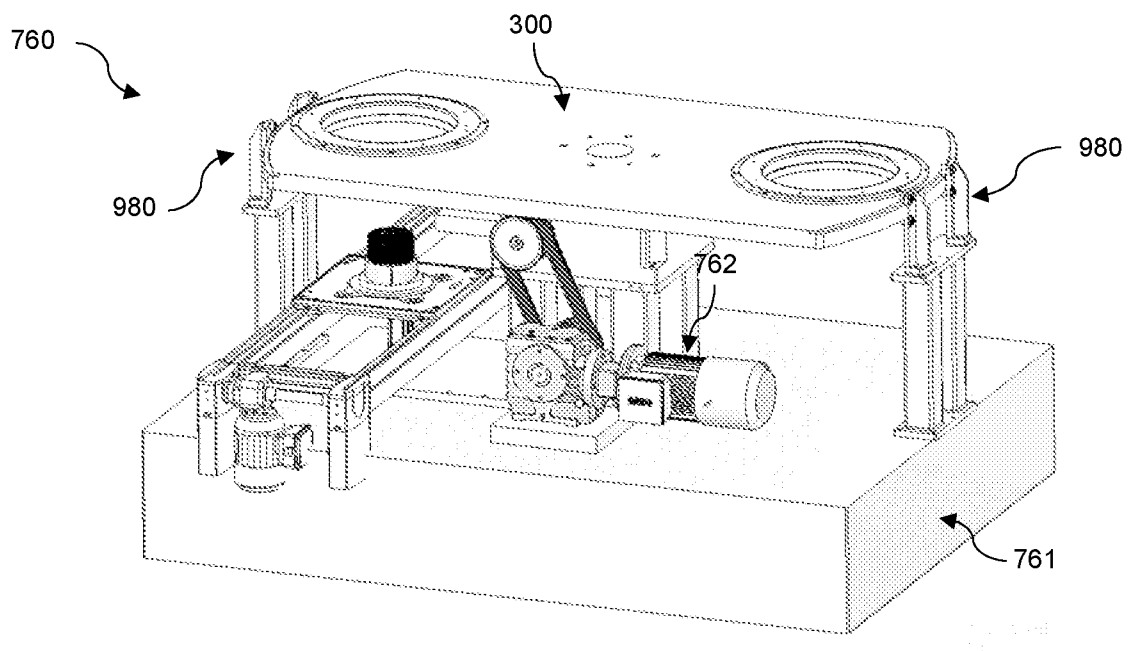


Fig. 28