



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAzione  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102001900967729
Data Deposito	06/11/2001
Data Pubblicazione	06/05/2003

Priorità	10055143.2
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	
Priorità	0117563.7
Nazione Priorità	GB
Data Deposito Priorità	
Priorità	0117564.5
Nazione Priorità	GB
Data Deposito Priorità	

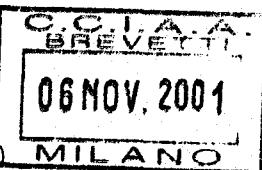
Titolo

CAMBIO E DISPOSITIVO DI AZIONAMENTO DEL CAMBIO, IN PARTICOLARE PER UNA AUTOMATIZZAZIONE DELLA VARIAZIONE DEL RAPPORTO DI TRASMISSIONE



LuK Lamellen und Kupplungsbau Beteiligungs KG,

con sede a Bühl/Baden (Repubblica Federale di Germania)



\* \* \* \* \*

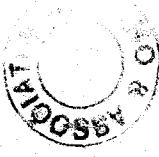
MI 2001 A 002323

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda organi di regolazione di cambio e in particolare organi di regolazione a motore elettrico per il comando di un meccanismo di cambio di marcia di un sistema di cambio automatico di un veicolo a motore.

Organì di regolazione a motore elettrico, che vengono impiegati per il comando di meccanismi di cambio di marcia di sistemi di cambio automatici, impiegano solitamente un meccanismo di azionamento a vite e a ruota e vite, per la riduzione di un elevato rapporto di trasmissione, come per esempio è descritto nelle pubblicazioni brevettuali GB 2325036, GB 2313885 e GB 2309761, alla cui descrizione si fa riferimento in modo esplicito e il cui contenuto viene citato espressamente nella descrizione della presente domanda, per convertire l'azionamento del motore elettrico in caso di elevato numero di giri e momento torcente relativamente ridotto, in un momento torcente relativamente elevato con ridotto numero di giri, che è necessario per l'azionamento di un meccanismo di cambio di marcia. Usualmente i rapporti di trasmissione di tali meccanismi sono dell'ordine di grandezza di 40:1 fino a 60:1.

Gli azionamenti a ruota e vite finora impiegati hanno lo svantaggio di essere relativamente grandi e di creare serie difficoltà per quanto riguarda limitazioni di montaggio, che sono presenti nel caso di sistemi di cambio automatici per veicoli a motore.



Inoltre l'impiego di tali organi di regolazione a motore elettrico con tamburi di cambio, come per esempio è descritto nelle pubblicazioni brevettuali GB 2308874 e GB 2311829, alla quale descrizione si fa riferimento in modo esplicito e il cui contenuto viene citato espressamente nella descrizione della presente domanda, causa particolari difficoltà a questo proposito.

Tali cambi sono divenuti noti inoltre dalla pubblicazione brevettuale EP 0 654 624. Questi cambi secondo la pubblicazione brevettuale EP 0 654 624 presentano come azionamento un motore elettrico, che è disposto fuori del cambio e aziona, per mezzo di stadi di ingranaggi, il cilindro di cambio per il cambio di marcia. Questa necessità di spazio di ingombro aumenta ancora quando per mezzo di due o più cosiddetti cilindri di cambio devono venire azionati per esempio anche frizioni di cambio. Questo azionamento è vantaggioso per esempio nel caso di cambi a doppia frizione o cambi di cambio sotto carico con frizione di cambio sotto carico.

E' compito della presente invenzione realizzare un cambio ed un dispositivo di azionamento, che presentino rispetto allo stato della tecnica un ridotto fabbisogno di spazio di ingombro e siano nondimeno fabbricabili in modo semplice ed economico.

Un esempio di esecuzione vantaggioso della presente invenzione impiega un azionamento con elevato rapporto di trasmissione avente struttura concentrica con un tamburo di cambio, per approntare un organo di regolazione del cambio a motore elettrico compatto.

Secondo un aspetto della presente invenzione, un organo di regolazione a motore elettrico per il comando di un meccanismo di selezione di mar-

cia di un veicolo a motore, presenta un elemento di fissaggio, mediante il quale l'organo di regolazione può venire montato rispetto ad un elemento di supporto, un tamburo di cambio, che è montato per la rotazione rispetto all'elemento di fissaggio, un motore elettrico, che è montato coassialmente entro il tamburo di cambio, ove il motore elettrico presenta uno statore, che è montato in modo non girevole rispetto all'elemento di fissaggio, nonchè un rotore, ove il rotore è connesso all'azionamento con il tamburo di cambio per la rotazione con questo mediante un azionamento ad albero superiore, ove l'azionamento ad albero superiore comprende un generatore ad albero, che è montato sul rotore per la rotazione con questo, un ingranaggio a cunei di forma anulare, che è montato in modo non girevole rispetto all'elemento di fissaggio, concentricamente al generatore ad albero, ed un ingranaggio a cunei flessibile, che è disposto fra il generatore ad albero e l'ingranaggio a cunei di forma anulare, ove l'ingranaggio a cunei flessibile è connesso all'azionamento con il tamburo di cambio, l'ingranaggio a cunei flessibile presenta meno cunei dell'ingranaggio a cunei di forma anulare e il generatore ad albero è foggiato in modo tale che esso porti in impegno i cunei dell'ingranaggio a cunei flessibile con i cunei dell'ingranaggio a cunei di forma anulare in punti distanziati angolarmente, ove fra questi punti i cunei dell'ingranaggio a cunei flessibile sono separati dai cunei degli ingranaggi a cunei di forma anulare. L'azionamento ad albero superiore nel senso della presente invenzione è da intendere nella presente domanda come cosiddetto "Harmonic Drive", come per esempio è divenuto noto dalla pubblicazione brevettuale DE 199 27 957, ed è indicato in essa come dispositivo di cambio ad alberi. Inoltre posso-



no venire impiegati vantaggiosamente riduttori, come per esempio trasmissioni differenziali, trasmissione epicicloidali e simili.

Nell'organo di regolazione precedentemente descritto il motore elettrico e il meccanismo di azionamento dell'albero superiore sono disposti coassialmente entro il tamburo di cambio, per cui viene ottenuto un organo di regolazione compatto. Il rapporto di azionamento dell'azionamento ad albero superiore dipende dalla differenza fra il numero di giri dei cunei fra l'ingranaggio a cunei di forma anulare e l'ingranaggio a cunei flessibile:

cioè il rapporto di trasmissione è

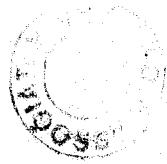
$$\text{ove } i = \frac{-n}{N}$$

$n$  = la differenza nel numero di cunei fra l'ingranaggio a cunei di forma anulare e l'ingranaggio a cunei flessibile;

$N$  = il numero di cunei sull'ingranaggio a cunei flessibile;  
ove il valore negativo indica che la rotazione del tamburo di cambio ha luogo nella direzione opposta alla direzione di rotazione del rotore.

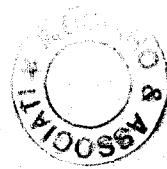
Preferibilmente il rapporto di azionamento è dell'ordine di grandezza da -40:1 a -60:1. In un esempio tipico l'ingranaggio a cunei di forma anulare ha 102 cunei e l'ingranaggio a cunei flessibile ha 100 cunei, per cui viene ottenuto un rapporto di -50:1.

Secondo un esempio di esecuzione dell'invenzione, gli organi di regolazione del tamburo di cambio a motore elettrico della presente invenzione sono eseguiti singolarmente, cosicchè essi possono venire fissati in una



posizione adeguata per esempio sulla scatola del cambio, per azionare il meccanismo di selezione di marcia. In particolare per l'impiego nel caso di sistemi di cambio a doppia frizione di quel tipo, che sono descritti nelle domande di brevetto del Regno Unito, pendenti contemporaneamente, GB 0028310 e GB 0103312, alle cui descrizioni si fa esplicitamente riferimento e il cui contenuto viene citato espressamente nella descrizione della presente domanda, è però vantaggioso approntare organi di regolazione del tamburo di cambio doppi. Inoltre gli organi di regolazione del tamburo di cambio della presente invenzione possono essere disposti preferibilmente in una scatola del cambio di un veicolo a motore.

Secondo un ulteriore aspetto della presente invenzione, un organo di regolazione a motore elettrico per il comando di un meccanismo di frizione o di un meccanismo di selezione di marcia o di un freno di un veicolo a motore, contiene un motore elettrico, un albero di presa di moto del motore elettrico ed un meccanismo di azionamento rotante, comprendente: una ruota planetaria, che è fissata all'albero di presa di moto del motore elettrico per la rotazione con questo, un portasatelliti di forma anulare, che è montato per la rotazione coassialmente rispetto all'albero di presa di moto del motore elettrico, una serie di ruote satelliti, che sono montate, con un rapporto distanziato angolarmente, simmetricamente rispetto al portasatelliti, ove le ruote satelliti si impegnano in una prima e una seconda corona dentata interna, ove una delle corone dentate interne è fissa e l'altra corona dentata interna è formata su un elemento di uscita, ove l'elemento di uscita è fissato per la rotazione coassialmente rispetto all'albero di presa di moto, ove il numero di denti sulla prima corona



dentata interna differisce dal numero di denti sulla seconda corona dentata interna per approntare il rapporto di azionamento necessario.

Secondo un esempio di esecuzione preferito della presente invenzione, ciascuna ruota satellite presenta la forma di un pignone doppio, ove la ruota satellite definisce un pignone primario, che si impegna nella ruota planetaria e nella prima corona dentata interna, nonchè un pignone secondario, che si impegna nella seconda corona dentata interna. In una versione di questo esempio di esecuzione il pignone primario si impegna nella corona dentata interna, che è eseguita sull'elemento di uscita, e il pignone secondario si impegna nella corona dentata interna fissa. Nel caso del meccanismo di azionamento precedentemente descritto il rapporto di azionamento è pari a:

$$i = \frac{1 + N_1 N_4 / N_3 N_5}{1 - N_1 N_4 / N_2 N_3}$$

ove  $N_1$  = il numero di denti sulla corona dentata interna fissa;

$N_2$  = il numero di denti sulla seconda corona dentata interna;

$N_3$  = il numero di denti sul pignone secondario della ruota satellite;

$N_4$  = il numero di denti sul pignone primario della ruota satellite; e

$N_5$  = il numero di denti sulla ruota planetaria;

e

$$N_1 = N_3 + N_4 + N_5; \text{ e}$$

$$N_2 = 2N_4 + N_5.$$

I valori  $N_3$ ,  $N_4$  e  $N_5$  devono venire scelti di conseguenza in modo tale che venga approntato il rapporto di azionamento necessario, che ammonta solitamente a 40:1 fino a 60:1. Poichè la ruota planetaria e i pignoni primario secondario delle ruote satelliti sono sostanzialmente di uguale grandezza, risulta una differenza nel numero di denti del 10% fra  $N_3$  e  $N_4$ , e un rapporto di azionamento dell'ordine di grandezza di 50:1.

Secondo una versione alternativa di questo esempio di esecuzione, il pignone primario si impegna nella corona dentata interna fissa e il pignone secondario si impegna nella corona dentata interna, che è eseguita sull'elemento di uscita. Nel caso di questo meccanismo di azionamento il rapporto di azionamento è pari a:

$$i = \frac{1 + N_1 / N_5}{1 - N_1 N_4 / N_2 N_3}$$

e

$$N_1 = 2N_3 + N_5; \text{ e}$$

$$N_2 = N_3 + N_4 + N_5.$$

di conseguenza i valori  $N_3$ ,  $N_4$  e  $N_5$  devono venire nuovamente scelti in modo tale che venga approntato il rapporto di azionamento necessario, che ammonta solitamente da 40:1 a 60:1.

Secondo un ulteriore esempio di esecuzione della presente invenzione, le ruote satelliti e i singoli pignoni sono montati su assi, che si estendono obliquamente rispetto agli assi della prima e della seconda corona dentata interna, cosicchè le ruote satelliti ad una estremità sono in impegno con la corona dentata interna con meno denti su un diametro più



piccolo; e all'altra estremità sono in impegno con la corona dentata interna con più denti su un diametro maggiore.

Nel caso di questo esempio di esecuzione il rapporto di azionamento è pari a:

$$i = \frac{1 + N_1 / N_5}{1 - N_1 / N_2}$$

ove  $N_1$  = il numero di denti sulla corona dentata interna fissa;

$N_2$  = il numero di denti sulla seconda corona dentata interna; e

$N_5$  = il numero di denti sulla ruota planetaria;

come nel caso degli esempi di esecuzione precedentemente descritti, i valori  $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_5$  possono venire scelti in modo tale che venga approntato il rapporto di azionamento necessario, che ammonta solitamente a 40:1 fino a 60:1.

L'azionamento che viene impiegato nella presente invenzione è vantaggioso, in particolare per l'impiego con tamburi di cambio, che sono descritti per esempio nelle pubblicazioni brevettuali GB 2308874 e GB 2311829, alle cui descrizioni si fa esplicitamente riferimento e il cui contenuto viene citato espressamente nella descrizione della presente domanda, ove il motore elettrico e il meccanismo di azionamento possono essere montati coassialmente entro il tamburo di cambio. Il meccanismo di azionamento precedentemente descritto può venire impiegato come alternativa con organi di regolazione lineari, per esempio organi di regolazione a sfera e a vite motrice o meccanismi a cremagliera.

Questo viene risolto secondo la rivendicazione 1. Vantaggiose varian-



ti di esecuzione risultano dalle sottorivendicazioni.

La presente invenzione viene illustrata più in dettaglio di seguito con l'aiuto di figure di esempi di esecuzione. In questo caso:

- la figura 1 mostra schematicamente una frizione trasversale di un meccanismo di azionamento ad albero superiore di quel tipo, che viene impiegato negli organi di regolazione di cambio a motore elettrico della presente invenzione,
- la figura 2 mostra schematicamente le posizioni relative dei componenti dell'azionamento ad albero superiore durante una rotazione,
- la figura 3 mostra una sezione laterale di un organo di regolazione del tamburo di cambio secondo la presente invenzione,
- la figura 4 mostra una sezione laterale di un organo di regolazione del tamburo di cambio doppio secondo la presente invenzione,
- la figura 5 mostra schematicamente un meccanismo di azionamento che viene impiegato in organi di regolazione della frizione, del freno o di cambio secondo la presente invenzione,
- la figura 6 mostra schematicamente un meccanismo di azionamento alternativo che viene impiegato in organi di regolazione della frizione, del freno o di cambio secondo la presente invenzione,
- la figura 7 mostra una sezione laterale di un organo di regolazione del tamburo di cambio secondo la presente invenzione,
- la figura 8 mostra una sezione laterale di un organo di regolazione a sfera e a vite motrice secondo la presente invenzione,
- la figura 9 mostra una sezione laterale di un organo di regolazione a



cremagliera secondo la presente invenzione,

la figura 10 mostra una sezione laterale di un organo di regolazione del tamburo di cambio doppio secondo la presente invenzione,

la figura 11 mostra una sezione laterale di un organo di regolazione del tamburo di cambio doppio alternativo secondo la presente invenzione,

la figura 12 mostra un cilindro di cambio con motore integrato,

la figura 13 mostra una vista schematica di un cilindro di cambio secondo l'invenzione,

la figura 14 mostra una vista schematica di un cilindro di cambio secondo l'invenzione, e

la figura 15 mostra la disposizione di due cilindri di cambio, per esempio per un cambio a doppia frizione.

Come rappresentato in figura 1, un azionamento ad albero superiore 10, che viene impiegato nell'organo di regolazione a motore elettrico della presente invenzione, comprende un generatore ad albero 12, che è montato su un albero di presa di moto 14 di un motore elettrico, ove il generatore ad albero è inchiazzato con l'albero 14 per la rotazione con quest'ultimo. Il generatore ad albero 12 ha una forma ellittica con un cuscinetto a rulli 18 sottile, flessibile, continuo, che è disposto sulla sua periferia esterna.

Un ingranaggio a cuneo 20 flessibile è montato sulla pista esterna del cuscinetto a rulli 18, ove l'ingranaggio a cunei 20 flessibile comprende un nastro senza fine sottile flessibile con cunei 22 estendentesi assialmente sulla sua superficie esterna.

Un ingranaggio a cunei 24 di forma anulare è montato in modo non gravile concentricamente rispetto alla disposizione di generatore ad albero 12/ingranaggio a cunei 20 flessibile. L'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare presenta una serie di cunei 26 estendentisi assialmente sulla sua periferia interna. L'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare ha un diametro interno che è uguale all'asse principale della disposizione di generatore ad albero 12 ellittico/cuscinetto a rulli 18/ingranaggio a cunei 20 flessibile, cosicchè i cunei 22 dell'ingranaggio a cunei 20 flessibile si impegnano nei cunei 26 dell'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare in posizione diametralmente opposta sull'asse principale del generatore ad albero 12.

L'asse secondario del generatore ad albero 12 è tale per cui i cunei 22 dell'ingranaggio a cunei 20 flessibile sono separati radialmente dai cunei 26 dell'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare sull'asse secondario del generatore ad albero 12.

I cunei 26 sull'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare presentano una forma corrispondente ai cunei 22 dell'ingranaggio a cunei 20 flessibile, ove sull'ingranaggio a cunei 20 flessibile sono previsti meno cunei 22, 26 che sull'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare.

Alla rotazione dell'albero di presa di moto 14, il generatore ad albero 12 viene azionato a rotazione, cosicchè il punto in cui l'ingranaggio a cunei 20 flessibile è in impegno con l'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare, si sposta lungo l'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare. A causa del numero differente di cunei 22 e 26 l'impegno fra i cunei 22 e 26, fa sì che l'ingranaggio a cunei 20 flessibile, mentre il punto di contatto



si muove attorno all'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare, fa sì che l'ingranaggio a cuneo 20 flessibile si sposti, rispetto all'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare, nella direzione opposta.

Come è rappresentato per esempio nelle figure da 2a a 2d per una rotazione del generatore ad albero 12 in senso orario, quando il generatore ad albero ha ruotato di  $90^\circ$ , come rappresentato in figura 2d, l'ingranaggio a cunei 20 flessibile si è spostato in senso antiorario di un quarto della differenza nel numero di cunei 22, 26 sull'ingranaggio a cunei 20 flessibile e sull'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare. Quando per esempio il numero di cunei 26 sull'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare ammonta a 102, il numero di cunei 22 su un ingranaggio a cunei flessibile è pari a 100, l'ingranaggio a cunei 20 flessibile rispetto all'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare si è spostato in senso antiorario di mezzo cuneo. Come rappresentato in figura 2c, nello stesso modo dopo una rotazione di  $180^\circ$  del generatore ad albero 12, l'ingranaggio a cunei 20 flessibile si è spostato, rispetto all'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare, di un cuneo in senso antiorario; e come rappresentato in figura 2d, dopo una rotazione di  $360^\circ$  del generatore ad albero 12 l'ingranaggio a cunei 20 flessibile si è spostato rispetto l'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare di due cunei in senso antiorario.

L'azionamento ad albero superiore 10 precedentemente descritto ha di conseguenza un rapporto di azionamento pari a

$$i = \frac{-n}{N}$$

ove  $n$  = la differenza nel numero di cunei 22 e 26; e

N = il numero di cunei 22 sull'ingranaggio a cunei 20 flessibile.

Nell'esempio riportato precedentemente di conseguenza il rapporto di azionamento è pari a -50:1, ove il valore negativo indica che l'azionamento è inverso. Cioè per ogni 50 giri del motore elettrico 16 in senso orario l'ingranaggio a cunei 20 flessibile ruota di una rotazione in senso antiorario.

Come rappresentato in figura 3, un motore elettrico 16 senza contatto è montato in una carcassa di motore 32 cilindrica. Una struttura a flangia 34 orientata radialmente verso l'esterno ad un'estremità della carcassa di motore 32 è eseguita allo scopo di venire fissata, mediante mezzi adeguati, per esempio mediante avvitamento, per esempio ad una scatola del cambio.

Un albero di presa di moto 14 del motore elettrico 16 si estende coassialmente rispetto alla carcassa del motore verso la sua altra estremità 36. Un tamburo di cambio 40 è montato sulla carcassa del motore 32 mediante cuscinetti a rulli 46.

Un generatore ad albero 12 ellittico è montato sull'albero di presa di moto 14 fra il motore 16 e un'estremità 44 chiusa del tamburo di cambio. Un cuscinetto a rulli 18 flessibile è montato sul generatore ad albero 12 e un ingranaggio a cunei 20 flessibile è montato sul cuscinetto a rulli 18. L'ingranaggio a cunei 20 flessibile è a forma di bicchiere, con un pezzo 50 di forma anulare flessibile con cunei 22 assiali sulla sua periferia esterna, ove il pezzo 50 di forma anulare è montato sul cuscinetto a rulli 18, e con una struttura a mozzo 52, che è fissata mediante viti e simili all'estremità 44 chiusa del tamburo di cambio 40. Un pezzo



di nervatura 54 cilindrico flessibile si estende coassialmente rispetto all'albero di presa di moto 14 e connette il pezzo 50 di forma anulare e la struttura a mozzo 52 dell'ingranaggio a cunei flessibile 20.

Un ingranaggio a cunei 24 di forma anulare fisso è eseguito in un solo pezzo con la carcassa del motore 32 e concentricamente rispetto al generatore ad albero 12 e al pezzo 50 di forma anulare dell'ingranaggio a cuneo 20 flessibile montato su di esso. Come alternativa l'ingranaggio a cuneo 24 di forma anulare può essere fissato in modo adeguato sulla carcassa del motore. L'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare ha cunei 26 sulla sua periferia interna.

Con l'organo di regolazione del tamburo di cambio a motore elettrico, che è rappresentato in figura 3, quando è eccitato il motore elettrico 16, la rotazione dell'albero di presa di moto 14 aziona l'ingranaggio a cunei 20 flessibile del tamburo di cambio 40, fissato su di esso, nella direzione opposta, ove il rapporto di azionamento, che è dipendente dalla differenza nel numero di cunei 22, 26 sull'ingranaggio a cunei 20 flessibile e sull'ingranaggio a cunei 24 di forma anulare fisso, ammonta solitamente a -40:1 fino a -60:1.

Nell'organo di regolazione del tamburo di cambio doppio rappresentato in figura 4, primi e secondi tamburi di cambio 200, 202 sono montati in modo girevole coassialmente l'uno rispetto all'altro su un albero 204. L'albero 204 è montato ad una estremità in una struttura a perno 206, che è prevista nella scatola del cambio 208, e l'altra estremità dell'albero 204 è fissata ad una scatola della frizione 210 mediante dadi 212 e 214. Le estremità esterne dei tamburi di cambio 200, 202 sono chiuse e montate

sull'albero 204 mediante cuscinetti a rulli 216 chiusi a tenuta. Le estremità interne dei tamburi di cambio 200, 202 sono montate mediante cuscinetti a rulli 220 su un elemento 218 di forma anulare, che è fissato in modo non rotante al centro dell'albero 204. Guarnizioni 22 sono previste fra un diametro interno dei tamburi di cambio 200, 202 e un diametro esterno dell'elemento 218 di forma anulare.

Motori elettrici a magnete permanente 230 sono montati sull'albero 204, ove i motori 230 sono disposti all'interno dei tamburi di cambio 200, 202 coassialmente e accanto alle loro estremità esterne chiuse. I motori 230 comprendono un attuatore 232 di forma anulare, che è montato in modo non rotante sull'albero 204, e un rotore 234, che è montato in modo rotante sull'attuatore 232 mediante cuscinetti a rullo 236 chiusi a tenuta. Generatori ad albero 238 ellittici sono fissati alle estremità interne dei rotori 234 per rotare con questi ultimi.

Un ingranaggio a cunei 240 flessibile è montato coassialmente rispetto a ciascuno dei motori elettrici 230 fra un cuscinetto a rulli 242, che è montato sulla circonferenza esterna del generatore ad albero 238, e sul diametro interno dell'elemento 218 di forma anulare. La periferia esterna dell'ingranaggio a cunei 240 flessibile e il diametro interno dell'elemento 218 di forma anulare sono muniti di cunei, che si impegnano l'uno nell'altro sull'asse principale del generatore ad albero 238. L'ingranaggio a cunei 240 flessibile ha meno cunei dell'elemento 218 di forma anulare.

L'ingranaggio a cunei 240 flessibile ha un pezzo di nervatura 244 flessibile, che si estende coassialmente rispetto al motore elettrico 230



verso l'estremità chiusa del tamburo di cambio 200, 202, e termina in una struttura a mozzo 246. La struttura a mozzo 246 è definita da una struttura a flangia 248 orientata radialmente verso l'interno e definisce un pezzo 250 cilindrico con diametro ridotto, che si estende dalla periferia interna della struttura a flangia 248 verso l'estremità chiusa del tamburo di cambio 200, 202. Una bussola 252 in elastomero è montata sotto compressione fra il diametro esterno del pezzo 250 cilindrico della struttura a mozzo 246 e il diametro interno del tamburo di cambio 200, 202, per connettere, a scopo di azionamento, l'ingranaggio a cunei 240 flessibile con il tamburo di cambio 200, 202 con elasticità assiale e radiale.

Una scanalatura 254 assiale è prevista nell'albero 204, la quale può servire come conduttore per i collegamenti elettrici con i motori 230 e anche come cuneo, che impedisce una rotazione dell'albero 204, dell'elemento 218 di forma anulare e degli statori 232.

Sensori di posizione 256 sono previsti su ciascuno dei tamburi di cambio 200, 202 per la misurazione del movimento angolare dei tamburi di cambio 200, 202.

Quando, nel caso dell'organo di regolazione descritto con riferimento alla figura 4, sono eccitati i motori elettrici 230, la rotazione dei generatori ad albero 238 fa sì che il punto, in cui si impegnano l'uno nell'altro i cunei dell'ingranaggio a cunei 240 flessibile e dell'elemento 218 di forma anulare, si muova in cerchio. A causa della differenza del numero di cunei dell'ingranaggio a cunei 240 flessibile e dell'elemento 218 di forma anulare, ciò provoca una rotazione dell'ingranaggio a cunei 240 flessibile, per cui vengono azionati i tamburi di cambio 200, 202.



Le disposizioni a tamburo di cambio doppio, che sono state descritte con riferimento alla figura 4, sono adatte particolarmente per sistemi di cambio a doppia frizione di quel tipo, che è descritto nelle domande di brevetto del Regno Unito contemporaneamente pendenti GB 0028310 e GB 0103312, ove per esempio il tamburo di cambio 200 può essere disposto in modo tale da comandare insieme ad una frizione le marce R, 1, 3, 5, il tamburo di cambio 202 è disposto in modo tale da comandare insieme all'altra frizione le marce 2, 4, 6.

Come è rappresentato in figura 5, un motore elettrico 310 ha una flangia di motore 312 con tre fori 314, che sono disposti in nasi 316, che sono distanziati angolarmente l'uno dall'altro, mediante i quali il motore 310 può venire avvitato per esempio con una scatola del cambio di un veicolo a motore. Un albero di presa di moto 318 del motore elettrico 210 si estende attraverso la flangia del motore 312.

Una ruota planetaria 320 è fissata sull'albero di presa di moto 318 di un motore elettrico 314 per la rotazione con l'albero di presa di moto 318. La ruota planetaria 320 ha  $N_5$  denti.

Un portasatelliti 322 è disposto coassialmente rispetto all'albero di presa di moto 318, ove il portasatelliti 322 è disposto assialmente fra la ruota satellite 320 e la superficie esterna della flangia del motore 312. Tre ruote satelliti 324 sono fissate in modo girevole sul portasatelliti 322, ove le ruote satelliti 324 sono distanziate ad angoli uguali intorno al portasatelliti 322. Ciascuna ruota satellite 324 comprende un pignone doppio con un pignone 326 primario, che si impegna nella ruota planetaria 320, e un pignone 328 secondario. Il pignone primario e quello secondario

326, 328 sono fissati in modo girevole l'uno rispetto all'altro. Il pignone 326 primario ha  $N_4$  denti, il pignone 328 secondario ha  $N_3$  denti.

Il pignone 326 primario si impegna in una corona dentata 334 interna fissa, che è eseguita su una flangia 332 di forma anulare, che si estende verso l'esterno dalla superficie esterna della flangia del motore 312 coassialmente rispetto all'albero di presa di moto 318 e radialmente dal portasatelliti 322. La corona dentata 330 interna fissa ha  $N_1$  denti, uguale a  $N_3 + N_4 + N_5$ .

Il pignone 326 primario si impegna anche in un ingranaggio 334 interno, che viene formato da un elemento di uscita 36, che è montato per la rotazione coassiale rispetto all'albero di presa di moto 318. La corona dentata 334 interna ha  $N_2$  denti, uguale a  $2xN_4 + N_5$ .

Il rapporto di azionamento  $i$  per il meccanismo di cambio precedentemente descritto è:

$$i = \frac{1 + N_1 N_4 / N_3 N_5}{1 - N_1 N_4 / N_2 N_3}$$

I valori per  $N_3$ ,  $N_4$  e  $N_5$  sono scelti in modo tale che venga ottenuto un rapporto di trasmissione adatto, che è preferibilmente dell'ordine di grandezza da 40:1 a 60:1. Come è indicato nella seguente tabella 1, possono venire raggiunti rapporti di azionamento dell'ordine di grandezza di 50:1, quando la ruota planetaria 320 e i pignoni 326, 328 primario e secondario sono della stessa grandezza, quando il numero di denti dei pignoni 326 e 328 primario e secondario è differente di circa il 10%. Una variazione della grandezza della ruota planetaria ha un effetto minore sul



rapporto di azionamento. Una differenza minore o maggiore del numero di denti sul pignone primario e su quello secondario 326, 328 può però venire compensata mediante variazioni relativamente significative del numero di denti sulla ruota planetaria 320.

Tabella 1

Numero di denti					Rapporto di azionamento i
N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	
58	56	20	18	20	53,20
59	57	20	18	21	51,57
60	58	20	18	22	50,09
116	112	40	36	40	53,20
116	120	36	40	40	-57,00*
139	138	20	19	100	53,82
96	90	40	34	22	50,45
86	78	40	32	14	50,14
80	70	40	30	10	49,00

\* un valore negativo indica la rotazione dell'elemento di uscita nella direzione opposta rispetto all'albero motore.

In un meccanismo di azionamento alternativo, che è rappresentato in figura 6, il pignone 326 primario si impegna nella corona dentata 330 interna fissa e il pignone 328 secondario si impegna nella corona dentata 334 interna sull'elemento di uscita 336.

Il rapporto di azionamento i per questo meccanismo di cambio è:

$$i = \frac{1 + N_1 / N_5}{1 - N_1 N_4 / N_2 N_3}$$

I valori di N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub> e N<sub>5</sub> vengono scelti nuovamente in modo tale che

venga approntato un rapporto di trasmissione adatto, che per esempio è dell'ordine di grandezza da 40:1 a 60:1. Esempi sono riportati nella seguente tabella 2:

Tabella 2

Numero di denti					Rapporto di azionamento i
N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	
60	58	20	18	20	58,00
53	50	20	17	13	51,28
98	90	40	32	18	50,00
56	58	18	20	20	-52,20*
88	94	34	40	20	-53,27*
140	139	20	19	100	55,60

\* un valore negativo indica la rotazione dell'elemento di uscita nella direzione opposta rispetto all'albero motore.

La figura 7 mostra una disposizione di tamburo di cambio per un meccanismo di cambio di marcia di un veicolo a motore, in cui viene impiegato il meccanismo di azionamento precedentemente descritto. Il motore elettrico 310 è montato in una carcassa 340 cilindrica, ove il motore 310 è fissato ad una flangia 342 interna, che è disposta accanto ad un'estremità 344 della carcassa 340. Una flangia 345 esterna sull'altra estremità della carcassa 340 è eseguita in modo tale da venire fissata per esempio su una scatola del cambio. La corona dentata 330 interna fissa è prevista sulla prima estremità 344 della carcassa 340.

La ruota planetaria 320 è montata sull'albero di presa di moto 318 del motore elettrico 310. Il portasatelliti 322 è disposto coassialmente



rispetto all'albero di presa di moto 318, assialmente fra la ruota planetaria 320 e la struttura a flangia interna 342. Tre ruote satellite 324 sono montate in modo girevole sul portasatelliti 322, ove il pignone 326 primario delle ruote satelliti 324 si impegna nella ruota planetaria 320 e in una corona dentata 334 interna, che è eseguita sul diametro interno del tamburo di cambio 350. I pignoni 228 secondari delle ruote satelliti 324 si impongono in una corona dentata 330 interna fissa, che è eseguita sul diametro interno della carcassa 340, accanto alla sua estremità 344.

Il tamburo di cambio 350 è fissato in modo girevole mediante cuscinetti a rulli 352 al diametro esterno della carcassa 340 cilindrica. L'estremità del tamburo di cambio 350, che è lontana dalla flangia 346 della carcassa 340 è chiusa, ove l'estremità chiusa del tamburo di cambio 350 è fissata in modo girevole all'albero di presa di moto 318 del motore elettrico 310 mediante cuscinetti a rulli 354.

Quando il motore elettrico 310 aziona l'albero 318, la ruota planetaria 320 aziona le ruote satelliti 324, cosicchè esse rotolano intorno alla corona dentata 330 interna fissa. L'impegno del pignone 326 primario nella corona dentata 334 interna mette in rotazione il tamburo di cambio 350, ove il rapporto di azionamento è solitamente dell'ordine di grandezza da 40:1 a 60:1.

L'azionamento lineare, rappresentato in figura 8, può venire impiegato solitamente per il comando di un movimento di uno stantuffo di un cilindro principale idraulico di quel tipo, che è descritto nelle pubblicazioni brevettuali GB 2325036, GB 2313885 e GB 2309761, per cui ad un cilindro ricevente della frizione viene alimentata pressione idraulica per

il comando dell'innesto e del disinnesto di una frizione. Come alternativa possono venire impiegati organi di regolazione lineari di questo tipo per il comando dell'innesto e del disinnesto di una frizione, oppure per la scelta di un rapporto di trasmissione tramite un adatto meccanismo di connessione o di azionamento a cavo.

Nel caso dell'organo di regolazione lineare che è rappresentato in figura 8, l'elemento di uscita 336 del meccanismo di azionamento rotante è montato mediante cuscinetti a rulli 362 in modo girevole sulla flangia 332 di forma anulare, e mediante cuscinetti a rulli 364 sull'albero di presa di moto 318.

L'estremità 366, lontana dal motore 318, dell'elemento di uscita 336 definisce il pezzo filettato interno di un organo di regolazione a vite motrice rotante sferica 368. Un pezzo filettato esterno 370 dell'organo di regolazione a vite motrice con circolazione di sfere 318 è montato coassialmente rispetto al pezzo interno 366 nella struttura filettata, che è definita dal pezzo interno ed esterno 366, 370, ove in mezzo è disposta una fila di sfere 372. Il pezzo esterno 370 dell'organo di regolazione a vite motrice con circolazione di sfere 368 presenta una struttura a stantuffo tuffante 374, che si estende attraverso una parete di estremità 376 della scatola 378, ove la struttura a stantuffo tuffante 374 è mobile assialmente rispetto alla scatola 378, ma è limitata nella rotazione rispetto a quest'ultima. La struttura a stantuffo tuffante 374, che può essere connessa direttamente o indirettamente allo stantuffo di un cilindro principale idraulico, viene mosso in questo caso assialmente mediante rotazione dell'elemento di uscita 336, quando questo viene azionato dal motore



elettrico 310.

Una molla di compensazione 380 agisce fra l'elemento di uscita 336 e il pezzo esterno 370 dell'organo di regolazione a vite motrice con circolazione di sfere 368, che spinge il pezzo esterno 370 contro la parete di estremità 376 della scatola 378. La molla di compensazione 380 funziona perciò contro il carico che viene esercitato dalla molla della frizione.

Solitamente la molla di compensazione 380 è disposta in modo tale da essere compressa, quando la frizione è innestata completamente, e l'organo di regolazione a vite motrice, con circolazione di sfere 368 si trova ad un limite del suo movimento lontano dall'estremità chiusa della scatola 378.

Il carico, che viene esercitato dalla molla di compensazione 380, coadiuva perciò il motore elettrico 310 quando l'organo di regolazione a vite motrice con circolazione di sfere 368 viene azionato per il distacco della frizione. In tal modo può venire impiegato un motore elettrico 310 più piccolo di quello che sarebbe necessario senza molla di compensazione 380.

La figura 9 mostra un organo di regolazione di azionamento a cremagliera, simile all'organo di regolazione rappresentato in figura 8, ove l'elemento di uscita 336 definisce un pignone 390, il quale si impegna in una barra 392, che si estende trasversalmente nella scatola 394.

Nel caso della disposizione di tamburo di cambio doppio, che è rappresentata in figura 10, un primo tamburo di cambio 400 è chiuso ad un'estremità e fissato in modo girevole su una prima carcassa di motore 402 cilindrica coassialmente rispetto a questa mediante cuscinetti a rulli 404. Una guarnizione 406 è prevista fra il diametro interno del tamburo di cambio 400 e il diametro esterno del corpo 402 accanto all'estremità aper-

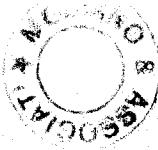
ta del tamburo di cambio 400.

Un secondo tamburo di cambio 410 è montato in modo girevole su una seconda scatola del motore 412 cilindrica in modo simile come il primo tamburo di cambio 400.

La prima e la seconda carcassa di motore 402, 412 sono eseguite in modo tale da essere fissate coassialmente l'una rispetto all'altra, una per esempio su una scatola del cambio 420 e l'altra per esempio su una scatola della frizione 422, cosicchè la disposizione a tamburo doppio si trova all'interno della scatola del cambio definita tra queste.

Le estremità chiuse vicine dei tamburi di cambio 400, 410 sono munite di un manicotto 424 rispettivamente di un perno 426, ove il perno 426 si impegna nel manicotto 424, quando il primo e il secondo tamburo di cambio 400, 410 vengono azionati coassialmente l'uno rispetto all'altro, ove è previsto fra questi un cuscinetto a rulli 428. Un cuscinetto a rulli 429 assiale è previsto anche fra superfici di estremità vicine del primo e del secondo tamburo di cambio 400, 410.

Motori elettrici 430 sono montati nelle carcasse di motore 402, 412 coassialmente rispetto a queste. Ciascun motore elettrico 430 ha un albero di presa di moto 432, su cui è montata una ruota planetaria 434 per la rotazione con questa. Un portasatelliti 436 circonda ciascuno degli alberi di presa di moto 432 e porta tre ruote satelliti 438, ove le ruote satelliti 438 sono distanziate uniformemente intorno al portasatelliti 436. Le ruote satelliti 438 presentano la forma di pignoni doppi, con un pignone 440 primario ed un pignone 442 secondario, ove il pignone 440, 442 primario e secondario hanno numeri differenti di denti.



I pignoni 440 primari delle ruote satelliti 438 si impegnano nelle ruote planetarie 434 e in una corona dentata 444 interna fissa, che è eseguita sul diametro interno della carcassa di motore 402, 412. I pignoni 442 secondari delle ruote satelliti 438 si impegnano in una corona dentata 446 interna, che è eseguita sulla corona dentata di presa di moto 448.

Le corone dentate di presa di moto 448 sono connesse per l'azionamento con i tamburi di cambio 400, 410 mediante bussole 450 elastiche, che sono disposte sotto compressione radiale fra le corone dentate di presa di moto 448 e i corrispondenti tamburi di cambio 400, 410. Le bussole 450 elastiche assicurano così una elasticità radiale fra i tamburi di cambio 400, 410 e i meccanismi di azionamento rotanti.

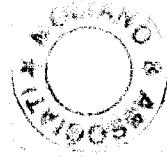
Cuscinetti assiali 452 sono previsti fra le corone dentate di presa di moto 448 e le estremità delle relative carcasse di motore 402, 412, ed una molla di compressione 454 agisce fra l'estremità chiusa del tamburo di cambio 400 e la relativa corona dentata di presa di moto 448, per sollecitare assialmente i cuscinetti esterni 452.

La disposizione a tamburo di cambio doppio precedentemente descritta appronta una disposizione compatta, che può venire disposta nel cambio fra la scatola del cambio e la scatola della frizione di un veicolo a motore.

I motori elettrici e i meccanismi di azionamento sono chiusi a tenuta dall'organo del cambio mediante guarnizioni 406.

Inoltre possono essere disposti sensori di posizione nel meccanismo a tamburo di cambio doppio per la misura del movimento angolare fra la carcassa del motore 402, 412 dei tamburi di cambio 400, 410.

Nel caso dell'organo di regolazione del tamburo di cambio doppio rap-



presentato in figura 11 i primi e secondi tamburi di cambio 500, 502 sono montati in modo girevole coassialmente l'uno rispetto all'altro con l'albero 504. L'albero 504 è montato ad un'estremità in una struttura a perno 506, che è prevista nella scatola del cambio 508, e l'altra estremità dell'albero 504 è fissato su una scatola della frizione 510 mediante dadi 512 e 514. Le estremità esterne dei tamburi di cambio 500, 502 sono chiuse e montate sull'albero 504 mediante cuscinetti e rulli 516 così ottenuta. Le estremità interne dei tamburi di cambio 500, 502 sono montate mediante cuscinetti a rulli 520 su un elemento 518 di forma anulare, che è fissato in modo non rotante al centro dell'albero 504, ove sono previste guarnizioni 522 fra un diametro interno dei tamburi di cambio 500, 502 e un diametro esterno dell'elemento 518 di forma anulare.

Motori elettrici per magneti permanenti 530 sono montati sull'albero 504, ove i motori 530 sono disposti all'interno dei tamburi di cambio 500, 502 coassialmente e accanto alle loro estremità esterne. I motori 530 comprendono uno statore 532 di forma anulare, che è montato in modo non rotante sull'albero 504, e un motore 534, che è montato in modo rotante sull'attuatore 532 mediante cuscinetti a rulli 536 chiusi a tenuta. Ruote planetarie 538 anulari sono fissate alle estremità interne del rotore 534 per la rotazione con queste.

Un portasatelliti 540 è montato coassialmente rispetto a ciascuna delle ruote planetarie 538, ove ciascuna delle ruote planetarie 540 porta quattro ruote satelliti 542, ove le ruote satelliti 542 sono distanziate uniformemente intorno al portasatelliti 540. Gli assi delle ruote satelliti 542 sono inclinati rispetto all'asse dell'albero 504, cosicchè il por-

tasatelliti 540 ruota intorno all'albero 504, ove l'estremità esterna delle ruote saltelliti 542 descrivono un diametro maggiore rispetto alle estremità interne. I denti sulla ruota planetaria sono inclinati analogamente a quelli delle ruote satelliti 542 e si impegnano in queste ultime.

Le ruote satelliti 542 si impegnano anche in una corona dentata 544 interna, che è eseguita su un diametro interno dell'elemento 518 di forma anulare; ed una corona dentata 546 interna, che è definita da una corona dentata di presa di moto 548, ove i denti sulle corone dentate 544 e 546 interne sono inclinati analogamente a quelli delle ruote satelliti 542. Le corone dentate 544 e 546 esterne sono distanziate assialmente, cosicchè le ruote satelliti 542 entrano in impegno con la corona dentata 544 interna su un diametro più piccolo che con la corona dentata 546, ove la corona dentata 544 presenta meno denti della corona dentata 546. La corona dentata di presa di moto 548 è connessa per l'azionamento, mediante una bussola 550 elastica, con i tamburi di cambio 500, 502, la quale bussola è montata sotto compressione fra un diametro interno dei tamburi di cambio 500, 502 e un diametro esterno della corona dentata di presa di moto 548, per ap- prontare un'elasticità nel meccanismo di azionamento.

Una scanalatura 552 assiale è prevista nell'albero 504, la quale può servire come conduttore per i collegamenti elettrici con i motori 530 e anche come cuneo, che impedisce una rotazione dell'albero 504, dell'elemento 518 anulare e degli statori 532.

Analogamente agli esempi di esecuzione precedenti, inoltre possono essere previsti sensori di posizione nel meccanismo a tamburo di cambio doppio per misurare il movimento angolare dei tamburi di cambio 500, 502.

Quando, nel caso dell'organo di regolazione descritto con riferimento alla figura 11, sono eccitati i motori elettrici 530, la rotazione delle ruote planetarie 538 fa sì che le ruote satelliti 542 ruotino intorno alla corona dentata 544 interna fissa. A causa delle differenze del numero di denti della corona dentata interna 544 e 546, ciò provoca analogamente una rotazione della corona dentata di presa di moto e dei tamburi di cambio 500, 502 fissati su di essa.

Il rapporto di azionamento di questo meccanismo di azionamento è:

rapporto di azionamento

$$i = \frac{1 + N_1 / N_5}{1 - N_1 / N_2}$$

ove  $N_1$  = il numero di denti sulla corona dentata 544 interna fissa;  
 $N_2$  = il numero di denti sulla corona dentata 546 interna sulla corona dentata di presa di moto 548; e  
 $N_5$  = il numero di denti sulla ruota planetaria 538.

In un esempio tipico il numero di denti  $N_1$  sulla corona dentata 544 interna fissa è uguale a 60, il numero di denti  $N_2$  sulla corona dentata 546 interna sulla corona dentata di presa di moto 548 è uguale a 65, il numero di denti  $N_5$  sulla ruota planetaria 538 è uguale a 20, per cui viene ottenuto un rapporto di azionamento di 52:1.

Le disposizioni a tamburo di cambio doppio, che sono state descritte con riferimento alle figure 10 e 11, sono adatte particolarmente per sistemi di cambio a doppia frizione di quel tipo, che è descritto nelle domande di brevetto del Regno Unito contemporaneamente pendenti GB 0028310 e

GB 0103312, alle cui descrizioni si fa esplicitamente riferimento e il cui contenuto viene citato espressamente nella descrizione della presente domanda, ove per esempio il tamburo di cambio 500 può essere disposto in modo tale da comandare assieme ad una frizione il cambio delle marce 1, 3, 5, R, e il tamburo di cambio 510 è disposto in modo tale da comandare insieme all'altra frizione il cambio delle marce 2, 4, 6.

Possono venire eseguite diverse modifiche, senza allontanarsi dall'invenzione. Per esempio con riferimento all'organo di regolazione a vite motrice con circolazione di sfere, che è stato descritto con riferimento alla figura 8, l'elemento di uscita del meccanismo di azionamento può definire il pezzo filettato esterno della vite motrice con circolazione di sfere e non il pezzo filettato interno.

Il cilindro di cambio 601 rappresentato in figura 12 presenta un motore di azionamento 602, come un motore elettrico, disposto almeno parzialmente in una rientranza 604, e un rapporto di riduzione 603 alloggiato almeno parzialmente in una rientranza 604. La rientranza 604 del cilindro di cambio viene formata dal cilindro di cambio 601 per il fatto che il cilindro di cambio 601 almeno su una parte della sua estensione assiale è eseguito come cilindro cavo.

Il cilindro di cambio è costituito almeno in questa parte dell'estensione assiale da un mantello cilindrico 605, che presenta scanalature 606 e/o sporgenze, che sono in collegamento operativo con l'elemento di cambio per azionare, alla rotazione del cilindro di cambio intorno al suo asse di rotazione, un elemento del cambio o una frizione.

Ad una zona di estremità del mantello cilindrico il cilindro di



cambio presenta un collo 607 rivolto radialmente verso l'interno, che serve per l'alloggiamento di un cuscinetto 608. In questo caso il cuscinetto 608 è introdotto nell'apertura 609 centrale del collo 607. Il cuscinetto 608 serve sia come cuscinetto radiale che come cuscinetto assiale.

Il motore di azionamento 602 su uno dei suoi pezzi, come per esempio sulla scatola 602a, è fissato non girevolmente con un componente del cambio 610, come la scatola del cambio del veicolo. A tal scopo un pezzo 602b sporge attraverso l'apertura 609 del collo del cilindro di cambio 601. Per mezzo del pezzo 602b sporgente fuori il motore viene fissato con la scatola del cambio.

Poichè il motore è solidale nella rotazione con la scatola del cambio o generalmente con il suo punto di fissaggio, il cilindro di cambio con il suo pezzo 605 cilindrico è supportato in modo girevole per mezzo del cuscinetto 608.

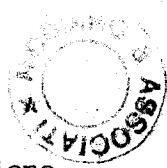
Per l'azionamento del cilindro di cambio 601 serve il motore elettrico 602, il quale con il suo albero di presa di moto 611 del motore tramite un riduttore 603 interposto aziona il cilindro 605 del cilindro di cambio. A tal scopo l'albero 611 del motore è accoppiato con un pezzo del cambio. Il riduttore 603 è eseguito nell'esempio di esecuzione come cosiddetto cambio Harmonic-Drive, che è divenuto noto per esempio dalla pubblicazione brevettuale DE 199 27 957 ed è indicato in questa pubblicazione come dispositivo di cambio ad albero. In caso di impiego del cambio come dispositivo di cambio ad albero il motore con il suo albero 611 è connesso in modo solidale nella rotazione con il generatore ad albero 640 per mezzo di una connessione ad accoppiamento di forma, come per esempio una connes-

sione a innesto. Nel caso del dispositivo di cambio ad albero l'ingranaggio esterno rigido e l'ingranaggio interno deformabile hanno una differenza nel numero di denti di per esempio due nel caso di un numero dato di denti dell'ingranaggio deformabile di per esempio cento e dell'ingranaggio rigido di duecentouno, per cui risulta una riduzione di 50:1.

Il dispositivo di cambio ad albero è costituito sostanzialmente da un ingranaggio 620 rigido, anulare, vantaggiosamente fisso, con dentatura interna 621, un ingranaggio 630 deformabile, per esempio a forma di tazza, con dentatura esterna 631 ed un generatore ad albero 640, che presenta una sezione trasversale non circolare. La rotazione del generatore ad albero 640 provoca la rotazione dell'ingranaggio deformabile, sebbene tra il generatore ad albero e l'ingranaggio deformabile non sia presente alcun accoppiamento di forma o ad attrito, ma piuttosto di regola è presente un supporto fra questi elementi. Per quanto riguarda il modo di funzionamento del dispositivo di cambio ad albero si rimanda alle pubblicazioni brevettuali DE 199 27 957 e EP 0 501 522, il cui contenuto è parte integrante della descrizione dei presenti documenti della domanda.

L'ingranaggio 630 deformabile è tirato leggermente verso l'interno in direzione assiale e presenta un collare 632 orientato radialmente, ed è lì fissato non girevolmente con una piastra di azionamento 650 per mezzo dei mezzi di fissaggio 651. Come mezzi di fissaggio possono essere previste connessioni ad accoppiamento di forma, come per esempio viti, rivetti o altre connessioni ad accoppiamento di forma.

La piastra di azionamento 650 è connessa non girevolmente radialmente all'interno con l'ingranaggio deformabile, e radialmente all'esterno con



il cilindro 605 del cilindro di cambio, cosicchè si forma una connessione di azionamento. La piastra di azionamento 650 può essere eseguita come elemento rigido, o può essere munita di un'elasticità, cosicchè può avvenire una rotazione relativa fra i punti di fissaggio posti radialmente all'interno per il fissaggio con l'ingranaggio deformabile e i punti di connessione radialmente esterni con il cilindro. A tal scopo la piastra di azionamento può essere costruita per esempio in più pezzi mediante almeno due dischi disposti coassialmente, e può essere munita di almeno un accumulatore di forza interposto, come gomma o molla. In questo esempio di esecuzione uno dei dischi può essere connesso con l'ingranaggio deformabile e un altro disco con il cilindro del cilindro di cambio. La trasmissione di forza o di momento torcente avviene quindi, con interposizione degli elementi elastici, dall'ingranaggio deformabile al cilindro 605 del cilindro di cambio 601.

L'ingranaggio 620 rigido è disposto preferibilmente in modo solidale nella rotazione con un pezzo di scatola del cambio. Fra l'ingranaggio 620 rigido e il cilindro 605, disposto in modo girevole, del cilindro di cambio 601 è disposto un supporto 660, che può agire sia come cuscinetto radiale che come cuscinetto assiale. A tal scopo il cuscinetto 660 presenta un fianco assiale ed un fianco radiale. I cuscinetti possono essere eseguiti come cuscinetto a strisciamento o come cuscinetto a rotolamento.

La figura 13 mostra un esempio di esecuzione di un cilindro di cambio 700 per l'azionamento di elementi di cambio di un cambio di un veicolo per esempio per il cambio di marcia, ove è rappresentata soltanto schematicamente la disposizione dei componenti del cilindro di cambio 700. Con 701 è

indicato il cilindro del cilindro di cambio 700, che è supportato in modo girevole in un alloggiamento 712 della scatola 710 del cambio del veicolo per mezzo di un supporto 711. L'alloggiamento è in questo caso uno spallamento, sporgente nella direzione assiale del cilindro, che alloggia il supporto. Il motore elettrico 720 è alloggiato in un alloggiamento del cilindro 701 cavo, ove esso ad una sua estremità è connesso con una piastra di fissaggio 721, che è connettibile a sua volta con la scatola 710. La piastra di fissaggio 721 sporge in direzione radiale rispetto al cilindro 701 e può per esempio venire avvitato con la scatola 710, cosicchè il motore è applicato non girevolmente rispetto alla scatola. Il motore 720 con il suo albero di presa di moto 722 aziona un elemento del cambio di un riduttore 730. L'elemento di presa di moto del cambio 730 è in collegamento operativo con un elemento di azionamento 740 e aziona il cilindro di cambio 701 cavo. Sul cilindro di cambio è articolato inoltre un albero, che può comandare un sensore, il quale per esempio può rivelare la posizione angolare del cilindro di cambio. Questa articolazione di sensore sul lato frontale assiale del cilindro di cambio è opzionale. Inoltre può esservi integrato nel motore elettrico un sensore, che rivela la posizione angolare del cilindro di cambio, come per esempio un trasduttore angolare incrementale.

La figura 14 mostra un esempio di esecuzione di un cilindro di cambio 800 per l'azionamento di elementi del cambio di un cambio di un veicolo per esempio per il cambio di marcia, ove è rappresentata soltanto schematicamente la disposizione dei componenti del cilindro di cambio 800. Con 801 è indicato il cilindro del cilindro di cambio 800, che è supportato in



modo girevole per mezzo di un supporto 811 in un alloggiamento 812 della scatola 810 del cambio del veicolo. L'alloggiamento è in questo caso uno spallamento sporgente nella direzione assiale del cilindro, che alloggia il supporto. Il motore elettrico 820 è disposto in un alloggiamento della scatola del cambio ed è fissato a questa per mezzo dei mezzi di fissaggio 821. In questo esempio di esecuzione il motore elettrico 820 non è disposto entro il cilindro di cambio, bensì il motore e il cilindro di cambio sono disposti coassialmente uno dopo l'altro. Il motore 820 con il suo albero di presa di moto 822 aziona un elemento di cambio di un riduttore 830. L'elemento di presa di moto del cambio 830 è in collegamento operativo con un elemento di azionamento del cilindro di cambio e aziona il cilindro di cambio 801 cilindrico. Nel caso dell'esecuzione della figura 14 il cilindro di cambio può essere eseguito particolarmente sottile, in modo che il motore elettrico sia disposto in serie. Questo è particolarmente vantaggioso in certe condizioni di spazio di montaggio, ove almeno il riduttore è disposto almeno parzialmente in un alloggiamento del cilindro. Tra l'elemento di uscita del cambio 830 e il cilindro di cambio 801 può essere interposto un elemento elastico, che nel flusso di forza o di momento torcente consente una rotazione relativa di cilindro di cambio ed elemento di uscita del cambio.

La figura 15 mostra una disposizione 900 secondo l'invenzione di due cilindri di cambio 901, 902, per esempio per cambio a doppia frizione, in cui sono presenti due linee di cambio con rapporti di trasmissione di volata in volta cambiabili, e che sono azionabili o cambiabili in modo automatizzato. I due cilindri di cambio vengono azionati per mezzo dei motori

elettrici 903, 904, ove i dettagli dei rispettivi dispositivi di azionamento dei motori elettrici e dei cilindri di cambio sono rilevabili dalla figura 12. I due cilindri di cambio 901 e 902 sono disposti in modo tale che i loro lati frontali siano uno di fronte all'altro e i loro lati del cambio non siano rivolti l'uno verso l'alto. I motori elettrici 903 e 904 sono ritenuti in modo non girevole per mezzo dell'alloggiamento 910 fra i motori elettrici, e gli ingranaggi 911 e 912 rigidi sono alloggiati in modo fisso sulla scatola. Perciò i due cilindri 901 e 902 sono supportati in modo girevole e possono comandare indipendentemente l'uno dall'altro due meccanismi di azionamento di un cambio di un veicolo. Nella forma di esecuzione della figura 15 è vantaggioso il fatto che i due cilindri di cambio siano disposti coassialmente e i motori elettrici siano alloggiati almeno parzialmente entro i cilindri 901 e 902 per risparmiare spazio di montaggio.

Le rivendicazioni brevettuali depositate con la domanda sono proposte di formulazione senza pregiudizio per l'ottenimento di ulteriore protezione brevettuale. La richiedente si riserva di rivendicare ancora ulteriori combinazioni di caratteristiche rese note finora soltanto nella descrizione e/o nei disegni.

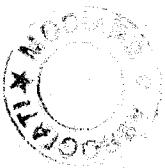
I riferimenti impiegati in sottorivendicazioni rimandano all'ulteriore esecuzione dell'oggetto della rivendicazione principale mediante le caratteristiche della rispettiva sottorivendicazione; essi non sono da intendere come una rinuncia all'ottenimento di una prestazione oggettiva autonoma per la combinazione di caratteristiche delle sottorivendicazioni contenenti i riferimenti.



Poichè gli oggetti delle sottorivendicazioni per quanto riguarda lo stato della tecnica nel giorno di priorità possono formare invenzioni proprie autonome, la richiedente si riserva di renderli oggetto di rivendicazioni indipendenti o di domande divisionali. Essi possono contenere inoltre invenzioni autonome, che presentano una configurazione indipendente dagli oggetti delle precedenti sottorivendicazioni.

Esempi di esecuzione non sono da intendere come limitazione dell'invenzione. Invece nell'ambito della presente descrizione sono possibili numerose variazioni e modifiche, in particolare tali varianti, elementi e combinazioni e/o materiali, che per esempio mediante combinazione o modifica di singole caratteristiche rispettivamente elementi o passi di procedimento, descritti in connessione con la descrizione generale e le forme di esecuzione nonchè le rivendicazioni, e contenuti nei disegni, sono rilevabili dall'esperto per quanto riguarda la soluzione del compito, e mediante caratteristiche combinabili conducono ad un nuovo oggetto o a nuovi passi di procedimento rispettivamente sequenze di passi di procedimento, anche per quanto riguarda procedimenti di fabbricazione, di prova e di lavoro.

\* \* \* \* \*



## RIVENDICAZIONI

1. Cambio con un dispositivo di azionamento del cambio con un cilindro di cambio ed un motore di azionamento del cilindro di cambio, ove il cilindro di cambio è in collegamento operativo con elementi di azionamento del cambio, come forcelle del cambio, preferibilmente sulla sua periferia esterna, ove il cilindro di cambio è disposto in modo girevole e mediante la rotazione del cilindro di cambio sono cambiabili rapporti di trasmissione del cambio, caratterizzato dal fatto che il motore di azionamento è alloggiato almeno parzialmente entro una rientranza del cilindro di cambio.

2. Cambio secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il motore di azionamento è un motore elettrico.

3. Cambio secondo una delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che il motore di azionamento è disposto preferibilmente con la sua scatola in modo solidale nella rotazione su una parte della scatola del cambio.

4. Cambio secondo una delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che il motore di azionamento aziona il cilindro di cambio per mezzo di un riduttore interposto.

5. Cambio secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che il riduttore è alloggiato almeno parzialmente entro una rientranza del cilindro di cambio.

6. Organo di regolazione del motore elettrico per il comando di un meccanismo di azionamento di un cambio per un veicolo a motore; contenente un elemento di fissaggio, mediante il quale l'organo di regolazione può



venire montato rispetto ad un elemento di supporto, un tamburo di cambio, che è montato per la rotazione rispetto all'elemento di fissaggio, un motore elettrico, che è montato coassialmente entro il tamburo di cambio, ove il motore elettrico presenta uno statore, che è montato in modo non girevole rispetto all'elemento di fissaggio, nonchè un rotore, ove il rotore è connesso ad azionamento con il tamburo di cambio per la rotazione con questo mediante un azionamento ad albero superiore, ove l'azionamento ad albero superiore comprende un generatore ad albero, che è montato sul rotore per la rotazione con quest'ultimo, un ingranaggio a cunei di forma anulare, che è montato in modo non girevole rispetto all'elemento di fissaggio concentricamente rispetto al generatore ad albero, e un ingranaggio a cunei flessibile, che è disposto fra il generatore ad albero e l'ingranaggio a cunei di forma anulare, ove l'ingranaggio a cunei flessibile è connesso ad azionamento con il tamburo di cambio, l'ingranaggio a cunei flessibile presenta meno cunei dell'ingranaggio a cunei di forma anulare, e il generatore ad albero è formato in modo tale da portare in impegno i cunei dell'ingranaggio a cunei flessibile con i cunei dell'ingranaggio a cunei di forma anulare in punti distanziati angolarmente, ove tra questi punti i cunei dell'ingranaggio a cunei flessibile sono separati dai cunei dell'ingranaggio a cunei di forma anulare.

7. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 6, ove il meccanismo di azionamento ha un rapporto di azionamento da -40:1 a -60:1.

8. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 6 oppure 7, ove il generatore ad albero ha una struttura ellittica, ove

l'ingranaggio a cunei flessibile è in impegno con l'ingranaggio a cunei di forma anulare in punti diametralmente opposti sull'asse principale del generatore ad albero.

9. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni da 6 a 8, ove l'ingranaggio a cunei flessibile è a forma di bicchieri, con un pezzo di forma anulare con cunei sulla sua periferia esterna, una struttura a mozzo ed un pezzo di nervatura cilindrico flessibile, che connette il pezzo di forma anulare con la struttura a mozzo, ove l'ingranaggio a cunei flessibile è fissato al tamburo di cambio mediante la struttura a mozzo.

10. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 9, ove la struttura a mozzo è fissata al tamburo di cambio mediante viti o simili mezzi di fissaggio.

11. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 9, ove la struttura a mozzo è fissata elasticamente al tamburo di cambio.

12. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 9, ove la struttura a mozzo è fissata al tamburo di cambio mediante una bussola elastica, ove la bussola elastica è montata sotto compressione fra superfici perimetrali opposte della struttura a mozzo del tamburo di cambio.

13. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni da 6 a 12, ove il motore elettrico è montato all'interno di una scatola del motore cilindrica, ove la scatola cilindrica definisce l'ingranaggio a cunei di forma anulare, ove il tamburo di cambio è montato in



modo girevole su un diametro esterno della scatola cilindrica.

14. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni da 6 a 12, ove due disposizioni a tamburo di cambio a motore elettrico sono montate coassialmente l'una rispetto all'altra su un albero centrale.

15. Organo di regolazione a motore elettrico secondo le rivendicazioni 14, ove nell'albero centrale è prevista una rientranza assiale.

16. Organo di regolazione a motore elettrico secondo le rivendicazioni 14 oppure 15, ove uno statore del motore è fissato all'albero centrale e un rotore è montato girevolmente radialmente all'esterno dello statore.

17. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni, ove la disposizione tamburo di cambio/motore è eseguita per essere disposta in una scatola del cambio.

18. Organo di regolazione a motore elettrico per il comando di un meccanismo di frizione o di un meccanismo di azionamento di marcia o di un freno di un veicolo motore; contenente un motore elettrico, un albero di presa di moto del motore elettrico e un meccanismo di azionamento, comprendente: una ruota planetaria, che è fissata sull'albero di presa di moto del motore elettrico per la rotazione con quest'albero, un portasatelliti di forma anulare, che è montato per la rotazione coassialmente rispetto all'albero di presa di moto del motore elettrico, una serie di ruote satelliti, che sono montate in un rapporto distanziato angolarmente simmetricamente al portasatelliti, ove le ruote satelliti ingranano in prime e seconde corone dentate interne, ove una delle corone dentate interne è fissa e l'altra corona dentata interna è formata su un elemento di

uscita, ove l'elemento di uscita è fissato per la rotazione coassialmente rispetto all'albero di presa di moto, ove il numero di denti sulla prima corona dentata interna differisce dal numero di denti sulla seconda corona dentata interna, per approntare il rapporto di azionamento necessario.

19. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 18, ove il meccanismo di azionamento ha un rapporto di trasmissione da 40:1 a 60:1.

20. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 18 o 19, ove ciascuna ruota satellite presenta la forma di un pignone doppio, ove la ruota satellite definisce un pignone primario, che si impegna nella ruota planetaria e nella prima corona dentata interna, e un pignone secondario, che si impegna nella seconda corona dentata interna.

21. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 20, ove il pignone primario si impegna nella corona dentata interna, che è formata sull'elemento di uscita, e il pignone secondario si impegna nella corona dentata interna fissa.

22. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 20, ove il pignone primario si impegna nella corona dentata interna fissa, il pignone secondario si impegna nella corona dentata interna che è formata sull'elemento di uscita.

23. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni da 20 a 22, ove la ruota planetaria e il primo e secondo pignone delle ruote satelliti sono di uguale grandezza, ove il numero di denti sul pignone primario differisce dal numero di denti sul pignone secondario di circa il 10%.



24. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 18 o 19, ove le ruote satelliti sono singoli pignoni, che sono montati su assi, che si estendono obliquamente rispetto agli assi della prima della seconda corona dentata interna, cosicchè le ruote satelliti ad una estremità ingranano, su un diametro minore, con la corona dentata interna che presenta meno denti, e all'altra estremità, su un diametro maggiore, ingranano con la corona dentata interna con più denti.

25. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni da 18 a 24, ove l'elemento di uscita è un tamburo di cambio, che è eseguito per il comando del movimento di un meccanismo di cambio di marcia.

26. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 25, ove il motore elettrico è montato all'interno di una scatola cilindrica, ove la scatola cilindrica definisce la corona dentata interna fissa, ove il tamburo di cambio è montato in modo girevole sul diametro esterno della scatola cilindrica, ove la corona dentata interna relativamente girevole è prevista su un diametro interno del tamburo di cambio.

27. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 26, ove la corona dentata interna fissa è definita dalla scatola cilindrica, la corona dentata interna girevole relativamente è definita da una corona dentata di presa di moto, la corona dentata di presa di moto è fissata cedevolmente sul tamburo di cambio.

28. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 27, ove una bussola in elastomero è disposta sotto compressione radiale fra un diametro esterno della corona dentata di presa di moto ed un diamet-



tro interno del tamburo di cambio.

29. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni da 26 a 28, ove sono previsti mezzi di tenuta fra un diametro esterno della scatola cilindrica ed un diametro interno del tamburo di cambio.

30. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni da 27 a 29, ove due disposizioni tamburo di cambio/motore sono disposte coassialmente l'una rispetto all'altra.

31. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 30, ove una struttura a perno su un tamburo di cambio è in impegno con una struttura a manicotto sull'altro tamburo di cambio.

32. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 31, ove sono previsti cuscinetti assiali fra i tamburi di cambio.

33. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 32, ove sono previsti mezzi per la sollecitazione elastica dei cuscinetti assiali.

34. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 30, ove due disposizioni di tamburo di cambio a motore elettrico sono montate coassialmente una rispetto all'altra su un albero centrale.

35. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 34, ove è prevista una rientranza assiale nell'albero centrale.

36. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 34 oppure 35, ove uno statore del motore è fissato all'albero centrale, mentre un rotore è montato in modo girevole radialmente al di fuori dello statore.



37. Organo di regolazione a motore elettrico secondo le rivendicazioni da 26 a 36, ove la disposizione tamburo di cambio/motore è eseguita per la disposizione in una scatola del cambio.

38. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni da 18 a 24, ove l'elemento di uscita aziona un organo di regolazione a vite motrice.

39. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 38, ove l'elemento di uscita aziona un organo di regolazione a vite motrice con circolazione di sfere, ove l'organo di regolazione a vite motrice con circolazione di sfere comprende un pezzo filettato interno e un pezzo filettato esterno, ove una fila di sfere è disposta nella struttura filettata definita fra questi, ove l'elemento di uscita definisce uno dei pezzi filettati dell'organo di regolazione a vite motrice con circolazione di sfere, mentre l'altro pezzo filettato dell'organo di regolazione a vite motrice con circolazione di sfere è mobile assialmente, ma è limitato nella rotazione rispetto all'elemento di uscita.

40. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la rivendicazione 38 o 39, ove è prevista una molla di compensazione fra il pezzo filettato interno e il pezzo filettato esterno dell'organo di regolazione a vite motrice.

41. Organo di regolazione a motore elettrico secondo una delle rivendicazioni da 18 a 24, ove l'elemento di uscita aziona un meccanismo a cremagliera.

42. Organo di regolazione a motore elettrico secondo la regolazione 41, ove l'elemento di uscita definisce un pignone, ove il pignone è in

impegno con una barra, che è montata trasversalmente rispetto all'asse di rotazione del pignone.

43. Organo di regolazione a motore elettrico, sostanzialmente come descritto con riferimento alle figure da 1 a 7 dei disegni, ed è rappresentato in queste.

Il Mandatario:

- Dr. Ing. Guido MODIANO -



1/13

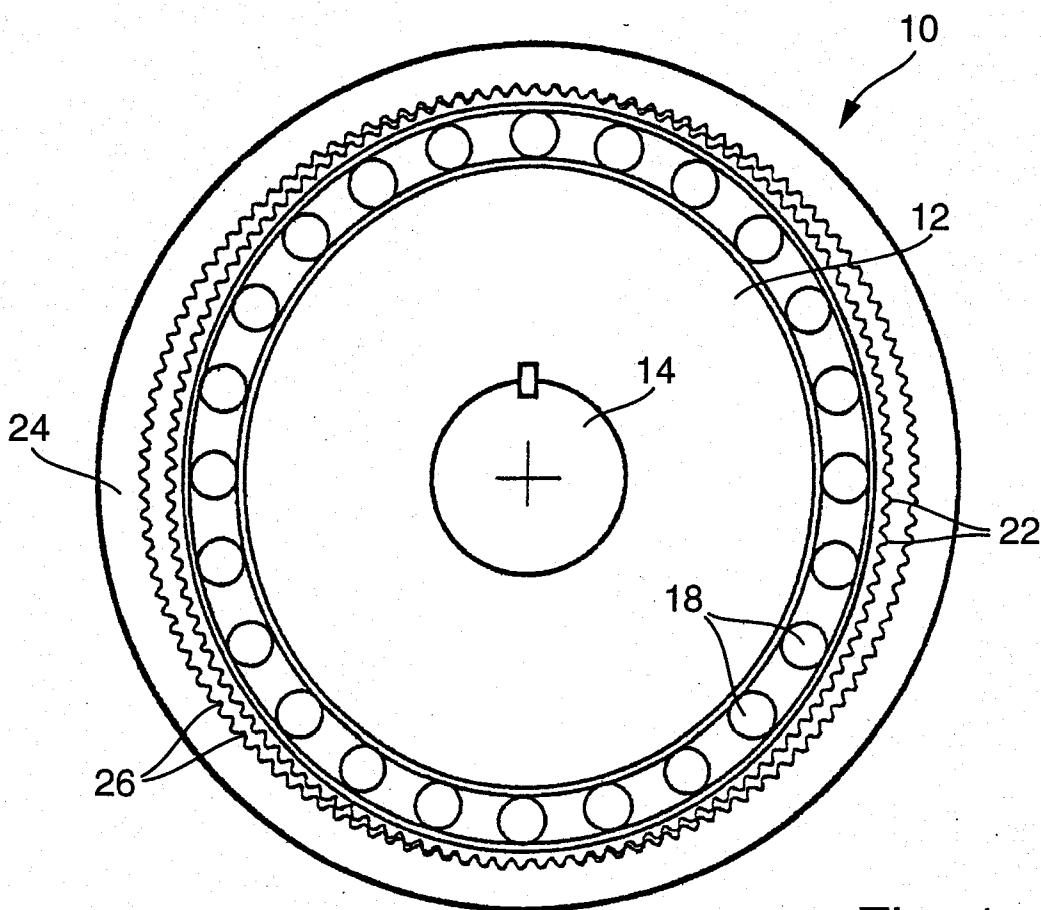


Fig. 1

M 2001 A 002323



*[Handwritten signature]*

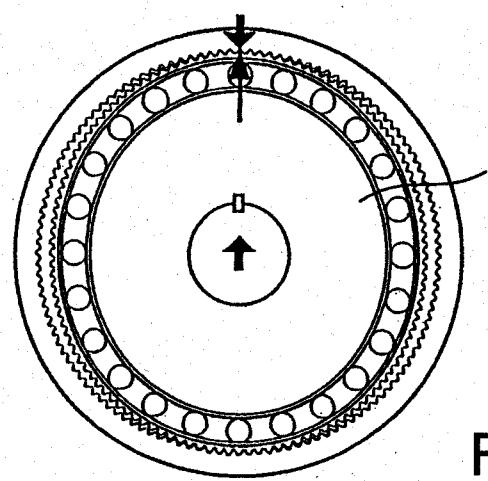


Fig. 2a

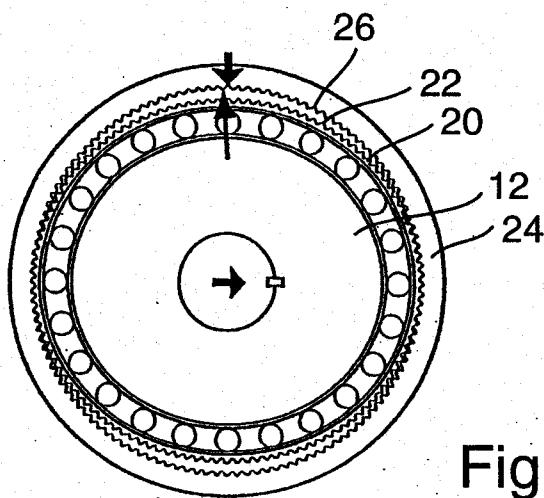


Fig. 2b

2/13

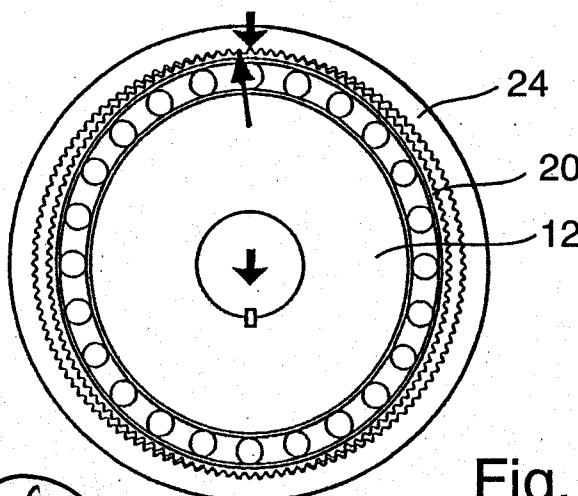


Fig. 2c

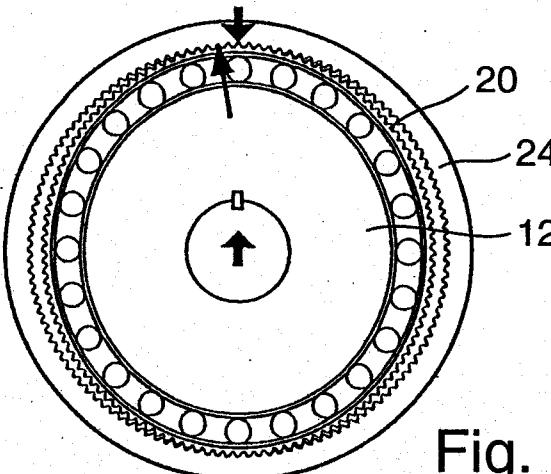


Fig. 2d



TAV. II

*[Signature]*

M 40014002323



52

44

20

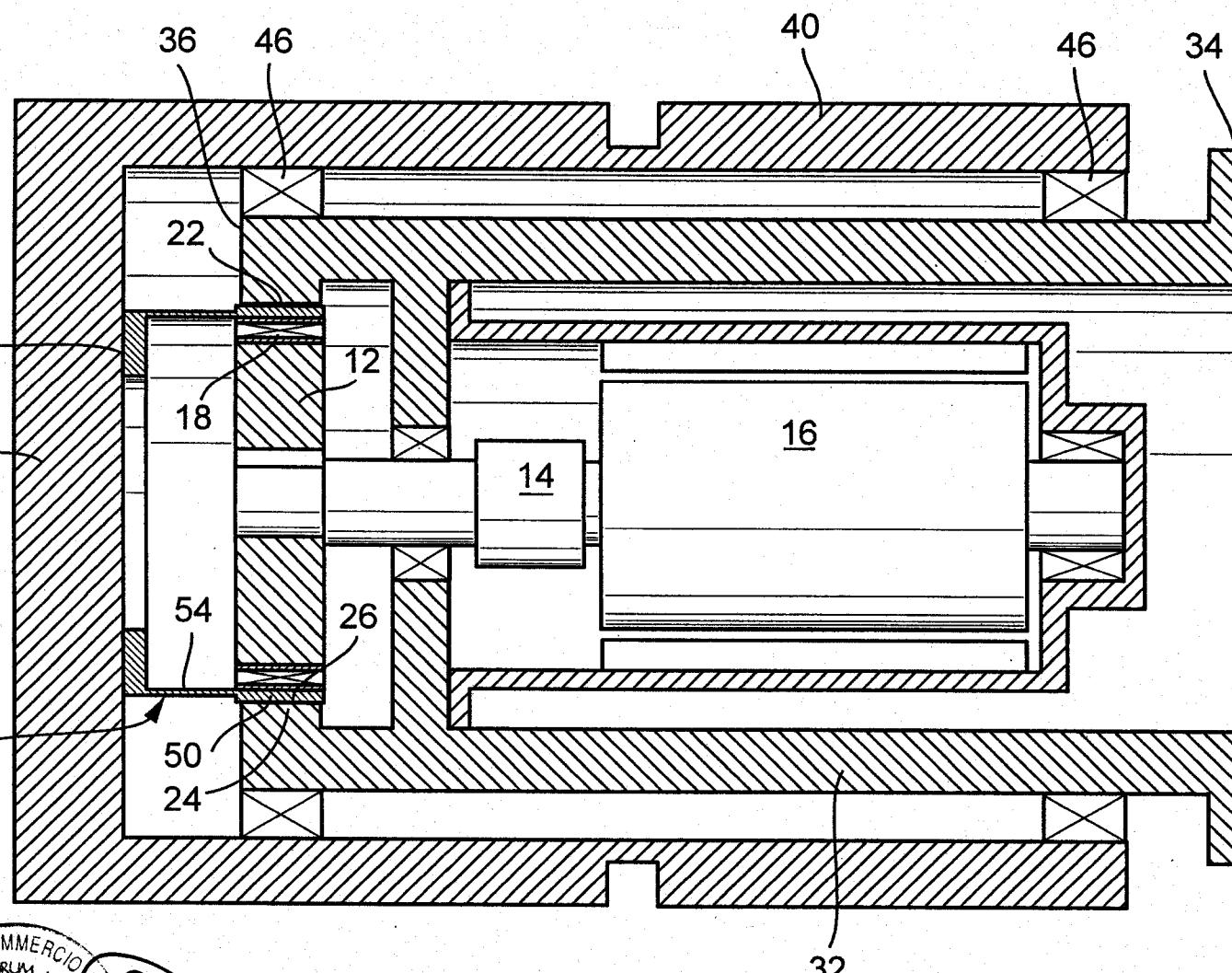


Fig. 3

TAV. III

3/13

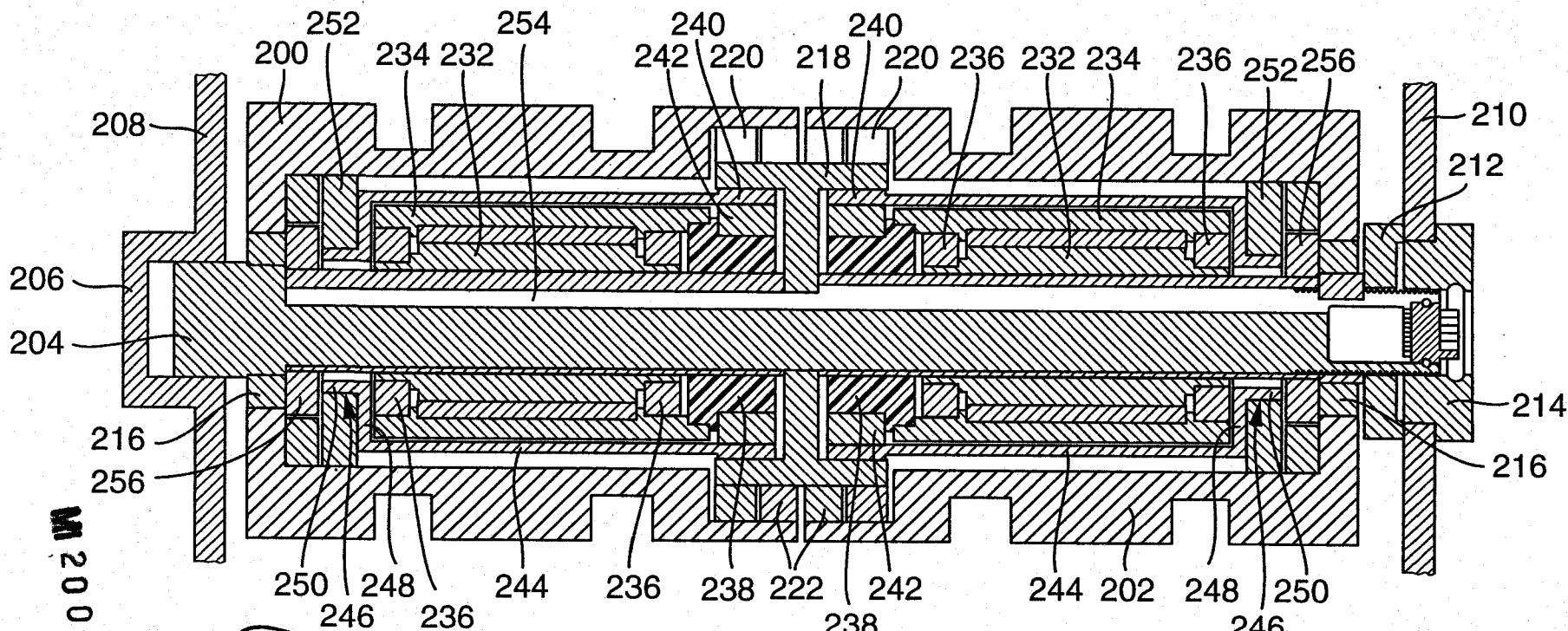


Fig. 4

W 2001 A 002323



4/13

TAV. IV

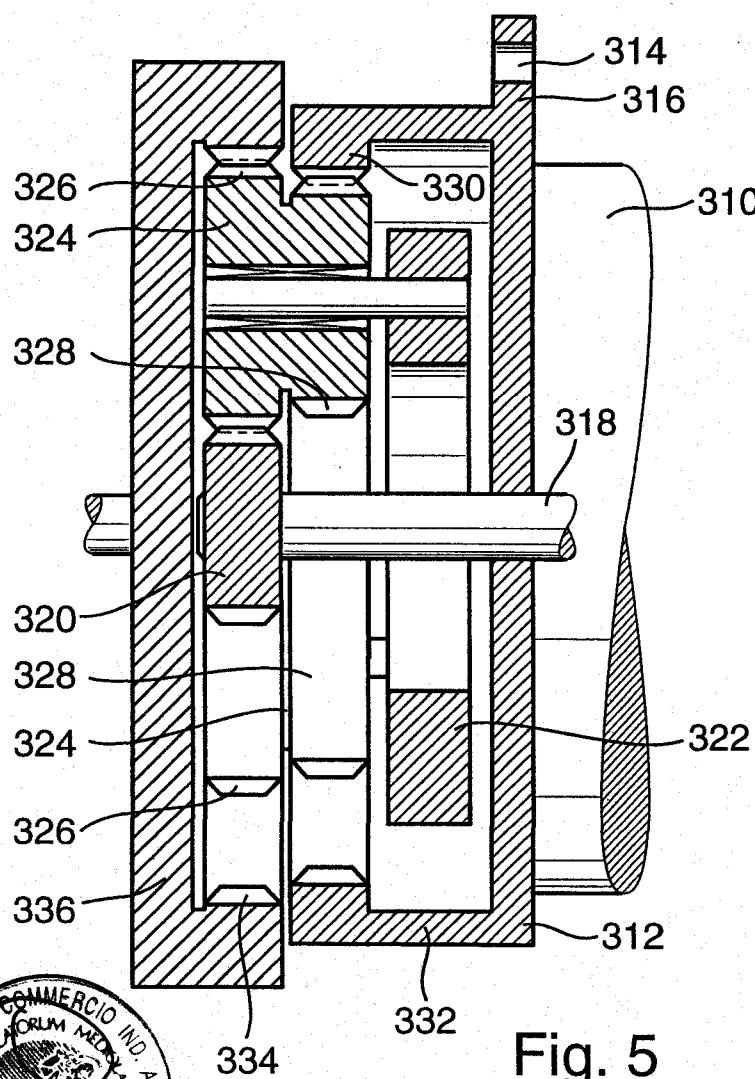


Fig. 5

MI 2001 A 002323

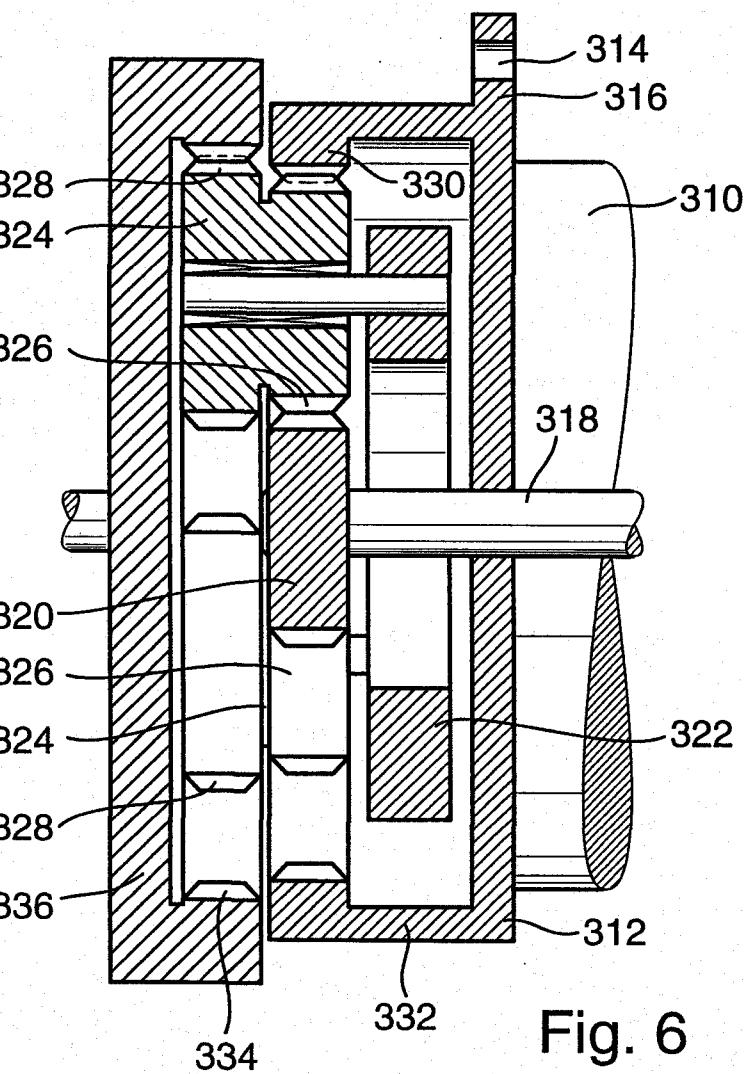


Fig. 6

TAV. V

5/13

M 2001 \* 002323

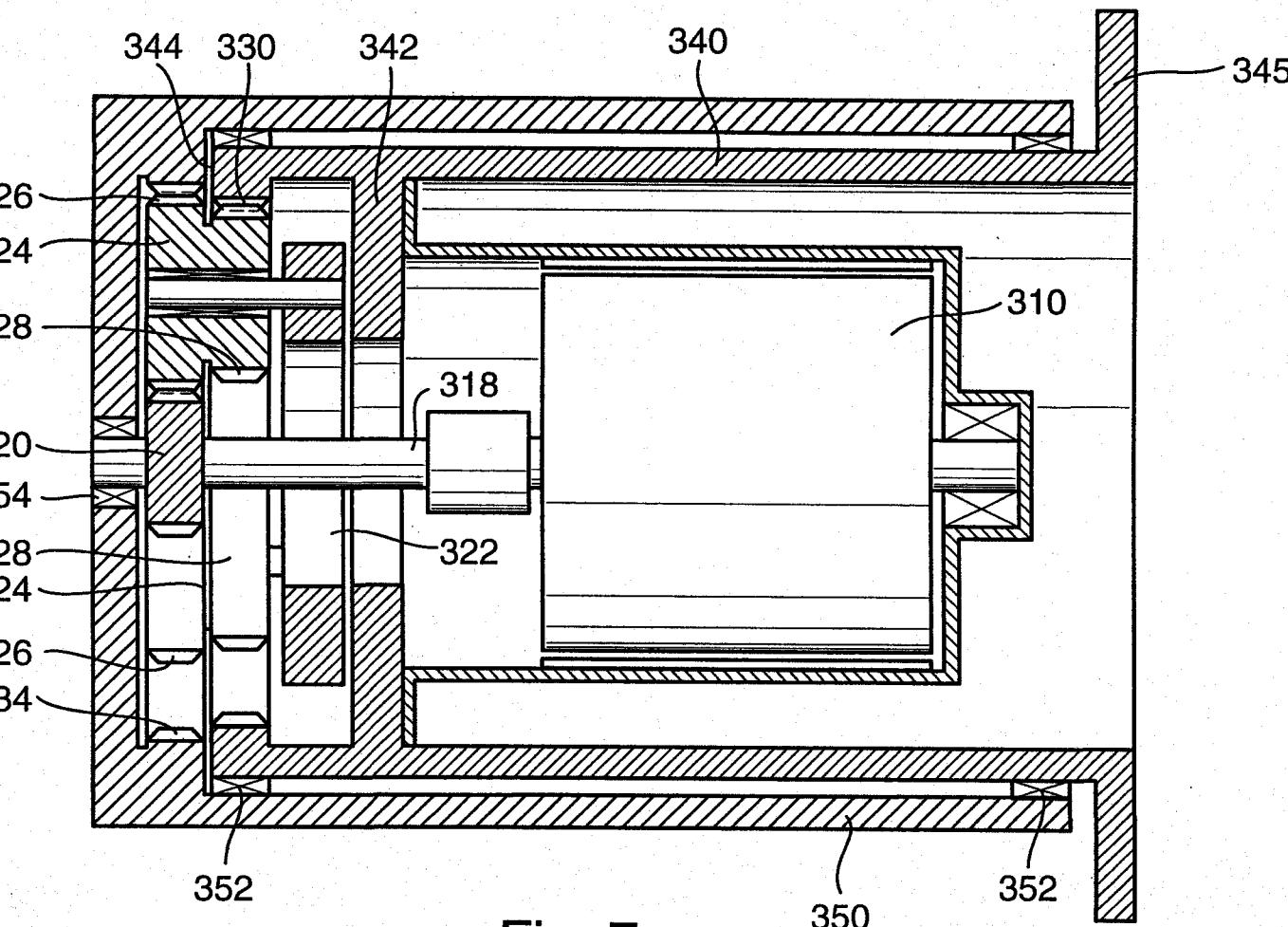
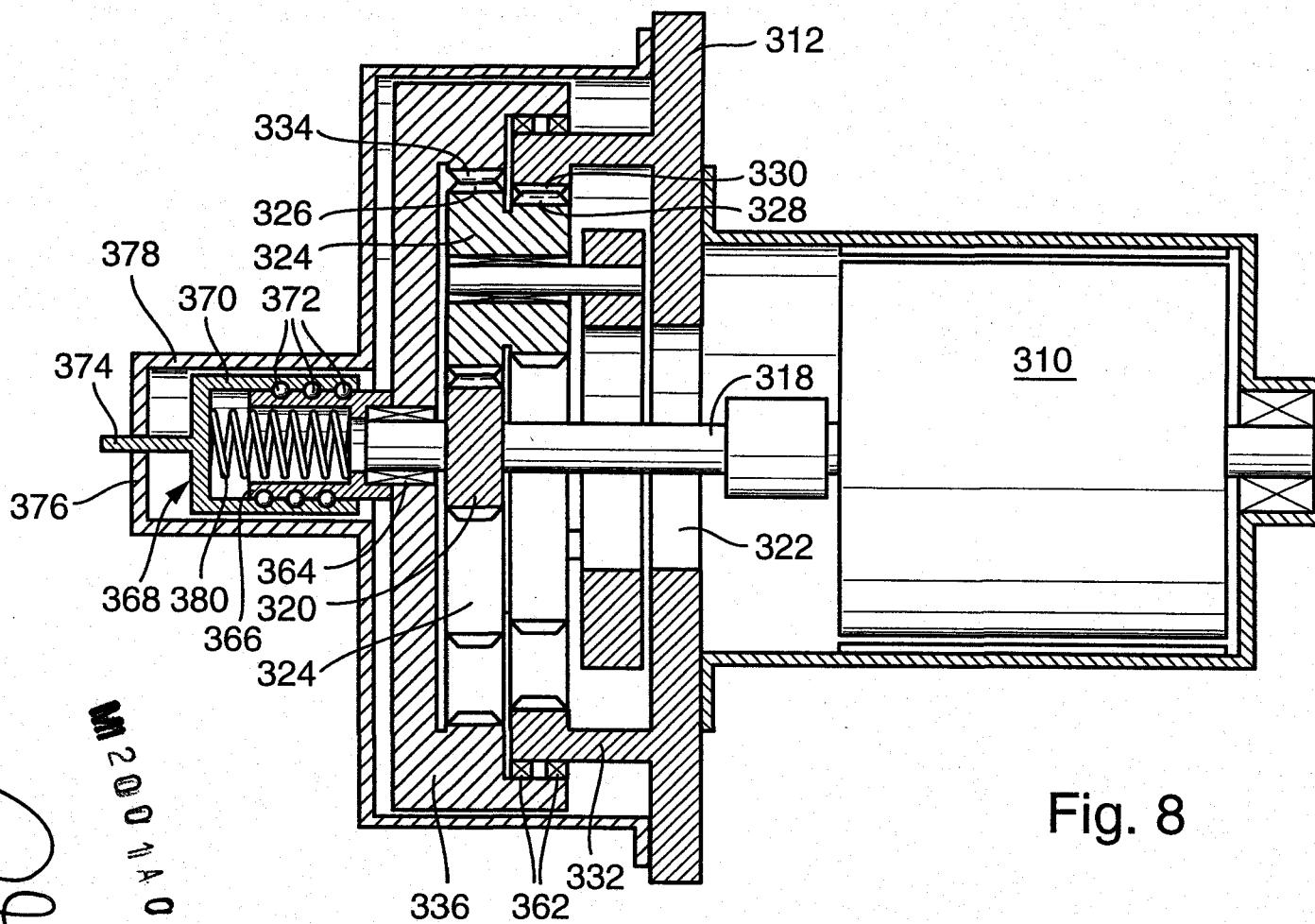


Fig. 7

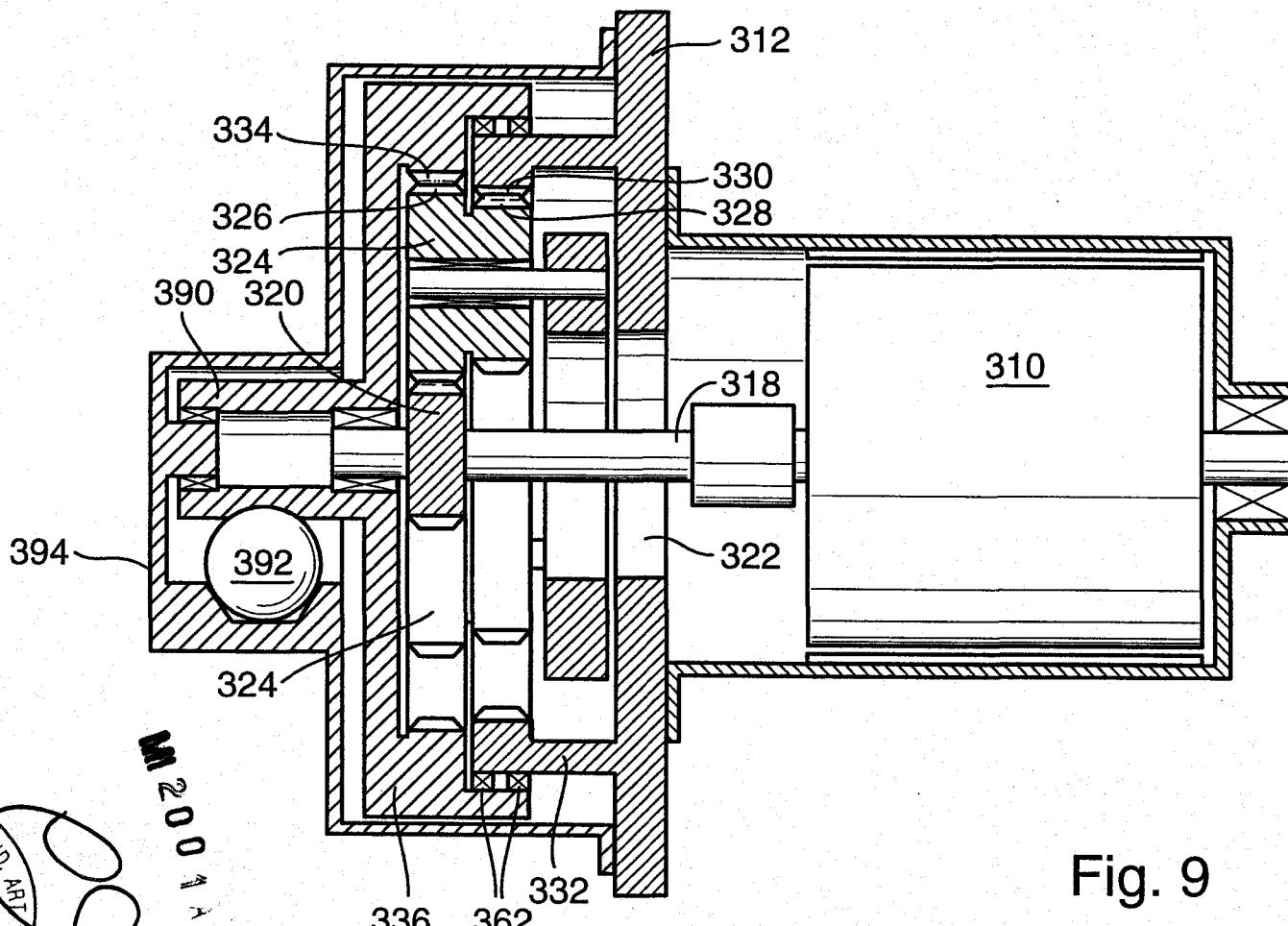
*for*

Fig. 8



Handwritten signature.

Fig. 9



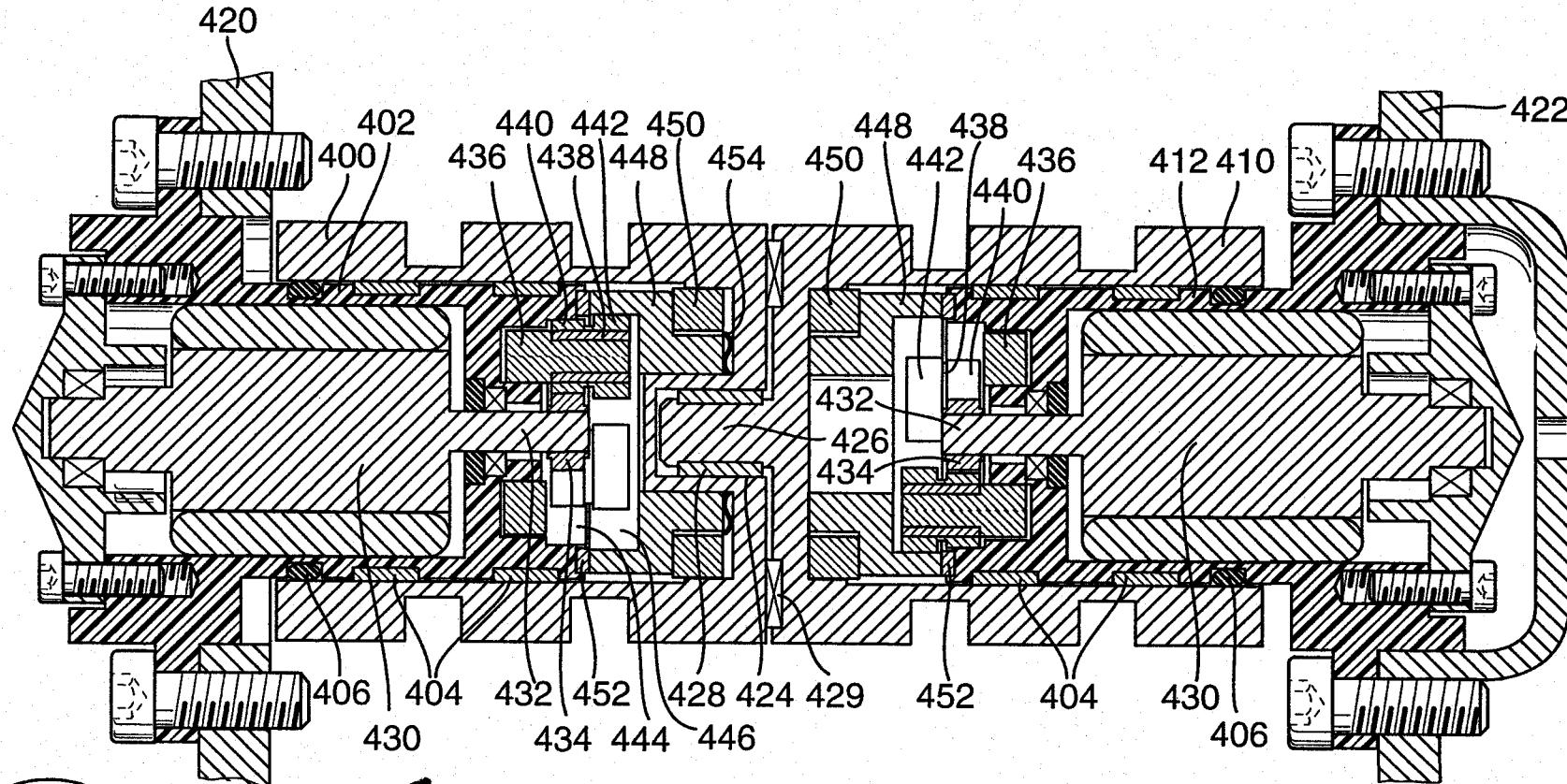
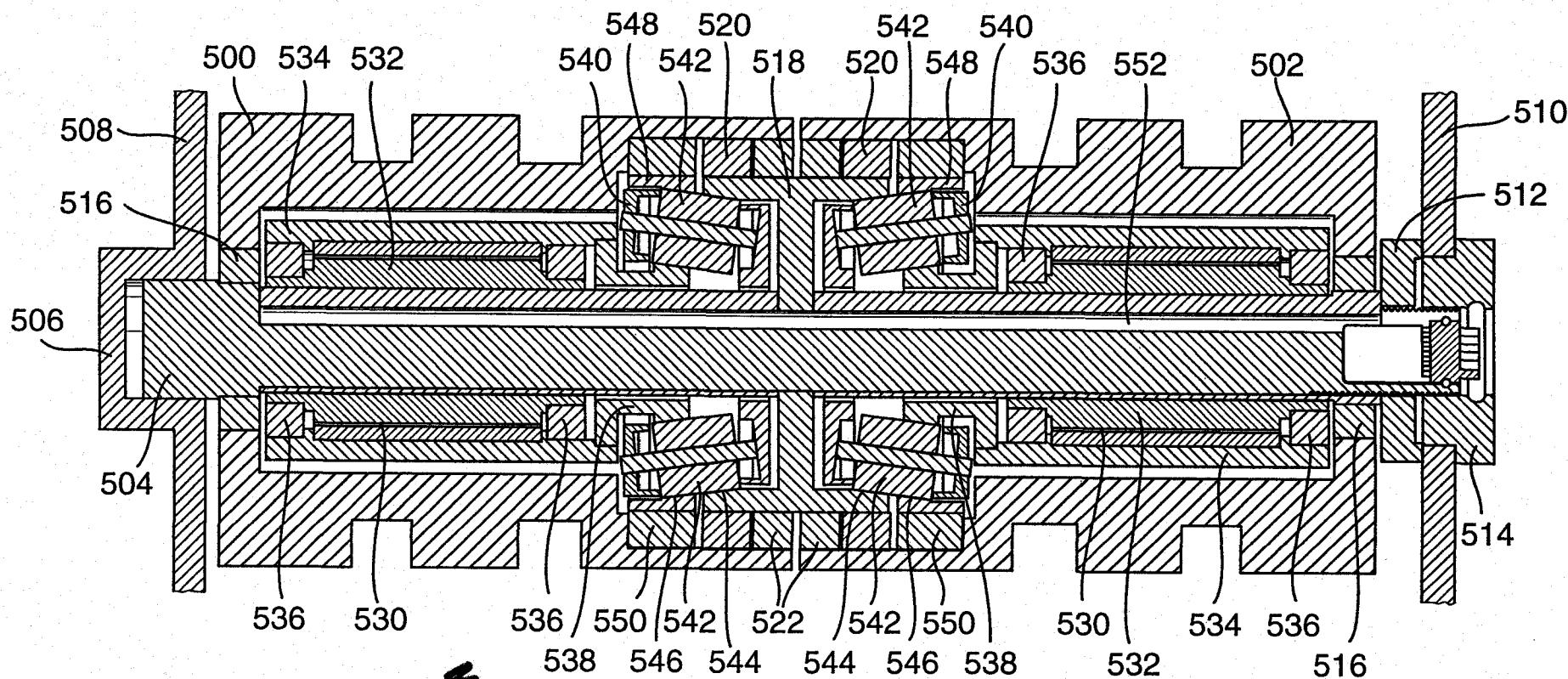


Fig. 10



2001002323

John



10/13

TAV. X

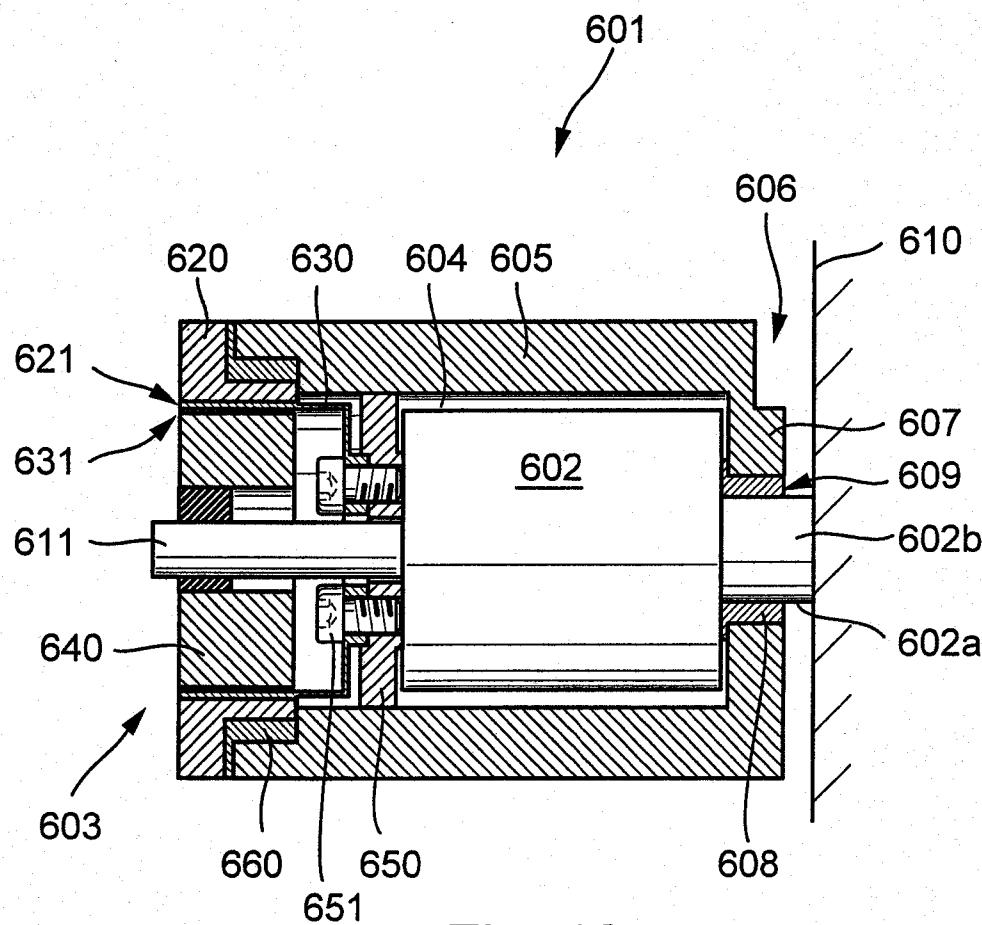
Fig. 11



20011002323

John

11/13



MI 2001 A 002323

*John*

12/13

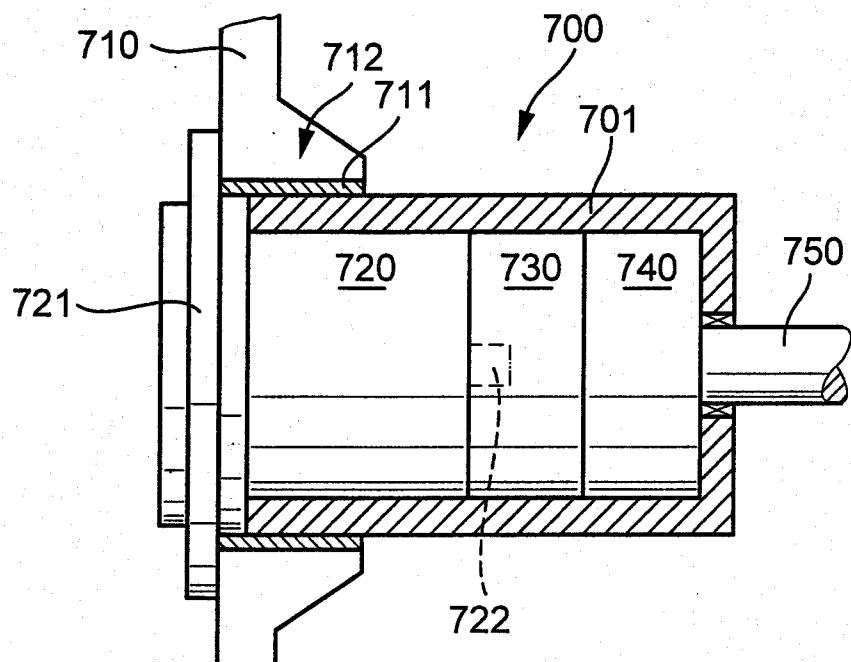


Fig. 13

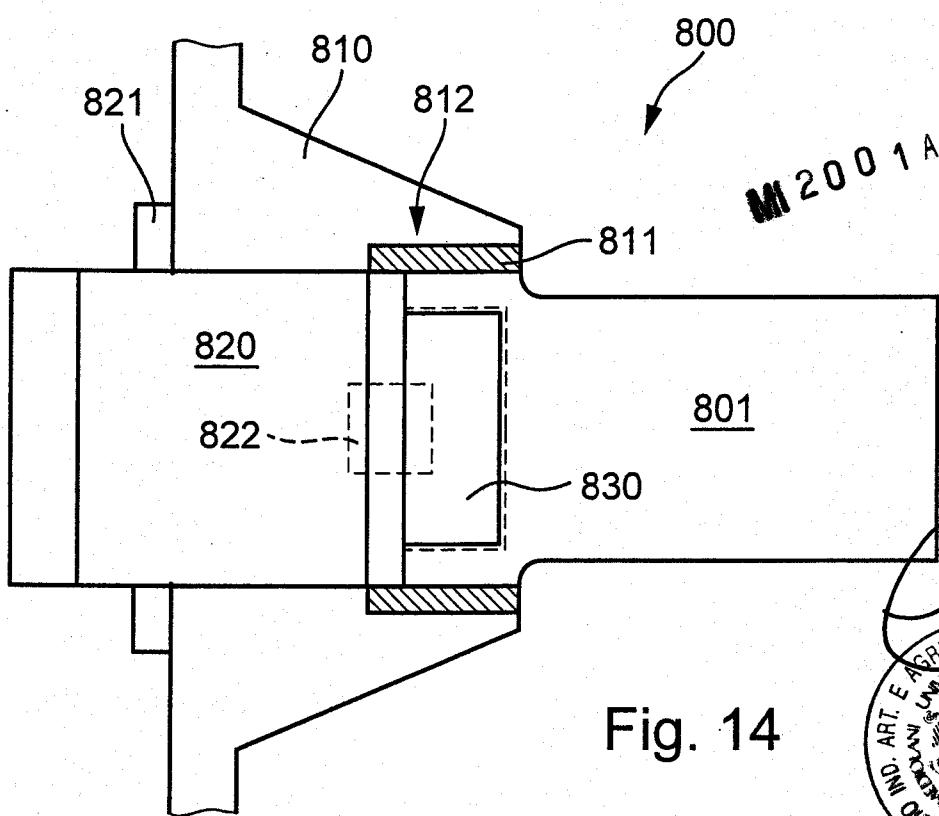


Fig. 14



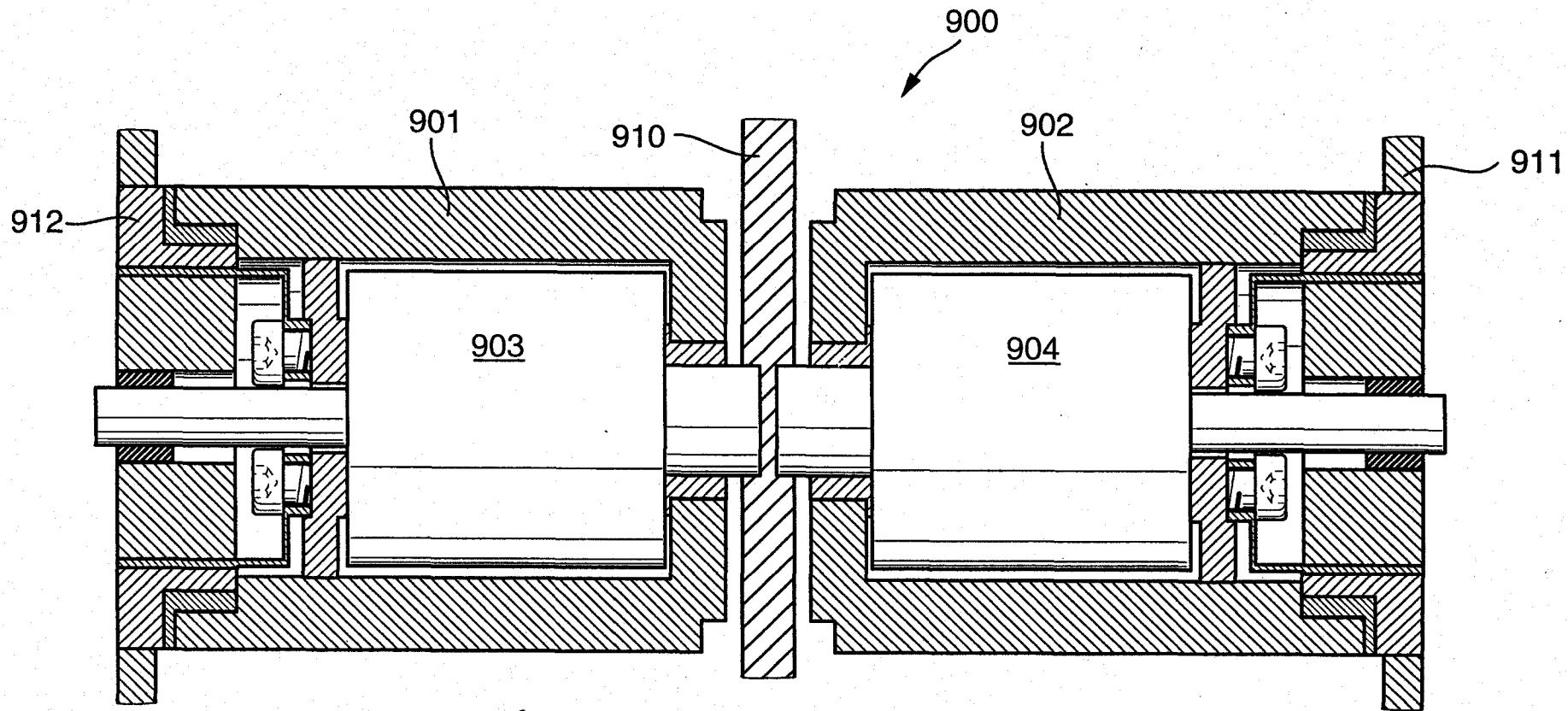


Fig. 15



100

M 2001 A 002323

13/13

TAV. XIII

John