



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101995900477548
Data Deposito	10/11/1995
Data Pubblicazione	10/05/1997

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	04	B		

Titolo

POMPA TURBOMOLECOLARE.

Descrizione dell'Invenzione Industriale avente per
titolo: "Pompa turbomolecolare".

691.02/IT/BI

a nome:

- VARIAN S.p.A, di nazionalità italiana, con sede
in Via Varian , 54, 10040 LEINI' (TORINO).TO 95A000911

Depositata il 10 NOV. 1995 al n.

~~TO 95U000241~~

DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto una
pompa turbomolecolare.

Più particolarmente si riferisce ad una pompa
turbomolecolare con stadi di pompaggio ad elevato
rapporto di compressione e del tipo impiegato nel
campo della produzione dei semiconduttori.

Fin dal momento dell'introduzione del metodo
di attacco a secco dei circuiti integrati (chips),
le pompe turbomolecolari sono state largamente
impiegate nel campo della fabbricazione dei
semiconduttori.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO NOME E PER GLI ALTRI)

Uno dei principali problemi connessi con
l'impiego di pompe turbomolecolari nell'industria
dei semiconduttori è la resistenza alla corrosione
dei cuscinetti a sfere tradizionali e dei supporti
magnetici, nei confronti delle miscele gassose
corrosive, quali HCL, HBr, Cl₂, Fl₂, ecc...,
utilizzate nella lavorazione dei circuiti

integrati.

Ciò è dovuto al fatto che una quantità di gas non trascurabile si accumula per diffusione attraverso gli stadi di pompaggio della pompa. Detti gas possono alterare irreparabilmente sia l'acciaio delle ralle dei cuscinetti, sia il materiale delle gabbie, sia il lubrificante contenuto negli stessi, con conseguente rottura dei cuscinetti.

Allo scopo di evitare il rapido danneggiamento delle pompe turbomolecolari è stato necessario pertanto sviluppare speciali pompe resistenti alla corrosione note come pompe di tipo "CP" (Corrosion Proof).

In questo tipo di pompe un flusso di gas inerte, immesso nel vano contenente i cuscinetti, forma una barriera contro l'ingresso di sostanze corrosive prodotte durante il processo di lavorazione dei circuiti integrati.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

In Fig.1 è rappresentata schematicamente, in sezione longitudinale, una pompa turbomolecolare tradizionale 1' provvista di un primo gruppo 56a' di stadi di pompaggio a disco rotore con palette 6a' e di un secondo gruppo 56b' di stadi di pompaggio a disco rotore liscio 6b'.

Una pompa di questo tipo ha formato l'oggetto del brevetto Europeo No. 445 855 a nome della stessa richiedente.

Per l'utilizzo nel campo di applicazione menzionato, la pompa suddetta è stata modificata opportunamente per consentire l'immissione di un gas inerte.

Con riferimento ancora alla Fig.1, le frecce scure rappresentano schematicamente il percorso seguito dal gas inerte, pompato all'interno della pompa attraverso il foro radiale 16' negli interstizi fra gruppo motore 10' e corpo pompa 2', verso il cuscinetto 8'.

Nelle pompe del tipo suddetto, per convogliare il flusso di gas inerte in direzione del cuscinetto 8', il piattello 11', che separa il cuscinetto 8' dal secondo gruppo di pompaggio 56b' degli stadi di pompaggio a disco rotore liscio 6b', è provvisto di tre canali radiali 14', disposti a 120° l'uno rispetto all'altro, e comunicanti con altrettanti fori assiali 17', presenti nel corpo 2' della pompa 1'.

Detti canali 14' risultano pertanto in comunicazione con le luci esistenti fra corpo 2' della pompa 1' e gruppo motore 10'.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Nonostante la buona riduzione della quantità di gas corrosivi, questa soluzione presenta ancora una serie di inconvenienti.

In primo luogo, occorre predisporre una sorgente di azoto secco, un circuito di collegamento per l'immissione del gas, provvisto di valvole e di mezzi di regolazione, ed una pompa principale con un flusso di pompaggio maggiore per pompare il gas inerte.

Inoltre l'immissione di un gas estraneo, nel processo di lavorazione, può causare la contaminazione o alterare la miscela iniziale di gas utilizzato per il ciclo di lavorazione, mentre la pressione finale della pompa risulta ridotta.

Con lo scopo di risolvere i problemi suddetti, L. Mathieu e J M Gruffat, ALCATEL CIT, hanno proposto una soluzione nota come "tenuta dinamica invertita" (Inverted Dinamic Seal).

Una descrizione dettagliata di questa soluzione è reperibile in "Vacuum/volume 44/numbers 5-7/pages 701 to 703/1993 - Pergamon Press Ltd."

Con riferimento alla Fig.2, che illustra schematicamente la soluzione riferita sopra, la "tenuta dinamica invertita" è costituita essenzialmente da una vite 101, posta all'interno

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

di una camera cilindrica 102, a parete liscia, ricavata nel corpo 103 del gruppo rotore della pompa 100.

Il movimento di rotazione e lo spazio ridotto fra le pareti della camera 102 e della vite 101 creano una differenza di pressione che può essere utilizzata sia per ottenere la cosiddetta "tenuta dinamica invertita" sia per pompare del gas.

La tenuta così realizzata è implementata in una pompa turbomolecolare 100 ed è utilizzata per il pompaggio del gas presente nel volume che contiene i cuscinetti 105.

Tuttavia anche questa soluzione presenta una serie di inconvenienti.

In primo luogo la "tenuta dinamica invertita" risulta inefficiente quando i gas da pompare sono più leggeri di Ar(40), ad esempio HF(20), HCL(36) e per bassi flussi di gas da pompare.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Inoltre la "tenuta dinamica invertita" non si presta ad applicazioni in cui le pressioni di ingresso sono superiori a 10^{-2} Pa, cioè per alti flussi di pompaggio, quando invece è richiesta la massima protezione contro i gas corrosivi.

Non ultimo inconveniente della "tenuta dinamica invertita" è rappresentato dalla

complessità costruttiva della vite alloggiata all'interno della camera contenente i cuscinetti.

E' anche nota l'esistenza di pompe molecolari provviste di stadi di pompaggio a spirale di tipo Siegbahn.

Queste pompe si presentano unicamente nella configurazione monostadio e prevedono che il pompaggio dei gas avvenga esclusivamente all'interno del canale a spirale, in assenza del quale non si avrebbe pompaggio dei gas.

Scopo principale della presente invenzione è provvedere una pompa turbomolecolare provvista di una tenuta dinamica che combini i vantaggi delle soluzioni note e che ne elimini gli inconvenienti.

Un altro scopo della presente invenzione è di provvedere una pompa turbomolecolare che presenti stadi di pompaggio con elevato rapporto di compressione.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Uno scopo ulteriore della presente invenzione è di provvedere una tenuta dinamica di facile ed economica realizzazione.

Questi ed altri scopi vengono raggiunti dalla presente invenzione la quale è definita nelle unite rivendicazioni.

La presente invenzione verrà ora descritta in

dettaglio con riferimento alle figure allegate in cui:

la Fig.1 è una vista schematica in sezione di una pompa turbomolecolare secondo l'arte nota;

la Fig.2 è una vista schematica in sezione di una pompa turbomolecolare in cui è implementata la "tenuta dinamica invertita" dell'arte nota;

la Fig.3 è una vista in sezione di una pompa turbomolecolare secondo l'invenzione;

la Fig.4 è una vista in pianta del piattello sul quale è ricavata la tenuta a spirale a canale singolo;

la Fig.5 è una vista in pianta del piattello sul quale è ricavata la tenuta a spirale a quattro canali;

la Fig.6 è una vista in pianta del piattello dal lato opposto rispetto alle Fig. 4 o 5;

la Fig.7 è una vista in sezione di uno degli statori della pompa di Fig.3;

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

la Fig.8 è una vista in pianta dello statore illustrato in Fig.7;

la Fig.9 è una vista in pianta, dal lato opposto rispetto alla Fig.8, dello statore illustrato in Fig.7.

Con riferimento alla Fig.3 la pompa

turbomolecolare 1 della presente invenzione si compone di un corpo di pompa 2, sostanzialmente cilindrico, provvisto di una bocca di aspirazione 3, assiale, e di una bocca di evacuazione 4, radiale, dei gas.

All'interno di detto corpo di pompa 2, nel lato della pompa rivolto verso la bocca di aspirazione 3, è alloggiato un primo gruppo di pompaggio 56a, costituito da una pluralità di statori 5a e di rotori 6a, provvisti di palette, alternati fra di loro e complanari.

Sempre all'interno del corpo di pompa 2, in prossimità della bocca di evacuazione 4, assialmente allineato con detto primo gruppo di pompaggio 56a, è alloggiato un secondo gruppo di pompaggio 56b, costituito da una pluralità di statori 5b e rotori 6b, lisci, alternati fra di loro e complanari.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Detti rotori 6a e 6b sono solidali con un albero di rotazione 7 il quale si trova supportato da una coppia di cuscinetti 8 e 9, fra i quali è collocato un gruppo motore 10.

Fra il cuscinetto 8 ed il secondo gruppo di pompaggio 56b è previsto un piattello 11 sulla cui faccia rivolta verso il primo rotore 6b del gruppo

di pompaggio 56b, è ricavato un canale a spirale 12.

Come meglio visibile in Fig.4 il canale a spirale 12 è configurato in modo tale che, durante la rotazione dei rotori 6a e 6b, nel verso indicato dalla freccia 13, i gas ivi contenuti sono espulsi dalla zona prossimale all'albero di rotazione 7 verso la zona distale rispetto a detto albero 7.

In tal modo il canale 12 realizza un vero e proprio stadio di pompaggio con rapporto di compressione e velocità di pompaggio caratteristici.

Come meglio visibile in Fig.6, il piattello 11 è inoltre provvisto di tre canali radiali 14, disposti a 120° l'uno rispetto all'altro, e comunicanti con altrettanti fori assiali 17, presenti nel corpo di pompa 2 e aperti nel vano 15 in cui è alloggiato il motore 10.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Un foro radiale 16, passante attraverso il corpo di pompa 2, permette l'immissione di un gas inerte nel vano 15.

Come illustrato schematicamente mediante le frecce scure in Fig.3, dal vano 15 il gas inerte fluisce attraverso i fori assiali 17 ed i canali radiali 14 nello spazio, fra piattello 11 e rotore

6b adiacente, in cui si trova la tenuta a spirale realizzata mediante il canale 12.

Grazie al pompaggio effettuato dal canale a spirale 12 ed all'azione del gas inerte in corrispondenza del piattello 11 all'interno del canale 12 stesso, i gas corrosivi sono spinti via dal cuscinetto 8 verso la bocca di evacuazione 4 dei gas della pompa 1.

Nelle prove effettuate è stato verificato che la quantità di gas inerte, ad esempio N_2 , impiegata per la protezione dei cuscinetti in pompe provviste di canale a spirale del tipo descritto è inferiore rispetto a quella necessaria in pompe prive di tenuta a spirale.

Nella Fig.5 è illustrata una variante realizzativa della tenuta a spirale descritta in cui la tenuta a spirale realizzata sul piattello 21 è costituita da quattro canali a spirale 20 di verso concorde.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Con quest'ultima realizzazione è stato possibile ottenere sperimentalmente una riduzione del 30% nella quantità di gas inerte necessaria a mantenere liberi da gas corrosivi i cuscinetti della pompa turbomolecolare.

La tenuta a spirale secondo la presente

invenzione può vantaggiosamente essere impiegata anche fra due stadi di pompaggio del tipo a disco rotore piano 6b per ottenere un'aumento del rapporto di compressione degli stadi di pompaggio in cui detti rotori 6b sono alloggiati.

Con riferimento ancora alla Fig.3 ed alle Fig.e da 7 a 9, uno degli statori 5b è provvisto di una doppia tenuta a spirale agente nei confronti dei rispettivi rotori 6b adiacenti. Detta doppia tenuta a spirale è ottenuta mediante un singolo canale a spirale 18, su una faccia dello statore 5b, e mediante quattro canali a spirale 19, sulla faccia opposta dello statore 5b.

Detti canali 18 e 19 sono orientati in modo da ottenere un effetto contropompante, rispetto al flusso di pompaggio attuato dallo stadio di pompaggio, che si oppone al naturale moto di fuga delle molecole gassose verso gli stadi a pressione più bassa attraverso le luci tra piano dei dischi rotori 6b e piano del disco statore 5b.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

L'orientamento della spirale, rispetto alla rotazione del disco rotore, è illustrato nelle Fig.8 e 9 in cui il verso di rotazione del rotore è indicato con la freccia 13.

In questo modo si realizza un pompaggio dei

gas verso l'esterno con un conseguente incremento della tenuta degli stadi di pompaggio e del rapporto di compressione degli stadi stessi.

La scelta della diversa configurazione a canale singolo 18 e a quattro canali 19 è dovuta al fatto che le tenute a spirale a canale singolo hanno evidenziato un funzionamento migliore a pressioni basse, tipicamente 10^{-1} Pa, mentre le tenute a quattro canali hanno evidenziato un funzionamento migliore a pressioni alte, tipicamente 10 Pa, quali dovrebbero aversi in prossimità della bocca di evacuazione dei gas della pompa.

In questa configurazione la tenuta a spirale è simile alla tenuta nota come tenuta a labirinto.

Lo scopo delle tenute a labirinto, tuttavia, è di allungare geometricamente i percorsi interstiziali tra parti statiche e rotanti delle turbomacchine per abbassare le condutanze e limitare così le perdite per trafilamento. Le tenute a labirinto sono pertanto dispositivi "statici" poichè non utilizzano la rotazione delle parti mobili per generare la tenuta, ma sfruttano semplicemente un effetto geometrico di allungamento dei percorsi.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Al contrario, la tenuta a spirale della presente invenzione, oltre a concorrere ad aumentare geometricamente le lunghezze delle vie di fuga, agisce dinamicamente pompando via il gas che tende ad inserirsi nei condotti.

Un'ulteriore variante realizzativa della presente invenzione consiste nel prevedere il canale a spirale singolo, o i quattro canali a spirale, orientati in verso opposto rispetto a quanto descritto ed illustrato nelle realizzazioni precedenti.

Nel caso in cui il o i canali a spirale siano entranti rispetto alla rotazione del disco rotore e gli ingressi dei canali siano posti in corrispondenza con le uscite dei canali di pompaggio dei gruppi di pompaggio, si otterrà un effetto pompante nello stesso verso dello stadio di pompaggio a rotore liscio.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Con questa soluzione, in cui il gas viene spinto nel canale a spirale verso l'interno della pompa, si realizza un aumento del rapporto di compressione dello stadio di pompaggio dovuto al pompaggio dei canali a spirale.

Una realizzazione preferita, adatta particolarmente in presenza di gas corrosivi è

ottenuta mediante la predisposizione di tre tenute a spirale in serie disposte come illustrato in Fig.3, di cui la prima, a canale singolo e pompante verso l'esterno, è prevista sulla faccia del piattello 11 rivolta verso il rotore 6b, la seconda, a canale singolo e pompante verso l'interno, è prevista sulla faccia dello statore 5b rivolta verso il piattello 11, e la terza, a quattro canali e pompante verso l'esterno, è prevista sulla faccia opposta dello stesso statore 5b.

In una pompa realizzata secondo questa configurazione, è stato verificato sperimentalmente che lo stadio di pompaggio che si ottiene con il canale a spirale presenta un rapporto di compressione $K=10$.

Ponendo tre tenute a spirale in serie è stato possibile ottenere un rapporto di compressione prossimo a $K=1000$.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

Rispetto alla soluzione della "tenuta dinamica invertita" illustrata in Fig.2, la tenuta realizzata secondo la presente invenzione, a parità di dimensioni della pompa, sfrutta velocità periferiche maggiori, tipicamente 200 m/sec invece di 70 m/sec, essendo realizzata su un piano e non

su un cilindro interno ai rotori.

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

RIVENDICAZIONI

1. Pompa turbomolecolare (1) provvista di un corpo di pompa (2), avente una bocca di aspirazione (3) ed una bocca di evacuazione (4) dei gas, all'interno del quale sono alloggiati gruppi di pompaggio (56a,56b) costituiti da una successione di statori (5a,5b) e di rotori (6a,6b) solidali con un albero di rotazione (7) supportato da uno o più mezzi di supporto girevoli (8,9) e mosso da un motore (10), caratterizzata dal fatto che almeno uno degli statori (5a,5b) è provvisto di almeno un canale a spirale (12;18) ricavato su una delle facce dello statore.

2. Pompa turbomolecolare secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detta pluralità di stadi di pompaggio comprende un primo gruppo di pompaggio (56a), ottenuto mediante statori (5a) e rotori (6a), provvisti di palette, alternati fra di loro e complanari, ed un secondo gruppo di pompaggio (56b), ottenuto mediante statori (5b) e rotori (6b), lisci, alternati fra di loro e complanari, detto primo gruppo di pompaggio essendo disposto verso la bocca di aspirazione (3) della pompa (1) e detto secondo gruppo di pompaggio essendo disposto in corrispondenza della bocca (4)

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

di evacuazione della pompa (1).

3. Pompa turbomolecolare secondo la rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che detto uno statore provvisto di almeno un canale a spirale (12) corrisponde con il piattello (11), che separa il rotore (6b) più prossimo ai mezzi di supporto girevoli (8,9) dai mezzi di supporto stessi.

4. Pompa turbomolecolare secondo la rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che detto uno statore provvisto di almeno un canale a spirale (18) corrisponde con uno degli statori (5b) dei gruppi di pompaggio (56a,56b).

5. Pompa turbomolecolare secondo la rivendicazioni 3 o 4, caratterizzata dal fatto che detto almeno un canale a spirale (12;18) è configurato in modo tale che durante la rotazione dei rotori (6a,6b) il canale a spirale (12;18) realizza un canale di pompaggio che tende ad espellere i gas contenuti nel canale (12;18) dalla zona prossimale all'albero (7) verso la zona distale rispetto a detto albero (7).

6. Pompa turbomolecolare secondo la rivendicazioni 3 o 4, caratterizzata dal fatto che detto almeno un canale a spirale (12;18) è configurato in modo tale che durante la rotazione dei rotori (6a,6b) il

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

canale a spirale (12;18) realizza un canale di pompaggio che tende a pompare i gas contenuti nel canale (12;18) dalla zona distale rispetto all'albero (7) verso la zona prossimale a detto albero (7).

7. Pompa turbomolecolare secondo la rivendicazione 5, caratterizzata dal fatto di prevedere in detto corpo di pompa (2) almeno un foro radiale (16) per l'immissione di un gas all'interno del corpo (2) della pompa (1).

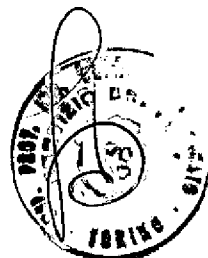
8. Pompa turbomolecolare secondo la rivendicazione 7, caratterizzata dal fatto che detto piattello (11) è provvisto di una serie di fori radiali (14) e dal fatto che detto corpo (2) è provvisto di altrettanti fori assiali (17), detti fori (14,17) essendo atti a consentire il passaggio del gas proveniente dal foro radiale di immissione (16) verso il canale a spirale (12).

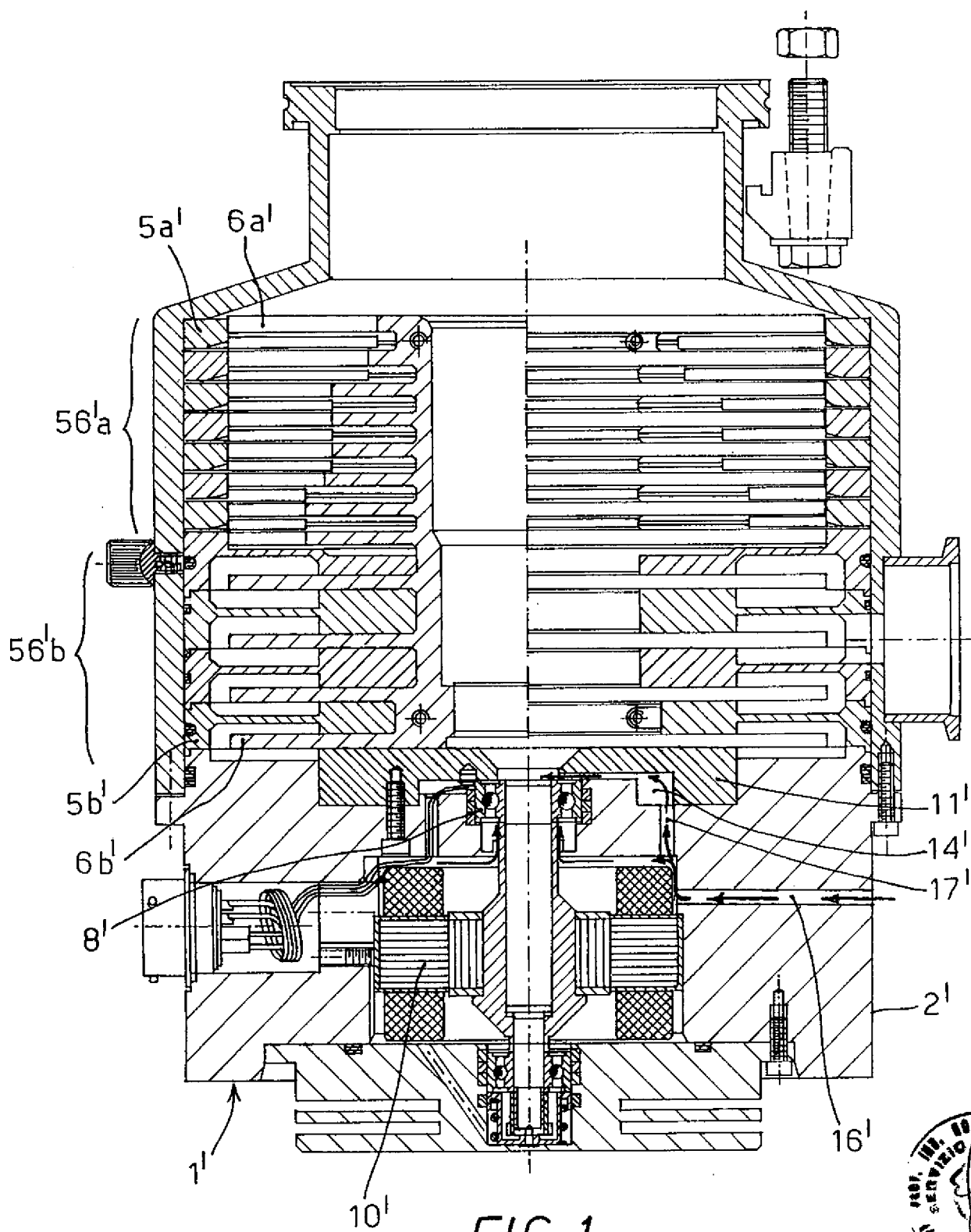
EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIO E PER GLI ALTRI)

9. Pompa turbomolecolare secondo la rivendicazione 3 e 4, caratterizzata dal fatto di comprendere una prima tenuta a spirale, prevista su detto piattello (11), ottenuta mediante un canale singolo (12) il quale definisce un canale di pompaggio atto ad espellere i gas da una zona prossimale rispetto ai supporti girevoli (8,9) ad una zona distale

rispetto a detti supporti girevoli, una seconda tenuta a spirale, prevista sulla faccia di uno degli statori (5b) rivolta verso i mezzi di supporto girevoli (8,9), ottenuta mediante un canale singolo (18) il quale definisce un canale di pompaggio atto a pompare i gas da una zona distale rispetto all'albero di rotazione (7) ad una zona prossimale rispetto a detto albero, ed una terza tenuta a spirale, prevista sulla faccia opposta dello stesso statore (5b) sulla quale è prevista la seconda tenuta a spirale, ottenuta mediante quattro canali (19) i quali definiscono quattro canali di pompaggio atti ad espellere i gas da una zona prossimale all'albero di rotazione (7) ad una zona distale rispetto a detto albero verso la bocca di evacuazione (4).

10. Pompa turbomolecolare secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che detto almeno uno statore provvisto di almeno un canale di pompaggio a spirale (18) è provvisto di almeno un secondo canale di pompaggio a spirale sulla faccia opposta, detti canali a spirale definendo canali di pompaggio atti ad espellere i gas da una zona prossimale all'albero di rotazione (7) ad una zona distale rispetto a detto albero e/o viceversa.





EUGENIO ROBBA
 (IN PROPRIO E NEGLI ALTRI)

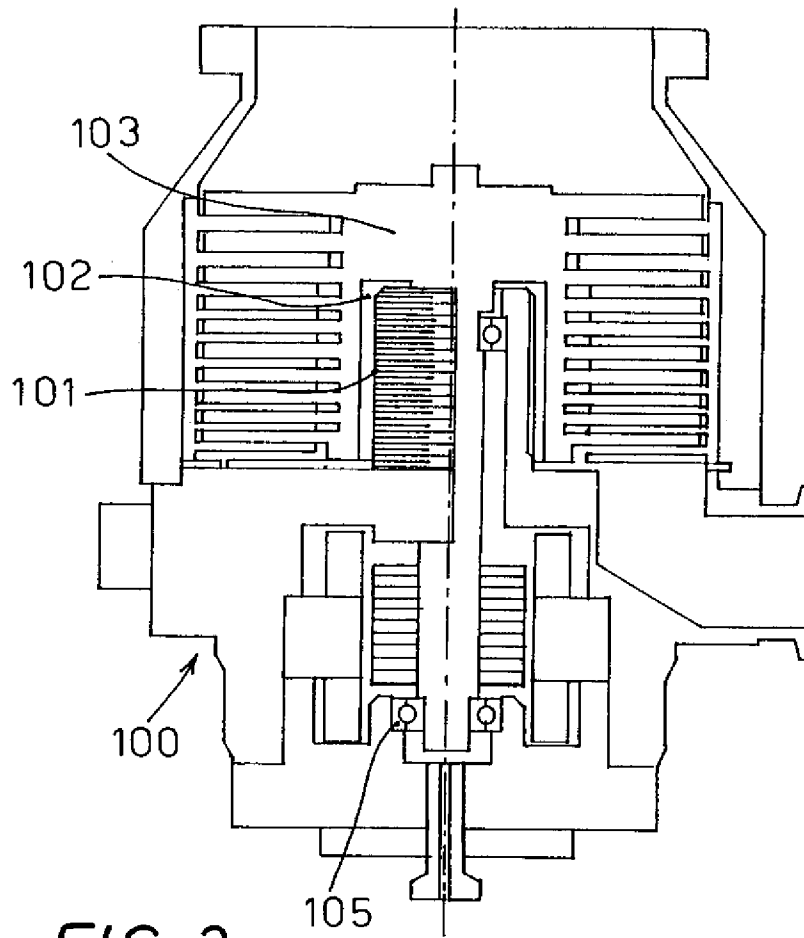


FIG. 2

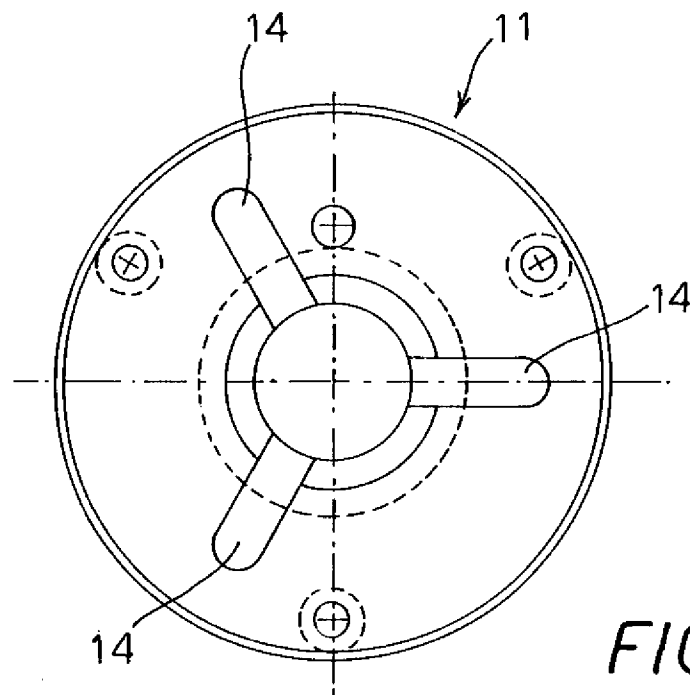
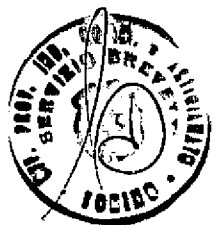


FIG. 6

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIETÀ DI GLI ALTRI)



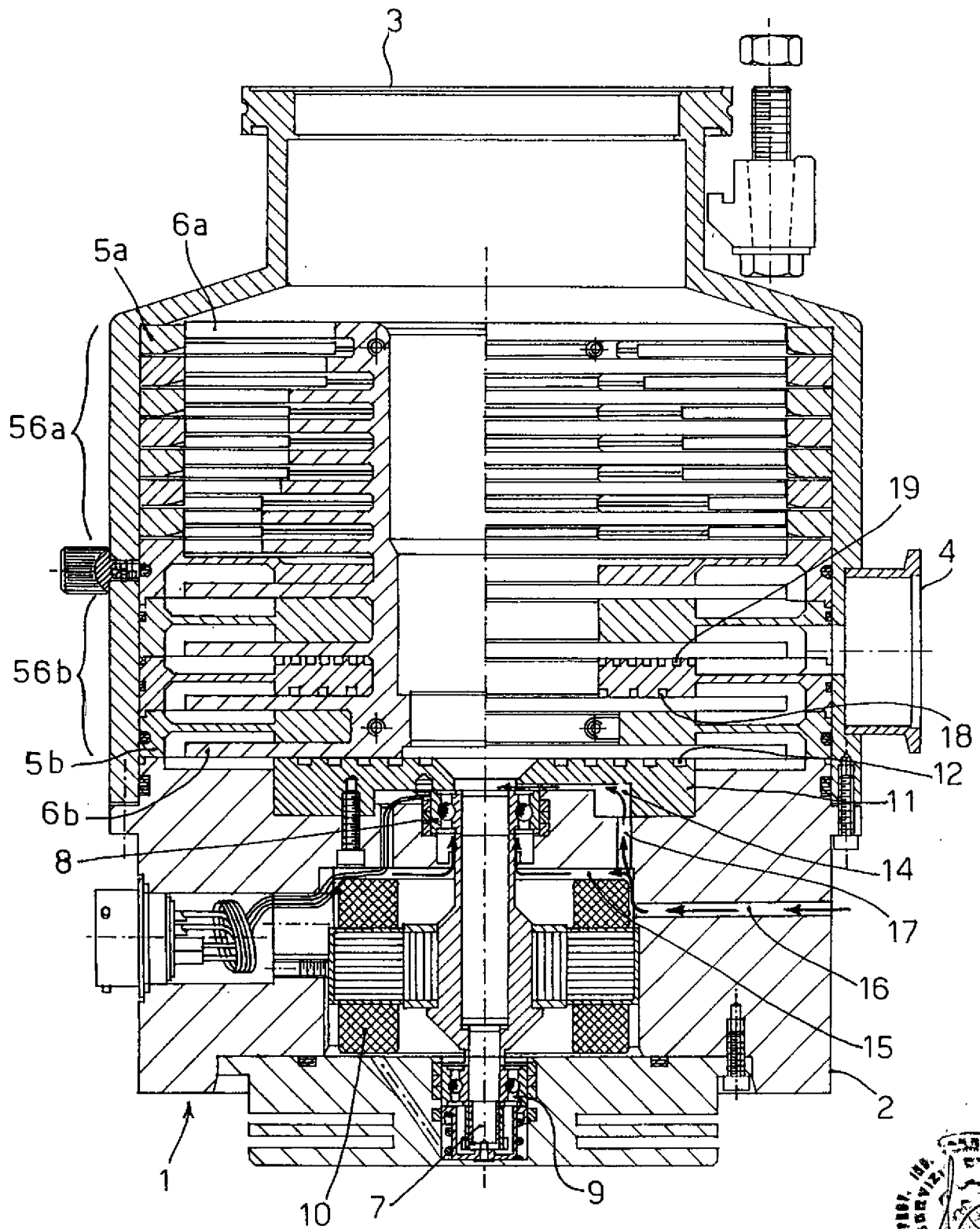


FIG. 3



EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIETÀ E PER GLI ALTRI)

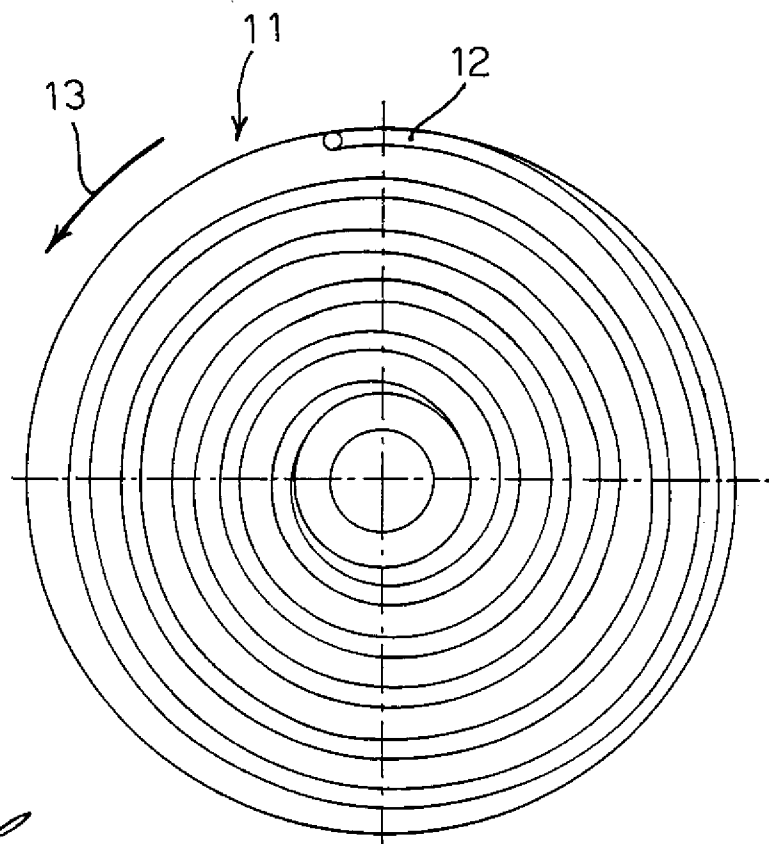


FIG. 4

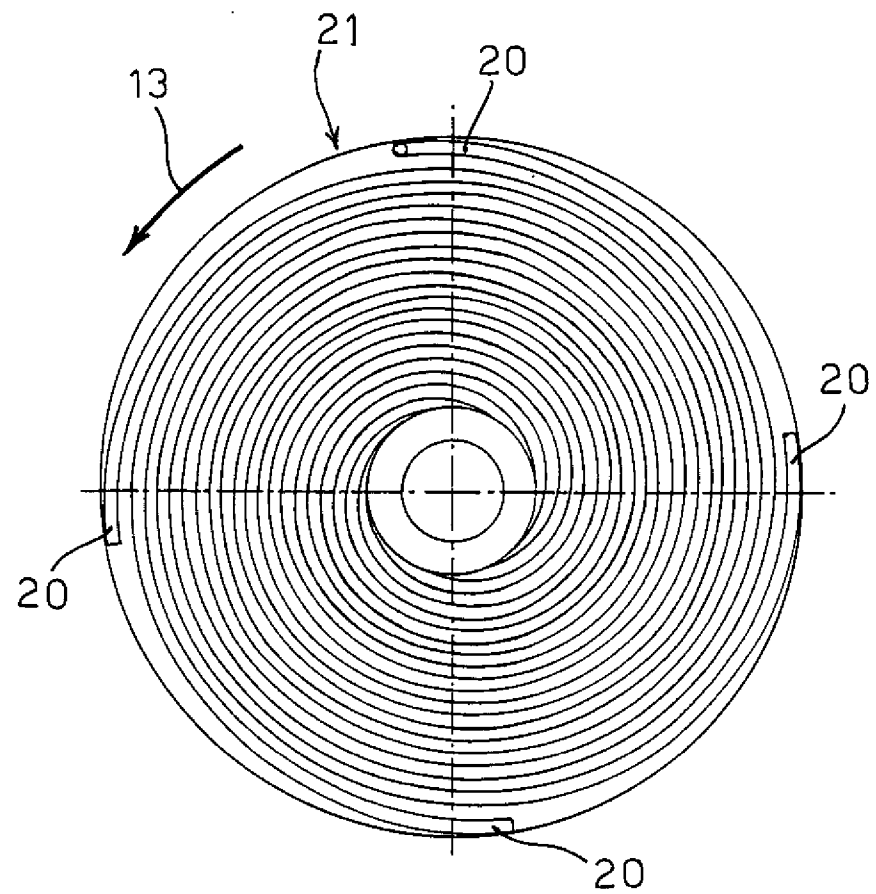
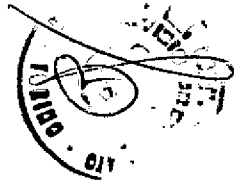


FIG. 5

EUGENIO ROCCA
 (IN PROPRIETÀ PER GLI ALTRI)



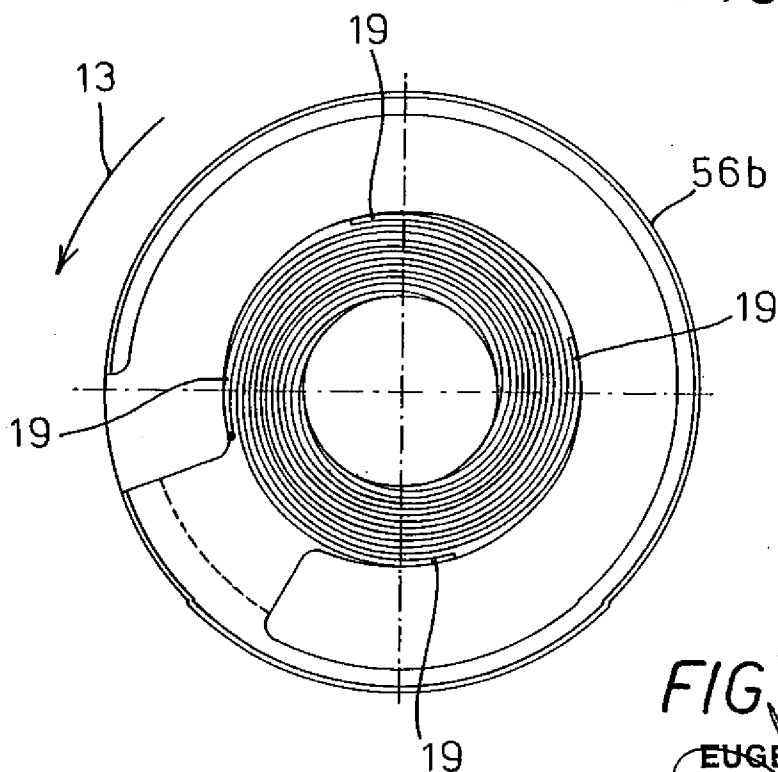
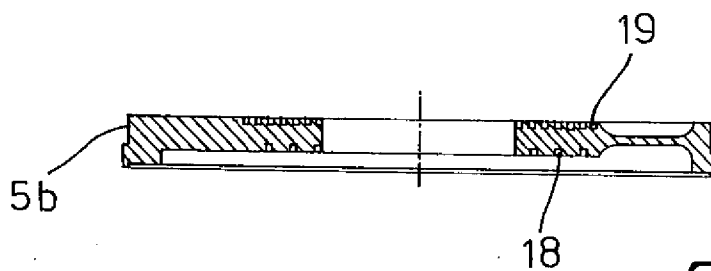
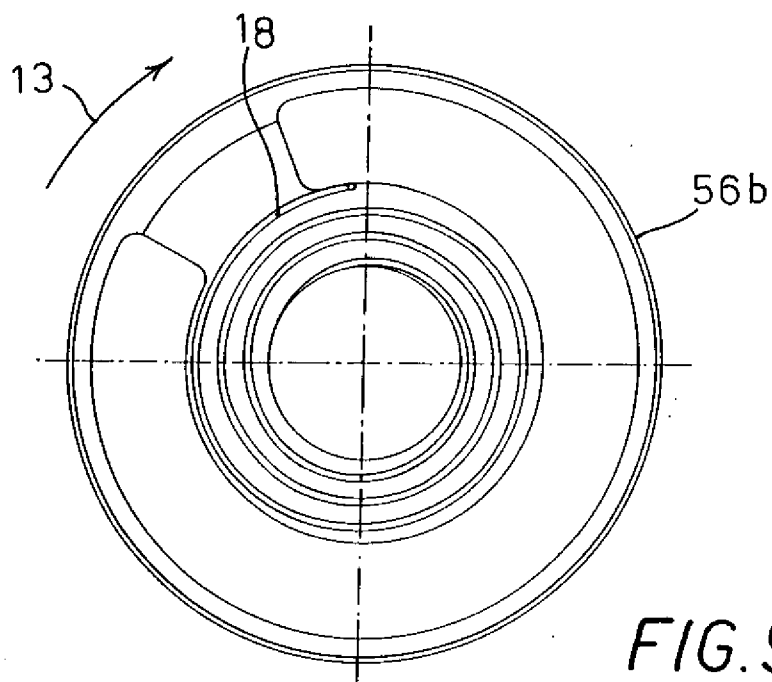


FIG 8

EUGENIO ROBBA
(IN PROPRIETÀ PER GLI ALTRI)

