



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101993900334211
Data Deposito	29/11/1993
Data Pubblicazione	29/05/1995

Priorità	9214390
Nazione Priorità	FR
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	04	D		

Titolo

TURBOPOMPA COMPATTA DI ELEVATA POTENZA PER MOTORE A RAZZO.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Turbopompa compatta di elevata potenza per motore a razzo"

di: SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION, nazionalità francese,

24, rue Salomon de Rothschild, 92150 Suresnes (Francia)

H 11685 C 462

Inventori designati: Jean-Robert LEHE, André BEAURAIN

Depositata il: 29 NOV. 1993

*** **

TO 93A000907

Campo dell'invenzione

La presente invenzione riguarda una turbopompa compatta di elevata potenza ad alta pressione e con grande portata per l'alimentazione di un motore a razzo con ergolo liquido, in particolare criotecnico, quale idrogeno.

Tecnica nota

Le turbopompe dei motori a razzo, di cui è dotato il primo stadio di un vettore, presentano una forte potenza e sono caratterizzate da portate considerevoli e da pressioni medie o elevate, dell'ordine di 200 a 250 bar.

Per tale gamma di sovrappressioni i sistemi classici di alimentazione mediante turbopompa sono complessi, poichè le concezioni abituali portano ad utilizzare delle giranti multistadio associati ad un supporto di turbina che richiede una carcassa complessa e costosa allo scopo di poter realizzare, con un cuscinetto di rotolamento classico, una velocità di rotazione sufficientemente elevata per portare ad una massa e ad un ingombro accettabili.

E' stata rappresentata nella figura 2 una turbopompa nota, denominata ALS, che comprende due giranti chiuse 205, 255 che sono munite di flange 205a, 255a e che formano, con un albero centrale 222, un gruppo rotante a due stadi. Il gruppo rotante è sostenuto da un primo cuscinetto fluido 223, disposto fra le due giranti 205, 255, e da un secondo cuscinetto fluido 224, disposto tra la girante 255 del secondo stadio della pompa e due stadi di turbina 232, 233. Un induttore classico 231 è disposto all'entrata del primo stadio di pompa. I riferimenti 206 e 204 indicano rispettivamente il condotto di collegamento fra l'uscita del primo stadio della pompa e l'entrata del secondo stadio della pompa e il condotto di mandata del fluido di lavoro all'uscita del secondo stadio della pompa. Un diffusore 207 è disposto all'uscita del secondo stadio della pompa all'entrata del condotto di mandata torico 204. Il riferimento 234 indica il toro di immissione dei gas caldi di azionamento delle turbine 233 e 232. La presenza di un doppio stadio di pompa rende la realizzazione della carcassa 201, 202, 209 complessa e costosa. La concezione multistadio della turbopompa porta ad utilizzare un albero 222 relativamente lungo e comporta l'utilizzazione di mezzi di ammortizzamento. L'utilizzazione di due cuscinetti fluidi contribuisce ugualmente ad aumentare i costi di realizzazione.

E' stato rappresentato nella figura 3 un altro esempio

di turbopompa multistadio nota di cui sono dotati i motori a razzo criotecnici che sono indicati con la denominazione Vulcain e che servono ad alimentare questi motori con idrogeno liquido. La turbopompa della figura 3 comprende una pompa centrifuga a due stadi che comprendono ciascuno una girante 305, 355, munita di palette 306, 356, solidale con un albero rotante comune centrale 322. Un induttore 331, che conferisce delle buone caratteristiche di aspirazione^e che consente una velocità di rotazione elevata, dell'ordine di 35.000 giri al minuto, è posizionato all'entrata della pompa sul condotto di alimentazione con fluido di lavoro. Due stadi di turbina 332, 333, alimentati da un flusso di gas caldi introdotti attraverso un toro 334, sono solidali con l'albero centrale 322 per azionare questo e delle giranti 305, 355 che sono disposte nella parte posteriore del secondo stadio della pompa.

L'albero centrale 322 è sostenuto da due cuscinetti di rotolamento 323 e 324 disposti rispettivamente nella parte anteriore e nella parte posteriore del gruppo costituito dalla pompa a doppio stadio e dalla turbina. I riferimenti 309 e 304 indicano rispettivamente il condotto di collegamento tra l'uscita del primo stadio della pompa e l'entrata del secondo stadio della pompa ed il condotto di mandata del fluido di lavoro all'uscita del secondo stadio della pompa, un diffusore 307 essendo disposto all'entrata del condotto

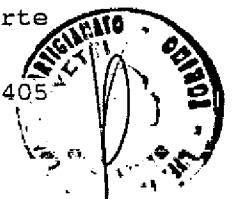
di mandata torico 304.

Come nel caso della figura 2, la presenza di un doppio stadio di pompa rende la realizzazione della carcassa 301, 302 complessa e costosa.

Il montaggio dell'albero 322 della figura 3 su dei cuscinetti a rotolamento 323, 324, situati da una parte e dall'altra del gruppo rotante che comprende le due giranti 305, 355 e le turbine 332, 333, porta ad una lunghezza di albero considerevole, suscettibile di favorire la comparsa di vibrazioni. I cuscinetti di rotolamento 323, 324 non possono di per sè produrre alcun ammortizzamento, di modo che è necessario utilizzare dei dispositivi di ammortizzamento separati, ciò che contribuisce a complicare e a rendere più cara la realizzazione di tale turbopompa. La concezione della carcassa al livello della turbina è anch'essa resa complessa dalla presenza del cuscinetto di rotolamento 324 disposto nella parte posteriore della turbina.

La figura 4 illustra un altro esempio di turbopompa di forte potenza che era destinato ad equipaggiare il motore denominato XLR 129 il cui sviluppo era stato intrapreso dalla Società PRATT & WHITNEY.

In tale turbopompa l'albero centrale 422, azionato nella sua parte posteriore da un primo stadio di turbina 432 e da un secondo stadio di turbina 433, porta nella sua parte anteriore un induttore 431, come pure una girante aperta 405



di un primo stadio e una girante aperta 455 di un secondo stadio, montate tergo a tergo in opposizione su dei cuscinetti 423, 424. Le giranti 405, 455 portano delle palette 406, 456 che si trovano posizionate direttamente di fronte alle pareti spesse della carcassa 401, 402. L'equilibratura assiale viene realizzata mediante uno stantuffo di equilibratura separato 460 che costituisce un regolatore attivo in sforzo, l'albero 422 essendo libero di spostarsi assialmente e posizionandosi in modo tale che la somma degli sforzi assiali sia nulla. A causa della presenza di uno stantuffo di equilibratura separato, è difficile controllare con precisione i giochi fra le giranti aperte e le facce corrispondenti della carcassa e le perdite per fuoriuscita di fluido possono essere considerevoli, ciò che impedisce di ottenere un rendimento volumetrico elevato.

Le concezioni multistadio della pompa e la presenza di un sistema di equilibratura separato non permettono di ottenere una compattezza massima, nè di concepire una forma di carcassa semplificata.

Oggetto e descrizione riassuntiva dell'invenzione

La presente invenzione mira a rimediare agli inconvenienti sopra citati e a realizzare una turbopompa di elevata potenza che permetta di ottenere una sovrappressione considerevole, superiore a circa 200 bar, pur offrendo una facilità di fabbricazione ed una compattezza aumentate che por-

tano ad un costo di realizzazione ridotto rispetto alle turbopompe note che funzionano nella stessa gamma di sovrappressioni.

Questi scopi vengono raggiunti conformemente all'invenzione grazie ad una turbopompa compatta di elevata potenza per l'alimentazione di un motore a razzo con ergolo, caratterizzata dal fatto che essa comprende:

- a) un albero corto di grande diametro mobile in rotazione,
- b) una girante unica con forte sovrappressione e con grande portata, montata sull'albero corto in modo da costituire uno stadio unico di pompa per ricevere l'ergolo che costituisce il fluido di lavoro attraverso una canalizzazione di aspirazione e per inviare l'ergolo pressurizzato attraverso una canalizzazione di mandata,
- c) un cuscinetto di rotolamento per sostenere l'albero corto in una zona con sezione ridotta situata davanti alla girante che costituisce lo stadio unico della pompa,
- d) un cuscinetto fluido (24) direttamente integrato negli elementi di carcassa di pompa (1, 2) e dimensionato in modo da sopportare una grande velocità di rotazione N con un diametro D considerevole, per sostenere l'albero corto (22) in una zona di grande sezione situata

dietro alla girante (5) che costituisce lo stadio unico della pompa, il cuscinetto fluido (24) essendo direttamente alimentato dal fluido di lavoro prelevato nella canalizzazione di mandata (4), immediatamente all'uscita dalla girante (5),

- e) almeno uno stadio di turbina, che è montato di sbalzo sull'albero corto dietro al cuscinetto fluido e che riceve un flusso di gas caldi attraverso un toro di immissione,
- f) un induttore del tipo ad alta pressione disposto a monte del cuscinetto di rotolamento sulla canalizzazione di aspirazione, e
- g) degli elementi di carcassa metallica di pompa e di turbina, con forma semplificata.

La presenza dei cuscinetti, situati da una parte e dall'altra di una girante unica con un cuscinetto di rotolamento nella parte anteriore, che può essere poco costoso, e un cuscinetto fluido nella parte posteriore con grande DN (prodotto del diametro D per la velocità di rotazione N), che può garantire un buon ammortizzamento, permettono di utilizzare un albero corto di grande diametro che ruota a grande velocità senza generare delle vibrazioni eccessive e permettono di ottenere un gruppo compatto ottimizzato ad un costo ragionevole.

La compattezza e l'architettura della turbopompa se-

condo la presente invenzione portano ad una semplificazione nella realizzazione della carcassa metallica, che può essere realizzata ad esempio di fusione.

La girante con forte sovrappressione e con grande portata può essere del tipo di una girante chiusa o del tipo di una girante aperta.

Nel caso di una girante aperta, un sistema di equilibratura assiale attivo del gruppo albero-girante è vantaggiosamente integrata alla girante, permettendo di mantenere un gioco girante-carcassa piccolo, di conseguenza permettendo di ridurre le perdite per fuoriuscita e di conseguenza permettendo di ottenere un rendimento volumetrico elevato.

L'induttore del tipo ad alta pressione comprende un mozzo la cui sezione di uscita presenta un diametro aumentato rispetto alla sezione di entrata.

La turbopompa secondo l'invenzione può così funzionare con un solo stadio di pompa, senza pompa di sovralimentazione, ciò che semplifica grandemente la sua fabbricazione e riduce il suo costo, pur conservando una potenza sufficiente per permettere un'alimentazione della camera di combustione di un motore a razzo criotecnico con forte spinta, con degli ergoli che hanno la pressione nominale richiesta.

Breve descrizione dei disegni

Altre caratteristiche e vantaggi dell'invenzione appariranno della descrizione seguente di forme particolari di



attuazione, fornite a titolo di esempi non limitativi, con riferimento ai disegni allegati nei quali:

- la figura 1 è una vista in semisezione assiale di una turbopompa di elevata potenza secondo una forma di attuazione particolare dell'invenzione,

- la figura 2 è una vista in sezione assiale di un primo esempio di turbopompa di elevata potenza nota,

- la figura 3 è una vista in sezione assiale di un secondo esempio di turbopompa di elevata potenza nota,

- la figura 4 è una vista in sezione assiale di un terzo esempio di turbopompa di elevata potenza nota,

- la figura 5 è una vista in semisezione assiale di una seconda forma particolare di attuazione di turbopompa secondo l'invenzione, e

- la figura 6 è una vista in semisezione assiale di una terza forma particolare di attuazione di turbopompa secondo l'invenzione.

Descrizione particolareggiata di forme particolari di attuazione

Si fa riferimento prima di tutto alla figura 1 che illustra la struttura generale di una turbopompa secondo l'invenzione.

La turbopompa secondo l'invenzione appartiene alla classe delle turbopompe di elevata potenza che consentono l'alimentazione di una camera di combustione di un motore a

razzo criotecnico con ergolo (quale l'idrogeno liquido) a pressioni nominali comprese fra circa 200 a 250 bar.

Tali turbopompe permettono di utilizzare nella camera di combustione una pressione al livello del focolare che è dell'ordine di 150 bar e di conseguenza consentono la realizzazione di motori economici con forte spinta che possiedono una buona prestazione in termini di impulso specifico (elevato) e in termini di massa (piccole).

Come è stato indicato in precedenza, i sistemi classici di alimentazione mediante turbopompe sono, per sovrappressioni superiori a 200 bar, complesse a causa dell'utilizzazione di giranti multistadio rese necessarie per ottenere una velocità di rotazione sufficientemente elevata che può portare ad un ingombro accettabile. Ora il costo del sistema di alimentazione con ergoli, ivi comprese le turbopompe, influisce in modo significativo sul costo totale di realizzazione di un motore criotecnico.

L'architettura della figura 1 permette di ridurre in modo sostanziale il costo di sviluppo e di fabbricazione di una turbopompa di elevata potenza.

La turbopompa della figura 1 comprende essenzialmente un gruppo rotante che è costituito intorno ad un albero centrale 22, di lunghezza ridotta, e che comprende una girante unica 5 di pompa centrifuga ad un solo stadio montata sull'albero 22, nella parte mediana di questo, come pure due

giranti di turbina 32, 33 montate sull'albero 22 nella parte posteriore di questo.

Le giranti di turbina 32, 33, montate di sbalzo nella parte posteriore dell'albero 22, trascinano questo in rotazione sotto l'azione di un flusso di gas caldi applicato alla periferia delle giranti di turbina 32, 33 a partire da un toro 34 di entrata dei gas.

Nella figura 1 è stata rappresentata, per la pompa ad un solo stadio, una girante 5 di tipo aperto, con delle palette 6 che ricevono il fluido di lavoro attraverso un canale di aspirazione 3 e che spingono il fluido di lavoro pressurizzato attraverso un canale di mandata 4.

Un induttore 31 ad alta pressione è disposto all'entrata della pompa centrifuga sul percorso del fluido di lavoro introdotta assialmente attraverso la sezione di entrata 36.

Il fluido di lavoro, dopo essere passato nell'induttore 31, viene introdotto direttamente nel canale di aspirazione 3 della pompa. L'induttore ad alta pressione 31 comprende un mozzo 35 la cui sezione di uscita 35b presenta un diametro superiore a quello della sezione di entrata 35a in modo da fornire delle pressioni, all'entrata della girante principale 5, con velocità di rotazione elevate. La presenza di un induttore ad alta pressione 31 contribuisce ad evitare l'impiego di una pompa di sovralimentazione, a ridurre le

dimensioni della macchina e a facilitare l'installazione di un cuscinetto di rotolamento 23 in una zona dell'albero 22 con sezione trascurabile, situata fra l'induttore e la girante 5 della pompa. Un diffusore fisso 7 può d'altra parte essere disposto di fronte all'estremità periferica delle palette 6 nella canalizzazione di mandata 4.

Il cuscinetto di rotolamento 23 può essere realizzato in modo economico. La sua ubicazione fra la girante 5 e l'induttore 31 consente, grazie alla piccola potenza trasmessa dalla girante 5 all'induttore 31, l'utilizzazione di un prodotto diametro D per velocità di rotazione N moderato, ciò che facilita lo sviluppo e che aumenta l'affidabilità e la durata di questo componente e della macchina.

Un cuscinetto fluido 24, quale ad esempio un cuscinetto idrostatico, è disposto in una zona del gruppo rotante con sezione relativamente grande, fra la girante 5 ed i due stadi di turbina 32, 33, permettendo alle giranti di turbina di essere montate di sbalzo.

Il cuscinetto fluido 24 può presentare un prodotto DN del diametro D per la velocità di rotazione N che è elevato e la sua localizzazione fra la pompa e la turbina 32, 33 permette di semplificare considerevolmente l'architettura della carcassa nella sua parte 37, 38 situata intorno alla turbina 32, 33. L'ingombro radiale ridotto del cuscinetto fluido posteriore 24 permette di ridurre l'ingombro assiale



della macchina mediante l'embricazione del toro 34 di immissione dei gas caldi nella turbina, all'esterno della parte della carcassa 1, 2 che delimita la pompa con un solo stadio.

L'insieme delle differenti parti 1, 2, 37, 38 della carcassa può essere realizzato di fonderia in condizioni di costo e di facilità di realizzazione molto migliori che non nelle soluzioni classiche.

Il cuscinetto fluido 24 può essere direttamente alimentato mediante il fluido della pompa, prelevato nel canale di uscita 4 del fluido di lavoro. Le caratteristiche dinamiche del cuscinetto fluido 24 permettono di apportare all'albero 22 l'ammortizzamento necessario per un funzionamento tranquillo. La dimensione del cuscinetto fluido 24, espressa in prodotto DN, e il fatto che il cuscinetto fluido 24 possa creare un ammortizzamento nell'immediata vicinanza della girante 5 minimizzano i problemi di dinamica della linea d'albero. Gli altri ammortizzatori della linea d'albero 22 possono di conseguenza essere fortemente ridotti o addirittura soppressi. Un trattamento di superficie del cuscinetto fluido può consentire un avviamento della rotazione del gruppo rotante senza che sia necessario introdurre un dispositivo ausiliario.

La figura 1 illustra la messa in opera di una girante 5 del tipo di una girante aperta.

Si noterà che la lavorazione di una girante aperta può essere relativamente semplice, ciò che riduce i costi di fabbricazione.

Vantaggiosamente un sistema di equilibratura assiale attivo del gruppo rotante è integrato alla girante 5 e comprende una camera di equilibratura 14 interposta tra la faccia posteriore del corpo della girante 5 ed una parte posteriore esterna 2 della carcassa di pompa 1, 2. La camera di equilibratura 14 è in comunicazione con la canalizzazione di mandata 4 attraverso una luce 8, il cui gioco assiale viene mantenuto invariabile nel funzionamento e che è definita dall'estremità periferica 51 della girante che svolge la funzione di piattaforma di equilibratura, e attraverso un pezzo di luce 71, solidale con la parte posteriore esterna 2 della carcassa di pompa 1, 2 e interposto fra il diffusore 7 e l'estremità periferica 51 della girante 5.

Secondo un'altra caratteristica possibile di una turbopompa con girante aperta secondo l'invenzione, un pezzo intermedio 9 che forma una flangia, immobilizzato in rotazione rispetto alla carcassa di pompa 1, 2, è interposto tra una parte anteriore esterna 1 della carcassa e la girante 5. Una cavità 10 è ricavata tra la parte anteriore esterna 1 della carcassa di pompa 1, 2 e il pezzo intermedio 9 per ricevere una contropressione con un valore predeterminato che permette di mantenere nel funzionamento un gioco ridotto senza

contatto fra il pezzo intermedio 9 e le palette 6 della girante 5. Il pezzo intermedio 9 può ad esempio essere collegato alla parte anteriore 1 della carcassa di pompa 1, 2 mediante dei soffietti 29, 30 che svolgono contemporaneamente una funzione di tenuta, di distanziamento del pezzo intermedio 9 a riposo e di appoggio di questo pezzo intermedio 9 sul diffusore 7.

La figura 5 illustra una variante di attuazione della turbopompa della figura 1 e illustra in particolare un disegno degli elementi della carcassa che è differente. Nel caso della figura 5 il fluido di lavoro pressurizzato esce così radialmente alla periferia della girante 5 per sboccare nella canalizzazione di mandata 41 che è disposta sostanzialmente al livello di un piano radiale che contiene la girante 5. In questo caso la canalizzazione torica di mandata 41 può essere definita interamente dalla parte posteriore 2 della carcassa di pompa 1, 2 che si prolunga davanti al piano della girante 5. La parte anteriore 1 della carcassa della pompa può presentare una forma estremamente semplificata la cui sezione secondo un semipiano assiale presenta approssimativamente una forma di U con un'estremità interna 36a che forma una flangia, che definisce la sezione di entrata 36 del fluido di lavoro, e con un'estremità esterna 42 che forma una flangia, che può essere applicata contro l'estremità anteriore della parte posteriore 2 della carcassa che circonda

la pompa ad un solo stadio. Il riferimento 43 indica delle guarnizioni di tenuta fra le due parti 1 e 2 della carcassa della pompa.

Contrariamente alla forma di attuazione della figura 5, la forma di attuazione della figura 1 illustra una parte anteriore della carcassa della pompa che definisce interamente la canalizzazione torica 4 di mandata del fluido di lavoro, la zona di collegamento fra la parte anteriore 1 e quella posteriore 2 della carcassa di pompa 1, 2 essendo situato sostanzialmente nel piano della girante 5.

Nella forma di attuazione della figura 1, come in quella della figura 5, il toro 34 d'immissione dei gas caldi, che servono ad azionare le giranti di turbina 32, 33, è esterno alla carcassa 1, 2 della pompa centrifuga ad un solo stadio e fa parte di una carcassa di turbina 37, 38 che può essere fatta in due parti stampate con forma molto semplice e che può facilmente essere smontata senza modificare la carcassa principale 1, 2 della pompa centrifuga. Il cuscinetto fluido 24 è da parte sua integrato direttamente nella parte posteriore 2 della carcassa della pompa, ciò che contribuisce anche a facilitare la realizzazione della carcassa della turbina.

Nella figura 5 è stata d'altra parte rappresentata una girante chiusa con delle palette 6' la cui estremità libera è collegata ad una flangia anteriore 6". Le forme geometri-



che della girante chiusa (spessore e profilo delle palette 6', della parte 5 che forma il mozzo e della flangia 6") sono ottimizzate per permettere di ottenere delle sovrappressioni dell'ordine di 200 a 250 bar. Allo scopo di conferire alla girante chiusa una tenuta meccanica sufficiente e allo scopo di facilitare la realizzazione di forme geometriche ottimizzate, pur mantenendo un costo ridotto, la girante chiusa viene realizzata mediante la tecnica della metallurgia delle polveri o mediante deposizione di plasma piuttosto che secondo un procedimento di lavorazione tradizionale mediante fresatura o mediante elettroerosione.

Nel caso dell'utilizzazione di una girante aperta, come in quello dell'utilizzazione di una girante chiusa, è preferibile utilizzare una girante di pompa 5 senza orifizio centrale. Tale girante permette di ottenere le velocità periferiche richieste dal campo di sovrappressioni considerato.

La figura 6 illustra ancora un'altra forma di attuazione possibile di una turbopompa secondo l'invenzione. La turbopompa della figura 6 è simile a quella della figura 1, con una girante aperta, ma senza il pezzo intermedio 9 né la cavità 10 per l'applicazione di una contropressione. La figura 6 illustra anche una carcassa di pompa 1, 2 il cui disegno è un po' differente da quello della figura 1, pur restando molto semplice. Un collegamento meccanico collega,

nella parte anteriore 1 della carcassa della pompa, la canalizzazione torica 44 di evacuazione del fluido di lavoro pressurizzato alla flangia 36a che definisce la sezione di entrata 36 del fluido di lavoro.

Naturalmente diverse modifiche possono essere apportate alle diverse forme di attuazione descritte e queste forme di attuazione possono anche essere combinate fra di loro. Così una girante chiusa potrebbe essere utilizzata con una carcassa di pompa 1, 2 del tipo descritto nelle figure 1 e 6 e inversamente una girante aperta potrebbe essere installata in una carcassa di pompa 1, 2 come quella rappresentata nella figura 5.

In modo generale la dinamica della linea d'albero viene migliorata grazie all'utilizzazione di un albero corto 22 che definisce, al livello del cuscinetto fluido 24, una sezione relativamente grande.

Le turbopompe conformi all'invenzione possono essere utilizzate come dei motori a razzo criotecnici la cui spinta può essere compresa ad esempio tra 1300 e 4000 KN.

RIVENDICAZIONI

1. Turbopompa compatta di elevata potenza per l'alimentazione di un motore a razzo con ergolo, caratterizzata dal fatto che essa comprende:

- a) un albero corto di grande diametro (22) mobile in rotazione,
- b) una girante (5) unica con forte sovrappressione e con grande portata, montata sull'albero corto (22) in modo da costituire uno stadio unico di pompa per ricevere l'ergolo che costituisce il fluido di lavoro attraverso una canalizzazione di aspirazione (3) e per inviare l'ergolo pressurizzato attraverso una canalizzazione di mandata (4),
- c) un cuscinetto di rotolamento (23) per sostenere l'albero corto (22) in una zona di sezione ridotta situata davanti alla girante (5) che costituisce lo stadio unico della pompa,
- d) un cuscinetto fluido (24) direttamente integrato negli elementi della carcassa di pompa (1, 2) e dimensionato in modo da sopportare una grande velocità di rotazione N con un diametro D considerevole, per sostenere l'albero corto (22) in una zona di grande sezione situata dietro alla girante (5) che costituisce lo stadio unico della pompa, il cuscinetto fluido (24) essendo direttamente alimentato mediante un fluido di lavoro

- prelevato nella canalizzazione di mandata (4), immediatamente all'uscita dalla girante (5),
- e) almeno uno stadio di turbina (32, 33), che è montato di sbalzo sull'albero corto (22) dietro al cuscinetto fluido (24) e che riceve un flusso di gas caldi attraverso un toro di immissione (34),
 - f) un induttore (31) del tipo ad alta pressione disposto a monte del cuscinetto di rotolamento (23) sulla canalizzazione di aspirazione (3), e
 - g) degli elementi di carcassa metallica di pompa (1, 2) e di turbina (37, 38), con forma semplificata.
2. Turbopompa compatta secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che gli elementi di carcassa metallica (1, 2; 37, 38) con forma semplificata sono realizzati di fusione
3. Turbopompa compatta secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che la girante (5) con forte sovrappressione e con grande portata è del tipo di una girante chiusa.
4. Turbopompa compatta secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che la girante (5) con forte sovrappressione e con grande portata è del tipo di una girante aperta.
5. Turbopompa compatta secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che essa comprende un sistema di

equilibratura assiale attivo del gruppo albero (22)-girante

(5).

FEB INCARICO

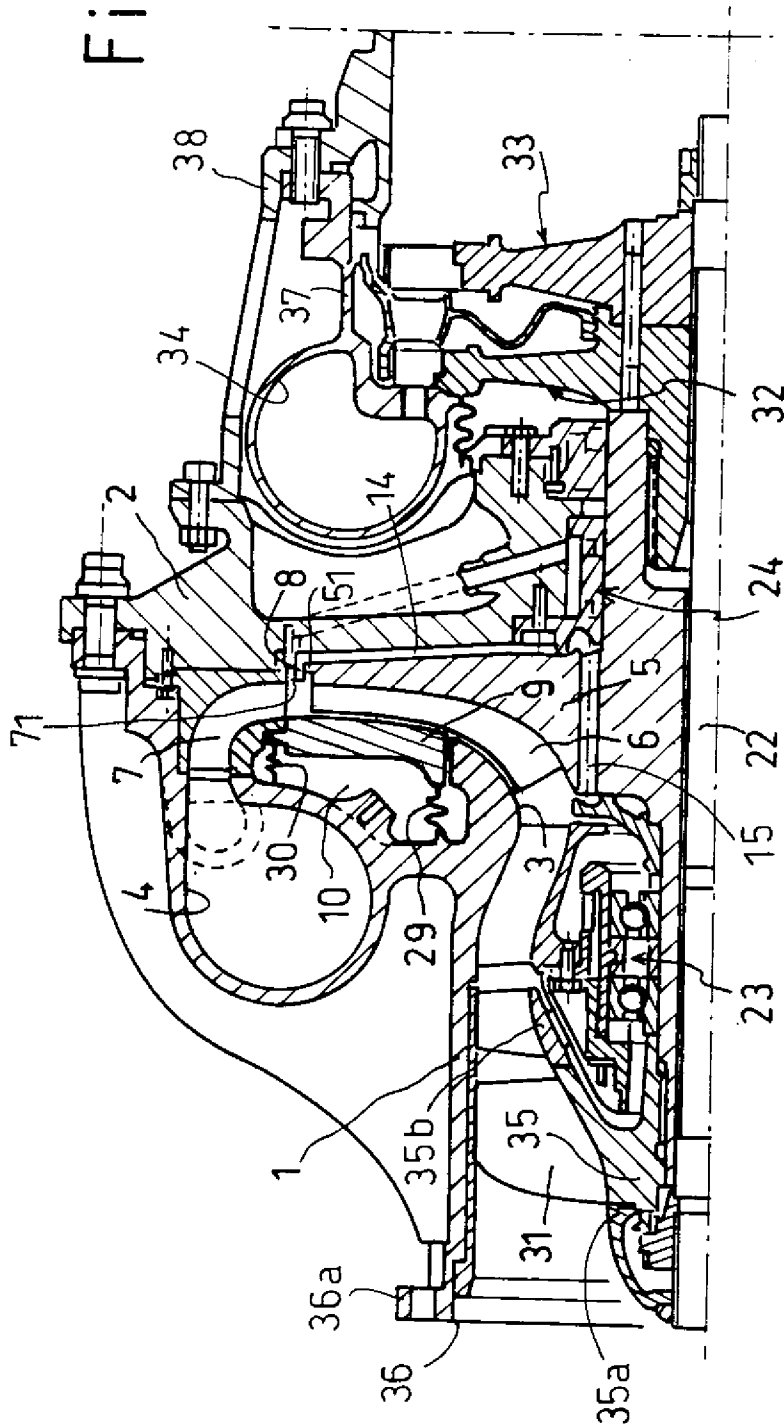
L. P. Lolo RAINDE II
11. Horiz. ALSO 105

[Handwritten signature]

JACOBACCI - CANTATA & PERATI



Fig-1



Per incarico di : SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION

Ing. Mauro MARCHITELLI
N. 15842 ALBO 507
(in proprio e per gli altri)

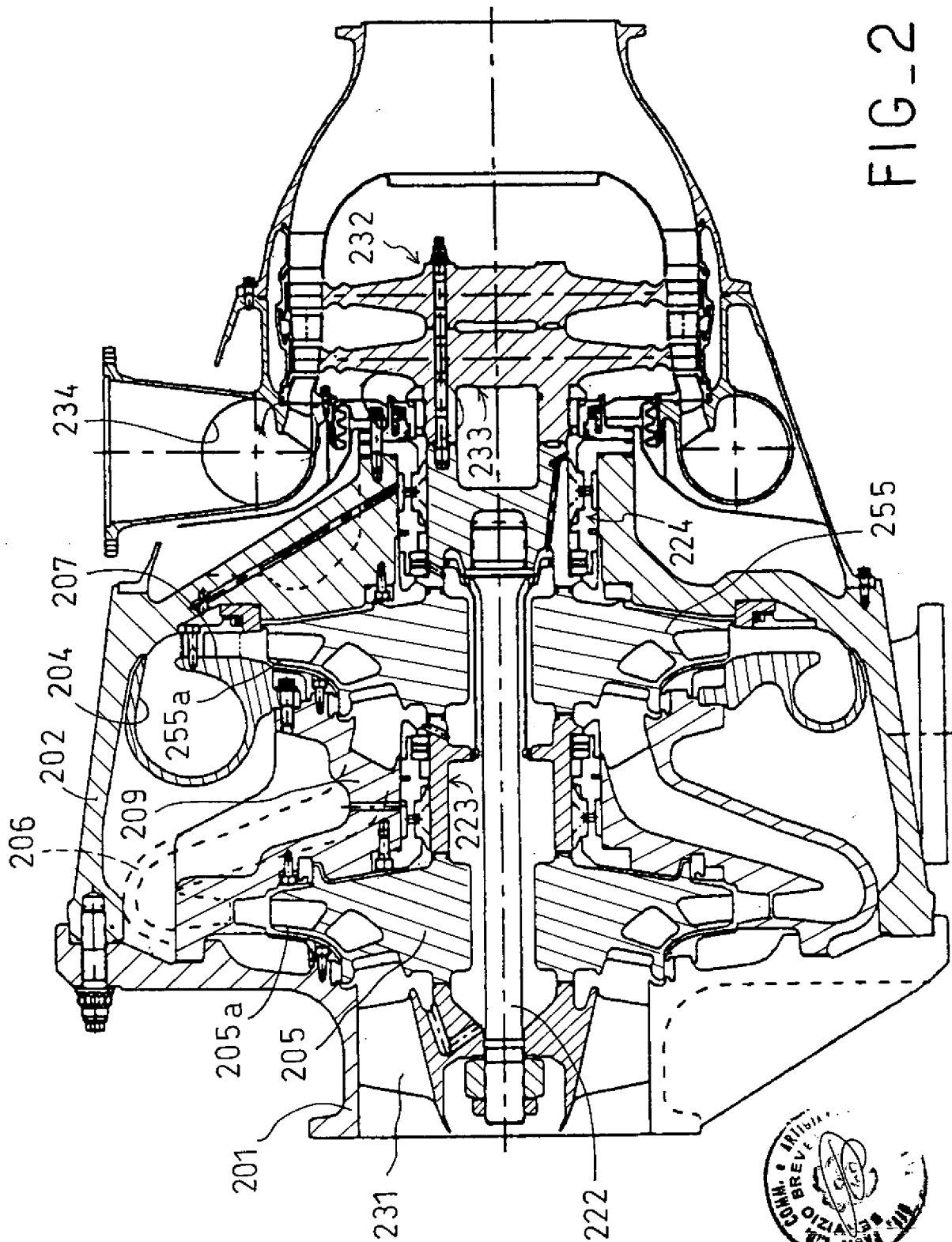


FIG-2



Ing. Mauro MARCHITELLI
(in proprio e per gli altri)

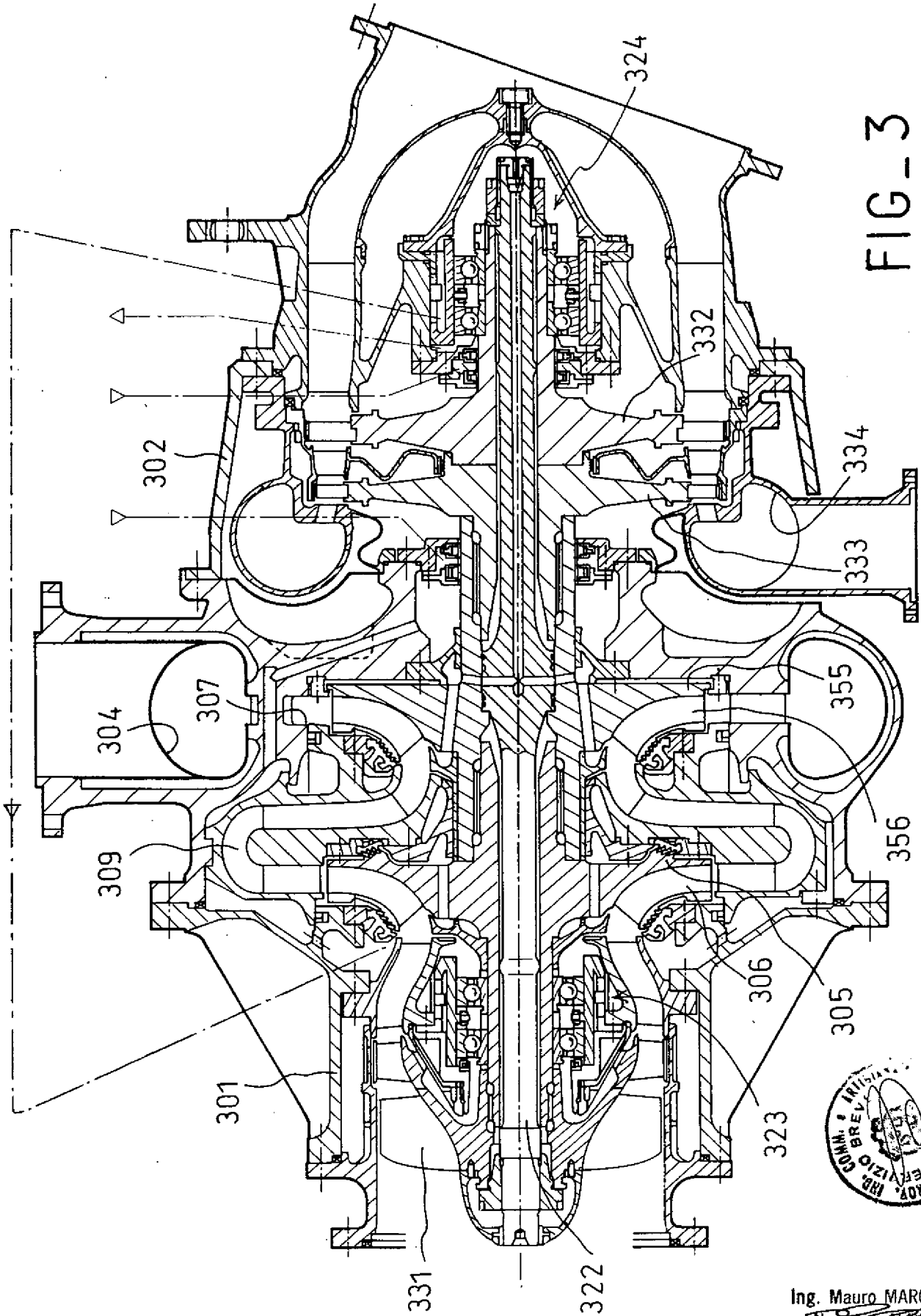


FIG-3



Ing. Mauro MARCHITELLI
(in proprio e per gli altri)

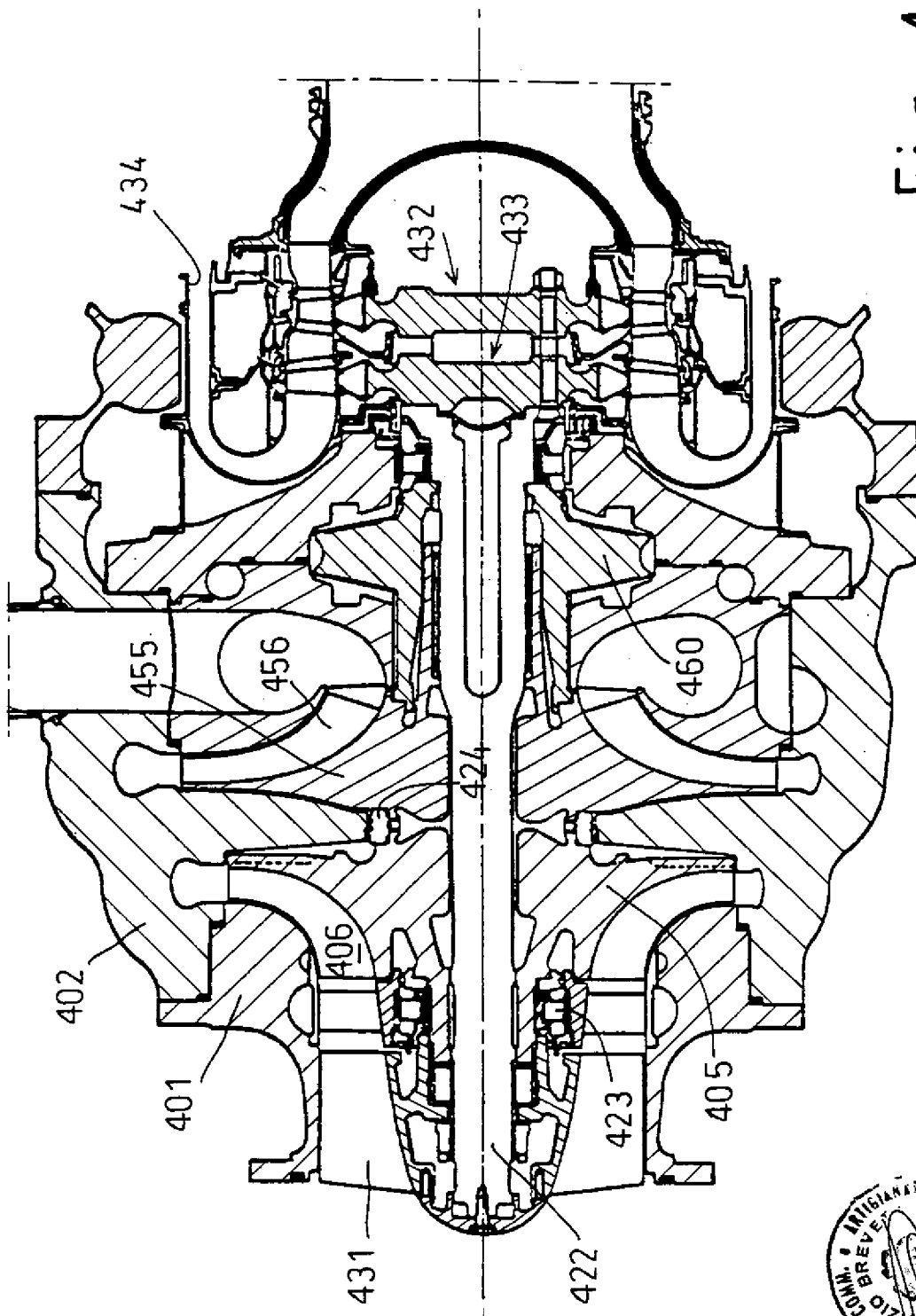


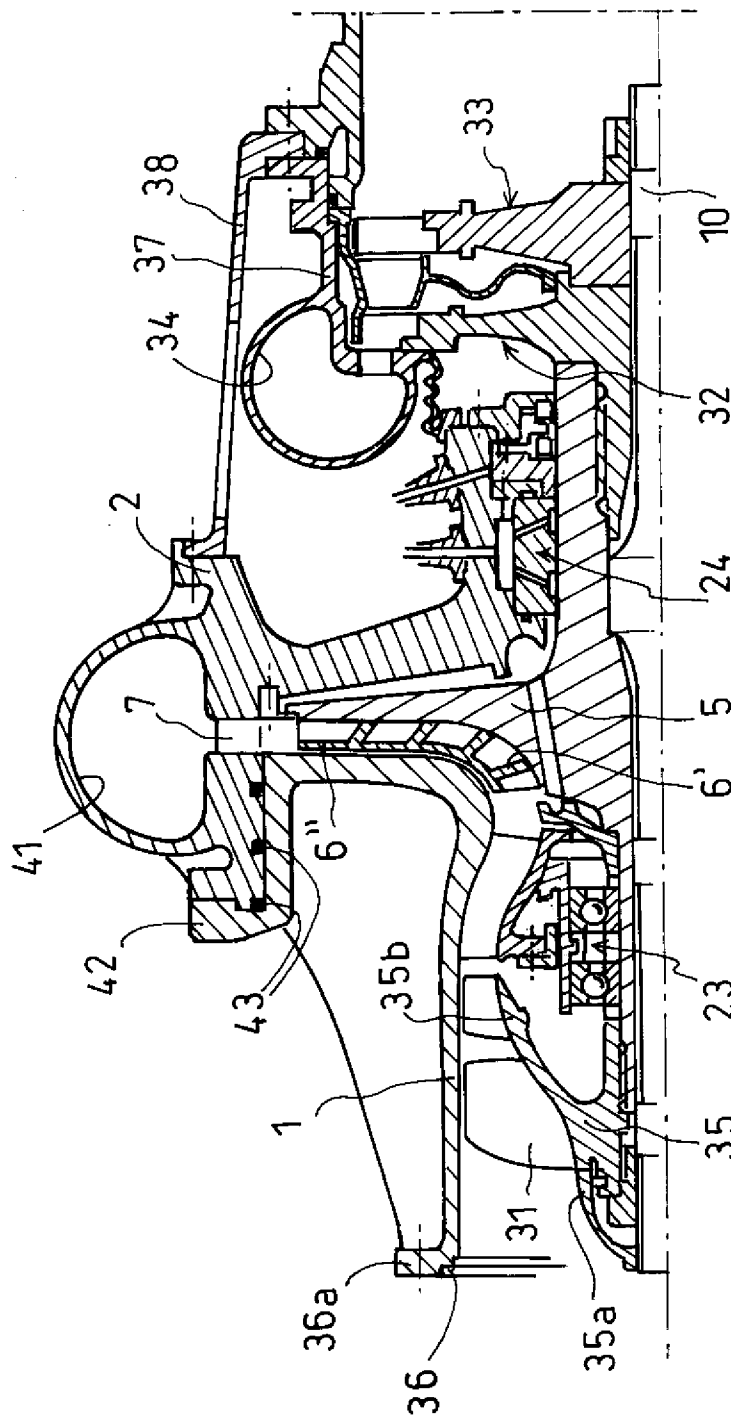
Fig-4



Per incarico di : SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION

Ing. Mauro MARCHITELLI
(Signature)
per proprio e per gli altri

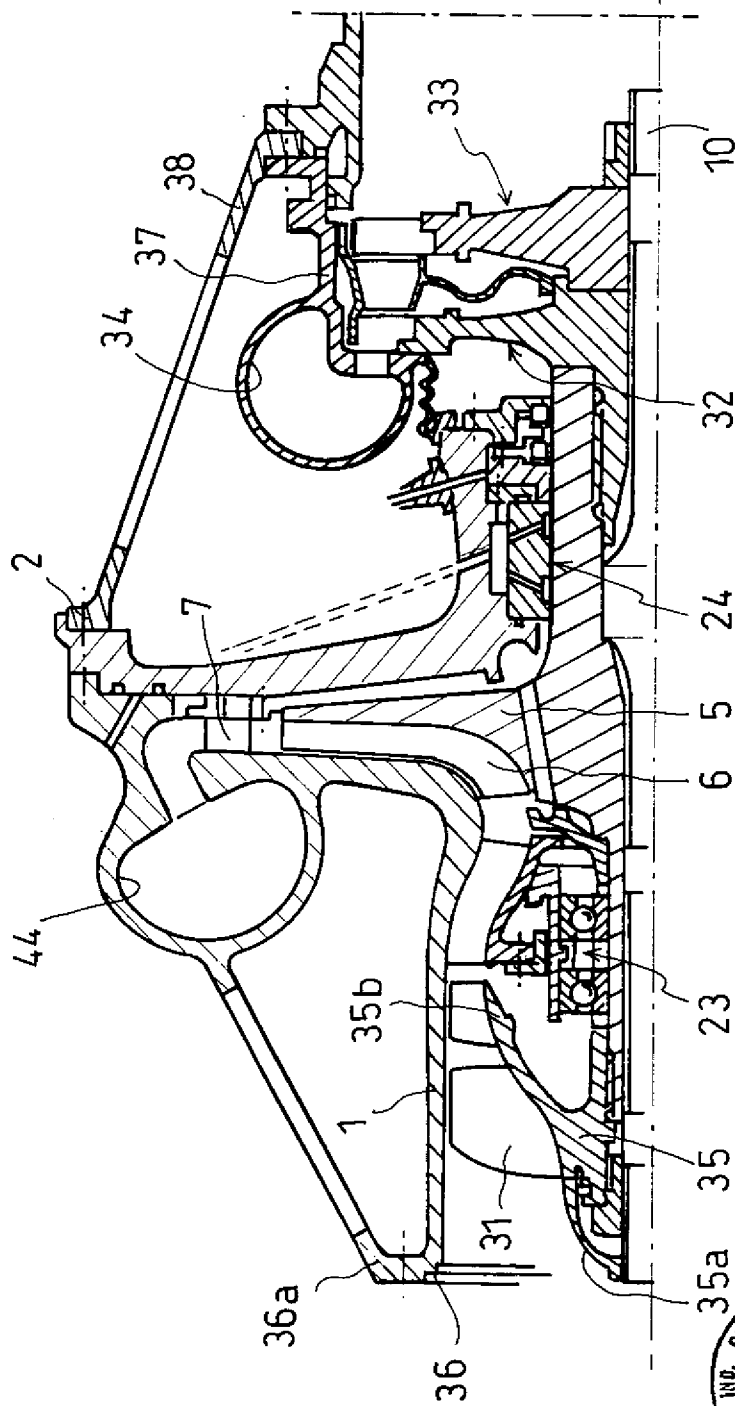
FIG. 5



Per incarico di : SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION

Ing. Mauro MARCHITELLI
(in proprio e per gli altri)

FIG. 6



Per incarico di : SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION

Ing. Mauro MARCHITELLI
(Signature)
(a) proprio e per gli altri