



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

DOMANDA NUMERO	102001900938321
Data Deposito	19/06/2001
Data Pubblicazione	19/12/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	03	B		

Titolo

TURBINA ASSIALE A GEOMETRIA VARIABILE, IN PARTICOLARE PER MOTORI AERONAUTICI.
--

10 200/A/00185

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per Invenzione Industriale

di FIATAVIO S.P.A.

di nazionalità italiana,

con sede a 10127 TORINO, VIA NIZZA, 312

Inventori designati: SCHIPANI Claudia, SPANO Ennio,

DALLE CRODE Domenico

La presente invenzione è relativa ad una turbina assiale a geometria variabile, in particolare per motori aeronautici.

Com'è noto, una turbina assiale per motori aeronautici a reazione comprende almeno uno statore ed un rotore disposti in successione tra loro e comprendenti rispettive schiere di palette, le quali delimitano tra loro relativi ugelli per il passaggio di un flusso di gas.

Nelle turbine assiali per motori aeronautici di tipo noto, la geometria degli ugelli dello statore è fissa, ossia la posizione relativa delle palette è stabilita a progetto secondo una configurazione determinata per soddisfare i requisiti di portata e prestazioni della turbina nel punto di progetto del motore e nelle condizioni di funzionamento fuori progetto.

REVELL Giancarlo
Iscrizione Albo nr 545/BMI

Il motore aeronautico presenta, durante il proprio funzionamento, condizioni caratterizzate da rapporti di pressione dei gas, temperature e regimi di rotazione fortemente variabili, ed la progettazione dei sottosistemi, in particolare del compressore, e' limitata dalla necessità di garantire un funzionamento stabile in tutte le condizioni operative.

Scopo della presente invenzione è quello di realizzare una turbina assiale a geometria variabile, in particolare per motori aeronautici, la quale consenta di risolvere i problemi sopra esposti e, in particolare, di migliorare la progettazione del compressore e, quindi, del motore, limitando la variabilità delle condizioni termodinamiche di funzionamento nel campo operativo del motore stesso.

Secondo la presente invenzione viene realizzata una turbina assiale a geometria variabile, in particolare per motori aeronautici, presentante un asse e comprendente uno statore comprendente una prima schiera di palette delimitanti tra loro relativi ugelli per il passaggio di un flusso di gas; caratterizzata dal fatto che il detto statore comprende, inoltre, una seconda schiera di palette coassiale alla detta prima schiera; ciascuna paletta della detta seconda schiera delimitando almeno parzialmente un relativo detto

REVELLI Giancarlo
Invenzione Albo n° 545/BM

ugello ed essendo mobile rispetto alle palette della detta prima schiera per variare, in uso, la geometria dell'ugello stesso; mezzi di posizionamento essendo previsti per regolare la posizione di ciascuna paletta della detta seconda schiera rispetto a quelle della detta prima schiera.

L'invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui:

la figura 1 illustra schematicamente, parzialmente e in sezione radiale, una preferita forma di attuazione della turbina assiale a geometria variabile, in particolare per motori aeronautici, realizzata secondo la presente invenzione;

la figura 2 è una sezione radiale analoga alla figura 1 ed illustra, in scala ingrandita, un particolare della turbina della figura 1;

le figure 3 e 4 illustrano, in prospettiva e con parti asportate per chiarezza, la turbina delle figure precedenti in due diverse configurazioni funzionali; e

le figure 5 e 6 illustrano la turbina nelle configurazioni funzionali delle figure 3 e, rispettivamente, 4 secondo uno sviluppo piano di una sezione circonferenziale.

Nella figura 1, con 1 è indicata una turbina

REVELLI Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BMI

assiale (parzialmente e schematicamente illustrata), la quale costituisce parte di un motore aeronautico (non illustrato) comprendente un gruppo compressore, un combustore disposto a valle del gruppo compressore ed un gruppo turbina. Il gruppo turbina, a sua volta, è disposto a valle del combustore e comprende tre turbine, rispettivamente di alta, di media e di bassa pressione, attraversate da un flusso assiale di gas in espansione prodotti nel combustore.

La turbina 1 definisce, in particolare, la turbina di media pressione del relativo motore aeronautico, presenta un asse 3 di simmetria coincidente con l'asse del motore stesso, definisce un condotto 4 anulare a diametro crescente e comprende un albero motore 5 girevole attorno all'asse 3 ed un involucro o carcassa 8 alloggiante una successione di stadi coassiali, uno solo dei quali è indicato con 10 in figura 1.

Con riferimento alle figure 1 e 2, lo stadio 10 comprende uno statore 11 ed un rotore 12 calettato sull'albero motore 5 a valle dello statore 11. Lo statore 11 comprende, a sua volta, un mozzo 16 (schematicamente illustrato), il quale supporta, in modo noto, l'albero motore 5 ed è collegato alla carcassa 8 mediante una struttura 19 anulare formata da una pluralità di settori 20 (figure 3 e 4)

REVELLI Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BW

circoferenzialmente accostati tra loro.

La struttura 19 comprende una coppia di piattaforme o pareti 21,22 anulari affacciate tra loro, delimitanti radialmente tra loro parte del condotto 4 e solidalmente collegate alla carcassa 8 e al mozzo 16.

La struttura 19 comprende, inoltre, una schiera 24 di profili aerodinamici o palette 25 (una sola delle quali è illustrata nelle figure 1 e 2), le quali sono alloggiate nel condotto 4 in posizioni angolarmente equidistanziate tra loro attorno all'asse 3, sono solidali alle pareti 21,22 e comprendono, ciascuna, un bordo di coda o d'uscita 27 sporgente oltre le pareti 21,22 stesse.

Lo statore 11 comprende, inoltre, una struttura 28, la quale è disposta a valle della struttura 19, nel senso di avanzamento dei gas attraverso la turbina 1, è definita da una pluralità di settori 29 (figure 3 e 4) accostati circoferenzialmente tra loro, e comprende una coppia di piattaforme o pareti 31,32 anulari affacciate tra loro ed estendentisi a prolungamento delle pareti 21,22.

Con riferimento alle figure 2, 5 e 6, la struttura 28 comprende, inoltre, una schiera 34 di profili aerodinamici o palette 35, le quali sono in numero uguale a quello delle palette 25, sono solidali alle

REVELL Giancarlo
Iscrizione Albo n. 545/BM

pareti 31,32 ed alloggiate nel condotto 4 in posizioni relative fisse ed angolarmente equidistanziate tra loro attorno all'asse 3.

Ciascuna paletta 35 comprende un relativo bordo d'ingresso 37 interposto in direzione circonferenziale tra i bordi d'uscita 27 di una relativa coppia di palette della schiera 24, indicate per chiarezza con 25a e 25b nelle figure 5 e 6.

La parete 32 è accoppiata al mozzo 16 in posizione assiale fissa ed in maniera angolarmente scorrevole attorno all'asse 3 mediante un dispositivo 40 di guida comprendente una serie di appendici 41 radiali allineate tra loro ed integrali ai settori 29, ed una scanalatura 42 anulare fissa portata dal mozzo 16 ed impegnata dalle appendici 41 stesse. Il dispositivo 40 consente alla schiera 34 di ruotare attorno all'asse 3 rispetto alla schiera 24 ed è atto a compensare, nel contempo, le differenze di dilatazione tra i vari componenti in direzione radiale, dovute agli elevati gradienti termici che si verificano in esercizio.

La parete 32 è accoppiata al mozzo 16 anche mediante l'interposizione radiale di una pluralità di corpi volventi 45, i quali sono disposti in parallelo al dispositivo 40 per limitare le azioni d'attrito tra la struttura 28 ed il mozzo 16 stesso.

REVELL Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BMI

Con riferimento alla figura 2, la parete 31, invece, è portata da un anello 47, il quale si estende coassialmente ed attorno alla struttura 28 ed è collegato in maniera angolare fissa a ciascun settore 29 mediante un relativo perno 48 parallelo all'asse 3.

L'anello 47 è accoppiato alla struttura 19 in posizione assiale fissa ed in maniera angolarmente scorrevole mediante un dispositivo 50 di guida analogo al dispositivo 40, presenta una sede 52 anulare ricavata verso la carcassa 8 e costituisce parte di un gruppo 54 di posizionamento angolare e movimentazione atto a ruotare la schiera 34 attorno all'asse 3 rispetto alla schiera 24.

Sempre con riferimento alla figura 2, il gruppo 54 comprende, inoltre, una coppia di attuatori 55 (uno solo dei quali è schematicamente illustrato in figura 1), i quali sono disposti in posizioni diametralmente opposte tra loro all'esterno della carcassa 8 e trascinano in rotazione l'anello 47 attorno all'asse 3 mediante una trasmissione dentata, in particolare mediante una trasmissione 57 a pignone e cremagliera.

La trasmissione 57 comprende una corona 59 a denti radiali diritti solidale all'anello 47 e, per ciascun attuatore 55, un relativo albero 60 di trasmissione, il quale presenta un proprio asse 61 radiale rispetto

REVELLI Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BMJ

all'asse 3, si estende attraverso la carcassa 8 ed è accoppiato alla carcassa 8 stessa in posizione assiale sostanzialmente fissa e in maniera angolarmente girevole attorno all'asse 61 stesso.

Ciascun albero 60 comprende un tratto 64 terminale esterno azionato dal relativo attuatore 55 ed un pignone 65 cilindrico a denti diritti, il quale è alloggiato nella sede 52 ed ingrana con la corona 59.

Per garantire un corretto funzionamento della turbina 1 e, in particolare, una corretta regolazione della posizione angolare della schiera 34, è necessario limitare le dilatazioni termiche dei vari componenti dello stadio 10, per cui è necessario raffreddare adeguatamente le palette 25 e 35, le quali, pertanto, presentano rispettive cavità 66, 67 radiali (figure 5, 6) per il passaggio di aria di raffreddamento convogliata in modo noto e non illustrato dall'esterno della carcassa 8. Le cavità 66 comunicano con il condotto 4 attraverso passaggi d'uscita 69, i quali sfociano in prossimità o in corrispondenza dei bordi d'uscita 27 delle palette 25 e risultano orientati verso le palette 35, almeno quando la schiera 34 è disposta nella citata prima configurazione, per raffreddare anche le palette 35 stesse.

In uso, come già esposto, è possibile regolare la

REVELL Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BM

posizione angolare relativa tra le schiere 34 e 24 tramite il gruppo 54, ossia azionando gli attuatori 55 per mettere in rotazione attorno all'asse 3 l'anello 47, il quale, a sua volta, trascina tutti i settori 29 grazie ai relativi perni 48 di collegamento, in modo da variare la geometria degli ugelli 70 dello statore 11 attraversati dai gas.

In particolare, con riferimento alle figure 5 e 6, ciascuno degli ugelli 70 è delimitato in direzione circonferenziale da una paletta 35 della schiera 34 e dalle relative palette 25a e 25b della schiera 24.

A parità di pressione totale e di temperatura totale dei gas in ingresso allo stadio 10, ruotando la schiera 34 rispetto alla schiera 24 si varia l'area trasversale minima di passaggio dei gas, ossia la cosiddetta "area geometrica di gola", negli ugelli 70 e, quindi, la portata dei gas stessi attraverso lo stadio 10. In particolare, ruotando l'anello 47 è possibile posizionare la schiera 34 in una prima configurazione illustrata nelle figure 4 e 6 e corrispondente ad una condizione di portata minima dei gas attraverso lo stadio 10.

In tale prima configurazione (figura 6), ciascuna paletta 35 si estende sostanzialmente a prolungamento del bordo d'uscita 27 della relativa paletta 25a,

REVELLI Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BMI

converge verso il dorso della paletta 25b affacciata, ossia tende a chiudere il passaggio d'uscita dei gas dall'ugello 70. Pertanto, la cosiddetta "area geometrica di gola" è definita dal bordo d'uscita della paletta 35 e dal dorso della paletta 25b affacciata ed è pari ad un valore A_1 minimo, mentre il passaggio tra il bordo d'ingresso 37 ed il bordo d'uscita 27 della paletta 25a non modifica sostanzialmente la portata attraverso la turbina.

Analogamente, è possibile effettuare una rotazione in senso opposto dell'anello 47 e, quindi, della schiera 34, fino a disporre la schiera 34 stessa in una seconda configurazione illustrata nelle figure 3 e 5 e corrispondente ad una condizione di massima portata dei gas attraverso lo stadio 10.

In tale seconda configurazione (figura 5), ciascuna paletta 35 è disposta in posizione adiacente ed affacciata al dorso della relativa paletta 25b, per cui lascia libero il passaggio d'uscita dei gas in corrispondenza del bordo d'uscita 27 della paletta 25a e suddivide il flusso di gas che attraversa l'ugello 70 in due parti, senza influenzare sostanzialmente il flusso stesso. In questo caso, pertanto, la cosiddetta "area geometrica di gola" è definita dal bordo d'uscita di ciascuna paletta 25a e dal dorso della relativa

REVELL Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BMI

paletta 25b ed è pari ad un valore A_2 maggiore di A_1 .

Considerando la rotazione della schiera 34 tra le configurazioni sopra descritte, la portata di gas attraverso lo statore 11 non varia linearmente con la posizione angolare delle palette 35, ma secondo un andamento del tipo a gradino.

Da quanto precede appare evidente che lo statore 11 consente di variare la portata dei gas attraverso lo stadio 10 a parità di condizioni termofluidodinamiche dei gas all'ingresso dello stadio 10 stesso. Quanto appena esposto è dovuto al fatto di realizzare una schiera 34 di deflettori o palette 35 che possono spostarsi circonferenzialmente e, in particolare, in maniera solidale tra loro, rispetto alla schiera 24 fissa, in modo da variare la geometria degli ugelli 70, in particolare in corrispondenza dell'uscita dagli ugelli 70 stessi.

Di conseguenza, variando la geometria, e quindi la portata, dello stadio 10, è possibile ottenere un funzionamento fuori progetto del sottosistema compressore più stabile, e quindi un migliore funzionamento del motore aeronautico.

Il gruppo 54 utilizzato per traslare circonferenzialmente le palette 35 risulta poi estremamente semplice, in quanto comprende un numero

REVELL Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BMI

contenuto di componenti, per cui comporta giochi di accoppiamento relativamente bassi.

Inoltre, l'assemblaggio della turbina 1 risulta relativamente semplice e veloce, in quanto è possibile montare lo stadio 10 accoppiando l'anello 47 alla struttura 19, collegando poi i settori 29 all'anello 47, ed inserendo solo successivamente l'albero 60 attraverso la carcassa 8 nella sede 52 per ingranare il pignone 65 con la corona 59.

Da quanto precede appare, infine, evidente che alla turbina 1 descritta ed illustrata possono essere apportate modifiche e varianti che non esulano dal campo di protezione della presente invenzione.

In particolare, potrebbe essere prevista una regolazione della posizione angolare della schiera 24 attorno all'asse 3, in combinazione o in alternativa alla regolazione della posizione angolare della schiera 34.

Inoltre, potrebbe essere previsto un gruppo di movimentazione diverso dal gruppo 54 descritto ed illustrato a titolo d'esempio e, in particolare, una trasmissione diversa dalla trasmissione 57.

REVELL Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BMJ

R I V E N D I C A Z I O N I

1.- Turbina assiale (1) a geometria variabile, in particolare per motori aeronautici, presentante un asse (3) e comprendente uno statore (11) comprendente una prima schiera (24) di palette (25) delimitanti tra loro relativi ugelli (70) per il passaggio di un flusso di gas; caratterizzata dal fatto che il detto statore comprende, inoltre, una seconda schiera (34) di palette (35) coassiale alla detta prima schiera (24); ciascuna palette (35) della detta seconda schiera (34) delimitando almeno parzialmente un relativo detto ugello ed essendo mobile rispetto alle palette (25) della detta prima schiera (24) per variare, in uso, la geometria dell'ugello (70) stesso; mezzi di posizionamento (54) essendo previsti per regolare la posizione di ciascuna palette (35) della detta seconda schiera (34) rispetto a quelle (25) della detta prima schiera (24).

2.- Turbina secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che la detta seconda schiera (34) è disposta a valle della detta prima schiera (24), considerando un senso assiale di avanzamento del detto flusso di gas.

3.- Turbina secondo la rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che ciascun detto ugello (70) è delimitato da una prima (25a) e da una seconda (25b)

REVELLI Gino Carlo
Iscrizione Albo nr. 545/BW

paletta della detta prima schiera (24) affacciate tra loro, e da una terza paletta (35) della detta seconda schiera (34) e mobile tra una prima configurazione, in cui definisce il prolungamento della detta prima paletta (25a) e converge verso la detta seconda paletta (25b), ed una seconda configurazione, in cui è distanziata dalla prima paletta (25a) stessa.

4.- Turbina secondo la rivendicazione 3, caratterizzata dal fatto che le dette terze palette (35) sono girevoli attorno al detto asse (3).

5.- Turbina secondo la rivendicazione 3 o 4, caratterizzato dal fatto che le dette terze palette (25) sono disposte in posizioni relative fisse tra loro.

6.- Turbina secondo le rivendicazioni 4 e 5, caratterizzata dal fatto che i detti mezzi di posizionamento (54) comprendono un anello di trascinamento (47) coassiale alla detta seconda schiera (34) e mezzi di accoppiamento (48) per rendere il detto anello di trascinamento (47) angolarmente solidale alla seconda schiera (34) stessa.

7.- Turbina secondo la rivendicazione 6, caratterizzata dal fatto di comprendere un involucro (8) alloggiante il detto statore (11), e dal fatto che il detto anello di trascinamento (47) è interposto tra la detta seconda schiera (34) ed il detto involucro (8).

REVELL Giancarlo
Iscrizione Albo nr 545/BMJ

8.- Turbina secondo la rivendicazione 6 o 7, caratterizzata dal fatto che i detti mezzi di posizionamento (54) comprendono, inoltre, mezzi attuatori (55) e mezzi di trasmissione (57) interposti tra i detti mezzi attuatori (55) ed il detto anello di trascinamento (47) per ruotare il detto anello di trascinamento (47) attorno al detto asse (3).

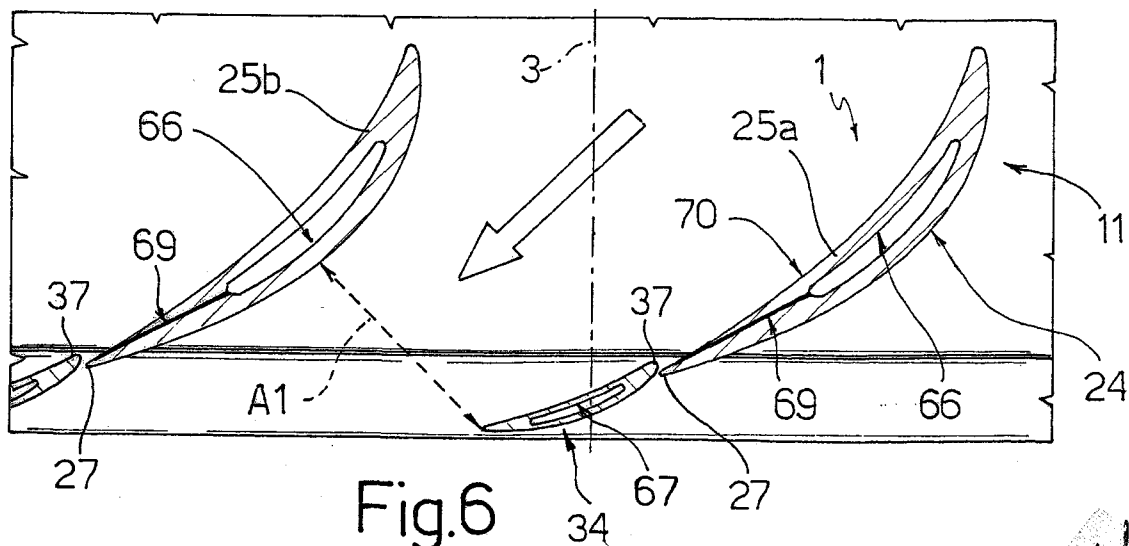
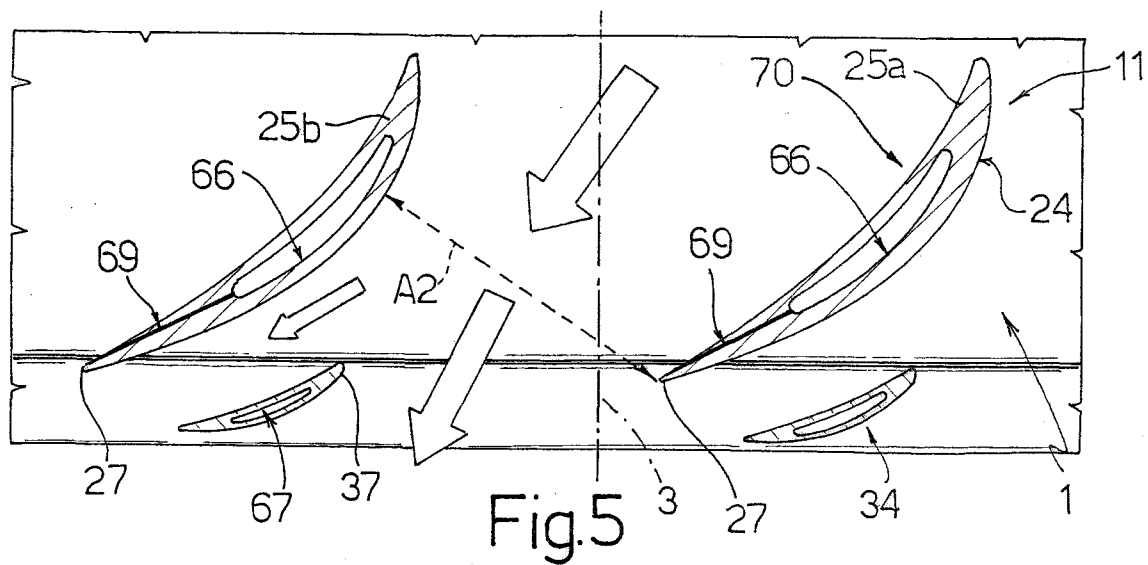
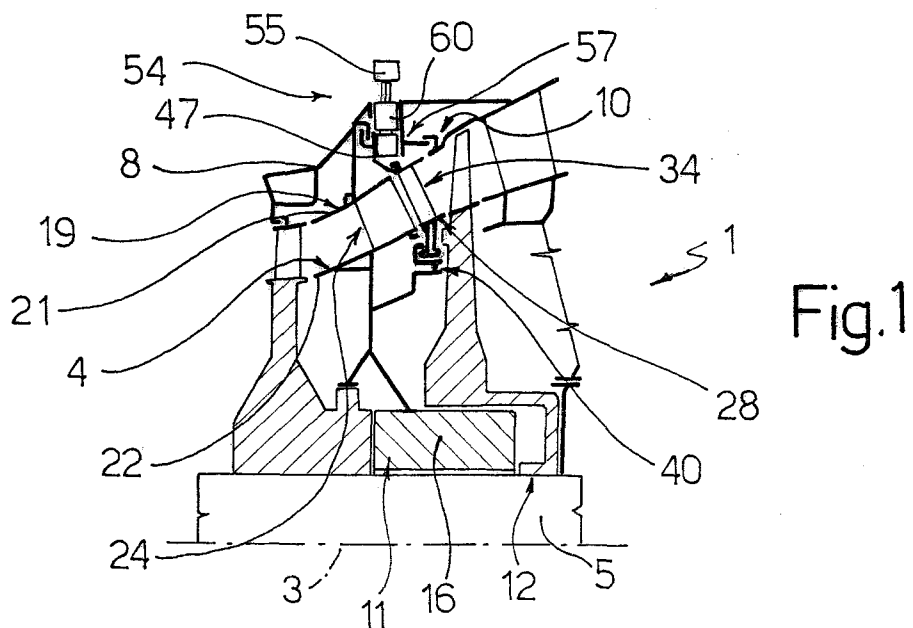
9.- Turbina secondo le rivendicazioni 7 e 8, caratterizzata dal fatto che i detti mezzi attuatori (55) sono disposti all'esterno del detto involucro (8).

10.- Turbina secondo la rivendicazione 8 o 9, caratterizzata dal fatto che i detti mezzi di trasmissione comprendono una trasmissione dentata (57).

11.- Turbina secondo la rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto che la detta trasmissione dentata (57) comprende una corona (59) portata dal detto anello di trascinamento (47) ed un pignone (65) azionato dai detti mezzi attuatori (55) ed ingranante con la detta corona (59).

12.- Turbina secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 7 a 11, caratterizzata dal fatto che i detti mezzi di posizionamento (54) comprendono, inoltre, mezzi di guida (50) interposti tra il detto anello di trascinamento (47) ed il detto involucro (8) per guidare l'anello di trascinamento (47) stesso attorno al detto

REVELL Giancarlo
Iscrizione Albo nr. 545/BW



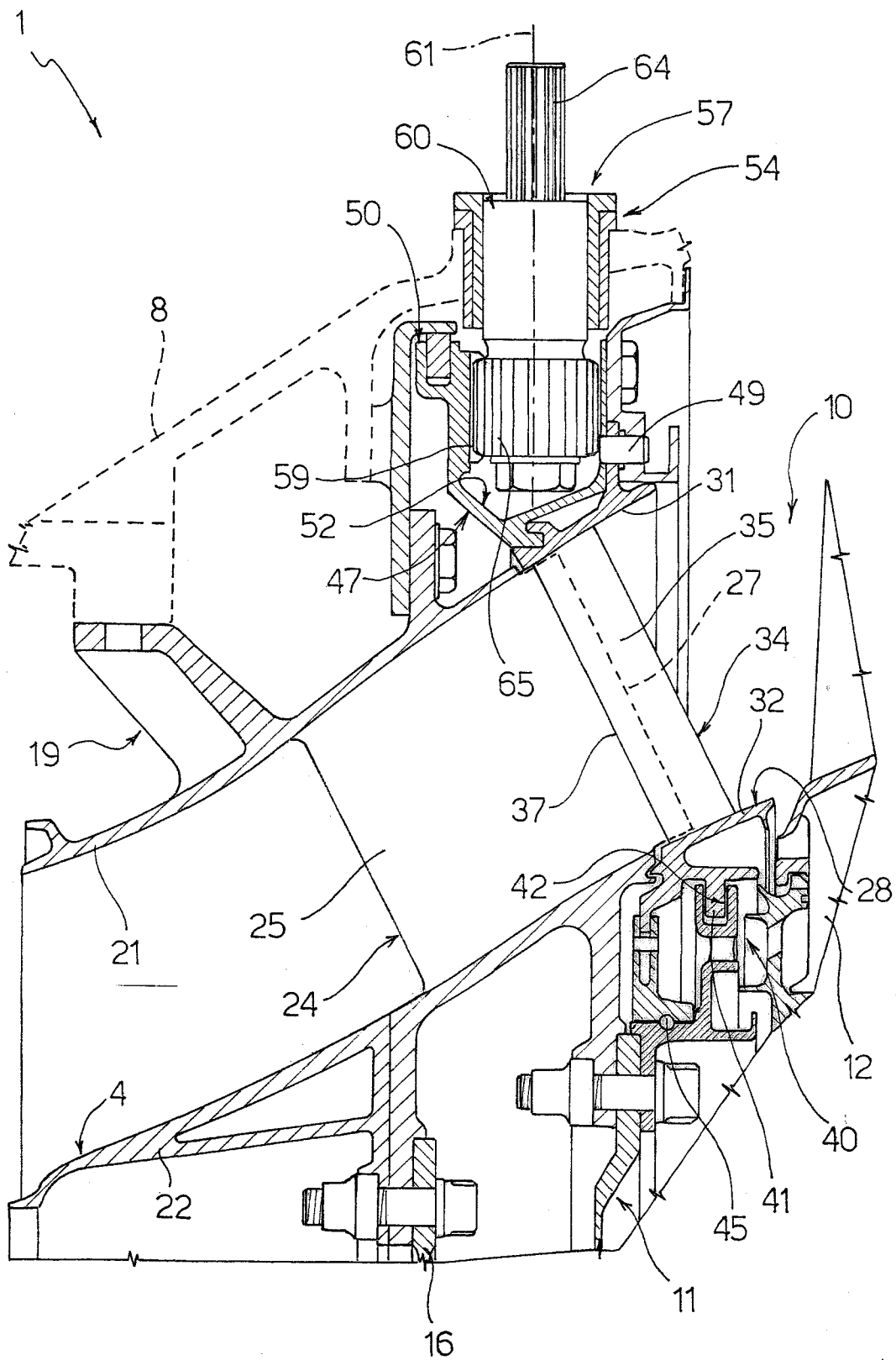


Fig.2

p.i.: FIATAVIO S.P.A.

REVELL Giancarlo

Iscrizione Albo nr 545/BM

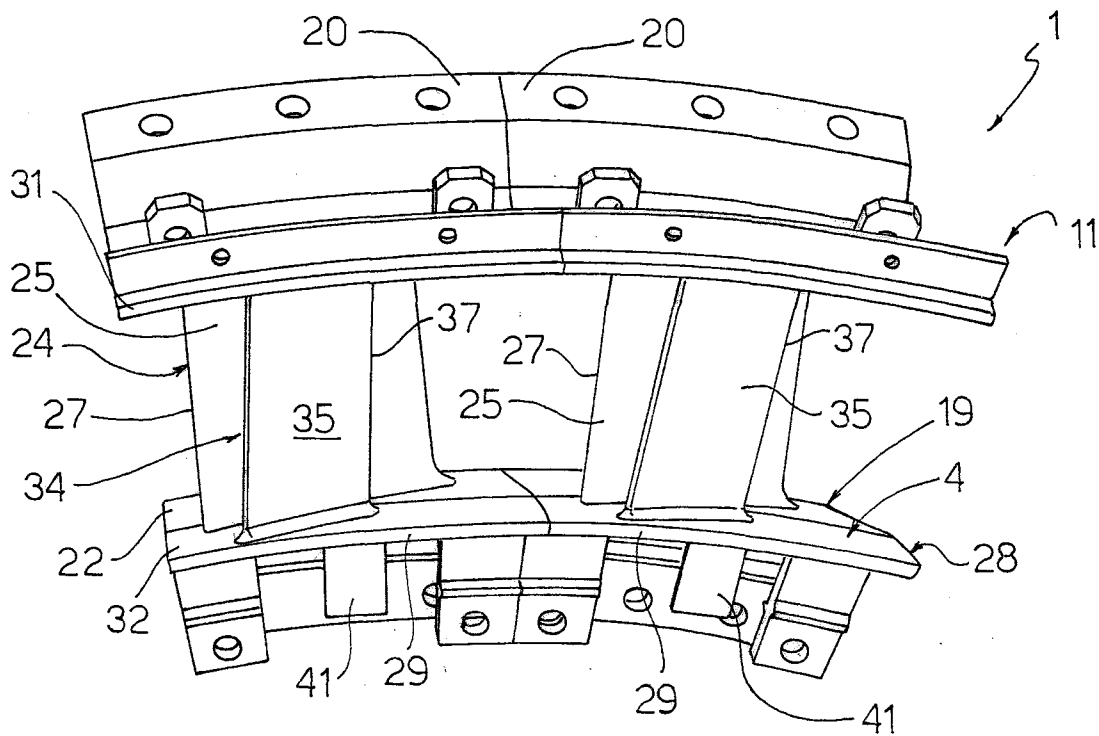


Fig.3

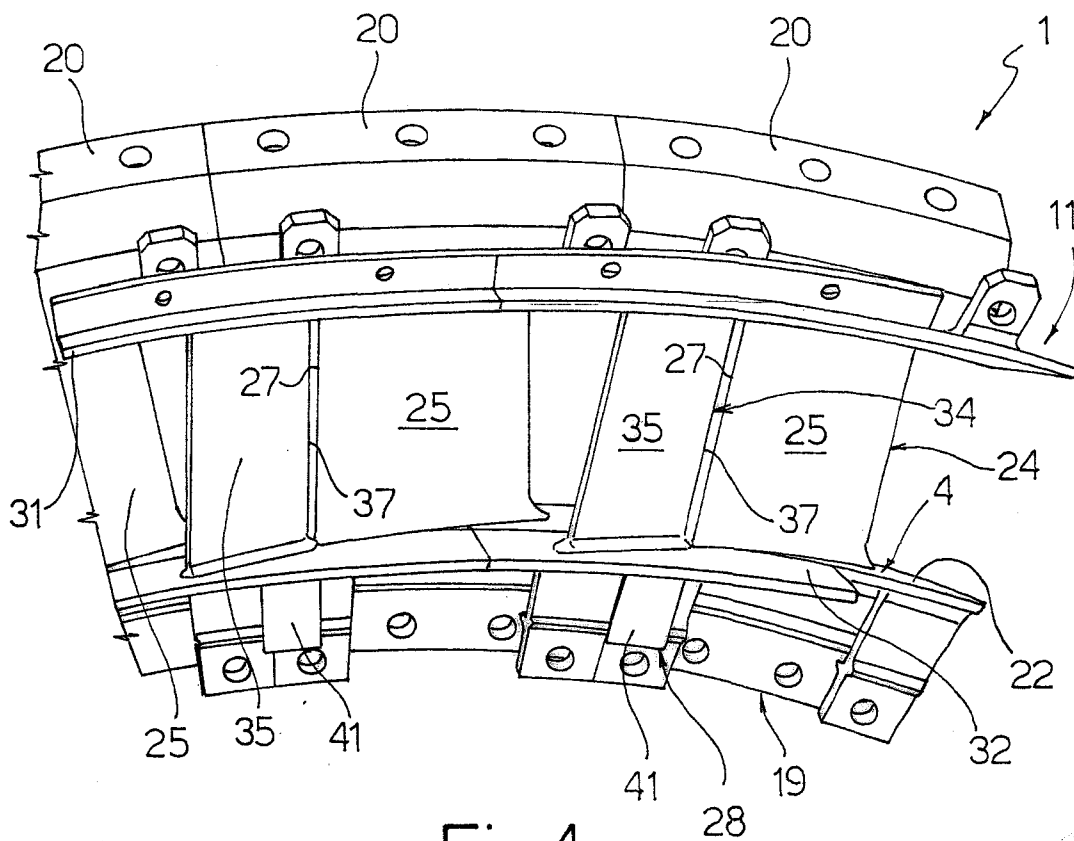


Fig.4

p.i.: FIATAVIO S.P.A.

REVELLI Giancarlo

Iscrizione Albo nr. 545/BMI

for aut. del.

mb
20/10/2010