

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4040773号
(P4040773)

(45) 発行日 平成20年1月30日 (2008. 1. 30)

(24) 登録日 平成19年11月16日 (2007. 11. 16)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 1 D 5/08 (2006. 01)

F O 1 D 5/08

F O 2 C 7/18 (2006. 01)

F O 2 C 7/18

A

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-341279
 (22) 出願日 平成10年12月1日 (1998. 12. 1)
 (65) 公開番号 特開2000-161002 (P2000-161002A)
 (43) 公開日 平成12年6月13日 (2000. 6. 13)
 審査請求日 平成16年4月6日 (2004. 4. 6)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100078765
 弁理士 波多野 久
 (74) 代理人 100078802
 弁理士 関口 俊三
 (72) 発明者 松田 寿
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
 式会社東芝 研究開発センター内
 (72) 発明者 北山 和弘
 神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地
 株式会社東芝 京浜事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンプラント

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空気圧縮機に收容され、ディスクを軸方向に沿って積み重ねて構成した空気圧縮機軸と、ガスタービンに收容され、ディスクを軸方向に沿って積み重ねて構成したガスタービン軸と、上記空気圧縮機軸と上記ガスタービン軸との間に中間軸を備えたガスタービンプラントにおいて、上記空気圧縮機軸のディスクおよび上記ガスタービン軸のディスクの少なくとも一方に滑らかに先細の突状に形成された隆起部を設けるとともに、上記ディスクのそれぞれに一体に形成した段状の平坦部に前記隆起部と接し、時計廻りまたは反時計廻りに向かって曲げられて形成された案内流路を設けたことを特徴とするガスタービンプラント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガスタービンプラントに係り、特に空気圧縮機で生成された高压空気を冷却用として中間軸を介してガスタービン軸に供給する際、圧力損失を少なくさせたガスタービンプラントに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、ガスタービンプラントは、図20に示すように、空気圧縮機1、ガスタービン燃焼器2、ガスタービン3を備え、空気圧縮機軸4とガスタービン軸5とを内筒軸6に同心

的に配置した外筒軸 7 を備えた中間軸 8 で接続する構成になっている。

【0003】

また、空気圧縮機 1 は、空気圧縮機動翼 9、空気圧縮機静翼 10 を軸方向に沿って複数備え、吸込んだ空気を圧縮して高圧空気にし、高圧空気の一部をガスタービン燃焼器 2 に酸化剤として供給し、ここで燃焼ガスを生成し、生成した燃焼ガスをガスタービン 3 のガスタービン静翼 11、ガスタービン動翼 12 に供給して膨張仕事をさせるようになっている。

【0004】

また、空気圧縮機 1 は、高圧空気の残りの一部を圧縮機軸 4 と中間軸 8 の外筒軸 7 との隙間部 13、空間部 14 を介してガスタービン軸 5 に供給し、ガスタービン動翼 12 およびその植込み部（図示せず）を冷却させるようになっている。

10

【0005】

ガスタービン動翼 12 およびその植込み部を冷却させた高圧空気は、通路 15、隙間部 16、中心孔 17 を介して次段落のタービン動翼に供給するようになっている。

【0006】

一方、空気圧縮機軸 4 およびガスタービン軸 5 は、ともに、図 21 および図 22 に示すように、円盤状のディスク 18 として形成され、ディスク 18 を軸方向に沿って積層状に積み重ね、ボルト孔 19 にタイロッド（図示せず）を挿通させて円盤軸として形成されている。また、空気圧縮機軸 4 およびガスタービン軸 5 は、図 22 に示すようにディスク 18 の端縁に数条の凹凸を形成した翼植込み部 20 を形成し、この翼植込み部 20 に空気圧縮機動翼 9 およびガスタービン動翼 12 を植設する構成になっている。

20

【0007】

このように、従来のガスタービンプラントは、空気圧縮機軸 4 およびガスタービン軸 5 を円盤状のディスク 18 に形成し、ディスク 18 を軸方向に沿って積み重ねて円盤軸に形成して重量を軽くし、 GD^2 を比較的少なくさせて安定した高速回転を行っていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、最近のガスタービンプラントは、単機あたりの出力を高出力化するために高温化する傾向があり、このため材料の強度を保証する関係から冷却空気も多量に必要とされる。ところが、従来構造のガスタービンプラントでは、図 20 に示すように、空気圧縮機動翼 9 から抽気した高圧空気を冷却用として隙間部 13 および空間部 14 を介してガスタービン軸 5 に供給する際、旋回流が発生し、発生する旋回流の要因で高圧空気の流れが悪くなって圧力損失を増加させ、設計値どおりの対流冷却を発揮させることができない不都合・不具合が確認されている。特に、最近のように、単機容量の増加と相まって限られた高圧空気を冷却用として効果的に活用しようとしても、圧力損失の増加に伴って対流冷却が十分に活用することができず、高温化に際し、ガスタービン軸 5 の局部的に過度な熱応力の発生やガスタービン動翼の融損等の心配がある。

30

【0009】

本発明は、このような事情に基づいてなされたもので、空気圧縮機から抽気した高圧空気を中間軸を介してガスタービン軸に供給して冷却させる際、その高圧空気の圧力損失を少なくさせて効果的な冷却を行わせるガスタービンプラントを提供することを目的とする。

40

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るガスタービンプラントは、上記目的を達成するために、請求項 1 に記載したように、空気圧縮機に収容され、ディスクを軸方向に沿って積み重ねて構成した空気圧縮機軸と、ガスタービンに収容され、ディスクを軸方向に沿って積み重ねて構成したガスタービン軸と、上記空気圧縮機軸と上記ガスタービン軸との間に中間軸を備えたガスタービンプラントにおいて、上記空気圧縮機軸のディスクおよび上記ガスタービン軸のディスクの少なくとも一方に滑らかに先細の突状に形成された隆起部を設けるとともに、上記ディスクのそれぞれに一体に形成した段状の平坦部に前記隆起部と接し、時計廻りまたは反

50

時計廻りに向かって曲げられて形成された案内流路を設けたものである。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るガスタービンプラントの実施形態を図面および図面に付した符号を引用して説明する。

【0026】

図1は、本発明に係るガスタービンプラントの実施形態を示す上半部分断面組立図である。

【0027】

本実施形態に係るガスタービンプラントは、空気圧縮機21、ガスタービン燃焼器22、ガスタービン23を備えて構成される。

10

【0028】

空気圧縮機21は、空気圧縮機ケーシング24の中央に收容され、ジャーナル軸受25で支持された空気圧縮機軸26を備えるとともに、空気圧縮機軸26に植設した空気圧縮機動翼27と空気圧縮機ケーシング24に固設した空気圧縮機静翼28とで空気圧縮機段落29を構成し、吸気口30から吸込んだ空気を空気圧縮機段落29で圧縮し、高圧空気を生成するようになっている。

【0029】

ガスタービン燃焼器22は、その内部に燃焼器ライナ31とトランジションピース32とを收容し、空気圧縮機21から供給された高圧空気に燃料を加え、燃焼器ライナ31で燃焼ガスを生成し、その燃焼ガスをトランジションピース32を介してガスタービン23に供給するようになっている。

20

【0030】

ガスタービン23は、ガスタービンケーシング33の中央に收容され、ジャーナル軸受34で支持されたガスタービン軸35を備えるとともに、ガスタービンケーシング33に固設したガスタービン静翼36とガスタービン軸35に植設したガスタービン動翼37とでガスタービン段落38を構成し、上記トランジションピース32から供給された燃焼ガスをガスタービン段落38で膨張仕事をさせ、発電機等の被駆動機（図示せず）を駆動するようになっている。

【0031】

30

空気圧縮機軸26とガスタービン軸35との間には、中間軸39が設けられている。この中間軸39は、同心的に配置した内筒軸40と外筒軸41とで構成し、空気圧縮機段落29から抽気した高圧空気の一部を冷却空気として外筒軸空間部42を介してガスタービン軸35に植設したガスタービン動翼37に供給してガスタービン動翼37の植込み部を冷却するとともに、残りの高圧空気を内筒軸空間部43、ガスタービン軸35のバランス孔44を介して次段落のガスタービン動翼37の植込み部を冷却するようになっている。

【0032】

一方、空気圧縮機軸26およびガスタービン軸35は、ともに円盤状に形成したディスク45、46を軸方向に沿って積み重ね、積み重ねたディスク45、46のそれぞれをタイボルト47、48で連結させ、回転体とする構成になっている。

40

【0033】

また、空気圧縮機軸26およびガスタービン軸35は、ともに、図2に示すように、円盤状に形成したディスク45、46の回転中心線RCLの少なくとも一側面から半径方向に向って延びる釣鐘状の隆起部49a、49bを備えている。そして、隆起部49a、49bは、空気圧縮機段落29から抽気した冷却用としての高圧空気を中間軸39の外筒軸空間部42および内筒軸空間部43のそれぞれに良好に案内できるようにするとともに、中間軸39の外筒軸空間部42および内筒軸空間部43のそれぞれからガスタービン軸35のディスク46に供給される冷却用としての高圧空気を良好に案内させるようになっている。

【0034】

50

従来、回転するディスク４５，４６に沿って流れる冷却用として高圧空気は、回転中に発生する遠心力により半径方向（放射方向）に向って吹き出されるため、必然的にこの吹き出される流体量を補う流れがディスク４５，４６の回転中心線ＲＣＬ方向に向って発生する。この場合、ディスク４５，４６とこれに対向する静止部分としての壁との距離が大きいと、例えば文献「Baundary-Layer Theory (7th Edition, PP 102, H.Schlichting, 1979)」に記載されているように、回転中心線ＲＣＬの流体が軸方向に向って流れる。逆に、ディスク４５，４６とこれに対向する静止部分としての壁との距離が狭いと、流体は壁に沿ってディスク４５，４６と平行に回転方向に向って流れ、上述の軸方向に向う流れと組み合わされて複雑な三次元流れになる。もっとも、空気圧縮機２１およびガスタービンプラント２３のそれぞれは、拘束壁の多い複雑な内部構造になっており、ディスク４５，４６に沿う流体の流れも上述よりも複雑になっているものの、それでもディスク４５，４６に案内部分を設けると、流体の流れが良好になることが実験により確認されている。

10

【００３５】

本実施形態は、このような点に着目したもので、ディスク４５，４６の回転中心線ＲＣＬの少なくとも一側面から半径方向に向って延びる釣鐘状の隆起部４９ａ，４９ｂを設けたものである。

【００３６】

このように、本実施形態は、空気圧縮機軸２６およびガスタービン軸３５のそれぞれのディスク４５，４６の回転中心線ＲＣＬの少なくとも一側面に隆起部４９ａ，４９ｂを設け、空気圧縮機段落２９から抽気した高圧空気を隆起部４９ａを介して中間軸３９に良好に案内できるようにするとともに、中間軸３９からの高圧空気を隆起部４９ｂを介してガスタービン軸３５のディスク４６に良好に案内できるようにしたので、回転中に発生する遠心力に抗して高圧空気の流れを良好にして圧力損失を少なくすることができ、限られた高圧空気の流量でもガスタービン軸３５のディスク４６を充分に対流冷却させることができ、ガスタービン軸３５のディスク４６の強度を高く維持させてガスタービンプラントの高温化に対処させることができる。なお、本実施形態では、ディスク４５，４６の回転中心線ＲＣＬの少なくとも一側面に釣鐘状の隆起部４９ａ，４９ｂを設けたが、これに限らず、例えば図３に示すように、台形状の隆起部４９ａ，４９ｂを設けても良い。

20

【００３７】

図４および図５は、本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第２実施形態を示す図である。なお、図４はディスクの側断面図、図５は図４のＢ－Ｂ矢視方向から見た正面図をそれぞれ示している。また、第１実施形態の構成部分と同一部分には同一符号を付す。

30

【００３８】

本実施形態は、第１実施形態と同様に、空気圧縮機軸２６およびガスタービン軸３５のそれぞれのディスク４５，４６の回転中心線ＲＣＬの少なくとも一側面に、釣鐘状または台形状の隆起部４９ａ，４９ｂを設けるとともに、円盤状のディスク４５，４６と一体形成の段状平坦部５０ａ，５０ｂに、図５に示すように、回転中心線ＲＣＬを基準に半径方向（放射方向）に向って直線状に延びる案内流路５１ａ，５１ｂを設けたものである。なお、符号５２ａ，５２ｂは、軸方向に沿って積み重ねたそれぞれのディスク４５，４６をタイボルトにより固定するボルト孔である。

40

【００３９】

このように、本実施形態は空気圧縮機軸２６およびガスタービン軸３５のそれぞれのディスク４５，４６の回転中心線ＲＣＬの少なくとも一側面の段状平坦部５０ａ，５０ｂに案内流路５１ａ，５１ｂを形成し、空気圧縮機段落２９から空気圧縮機軸２６のディスク４５を介して抽気した冷却用としての高圧空気に旋回流を与えることなく中間軸３９に案内するとともに、案内された中間軸３９からの高圧空気に旋回流を与えることなくガスタービン軸３５のディスク４６に供給させたので、高圧空気の圧力損失と低く抑えることができ、ディスク４５，４６を充分に対流冷却させてガスタービンプラントの高温化に際し、その強度を高く維持させることができる。

50

【0040】

なお、本実施形態では、ディスク45、46の段状平坦部50a、50bに案内流路51a、51bを形成したが、案内流路51a、51bの内径側を例えば、図7に示すように反時計廻り方向に向って折り曲げた折り曲げ案内流路53a、53bにしても良く、図8に示すように、案内流路51a、51bの外径側を、時計廻り方向に向って折り曲げた折り曲げ案内流路54a、54bにしても良く、さらに図9に示すように、案内流路51a、51bのうち、内径側を反時計方向に向って折り曲げた折り曲げ案内流路53a、53bにし、外径側を時計廻り方向に向って折り曲げた折り曲げ案内流路54a、54bにし、中間部分を直線で結んでも良く、さらにまた、図10および図11に示すように、案内流路51a、51bの内径側から外径側に向って時計廻り方向側に凸状曲面を形成しても

10

【0041】

図14および図15は、本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第3実施形態を示す図である。なお、図14はディスクの側断面図、図15は図14のF-F矢視方向から見た正面図をそれぞれ示している。また、第1実施形態の構成部分と同一部分には同一符号を付す。

【0042】

本実施形態は、空気圧縮機軸36およびガスタービン軸35のそれぞれのディスク45、46の回転中心線RCLの少なくとも一側面に設けた釣鐘状または台形状の隆起部49a、49bに対峙する中間軸39の内筒軸40および外筒軸41の少なくとも一方の通路56a、56bの端面に突出し片57a、57bを環状に設け、図15に示すように突出し片57a、57bの内径側から外径側に向って直線状（放射状）の案内流路58a、58bを形成したものである。

20

【0043】

このように、本実施形態は、回転中に発生する遠心応力がディスク45、46に較べて低い中間軸39の内筒軸40および外筒軸41の少なくとも一方の通路56a、56bの端面に突出し片56a、57bを環状に設け、環状に設けた突出し片57a、57bに内径側から外径側（半径方向）に向って直線状の案内流路58a、58bを形成し、冷却用としての

30

【0044】

このように、本実施形態は、回転中に発生する遠心応力がディスク45、46に較べて低い中間軸39の内筒軸40および外筒軸41の少なくとも一方の通路56a、56bの端面に突出し片56a、57bを環状に設け、環状に設けた突出し片57a、57bに内径側から外径側（半径方向）に向って直線状の案内流路58a、58bを形成し、冷却用としての高圧空気の流れを良好にさせたので、ディスク45、46の強度を高く維持させることと相まって冷却用としての高圧空気の圧力損失を低く抑えることができる。

40

【0045】

【発明の効果】

以上の説明のとおり、本発明に係るガスタービンプラントは、空気圧縮機軸とガスタービン軸とのそれぞれのディスクおよび空気圧縮機軸とガスタービン軸とを互いに接続させる中間軸の少なくとも一方に、空気圧縮機段落から抽気し、ガスタービン軸に冷却用として供給する高圧空気の圧力損失を少なくさせて良好に案内する手段を備えたので、限られた高圧空気の流量でもガスタービン軸のディスクを充分に対流冷却させることができ、ガスタービン軸のディスクの強度を高く維持させて高温化に対処させることができる。

【図面の簡単な説明】

50

【図 1】本発明に係るガスタービンプラントの実施形態を示す上半部分断面組立図。

【図 2】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 1 実施形態を示す概略側断面図。

【図 3】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 1 実施形態の変形例を示す概略側断面図。

【図 4】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 2 実施形態を示す概略側断面図。

【図 5】図 4 の B-B 矢視方向から見た正面図。

【図 6】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 2 実施形態における第 1 変形例を示す概略側断面図。

10

【図 7】図 6 の C-C 矢視方向から見た正面図。

【図 8】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 2 実施形態における第 2 変形例を示す概略側断面図。

【図 9】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 2 実施形態における第 3 変形例を示す概略側断面図。

【図 10】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 2 実施形態における第 4 変形例を示す概略側断面図。

【図 11】図 10 の D-D 矢視方向から見た正面図。

【図 12】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 2 実施形態における第 5 変形例を示す概略側断面図。

20

【図 13】図 12 の E-E 矢視方向から見た正面図。

【図 14】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 3 実施形態を示す概略側断面図。

【図 15】図 14 の F-F 矢視方向から見た正面図。

【図 16】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 3 実施形態における第 1 変形例を示す概略側断面図。

【図 17】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 3 実施形態における第 2 変形例を示す概略側断面図。

【図 18】本発明に係るガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクの第 3 実施形態における第 3 変形例を示す概略側断面図。

30

【図 19】図 18 の C-C 矢視方向から見た正面図。

【図 20】従来のガスタービンプラントを示す概略部分断面図。

【図 21】従来のガスタービンプラントの空気圧縮機軸およびガスタービン軸として適用するディスクを示す概略側断面図。

【図 22】図 21 の A-A 矢視方向から見た正面図。

【符号の説明】

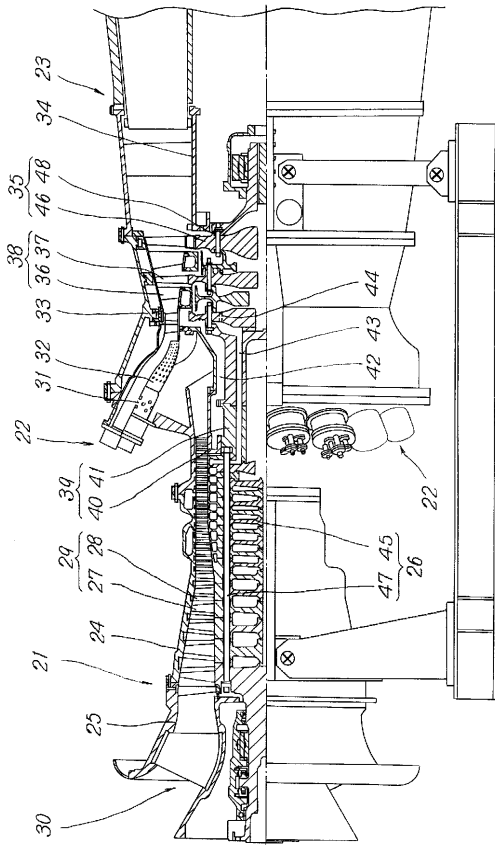
- 1 空気圧縮機
- 2 ガスタービン燃焼器
- 3 ガスタービン
- 4 空気圧縮機軸
- 5 ガスタービン軸
- 6 内筒軸
- 7 外筒軸
- 8 中間軸
- 9 空気圧縮機動翼
- 10 空気圧縮機静翼
- 11 ガスタービン静翼
- 12 ガスタービン動翼
- 13 隙間部
- 14 空間部

40

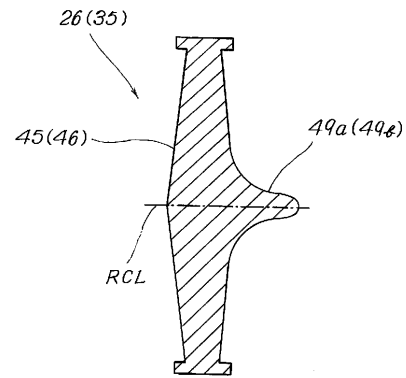
50

1 5	通路	
1 6	隙間部	
1 7	中心孔	
1 8	ディスク	
1 9	ボルト孔	
2 0	翼植込み部	
2 1	空気圧縮機	
2 2	ガスタービン燃焼器	
2 3	ガスタービン	
2 4	空気圧縮機ケーシング	10
2 5	ジャーナル軸受	
2 6	空気圧縮機軸	
2 7	空気圧縮機動翼	
2 8	空気圧縮機静翼	
2 9	空気圧縮機段落	
3 0	吸気口	
3 1	燃焼器ライナ	
3 2	トランジションピース	
3 3	ガスタービンケーシング	
3 4	ジャーナル軸受	20
3 5	ガスタービン軸	
3 6	ガスタービン静翼	
3 7	ガスタービン動翼	
3 8	ガスタービン段落	
3 9	中間軸	
4 0	内筒軸	
4 1	外筒軸	
4 2	外筒軸空間部	
4 3	内筒軸空間部	
4 4	バランス孔	30
4 5	ディスク	
4 6	ディスク	
4 7	タイボルト	
4 8	タイボルト	
4 9 a, 4 9 b	隆起部	
5 0 a, 5 0 b	段状平坦部	
5 1 a, 5 1 b	案内流路	
5 2 a, 5 2 b	ボルト孔	
5 3 a, 5 3 b	折り曲げ案内流路	
5 4 a, 5 4 b	折り曲げ案内流路	40
5 5 a, 5 5 b	流路用部材	
5 6 a, 5 6 b	通路	
5 7 a, 5 7 b	突出し片	
5 8 a, 5 8 b	案内流路	
5 9 a, 5 9 b	折り曲げ案内流路	
6 0 a, 6 0 b	折り曲げ案内流路	

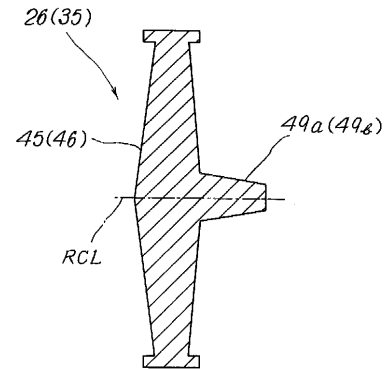
【図 1】



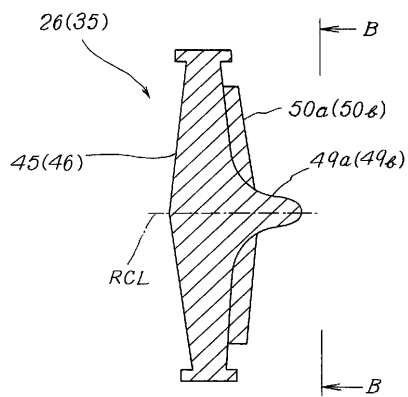
【図 2】



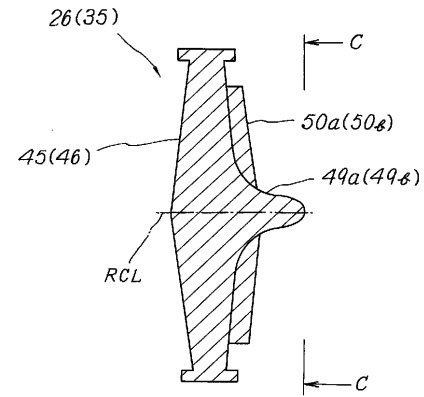
【図 3】



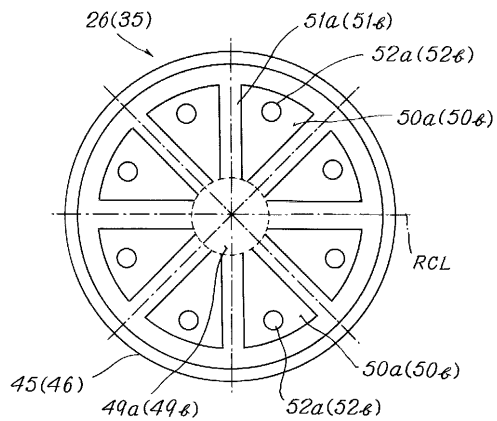
【図 4】



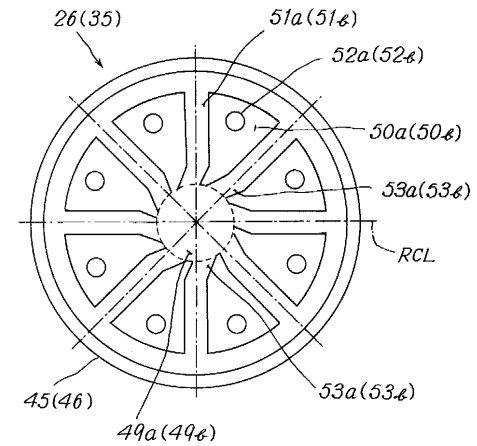
【図 6】



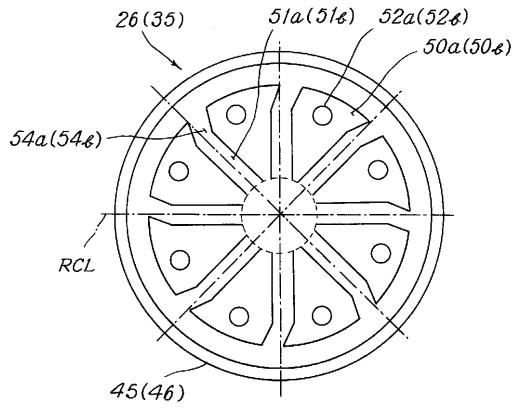
【図 5】



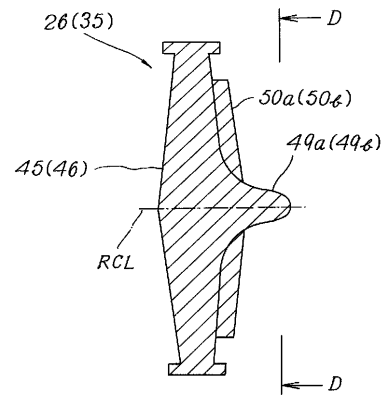
【図 7】



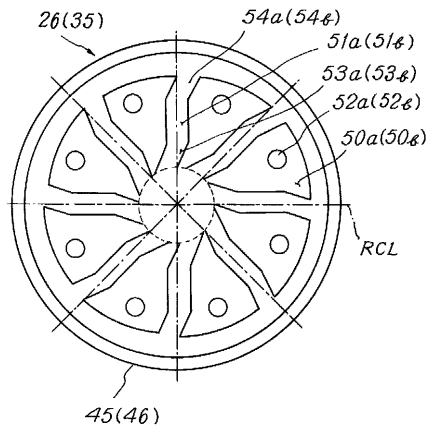
【図 8】



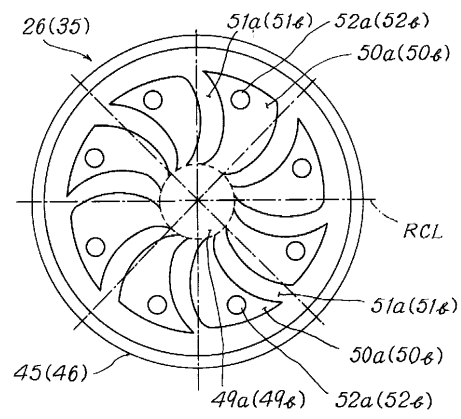
【図 10】



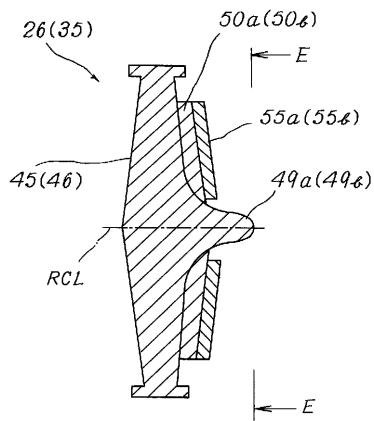
【図 9】



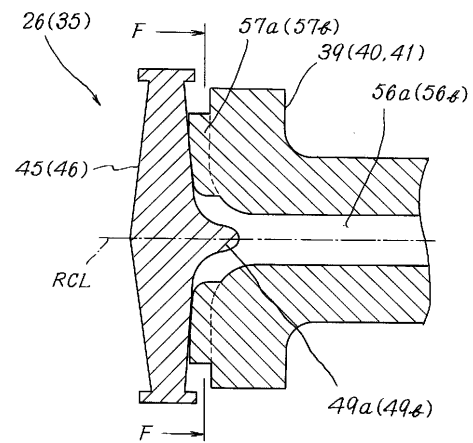
【図 11】



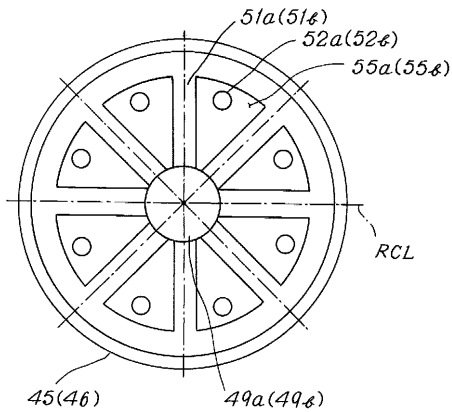
【図 12】



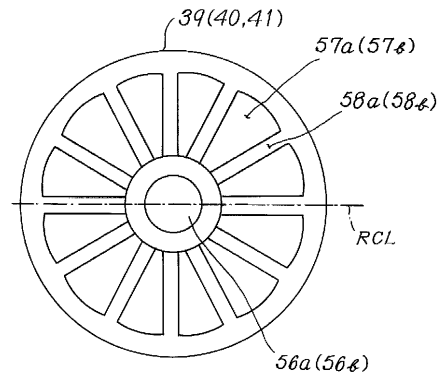
【図 14】



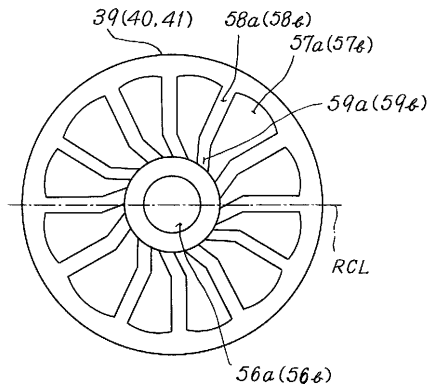
【図 13】



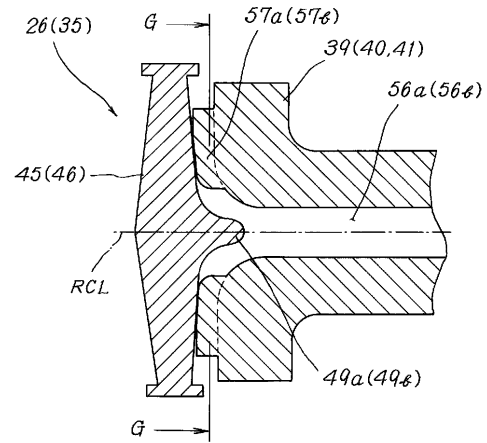
【図 15】



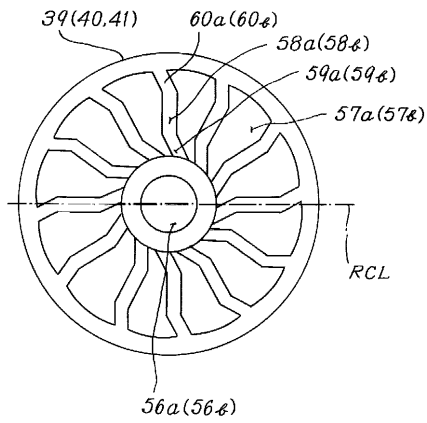
【図 16】



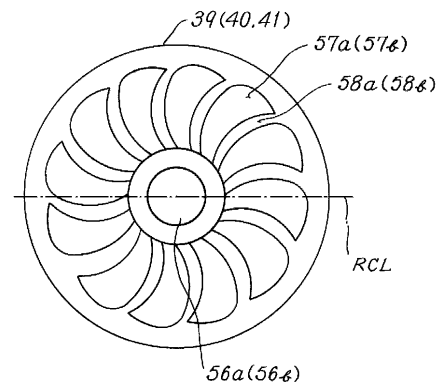
【図 18】



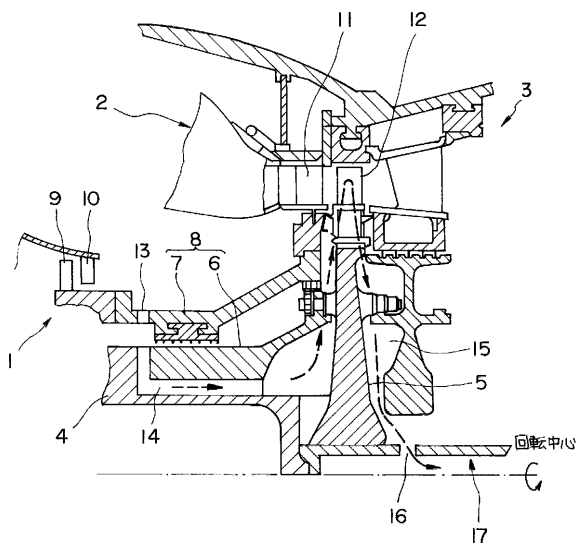
【図 17】



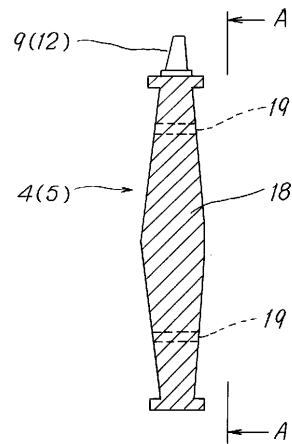
【図 19】



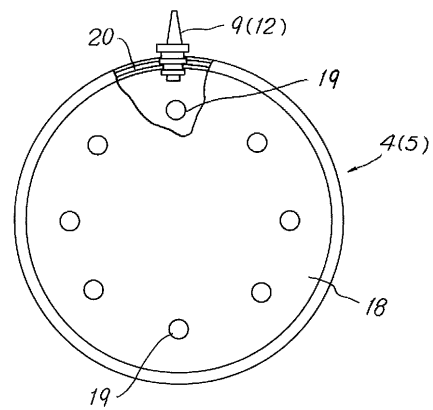
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(72)発明者 大友 文雄

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内

(72)発明者 福山 佳孝

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 特開昭61-226502 (JP, A)

特開平02-248630 (JP, A)

実開昭64-008504 (JP, U)

特開平07-091203 (JP, A)

特開平04-086334 (JP, A)

特開昭57-140502 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 1/00-11/10

F02C 7/18

F04D 29/18-38