

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4991663号
(P4991663)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.	F 1
FO 1 D 5/16 (2006.01)	FO 1 D 5/16
FO 1 D 5/20 (2006.01)	FO 1 D 5/20
FO 1 D 5/22 (2006.01)	FO 1 D 5/22
FO 1 D 5/28 (2006.01)	FO 1 D 5/28
FO 1 D 5/30 (2006.01)	FO 1 D 5/30

請求項の数 11 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-231617 (P2008-231617)
(22) 出願日	平成20年9月10日 (2008.9.10)
(65) 公開番号	特開2009-85214 (P2009-85214A)
(43) 公開日	平成21年4月23日 (2009.4.23)
審査請求日	平成22年3月26日 (2010.3.26)
(31) 優先権主張番号	特願2007-234858 (P2007-234858)
(32) 優先日	平成19年9月11日 (2007.9.11)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(73) 特許権者	000005108
	株式会社日立製作所
	東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(74) 代理人	100100310
	弁理士 井上 学
(74) 代理人	100098660
	弁理士 戸田 裕二
(72) 発明者	早坂 靖
	茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
	株式会社 日立製作
	所 日立研究所内
(72) 発明者	鳥谷 初
	茨城県日立市幸町三丁目1番1号
	株式会社 日立製作
	所 日立事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】蒸気タービン動翼組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

羽根部と、前記羽根部の先端に設けられたシュラウドと、
タービンロータの外周部に設けられた翼溝と嵌合するタービンロータの径方向内周側に
突出した翼根元部と、
前記羽根部と前記翼根元部との間に設けられたプラットフォーム部と、
前記翼根元部と前記翼溝との間に設けられたピンと、
隣り合う翼の相対する前記シュラウドの面間に形成される孔と、
前記孔の内に、前記孔との間に間隙を有して設けられた棒状の部材とを有し、
前記孔と前記棒状の部材の組立時における間隙を、タービン回転時の隣り合う前記シュ
ラウド面の孔の変位差より小さくした蒸気タービン動翼組立体。

【請求項 2】

請求項1において、前記シュラウドの先端にフィンシールが形成されている蒸気タービ
ン動翼組立体。

【請求項 3】

請求項1において、前記孔と前記棒状の部材との間隙を、前記翼根元部及び前記翼溝と
前記ピンとの間隙以上とした蒸気タービン動翼組立体。

【請求項 4】

請求項1において、前記孔が前記タービンロータの軸方向に貫通していない蒸気タービ
ン動翼組立体。

10

20

【請求項 5】

請求項 4において、前記孔の貫通していない部位が、前記シュラウドの左右で、蒸気の流れ方向に対して、前後相対する位置にある蒸気タービン動翼組立体。

【請求項 6】

請求項 1において、隣り合う前記シュラウドと周方向にオーバーラップする部位を有する蒸気タービン動翼組立体。

【請求項 7】

請求項 6において、前記オーバーラップする部位が蒸気の流れ方向に対して下流側に位置する前記シュラウドに、前記棒状の部材が挿入される穴が穿孔されている蒸気タービン動翼組立体。

10

【請求項 8】

請求項 1において、前記棒状部材は前記シュラウドを構成する翼材よりも比重が軽い蒸気タービン動翼組立体。

【請求項 9】

請求項 1において、前記棒状部材は前記シュラウドを構成する翼材よりも磨耗しやすい材料とした蒸気タービン動翼組立体。

【請求項 10】

羽根部と、前記羽根部の先端に設けられたシュラウドと、
タービンロータの外周部に設けられた翼溝と嵌合するタービンロータの径方向内周側に突出した翼根元部と、

20

前記羽根部と前記翼根元部との間に設けられたプラットフォーム部と、

隣り合う翼の相対する前記シュラウドの面間に形成される孔と、

前記孔の内に、前記孔との間に間隙を有して設けられた棒状の部材とを有し、

前記孔と前記棒状の部材の組立時における間隙を、タービン回転時の隣り合う前記シュラウド面の孔の変位差より小さくした蒸気タービン動翼組立体。

【請求項 11】

請求項 10において、前記棒状の部材は、前記孔に挿設後、前記孔の端部におけるシュラウド部をかしめて、前記孔内に封入されている蒸気タービン動翼組立体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本発明は、蒸気タービン動翼及びそれを用いた組立体に関する。

【背景技術】**【0002】**

蒸気タービン動翼は、ロータの回転に伴って大きな遠心力が作用し、かつ、蒸気による振動荷重が作用するため、構造、特に、翼の植え込み部と翼の先端部のシュラウドにはさまざまな工夫がなされている。

【0003】

すなわち、蒸気振動荷重による応答応力を低減するために、翼の先端に隣接する翼同志が接触するインテグラルシュラウド構造が提案されている。また、インテグラルシュラウドの隣接面に接続板やピンを挿入する構造が提案されている。例示的に、特許文献 1を示す。

40

【0004】**【特許文献 1】実開昭 63 - 150002 号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところが、従来例のタービン翼では、シュラウド面に設けた接続板とシュラウドの接触面の確保に関する考慮がない。すなわち、接続板とシュラウドの間の構造減衰を確保するためには、シュラウド面と接続板のギャップ公差を制御し、シュラウドと接続板を確実に

50

接触させる必要がある。

【0006】

本発明の目的は、シュラウド面間に接続板やピン等の棒状の部材を挿入する構造において、シュラウド面と棒状の部材のギャップ公差を制御し、棒状の部材とシュラウドの間の構造減衰を確保し、振動応力を低減する蒸気タービン動翼組立体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、羽根部と、羽根部の先端に設けられたシュラウドと、タービンロータの外周部に設けられた翼溝と嵌合するタービンロータの径方向内周側に突出した翼根元部（タブテール）と、羽根部と翼根元部との間に設けられたプラットフォーム部と、翼根元部と翼溝との間に設けられたピンと、隣り合う翼の相対するシュラウドの面間に形成される孔と、孔の内に、前記孔との間に間隙を有して設けられた棒状の部材とを有する蒸気タービン動翼組立体である。10

【0008】

シュラウドの先端にフィンシールが形成されていることが好ましい。20

【0009】

また、孔と棒状の部材との間隙を、翼根元部及び翼溝とピンとの間隙以上とすることが好ましい。

【0010】

また、孔がタービンロータの軸方向に貫通していないことが好ましい。

【0011】

また、孔の貫通していない部位が、シュラウドの左右で、蒸気の流れ方向に対して、前後相対する位置にあることが好ましい。

【0012】

また、隣り合うシュラウドと周方向にオーバーラップする部位を有することが好ましい30。

【0013】

また、オーバーラップする部位が蒸気の流れ方向に対して下流側に位置するシュラウドに、棒状の部材が挿入される穴が穿孔されていることが好ましい。

【0014】

また、棒状部材はシュラウドを構成する翼材よりも比重が軽いことが好ましい。

【0015】

また、棒状部材はシュラウドを構成する翼材よりも磨耗しやすい材料とすることが好ましい。

【0016】

また、孔と棒状の部材の組立時における間隙を、タービン回転時の隣り合うシュラウド面の孔の変位差より小さくすることが好ましい。40

【0017】

また、棒状の部材は、孔に挿設後、前記孔の端部におけるシュラウド部をかしめて、孔内に封入されていることが好ましい。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、翼根元部と翼溝との間にピンを設けたので、翼とロータの位置決めの精度が高くなり、これにより、シュラウド面と棒状の部材とのギャップ公差を制御し、シュラウド面と棒状の部材を確実に接触させることができる。50

【0019】

この結果として、シュラウドと棒状部材の接触面積が拡大し、構造減衰を高め、振動負荷に対する応力を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0020】**

以下、発明を実施するための最良の形態を具体的な実施例によって説明する。

【0021】

図1および図2は、それぞれ本発明に関わる蒸気タービン動翼を示す図で、図1はタービンロータ軸方向から見た正面図、図2は斜視図である。

【0022】

本実施例における蒸気タービン動翼19は、羽根部3と、羽根部の先端に設けられたシュラウド1と、シュラウドの先端のラビリンスシール1aと、タービンロータの外周部に設けられた翼溝6と嵌合するタービンロータの径方向内周側に突出した翼根元部5と、羽根部3と翼根元部5との間に設けられたプラットフォーム部4とを有し、翼溝6に対してタービンロータ軸方向に植え込まれる。

10

【0023】

翼根元部5は翼根元部フック7を有し、また、タービンロータの翼溝6は翼溝フック13を有する。翼根元部5の翼根元部フック7とタービンロータの翼溝6の翼溝フック13との接触部位には、タービンロータ軸方向に向かって挿設される固定ピン9を翼根元部フック7および翼溝フック13に跨って嵌合するための孔部が設けられる。

20

【0024】

これにより、蒸気タービン動翼19はタービンロータの翼溝6に植え込まれた後、固定ピン9を挿設することによりタービンロータ周方向および半径方向に精度よく固定することができる。

【0025】

本発明のタービン動翼19は、隣接する翼と相対するシュラウド面20, 20間に孔21が形成される。この孔内に棒状の部材22を有する。この棒状の部材22と孔21は間隙を有するはめあいとする。この棒状の部材22は、タービンロータが回転することにより蒸気タービン動翼19に発生する遠心力により、孔21の上面に押し付けられる。

30

【0026】

これにより、蒸気タービン動翼19は隣り合う翼とシュラウド面の孔21において、棒状の部材22を介して連結されることになる。シュラウド面の孔21における、棒状の部材22を介した連結は、翼の周方向とタービンの軸方向について、孔21と棒状の部材22間にはたらく摩擦力によるものである。

【0027】

このため、蒸気による振動荷重が作用し、タービン動翼19が振動した際に、シュラウド面の孔21と棒状の部材22の接触面においてすべりが発生し、構造減衰を発生し、翼に発生する振動応力を低減する。

【0028】

この構造減衰を向上させるためには、孔21と棒状の部材22の接触状態が重要である。すなわち、孔21と棒状の部材22の接触面積が大きくなることにより、振動荷重によるタービン動翼19の振動エネルギーを散逸させ、振動応力を低減させる効果が高くなると考えられる。

40

【0029】

このため、本発明では、蒸気タービン動翼19はタービンロータの翼溝6に植え込まれた後、固定ピン9を挿設することによりタービンロータの周方向および半径方向に精度よく固定することができ、その状態で、隣り合う翼とシュラウド面の孔21において、棒状の部材22を介して連結するため、隣り合う翼の孔21と棒状の部材22の間隙公差を制御することができ、孔21と棒状の部材22の接触面積を大きくすることができる。

【0030】

50

これにより、隣り合う翼の孔 2 1 と棒状の部材 2 2 の構造減衰を向上させ、振動荷重に対する振動応力を低減することができる。

【0031】

また、シュラウド面 2 0 の孔 2 1 と棒状の部材 2 2 の間隙を、翼根元部及び翼溝と固定ピン 9 との間隙以上とすることにより、シュラウド面 2 0 の孔 2 1 と棒状の部材 2 2 が、かみ合い、隣り合うシュラウド 1 が剛な連結となることによる構造減衰の低下や隣り合う翼の変形差を拘束することにより発生するシュラウド 1 や孔 2 1 の高応力を防止することができる。

【0032】

図 1 , 図 2 では、孔 2 1 に設けた棒状の部材 2 2 が、孔 2 1 から飛び出すことが無いように、シュラウドに設けた孔がロータ軸方向に貫通しないように孔封止 2 3 を設けている。孔封止 2 3 を、シュラウドの左右で、蒸気の流れ方向に対して、前後相対する位置に設けることにより、蒸気タービン動翼 1 9 と棒状の部材 2 2 を順次組立っていくことにより、棒状の部材 2 2 をシュラウド面 2 0 に設けた孔 2 1 に封入することができる。

10

【0033】

ただし、翼リングを形成する最後の翼については、貫通孔とし、穴の封止が必要である。穴の封止は、溶接やねじや、かしめなどでよい。

【0034】

シュラウド面 2 0 の孔 2 1 は、貫通孔でもよく、この場合、棒状の部材 2 2 の抜け防止は、孔 2 1 や部材 2 2 のかしめや孔 2 1 を溶接やねじなどで封止する。

20

【0035】

また、構造減衰を高めるために、蒸気タービン動翼 1 9 をタービンロータの翼溝 6 に植え込んだ後、固定ピン 9 を挿設し、蒸気タービン動翼 1 9 をタービンロータの周方向および半径方向に固定した後に、シュラウド面 2 0 の孔 2 1 の加工を行っても良い。

【0036】

これにより、孔 2 1 や部材 2 2 の接触面積を高め、構造減衰を向上させる接触状態がなされることになる。

【0037】

図 3 は本発明の他の実施例である。隣り合うシュラウド 1 と周方向にオーバーラップする部位 2 4 を設けている。これにより、オーバーラップする部位 2 4 を設けることで、棒状の部材 2 2 の蒸気下流への抜け防止を行うことができる。

30

【0038】

オーバーラップする部位 2 4 に設けた孔 2 5 は、円孔とする。

【0039】

これにより、棒状の部材 2 2 を隣り合うシュラウド 1 間に挿入する際に、あらかじめ、棒状の部材 2 2 を円孔 2 5 に挿入し、保持しておき、そののち隣り合う翼のシュラウド 1 b を設置することができ、組立性も向上することができる。

【0040】

図 4 は、図 3 を矢印 A から見たものである。棒状の部材 2 2 は、図 1 , 図 2 の発明と同様に孔封止 2 3 により、脱落が防止されるようになっている。

40

【0041】

図 5 は本発明の一実施例である。隣り合うシュラウドと周方向にオーバーラップする部位 2 4 を設けた上で、孔 2 1 を隣接するシュラウド面 2 0 に開口する部位を有しない円孔 2 6 としている。これにより、棒状の部材 2 2 を封入する円孔 2 6 を円孔とすることができ、遠心力や棒状の部材 2 2 から伝達される力により、シュラウド 1 の孔回りに発生する応力を低減することができる。

【0042】

本発明は、シュラウド 1 に設けた棒状の部材 2 2 と同等の効果を得る目的で、プラットフォーム 4 の隣り合う面 3 0 , 3 0 間に孔 3 1 を設け、この中に棒状の部材 3 2 を封入してもよい。この棒状の部材 3 2 は、封止部 3 3 により、脱落を防止することも同じ構成で

50

ある。

【0043】

図1から図5に示した実施例において、孔21、円孔26の内面の硬度を棒状の部材22よりも高めておくことにより以下の効果が得られる。

【0044】

即ち、孔21、円孔26の内面が棒状の部材22により磨耗し、棒状の部材22が脱落することを防止することができる。孔21、円孔26の内面の硬度を高める方法としては、硬質Crのめっきなどの処理や窒化、浸炭、高周波焼入れなどの処理が考えられる。

【0045】

また、棒状の部材22の材質を軽い金属、たとえば、Ti合金やAl合金とすることにより、孔21、円孔26の内面に発生する応力を低減することができる。10

【0046】

図6および図7は、本発明の他の実施例を示す説明図である。図6は、タービン回転時における、隣接する翼の相対するシュラウド面20a、20bの孔21a、21bと棒状の部材22の位置関係を示した説明図である。

【0047】

本実施例では、隣接する翼の相対するシュラウド面20a、20bの孔21a、21bと棒状の部材22の隙間をタービン回転時の隣り合う該シュラウド面20a、20bの孔21a、21bの変位差より小さくしている。これにより、タービン運転時においては、図6に示したように、タービンの回転時は、棒状の部材22はシュラウド面20aの孔21aの上側と接触し、同時に、棒状の部材22はシュラウド面20bの孔21bの下側と接触することになる。この結果、タービン動翼19は、隣り合う翼とシュラウド面の孔21a、21bにおいて、棒状の部材22を介して連結されることになる。シュラウド面の孔21a、21bにおける、棒状の部材22を介した連結は、翼の周方向とタービンの軸方向については、孔21a、21bと棒状の部材22間にはたらく摩擦力によるものである。20

【0048】

図6においては、シュラウド1の方が、シュラウド1bよりもタービン径方向の変形が小さい。一般的には、翼の背側（吸い込み側）に位置するシュラウドの方が、変形が小さく、翼の腹側（圧力側）に位置するシュラウドの方が変形が大きい。30

【0049】

図7は回転停止時や組立時における、隣接する翼の相対するシュラウド面20a、20bの孔21a、21bと棒状の部材22の位置関係を示した説明図である。組立時や回転停止時は、隣り合う翼のシュラウド面の孔21a、21bにおいて、棒状の部材22とシュラウド面の孔21a、21bの間に隙間がある。このため、棒状の部材22は孔21a、21b内を自由に動くことができ、翼を機械的な剛性のある構造物として連結しない。この様な形態であれば、シュラウド面21a、21bに孔21a、21bを設けた後に、棒状の部材22を挿入することが容易である。

【0050】

図8にシュラウド面の孔と棒状の部材22の組立時における設定について詳細を示す。はじめに、シュラウド面20aの孔42aの内周における翼の外周に位置する点43aと、棒状の部材22の翼外周に位置し、孔42aの内周の点43aに相対し、運転時に点43aと接触すると考えられる点44aの距離をG_aとする。同様に、シュラウド面20bの孔42bの内周における翼の外周に位置する点43bと、棒状の部材22の翼外周に位置し、孔42bの内周の点43bに相対し、運転時に点43bと接触すると考えられる点44bの距離をG_bとする。40

【0051】

タービン運転時においては、シュラウド41aとシュラウド41bには、遠心力による変形量のちがいや熱変形のちがいにより、タービンロータ径方向の変位に差が生じる。この結果、点43aと点43bにおいてもタービン径方向の変位に差が生じ、この差をU450

3とする。同様に、シュラウド41aに設けられた孔42aの内周の点45aとシュラウド41bに設けられた孔42bの内周の点45bにおいてもタービン径方向の変位に差が生じ、この差をU45とする。このとき、下式のように、隣り合うシュラウド面20a, 20bの孔42a, 42bと棒状の部材22の間隙(Ga, Gb)をタービン回転時の隣り合う該シュラウド面の孔の変位差より小さくしている。

【0052】

$$\begin{aligned} |G_a| &< |U_{43}| \\ |G_b| &< |U_{43}| \\ |G_a| &< |U_{45}| \\ |G_b| &< |U_{45}| \end{aligned}$$

10

この結果、タービン運転時において、シュラウド41aよりもシュラウド41bの変位が大きい場合、タービンの回転時は、棒状の部材22はシュラウド41aの孔42aの上側と接触し、同時に、棒状の部材22はシュラウド41bの孔42bの下側と接触することになる。

【0053】

産業に用いられるタービンにおいて、遠心力による隣り合うシュラウドの変位差U43やU45は、約数百μmのオーダーであると考えられる。孔42a, 42bと棒状の部材22の間隙は、棒状の部材22の断面を円形とした場合は、数μm~数十μm程度まで小さくすることができる。このため、上記の式のように、シュラウド面に設けた孔42a, 42bと棒状の部材22の間隙Ga, Gbを、隣り合うシュラウドの運転時の変位差U43, U45より小さくすることは十分可能である。

20

【0054】

シュラウドの運転時の変位差U43, U45は、回転数の二乗に比例して大きくなると考えられる。本発明において、孔42a, 42bと棒状の部材22は、定格回転数においては接触し、シュラウドが連結することは当然であるが、定格回転数の10~20%回転数で孔42a, 42bと棒状の部材22が接触し、シュラウドが連結するようにGa, Gbを設定することが望ましい。このとき、隣り合うシュラウドの運転時の変位差U43, U45は、有限要素法解析により精度良く求められるので、求められた変位差にいくらかの安全率を見込んだ数値以下に孔42a, 42bと棒状の部材22の間隙Ga, Gbを設定すればよい。

30

【0055】

棒状の部材22の孔42a, 42b内への封止は、図9に示したように、部材22を挿入した後に、孔の端面をローラやポンチなどによりかしめ、塑性変形部50を形成し、部材22の抜けを防止する。

【0056】

図1に示した、プラットフォーム4の隣り合う面30に孔31を設け、この中に棒状の部材32を封入した場合も、シュラウドの孔21と部材22と同様に間隙を設定し、プラットフォーム4を連結させると本発明の効果がさらに向上する。

【0057】

図6~図9の実施例においては、タービン翼の翼根元部と翼溝との間にピンを設けたものについて記載したが、翼溝部にピンを有しない、クリスマスツリー型のダブテールを有するタービン翼に本実施例を適用しても良い。

40

【0058】

また、本発明は、蒸気タービン、ガスタービン、圧縮機、送付機に用いるタービン翼に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】本発明に関わる蒸気タービン動翼を示すタービンロータ軸方向から見た正面図。

【図2】本発明に関わる蒸気タービン動翼を示す斜視図。

【図3】本発明に関わる蒸気タービン動翼のシュラウドの例を示す図。

50

- 【図4】本発明に関わる蒸気タービン動翼のシュラウドの例を示す図。
 【図5】本発明に関わる蒸気タービン動翼のシュラウドの例を示す図。
 【図6】本発明に関わる蒸気タービン動翼のシュラウドの例を示す図。
 【図7】本発明に関わる蒸気タービン動翼のシュラウドの例を示す図。
 【図8】本発明に関わる蒸気タービン動翼のシュラウドの例を示す図。
 【図9】本発明に関わる蒸気タービン動翼を示す斜視図。

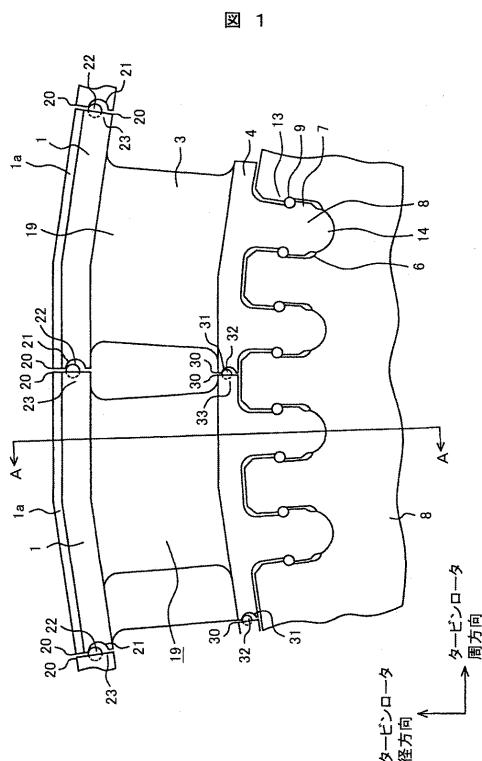
【符号の説明】

【0060】

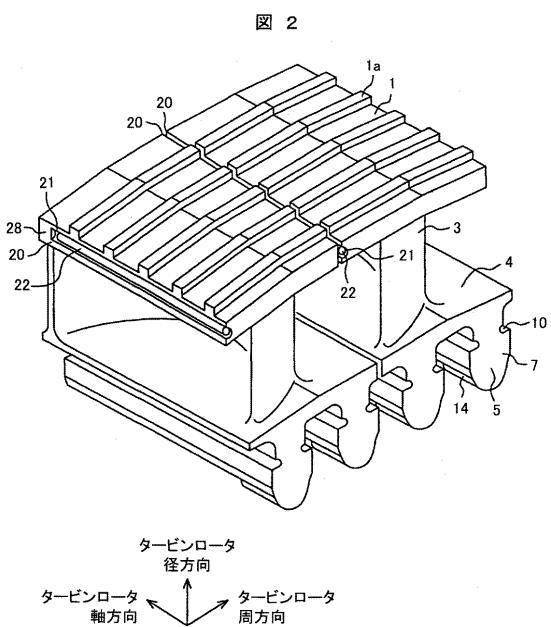
- 1, 1b シュラウド
 3 羽根部
 4 プラットフォーム部
 5 翼根元部
 6 翼溝
 8 タービンロータ
 9 固定ピン
 19 蒸気タービン動翼
 21, 21a, 21b, 31, 42a, 42b 孔
 22, 32 棒状の部材

10

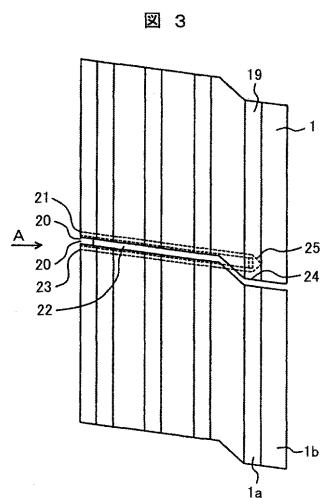
【図1】



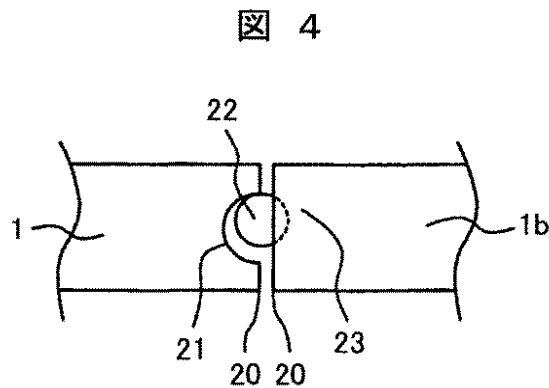
【図2】



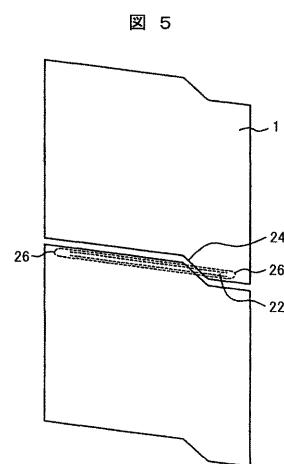
【図3】



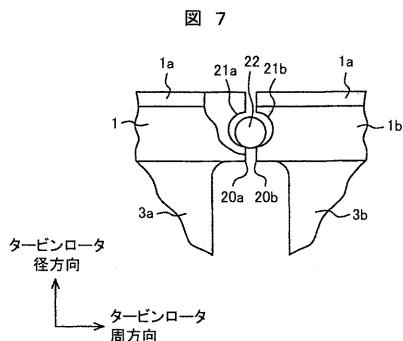
【図4】



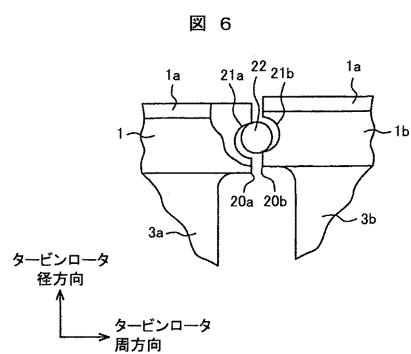
【図5】



【図7】

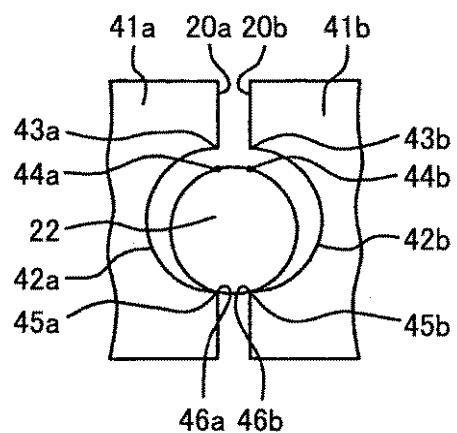


【図6】

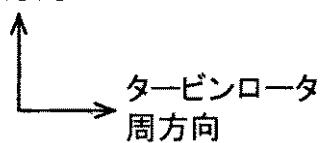


【図8】

図 8

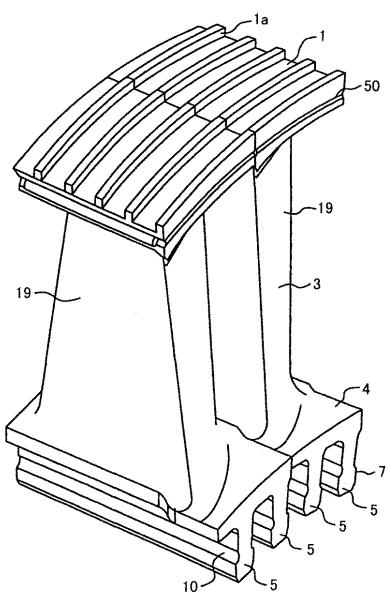


タービンロータ
径方向



【図9】

図 9



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
F 01D 25/00 (2006.01)	F 01D 25/00 L
F 01D 25/06 (2006.01)	F 01D 25/00 M
F 02C 7/00 (2006.01)	F 01D 25/00 U
F 02C 7/28 (2006.01)	F 01D 25/06
F 01D 11/02 (2006.01)	F 02C 7/00 C
	F 02C 7/28 A
	F 01D 11/02

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 國際公開第03/014529(WO, A1)

実開昭57-158901(JP, U)

特開昭57-076208(JP, A)

特開昭58-176402(JP, A)

特開昭63-230909(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01D	5 / 16
F 01D	5 / 20
F 01D	5 / 22
F 01D	5 / 28
F 01D	5 / 30
F 01D	11 / 02
F 01D	25 / 00
F 01D	25 / 06
F 02C	7 / 00
F 02C	7 / 28