

(11) 特許出願公開番号

特開2012-140971

(P2012-140971A)

(43) 公開日 平成24年7月26日(2012.7.26)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

FOI D 5/16 (2006.01)

FOI D 5/16

3 G 202

FOI D 5/26 (2006.01)

FOI D 5/26

FOI D 5/30 (2006.01)

FOI D 5/30

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-102003 (P2012-102003)

(22) 出願日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)

(62) 分割の表示 特願2008-231617 (P2008-231617)
の分割

原出願日 平成20年9月10日 (2008.9.10)

(31) 優先權主張番号 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)

(71) 出願人 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](#)

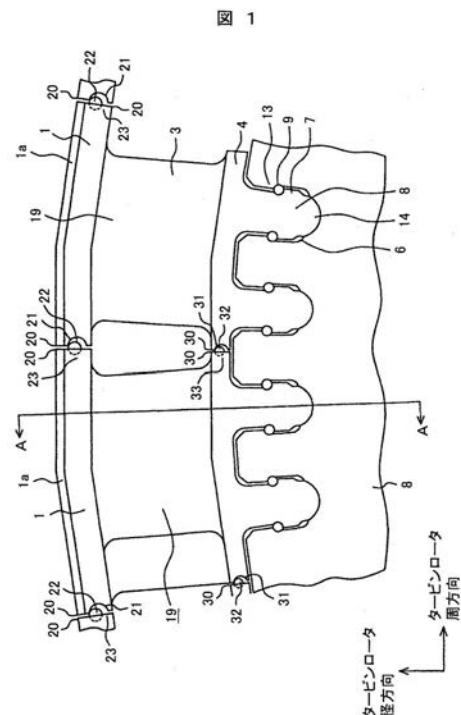
(54) 【発明の名称】 タービン動翼組立体

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、プラットフォーム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、棒状の部材とプラットフォームの間の構造減衰を確保し、振動応力を低減するタービン動翼組立体を提供することにある。

【解決手段】本発明は、羽根部 3 と、タービンロータ 8 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、隣り合う翼の相対するプラットフォーム部 4 の面間に形成される孔と、孔の内に、孔との間に間隙を有して設けられた棒状の部材 2 2 とを有し、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プラットフォーム面の孔の変位差より小さくしたタービン動翼組立体である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

羽根部と、

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、

隣り合う翼の相対する前記プラットフォーム部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プラットフォーム面の孔の変位差より小さくしたタービン動翼組立体。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、前記翼根元部と前記翼溝との間に設けられたピンを有し、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タービン動翼組立体。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記棒状部材は前記プラットフォーム部を構成する翼材よりも比重が軽いタービン動翼組立体。

【請求項 4】

請求項 1 において、前記棒状部材は前記プラットフォーム部を構成する翼材よりも磨耗しやすい材料としたタービン動翼組立体。

20

【請求項 5】

請求項 1 のタービン動翼組立体において、前記翼根元部はクリスマスツリー型ダブテールであるタービン動翼組立体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、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。

30

【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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【特許文献 1】 実開昭 63-150002 号公報

【発明の概要】

【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、プラットフォーム面に設けた接続板とプラットフォームの接触面の確保に関する考慮がない。すなわち、接続板とプラットフォームの間の構造減衰を確保するためには、プラットフォーム面と接続板のギャップ公差を制御し、プラットフォームと接続板を確実に接触させる必要がある。

【0006】

本発明の目的は、プラットフォーム面間に接続板やピン等の棒状の部材を挿入する構造

50

において、棒状の部材とプラットフォームの間の構造減衰を確保し、振動応力を低減する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、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、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、隣り合う翼の相対するプラットフォーム部の面間に形成される孔と、孔の内に、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、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プラットフォーム面の孔の変位差より小さくしたタービン動翼組立体である。

10

【0008】

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。

【0009】

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。

【0010】

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。

【発明の効果】

【0011】

20

本発明によれば、プラットフォーム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、棒状の部材とプラットフォームの間の構造減衰を確保し、振動応力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【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。

【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。

30

【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。

【発明を実施するための形態】

【0013】

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。

【0014】

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。

40

【0015】

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。

【0016】

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

50

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。

【００１７】

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。

【００１８】

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。

10

【００１９】

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は、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。

【００２０】

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、構造減衰が発生し、翼に発生する振動応力を低減する。

【００２１】

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。

20

【００２２】

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。

30

【００２３】

これにより、隣り合う翼の孔２１と棒状の部材２２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。

【００２４】

また、シュラウド面２０の孔２１と棒状の部材２２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２０の孔２１と棒状の部材２２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２１の高応力を防止することができる。

【００２５】

図１、図２では、孔２１に設けた棒状の部材２２が、孔２１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２３を設けている。孔封止２３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１９と棒状の部材２２を順次組立ていくことにより、棒状の部材２２をシュラウド面２０に設けた孔２１に封入することができる。

40

【００２６】

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。

【００２７】

シュラウド面２０の孔２１は、貫通孔でもよく、この場合、棒状の部材２２の抜け防止

50

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。

【0028】

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。

【0029】

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。

【0030】

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。

【0031】

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。

【0032】

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。

【0033】

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。

【0034】

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。

【0035】

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ある。

【0036】

図 1 から図 5 に示した実施例において、孔 2 1、円孔 2 6 の内面の硬度を棒状の部材 2 2 よりも高めておくことにより以下の効果が得られる。

【0037】

即ち、孔 2 1、円孔 2 6 の内面が棒状の部材 2 2 により磨耗し、棒状の部材 2 2 が脱落することを防止することができる。孔 2 1、円孔 2 6 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。

【0038】

また、棒状の部材 2 2 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 2 1、円孔 2 6 の内面に発生する応力を低減することができる。

【0039】

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 2 0 a、2 0 b の孔 2 1 a、2 1 b と棒状の部材 2 2 の位置関係を示した説明図である。

【0040】

本実施例では、隣接する翼の相対するシュラウド面 2 0 a、2 0 b の孔 2 1 a、2 1 b と棒状の部材 2 2 の間隙をタービン回転時の隣り合う該シュラウド面 2 0 a、2 0 b の孔 2 1 a、2 1 b の変位差より小さくしている。これにより、タービン運転時には、

10

20

30

40

50

図 6 に示したように、タービンの回転時は、棒状の部材 2 2 はシュラウド面 2 0 a の孔 2 1 a の上側と接触し、同時に、棒状の部材 2 2 はシュラウド面 2 0 b の孔 2 1 b の下側と接触することになる。この結果、タービン動翼 1 9 は、隣り合う翼とシュラウド面の孔 2 1 a, 2 1 b において、棒状の部材 2 2 を介して連結されることになる。シュラウド面の孔 2 1 a, 2 1 b における、棒状の部材 2 2 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 2 1 a, 2 1 b と棒状の部材 2 2 間にはたらく摩擦力によるものである。

【0041】

図 6 においては、シュラウド 1 の方が、シュラウド 1 b 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。

10

【0042】

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 2 0 a, 2 0 b の孔 2 1 a, 2 1 b と棒状の部材 2 2 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 2 1 a, 2 1 b において、棒状の部材 2 2 とシュラウド面の孔 2 1 a, 2 1 b の間に隙間がある。このため、棒状の部材 2 2 は孔 2 1 a, 2 1 b 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。このような形態であれば、シュラウド面 2 1 a, 2 1 b に孔 2 1 a, 2 1 b を設けた後に、棒状の部材 2 2 を挿入することが容易である。

20

【0043】

図 8 にシュラウド面の孔と棒状の部材 2 2 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 2 0 a の孔 4 2 a の内周における翼の外周に位置する点 4 3 a と、棒状の部材 2 2 の翼外周に位置し、孔 4 2 a の内周の点 4 3 a に相対し、運転時に点 4 3 a と接触すると考えられる点 4 4 a の距離を G_a とする。同様に、シュラウド面 2 0 b の孔 4 2 b の内周における翼の外周に位置する点 4 3 b と、棒状の部材 2 2 の翼外周に位置し、孔 4 2 b の内周の点 4 3 b に相対し、運転時に点 4 3 b と接触すると考えられる点 4 4 b の距離を G_b とする。

【0044】

タービン運転時においては、シュラウド 4 1 a とシュラウド 4 1 b 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 4 3 a と点 4 3 b においてもタービン径方向の変位に差が生じ、この差を U_{43} とする。同様に、シュラウド 4 1 a に設けられた孔 4 2 a の内周の点 4 5 a とシュラウド 4 1 b に設けられた孔 4 2 b の内周の点 4 5 b においてもタービン径方向の変位に差が生じ、この差を U_{45} とする。このとき、下式のように、隣り合うシュラウド面 2 0 a, 2 0 b の孔 4 2 a, 4 2 b と棒状の部材 2 2 の間隙 (G_a , G_b) 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。

30

【0045】

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

40

この結果、タービン運転時において、シュラウド 4 1 a よりもシュラウド 4 1 b の変位が大きい場合、タービンの回転時は、棒状の部材 2 2 はシュラウド 4 1 a の孔 4 2 a の上側と接触し、同時に、棒状の部材 2 2 はシュラウド 4 1 b の孔 4 2 b の下側と接触することになる。

【0046】

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 U_{43} や U_{45} は、約数百 μm のオーダーであると考えられる。孔 4 2 a, 4 2 b と棒状の部材 2 2 の間隙は、棒状の部材 2 2 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 4 2 a,

50

4 2 bと棒状の部材 2 2 の間隙 G a , G b を、隣り合うシュラウドの運転時の変位差 U 4 3 , U 4 5 より小さくすることは十分可能である。

【0047】

シュラウドの運転時の変位差 U 4 3 , U 4 5 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 4 2 a , 4 2 b と棒状の部材 2 2 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 4 2 a , 4 2 b と棒状の部材 2 2 が接触し、シュラウドが連結するように G a , G b 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 U 4 3 , U 4 5 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 4 2 a , 4 2 b と棒状の部材 2 2 の間隙 G a , G b を設定すればよい。

10

【0048】

棒状の部材 2 2 の孔 4 2 a , 4 2 b 内への封止は、図 9 に示したように、部材 2 2 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 5 0 を形成し、部材 2 2 の抜けを防止する。

【0049】

図 1 に示した、プラットフォーム 4 の隣り合う面 3 0 に孔 3 1 を設け、この中に棒状の部材 3 2 を封入した場合も、シュラウドの孔 2 1 と部材 2 2 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。

【0050】

20

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。

【0051】

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。

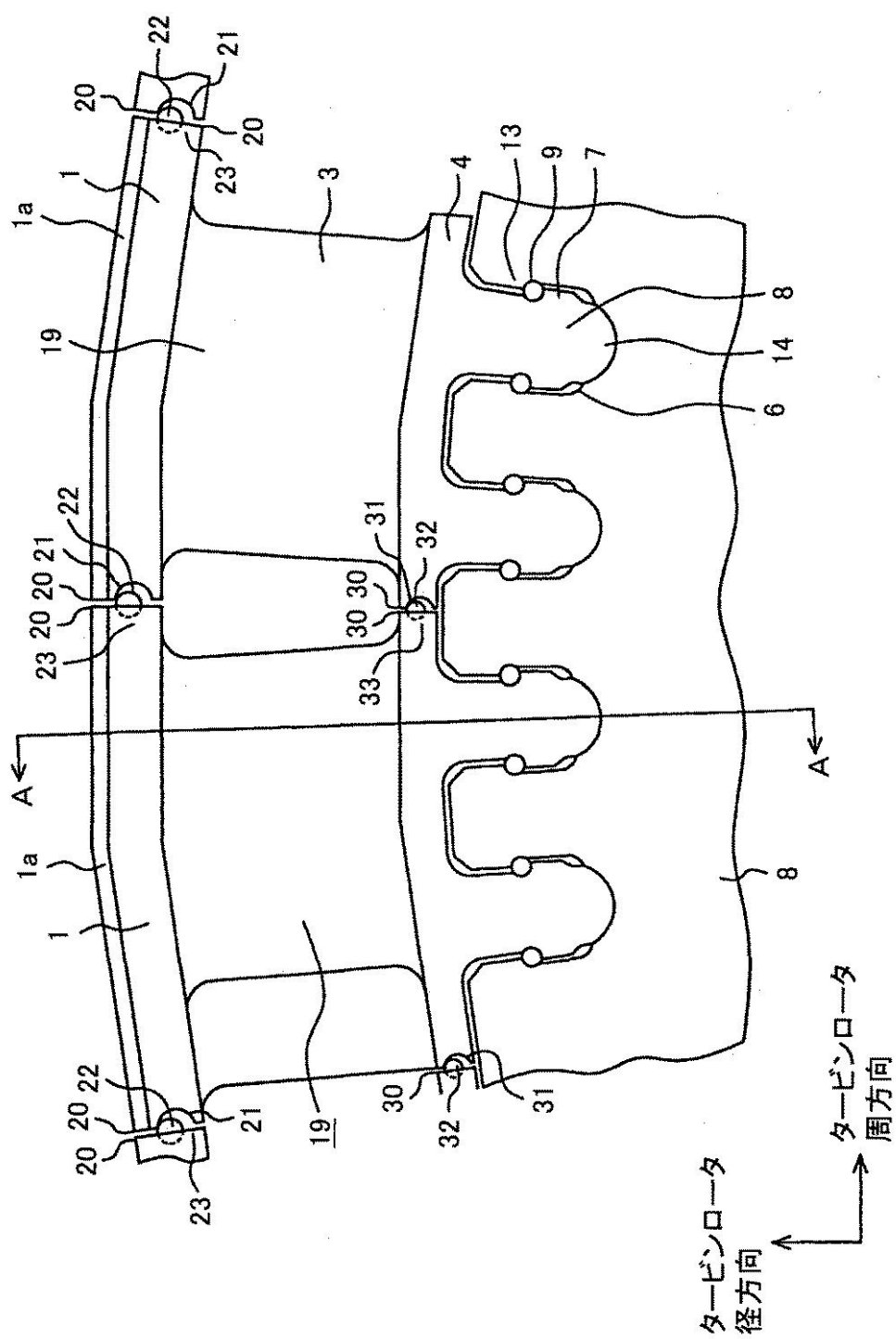
【符号の説明】

【0052】

- 1 , 1 b 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
- 1 9 蒸気タービン動翼
- 2 1 , 2 1 a , 2 1 b , 3 1 , 4 2 a , 4 2 b 孔
- 2 2 , 3 2 棒状の部材

30

圖 1



【図 2】

図 2

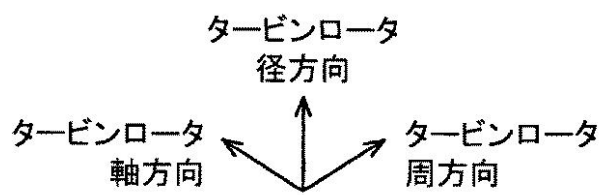
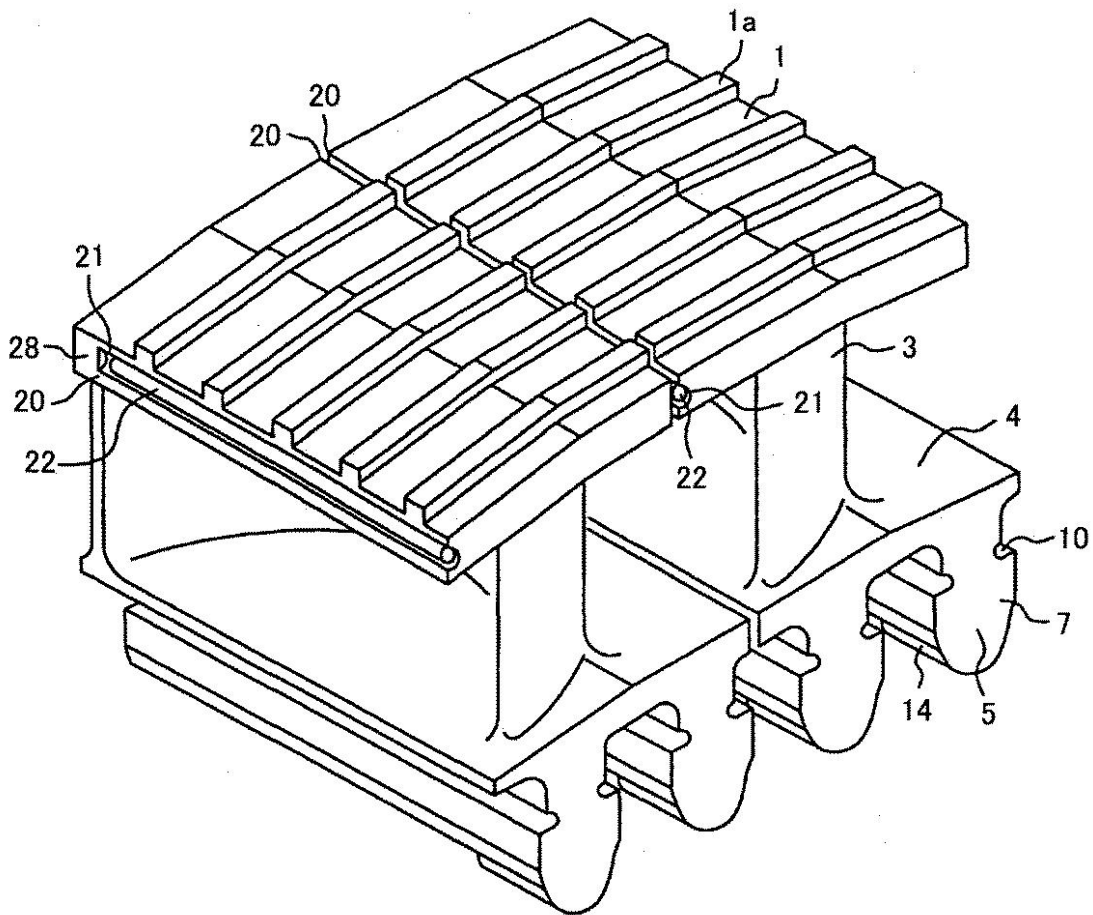


图 3

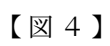
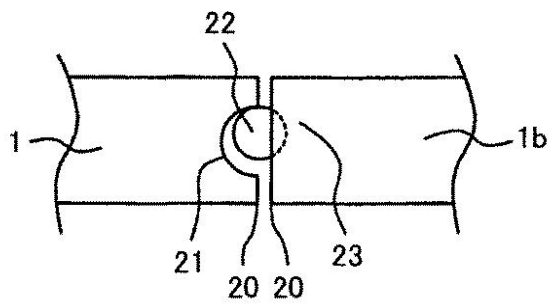
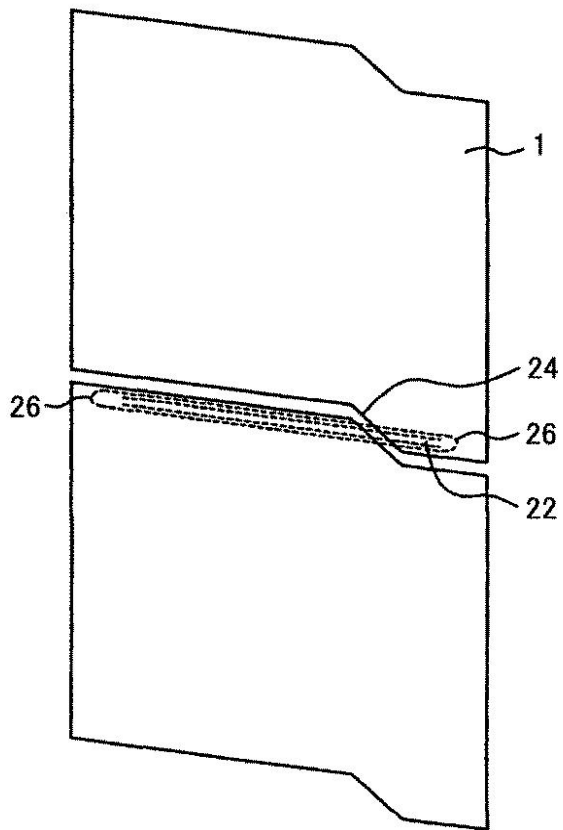


图 4



【図 5】

図 5



【図 6】

図 6

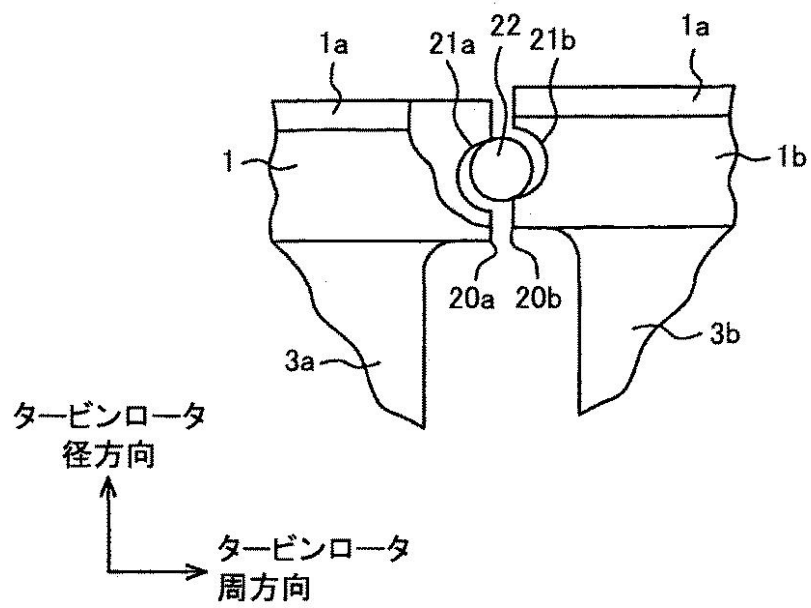


图 7

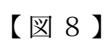
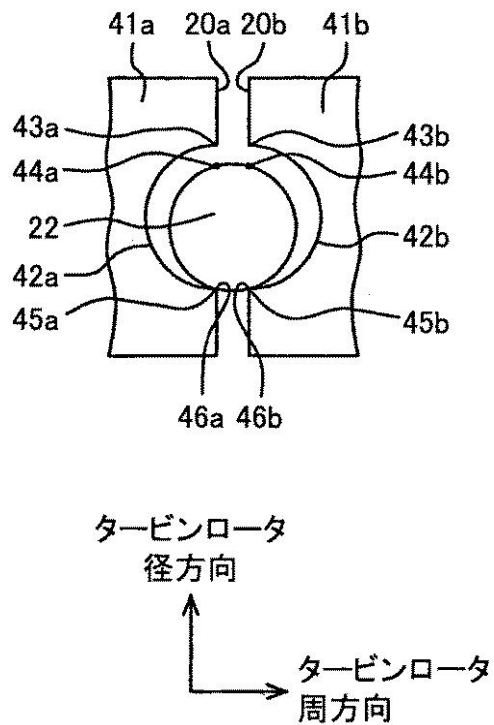
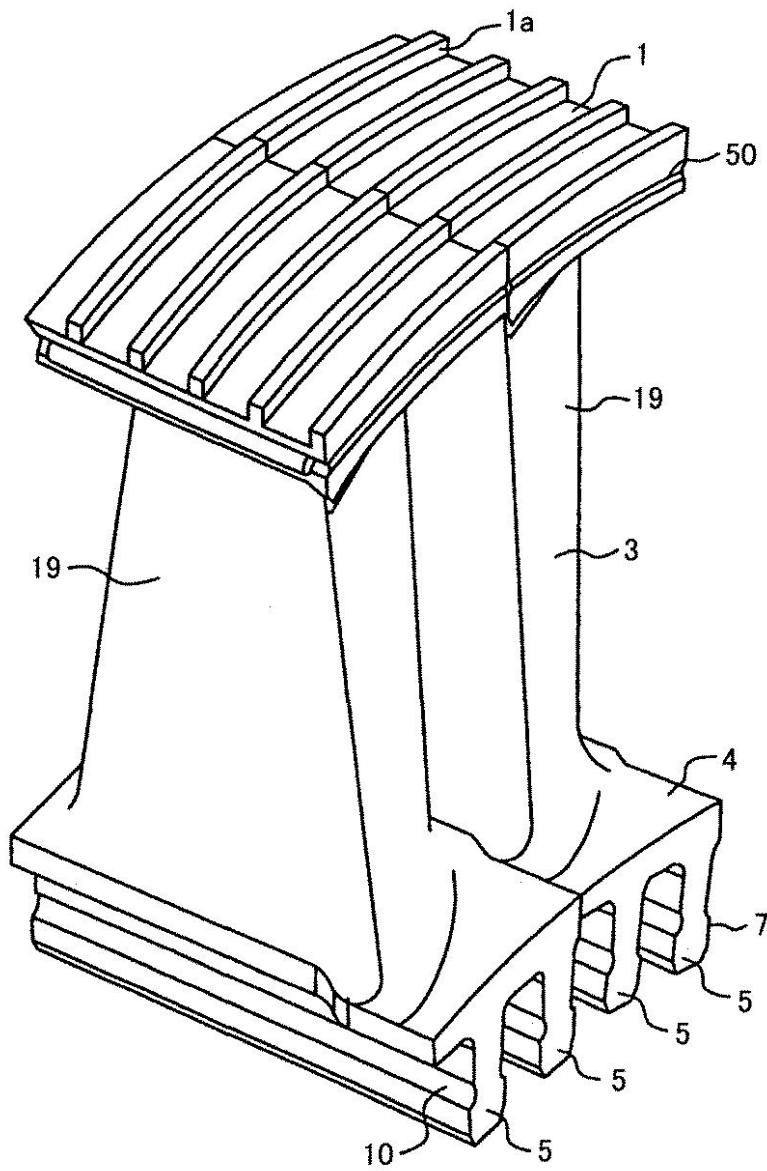


图 8



【図 9】

図 9



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G202 BA02 BA04 BB02 BB03 FA03 FA04 FB01 FB02