

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5730085号
(P5730085)

(45) 発行日 平成27年6月3日(2015.6.3)

(24) 登録日 平成27年4月17日(2015.4.17)

(51) Int. Cl. F I
FO4D 29/34 (2006.01) FO4D 29/34 D
FO1D 5/30 (2006.01) FO1D 5/30

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-59706 (P2011-59706)	(73) 特許権者	514030104 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(22) 出願日	平成23年3月17日 (2011.3.17)		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(65) 公開番号	特開2012-193714 (P2012-193714A)	(74) 代理人	100134544 弁理士 森 隆一郎
(43) 公開日	平成24年10月11日 (2012.10.11)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
審査請求日	平成26年1月31日 (2014.1.31)	(72) 発明者	平田 智之 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	廣川 一晴 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータ構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線を中心にして回転する外周部に前記軸線の周方向に延びている翼溝が形成され、前記翼溝の溝開口側の幅寸法が前記翼溝の溝底側の幅寸法よりも小さく設定された回転軸体と、

前記回転軸体の外周部に前記周方向に配列され、それぞれ前記翼溝に嵌合した翼根を有する複数の翼体と、を備えるロータ構造であって、

前記翼溝内において、少なくとも一組の前記周方向に隣り合う二つの翼体の間に位置するように翼留めピースが設けられ、

前記翼溝の溝開口側の開口壁部と前記翼留めピースとのうち一方に凸部が形成され、他方に前記凸部と嵌合した凹部が形成され、

前記翼留めピースは、前記凸部と前記凹部とを嵌脱可能な変位機構を有し、

前記変位機構は、前記翼溝の前記翼底に対して累進可能であり、前記翼溝の前記翼底に対向する端面が前記翼溝の前記翼底に向けて膨出している進退軸を備え、

前記翼留めピースは、前記翼溝の幅方向の少なくとも一方に、前記凸部として前記軸線の半径方向に向けて突出するネジ部材を有し、

前記翼溝の開口壁部は、前記翼溝の幅方向の少なくとも一方に、前記凹部として前記半径方向に延びている切欠きが形成されているロータ構造。

【請求項2】

前記翼留めピースは、前記凸部と前記凹部との嵌合を解消した状態で、前記翼溝を前記

10

20

周方向にスライド可能である請求項 1 に記載のロータ構造。

【請求項 3】

前記凸部は、前記軸線の半径方向に突出しており、

前記凹部は、前記半径方向に延びている請求項 1 に記載のロータ構造。

【請求項 4】

前記翼留めピースは、前記凸部又は前記凹部が形成されたピース本体を備える請求項 1 から 3 のうちいずれか一項に記載のロータ構造。

【請求項 5】

前記変位機構は、前記ピース本体を前記半径方向に貫通し、且つ、少なくとも一部に雌ネジ部が形成された貫通孔と、少なくとも一部に前記雌ネジ部に螺合する雄ネジ部とが形成されている請求項 4 に記載のロータ構造。

10

【請求項 6】

前記翼留めピースは、前記翼溝の開口壁部に対して前記翼溝の溝底側から当接している当接部を含む請求項 1 から 5 のうちいずれか一項に記載のロータ構造。

【請求項 7】

前記翼留めピースは、前記翼溝の幅方向の少なくとも一方に、前記凸部として前記軸線の半径方向に向けて突出する突出壁を有し、

前記翼溝の開口壁部には、前記翼溝の幅方向の少なくとも一方に、前記凹部として前記半径方向に延びている切欠きが形成されている請求項 1 から 6 のうちいずれか一項に記載のロータ構造。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロータ構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

周知のように、圧縮機やタービンに代表される回転機械においては、回転軸体の外周に複数の動翼が周方向に配列されたロータが用いられている。

【0003】

例えば、下記特許文献 1 においては、回転機械のロータ外周の円周方向に穿設した翼溝に多数の動翼を植え込む構造において、隣接する二つの動翼翼根の間に翼留めピースを嵌入している。そして、翼留めピースの半径方向中央部に形成したねじ穴にボルトを螺合させる一方、翼溝の底面位置に丸穴を穿設し、ボルトの下端部を丸穴に嵌合させることで動翼の周方向の変位を拘束している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】実開平 3 - 25801 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

しかしながら、従来技術においては、丸穴の内壁部が構造的に不連続部になるので、この丸穴近傍に応力が集中して亀裂が発生する恐れがあるという問題があった。

【0006】

本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、翼溝の溝底に亀裂が発生することを防止することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明は以下の手段を採用している。

すなわち、本発明に係るロータ構造は、軸線を中心にして回転する外周部に前記軸線の

50

周方向に延びている翼溝が形成され、前記翼溝の溝開口側の幅寸法が前記翼溝の溝底側の幅寸法よりも小さく設定された回転軸体と、前記回転軸体の外周部に前記周方向に配列され、それぞれ前記翼溝に嵌合した翼根を有する複数の翼体と、を備えるロータ構造であって、前記翼溝内において、少なくとも一組の前記周方向に隣り合う二つの翼体の間に位置するように翼留めピースが設けられ、前記翼溝の溝開口側の開口壁部と前記翼留めピースとのうち一方に凸部が形成され、他方に前記凸部と嵌合した凹部が形成され、前記翼留めピースは、前記凸部と前記凹部とを嵌脱可能な変位機構を有し、前記変位機構は、前記翼溝の前記翼底に対して累進可能であり、前記翼溝の前記翼底に対向する端面が前記翼溝の前記翼底に向けて膨出している進退軸を備え、前記翼留めピースは、前記翼溝の幅方向の少なくとも一方に、前記凸部として前記軸線の半径方向に向けて突出するネジ部材を有し、前記翼溝の開口壁部は、前記翼溝の幅方向の少なくとも一方に、前記凹部として前記半径方向に延びている切欠きが形成されている。

10

このようにすれば、翼溝の開口壁部と翼留めピースとのうち一方に凸部が形成され、他方に凸部と嵌合する凹部が形成されているので、翼溝に対する翼体の周方向の相対変位を凸部と凹部との干渉によって拘束する。これにより、翼溝の溝底で応力集中が生じ難いので、翼溝の溝底に亀裂が生じることを回避することができる。

仮に、回転軸体に対して翼体を組み付けた状態で翼溝の溝底に亀裂が生じると、通常の保守点検において発見が困難であることから、亀裂が進展し過ぎたり、亀裂によって回転軸体が破損して回転軸体を組み込んだ装置の運転を停止したりしなければならなくなる恐れがある。また、仮に翼溝の溝底に生じた亀裂を発見したとしても、組み付けた翼体を取り外さなければ補修が困難であることから、保守性にも劣る。

20

しかしながら、上記のようにすれば、翼溝の溝底に亀裂が生じることがなく、仮に翼溝の開口壁部に亀裂が生じたとしても、亀裂箇所が回転軸体の表面側に位置することになるので、亀裂を容易に発見することができ、結果的に亀裂によって回転軸体が破損することを抑止することができる。これにより、回転軸体を組み込んだ装置の運転を安定的に継続して行うことができる。また、亀裂箇所が回転軸体の表面側に位置することになるので、補修も比較的容易にすることができる。

また、進退軸の端面が翼溝の溝底に向けて膨出しているので、進退軸の端面を翼溝の溝底に対して点接触させることが可能となる。これにより、進退軸の端面が翼溝の溝底に対して片当たりすることを防止して確実に点接触させるので、ピース本体を翼溝の溝底に対して、より確実に進退させることができる。

30

このようにすれば、翼留めピースが突出壁を有し、翼溝の開口壁部に切欠きが形成されているので、比較的簡素な構成で翼溝の溝底に亀裂が生じることを回避することができる。

【 0 0 0 8 】

また、前記翼留めピースは、前記凸部と前記凹部との嵌合を解消した状態で、前記翼溝を前記周方向にスライド可能である。

このようにすれば、翼留めピースが、凸部と凹部との嵌合を解消した状態で、翼溝を周方向にスライド可能であるので、回転軸体に対して翼体及び翼留めピースを組み付ける際に、ピース本体を翼溝の溝底側でスライドさせて所望の位置に配置させることができる。これにより、回転軸体に対する翼体及び翼留めピースの組み付けの作業性を向上させることができる。

40

【 0 0 0 9 】

また、前記凸部は、前記軸線の半径方向に突出しており、前記凹部は、前記半径方向に延びている。

このようにすれば、半径方向に突出した凸部と、半径方向に延びた凹部とが嵌合するので、翼留め部材を周方向に確実に拘束することができる。

【 0 0 1 0 】

また、前記翼留めピースは、前記凸部又は前記凹部が形成されたピース本体を備える。

このようにすれば、可動機構が、凸部又は凹部が形成されたピース本体を翼溝の溝底に

50

対して進退させて、凸部と凹部とを嵌脱可能なので、凸部と凹部とを容易かつ正確に嵌脱させることができる。これにより、回転軸体に対する翼体及び翼留めピースの組み付けの作業性を向上させることができる。

【0011】

また、前記変位機構は、前記ピース本体を前記半径方向に貫通し、且つ、少なくとも一部に雌ネジ部が形成された貫通孔と、少なくとも一部に前記雌ネジ部に螺合する雄ネジ部とが形成されている。

このようにすれば、進退軸が翼溝の溝底に対して螺進可能なので、比較的簡素な構成で、正確かつ容易にピース本体を翼溝の溝底に対して進退させることができる。

【0013】

また、前記翼留めピースは、前記翼溝の開口壁部に対して前記翼溝の溝底側から当接している当接部を含む。

このようにすれば、翼留めピースが、翼溝の開口壁部に対して翼溝の溝底側から当接している当接部を含むので、翼留めピースを径方向に良好に拘束することができる。

【0015】

また、前記翼留めピースは、前記翼溝の幅方向の少なくとも一方に、前記凸部として前記軸線の半径方向に向けて突出するネジ部材を有し、前記翼溝の開口壁部は、前記翼溝の幅方向の少なくとも一方に、前記凹部として前記半径方向に延びている切欠きが形成されている。

このようにすれば、翼留めピースがネジ部材を有し、翼溝の開口壁部に切欠きが形成されているので、比較的簡素な構成で翼溝の溝底に亀裂が生じることを回避することができる。また、種々の設計要求を満たすことができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明に係るロータ構造によれば、翼溝の溝底に亀裂が発生することを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第一実施形態に係るガスタービンGTの概略構成を示す半断面図である。

【図2】本発明の第一実施形態において、図1のI-I線断面図である。

【図3】本発明の第一実施形態において、図2のII-II線矢視図である。

【図4】本発明の第一実施形態において、図3のIII-III線断面図である。

【図5】本発明の第一実施形態に係る回転軸体10の要部拡大平面図であって、図3に対応している。

【図6】本発明の第一実施形態に係る回転軸体10の要部拡大断面図であって、図4に対応している。

【図7】本発明の第一実施形態に係る翼留めピース30の正面視した場合の分解図であり、ピース本体31を半断面で示している。

【図8】本発明の第一実施形態に係る翼留めピース30の平面図である。

【図9】本発明の第一実施形態に係る翼留めピース30の側面視した分解図である。

【図10】本発明の第一実施形態に係る翼留めピース30の使用状態を示す斜視図である。なお、図10においては動翼部材20の図示を省略している。

【図11】本発明の第一実施形態に係る第一作用説明図であって、図3に対応している。

【図12】本発明の第一実施形態に係る第二作用説明図であって、図4に対応している。

【図13】本発明の第一実施形態に係る第三作用説明図であって、図3に対応している。

【図14】本発明の第一実施形態に係る第四作用説明図であって、図4に対応している。

【図15】本発明の第一実施形態に係る第五作用説明図であって、図3に対応している。

【図16】本発明の第一実施形態に係る第六作用説明図であって、図4に対応している。

【図17】本発明の第二実施形態に係る翼留めピース30Aの概略構成を示す要部断面図

10

20

30

40

50

である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照し、本発明の実施の形態について説明する。

〔第一実施形態〕

図1は、本発明の第一実施形態に係るガスタービンGTの概略構成を示す半断面図である。図1に示すように、ガスタービンGTは、圧縮空気cを生成する圧縮機Cと、圧縮機Cから供給される圧縮空気cに燃料を供給して燃焼ガスgを生成する複数の燃焼器Bと、燃焼器Bから供給される燃焼ガスgにより回転動力を得るタービンTとを備えている。

ガスタービンGTにおいては、圧縮機Cのロータ R_c とタービンTのロータ R_T とは、それぞれの軸端で連結されてタービン軸（軸線）P上に延びている。

なお、以下の説明においては、タービン軸Pの延在方向をタービン軸方向（軸方向）と、タービン軸Pの周方向をタービン周方向（周方向）と、タービン軸Pの半径方向をタービン径方向（半径方向）という。

【0019】

圧縮機Cは、圧縮機ケーシング1内においてタービン軸方向に交互に配設された静翼列2と動翼列3とを備えている。これら静翼列2と動翼列3とは、対となって一段と数えられる。

各段の静翼列2は、それぞれ圧縮機ケーシング1側に固設されていると共に圧縮機ケーシング1からロータ R_c 側に向けて延出する複数の静翼4が、タービン周方向に環状に配列されて構成されている。

各段の動翼列3は、それぞれロータ R_c 側に固設されていると共にロータ R_c 側から圧縮機ケーシング1側に向けて延出する複数の動翼5が、タービン周方向に環状に配列されて構成されている。

【0020】

図2は図1のI-I線断面図であり、図3は図2のII-II線矢視図であり、図4は図3のIII-III線断面図である。

図2に示すように、ロータ R_c は、回転軸体10と、それぞれ上述した動翼5を含む複数の動翼部材（翼体）20と、複数の翼留めピース30とを有している。

回転軸体10は、ディスク状の部材がタービン軸方向に同軸状に重ねられることで全体として軸状になっている（図1参照）。図2及び図4に示すように、回転軸体10の外周部10Aには、動翼列3の配設箇所に応じて、それぞれ動翼部材20が充填された翼溝11が形成されている。

【0021】

図5及び図6は、回転軸体10の概略構成図であって、図5が図3に対応する要部拡大平面図であり、図6が図4に対応する要部拡大断面図である。

図5に示すように、各翼溝11は、タービン周方向に延びており、図示しないが外周部10Aにおいて全周に形成されている。この翼溝11の溝幅方向（タービン軸方向）に相互に対向する両側壁12, 12においては、翼溝11の溝開口11a側からそれぞれ溝幅方向内側に向けて開口壁部13, 13が張り出している。すなわち、図6に示すように、翼溝11の溝開口11a側の幅寸法D1が溝底11b側の幅寸法D2よりも小さく設定されている。

【0022】

これら開口壁部13, 13は、図6に示すように、それぞれ翼溝11の溝深さ方向（タービン径方向）に延びている端面13a, 13aを、互いに幅寸法D1を空けて対向させている。また、開口壁部13, 13の下部13b, 13bは、面取りされており、それぞれ溝開口11a側から溝底11b側に進むに従って溝幅方向外側に向かう斜面が、端面13a, 13aと両側壁12, 12の下部とに連続して形成されている。また、開口壁部13, 13の上部13c, 13cは、溝幅方向外側から内側に向けて徐々に溝底11b側に向かうように円弧状に形成されている。

10

20

30

40

50

この開口壁部 1 3 , 1 3 は、それぞれタービン周方向に向けて全周に延びているが（図 2 参照）、タービン周方向に間隔を空けた複数箇所¹⁰に切欠き（凹部）1 4 , 1 4 が形成されている。

【 0 0 2 3 】

切欠き 1 4 , 1 4 は、図 5 及び図 6 に示すように、それぞれ、溝状に形成されていると共に翼溝 1 1 の溝深さ方向（タービン径方向）に延びており、開口壁部 1 3 , 1 3 の下部 1 3 b , 1 3 b の下方と上部 1 3 c , 1 3 c の上方とを連通させている。これら切欠き 1 4 , 1 4 は、図 5 に示すように、翼溝 1 1 の溝深さ方向に直交する断面輪郭が方形状になっており、溝幅方向における端面 1 4 a , 1 4 a が円弧状に形成されている。

これら切欠き 1 4 , 1 4 は、翼溝 1 1 の溝幅方向において互いに対向するように形成されている。

なお、開口壁部 1 3 , 1 3 には、切欠き 1 4 , 1 4 の形成位置と異なる位置に、動翼部材 2 0 の翼根 2 2（後述する。）を挿入するために大きく開口する翼挿入孔 1 1 c（図 1 1 , 図 1 2 参照）が形成されている。

【 0 0 2 4 】

翼溝 1 1 の溝底 1 1 b は、図 6 に示すように、タービン周方向に直交する断面において、溝幅方向内方に向かうに連れて徐々に溝深さが深くなるように、円弧状に形成されている。

【 0 0 2 5 】

動翼部材 2 0 は、図 2 に示すように、上述した動翼 5 と、この動翼 5 の基端に続くプラットフォーム 2 1 と、このプラットフォーム 2 1 に続く翼根 2 2 とが、タービン径方向の外側から内側に向けて上記の順に形成されている。

【 0 0 2 6 】

動翼 5 は、タービン径方向に直交する翼型形状が流線状になっていると共に（図 3 参照）、図 3 に示すように、タービン径方向の先端側が基端側に対してタービン径方向周りに捻られた形状となっている。

【 0 0 2 7 】

プラットフォーム 2 1 は、図 3 に示すように、タービン径方向に交差して延びて翼溝 1 1 を被覆しており、その表面が動翼 5 の基端に続いている。このプラットフォーム 2 1 は、例えば板状に形成することができ、タービン径方向の外側から内側に見て平行四辺形状に形成することができる。

また、翼留めピース 3 0 を挟む二つの動翼部材 2 0（2 0 A , 2 0 B）のプラットフォーム 2 1 においては、図 3 に示すように、タービン周方向において相互に突き合わされた双方の端縁部 2 1 a に、図 4 に示すように、タービン径方向に貫通したアクセス孔 2 1 b が画定されている。

【 0 0 2 8 】

翼根 2 2 は、プラットフォーム 2 1 の裏面に続いており（図 2 参照）、図示しないがタービン周方向に直交する断面においてタービン径方向内側に向かうに従ってタービン軸方向の寸法が大きくなる形状となっている（図 6 参照）。

この翼根 2 2 は、翼溝 1 1 の溝底 1 1 b 側に嵌合しており、タービン軸方向における両側部の一部を開口壁部 1 3 , 1 3 の下部 1 3 b , 1 3 b に沿わしている（図 6 参照）。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、翼留めピース 3 0 は、翼溝 1 1 内において、一組のタービン周方向に隣り合う二つの動翼部材 2 0（2 0 A , 2 0 B）の間に配置されている。この翼留めピース 3 0 は、本実施形態においては、切欠き 1 4 , 1 4 のタービン周方向位置に対応するように複数個（例えば八つ）配設されており、周方向に隣り合う二つの翼留めピース 3 0 の間に所定数（均等でなくてもよい。）の動翼部材 2 0 が位置するようになっている。

【 0 0 3 0 】

図 7 は翼留めピース 3 0 の正面視した場合の分解図であり、図 8 は翼留めピース 3 0 の平面図であり、図 9 は翼留めピース 3 0 の側面視した分解図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

図 7 から図 9 に示すように、翼留めピース 3 0 は、ピース本体 3 1 と、進退軸 3 5 とを有している。

ピース本体 3 1 は、図 7 及び図 9 に示すように、翼留めピース 3 0 の部材軸線 Q 上に貫通孔 3 1 a が形成された部材であり、部材軸線 Q が延びる部材軸線方向（タービン径方向）の一方側に形成された段筒部 3 2 と、部材軸線方向の他方側に形成された胴壁部 3 3 とを有している。

【 0 0 3 2 】

段筒部 3 2 は、部材軸線方向の一方側において定径に形成された首部 3 2 a と、首部 3 2 a に続いて形成され、部材軸線方向の一方側から他方側に向かうに従って漸次拡径する部分が二段に設定された肩部 3 2 b とを有している。

10

【 0 0 3 3 】

胴壁部 3 3 は、図 7 及び図 9 に示すように、肩部 3 2 b に続いて形成されており、部材軸線方向に直交する断面形状（図 8 参照）が、胴幅に対して胴厚が薄く設定された扁平六角形状となっている。この胴壁部 3 3 は、図 7 に示すように、肩部 3 2 b に続いて形成されたテーパ部 3 3 a と、テーパ部 3 3 a に続いて部材軸線方向の他方側に形成された底部 3 3 b とを有している。

テーパ部 3 3 a は、図 7 に示すように、部材軸線方向の一方側から他方側に向かうに従って、扁平六角形状の断面積（図 8 参照）が胴幅を拡げるように漸次大きくなる。

底部 3 3 b は、図 7 に示すように、胴幅が概略一定の寸法で形成されているが、底面の胴幅方向両端部 3 3 b 1 の角部がそれぞれ面取りされている。

20

【 0 0 3 4 】

胴壁部 3 3 のテーパ部 3 3 a の胴幅方向両側には、部材軸線方向の一方側から他方側に向かうに従って漸次離間するテーパ面 3 3 c , 3 3 c が延びている。

テーパ面 3 3 c , 3 3 c は、図 7 に示すように、正面視した場合において、開口壁部 1 3 , 1 3 の下部 1 3 b , 1 3 b の曲率と同様の曲率で形成されている。これらテーパ面 3 3 c , 3 3 c には、それぞれ胴厚方向中央において、部材軸線方向及び胴幅方向に突出した突出壁（凸部） 3 3 d , 3 3 d が形成されている。

【 0 0 3 5 】

突出壁 3 3 d , 3 3 d は、それぞれ、底面が直角二等辺三角形となった三角柱状に形成されており、底面の垂線方向を胴厚方向に向けている。これら突出壁 3 3 d , 3 3 d は、それぞれ、略同大に形成された二つの方形面 3 3 d 1 , 3 3 d 2 のうち一方の方形面 3 3 d 1 を部材軸線方向に交差させる一方、他方の方形面 3 3 d 2 をピース本体 3 1 の胴幅方向に交差させている。また、方形面 3 3 d 2 の角縁部は面取りされている。

30

【 0 0 3 6 】

上述した貫通孔 3 1 a は、胴壁部 3 3 において一定の径に形成されており、段筒部 3 2 において二段に縮径されて形成されている。胴壁部 3 3 において定径に形成された部位においては雌ネジ部 3 1 b が形成されている。

【 0 0 3 7 】

進退軸 3 5 は、部材軸線方向の一方側において相対的に小径に形成されたシャフト部 3 6 と、部材軸線方向の他方側において相対的に大径に形成されていると共に外周面にネジが形成された雄ネジ部 3 7 とを有している。

40

シャフト部 3 6 の、部材軸線方向の一方側の端面 3 6 a には、マイナスドライバ等の工具が係合可能な係合溝 3 6 b が形成されている。

雄ネジ部 3 7 の、部材軸線方向の他方側の端面 3 7 a は、部材軸線方向の他方側に向けて膨出している。

【 0 0 3 8 】

この進退軸 3 5 は、雄ネジ部 3 7 をピース本体 3 1 の雌ネジ部 3 1 b に螺合させており、ピース本体 3 1 に対して部材軸線方向に螺進可能になっている。また、進退軸 3 5 を部材軸線方向の他方側に螺進させた場合には、シャフト部 3 6 が段筒部 3 2 の貫通孔 3 1 a

50

の開口側に嵌合するようになっている。

このように、進退軸 35 の雄ネジ部 37 がピース本体 31 の雌ネジ部 31 b に螺合することで、ピース本体 31 を翼溝 11 の溝底 11 b に対してタービン径方向に進退可能な可動機構 39 が構成されている。

【0039】

図 10 は翼留めピース 30 の使用状態を示す斜視図である。なお、図 10 においては動翼部材 20 の図示を省略している。

この翼留めピース 30 は、図 10 に示すように、各切欠き 14, 14 が形成された箇所において、翼留めピース 30 の部材軸線 Q をタービン径方向（翼深さ方向）に向け、かつ、胴幅方向をタービン軸方向（溝幅方向）に向けている。そして、翼留めピース 30 は、

10

ピース本体 31 の突出壁 33 d, 33 d を切欠き 14, 14 に嵌合させることで、翼溝 11 に対するタービン周方向の変位を拘束されている。

また、翼留めピース 30 は、進退軸 35 の端面 37 a を翼溝 11 の溝底 11 b に点接触させる一方、進退軸 35 が翼溝 11 の溝底 11 b から受ける反力と、テーパ面 33 c, 33 c が開口壁部 13, 13 の下部 13 b, 13 b から受ける反力とを受けることで、タービン径方向に拘束されている。

【0040】

次に、ロータ R_c の組立の部分工程について、主に、図 11 から図 16 に基づいて説明する。なお、図 11 から図 16 においては、動翼部材 20 の図示を プラットフォーム 21 の輪郭を破線で示すことによって省略している。

20

【0041】

まず、翼溝 11 の翼挿入孔 11 c（図 11, 図 12 参照）に動翼部材 20 の翼根 22（図 2 参照）を挿入すると共に、動翼部材 20 をタービン周方向にスライドさせて翼根 22 を翼溝 11 の下方に嵌合させる。そして、翼根 22 を翼溝 11 の下方に嵌合させた状態で、動翼部材 20 をタービン周方向にスライドさせる。この作業を動翼部材 20 毎に繰り返して、翼溝 11 に所定数の動翼部材 20 が充填されるようにする。ここで、所定数の動翼部材 20 のうち最後に充填する動翼部材 20 は、上述した動翼部材 20 A, 20 B の片方にする（例えば動翼部材 20 B）。

図 11 及び図 12 に示すように、所定数の動翼部材 20 を翼溝 11 に充填し終わったら、翼留めピース 30 を翼溝 11 の翼挿入孔 11 c に挿入する。

30

【0042】

図 12 に示すように、翼溝 11 挿入時の翼留めピース 30 は、進退軸 35 の端面 36 a が段筒部 32 よりもタービン径方向の外側に位置しており、ピース本体 31 からの進退軸 35 の突出量が小さくなっている。より詳細には、少なくとも翼溝 11 の溝底 11 b に進退軸 35 の端面 37 a を点接触させた状態で、ピース本体 31 の両側の突出壁 33 d, 33 d と、開口壁部 13, 13 の下部 13 b, 13 b との間に間隙が形成されるように、進退軸 35 の突出量が設定されている。

このような状態で、翼留めピース 30 をタービン周方向にスライドさせる。

【0043】

翼留めピース 30 をスライドさせた後に、翼溝 11 の翼挿入孔 11 c（図 11, 図 12 参照）に動翼部材 20 A, 20 B のもう片方を充填する（例えば動翼部材 20 B）。このようにすることで、動翼部材 20 A, 20 B の、タービン周方向において相互に突き合わされた双方の端縁部 21 a にアクセス孔 21 b が画定されると共に、進退軸 35 の端面 36 a がアクセス孔 21 b から露出する（図 13 参照）。

40

【0044】

次に、図 13 及び図 14 に示すように、翼溝 11 に挿入された翼留めピース 30 を動翼部材 20 と共に、翼溝 11 内においてタービン周方向にスライドさせる。この際、胴壁部 33 の突出壁 33 d の方形面 33 d 1 の角縁部と、ピース本体 31 の底部 33 b の両端部 33 b 1 とが面取りされており、シャフト部 36 の端面 37 a が膨出しているため、翼溝 11 の内表面に対して円滑に摺動する。

50

【 0 0 4 5 】

翼留めピース 3 0 が切欠き 1 4 , 1 4 に到達したら、図 1 5 に示すように、タービン径方向において、切欠き 1 4 , 1 4 に対して翼留めピース 3 0 の突出壁 3 3 d , 3 3 d が重なるようにする。

そして、図 1 6 に示すように、シャフト部 3 6 の端面 3 6 a に工具 I を係合させて進退軸 3 5 を回動させ、ピース本体 3 1 に対して進退軸 3 5 をタービン径方向の内側に向けて螺進させる。翼溝 1 1 の溝底 1 1 b に対して進退軸 3 5 の端面 3 7 a が点接触すると、ピース本体 3 1 が溝底 1 1 b に対して離間するようにタービン径方向の外側に相対変位する。

さらに、ピース本体 3 1 の溝底 1 1 b に対する相対変位量を増加させると、切欠き 1 4 , 1 4 に突出壁 3 3 d , 3 3 d が嵌合し、開口壁部 1 3 , 1 3 の下部 1 3 b , 1 3 b にテーパ面 3 3 c , 3 3 c が接触する。

加えて、進退軸 3 5 を回動させることで、ピース本体 3 1 と進退軸 3 5 との相対変位が拘束され、進退軸 3 5 が翼溝 1 1 の溝底 1 1 b から反力を受けると共に、テーパ面 3 3 c , 3 3 c が開口壁部 1 3 , 1 3 の下部 1 3 b , 1 3 b から反力を受ける。

【 0 0 4 6 】

このようにして翼留めピース 3 0 は、翼溝 1 1 に対する変位が拘束される。

すなわち、翼留めピース 3 0 の突出壁 3 3 d , 3 3 d が開口壁部 1 3 , 1 3 の切欠き 1 4 , 1 4 に干渉することで、翼留めピース 3 0 がタービン周方向に拘束される。そして、進退軸 3 5 が翼溝 1 1 の溝底 1 1 b から反力を受けると共に、テーパ面 3 3 c , 3 3 c が開口壁部 1 3 , 1 3 の下部 1 3 b , 1 3 b から反力を受けることで翼留めピース 3 0 がタービン径方向に固定される。

なお、翼溝 1 1 に全ての動翼部材 2 0 を充填したら、翼溝 1 1 の翼挿入孔 1 1 c (図 1 1 , 図 1 2 参照) に半ピッチずつずらした二つの動翼部材 2 0 を位置させると共に、これら二つの動翼部材 2 0 にスペーサ部材を挿入することで翼溝 1 1 の翼挿入孔 1 1 c を閉塞する。

【 0 0 4 7 】

このように形成されたロータ R_c においては、動翼部材 2 0 のタービン周方向の変位が、翼留めピース 3 0 によって拘束されることとなる。すなわち、翼留めピース 3 0 の突出壁 3 3 d , 3 3 d が開口壁部 1 3 , 1 3 の切欠き 1 4 , 1 4 に干渉することで、動翼部材 2 0 のタービン周方向の変位が拘束される。

【 0 0 4 8 】

ここで、例えばガスタービン G T の起動時においては、回転軸体 1 0 の外周部 1 0 A が高温の作動流体 (圧縮空気) に晒されて、回転軸体 1 0 の内部における外側と内側とで温度差が生じる。この際、回転軸体 1 0 の外側と内側との熱伸び差によって熱応力が生じるが、翼溝 1 1 の溝底 1 1 b に構造的連続部が形成されていないことから溝底に応力集中が生じ難い。そのため、例えばガスタービン G T の起動を繰り返したとしても、翼溝 1 1 の溝底 1 1 b に亀裂が生じ難い。

そして、切欠き 1 4 , 1 4 が回転軸体 1 0 の表面側に位置していることにより、溝底 1 1 b に比べて昇温し易い。また、回転軸体 1 0 の表面側においては、温度差が生じ難く、比較的熱応力が小さくなる。このため、切欠き 1 4 , 1 4 に応力が集中したとしても、極短時間だけで、その大きさは比較的小さくなる。従って、構造的連続部の切欠き 1 4 , 1 4 においても亀裂が生じ難い。

仮に、切欠き 1 4 , 1 4 に亀裂が生じたとしても、切欠き 1 4 , 1 4 から回転軸体 1 0 の外周部 1 0 A の表面に向けて亀裂が進展することとなる。

【 0 0 4 9 】

以上説明したように本実施形態によれば、翼留めピース 3 0 に突出壁 3 3 d , 3 3 d が形成され、翼溝 1 1 の開口壁部 1 3 , 1 3 に、突出壁 3 3 d , 3 3 d と嵌合する切欠き 1 4 , 1 4 が形成されているので、翼溝 1 1 に対する動翼部材 2 0 のタービン周方向の相対変位を突出壁 3 3 d , 3 3 d と切欠き 1 4 , 1 4 との干渉によって拘束する。これにより

10

20

30

40

50

、翼溝 11 の溝底 11 b で応力集中が生じ難いので、翼溝 11 の溝底 11 b に亀裂が生じることを回避することができる。

仮に、回転軸体 10 に対して動翼部材 20 を組み付けた状態で翼溝 11 の溝底 11 b に亀裂が生じると、通常の保守点検において発見が困難であることから、亀裂が進展し過ぎたり、亀裂によって回転軸体 10 が破損して回転軸体 10 を組み込んだ圧縮機 C の運転を停止したりしなければならなくなる恐れがある。また、仮に翼溝 11 の溝底 11 b に生じた亀裂を発見したとしても、組み付けた動翼部材 20 を取り外さなければ補修が困難であることから、保守性にも劣る。

しかしながら、本実施形態によれば、翼溝 11 の溝底 11 b に亀裂が生じることがなく、仮に翼溝 11 の開口壁部 13 , 13 に亀裂が生じたとしても、亀裂箇所が回転軸体 10 の外周部 10 A の表面側に位置することになるので、亀裂を容易に発見することができ、結果的に亀裂によって回転軸体 10 が破損することを抑止することができる。これにより、回転軸体 10 を組み込んだ圧縮機 C の運転を安定的に継続して行うことができる。また、亀裂箇所が回転軸体 10 の外周部 10 A の表面側に位置することになるので、補修作業も比較的容易にすることができる。

【 0050 】

また、翼留めピース 30 が、突出壁 33 d , 33 d と切欠き 14 , 14 との嵌合を解消した状態で、翼溝 11 をタービン周方向にスライド可能であるので、回転軸体 10 に対して動翼部材 20 及び翼留めピース 30 を組み付ける際に、翼留めピース 30 を翼溝 11 の溝底 11 b 側でスライドさせて所望の位置に配置させることができる。これにより、回転軸体 10 に対する動翼部材 20 及び翼留めピース 30 の組み付けの作業性を向上させることができる。

【 0051 】

また、テーパ面 33 c , 33 c からタービン径方向及びタービン軸方向に突出した突出壁 33 d , 33 d と、タービン径方向に伸びた切欠き 14 , 14 とが嵌合するので、突出壁 33 d , 33 d と切欠き 14 , 14 とが嵌合した状態において翼留めピース 30 をタービン周方向に確実に拘束することができる。

【 0052 】

また、可動機構 39 が、突出壁 33 d , 33 d が形成されたピース本体 31 を翼溝 11 の溝底 11 b に対して進退させて、突出壁 33 d , 33 d と切欠き 14 , 14 とを嵌脱可能なので、突出壁 33 d , 33 d と切欠き 14 , 14 とを容易に嵌脱させることができる。これにより、回転軸体 10 に対する動翼部材 20 及び翼留めピース 30 の組み付けの作業性を向上させることができる。

【 0053 】

また、進退軸 35 が翼溝 11 の溝底 11 b に対して螺進可能なので、比較的簡素な構成で、正確かつ容易にピース本体 31 を翼溝 11 の溝底 11 b に対して進退させることができる。

また、係合溝 36 b が形成された端面 36 a がアクセス孔 21 b から外部に露出しているので、マイナスドライバ等の工具 I を容易に係合させることで進退軸 35 をより容易に回動させることができる。これにより、進退軸 35 を極めて容易に変位させることができる。

【 0054 】

また、進退軸 35 の端面 37 a が翼溝 11 の溝底 11 b に向けて膨出しているので、雄ネジ部 37 が形成された進退軸 35 の端面 37 a を、翼溝 11 の溝底 11 b に対して点接触させることが可能となる。

これにより、雄ネジ部 37 が形成された進退軸 35 の端面 37 a が翼溝 11 の溝底 11 b に対して片当たりすることを防止して確実に点接触させるので、ピース本体 31 を翼溝 11 の溝底 11 b に対して、より確実に進退させることができる。

さらに、本実施形態においては、特に翼溝 11 の溝底 11 b がタービン周方向に直交する断面において円弧状に窪んで形成されているが、端面 37 a を溝底 11 b に向けて膨出

10

20

30

40

50

させることによって、端面 37a を溝底 11b に対してより確実に点接触させることが可能である。

【0055】

また、翼留めピース 30 が、翼溝 11 の開口壁部 13, 13 に対して翼溝 11 の溝底 11b 側から当接しているテーパ面 33c, 33c を有するので、翼留めピース 30 をタービン径方向に良好に拘束することができる。

さらに、テーパ面 33c, 33c が、開口壁部 13, 13 の下部 13b, 13b に沿った形状となっているので、下部 13b, 13b に対してテーパ面 33c, 33c の各部位を均一的に押し付けることができる。これにより、テーパ面 33c, 33c の各部位が下部 13b, 13b から均一に反力を受けるので、より確実に、翼留めピース 30 をタービン径方向に拘束することができる。

10

【0056】

また、翼留めピース 30 が突出壁 33d, 33d を有し、翼溝 11 の開口壁部 13, 13 に切欠き 14, 14 が形成されているので、比較的簡素な構成で翼溝 11 の溝底 11b に亀裂が生じることを回避することができる。

【0057】

〔第二実施形態〕

以下、本発明の第二実施形態について図を用いて説明する。なお、以下の説明及びその説明に用いる図面において、既に説明を終えた構成要素と同様の構成要素については、同一の符号を付して、重複した説明を省略する。

20

図 17 は、本発明の第二実施形態に係る翼留めピース 30A の概略構成を示す要部断面図である。

上述した第一実施形態においては翼留めピース 30 のテーパ面 33c, 33c に二つの突出壁 33d, 33d が形成されていたのに対して、図 17 に示すように、本実施形態の翼留めピース 30A は突出壁 33d, 33d を省略すると共に、テーパ面 33c, 33c のうちタービン軸方向の一方のテーパ面 33c にネジ部材（凸部）33g を凸設している。

【0058】

また、上述した第一実施形態においては翼溝 11 の開口壁部 13, 13 に二つの切欠き 14, 14 が形成されていたのに対して、本実施形態の開口壁部 13, 13 はタービン軸方向の一方の開口壁部 13 にのみ切欠き 14 が形成されている。

30

【0059】

本実施形態の構成においても、上述した第一実施形態と同様の効果を得ることができる。例えば、翼留めピース 30A の形状や大きさ、配置箇所、材質等により、第一実施形態の突出壁 33d の強度が確保し難かったり、突出壁 33d, 33d を形成し難かったりする場合においても、翼留めピース 30A と別体のネジ部材 33g を用いることで、種々の設計要求を満たすことができる。

【0060】

また、ネジ部材 33g が破損した場合であっても、翼溝 11 から翼留めピース 30A を取り外さずにネジ部材 33g を交換可能であるので、修理作業を迅速に行うことができる。これにより、圧縮機 C の運転を速やかに復旧することができる。

40

【0061】

なお、上述した実施の形態において示した動作手順、あるいは各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

例えば、開口壁部 13 の切欠き 14 と、翼留めピース 30 (30A) の突出壁 33d (ネジ部材 33g) とは互いに嵌合し合って翼溝 11 に対する翼留めピース 30 の相対移動を拘束できればよいので、上述した形状以外の他の形状を採用することができる。

【0062】

また、上述した実施の形態においては、開口壁部 13, 13 と断面視円弧状の溝底 11

50

bとで溝断面輪郭を画定したが、翼溝11の溝開口11a側の幅寸法が翼溝11の溝底11b側の幅寸法よりも小さく設定されていれば、他の溝断面輪郭でも構わない。例えば、開口壁部13, 13は、断面視矩形形状であってもよいし、溝底11bは平面状に形成してもよい。

【0063】

また、上述した実施の形態においては、翼留めピース30に形成した突出壁33dと、開口壁部13, 13に形成した切欠き14, 14とを嵌合させたが、翼留めピース30に凹部を形成すると共に、開口壁部13, 13に凸部を形成して双方を嵌合させてもよい。

【0064】

また、上述した実施の形態においては、圧縮機Cの動翼5について本発明を適用したが、タービンTの動翼について本発明を適用してもよい。また、上述した実施形態においては、ガスタービンに本発明を提供したが、蒸気タービン等の他の回転機械に本発明を適用してもよい。

10

【符号の説明】

【0065】

10...回転軸体

10A...外周部

11...翼溝

11a...溝開口

11b...溝底

20

13...開口壁部

14...切欠き(凹部)

20(20A, 20B)...動翼部材(翼体)

22...翼根

30...翼留めピース

31...ピース本体

31a...貫通孔

31b...雌ネジ部

33c...テーパ面

33d...突出壁(凸部)

30

33g...ネジ部材(凸部)

35...進退軸

37...雄ネジ部

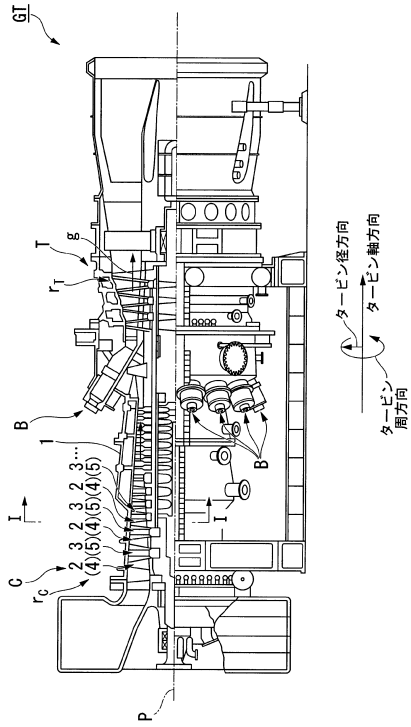
37a...端面

39...可動機構

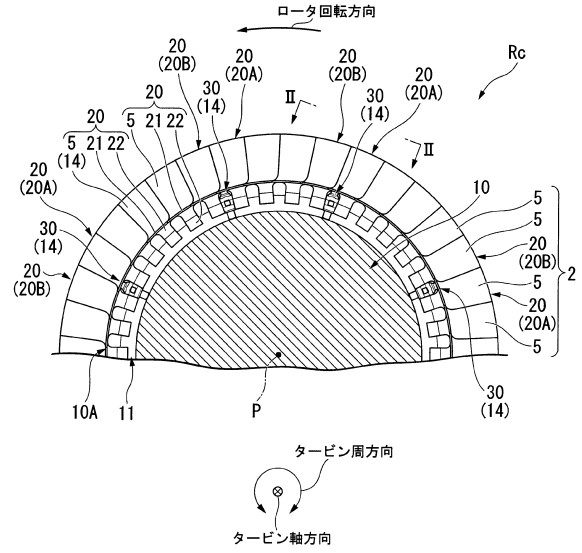
P...タービン軸(軸線)

R_c...ロータ

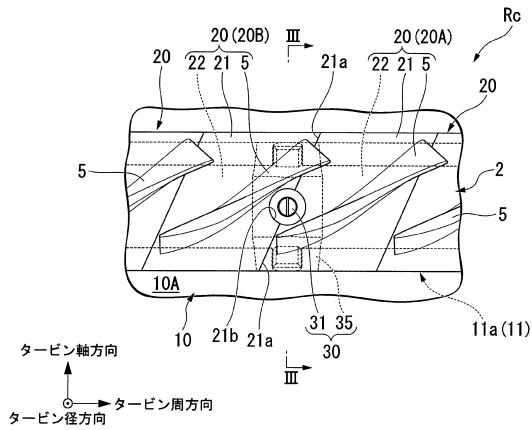
【図1】



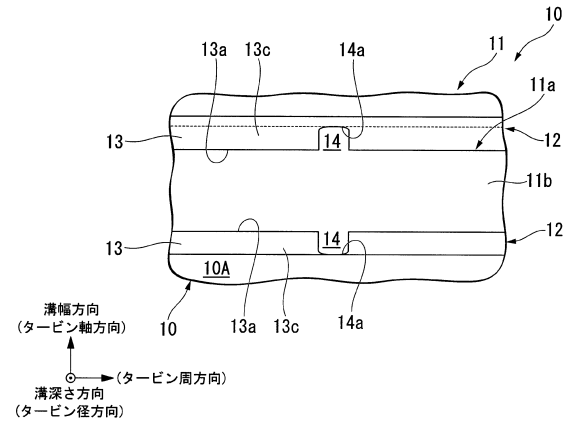
【図2】



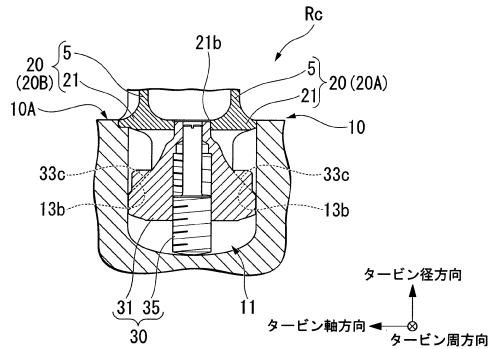
【図3】



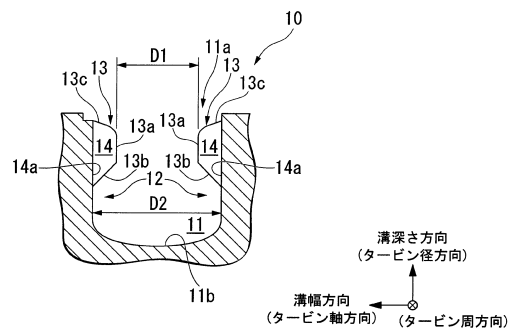
【図5】



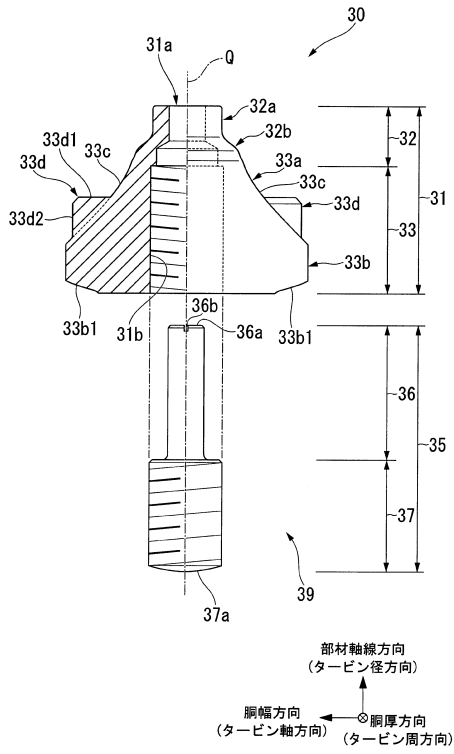
【図4】



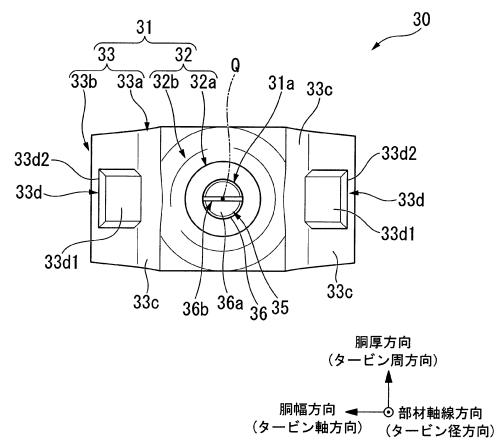
【図6】



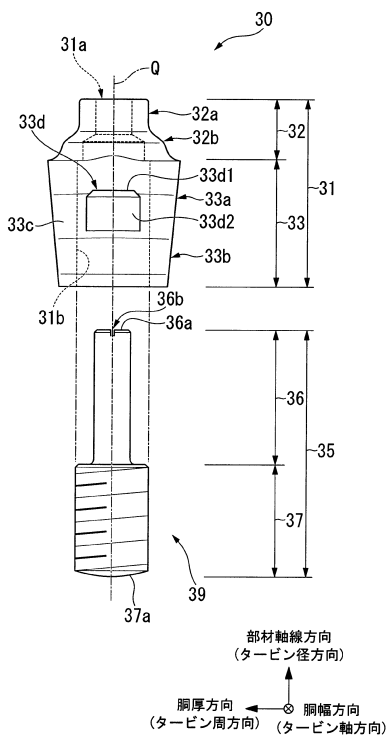
【図7】



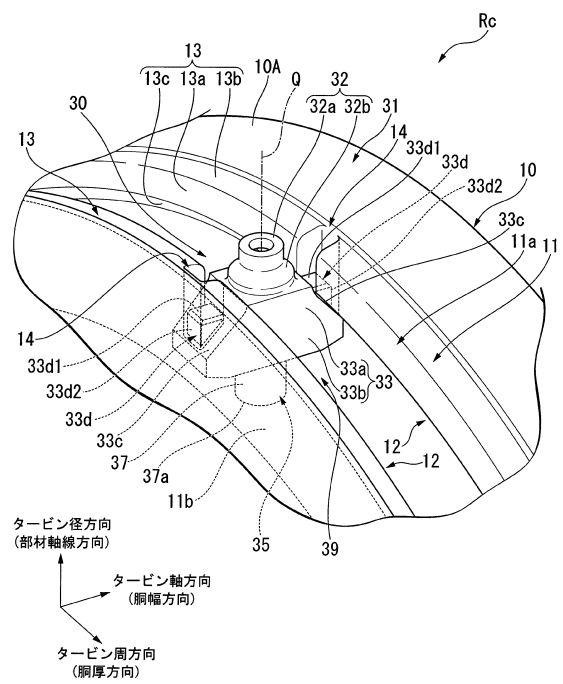
【図8】



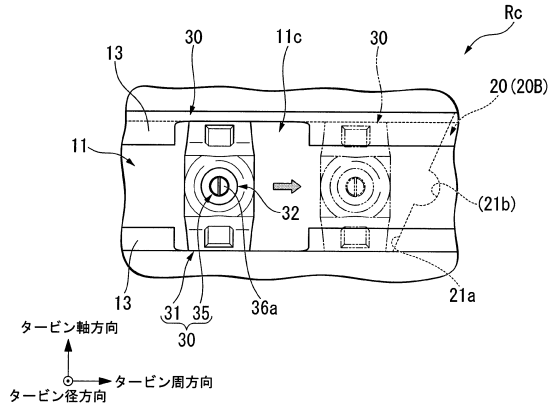
【図9】



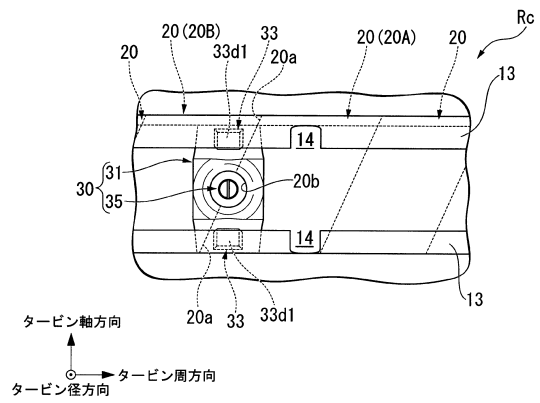
【図10】



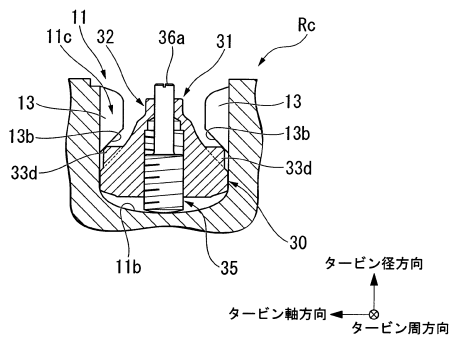
【図11】



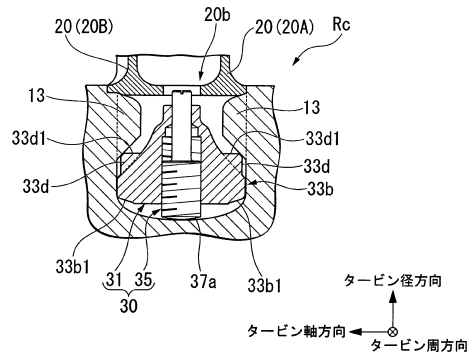
【図13】



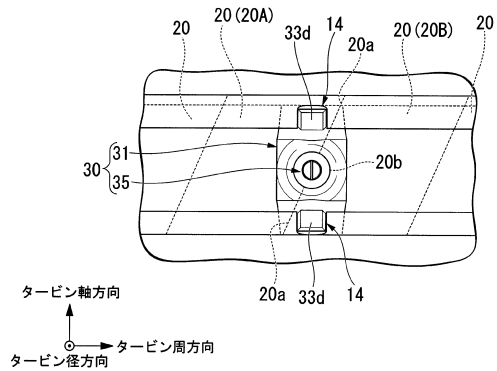
【図12】



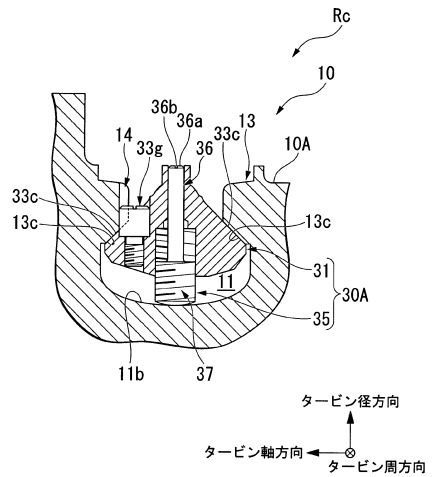
【図14】



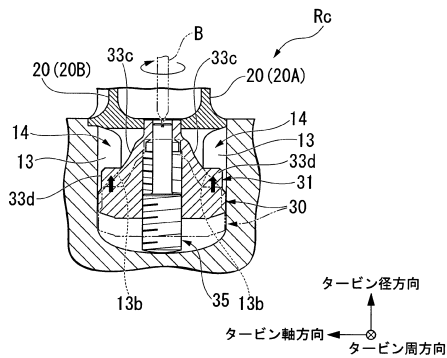
【図15】



【図17】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 高岡 良昌
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 加藤 一彦

(56)参考文献 米国特許第03216700(US,A)
特開2002-021504(JP,A)
米国特許第05522706(US,A)
英国特許出願公開第02156908(GB,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04D 29/34
F01D 5/30