

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4874329号
(P4874329)

(45) 発行日 平成24年2月15日(2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月2日(2011.12.2)

(51) Int.Cl.	F 1
FO 1 D 5/28 (2006.01)	FO 1 D 5/28
FO 2 C 7/00 (2006.01)	FO 2 C 7/00
FO 1 D 11/08 (2006.01)	FO 1 D 11/08
C 23 C 4/10 (2006.01)	C 23 C 4/10
FO 1 D 5/22 (2006.01)	FO 1 D 5/22

請求項の数 21 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-507029 (P2008-507029)
(86) (22) 出願日	平成18年1月20日 (2006.1.20)
(65) 公表番号	特表2008-538399 (P2008-538399A)
(43) 公表日	平成20年10月23日 (2008.10.23)
(86) 国際出願番号	PCT/EP2006/050337
(87) 国際公開番号	W02006/111427
(87) 国際公開日	平成18年10月26日 (2006.10.26)
審査請求日	平成21年1月16日 (2009.1.16)
(31) 優先権主張番号	05008811.1
(32) 優先日	平成17年4月21日 (2005.4.21)
(33) 優先権主張国	欧洲特許庁 (EP)

(73) 特許権者	390039413 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト Siemens Aktiengesellschaft ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
(74) 代理人	100075166 弁理士 山口 嶽
(74) 代理人	100133167 弁理士 山本 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】カバーブレートとこのカバーブレートに被着された保護層とを備えたタービン翼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

翼板(18)に一体に成形されたカバーブレート(20)を備え、前記カバーブレートに対向して、タービンケーシング(10)の内面に周方向で配置され、またはタービン軸(4)に周方向で配置される複数の密封帯材(30)を有する蒸気タービン(2)内で使用するためのタービン翼(16)であって、翼板(18)とは反対側のカバーブレート(20)の表面に代替材料からなる保護層(28)が被着され、保護層(28)がコバルト系の装甲合金によって形成されているタービン翼(16)において、

前記保護層(28)の表面に摩耗性層(32)が被着され、かつ前記摩耗性層に対向して前記密封帯材が設けられ、蒸気タービン(2)の運転時に前記密封帯材と摩耗性層とが接觸した際に、摩耗性層、密封帯材の順に摩耗するように成し、さらに、

前記保護層(28)を形成する装甲合金が重量%で、最大3%のニッケル、最大3%の鉄、約1.1%乃至1.2%の炭素、約2.8%のクロム、約1.0%乃至1.1%マンガン、約1.0%乃至1.1%のケイ素、4.5%のタングステンを含むことを特徴とするタービン翼。

【請求項 2】

翼板(18)とカバーブレート(20)とを含む翼本体が一体化された部品で製作されていることを特徴とする請求項1記載のタービン翼。

【請求項 3】

タービン翼のカバーブレート(20)がニッケル系合金またはコバルト系合金から製造

されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のタービン翼。

【請求項 4】

保護層 (28) が肉盛溶接によってカバープレート (20) に被着されていることを特徴とする請求項 1 記載のタービン翼。

【請求項 5】

前記各保護層 (28) が、1ミリメートル以上の厚さを有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載のタービン翼。

【請求項 6】

前記各保護層 (28) が、カバープレート (20) と材料結合されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載のタービン翼。 10

【請求項 7】

保護層 (28) として硬質物質層が使用されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 つに記載のタービン翼。

【請求項 8】

硬質物質層が金属硬質物質から製造されていることを特徴とする請求項 7 記載のタービン翼。

【請求項 9】

硬質物質として炭化クロムまたは窒化チタンまたは窒化ホウ素を用いていることを特徴とする請求項 7 記載のタービン翼。

【請求項 10】

硬質物質層がプラズマ溶射または PVD 法によってカバープレート (20) に被着されていることを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか 1 つに記載のタービン翼。 20

【請求項 11】

硬質物質層に摩耗性層 (32) が被着されている請求項 7 乃至 10 のいずれか 1 つに記載のタービン翼。

【請求項 12】

それぞれ翼列にまとめられた請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 つによる複数のタービン翼 (16) を備えたことを特徴とする蒸気タービン。

【請求項 13】

1 つの翼列に付設されたタービン翼 (16) のカバープレート (20) が周方向シュラウド (22) を形成するようにそれぞれ形成され、かつ互いに連結されて配置されていることを特徴とする請求項 12 記載の蒸気タービン。 30

【請求項 14】

翼列が動翼列であることを特徴とする請求項 13 記載の蒸気タービン。

【請求項 15】

タービンケーシング (10) の内面に周方向で配置される複数の密封帯材 (30) または密封リブがシュラウド (22) の被覆された表面に対向して設けられていることを特徴とする請求項 14 記載の蒸気タービン。

【請求項 16】

翼列が静翼列であることを特徴とする請求項 13 記載の蒸気タービン。 40

【請求項 17】

タービン軸 (4) に周方向で配置される複数の密封帯材 (30) または密封リブがシュラウド (22) の被覆された表面に対向して設けられていることを特徴とする請求項 16 記載の蒸気タービン。

【請求項 18】

密封帯材 (30) が複数の周方向に延びる金属条片、即ち、複数個に分割された金属リングからなることを特徴とする請求項 15 または 17 記載の蒸気タービン。

【請求項 19】

それぞれ翼列へとまとめられた請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 つに記載の複数のタービン翼 (16) を備えた蒸気タービンを製造するための方法であって、1 つの翼列に付設さ 50

れたタービン翼(16)のカバープレート(20)が周方向シュラウド(22)を形成するようにそれぞれ形成され、かつ互いに連結されて配置されており、保護層(28)はタービン翼(16)をタービン軸(4)またはタービンケーシング(10)に組付け後にはじめてシュラウド(22)に被着されることを特徴とする方法。

【請求項20】

前記保護層(28)のシュラウド(22)への被着は、PVD法またはプラズマ溶射または肉盛溶接の層形成工程によって行なわれ、前記層形成工程は、前記個々のカバープレート(20)毎ではなく、複数のカバープレートからなるシュラウド(22)全体として行なわれることを特徴とする請求項19記載の方法。

【請求項21】

肉盛溶接によってコバルト系の装甲合金が被着されることを特徴とする請求項20記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、翼板に一体に成形されるカバープレートを備えたタービン翼、および複数のこのようなタービン翼を備えた蒸気タービンに関する。

【背景技術】

【0002】

蒸気タービンのタービン翼は、それぞれ頭側で翼板に一体に成形されたカバープレートをしばしば備えている。ふつう、それぞれ動翼列または静翼列へとまとめられたタービン翼は、1つの翼列のそれぞれ翼板から横に突出するカバープレートの総体が周方向リング、いわゆるシュラウドを形成するように蒸気タービンのロータまたはケーシングに配置されている。1つの翼列に付設されたタービン翼のカバープレートは組込み時一般に、個々のカバープレートの間で他の固着手段または結合要素を省くことができるよう相互に楔止めまたは締着される。高い動荷重の結果として現れる個々のタービン翼の振動または擦れは、環状のシュラウド内でタービン翼を連結することによって効果的に抑制される。

【0003】

1つの翼列のそれぞれ1つのシュラウドへとまとめられたカバープレートは、二次流れによって翼先端もしくはシュラウドを介して引き起こされる隙間損失および縁損失を最小にするよう設計されている。このため特に蒸気タービンの全負荷運転時、シュラウドとこれに対向するケーシングまたはロータとの間の隙間幅が極力小さくなるように努められる。他方で、運転中に擦り(かすり)は極力避けねばならないであろう。しかし特に非定常運転過程中、つまり例えは発進時または負荷切換時、関与する構造部品の異なる熱膨張によって引き起こされる比較的大きな相対的長さ変化の危険が存在し、例外的事例では擦りを考慮しなければならない。接触する可能性のある個所の膨張を極力小さく抑え、こうして接触時に現れる摩擦力を最小にするために、シュラウドまたはこれに対向するケーシングまたはロータに固着されて周方向に延びる金属条片または金属リング、いわゆる密封帯材が利用される。回転部品と固定部品が計画されたよりも互いに接近する場合、まず比較的薄い密封帯材が対向する構造部品と接触し、両方の接触相手の表面はふつう局部的に限定された摩耗領域で互いに摩滅する。これにより、少なくとも擦れが1回または短時間である場合には十分な緊急動作特性が確保されている。

【0004】

しかしながらこのような運転状態が比較的頻繁に現れると、シュラウドに対向するタービン構成要素つまり(動翼シュラウドの場合)ケーシングまたは(静翼シュラウドの場合)ロータにそれぞれ密封帯材が取付けられている場合、カバープレートまたはシュラウドにその総体として有害な摩耗進展の危険が存在する。状況によっては密封帯材はシュラウド深くに「食い込む」ことがある。これは、若干の時間後にシュラウドのほぼ完全な削り取りを生じかねない。元々環状に閉じていたカバープレート結合体の安定性は摩耗に起因した局所的中断によって著しく低下し、そのことから翼振動の発生が促進される。そ

10

20

30

40

50

れに加えて、摩耗進展時または過大な振動振幅時、巨視的に大きな破片が、または完全なタービン翼さえ、剥離することがあり、これらは次に大きな勢いで後続タービン段のタービン翼またはケーシング部品に向かって投げ飛ばされる。そのことから、極端な場合、蒸気タービンの完全破壊を生じることがある。

【0005】

仏国特許出願公開第1470032号明細書に、シュラウドを備えたタービン翼が開示されている。

【0006】

米国特許出願公開第2003/107181号明細書には固定部品と可動部品との間のシールが開示されており、非可動部品は摩耗性層を有し、可動部品はこの摩耗性層に接触に近い状態で配置されている。 10

【0007】

欧州特許第1312760号明細書には摩耗性表面を備えたタービン翼先端が開示されており、摩耗性表面は摩耗性粒子を含む。

【0008】

米国特許出願公開第2003/183529号明細書には高い耐酸化性を有する摩耗性層が開示されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

そこで本発明の課題は、高い効率において特別に信頼性が高く安全な運転用に設計された上記種類のタービン翼を明示することである。さらに、このようなタービン翼を装備した蒸気タービンを明示する。 20

【課題を解決するための手段】

【0010】

タービン翼に関して課題は、本発明によれば、タービン翼の翼板とは反対側のカバーブレートの表面に代替材料からなる保護層が被着されることによって解決される。

【0011】

高い効率を達成するために蒸気タービンはいわゆる「高い蒸気パラメータ」で運転するよう設計されているとの考えから本発明は出発する。特に、タービン翼には極力高い温度の蒸気が付きつけられる。この蒸気温度は500超から約700までになるよう努められている。それに応じてタービン翼と蒸気用流れ通路を形成するケーシング構成要素は高耐熱材料で製作されなければならない。タービン翼、特に高速で回転する動翼の比較的強い機械負荷を考慮して、各翼本体を製作するために材料は設計上設けられた高い運転温度において機械的安定性および亀裂強さに対するきわめて厳しい要求条件を満たすべきである。しかし同時にタービン翼の製作費を極力安価に抑えるために、材料は比較的簡単に（例えば鋳造によって）加工できなければならない。さらに、1つの翼列の翼先端を結合するシュラウドとこのシュラウドに対向するタービン構成要素（例えば動翼シュラウドの場合にはタービンケーシング、静翼シュラウドの場合にはロータ）との間の各半径方向隙間は流れ損失を避けるために極力僅かな幅を有すべきである。設計上予定された高い運転温度の影響を受けて、そして蒸気タービンの中心軸線に対して対称な温度分布から温度分布の偏差が場合によって発生するがゆえに、ロータおよび/またはケーシングの変形、従って完璧な輪形状からの隙間形状の偏差を生じることがあるので、最も接近する臨界領域で蒸気タービンを設計するときシュラウドとこのシュラウドに対向するロータまたはケーシングとの間で少なくとも一時的な接触が生じることは基本的には排除されない。むしろ、擦りが生じる場合でも壊滅的タービン破損を避けるために十分な緊急動作特性が確保されなければならない。好ましくは、このような擦れ過程は、タービンの通常運転時に重大な帰結を生じることがないように、繰返し許容しておくべきであろう。 30

【0012】

本発明はさらに、各接触面の間の摩擦挙動によってこのような緊急動作特性の質が決ま 50

るとの考えから出発する。状況によって界面に存在する、復水した蒸気粒子からなる液膜の性質の他に、両方の摩擦相手の各表面材料が摩擦特性に直接影響を及ぼす。その場合には極力小さい摩擦係数にすべく努めるだけでなく、摩擦時に現れる摩耗の種類も考慮しなければならない。

【0013】

特別有害であると認識されたのは、局所的な界面の付着結合の形成とそれに続く固体結合の裂けとによって引き起こされるいわゆる「固着摩耗」であり、この固着摩耗は材料破断と、破断個所に触れる摩擦相手への材料の移行と結び付いている。換言するなら、摩擦相手の一方によって削り取られた微細粒子は他方の摩擦相手の表面に集められ、そこで比較的大きな塊を形成することがあり、これらの塊がそれ自体さらに摩耗作用を強める。集積する材料はその楔作用によりロータ軸に対して打撃を加える。

10

【0014】

自動的に強まるこの固着摩耗メカニズムでは、状況によっては比較的大きな破片が摩耗個所から剥離するので、時として現れる擦れ過程を予め計算に入れた継続的で確実な蒸気タービン運転のために、それは回避しなければならない。しかし場合によっては、強度上の理由または加工上の理由からタービン翼およびこれにそれぞれ一体に成形されるカバープレートの製作に利用することが優利な材料は、シュラウドに対向する表面（一般に金属密封帯材の表面）との関係において不都合な摩擦挙動を有する。それゆえに、代替材料からなる保護層を各カバープレートもしくはシュラウドの表面に被着することによって、摩擦相手に適切に影響を加えるための付加的自由度が提供される。つまりこの外側層は、荷重負担機能を引き受ける必要がなく、その代わりに、特に固着摩耗を避けながら各摩擦相手との関係で特別好ましい摩擦および摩耗特性を提供することに機能を特別に集中することができる。達成可能な諸利点に鑑み、僅かに高まる製作支出はまったく甘受することができる。

20

【0015】

可能な破損個所を避けるために、タービン翼の翼板およびカバープレートを含む特別強く負荷される翼本体は有利には一体化された部品で製作されている。カバープレートまたは翼本体全体用の耐熱材料として例えば鋼、特にクロム成分10%乃至13%の鋼が利用できる。しかし700までの蒸気温度に適した特別耐熱性で、耐食性でもある材料として、翼本体用基材にはニッケル系合金またはコバルト系合金を使用するのが有利である。

30

【0016】

各カバープレートの表面に被着される保護層はいわゆるコバルト系の装甲合金によって形成されている。合金の組成は特に高耐熱性、耐摩耗性、そして各（潜在的）摩擦相手、つまり特に各シュラウドに対向する金属密封帯材と協動して有利な摩擦挙動を提供することを目的としている。両方の接触面が擦るとき比較的小さな金属粉塵粒子を剥離しながら相互に摩滅し、材料移行または比較的大きな部品片へと破断することがないと有利であると見做される。微視的に小さな研削粉塵はタービンを流通する蒸気で簡単に伴送され、流れ通路から搬出される。

【0017】

具体的な事例において、保護層を形成する装甲合金の組成は対向する密封帯材の材料と調和がとれてなければならない。比較実験において、コバルト（化学記号：Co）と並んでニッケル（Ni）、鉄（Fe）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）、炭素（C）、ケイ素（Si）およびタンゲステン（W）の成分を含む合金が一般に有利であると実証された。下記表1に示す組成が特別有利である（単位は重量%）：

40

【表1】

Ni	Fe	C	Cr	Mn	Si	W
最大3	最大3	1.1乃至1.2	28	1.0乃至1.1	1.0乃至1.1	4.5

【0018】

このような装甲合金はDeloro Stellite Companyの登録商標「ステライト」としてもよ

50

く知られている。新たなコンセプトの枠内で特別好ましいのは材料等級「ステライト6号」を使用することである。

【0019】

シュラウドの装甲に利用される硬質合金は肉盛溶接法によってシュラウド表面に被着され、基材と材料結合されているのが有利である。被覆材料は単数または複数の層で溶接ビードを肉盛することによって例えばガス溶接法、アーク溶接法または不活性ガス溶接法で工作物表面に被着される。いわゆるプラズマ粉末肉盛溶接またはレーザビーム肉盛溶接も利用することができる。利用される肉盛溶接合金は選択される方法に応じてワイヤ、棒、粉末またはペーストとして添加される。タービン翼のカバープレートもしくはシュラウドは、その表面が一般に平滑で平らであるので、こうして特別良好に被覆することができる。

10

【0020】

例えば蒸着、表面硬化、窒化処理またはホー化処理等の考えられる選択的被覆法で生成可能な μm 範囲の表面被覆とは異なり、このように生成した保護層は有利には約1mm以上の顕著な厚さを有する。こうして保護層の比較的長い寿命が確保されており、この保護層は基本的にそれに対向する密封材により全てが削り取られるには至らず、カバープレートの基材が破損することはない。

【0021】

好ましい1つの選択的構成において、翼板とは反対側のカバープレート表面に保護層として硬質物質層が設けられている。専門家にとって周知の如くに、硬化のため熱再処理を施す必要のない天然硬質材料が硬質物質と称される。このような硬質物質を使用する利点として、それから製造される保護層の摩耗は長期利用後でも比較的僅かであり、その代わりに、蒸気タービンのカバープレートに対向するケーシングまたはロータの密封材が保護層に比べて軟らかく、接触時にこの密封材が適切に取り除かれることになる。こうして密封材が時々更新されねばならないだけである。

20

【0022】

共有結合、イオン結合または金属結合を有する硬質物質が知られている。共有結合を有する硬質物質の優れた代表者、そして同時に天然に存在する最も硬い鉱物がダイヤモンドである。イオン結合を有する硬質物質には例えば酸化アルミニウムまたは酸化クロムが含まれ、セラミックスも含まれる。

30

【0023】

各カバープレートもしくはシュラウドを保護するために設けられる被覆は有利には金属硬質物質から製造されている。その摩擦挙動に関して、またその機械的および熱的安定性のゆえに、遷移金属の元素によって形成される炭化物および窒化物が好ましい。特別好ましい硬質物質として予定されているのは炭化クロムまたは窒化チタンまたは窒化ホウ素である。

【0024】

有利には工業的規模でも特別効率的に取り扱うことのできるプラズマ溶射、フレーム溶射またはPVD法（物理蒸着）によって生成される硬質物質層はカバープレートの金属下地への良好な付着強度と高純度、従って特別明確に限定された純粋な表面特性とを特徴としている。このような硬質物質薄層の厚さはふつう μm 範囲内である。

40

【0025】

保護層は、蒸気タービンのロータまたはケーシングへのその組付けを行う前に、それぞれ個々にタービン翼のカバープレートに被着することができる。しかし硬質物質薄層を（例えばPVD法またはプラズマ溶射等によって）被着するとき、また特に肉盛溶接（「ステライト化」）によって装甲するときにも、既に組付けられたタービン翼のカバープレートで形成され円形状に旋削されたシュラウドに全体として被覆を施すと特別有利である。保護層を被着するのに不可欠な（前処理および後処理を含むことのある）製作工程はつまり、複数のカバープレートを含むシュラウド区域にそれぞれ応用される。つまり、個々の翼における数百の短い溶接ビードとは異なり、組付け状態において肉盛溶接用に比較的僅

50

かな長さの溶接ビードをシュラウドの周面に設けることができる。いまや予定される方法はプロセス技術的観点において一層迅速かつ確実であり、取付および取外し位置の数が少ないので一層良好な品質を提供する。この方法は、特に、摩耗したまま未被覆の古いシュラウドを修理または鍛練するのにも適している。

【0026】

硬質物質層上に摩耗性層が被着されているのが有利である。相互接触のとき金属密封帯材は、下層の硬質物質層と接触する前に、まずこの摩耗性層、すなわち軟質層に作用する。密封帯材は摩耗性層と接触するとき破損されるのではなく、その原寸法および密封作用を維持する。換言するなら、摩耗性層の表面輪郭がその上の密封帯材または滑動する密封帯材に適合されているので（摩耗性層は「必要なら撓む」ので）、蒸気タービンの回転部品と固定部品との間の半径方向隙間は意識的に小さく抑えることができ、そのことが高い効率に寄与する。

【0027】

上記タービン翼は蒸気タービンの構成要素である。しかしそれはガスタービンにおいても利用できる。複数のこのようなタービン翼がそれぞれ1つの翼列にまとめられている。1つの翼列に付設されたタービン翼のカバープレートは、代替材料からなる保護層で被覆された周方向シュラウドを形成するようにそれぞれ成形され、かつ互いに連結されて配置されている。動翼列の場合、付設された動翼シュラウドの被覆された表面に對向して有利には、タービンケーシングの内面に周方向に配置される複数の密封帯材が設けられている。静翼列の場合、このような密封帯材は有利には、静翼シュラウドの被覆された表面に對向してタービン軸の外面に配置されている。

【0028】

このような密封帯材は、輪切片状に曲げられまたは成形された複数の条片を含み、条片は冷間加工可能な高耐熱鋼、特にマルテンサイト鋼、オーステナイト鋼、またはニッケル系材料から製造されているのが有利である。次掲の表2に幾つかの好適な例をその化学名、その商品名（それが存在する限りで）、その国際材料番号と共に挙げてある：

【表2】

化学名	材料番号	商品名
X20CrMo13KG	1. 4120	
X22CrMoV12-1KG	1. 4923	
X6CrNiMoTi17-12-2	1. 4571	
X6NiCrTiMoVB25-15-12	1. 4980	A286
NiCr23Co12Mo	2. 4663	インコネル 617
NiCr20Ti	2. 4951	ニモニック 75

【0029】

密封帯材を対応する受容溝内にほぞ継ぎし（すなわちその座内でほぞ材料で固定し）または直接に挿入する（「巻込む」）代わりに、シュラウドに對向するタービン構成要素（ロータまたはケーシングもしくはそれらの部分セグメント）に密封リブを一体に成形または旋削して設けておくこともできる。密封帯材または密封リブは、場合によっては螺旋状に周設して実施しておくこともできる。

【0030】

本発明で達成される諸利点は特に、保護層を各カバープレートに被着することによって得られる材料選択および表面構造化に関する自由度が、カバープレートと接触する可能性のある密封帯材に対する摩擦挙動に有利な影響を及ぼすのに適切に利用されることにある。蒸気タービンの回転部品と固定部品との間の半径方向隙間は、接触時に比較的好ましい緊急動作特性が存在するので、小さく実施することができる。これにより、十分に大きな半径方向隙間もしくは過大に設計された安全距離によってあらゆる状況のもとでも接触を

10

20

30

40

50

回避する場合よりも一層良好な効率を実現することができる。環状のシュラウド構造の安定性にとって決定的なシュラウド基材は、被着された保護層もしくは分離層によって、摩擦および／または腐食に起因した摩耗から保護されている。保護層が十分な硬さを有する限り、摩滅現象は一方的に密封帯材の側へずらすことができ、この密封帯材は比較的簡単な仕方で時々更新することができる。

【0031】

本発明のさまざまな実施例が図面に基づいて詳しく説明される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

すべての図において同じ部品には同じ符号が付けてある。

10

【0033】

図1が示す蒸気タービン2はタービン軸4に結合された回転可能な複数の動翼6を備えている。動翼6はそれぞれリム状にタービン軸4に配置され、こうして複数の動翼列を形成する。さらに蒸気タービン2は複数の固定された静翼8を含み、静翼はやはりリム状に蒸気タービン2のタービンケーシング10に固着されて静翼列を形成する。タービン軸4とタービンケーシング10とによって限定された蒸気タービン2の流れ通路12は中心軸線14と平行に延びる主流れ方向において蒸気状作動媒体Mを流通させる。入口側で540超の温度に加熱されかつ例えれば250バールの高圧を受けた蒸気は、仕事をしながら除圧され、動翼6に衝動を伝達することによってタービン軸4を駆動する。それに対して静翼8は、作動媒体Mの流れ方向に見て連続する各2つの動翼列または動翼リムの間で作動媒体Mの流れを案内するのに役立つ。静翼8のリムまたは静翼列と動翼6のリムまたは動翼列との連続する対はタービン段とも称される。

20

【0034】

図2は中心軸線14に垂直に延びる横断面で蒸気タービン2の一部を示しており、複数のタービン翼16この場合複数の動翼6を認めることができる。リム状にタービン軸4に固定された動翼6はその頭側、すなわち半径方向外向き端部に、成形された翼板18に一体に成形されかつ横に突出したカバープレート20をそれぞれ有する。各2つの隣接する動翼6のカバープレート20が互いに接触する。つまりカバープレート20は、動翼6をタービン軸4に組付けるとき、閉じた環状結合体、いわゆるシュラウド22が生じるように互いに緊締される。これにより、個々の翼板18の揃れまたは翼先端の振動は効果的に抑制される。空気力学的観点において隣接するカバープレートを（タービン軸線の方向で）軸線方向広がり全体にわたって当接させるのが望ましいのではあるが、しかし設計上の理由から必ずしも実現できない。運転中の「線接触」、つまり帯材が軸線方向広がり方向において（図2に示すように）1箇所でのみ閉じていれば、実用上まったく十分である。

30

【0035】

シュラウド22の円形外周面とこのシュラウドに対向するタービンケーシング10の内面との間の半径方向隙間24は一方で、（翼先端もしくはシュラウド22を介した作動媒体Mの二次流れによる）隙間損失を最小にするために極力小さく抑えられている。他方で、半径方向隙間24は蒸気タービン2の運転中に通常現れる、加熱に起因した機械的影響によって引き起こされる一定の半径変動または円形状からの偏差が回転するシュラウド22の擦りを生じないような幅に寸法付与されている。

40

【0036】

動翼6の他に、蒸気タービン2の静翼8も、各翼板18に一体に成形されるカバープレート20を有することができる。カバープレートはその総体において各静翼列に付設されたシュラウド20、この場合つまり静翼シュラウドを形成し、シュラウドは同様の（ここには詳しく図示しない）仕方で半径方向隙間24によってタービン軸4から離間している。

【0037】

蒸気タービン2の効率は特別小さな半径方向隙間を設定することによって最適化されて

50

いるが、しかしながらこれにより擦り過程の確率も上昇する。それにもかかわらず高い動作信頼性を保証できるようにするために、蒸気タービン 2 のタービン翼 16 は好ましい緊急動作特性を提供することを目的としている。そのことは、図 3 の細部図に例示した動翼 6 に基づいて説明される。しかしこれに関するあらゆる考えは蒸気タービン 2 の静翼 8 にも問題なくあてはめることができる。

【0038】

図 3 に略示されたタービン翼 16 は動翼 6 として実施されており、翼板 18 に一体に成形されたカバープレート 20 を有する。翼板 18 とカバープレート 20 とを含む翼本体は高い機械的安定性と耐熱性とを達成するためにニッケル系合金からなる一体化された部品で製作されている。カバープレートは、翼板 18 とは反対側で蒸気タービン 2 のタービンケーシング 10 に向き合う側に、プラズマ溶射によって被着される炭化クロムからなる保護層 28 を備えている。保護層 28 に対向して、また半径方向隙間 24 によって保護層から離間して、複数の輪切片で構成される密封帯材 30 がタービンケーシング 10 の内面に周方向で配置されている。蒸気タービン 2 の内部で熱膨張過程の結果として密封帯材 30 の周面の 1箇所がカバープレート 20 に、もしくは 1 翼列のカバープレート 20 の総体によって形成されるシュラウド 22 に、一時的に接触する場合、各カバープレート 20 の基材は保護層 28 によって摩耗から保護されている。硬質物質（この実施例では炭化クロム）で形成される保護層 28 の比較的大きな硬さによって相互接触時に適切かつ確実にまず密封帯材 30 が擦り減り、密封帯材が本来のカバープレート 20 もしくはシュラウド表面に食い込むことはない。

10

【0039】

図 4 のタービン翼 16 は動翼 6 または静翼 8 として実施しておくことができ、図 3 により公知のタービン翼と同様に構成されている。しかしながら保護層 28 に付加的摩耗性層 32 が被着されている。二重に被覆されたシュラウド 22 とこれに対向する密封帯材 30 との間の半径方向隙間 24 が小さく設計されており、蒸気タービン 2 の運転中図 4 に示す構成が生じ、密封帯材 30 は既に摩耗性層 32 に食い込んでいるが、一般にその下にある硬質物質 保護層 28 とは接触しない。これにより、一方で流れ通路 12 の特別良好な密封が達成され、他方で摩耗性層 32 の好適に選択された特性によってさしたる摩擦損失は現れない。硬質物質から製作される保護層 28 は隙間距離が大きく変動する場合シュラウド 22 を依然として保護し、受入れ可能な緊急動作特性を保証する。

20

【0040】

図 5 に示す静翼 8 ではカバープレート 20、もしくは静翼列のすべてのカバープレート 20 によって形成されるシュラウド 22 が、対向するタービン軸 4 の段差に適合された段差を有し、それらの間に流れ通路 12 のラビリンス状に曲がった部分通路 34 が形成される。部分通路 34 はタービン軸 4 に周方向で配置される密封帯材 30 によって密封され、蒸気タービン 2 の運転中にその幅が変動する半径方向隙間 24 が残存する。擦る場合に特別好ましい緊急動作特性を提供するために、高耐熱材料から製作されるカバープレート 20 もしくはシュラウド 22 は上記の例におけると同様に摩擦特性、摩耗特性に関して密封帯材の材料に低号した代替材料からなる保護層 28 で被覆されている。保護層 28 はやはり硬質物質から製造しておくことができる。しかし本件の場合保護層は段を形成する部分面に肉盛溶接によって被着されるステライト層であり、最初の厚さは約 1 mm であるが、後加工によって僅かに減少している。

30

【0041】

専門家には自明のことであるが、図に基づいて示した実施例は本発明にとって重要なコンセプトを放棄することなくさまざまに変更することができる。例えば段差は動翼シュラウドにも設けておくことができよう。または段差は図 5 とは異なる輪郭を有することができよう。最後に、蒸気タービン 2 の軸線方向で離間した複数の密封リングまたは密封帯材 30 をまとめて 1 群の密封帯材 30 とすることもできよう。これらの密封帯材は各シュラウド 22 に対向し、こうして多重密封を実現する。

40

【図面の簡単な説明】

50

【0042】

【図1】蒸気タービン（部分）の略縦断面図である

【図2】1翼列へとまとめられた複数のタービン翼を有する図1による蒸気タービンの横断面図であり、個々のタービン翼のカバープレートは1つの周方向シュラウドへとまとめられている。

【図3】図1の蒸気タービン内でカバープレートを備えたタービン翼の細部図であり、代替材料からなる保護層がカバープレートに被着されている。

【図4】保護層を有するカバープレートを備えたタービン翼の選択的実施形態を示す。

【図5】保護層を有するカバープレートを備えたタービン翼の他の選択的実施形態を示す。

10

【符号の説明】

【0043】

2 蒸気タービン

4 タービン軸

6 動翼

8 静翼

10 タービンケーシング

12 流れ通路

14 中心軸線

16 タービン翼

18 翼板

20 カバープレート

22 シュラウド

24 半径方向隙間

28 保護層

30 密封帶材

32 摩耗性層

34 部分通路

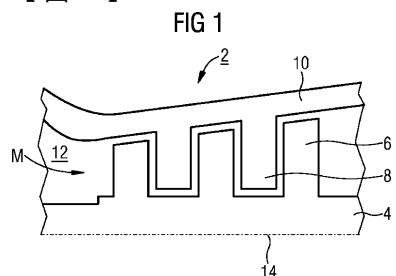
36 鋼板

M 作動媒体

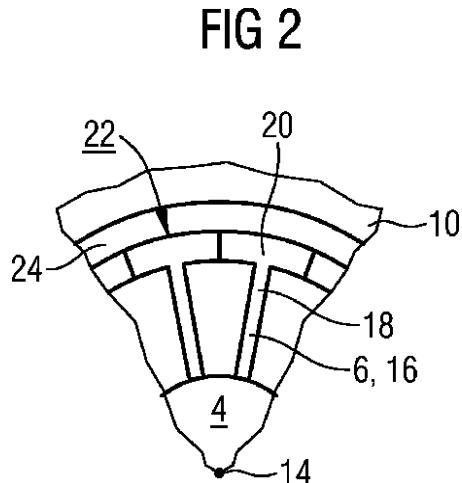
20

30

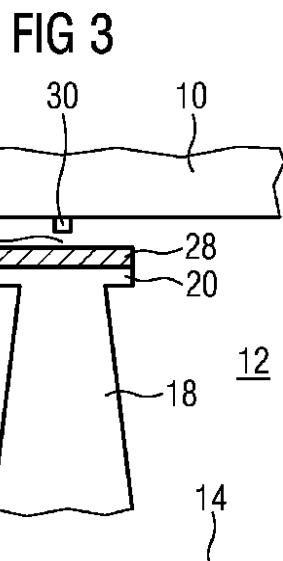
【図 1】



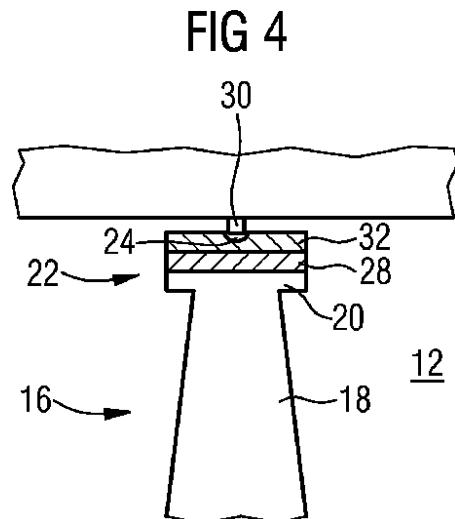
【図 2】



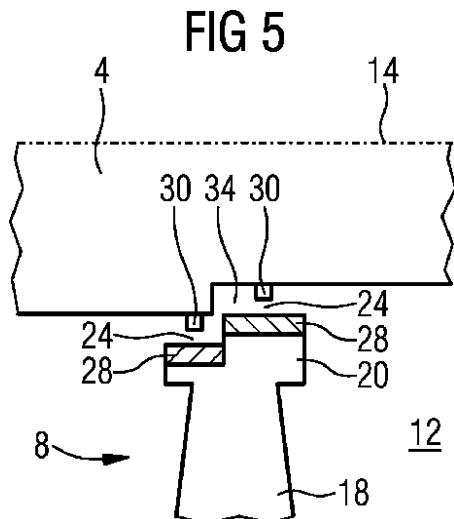
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 シュライ、アルベルト

ドイツ連邦共和国 4 7 6 4 7 ケルケン ヒュルザー シュトラーセ 2 3

(72)発明者 シュヴァス、ゲルハルト

ドイツ連邦共和国 4 5 4 7 2 ミュールハイム アン デア ルール クライストシュトラーセ

1 4

(72)発明者 デ ラツツァー、アルミニン

ドイツ連邦共和国 4 5 4 7 9 ミュールハイム アン デア ルール シュトリップヒエンス

ホーフ 2 6

審査官 出口 昌哉

(56)参考文献 特公昭4 9 - 0 1 3 8 1 0 (JP, B 1)

特開平0 2 - 0 1 9 6 0 3 (JP, A)

特開2 0 0 3 - 1 4 8 1 0 3 (JP, A)

特表2 0 0 3 - 5 3 2 0 1 4 (JP, A)

特開2 0 0 2 - 2 5 6 4 4 9 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

F01D 5/22, 5/24, 5/28,

11/00-11/10

F02C 7/00

C23C 4/10