

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-57975

(P2009-57975A)

(43) 公開日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 5/02 (2006.01)	FO1D 5/02	3G002
FO1D 1/04 (2006.01)	FO1D 1/04	
FO1D 25/00 (2006.01)	FO1D 25/00	F
FO1D 5/06 (2006.01)	FO1D 5/06	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-219113 (P2008-219113)	(71) 出願人	390041542
(22) 出願日	平成20年8月28日 (2008.8.28)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(31) 優先権主張番号	11/848,645		GENERAL ELECTRIC COMPANY
(32) 優先日	平成19年8月31日 (2007.8.31)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデイ、リバーロード、1番
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100093908
			弁理士 松本 研一
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100137545
			弁理士 荒川 聡志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンロータ装置及びシステム

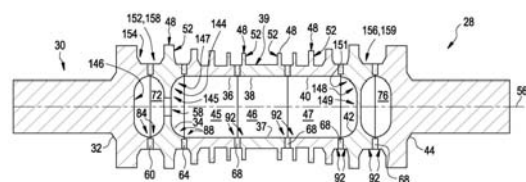
(57) 【要約】

【課題】 分割形タービンロータ(28)が開示される。

【解決手段】 分割形タービンロータ(28)は、複数のタービンブレード(48)の複数の列(52)を有する。分割形タービンロータ(28)の複数のロータセグメント(30)の内の1以上のロータセグメント(30)は、ロータ(28)の中心軸線(56)と実質的に平行な軸線(57)を有し且つ該軸線の周りに円周方向に配置されたリング(36、38、40)を含み、該リング(36、38、40)は、その中心に配置されたキャピティ(45、46、47)を形成し、タービンブレード(48)の複数の列(52)の内の1以上の列(52)を支持する外表面(39)を有する。

【選択図】 図2

FIG. 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のタービンブレード（４８）の複数の列（５２）を有する分割形タービンロータ（２８）であって、

前記分割形タービンロータ（２８）の複数のロータセグメント（３０）の内の１以上のロータセグメント（３０）が、

前記ロータ（２８）の中心軸線（５６）と実質的に平行な軸線（５７）を有し且つ該軸線の周りに円周方向に配置されたリング（３６、３８、４０）を含み、

前記リングが、中心に配置されたキャビティ（４５、４６、４７）を形成し、前記タービンブレード（４８）の複数の列（５２）の内の１以上の列（５２）を支持する外表面（３９）を有する、

10

分割形タービンロータ（２８）。

【請求項 2】

前記リング（３６、３８、４０）の外表面（３９）が、前記タービンブレード（４８）の複数の列（５２）の内の２以上の列（５２）を支持する、
請求項 1 に記載の分割形タービンロータ（２８）。

【請求項 3】

前記複数のロータセグメント（３０）の内の１以上のロータセグメント（３０）が、

前記ロータ（２８）の中心軸線（５６）の近傍に配置された第 1 の端部（１４５）と、第 2 の端部（１４７）とを有するウェブ部分（１４４）と、

20

前記ウェブ部分（１４４）の第 2 の端部（１４７）と一体化されたフランジ部分（１５２）と、

を備え、

前記フランジ部分（１５２）が、前記中心軸線（５６）と平行に配置され、これにより前記ウェブ部分（１４４）と前記フランジ部分（１５２）との間に配置されたキャビティ（４５、４６、４７）を形成し、

前記フランジ部分（１５２）が、前記複数のタービンブレード（４８）の複数の列（５２）の内の２以上の列（５２）を支持する外表面（３９）を有する、

請求項 1 に記載の分割形タービンロータ（２８）。

【請求項 4】

30

前記複数のロータセグメント（３０）の第 1 のロータセグメント（３４）が、前記複数のロータセグメント（３０）の第 2 のロータセグメント（３６）と隣接し接触して配置されている、

請求項 1 に記載の分割形タービンロータ（２８）。

【請求項 5】

前記第 1 のセグメント（３４）と前記第 2 のセグメント（３６）との間に配置された溶接接合部（６４）を更に備える、

請求項 4 に記載の分割形タービンロータ（２８）。

【請求項 6】

前記第 1 のセグメント（３４）及び前記第 2 のセグメント（３６）が異なる材料を含む、

40

請求項 5 に記載の分割形タービンロータ（２８）。

【請求項 7】

前記複数のロータセグメント（３０）の内の１以上が、前記外表面（３９）内に複数のダブル溝（１００）の内の２以上の列（５２）を更に含み、

前記複数のタービンブレード 48 の内のタービンブレード 104 が、前記複数のダブル溝（１００）の内の各ダブル溝（１００）によって保持される、

請求項 1 に記載の分割形タービンロータ（２８）。

【請求項 8】

外側フレーム（２６）と、

50

前記外側フレーム（２６）内に配置され、複数のロータセグメント（３０）を含む分割形タービンロータ（２８）と、

前記分割形タービンロータ（２８）と動作可能に連通した複数の列（５２）の複数のタービンブレード（４８）と、
を備えたタービン（２０）であって、

前記複数のロータセグメント（３０）の内の１以上のロータセグメント（３０）が、前記ロータ（２８）の中心軸線（５６）と実質的に平行な軸線（５７）を有し且つ該軸線の周りに円周方向に配置されたリング（３６、３８、４０）を含み、これにより、前記リング（３６、３８、４０）の中心に配置されたキャビティ（４５、４６、４７）を形成し、前記リング（３６、３８、４０）が、前記タービンブレード（４８）の複数の列（５２）の内の１以上の列（５２）を支持する外表面（３９）を有する、タービン（２０）。 10

【請求項 ９】

前記リング（３６、３８、４０）の外表面（３９）が、前記タービンブレード（４８）の複数の列（５２）の内の２以上の列（５２）を支持する、
請求項 ８ に記載のタービン（２０）。 20

【請求項 １０】

前記複数のロータセグメント（３０）の内の第 １ のセグメント（３４）が、前記複数のロータセグメント（３０）の内の第 ２ のセグメント（３６）と隣接し接触して配置され、
前記分割形タービンロータ（２８）が、前記第 １ のセグメント（３４）と前記第 ２ のセグメント（３６）との間に配置された溶接接合部（６４）を更に含む、
請求項 ８ に記載のタービン（２０）。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、総括的にはタービンに関し、より具体的には、タービンロータに関する。

【背景技術】

【０００２】

例えば蒸気タービン内で使用されるような現在のタービンロータは、大きなモノブロック鍛造により単体の大きなロータとして製造することができる。或いは、例えばガスタービン内で使用されるようなタービンロータは、各ホイールがタービンの １ つの段を表す １ 列のタービンブレードを含む、幾つかのホイールから成る組立体を含むことができる。ホイールは、互いに溶接又はボルト固定することができる。上記のこれらのタービンロータ設計は、重量及び熱質量が大きなタービンロータを生じる。現在のロータ設計の重量及び熱質量は、ロータの温度及び速度の変化に対応するために妥協的なクリアランス制御及びタービン始動手順の延長をもたらす。 30

【特許文献 １】米国特許第 ５ ４ １ ４ ９ ２ ９ 号明細書

【特許文献 ２】米国特許第 ５ ９ ９ ３ １ ５ ４ 号明細書

【特許文献 ３】米国特許出願公開第 ２ ０ ０ ２ / ０ ０ ９ ２ １ ６ ５ 号明細書

【特許文献 ４】米国特許出願公開第 ２ ０ ０ ３ / ０ ０ ８ ４ ５ ６ ８ 号明細書 40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

従って、これらの欠点を克服したタービンロータ構成が当技術分野において必要とされる。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

本発明の一実施形態は、分割形タービンロータを含む。この分割形タービンロータは、複数のタービンブレードの複数の列を有する。分割形タービンロータの複数のロータセグメントの内の １ 以上のロータセグメントは、ロータの中心軸線と実質的に平行な軸線を有 50

し且つ該軸線の周りに円周方向に配置されたリングを含み、該リングは、その中心に配置されたキャビティを形成し、且つタービンブレードの複数の列の内の１以上の列を支持する外表面を有する。

【０００５】

本発明の別の実施形態は、外側フレームと、該外側フレーム内に配置され、複数のロータセグメントを含む分割形タービンロータと、分割形タービンロータと動作可能に連通した複数の列の複数のタービンブレードとを含む。複数のロータセグメントの内の１以上のロータセグメントが、ロータの中心軸線と実質的に平行な軸線を有し且つ該軸線の周りに円周方向に配置されたリングを含み、これにより、リングの中心に置かれたキャビティを形成し、該リングがタービンブレードの複数の列の内の１以上の列を支持する外表面を有する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【０００６】

これら及び他の利点並びに特徴は、添付図面を参照しながら提供される本発明の好ましい実施形態に関する以下の詳細な説明からより容易に理解されるであろう。

【０００７】

添付図において同様の要素に同様の参照符号が付与される例示的な図面を参照する。

【０００８】

本発明の一実施形態は、タービンブレードの２以上の列を含むことができる溶接セグメントを含むタービン用分割形ロータを提供する。分割形ロータは、１つ又はそれ以上のディスクと協働する１つ又はそれ以上のリングを含むことができ、現在のロータ設計と比べて分割形ロータの重量及び熱質量を低減するために実質的に中空内部を含む。

20

【０００９】

次に図１を参照すると、ロータ２４と動作可能に連通する複数のタービンブレードを使用して、外側フレーム２６に対するロータ２４の回転により熱及び運動エネルギーを機械エネルギーに変換するタービン２０の一実施形態の概略図が示される。タービン２０はガスタービンとすることができ、該ガスタービンは、燃焼ガス１２の膨張から生じる熱及び運動エネルギーを変換して、例えば航空機、船舶、又は列車のような乗物を推進させるための機械エネルギーを提供し、又は発電し、或いは、例えばポンプ動作のような他の用途のための機械エネルギーを提供する。或いは、タービン２０は、例えば上に述べたような多様ないずれかの用途のために高温蒸気１２の膨張により生じる熱及び運動エネルギーを機械エネルギーに変換する蒸気タービンとすることができ。

30

【００１０】

ここで図２を参照すると、分割形ロータ２８の一実施形態の断面図が示される。分割形ロータ２８は、ロータセグメント３２、３４、３６、３８、４０、４２、４４のような２以上のロータセグメント３０を含む。タービンブレード４８は、段としても知られる複数の列５２で分割形ロータ２８上に配列される。４つのタービンブレードだけが具体的に図示されているが、参照符号４８は、全体的にこうしたタービンブレード全てを指していることは理解されるであろう。タービンブレード４８の各列５２は、図２に示すタービンブレード４８で表現されているが、各列５２は、図示のタービンブレード４８と列を成して分割形ロータ２８の中心すなわち中心軸線５６の周りで円周方向に延びる複数のタービンブレード４８を含むことは理解されるであろう。図示のロータセグメント３６、４０、４４のようなロータセグメント３０の１以上は、タービンブレード４８の２以上の列５２を含む。

40

【００１１】

図２に示す実施形態（限定ではなく例証の目的のもの）において、分割形ロータ２８は、７つのロータセグメント３２、３４、３６、３８、４０、４２、４４を含み、これらにタービンブレード４８の１２の列５２が配置されている。

【００１２】

本明細書において「ディスク」とも呼ばれるロータセグメント３４、４２を詳細に参照

50

すると、ロータセグメント 34、42 は、図 2 に示すように、ウェブ 144、148 と、ほぼ T 字形状を定めるフランジ 152、156 とを有する構造を提供する。一実施形態において、ロータセグメント 34、42 は、ウェブ 144、148 と一体化されたフランジ 152、156 を有する一体部品の「ディスク」ロータセグメントである。ウェブ 144、148 は、第 1 の端部 145、149 と第 2 の端部 147、151 とを有する。ウェブ 144、148 の第 1 の端部 145、149 は、ロータ 24 の中心 56 に向って半径方向内向きに延び、且つロータ 24 の中心 56 付近に配置される。第 2 の端部 147、151 は、フランジ 152、156 の近くに配置され、ウェブ 144、148 に対してほぼ垂直方向に向けられ、中心 56 の周りで円周方向に配置される。一実施形態において、例えばディスクロータセグメント 34 のようなディスクロータセグメントは、以下で更に検討するように、溶接部の検査及び必要な何らかのドレッシングのために分割形ロータ 28 内部へのアクセスを可能にするボア 58 又は孔を含む。

10

【0013】

例えば、セグメント 32 のような第 1 のセグメントは、例えばセグメント 34 のような第 2 のセグメントに隣接して配置され、こうした第 1 のセグメント 32 のフランジ 154 は、第 2 のセグメント 34 のフランジ 152 と接触する。言い換えると、フランジ 152、156 は、中心 56 に平行に配向されて、該中心 56 を囲む同心シェルを形成する。

【0014】

本明細書において「リング」とも呼ばれるロータセグメント 36、38、40 を詳細に参照すると、ロータセグメント 36、38、40 は、図 2 に示すように、ほぼ矩形形状 37 の断面を有するトロイダル構造を提供する。ロータセグメント 36、38、40 のトロイダル又はリング状構造は、オープンスペースのキャビティ又は中心区域 45、46、47 を形成し、その結果、リングロータセグメント 36、38、40 が中空になる。リングロータセグメント 36、38、40 のほぼ矩形の断面形状は、中心 56 の周りで円周方向に配置される。一実施形態において、ロータセグメント 36、38、40 は、一体部品の「リング」ロータセグメント 36、38、40 であり、該セグメントは、半径方向内向きに延びるウェブが無く、これにより、ロータセグメント 34、42 のフランジ 152、156 に類似した、ロータ 24 の中心軸線 56 にほぼ平行な軸線 57 を囲み且つこれを有する同心シェルを形成する。別の実施形態において、リングロータセグメント 36、38、40 の各々の軸線 57 は、ロータ 28 の中心軸線 56 と一致している。リングロータセグメント 36、38、40 のようなリングロータセグメントは、タービンプレード 48 の 1 つ又はそれ以上の列 52 を支持する外表面 39 を含む。

20

30

【0015】

図 3 は、ディスク及びロータセグメントの交互配置を有する分割形ロータ 28 の一実施形態を示している。例えば、ディスクロータセグメント 200 は、2 つのリングロータセグメント 208、212 に隣接して、ロータ 28 の中心 204 近くに配置される。一実施形態において、フランジ 216 のようなフランジは、ウェブ 224 に対向する表面 220 を提供し、この表面 220 は、タービンプレード 48 の 2 以上の列 52 を支持することができる。

【0016】

合計 12 の列 52 のタービンプレード 48 を備えた 7 つのロータセグメント 30 を有する本発明の実施形態について説明してきたが、本発明の範囲はこれに限定されるものではなく、本発明は、特定のタービン 20 用途の要求により必要に応じて、タービンプレード 48 の異なる数の列 52 が配置された異なる数のロータセグメント 30 を有する分割形ロータ 28 にも適用されることは理解されるであろう。一実施形態において、セグメント 30 の数、又はセグメント 30 当たりのタービンプレード 48 の列 52 の数は、応力、製造性、コスト、及び品質検査の容易さに基づいて最適化することができる。更に、幾つかの実施形態をリングロータセグメントに対するディスクロータセグメントの特定の配置に関連して説明してきたが、本発明の範囲は、これに限定されるものではなく、本発明は、例えば、リングロータセグメントに隣接した各ディスクロータセグメントを含む配列を組み

40

50

込むような、ディスクロータセグメントとリングロータセグメントの異なる配列を利用した分割形ロータ 28 にも適用されと点は理解されるであろう。

【0017】

再度図 2 を参照すると、フランジ 152、154 及びウェブ 144、146 を含む上記の互いに隣接配置された 2 つのディスクロータセグメントのようなロータセグメント 32、34 の構造を使用することにより、隣り合うロータセグメント 32、34 のウェブ 144、146 とフランジ 152、154 との間に配置され且つこれらによって形成されるオープンスペース区域 72、76 又はキャビティが提供される。リングロータセグメント 36、38、40 によって提供されるオープンスペース区域 45、46、47 に加えて、ロータセグメント 32、34、42、44 によって提供されるオープンスペース区域 72、76 は、現在のロータ設計と比べて分割形ロータ 28 の重量及び熱質量の低減に寄与する。

10

【0018】

図 4 は、ロータ 28 の近位端 320、322 に配置されたロータセグメント 316、318 以外にはどのようなディスクロータセグメントも存在しない、リングロータセグメント 300、304、308、312 の配列を有する分割形ロータ 28 の一実施形態を示している。

【0019】

再度図 2 を参照すると、例示的な実施形態において、ロータセグメント 32、34 は、互いに隣接し接触して配置され、溶接接合部 60 において互いに溶接される。同様に、ロータセグメント 34、36 は、セグメント 34 のフランジ 152 とセグメント 36 のリングとの間に置かれた溶接接合部 64 において互いに溶接される。同様に、ロータセグメント 36、38、ロータセグメント 38、40、ロータセグメント 40、42、及びロータセグメント 42、44 は、溶接接合部 68 において互いに溶接される。分割形ロータ 28 の一実施形態は、ナロウギャップタングステン不活性ガス (TIG) 溶接法によって作られた溶接接合部 60、64、68 を使用して、ロータセグメント 30 を接合するのに必要な溶接材料の量を最小にする。電子ビーム溶接法、レーザ溶接法、及びその他の溶接法のような代替の溶接法を利用してセグメント 30 を接合することができる点も企図される。ロータセグメント 30 の溶接を準備するために、溶接接合部 60、64、68 に最も近いロータセグメント 30 の領域 84、88、92 の局所溶接前熱処理が企図される。更に、例えばミクロ構造、残留応力、及び歪みのような溶接特性を最適化するために、領域 84、88、92 の局所溶接後熱処理が企図される。一実施形態において、2 つの隣り合うロータセグメント 30 は、異なる又は異種の合金母材を含む。このような局所熱処理は、異種の合金母材を含むロータセグメント 30 を共に溶接するのに対応させるために、制御された熱勾配を生じるような方式で行われるよう企図される。局所熱処理は、異なる合金母材を有するロータセグメント 30 の各々を異なる温度に曝して、溶接接合部 60、64、68 の全域にわたって異種の合金母材の各々の特性を最適化するように企図される。

20

30

【0020】

各々が 1 列のブレードを有し、互いにボルト固定された幾つかのホイールを利用する現在のガスタービン 20 用ロータ設計と比べて、分割形ロータ 28 は、複数のホイール及びボルトに伴う重量、熱質量、及び複雑さを低減させる。複雑さが低減されると、これに応じて分割形ロータ 28 の製造コストが低下する。ロータ 24 の重量及び熱質量が減少すると、ロータ 24 の膨張及び収縮速度に影響を及ぼす。従って、低減された熱質量を有する分割形ロータ 28 を使用すると、隣接タービン 20 静止構成要素の膨張に対してロータ 24 の膨張速度をより一致させることにより、クリアランスの制御を向上させることが企図される。更に、重量及び熱質量の減少は、分割形ロータ 28 がより短い時間間隔内に定常状態の速度及び温度に到達するので、始動手順を単純化すると企図される。一実施形態において、分割形ロータ 28 の重量は、現在の設計及び構造配置を用いている同等のロータよりも 40 % 小さいことが企図される。

40

【0021】

50

現在の蒸気タービン 20 は、1つの大形ロータ 24 の機械加工を可能にする材料から作られたロータ 24 を使用することができるが、タービン 20 内での特定の作動条件により好適な最新材料の企図される使用は、このような材料は 1つの大形ロータ 24 に対応したサイズでは利用可能ではないことが多いので、1つの大形ロータ 24 の機械加工を排除するであろう。従って、蒸気タービン内におけるロータセグメント 30 の使用は、最新材料を組み込んだより軽量のロータ 24 の使用を促進することが企図される。最新材料の実施例としては、例えば alloy 718、706、René 95、625、Nimonic 263、及び他の商用超合金のような超合金、例えば M152（以前は Jet Hete M152 という名で知られていた）、AISI 403、450 のようなマルテンサイト系ステンレス鋼、例えば NiCrMoV、CrMoV (ASTM A470) のような低合金鋼、及び、例えば Ti-6-4、Ti6Q2 のようなチタン合金が含まれる。以上の実施例は、例示的なものであって、これらに限定されるわけではない。

10

20

【0022】

例示的な実施形態において、異なるロータセグメント 30 は、異なる材料で作られ、各ロータセグメント 30 は、曝露されるタービン 20 内における特殊作動条件に適した材料で作られることが企図される。例えば、異なる温度、異なるペイロード、又はブレード 48 の重量から生じる異なる遠心荷重に曝される異なるロータセグメント 30 は、温度、ペイロード、又は遠心荷重に対してこれらの性能として選ばれた異なる材料から作られることが企図される。異なる材料で作られたこのようなロータセグメント 30 で組み立てられた分割形ロータ 28 は、異なる材料の要件に適合するように最適化された異なる溶接後熱処理を利用することが更に企図される。

【0023】

ここで図 5 を参照すると、ロータセグメント 96 の別の実施形態が示されている。ロータセグメント 96 に機械加工されたダブテール溝 100 は、このダブテール溝 100 の幾何形状と一致した幾何形状を有する根元 108 を含んだタービンブレード 104 のような、タービンブレードの接線方向入力を組み付けを可能にする。ダブテール溝 100 は、フランジ 114 の外表面 112 内に切り込まれる。

【0024】

開示されたように、本発明の幾つかの実施形態は、以下の利点：すなわち、タービンロータの重量が低減されたこと；タービンロータの熱質量が低減されたこと；タービンロータの組み付けの複雑さが低減されたこと；タービンの始動手順が単純化されたこと；タービンロータのクリアランス制御が改善されたこと；タービンロータがタービン内の位置に依存する作動条件に好適な異なる材料を有すること；及びタービンロータの製造コストが低減されたことの一部を含むことができる。

30

40

【0025】

例示的な実施形態を参照しながら本発明を説明してきたが、本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能であり、本発明の要素を均等物で置換え得る点は当業者であれば理解されるであろう。加えて、本発明の本質的な範囲から逸脱することなく、本発明の教示に対して特定の状況又は材料に適応させるように多くの変更を行うことが可能である。従って、本発明は、本発明を実施するために企図された最良又は唯一の形態として開示される特定の実施形態に限定されるものではなく、添付の請求項の範囲内に含まれる全ての実施形態を含むものとする。更に、図面及び明細書において、本発明の例示的な実施形態が開示されており、特定の用語を使用しているが、これらは特に断りのない限り、一般的な記述上の意味で使用されており、限定の目的で使用されるものではなく、従って、本発明の範囲は、これらの用語によって限定されることはない。更に、「第 1 の」、「第 2 の」、その他の用語の使用は、あらゆる順序又は重要度を表すものではなく、これらは、或る要素を他の要素と区別するために使用されている。更に、「a」、「an」、その他の用語は、数量の限定を表すものではなく、参照アイテムの 1 以上が存在していることを表している。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態によるタービンの概略図。

【 図 2 】 本発明の実施形態によるタービンロータ装置の断面図。

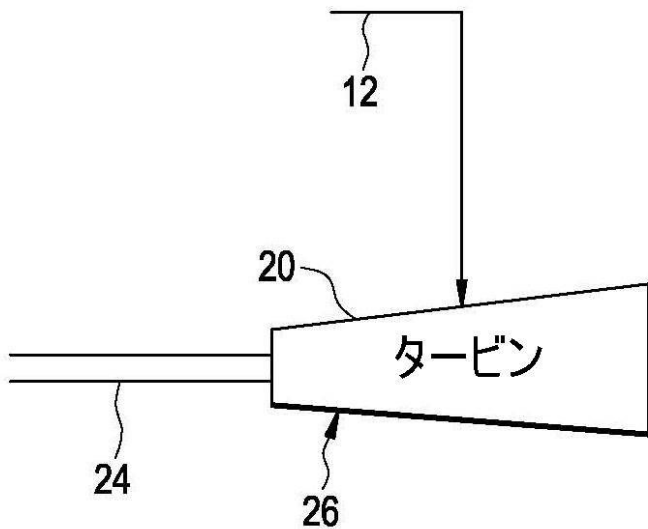
【 図 3 】 本発明の実施形態によるタービンロータ装置の断面図。

【 図 4 】 本発明の実施形態によるタービンロータ装置の断面図。

【 図 5 】 本発明の一実施形態によるタービンロータセグメント及びタービンブレードの断面図。

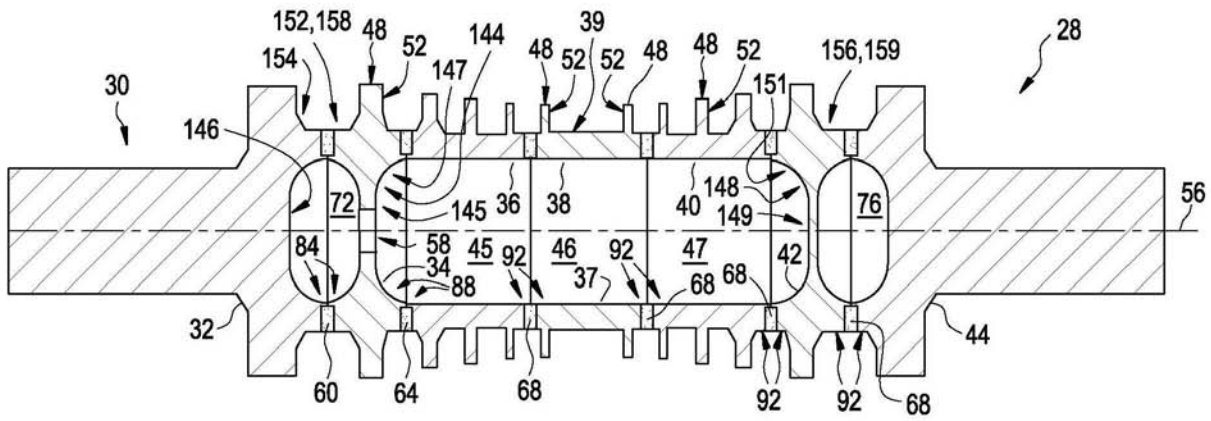
【 図 1 】

FIG. 1



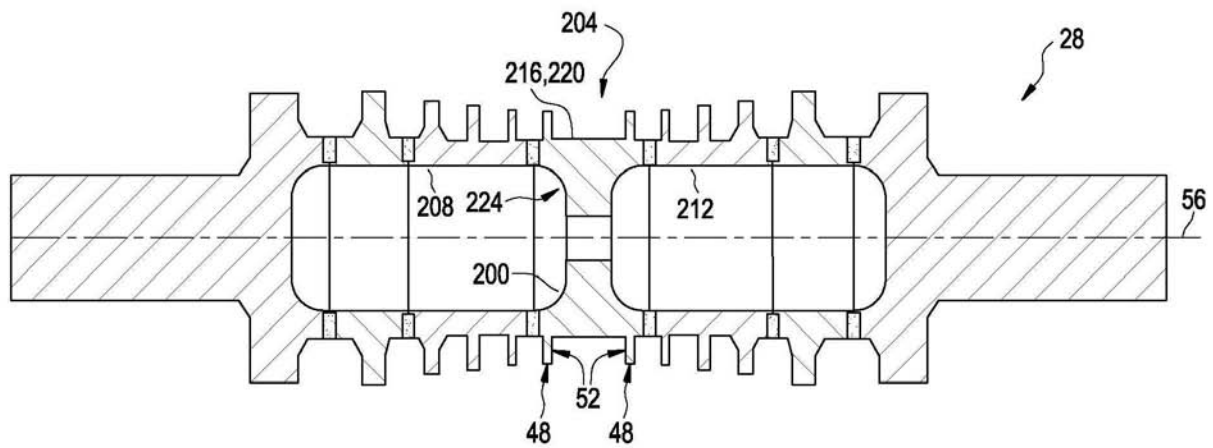
【 図 2 】

FIG. 2



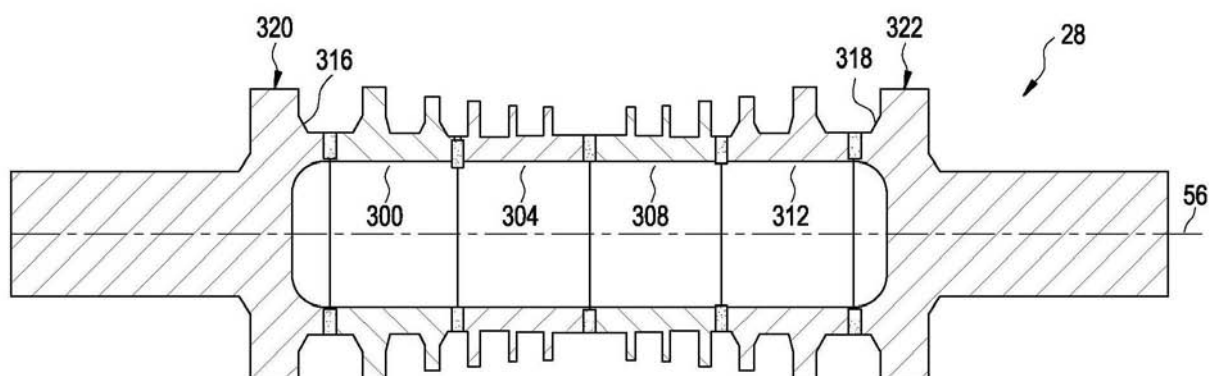
【 図 3 】

FIG. 3



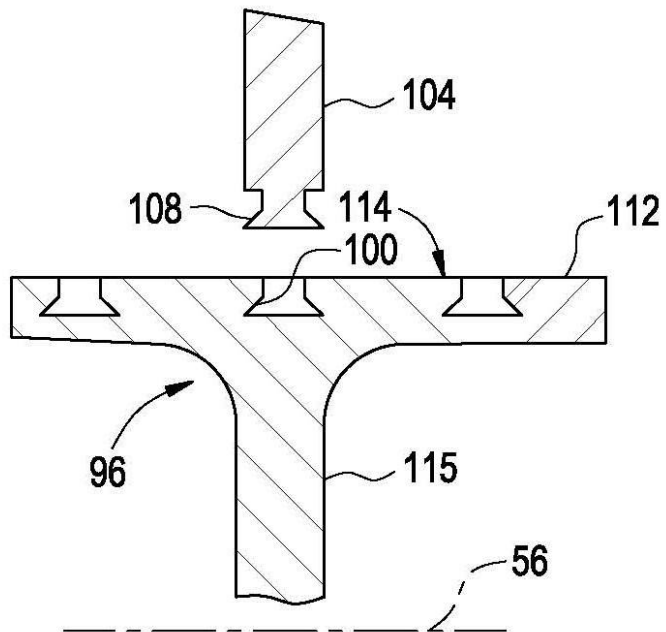
【 図 4 】

FIG. 4



【図 5】

FIG. 5



フロントページの続き

(72)発明者 スワミ・ガネッシュ

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、ティンバーウィック・ドライブ、40番

(72)発明者 ロビン・カール・シュワント

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、パターソンヴィル、ミュゼルベック・ロード、309番

(72)発明者 ライル・ビー・スピーゲル

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、バンカー・レーン、15番

Fターム(参考) 3G002 AA02 AA05 AA08 AA11