

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5864862号  
(P5864862)

(45) 発行日 平成28年2月17日(2016.2.17)

(24) 登録日 平成28年1月8日(2016.1.8)

(51) Int.Cl.	F 1
FO1D 5/06 (2006.01)	FO1D 5/06
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00 C
FO1D 25/00 (2006.01)	FO2C 7/00 D
FO4D 29/32 (2006.01)	FO1D 25/00 F
C22C 19/05 (2006.01)	FO1D 25/00 X

請求項の数 7 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-13515 (P2011-13515)
(22) 出願日	平成23年1月26日(2011.1.26)
(65) 公開番号	特開2011-157965 (P2011-157965A)
(43) 公開日	平成23年8月18日(2011.8.18)
審査請求日	平成26年1月22日(2014.1.22)
(31) 優先権主張番号	12/698, 291
(32) 優先日	平成22年2月2日(2010.2.2)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタディ、リバーロード、1 番
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聰志
(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(72) 発明者	トマス・マイケル・ムーアズ アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グ リーンヴィル、ガーリントン・ロード、3 00番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】複数ブレード段を担持することができる成形ロータホイール

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ロータホイール(19)であって、当該ロータホイール(19)が、ニッケル基超合金を含む金属粉末から形成された単体ベース部(34)を備えており、該単体ベース部(34)が、

第1のロータブレード(20)段を担持する第1のディスク部材(36)と、  
第2のロータブレード(20)段を担持する第2のディスク部材(50)と、  
第3のロータブレード(20)段を担持する第3のディスク部材(52)と、  
第1のディスク部材(36)の遠位面と第2のディスク部材(50)の近位面との間に  
軸方向に延びてそれらをつなぐ第1のスペーサ部材(38)と、  
第2のディスク部材(50)の遠位面と第3のディスク部材(52)の近位面との間に  
軸方向に延びてそれらをつなぐ第2のスペーサ部材(48)と  
を含む成形形状を有しており、

第1のディスク部材(36)、第2のディスク部材(50)及び第3のディスク部材(52)の各々が、第1のディスク部材(36)、第2のディスク部材(50)及び第3のディスク部材(52)の外周部の周りに、前記ロータブレード(20)を受けるための、複数の軸方向に間隔を置いて配置されかつ半径方向外向きに延びるスロット(40)を含んでいる、ロータホイール(19)。

## 【請求項 2】

当該ロータホイール(19)が、最高650までの作動温度で作動する、請求項1記

10

20

載のロータホイール(19)。

【請求項3】

前記超合金の引張強度が0.2%降伏で483MPa超である、請求項1又は請求項2記載のロータホイール(19)。

【請求項4】

前記ニッケル基超合金が、重量基準で、16%Cr、0%Al、1.65%Ti、0.12%Mo、3%Nb、4.2%Ni及び残部のFeからなる組成1、18%Fe、1.8%Cr、0.5%Al、0.9%Ti、0.2%Mo、5.1%Nb及び5.4%Niからなる組成2、並びに5%Fe、20%Cr、0.5%Al、1.5%Ti、7.5%Mo、3.5%Nb及び残部のNiからなる組成3からなる群から選択される、請求項1記載のロータホイール(19)。

10

【請求項5】

請求項1乃至請求項4のいずれか1項記載のロータホイール(19)を備えるターボ機械。

【請求項6】

ニッケル基超合金を粉碎して粉末を製造するステップと、  
制御環境中で、前記粉末で缶を満たし、該缶を脱気しつつ密封するステップと、  
圧密体を製造する温度、時間及び圧力で前記缶並びに該缶内の粉末を圧密化するステップと、

20

前記圧密体を熱間加工して、ニッケル基超合金を含有しつつ成形形状を有する単体ベース部(34)を備えるロータホイール(19)であって、前記成形形状が、第1のロータブレード(20)段を担持する第1のディスク部材(36)と、第2のロータブレード(20)段を担持する第2のディスク部材(50)と、第3のロータブレード(20)段を担持する第3のディスク部材(52)と、第1のディスク部材(36)の遠位面と第2のディスク部材(50)の近位面との間に軸方向に延びてそれらをつなぐ第1のスペーサ部材(38)と、第2のディスク部材(50)の遠位面と第3のディスク部材(52)の近位面との間に軸方向に延びてそれらをつなぐ第2のスペーサ部材(48)とを含んでいる、ロータホイール(19)を製造するステップと、

その各々がロータブレード(20)を受ける寸法の複数の軸方向に間隔を置いて配置されかつ半径方向外向きに延びるスロット(40)を第1のディスク部材(36)、第2のディスク部材(50)及び第3のディスク部材(52)の各々の外周部内に機械加工するステップと

30

を含む方法。

【請求項7】

前記ニッケル基超合金が、重量基準で、16%Cr、0%Al、1.65%Ti、0.12%Mo、3%Nb、4.2%Ni及び残部のFeからなる組成1、18%Fe、1.8%Cr、0.5%Al、0.9%Ti、0.2%Mo、5.1%Nb及び5.4%Niからなる組成2、並びに5%Fe、20%Cr、0.5%Al、1.5%Ti、7.5%Mo、3.5%Nb及び残部のNiからなる組成3からなる群から選択される、請求項6記載の方法。

40

【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又は圧縮機のようなターボ機械に関し、より具体的には、1以上のロータブレード段を担持しつつ間隔を置いて配置することができるロータホイールを備えたターボ機械に関する。ロータホイールは、出発材料として金属粉末を使用して形成されかつ粉末冶金法を使用して処理される。

【背景技術】

【0002】

50

ターピン又は圧縮機のようなターボ機械は、ロータを含み、ロータはさらに、その上に取付けられた複数の軸方向に間隔を置いて配置されたロータホイールを備えた回転シャフトを含む。一般的に、各ロータホイールは、1つのブレード段を保持し、ブレードが、各ロータホイールに対して機械的に結合されかつ各ロータホイールの周りで円周方向に延びる列の形態で配置された状態になっている。軸方向に間隔を置いて配置されたロータホイールは一般的に、ボルト止め又は溶接によって互いに接合される。これらの特徴形状により、大きな重量、長い始動時間及び複雑な継手を有するロータが形成される。ロータはまた、複数のロータホイールの各々間にボルト止め又は溶接されて、ブレード段間に適当な間隔を与えるスペーサロータホイールを必要とする可能性がある。それに代えて、ロータホイールは、単一の鋼製単体構造鍛造品で形成されており、その鍛造品では、作動温度及び引張強度の範囲が制限されていた。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第6494683号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本開示の第1の態様は、ロータホイールを提供し、本ロータホイールは、ニッケル基超合金を含有しつつ成形形状を有する単体ベース部を含み、成形形状は、第1のロータブレード段を担持する第1のディスク部材と、第1のディスク部材の第1の端面から軸方向に延びる第1のスペーサ部材とを含み、第1のディスク部材は、第1のディスク部材の外周部の周りに設けられてロータブレードを受ける複数の軸方向に間隔を置いて配置されかつ半径方向外向きに延びるスロットを含む。

20

【0005】

本開示の第2の態様は、ターボ機械を提供し、本ターボ機械は、少なくとも1つのロータホイールを備えたロータを含み、少なくとも1つのロータホイールの各々は、ニッケル基超合金を含有しつつ成形形状を有する単体ベース部を含み、成形形状は、第1のロータブレード段を担持する第1のディスク部材と、第1のディスク部材の第1の端面から軸方向に延びる第1のスペーサ部材とを含み、第1のディスク部材は、第1のディスク部材の外周部の周りに設けられてロータブレードを受ける複数の軸方向に間隔を置いて配置されかつ半径方向外向きに延びるスロットを含み、本ターボ機械はさらに、シャフトの周りで円周方向に延びかつロータブレード段に軸方向に隣接して配置された複数の固定ベーンを含む。

30

【0006】

本開示の第3の態様は、方法を提供し、本方法は、ニッケル基超合金を粉碎して粉末を製造するステップと、制御環境中で、粉末で缶を満たし、該缶を脱気しつつ密封するステップと、圧密体を製造する温度、時間及び圧力で缶並びに該缶内の粉末を圧密化するステップと、圧密体を熱間加工して、ニッケル基超合金を含有しつつ成形形状を有する単体ベース部を備え、成型形状が少なくとも1つのロータブレード段を担持する少なくとも1つのディスク部材と少なくとも1つのディスク部材から軸方向に延びる少なくとも1つのスペーサ部材とを備えたロータホイールを製造するステップと、その各々がロータブレードを受ける寸法の複数の軸方向に間隔を置いて配置されかつ半径方向外向きに延びるスロットを少なくとも1つのディスク部材の各々の外周部内に機械加工するステップとを含む。

40

【0007】

本発明のこれらの及びその他の態様、利点並びに顕著な特徴は、図面全体を通して同じ参照符号が同様な部品を指している添付図面と関連させて本発明の実施形態を開示した以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0008】

50

【図1】従来型の蒸気タービンの一部切取り斜視図。

【図2】本発明の環境を示す、従来型の蒸気タービンの断面図。

【図3】ロータホイールを溶接又はボルト止めする従来型の方法を備えたロータのセクションの断面図。

【図4】本発明の1つの実施形態による、ロータホイール及びスペーサの機能を果たすロータホイールを備えたロータのセクションの断面図。

【図5】本発明の1つの実施形態による、ロータホイール及び2つのスペーサの機能を果たすロータホイールを備えたロータのセクションの断面図。

【図6】本発明の1つの実施形態による、2つのロータホイール及びスペーサの機能を果たすロータホイールを備えたロータのセクションの断面図。

10

【図7】本発明の1つの実施形態による、3つのロータホイール及び2つのスペーサの機能を果たすロータホイールを備えたロータのセクションの断面図。

【図8】本発明の実施形態による、2つのブレード段を担持したロータホイールの一部の断面図。

【図9】本発明の実施形態による、3つのブレード段を担持したロータホイールの一部の断面図。

【図10】本発明の実施形態による、2つのブレード段を担持したロータホイールの一部の断面図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

20

ガス又は蒸気タービンの作動と関連するその用途に関して、本発明の少なくとも1つの実施形態を以下に説明する。

ガス又は蒸気タービンに関して本発明の実施形態を例示しているが、本方法は、それに限定されないが圧縮機を含むその他のターボ機械にも同様に適用可能であることを理解されたい。さらに、公称寸法の組を含む公称サイズに関して、本発明の少なくとも1つの実施形態を以下に説明する。しかしながら、本発明があらゆる好適なターボ機械にも同様に適用可能であることは、当業者には明らかである筈である。さらに、本発明が様々なスケールの公称サイズ及び／又は公称寸法にも同様に適用可能であることは、当業者には明らかである筈である。

【0010】

30

上述のように、本発明の態様は、ターボ機械構造を提供する。図4～図10は、本発明の実施形態による、ターボ機械環境及びロータホイール構造19並びにそれを製作する方法の異なる態様を示している。

【0011】

図面を参照すると、図1～図2は、蒸気タービン10の形態の例示的なターボ機械を示している。蒸気タービン10は、軸線16(図2)の周りで回転するシャフト14と、シャフト14に取付けられかつ該シャフト14と共に回転する複数の軸方向に間隔を置いて配置されたロータホイール18とを備えたロータ12を含む。各ロータホイール18は、各ロータホイール18に対して機械的に結合されかつ各ロータホイール18の周りで円周方向に延びる列の形態で配置された複数のブレード20を担持する。各従来型のロータホイール18は、単一のブレード20列又は段を担持する。複数の固定ベーン22が、シャフト14の周りで円周方向に延び、かつ隣接するブレード20列の軸方向間に配置される。固定ベーン22は、ブレード20と協働してタービン段を形成しつタービン10を通る蒸気流路の一部分を形成する。

40

【0012】

図1を参照すると、作動時に、蒸気24は、タービン10の入口26に流入しつ固定タービン22を通して送られる。ベーン22は、下流方向にブレード20に対して蒸気24を導く。蒸気24は、残りの段を通って流れ、ブレード20に力を与えてシャフト14を回転させる。タービン10の少なくとも一端部は、ロータ12から離れるように軸方向に延びることができ、またそれに限定されないが、発電機及び／又は別のタービンのよう

50

な負荷又は機械（図示せず）に取付けることができる。

【0013】

本発明の様々な実施形態では、タービン10は、様々な数の段を含む。図1は、5つの段を示しており、それらの段は、L0、L1、L2、L3及びL4と呼ぶ。段L4は第1段でありかつ5つの段のうちで最小のもの（半径方向において）である。段L3は、第2段でありかつ軸方向における次の段である。段L2は、第3段でありかつ5つの段のうちの中央に位置するものとして示している。段L1は、第4段でありかつ最後から2番目の段である。段L0は、最終段でありかつ最大のもの（半径方向において）である。5つの段は、単に1つの実施例として示しており、また各タービンは、3つの段を示している図2におけるように、5つより多い又は少ない段を有することができることを理解されたい。

10

【0014】

上述のように、図1～図3は、各ロータホイール18が单一のブレード20列を担持している従来型の構成を示している。この構成では、ロータホイール18は、連続ブレード段を担持したままスペーサ28によって互いに間隔を置いて配置されかつ離して配置される。そのような構成では、ロータホイール18は一般的に、ほぼパンケーキ状である。ロータホイール18及びスペーサ28は、別個に鍛造しつつその後にボルト30及び／又は溶接によって互いに固定する（図3）ことができる。それに代えて、図2に示すように、ロータ12は、鋼製単体構造鍛造品で製作することができ、かつロータホイール18及びスペーサ28は、鋼製鍛造品内に機械加工することができる。

20

【0015】

図4～図10は、本発明の様々な実施形態によるロータホイール19を示している。ロータホイール19は、不規則に成形されかつ少なくとも第1のディスク部材36と少なくとも第1のスペーサ部材38とを備えた単体ベース部34を含む。各ディスク部材36は、ロータブレード20列又は段を担持する。第1のスペーサ部材38は、第1のディスク部材36の端面から遠位方向又は近位方向のいずれかの方向に軸方向に延びる。1つ又は複数のディスク部材36及び1つ又は複数のスペーサ部材38の両方を備えた単体ベース部34の形成により、ロータホイールに対して別個の鍛造スペーサ28をボルト止めするか又は溶接する必要性が排除される。軸方向に延ばした時のスペーサ部材38の長さは、所定のロータ12及びタービン10設計に必要な従来型のスペーサ28（図3）の厚さに実質的に相当する。幾つかの実施形態では、スペーサ部材38は、中空にしてロータホイール19の重量を軽減することができる。

30

【0016】

実施形態では、各ディスク部材36は、最大約3メートル（約120インチ）までの外径44を有することができる。外径44は、必要なフープ強度を与えてロータ破裂を防止するのに十分な厚さのものである。スペーサ部材38は、ディスク部材36（図4～図7、図10）の外径44と比較するとより細い第2の外径46を有することができ、或いは所定のタービン10設計で必要となるディスク部材36（図8～図9）と同じ外径のものとすることができます。スペーサ部材38は、半径方向応力を分布させるのに十分な材料を備えるような寸法にされる。

40

【0017】

各ディスク部材36は、従来型のブレード20取付け法により軸方向に間隔を置いて配置されかつ半径方向外向きに延びるように該ディスク部材36の外周部内に機械加工された複数のスロット40を含む（図3～図10）。各スロット40は、ブレード20を受けるような寸法になっている。それに限定されないが従来型のダブテール取付け法を含むあらゆる公知の継手を使用して、ロータホイール18、19に対してブレード20を機械的に結合することができる。

【0018】

図4～図5に示すように、ロータホイール19はさらに、ターミナルスペーサ部材38の端面上に設置されたフランジ42を該ロータホイール19の各端部上に含むことができ

50

る。フランジ 4 2 は、連続ロータホイール 1 9 を互いに固定して、複数のブレード段を担持する複数ロータホイール 1 8 を備えた回転シャフトを形成するのを可能にする取付け箇所を構成する。ロータホイール 1 9 は、例えばボルト 3 0 又は溶接を含むあらゆる公知の手段によって、付加的なロータホイール 1 9 、従来型のロータホイール 1 8 ( 図 4 ~ 図 5 ) 又は従来型のスペーサ部材 2 8 ( 図 6 ) に固定することができる。

#### 【 0 0 1 9 】

本発明の様々な実施形態では、ロータホイール 1 9 は、1 以上の従来型のロータホイール 1 8 及び 1 以上の従来型のペーサ部材 2 8 の機能を果たすことができる。図 5 に示す実施形態では、第 1 のディスク部材 3 6 及び第 1 のスペーサ部材 3 8 に加えて、単体ベース部 3 4 はさらに、第 2 のスペーサ部材 4 8 を含む。第 2 のスペーサ部材 4 8 は、第 1 のスペーサ部材 3 8 の方向と対向する方向に第 1 のディスク部材 3 6 から軸方向に延びて、第 1 のディスク部材 3 6 が、第 1 のスペーサ部材 3 8 及び第 2 のスペーサ部材 4 8 の軸方向間に配置される。この実施形態では、単一のロータホイール 1 9 は、1 つのブレード 2 0 段を担持する機能を果たし、また従来型のロータホイール 1 8 の各側面上に 1 つのスペーサ 2 8 が位置する状態で配置された 2 つのスペーサ 2 8 ( 図 3 におけるような ) によって、間隔が従来と同様に得られる。

#### 【 0 0 2 0 】

図 6 、図 8 及び図 1 0 に示す実施形態では、第 1 のディスク部材 3 6 及び第 1 のスペーサ部材 3 8 に加えて、単体ベース部 3 4 はさらに、第 2 のディスク部材 5 0 を含む。第 1 のスペーサ部材 3 8 は、第 1 のディスク部材 3 6 及び第 2 のディスク部材 5 0 の軸方向間で延びる。この実施形態では、単一のロータホイール 1 9 は、2 つのブレード 2 0 段を担持する機能を果たし、また第 1 及び第 2 のロータホイール 1 8 間に配置されかつ第 1 及び第 2 のロータホイール 1 8 に固定された 1 つのスペーサ 2 8 ( 図 3 におけるような ) によって、間隔が従来と同様に得られる。

#### 【 0 0 2 1 】

図 8 ~ 図 9 に示すような様々な実施形態では、ロータホイール 1 9 内におけるスペーサ部材 3 8 、 4 8 は、ディスク部材 3 6 の外径 4 4 と同様又は該外径 4 4 と同一である外径 4 6 を有することができる。そのような実施形態では、第 1 の、第 2 の及びあらゆる後続のディスク部材 3 6 、 5 0 、 5 2 などは、該ディスク部材 3 6 、 5 0 、 5 2 が互いに明白に区別されないように一体に潰すことができる。しかしながら、図 4 ~ 図 7 、及び図 1 0 に示す実施形態と同様に、スペーサ部材 3 8 は、ディスク部材 3 6 の外径よりも小さい外径 4 6 を有することができる。

#### 【 0 0 2 2 】

図 7 及び図 9 に示す実施形態では、第 1 のディスク部材 3 6 及び第 1 のスペーサ部材 3 8 に加えて、単体ベース部 3 4 はさらに、第 2 及び第 3 のディスク部材 5 0 、 5 2 並びに第 2 のスペーサ部材 4 8 を含む。図 6 に関して説明したように、第 1 のスペーサ部材 3 8 は、第 1 のディスク部材 3 6 及び第 2 のディスク部材 5 0 の軸方向間で延びる。第 2 のスペーサ部材 4 8 は、第 1 のスペーサ部材 3 8 の方向と対向する方向に第 2 のディスク部材 5 0 から軸方向に延びる。第 3 のディスク部材 5 2 は、第 2 のスペーサ部材 4 8 に軸方向に隣接して設置されて、第 2 のスペーサ部材 4 8 が第 2 及び第 3 のディスク部材 5 0 、 5 2 の軸方向間で延びる。この実施形態では、単一のロータホイール 1 9 は、3 つのブレード 2 0 段を担持する機能を果たし、またそれらの間に配置された 2 つのスペーサ 2 8 ( 図 3 におけるような ) によって、間隔が従来と同様に得られる。

#### 【 0 0 2 3 】

他の実施形態では、ロータホイール 1 9 は、単体ベース部 3 4 がディスク部材 3 6 、 5 0 、 5 2 などを含んでいるのと同じ多くのブレード 2 0 段を担持することができる。図 4 ~ 図 7 に示す実施形態は、例示として示しているものであり、その実施可能な実施形態を、図示した幾つかのディスク部材及びスペーサ部材並びにそれらの組合せのみに限定することを意図するものではない。

#### 【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

様々な実施形態では、単体ベース部34は、ニッケル基超合金を含む多様な好適な超合金のいずれかで製造することができる。幾つかの実施形態では、超合金は、析出強化ニッケル基超合金とすることができます。様々な実施形態では、超合金は、近似的に表1に記載するような重量による組成を有することができる。

【0025】

【表1】

表1: 重量基準による近似組成

10

	Fe	Cr	Al	Ti	Mo	Nb	Ni
組成1	残部	16	0	1.65	$\leq 0.12$	3	42
組成2	18	18	0.5	0.9	0.2	5.1	54
組成3	5	20	0.5	1.5	7.5	3.5	残部

しかしながら、前述の超合金組成は、網羅的な記述であることを意図するものではなく、単に好適な引張特性及び時間依存性割れ成長耐性を有する合金組成を例示しているに過ぎない。

20

【0026】

ロータホイール19の組成は、タービン10、従って該ロータホイール19を含むロータ12が、従来型の鋼製鍛造品よりも遙かに高い温度で、例えば最高約650（約1200°F）までの温度で作動するのを可能にする。ロータホイール19はさらに、538（約1000°F）において483MPa（約70ksi）よりも大きい引張降伏強度（0.2%降伏）を示す。幾つかの実施形態では、ロータホイール19は、約690MPa（約100ksi）～約1069MPa（約155ksi）の引張強度（0.2%降伏）を示し、またさらに別の実施形態では、約724MPa（約105ksi）～約931MPa（約135ksi）の引張強度（0.2%降伏）を示して、より高い速度で作動するのを可能にする。

30

【0027】

さらに、粉末冶金法を使用してロータホイール19を製造する方法を提供する。粉末冶金法を使用してロータホイール19を形成することにより、図4～図7に示すようなより複雑な幾何学的形状の形成が可能になり、かつ鋼製単体構造鍛造品（図2）により得ることができるよりも大きい引張強度が可能になる。

【0028】

以下において「制御環境」と呼ぶ真空下又は不活性環境中で、所望の合金の化学的性質を有する金属を形成する。溶融状態における間にかつ所望の化学仕様の範囲内において、ほぼ球形粉末粒子を製造する粉碎又はその他の好適な方法によって、合金を粉末に形態変更させる。ロータホイール19を製造するためには大量の粉末が必要であるので、複数の粉碎ステップにより製造した粉末を混合することが必要となる可能性がある。必要なあらゆる粉末ストレージは、制御環境内で行なうのが好ましい。

40

【0029】

この段階において変形がない状態で粉末を収容し�かつ取扱うことができる設計及び材料組成を有する缶を準備する。様々な実施形態では、缶は、鋼、ステンレス鋼、超合金又は別の好適な材料で製作することができる。缶は、ほぼロータホイール19の所望の形状に従って不規則な形状にされかつディスク部材36及びスペーサ部材38を備えた単体ベース部34を形成するのに必要な幾何学的形状を含む。様々な実施形態では、缶は、最大約3メートル（約120インチ）までの外径を有する。

50

## 【0030】

缶は、制御環境中で合金粉末で満たし、水分及びあらゆる揮発性物質を追出すように脱気し、かつ制御環境内に保持した状態で密封する。缶並びに粉末は次に、圧密体を製造するのに十分な温度、時間及び圧力で圧密化させる。様々な実施形態では、圧密体は、熱間静水圧圧縮成形又はあらゆるその他の好適な圧密法を使用して得ることができる。

## 【0031】

次に、ロータホイール19の成形形状を精密化するあらゆる好適な方法を使用して、圧密体を熱間加工する。好適な熱間加工法には、例えば自由型鍛造、密閉型鍛造、熱間型鍛造及び恒温鍛造を含む圧延ロール鍛造、押し出し鍛造、インクリメンタル鍛造並びに型鍛造が含まれる。得られたロータホイール19は、本明細書で説明したような形状に成形される。スペーサ部材38は、缶設計、鍛造法又は機械加工により中空にして、その重量を軽減することができる。

10

## 【0032】

次に、少なくとも1つのディスク部材36の各々の外周部内に、配置した複数のスロット40を列の形態で機械加工する。各スロット40は、ブレード20を受ける寸法になっている。ダブテール取付けのようなあらゆる公知の方法を使用して、ロータホイール19に対してスロットを介してブレード20を機械的に結合する。当技術分野では、協働するホイールフック及びバケットフックを備えたダブテール継手が良く知られている。様々な実施形態では、ロータホイール19は、多くの隣接するディスク部材36内に機械加工されてそれぞれ1つ、2つ、3以上のブレード20列を受ける1つ、2つ、3以上のスロット40列を備えて、単一のロータホイール19によって担持される1つ(図4～図5)、2つ(図6)、3つ(図7)又はそれ以上のブレード20段を形成することができる。

20

## 【0033】

本明細書で使用する場合に、「第1の」、「第2の」などの用語は、何らの順序、数量又は重要度を表すものではなく、むしろ1つの要素を別の要素から区別するために使用しており、また本明細書における数詞を付していない表現は、数量の限定を表すものではなく、むしろ記載した事項の少なくとも1つが存在することを表している。数量と関連して使用する「約」と言う修飾語は、記述した数値を包含しつつ文脈によって決まる意図的意味を有する(例えば、特定の数量の測定に関連する誤差の程度を含む)。本明細書で使用する場合における「1つ又は複数の」という前置表現は、この表現が前置する用語のものの単数及び複数の両方を含み、従ってその用語のものの1以上を含む(例えば、1つ又は複数の金属という表現は、1以上の金属を含む)ことを意図している。本明細書に開示した範囲は、包括的でありかつ独立して組合せ可能である(例えば、「最大約25mmまでの又はより具体的には約5mm～約20mm」の範囲というのは、「約5mm～約25mm」の範囲の端点及び全ての中間値などを含む)。

30

## 【0034】

本明細書では様々な実施形態について説明してきたが、それら実施形態における要素の様々な組合せ、変更又は改良を当業者が行なうことができ、またそれらも本発明の技術的範囲内にあることは、本明細書から分かるであろう。さらに、本発明の本質的な技術的範囲から逸脱せずに特定の状況又は物的要項を本発明の教示に適合させるように、多くの変更を加えることができる。従って、本発明は、本発明を実施するために考えられる最良の形態として開示した特定の実施形態に限定されるものではなく、また本発明は、提出した特許請求の範囲の技術的範囲内に属する全ての実施形態を包含することになることを意図している。

40

## 【符号の説明】

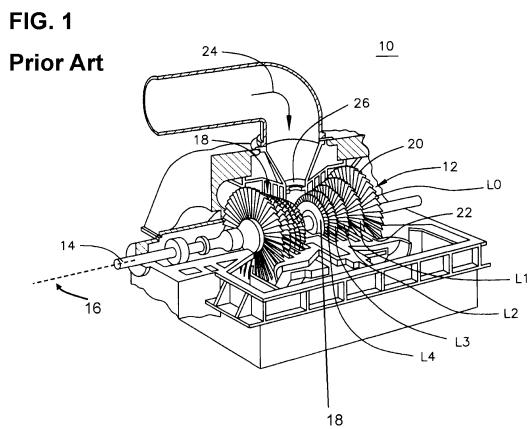
## 【0035】

- 10 タービン
- 12 ロータ
- 14 シャフト
- 16 軸線

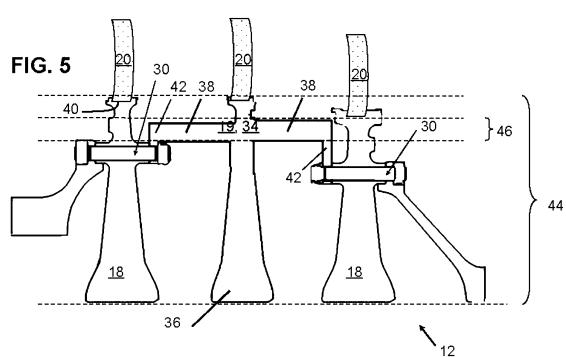
50

1 8	従来型のロータホイール	
1 9	ロータホイール	
2 0	ブレード	
2 2	ベーン	
2 4	蒸気	
2 6	入口	
L 0	段	10
L 1	段	
L 2	段	
L 3	段	
L 4	段	
2 8	スペーサ	
3 0	ボルト	
3 4	基部	
3 6	第1のディスク部材	
3 8	第1のスペーサ部材	
4 0	スロット	
4 2	フランジ	
4 4	外径	20
4 6	外径	
4 8	第2のスペーサ部材	
5 0	第2のディスク部材	
5 2	第3のディスク部材	

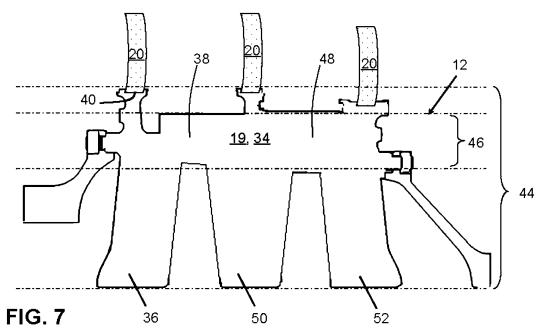
【図1】



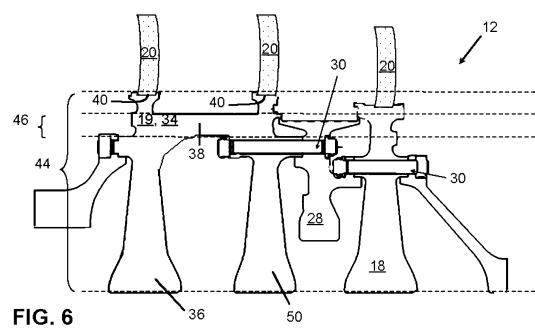
【図5】



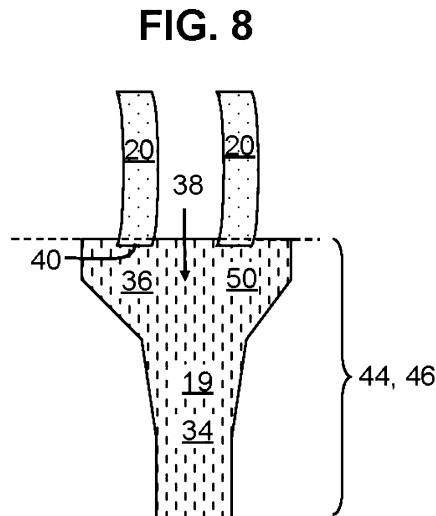
【図7】



【図6】



【図8】



【図9】

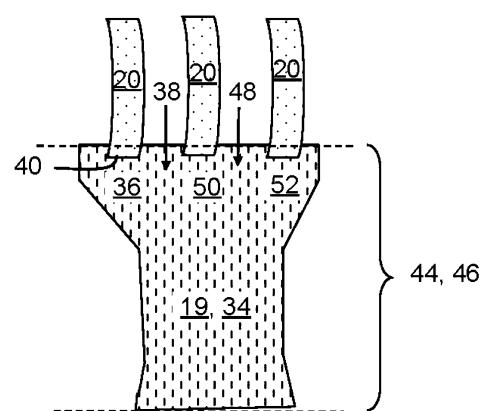
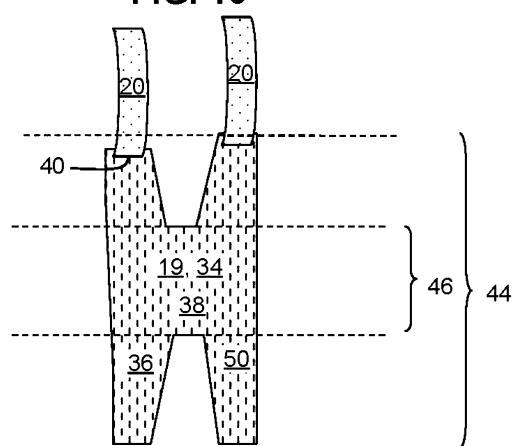


FIG. 8

FIG. 9

【図10】

**FIG. 10**

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
B 2 2 F	3/15	(2006.01)
		F 0 1 D 25/00 L
		F 0 4 D 29/32 C
		F 0 4 D 29/32 H
		F 0 4 D 29/32 K
		C 2 2 C 19/05 C
		B 2 2 F 3/15 G

(72)発明者 ジョセフ・ジェイ・ジャクソン  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーア、コッター・レーン、3番

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特公昭48-14964(JP, B1)  
特開2006-283186(JP, A)  
米国特許第5414929(US, A)  
米国特許第6974508(US, B1)  
特開2007-31836(JP, A)  
特開昭63-69935(JP, A)  
米国特許第06521175(US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 D	5 / 0 6
F 0 1 D	2 5 / 0 0
F 0 2 C	7 / 0 0
F 0 4 D	2 9 / 3 2
B 2 2 F	3 / 1 5
C 2 2 C	1 9 / 0 5