

(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 I

F O 1 D 5/06 (2006. 01)

F O 1 D 5/06

F O 2 C 7/00 (2006. 01)

F O 2 C 7/00 C

F O 1 D 25/00 (2006. 01)

F O 2 C 7/00 D

F O 4 D 29/32 (2006. 01)

F O 1 D 25/00 F

C 2 2 C 19/05 (2006. 01)

F O 1 D 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 1 2 3  
 4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1  
 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (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 トーマス・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 ( 1 9 ) であって、当該ロータホイール ( 1 9 ) 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 ( 3 4 ) を備えており、  
 該単体ベース部 ( 3 4 ) が、  
第 1 のロータブレード ( 2 0 ) 段を担持する第 1 のディスク部材 ( 3 6 ) と、  
第 2 のロータブレード ( 2 0 ) 段を担持する第 2 のディスク部材 ( 5 0 ) と、  
第 3 のロータブレード ( 2 0 ) 段を担持する第 3 のディスク部材 ( 5 2 ) と、  
第 1 のディスク部材 ( 3 6 ) の遠位面と第 2 のディスク部材 ( 5 0 ) 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 ( 3 8 ) と、  
第 2 のディスク部材 ( 5 0 ) の遠位面と第 3 のディスク部材 ( 5 2 ) 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 ( 4 8 ) と  
 を含む成形形状を有しており、  
第 1 のディスク部材 ( 3 6 ) 、第 2 のディスク部材 ( 5 0 ) 及び第 3 のディスク部材 (  
5 2 ) の各々が、第 1 のディスク部材 ( 3 6 ) 、第 2 のディスク部材 ( 5 0 ) 及び第 3 の  
ディスク部材 ( 5 2 ) の外周部の周りに、前記ロータブレード ( 2 0 ) 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 ( 4 0 ) を含  
んでいる、ロータホイール ( 1 9 ) 。

【請求項 2】

当該ロータホイール ( 1 9 ) が、最高 6 5 0 までの作動温度で作動する、請求項 1 記

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、４２％Ｎｉ及び残部のＦｅからなる組成１、１８％Ｆｅ、１８％Ｃｒ、０．５％Ａｌ、０．９％Ｔｉ、０．２％Ｍｏ、５．１％Ｎｂ及び５４％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砕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、該缶を脱気しか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、

前記圧密体を熱間加工して、ニッケル基超合金を含有しか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、

20

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  
を含む方法。

30

【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、４２％Ｎｉ及び残部のＦｅからなる組成１、１８％Ｆｅ、１８％Ｃｒ、０．５％Ａｌ、０．９％Ｔｉ、０．２％Ｍｏ、５．１％Ｎｂ及び５４％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か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

タービ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か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か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砕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、該缶を脱気しか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か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。

【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】

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】

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かつタービン 10 を通る蒸气流路の一部分を形成する。

【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 に流入しかつ固定タービン 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、残りの段を通して流れ、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

10

20

30

40

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つよりも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が単一のブレード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、別個に鍛造しかつその後にボルト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る。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ル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４２は、連続ロータホイール１９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１８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１９は、例えばボルト３０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１９、従来型のロータホイール１８（図４～図５）又は従来型のスペーサ部材２８（図６）に固定することができる。

#### 【００１９】

本発明の様々な実施形態では、ロータホイール１９は、１以上の従来型のロータホイール１８及び１以上の従来型のスペーサ部材２８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３６及び第１のスペーサ部材３８に加えて、単体ベース部３４はさらに、第２のスペーサ部材４８を含む。第２のスペーサ部材４８は、第１のスペーサ部材３８の方向と対向する方向に第１のディスク部材３６から軸方向に延びて、第１のディスク部材３６が、第１のスペーサ部材３８及び第２のスペーサ部材４８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１９は、１つのブレード２０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１８の各側面上に１つのスペーサ２８が位置する状態で配置された２つのスペーサ２８（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。

#### 【００２０】

図６、図８及び図１０に示す実施形態では、第１のディスク部材３６及び第１のスペーサ部材３８に加えて、単体ベース部３４はさらに、第２のディスク部材５０を含む。第１のスペーサ部材３８は、第１のディスク部材３６及び第２のディスク部材５０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１９は、２つのブレード２０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１８間に配置されかつ第１及び第２のロータホイール１８に固定された１つのスペーサ２８（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。

#### 【００２１】

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１９内におけるスペーサ部材３８、４８は、ディスク部材３６の外径４４と同様又は該外径４４と同一である外径４６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３６、５０、５２などは、該ディスク部材３６、５０、５２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１０に示す実施形態と同様に、スペーサ部材３８は、ディスク部材３６の外径よりも小さい外径４６を有することができる。

#### 【００２２】

図７及び図９に示す実施形態では、第１のディスク部材３６及び第１のスペーサ部材３８に加えて、単体ベース部３４はさらに、第２及び第３のディスク部材５０、５２並びに第２のスペーサ部材４８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３８は、第１のディスク部材３６及び第２のディスク部材５０の軸方向間で延びる。第２のスペーサ部材４８は、第１のスペーサ部材３８の方向と対向する方向に第２のディスク部材５０から軸方向に延びる。第３のディスク部材５２は、第２のスペーサ部材４８に軸方向に隣接して設置されて、第２のスペーサ部材４８が第２及び第３のディスク部材５０、５２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１９は、３つのブレード２０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２８（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。

#### 【００２３】

他の実施形態では、ロータホイール１９は、単体ベース部３４がディスク部材３６、５０、５２などを含んでいるのと同じ多くのブレード２０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。

#### 【００２４】

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る。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

|      | 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。

【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 483 MPa (約 70 ksi) 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 690 MPa (約 100 ksi) ~ 約 1069 MPa (約 155 ksi) 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 724 MPa (約 105 ksi) ~ 約 931 MPa (約 135 ksi) 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。

【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」と呼ぶ真空中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。

【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。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 0 】

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るように脱気し、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。

## 【 0 0 3 1 】

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

## 【 0 0 3 2 】

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

## 【 0 0 3 3 】

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か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 25 mm までの又はより具体的には約 5 mm ~ 約 20 mm」の範囲というのは、「約 5 mm ~ 約 25 mm」の範囲の端点及び全ての中間値などを含む)。

30

## 【 0 0 3 4 】

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事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 】

## 【 0 0 3 5 】

- 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 ペーン
- 2 4 蒸気
- 2 6 入口
- L 0 段
- 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
- 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

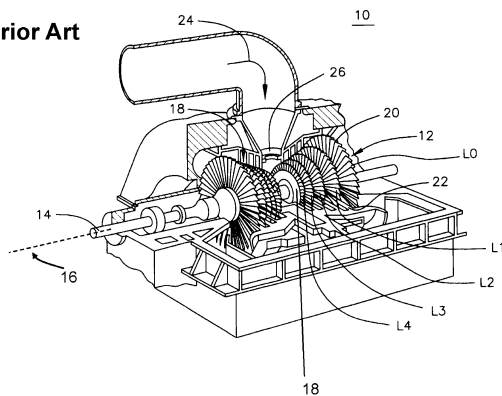
10

20

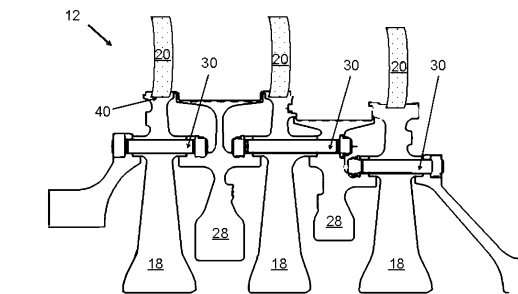
【図 1】

FIG. 1

Prior Art



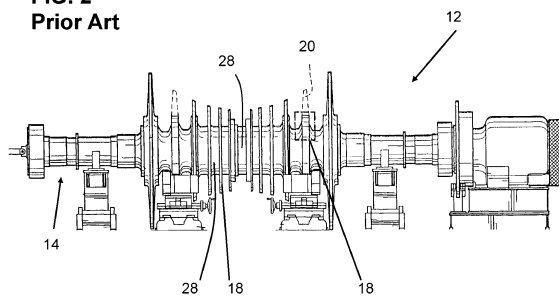
【図 3】

FIG. 3  
Prior Art

【図 2】

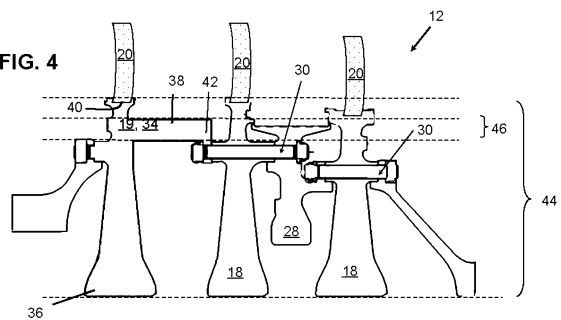
FIG. 2

Prior Art

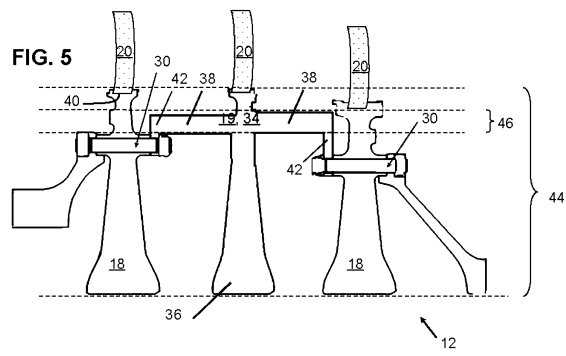


【図 4】

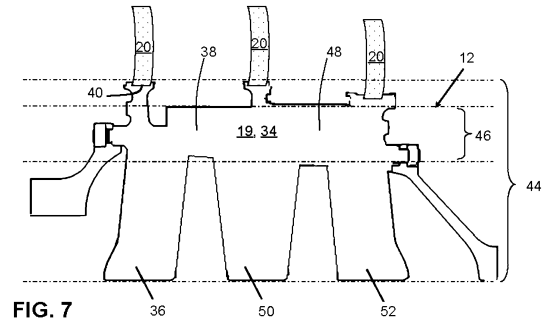
FIG. 4



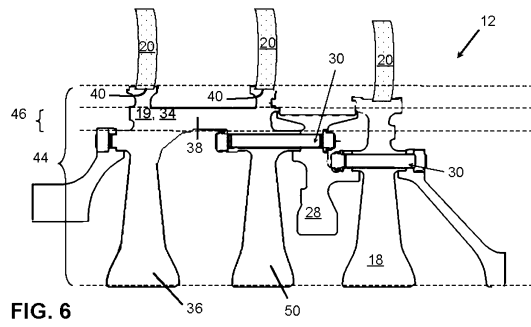
【図 5】



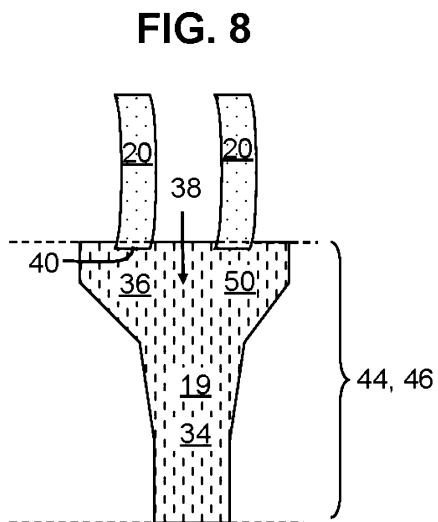
【図 7】



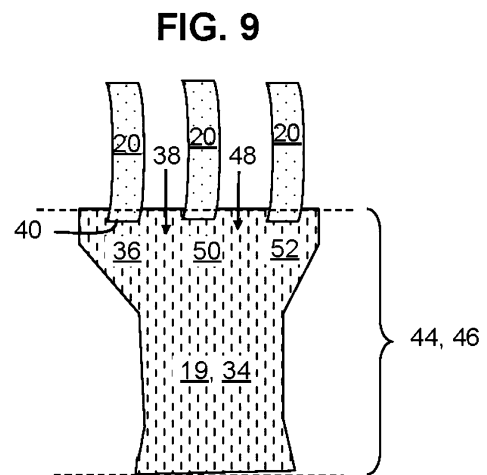
【図 6】



【図 8】

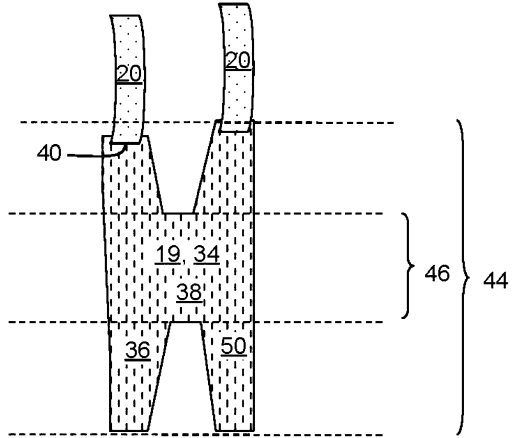


【図 9】



【 図 1 0 】

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