

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5236263号
(P5236263)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月5日(2013.4.5)

(51) Int. Cl.	F I	
FO1D 5/06 (2006.01)	FO1D 5/06	
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00	D
FO1D 25/00 (2006.01)	FO2C 7/00	C
FO1D 5/28 (2006.01)	FO1D 25/00	L
C22C 14/00 (2006.01)	FO1D 25/00	X
請求項の数 4 (全 11 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2007-303975 (P2007-303975)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成19年11月26日(2007.11.26)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2008-163937 (P2008-163937A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成20年7月17日(2008.7.17)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成22年11月18日(2010.11.18)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	11/564,064	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成18年11月28日(2006.11.28)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	ピーター・ウェイト
			アメリカ合衆国、オハイオ州、メインヴェール、サウス・コーヴ・ドライブ、8632番
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 回転アセンブリ部品及び部品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

タービン用ロータアセンブリであって、当該ロータアセンブリが、
 / 処理された第1の材料から鍛造したロータ部品の第1の部分(210)と、
 処理され、第1の材料と同じ材料の第2の材料から別途鍛造したロータ部品の第2の部分(230)と
を備えており、第1の材料及び第2の材料がチタン基合金からなり、第2の部分(230)
が第1の軸方向位置で第1の部分(210)と溶接されている、タービン用ロータアセンブリ。

【請求項2】

第1及び第2の部分(210、230)は各々、ロータアセンブリの長手方向軸に実質的に垂直な半径方向円周面とロータアセンブリの長手方向軸に実質的に垂直な軸方向円周面との少なくともいずれかで互いに結合している、請求項1記載のロータアセンブリ。

【請求項3】

第2の部分(230)の軸方向円周縁部(224、236)が半径方向円周面で第1の部分(210)の軸方向円周縁部と結合している、請求項1又は請求項2記載のロータアセンブリ。

【請求項4】

長手方向軸を含むロータ機械であって、当該ロータ機械が、
 / 処理された第1の材料から鍛造したディスクの第1の部分(210)と、

__処理され、第1の材料と同じ材料の第2の材料から別途鍛造したディスクの第2の部分(230)とを備えており、第1の材料及び第2の材料がチタン基合金からなり、第2の部分(230)が第1の軸方向位置で第1の部分(210)と溶接されている、ロータ機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は広義には回転機械に関し、具体的には、回転機械の部品の製造方法及び装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

蒸気タービンエンジン及び/又はガスタービンエンジンなどの少なくとも幾つかの公知の回転機械は、ファンアセンブリ、圧縮機及び/又はタービンのような様々なロータアセンブリを備えており、これらは各々ロータアセンブリを有している。少なくとも幾つかの公知のロータアセンブリは、ディスク、シャフト、スプール、ブレード付ディスク(プリスク)、シール及び/又はブレード一体化リング(プリング)などの部品を備えている。かかる部品は、ガスタービンエンジン内の軸方向位置に応じて様々な温度に付される。

【0003】

例えば、作動中、少なくとも幾つかの公知のガスタービンエンジンは、エンジンの長手方向中心軸に沿って軸方向温度勾配に付されることがある。一般に、ガスタービンエンジン部品は、エンジンの前方部に向かうほど作動温度が低く、エンジンの後方部に向かうほど作動温度が高い。従って、公知のロータアセンブリ及び/又はロータ部品は、一般に、エンジン内のその所期の位置での予想最高温度に耐えることができる材料から製造される。

20

【非特許文献1】Lahoti, G. D., Semiantin, S, L., Oh, S.I., Altan, T. and Gegel, H. L., "Development of Process Models to Produce a Dual-Property Titanium Alloy Compressor Disk," Advanced Processing Methods for Titanium, D. F. Hasson and C. H. Hamilton, Eds., TMS-AIME, Warrendale, Pennsylvania, 1982, pp. 23-39

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

様々な温度に適応すべく、各種エンジン部品は、部品が様々な半径方向及び/又は軸方向予想最高温度に耐えられるように種々異なる材料特性の合金で鍛造されている。具体的には、公知の回転アセンブリ及び/又は回転部品は概して回転アセンブリ及び/又は回転部品全体の予想最高温度に耐えることができる単一の合金から鍛造される。しかし、単一鍛造では、高い滞留時間疲労強度材料特性と最適な耐クリープ性材料特性とを兼ね備えるエンジン部品を鍛造することはできなかった。具体的には、合金に異なる処理を施して異なる材料特性を生じさせることができるが、公知の鍛造法では一般に異なる処理をした合金を単一鍛造で組み合わせることはできない。

40

【0005】

例えば、単一のエンジン部品を滞留時間疲労強度が増すように鍛造すると、概して部品の耐クリープ性能に悪影響を与える。部品の耐クリープ性が低下すると、部品の塑性変形の増大を誘起しかねず、ひいては高温下でのエンジン部品と他のエンジン部品との摩擦及び/又は摩擦を引き起こしかねない。一方、単一のエンジン部品を部品の耐クリープ性能が増すように鍛造すると、部品の滞留時間疲労強度に悪影響を与えかねない。滞留時間疲労強度が低下すると、エンジン部品は低温での疲労亀裂が起こりやすくなるおそれがある。このように、公知の鍛造法では、部品の拳動が制約され、最も調和のとれた拳動をもたらすことができない。

【課題を解決するための手段】

50

【0006】

一つの態様では、本発明は、タービン用のロータアセンブリの製造法を提供する。本方法は、第1の材料からロータ部品の第1の部分を鍛造する段階と、第1のプロセスを用いて第1の材料を処理する段階と、第1の材料と同じ材料の第2の材料からロータ部品の第2の部分を鍛造する段階とを含む。第2の部分は、第1の部分とは別個に鍛造される。本方法は、第2のプロセスを用いて第2の材料を処理する段階、及び第1の軸方向位置で第2の部分を第1の部分に結合する段階も含む。

【0007】

別の態様では、タービン用のロータアセンブリを提供する。本ロータアセンブリは、第1の材料から鍛造したロータ部品の第1の部分を備える。第1の材料は第1のプロセスを用いて処理される。ロータアセンブリは、第1の材料と同じ材料の第2の材料から別途鍛造したロータ部品の第2の部分も備える。第2の部分は第2のプロセスを用いて処理され、第1の軸方向位置で第1の部分と結合している。

10

【0008】

さらに別の態様では、長手方向軸を含むロータ機械を提供する。ロータ機械は、第1の材料から鍛造したディスクの第1の部分を備える。第1の材料は第1のプロセスを用いて処理される。ロータ機械は、第1の材料と同じ材料の第2の材料から別途鍛造したディスクの第2の部分も備える。第2の材料は第2のプロセスを用いて処理され、第1の軸方向位置で第1の部分と結合している。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0009】

本願で開示する例示的な方法及び装置は、ロータ部品の滞留時間疲労及びクリープ変形が低減するようにそれぞれの部品の軸方向温度勾配に基づいて部品を製造・組立てることによって、公知の組立法及びロータ部品の短所を克服する。「軸方向」という用語は、本願では、回転機械の回転中心軸に実質的に平行な方向及び配向をいう。「軸方向円周縁部」という用語は、本願では、回転機械の回転中心軸に実質的に垂直に配向した円周縁部をいう。「半径方向」という用語は、本願では、回転中心軸に実質的に垂直な方向及び配向をいう。「半径方向円周平面」は、回転機械の回転中心軸に実質的に垂直に配向した平面をいう。さらに、「前方」とはガスタービンエンジンの上流側で吸気側に近い方向及び位置をいい、「後方」とはガスタービンエンジンの下流側で排気側に近い方向及び位置をいう。

30

【0010】

図1は、回転中心軸12を有する例示的なターボファンエンジンアセンブリ10の概略図である。例示的な実施形態では、ターボファンエンジンアセンブリ10は吸気側14と排気側16とを有する。ターボファンエンジンアセンブリ10は、高圧圧縮機20と燃焼器22と高圧タービン24とを含むコアガスタービンエンジン18を備えている。さらに、ターボファンエンジンアセンブリ10は、コアガスタービンエンジン18から軸方向下流に位置する低圧タービン26と、コアガスタービンエンジン22の軸方向上流に配置されたファンアセンブリ28とを備える。ファンアセンブリ28は、ロータハブ32から半径方向外側に延在するファンブレード30の列を備える。さらに、ターボファンエンジンアセンブリ10は、ファンアセンブリ28と低圧タービン26の間に配置された第1ロータシャフト34と、高圧圧縮機20と高圧タービン24の間に配置された第2ロータシャフト36とを備え、ファンアセンブリ28、高圧圧縮機20、高圧タービン24及び低圧タービン26は直列に流体連通しターボファンエンジンアセンブリ10の回転中心軸12に対して同軸に整列している。

40

【0011】

作動中、空気は吸気側14からファンアセンブリ28を通過して高圧圧縮機20に流れる。圧縮空気が燃焼器22に送られる。燃焼器22からの空気流は、高圧タービン24及び低圧タービン26を駆動してから、排気側16を通過してターボファンエンジンアセンブリ10から出る。

50

【 0 0 1 2 】

高圧圧縮機 2 0、燃焼器 2 2、高圧タービン 2 4 及び低圧タービン 2 6 は各々 1 以上のロータアセンブリを備える。回転又はロータアセンブリは、一般に、ターボファンエンジンアセンブリ 1 0 内での各々の相対的軸方向位置に応じて様々な温度に付される。例えば、例示的な実施形態では、ターボファンエンジンアセンブリ 1 0 は、一般に前方のファンアセンブリ 2 8 に近いほど作動温度が低く、後方の高圧圧縮機 2 0 に近いほど作動温度が高い。そこで、高圧圧縮機 2 0 のロータ部品は、概して、ファンアセンブリ 2 8 のロータ部品用の製造材料よりも高い温度に耐えることができる材料で製造される。

【 0 0 1 3 】

図 2 は、ターボファンエンジンアセンブリ 1 0 (図 1 に示す) のようなターボファンガスタービンエンジンアセンブリで使用することができる例示的な公知の単一ディスク段 1 0 0 の部分側面図である。例示的な実施形態では、ディスク段 1 0 0 は、幾つかの部品領域を含む単一のエンジン部品である。例えば、ディスク段 1 0 0 は、半径方向内側ハブ 1 1 2 と、ハブ 1 1 2 から半径方向外側に延在するウェブ 1 1 4 と、ウェブ 1 1 4 から半径方向外側に延在するリム 1 1 6 とを備える。ディスク段 1 0 0 は、リム 1 1 6 から軸方向に両側に延在する第 1 のアーム 1 1 8 と第 2 のアーム 1 2 0 とを備える。第 1 のアーム 1 1 8 はシール歯 1 2 2 と第 1 の端部 1 2 4 を備える。第 2 のアーム 1 2 0 はシール歯 1 2 6 と第 2 の端部 1 2 8 を備える。

【 0 0 1 4 】

例示的な実施形態では、ディスク段 1 0 0 は、アセンブリ回転中心軸に沿った異なる軸方向位置で回転可能に結合される複数の同様のディスク段 (図示せず) と結合できる。しかし、ディスク段 1 0 0 は、回転中心軸 1 2 に関する軸方向位置に応じて様々な温度に付される。従って、ディスク段 1 0 0 は、回転中心軸 1 2 に沿った様々な軸方向位置で種々異なる材料特性をもつように製造される。例えば、ターボファンエンジンアセンブリ 1 0 の前方セクション近くに配置されるディスク段 1 0 0 は、ターボファンエンジンアセンブリ 1 0 の後方セクション近くに配置される同じディスク段 1 0 0 よりも概して低温である。そこで、ステージ 1 0 0 は一般に下流側の部品の製造に使用される材料よりも低い温度に耐える材料で製造される。

【 0 0 1 5 】

例示的な実施形態では、ディスク段 1 0 0 内の様々な領域も、回転中心軸 1 2 に関して軸方向及び / 又は半径方向位置に応じて様々な温度に付される。例えば、ボア 1 1 2 及びウェブ 1 1 4 は一般に第 2 の端部 1 2 8 よりも低い温度及び高い応力に曝される。その結果、ボア 1 1 2 及びウェブ 1 1 4 は一般に第 2 の端部 1 2 8 よりも大きい滞留時間疲労 (「滞留疲労」) に付される。従って、ボア 1 1 2 及びウェブ 1 1 4 には、滞留疲労強度の高い製造材料が望ましい。対照的に、第 2 の端部 1 2 8 は一般にボア 1 1 2 及びウェブ 1 1 4 よりも高い温度に曝される。その結果、第 2 の端部 1 2 8 は一般にボア 1 1 2 及びウェブ 1 1 4 よりも大きなクリープ変形 (「クリープ」) に付される。従って、第 2 の端部 1 2 8 には、耐クリープ性の高い製造材料が望ましい。

【 0 0 1 6 】

上述の通り、同じ合金に異なる処理を施して異なる材料特性を生じさせることができる。しかし、公知の鍛造法では一般に異なる処理シーケンスはできないし、複数の合金を単一鍛造で混合することはできない。そこで、少なくとも幾つかの公知の鍛造法では、単一の鍛造エンジン部品について 1 種類の材料特性を最適化するためのプロセスを用いる。

【 0 0 1 7 】

公知の 2 通りのプロセスとして、結晶粒粗大化処理と結晶粒微細化処理がある。チタン合金では、結晶粒粗大化処理は 処理と呼ばれ、結晶粒微細化処理は / 処理と呼ばれる。 処理は、チタン合金を トランザスを上回る温度で鍛造及び / 又は熱処理することを含む。具体的には、 処理は、エンジン部品の鍛造時に達成することもできるし、或いは部品を 固溶化熱処理してもよい。本質的に、 処理は、高温疲労強度を顕著に低減しながら、耐クリープ性を最適化するためのものである。しかし、 熱処理は、全体として

10

20

30

40

50

主に比較的大きな結晶粒組織を有する部品をもたらす。一般に耐クリープ性は向上するが、例えば延性や疲労強度などの特性は熱処理した部品では低下しかねない。従って、同じ結晶粒組織を担うためには、断面積を大きくする必要がある。その結果、熱処理部品は、滞留疲労強度について最適化した材料で製造した部品よりも概して重量が増し、製造コストが高くなる。

【 0 0 1 8 】

チタン合金の結晶粒微細化処理（ / 処理）は、チタン合金をトランザス未満の温度で鍛造し熱処理することを含む。例えばニッケル（Ni）基合金のような合金では、結晶粒微細化処理によって疲労強度を向上させることができる。しかし、Ni基部品は、中間温度域で耐クリープ性のための処理を施した他の合金に比べると格段に重い。Ni基部品は通例他のエンジンセクションよりも高温に付されるエンジンセクションに用いられるが、部品での最良の特性バランスが得られないので低温に付される前方エンジンセクションでNi合金を使用しなければならないことがある。かかるNi基部品はエンジンの総重量を増大させる。さらに、Ni基部品はチタン部品には溶接できない。そのため、エンジン内の部品同士の結合には一般にボルトなどの留め具が使用される。しかし、かかるボルト接合もエンジンの総重量を増大させる。

10

【 0 0 1 9 】

或いは、上述の公知の方法よりもエンジンの総重量を軽量化しながら滞留疲労強度を高めるために他の合金を処理することもできる。具体的には、かかる部品をNi基合金よりも軽量の材料で製造するか、併せて / 或いはエンジン作動時にクリープ変形が起きてもよいようにする。しかし、クリープは概して部品寿命を縮め、部品に対する監視要件が増す。そのため、かかる合金は一般にエンジンの総メンテナンスコストが増す。

20

【 0 0 2 0 】

材料特性の組合せを得るため単一合金の製造によってエンジン部品を生産する試みが他の幾つかの処理方法でなされてきた。例えば、公知の修正鍛造 / 熱処理法では、リムにおける滞留疲労強度及び耐クリープ性組織を促進するためポアに / 組織を有するディスクを製造する。二元熱処理として知られる同様の方法が、リムでの粗大化耐クリープ性ミクロ組織に対して、ポアに微細化疲労抵抗ミクロ組織を生じさせるためNi基超合金で用いられている。別の公知の方法では、ディスク全体を処理してから、ディスクのポア部分をトランザス未満の温度で鍛造してポア部分を / 組織に変化させる。しかし、かかる方法では一般に極めて厳しいプロセス制御が必要とされ、高コストで、しかもディスクのリム部で延性及び疲労強度の低いアニール組織などの最適とはいえない部品特性を生じかねない。

30

【 0 0 2 1 】

他の処理法では、エンジン部品に誘起される応力レベルを低減させるために部品の寸法を増大させることによってロータディスクなどのエンジン部品の総重量を増加させる。しかし、この方法ではエンジンの総重量が増し、隣接ディスク間の距離が減少する。その結果、幾つかのエンジン部品へのアクセスが一段と難しくなり、エンジンの再設計が必要となって全体の製造及びメンテナンスコストが増加しかねず、エンジン出力及び効率が低下しかねない。

40

【 0 0 2 2 】

例示的な実施形態では、ディスク段100では、高い強度 / 重量比、耐腐食性及び耐クリープ性が必要とされる。例えば、ディスク段100は、特に限定されないが、チタン合金Ti6242のような単一の合金から鍛造できる。例えば、1000 ° F未満の作動温度では、チタン（Ti）基合金は、Ni基合金よりも強く軽量であるので、エンジン部品に好ましい材料である。具体的には、公称で6重量%のアルミニウム、2重量%のスズ、4重量%のジルコニウム、2重量%のモリブデン及び0.1重量%のケイ素を含むTi6242が少なくとも幾つかの公知のロータディスクで使用されている。ディスク段100は、ディスク段100全体が付される可能性のある最大軸方向作動温度に耐えることができる単一の高温Ti基合金組成で鍛造される。換言すれば、ポア112、ウェブ114及

50

び第2の端部128は、単一鍛造プロセスで、ディスク段100全体が付される可能性のある所期の最大軸方向作動温度に耐える（例えば最適耐クリープ性）ように処理された同じ材料から製造される。従って、ディスク段100は、高滞留疲労強度と最適耐クリープ性を兼ね備えるようには鍛造されない。

【0023】

図3は、ターボファンエンジンアセンブリ10（図1に示す）のようなターボファンガスタービンエンジンアセンブリで使用できる例示的な単一ディスク段200の部分側面図である。例示的な実施形態では、ディスク段200は2以上の別個に処理されたディスク部分210及び230を含んでおり、これらは各々別途鍛造した後で結合して最適クリープ性能と最適滞留疲労性能を有するチタン合金部品を形成する。部分210は、半径方向内側ハブ212と、ハブ212から半径方向外側に延在するウェブ214と、ウェブ214から半径方向外側に延在するリム216とを備える。部分210は、シール歯220と第1の端部222とを有する第1のアーム218、及びリム216から反対方向に延在する軸方向円周縁部224も備えている。部分230は、シール歯234と軸方向円周縁部236とを有する第2のアーム232と、軸方向円周縁部236と相対してシール歯234の反対側に位置する第2の端部238とを備える。以下で詳しく説明する通り、第1の部分210と第2の部分230を溶接すればディスク段200を形成することができる。或いは、アーム218及び232とシール歯220及び234とアーム端部222及び238とを備える完全なリム216を、軸方向円周平面でウェブ214に溶接してもよい。

【0024】

例示的な実施形態では、ディスク段200は、回転中心軸12（図1に示す）に沿った異なる軸方向位置で回転可能に結合した複数の同様のディスク段（図示せず）と結合させることができる。ディスク段200は、回転中心軸12に沿った軸方向位置に応じて異なる温度に付される。例えば、ターボファンエンジンアセンブリ10の前方セクション近くに配置されるディスク段200は一般にターボファンエンジンアセンブリ10の後方セクション近くに配置される同じディスク段200よりも低温である。

【0025】

例示的な実施形態では、ディスク段200の部分も、回転中心軸に沿った軸方向及び/又は半径方向位置に応じて異なる温度に付される。例えば、ボア212及びウェブ214は一般に第2のアーム232よりも低い温度に付される。従って、ボア212及びウェブ214は一般に第2の端部238よりも大きい滞留疲労応力に付される。対照的に、第2の端部238は一般にボア212及びウェブ214よりも高い温度に曝される。従って、第2の端部238は一般にボア212及びウェブ214よりも大きいクリープ変形に付される。

【0026】

上述の通り、同じ合金に異なる処理を施して異なる材料特性を生じさせることができる。しかし、公知の鍛造法では一般に異なる処理を施した合金を単一鍛造で混合することはできない。従って、例示的な実施形態では、ディスク段200の第1及び第2の部分210及び230は、単一エンジン部品の滞留疲労強度及び耐クリープ性材料特性を共に最適化できるように、別個に処理され鍛造される。具体的には、例示的な実施形態では、第1及び第2の部分210及び230は、別個に処理され、別個に鍛造されて互いに結合され、単一エンジン部品内に存在する可能性がある温度勾配を考慮して材料特性の最適化を可能にする。

【0027】

例えば、例示的な実施形態では、軸方向前方の第1の部分210は一般に後方の第2の部分230よりも低い作動温度に曝される。従って、疲労応力への耐性を促進させるために、第1の部分210は、第2の部分230よりも低い温度に耐え、滞留疲労強度の高い材料で製造される。例えば、第1の部分210は、トランザス未満の所定の温度でTi6242などの合金から製造し鍛造することができる。具体的には、第1の部分210は、トランザス未満の温度で直径8インチ以下であり、特に限定されないが、例えば、フ

10

20

30

40

50

アン空気冷却及び/又は水及び/又はオイルでの焼入れなどの冷却法を利用して急冷されたピレットから鍛造することができる。焼入れによる急冷後、部品のサイズ及び所要の冷却速度に応じて、実質的に15~35%の体積分率の球状相からなるミクロ組織が得られる。その結果、第1の部分210は、第2の部分230よりも高い滞留疲労強度が必要とされるディスク200の部分で最適滞留性能の材料特性が得られるように処理される。

【0028】

例示的な実施形態では、第2の部分230は一般に、第1の部分210よりも高い作動温度に曝される。従って、第1の部分210に比べ、第2の部分230は高い温度に耐え、クリープ変形の低減を促進する高い耐クリープ性能を有する材料で製造される。例えば、第2の部分230は、Ti6242などの合金からトランザスを超える所定の温度で製造及び鍛造(例えばリング圧延)することができる。或いは、第2の部分は、トランザス以上又は以下の温度で鍛造し、トランザスを超える温度で熱処理して、最大耐クリープ性を有する組織を得ることができる。この場合、熱組織は最大耐クリープ性を有するが、かかる組織は疲労及び延性が大きく低下する。かかる合金としては、特に限定されないが、公称で6%のアルミニウム、4%のスズ、4%のジルコニウム、0.75%のニオブ、0.5%のモリブデン、0.4%のケイ素及び0.06%の炭素を含むTi834が挙げられる。かかる合金としては、Ti829、Ti685その他の耐クリープ性チタン合金も挙げられる。結果として、第2の部分230は、第1の部分210よりも高い耐クリープ性が必要とされるディスク200の部分で最適なクリープ性能の材料特性が得られるように処理される。

【0029】

第1の部分210及び第2の部分230は、回転中心軸12に実質的に垂直な半径方向円周平面に沿って第1の部分210と第2の部分230を結合する様々な公知の冶金技術で互いに結合することができる。例えば、第1の軸方向円周縁部224と第2の軸方向円周縁部236は、特に限定されないが、慣性溶接、摩擦溶接、線形摩擦溶接及び/又は電子ビーム溶接のような融接を始めとする半径方向溶接部240で互いに結合することができる。或いは、アーム218及び232とシール歯220及び224とアーム端部222及び238とを含む完全なリム216を、軸方向円周面で軸方向溶接によってウェブ214に結合することができる。リム216とウェブ214の結合は、特に限定されないが、慣性溶接、摩擦溶接、線形摩擦溶接及び/又は電子ビーム溶接のような融接などによって達成できる。

【0030】

ディスク段200の製造に当たって、溶接時及び/又はエンジン作動時に発生する温度によって軸方向円周縁部224及び/又は軸方向円周縁部236でクリープ変形が誘起される可能性がある。従って、軸方向円周縁部224及び軸方向円周縁部236は、他のディスク領域と比較して相対的に低い応力及び低い温度のディスクの領域に配置することが望ましい。例えば、第1の部分210を/処理し、滞留疲労特性の向上を得ることができる。第1の部分210の製造に使用される/処理材料のクリープ性能は、リム216及び第1のアーム218でのクリープ要件を満たすことができるが、第2のアーム232では満たすことができない場合、溶接部240は、リム216と第2のアーム232の間の移行帯に位置付けることができる。加えて、溶接部240とその熱影響部の材料特性も、特に耐クリープ性が低下する傾向のある微細化ミクロ組織を有する固相溶接の場合、クリープ低減を促進するように考慮する必要がある。

【0031】

軸方向円周縁部224及び軸方向円周縁部236は、回転中心軸に実質的に垂直なものとして図示したが、軸方向円周縁部224及び軸方向円周縁部236は、縁部224及び236が溶接プロセスを促進するために互いに略相補的な形状にある限り、回転中心軸12に対して及び相互に斜めに配向されるような、あらゆる形状又は配向のものとなることができる。同様に、溶接部がウェブ214に位置する場合には、接合すべき表面は、接合すべき縁部が溶接プロセスを促進するために互いに略相補的な形状にある限り、回転中

10

20

30

40

50

心軸 1 2 に対して及び相互に斜めに配向されるような、あらゆる形状又は配向のものとする
ことができる。溶接に続いて、例示的な実施形態では、溶接ディスク段 2 0 0 に応力除
去熱処理を施し、溶接ディスク段 2 0 0 を酸エッチングして応力除去熱処理時に生成した
ケースを除去する。

【 0 0 3 2 】

例示的なディスク段 2 0 0 において、第 1 及び第 2 の部分 2 1 0 及び 2 3 0 は、回転中
心軸 1 2 に沿って測定されるステージ 2 0 0 の所期の位置に応じた異なる滞留疲労及びク
リーブ性能を得るために別個に処理される。続いて、異なる処理を施した第 1 及び第 2 の
部分 2 1 0 及び 2 3 0 を溶接するので、耐クリープ性と滞留疲労抵抗が共に増大した軽量
エンジン部品を製造することができる。その結果、公知の単一処理の T i 基合金部品と比
較して、エンジン出力及び効率を増大させることができる。さらに、公知の N i 基合金か
ら製造された部品と比較して、ディスク 2 0 0 に関する総重量と製造並びに維持コストを
低減することができる。

10

【 0 0 3 3 】

以上、ロータ部品の製造・組立ての例示的な実施形態について詳細に説明してきた。ロ
ータ部品は、本明細書で説明したターボファンエンジンアセンブリでの使用に限定されず
、ロータ部品は、本明細書で記載した他のロータアセンブリ部品から独立して別個に用い
ることができる。さらに、本発明は、上記で詳細に説明したロータアセンブリ及び部品の
実施形態に限定されない。むしろ、回転アセンブリ及び部品の他の変形形態を請求項の精
神及び範囲内で利用することができる。

20

【 0 0 3 4 】

本発明を様々な特定の実施形態に関して説明してきたが、当業者であれば、本発明を請
求項の精神及び範囲内の修正形態で実施することができる点を理解するであろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 5 】

【 図 1 】 例示的なターボファンガスタービンエンジンアセンブリの概略図。

【 図 2 】 図 1 に示すターボファンガスタービンエンジンアセンブリで使用することができ
る例示的な公知の単一ディスク段の部分側面図。

【 図 3 】 図 1 に示すターボファンガスタービンエンジンアセンブリで使用することができ
る例示的な単一ディスク段の部分側面図。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 3 6 】

- 1 0 ターボファンエンジンアセンブリ
- 1 2 回転中心軸
- 1 4 吸気側
- 1 6 排気側
- 1 8 コアガスタービンエンジン
- 2 0 高圧圧縮機
- 2 2 コアガスタービンエンジン
- 2 2 燃焼器
- 2 4 高圧タービン
- 2 6 低圧タービン
- 2 8 ファンアセンブリ
- 3 0 ファンブレード
- 3 2 ロータハブ
- 3 4 第 1 ロータシャフト
- 3 6 第 2 ロータシャフト
- 1 0 0 ディスク段
- 1 1 2 ボア
- 1 1 4 ウェブ

40

50

- 1 1 6 リム
- 1 1 8 第 1 のアーム
- 1 2 0 第 2 のアーム
- 1 2 2 シール歯
- 1 2 4 第 1 の端部
- 1 2 6 シール歯
- 1 2 8 第 2 の端部
- 2 0 0 ディスク段
- 2 1 0 第 1 の部分
- 2 1 2 ボア
- 2 1 4 ウェブ
- 2 1 6 リム
- 2 1 8 第 1 のアーム
- 2 2 0 シール歯
- 2 2 2 アーム端部
- 2 2 4 軸方向円周縁部
- 2 3 0 第 2 の部分
- 2 3 2 第 2 のアーム
- 2 3 4 シール歯
- 2 3 6 軸方向円周縁部
- 2 3 8 第 2 の端部
- 2 4 0 溶接部

10

20

【図 1】

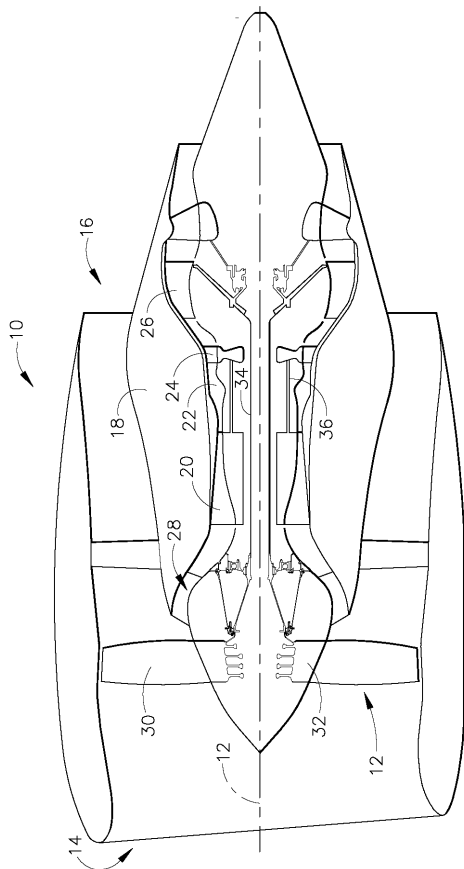


FIG. 1

【図 2】

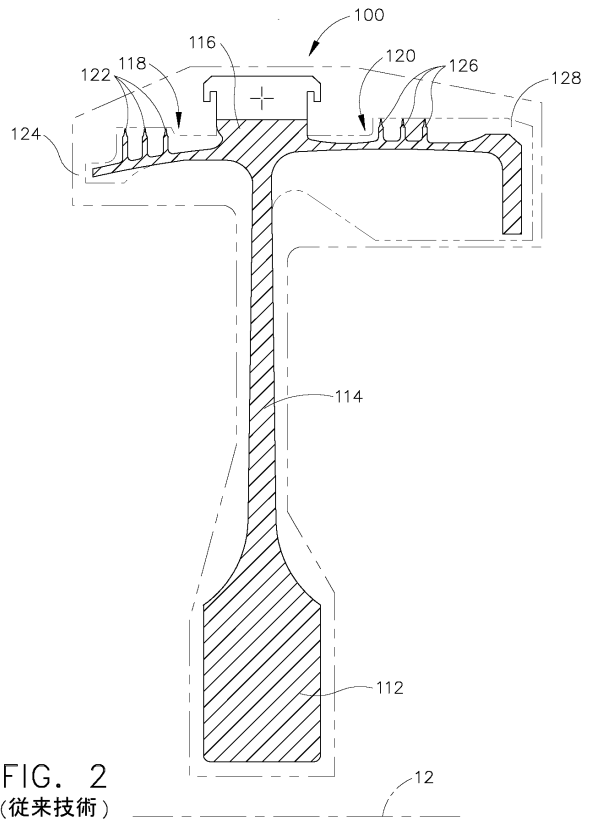


FIG. 2
(従来技術)

【 図 3 】

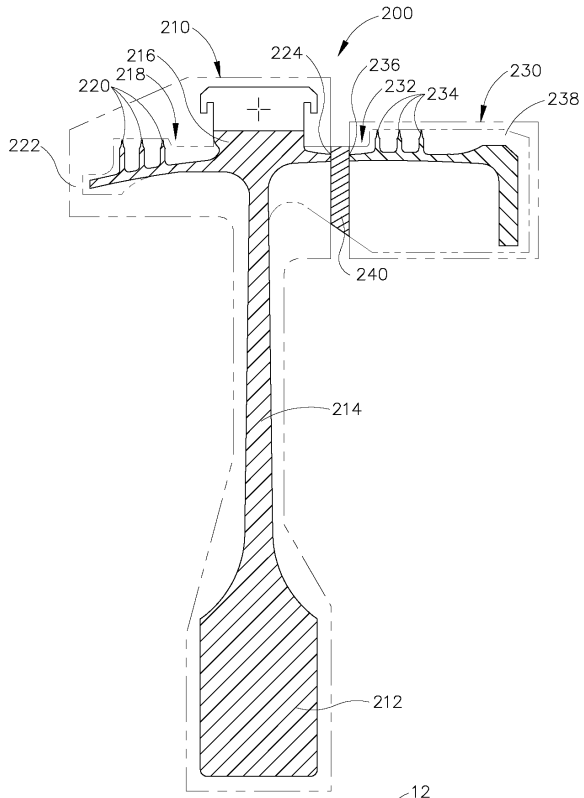


FIG. 3

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 1 D 5/28
C 2 2 C 14/00 Z

(72)発明者 ブライアン・フランシス・ミッケル
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウエスト・チェスター、キンドルウッド・ドライブ、5280番
(72)発明者 アンドリュー・フィリップ・ウッドフィールド
アメリカ合衆国、オハイオ州、メインヴィル、ディアーハースト・ブレイス、7807番

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 国際公開第2005/056982(WO, A1)
米国特許第05795413(US, A)
特開2006-307840(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 1 D 5 / 0 2 - 1 0