

(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2007-197830
(P2007-197830A)

(43) 公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)		
C 2 2 F	1/10	(2006.01)	C 2 2 F	1/10	H	3 G 0 0 2		
C 2 2 C	19/05	(2006.01)	C 2 2 C	19/05	C			
F 0 1 D	5/28	(2006.01)	C 2 2 C	19/05	L			
F 0 2 C	7/00	(2006.01)	F 0 1 D	5/28				
F 0 1 D	5/06	(2006.01)	F 0 2 C	7/00	D			
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 10 頁) 最終頁に続く								
(21) 出願番号 特願2007-13452 (P2007-13452)			(71) 出願人 390041542					
(22) 出願日 平成19年1月24日 (2007.1.24)			ゼネラル・エレクトリック・カンパニ					
(31) 優先権主張番号 11/339, 915			GENERAL ELECTRIC CO					
(32) 優先日 平成18年1月25日 (2006.1.25)			MPANY					
(33) 優先権主張国 米国 (US)			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					
			(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】 タービン部品の疲労耐性を向上させるための局部熱処理

(57) 【要約】

【課題】ガスタービンエンジン超合金物品を局部的に熱処理して、この物品の歪み誘起疲労耐性を向上させるための方法を提供すること。

【解決手段】この方法は、 γ' ソルバス温度を有するガスタービンエンジン超合金物品を用意する段階と、物品の選択された部分だけを局部的に過時効させて、物品の選択された部分における疲労耐性を局部的に向上させる段階とを含み、この局部過時効サイクルが、約 8 4 3 で約 3 ~ 4 時間加熱することを含む。

【選択図】 図 3

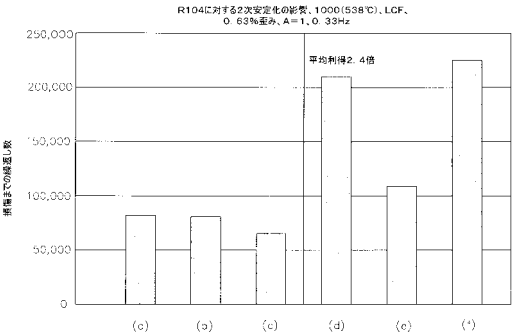


FIG. 3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンエンジン超合金物品を局部的に熱処理して、物品の歪み誘起疲労耐性を向上させるための方法であって、 γ' ソルバス温度を有するガスタービンエンジン超合金物品を用意する段階と、物品の選択された部分だけを局部的に過時効させて、物品の選択された部分における疲労耐性を局部的に向上させる段階とを含み、局部過時効サイクルが、約 843 で約 3 ~ 4 時間加熱することを含む方法。

【請求項 2】

局部的な過時効の前に、 γ' ソルバス温度未満の温度で超合金物品を処理して、約 16 μ m 未満の微細結晶粒ミクロ組織を達成し、次いで、 γ' ソルバス温度よりも高い温度で熱処理して、約 16 μ m 超の粗大結晶粒ミクロ組織を達成する段階を含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

粗大結晶粒ミクロ組織を有する超合金物品を焼入れし、次いで、 γ' ソルバス温度未満の温度で安定化及び析出熱処理し、次いで、物品を機械加工する段階をさらに含む、請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

約 843 で約 3 ~ 4 時間の局部過時効に次いで、室温まで空気冷却することを含む、請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

超合金物品がニッケル基タービンディスク (10) であり、選択された部分がディスクボア又はボルトフランジの内径である、請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

超合金物品が、重量%で、20.5 Co、13 Cr、3.7 Mo、2.0 W、3.4 Al、3.6 Ti、0.9 Nb、2.4 Ta、0.05 Zr、0.055 C、0.03 B 及び残部の Ni からなる公称組成を有する、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

超合金物品がニッケル基又は鉄基又はニッケル - 鉄基である、請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

ガスタービンエンジン超合金物品を局部的に熱処理して、物品の歪み誘起疲労耐性を向上させるための方法であって、 γ' ソルバス温度を有するガスタービンエンジンニッケル基超合金物品を用意する段階と、 γ' ソルバス温度未満の温度で超合金物品を処理して、平均時効直径約 16 μ m 未満の微細結晶粒ミクロ組織を達成し、次いで、 γ' ソルバス温度よりも高い温度で熱処理して、約 16 μ m 超の粗大結晶粒ミクロ組織を達成する段階と、次いで、粗大結晶粒ミクロ組織を有する超合金物品を室温まで焼入れし、又はファン冷却し、次いで、約 843 で約 3 ~ 4 時間安定化処理し、次いで、室温まで空気冷却し、次いで、約 760 で約 8 時間熱処理し、次いで、室温まで空気冷却する段階と、次いで、歪み疲労利得が必要な物品の選択された領域で、約 843 で約 3 ~ 4 時間の局部過時効を実行する段階と、機械加工する段階とを含む方法。

【請求項 9】

請求項 1 記載の方法で処理したガスタービンエンジン部品。

【請求項 10】

請求項 8 記載の方法で処理したガスタービンエンジン部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主として歪み誘起領域において誘発される疲労損傷耐性を向上させるための超合金物品の局部熱処理に関する。

【背景技術】

【0002】

効率を高めるため、ガスタービンエンジンの運転温度を高くすることが絶えず追求される。しかし、運転温度が高まるにつれ、エンジン内の部品の高温耐久性もそれに応じて高くならなければならない。高温用途における耐久性を与えるための材料処理は、約 649 未満の温度で微細結晶粒組織よりも疲労耐性に劣るより粗大結晶粒のミクロ組織を与える。部品が経験する運転条件が、その部品の異なる部分に、異なる材料特性要件を課す例が数多くある。ガスタービンエンジンのタービンディスクは、物品の様々な部分の機械的挙動が調整されることが好ましいタイプの部品の一例である。ガスタービンサイクルに関わる温度及び応力のため、このようなディスクは一般にニッケル基超合金から作られる。運転温度がいくぶん低いハブ部分では、制限材料特性がしばしば、引張強さ及び低サイクル疲労耐性であり、これらの特性は約 649 までは微細結晶粒条件の方が優れている。10
燃焼ガスに近いため運転温度が相対的に高いリム部分では、クリープ及び H T F C G (hold time fatigue crack growth; 保持時間疲労亀裂成長) に対する耐性がしばしば制限材料特性である。H T F C G は、ピーク引張歪みが一定の値に長時間維持される繰返し荷重条件下で亀裂が成長する材料の傾向である。したがって、高温のリム位置に必要な損傷耐性粗大結晶粒組織をとるように物品全体を処理すると、相対的に低温で動作するボアの中で遭遇する条件において疲労寿命が犠牲になりかねない。

【0003】

ロータ合金の疲労耐性は、タービンエンジンハードウェアの設計における重要な尺度である。ロータバースト耐性、重量、利用可能空間などの他の寸法決定基準の対立する要件は、疲労寿命基準を満たす能力に制限を課す。寿命を制限する位置はしばしば、比較的10
に長寿命の領域内のゾーン又は特徴に局所化される。その例は、ボア金属の質量によって課せられた制約条件による、中心軸位置にある高圧タービンディスクボアの径である。

【特許文献 1】米国特許第 5 5 2 7 0 2 0 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 5 5 2 7 4 0 2 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 5 3 1 2 4 9 7 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 6 6 6 0 1 1 0 号明細書

【特許文献 5】米国特許第 4 8 2 0 3 5 6 号明細書

【特許文献 6】米国特許第 4 6 0 8 0 9 4 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

したがって、特性の全体的なバランスにあまり影響を及ぼすことなく部品の疲労性能を局部的に向上させるプロセスが求められている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

出願人は、合金の局部過時効を引き起こす温度及び時間でこの制限位置を処理して疲労耐性を向上させる熱処理を有利に決定した。領域全体にわたる疲労利得は必要ないので、部品全体の過時効も、又は部品の大きな部分の過時効も必要なく、望ましくもない。

【0006】

本発明の一実施形態によれば、ガスタービンエンジン超合金物品を局部的に熱処理して40
、この物品の歪み誘起疲労耐性を向上させるための方法が開示される。この方法は、 γ' ソルバス温度を有するガスタービンエンジン超合金物品を用意する段階と、物品の選択された部分だけを局部的に過時効させて、物品の選択された部分における疲労耐性を局部的に向上させる段階とを含み、この局部過時効サイクルが、約 843 で約 3 ~ 4 時間加熱することを含む。

【0007】

本発明の他の実施形態によれば、ガスタービンエンジン超合金物品を局部的に熱処理して、この物品の歪み誘起疲労耐性を向上させるための方法が開示される。この方法は、 γ' ソルバス温度を有するガスタービンエンジンニッケル基超合金物品を用意する段階と、この γ' ソルバス温度未満の温度で超合金物品を処理して、平均時効直径約 16 μm 未満50

の微細結晶粒ミクロ組織を達成し、次いで、 γ' ソルバス温度よりも高い温度で熱処理して、約 $16\text{ }\mu\text{m}$ 超の粗大結晶粒ミクロ組織を達成する段階とを含む。この方法はさらに、次いで、粗大結晶粒ミクロ組織を有する超合金物品を室温まで焼入れし、又はファン冷却し、次いで、約 843°C で約 $3\sim 4$ 時間安定化処理し、次いで、室温まで空気冷却し、次いで、約 760°C で約 8 時間熱処理し、次いで、室温まで空気冷却する段階と、次いで、歪み疲労利得が必要な物品の選択された領域で、約 843°C で約 $3\sim 4$ 時間の局部過時効を実行する段階と、機械加工する段階とを含む。

【0008】

他の特徴及び利点は、本発明の原理を例示的に示す以下のより詳細な説明及び図面から明らかとなろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本明細書には様々な実施形態が記載されるが、それらの中の要素、変更又は改良の様々な組合せを当業者は実施することができ、それらも本発明の範囲に含まれることを、本明細書から理解されたい。より具体的には、以下の説明ではタービンディスクを参照するが、本明細書に開示される局部熱処理を、これらに限らないが、ガスタービンエンジン部品のディスク、シール及びシャフトを含む他の超合金物品に適用することができることを理解されたい。同様に、本明細書ではニッケル基基材をしばしば参照するが、これらに限らないが、析出硬化型鉄基及びニッケル-鉄基超合金基材を含む他の基材にも適当なものがある。

【0010】

ディスクのリム部分の運転温度はしばしば約 1200°F (649°C) を超え、一般にクリープ及び HTFCG 耐性が制限材料特性である。したがって、リム部分では、クリープ及び HTFCG 耐性が高い冶金学的構造が好ましい。スーパーソルバス熱処理によって得ることができる粗大結晶粒組織は、ディスクのハブ部分に対してしばしば選択される微細結晶粒組織よりも、耐クリープ性及び HTFCG 耐性の大きなものを提供することができる。したがって、ハブ部分における高い引張強さ及び低サイクル疲労耐性と、リム部分におけるクリープ及び HTFCG に対する高い耐性の両方を提供する構造の組合せが望ましい。熱処理方法は、その内容が参照によって組み込まれる、本願出願人に譲渡された米国特許第 5527020 号及び同第 5527402 号に開示されている。これらの文献には、臨界 γ' ソルバス温度未満の温度にボアを維持し、一方でリムが γ' ソルバス温度よりも高い、2重溶体化処理が開示されている。これによって、高温に対して必要な粗大結晶粒のリムと、低温特性向けの微細結晶粒のボアとが有利に提供される。このプロセスは有効だが、機器コストの増大、過渡ゾーンの制御、ボアの微細結晶粒ミクロ組織の低い損傷耐性などの複雑さが生じる可能性がある。他の熱処理方法が、米国特許第 5312497 号及び同第 6660110 号に記載されている。

【0011】

さらに、フランジボルトホールフィーチャが寿命を制限する可能性があり、これは、荷重が主に円周方向であるとした場合に、ホールの上部及び下部における応力集中を低減させるための特殊な形状を必要とする。しかし、この応力低減法では、標準の円形ボルトホールに比べて追加のコスト及びサイクルタイムが必要となる可能性がある。フランジ領域の過時効は、コスト的に有利な標準の円形ホール形状の使用を可能にするプロセスを提供する。

【0012】

したがって、本出願の出願人は、特性のバランスにあまり影響を及ぼすことなく疲労性能を局部的に向上させるプロセスを決定した。例えば、図1は、本明細書に記載の実施形態に従って熱処理して疲労性能を向上させることができるステージ1タービンディスクの局部ボア位置8を示す。次に図2を参照すると、本発明の実施形態に従って熱処理することができるタービンディスクの断面が、全体を10として示されている。ディスク10は、リム部分12、ハブ部分14及び接続部分ないしウェブ部分16を含む。ハブ部分14

10

20

30

40

50

を貫通した中心ボアホール 17 は一般に、同心のシャフトの内部通過を可能にするディスク 10 のフィーチャであり、熱処理を容易にする。ディスク 10 はさらに、各々ディスクの反対側においてリム部分 12、ハブ部分 14 及びウェブ部分 16 にまたがる第 1 の面 18 及び第 2 の面 19 を含む。

【0013】

ガスタービンエンジンのディスク 10 を含む、本発明の実施形態に従って加熱された物品は、従来通りに鑄造、鍛造され、 γ' 相の析出によって硬化したニッケル基超合金など、適当な任意の材料を含むことができる。同様に、本出願の出願人の熱処理は、出発超合金材料が粉末材料部品 (p/m)、例えば、HIP 又は圧密によってピレットとして製造され、次いで等温鍛造プレスで変形された p/m タービンディスクであるときにも有用である。一般に、従来の処理及び p/m 処理はともに、本発明の実施形態に従って熱処理することができる微細結晶粒鍛造物を与える。

10

【0014】

一般に、例えばハブ部分の運転温度は約 1200 °F (649 °C) 未満である。この温度範囲において、René 95 などの代表的なディスク材料は十分なクリープ及び HTFCG 耐性を有し、制限材料特性は引張強さ及び低サイクル疲労耐性である。René 95 は、重量%で、14% Cr、8% Co、3.5% Mo、3.5% W、3.5% Nb、3.5% Al、2.5% Ti、0.15% C、0.01% B、0.05% Zr、残部の Ni 及び不可避不純物からなる公称組成を有する周知のニッケル基超合金である。この合金の処理は一般に、公称 2110 °F (1154 °C) の γ' ソルバス温度未満の温度での溶体化処理、ファン空気又は油焼入れによる冷却、次いで、 γ' ソルバス温度よりも十分に低い温度、一般に 1400 °F (760 °C) での時効を含む。その結果生じる平均粒度は、おおよそ ASTM 9 よりも細かい (< 16 μm)。

20

【0015】

約 1200 °F (659 °C) を超える用途向けの René 104 などの損傷耐性合金では、あるいは疲労亀裂成長耐性を向上させるためには、ディスク鍛造物 10 を、 γ' ソルバス温度 (René 95 のそれと同様である) よりも高い温度で、スーパーソルバス溶体化処理して、析出物を溶解し、平均粒子ミクロ組織をおおよそ ASTM 4 ~ 9 (90 ~ 16 μm) まで粗大結晶粒化することができる。溶体化処理、ならびにその後の γ' ソルバス温度未満の温度 (約 760 ~ 850 °C) での安定化及び / 又は時効熱処理は、ディスク全体の公称等温熱処理を使用することができる。

30

【0016】

先に参照した合金 René 104 の公称組成は、重量%で、20.5 Co、11.0 Cr、3.7 Mo、2.0 W、3.4 Al、3.6 Ti、0.9 Nb、2.4 Ta、0.05 Zr、0.04 C、0.03 B 及び残部の Ni である。

【0017】

本発明の実施形態に基づく局部熱処理は、先に参照した物品の疲労耐性が限定された位置を、その合金の局部過時効を引き起こす温度で熱処理して、粗大結晶粒組織に不利な影響を与えることなく疲労耐性を有利に向上させることができる。より具体的には、 γ' ソルバス温度よりも低く、最終的な (バルク) 時効温度よりも高い温度まで合金を局部加熱することは、 γ' 析出物のさらなる粗大結晶粒化によって所望の過時効条件を生じさせるのに有効となることができる。René 104、René 95 などの γ' 析出強化ニッケル基合金では、満足のいく過時効サイクルが、約 1550 °F (843 °C) で約 3 ~ 4 時間である。

40

【0018】

上記のサイクルは、市販の誘導コイル、石英ランプ及び絶縁ラップの組合せを使用して、金属温度を達成するために必要なエネルギーを供給し、封じ込めることによって達成し、制御することができ、これは、金属温度を測定する光高温計又は外部取付け式熱電対を使用して監視することができる。フィードバックループを使用して、過時効熱処理が必要な位置の温度を一定かつ名目上均一に維持することができる。

50

【0019】

有利には、上記の熱処理によって結晶粒度は実質的に変化せず、過時効サイクル中に結晶粒度も弾性率もあまり影響を受けないので、損傷耐性は不利な影響を受けない。1次及び2次炭化物などの第2相粒子での疲労開始に対する感度がおそらく小さいこの比較的到低耐力の材料によって、疲労寿命は延びる。過時効させた材料はさらに、粒子及び双晶境界ミクロ組織フィーチャを横切る周期的な変形のより簡単な交差すべりを可能にすると予想され、それは亀裂発生を遅らせる。

【実施例】

【0020】

本発明の実施形態を以下の非限定的な実施例によってさらに説明する。

10

【0021】

実施例 1

1000 °F (538 °C) の歪み制御において試験したときの Rene 104 試料の低サイクル疲労挙動の平均 2.4 倍の利得が、図 3 に示すように有利に証明された。具体的には、Rene 104 鍛造物を、スーパーソルバス溶体化、焼入れ、安定化及び時効析出熱処理からなる標準スケジュールで熱処理した。長さ約 4 " の一連の 6 本の試験棒ブランクを、実験からのミクロ組織変量の影響を最小限に抑えるために同じ方向及び同様の位置を使用して切り出した。各ブランクを機械加工して、公称直径 0.8 " × 長さ 4 " のゲージブランクとし、Alloy 718 の端にイナーシャ溶接した。これらのイナーシャ溶接物のうちの 3 つをこの条件のまま維持し、a、b 及び c として識別した。残りの溶接物は d、e 及び f と標識し、各 Rene 104 ゲージ上に熱電対を装備した。

20

【0022】

溶接物 d、e 及び f を各々、金属試験片機械試験用に使用される誘導コイルに挿入した。各棒を約 843 °F で約 4 時間個別に熱処理し、空気冷却した。次いで、全 6 本の試料を、試験片ゲージの低応力研削を使用して仕上げ機械加工した。次いで各々を、1000 °F (538 °C)、縦歪み制御の疲労試験にかけた。各試験は、20 ~ 30 サイクル毎分、破損するまで繰り返した。

【0023】

Rene 104 の基準試料 a ~ c 及び過時効試料 d ~ f の結果を図 3 に示す。重要には、3 重連続試験の平均利得は、基準 Rene 104 の挙動に比べて 2.4 倍であった。

30

【0024】

図 4 及び 5 も、718 ボタンにイナーシャ溶接する前にバルク合金 ME2-9 の過時効熱処理を使用した改良された結果を有利に証明している。この材料は、20.0 重量% Co、2.1 重量% Ta であることを除いて Rene 104 と同様である。この材料も、単一の鍛造物からスーパーソルバス溶体化熱処理し、焼入れし、安定化させ、時効させた。これらの曲線は、このように熱処理した鍛造物の平均挙動を示しており、同じ材料に対して決定された個々のデータ点は、機械加工して疲労試験片にする前の約 1550 °F (843 °C) / 3 時間の過時効熱処理を提供する。試験は、指示されている通り 1200 °F (649 °C) 及び 800 °F (247 °C) の 20 ~ 30 cpm サイクルの歪み制御である。図 4 にプロットされたデータは、試験された歪み制御から繰返し擬応力 (alternating pseudostress: $P_s A l t$) に変換されている ($P_s A l t = (\% \text{歪み} \times \text{弾性率} \times 10) / 2$)。観察された疲労寿命の向上は各々 2.0 ~ 2.5 及び 1.1 ~ 1.7 倍であった。

40

【0025】

本発明の実施形態の利点には、損傷耐性ニッケル基構造などの構造の歪み制御疲労寿命を、局部過時効によって向上させることができることが含まれる。本発明の熱処理実施形態によって、所望の粗大結晶粒組織は不利に変更されることはなく、それによって、その物品は、損傷耐性構造の疲労亀裂成長耐性を保持することができる。他の利点には、疲労寿命を局部的に向上させるための安価な方法が含まれる。他の利点には、疲労臨界領域外

50

の適用に対して要求される物品の残りの部分において必要な機械的挙動バランスの保持が含まれる。必要と考えられる場合には、局部過時効熱処理を使用して、単一の部品上の複数の位置を調整することも実行可能である。

【0026】

有利には、本発明の実施形態は、前述の通り、 γ' ソルバス温度未満の温度で処理されたガスタービンエンジンニッケル基超合金鍛造物を用意する段階と、クリープ及び損傷耐性ミクロ組織への粒成長を引き起こす γ' ソルバスよりも高い温度 (René 104 に対しては例えば $> 2110^\circ\text{F}$) での溶体化処理によって、その物品を熱処理して、損傷耐性の粗大結晶粒を有する構造を達成する段階と、焼入れして、焼割れを防ぎつつ、 γ' の微細再析出を達成する段階とを含む方法を提供することができる。この方法はさらに、 γ' ソルバス温度未満の温度での物品全体の安定化及び/又は時効熱処理を実行して、焼入れによる歪みを緩和し、その合金に特徴的な機械特性バランスを達成するための処理に必要な γ' モルフォロジ及び分布をさらに発達させること、物品を仕上げ加工し又はそれに近い加工を施すこと、ならびに物品の選択された部分だけを局部的に過時効させて、物品のこの選択された部分の歪み制御疲労耐性を局部的に向上させること、を含むことができ、この局部過時効サイクルは、最終時効温度よりも高く、 γ' ソルバス温度よりもかなり低い温度での加熱を含むことができる。この方法で処理することにより、ASTM 4 ~ 9 (90 ~ 16 μm) の範囲の平均結晶粒度を有利に達成することができる。

10

【0027】

様々な実施形態を説明したが、要素、変更又は改良の様々な組合せを当業者は実施することができ、それらも本発明の範囲に含まれることを、本明細書から理解されたい。例えば、疲労耐性、損傷耐性ミクロ組織の改良に重点が置かれているが、サブソルバス析出硬化材料にも適用可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】タービンディスクを含むガスタービンエンジンロータの断面図である。

【図2】本発明の実施形態による熱処理のためのステージ1ディスクの局部ボア位置を概略的に示す図である。

【図3】本発明の実施形態の改良された低サイクル疲労耐性を示す機械試験データのグラフである。

30

【図4】やはり本発明の実施形態の改良された低サイクル疲労結果を示すグラフである。

【図5】やはり本発明の実施形態の改良された低サイクル疲労結果を示すグラフである。

【符号の説明】

【0029】

8 局部ボア位置

10 ディスク

12 リム部分

14 ハブ部分

16 ウェブ部分

17 中心ボアホール

18 第1の面

19 第2の面

40

【 図 1 】

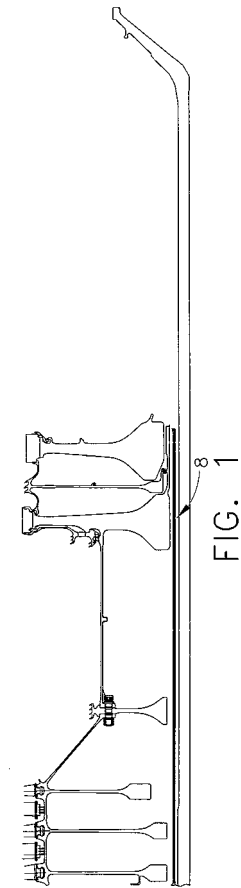


FIG. 1

【 図 2 】

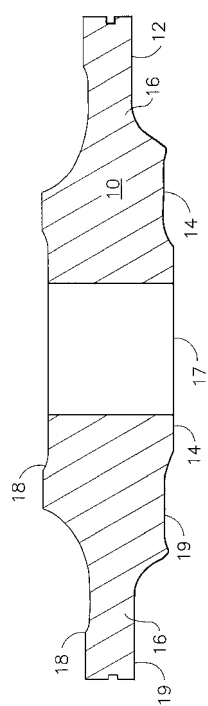


FIG. 2

【 図 3 】

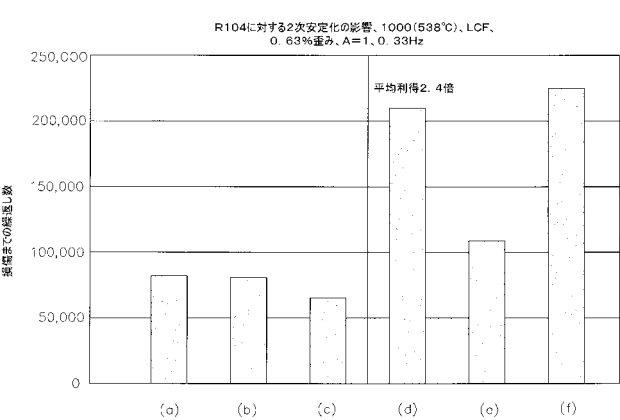


FIG. 3

【 図 5 】

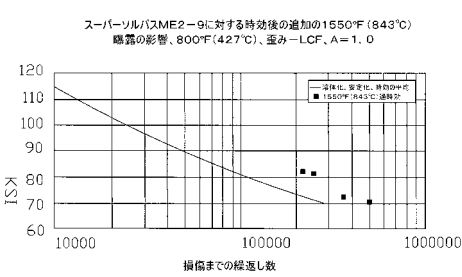


FIG. 5

【 図 4 】

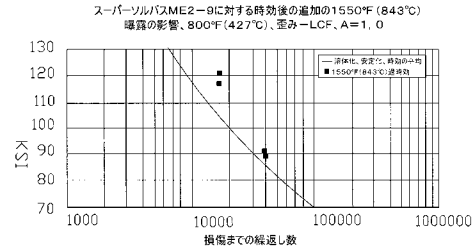


FIG. 4

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 F 1/00 (2006.01)	F 0 2 C 7/00 C	
	F 0 1 D 5/06	
	C 2 2 F 1/00 6 0 2	
	C 2 2 F 1/00 6 0 4	
	C 2 2 F 1/00 6 0 5	
	C 2 2 F 1/00 6 5 0 A	
	C 2 2 F 1/00 6 5 0 D	
	C 2 2 F 1/00 6 5 1 B	
	C 2 2 F 1/00 6 8 2	
	C 2 2 F 1/00 6 9 1 B	
	C 2 2 F 1/00 6 9 1 C	
	C 2 2 F 1/00 6 9 2 Z	

(72)発明者 ジョン・レイモンド・グロー

アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド、ダスティウィンド・レーン、6 3 4 3 番

Fターム(参考) 3G002 AA02 AA11 AA13 AB08 EA04 EA06

【外国語明細書】

2007197830000001.pdf