

(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2010-38100

(P2010-38100A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 0 2 C 7/00 (2006.01)	F 0 2 C 7/00 D	4 E 0 6 8
F 0 1 D 25/00 (2006.01)	F 0 1 D 25/00 X	
B 2 3 K 26/34 (2006.01)	B 2 3 K 26/34	
B 2 3 K 26/20 (2006.01)	B 2 3 K 26/20 3 1 O W	
C 2 2 F 1/00 (2006.01)	C 2 2 F 1/00 6 O 2	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-204196 (P2008-204196)
 (22) 出願日 平成20年8月7日(2008.8.7)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100077849
 弁理士 須山 佐一
 (74) 代理人 100113871
 弁理士 川原 行雄
 (74) 代理人 100124073
 弁理士 山下 聡
 (74) 代理人 100134223
 弁理士 須山 英明
 (72) 発明者 日野 武久
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内

最終頁に続く

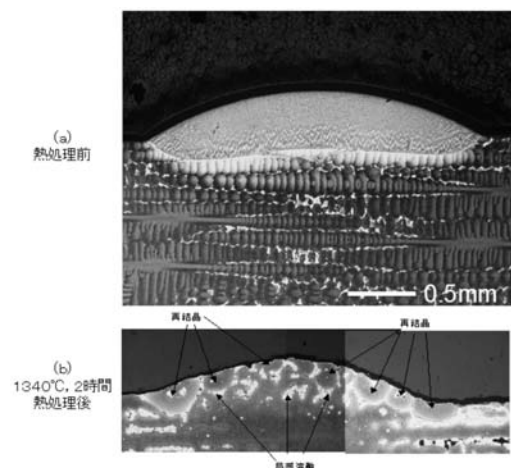
(54) 【発明の名称】 ガスタービン部品の熱処理方法及び補修方法並びにガスタービン部品

(57) 【要約】

【課題】ガスタービン部品の補修の際に、補修後の時効熱処理時に再結晶化が生じることを抑制することができ、必要な強度を確保することのできるガスタービン部品の熱処理方法及び補修方法並びにガスタービン部品を提供する。

【解決手段】レーザー溶接装置を用いて母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成したガスタービン部品の熱処理方法であって、肉盛補修後に溶体化温度の93～97%の温度において2時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行った後、溶体化熱処理を行う。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーザー溶接装置を用いて母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成したガスタービン部品の熱処理方法であって、

前記肉盛補修後に溶体化温度の 93 ~ 97 % の温度において 2 時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行った後、溶体化温度で溶体化熱処理を行うことを特徴とするガスタービン部品の熱処理方法。

【請求項 2】

レーザー溶接装置を用いて母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成したガスタービン部品の熱処理方法であって、

前記肉盛補修後に 1200 ~ 1240 の温度において 2 時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行った後、1279 の温度で溶体化熱処理を行うことを特徴とするガスタービン部品の熱処理方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のガスタービン部品の熱処理方法であって、

前記応力除去焼鈍熱処理の際に、昇温速度 200 / 時間以下にて前記応力除去焼鈍熱処理を行う温度まで昇温することを特徴とするガスタービン部品の熱処理方法。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載のガスタービン部品の熱処理方法であって、

前記応力除去焼鈍熱処理の際に、複数段のステップ状に前記応力除去焼鈍熱処理を行う温度まで昇温することを特徴とするガスタービン部品の熱処理方法。

【請求項 5】

ガスタービン部品の損傷部位を補修するガスタービン部品の補修方法であって、

前記損傷部位にレーザー溶接装置を用いて母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成する肉盛補修工程と、

前記肉盛補修工程の後に溶体化温度の 93 ~ 97 % の温度において 2 時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行う応力除去焼鈍熱処理工程と、

前記応力除去焼鈍熱処理工程の後に溶体化温度で溶体化熱処理を行う工程と

を具備することを特徴とするガスタービン部品の補修方法。

【請求項 6】

ガスタービン部品の損傷部位を補修するガスタービン部品の補修方法であって、

前記損傷部位にレーザー溶接装置を用いて母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成する肉盛補修工程と、

前記肉盛補修工程の後に 1200 ~ 1240 の温度において 2 時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行う応力除去焼鈍熱処理工程と、

前記応力除去焼鈍熱処理工程の後に 1279 の温度で溶体化熱処理を行う工程と

を具備することを特徴とするガスタービン部品の補修方法。

【請求項 7】

ガスタービンに使用されるガスタービン部品であって、請求項 5 又は請求項 6 に記載のガスタービン部品の補修方法によって損傷部位を補修されたことを特徴とするガスタービン部品。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、発電プラント等において使用されるガスタービンに使用されるガスタービン部品の熱処理方法及び補修方法並びにガスタービン部品に関する。

【背景技術】**【0002】**

高温にさらされるガスタービン部品は、起動停止などによる高 / 低サイクル疲労により動翼及び静翼の翼表面に疲労き裂が発生する。また高温にて高速流体にさらされるため、

10

20

30

40

50

静翼表面、動翼プラットホーム部にはエロージョンおよび疲労き裂が発生する。これらのガスタービン部品は、高価であるため、一定間隔にて点検、修理を行い、繰り返し使用される。

【 0 0 0 3 】

従来これらの部品、特に静翼の補修は、ガスタングステンアーク溶接やろう付け補修などにより行われてきた。しかしながら、これらの補修方法では補修部の組織は細かい結晶粒が集まった等軸晶となり、普通鑄造合金の補修部のクリープ強度は母合金とほぼ同様になるものの、一方向凝固超合金のクリープ強度は母材の 33 ~ 87 % になるとの報告がなされている（非特許文献 1、特に 18 ページを参照。）。 10

【 0 0 0 4 】

燃焼ガス静翼入口温度が 1500 を超えるガスタービンでは、従来使用されてきた Ni 基普通鑄造超合金、一方向凝固超合金に加え、さらに高強度な Ni 基単結晶超合金が使用されているが、従来の技術では補修部の強度は十分ではないと考えられている。そこでレーザー肉盛溶接法を用い、補修部をエピタキシャルに成長させることにより、補修部を単結晶組織とする補修技術が開発されてきている（例えば、特許文献 1 参照。）。 20

【非特許文献 1】D.W.Gandy.et al., Overview of Hot Section Component Repair Methods. ASM International Materials Solutions Conference 2000

【特許文献 1】特開 2001 - 269784 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】 20

【 0 0 0 5 】

単結晶超合金に限らず、Ni 基超合金は γ 相に γ' 相を析出させる時効熱処理を行い使用される。補修後も所定の強度を得るためには、この時効熱処理をかける必要がある。しかしながら補修部を熱処理すると、溶接時のひずみが開放され補修部が再結晶化することがあるという課題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記従来の事情に対処してなされたもので、ガスタービン部品の補修の際に、補修後の時効熱処理時に再結晶化が生じることを抑制することができ、必要な強度を確保することのできるガスタービン部品の熱処理方法及び補修方法並びにガスタービン部品を提供しようとするものである。 30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明のガスタービン部品の熱処理方法は、レーザー溶接装置を用いて母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成したガスタービン部品の熱処理方法であって、前記肉盛補修後に溶体化温度の 93 ~ 97 % の温度において 2 時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行った後、溶体化温度で溶体化熱処理を行うことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明の他のガスタービン部品の熱処理方法は、レーザー溶接装置を用いて母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成したガスタービン部品の熱処理方法であって、前記肉盛補修後に 1200 ~ 1240 の温度において 2 時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行った後、1279 の温度で溶体化熱処理を行うことを特徴とする。 40

【 0 0 0 9 】

本発明のガスタービン部品の補修方法は、ガスタービン部品の損傷部位を補修するガスタービン部品の補修方法であって、前記損傷部位にレーザー溶接装置を用いて母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成する肉盛補修工程と、前記肉盛補修工程の後に溶体化温度の 93 ~ 97 % の温度において 2 時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行う応力除去焼鈍熱処理工程と、前記応力除去焼鈍熱処理工程の後に溶体化温度で溶体化熱処理を行う工程とを具備することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

本発明の他のガスタービン部品の補修方法は、ガスタービン部品の損傷部位を補修する 50

ガスタービン部品の補修方法であって、前記損傷部位にレーザー溶接装置を用いて母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成する肉盛補修工程と、前記肉盛補修工程の後に1200～1240の温度において2時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行う応力除去焼鈍熱処理工程と、前記応力除去焼鈍熱処理工程の後に1279の温度で溶体化熱処理を行う工程とを具備することを特徴とする。

【0011】

本発明のガスタービン部品は、上記のガスタービン部品の補修方法によって補修されたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、ガスタービン部品の補修の際に、補修後の時効熱処理時に再結晶化が生じることを抑制することができ、必要な強度を確保することのできるガスタービン部品の熱処理方法及び補修方法並びにガスタービン部品を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明のガスタービン部品の熱処理方法及び補修方法並びにガスタービン部品の詳細を、図面を参照して実施形態について説明する。

【0014】

本実施形態では、時効熱処理の前に応力除去焼鈍(SR)処理を行うことによって、再結晶の形成を抑制する。従来より残留応力の除去のため、再結晶温度以下の温度に加熱する応力除去焼鈍は一般的に行われてきている。応力除去焼鈍の熱処理温度は鋼種、材料組成により異なる。一般に再結晶は材料の融点の1/2以上の温度域にて生ずると考えられている。しかしながら材料の融点の1/2以下の温度域で応力除去焼鈍を施しても、Ni基超合金では γ' 相が転位をピン止めする効果が大きいため、工業的に考えられる時間範囲では再結晶形成の原因となる転位は消滅しない。

【0015】

またNi基単結晶超合金では、 γ' 相の溶解温度すなわち溶体化温度以上の温度域では転位が急速に移動することによって再結晶相が形成する。図1に溶体化温度である1279以上の1340で2時間の熱処理を行う前後のレーザ肉盛溶接部の断面組織を示す。図1(a)に示すように、熱処理前は母材の結晶方位を引き継いだ良好な肉盛り組織が得られていることが確認できる。しかしながら、図1(b)に示すように、1340で2時間の熱処理を行うと部分的に溶融したと考えられる局部溶融域のほか、母材とまったく異なる方位の結晶(再結晶相)の形成が確認できた。

【0016】

本発明者等は、 γ' 相が γ 相に固溶しない温度域でかつ、溶体化温度の93～97%の温度にて2時間以上の応力除去焼鈍熱処理を行うことによって、 γ' 相が急激な転位の運動を抑制し、それによって再結晶の形成を抑制しつつ、工業的に許される時間範囲で応力除去焼鈍が可能であることを見出した。

【0017】

図2は、溶体化温度である1279未満の温度域1200～1260において上記の応力除去焼鈍熱処理を行った場合の再結晶面積率の相異を調べた結果を示している。ここで再結晶面積率とは、図1に示したような補修部の断面を観察した場合について、
$$\text{再結晶面積率}(\%) = \left\{ \frac{\text{溶接試験片の再結晶の面積}}{\text{熱処理前の溶接試験片の溶接金属部の面積}} \right\} \times 100$$

により定義されるものである。

【0018】

図2において、実線Aは熱処理温度が1200、実線Bは熱処理温度が1230、実線Cは熱処理温度が1240、実線Dは熱処理温度が1250、実線Eは熱処理温度が1260の場合を示している。同図に示されるとおり、応力除去焼鈍熱処理における熱処理温度を1200～1240とすることにより、再結晶化を抑制することができ

10

20

30

40

50

、再結晶面積率を低くすることができる。上記温度は、溶体化温度（１２７９）の９３～９７％の温度である。なお、図２において再結晶面積率が１００％を超える場合があるのは、母材に加わる応力によって溶接金属部だけでなく、母材にも再結晶化が生じるからである。

【００１９】

図３は、本実施形態に係るガスタービン部品の補修方法の補修手順を示すフローチャートである。ここで、本実施形態における補修対象となるのは、例えば、特開２００２－１５５７０６号公報等に関示されている周知のガスタービンを構成するガスタービン部品であり、例えば、タービンケーシング内に配置されガスタービンロータに支持される動翼、タービンケーシング内側に支持されるシュラウドセグメント、このシュラウドセグメントに取り付けられる静翼等が該当する。

10

【００２０】

本実施形態のガスタービン部品の補修方法では、図３に示すように、まず使用されたガスタービン動翼、ガスタービン静翼、ガスタービンシュラウドセグメント等のガスタービン部品について、き裂や減肉部等の損傷の有無を、目視、Ｘ線透過試験、蛍光浸透探傷試験などで確認する検査を行う（１０１）。

【００２１】

次に、損傷が発見されたガスタービン部品については、コーティングの除去を行い（１０２）、その後、再生熱処理（溶体化熱処理）を行う（１０３）。

【００２２】

20

この後、き裂や減肉部等の損傷部位の肉盛補修を行う（１０４）。この肉盛補修では、単結晶超合金からなる母材上にＮｉ基超合金フィラーワイヤーあるいはＮｉ基超合金溶接粉末をＹＡＧレーザーにより溶接し、母材と同一方位の結晶方位を有する肉盛補修部を形成するように肉盛する。

【００２３】

ここで、補修を行う単結晶超合金は、主にレニウムを添加することで強度向上を図った第２世代単結晶超合金と呼ばれるＮｉ基単結晶超合金であり、例えば、米国キャノンマスケゴン社が開発したＣＭＳＸ－４、米国プラットアンドホイットニー社が開発したＰＷＡ１４８４あるいは米国ゼネラルエレクトリック社が開発したＲｅｎｅＮ５等がある。またフィラーワイヤーはたとえばＰｏｌｙｍｅｔ社からＰｏｌｙｍｅｔ８４２等の名称で発売されているＲｅ添加Ｎｉ基超合金、Ｎｉ基超合金溶接粉末についてはＶＢＣ社からＶＢＣ０２４７の型番で販売されているＲｅ添加Ｎｉ基超合金粉末等がある。

30

【００２４】

次に、溶体化温度の９３～９７％の温度において２時間以上（例えば２～５時間程度）の応力除去焼鈍熱処理を行い、肉盛補修部の応力除去を行う（１０５）。

【００２５】

上記の応力除去焼鈍熱処理の後、溶体化温度で一定時間（例えば２時間程度）溶体化熱処理を行う（１０６）。

【００２６】

この後、再コーティング（１０７）、時効熱処理を順次行い（１０８）、最終段階の検査を行う（１０９）。

40

【００２７】

実施例として、ガスタービン翼補修を模擬し、第２世代単結晶超合金を母材とし、この母材上にＰｏｌｙｍｅｔ８４２をＹＡＧレーザーを使用したレーザー溶接装置によるレーザー溶接（レーザー出力３００Ｗ）により肉盛溶接した。この実施例の肉盛溶接部の断面組織を図５に示す。なお、図５の上部に、肉盛溶接部の一部を拡大して示してある。この図５に示されるように、肉盛溶接部には母材を引き継ぎ、母材と同一方位の結晶方位を有する溶接組織が得られていることが確認できた。

【００２８】

上記の肉盛溶接の後、図４に示す工程により、応力除去焼鈍熱処理、溶体化熱処理を行

50

った。すなわち、応力除去焼鈍熱処理を 1 2 4 0 で 1 0 0 時間行い、この後、溶体化熱処理を 1 2 7 9 で 2 時間行った。

【 0 0 2 9 】

なお、実施例では応力除去焼鈍熱処理、溶体化熱処理を真空雰囲気下で行ったが、A r ガス等の不活性ガス雰囲気下で応力除去焼鈍熱処理及び溶体化熱処理を行ってもよい。また、応力除去焼鈍熱処理及び溶体化熱処理における昇温過程では、オーバーシュートを避けるため、昇温速度を 2 0 0 / 時間以下とすることが好ましい。また、昇温過程におけるオーバーシュートを避けるためには、複数段のステップ状に所定温度まで昇温する方法を用いても良い。さらに、昇温速度を 2 0 0 / 時間以下とし、かつ、複数段のステップ状に昇温しても良い。

10

【 0 0 3 0 】

上記のようにして応力除去焼鈍熱処理及び溶体化熱処理を行った実施例の肉盛溶接部の断面組織を図 6 に示す。なお、図 6 の上部には、肉盛溶接部の一部を拡大して示してある。図 6 に示されるように、肉盛溶接部の表面近傍に真空雰囲気にて熱処理したことによる脱アルミ層が見受けられるものの、再結晶のない良好な組織が得ることができた。この実施例のように、溶体化温度の 9 3 ~ 9 7 % の温度で行う応力除去焼鈍熱処理は、1 0 0 時間程度行っても良いが、図 2 のグラフに示したとおり、2 時間以上行えばある程度効果を得ることができ、5 時間程度で再結晶面積率を略ゼロとすることができる。したがって、工業的過程においては、2 ~ 5 時間の範囲で応力除去焼鈍熱処理を行うことが好ましい。

20

【 0 0 3 1 】

図 7 は、応力除去焼鈍熱処理を 1 2 4 0 、1 2 5 0 、1 2 6 0 で夫々 1 時間及び 5 時間行った場合の肉盛溶接部の断面組織を示すものである。同図に示すように、応力除去焼鈍熱処理の温度を 1 2 4 0 とした場合は、再結晶のない良好な組織が得ることができた。一方、応力除去焼鈍熱処理の温度を 1 2 5 0 及び 1 2 6 0 とした場合は、再結晶化が生じ良好な組織が得ることができなかった。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 2 】

【 図 1 】熱処理前と溶体化温度以上の温度にて熱処理を行った肉盛補修部の断面組織を示す顕微鏡写真。

【 図 2 】応力除去焼鈍熱処理温度及び時間と再結晶面積率の関係を調べた結果を示すグラフ。

30

【 図 3 】実施形態に係る補修方法の工程を示すフローチャート。

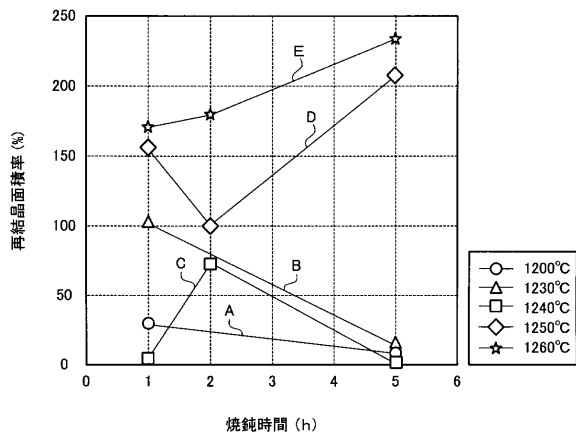
【 図 4 】実施例に係る熱処理工程を説明するための図。

【 図 5 】熱処理前の肉盛補修部の断面組織を示す顕微鏡写真。

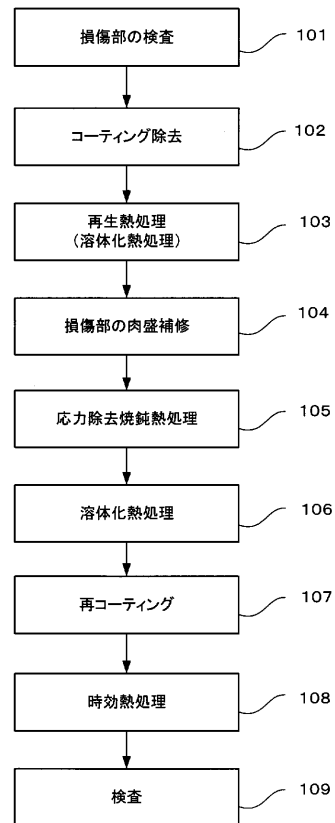
【 図 6 】熱処理後の肉盛補修部の断面組織を示す顕微鏡写真。

【 図 7 】応力除去焼鈍熱処理の温度による再結晶化の違いを調べた結果を示す肉盛補修部の断面組織を示す顕微鏡写真。

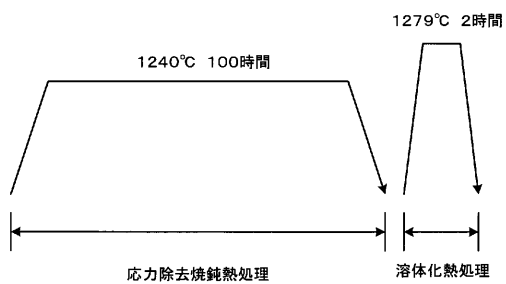
【図 2】



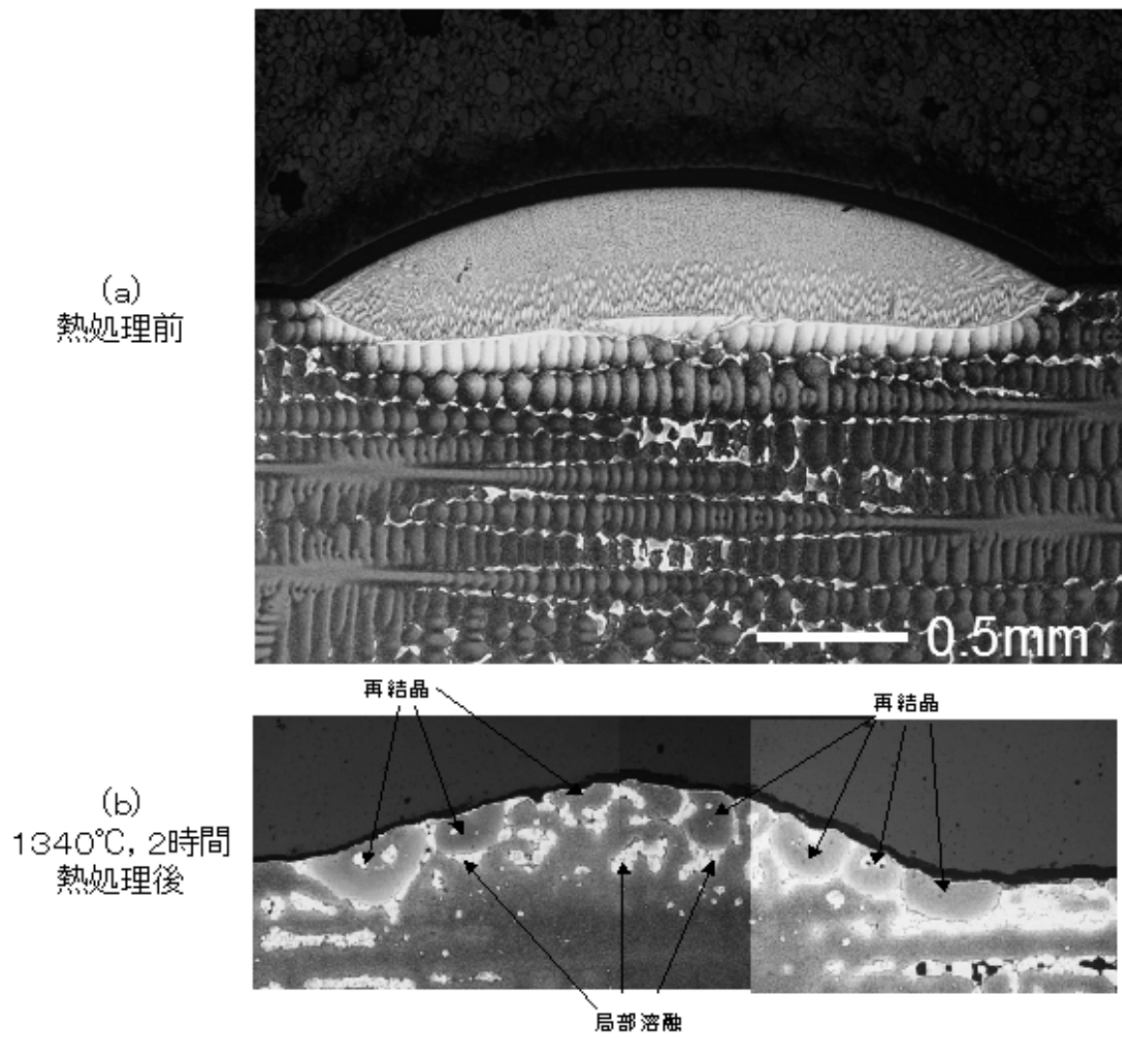
【図 3】



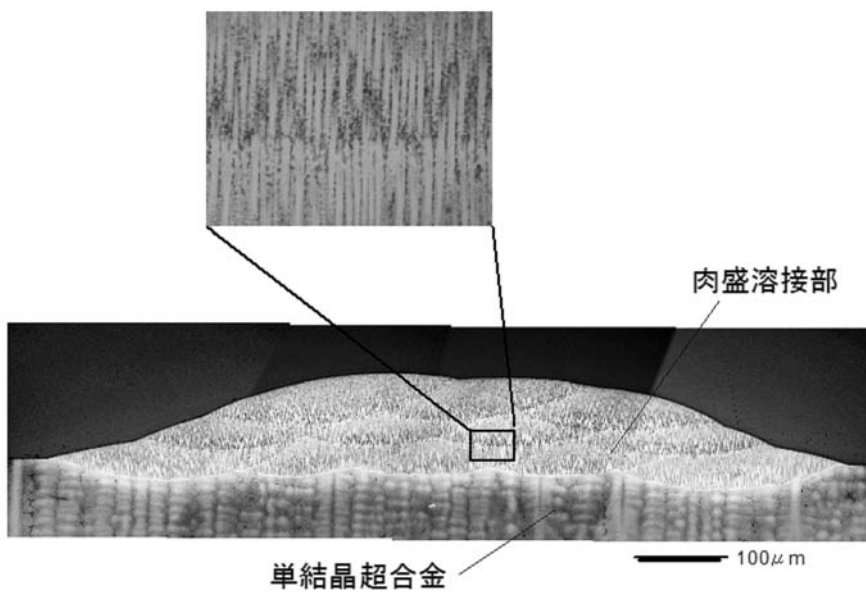
【図 4】



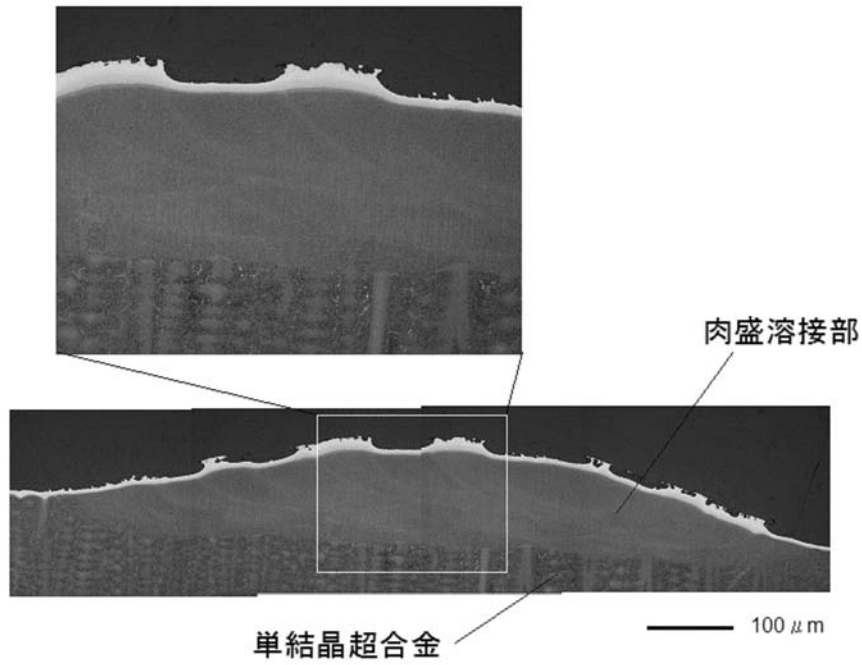
【 図 1 】



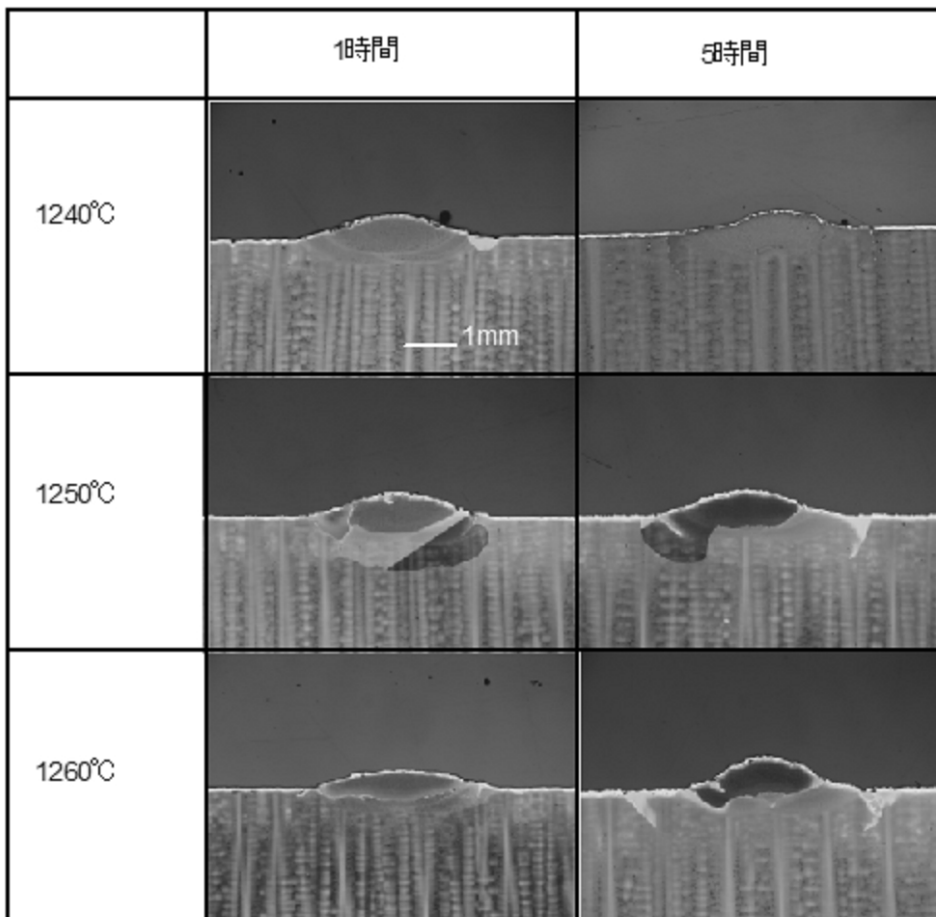
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



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 1/10 (2006.01)	C 2 2 F 1/00 6 3 0 M	
	C 2 2 F 1/00 6 5 0 A	
	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 A	
	C 2 2 F 1/00 6 9 1 B	
	C 2 2 F 1/00 6 9 1 C	
	C 2 2 F 1/10 A	
(72)発明者 河野 渉 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内		
(72)発明者 高久 歴 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内		
(72)発明者 牧野 吉延 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内		
(72)発明者 伊藤 勝康 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内		
F ターム(参考) 4E068 BB00 DA02		