

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4885343号  
(P4885343)

(45) 発行日 平成24年2月29日(2012.2.29)

(24) 登録日 平成23年12月16日(2011.12.16)

(51) Int. Cl.	F I		
<b>H05B 3/00 (2006.01)</b>	H05B 3/00	3 4 5	
<b>B23K 31/00 (2006.01)</b>	B23K 31/00		J
<b>B23K 9/23 (2006.01)</b>	B23K 9/23		G
<b>B23K 9/235 (2006.01)</b>	B23K 9/235		A
<b>B23K 37/00 (2006.01)</b>	B23K 37/00		A

請求項の数 10 外国語出願 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-368877  
 (22) 出願日 平成11年12月27日(1999.12.27)  
 (65) 公開番号 特開2000-225489(P2000-225489A)  
 (43) 公開日 平成12年8月15日(2000.8.15)  
 審査請求日 平成18年12月27日(2006.12.27)  
 (31) 優先権主張番号 09/224891  
 (32) 優先日 平成10年12月31日(1998.12.31)  
 (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・カンパニイ  
 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  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 ジェフリー・アレン・コナー  
 アメリカ合衆国、オハイオ州、ハミルトン、  
 ジューンベリー・コート、6206番  
 (72) 発明者 ウィリアム・ランドルフ・ストウル  
 アメリカ合衆国、インディアナ州、ライジ  
 ング・サン、セイラム・リッジ・ロード、  
 3379番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶接作業用加熱装置並びに方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加熱装置であって、  
 エンクロージャと、

上記エンクロージャ内部を加熱するための石英ハロゲンランプと、

上記石英ハロゲンランプの発する熱放射を上記エンクロージャ内に反射するため上記石英ハロゲンランプに近接して配置された反射部材(10)であって、磨きアルミニウムでできた表面領域(12)を有する反射部材(10)と、

反射部材(10)の表面領域(12)を被覆しかつ接している熱反射コーティング(14)と

を含んでおり、上記コーティング(14)が、500~3000ナノメートルの電磁波波長に対して透明な金属酸化物でできた隣り合う少なくとも1対の層(16/18, 20/22)を含んでなり、上記の対をなす層(16/18, 20/22)の最外層(18, 22)が該対をなす層(16/18, 20/22)の最内層(16, 20)よりも高い屈折率を有して、最内層(16, 20)が最外層(18, 22)よりも最内層の屈折率と最外層の屈折率との比に反比例した係数だけ厚く構成され、もってエンクロージャ内に入れられた超合金物品を816(1500°F)以上の温度に加熱するように上記石英ハロゲンランプを操作できる、加熱装置。

【請求項2】

前記熱反射コーティング(14)を有する反射部材(10)が700~1250ナノメ

メートルの電磁波波長に対して90%を超える反射率を有する、請求項1記載の加熱装置。

【請求項3】

前記熱反射コーティング(14)を有する反射部材(10)が750~1200ナノメートルの電磁波波長に対して95%を超える反射率を有する、請求項1又は請求項2記載の加熱装置。

【請求項4】

前記最外層(18, 22)がチタニア、タンタラ、ジルコニア及び酸化ニオブからなる群から選択される材料であり、前記最内層(16, 20)がシリカ及びアルミナからなる群から選択される材料である、請求項1乃至請求項3のいずれか1項記載の加熱装置。

【請求項5】

前記熱反射コーティング(14)が100~5000ナノメートルの厚さを有する、請求項1乃至請求項4のいずれか1項記載の加熱装置。

【請求項6】

前記熱反射コーティング(14)の最内層(16, 20)が1.25~1.7の屈折率を有し、コーティング(14)の最外層(18, 22)が2.0~2.3の屈折率を有する、請求項1乃至請求項5のいずれか1項記載の加熱装置。

【請求項7】

前記熱反射コーティング(14)が、表面領域(12)に隣接する第1層(16)と、第1層の上の第2層(18)と、第2層の上の第3層(20)と、第3層の上の第4層(22)とを含んでおり、第1層と第3層(16, 20)がシリカからなり、第2層と第4層(18, 22)がチタニアからなる、請求項1乃至請求項6のいずれか1項記載の加熱装置。

【請求項8】

シリカからなる第1層と第3層(16, 20)の各々の厚さが117~217nmであり、チタニアからなる第2層と第4層(18, 22)の各々の厚さが80~148nmである、請求項7記載の加熱装置。

【請求項9】

請求項1乃至請求項8のいずれか1項記載の加熱装置からなる、超合金の溶接装置。

【請求項10】

超合金の溶接方法であって、  
請求項1乃至請求項6のいずれか1項記載の加熱装置を準備し、  
超合金物品を前記エンクロージャ内に配置し、  
前記石英ハロゲンランプを作動して超合金物品を816 (1500°F)以上に加熱し、次いで

超合金物品で溶接作業を実施することを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術の分野】

本発明は超合金部品を溶接する装置及び方法に関する。さらに具体的には、本発明は、溶接作業時に超合金部品を予熱し高温に保つために用いられるランプ付近の反射体の反射率を高めるための反射コーティングに関する。

【0002】

【発明の技術的背景】

耐熱性のコバルト基及びニッケル基超合金は、ガスタービンエンジンの燃焼器、タービン静翼及び動翼等の部品の製造に広く用いられている。耐熱超合金部品は鋳造で作られることが多いが、溶接によって超合金部品を製造するのが好ましい又は必要とされる状況も存在する。例えば、タービンミッドフレームやシュラウド支持リング等の複雑な形状の部品は、別々の鋳物を溶接することで比較的容易に製造できる。従って、複雑な部品を一体部品として鋳造するよりも溶接で製造した方が実際的で原価効率のよいことが往々にしてあ

10

20

30

40

50

る。

#### 【0003】

これらに加えて、溶接は動翼先端の補修、並びに熱サイクリング又は異物の衝突によって超合金部品に生じた亀裂その他の表面不連続部を補修するための方法に広く用いられている。耐熱性コバルト基及びニッケル基超合金で作られた部品のコストは比較的高いので、これらの部品が摩耗又は損傷したとき部品を交換するよりは修復/補修の方が通例望ましい。

#### 【0004】

溶接歩留りを高めるため、従来は、溶接前に超合金部品を予熱し、溶接中連続的に加熱していた。この目的で、約1500°F(815℃)を超える予熱温度、往々にして1700°F(925℃)を超える予熱温度を用いることがある。このような超合金部品の加熱及び溶接は、往々にして、制御雰囲気(例えば不活性ガス)を含んだエンクロージャ内においてタングステン不活性ガス(TIG)溶接法又はレーザ溶接法等の溶接技術を用いて実施される。予熱は通例、誘導加熱で又はランプ(特に石英ハロゲンランプ)を用いて実施される。ランプは目標の超合金部品を熱放射によって加熱し、そのためエンクロージャ内の溶接すべき部品に向けて熱放射を反射する磨きアルミニウム反射体を備えていることが多い。熱源として用いられるランプはランプ定格電圧よりも高い入力電圧で用いられることもあり、例えば定格電圧が90~100Vのランプが105~110Vで用いられることもある。その結果、ランプの寿命は劇的に減少し、部品温度制御が最適でなくなる。

#### 【0005】

従って、超合金物品の溶接作業に用いられる溶接装置について加熱効率を改善することができれば望ましい。特に、温度制御を維持しつつしかも物品の加熱に用いられる装置の寿命を延ばしながら、かかる装置で超合金物品をもっと急速かつ効率的に加熱することができれば望ましい。

#### 【0006】

##### 【発明の概要】

本発明は概括的には超合金物品を溶接するための加熱装置及び方法を提供する。好ましい実施形態では、かかる装置及び方法は、溶接前に超合金物品を1500°F以上の温度に予熱する熱放射発生装置を装備したエンクロージャ内で超合金物品を溶接することを含む。さらに具体的には、本発明は、熱放射発生装置の発する熱放射をエンクロージャ内に反射するため熱放射発生装置に近接して配置された反射部材上の熱反射コーティングを提供する。次いで、熱放射発生装置を作動して超合金物品を好適な温度(例えば1500°F以上)に加熱し、しかる後に超合金物品で溶接作業を実施する。

#### 【0007】

本発明では、熱反射コーティングは少なくとも1対の反射層を含んでなり、各層は500~3000ナノメートル(nm)の電磁波波長に対して実質的に透明な材料で形成される。加えて、上記の対をなす反射層の最外層の材料は当該対をなす他層の材料よりも高い屈折率を有する。本発明のコーティングは、約700~約1250nmの電磁波波長(この波長域は石英ハロゲンランプのような熱放射ランプの発する熱放射(近赤外線)のスペクトル域内にある)に対する慣用アルミニウム反射体の反射率を90%超に高めることが示されている。従って、石英ハロゲンランプを比較的低い入力電力で用いても、超合金物品を充分加熱して物品に所望の溶接作業(例えば物品を組立又は補修するためのTIG溶接又はレーザ溶接)を行うことができる。その結果、本発明の装置は、所定の入力電力で、溶接すべき超合金物品を比較的急速かつ効率よく加熱できる。本装置は、物品を予熱及び溶接するとき所望温度に到達させるのに必要な電力を低減することによってランプの寿命が延びるように操作することもできる。最後に、本発明はランプ入力調節によって、物品の温度制御能力を高める。

#### 【0008】

本発明のその他の目的及び利点は以下の詳細な説明から一段と明瞭に理解されよう。

#### 【0009】

## 【好ましい実施の形態】

本発明は概して製造時及び／又は補修時に溶接作業を施す必要のある超合金物品に関する。本発明の諸利点をガスタービンエンジンの部品に関して説明するが、本発明は熱放射を発生する装置で物品を加熱する様々な用途に適用可能である。

## 【0010】

制御雰囲気中でTIG溶接やレーザー溶接等の溶接作業を実施するためのエンクロージャは公知であり、各種のランプ設計を含む熱放射加熱装置も同様に公知である。従来、石英ハロゲンランプのようなランプには、標的超合金への熱（熱放射）の反射を促進するための磨きアルミニウム反射体が装備されていた。当技術分野で公知のアルミニウム反射体はアルミニウムできているか或いはアルミニウムコーティングを備えたものである。後者の例はスパッタリングで成膜したアルミニウムコーティングであり、これはアルミニウムの反射率を低下させるおそれのある酸化アルミニウム（アルミナ）の形成を防ぐための得耐食性コーティングで保護し得る。

10

## 【0011】

本発明を完成するに至った研究において、磨きアルミニウム反射体の熱放射特性を解析した。その結果を図1に示す。図1のデータによれば、磨きアルミニウムの反射率は約500～約1000nmの波長でかなり低下するが、この波長範囲には慣用石英ハロゲンランプから放射される赤外線と比較的短い波長が含まれる。熱放射は一般に約780～約 $1 \times 10^6$ nmの赤外線域内にあるのに対し、石英ハロゲンランプで放射される電磁波放射には可視放射（約380～約780nm）と熱放射が含まれる。その結果、磨きアルミニウムの反射率は赤外線スペクトルの低波長端近くの熱放射に対して比較的低く、そのため超合金試料をハロゲンランプで加熱しようとするときの放射加熱の量が減る。

20

## 【0012】

図2は、石英ハロゲンランプ（図示せず）のような熱放射用熱源の発生する赤外線の反射を促進するため本発明で用いる反射体10の断面図である。反射体10はアルミニウム基材12を含むが、これは反射体10のベース構造体全体をなしていてもよいし、或いは反射体10のコーティング領域に限定されていてもよい。セラミックコーティング系14はアルミニウム基材12の表面に堆積したものとして示した。コーティング系14（特定の尺度で示したものではない）は4層のセラミック材料16, 18, 20, 22からなるものとして示したが、これらの層については後で対をなす層16/18及び20/22として説明する。対をなす層を幾つ用いようと本発明の技術的範囲に属する。複数の対をなす層を用いることの重要性は、問題とする波長に対して透明であるが、反射体10で反射すべき波長の位相増強を達成するような屈折率の異なる2種類の材料の光学的構造干渉効果に基づく。当業者には自明であろうが、位相増強は対をなす層16/18, 20/22の各々が異なる屈折率をもち、放射源に最も近い層（例えば、対をなす層16/18の層18、及び対をなす層20/22の層22）が比較的高い屈折率を有することが必要とされる。加えて、所定の対をなす層は、下記の1/4波長方程式に従って、反射すべき波長及びそれぞれの屈折率に基づく異なる厚さを有するのが好ましい。

30

## 【0013】

$$t = \lambda / 4n$$

ただし、 $t$ はコーティング層の所要厚さ（nm）、 $\lambda$ は問題とする波長（nm）、 $n$ はコーティング層材料の屈折率である。

40

## 【0014】

性能（反射率）と処理・費用要件とのバランスがよいので、図2に示す4層コーティング系14が好ましいが、対をなす層を追加することで望ましい光学的効果を高めることができる。層16, 18, 20, 22に対する好適なセラミック材料には、耐火フッ化物、並びにシリカ（ $\text{SiO}_2$ ）、アルミナ（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）、チタニア（ $\text{TiO}_2$ ）、タンタラ（ $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ）、ジルコニア（ $\text{ZrO}_2$ ）、トリア（ $\text{ThO}_2$ ）及び酸化ニオブ（ $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ）等の金属酸化物があるが、他の酸化物も使用できる。これらの材料は、本発明の目的からすると、高屈折率又は低屈折率材料と分類することができる。例えば、スパッタリング成膜した

50

耐火フッ化物、シリカ及びアルミナは概して約1.25～約1.7の範囲の比較的低い屈折率を有し、他方、チタニア、タンタラ、ジルコニア及び酸化ニオブは概して約2～約2.3の範囲内の比較的高い屈折率を有する。耐火性が高いので酸化物がコーティング系14の層16, 18, 20, 22の好ましい材料であるが、1500°F以上の温度での熱安定性及び問題とする波長での透明性の要件に適合し、コーティング系14に求められる反射率と両立し得る屈折率をもたらすものであれば、その他の材料も使用することができる。

#### 【0015】

上述の1/4波長方程式によれば、コーティング系14の好適な厚さは、使用材料及びコーティング系14を形成する層の数に依存する。同じくこの方程式から、低屈折率のコーティング層（例えば16, 20）は高屈折率のコーティング層（例えば18, 22）よりも厚い。さらに具体的には、問題とする所定の波長に対し、低屈折率層（例えば16, 20）は高屈折率層よりもそれらの屈折率に反比例した係数だけ厚い。一つの例では、層16, 20はシリカであり、層18, 22はチタニアである。約1.5及び約2.2というシリカ及びチタニアのそれぞれの屈折率に基づき、反射すべき放射線が約700～1300nmの波長を有する場合は、シリカ層16, 20の好適な厚さは約117～217nmであり、チタニア層18, 22の好適な厚さは約80～148nmである。このとき、コーティング系14の全厚さは約394～734nmの範囲内にある。さらに一般的には、本発明のコーティング系14の全厚さは約100～約5000nmであり、好ましい厚さは約480nmである。

#### 【0016】

実際に、慣用反射体の磨きスパッタリング成膜アルミニウムコーティング上に、図2に示したのと同様のコーティング系をスパッタリング成膜した。本発明を完成するに至った研究において、図1のデータを得るのに用いた試験と同じ試験を、磨きスパッタリング成膜アルミニウム表面に4層セラミック層をコーティングした反射体について行った。この4層セラミックの第1層と第3層（それぞれ図2の層16, 18）はシリカであり、第2層と第4層（それぞれ図2の層20, 22）はチタニアであった。第1及び第3（シリカ）層の厚さはそれぞれ約141nm及び156nmで、第2及び第4（チタニア）層の厚さはそれぞれ約97nm及び87nmであり、全皮膜厚さは約481nmであった。図3に示す通り、本発明のコート反射体は、石英ハロゲンランプの白色光を当てたとき、約700～約1250nmの電磁波波長に対して90%を超える反射率を示し、約750～約1200nmの波長では95%を超える反射率を示した。約700～約1300nmの波長域で、反射体の平均反射率は約95.7%であった。図3と図1の比較から、同一条件の下で評価すると、従来技術の無コート反射体に比べ本発明のコート反射体の反射率が改善されていることが分かる。その結果、本発明のコーティング系は、約500nmから約1000nmの波長域での磨きアルミニウムの不十分な反射率を補うものであった。

#### 【0017】

図4に本発明のコート反射体を従来技術の無コート反射体とさらに比較した結果をみることができる。この図は、従来の無被覆磨きアルミニウム反射体と、上述の4層セラミックコーティングでコーティングした磨きアルミニウム反射体とを、パワー吸収（単位：BTU/(ft<sup>2</sup>hrµm)）について比較したものである。同一試験条件下では、本発明のコート反射体は、約0.6及び1.4マイクロメートル（600及び1400nm）のピーク波長間でパワー吸収の顕著な低下を示した。対照的に、従来技術の無コート反射体は約1.0マイクロメートル（約1000nm）でピーク吸収を示した。このピーク吸収の値は同一波長におけるコート反射体の吸収よりも約9倍大きい。試験波長域で、無コート反射体は本発明のコート反射体よりも約96600BTU/(ft<sup>2</sup>hr)ものパワーを余計に吸収した。

#### 【0018】

本発明に従ってコーティングした反射体の反射率の向上によって、石英ハロゲンランプ（又は他の好適な熱放射発生ランプ）を、同じランプを従来技術の無コートアルミニウム反

10

20

30

40

50

射体と共に用いたときと同じ加熱効果を、もっと低い入力電圧で用いて達成することができる。従って、本発明の格別の利点は、反射体性能の向上の結果、溶接前の超合金物品の加熱が改善され、超合金部品をさらに急速に及び/又はさらに高い温度に加熱できることである。本発明のコート反射体のもう一つの利点は、比較的低い入力電圧を用いて所望の加熱速度を達成でき、過剰電圧レベルの使用によってランプ寿命を短くしていた従来技術と比べてランプ寿命を長くすることができることである。最後に、本発明のコーティング系14は、ランプ入力の調節によって、物品の温度制御能力を高める。例えば、ランプをフル出力付近で用いる一方で物品を回転することでランプに露光される表面積が比較的小さくなる場合、ランプ出力をさらに高めて物品温度を維持するための出力を追加することができないので、冷却が生じてしまう。しかし、本発明では、同等の温度とするのにランプをフル出力よりも十分に低い値で操作することができるので、物品の回転を補償するため出力を追加することができる。

10

【0019】

熱放射用熱源の反射体用のコーティングについて説明したが、本発明のコーティング系14は、その中で超合金の溶接作業が行われるエンクロージャの内側にも適用できる。このコーティング系14のもう一つの利点は、付着防止コーティングとして作用し、溶接時に反射体及びエンクロージャの表面に生じる堆積物の除去が比較的容易になることである。

【0020】

以上、本発明を好ましい実施形態に関して説明したが、他の好適なコーティング及び基材材料に置換したり、或いはコーティング層の成膜に様々な方法を利用することによって、当業者が他の様々な形態を採用できることは自明である。従って、本発明の技術的範囲は特許請求の範囲によってのみ規定される。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来技術のアルミニウム反射体について、反射率を波長に対してプロットしたグラフである。

【図2】 本発明の反射コーティングを備えた石英ハロゲンランプ反射体の一部の断面図である。

【図3】 図2のコートアルミニウム反射体について、反射率を波長に対してプロットしたグラフである。

【図4】 従来技術のアルミニウム反射体及び図2のコートアルミニウム反射体について、波長に対してパワー吸収をプロットしたものを対比したグラフである。

30

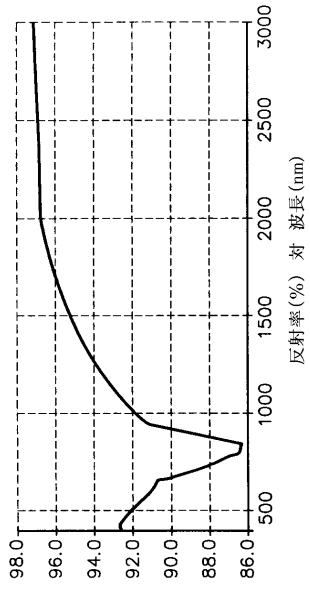
【符号の説明】

10 反射体

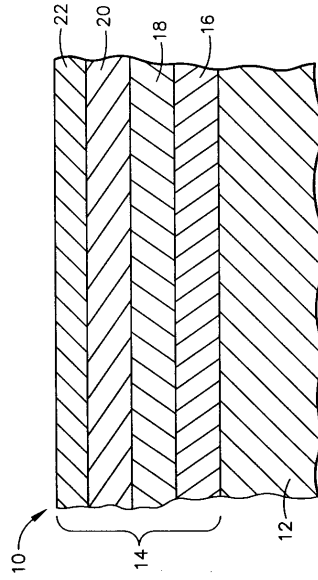
12 アルミニウム基材

14 セラミックコーティング系

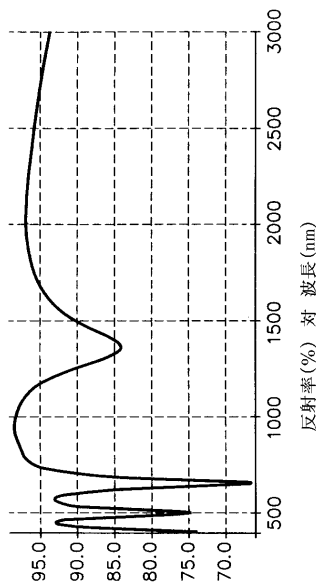
【図1】



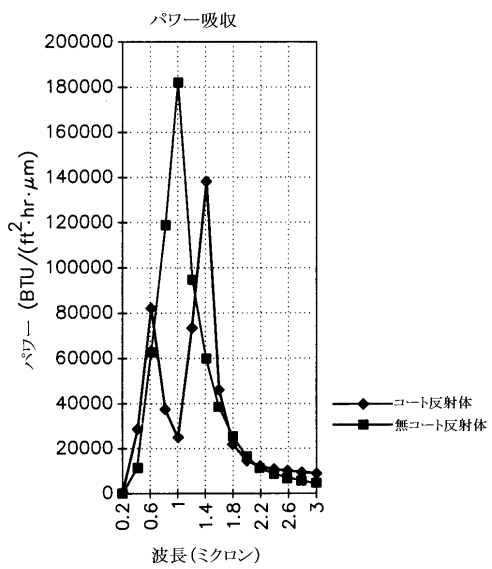
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 K 7/00 (2006.01) H 0 1 K 7/00 E

(72)発明者 ジョン・フレデリック・アカーマン

アメリカ合衆国、ワイオミング州、ララミイ、パロミノ・ドライブ、1514番

(72)発明者 ジョン・マシュー・パワーズ

アメリカ合衆国、ケンタッキー州、インディペンデンス、インディペンデンス・ステーション・ロード、890番

(72)発明者 トーマス・フローズ・プロデリック

アメリカ合衆国、オハイオ州、スプリングボロ、アレック・コート、8478番

審査官 中里 翔平

(56)参考文献 実開昭61-72389(JP,U)  
特開昭56-28487(JP,A)  
特開昭60-195502(JP,A)  
特開昭61-219004(JP,A)  
特開平7-333542(JP,A)  
特開平6-198438(JP,A)  
特開平10-27955(JP,A)  
実開昭59-185596(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 3/00  
B23K 9/23  
B23K 9/235  
B23K 31/00  
B23K 37/00  
G02B 5/08  
H01K 7/00