

(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2015-137367
(P2015-137367A)

(43) 公開日 平成27年7月30日(2015.7.30)

(51) Int.Cl.

C 2 3 C 24/04 (2006.01)
F 0 2 C 7/00 (2006.01)

F I

C 2 3 C 24/04
F 0 2 C 7/00
F 0 2 C 7/00

テーマコード (参考)

4 K 0 4 4
C
D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-7763 (P2014-7763)
(22) 出願日 平成26年1月20日 (2014. 1. 20)

(71) 出願人 000000099
株式会社 I H I
東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和
(74) 代理人 100100712
弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
(74) 代理人 100101247
弁理士 高橋 俊一
(74) 代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
(74) 代理人 100098327
弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

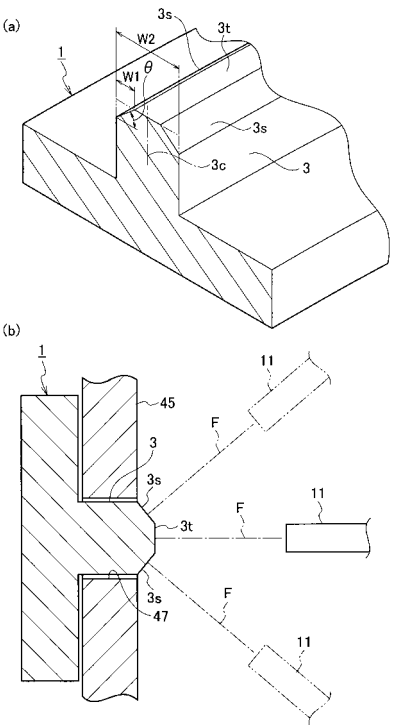
(54) 【発明の名称】 エンジン部品の肉盛形成方法及びガスタービンエンジン用のエンジン部品

(57) 【要約】

【課題】 ニッケル合金からなるエンジン部品 1 における狭幅のボス 3 の修理又は成形等にコールドスプレーの技術を適用すること。

【解決手段】 ニッケル合金の粉末の融点よりも低い温度の作動ガスを超音速流 F として、環状でかつ狭幅のボス 3 の先端面 3 t 及び一對の傾斜面 3 s に向かってそれぞれ直交する側から噴射させることにより、作動ガスに同伴したニッケル合金の粉末を固相状態のまま環状でかつ狭幅のボス 3 の先端面 3 t 及び一對の傾斜面 3 s にそれぞれ衝突させて、環状のボス 3 の先端面 3 t 側にニッケル合金からなる肉盛 B を形成する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ニッケル合金又はアルミ合金からなるガスタービンエンジン用のエンジン部品における狭幅のボスの先端面側に、ニッケル合金又はアルミ合金からなる肉盛を形成するエンジン部品の肉盛形成方法において、

前記エンジン部品における狭幅の前記ボスの前記先端面の両側に、前記ボスの先端方向に向かって前記ボスの幅中心に漸次近くなるような傾斜面をそれぞれ形成する傾斜面形成工程と、

前記傾斜面形成工程の終了後に、ニッケル合金又はアルミ合金の粉末の融点よりも低い温度の作動ガスを超音速流として、前記ボスの前記先端面及び一对の前記傾斜面に向かってそれぞれ直交する側から噴射させることにより、前記作動ガスに同伴したニッケル合金又はアルミ合金の粉末を固相状態のままで前記ボスの前記先端面及び一对の前記傾斜面にそれぞれ衝突させて、前記ボスの前記先端面側に前記肉盛を形成する肉盛形成工程と、を具備したことを特徴とするエンジン部品の肉盛形成方法。

10

【請求項 2】

前記肉盛形成工程の終了後に、前記肉盛を最終形状に仕上げる仕上げ工程を具備したことを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン部品の肉盛形成方法。

【請求項 3】

前記ボスの幅方向に対する前記ボスの前記傾斜面の傾斜角は、30～45度 に設定されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のエンジン部品の肉盛形成方法。

20

【請求項 4】

ニッケル合金又はアルミ合金からなるガスタービンエンジン用のエンジン部品において、

請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載のエンジン部品の肉盛形成方法によってボスの先端面側に肉盛が形成されていることを特徴とするガスタービンエンジン用のエンジン部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ニッケル合金又はアルミ合金からなるガスタービンエンジン用のエンジン部品における狭幅のボスの先端面側に、ニッケル合金又はアルミ合金からなる肉盛を形成するエンジン部品の肉盛形成方法等に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、材料粉末の融点よりも低い温度の作動ガスを超音速流として、被処理物の表面に向かって直交する側から噴射させることにより、作動ガスに同伴した材料粉末を固相状態のままで被処理物の表面に衝突させて緻密な組織でかつ密着強度の高い肉盛又は被膜を形成するコールドスプレーの技術が注目されている。また、ガスタービンエンジンの分野においても、ガスタービンエンジン用のエンジン部品の修理又は製造にコールドスプレーの技術を適用する試みが検討されている。

40

【0003】

なお、本発明に関連する先行技術として、特許文献 1 から特許文献 3 に示すものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011-240314 号公報

【特許文献 2】特開 2005-95886 号公報

【特許文献 3】特開 2010-209437 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、ニッケル合金からなる試験品における狭幅のボスの先端面側（先端面）に、コールドスプレーによってニッケル合金からなる肉盛を形成した場合に、図5Aに示すように、その肉盛の断面形状が略矩形（矩形に近い形状を含む）になるのではなく、約80度（90度に近い鋭角）の頂部を有する山形状になることが判明した。また、同様に、アルミ合金からなる試験品における狭幅のボスの先端面側に、コールドスプレーによってアルミ合金からなる肉盛を形成した場合にも、同様の現象が見られた。換言すれば、ニッケル合金等からなるガスタービンエンジン用のエンジン部品における狭幅のボスの先端面側に、コールドスプレーによってニッケル合金等からなる肉盛を形成しても、その肉盛の厚みをボスの幅方向に亘って十分に確保できないことが判明した。つまり、ニッケル合金等からなるガスタービンエンジン用のエンジン部品における狭幅のボスの修理又は成形等にコールドスプレーの技術を適用することは困難であるという問題がある。

10

【0006】

そこで、本発明は、前述の問題を解決することができる、新規な構成のエンジン部品の肉盛形成方法等を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の特徴は、ニッケル合金又はアルミ合金からなるガスタービンエンジン用のエンジン部品における狭幅のボスの先端面側（先端面）に、ニッケル合金又はアルミ合金からなる肉盛を形成するエンジン部品の肉盛形成方法において、前記エンジン部品における狭幅の前記ボスの前記先端面の両側に、前記ボスの先端方向に向かって前記ボスの幅中心に漸次近くなるような傾斜面をそれぞれ形成する傾斜面形成工程と、前記傾斜面形成工程の終了後に、ニッケル合金又はアルミ合金の粉末の融点よりも低い温度の作動ガスを超音速流として、前記ボスの前記先端面及び一対の前記傾斜面に向かってそれぞれ直交する側から噴射させることにより、前記作動ガスに同伴したニッケル合金又はアルミ合金の粉末を固相状態のままで前記ボスの前記先端面及び一対の前記傾斜面にそれぞれ衝突させて、前記ボスの前記先端面側に前記肉盛を形成する肉盛形成工程と、を具備したことを要旨とする。

20

【0008】

なお、本願の明細書及び特許請求の範囲において、「狭幅」とは、5mm以下の幅のことをいう。また、「前記ボスの前記先端面の両側に傾斜面をそれぞれ形成する」とは、予め前記ボスの前記先端面の一侧に傾斜面が形成されている場合に、前記ボスの前記先端面の他側に傾斜面を形成することを含む意である。

30

【0009】

本発明の第1の特徴によると、前記エンジン部品における狭幅の前記ボスの前記先端面の両側に前記傾斜面をそれぞれ形成した後に、前記作動ガスを超音速流として前記ボスの前記先端面及び一対の前記傾斜面に向かってそれぞれ直交する側から噴射させるため、コールドスプレーによって前記ボスの前記先端面及び一対の前記傾斜面に頂部を有する断面山形の肉盛（山形肉盛）をそれぞれ形成することができる。これにより、コールドスプレーによって前記ボスの先端面側に複数の前記山形肉盛からなる前記肉盛を形成して、前記肉盛の厚みを前記ボスの幅方向に亘って十分に確保することができる。

40

【0010】

本発明の第2の特徴は、ニッケル合金又はアルミ合金からなるガスタービンエンジン用のエンジン部品において、第1の特徴からなるエンジン部品の肉盛形成方法によってボスの先端面側（先端面）に肉盛が形成されていることを要旨とする。

【0011】

本発明の第2の特徴によると、本発明の第1の特徴による作用と同様の作用を奏する。

【発明の効果】

【0012】

50

本発明によれば、コールドスプレーによって前記エンジン部品における狭幅の前記ボスの先端面側に複数の前記山形肉盛からなる前記肉盛を形成して、前記肉盛の厚みを前記ボスの幅方向に亘って十分に確保できるため、ニッケル合金等からなる前記エンジン部品における狭幅の前記ボスの修理又は成形等にコールドスプレーの技術を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1(a)は、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法における傾斜面形成工程を説明する模式的な図、図1(b)は、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法における肉盛形成工程を説明する模式的な図である。

10

【図2】図2(a)は、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法における肉盛形成工程を説明する模式的な図、図2(b)は、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法における仕上げ工程を説明する模式的な図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法に用いられる回転作動装置及びコールドスプレー装置を説明する模式的な図である。

【図4】図4(a)は、図4(c)におけるIVA-IVA線に沿った拡大断面図、図4(b)は、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法の形成対象であるガスタービンエンジン用のエンジン部品の一部の模式的な断面斜視図、図4(c)は、ガスタービンエンジン用のエンジン部品の一部を示す模式的な図である。

【図5A】図5Aは、ニッケル合金からなる試験品における狭幅のボスの先端面側にコールドスプレーによって形成された肉盛を示す写真図である。

20

【図5B】図5Bは、ニッケル合金からなるエンジン部品における狭幅のボスの先端面側に本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法によって形成された肉盛を示す写真図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態について図1から図4、及び図5Bを参照して説明する。

【0015】

まず、図4(a)(b)(c)を参照して、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法の形成対象であるガスタービンエンジン用のエンジン部品1について簡単に説明する。

30

【0016】

エンジン部品1は、ガスタービンエンジンの低圧タービン(図示省略)に用いられる環状のシール部品であって、環状のラビリンスシール(図示省略)を備えている。また、エンジン部品1は、ニッケル合金からなり、エンジン部品1には、環状でかつ狭幅のボス3が形成されている。ここで、エンジン部品1のボス3の先端面3tは、低圧タービンにおけるタービンディスク(図示省略)との接触によってフレットング摩耗が生じる部位である。

【0017】

次に、図3を参照して、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法に用いられるコールドスプレー装置5について説明する。

40

【0018】

コールドスプレー装置5は、コールドスプレーによってエンジン部品1のボス3の先端面3t側にニッケル合金からなる肉盛Bを形成する装置であって、多関節ロボットにおけるロボットアーム7の先端部に装着されている。また、コールドスプレー装置5は、筐体9と、この筐体9の側面に着脱可能に設けられかつ作動ガスを超音速流Fとして噴射するノズル11と、筐体9内に設けられかつノズル11に作動ガスを供給するガス供給ユニット13とを備えている。なお、作動ガスとしては、窒素、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスが用いられる。そして、コールドスプレー装置5におけるガス供給ユニット13の具体的な構成は、次のようになる。

50

【0019】

筐体9内には、高圧の作動ガスをノズル11の内部に供給するためのメイン配管15が配設されており、このメイン配管15の一端は、ノズル11の内部に接続されている。また、メイン配管15の他端は、例えば40気圧以上の高圧の窒素等の作動ガスを貯留するガス供給源としてのガスボンベ（図示省略）に連絡配管17を介して接続されている。更に、メイン配管15の途中には、メイン配管15の開口度（流通度）を調節するバルブ19が配設されている。更に、メイン配管15の途中におけるバルブ19とノズル11との間には、作動ガスをニッケル合金の粉末の融点よりも低い所定の高温まで加熱する抵抗加熱式のヒータ21が配設されている。

【0020】

筐体9内には、ニッケル合金の粉末を同伴した作動ガスをノズル11の内部に供給するためのサブ配管23が配設されており、このサブ配管23の一端は、ノズル11の内部に接続されている。また、サブ配管23の他端は、メイン配管15の途中におけるバルブ19よりも他端側（メイン配管15の他端側）に分岐接続されている。更に、サブ配管23の途中には、サブ配管23の開口度（流通度）を調節するバルブ25が配設されている。そして、サブ配管23の途中におけるバルブ25とノズル11との間には、ニッケル合金の粉末を供給する粉末供給源として粉末供給器27が配設されている。

【0021】

図3を参照して、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法に用いられる回転作動装置29について説明する。

【0022】

回転作動装置29は、エンジン部品1をその軸心（エンジン部品1の軸心）周りに回転させるための装置である。また、回転作動装置29は、離隔対向した一对の支持フレーム31を備えており、一对の支持フレーム31の間には、回転軸33が複数の軸受35を介して水平な軸心（回転軸33の軸心）周りに回転可能に設けられている。更に、一方の支持フレーム31の近傍には、回転軸33を回転させる回転モータ37が設けられている。

【0023】

回転軸33には、環状の治具39が同心状かつ一体的に設けられており、この治具39は、エンジン部品1を同心状に一体的にセットするものであって、治具39には、エンジン部品1を収容する環状の収容部（収容空間）41が設けられている。なお、回転軸33における一方の支持フレーム31と治具39との間には、スペーサ43が介在されている。

【0024】

治具39の収容部41の開口側には、環状のマスキング部材45が着脱可能に設けられており、このマスキング部材45は、室温での硬度HV950以上の材料、例えば超硬合金又はハイス鋼（高速度鋼）からなるものである。また、マスキング部材45には、エンジン部品1のボス3を挿通させるための環状の挿通穴47が形成されている。

【0025】

続いて、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法について説明する。

【0026】

本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法は、ニッケル合金からなるエンジン部品1における環状でかつ狭幅のボス3の先端面3t側に、ニッケル合金からなる肉盛Bを形成するための方法である。また、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法は、傾斜面形成工程と、肉盛形成工程と、仕上げ工程とを具備している。そして、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法における各工程の具体的な内容は、次のようになる。

【0027】

傾斜面形成工程

図1(a)に示すように、エンジン部品1における環状でかつ狭幅のボス3の先端面3tの両側（内周側及び外周側）に、ボス3の先端方向に向かってボス3の幅中心3cに漸

10

20

30

40

50

次近くなるような傾斜面 3 s を機械加工又は手加工によってそれぞれ形成する。また、ボス 3 の先端面 3 t に欠陥等がある場合には、傾斜面 3 s を形成する前に、機械加工又は手加工によって欠陥等を除去して、ボス 3 の先端面 3 t を平坦にする。なお、予めボス 3 の先端面 3 t の一側（内周側又は外周側）に傾斜面 3 s が形成されている場合には、ボス 3 の先端面 3 t の他側（外周側又は内周側）に傾斜面 3 s を機械加工又は手加工によって形成するだけで構わない。

【0028】

ここで、ボス 3 の幅方向に対するボス 3 の傾斜面 3 s の傾斜角 θ は、30°～45°に設定されている。ボス 3 の各傾斜面 3 s の傾斜角 θ を 30°以上に設定されるようにしたのは、肉盛形成工程において、肉盛 B の厚みをボス 3 の幅方向に亘ってより十分に確保するためである。ボス 3 の各傾斜面 3 s の傾斜角 θ を 45°以下に設定されるようにしたのは、肉盛形成工程において、エンジン部品 1 に対するコールドスプレー装置 5 の動作範囲（移動範囲）の拡大を抑えて、コールドスプレー装置 5 の成膜効率を高めるためである。

【0029】

ボス 3 の傾斜面 3 s の幅 W1 は、ボス 3（ボス 3 の先端側）の幅 W2 の $1/3 \sim 2/5$ 倍、具体的には、0.5～2.0 mm に設定されている。ボス 3 の傾斜面 3 s の幅 W1 を前記の範囲に設定されるようにしたのは、肉盛形成工程において、肉盛 B の厚みをボス 3 の幅方向に亘ってより十分に確保するためである。

【0030】

肉盛形成工程

傾斜面形成工程の終了後に、図 3 に示すように、エンジン部品 1 を治具 39 の収容部 41 に収容した状態で治具 39 と同心状に一体的にセットする。次に、治具 39 の収容部 41 の開口側に環状のマスキング部材 45 を装着して、エンジン部品 1 のボス 3 をマスキング部材 45 の挿通穴 47 に挿通させる。これにより、コールドスプレーによって肉盛 B を形成するための準備が終了する。

【0031】

前記準備の終了後に、バルブ 19 によってメイン配管 15 の開口度を調節して、所定の高温でかつ高圧の作動ガスをメイン配管 15 からノズル 11 の内部に供給すると共に、バルブ 25 によってサブ配管 23 の開口度を調節して、ニッケル合金の粉末を同伴した高圧の作動ガスをサブ配管 23 からノズル 11 の内部に供給する。また、回転モータ 37 の駆動により回転軸 33 を回転させて、エンジン部品 1 を治具 39 及び回転軸 33 と一体的に回転させると共に、ロボットアーム 7 を適宜方向に移動制御して、エンジン部品 1 に対するノズル 11 の姿勢を適宜に変更する。これにより、図 1（b）に示すように、ニッケル合金の粉末の融点よりも低い温度の作動ガスを超音速流 F として、環状でかつ狭幅のボス 3 の先端面 3 t 及び一対の傾斜面 3 s に向かってそれぞれ直交する側から噴射させることができる。すると、図 2（a）に示すように、作動ガスに同伴したニッケル合金の粉末を固相状態のままで環状でかつ狭幅のボス 3 の先端面 3 t 及び一対の傾斜面 3 s にそれぞれ衝突させて、環状のボス 3 の先端面 3 t 側にニッケル合金からなる肉盛 B を形成することができる。なお、ボス 3 の先端面 3 t 及び一対の傾斜面 3 s に向かって作動ガスをそれぞれ噴射させる順番は、適宜に変更可能である。

【0032】

ボス 3 の先端面 3 t 側に肉盛 B を形成した後に、治具 39 の収容部 41 の開口側からマスキング部材 45 を離脱させて、治具 39 からエンジン部品 1 を取り外す。

【0033】

仕上げ工程

肉盛形成工程の終了後に、図 2（b）に示すように、ボス 3 の先端面 3 t からの肉盛 B の厚みが所定の厚み T になるようにしつつ、機械加工又は手加工によって肉盛 B を最終形状に仕上げる。

【0034】

以上により、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法の実施が終了する。

【0035】

続いて、本発明の実施形態の作用及び効果について説明する。

【0036】

エンジン部品1における環状でかつ狭幅のボス3の先端面3tの両側に傾斜面3sをそれぞれ形成した後に、作動ガスを超音速流Fとしてボスの先端面3t及び一对の傾斜面3sに向かってそれぞれ直交する側から噴射させるため、コールドスプレーによってボス3の先端面3t及び一对の傾斜面3sに約80度(90度に近い鋭角)の頂部Mtを有する断面山形の肉盛(山形肉盛)Mをそれぞれ形成することができる。これにより、コールドスプレーによってボス3の先端面3t側に複数の山形肉盛Mからなる肉盛Bを形成して、肉盛Bの厚みをボス3の幅方向に亘って十分に確保することができる(図5B参照)。

10

【0037】

マスキング部材45が超硬合金又はハイス鋼からなる場合には、マスキング部材45の硬度がエンジン部品1の硬度よりも十分に高いため、肉盛形成工程中に、作動ガスに同伴したニッケル合金の粉末がマスキング部材45の表面に衝突しても、マスキング部材45の表面に被膜が形成され難く、マスキング部材45とボス3との連結(ブリッジ)を抑えることができる。

【0038】

従って、本発明の実施形態によれば、コールドスプレーによってボス3の先端面3t側に複数の山形肉盛Mからなる肉盛Bを形成して、肉盛Bの厚みをボス3の幅方向に亘って十分に確保できるため、ニッケル合金からなるエンジン部品1における狭幅のボス3の修理又は成形等にコールドスプレーの技術を適用することができる。特に、マスキング部材45が超硬合金又はハイス鋼からなる場合には、マスキング部材45とボス3との連結を抑えることができるため、ニッケル合金からなるエンジン部品1における狭幅のボス3の修理又は成形等にコールドスプレーの技術を有効かつ簡単に適用することができる。

20

【0039】

なお、本発明は、前述の実施形態の説明に限られるものではなく、例えば、次のように、種々の態様で実施可能である。

【0040】

即ち、ニッケル合金からなるガスタービンエンジン用のエンジン部品1に代えて、アルミ合金からなるガスタービンエンジン用のエンジン部品(図示省略)を本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法の形成対象にしても構わない。この場合には、サブ配管23の途中におけるバルブ25とノズル11との間に、粉末供給器27に代えて、アルミ合金の粉末を供給する粉末供給源としてべつの粉末供給器(図示省略)が配設されることになる。また、ガスタービンエンジン用のエンジン部品1のボス3の形状は環状の形状に限るものでなく、円弧状又は直線状に延びた形状、矩形形状等であっても構わない。

30

【0041】

そして、本発明に包含される権利範囲は、前述の実施形態に限定されないものでなく、本発明の実施形態に係るエンジン部品の肉盛形成方法によってボス3の先端面3t側に肉盛Bが形成されたガスタービンエンジン用のエンジン部品1にも及ぶものである。

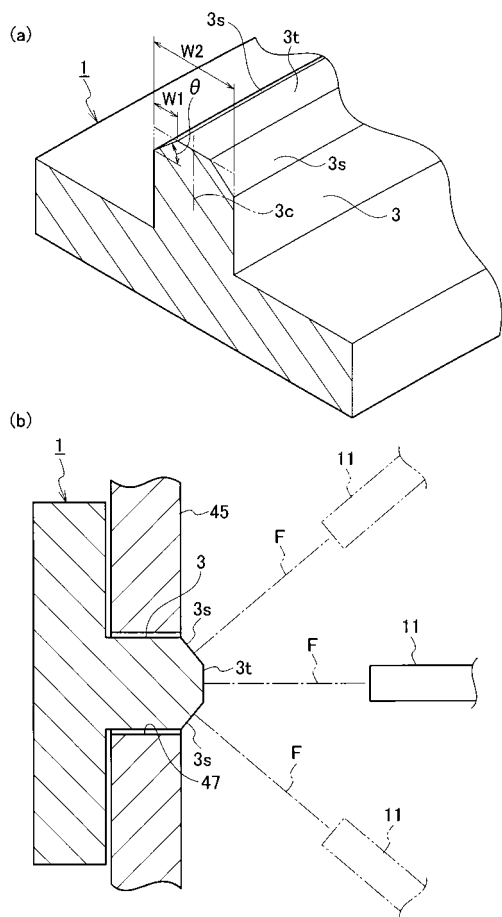
【符号の説明】

40

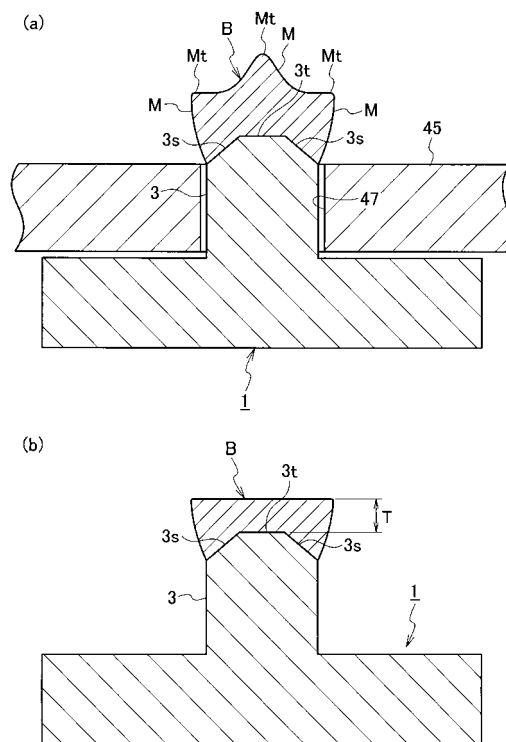
【0042】

B:肉盛、M:山形肉盛、Mt:頂部、F:超音速流、1:ガスタービンエンジン用のエンジン部品、3:ボス、3c:幅中心、3t:先端面、3s:傾斜面、5:コールドスプレー装置、7:ロボットアーム、9:筐体、11:ノズル、13:ガス供給ユニット、15:メイン配管、19:バルブ、21:ヒータ、23:サブ配管、25:バルブ、27:粉末供給器、29:回転作動装置、31:支持フレーム、33:回転軸、37:回転モータ、39:治具、41:収容部、45:マスキング部材、47:挿通穴

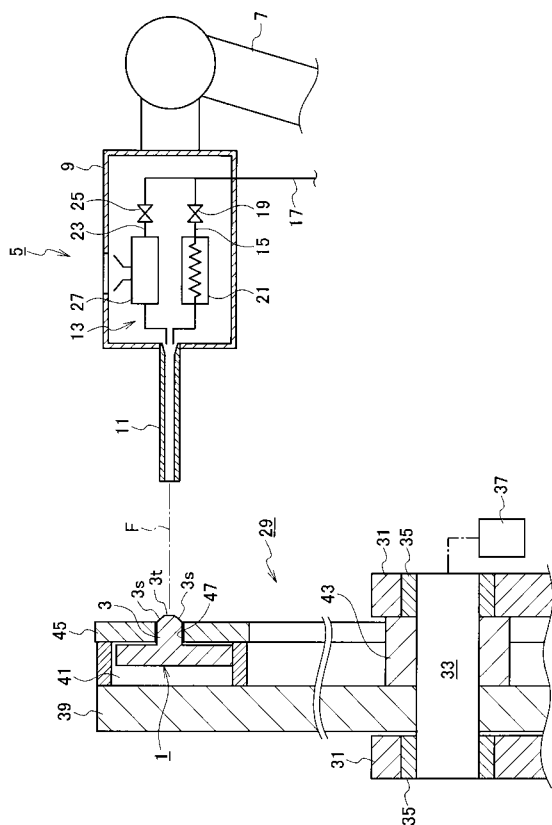
【図 1】



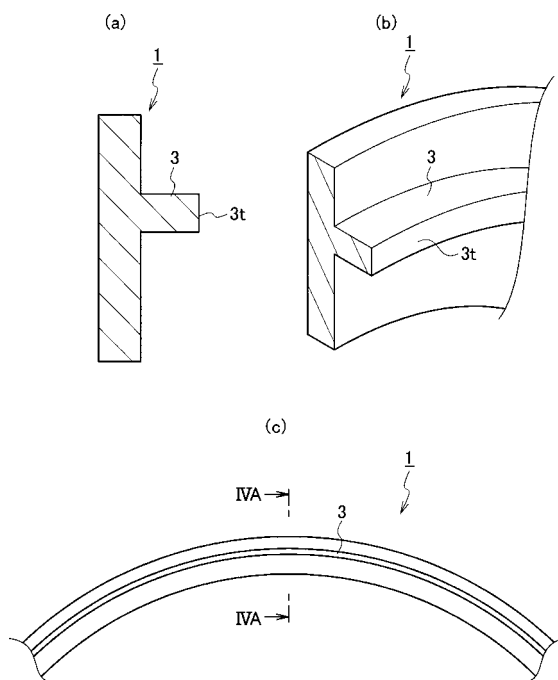
【図 2】



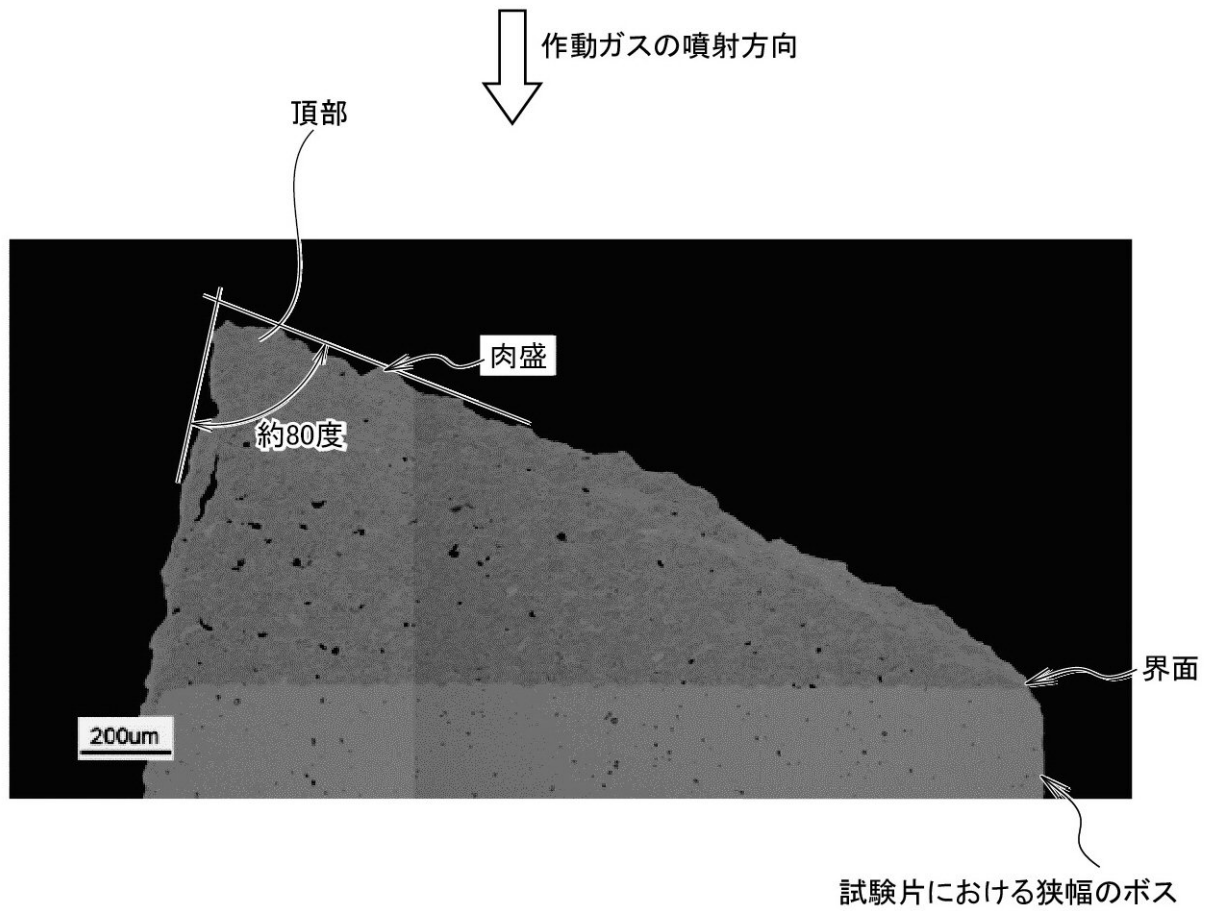
【図 3】



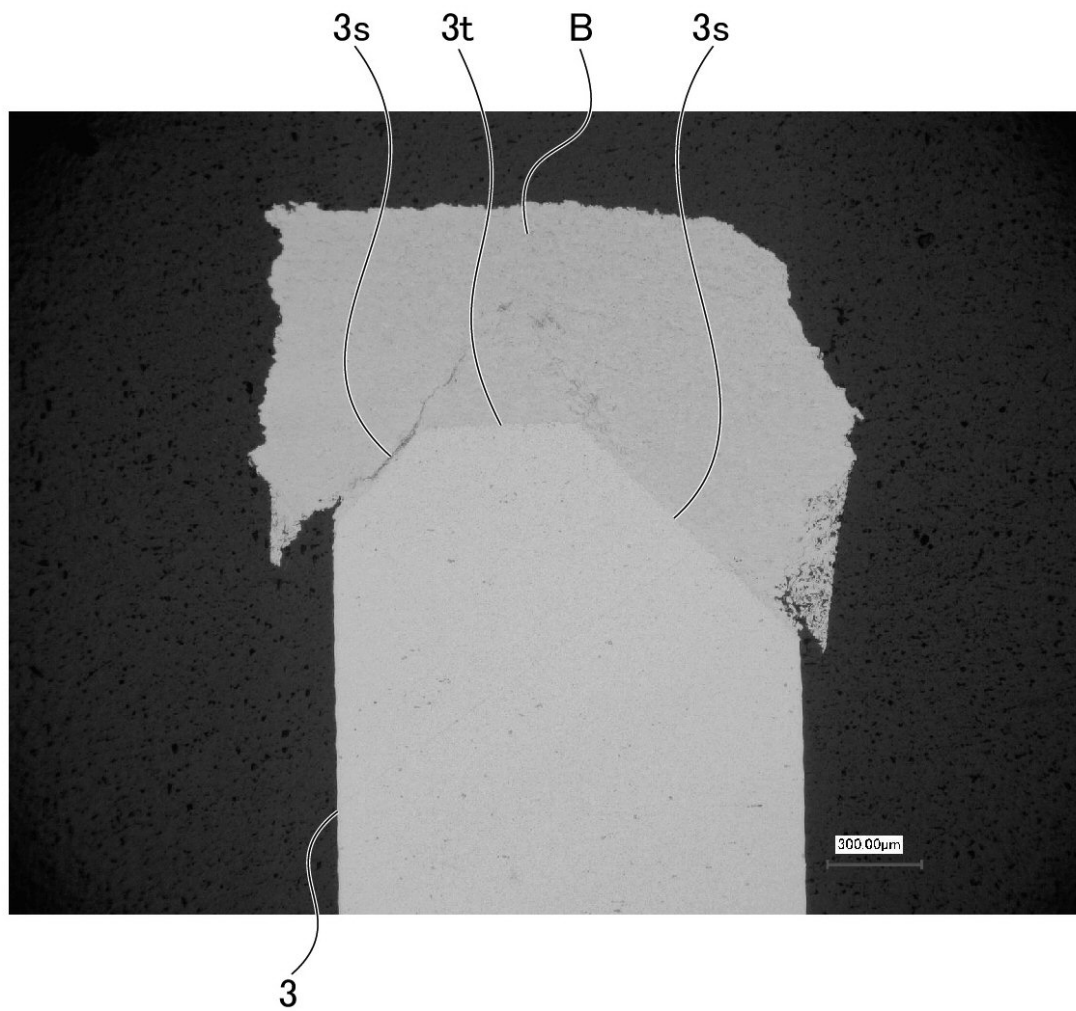
【図 4】



【図 5 A】



【図 5 B】



フロントページの続き

(72)発明者 兼清 直樹
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内

(72)発明者 永林 良一
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内

(72)発明者 柿沼 和彦
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内

(72)発明者 岡村 達磨
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内

Fターム(参考) 4K044 AA06 AB10 BA06 BA10 BB01 BB10 CA23 CA24 CA67