

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年8月25日(25.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/132502 A1

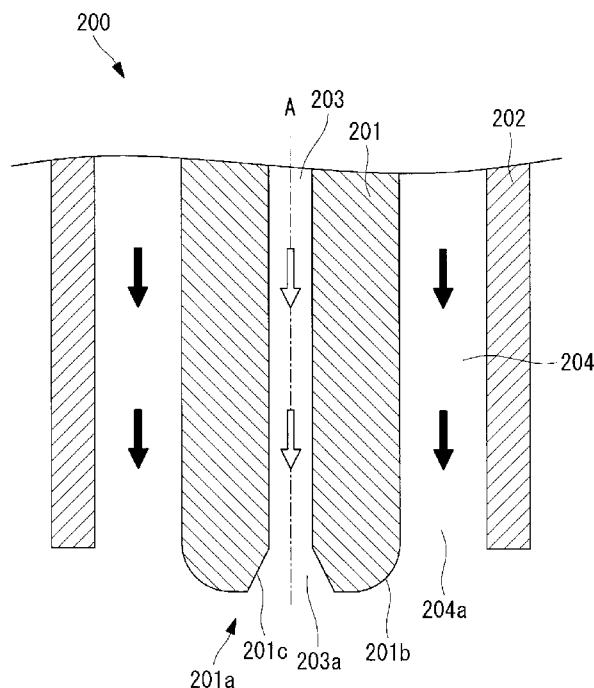
- (51) 国際特許分類:
B23K 26/144 (2014.01) F01D 5/28 (2006.01)
B23K 26/342 (2014.01) F01D 25/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/054585
- (22) 国際出願日: 2015年2月19日(19.02.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 永井 尚教(NAGAI, Naonori); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 奥田 剛久(OKUDA, Takehisa); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 染谷 諭(SOMETANI, Satoshi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 松波 康朗(MATSUNAMI, Yasuo); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: WELDING DEVICE, WELDING METHOD, AND TURBINE BLADE

(54) 発明の名称: 溶接装置、溶接方法、及びタービン翼

[図2]



(57) Abstract: Provided is a welding device provided with a cylindrical powder nozzle (201) for supplying powder gas, which includes a powdered welding material, toward a position of laser light irradiation on base material and a cylindrical shield nozzle (202) positioned coaxially so as to cover the outer peripheral surface of the powder nozzle (201) for supplying shielding gas for isolating the position of laser light irradiation. The outer peripheral surface (201b) in the vicinity of a tip part (201a) of the powder nozzle (201) has a shape wherein the diameter decreases gradually toward the tip part (201a) of the powder nozzle (201), and the cross-sectional shape is an arc shape in a cross-section through a center axis (A) of the powder nozzle (201).

(57) 要約: 母材のレーザ光照射位置に向けて、粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給する筒状のパウダーノズル(201)と、パウダーノズル(201)の外周面を覆うように同軸に配置され、レーザ光照射位置を隔離するためのシールドガスを供給する筒状のシールドノズル(202)とを備え、パウダーノズル(201)の先端部(201a)近傍の外周面(201b)は、パウダーノズル(201)の先端部(201a)に向けて漸次外径が小さくなる形状であり、パウダーノズル(201)の中心軸(A)を通る断面での断面形状が円弧形状となっている溶接装置を提供する。



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：溶接装置、溶接方法、及びタービン翼

技術分野

[0001] 本発明は、溶接装置、溶接方法、及びタービン翼に関する。

背景技術

[0002] 蒸気タービン翼は、蒸気中の凝縮水滴や酸化鉄を主体とする微細な固体粒子から受ける衝撃作用によって浸食され、表面が磨耗するおそれがある。蒸気タービン翼の前方（蒸気流の上流側）である前縁部に耐エロージョン層（耐浸食層）を形成することにより、蒸気タービン翼の浸食が抑制される。

[0003] 特許文献1には、表面にホウ化処理層が形成されたエロージョンシールドを、蒸気タービン翼の基体に接合することによって、耐エロージョン層を形成することが開示されている。また、特許文献2には、タービン回転翼の翼形状の一部である翼リーディングエッジ部を切り取り、レーザによる肉盛溶接を用いて耐エロージョン層を形成することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特公昭61-12082号公報

特許文献2：特許第4901413号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 蒸気タービン翼の基体に接合される耐エロージョン層として、例えば、コバルトを主成分とするステライト（登録商標）等の耐摩耗性の高い材料が使用される。コバルト基合金などの材料を基体に接合する方法として、ろう付けやTIG（Tungsten Inert Gas）溶接による肉盛溶接が用いられる。しかし、ろう付けによる接合の場合、接合不良等の不具合が発生しやすく、広範囲に渡って加熱することによる蒸気タービン翼の変形も生じやすいという問題がある。また、TIG溶接による接合の場合、コバル

ト基合金などの溶接材料が母材によって希釈化され、耐エロージョン層の硬さが低下するという問題がある。

[0006] レーザの照射位置に粉体の溶接材料を含んだガス（以下、パウダーガスという。）を吹き付けることにより肉盛溶接を行う方法を用いる場合、ろう付けやTIG溶接の不具合を抑制することができる。このレーザを用いた肉盛溶接においては、溶接対象物のレーザ光照射位置において溶接部が酸素と反応すると、スパッタが発生する。溶接部への酸素の侵入を遮断してスパッタの発生を防止するために、アルゴンガスやヘリウムガスをシールドガスとして用いることが知られている。

[0007] しかしながら、シールドガスに大規模な渦構造が発生すると、周囲の空気に含まれる酸素が溶接部に導かれてスパッタが発生し、溶接の品質が低下してしまうこととなる。

ここでいう渦構造には、シールドガスの流れ方向に直交する渦軸を持つ横渦と、シールドガスの流れ方向に平行な渦軸を持つ縦渦の両方が含まれる。横渦はシールドガスとシールドガスが流通するシールドノズルの壁面との摩擦や剥離が原因で発生し、縦渦はシールドガスの噴流が原因で発生する。

[0008] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制し、レーザを用いた高品質の肉盛溶接を行うことができる溶接装置、溶接方法、及びその溶接方法により溶接されたタービン翼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

[0009] 本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明の第1態様に係る溶接装置は、溶接対象物のレーザ光照射位置に対して、粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給する筒状のパウダーノズルと、前記パウダーノズルの外周面を覆うように同軸に配置され、前記レーザ光照射位置を隔離するためのシールドガスを供給する筒状のシールドノズルとを備え、前記パウダーノズルの先端部近傍の外周面は、前記パウダーノズルの前記先端部に向けて漸次外径が小さくなる形状であり、前記パウダーノ

ズルの中心軸を通る断面での断面形状が円弧形状となっている。

[0010] 本発明の第1態様に係る溶接装置は、溶接対象物のレーザ光照射位置に対して筒状のパウダーノズルから粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給して、肉盛溶接を行う。レーザ光照射位置には、パウダーノズルの外周面を覆うように同軸に配置された筒状のシールドノズルからシールドガスが供給され、レーザ光照射位置が隔離される。パウダーノズルの先端部近傍の外周面は、パウダーノズルの先端部に向けて外径が漸次小さくなる円弧形状となっている。

[0011] パウダーノズルの先端部が円弧形状となっているため、パウダーノズルの外周面に沿ってシールドノズルから流出するシールドガスの剥離が抑制され、シールドガスの流れ方向に直交する渦軸を持つ横渦が発生しにくい。また、横渦の抑制により渦度生成が抑制されるため、シールドガスの噴流中で横渦の渦軸が傾くことによる縦渦の発生も抑制される。そして、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制することにより、渦構造の発生によって周囲の大気（酸素）が溶接部に侵入することが防止される。

従って、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制し、レーザを用いた高品質の肉盛溶接を行うことができる。

[0012] 本発明の第1態様の溶接装置においては、前記パウダーノズルの先端部近傍の内周面が、前記パウダーノズルの前記先端部に向けて漸次内径が大きくなる形状であり、前記パウダーノズルの中心軸を通る断面での断面形状が円弧形状となる構成であってもよい。この構成では、パウダーノズルの先端部が円弧形状となっているため、パウダーノズルの内周面に沿ってパウダーノズルから流出するパウダーガスに、パウダーガスの流れ方向に直交する渦軸を持つ横渦が発生しにくい。また、横渦の抑制により渦度生成が抑制されるため、パウダーガスの噴流中で横渦の渦軸が傾くことによる縦渦の発生も抑制される。これにより、パウダーガスに渦構造が発生し、それに起因してシールドガスに渦構造が発生するという不具合が防止される。

[0013] 本発明の第2態様の溶接装置は、溶接対象物のレーザ光照射位置に対して

、粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給する筒状のパウダーノズルと、前記パウダーノズルの外周面を覆うように同軸に配置され、前記レーザ光照射位置を隔離するためのシールドガスを供給する筒状のシールドノズルとを備え、前記シールドノズルの先端部近傍の内周面に、前記シールドガスによる渦の発生を抑制する渦抑制部材が設けられている。

[0014] 本発明の第2態様に係る溶接装置は、溶接対象物のレーザ光照射位置に対して筒状のパウダーノズルから粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給して、肉盛溶接を行う。レーザ光照射位置には、パウダーノズルの外周面を覆うように同軸に配置された筒状のシールドノズルからシールドガスが供給され、レーザ光照射位置が隔離される。シールドノズルからレーザ光照射位置に供給されるシールドガスは、シールドノズルの先端部近傍の内周面に設けられた渦抑制部材によりシールドガスによる渦の発生が抑制される。

[0015] シールドノズルの先端部近傍の内周面に渦抑制部材が設けられているため、シールドノズルから流出するシールドガスに、シールドガスの流れ方向に直交する渦軸を持つ横渦が発生しにくい。また、シールドガスの噴流中で横渦の渦軸が傾くことによる縦渦の発生も抑制される。シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制することにより、渦構造の発生によって周囲の大気（酸素）が溶接部に侵入することが防止される。

従って、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制し、レーザを用いた高品質の肉盛溶接を行うことができる。

[0016] 本発明の第2態様の溶接装置においては、前記渦抑制部材が、前記シールドノズルの中心軸に向けて突出する複数の突起部を備える構成であってもよい。この構成では、複数の突起部の近傍を通過するシールドガスに発生する渦が、複数の突起部により粉碎されるので、渦が成長することが抑制される。

[0017] 本発明に係る溶接方法は、本発明に係るいずれかの態様の溶接装置を用いてタービン翼前縁部分の基体と耐エロージョン性金属材料との接合部に粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給し、前記基体と前記耐エロージョン性

金属材料とを肉盛溶接する溶接工程を備える。

このようにすることで、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制し、レーザを用いた高品質の肉盛溶接を行う溶接方法を提供することができる。

[0018] 本発明に係るタービン翼は、本発明に係る溶接方法により耐エロージオン性金属材料が肉盛溶接されたことを特徴とする。

このようにすることで、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制し、レーザを用いた高品質の肉盛溶接が行われたタービン翼を提供することができる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制し、レーザを用いた高品質の肉盛溶接を行うことができる溶接装置、溶接方法、及びその溶接方法により溶接されたタービン翼を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の一実施形態の溶接装置を示す概略構成図である。

[図2]第1実施形態のノズル部の中心軸を通る断面での断面図である。

[図3]第1実施形態のノズル部を中心軸に沿ってみた図である。

[図4]第2実施形態のノズル部の中心軸を通る断面での断面図である。

[図5]第3実施形態のノズル部の中心軸を通る断面での断面図である。

[図6]比較例のノズル部の中心軸を通る断面での断面図である。

[図7]蒸気タービン翼を示す図である。

発明を実施するための形態

[0021] [第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態の溶接装置100について、図1を参照しながら説明する。

図1は本実施形態の溶接装置100を示す概略構成図である。

[0022] 溶接装置100は、溶接対象物である母材400にレーザを照射するとともに、母材400上のレーザ光照射位置Pに対して溶接材料を供給すること

により肉盛溶接を行う装置である。ここで、溶接材料は、ステライト（登録商標）等の耐エロージョン性金属材料を含むものである。

[0023] 溶接装置１００は、母材４００に対してレーザ光３０１を照射するレーザ部３００と、レーザ光照射位置Ｐに対して粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給するノズル部２００とを備えている。ノズル部２００は、中心軸Ａ周りに配置された筒状のパウダーノズル２０１とシールドノズル２０２の二重管構造となっている。シールドノズル２０２は、パウダーノズル２０１の外周面を覆うように中心軸Ａと同軸に配置される。

[0024] パウダーノズル２０１からレーザ光照射位置Ｐに対してパウダーガスが供給され、パウダーガスの外側を覆うように、シールドガスがレーザ光照射位置を大気（酸素）から隔離するように供給される。シールドガスとしては、アルゴンガスやヘリウムガスを用いるのが好ましい。パウダーガスとしては、粉体の溶接材料にアルゴンガスやヘリウムガスを混合して用いるのが好ましい。

[0025] ノズル部２００の中心軸Ａの延長線とレーザ部３００のレーザ光軸Ｂの延長線とは、母材４００の表面にて交差しており、その位置がレーザ光照射位置Ｐとなっている。

溶接装置１００は、レーザ光３０１が照射されるレーザ光照射位置Ｐに粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給することにより、レーザ光照射位置Ｐにおいて肉盛溶接を行う。

[0026] 溶接対象物である母材４００としては、種々のものを対象とすることができる。例えば、母材４００として、蒸気タービン翼１を対象とすることができる。蒸気タービン翼１は、蒸気タービンに利用され、図７に示されているように、根元部２と翼形部３とを備えている。根元部２は、蒸気タービンのロータに取り付けられる。翼形部３は、翼形に形成され、根元部２に固定されている。翼形部３は、根元部２が蒸気タービンのロータに取り付けられるときに、蒸気タービンを流れる蒸気に暴露される。

[0027] 翼形部３は、本体部分５と保護部６とを備えている。本体部分５は、概ね

翼形に形成され、根元部２に一体に形成されることにより根元部２に固定されている。保護部６は、ステライト（登録商標）から形成された薄板状の部材である。保護部６は、翼形部３の翼端の前縁部分を形成するように、本体部分５に接合されている。

[0028] 本実施形態の溶接装置１００は、保護部６と本体部分５を接合する際に、その接合部を溶接する装置として用いることができる。レーザ肉盛溶接に用いられるパウダーガスは、耐エロージョン性金属材料を含むので、ろう付けやＴＩＧ溶接により保護部６と本体部分５を接合する場合に比べ、耐エロージョン層の硬さが低下するといった問題を回避することができる。

[0029] 次に、図２及び図３を用いてノズル部２００の構成をより詳細に説明する。図２は、第１実施形態のノズル部２００の中心軸Ａを通る断面での断面図である。図３は、第１実施形態のノズル部を中心軸に沿ってみた図である。前述したように、ノズル部２００は、中心軸Ａ周りに配置された筒状のパウダーノズル２０１とシールドノズル２０２の二重管構造となっている。

[0030] パウダーノズル２０１の内周側は断面視が円形のパウダーガス流路２０３となっている。パウダーガス流路２０３はパウダーガス供給源（不図示）に連通しており、パウダーガス供給源から供給されるパウダーガスを図２中の矢印方向に沿って流通させる。

[0031] パウダーガス流路２０３の端部は、外部に開口したパウダーガス流出口２０３ａとなっている。パウダーガス流出口２０３ａから流出したパウダーガスは、レーザ光照射位置Ｐへと供給される。パウダーガス流出口２０３ａを形成するパウダーノズル２０１の先端部２０１ａ近傍の内周面には、テーパ部２０１ｃが設けられている。テーパ部２０１ｃは、パウダーノズル２０１の先端部２０１ａに向けて一定の勾配で内径が大きくなる形状となっている。

[0032] テーパ部２０１ｃの勾配は、パウダーノズル２０１から流出するパウダーガスが中心軸Ａから拡散する範囲（溶射の適用範囲）を規定するものである。このテーパ部２０１ｃの勾配と、ノズル部２００からレーザ光照射位置ま

での距離を適切に設定することにより、適切な範囲の溶接を行うことができる。

[0033] パウダーノズル 201 の外周面とシールドノズル 202 の内周面により仕切られ、中心軸 A に直交する方向の断面が円環形状となる空間は、シールドガス流路 204 となっている。シールドガス流路 204 は、シールドガス供給源（不図示）に連通しており、シールドガス供給源から供給されるシールドガスを図 2 中の矢印方向に沿って流通させる。

[0034] シールドガス流路 204 の端部は、外部に開口したシールドガス流出口 204a となっている。シールドガス流出口 204a から流出したシールドガスは、レーザ光照射位置 P を隔離するように、レーザ光照射位置 P を中心とした円環状の領域へと供給される。

[0035] パウダーノズル 201 の先端部 201a 近傍には、パウダーノズル 201 の先端部 201a に向けて漸次外径が小さくなる形状の外周面 201b が設けられている。図 2 に示すように、外周面 201b は、パウダーノズル 201 の中心軸 A を通る断面での断面形状が円弧形状となっている。

[0036] パウダーノズル 201 から流出するパウダーガスと、シールドノズル 202 から流出するシールドガスとは、それぞれパウダーガス流路 203 及びシールドガス流路 204 から流出した後に合流する。シールドガスは、レーザ光照射位置 P（溶接部）を、酸素を含む大気から隔離するためのガスである。パウダーガスとシールドガスとは、それぞれが混合しないように別の層となって流れるのが望ましい。

[0037] そのため、本実施形態の溶接装置 100 では、パウダーガスの流速とシールドガスの流速とが、略同じ速度となるように調整されている。パウダーガスの流速とシールドガスの流速とを略同じとすることで、パウダーガスとシールドガスが混合してしまう不具合を抑制することができる。この流速の調整は、パウダーガスの流量、パウダーガス流路 203 の流路幅、シールドガスの流量、シールドガス流路 204 の流路幅等の各種のパラメータを適切に設定することにより行われる。

- [0038] ここで、図6を用いて本実施形態の比較例について説明する。図6は、比較例のノズル部500の中心軸Aを通る断面での断面図である。比較例のノズル部500は、パウダーノズル501とシールドノズル502を備えている。また、パウダーノズル501にはパウダーガス流路503が設けられており、シールドノズル502の内周面とパウダーノズル501の外周面により仕切られた空間はシールドガス流路504となっている。
- [0039] 図2に示す本実施形態のノズル部200と図6に示す比較例のノズル部500を対比すると、ノズル部200の先端部201aには断面が円弧形状の外周面201bが設けられているのに対し、ノズル部500の先端部の近傍は中心軸Aに平行な外周面が設けられている点で異なる。また、図2に示す第1実施形態のシールドノズル202の先端部の位置よりも、図6に示す比較例のシールドノズル502の先端部の位置の方がシールドガスの流れ方向に沿って後退した位置となっている。
- [0040] 図6のノズル部500の先端部には、シールドガス流路から流出したシールドガスに発生する渦構造を模式的に示した矢印が示されている。この渦構造は、シールドガスの流れ方向に直交する渦軸を持つ横渦と、シールドガスの流れ方向に平行な渦軸を持つ縦渦の両方を含む。比較例のパウダーノズル501の先端部の近傍には、中心軸Aに平行な外周面が設けられている。そのため、ノズル部500の先端部を通過したシールドガスは中心軸Aに直交する方向に急激に拡散する。そのため、シールドガスの流れに乱れが生じ、シールドガスに渦構造505が発生する。
- [0041] また、比較例のシールドノズル502の先端部の位置はシールドガスの流れ方向に沿って後退した位置となっている。そのため、シールドノズル502の先端部を通過した位置では、中心軸Aに近い側にパウダーノズル501の外周面が存在する一方で、中心軸Aに遠い側にはシールドノズル502が存在しないこととなる。そのため、シールドガスは、シールドノズル502の先端部を通過した後に中心軸Aから遠ざかる方向に急激に拡散する。そのため、シールドガスの流れに乱れが生じ、シールドガスに渦構造505が発

生する。

[0042] また、多数発生した渦構造 505 は、シールドガスの流れ方向に沿って移動するとともに、他の複数の渦構造 505 と重なり合う。これによって、更に大きな渦構造 506 が発生する。このような大きな渦構造 506 は、中心軸 A に対して渦構造 506 の外周側に存在する大気（酸素）を、中心軸 A に対して渦構造 506 の内側に導くように作用する。そのため、レーザ肉盛溶接が行われるレーザ光照射位置 P に酸素が流入し、溶接部に導かれてスパッタが発生し、溶接の品質が低下してしまうこととなる。本実施形態では、渦構造 505, 506 の発生が抑制されるので、溶接の品質の低下が防止される。

[0043] ここで、本実施形態の溶接装置 100 を用いた溶接方法について説明する。

この溶接方法は、溶接装置 100 を用いてタービン翼前縁部分の本体部分 5 と耐エロージョン性金属材料の保護部 6 との接合部に粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給し、本体部分 5 と耐エロージョン性金属材料の保護部 6 とを肉盛溶接する溶接工程を実行するという方法である。

このような溶接方法によれば、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制し、レーザを用いた高品質の肉盛溶接を行うことができる。

[0044] 以上説明したように、本実施形態の溶接装置 100 は、溶接対象物である母材 400 のレーザ光照射位置 P に対して筒状のパウダーノズル 201 から粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給して、肉盛溶接を行う。レーザ光照射位置 P には、パウダーノズル 201 の外周面を覆うように同軸に配置された筒状のシールドノズル 202 からシールドガスが供給され、レーザ光照射位置 P が隔離される。パウダーノズルの先端部 201a 近傍の外周面 201b は、パウダーノズル 201 の先端部 201a に向けて外径が漸次小さくなる円弧形状となっている。

[0045] パウダーノズル 201 の先端部 201a が円弧形状の外周面 201b となっているため、パウダーノズル 201 の外周面 201b に沿ってシールドガス流路 204 から流出するシールドガスに、シールドガスの流れ方向に直交

する渦軸を持つ横渦が発生しにくい。また、シールドガスの噴流中で横渦の渦軸が傾くことによる縦渦の発生も抑制される。シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制することにより、渦構造の発生によって周囲の大気（酸素）がレーザ光照射位置Pの溶接部に侵入することが防止される。

従って、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制し、レーザを用いた高品質の肉盛溶接を行うことができる。

[0046] 〔第2実施形態〕

以下、本発明の第2実施形態の溶接装置について、図4を参照しながら説明する。

図4は、第2実施形態のノズル部210の中心軸Aを通る断面での断面図である。

[0047] 第2実施形態は、第1実施形態の変形例であり、以下に特に説明する場合を除き、第1実施形態と同様であるものとし、以下での説明を省略する。第1実施形態のノズル部200がテーパ部201cを備えているのに対し、第2実施形態のノズル部210は断面が円弧形状の内周面201dを備えている点で異なる。

[0048] 第2実施形態の溶接装置のノズル部210は、パウダーノズル201の先端部201a近傍の内周面201dが、パウダーノズル201の先端部201aに向けて漸次内径が大きくなる形状となっている。また、図4に示すように、内周面201dは、パウダーノズル201の中心軸Aを通る断面での断面形状が円弧形状となっている。

[0049] 第2実施形態のノズル部210は、パウダーノズル201の先端部201aの内周面201dが円弧形状となっているため、パウダーノズル201の内周面201dに沿ってパウダーノズル201から流出するパウダーガスに、パウダーガスの流れ方向に直交する渦軸を持つ横渦が発生しにくい。また、パウダーガスの噴流中で横渦の渦軸が傾くことによる縦渦の発生も抑制される。これにより、パウダーガスに渦構造が発生し、それに起因してシールドガスに渦構造が発生するという不具合が防止される。

[0050] 〔第3実施形態〕

以下、本発明の第3実施形態の溶接装置について、図5を参照しながら説明する。

図5は、第3実施形態のノズル部220の中心軸Aを通る断面での断面図である。

[0051] 第3実施形態は、第1実施形態の変形例であり、以下に特に説明する場合を除き、第1実施形態と同様であるものとし、以下での説明を省略する。第1実施形態のノズル部200がシールドノズル202の先端部の内周面が平坦であるのに対し、第3実施形態のノズル部220はシールドノズル202の先端部の内周面に渦抑制部材202aが設けられている点で異なる。

なお、渦抑制部材202aは、シールドノズル202の先端部に設けられるのが望ましいが、先端部近傍であれば他の位置に設けるようにしても良い。

[0052] 第3実施形態の溶接装置のノズル部220は、シールドノズル202の先端部近傍の内周面に渦抑制部材202aが設けられている。渦抑制部材202aは、シールドノズル202の中心軸Aに向けて突出する複数の突起部を備える構成となっている。この突起部は、棒状の部材であってもよいし、中心軸Aの周方向に延在する円環状での部材であってもよい。

[0053] シールドノズル202の先端部近傍の内周面に渦抑制部材202aが設けられているので、渦抑制部材202aの近傍を通過するシールドガスに発生する渦が、渦抑制部材202aにより粉碎される。これにより、シールドガス流路204を通過中のシールドガスにシールドガス流路204の壁面との間に発生する剪断応力等の影響により渦が発生したとしても、その渦が更に成長することが抑制される。

従って、シールドガスに大規模な渦構造が発生することを抑制し、レーザを用いた高品質の肉盛溶接を行うことができる。

[0054] なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で、適宜必要に応じて変形実施、変更実施するこ

とができる。

符号の説明

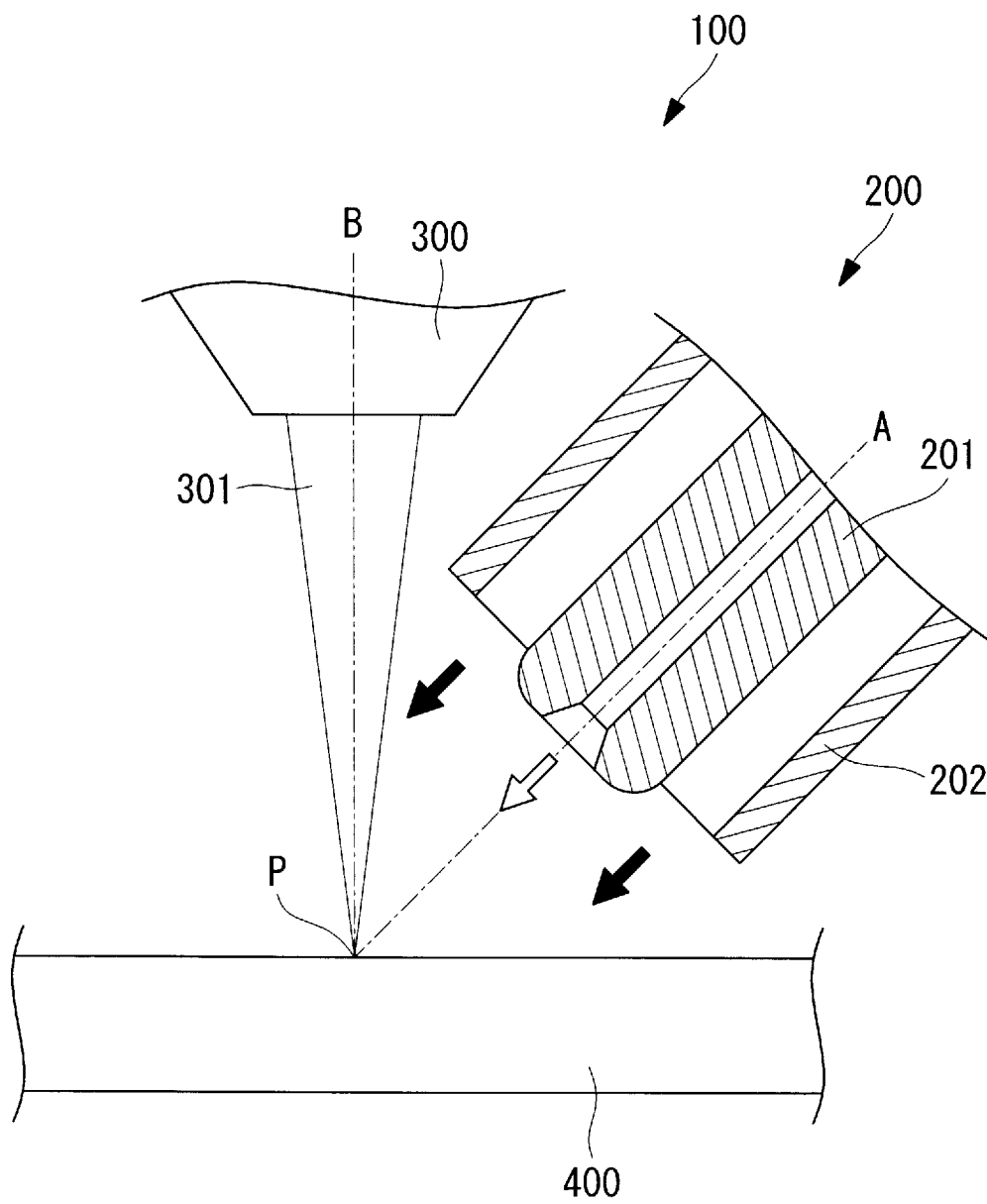
[0055]	1 0 0	溶接装置
	2 0 0, 2 1 0, 2 2 0	ノズル部
	2 0 1	パウダーノズル
	2 0 1 a	先端部
	2 0 1 b	外周面
	2 0 1 c	テーパ部
	2 0 1 d	内周面
	2 0 2	シールドノズル
	2 0 2 a	渦抑制部材
	2 0 3	パウダーガス流路
	2 0 3 a	パウダーガス流出口
	2 0 4	シールドガス流路
	2 0 4 a	シールドガス流出口
	3 0 0	レーザ部
	3 0 1	レーザ光
	4 0 0	母材（溶接対象物）
	A	中心軸
	B	レーザ光軸
	P	レーザ光照射位置

請求の範囲

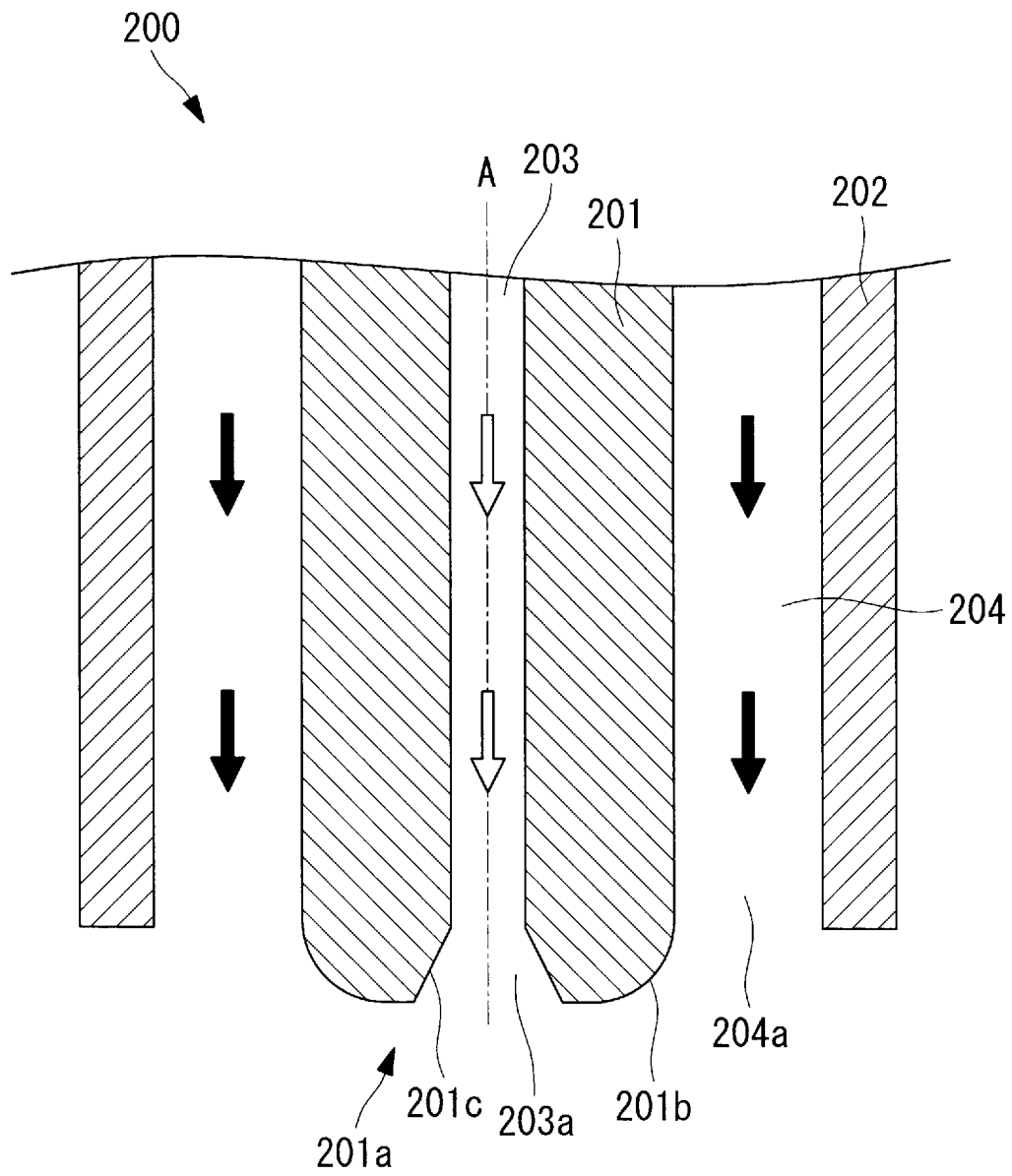
- [請求項1] 溶接対象物のレーザ光照射位置に対して、粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給する筒状のパウダーノズルと、
- 前記パウダーノズルの外周面を覆うように同軸に配置され、前記レーザ光照射位置を隔離するためのシールドガスを供給する筒状のシールドノズルとを備え、
- 前記パウダーノズルの先端部近傍の外周面は、前記パウダーノズルの前記先端部に向けて漸次外径が小さくなる形状であり、前記パウダーノズルの中心軸を通る断面での断面形状が円弧形状となっている溶接装置。
- [請求項2] 前記パウダーノズルの先端部近傍の内周面が、前記パウダーノズルの前記先端部に向けて漸次内径が大きくなる形状であり、前記パウダーノズルの中心軸を通る断面での断面形状が円弧形状となっている請求項1に記載の溶接装置。
- [請求項3] 溶接対象物のレーザ光照射位置に対して、粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給する筒状のパウダーノズルと、
- 前記パウダーノズルの外周面を覆うように同軸に配置され、前記レーザ光照射位置を隔離するためのシールドガスを供給する筒状のシールドノズルとを備え、
- 前記シールドノズルの先端部近傍の内周面に、前記シールドガスによる渦の発生を抑制する渦抑制部材が設けられている溶接装置。
- [請求項4] 前記渦抑制部材が、前記シールドノズルの中心軸に向けて突出する複数の突起部を備える請求項3に記載の溶接装置。
- [請求項5] 請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の溶接装置を用いてタービン翼前縁部分の本体部と耐エロージョン性金属材料との接合部に粉体の溶接材料を含むパウダーガスを供給し、前記本体部と前記耐エロージョン性金属材料とを肉盛溶接する溶接工程を備えた溶接方法。
- [請求項6] 請求項5に記載の溶接方法により耐エロージョン性金属材料が肉盛

溶接されたタービン翼。

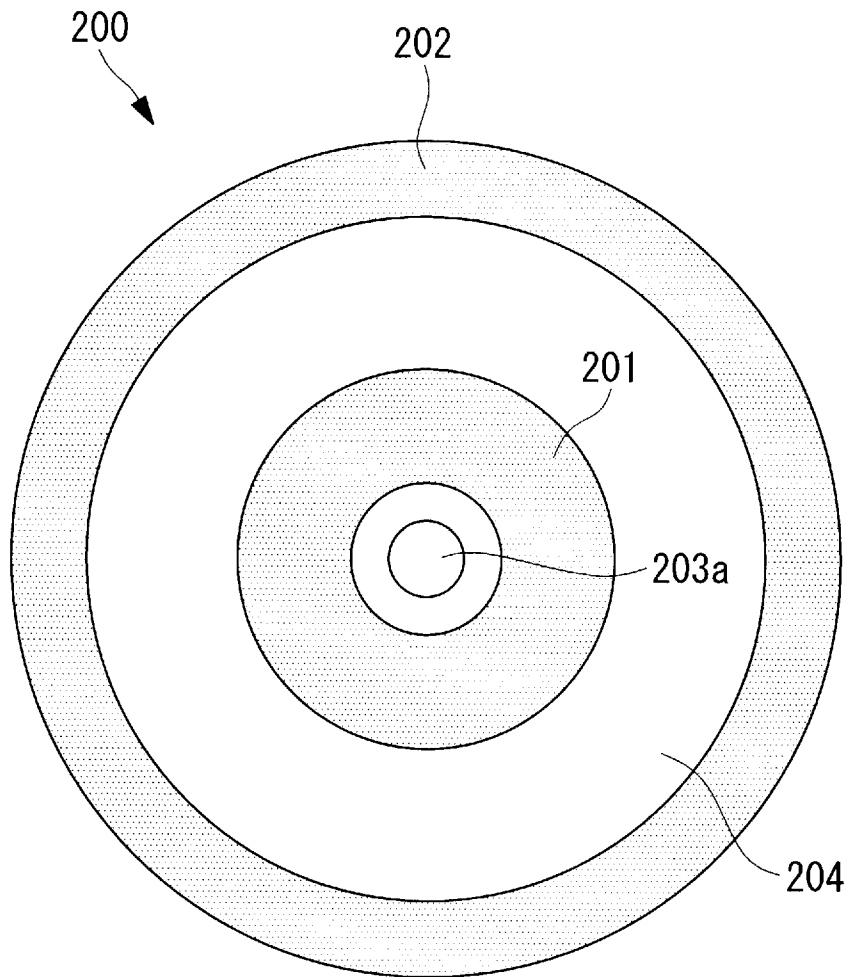
[図1]



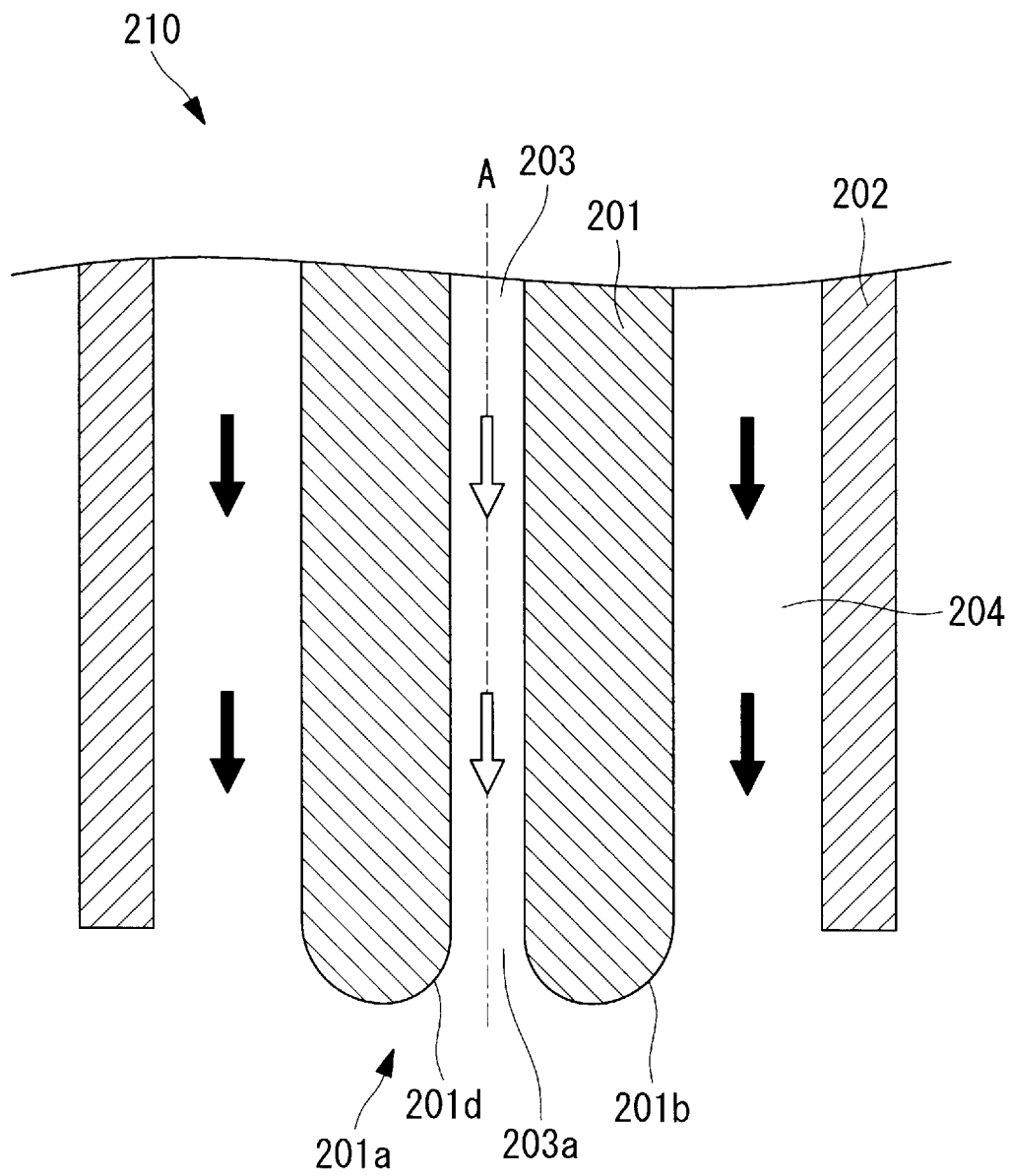
[図2]



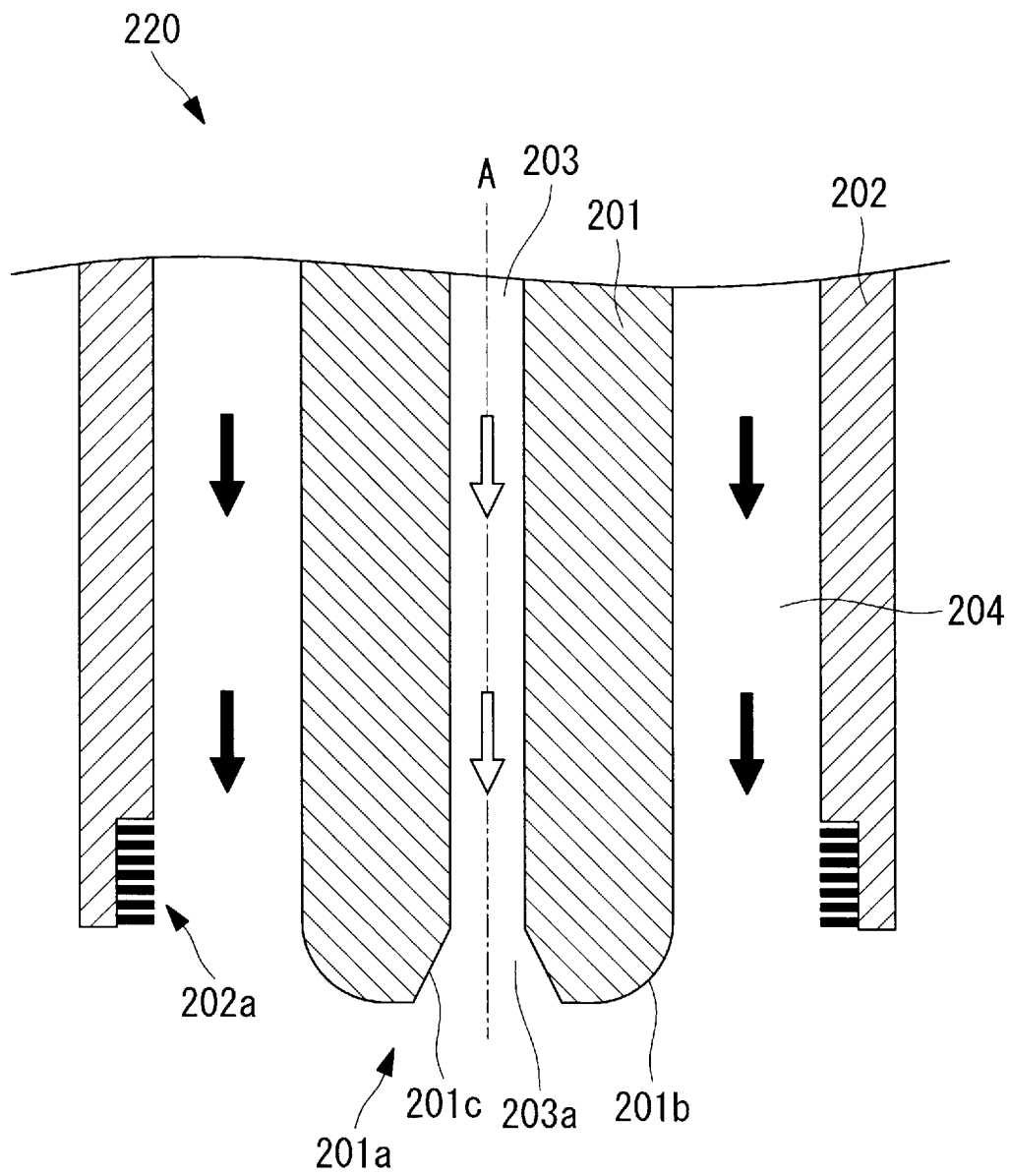
[図3]



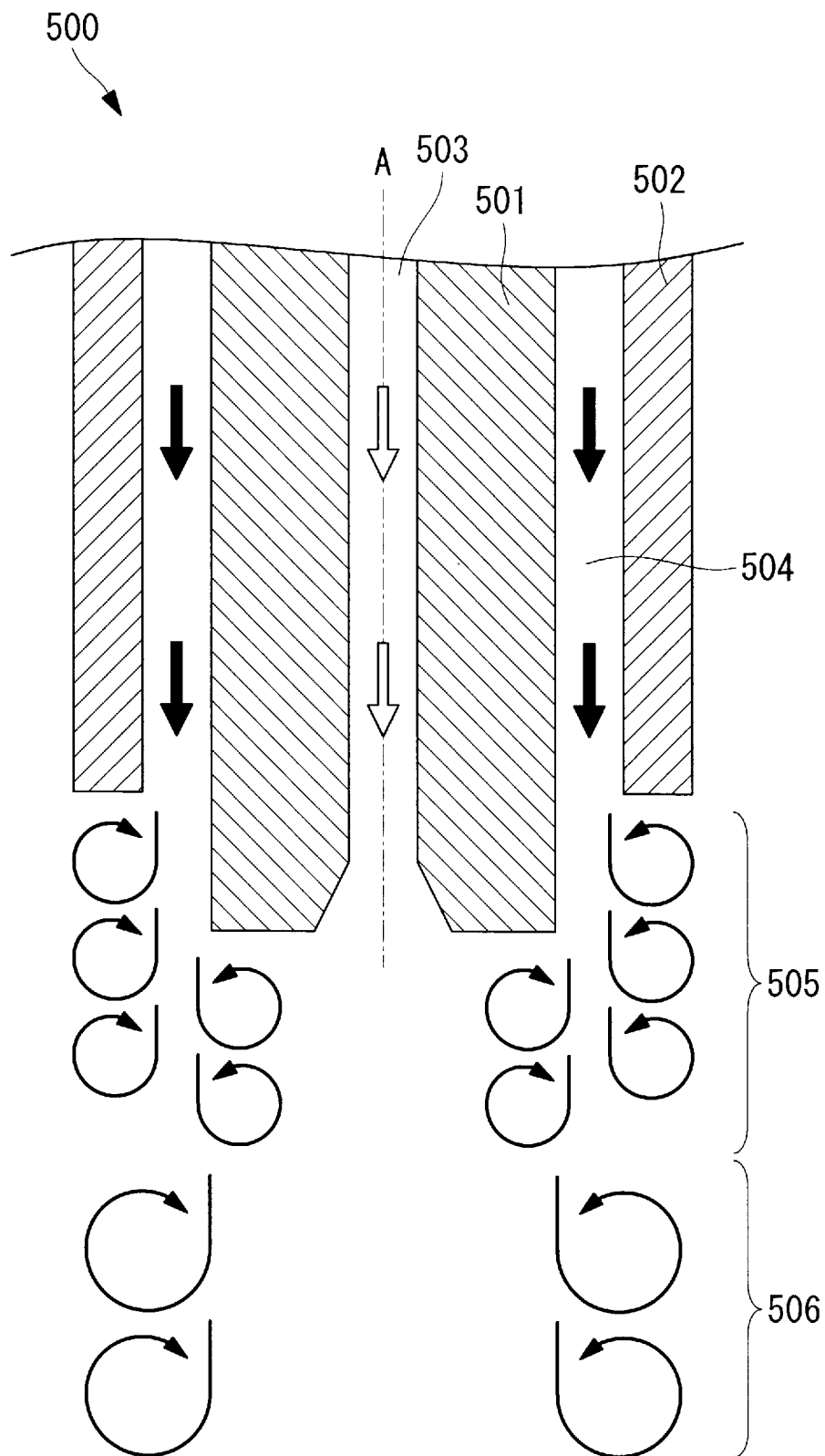
[図4]



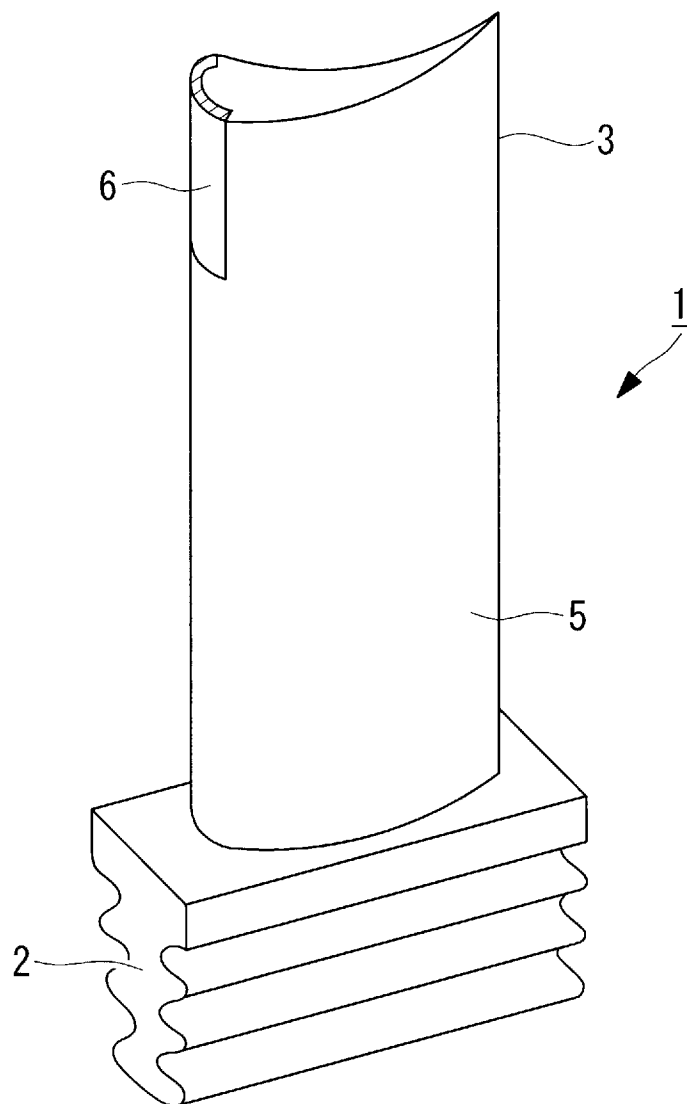
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/054585

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/144(2014.01)i, B23K26/342(2014.01)i, F01D5/28(2006.01)i, F01D25/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K26/144, B23K26/342, F01D5/28, F01D25/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/046950 A1 (Hitachi, Ltd.), 04 April 2013 (04.04.2013), entire text; drawings & JP 2013-75308 A & US 2014/0186549 A1	1-6
A	GB 2476836 A (ROLLS-ROYCE PLC), 13 July 2011 (13.07.2011), entire text; drawings & US 2011/0168090 A1 & EP 2345501 A1	1-6
A	US 2011/0253687 A1 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES), 20 October 2011 (20.10.2011), entire text; drawings & JP 2012-513301 A & WO 2010/072825 A1 & EP 2379236 A & FR 2940153 A1 & CA 2747870 A	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 May 2015 (11.05.15)

Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/054585

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5477025 A (QUANTUM LASER CORP.), 19 December 1995 (19.12.1995), entire text; drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K26/144(2014.01)i, B23K26/342(2014.01)i, F01D5/28(2006.01)i, F01D25/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K26/144, B23K26/342, F01D5/28, F01D25/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2013/046950 A1（株式会社日立製作所） 2013.04.04, 全文及び図面 & JP 2013-75308 A & US 2014/0186549 A1	1-6
A	GB 2476836 A (ROLLS-ROYCE PLC) 2011.07.13, 全文及び図面 & US 2011/0168090 A1 & EP 2345501 A1	1-6
A	US 2011/0253687 A1 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES) 2011.10.20, 全文及び図面 & JP 2012-513301 A & WO 2010/072825 A1 & EP 2379236 A & FR 2940153 A1 & CA 2747870 A	1-6

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山崎 孔徳

3 P

4 0 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 5477025 A (QUANTUM LASER CORPORATION) 1995.12.19, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-6