

(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
2012 年 11 月 15 日(15.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/153590 A1

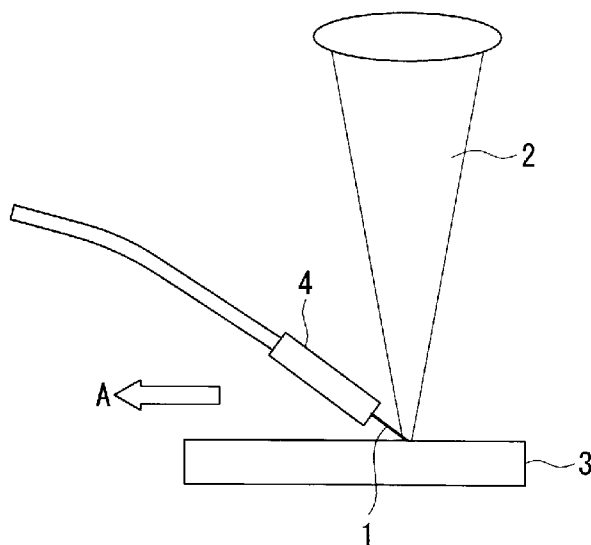
- (51) 国際特許分類:
B23K 26/32 (2006.01) *B23K 26/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059708
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 9 日(09.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-107532 2011 年 5 月 12 日(12.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坪田 秀峰 (TSUBOTA, Shuho) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 井上 典亮 (INOUE, Fumiaki) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 仙入 克也 (SENNYU, Katsuya) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LASER WELDING METHOD

(54) 発明の名称: レーザ溶接方法

[図1]



(57) Abstract: The purpose of this invention is to provide a laser welding method which is capable of easy application to large members and rectangular members comprising highly reflective material and which suppresses deformation and is capable of high-efficiency, high-quality welding. This laser welding method involves a step for supplying a filler material (1) to the portion to be welded of a base material (3), wherein the base material (3) comprises a metal material, and said filler material (1) has the same main component as the base material (3) and has a smaller volume than the base material (3); and a step for irradiating the portion to be welded with a laser (2) at the same time and/or after the filler material (1) is supplied.

(57) 要約: 高反射材からなる大型部材及び長尺部材の部材に簡便に適用でき、且つ、高能率且つ変形を抑制して高品質に溶接できるレーザ溶接方法を提供することを目的とする。レーザ溶接方法は、金属材料からなる母材 (3) と主成分が同一であり、且つ、母材 (3) よりも体積を小さくした溶加材 (1) を、母材 (3) の被溶接部に供給する工程

と、溶加材 (1) を供給すると同時に、または、溶加材 (1) を供給した後の少なくともいずれかのタイミングで、被溶接部にレーザ光 (2) を照射する工程と、を備える。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： レーザ溶接方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属材料からなる母材をレーザ溶接する方法に関し、特に、高反射材からなる母材をレーザ溶接施工する方法に関するものである。

背景技術

[0002] 銅系材料からなる部材は熱伝導率が高く、TIG溶接し難い。よって、銅系材料からなる部材を溶接する方法として、電子ビームまたはレーザ光などの高エネルギー密度の熱源の利用が種々検討されている。

電子ビーム溶接は、真空中でフィラメントを加熱させ、放出された電子を高い電圧で加速させ、電磁コイルで収束させた上で、母材に衝突させ溶接を行う方法である。電子ビーム溶接は、銅系材料からなる部材を、高能率且つ変形を抑制して高品質に溶接することができる。しかしながら、電子ビーム溶接では、被溶接部材を真空容器内に入れることが必要であるため、被溶接部材の大きさが制限される、または、真空引きに時間を要するという問題がある。

[0003] レーザ溶接は、レーザ光のエネルギーを利用して行う溶接方法である（特許文献1乃至7参照）。レーザ溶接は、不活性ガスにて被溶接部近傍をシールドすることで、真空引きをせずに溶接を行うことができる。よって、レーザ溶接は、電子ビーム溶接よりも能率向上に効果的である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-082673号公報

特許文献2：特開2010-069489号公報

特許文献3：特開2001-087877号公報

特許文献4：特開平11-123585号公報

特許文献5：特許第4098024号公報

特許文献6：特許第3410590号公報

特許文献7：特開平10-328862号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 銅系材料は、レーザ光に対する反射率が高く、レーザ光の90%程度を反射する高反射材であるため、レーザ光を用いて安定した溶接を実現することは困難とされている。よって、銅系材料からなる部材をレーザ溶接する場合、その適用は極薄板の部材などに限られるという課題がある。

[0006] 上記課題を解決する方法が、特許文献1乃至特許文献7に開示されている。

特許文献1から特許文献3では、レーザ光を良く吸収する無電解ニッケル膜などで高反射材の表面を被覆し、レーザ溶接する。特許文献4では、レーザ加工中に、同時に、ワーク表面に反射防止剤を塗布する。特許文献5では、第1のレーザ光と、これよりもエネルギー密度が高く照射時間が短いパルス状の第2のレーザ光とを同時に加工点に照射し、被加工物に穴を形成し、穴内で第1のレーザ光を多重散乱させる。これにより、高反射材に対する加工効率の向上を図っている。特許文献6では、溶接部材のレーザ光照射部位に底面が粗面の凹部を形成し、この凹部の底面にレーザ光を照射する。これにより、レーザ光の反射を少なくしてエネルギーを吸収し易くしている。特許文献7では、被溶接部を溶融温度よりも僅かに低い温度で予熱することで、レーザ溶接し易くしている。

[0007] しかしながら、特許文献1乃至特許文献7に記載の方法は、大型部材、長尺部材、複雑形状の部材には適用し難い。また、溶込み深さや幅といった溶込み形状の制御を行うための溶接パラメータ設定範囲が狭い。溶接パラメータの設定範囲を広くすることができれば、溶接速度を遅くすることもできるため、溶接パラメータの設定範囲を広くすることが望まれている。

[0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、高反射材からなる部材の溶接施工を容易にし、且つ、溶接パラメータの設定範囲の広いレ

ーザ溶接方法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] 上記課題を解決するために、本発明は、金属材料からなる母材と主成分が同一であり、且つ、前記母材よりも体積を小さくした溶加材を、前記母材の被溶接部に供給する工程と、前記溶加材を供給すると同時に、または、前記溶加材を供給した後の少なくともいずれかのタイミングで、前記被溶接部にレーザ光を照射する工程と、を備えるレーザ溶接方法を提供する。

[0010] 本願発明者らは、レーザ光を吸収し難い材料（高反射材）が、一旦溶融するとレーザ光の吸収効率が上昇することに注目し、体積を小さくした溶加材を被溶接部に供給するレーザ溶接方法を発明した。

溶加材は、体積を小さくすることで熱容量が小さくなる。そうすることで、組成が母材と同一である場合でも、より溶融し易い溶加材となる。このような溶加材にレーザ光が照射されると、母材よりも先に溶融して初期溶融池が形成される。初期溶融池の形成は母材溶融の引き金として作用するため、母材の溶融が促進される。これによって、高反射材からなる母材であっても、効率的に溶接することが可能となる。

[0011] 上記発明の一態様において、前記溶加材を、ワイヤー状の形態で前記被溶接部に供給することができる。

[0012] 溶加材をワイヤー状とすることで、溶加材の作製及び供給時の取扱いが容易となる。また、溶加材をワイヤー状で供給することにより、溶接時の溶加材の飛散が抑制されるため、材料歩留りが良く、且つ、環境を汚染せずに溶接を行うことができる。

[0013] 上記発明の一態様において、前記溶加材を、粉末状の形態で前記被溶接部に供給することができる。

溶加材を粉末状とすることで、熱容量をより小さくすることが可能となる。よって、より溶融しやすい溶加材とすることができる。

[0014] 上記発明の一態様において、前記溶加材を、箔状の形態で前記被溶接部に供給することができる。

溶加材を箔状で供給することにより、溶接時に溶加材が飛散しにくくなるため、環境を汚染せずに溶接を行うことができる。また、箔状の溶加材は、粉末と比較して材料歩留りが良い。

[0015] 上記発明の一態様において、前記レーザ光を照射するとともに、前記溶加材を、一方向からまたは前記レーザ光と同軸状に前記被溶接部へ供給しても良い。

[0016] 上記のようにすることで、被溶接部の形状や向きなどに関わらず、溶加材を供給することが可能となる。溶加材をレーザ光と同軸に供給すると、溶接方向へ依存せずに、容易に装置を駆動させることができる。

[0017] 上記発明の一態様において、前記レーザ光を照射する前に、予め前記溶加材を前記被溶接部へ供給しても良い。

予め溶加材を溶接部へ供給するため、溶接装置の構成を単純化することができる。

[0018] 上記発明の一態様において、前記溶加材を、面取り部または段付き部の開先に形成された凹部に配置することができる。

開先は、被溶接部面に対して凹形状であるため、溶加材の設置が容易となる。特に、溶加材が粉末状である場合には、凹部によって画定された領域により溶加材の拡散を防止することができる。

[0019] 上記発明の一態様において、前記溶加材を予め前記被溶接部に供給した後、前記被溶接部に前記レーザ光を照射すると同時に、前記溶加材を更に供給しても良い。

被溶接部に、事前に溶加材を配置することで、ビード幅（アスペクト比）を増大させることが容易となる。また、レーザ光照射時に、溶加材を追加供給することで、供給量不足を回避できるとともに、十分量の溶加材を供給することが可能となる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、高反射材からなる部材を容易に溶接施工することができ、且つ、溶接パラメータの設定範囲の広いレーザ溶接方法とすることができ

る。また、レーザ光の吸収が悪い材料からなる被溶接部材であっても、より安定的に、且つ、高能率にて溶接することができる。レーザ光は真空容器内で行う必要がないため、高反射材からなる大型部材や長尺部材に適用しやすい。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1実施形態に係るレーザ溶接方法を説明する図である。

[図2]第2実施形態に係るレーザ溶接方法を説明する図である。

[図3]第2実施形態の変形例に係るレーザ溶接方法を説明する図である。

[図4]第3実施形態に係るレーザ溶接方法を説明する図である。

[図5]第4実施形態に係る開先部の断面図である。

[図6]第4実施形態に係る開先部の断面図である。

[図7]試験1における出力を変化させたときの入熱と溶込み深さとの関係を示す図である。

[図8]試験1において出力14kWでレーザ溶接した試験片のビード外観写真である。

[図9]試験1において出力16kWでレーザ溶接した試験片のビード外観写真である。

[図10]試験1において出力16kWでレーザ溶接した試験片の断面写真である。

[図11]試験2における入熱とエネルギー密度との関係を示す図である

[図12]試験3における低速化したときの入熱とエネルギー密度との関係を示す図である。

[図13]試験3において出力10kWでレーザ溶接した試験片のビード外観写真である。

[図14]試験3において出力13kWでレーザ溶接した試験片のビード外観写真である。

[図15]試験3において出力13kWでレーザ溶接した試験片の断面写真である。

[図16]試験4における試験片のビード外観写真である。

発明を実施するための形態

[0022] 本発明の一実施形態に係るレーザ溶接方法は、例えば、高反射材からなる加速器などの溶接に適用され得る。高反射材とは、レーザ光の反射率が高く、且つ、熱伝導率が高い金属材料を指す。例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金などとされる。

[0023] 本発明の一実施形態に係るレーザ溶接方法は、溶加材を母材の被溶接部に供給する工程と、被溶接部にレーザ光を照射する工程とを含む。レーザ光は、溶加材を供給すると同時に、または、溶加材を供給した後の少なくともいずれかのタイミングで被溶接部に照射する。

[0024] 母材は、無酸素銅などの高反射材とされる。

溶加材は、主成分が母材と同一とされる。溶加材は、母材と同一組成であって良い。また、溶加材は、融点制御、あるいは強度及び組成の調整などを目的として、他成分を微量に含んでいても良い。例えば、Zn、Al、Mn、Fe、Ni、Ti、Si、Mg、Snまたは、上記成分を任意に組み合わせて添加され得る。

溶加材は、母材よりも体積が小さく、ワイヤー状、粉末状、箔状の形態とされる。

[0025] レーザ光源は、ファイバレーザ、CO₂レーザ、YAGレーザ、ディスクレーザ、半導体レーザなどとされる。レーザの出力は、溶かしたい深さによって適宜設定すると良い。例えば、無酸素銅で2mmの溶込みを想定した場合、ファイバレーザの出力を5kW以上20kW未満などとすると良い。

[0026] [第1実施形態]

図1を参照して、本実施形態に係るレーザ溶接方法を説明する。

本実施形態では、溶加材1の被溶接部への供給、及び、被溶接部へのレーザ光2の照射を同時に実施する。ここで「同時」とは、完全に一致している必要はなく、操作上の誤差を含む。溶加材1は、一方向から被溶接部に供給される。溶加材1の供給方向は、適宜設定されると良い。溶加材1は、例え

ば、レーザ光 2 の進行方向 A 前側または進行方向 A 後側から適宜傾斜させて供給される。例えば、図 1 では、溶加材 1 は母材（被溶接材） 3 に対して 30° から 40° で傾斜されている。

[0027] 本実施形態では、高反射材からなる母材 3 の被溶接部に、母材 3 よりも体積を小さくしたワイヤー状の溶加材 1 を供給する。ワイヤー状の溶加材 1 は、母材 3 よりも熱容量が小さいため、より溶融しやすい。被溶接部には、溶加材 1 の供給と同時に、レーザ光 2 が照射される。これによって、被溶接部では、まず溶加材 1 が溶融し、初期溶融池を形成する。銅やアルミニウムなどのからなる高反射材は、融点が低く、一旦溶融すると、レーザ光の吸収効率が上昇する。溶加材 1 は、母材 3 と同一組成または同一主成分である。このような材料からなる溶加材 1 により初期溶融池が形成されることで、初期溶融池が母材溶融の引き金となり、母材 3 の溶融を促す。これによって、レーザ光 2 の吸収が悪く、溶融させにくい材料に対して、効率的にレーザ溶接することが可能となる。

[0028] 本実施形態において、溶加材 1 はワイヤー状とされる。溶加材 1 の径は 0.4 mm から 2 mm 程度とすると良い。ワイヤー径が細すぎると座屈などにより送給が困難となる。一方、ワイヤー径が太すぎると、熱容量が大きくなり初期溶融池を形成しにくくなる。ワイヤー状の溶加材 1 は、溶加材保持部 4 などにより保持され、適量を被溶接部に供給され得る。

[0029] なお、溶加材 1 は、レーザ光 2 に対して同軸状に供給されても良い。

[0030] [第 2 実施形態]

図 2 を参照して、本実施形態に係るレーザ溶接方法を説明する。

本実施形態では、溶加材の形態が異なる以外は、第 1 実施形態と同様にレーザ溶接を実施する。溶加材 5 は、粉末状の形態で被溶接部に供給される。溶加材 5 の粒子径は、例えば、 $50\text{ }\mu\text{ m}$ から $300\text{ }\mu\text{ m}$ 程度とされる。粒子径が小さすぎると、供給時の取り扱いが難しくなる。粒子径が大きすぎると、熱容量が大きくなり初期溶融池を形成しにくくなる。

[0031] 粉末状の溶加材 5 は、ワイヤー状の溶加材 1 よりも熱容量を小さくするこ

とができるため、初期溶融池をより形成しやすい。

[0032] なお、溶加材 5 は、図 3 に示すように、レーザ光 2 に対して同軸状に供給されても良い。図 3 では、レーザヘッド 6 が、同軸に形成された内筒 7 と外筒 8 とからなる 2 重構造とされている。該レーザヘッド 6 は、内筒 7 の開口からレーザ光 2 を出射し、内筒 7 と外筒 8 との間の開口から粉末状の溶加材 5 が供給される。溶加材 5 をレーザ光 2 に対して同軸に供給することで、溶接方向への依存性がなくなるため、装置駆動が容易となる。

[0033] [第 3 実施形態]

図 4 を参照して、本実施形態に係るレーザ溶接方法を説明する。

本実施形態では、予め溶加材 9 を被溶接部へ供給した後、被溶接部へのレーザ光 2 の照射を実施する。溶加材 9 は、箔状とされる。箔の膜厚は、例えば、0.05 mm から 2 mm 程度とされる。箔の膜厚が薄すぎると、供給時の取り扱いが難しくなる。箔の膜厚が厚すぎると、熱容量が大きくなり初期溶融池を形成しにくくなる。

[0034] 本実施形態では、まず、箔状の溶加材 9 を被溶接部表面上に載置する。その後、溶加材 9 が載った被溶接部にレーザ光 2 を照射する。箔状の溶加材 9 は、母材 3 よりも熱容量が小さいため、より溶融しやすい。よって、被溶接部では、まず溶加材 9 が溶融し、初期溶融池を形成する。初期溶融池が母材溶融の引き金となり、母材 3 の溶融を促す。これによって、レーザ光 2 の吸収が悪く、溶融させにくい材料に対して、効率的にレーザ溶接することが可能となる。本実施形態によれば、事前に溶加材 9 を供給するため、レーザ溶接装置の構成を簡略化することができる。また、溶加材 9 を箔状とするため、取扱いが容易であり、材料歩留りも向上する。また、目外れを防止するために、ビード幅（アスペクト比）を増大することが容易となる。

[0035] なお、本実施形態において溶加材 9 は箔状としたが、粉末状の溶加材を事前に供給しても良い。

[0036] [第 4 実施形態]

図 5 及び図 6 を参照して、本実施形態に係るレーザ溶接方法を説明する。

本実施形態では、第3実施形態と同様に、予め溶加材を被溶接部へ供給した後、被溶接部へのレーザ光の照射を実施する。ただし、溶加材は粉末状の形態とされ、被溶接部は開先部とされる。溶加材5は、第2実施形態と同様の粒子を用いることができる。図5は、面取り開先部の断面図である。図6は、段付き開先部の断面図である。

[0037] 図5及び図6のように、被溶接部面に対して凹部（底部）が形成された開先部10、11では、この底部に、粉末状の粒子を供給する。溶加材5の供給は、レーザ光2を照射する前に行われるため、レーザ照射装置の構成を簡略化することができる。また、凹部により供給領域がある程度画定されているため、溶加材5を設置しやすい。

[0038] なお、本実施形態において溶加材5は粉末状としたが、箔状の溶加材9を事前に開先部に供給しても良い。その場合、溶加材9は、凹部の底部に載置する、または、開先の間12に挟んで設置してよい。

[0039] なお、第1実施形態及び第2実施形態のいずれかと、第3実施形態及び第4実施形態のいずれかと、を組み合わせるレーザ溶接を実施しても良い。すなわち、予め被溶接部に溶加材を供給しておき、レーザ光を照射すると同時に、更に、溶加材を供給しても良い。事前に溶加材を供給するだけでは、溶加材の供給量が不足する可能性がある場合に、レーザ光照射時に、溶加材を追加供給することで、必要量の溶加材を被溶接部へと供給することができる。

[0040] 以下で、高反射材からなる母材のレーザ溶接条件を検討した。

<試験1>

速度一定で、出力を変化させながら、母材にレーザ光を照射したときの溶込み深さを測定した。母材として無酸素銅（C1020（ビードオン）、200mm×200mm×板厚：5mm）を用いた。試験条件を以下に示す。

出力 : 20kW, 18kW, 16kW, 14kW

溶接速度 : 4m/min

焦点位置 : -15mm

ビーム半径 : 0.82 mm

前進角 : 15°

[0041] 図7に、出力を変化させたときの入熱と溶込み深さとの関係を示す。同図において、横軸が入熱、縦軸が溶込み深さである。図8に、出力14 kWでレーザ溶接した試験片のビード13外観写真を示す。図9に、出力16 kWでレーザ溶接した試験片のビード13外観写真を示す。図10に、出力16 kWでレーザ溶接した試験片の断面写真を示す。

[0042] 図7によれば、出力を20 kWから16 kWまで一定の変化率で低下させると、溶込み深さは線形的に減少し、浅くなった。また、スパッタを発生させることなく溶接できていた（図9及び図10参照）。一方、出力を14 kWまで低下させた場合には、母材への溶込みを観察することはできなかった（図8参照）。上記結果から、出力16 kWと出力14 kWの間には閾値が存在し、出力14 kWは溶融の閾値を超えてないことが確認された。また、図7によれば、閾値が存在するため、溶け込み深さを2 mm程度に調節することは難しいことがわかる。

[0043] レーザ照射装置としての実用化を考慮すると、溶接速度4 m/minでは動きが速すぎる。よって、駆動装置を作製しやすいように、より低速でレーザ溶接を実施できることが好ましい。

また、溶接速度を遅くした場合、溶込み深さも深くなる。よって、レーザ光が母材を貫通することを防止するため、出力も低下させると良い。しかしながら、図7で示されるように、溶融の閾値があるため、あまり出力を落とすと溶けなくなる。

[0044] <試験2>

次に、出力及び速度を変化させて母材にレーザ光を照射したときのエネルギー密度を算出した。母材として無酸素銅（C1020（ビードオン）、200 mm×200 mm×板厚：5 mm）を用いた。

出力 : 11 kWから20 kW

溶接速度 : 3 m/minから7 m/min

焦点位置 : - 1 5 m m
ビーム半径 : 0 . 8 2 m m
前進角 : 1 5 °

[0045] 図 1 1 に、入熱とエネルギー密度との関係を示す。同図において、横軸が入熱、縦軸がエネルギー密度、▲が溶込み深さ 2 . 0 0 m m から 2 . 4 9 m m、●が溶込み深さ 2 . 5 0 m m から 3 . 4 9 m m、■が溶込み深さ 3 . 5 1 m m から 5 . 0 0 m m である。図 1 1 によれば、上記試験条件でレーザ溶接した場合、深さ 2 . 0 0 m m から 5 . 0 0 m m の溶込みが観察された。

[0046] <試験 3>

次に、試験 2 を低速化して同様にエネルギー密度を算出した。

出力 : 1 0 k W から 2 0 k W
溶接速度 : 2 m / m i n
焦点位置 : - 1 0 m m から - 1 5 m m
ビーム半径 : 0 . 6 6 m m から 0 . 9 8 m m
前進角 : 1 0 ° から 1 5 °

[0047] 図 1 2 に、溶接速度を低速化したときの入熱とエネルギー密度との関係を示す。同図において、横軸が入熱、縦軸がエネルギー密度、×が溶融せず、■が部分溶込み形成、○が貫通である。上記試験によれば、出力を 1 0 k W まで低下させると、途中から溶融しない部分が観察された（図 1 3 参照）。また、出力を 1 3 k W まで上昇させると、スパッタが発生した（図 1 4 及び図 1 5 参照）。上記結果によれば、低速化に伴い、ビード 1 3 の不安定化傾向が顕著になった。これは、無酸素銅は、反射率が高いものの、融点が低いため、一旦溶融するとレーザ光の滞留時間増大により突沸しやすくなるためと考えられる。

[0048] 上記試験 1 から試験 3 の結果から、レーザを用いて、高反射材からなる母材を、より低速で溶融させるための好適な条件を見つけることはできなかった。

[0049] <試験 4>

次に、本発明の第1実施形態に従って、高反射材からなる母材のレーザ溶接を実施した。母材は無酸素銅（C1020（ビードオン）、200mm×200mm×板厚：5mm）を用いた。溶加材は、主成分が銅のワイヤーを用いた。試験条件を以下に示す。

出力 : 11kW
溶接速度 : 1m/min
焦点位置 : -15mm
ビーム半径 : 0.82mm
前進角 : 15°
溶加材供給速度 : 3m/min

[0050] 図16に、ビード外観写真を示す。図16によれば、ビード13は安定して形成されていた。上記結果によれば、母材3と主成分が同じ材料からなる溶加材を、母材よりも体積を小さくした状態で被溶接部に供給することで、出力を下げて高反射材を溶接施工することができる。また、出力を落とすことができるため、溶接速度も遅くすることができ、レーザ照射装置の駆動装置を装置化しやすくなる。

符号の説明

- [0051] 1 溶加材（ワイヤー状）
2 レーザ光
3 母材（被溶接材）
4 溶加材保持部
5 溶加材（粉末状）
6 レーザヘッド
7 内筒
8 外筒
9 溶加材（箔状）
10 開先部（面取り）
11 開先部（段付き）

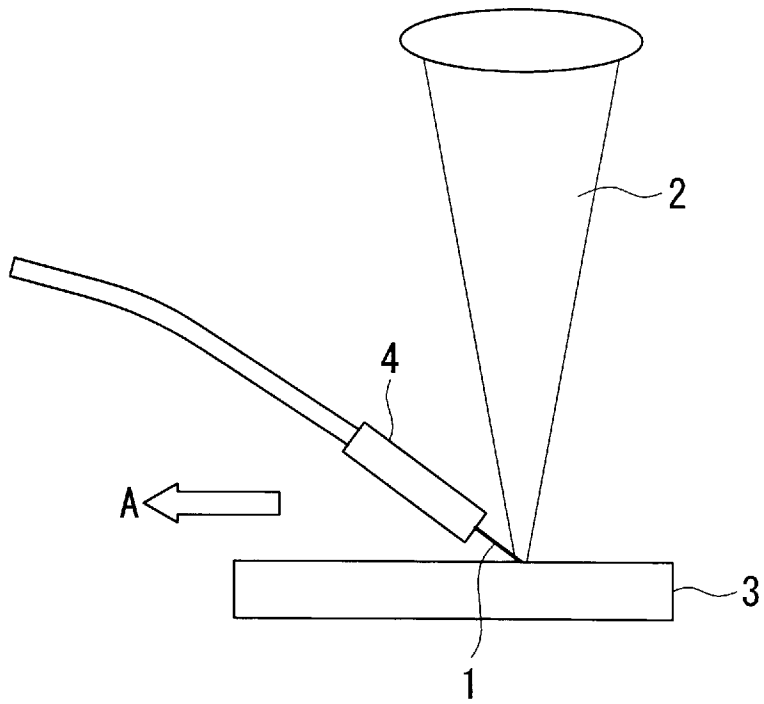
1 2 開先の間

1 3 ビード

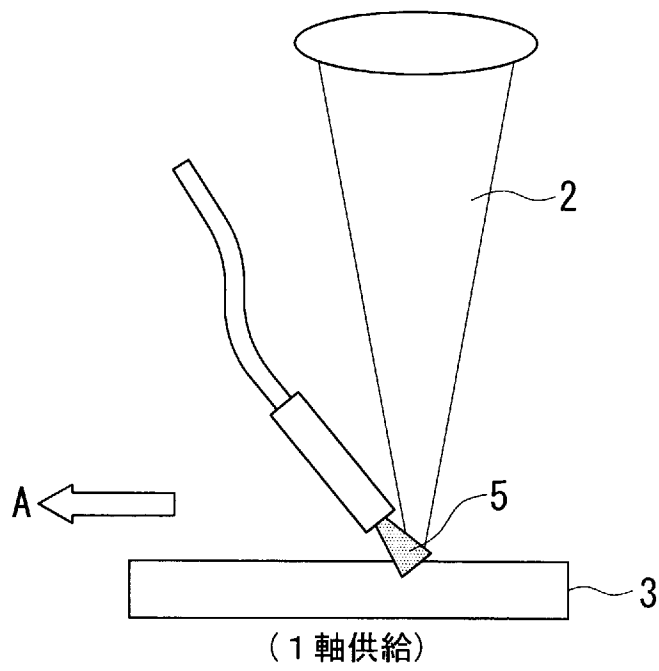
請求の範囲

- [請求項1] 金属材料からなる母材と主成分が同一であり、且つ、前記母材よりも体積を小さくした溶加材を、前記母材の被溶接部に供給する工程と、
- 前記溶加材を供給すると同時に、または、前記溶加材を供給した後の少なくともいずれかのタイミングで、前記被溶接部にレーザ光を照射する工程と、
- を備えるレーザ溶接方法。
- [請求項2] 前記溶加材を、ワイヤー状の形態で前記被溶接部に供給する請求項1に記載のレーザ溶接方法。
- [請求項3] 前記溶加材を、粉末状の形態で前記被溶接部に供給する請求項1に記載のレーザ溶接方法。
- [請求項4] 前記溶加材を、箔状の形態で前記被溶接部に供給する請求項1に記載のレーザ溶接方法。
- [請求項5] 前記レーザ光を照射するとともに、前記溶加材を、一方向からまたは前記レーザ光と同軸状に前記被溶接部へ供給する請求項2または請求項3に記載のレーザ溶接方法。
- [請求項6] 前記レーザ光を照射する前に、予め前記溶加材を前記被溶接部へ供給する請求項3または請求項4に記載のレーザ溶接方法。
- [請求項7] 前記溶加材を、面取り部または段付き部の開先に形成された凹部に配置する請求項6に記載のレーザ溶接方法。
- [請求項8] 前記溶加材を予め前記被溶接部に供給した後、
- 前記被溶接部に前記レーザ光を照射すると同時に、前記溶加材を更に供給する請求項1乃至請求項7のいずれかに記載のレーザ溶接方法。

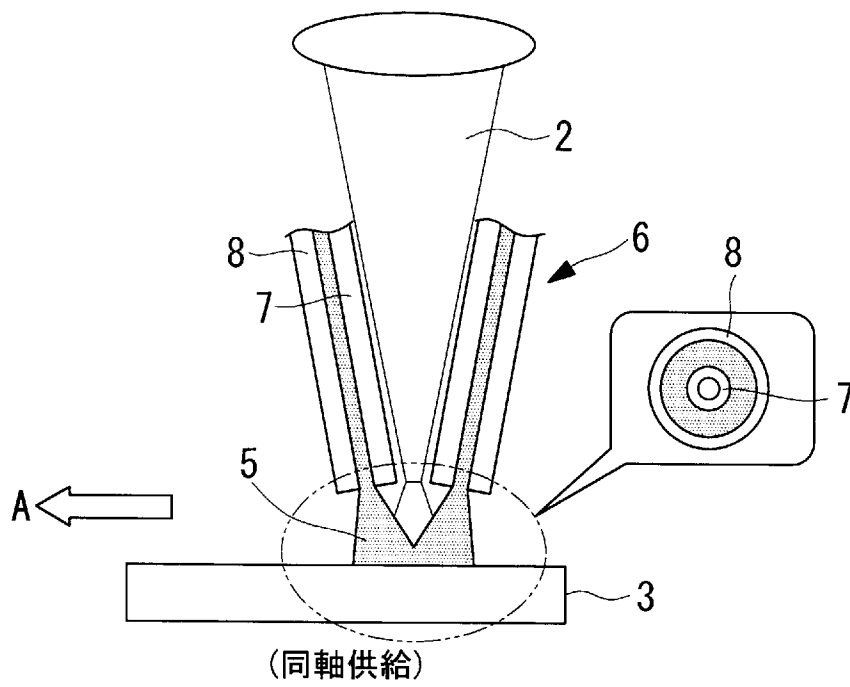
[図1]



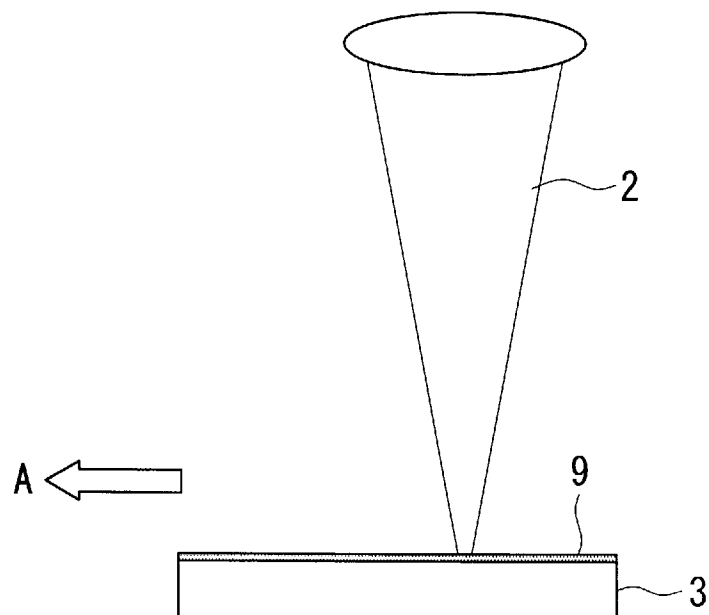
[図2]



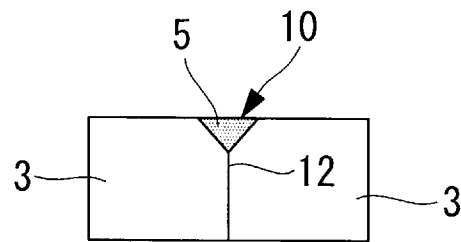
[図3]



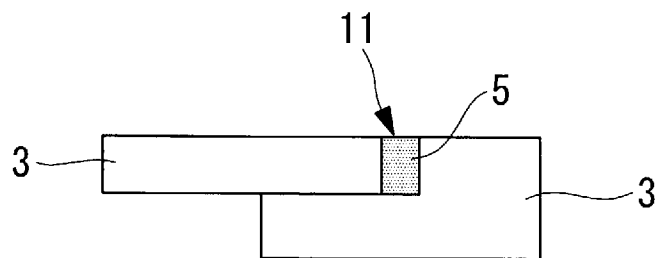
[図4]



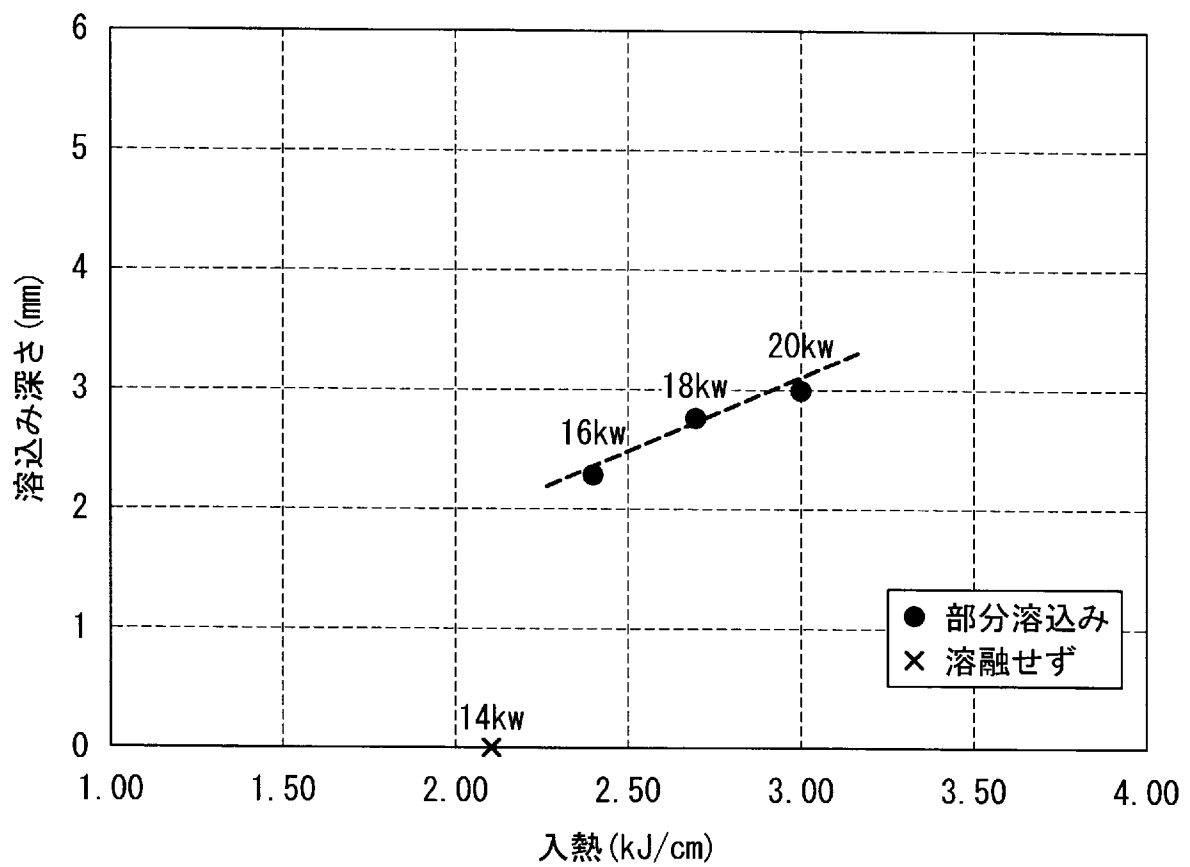
[図5]



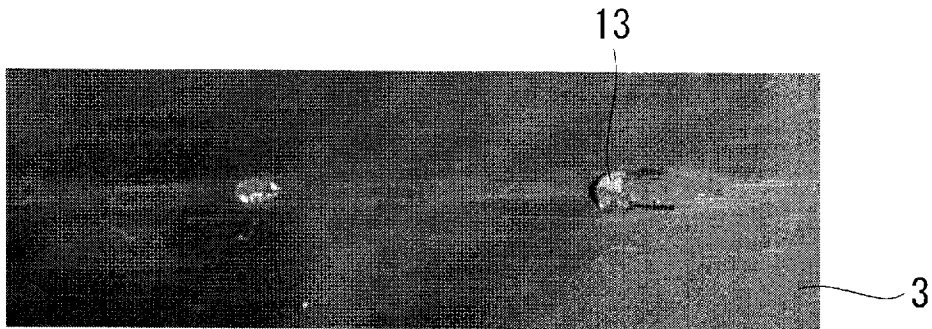
[図6]



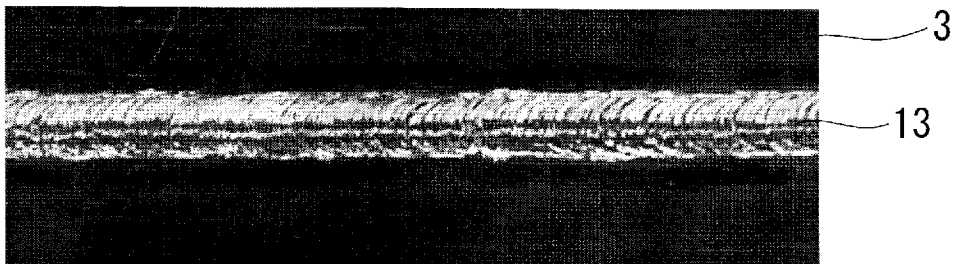
[図7]



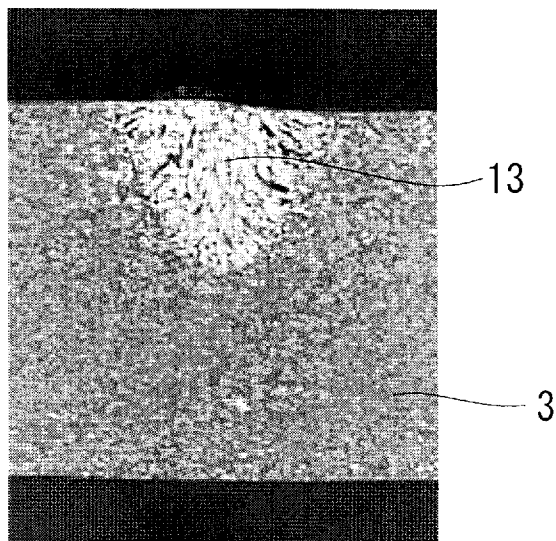
[図8]



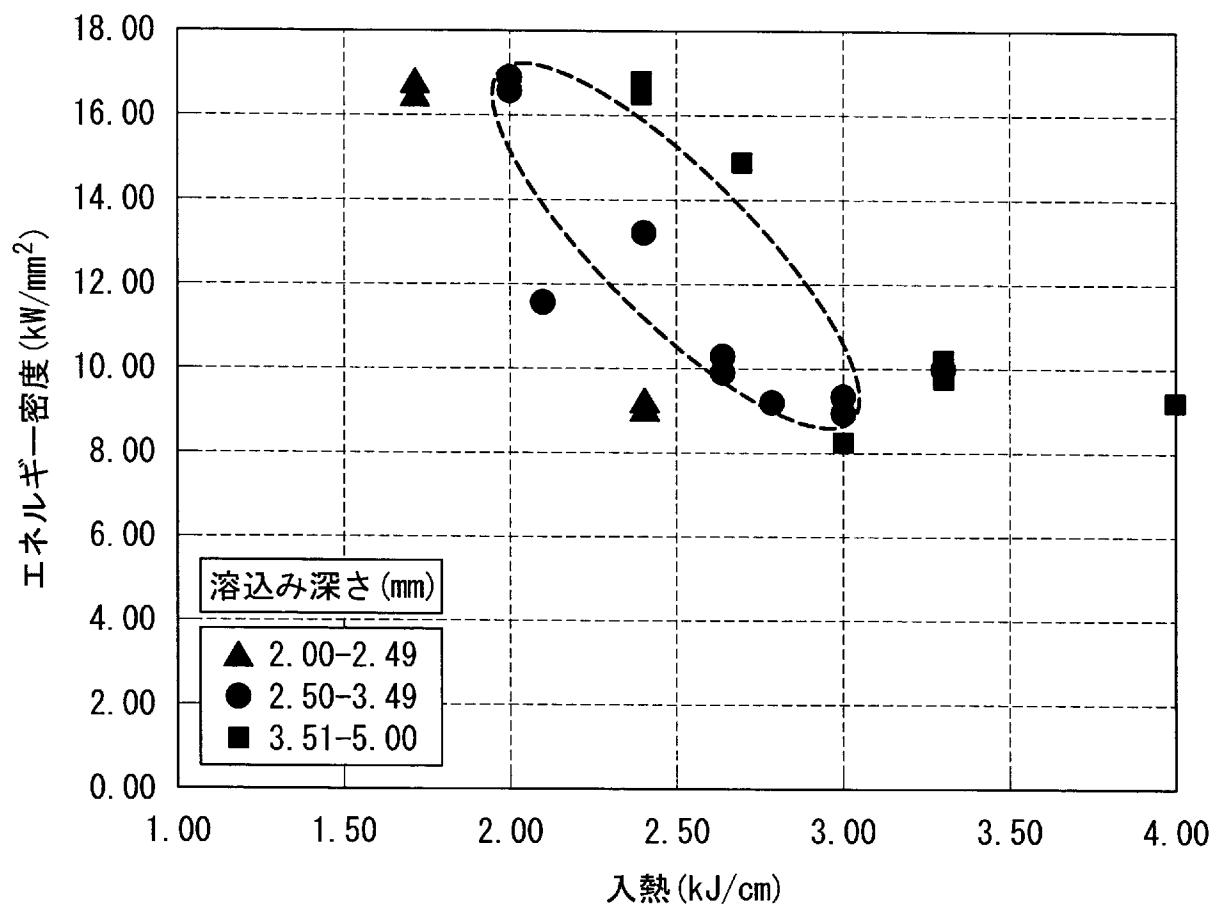
[図9]



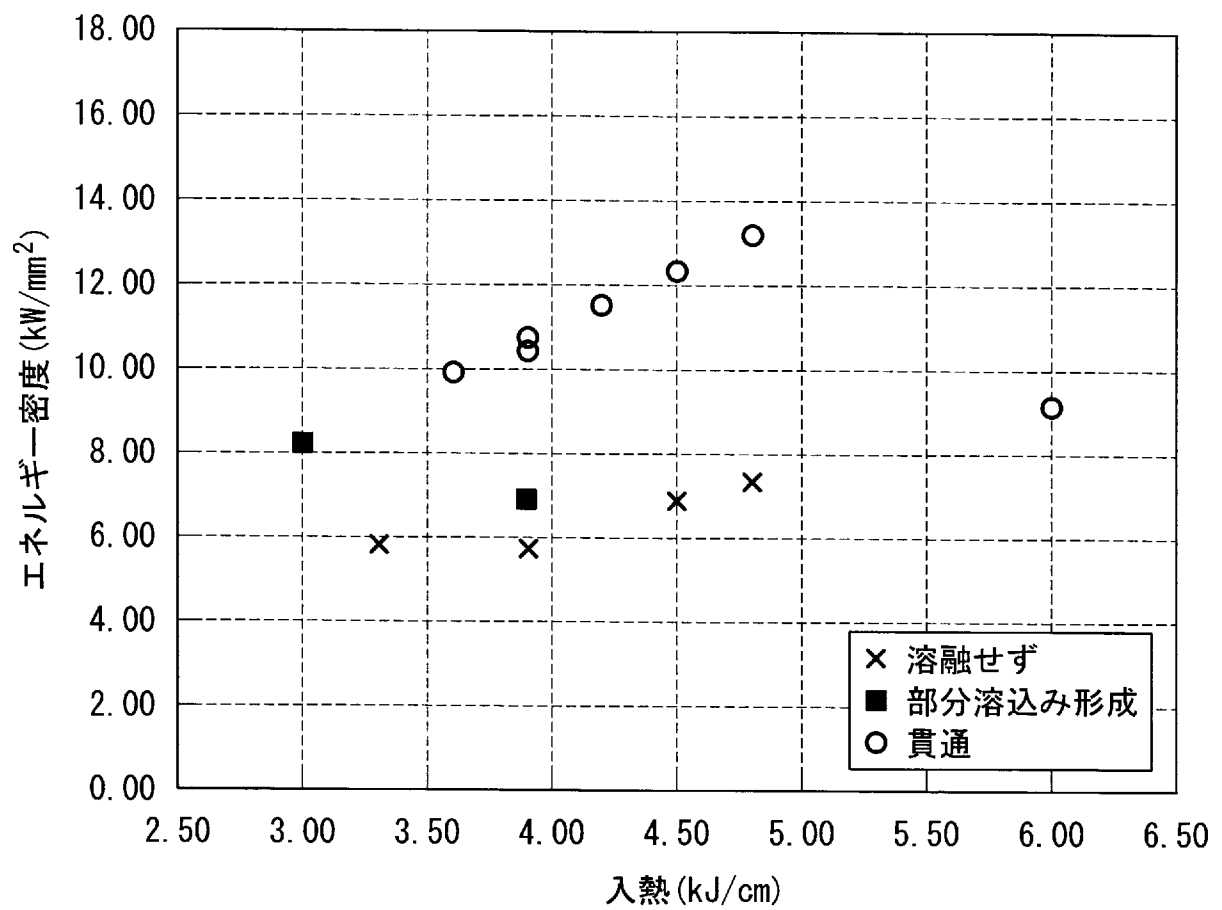
[図10]



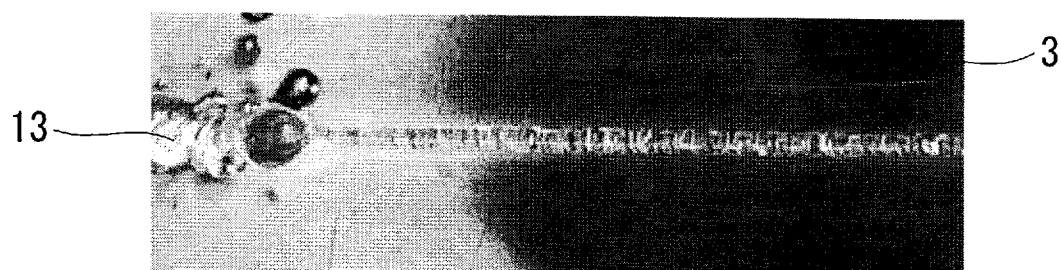
[図11]



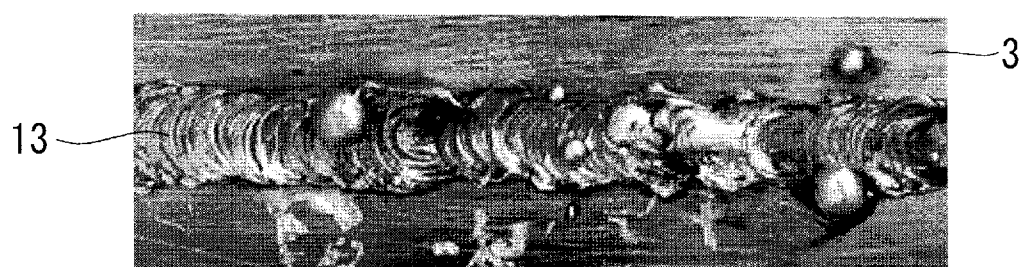
[図12]



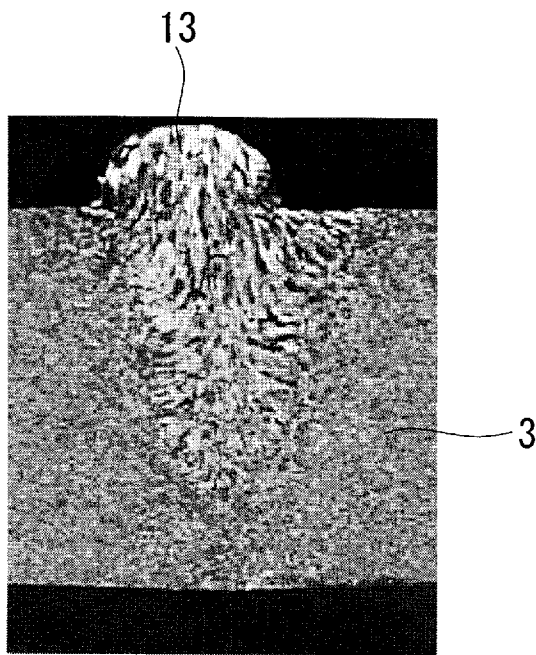
[図13]



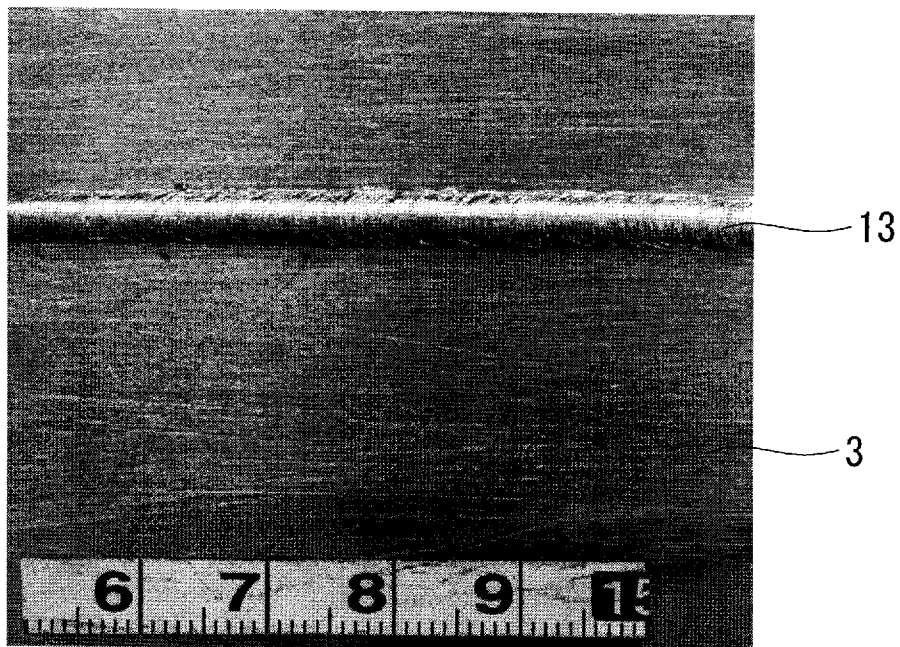
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059708

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/32(2006.01) i, B23K26/18(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)

B23K26/32, B23K26/18

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
X Y	JP 2009-34713 A (Nippon Sharyo, Ltd.), 19 February 2009 (19.02.2009), paragraphs [0015] to [0022]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 6-8 4-5
Y	JP 2008-264839 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraph [0022] (Family: none)	4
Y	JP 10-58029 A (NKK Corp.), 03 March 1998 (03.03.1998), paragraph [0007] (Family: none)	4

☒ 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
04 July, 2012 (04.07.12)Date of mailing of the international search report
17 July, 2012 (17.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059708

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-216235 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 August 2007 (30.08.2007), paragraph [0001]; fig. 1 (Family: none)	5
Y	JP 4-84684 A (Amada Co., Ltd.), 17 March 1992 (17.03.1992), page 2, lower left column; fig. 1 (Family: none)	5
X	JP 8-300176 A (Kobe Steel, Ltd.), 19 November 1996 (19.11.1996), paragraphs [0010] to [0012], [0015]; fig. 1 (Family: none)	1-2
X	JP 8-309568 A (Kobe Steel, Ltd.), 26 November 1996 (26.11.1996), paragraphs [0010] to [0015]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. B23K26/32 (2006.01)i, B23K26/18 (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. B23K26/32, B23K26/18

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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
X Y	JP 2009-34713 A（日本車輛製造株式会社）2009.02.19, [0015]-[0022], 図1（ファミリーなし）	1-3, 6-8 4-5
Y	JP 2008-264839 A（住友金属工業株式会社）2008.11.06, [0022]（フ ァミリーなし）	4
Y	JP 10-58029 A（日本鋼管株式会社）1998.03.03, [0007]（ファミリ ーなし）	4

☒ 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

04.07.2012

国際調査報告の発送日

17.07.2012

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100-8915

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）

福島 和幸

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

3 P

9346

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
Y	JP 2007-216235 A (松下電器産業株式会社) 2007.08.30, [0001], 図1 (ファミリーなし)	5
Y	JP 4-84684 A (株式会社アマダ) 1992.03.17, 第2頁左下欄, 第1図 (ファミリーなし)	5
X	JP 8-300176 A (株式会社神戸製鋼所) 1996.11.19, [0010]-[0012], [0015], 図1 (ファミリーなし)	1-2
X	JP 8-309568 A (株式会社神戸製鋼所) 1996.11.26, [0010]-[0015], 図1-4 (ファミリーなし)	1-2