

(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2010-94701

(P2010-94701A)

(43) 公開日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/20 (2006.01)	B 2 3 K 26/20 3 1 O G	4 E 0 6 8
B 2 3 K 26/32 (2006.01)	B 2 3 K 26/20 3 1 O W	
B 2 3 K 103/04 (2006.01)	B 2 3 K 26/32	
B 2 3 K 103/16 (2006.01)	B 2 3 K 103:04	
	B 2 3 K 103:16	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-266687 (P2008-266687)	(71) 出願人	591077704
(22) 出願日	平成20年10月15日 (2008.10.15)		東亜工業株式会社
			群馬県太田市西新町 1 2 6 - 1
		(74) 代理人	100107906
			弁理士 須藤 克彦
		(72) 発明者	奥 好博
			群馬県太田市西新町 1 2 6 - 1 東亜工業株式会社内
		(72) 発明者	清水 太一
			群馬県太田市西新町 1 2 6 - 1 東亜工業株式会社内
		(72) 発明者	河又 健一
			群馬県太田市西新町 1 2 6 - 1 東亜工業株式会社内
		F ターム (参考)	4E068 AA05 AJ01 BF00 CA02 CA09 CA15 CA17 CB06 DB01 DB15

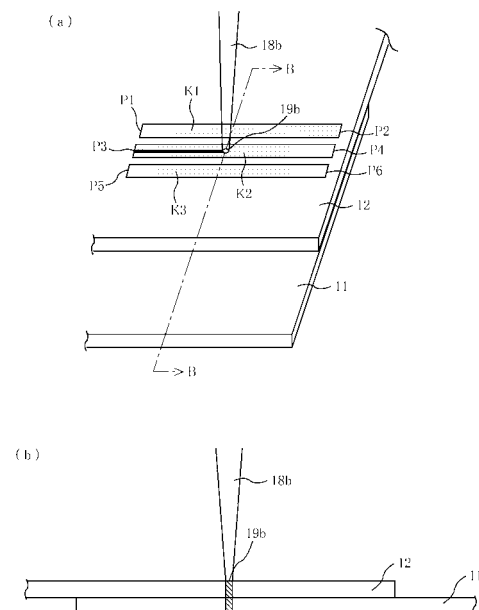
(54) 【発明の名称】 金属メッキ板のレーザー溶接方法

(57) 【要約】

【課題】ブローホール等の溶融欠陥の形成の無い、良好な溶接を確実に実現することができるメッキ鋼板のレーザー溶接法を提供する。

【解決手段】下板 1 1 と上板 1 2 を重ね合わせる。第 1 のレーザービーム 1 8 a をその重ね合わせ部上の第 1 乃至第 3 の直線経路 K 1 ~ K 3 に沿って移動させ、第 1 のレーザービーム 1 8 a の広い照射領域 1 9 a に対応する下板 1 1 と上板 1 2 の重ね面に存在する亜鉛を蒸発、脱気する。その後、第 1 のレーザービーム 1 8 a よりもエネルギー密度が高く、狭い照射領域 1 9 b を有した第 2 のレーザービーム 1 8 b を第 2 の直線経路 K 2 に沿って移動させながら照射し、狭い照射領域 1 9 b に対応する下板 1 1 と上板 1 2 の鋼板部分を溶融して溶接接合を形成する。

【選択図】 図 5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

母材金属板の表面に母材金属の融点よりも低い沸点を有した金属をメッキしてなる、複数枚の金属メッキ板を重ね合わせ、重ね合わせ部にレーザービームを照射して溶接を行う金属メッキ板のレーザー溶接方法において、

前記重ね合わせ部上の互いに隣接した第 1 乃至第 3 の経路に沿って、エネルギー密度が低く、且つ広い照射領域を有した第 1 のレーザービームを移動させながら照射することにより、前記広い照射領域の母材金属部分にメッキされた金属を蒸発、脱気させ、

前記第 1 のレーザービームを前記第 1 乃至第 3 の経路に沿って照射した後に、前記第 1 及び第 3 の経路に挟まれた前記第 2 の経路に沿って前記第 1 のレーザービームよりもエネルギー密度が高く、且つ前記第 1 のレーザービームよりも狭い照射領域を有した第 2 のレーザービームを移動させながら照射することにより、前記狭い照射領域の母材金属部分を溶融して、溶接接合させることを特徴とする金属メッキ板のレーザー溶接方法。

10

【請求項 2】

前記第 1 乃至第 3 の経路は、互いに平行な直線経路であることを特徴とする請求項 1 に記載の金属メッキ板のレーザー溶接方法。

【請求項 3】

前記第 1 乃至第 3 の経路は、直径が異なる 3 つの同心円のそれぞれの円周に沿った経路であることを特徴とする請求項 1 に記載の金属メッキ板のレーザー溶接方法。

【請求項 4】

母材金属板の表面に母材金属の融点よりも低い沸点を有した金属をメッキしてなる、複数枚の金属メッキ板を重ね合わせ、重ね合わせ部にレーザービームを照射して溶接を行う金属メッキ板のレーザー溶接方法において、

20

前記重ね合わせ部上における螺旋経路に沿って、エネルギー密度が低く、且つ広い照射領域を有した第 1 のレーザービームを移動させながら照射することにより、前記広い照射領域の母材金属部分にメッキされた金属を蒸発させ、

前記第 1 のレーザービームを螺旋経路の全体に沿って照射した後に、前記螺旋経路の中でその両側の領域に前記第 1 のレーザービームの照射が行われた経路に沿って、前記第 1 のレーザービームよりもエネルギー密度が高く、且つ前記第 1 のレーザービームよりも狭い照射領域を有した第 2 のレーザービームを移動させながら照射することにより、前記狭い照射領域の母材金属部分を溶融して、溶接接合させることを特徴とする金属メッキ板のレーザー溶接方法。

30

【請求項 5】

前記第 1 のレーザービームの移動速度は、前記第 2 のレーザービームの移動速度より小さいことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の金属メッキ板のレーザー溶接方法。

【請求項 6】

前記母材金属は鉄鋼であり、前記母材金属板の表面にメッキされた金属は亜鉛又はアルミニウムであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の金属メッキ板のレーザー溶接方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数枚の金属メッキ板の重ね合わせ部分をレーザー溶接する方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

亜鉛メッキ鋼板は母材金属板である鋼板の表面に防錆用の亜鉛メッキを施した鋼板材であり、自動車の車体の構造材等として多用されている。車体等を形成する場合に、2 枚の亜鉛メッキ鋼板を重ね合わせて、その重ね合わせ部分にレーザービームを照射して、鋼板材を溶融、結合させるレーザー溶接法が知られている。（特許文献 1 - 3 を参照）

50

【 0 0 0 3 】

上記レーザー溶接を行うと、亜鉛の沸点（約 9 0 0 ）が鋼板（鉄）の融点（約 1 5 0 0 ）より低いことに起因して溶接欠陥が発生することが知られている。つまり、レーザービームを前記重ね合わせ部分に照射することにより、鋼板が溶融するが、この時、重ね面の亜鉛が蒸発する。そして、亜鉛蒸気は溶融した鋼板内を通過して外に抜けようとする。その結果、溶融した鋼板の一部が吹き飛ばされたり、一部の亜鉛蒸気が鋼板内部に残り、ブローホールと呼ばれる気孔を形成して、溶接強度を劣化させたり、外観が悪くなる。

【 0 0 0 4 】

このような観点から、亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接法においては様々な対策が提案されている。（特許文献 1 - 3 を参照）例えば、特許文献 1 においては、エネルギー密度が低いレーザービームで亜鉛を蒸発、離散させた後、エネルギー密度が高いレーザービームで溶接接合させる方法が記載されている。また、特許文献 1 の方法においては、1 つのレーザービームを、ハーフミラーと反射鏡を用いて、エネルギー密度が低いレーザービームとエネルギー密度が高いレーザービームとに分割し、それらの 2 つのレーザービームを、照射領域をずらして同時に照射するというものである。（特許文献 1 の図 8 等を参照）

【特許文献 1】特開平 4 - 2 3 1 1 9 0 号公報

【特許文献 2】特開平 1 0 - 1 5 6 5 6 6 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 2 - 1 7 8 1 7 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、特許文献 1 の溶接方法では、エネルギー密度が低いレーザービームとエネルギー密度が高いレーザービームとを同時照射しているので、以下の問題があった。

【 0 0 0 6 】

第 1 に、2 つのレーザービームの移動速度が必然的に同一にならざるを得ず、このことが、亜鉛の蒸発と溶接接合という 2 つの過程を最適化する上で制約条件になるという問題がある。第 2 に、溶接しようとする経路が曲線の場合、2 つの分割されたレーザービームの射出位置が異なることから、経路にずれを生じ易く、経路にずれが生じると溶接強度の劣化等の溶接欠陥を招くという問題がある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

請求項 1 に係る発明は、母材金属板の表面に母材金属の融点よりも低い沸点を有した金属をメッキしてなる、複数枚の金属メッキ板を重ね合わせ、重ね合わせ部にレーザービームを照射して溶接を行う金属メッキ板のレーザー溶接方法において、前記重ね合わせ部上の互いに隣接した第 1 乃至第 3 の経路に沿って、エネルギー密度が低く、且つ広い照射領域を有した第 1 のレーザービームを移動させながら照射することにより、前記広い照射領域の母材金属部分にメッキされた金属を蒸発、脱気させ、前記第 1 のレーザービームを前記第 1 乃至第 3 の経路に沿って照射した後に、前記第 1 及び第 3 の経路に挟まれた前記第 2 の経路に沿って前記第 1 のレーザービームよりもエネルギー密度が高く、且つ前記第 1 のレーザービームよりも狭い照射領域を有した第 2 のレーザービームを移動させながら照射することにより、前記狭い照射領域の母材金属部分を溶融して、溶接接合させることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

上記構成によれば、第 1 のレーザービームを照射した後に、第 2 のレーザービームを照射するので、第 1 及び第 2 のレーザービーム線の移動速度を独立に制御することができる。その結果溶接条件の最適化が容易になる。また、第 1 及び第 2 のレーザービームの移動する経路のずれを無くすることができる。

【 0 0 0 9 】

また、第 1 のレーザービームを第 1 乃至第 3 の経路に沿って照射した後に、第 2 のレーザービームを第 1 及び第 3 の経路に挟まれた第 2 の経路に沿って照射しているので第 2 の

10

20

30

40

50

レーザービームの照射時には、第２の経路の両側を含めた広い範囲でメッキされた金属は既に蒸発、脱気されていることになる。これにより、金属蒸気の影響を無くして更に良好な溶接を実現することができる。ここで、第１乃至第３の経路は、直線経路でも円周経路でも良い。

【００１０】

また、請求項４に係る発明は、母材金属板の表面に母材金属の融点よりも低い沸点を有した金属をメッキしてなる、複数枚の金属メッキ板を重ね合わせ、重ね合わせ部にレーザービームを照射して溶接を行う金属メッキ板のレーザー溶接方法において、前記重ね合わせ部上における螺旋経路に沿って、エネルギー密度が低く、且つ広い照射領域を有した第１のレーザービームを移動させながら照射することにより、前記広い照射領域の母材金属部分にメッキされた金属を蒸発させ、前記第１のレーザービームを螺旋経路の全体に沿って照射した後に、前記螺旋経路の中でその両側の領域に前記第１のレーザービームの照射が行われた経路に沿って、前記第１のレーザービームよりもエネルギー密度が高く、且つ前記第１のレーザービームよりも狭い照射領域を有した第２のレーザービームを移動させながら照射することにより、前記狭い照射領域の母材金属部分を溶融して、溶接接合させることを特徴とする。

【００１１】

本発明によれば、請求項１の発明と同様に、第１のレーザービームを照射した後に、第２のレーザービームを照射するので、第１及び第２のレーザービーム線の移動速度を独立に制御することができる、その結果溶接条件の最適化が容易になる。また、第１及び第２のレーザービームの移動する経路のずれを無くすることができる。更に、第１のレーザービームを螺旋経路に沿って照射しているので、レーザービームの連続照射が可能となり、生産性を向上させることができる。また、第２のレーザービームの照射の時には、照射する経路の両側を含めた広い範囲でメッキされた金属が既に蒸発、脱気されている。これにより、請求項１に係る発明と同様、金属蒸気の影響を無くして更に良好な溶接を実現することができる。

【発明の効果】

【００１２】

本発明の金属メッキ板のレーザー溶接方法によれば、溶接条件の最適化が容易になり、しかも、溶接しようとする経路が曲線の場合であっても、ブローホール等の溶融欠陥の形成の無い、良好な溶接を確実に実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１３】

[第１の実施形態]

以下、本発明の第１の実施形態について説明する。まず、レーザー加工装置の構成を図１に基づいて説明する。図示のように、レーザー加工テーブル１０上に、２枚の垂鉛メッキ鋼板を重ね合わせた状態で載置する。以下では、下側になった垂鉛メッキ鋼板を下板１１と呼び、上側になった垂鉛メッキ鋼板を上板１２と呼ぶことにする。下板１１と上板１２とを治具で押さえて、両板の重ね合わせ部をできるだけ密着させることが好ましい。

【００１４】

下板１１及び上板１２が載置されたレーザー加工テーブル１０の上方には、レーザー加工ヘッド１３が配置され、このレーザー加工ヘッド１３に光ファイバー１４を介してファイバーレーザー発振器１７によって発生されたレーザービームが出力されるようになっている。尚、ファイバーレーザー発振器１７の代わりに、ＹＡＧレーザー発振器、ＣＯ₂レーザー発振器等の他の種類のレーザー発振器を用いてもよい。

【００１５】

レーザー加工ヘッド１３には、コリメーションレンズ１５と集光レンズ１６が収納されている。ファイバーレーザー発振器１７からのレーザービームは、まず、コリメーションレンズ１５によって一旦平行光線に変換され、その平行光線が集光レンズ１６によって、所定の焦点距離の位置に集光される。また、レーザー加工ヘッド１３は、例えば、レーザ

ー加工ロボットのような移動手段によって、上板 1 2 の面内の X 方向及び Y 方向、上板 1 2 の表面に垂直な Z 方向に移動自在に構成されている。

【 0 0 1 6 】

従って、レーザー加工ヘッド 1 3 を Z 方向に移動させることにより、レーザー加工ヘッド 1 3 から出力されるレーザービーム 1 8 の照射領域 1 9 (上板 1 2 に垂直な方向からみて円形の領域になる) の広狭を変えることができる。レーザービーム 1 8 のエネルギー密度は照射領域 1 9 a の単位面積当たりのエネルギーであり、ファイバーレーザー発振器 1 7 の発振出力 (電力) が一定であれば、レーザービーム 1 8 のエネルギー密度は照射領域 1 9 a の面積に反比例することになる。

【 0 0 1 7 】

また、レーザー加工ヘッド 1 3 のコリメーションレンズ 1 5 又は集光レンズ 1 6 を交換することによっても照射領域 1 9 の広狭を変えることができる。また、レーザー加工ヘッド 1 3 を X 方向に、又は Y 方向に、或いは X 方向と Y 方向に同時に移動させることにより、レーザービーム 1 8 の照射領域 1 9 を前記重ね合わせ部上を任意の経路に沿って、所望の移動速度で移動させることができる。

【 0 0 1 8 】

以下、上記レーザー加工装置を用いた亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接法について説明する。先ず、図 2 (a) の斜視図に示すように、下板 1 1 と上板 1 2 の重ね合わせ部上の起点 P 1 から終点 P 2 までの第 1 の直線経路 K 1 に沿って、エネルギー密度が低く、広い照射領域 1 9 a を有した第 1 のレーザービーム 1 8 a を移動させながら照射する。

【 0 0 1 9 】

これにより、図 2 (b) (図 1 (a) の A - A 線断面図) に示すように、広い照射領域 1 9 a に対応する下板 1 1 と上板 1 2 の重ね面に存在する亜鉛が第 1 のレーザービーム 1 8 a により加熱されて、蒸発、脱気する。つまり、前記重ね面から発生した亜鉛蒸気は下板 1 1 と上板 1 2 の重ね合わせ部の隙間を通過して外に抜ける。この時、第 1 のレーザービーム 1 8 a のエネルギー密度は低いので、鋼材は溶融せず、亜鉛だけが蒸発する。

【 0 0 2 0 】

その後、図 3 に示すように、下板 1 1 と上板 1 2 の重ね合わせ部上であって、第 1 の直線経路 K 1 に隣接すると共に、第 1 の直線経路 K 1 に平行な第 2 の直線経路 K 2 に沿って、エネルギー密度が低く、広い照射領域 1 9 a を有した第 1 のレーザービーム 1 8 a を移動させながら照射する。第 2 の直線経路 K 2 は、起点 P 3 から終点 P 4 までの直線経路であり、その経路の長さは第 1 の直線経路 K 1 の長さと同様である。この時も同様に、第 2 の直線経路 K 2 に沿った広い照射領域 1 9 a に対応する下板 1 1 と上板 1 2 の重ね面に存在する亜鉛が、第 1 のレーザービーム 1 8 a により加熱されて、蒸発、脱気する。

【 0 0 2 1 】

その後、図 4 に示すように、下板 1 1 と上板 1 2 の重ね合わせ部上であって、第 2 の直線経路 K 2 に隣接すると共に、第 2 の直線経路 K 2 に平行な第 3 の直線経路 K 3 に沿って、エネルギー密度が低く、広い照射領域 1 9 a を有した第 1 のレーザービーム 1 8 a を移動させながら照射する。第 3 の直線経路 K 3 は、起点 P 5 から終点 P 6 までの直線経路であり、その経路の長さは第 1、第 2 の直線経路 K 1、K 2 の長さと同様である。この時も同様に、第 3 の直線経路 K 3 に沿った広い照射領域 1 9 a に対応する下板 1 1 と上板 1 2 の重ね面に存在する亜鉛が、第 1 のレーザービーム 1 8 a により加熱されて、蒸発、脱気する。

【 0 0 2 2 】

この場合、第 1 乃至第 3 の直線経路 K 1 ~ K 3 の起点 P 1 , P 3 , P 5 は同一直線上にあり、起点 P 1 , P 3 , P 5 も同一直線上にある。また、第 1 のレーザービーム 1 8 a の移動方向は左右方向のどちらでも良い。

【 0 0 2 3 】

上述のようにして第 1 のレーザービーム 1 8 a を第 1 乃至第 3 の経路 K 1 ~ K 3 に沿って移動させた後に、図 5 (a) に示すように、第 1 のレーザービーム 1 8 a よりもエネル

10

20

30

40

50

ギー密度が高く、狭い照射領域 19 b を有した第 2 のレーザービーム 18 b を第 1 の直線経路 K 1、第 3 の直線経路 K 3 に挟まれた第 2 の直線経路 K 2 に沿って、好ましくは第 2 の直線経路 K 2 の中心線に沿って移動させながら照射する。この時、第 2 のレーザービーム 18 b の移動方向は P 3 → P 4、P 4 → P 3 のどちらでも良い。

【0024】

この場合、第 2 のレーザービーム 18 b の狭い照射領域 19 b の全部が広い照射領域 19 a の範囲に含まれている。広い照射領域 19 a と狭い照射領域 19 b を重ね合わせると、中心点 A を共有した同心円を形成することが好ましい。(図 6 を参照)このようにして、図 5 (b) (図 5 (a) の B - B 線断面図)に示すように、第 2 の直線経路 K 2 に沿って、狭い照射領域 19 b に対応する下板 11 と上板 12 の鋼板部分が溶融され、溶接接合が形成される。この時、第 2 の直線経路 K 2 に対応したレーザー照射領域だけでなく、その両側の第 1、第 3 の直線経路 K 1, K 3 に対応したレーザー照射領域も含めた広範囲においてメッキされた亜鉛が既に蒸発、脱気されているので、広範囲の亜鉛蒸気の影響を無くして良好な溶接接合を形成することができる。

【0025】

つまり、第 1 のレーザービーム 18 a を 1 つの直線経路に沿って照射し、第 2 のレーザービーム 18 b を同じ経路に沿って照射する場合と比べると、本実施形態においては、より広範囲においてメッキされた亜鉛を蒸発、脱気した後に、溶接を行うことができるのである。これに対して、第 1、第 3 の直線経路 K 1, K 3 の照射を行わない場合には、亜鉛の蒸発、脱気が不十分であり、ブローホールを防ぎきれない。さらに広範囲の亜鉛を除去したい場合には、直線経路の本数をさらに増やしても良い。

【0026】

第 1 乃至第 3 の直線経路 K 1 ~ K 3 の間隔はある程度自由に設定できるが、その間隔はできるだけ小さいことが好ましい。第 1 乃至第 3 の直線経路 K 1 ~ K 3 の間隔が大きすぎると、レーザー照射が行われない非照射領域が広くなり、亜鉛の除去効果が十分発揮されないからである。また、図 3 乃至 5 においては、第 1 乃至第 3 の直線経路 K 1 ~ K 3 の広い照射領域 19 a は離間している場合を図示したが、隣接した経路の広い照射領域 19 a の端部を互いにオーバーラップさせてもよい。これにより、第 1 乃至第 3 の直線経路 K 1 ~ K 3 の間に非照射領域が生じないようにすることができる。

【0027】

尚、本実施形態とは異なり、第 1 のレーザービーム 18 a の照射領域を広げることで、広範囲の亜鉛を蒸発、脱気させるという手法も考えられるが、照射領域を広げただけではレーザービームのエネルギー密度の低下を招き、これを補償するためにはレーザービームの移動速度を相当小さくせざるを得ない。そうすると、生産性の低下を招く。また、ファイバーレーザー発振器 17 の発振出力にも限界があり、エネルギー密度を維持しながら照射領域を広げることは困難なことが多い。

【0028】

また、前述のように、第 1 及び第 2 のレーザービーム 18 a, 18 b は同時移動すると無く、時間を前後して移動させているため、それらの移動速度は独立に制御することができる。これにより、溶接条件を最適化することができる。この時、第 1 のレーザービーム 18 a の移動速度は、第 2 のレーザービーム 18 b の移動速度より小さいことが好ましい。つまり、第 1 のレーザービーム 18 a の移動はゆっくり行うことにより、亜鉛の蒸発、除去を促進することができる。一方、第 2 のレーザービーム 18 b の移動はそれより速くても適度な溶接接合を形成することができ、レーザー加工時間の短縮にもつながる。

【0029】

これに対して、特許文献 1 の溶接方法のように、2 つのレーザービームを同時移動させる場合には、亜鉛の除去を十分に行うためにレーザービームの移動をゆっくり行くと、鋼板部分の溶融が過剰に起こり、逆に、溶接接合の形成を最適化するためにレーザービームの移動を速く行くと、亜鉛の除去が不十分になるという欠点がある。つまり、2 つのレーザービームの移動速度が同一であるために、溶接条件の最適化に制約がある。

【 0 0 3 0 】

[第 2 の実施形態]

第 1 の実施形態において、第 1 のレーザービーム 1 8 a 及び第 2 のレーザービーム 1 8 b の移動する経路は直線経路であるが、それに限らず、どのような経路でもよい。本実施形態では、直線経路以外に好ましい経路として、円周経路について説明する。

尚、本実施形態においても、前記レーザー加工装置を用いるものとし、その他の条件も第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 3 1 】

先ず、図 7 に示すように、第 1 のレーザービーム 1 8 a を下板 1 1 と上板 1 2 の重ね合わせ部上の第 1 の円周経路 K 4 に沿って、起点 P 7 から出発して、再び同じ起点 P 7 に戻るように移動させる。つまり、第 1 のレーザービーム 1 8 a の広い照射領域 1 9 a は第 1 の円周経路 K 4 を一周することになる。これにより、第 1 の実施形態と同様に、広い照射領域 1 9 a に対応する下板 1 1 と上板 1 2 の重ね面に存在する亜鉛が第 1 のレーザービーム 1 8 a により加熱されて、蒸発、脱気する。

10

【 0 0 3 2 】

その後、図 8 に示すように、第 1 の円周経路 K 4 の外側に隣接した第 2 の円周経路 K 5 に沿って、第 1 のレーザービーム 1 8 a を起点 P 8 から再び同じ起点 P 8 に戻すように移動させる。つまり、第 1 のレーザービーム 1 8 a の照射領域 1 9 a は第 2 の円周経路 K 5 を一周することになる。この時も、広い照射領域 1 9 a に対応する下板 1 1 と上板 1 2 の重ね面に存在する亜鉛が第 1 のレーザービーム 1 8 a により加熱されて、蒸発、脱気する。

20

【 0 0 3 3 】

その後、図 9 に示すように、第 2 の円周経路 K 5 の外側に隣接した第 3 の円周経路 K 6 に沿って、第 1 のレーザービーム 1 8 a を起点 P 9 から再び同じ起点 P 9 に戻すように移動させる。つまり、第 1 のレーザービーム 1 8 a の照射領域 1 9 a は第 3 の円周経路 K 6 を一周することになる。この時も、広い照射領域 1 9 a に対応する下板 1 1 と上板 1 2 の重ね面に存在する亜鉛が第 1 のレーザービーム 1 8 a により加熱されて、蒸発、脱気する。

【 0 0 3 4 】

この場合、第 1 乃至第 3 の円周経路 K 4 ~ K 6 の中心は同じであること、つまり第 1 乃至第 3 の円周経路 K 4 ~ K 6 は同心円であることが好ましい。第 1 のレーザービーム 1 8 a を移動させる第 1 乃至第 3 の円周経路 K 4 ~ K 6 の順番は任意である。

30

【 0 0 3 5 】

その後、図 10 に示すように、第 1 のレーザービーム 1 8 a よりもエネルギー密度が高く、狭い照射領域 1 9 b を有した第 2 のレーザービーム 1 8 b を第 2 の円周経路 K 5 に沿って、好ましくは第 2 の円周経路 K 5 の中心線に沿って移動させながら照射する。つまり、第 2 のレーザービーム 1 8 b は、第 1、第 3 の円周経路 K 4、K 6 によって挟まれた第 2 の円周経路 K 5 に沿って移動する。

【 0 0 3 6 】

この場合、第 2 のレーザービーム 1 8 b は起点 P 8 から出発して、再び起点 P 8 に戻るように移動させる。つまり、第 2 のレーザービーム 1 8 b の照射領域 1 9 b は第 2 の円周経路 K 5 を一周することになる。尚、この時の起点 P 8 は、第 1 のレーザービーム 1 8 a の起点 P 8 と一致している必要はなく、第 2 の円周経路 K 5 上で任意に選ぶことができる。

40

【 0 0 3 7 】

これにより、第 2 の円周経路 K 5 に沿って、狭い照射領域 1 9 b に対応する下板 1 1 と上板 1 2 の鋼板部分が溶融され、溶接接合が形成される。この時、第 2 の円周経路 K 5 に対応したレーザー照射領域だけでなく、その両側の第 1、第 3 の円周経路 K 4、K 6 に対応したレーザー照射領域も含めた広範囲においてメッキされた亜鉛が既に蒸発、脱気されているので、亜鉛蒸気の影響を無くして良好な溶接接合を形成することができる。第 1 乃

50

至第3の円周経路K4～K6の直径はある程度自由に設定できるが、円周経路の間隔は上述した理由でできるだけ小さいことが好ましい。また、さらに広範囲の垂鉛を除去したい場合には、円周経路の本数をさらに増やしても良い

このように、本実施形態によれば、レーザービームの移動経路は円周経路であり、第1の実施形態による直線経路とは異なっているが、同様の効果を得ることができる。

【0038】

また、本実施形態によれば、第1のレーザービーム18a及び第2のレーザービーム18bを同時移動させること無く、時間を前後して移動させるので、移動経路が第1乃至第3の円周経路K4～K6のように曲線経路の場合でも、第1のレーザービーム18a及び第2のレーザービームの移動する経路のずれを無くすることができる。これに対して、特許文献1の溶接方法のように、2つのレーザービームを同時移動させる場合には、2つの分割されたレーザービームの射出位置が異なることから、移動経路にずれを生じや易い。移動経路にずれが生じると、垂鉛が十分除去されていない鋼材部分を溶融して溶接することになるため、溶接強度の劣化等の溶接欠陥を招くという問題がある。

【0039】

[第3の実施形態]

本実施形態は、第1のレーザービーム18a及び第2のレーザービーム18bの移動する経路は螺旋経路である点で第1、第2の実施形態と異なっている。尚、本実施形態においても、前記レーザー加工装置を用いるものとし、その他の条件も第1の実施形態と同様である。

【0040】

先ず、図11に示すように、第1のレーザービーム18aを下板11と上板12の重ね合わせ部上の螺旋経路K7に沿って、起点P11から出発して、終点P12まで移動させる。つまり、第1のレーザービーム18aの広い照射領域19aは螺旋経路K7上を移動することになる。この時、広い照射領域19aに対応する下板11と上板12の重ね面に存在する垂鉛が第1のレーザービーム18aにより加熱されて、蒸発、脱気する。

【0041】

その後、図12に示すように、第2のレーザービーム18bを下板11と上板12の重ね合わせ部上の螺旋経路K7に沿って、起点P13から出発して、終点P14まで移動させる。つまり、第2のレーザービーム18bに狭い照射領域19bは、螺旋経路K7の中でその両側の領域に第1のレーザービーム18aの照射が既に行われた経路に沿って移動する。これにより、螺旋経路K7に沿って、起点P13から終点P14に至る経路で、狭い照射領域19bに対応する下板11と上板12の鋼板部分が溶融され、溶接接合が形成される。

【0042】

この時、起点P13から終点P14に至る螺旋経路に対応したレーザー照射領域だけでなく、その両側の螺旋経路に対応したレーザー照射領域も含めた広範囲においてメッキされた垂鉛が既に蒸発、脱気されているので、垂鉛蒸気の影響を無くして良好な溶接接合を形成することができる。このように、本実施形態によれば、レーザービームの移動経路は螺旋経路であり、第1の実施形態による直線経路とは異なっているが、同様の効果を得ることができる。さらに広範囲の垂鉛を除去したい場合には、螺旋経路の巻き数をさらに増やしても良い。

【0043】

また、本実施形態によれば、第1のレーザービーム18aの移動経路が螺旋状になっているので、レーザービーム照射を途中で停止させることなく、連続照射が可能になる。これにより、生産性が向上するという特有の効果も有している。

【0044】

尚、上記第1乃至第3の実施形態においては、2枚の垂鉛メッキ鋼板を重ね合わせた状態でレーザー溶接を行っているが、本発明は、3枚以上の垂鉛メッキ鋼板を重ね合わせた状態でレーザー溶接を行う場合にも適用することができる。また、本発明のレーザー溶接

10

20

30

40

50

の対象となる金属メッキ板は、亜鉛メッキ鋼板に限らず、鋼板の表面に、鋼板の融点よりも低い沸点を有した金属、例えば、アルミニウム、或いは錫をメッキしてなる金属メッキ板であってもよい。また、母材金属板の材料も鉄に限定されることはなく、例えば、鉄と他の元素との合金でもよい。

【実施例】

【0045】

以下、本発明の具体的な実施例について説明する。2枚の亜鉛メッキ鋼板（規格：GAC270 t1.2）を準備した。この亜鉛メッキ鋼板は、厚さが1.2 mmであり、表面及び裏面に40 g / m²の亜鉛メッキが施されたものである。そして、2枚の亜鉛メッキ鋼板の重ね合わせ部に、第1のレーザービーム18aを第1乃至第3の円周経路K4～K6に沿って照射した。この時のファイバーレーザー発振器17の発振出力は4 KWであり、第1のレーザービーム18aの広い照射領域19aは円形であり、その直径は1.0 mmであった。また、第1のレーザービーム18aの移動速度は1 m / 分であった。（図7～図9参照）

10

【0046】

第1のレーザービーム18aの照射後、第2のレーザービーム18bを第2の円周経路K5に沿って照射した。この時の、ファイバーレーザー発振器17の発振出力は4 KWであり、第2のレーザービーム18bの狭い照射領域19bは円形であり、その直径は0.8 mmであった。また、第2のレーザービーム18bの移動速度は、第1のレーザービーム18aの移動速度より速く、3.5 m / 分であった。（図10参照）

20

【0047】

ファイバーレーザー発振器17の発振出力は4 KWで一定しているので、レーザービームのエネルギー密度は照射領域の面積に反比例する。第1のレーザービーム18aのエネルギー密度は、第2のレーザービーム18bのエネルギー密度の64%になる。上記の第1及び第2のレーザービーム18a, 18bの照射により、2枚の亜鉛メッキ鋼板は第2の円周経路K5に沿って溶接され、その溶接強度は高く、外観も良いことが確認された。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の実施形態におけるレーザー加工装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する斜視図及び断面図である。

30

【図3】本発明の第1の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する斜視図である。

【図4】本発明の第1の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する斜視図である。

【図5】本発明の第1の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する斜視図及び断面図である。

【図6】レーザービームによる照射領域を示す平面図である。

【図7】本発明の第2の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する斜視図である。

40

【図8】本発明の第2の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する斜視図である。

【図9】本発明の第2の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する斜視図である。

【図10】本発明の第2の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する斜視図である。

【図11】本発明の第3の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する平面図である。

【図12】本発明の第3の実施形態による亜鉛メッキ鋼板のレーザー溶接方法を説明する平面図である。

50

【符号の説明】

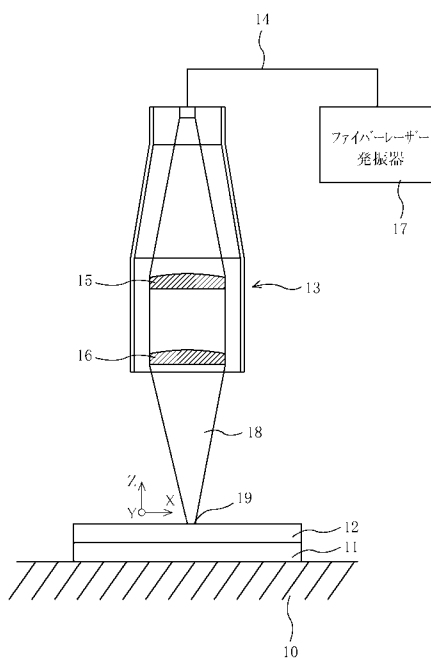
【 0 0 4 9 】

1 0 . . . レーザー加工テーブル
 1 2 . . . 上板
 1 4 . . . 光ファイバー
 1 6 . . . 集光レンズ
 1 8 . . . レーザービーム
 1 8 b . . . 第 2 のレーザービーム
 1 9 b . . . 狭い照射領域
 K 1 . . . 第 1 の直線経路
 K 3 . . . 第 3 の直線経路
 K 5 . . . 第 2 の円周経路
 K 7 . . . 螺旋経路

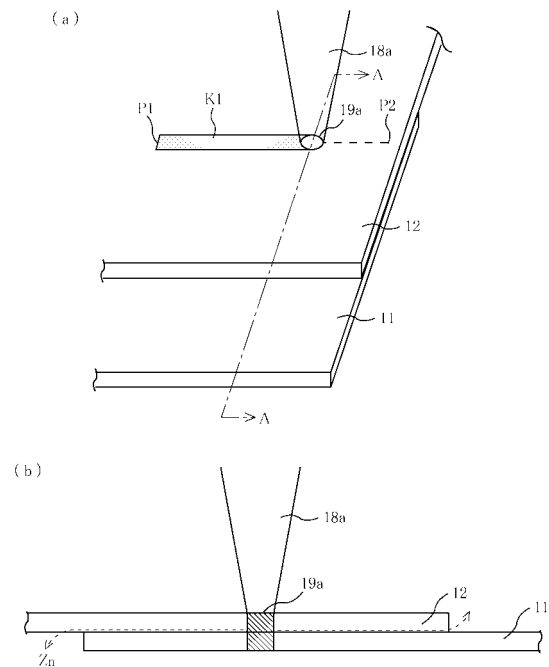
1 1 . . . 下板
 1 3 . . . レーザー加工ヘッド
 1 5 . . . コリメーションレンズ
 1 7 . . . ファイバーレーザー発振器
 1 8 a . . . 第 1 のレーザービーム
 1 9 a . . . 広い照射領域
 K 2 . . . 第 2 の直線経路
 K 4 . . . 第 1 の円周経路
 K 6 . . . 第 3 の円周経路

10

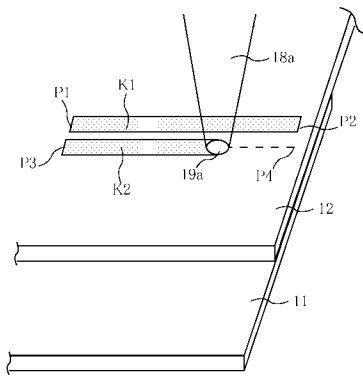
【 図 1 】



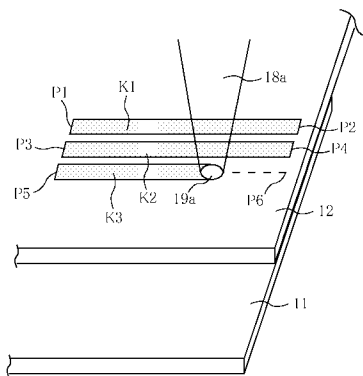
【 図 2 】



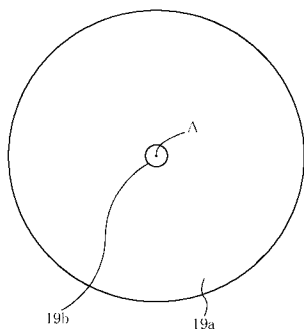
【図 3】



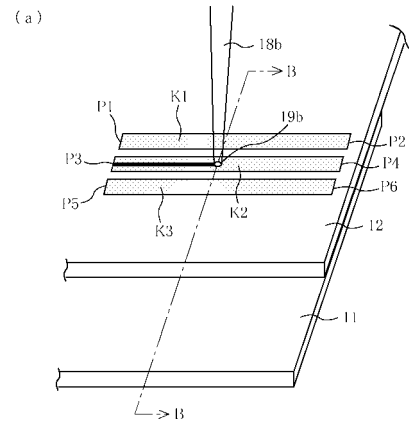
【図 4】



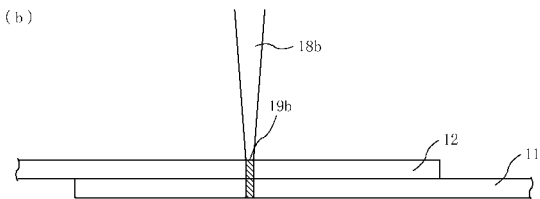
【図 6】



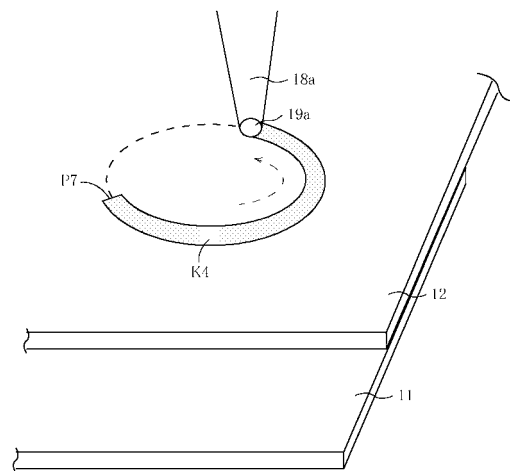
【図 5】



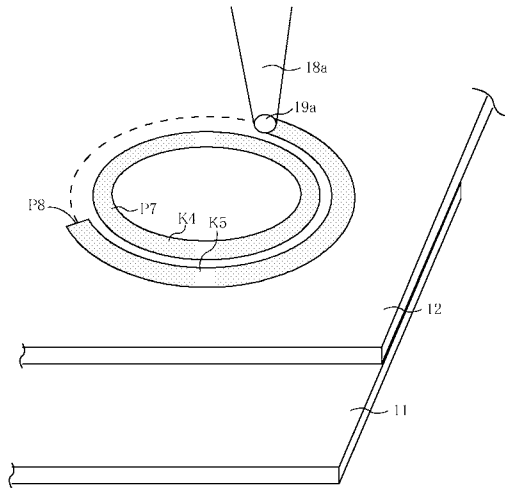
(b)



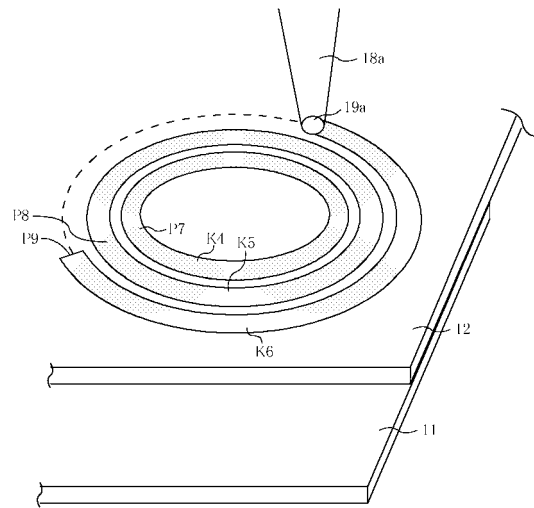
【図 7】



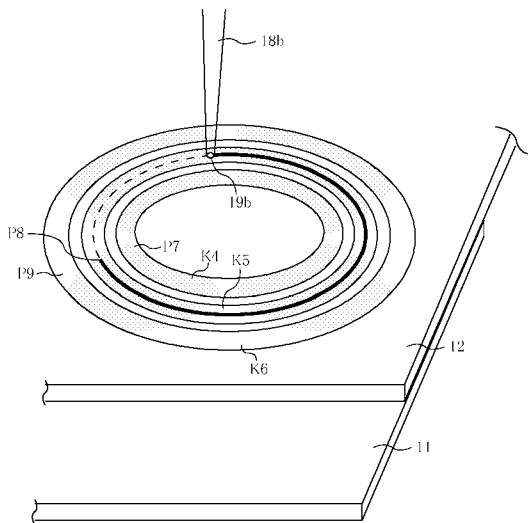
【図 8】



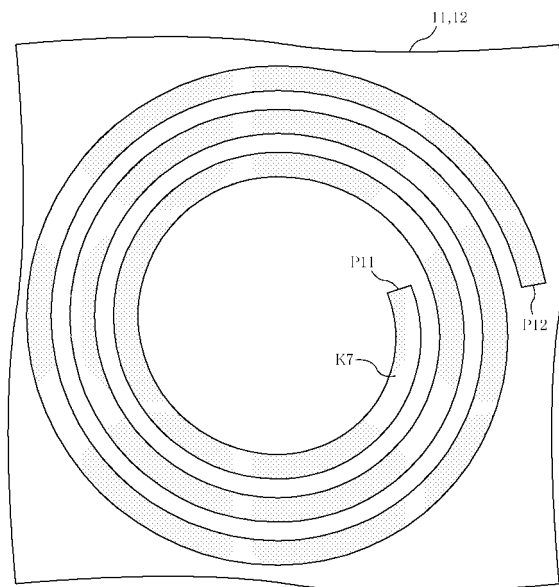
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

