

(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2018-43273

(P2018-43273A)

(43) 公開日 平成30年3月22日(2018.3.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 3 K 26/21 (2014.01)</b>	B 2 3 K 26/21	G 4 E 0 6 6
<b>B 2 3 K 26/22 (2006.01)</b>	B 2 3 K 26/22	4 E 1 6 8
<b>B 2 3 K 26/244 (2014.01)</b>	B 2 3 K 26/244	
<b>B 2 3 K 26/32 (2014.01)</b>	B 2 3 K 26/32	
<b>B 2 3 K 15/00 (2006.01)</b>	B 2 3 K 15/00	5 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-180001 (P2016-180001)  
 (22) 出願日 平成28年9月14日 (2016.9.14)

(71) 出願人 000001199  
 株式会社神戸製鋼所  
 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号  
 (74) 代理人 110002000  
 特許業務法人栄光特許事務所  
 (72) 発明者 青木 拓朗  
 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内  
 (72) 発明者 松本 剛  
 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内  
 (72) 発明者 北村 智之  
 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内  
 最終頁に続く

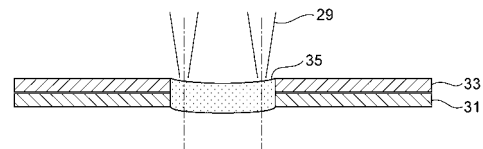
(54) 【発明の名称】 アルミニウム接合体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 接合強度を確保するためのビームスポット径を確保しつつ、溶融凝固部の割れを低減できるアルミニウム接合体の製造方法を提供する。

【解決手段】 アルミニウム接合体の製造方法において、第1アルミニウム部材31と、第1アルミニウム部材上に第1アルミニウム部材31よりも導電率の高い第2アルミニウム部材33を重ねて重ね継手を形成する工程と、第2アルミニウム部材側から高エネルギービームを照射して、重ね継手を貫通する溶融凝固部35を形成するビーム溶接工程と、を有する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 アルミニウム部材と、前記第 1 アルミニウム部材上に前記第 1 アルミニウム部材よりも導電率の高い第 2 アルミニウム部材を重ねて重ね継手を形成する工程と、

前記第 2 アルミニウム部材側から高エネルギービームを照射して、前記重ね継手を貫通する溶融凝固部を形成するビーム溶接工程と、

を有するアルミニウム接合体の製造方法。

## 【請求項 2】

前記溶融凝固部を、前記高エネルギービームによるスポット溶接で形成する請求項 1 に記載のアルミニウム接合体の製造方法。

10

## 【請求項 3】

前記スポット溶接は、前記高エネルギービームを同心円状又は螺旋状に複数回走査させて行う請求項 2 に記載のアルミニウム接合体の製造方法。

## 【請求項 4】

前記スポット溶接は、前記高エネルギービームをデフォーカスさせて行う請求項 2 に記載のアルミニウム接合体の製造方法。

## 【請求項 5】

前記溶融凝固部を、前記高エネルギービームによる連続溶接で形成する請求項 1 に記載のアルミニウム接合体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、アルミニウム接合体の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、自動車においては、燃費向上のため部材の軽量化が必須となっている。アルミニウム又はアルミニウム合金は軽量であり、比強度（単位重量当りの強度）が大きく軽量化コストも低いため、量産に適している。

## 【0003】

ところで、レーザ溶接等のビーム溶接は、入熱量を低減しつつ深い溶け込みの接合部を形成できる。更に近年では、レーザビームをミラーにより走査させながら溶接する、いわゆるリモート溶接が普及されつつある。このようリモート溶接では、レーザビームを円周状、らせん状（渦巻き状）、平行線状、ジグザク状等様々な形態での走査が可能である（例えば特許文献 1 参照）。

30

## 【0004】

アルミニウム又はアルミニウム合金のような熱膨張係数の大きい材料においては、溶融部が急速に凝固するため割れが生じやすい。特に、点溶接（ビームスポット溶接）では、周方向に溶融部が引っ張られるため、より割れやすくなる。このため、溶融部の凝固速度を緩和するために、点状の溶融凝固部を形成した後で、その溶融凝固部の外周を囲んでレーザビームを走査させて溶融部の凝固速度を緩和することにより、割れを抑制する方法が知られている（例えば特許文献 2 参照）。

40

## 【0005】

また、ビームスポット径を小さくしつつ、複数の照射領域へビームスポットの熱量を順次小さくしながらビーム照射して溶接することで、溶融凝固部の大きさのバラつきを抑え、割れを抑制する方法も知られている（例えば特許文献 3 参照）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献 1】特開 2011 - 173146 号公報

【特許文献 2】特開 2015 - 199097 号公報

50

【特許文献3】特開2015-221446号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、接合部の強度確保の観点からビームスポット溶接は、ビームスポット径（溶融凝固部の平面視直径）が3mm以上あるのが好ましいが、スポット径が大きくなるにつれて割れが発生しやすくなる。アルミニウム又はアルミニウム合金は、熱膨張係数が大きいため、レーザビームの走査方法等の施工条件の調整だけでは割れの抑制が難しい。

【0008】

本発明は上記状況に鑑みてなされたもので、その目的は、接合強度を確保するためのビームスポット径を確保しつつ、溶融凝固部の割れを低減できるアルミニウム接合体の製造方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は下記構成からなる。

第1アルミニウム部材と、前記第1アルミニウム部材上に前記第1アルミニウム部材よりも導電率の高い第2アルミニウム部材を重ねて重ね継手を形成する工程と、前記第2アルミニウム部材側から高エネルギービームを照射して、前記重ね継手を貫通する溶融凝固部を形成するビーム溶接工程と、を有するアルミニウム接合体の製造方法。

【発明の効果】

20

【0010】

本発明に係るアルミニウム接合体の製造方法によれば、接合強度を確保するためのビームスポット径を確保しつつ、溶融凝固部の割れを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1構成例のアルミニウム接合体の製造方法に用いられるレーザ溶接装置の全体構成図である。

【図2】図1に示したアルミニウム接合体をビーム照射方向で断面視した断面図である。

【図3】デフォーカスによるビーム照射部の模式図である。

【図4】同心円状のビーム走査によるビーム照射部の模式図である。

30

【図5】螺旋状のビーム走査によるビーム照射部の模式図である。

【図6】割れを生じた溶融凝固部の模式図である。

【図7】上板部材の導電率が高い場合の溶融凝固部の状態を断面図で示す説明図である。

【図8】下板部材の導電率が高い場合の溶融凝固部の状態を断面図で示す説明図である。

【図9】レーザスポット溶接により接合された重ね継手の斜視図である。

【図10】レーザ連続溶接により接合された重ね継手の斜視図である。

【図11】6022材と3003材を上下入れ替えた場合の割れ長さの変化を表すグラフである。

【図12】6022材とAl-1wt%Fe材を上下入れ替えた場合の割れ長さの変化を表すグラフである。

40

【図13】6022材を上板、クラッド材を下板とした場合の割れ長さを表すグラフである。

【図14】クラッド材を上板、6022材を下板とした場合の割れ長さを表すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は第1構成例のアルミニウム接合体の製造方法に用いられるレーザ溶接装置の全体構成図である。

本構成のアルミニウム接合体の製造方法には、高エネルギービーム溶接を適用できる。

50

高エネルギービーム溶接としては、レーザ溶接や電子ビーム溶接等が挙げられる。

【0013】

レーザ溶接法には、焦点距離の長い集光光学系を用いて溶接するリモート溶接法がある。このリモート溶接法には、更にガルバノ・ミラーでレーザをスキャンするミラー・スキャン法と、ロボットの動作で焦点距離の長い溶接トーチを振って溶接するロボット・スキャン法がある。これらは、ワークに接近して溶接する通常のレーザ溶接と異なり、溶接トーチと溶接物との干渉に制限を受けることなく溶接できる利点がある。また、ミラー・スキャン法は、高速な多点溶接が可能となる。ロボット・スキャン法は、多点溶接の際のエアカット時間を大きく圧縮することがロボットの動作制御上困難となるが、リモート溶接を安価に実現できる利点がある。

10

【0014】

本構成のアルミニウム接合体の製造方法においては、ミラー・スキャン法によるレーザ溶接装置11を用いてスポット溶接を行うレーザスポット溶接の場合を説明する。なお、レーザビームに代えて、電子ビームを用いた電子ビーム溶接であってもよい。

【0015】

ミラー・スキャン法によるレーザ溶接装置11は、レーザ発振器13と、レーザ走査ヘッド15と、これらを制御する制御装置17と、を有する。レーザ走査ヘッド15は、凹レンズ19、集光レンズ21、アクチュエータ23、及びミラー25等で構成される。

【0016】

レーザ発振器13は、制御装置17からの指令に基づいてレーザ光27を出力する。そのレーザ光27のエネルギー出力値は、制御装置17からの指令により調整可能となる。レーザ発振器13から出力されたレーザ光27は、凹レンズ19で拡大され、集光レンズ21で集光された後、ミラー25で反射されて、高エネルギービーム(レーザビーム29)として溶接予定箇所に照射される。レーザビーム29としては、CO<sub>2</sub>レーザ、YAGレーザ、ファイバーレーザ、ディスクレーザ、半導体レーザ等の各種方式のものが使用可能である。

20

【0017】

集光レンズ21は、アクチュエータ23により光軸方向に高速に移動可能に構成される。そして、レーザ光27の焦点距離は、集光レンズ21の光軸方向の移動により調整される。レーザ光27の焦点位置は、レーザ光27の照射面積(ビームスポット径)が最も小さくなり、レーザ光27のエネルギー密度が最も高くなる位置でもある。集光レンズ21のアクチュエータ23は、制御装置17に接続され、焦点距離が制御装置17により制御される。

30

【0018】

したがって、レーザ溶接装置11は、レーザ走査ヘッド15のミラー25を傾斜させることにより、集光レンズ21から出力されるレーザ光27を、所望の焦点距離で高速且つ自在に照射できる。

【0019】

図2は図1に示したアルミニウム接合体をビーム照射方向で断面視した断面図である。

上記のレーザ溶接装置11を用いて重ね継手を形成するアルミニウム接合体の製造方法は、重ね継手形成工程と、ビーム溶接工程と、を有する。重ね継手形成工程は、第1アルミニウム部材31と、第1アルミニウム部材上に第1アルミニウム部材31よりも「導電率」の高い第2アルミニウム部材33を重ねて重ね継手を形成する。ここでは、導電率をIACS(international annealed copper standard)として表している。

40

【0020】

一般に、材料の導電率と熱伝導率との関係は、材料が金属である場合、電子数が多い程、電子熱伝導が大きくなるのがウィーデマン・フランツの法則として知られている。導電率は、例えばアルミニウム(Al)、金(Au)、銅(Cu)、銀(Ag)の順で高くなる。熱伝導率も同様の順で高くなる。すなわち、導電率は熱伝達率に比例する。

【0021】

50

導電率は、第1アルミニウム部材31の導電率をW1と、第2アルミニウム部材33の導電率をW2とした場合、例えばその差を7以上とすることが好ましい。

【0022】

第1アルミニウム部材31及び第2アルミニウム部材33は、1000～8000系のアルミニウム又はアルミニウム合金が使用可能である。機械的強度の点では5000系、6000系、7000系の合金が好適に用いられ、単層の材料だけでなく表面にアルミニウム(A1-Si系合金)のクラッド層を設けた構成としてもよい。

【0023】

ビーム溶接工程は、下板の第1アルミニウム部材31に、上板の第2アルミニウム部材33を重ねた重ね継手のうち、導電率の高い第2アルミニウム部材側(上板側)からレーザービーム29を照射する。レーザービーム29は、重ね継手を貫通する溶融凝固部35を形成する。アルミニウム接合体の製造方法では、後述するように、上側に導電率の高い(すなわち熱伝導率の高い)材料を配置することで引張応力を低減できる。

10

【0024】

溶接部におけるレーザービーム29のビーム径は0.3～4.0mmとする。レーザービーム径は、入熱量やビームの走査方法によって適宜調整できる。レーザースポット溶接のビーム照射は、いわゆるキーホール型でもよいが、ビームの焦点を被溶接材の厚み方向にずらしてデフォーカスとしてもよい。また、ビームの走査方法は、後述するように、同心円状、渦巻き状等任意に設定することができる。

【0025】

図3はデフォーカスによるビーム照射部の模式図である。

レーザースポット溶接は、レーザービームをデフォーカスさせて行うものであってもよい。デフォーカスビーム37は、図1に示すレーザー溶接装置11の制御装置17により、例えばアクチュエータ23の駆動により、集光レンズ21を光軸に沿う方向に移動させて実施できる。

20

【0026】

図4は同心円状のビーム走査によるビーム照射部の模式図である。

また、レーザースポット溶接は、レーザービーム29を同心円状に複数回走査させて行うものであってもよい。レーザービーム29の同心円状走査は、最初にレーザービーム29を照射した初期照射範囲39の外周部に同心円のパターンで連続して照射する。レーザービーム29の同心円状走査は、図1に示すレーザー溶接装置11の制御装置17によるミラー25の傾斜駆動で実施できる。

30

【0027】

図5は螺旋状のビーム走査によるビーム照射部の模式図である。

更に、レーザースポット溶接は、レーザービーム29を螺旋状に複数回走査させて行うものであってもよい。レーザービーム29の螺旋状走査は、溶接部の中心部から外周側に向けて渦巻き状に連続して照射する。レーザービーム29の螺旋状走査は、前述の同心円走査と同様に、ミラー25の傾斜駆動により実施できる。

【0028】

次に、上記構成の作用を説明する。

図6は割れを生じた溶融凝固部の模式図である。

アルミニウム接合体の製造方法において、溶接熱源は移動熱源であり、それにより溶接部は熱サイクルを受ける。溶接部は、熱源が近づくにつれて温度が急激に上昇し、最高到達温度に達してから冷却する。この場合に生じる溶接部の割れ41は、冷却特性に大きく依存する。冷却特性の主なものは、一般的に冷却速度と、冷却時間であるが、本発明では、これに加えて溶接物の導電率(熱伝導率)にも着目している。

40

【0029】

このアルミニウム接合体の製造方法によれば、第1アルミニウム部材上に、第1アルミニウム部材31よりも導電率の高い第2アルミニウム部材33を重ねて重ね継手を形成する。この状態で第2アルミニウム部材側からレーザービーム29を照射して、重ね継手を貫

50

通する溶融凝固部 3 5 を形成する。この際、溶融池は、上板の第 2 アルミニウム部材 3 3 から下板の第 1 アルミニウム部材 3 1 にわたって形成される。この溶融池は、溶融部が凝固する際に、下板部分から徐々に凝固していくため、凝固割れが発生しにくくなる。

【 0 0 3 0 】

図 7 は上板部材の導電率が高い場合の溶融凝固部 3 5 の状態を断面図で示す説明図である。図中、F a は引張応力を示す。

上板の方が下板よりも導電率が高い場合、凝固が遅い下層部で発生した割れやひずみが、上層部に伝播しにくくなるため、割れ 4 1 が小さいか、生じなくなる。

【 0 0 3 1 】

図 8 は下板部材の導電率が高い場合の溶融凝固部 3 5 の状態を断面図で示す説明図である。図中、F b は引張応力を示す。

下板の方が上板よりも導電率が高い場合、凝固が早いため下層部で発生した割れやひずみが、凝固が遅い上層部に伝播しやすい。その結果、上層部の割れ 4 1 は図 7 に示す場合より大きくなる。また、それぞれの場合の引張応力は、 $F a < F b$  の関係となる。

【 0 0 3 2 】

溶融凝固部 3 5 には、冷却後に収縮による引張応力が発生する。溶接部が溶接されると温度上昇により膨張し、その後の冷却により収縮が生じる。その際に、大きな引張応力が溶接部近傍から溶融凝固部 3 5 に作用する。本構成例によれば、溶融部が凝固する際に、下板部分から徐々に凝固が進むため、この引張応力が流動する溶融部に順次逃されて、溶融凝固部内に残留しにくくなる。

【 0 0 3 3 】

また、このアルミニウム接合体の製造方法によれば、目的とする溶融凝固部 3 5 の中心に初期溶融池を形成している。レーザースポット溶接では、この溶融池を中心に、レーザービーム 2 9 を同心円状又は螺旋状に複数回走査させる。これにより、溶融凝固部 3 5 を形成するために必要な大きさの溶融池を、初期溶融池から拡大して形成できる。また、レーザービーム 2 9 は、任意方向への走査が可能となるので、真円以外の長円や楕円等の溶融凝固部 3 5 も形成できる。

【 0 0 3 4 】

また、アルミニウム接合体の製造方法によれば、レーザービーム 2 9 をデフォーカスさせて、目的とする溶融凝固部 3 5 の中心に初期溶融池を形成している。デフォーカスビーム 3 7 は、照射面積が大きいので、レーザービーム 2 9 を走査せずに、溶融凝固部 3 5 を形成するために必要な所要面積の溶融池を一度に作ることができる。なお、レーザービーム 2 9 のエネルギー密度が少なくなることにより照射深さは浅くなるが、溶融金属量は、デフォーカスを行わない時と同等に確保できる。また、所望の照射深さは、例えばビーム照射時間により制御が可能となる。

【 0 0 3 5 】

次に、上記のアルミニウム接合体の製造方法の変形例を説明する。

(変形例 1)

第 1 アルミニウム部材 3 1 及び第 2 アルミニウム部材 3 3 を調質のみが異なる同一組成の熱処理型のアルミニウム合金とした。

【 0 0 3 6 】

熱処理型のアルミニウム合金においては、溶体化処理により固溶していた元素が、時効処理により析出物として析出する。この析出物の状態により導電率の差が生じる。

【 0 0 3 7 】

そこで、同一材料である熱処理型のアルミニウム合金からなる板材を用い、それらに施す溶体化処理、時効処理の有無、又は溶体化処理、時効処理の加熱温度や保持時間等の熱処理条件を異ならせることにより、導電率に差を持たせる。その結果、同一のアルミニウム部材を用いた重ね継手であっても、固溶化処理や時効処理を選択的に施すことで、上板に導電率の高いアルミニウム部材を用い、下板に導電率の低いアルミニウム部材を用いた構成にでき、溶融凝固部 3 5 の割れ 4 1 を抑制することが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【0038】

## (変形例2)

図9はレーザスポット溶接により接合された重ね継手の斜視図、図10はレーザ連続溶接により接合された重ね継手の斜視図である。

上記した溶融凝固部35は、図9に示すように、レーザスポット溶接で形成できるが、図10に示すように、レーザビーム29によるレーザ連続溶接で形成することもできる。

## 【0039】

以上の通り、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、実施形態の各構成を相互に組み合わせることや、明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者が変更、応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。

10

## 【実施例1】

## 【0040】

図11は6022材と3003材を上下入れ替えた場合の割れ長さの変化を表すグラフである。なお、以降に示す各棒グラフには、複数回の測定により求めた信頼限界も併せて示している。

## (実験条件)

(a) 板厚1.0mmの6022-T4材及び3003-0材を重ね溶接した。

(b) レーザ溶接は、レーザスポット径：3.5mm、レーザ出力：5.5kw、1秒間照射とした。

(c) レーザ装置は、YLS-6000-S4 (IPG Photonics製)を用いた。

20

(d) 導電率測定装置は、シグマテスタ(フェルスター社製)を用いた。

(e) レーザ照射側の割れ長さは、光学顕微鏡により測定した。

なお、(c)~(e)については、第2、第3実施例も同様の条件で行った。

## 【0041】

## (結果)

各試料の割れ長さを図11に示す。上板が3003材で下板が6022材の重ね継手よりも、上板が6022材で下板が3003材の重ね継手の方が割れ長さが長くなった。

## 【0042】

## (考察)

上板が3003材で下板が6022材の重ね継手よりも、上板が6022材で下板が3003材の継手の方が割れ長さが長くなったのは、上板と下板の熱伝導率の違いが原因であると考えられる。熱伝導率は、6022材が約45% IACSであり、3003材が約47% IACSである。つまり、6022材よりも3003材の方が熱伝導率が高い。下板の方が上板よりも熱伝導率が低い場合、下板部分における溶融池幅が上板部分よりも小さくなると考えられる。そのため、上板が3003材で下板が6022材の重ね継手は、溶融部が凝固する際に、下板部分から徐々に凝固していくため、凝固割れが発生しにくくなったと考えられる。

30

## 【実施例2】

## 【0043】

図12は6022材とAl-1wt%Fe材を上下入れ替えた場合の割れ長さの変化を表すグラフである。

## (実験条件)

(a) 板厚1.0mmの6022-T4材及びAl-1wt%Fe材を重ね溶接した。

(b) レーザ照射は、レーザスポット径：3.5mm、レーザ出力：5.5kw、1秒間照射とした。

## 【0044】

## (結果)

各試料の割れ長さを図12に示す。上板がAl-1wt%Fe材で下板が6022材の継手よりも、上板が6022材で下板がAl-1wt%Fe材の継手の方が割れ長さが長

40

50

くなった。

【0045】

(考察)

上板が Al - 1 wt % Fe 材で下板が 6022 材の重ね継手よりも、上板が 6022 材で下板が Al - 1 wt % Fe 材の重ね継手の方が割れ長さが長くなったのは、上板と下板の熱伝導率の違いが原因であると考えられる。熱伝導率は、6020 材が約 45 % IACS、Al - 1 wt % Fe 材が約 58 % IACS である。つまり、6022 材よりも Al - 1 wt % Fe 材の方が熱伝導率が高い。下板の方が上板よりも熱伝導率が低い場合、下板部分における溶融池幅が上板部分よりも小さくなると考えられる。そのため、上板が Al - 1 wt % Fe 材で下板が 6022 材の重ね継手は、溶融部が凝固する際に、下板部分から徐々に凝固していくため、凝固割れが発生しにくくなったと考えられる。

10

【実施例3】

【0046】

図13は6022材を上板、クラッド材を下板とした場合の割れ長さを表すグラフ、図14はクラッド材を上板、6022材を下板とした場合の割れ長さを表すグラフである。

(実験条件)

(a) 板厚 1.0 mm の 6022 - T4 材及びクラッド材を重ね溶接した。使用したクラッド材の一覧を表1に示す。クラッド材は、表1に示す心材組成を有し、残部が Fe 及び不可避不純物である。

(b) レーザ照射は、レーザスポット径：3.5 mm、レーザ出力：505 kW、1秒間照射とした。

20

【0047】

【表1】

No.	心材組成 (wt%)	皮材組成 (wt%)	クラッド率 (%)
供試材 1	Al - 1.35Si - 0.3Mg	Al - 12Si	6
供試材 2		Al - 12Si	10
供試材 3		Al - 12Si	18
供試材 4	Al - 1.0Si - 0.4Mg	Al - 12Si	10
供試材 5		Al - 12Si	18
供試材 6		Al - 12Si	20

30

【0048】

(結果)

各試料の割れ長さを図13、図14に示す。クラッド材皮材の Si 濃度が高くなるほど割れ長さが短くなった。また、図13に示す上板が6022材で下板がクラッド材の重ね継手よりも、図14に示す上板がクラッド材で下板が6022材の重ね継手の方が割れ長さが長くなった。

40

【0049】

(考察)

上板が6022材で下板がクラッド材の重ね継手よりも、上板がクラッド材で下板が6022材の重ね継手の方が割れ長さが長くなったのは、上板と下板の熱伝導率の違いが原因であると考えられる。熱伝導率は、クラッド材が40～45% IACS、6022材が約45% IACSである。つまり、クラッド材よりも6022材の方が熱伝導率が高い。下板の方が上板よりも熱伝導率が低い場合、下板部分における溶融池幅が上板部分よりも小さくなると考えられる。そのため、上板が6022材で下板がクラッド材の重ね継手は、溶融部が凝固する際に、下板部分から徐々に凝固していくため、凝固割れが発生しにくくなったと考えられる。

50

## 【 0 0 5 0 】

以上の通り、本明細書には次の事項が開示されている。

( 1 ) 第 1 アルミニウム部材と、前記第 1 アルミニウム部材上に前記第 1 アルミニウム部材よりも導電率の高い第 2 アルミニウム部材を重ねて重ね継手を形成する工程と、前記第 2 アルミニウム部材側から高エネルギービームを照射して、前記重ね継手を貫通する溶融凝固部を形成するビーム溶接工程と、を有するアルミニウム接合体の製造方法。

このアルミニウム接合体の製造方法によれば、第 1 アルミニウム部材上に、第 1 アルミニウム部材よりも導電率の高い第 2 アルミニウム部材を重ねて重ね継手を形成する。この状態で第 2 アルミニウム部材側から高エネルギービームを照射して、重ね継手を貫通する溶融凝固部を形成する。この際、溶融池は、上板の第 2 アルミニウム部材から下板の第 1 アルミニウム部材にわたって連続して形成される。この溶融池は、熱伝導率が低い下板の第 1 アルミニウム部材の方が、上板の第 2 アルミニウム部材よりも溶融池幅が小さくなると考えられ、その結果、溶融部が凝固する際に、下板部分から徐々に凝固して、凝固割れが発生しにくくなる。

10

## 【 0 0 5 1 】

( 2 ) 前記溶融凝固部を、前記高エネルギービームによるスポット溶接で形成する ( 1 ) のアルミニウム接合体の製造方法。

このアルミニウム接合体の製造方法によれば、高エネルギービームにより溶融凝固部が形成される。高エネルギービームは、高エネルギー密度の集中熱源であるので、加工時に第 2 アルミニウム部材に与える熱影響を小さくでき、溶融凝固部近傍の変形も小さくできる。よって、小型且つ精密な重ね継手の形成が可能となる。

20

## 【 0 0 5 2 】

( 3 ) 前記スポット溶接は、前記高エネルギービームを同心円状又は螺旋状に複数回走査させて行う ( 2 ) のアルミニウム接合体の製造方法。

このアルミニウム接合体の製造方法によれば、目的とする溶融凝固部の中心に初期溶融池を作る。スポット溶接は、この溶融池を中心に、高エネルギービームを同心円状又は螺旋状に複数回走査させることにより、溶融凝固部を形成するために必要な所要面積の溶融池を、初期溶融池を拡げて作ることができる。また、高エネルギービームは、任意方向への走査が可能となるので、真円以外の長円や楕円等の溶融凝固部を作ることが可能となる。

30

## 【 0 0 5 3 】

( 4 ) 前記スポット溶接は、前記高エネルギービームをデフォーカスさせて行う ( 2 ) のアルミニウム接合体の製造方法。

このアルミニウム接合体の製造方法によれば、高エネルギービームをデフォーカスさせて、目的とする溶融凝固部の中心に初期溶融池を形成する。デフォーカスによる高エネルギービームは、照射面積を増減でき、これにより、スポット溶接は、高エネルギービームを走査せずに、溶融凝固部を形成するために必要な大きさの溶融池を一度に作ることができる。

## 【 0 0 5 4 】

( 5 ) 前記溶融凝固部を、前記高エネルギービームによる連続溶接で形成する ( 1 ) のアルミニウム接合体の製造方法。

40

このアルミニウム接合体の製造方法によれば、第 2 アルミニウム部材に照射される高エネルギービームが、直線的に連続走査される。これにより、割れのない連続した溶融凝固部を形成できる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 5 】

2 9 レーザビーム ( 高エネルギービーム )

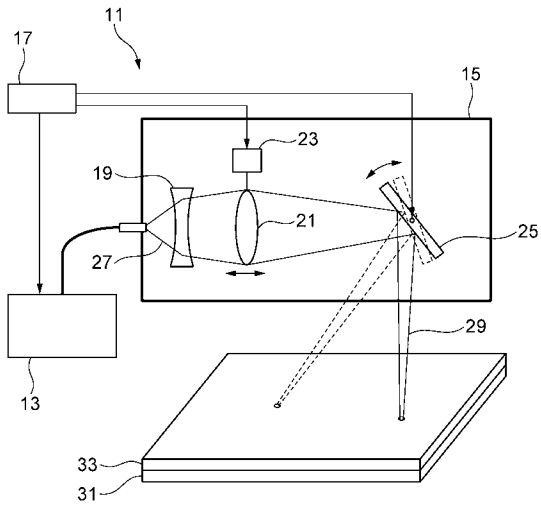
3 1 第 1 アルミニウム部材

3 3 第 2 アルミニウム部材

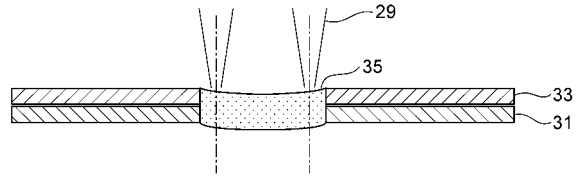
3 5 溶融凝固部

50

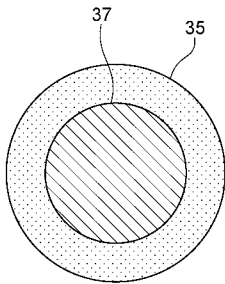
【 図 1 】



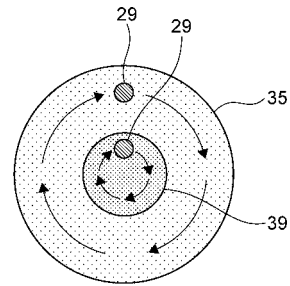
【 図 2 】



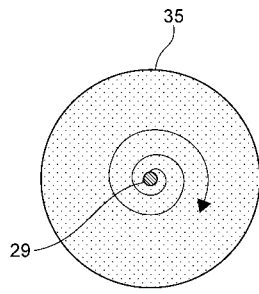
【 図 3 】



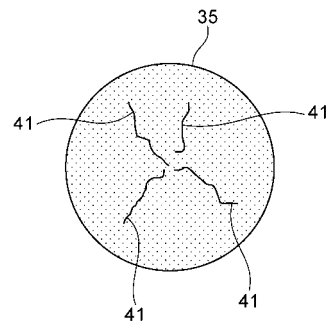
【 図 4 】



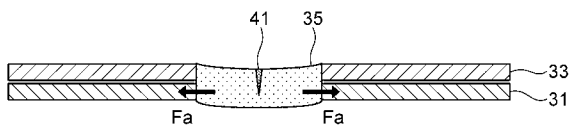
【 図 5 】



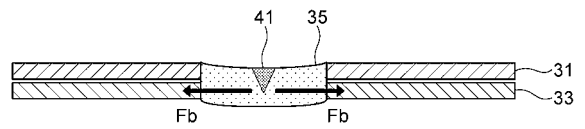
【 図 6 】



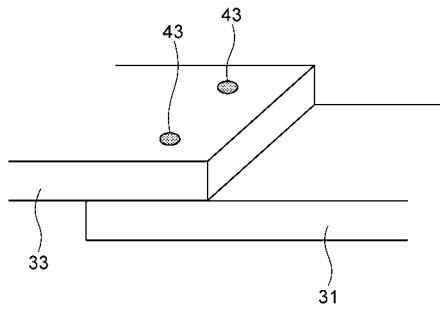
【 図 7 】



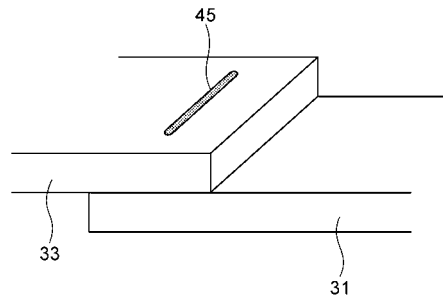
【 図 8 】



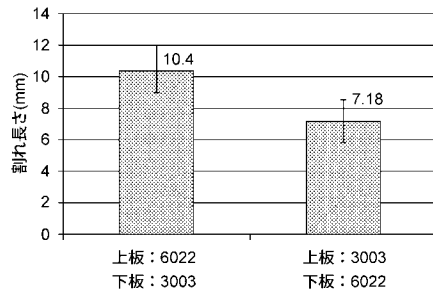
【 図 9 】



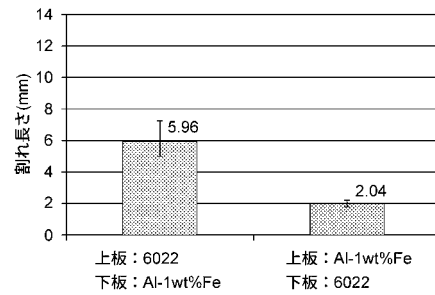
【 図 1 0 】



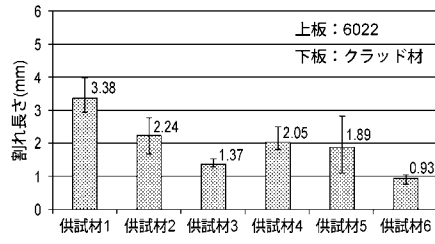
【 図 1 1 】



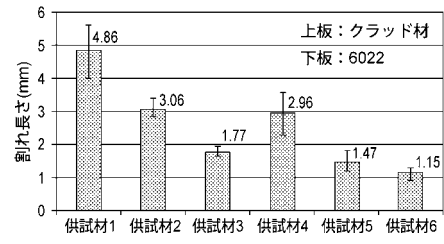
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4E066 AB03 AB07 CA03 CA11 CB10  
4E168 BA02 BA13 BA16 BA74 BA87 BA88 BA89 CB04 CB12 DA23  
DA24 DA26 DA28 DA29 DA32 DA37 KA04