

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第2区分

【発行日】平成19年5月10日(2007.5.10)

【公開番号】特開2005-238249(P2005-238249A)

【公開日】平成17年9月8日(2005.9.8)

【年通号数】公開・登録公報2005-035

【出願番号】特願2004-47863(P2004-47863)

【国際特許分類】

**B 2 3 K 20/04 (2006.01)**

**B 2 3 K 20/00 (2006.01)**

B 2 3 K 103/20 (2006.01)

【F I】

B 2 3 K 20/04 F

B 2 3 K 20/00 3 4 0

B 2 3 K 103:20

【手続補正書】

【提出日】平成19年3月12日(2007.3.12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

材質の異なる二枚の板状材料を合わせ、レーザビームをその合わせ目近傍に照射し、対向する一对のローラにより、前記二枚の板状材料が接触する方向へ加圧して接合させてなる異種接合材を製造する方法であって、

前記二枚の板状材料に対しての前記合わせ目でレーザビームを照射すると共に、前記合わせ目からいずれか一方の板状材料側へずらした位置にレーザビームを照射し、照射された板状材料をその板状材料の溶融温度前後の温度になるまで偏加熱するステップと、

レーザビーム照射により偏加熱された一方の板状材料の照射面と他方の板状材料とを合わせ、前記ローラにより前記二枚の板状材料が接触する方向へ密着圧力以上の加圧力を加えるステップと、

を有することを特徴とする異種接合材を製造する方法。

【請求項2】

前記偏加熱するステップにおいて、レーザビームを前記板状材料の合わせ目に平行に照射させることを特徴とする請求項1に記載の異種接合材を製造する方法。

【請求項3】

前記偏加熱するステップにおいて、レーザビームを前記板状材料の合わせ目に対し傾斜させて照射することを特徴とする請求項1に記載の異種接合材を製造する方法。

【請求項4】

前記偏加熱するステップにおいて、前記合わせ目を構成する二枚の板状材料に対し交互にレーザビームを照射させ、いずれか一方の板状材料への照射時間を多くすることを特徴とする請求項1に記載の異種接合材を製造する方法。

【請求項5】

前記一对のローラの中心軸を前記板状材料の合わせ目に対し平行に移動させ、前記合わせ目からいずれか一方の板状材料側にずらした位置にレーザビームを照射して、偏加熱することを特徴とする請求項1に記載の異種接合材を製造する方法。

## 【請求項 6】

不活性ガスあるいは真空により前記合わせ目をシールドするステップを有することを特徴とする請求項 1 ないし 5 に記載の異種接合材を製造する方法。

## 【請求項 7】

材質の異なる二枚の板状材料を合わせ、レーザービームをその合わせ目近傍に照射し、対向する一对のローラにより、前記二枚の板状材料が接触する方向へ加圧して接合させてなる異種接合材を製造する装置であって、

前記二枚の板状材料に対しての前記合わせ目でレーザービームを照射すると共に、前記合わせ目からいずれか一方の板状材料側へずらした位置にレーザービームを照射し、照射された板状材料をその板状材料の溶融温度前後の温度になるまで偏加熱する加熱ユニットと、レーザー照射により偏加熱された一方の板状材料の照射面と他方の板状材料とを合わせ、ローラにより前記二枚の板状材料が接触する方向へ密着圧力以上の加圧力を加える加圧ユニットと、

板状材料の偏加熱面を検出器で加熱度合いをチェックする検出ユニットと、

密着圧力以上の加圧力を加えるために制御する制御ユニットと、

を有していることを特徴とする異種接合材を製造する装置。

## 【請求項 8】

前記加熱ユニットにおいて、レーザービームの照射方向を前記合わせ目に平行に移動させ、前記合わせ目からいずれか一方の板状材料側にずらした位置にレーザービームを照射して、前記板状材料を偏加熱することを特徴とする請求項 7 に記載の異種接合材を製造する装置。

## 【請求項 9】

前記加熱ユニットにおいて、レーザービームの照射方向を前記合わせ目に対し傾斜させ、前記合わせ目からいずれか一方の板状材料側にずらした位置にレーザービームを照射して、前記板状材料を偏加熱することを特徴とする請求項 7 に記載の異種接合材を製造する装置。

## 【請求項 10】

前記加熱ユニットにおいて、レーザービームの照射方向を前記合わせ目に対しジグザグに移動させ、前記合わせ目からいずれか一方の板状材料の照射時間を多くするように照射して、前記板状材料を偏加熱することを特徴とする請求項 7 に記載の異種接合材を製造する装置。

## 【請求項 11】

前記加圧ユニットにおいて、一对のローラの中心軸を前記合わせ目に対し平行に移動させることで、前記合わせ目からいずれか一方の板状材料側にずらした位置にレーザービームを照射して、前記板状材料を偏加熱することを特徴とする請求項 7 に記載の異種接合材を製造する装置。

## 【請求項 12】

不活性ガスあるいは真空により前記合わせ目をシールドするシールドユニットを有することを特徴とする請求項 7 ないし 11 に記載の異種接合材を製造する装置。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】レーザー照射による異種材料の接合方法及び装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザー溶接法による異種材料の接合方法及び装置に関する。

【背景技術】

## 【0002】

最近、多くの工業製品には必要とされる機械的性能および使用環境に応じて、高性能化、高付加価値化や軽量化への要求が高くなってきており、低コスト化や高リサイクル性も同時に求められるようになってきた。したがって、重要な組み立て生産技術である溶接・接合においても異種材料の接合に対する要求が高くなってきている。

## 【0003】

レーザ溶接法は、各種接合法の中でロボット化、自動化、システム化、ライン化および省力化などが可能な高品質・高精度・低変形・高柔軟性・高速・高生産性の接合法である。このような背景から、レーザ溶接法による異種金属材料の接合に対するニーズが増加している。

## 【0004】

融点や熱伝導度など物性が大きく異なる組み合わせあるいは金属間化合物が生成する材料の組み合わせによる異種材料の溶融溶接では、一般に接合が非常に困難であることが知られている。たとえば、アルミニウム合金と鉄鋼系材料をそのまま溶融接合すると、脆弱な金属間化合物が広範囲に形成され、また高温割れ等が発生しやすく、十分な継手強度を得ることができない。重ね溶接においてもその溶融が多いと、脆弱な金属間化合物が多量に生成し、割れが発生しやすい。また、融点や熱伝導度など、物性が大きく異なるため、そのまま溶融接合すると、融点が高い側、アルミニウム合金側が溶け落ちてしまう。

## 【0005】

そこで、このような金属間化合物を生成する異種材料を接合するときには、各種物性差を考慮しつつ、金属間化合物を抑制できるような接合法が必要である。レーザ溶接法は、高エネルギー密度のビーム熱源の高指向性と短時間加熱・高冷却速度の特長を生かし、異種材料の継手の溶融制御により金属間化合物形成の抑制が比較的容易である。レーザによる異種材料の接合では通常の溶接と同様に、異材接合部を共に大きく溶融させて混合させると固液共存域が広い組成や金属間化合物が生成する組成の領域が広範囲に形成してしまい、高温割れが発生してしまう。また、金属間化合物層が厚くなると接合強度も極端に低下してしまう。このため、異種材料の溶融接合でのポイントは、一方の材料を溶かし、他方の溶融を抑制するか、両金属を薄く溶かして接合界面に生成する金属間化合物の生成を極力少なくすることが重要である。最近では、高性能なYAGレーザやCO<sub>2</sub>レーザを用いた鉄鋼材料とアルミニウム合金、銅、チタンなどとの接合が種々検討されているが、アルミニウム合金や銅合金などはレーザ反射率が高く、そのレーザ照射入熱が十分に活用されていないという欠点がある。

## 【0006】

またレーザ以外の接合法においても種々検討されている。例えば圧延接合では、接合材の予熱が必要である。予熱温度が低い場合、圧下率を大きくする必要があり、表面の割れが生じやすくなる。また、接合面の清浄化が大変重要である。例えば、アルミニウムのように表面に強固な酸化膜を有するような場合、機械的前処理やフラックスの塗布が必要になる。またフラックスを塗布した場合、後処理としてフラックスを除去しなければいけない欠点がある。

【特許文献1】特開平6-218533号公報

【特許文献2】特許第3535152号公報

【特許文献3】特許第3692135号公報

## 【0007】

この特許公報には、エキシマレーザを接合する両金属板の隙間に照射し、金属板表面の酸化物を除去し、活性化して圧接接合する技術が記載されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、異材を接合する際に、レーザ照射入熱を十分に活用し、融点や熱伝導率といった大きく異なる物性差を

カバーしつつ金属間化合物の生成を最小限に抑え、予熱、過大な前処理及び後処理などの必要がなく、しかも、せん断強度及び剥離強度のいずれにも強い接合部を得ることができる異種材料の接合方法及び装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

そこで、本発明では、異種金属接合法のひとつとしてレーザーとローラを組み合わせたレーザー圧接法を提案し、様々な異種金属の組み合わせにおいて高速で安定した接合法を確立することを目的として開発された。

【0010】

本発明では、レーザーとローラの組み合わせにより、融接と圧接の両方の効果を得ることができ、レーザービームをスキャナ等により自在に照射することで、接合界面の温度を制御することができる。また、異種金属板を張り合わせ、その合わせ面へレーザービームを照射・走査した後、ローラにより加圧し接合を行うため、面での接合が可能であるとともに、レーザー反射率の高い金属においても、入熱損失を少なくすることができるため、大きな物性差をカバーしつつ、脆弱な金属間化合物の生成を最小限に抑制することができる。

【0011】

本発明の第1のレーザー照射による異種接合材の接合方法は、材質の異なる二枚の板状材料を合わせ、レーザービームをその合わせ目近傍に照射し、対向する一对のローラにより、二枚の板状材料が接触する方向へ加圧して接合させてなる異種接合材を製造する方法である。合わせ目でレーザービームを照射すると共に、合わせ目からいずれか一方の板状材料側へずらした位置にレーザービームを照射し、照射された板状材料をその板状材料の熔融温度前後の温度になるまで偏加熱するステップと、レーザー照射により偏加熱された一方の板状材料の照射面と他方の板状材料とを合わせ、ローラにより二枚の板状材料が接触する方向へ密着圧力以上の加圧力を加えるステップと、を有することを特徴とする。

【0012】

さらに本発明の第2のレーザー照射による異種接合材の接合方法は、偏加熱するステップにおいて、レーザービームを板状材料の合わせ目に平行に照射させることを特徴とする。

【0013】

さらに本発明の第3のレーザー照射による異種接合材の接合方法は、偏加熱するステップにおいて、レーザービームを板状材料の合わせ目に対し傾斜させて照射することを特徴とする。

【0014】

さらに本発明の第4のレーザー照射による異種接合材の接合方法は、偏加熱するステップにおいて、合わせ目を構成する二枚の板状材料に対し交互にレーザービームを照射させ、いずれか一方の板状材料への照射時間を多くすることを特徴とする。

【0015】

さらに本発明の第5のレーザー照射による異種接合材の接合方法は、一对のローラの中心軸を板状材料の合わせ目に対し平行に移動させ、合わせ目からいずれか一方の板状材料側にずらした位置にレーザービームを照射して、偏加熱することを特徴とする。

【0016】

さらに本発明の第6のレーザー照射による異種接合材の接合方法は、不活性ガスあるいは真空により合わせ目をシールドすることを特徴とする。

【0017】

本発明の第7のレーザー照射による異種接合材の接合装置は、材質の異なる二枚の板状材料を合わせ、レーザービームをその合わせ目近傍に照射し、対向する一对のローラにより二枚の板状材料が接触する方向へ加圧して接合させてなる異種接合材を製造する装置である。合わせ目でレーザービームを照射すると共に、合わせ目からいずれか一方の板状材料側へずらした位置にレーザービームを照射し、照射された板状材料をその板状材料の熔融温度前後の温度になるまで偏加熱する加熱ユニットと、レーザー照射により偏加熱された一方の板状材料の照射面と他方の板状材料とを合わせ、ローラにより二枚の板状材料が接触する方

向へ密着圧力以上の加圧力を加える加圧ユニットと、板状材料偏加熱面を検出器で加熱度合いをチェックする検出ユニットと、密着圧力以上の加圧力を加えるために加圧力を制御する制御ユニットと、を有していることを特徴とする。

【0018】

さらに本発明の第8のレーザ照射による異種接合材の接合装置は、加熱ユニットにおいて、レーザビームの照射方向を合わせ目に平行に移動させ、合わせ目からいずれか一方の板状材料側にずらした位置にレーザビームを照射して、板状材料を偏加熱することを特徴とする。

【0019】

さらに本発明の第9のレーザ照射による異種接合材の接合装置は、加熱ユニットにおいて、レーザビームの照射方向を合わせ目に対し傾斜させ、合わせ目からいずれか一方の板状材料側にずらした位置にレーザビームを照射して、板状材料を偏加熱することを特徴とする。

【0020】

さらに本発明の第10のレーザ照射による異種接合材の接合装置は、加熱ユニットにおいて、レーザビームの照射方向を合わせ目に対しジグザグに移動させ、合わせ目からいずれか一方の板状材料の照射時間を多くするように照射して、板状材料を偏加熱することを特徴とする。

【0021】

さらに本発明の第11のレーザ照射による異種接合材の接合装置は、加熱ユニットにおいて、一对のローラの中心軸を合わせ目に対し平行に移動させることで、合わせ目からいずれか一方の板状材料側にずらした位置にレーザビームを照射して、板状材料を偏加熱することを特徴とする。

【0022】

さらに本発明の第12のレーザ照射による異種接合材の接合装置は、不活性ガスあるいは真空により合わせ目をシールドするシールドユニットを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0023】

本発明は、以下に記載されるような効果を奏する。  
本発明の請求項1のレーザ照射による異種材料の接合方法は、異種材料の合わせ面へレーザビームを照射し、偏加熱した後、ローラにより密着圧力以上の加圧力を加えることで、様々な異種材料の組み合わせにおいて接合することができる。異種材料の合わせ面へレーザを照射することで入熱損失を少なくすることができる。さらに、異種接合材のどちらか一方にレーザを照射し偏加熱することで組成制御が容易となり、熱伝導率や融点など物性差が大きく異なる組み合わせにおいても接合が可能である。とくに金属間化合物を生成する異種金属の組み合わせにおいては、レーザの急熱急冷効果と併せて上記理由により金属間化合物の生成を最小限に抑制することが可能であり、機械的強度特性に優れた異種接合材を製造することができる。とくに密着圧力以上の加圧力を加えることで従来接合が困難とされている異種材料との接合が可能かつ十分な機械強度特性を有する異種接合材料を製造することができる。

【0024】

本発明の請求項7のレーザ照射による異種材料の接合装置は、異種材料の合わせ面へレーザを照射し、加熱ユニットにより偏加熱し、検出ユニットにより加熱度合いをチェックし、加圧力制御ユニットにより、密着圧力以上の加圧力を加えることで、様々な異種材料の組み合わせにおいて接合することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。但し、以下に示す実施例は、本発明の技術思想を具体化するための方法を例示するものであって、本発明の方法は下記のものに特定しない。

## 【0026】

以下、図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を示す。

## 【0027】

図1ないし図5に示すレーザー照射による異種材料の接合は、材質の異なる第1の板状材料3と第2の板状材料4を合わせ、レーザー1を合わせ目近傍に照射し、ローラ2により加圧して接合させる。この方法は、レーザー1を合わせ面から第1の板状材料3にずらした位置5あるいは第2の板状材料4にずらした位置6のどちらか一方に照射し、第1板状材料3あるいは第2板状材料4の溶融温度前後の温度になるまで偏加熱するステップと、レーザー1により偏加熱された一方の板状材料の照射面と他方の板状材料とを合わせ、合わされた面となる表面に、ローラ2により密着圧力以上の加圧力を加えるステップにより、異種接合材を製造する。

## 【0028】

シールドユニット7は、不活性ガスあるいは真空により合わせ面をシールドし、接合側表面の酸化を防ぐ。

## 【0029】

検出ユニット8は、例えば温度センサーなどであり、レーザー照射部あるいはどちらか一方の板状材料の加熱具合を検出する。検出ユニット8は制御ユニット9と連結され、制御ユニット9は加圧ユニット10と連結されている。加熱具合は検出ユニット8により検出され、検出されたデータは制御ユニット9に送られ、加熱具合により密着圧力以上の加圧力を加えるために加圧ユニット10を制御する。加熱具合を検出し加圧力を制御することで、様々な異種材料に適用可能であることと、常に一定の圧力を加えることが可能となる。

## 【0030】

レーザー1は、YAGレーザー、CO<sub>2</sub>レーザー、半導体レーザー、ファイバレーザーなどである。

## 【0031】

レーザー1は、第1の板状材料3あるいは第2の板状材料4を偏加熱する。偏加熱の方法について以下に詳しく説明する。

## 【0032】

偏加熱の方法について、図1ないし図5を用いて説明する。

## 【0033】

図1は、ビームスキャナ11を用いてレーザー1を自由な軌跡で照射し、第1の板状材料3あるいは第2の板状材料4側のどちらか一方にずらした位置5、6照射することで偏加熱できる。レーザー1は、ミラーあるいは光ファイバにてビームスキャナ11に導光することができる。

## 【0034】

図2のように、レーザー1を第1の板状材料3あるいは第2の板状材料4側へ平行に移動させ、どちらか一方にずらした位置5、6に照射している。

## 【0035】

図3は、レーザー1を合わせ面に対し傾斜させて照射し、第1の板状材料3あるいは第2の板状材料4側のどちらか一方にずらした位置5、6に照射することで偏加熱できる。

## 【0036】

図4は、レーザー1を合わせ面に対しジグザグ12に移動させて照射し、第1の板状材料3あるいは第2の板状材料4側のどちらか一方の照射時間を多くするように照射することで偏加熱できる。

## 【0037】

図5のように、ローラホルダ13の中心軸を合わせ面に対し平行に移動させ、第1の板状材料3あるいは第2の板状材料4側のどちらか一方にずらした位置5、6にレーザー1を照射することで偏加熱できる。

## 【0038】

密着圧力について、図6を用いて説明する。図6はレーザー照射による異種材料の接合方法におけるローラ2加圧力と製造された異種接合材の剥離強度の関係を示している。このときの第1の板状材料3はA6061アルミニウム合金で第2の板状材料4は冷間圧延鋼板(SPCC鋼)である。接合材は、厚さ1mm、幅12mm、長さ300mmの帯材である。接合はこれら2枚を合わせ、その合わせ目へレーザーを照射して接合させる。実験条件は、レーザー出力は1800W、レーザースキャン速度は70Hz、レーザー焦点はずし距離は+7mm、レーザー照射位置がSPCC側へ1.0mm、ローラ2加圧力163~245MPaおよび帯材の送り速度は0.5m/minである。剥離試験の結果、ローラ2加圧力が163MPa以下では接合部から剥離した。245MPa以上でA6061アルミニウム合金の母材から破断する高い継手強度を得ることができた。この場合、密着圧力とは、245MPa以上のことをいう。

【0039】

この接合部剥離から母材破断に移行するこの領域を、密着圧力領域14とする。密着圧力領域は接合させる材質によっても異なる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明の一実施例にかかる装置の概念図

【図2】本発明のレーザービームを合わせ面に対して平行に移動させ、どちらか一方の板状材料にずらした位置に照射し偏加熱する概略図

【図3】本発明のレーザービームを合わせ面に対し傾斜させて照射し偏加熱する概略図

【図4】本発明のレーザーを合わせ面に対してジグザグに照射し偏加熱する概略図

【図5】本発明のローラホルダを移動させることで偏加熱する概略図

【図6】密着圧力領域

【符号の説明】

【0041】

- 1 ... レーザ
- 2 ... ローラ
- 3 ... 第1の板状材料
- 4 ... 第2の板状材料
- 5 ... 合わせ目から第1の板状材料側へずらした位置
- 6 ... 合わせ目から第2の板状材料側へずらした位置
- 7 ... シールドユニット
- 8 ... 検出ユニット
- 9 ... 制御ユニット
- 10 ... 加圧ユニット
- 11 ... ビームスキャナ
- 12 ... レーザのジグザグ照射軌跡
- 13 ... ローラホルダ
- 14 ... 密着圧力領域
- 15 ... レーザ発振器