

整理番号:18PK6059 特願2006-040908 (Proof) 提出日:平成18年 2月17日 1/E

【書類名】 特許願
【整理番号】 18PK6059
【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特許出願
【提出日】 平成18年 2月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B23K 13/02
B23K 11/11 540
B23K 11/20

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所内
【氏名】 内海 幸博

【発明者】
【住所又は居所】 東京都日野市南平1-34-11 ロイヤルシャトー高幡不動315
【氏名】 相澤 友勝

【特許出願人】
【識別番号】 000001199
【氏名又は名称】 株式会社神戸製鋼所

【特許出願人】
【住所又は居所】 東京都日野市南平1-34-11 ロイヤルシャトー高幡不動315
【氏名又は名称】 相澤 友勝

【代理人】
【識別番号】 100089196
【弁理士】
【氏名又は名称】 梶 良之
【電話番号】 06-6300-3590
【連絡先】 担当

【選任した代理人】
【識別番号】 100104226
【弁理士】
【氏名又は名称】 須原 誠

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 014731
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0509864
【包括委任状番号】 0000795

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

溶接電流を流すコイルと固定具との間に、アルミニウム系板材が前記コイル側、鉄系材料が前記固定具側となるように、前記アルミニウム系板材と前記鉄系材料とを0.3～2.0mmの間隔を設けて重ねて置き、前記コイルに電流を流して前記アルミニウム系板材に渦電流と電磁力とを発生させ、これらを利用して前記アルミニウム系板材を前記鉄系材料に溶接する電磁溶接方法であって、前記鉄系材料および前記アルミニウム系板材の表面硬さに応じて、下記式を満足するような接合エネルギーで接合することを特徴とする鉄系材料とアルミニウム系板材の電磁溶接方法。

$$\text{式 } E \geq (0.00557 \times H_{VFE} + 0.0768 \times H_{VAL} + 0.498) \times t_{AL}$$

L

ここに、Eは接合部単位面積当たりの接合エネルギー(J/mm²)、H_{VFE}は鉄系材料の表面ビッカース硬さ(Hv)、H_{VAL}はアルミニウム系板材の表面ビッカース硬さ(Hv)、t_{AL}はアルミニウム系板材の板厚(mm)である。

【請求項2】

請求項1に記載の電磁溶接方法により得られた鉄系材料とアルミニウム系板材との接合体。

【書類名】明細書

【発明の名称】鉄系材料とアルミニウム系板材の電磁溶接方法および接合体

【技術分野】

【0001】

本発明は、異種材料を電磁溶接法で接合する技術に関し、詳しくは、鉄系材料とアルミニウム系板材とを片面コイル式電磁溶接法で接合する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車用構造物などの組立工程の際に必要な鋼材などの鉄系材料とアルミニウム系材料（アルミニウムおよびアルミニウム合金を総称したもの）とを接合できる信頼性の高い接合技術の開発が望まれている。

【0003】

しかしながら、鉄系材料とアルミニウム系材料とを熔融接合すると、接合部に脆い金属間化合物が生成しやすいために信頼性のある高強度を有する接合部を得ることは非常に困難であった。

【0004】

この対策として過去に以下のような多数の従来技術が開示されている。

【0005】

例えば、鉄の表面に特定の組成の鉄-Cr層を設けアルミと重ね合わせて加圧しながら加熱する方法（特許文献1参照）、予め用意した鉄系材料層およびアルミニウム合金層からなる2層のクラッド材を介在させてレーザ溶接する方法（特許文献2参照）、スポット溶接（特許文献3参照）あるいはシーム溶接（特許文献4参照）する方法、鉄系材料の接合部にアルミニウム系溶射材を溶射してTIG溶接を行う方法（特許文献5参照）、鉄系材料の接合部にアルミニウムめっき圧延などでアルミニウム層を設けロウ付けを行う方法（特許文献6および7参照）、鉄系材料の接合部にアルミニウムもしくは、銅、亜鉛などのめっきを施しロウ付けを行う方法（特許文献6および7参照）、接合面に岩塩型構造の窒化物、または炭化物、あるいはケイフッ化カリウムをコーティングしロウ付けを行う方法（特許文献8および9参照）、ロウ付け用ワイヤの成分を調整しロウ付けする方法（特許文献10および11参照）などである。

【0006】

しかしながら、上記従来技術には以下のような問題がある。

【0007】

鉄の表面に特定の組成の鉄-Cr層を設けアルミと重ね合わせて加圧しながら加熱する方法は、平板など比較的単純な形状の部材同士の接合には利用可能であるが、プレス加工品などの形状が複雑な場合には適用できない。

【0008】

アルミニウムと接する鉄系材料表面にアルミニウムを溶射する、アルミニウムもしくは銅亜鉛などをめっきする、もしくは接合に有効な物質をコーティングしたりしてTIG溶接やロウ付けを行う方法は、溶射やめっき、コーティングをする工程を必要とし工程が複雑となったり、品質の安定性が確保できないなどの問題がある。

【0009】

鉄系材料層およびアルミニウム合金層からなる2層のクラッド材を予め用意してレーザ溶接、あるいはスポット、シームなどの抵抗溶接をする方法では、鉄系材料とアルミニウム系材料との間にクラッド材がインサートされるため、2枚の板の接合が3枚の板の接合となる。このため、実際の施工時にインサート材（クラッド材）の挿入工程や固定工程が必要となり、上記と同様の問題が生じる。

【0010】

上記いずれの方法とも、上記問題以外に、現状の溶接ラインに新たな設備を組み入れなければならないため設備コストが高くなる問題があった。さらに、クラッド材を用いる方法では、クラッド材自体も鉄系材料とアルミニウム系材料とを接合して製造する必要があ

ることからその製造条件が厳しく制約され、安価でかつ性能の安定したクラッド材を入手することが困難であった。

【0011】

これに対し、アルミニウムなど良伝導性の薄板へ高密度磁束を急激に加えることにより他の金属板へ固相接合する、いわゆる電磁溶接法が開発され(特許文献12および13参照)、その後、この方法によるアルミニウム板と軟鋼板との接合について種々検討がなされている(例えば、非特許文献1～3参照)。

【0012】

この電磁溶接法は、1つの工程で異種材料を前処理なしに直接接合することができるため、上記従来技術の問題点であった工程の複雑化や材料コストの上昇等の問題を一挙に解決できる利点を有する。さらに、電磁溶接法のなかでも、磁束を片側から加えて溶接する片面コイル式電磁溶接法を採用すれば、上記利点に加え、アルミニウム板は薄ものに限定されるものの、相手部材である軟鋼板の厚さには制限がなく、また板材だけに限定されず鋼材の形状にも制約がないため、プレス加工品など形状が複雑な場合にも適用できるという利点も有する。

【0013】

しかしながら、片面コイル式電磁溶接法にてアルミニウム板と接合する相手部材である鉄系材料として検討されたのは、現段階では軟鋼板に限られており、高張力鋼材(ハイテン材)など他の鉄系材料を用いた場合にも接合が可能であるのか、また接合が可能であるとしてもその適正な溶接条件等についてはまったく不明であった。

【特許文献1】特開昭63-235083号公報

【特許文献2】特開平04-81288号公報

【特許文献3】特開平07-47477号公報

【特許文献4】特開平11-197846号公報

【特許文献5】特開平11-291043号公報

【特許文献6】特開S62-238066号公報

【特許文献7】特開平05-185217号公報

【特許文献8】特開平08-257743号公報

【特許文献9】特開平09-225631号公報

【特許文献10】特開平03-285761号公報

【特許文献11】特開2003-33865号公報

【特許文献12】特開平11-192562号公報

【特許文献13】特開2002-316271号公報

【非特許文献1】相沢友勝, 「Al/Fe薄板の電磁圧接シーム溶接法」, 軽金属溶接, 社団法人軽金属溶接構造協会, 2004年, 第42巻, 第2号, p. 79-84

【非特許文献2】相沢友勝, 「Al/Fe薄板の電磁シーム溶接法」, 塑性と加工, 社団法人日本塑性加工学会, 2003年9月, 第44巻, 第512号, p. 957-959

【非特許文献3】相沢友勝ら, 「実用向き電磁シーム溶接の実験」, 平成16年度塑性加工春季講演会, 社団法人日本塑性加工学会, 2004年5月21-23日 東京都, 講演論文集, p. 433-434

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

そこで本発明は、片面コイル式電磁溶接法を用いて鉄系材料とアルミニウム系板材とを接合するに際し、接合材料の種類および組合せによらず高強度の接合部が得られる、信頼性に優れた電磁溶接方法、ならびにこの電磁溶接方法で得られる高強度の接合体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】

【0015】

本発明者らは、接合材料の種類およびその組合せが接合強度に及ぼす影響を調査するため、片面コイル式電磁溶接法により各種のアルミニウム合金板と各種の鋼板（ハイテン板、軟鋼板）との組み合わせについて、接合エネルギーを種々変化させて接合する実験を行った。その結果、接合材料の種類およびその組合せにより健全な接合状態が得られる最小の接合エネルギーが大きく変化することがわかった（後記実施例参照）。

【0016】

そこで、このように接合に必要な最小接合エネルギーが変化する理由を解明するために、接合界面をマイクロ観察したところ、健全な接合状態が得られたものでは接合界面からアルミニウム合金板側および鋼板側の双方にそれぞれ数 μm 程度のごく薄い圧接部が観察され、接合部材双方の表面性状、とくに表面硬さが強く影響していることを見出した。

【0017】

そして、本発明者らは上記知見に基づいてさらに検討を行い、以下の発明を完成させるに至った。

【0018】

請求項1に記載の発明は、溶接電流を流すコイルと固定具との間に、アルミニウム系板材が前記コイル側、鉄系材料が前記固定具側となるように、前記アルミニウム系板材と前記鉄系材料とを0.3～2.0mmの間隔を設けて重ねて置き、前記コイルに電流を流して前記アルミニウム系板材に渦電流と電磁力とを発生させ、これらを利用して前記アルミニウム系板材を前記鉄系材料に溶接する電磁溶接方法であって、前記鉄系材料および前記アルミニウム系板材の表面硬さに応じて、下記式を満足するような接合エネルギーで接合することを特徴とする鉄系材料とアルミニウム系板材の電磁溶接方法である。

$$\text{式 } E \geq (0.00557 \times H_{VFE} + 0.0768 \times H_{VAL} + 0.498) \times t_{AL}$$

ここに、Eは接合部単位面積当たりの接合エネルギー（ J/mm^2 ）、 H_{VFE} は鋼材の表面ビッカース硬度（Hv）、 H_{VAL} はアルミニウム系板材の表面ビッカース硬度（Hv）、 t_{AL} はアルミニウム系板材の板厚（mm）である。

【0019】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の電磁溶接方法により得られた鉄系材料とアルミニウム系板材との接合体である。

【0020】

なお、「アルミニウム系板材」とは、アルミニウムまたはアルミニウム合金の板材を総称したものであり、「鉄系材料」とは、鋼材（軟鋼材、ハイテン材など）または合金鋼材（ステンレス鋼材など）を総称したものである。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、片面コイル式電磁溶接法を用いて鉄系材料およびアルミニウム系板材の双方の表面硬さに応じた接合エネルギーで溶接することにより、互いの表面の酸化皮膜が破壊され圧接されるので、どのような種類の鉄系材料とアルミニウム系板材との組合せでも、必要最小限の接合エネルギーでもって確実に良好な接合状態が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図1に本発明に係る片面コイル式電磁溶接法による鉄系材料とアルミニウム系板材との接合原理を説明するための概念図を示す。同図に示すように、0.3～2.0mmの隙間13を設けて重ねた鉄系材料1とアルミニウム系板材2を、磁束発生用コイル4と固定具3の間に、鉄系材料1を固定具3側に、アルミニウム系板材2を磁束発生用コイル（以下、単に「コイル」ともいう。）4側になるように配置する。そして、磁束発生用コイル4に下記式（1）を満足するような接合エネルギーとなるようにパルス大電流を急激に流す。

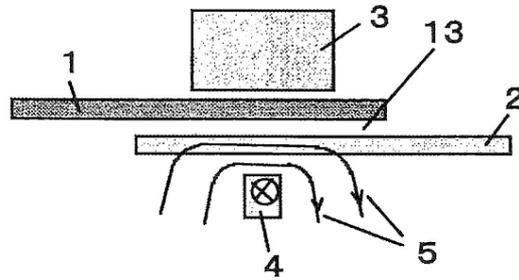
【0023】

$$E \geq (0.00557 \times H_{VFE} + 0.0768 \times H_{VAL} + 0.498) \times t_{AL}$$

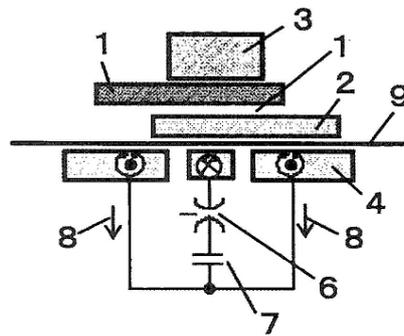
以下省略

【書類名】図面

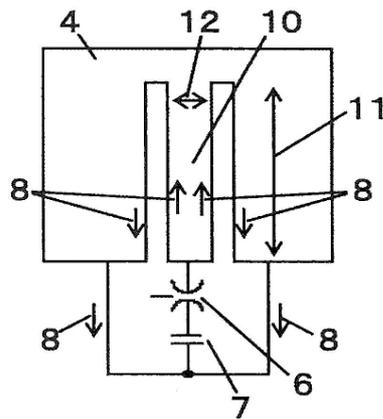
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】鉄系材料とアルミニウム系板材とを接合するに際し、接合材料の種類および組合せによらず高強度の接合部が得られる、信頼性に優れた片面コイル式電磁溶接方法を提供する。

【解決手段】磁束発生用コイル4と固定具3との間に、アルミニウム系板材2がコイル4側、鉄系材料1が固定具3側となるように、両接合部材1, 2を0.3~2.0mmの間隔を設けて重ねて置き、コイル4に電流を流してアルミニウム系板材2に発生させた渦電流と電磁力を利用してアルミニウム系板材2を鉄系材料1に溶接するにあたり、両接合部材1, 2の表面硬さに応じて、下記式を満足するような接合エネルギーで接合することを特徴とする。

$$\text{式 } E \geq (0.00557 \times H_{vFE} + 0.0768 \times H_{vAL} + 0.498) \times t_{AL}$$

ここに、Eは接合部単位面積当たりの接合エネルギー (J/mm²)、H_{vFE}は鋼材の表面ビッカース硬度 (Hv)、H_{vAL}はアルミニウム系板材の表面ビッカース硬度 (Hv)、t_{AL}はアルミニウム系板材の板厚 (mm) である。

【選択図】 図1