

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7578823号
(P7578823)

(45)発行日 令和6年11月6日(2024.11.6)

(24)登録日 令和6年10月28日(2024.10.28)

(51)国際特許分類	F I
B 2 3 K 26/322 (2014.01)	B 2 3 K 26/322
C 2 3 C 2/12 (2006.01)	C 2 3 C 2/12
B 2 3 K 31/00 (2006.01)	B 2 3 K 31/00 P
B 2 3 K 9/23 (2006.01)	B 2 3 K 9/23 K

請求項の数 7 (全9頁)

(21)出願番号	特願2023-530234(P2023-530234)	(73)特許権者	522492576 ポスコ カンパニー リミテッド 大韓民国 キョンサンブク - ド ポハン - シ ナム - グ ドンヘアン - ロ 6 2 6 1
(86)(22)出願日	令和3年12月17日(2021.12.17)	(74)代理人	110000051 弁理士法人共生国際特許事務所
(65)公表番号	特表2023-550430(P2023-550430 A)	(72)発明者	オム, サン - ホ 大韓民国 2 1 9 8 5 インチョン ヨン ス - グ ソンドグァハク - ロ ポスコ 1 0 0
(43)公表日	令和5年12月1日(2023.12.1)	(72)発明者	オ, ジン - クン 大韓民国 5 7 8 0 7 ジョルラナム - ド グァンヤン - シ ボクボサラン - ギル 2 0 - 2 6 グァンヤン アイアン アンド スチール ワークス内
(86)国際出願番号	PCT/KR2021/019308		
(87)国際公開番号	WO2022/131862		
(87)国際公開日	令和4年6月23日(2022.6.23)		
審査請求日	令和5年5月18日(2023.5.18)		
(31)優先権主張番号	10-2020-0179041		
(32)優先日	令和2年12月18日(2020.12.18)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 A l - F e系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッド
ブランクの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

素地鋼板及び前記素地鋼板の一面又は両面に形成されたアルミニウム系めっき層を有するめっき鋼板を準備する段階と、

前記アルミニウム系めっき層が A l - F e系金属間合金層となるように前記めっき鋼板を熱処理する段階と、

前記熱処理されためっき鋼板を突合せ溶接する段階と、を含み、

前記 A l - F e系金属間合金層は第1層及び第2層からなり、

前記第1層は F e A l 及び F e ₃ A l のうち1種以上を含み、

前記第2層は F e ₂ A l ₅ を含み、

前記溶接前、溶接が行われる領域に位置する A l - F e系金属間合金層の一部又は全部を除去することを特徴とする A l - F e系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法。

【請求項2】

前記アルミニウム系めっき層は S i をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の A l - F e系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法。

【請求項3】

前記 A l - F e系金属間合金層は第1層及び第2層からなり、

前記第1層は F e A l 及び F e ₃ A l のうち1種以上を含み、

前記第2層は Fe_2Al_5 及び $Al_2Fe_3Si_3$ のうち1種以上を含むことを特徴とする請求項2に記載のAl-Fe系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法。

【請求項4】

前記熱処理時の温度はAc1未満であることを特徴とする請求項1に記載のAl-Fe系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法。

【請求項5】

前記Al-Fe系金属間合金層の一部を除去した後、残存するAl-Fe系金属間合金層は $10\mu m$ 以下の厚さを有することを特徴とする請求項1に記載のAl-Fe系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法。

10

【請求項6】

前記除去されるAl-Fe系金属間合金層の幅は $W_b/2 \sim W_b$ (mm)であることを特徴とする請求項1に記載のAl-Fe系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法。

(但し、前記 W_b は、溶接後に得られるテーラーウェルデッドブランクの溶接金属部の平均幅を意味する。)

【請求項7】

前記突合せ溶接の後、熱間成形工程(Hot Press Forming)をさらに行うことを特徴とする請求項1に記載のAl-Fe系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、Al-Fe系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法に係り、より詳しくは、溶接された部品内で破断発生の根源となるフェライトの形成を防止できるAl-Fe系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車の衝突時、侵入防止(anti-intrusion)のような衝突安全性を確保するために、バンパー、ドア強化部、B-pillar強化部又はルーフ強化部などには、マルテンサイト又はベイナイト-マルテンサイトの微細組織を有することにより高い機械的強度を有する鋼材の使用が求められている。

30

【0003】

特許文献1は、アルミニウム又はアルミニウム合金でコーティングされた熱間又は冷間圧延された鋼プレートについて開示している。このようなアルミニウム又はアルミニウム合金がコーティングされた鋼プレートは、Ac1温度以上で熱処理を行い、必要とされる形態の部品のための成形と共に $1500MPa$ を超える引張強度を有することができるように特定の条件で冷却される。このとき、上記コーティングは炉(furnace)で熱処理を行う間、鋼とアルミニウム間の相互拡散により表面合金を形成して金属の脱炭と酸化を防止し、最終部品の製造時に行われるショットブラストのような作業を省略可能にする。

40

【0004】

一方、このようなアルミニウム又はアルミニウム合金でコーティングされた鋼プレートを用いた部品を製造するための熱処理において、適切に設計された加熱条件でないと、例えば、急速加熱を適用する場合、表面にコーティングされたアルミニウムの溶融により移送設備などにおいて汚染及び焼着といった問題が発生する可能性がある。

【0005】

このような問題を解決するために、急速加熱が可能であり、最終部品の性能は従来と同

50

様であるものの、表面めっき層が金属間合金層のみで構成されたアルミニウムめっき層を有する熱間又は冷間圧延された鋼プレートに関する技術が提案された。これによって部品の製造時に急速加熱が可能となり、製造生産性の向上及びコスト削減が可能となった。

【0006】

一方、自動車の重量を減らすために、他の合金組成又は他の厚さを有する鋼材が突合せ溶接されたブランクのような部品が開発されてきた。このように溶接された部品は、「カスタム溶接ブランク」又は「テーラーウェルデッドブランク (Tailor welded blank)」と呼ばれている。このような部品を製造するための好ましい方法としては、工程の柔軟性、品質及び生産性の観点から有利なレーザービーム溶接が使用されてきた。上記製造されたブランクは、冷間プレスされた後、部品自体内で変化する機械的強度、プレス能力、衝撃吸収性を有するパーツを得る。したがって、高いコストをかけることなく適切な部位に必要な特性を提供することができる。

10

【0007】

上述したアルミニウム - 鉄の金属間合金層のみで構成されたアルミニウムコーティング鋼プレートも、このようなテーラーウェルデッドブランクで製造され、加熱と共に熱間プレスされ、焼入れされることによって局所的な荷重要件に理想的に応える様々な厚さ及び固有の機械的特性を有する一つの部品として提供されることができ。

【0008】

しかし、上記アルミニウム - 鉄の金属間合金層のみで構成されたコーティング層を有する鋼プレートをレーザー溶接する際、上記コーティング層が溶接中に形成される溶融領域内に混入し、特にフェライトの形成を助長する Al 成分が液体金属の対流によって集中し、凝固中に最高濃度を有する液体分が位置する樹枝状間に偏析する。したがって、溶接されたブランクを焼入れする目的でオーステナイト処理 (加熱) が行われると、上記 Al 濃厚領域はその後冷却時にフェライトに変態する。すなわち、レーザー溶接により形成される溶接金属部 (溶融部) は、意図していた高い硬度及び強度を有するマルテンサイトと意図していなかった軟質のフェライトとが混合された構成を有するようになる。これにより、最終部品の使用中に衝突状況のような外力が加わる場合、溶接部の破断が発生し、部品の意図された機能が失われる。

20

【0009】

したがって、溶接された部品内で破断発生の根源となるフェライトの形成を防止できる技術が必要である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【文献】欧州特許出願公開第 0971044 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、溶接された部品内で破断発生の根源となるフェライトの形成を防止できる Al - Fe 系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法を提供しようとするものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、素地鋼板及び上記素地鋼板の一面又は両面に形成されたアルミニウム系めっき層を有するめっき鋼板を準備する段階と、上記アルミニウム系めっき層が Al - Fe 系金属間合金層となるように上記めっき鋼板を熱処理する段階と、上記熱処理されためっき鋼板を突合せ溶接する段階と、を含み、上記溶接前、溶接が行われる領域に位置する Al - Fe 系金属間合金層の一部又は全部を除去することを特徴とする、Al - Fe 系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法を提供する。

50

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、Al - Fe系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】素地鋼板に形成されたアルミニウム系めっき層が熱処理によりAl - Fe系金属間合金層となることを示す模式図である。

【図2】素地鋼板に形成されたAl - Fe系金属間合金層の一部領域が除去されたことを示す模式図である。

【図3】Al - Fe系金属間合金層の一部領域が除去された素地鋼板を突合せ溶接した後の模式図である。

【図4】本発明の一実施例により製造されたAl - Fe系金属間合金層が形成されためっき鋼板の微細組織を光学顕微鏡で観察した写真である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明のAl - Fe系金属間合金層が形成された熱間プレス用鋼板を用いたテーラーウェルデッドブランクの製造方法について説明する。

【0016】

まず、素地鋼板及び上記素地鋼板の一面又は両面に形成されたアルミニウム系めっき層を有するめっき鋼板を準備する。上記めっき鋼板は、上記素地鋼板をアルミニウム系めっき浴に浸漬する方法によって得られる。本発明では、上記素地鋼板の種類について特に限定しておらず、当該技術分野において使用されるあらゆる種類の鋼板を用いることができる。但し、好ましくは、熱間成形後1500MPa以上の高強度を有する鋼板を用いることができる。また、本発明では、上記アルミニウム系めっき層の組成についても特に限定しておらず、当該技術分野において使用されるあらゆる種類のアルミニウム系めっき層を用いることができる。

【0017】

一方、上記素地鋼板をアルミニウム系めっき浴に浸漬すると、非常に速い反応により数 μm の金属間化合物が上記素地鋼板の表面に晶出される。しかしながら、このような金属間化合物は相対的に脆いため、金属間化合物の成長を抑制するために、上記アルミニウム系めっき浴は、抑制剤としてSiをさらに含むことができる。すなわち、上記アルミニウム系めっき層はSiをさらに含むことができ、このとき、上記Siの含有量は8~12重量%とすることができる。

【0018】

その後、上記アルミニウム系めっき層がAl - Fe系金属間合金層となるように上記めっき鋼板を熱処理する。図1は、素地鋼板に形成されたアルミニウム系めっき層が熱処理によりAl - Fe系金属間合金層となることを示す模式図である。図1に示すように、素地鋼板10上に形成されたアルミニウム系めっき層20は、熱処理により素地鋼板からFeが拡散するにつれて、Al - Fe系金属間合金層30に変わる。一方、上記Al - Fe系金属間合金層は時々第1層及び第2層からなることができ、このとき、上記第1層はFeAl及びFe₃Alのうち1種以上を含み、上記第2層はFe₂Al₅を含むことができる。上記第2層は、層(layer)や島(island)状に存在することができる。また、アルミニウム系めっき層にSiが含まれ、Al - Fe系金属間合金層もSiを含む場合、上記第2層はAl₂Fe₃Si₃をさらに含むことができる。

【0019】

上記第1層及び第2層の組成が異なる理由は、素地鋼板から拡散するFeの量の差のためである。すなわち、素地鋼板と近い第1層は、相対的に素地鋼板と遠い第2層よりもFeの拡散がよく起こり、第2層よりもFeの含有量が多くなる。上記第1層及び第2層の厚さや構成は、熱処理温度と時間によって異なり得るが、本発明では、具体的な条件につ

10

20

30

40

50

いて特に限定しない。但し、上記熱処理時の温度はAc1未満であることが好ましいが、上記熱処理時の温度がAc1以上である場合には、鋼板の微細組織の変化によりコイル状態での加工等において問題が発生することがある。

【0020】

一方、上記熱処理によって形成されるAl-Fe系金属間合金層は、熱処理を行わずに、単にめっきによってのみ形成されるアルミニウム系めっき層に比べて、後工程の熱間成形時に急速加熱を可能にする利点がある。また、本発明は、上記熱処理によりAl-Fe系金属間合金層を形成させるため、全体的なめっき層の厚さが増加し、上記アルミニウム系めっき層の厚さを減少させることができる。すなわち、Alめっき量を減少させることができ、これにより、既存のAl-Siめっき層に比べてAlの含有量が少なく、溶接不良などの問題を改善することが可能である。さらに、既存のAl-Siめっき層の金属間合金層はFeAl₃であり、上記FeAl₃の融点は1160であるのに対し、本発明のAl-Fe系金属間合金層の第1層はFeAl及びFe₃Alのうち1種以上であって、溶融点が1310とさらに高く、溶接時の溶接熱影響部の耐食性がより優れるという利点がある。

10

【0021】

図2は、素地鋼板に形成されたAl-Fe系金属間合金層の一部領域が除去されたことを示す模式図であり、図3は、Al-Fe系金属間合金層の一部領域が除去された素地鋼板を突合せ溶接した後の模式図である。図2及び図3に示すように、本発明は、上記溶接前、溶接が行われる領域に位置するAl-Fe系金属間合金層30の一部又は全部を除去することを特徴とする。これにより、上記Al-Fe系金属間合金層に含まれるAlが、溶接時に溶融領域に混入することを防止することにより、最終製品の微細組織がフェライトを含まないようにし、これにより、高い強度を確保することができる。上記Al-Fe系金属間合金層は全て除去されることが好ましいが、一部を除去することによって上記Al-Fe系金属間合金層が残存しても最終製品の物性確保には大きな影響を及ぼさない。但し、上記Al-Fe系金属間合金層の一部を除去した後、残存するAl-Fe系金属間合金層は10μm以下の厚さを有することが好ましいが、もし10μmを超える場合には、溶接中に溶接金属部にAl成分が多量に混入するため、熱間成形及び焼入れ後に最終製品の溶接部の機械的性質が低下することがある。

20

【0022】

本発明では、上記Al-Fe系金属間合金層の除去方法について特に限定せず、例えば、ブラッシング、グラインディング、研削、レーザ照射、化学溶液浸漬などのような方法を用いることができる。上記Al-Fe系金属間合金層の除去は、溶接工程前の事前作業によって行われてもよいが、溶接を行う際に、上記溶接直前に先行して行われてもよい。一方、上記除去されるAl-Fe系金属間合金層の幅Wは、 $W_b/2 \sim W_b$ (mm)であってもよい。ここで、上記W_bは、溶接後に得られるテーラーウェルデッドブランクの溶接金属部40の平均幅を意味する。上記除去されるAl-Fe系金属間合金層の幅がW_b/2よりも小さい場合には、上記Al-Fe系金属間合金層内のAl成分が溶接金属部に混入する可能性があり、W_bより大きい場合にはAl-Fe系金属間合金層の過度な除去により耐食性を十分に確保できないおそれがある。さらに、互いに異なる厚さの鋼板を溶接する場合、上記鋼板の溶融領域は互いに異なることがあり、これにより、上記鋼板の除去されるAl-Fe系金属間合金層の幅も互いに異なることがある。

30

40

【0023】

その後、上記熱処理されためっき鋼板を突合せ溶接してテーラーウェルデッドブランクを製造することができる。本発明では、上記溶接方法について特に限定しておらず、生産性と品質条件に符合できるものであれば、如何なる方法を用いても構わない。例えば、レーザビーム溶接、GTAW、プラズマ溶接、GMAWなどを用いることができる。本発明によれば、上記溶接時に溶接が行われる領域に存在するAl-Fe系金属間合金層が予め除去されることによって、Al成分が溶融部に混入しないため、後工程の熱間成形（オーステナイト化熱処理、成形/焼入れ）により得られる最終製品の溶接金属部の物性に優れ

50

るという利点がある。

一方、上記突合せ溶接の後、得られるテーラーウェルデッドブランクに対しては、熱間成形工程 (Hot Press Forming) をさらに行うことができ、これにより、得られる最終製品は自動車用部品等に好ましく適用することができる。

【0024】

以下、実施例を挙げて本発明についてより詳細に説明する。但し、下記の実施例は、本発明をより詳細に説明するための例示であり、本発明の権利範囲を限定するものではない。

【0025】

(実施例)

車体の衝突部材として広く適用されている引張強度 1500MPa 級のポロン鋼である 22MnB5 鋼に 10% Si-Al めっきを行い、冷延めっき鋼板を得た。この冷延めっき鋼板を 500 で熱処理して、図 4 のように FeAl、Fe₃Al、Fe₂Al₅、Al₂Fe₃Si₃ を含む Al-Fe 系金属間合金層を形成させた。このとき、Al-Fe 系金属間合金層の厚さは片面を基準に約 40 μm であった。その後、上記冷延めっき鋼板を 500 × 120 mm サイズの長方形の形状を有するブランクに切断した後、以下に記載されたそれぞれの方法により上記 Al-Fe 系金属間合金層の一部を除去し、レーザビーム溶接を用いて突合せ溶接することで、テーラーウェルデッドブランクを製造した。

10

その後、上記テーラーウェルデッドブランクを 920 まで加熱した後、4 分間保持し、熱間成形及び焼入れを行った。このように製造されたテーラーウェルデッドブランクの溶接部について、引張強度、伸び率及び破断率を測定した後、下記表 1 に記載した。一方、上記製造されたテーラーウェルデッドブランクは、素地鋼板に該当する領域の引張強度が平均 1470MPa であった。

20

引張強度及び伸び率は、溶接部領域を採取して KS 規格に従った引張試験片で各 5 個ずつ作製した後、引張試験により測定して平均値で示した。この時の引張試験速度は 10 mm/min であった。

溶接部の破断率は、引張試験時の引張試験片の数に対して破断が発生した試験片の割合を % で示した。

【0026】

発明例 1 は、Q-Switch pulse レーザを用いて溶接が行われる部位に存在する Al-Fe 系金属間合金層を両面ともに除去し、上記 Al-Fe 系金属間合金層の除去幅は 1 mm であった。その後、レーザビーム溶接を用いて突合せ溶接を行った。

30

発明例 2 は、Q-Switch pulse レーザを用いて溶接が行われる部位に存在する Al-Fe 系金属間合金層を両面ともに一部除去し、上記 Al-Fe 系金属間合金層の除去幅は 1 mm であり、残存厚さは 5 μm であった。その後、レーザビーム溶接を用いて突合せ溶接を行った。

発明例 3 は、研削設備を用いて溶接が行われる部位に存在する Al-Fe 系金属間合金層を両面ともに除去し、上記 Al-Fe 系金属間合金層の除去幅は 1 mm であった。その後、レーザビーム溶接を用いて突合せ溶接を行った。

【0027】

比較例 1 は、Al-Fe 系金属間合金層の除去なしに、レーザビーム溶接を用いて突合せ溶接を行った。

40

上記レーザビームの溶接時に、焦点距離でのビーム径が約 0.4 mm である CO₂ レーザ溶接機を使用し、シールドガスとして He ガスを分当たり 20 リットル使用し、レーザ出力は 6 kW、溶接速度は 6 m/分に設定した。

【0028】

【表 1】

区分	平均引張強度(MPa)	平均伸び率(%)	溶接部の破断率(%)
発明例1	1475	4	0
発明例2	1472	4	0
発明例3	1474	4	0
比較例1	1250	1.5	100

上記表 1 から分かるように、本発明の条件に符合するように製造された発明例 1 ~ 3 の場合には、素地鋼板と類似のレベルの強度及び高い伸び率を有しているのに対し、本発明の条件に符合していない比較例 1 の場合には、強度及び伸び率ともに劣ることが分かる。

10

【符号の説明】

【 0 0 2 9 】

- 1 0、1 0' : 素地鋼板
- 2 0 : アルミニウム系めっき層
- 3 0、3 0' : A l - F e 系金属間合金層
- 4 0 : 溶接金属部

20

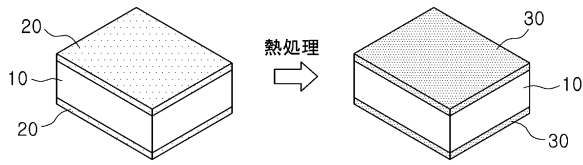
30

40

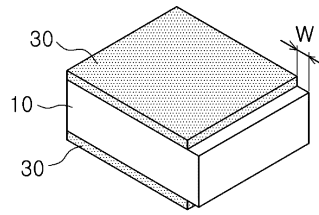
50

【図面】

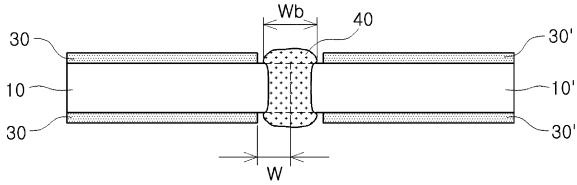
【図 1】



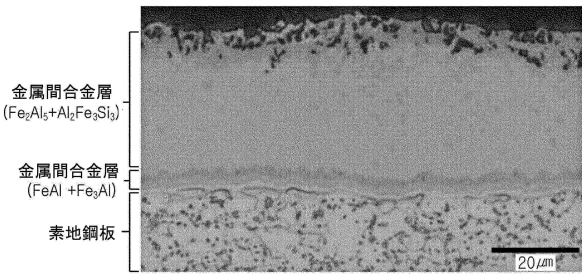
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 杉田 隼一

- (56)参考文献 特開 2020 - 189336 (JP, A)
特表 2019 - 505387 (JP, A)
国際公開第 2020 / 111881 (WO, A1)
米国特許出願公開第 2017 / 0095886 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B23K 26 / 322
C23C 2 / 12
B23K 9 / 23