(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2007-268603
(P2007-268603A)
(43)公開日　平成19年10月18日(2007.10.18)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B23K 1/005	(2006.01)	B23K 1/005	A	4E068
B23K 26/20	(2006.01)	B23K 1/005	C	
B23K 26/06	(2006.01)	B23K 26/20	31OG	
		B23K 26/06	A	

審査請求 未請求　請求項の数 3　OL　（全 9 頁）

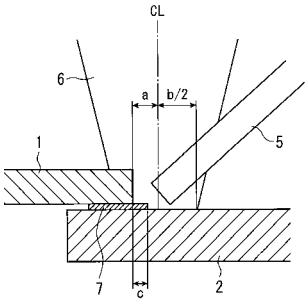
(21)出願番号　特願2006-100756 (P2006-100756)
(22)出願日　平成18年3月31日 (2006.3.31)

(71)出願人　000001258
ＪＦＥスチール株式会社
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
(74)代理人　100099531
弁理士　小林　英一
(72)発明者　堀越　大寛
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社内
(72)発明者　木谷　靖
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社内
(72)発明者　小野　守章
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】重ね隅肉継手のレーザろう付け方法

(57)【要約】
【課題】レーザろう付けによって重ね隅肉継手を形成するにあたって、溶着金属の欠陥を防止し、継手強度を向上できる高強度薄鋼板のレーザろう付け方法を提供する。
【解決手段】上板の融点および下板の融点のいずれか低い方より低温の融点を有しかつ厚さ0.01～0.7㎜の金属板を上板と下板との間に挿入し、上板の端面から金属板の端部を突出させ、さらに下板の上面に照射されるレーザビームの中心位置と上板の端面との距離をａとし、下板の上面に照射されるレーザービムの直径をｂとして、1.1≧ａ－（ｂ／２）を満足するように金属板の挿入位置とレーザビームの照射位置とを設定してレーザろう付けを行なう。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
レーザビームを用いて２枚の薄鋼板の重ね隅肉継手を形成するレーザろう付け方法において、上板の融点および下板の融点のいずれか低い方より低温の融点を有しかつ厚さ0.01～0.7㎜の金属板を前記上板と前記下板との間に挿入し、前記上板の端面から前記金属板の端部を突出させ、さらに前記下板の上面に照射される前記レーザビームの中心位置と前記上板の端面との距離をａ（㎜）とし、前記下板の上面に照射される前記レーザビームの直径をｂ（㎜）として、前記距離ａ、前記直径ｂが
　1.1≧ａ－（ｂ／２）
を満足するように前記金属板の挿入位置と前記レーザビームの照射位置とを設定してレーザろう付けを行なうことを特徴とする重ね隅肉継手のレーザろう付け方法。
【請求項２】
前記金属板が、金属箔を重ね合わせて板状に成形した金属板であることを特徴とする請求項１に記載の重ね隅肉継手のレーザろう付け方法。
【請求項３】
前記金属板が、ろう材の融点よりも低温の融点を有することを特徴とする請求項１または２に記載の重ね隅肉継手のレーザろう付け方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、レーザビームを用いて薄鋼板のろう付けを行ない、重ね隅肉継手を形成する方法に関し、特に高強度薄鋼板の重ね隅肉継手を形成する方法に関するものである。ここでは、レーザビームを熱源としてろう付けを行なうことをレーザろう付けと記す。
【背景技術】
【０００２】
ろう付は、接合する薄鋼板の融点より低い融点を有する接合材（以下、ろう材という）を介して薄鋼板の継手を形成する技術である。つまり、ろう材の融点より高温かつ薄鋼板の融点より低温に加熱して、ろう材のみを溶融した後、放冷することによって、薄鋼板を溶解することなく継手を形成することができる。
ろう付を行なう際にろう材を溶融させる方法は、ガス炎やアークを用いて加熱する方法が従来から採用されている。しかしこれらの熱源を使用すると、ろう材が溶融するまで長時間を要し、その間に薄鋼板の熱変形が生じるばかりでなく、ろう付けの施工効率が低下する。そこで、ろう付の高速化を図るために種々の技術が検討されている。
【０００３】
たとえば特許文献１には、レーザビームを用いてろう付け（すなわちレーザろう付け）を行なう技術が開示されている。この技術は、２枚の自動車用鋼板の表面にレーザビムを照射して加熱するとともに、レーザビームの照射位置にワイヤ状のろう材を供給して、ろう材を溶融させるものである。レーザビームの照射位置は上板の端部に沿って連続的に移動して行くので、レーザビームが通過した後のろう材は大気中で冷却（いわゆる放冷）されて凝固し、２枚の自動車用鋼板を接合する。なお、ろう材として銅合金が開示されている。
【０００４】
レーザろう付けは、エネルギー密度の高いレーザビームを用いるので、
(a)接合部を局所的に加熱できる、
(b)ろう付の速度を増加できる、
(c)継手の熱歪を低減できる
等の利点がある。しかも薄鋼板は、表層数μｍが溶融してろう材と密着するので、接合部の強度を確保できる。したがって、レーザろう付けは自動車車体や鉄道車両等の構造部材を接合するための重ね隅肉継手の形成に採用されている。

【０００５】
近年、省エネルギーの観点から自動車車体や鉄道車両の軽量化の要求が高まっており、自動車車体においては、軽量化を達成するために高強度薄鋼板（いわゆる高張力鋼板）の使用量が増大している。
ところが既に説明した通り、レーザろう付けでは、一般のろう付と同様に、高強度薄鋼板より融点の低いろう材（たとえば銅合金，銀合金等）を使用する。このようなろう材がレーザビームによって加熱されて溶融した後、放冷され凝固することによって得られる溶着金属は、高強度薄鋼板に比べて強度が低い。しかも高強度薄鋼板と溶着金属の強度差に加えて、重ね隅肉継手では溶着金属に応力が集中するので、荷重が作用したときに、高強度薄鋼板が変形しなくても、溶着金属が破断する惧れがある。とりわけ溶着金属に割れや孔あき等の欠陥が存在する場合は、溶着金属の破断が発生しやすくなる。
【０００６】
レーザろう付けは、エネルギー密度の高いレーザビームを用いてろう材を短時間で溶融させる故に、上記の(a)～(c)の利点を有することは既に説明した通りである。しかしレーザろう付けでは、ろう材を短時間で溶融させる故に、ろう材と金属板のぬれ性が低い場合、溶融状態のろう材が接合部に均一かつ十分に供給され難くなり、図３に示すように、上側に配置される薄鋼板１（以下、上板という）と下側に配置される薄鋼板２（以下、下板という）の会合部に形成される角部に孔あき欠陥４が発生しやすい。
【０００７】
特許文献１には、孔あき欠陥４の発生を防止するために、上板１と下板２との間に隙間を設けて、その隙間に溶融状態のろう材を流入させる技術が開示されている。しかしながら溶融状態のろう材は、粘度が大きいので、隙間に流入させるのは容易ではない。しかも、レーザろう付けの施工中に隙間を一定に保つことは困難である。
【特許文献１】特開2005-59009号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
本発明は上記のような問題を解消し、レーザろう付けによって重ね隅肉継手を形成するにあたって、溶着金属の欠陥を防止し、継手強度を向上できる高強度薄鋼板のレーザろう付け方法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】
【０００９】
本発明者らは、レーザろう付けにおける孔あき欠陥を防止する技術を開発するために、まず、孔あき欠陥が形成される機構を詳細に調査した。レーザろう付けでは、図４に示すように、
(1)上板１の上面と端面および下板２の上面にレーザビーム６を照射して、接合部の高強度薄鋼板を加熱する、
(2)レーザビーム６の照射位置にワイヤ状のろう材５を供給し、レーザビーム６でろう材５を溶融させる、
(3)溶融したろう材が溶滴となって上板１の端面および下板２の上面に接触しつつ拡がっていく、
(4)レーザビーム６が通過した後、溶融したろう材５が放冷されて凝固する
という手順で重ね隅肉継手が形成される。なお、上板１は重ね隅肉継手の上側に位置する高強度薄鋼板を指し、下板２は重ね隅肉継手の下側に位置する高強度薄鋼板を指す。
【００１０】
上記の(1)～(4)の手順のうち、孔あき欠陥が形成されるのは(3)の段階である。つまり孔あき欠陥が発生する原因は、溶融したろう材の表面張力によって、上板１の端面と下板２の上面との会合部に形成される角部に十分な量の溶滴が供給され難くなる（すなわち濡れ性が低下する）ことにある。
ろう材５の溶滴の濡れ性を改善する技術は、従来から種々検討されている。たとえば上

板１および下板２を加熱して昇温することによって、ろう材の溶滴の濡れ性を改善することができる。しかしレーザろう付けは、エネルギー密度の高いレーザビームを照射して局所的に加熱するものであるから、重ね合わせ部の上板１および下板２を昇温するために照射量を増加すれば、上板１や下板２が溶解してレーザろう付けに支障（たとえば溶断等）を来たす。

【００１１】

あるいは、ろう材５の位置を上板１の端面から遠ざけて、レーザビーム６が十分に照射されるように設定することによって、重ね合わせ部の上板１および下板２が昇温されて、ろう材５の溶滴の濡れ性を改善することができる。しかし、ろう材５を溶融させるためには、レーザビーム６が照射される領域にろう材５を供給しなければならないので、上板１，下板２，ろう材５，レーザビーム６の位置を厳密に制御する必要がある。そのような要求を満たす制御装置は極めて高価である。

【００１２】

以上に説明した通り、レーザろう付けによって形成された重ね隅肉継手では、上板１と下板２との会合部の溶着金属３に孔あき欠陥が発生しやすい。特に高強度薄鋼板の重ね隅肉継手では、荷重が作用したときに高強度薄鋼板は変形しなくても、欠陥の生成により肉盛りが不完全になり、この付近から破断する惧れがある。したがって高強度薄鋼板の機械的特性を十分に活かして、構造部材（例えば自動車車体，鉄道車両等）の軽量化を図るためには、孔あき欠陥を防止し、重ね隅肉継手の強度を高める必要がある。

【００１３】

そこで発明者らは、レーザろう付けによって形成された重ね隅肉継手における孔あき欠陥を防止する技術を検討した。その結果、上板１と下板２との間に低融点の金属板を挿入することによって、重ね隅肉継手の孔あき欠陥を防止できるという知見を得た。

本発明は、これらの知見に基づいてなされたものである。

すなわち本発明は、レーザビームを用いて２枚の薄鋼板の重ね隅肉継手を形成するレーザろう付け方法において、上板の融点および下板の融点のいずれか低い方より低温の融点を有しかつ厚さ0.01～0.7mmの金属板を上板と下板との間に挿入し、上板の端面から金属板の端部を突出させ、さらに下板の上面に照射されるレーザビームの中心位置と上板の端面との距離をａ（mm）とし、下板の上面に照射されるレーザビームの直径をｂ（mm）として、距離ａ，直径ｂが

$$1.1 \geqq a - (b/2)$$

を満足するように金属板の挿入位置とレーザビームの照射位置とを設定してレーザろう付けを行なう重ね隅肉継手のレーザろう付け方法である。

【００１４】

本発明のレーザろう付け方法においては、金属板として、金属箔を重ね合わせて板状に成形した金属板を使用しても良い。また、金属板が、ろう材の融点よりも低温の融点を有することが好ましい。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、レーザろう付けによって重ね隅肉継手を形成するにあたって、溶着金属の欠陥を防止し、継手強度を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

図１は、本発明のレーザろう付けにおける高強度薄鋼板と金属板とレーザビームとの配置の例を模式的に示す断面図である。なお図１中のCLは、下板の上面に照射されたレーザービームの中心位置である。

図１に示すように、本発明では高強度薄鋼板の上板１と下板２との間に金属板７を挿入する。金属板７の厚さが0.01mm未満では、孔あき欠陥防止の効果が得られない。一方、0.7mmを超えると、金属板７全体を溶融させることが困難になる。したがって、金属板７の厚さは0.01～0.7mmの範囲内とする。

【００１７】
金属板７は、高強度薄鋼板の融点よりも低温の融点を有する金属を板状に加工したものを使用する。上板１と下板２の成分（すなわち融点）が異なる場合は、低い方の融点よりも低温の融点を有する金属板を使用する。したがって金属板７は、レーザビーム６の照射によって昇温され、ろう材５とともに溶解する。このとき、上板１と下板２は溶解により変形しないようにレーザビーム６の照射量を調整する。
【００１８】
この金属板は、単体の金属を板状に加工したもの、あるいは箔状の金属を重ね合わせて板状に加工したものを使用する。金属板または箔としては、Cu，Cu－Zn合金，Cu－Ｐ合金，Cu－Si合金，Cu－Sn合金，Cu－Ni合金等の銅合金、Ag－Cu合金等の銀合金、あるいはSn，Pb，Sn－Pb合金，Al合金等を用いることができる。
金属板７の端部は、上板１の端面から突出する。金属板７の先端と上板１の端面との距離をｃ（mm）とする。また、下板２の上面に照射されるレーザビーム６の直径をｂ（mm）とし、その中心位置CLと端面との距離をａ（mm）とする。
【００１９】
直径ｂと距離ａが1.1＜ａ－（ｂ／２）となると、レーザビームによる照射熱が上板１と下板２の会合部に届き難く、孔あき欠陥防止の効果が得られない。したがって、1.1≦ａ－（ｂ／２）を満足するようにレーザビームの狙いを調整して、上板１と下板２に十分な熱量が供給できるようにする。
ろう材５は、高強度薄鋼板の融点よりも低温の融点を有する材料を使用し、レーザビーム６が照射される領域に供給する。したがって、ろう材５はレーザビーム６の照射によって昇温され、金属板７とともに溶解する。このとき、上板１と下板２は溶解により変形しないようにレーザビーム６の照射量を調整する。ろう材５としては、純Cuろう，Cu－Zn合金ろう，Cu－Ｐ合金ろう，Cu－Si合金ろう，Cu－Sn合金ろうCu－Ni合金ろう等の銅合金ろう、あるいはAg－Cu合金ろう等の銀合金ろうが好ましい。
【００２０】
ろう材５の融点と金属板７の融点を比べると、金属板７の融点の方が低温となるように、ろう材５と金属板７の材料を選択することが好ましい。その理由は、図２に示すように、上板１と下板２の隙間に存在する金属板７をなるべく広く溶解させた方が、上下板と金属板の接合面積が増加し、継手強度が向上するためである。
このようにして重ね合わせ部を構成し、上板１の上方からレーザビーム６を照射する。レーザビーム６は、ろう材５とともに上板１の端面に沿って移動しながら、上板１と下板２を加熱し、ろう材５と金属板７を溶融する。溶融した金属板７は、溶融状態のろう材５と融合し、上板１と下板２を接合し、レーザビーム６とろう材５が通過した後で放冷され、凝固して溶着金属３となる。この溶着金属３は上板１と下板２との会合部にも充満するので、孔あき欠陥は発生しない。
【００２１】
本発明では、ろう材５と金属板７が溶融状態で融合するので、レーザビーム６の照射位置に多少のズレが生じても、孔あき欠陥を防止する効果は損なわれない。したがって、比較的簡便な制御装置で対応できる。
以上に説明した通り、本発明を適用してレーザろう付けを行なうと、重ね隅肉継手における溶着金属の孔あき欠陥を防止できる。したがって高強度薄鋼板の重ね隅肉継手を形成する際に本発明を適用すれば、重ね隅肉継手の破断を防止し、高強度薄鋼板の機械的特性を十分に活かすことができる。
【実施例】
【００２２】
図１に示すように、上板１として780MPa級冷延鋼板（幅：200mm，長さ：300mm，厚さ：0.7mm，引張強度ＴＳ：797MPa，降伏強度ＹＳ：601MPa）を使用し、下板２として590MPa級冷延鋼板（幅：200mm，長さ：300mm，厚さ：1.2mm，引張強度ＴＳ：603MPa，降伏強度ＹＳ：488MPa）を使用して、重ね隅肉継手を作製した。上板１と下板２の成分は表１に示

す通りである。

【００２３】

【表１】

	成分（質量%）							YS (MPa)	TS (MPa)	板厚 (mm)
	C	Si	Mn	P	S	Sol.Al	N			
上板	0.092	0.02	1.35	0.016	0.003	0.042	0.0049	760	829	0.7
下板	0.072	0.37	1.47	0.003	0.003	0.036	0.0061	560	607	1.2

【００２４】

ろう材５は、ＪＩＳ規格に規定されるＹCuAlNiＢ系ワイヤ（直径1.2mm）を使用した。ろう材５の成分は表２に示す通りである。

【００２５】

【表２】

Cu	Si (質量%)	Mn (質量%)	P (質量%)	S (質量%)	Sol.Al (質量%)	Fe (質量%)	Ni (質量%)
残部	0.06	1.23	−	−	8.13	3.46	1.26

【００２６】

金属板７は、ＪＩＳ規格H3100:2000の合金記号C1020Rの純Cu箔（厚さ：0.008mm，0.02mm，0.7mm）またはＪＩＳ規格H2108のSnから製造した純Sn箔（厚さ：0.02mm），ＪＩＳ規格H3110の合金番号C5110に基づき製造したりん青銅箔（厚さ：0.02mm）を重ね合わせて、板状に加工したものを使用した。使用した金属箔の枚数は表３に示す通りである。

【００２７】

【表３】

No	金属板の種類	金属箔の枚数	a	b	a-(b/2)	強度評価	備考
1	なし	0	0.6	2.35	-0.58	×	比較例
2	なし	0	0.8	1.76	-0.08	×	
3	純Cu ＊1	1	0.6	2.35	-0.58	×	
4	純Cu ＊2	6	1.5	0.78	1.11	×	
5	純Cu ＊2	10	1.6	0.94	1.13	×	
6	純Cu ＊2	37	0.6	2.35	-0.58	×	
7	純Cu ＊2	40	0.8	1.76	-0.08	×	
9	純Cu ＊2	20	1.5	0.80	1.10	○	発明例
10	純Cu ＊2	1	0.6	2.35	-0.58	○	
11	純Cu ＊2	6	0.8	1.76	-0.08	○	
12	純Cu ＊2	10	0.6	2.35	-0.58	○	
13	純Cu ＊2	17	0.8	1.76	-0.08	○	
14	純Cu ＊2	35	1.0	2.35	-0.18	○	
15	純Cu ＊2	1	1.0	2.35	-0.18	○	
16	純Cu ＊3	1	1.2	1.76	0.32	○	
17	純Sn	10	0.6	2.35	-0.58	○	
18	純Sn	21	1.0	2.35	-0.18	○	
19	純Sn	10	1.0	2.35	-0.18	○	
20	りん青銅	10（1～8）	1.0	2.35	-0.18	○	
21	純Cu＋りん青銅	20（3～20）	1.0	2.35	-0.18	○	
22	純Cu＋りん青銅	20(1,3,5,7…19)	1.0	2.35	-0.18	○	
23	純Cu＋りん青銅	20（1～2）	1.0	2.35	-0.18	○	
24	純Cu＋りん青銅	20（19～20）	1.0	2.35	-0.18	○	
25	純Cu＋りん青銅	20（6，17）	1.0	2.35	-0.18	○	
26	純Cu＋純Sn	20（6，17）	1.0	2.35	-0.18	○	

（ ）内は異種の箔を混合した場合の、配置した純Cu箔の上層からの順位

厚さは、＊1：0.008mm，＊2：0.02mm，＊3：0.7mm，その他：0.02mmとする。

【００２８】

また、上板１と下板２の間に挿入した金属板７の先端と上板１の端面との距離ｃ（mm），下板２の上面に照射されるレーザビーム６の直径ｂ（mm），レーザビーム６の中心位置CLと端面との距離ａ（mm）を表３に併せて示す。

上板１と下板２の重ね合わせ部にレーザビーム６を照射して、重ね隅肉継手を形成した。レーザはNd：ＹＡＧレーザを使用し、レーザ出力４kWとした。レーザビーム６は、ろう材５とともに上板１の端面に沿って３ｍ／min の速度で移動させた。ろう材５はレーザビーム６の照射によって溶融していくので、常に３ｍ／min の速度で供給した。

【００２９】

このようにして得られた重ね隅肉継手から図５に示すような試験片を採取して、ＪＩＳ規格Z3136に準じて引張剪断試験を行なった。その結果は、継手強度が440MPa以上を○，440MPa未満を×として表３に示す。

表３から明らかなように、重ね隅肉継手の引張剪断強度は、発明例が全て440MPa以上であったのに対して、比較例は440MPa未満であった。つまり、発明例の重ね隅肉継手の溶着金属には孔あき欠陥が存在しないので、引張剪断強度の向上を達成できた。

【図面の簡単な説明】

【００３０】

【図１】本発明のレーザろう付けにおける高強度薄鋼板と金属板とレーザビームとの配置の例を模式的に示す断面図である。

【図２】本発明を適用して形成した重ね墨肉継手の例を模式的に示す断面図である。

【図３】従来のレーザろう付けによる重ね隅肉継手の例を模式的に示す断面図である。

【図４】従来のレーザろう付けにおける高強度薄鋼板とろう材とレーザビームとの配置の例を模式的に示す断面図である。

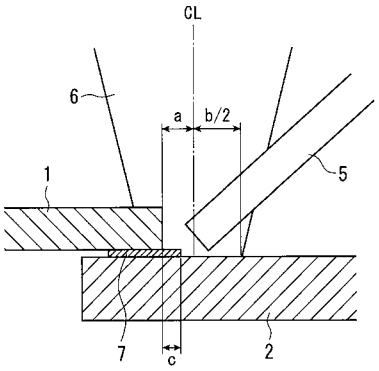
【図５】重ね隅肉継手の引張剪断試験用試験片の形状を模式的に示す図であり、(a)が平面図、(b)が側面図である。

【符号の説明】

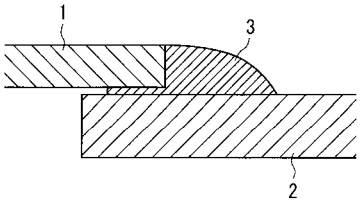
【００３１】

１　上板
２　下板
３　溶着金属
４　孔あき欠陥
５　ろう材
６　レーザビーム
７　金属板

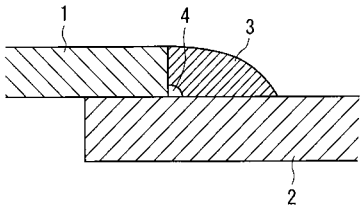
【図１】



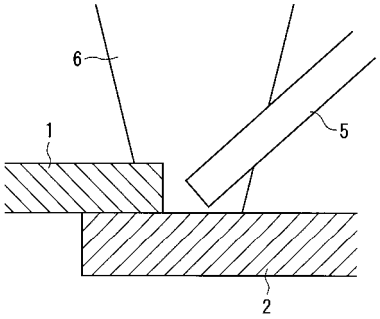
【図２】



【図３】

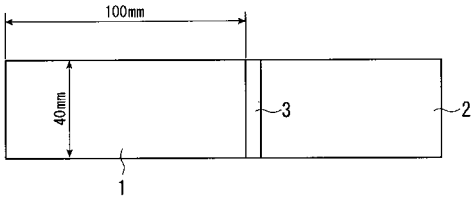


【図４】

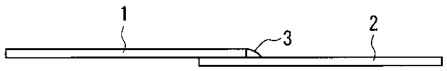


【図５】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者　安田　功一
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社内

Ｆターム(参考) 4E068 BA05　BF00　CD01　DA14　DB01