

(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2006-334602

(P2006-334602A)

(43) 公開日 平成18年12月14日(2006.12.14)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 35/14 (2006.01)	B 2 3 K 35/14 A	5 H O 2 7
B 2 3 K 35/30 (2006.01)	B 2 3 K 35/14 F	
C 2 2 C 30/00 (2006.01)	B 2 3 K 35/30 3 1 O D	
H O 1 M 8/06 (2006.01)	B 2 3 K 35/30 3 1 O E	
	C 2 2 C 30/00	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2005-158864 (P2005-158864)	(71) 出願人	000005120 日立電線株式会社 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(22) 出願日	平成17年5月31日 (2005.5.31)	(74) 代理人	100137855 弁理士 沖川 寛
		(72) 発明者	黒木 一真 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
		(72) 発明者	黒田 洋光 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
		(72) 発明者	佐川 英之 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
		最終頁に続く	

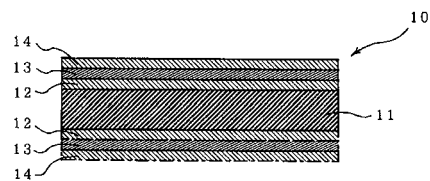
(54) 【発明の名称】 ろう付け用複合材及びそれを用いたろう付け製品

(57) 【要約】

【課題】耐熱性、耐酸化性、耐高温性、及び耐食性に優れ、かつ、ろう付け作業性が良好ろう付け用複合材及びそれを用いたろう付け製品を提供するものである。

【解決手段】本発明におけるろう付けするろう付け用複合材10は、Niを含む合金で構成される基材11の表面に、Fe又はFe合金層12、Ti又はTi合金層13、及びNi又はNi合金層14を重ねた複層構造のろう材層を一体的に設けてなることを特徴とし、前記ろう材層に含まれるNi成分の重量W1と、Ni成分とTi成分の重量の総和W2との比W1/W2を0.58~0.66とするものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Niを含む合金からなる基材の表面にろう材層を設けてなる複合材で構成され、被ろう付け部材同士をろう付けするろう付け用複合材であって、前記基材の表面に、Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層を重ねた複層構造のろう材層を一体的に設けてなり、そのろう材層に含まれるNi成分の重量W1と、Ni成分とTi成分の重量の総和W2との比W1/W2が0.58~0.66であることを特徴とするろう付け用複合材。

【請求項 2】

前記基材を、オーステナイト系ステンレス鋼又は2相ステンレス鋼で構成した請求項1記載のろう付け用複合材。 10

【請求項 3】

Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層で構成されるろう材層に含まれるFe濃度が、10~50wt%である請求項1又は2記載のろう付け用複合材。

【請求項 4】

Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層で構成されるろう材層の少なくとも一層が、Pを含む請求項1乃至3いずれかに記載のろう付け用複合材。

【請求項 5】

前記ろう材層中に含まれるP濃度が、0.02~10wt%である請求項4記載のろう付け用複合材。 20

【請求項 6】

Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層で構成されるろう材層が、Cu又はMnの少なくとも一種を含む請求項1乃至5いずれかに記載のろう付け用複合材。

【請求項 7】

前記ろう材層中に含まれるCu濃度が、0.2~30wt%である請求項6記載のろう付け用複合材。

【請求項 8】

Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層で構成されるろう材層が、Al又はCrの少なくとも一種を含む請求項1乃至7いずれかに記載のろう付け用複合材。 30

【請求項 9】

前記Fe合金層をFe-Cr系合金層で構成し、該Fe-Cr系合金層を前記基材と前記Ti又はTi合金層の間に配置する請求項1乃至8記載のろう付け用複合材。

【請求項 10】

前記ろう材層のうち最外層が、B又はSiの少なくとも一種を含有する合金からなる請求項1乃至9記載のろう付け用複合材。

【請求項 11】

請求項1乃至10いずれかに記載のろう付け用複合材を用いて接合したことを特徴とするろう付け用複合材を用いたろう付け製品。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ろう付け用複合材に係り、特に、熱交換器や燃料電池用部材などの被ろう付け部材をろう付けするろう付け用複合材に関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動車用オイルクーラの接合材としてステンレス基クラッド材が使用されている。これは、基材であるステンレス鋼板の片面又は両面に、ろう材としての機能を有するCu材が 50

クラッドされている。

【0003】

また、ステンレス鋼や、Ni基又はCo基合金などからなる部材のろう付け材として、ろう付け接合部の耐食性に優れる各種Niろう材が、JIS規格により規定されている。

【0004】

さらに、熱交換器の接合に用いられるNiろう材として、粉末状のNiろう材に、Ni、Cr、Ni-Cr合金、又はステンレス鋼の中から選択される金属粉末を4~22wt%添加してなる粉末Niろう材が提案されている(例えば、特許文献1参照)。

【0005】

また、基材であるステンレス鋼の表面にNi及びTiからなるろう材層を有する、即ちNi/Ti/ステンレス鋼というろう材層構造を有する自己ろう付け性複合材がある(例えば、特許文献2参照)。

【特許文献1】特開2000-107883号公報

【特許文献2】特開平7-299592号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、従来のろう材又はろう付け用複合材を、高温で、腐食性の高いガス又は液体に晒される熱交換器(燃料電池改質器用クーラや、排ガス再循環装置(以下、EGR(Exhaust Gas Recirculation)と示す)用クーラ)の接合用ろう材として使用する場合、以下に示すような問題があった。

【0007】

(1)前述したステンレス基クラッド材を自動車用オイルクーラの接合材として使用する場合、耐熱性及び耐食性については全く問題がない。しかし、このステンレス基クラッド材を燃料電池用熱交換器や、EGR用クーラの接合材として使用する場合、耐食性に問題があった。具体的には、燃料電池用交換器やEGR用クーラ内には、高温で、かつ、腐食性の高い溶液や排気ガスが循環されることから、ステンレス基クラッド材のろう材(Cu材)では、耐熱性及び耐食性が十分でないという問題があった。

【0008】

(2)特許文献1記載の粉末Niろう材、及びJIS規格で規定された各種Niろう材は、粉末状であることから、各ろう付け接合部に粉末Niろう材をそれぞれ塗布するという作業が必要になる。つまり、ろう付け作業に多大な労力を要するため、ろう付け製品の生産性が著しく低くなり、その結果、製造コストの上昇を招くという問題があった。また、同じくJIS規格で規定されたアモルファスNiろう材は非常に脆いため、ろう材製造時及びろう付け製品の組立時の取り扱い(ハンドリング)が難しく、作業コストが高くなるという問題があった。

【0009】

(3)特許文献2記載の自己ろう付け性複合材は、耐熱性及び耐食性については十分な効果を発揮するものの、ろう付けする際に、基材のステンレス鋼が溶融ろう材層により激しく侵食され、ろう付け後の製品の性能(強度、疲労特性)が大きく低下するという“基材食われ”の問題があった。具体的には、Ni層及びTi層はろう付けする際の熱処理によって溶融するが、Tiの反応性が著しく高いことから、Tiと基材であるステンレス鋼の反応が過大となる。これは、基材であるステンレス鋼のFe成分とTiが反応し、Feリッチな固溶体相及びFe₂Ti、FeTiなどの金属間化合物が生じやすいためである。その結果、基材のFe成分がろう材層中へ溶出(溶融・分散)することから、基材において著しい侵食が生じ、ろう付け前の基材の厚さ・体積を確保することができず、接合部の接合強度の低下、即ちろう付け製品の信頼性の低下が生じてしまっていた。

【0010】

以上の事実を考慮して創案された本発明の目的は、ろう付け時のろう材の濡れ性、湯流れ性を向上させると共に、耐熱性、耐酸化性、及び耐食性を良好にし、ろう付け時にお

10

20

30

40

50

る基材食われの問題を改善することによって、ろう付け接合部の作業性・信頼性が良好で、製造コストが安価なろう付け製品を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係るろう付け用クラッド材は、被ろう付け部材同士をろう付けするろう付け用複合材において、Niを含む合金で構成される基材の表面に、Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層を重ねた複層構造のろう付け層を一体的に設けてなることを特徴とし、前記ろう材層に含まれるNi成分の重量W1と、Ni成分とTi成分の重量の総和W2との比W1/W2を0.58~0.66に調整することによって、上記目的を達成するものである。

10

【0012】

前記基材は、オーステナイト系ステンレス鋼又は2相ステンレス鋼で構成されることが好ましい。

【0013】

Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層で構成されるろう材層に占めるFeの割合(Feの重量/ろう付け層全体の重量)は、10~50wt%である請求項1又は2記載のろう付け用複合材。

【0014】

Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層で構成されるろう材層の少なくとも一層がPを含むことによって、ろう材の湯流れ性、耐酸化性を著しく改善することが好ましい。

20

【0015】

前記ろう材層に含まれるP濃度は、0.02~10wt%であることが好ましい。

【0016】

Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層で構成されるろう材層の少なくとも一層が、Cu、Mnの少なくとも一種を含むことによって、ろう材の湯流れ性を更に向上させることが好ましい。

【0017】

前記ろう材層中に含まれるCu濃度は、0.2~30wt%であることが好ましい。

【0018】

Fe又はFe合金層、Ti又はTi合金層、及びNi又はNi合金層で構成されるろう材層の少なくとも一層が、Al、Crの少なくとも一種を含むことによって、ろう付け接合部の耐食性、耐高温酸化性を更に向上させることが好ましい。

30

【0019】

前記Fe合金層として、Fe-Cr系合金層を用いる際、Fe-Cr系合金層を基材とTi又はTi合金層の間に配置し、ステンレス鋼中のFe成分とTi成分が反応するのを防ぐことが好ましい。

【0020】

ろう付け層の最外層を構成する金属又は合金に、B又はSiの少なくとも一種を添加することによって、ろう材の融点、濡れ性、靱性、及び接合強度を調整することが好ましい。

40

【発明の効果】

【0021】

本発明は、Ni-Ti系のろう付け材を比較的低い温度でろう付けすると同時に、ろう材の湯流れ性、耐食性、耐高温性、耐酸化性を向上させることによって、良好なろう付け用複合材の製造・使用を行うことができるという優れた効果を持つ。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の好適一実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

【0023】

50

本発明の好適一実施の形態に係るろう付け用複合材の断面図を図1に示す。

【0024】

本発明に係るろう付け用複合材の第1の形態の断面図を図1に、図1の第1変形例を示す断面図を図2に示す。尚、図2において、図1と同様の部材には同じ符号を付している。

【0025】

図1に示すように、本実施の形態に係るろう付け用複合材10は、Niを含む合金の板材からなる基材11の片面(図1中では上面)に、基材11側から順に、Fe又はFe合金層12、Ti又はTi合金層13、及びNi又はNi合金層14を一体的に設けてなる複合材で構成される。ここで言う基材11の表面は、外部に露出する全ての面を示している。

10

【0026】

また、図1においては、基材11の表面に、基材11側から順に、Fe又はFe合金層12, 12、Ti又はTi合金層13, 13、及びNi又はNi合金層14, 14を設けた場合について説明を行ったが、各層12, 13, 14の形成順序はこれに限定するものではない。例えば、図2に示すように、基材11の表面に、基材11側から順に、Ni合金層14, 14、Ti又はTi合金層13, 13、及びFe又はFe合金層12, 12を設けた複合材20であっても良い。

【0027】

基材11の表面に順不同に設けられたろう材層からなるクラッド材の形成方法は、圧延による方法が挙げられるが、特に限定するものではなく、クラッド材形成のための慣用の方法が全て適用可能である。

20

【0028】

本実施の形態においては、基材11の片面(図1中では上面)のみにろう材層を設けたろう付け用クラッド材10について説明を行ったが、これに特に限定するものではない。例えば、ろう材層が基材11の両面(図1中では上・下面)に設けられたろう付け用クラッド材であってもよい。

【0029】

基材11を構成するNiを含む合金としては、オーステナイト系ステンレス鋼あるいは2相ステンレス鋼が好ましく、例えば、SUS304(JIS規格)等が挙げられる。

30

【0030】

Fe又はFe合金層12を構成するFe又はFe合金としては、Ti又はTi合金層13のTiと反応してTiCが生成するのを極力防ぐべく、C含有量の低いもの(例えばSUS436L)が好ましい。また、Fe合金としては、Fe-Ni系合金、Fe-Cr系合金(フェライト系ステンレス鋼)、又はFe-Cr-Ni系合金(オーステナイト系ステンレス鋼、例えば、Fe-18wt%Cr-8wt%Ni)が好ましい。これは、NiやCrは、ろう付け部(接合部)の耐食性や耐酸化性を向上させる効果があるからである。特に、Fe-Cr系合金(フェライト系ステンレス鋼)層を基材11とTi又はTi合金層13の間に配置することによって、ステンレス鋼中のFe成分とTiが反応するのを防ぐバリア層とすることが好ましい。

40

【0031】

また、Ni又はNi合金層14を構成するNi合金としては、Ni-P系合金や、Ni-Cr-Fe系耐食耐熱超合金(例えば、インコネル(登録商標)等)が好ましい。これは、これらの合金が、ろう付け時の湯流れ性や濡れ性の改善、及びステンレス鋼中のFe成分の溶解度の低減を図ることができるためである。

【0032】

さらに、ろう材層の最外層を構成する金属又は合金に、B又はSiの少なくとも一種を添加してもよい。これによって、ろう材の融点、濡れ性、靱性、及び接合強度を調整することができる。

【0033】

50

ろう材層10全体に占めるNi成分の重量W1とろう材層10全体に占めるNi成分及びTi成分の重量総和W2の比W1/W2は0.58~0.66となるように調整される。これらの調整は、層12, 13, 14の層厚の調整、層12, 13, 14の合金組成の調整などによってなされる。

【0034】

ここで、W1/W2を0.58~0.66と調整したのは、ろう付けの際に、ろう材層に含まれるNi成分と共に基材11に含まれるNi成分もろう材層全体に拡散することを見込んだためである。また、W1/W2を0.58~0.66と調整したのは、W1/W2が0.58未満又はW1/W2が0.66を超えると、ろう材の湯流れ性が著しく低下したり、ろう材が全く溶融しなくなるためである。仮に、W1/W2が0.58未満の時

10

【0035】

また、基材からろう材に適当な量のNi成分を溶出させるためには、1120~1200で15分間加熱し、より好ましくは、1130~1190で15分間加熱する。

【0036】

このように、基材11に含まれるNi成分がろう材層全体に拡散することによって、融点の高さからろう材として機能させることが困難であったNi又はNi合金を含むろう材の融点を1200近傍に下げることができ、複合材10~20を用いたろう付けを1200近傍で行うことが可能となる。

20

【0037】

ろう材層全体(ろう材)に占めるFeの割合(Feの重量/ろう付け層全体の重量)は、10~50wt%が好ましく、特に20~40wt%が好ましい。これは、Feの割合が10wt%未満では、ステンレス鋼のFe成分の溶出を抑制することができないためである。また、Feの割合が50wt%を越えると、湯流れ性が著しく低下し、正常なろう付けが困難となるためである。

【0038】

また、各層12, 13, 14の少なくとも一層がPを含有していてもよい。ろう材層全体に、Pを0.02~10wt%、好ましくは0.02~5.0wt%含有させることで、ろう材の湯流れ性、耐酸化性を著しく改善することができる。ここで、Pの含有量を0.02~10wt%と限定したのは、0.02wt%未満だと、湯流れ性の向上が期待できないためであり、逆に10wt%を超えると、ろう付けを行う被ろう付け部材の種類によっては強度低下が生じるためである。

30

【0039】

また、各層12, 13, 14の少なくとも一層が、Cu、Mnの少なくとも1種を含有していてもよい。ろう材層全体にCu及び/又はMnを含有させることで、ろう材層全体の粘性を低下させ、ろう材15の湯流れ性を著しく向上させることができる。ここで、ろう材全体に含まれるCu濃度は0.2~30wt%とされる。Cu濃度が0.2wt%未満だと、Cu添加の効果が十分に得られず、逆に30wt%を超えると、耐食性が低下するためである。

40

【0040】

また、層12, 13, 14の少なくとも一層が、Al、Crの少なくとも1種を含有していてもよい。ろう材層全体にAl及び/又はCrを含有させることで、ろう付け接合部の表面に、酸化アルミ又は酸化クロムからなる緻密な酸化膜が形成され、ろう付け接合部の耐食性、耐高温酸化性を著しく向上させることができる。

【0041】

本実施の形態に係るろう付け用クラッド材10を得るべく、複合材に圧延加工を施す前に、適宜、熱処理を施してもよい。この熱処理は、ろう付け用複合材10の伸びが30%以上となるようにすべく、ろう材層の層構造、各層12, 13, 14の組成及び層厚に応じて、加熱温度及び加熱時間が適宜調整される。

50

【0042】

このようにして得られたろう付け用クラッド材10に適宜圧延、プレス、絞り加工を施して所望の形状の半製品に形成した後、その半製品と接合を行う被ろう付け部材（図示せず）とを組み合わせ、ろう付け接合を行う部分（ろう付け接合部）を接触させる。その後、ろう付け接合部をメインにして、これらの組み合わせ部材に加熱によるろう付け処理を施すことで、ろう付け製品が得られる。あるいは、被ろう付け部材として、ろう付け用複合材10を用いてもよい。例えば、本実施の形態に係るろう付け用複合材10を複数個用意し、各複合材10に適宜プレス加工を施してそれぞれ所望の形状の半製品に形成した後、それらの半製品を組み合わせ、ろう付け接合部を接触させる。その後、これらの組み合わせ部材に加熱によるろう付け処理を施すことで、ろう付け製品を得るようにしてもよい。

10

【0043】

次に、本発明の他の実施の形態を添付図面を用いて説明する。

【0044】

本発明に係るろう付け用複合材の第2形態の断面図を図3、図3の第1変形例を示す断面図を図4に示す。尚、図4において、図3と同様の部材には同じ符号を付している。

【0045】

本実施の形態においては、箔状を呈したろう付け用複合材10を用いて説明を行ったが、複合材の形状は箔状に特に限定するものではない。例えば、図1の変形例を図3に示すように、棒状又はワイヤ状の基材41の表面に、基材41側から、Fe又はFe合金層42、Ti又はTi合金層43、Ni又はNi合金層44の順に積層してなるろう材層を一体的に設け、ろう付け用クラッド材40としてもよい。この場合、基材41としては、基材11と同じ材料が適用される。また、各層12, 13, 14の形成は、メッキ法、押出法、造管法などによってなされる。

20

【0046】

また、図3においては、基材41の外周に、基材41側から順に、Fe又はFe合金層42、Ti又はTi合金層43、及びNi又はNi合金層44を設けた場合について説明を行ったが、各層42, 43, 44の形成順序はこれに限定するものではない。例えば、図4に示すように、基材41の外周に、基材41側から順に、Ni又はNi合金層44、Ti又はTi合金層43、及びFe又はFe合金層42を設けた複合材50であっても良い。

30

【0047】

ここで、Fe合金層42としてFe-Cr系合金層を用いることが好ましく、このFe-Cr系合金層を基材41とTi又はTi合金層43の間に配置し、ステンレス鋼中のFe成分とTiが反応するのを防ぐバリア層とすることが特に好ましい。

【0048】

本実施の形態に係るろう付け用複合材10を用いたろう付け製品としては、燃料電池の改質器用クーラなどの高温で、腐食性の高い溶液或いはガスが循環される熱交換器、EGR用クーラ、燃料電池部材、オイルクーラ、ラジエータ、二次電池部材などが挙げられる。本実施の形態に係るろう付け用複合材、特に、棒状又はワイヤ状のろう付け用クラッド材40、50（図3, 4参照）は、径サイズが小さく、取り扱い性が良好であることから、燃料電池の改質器用クーラの熱交換器、EGR用クーラ、燃料電池部材などの他にも、オイルクーラ、ラジエータ、二次電池部材などにも適用可能である。

40

【0049】

以上、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、他にも種々のものが想定されることは言うまでもない。

【0050】

次に、本発明を実施例に基づいて説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0051】

50

(実施例 1)

SUS304 (JIS規格) からなり、厚さ 2.5 mm のステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0.39 mm の Fe 条材、厚さ 0.6 mm の Ti 条材、厚さ 0.5 mm の Ni 条材を圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-43wt%Ni-27wt%Ti ($W1/W2 = 0.62$) である複合材を作製した。その後、この複合材に対して圧延を繰り返し行い、ろう材層全体の厚さが 70 μ m のろう付け用複合材を作製した。この複合材を、1200 の管状炉内で加熱を行って、ろう付け用複合材の特性を評価した。

【0052】

(実施例 2)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0.68 mm の Fe-42wt%Ni 合金条材、厚さ 0.6 mm の Ti 条材、厚さ 0.28 mm の Ni 条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe-Ni/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-45wt%Ni-25wt%Ti ($W1/W2 = 0.64$) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

10

【0053】

(実施例 3)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0.6 mm の Fe-25wt%Cr 合金条材、厚さ 0.5 mm の Ti 条材、厚さ 0.38 mm の Ni 条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe-Cr/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-15wt%Cr-33wt%Ni-22wt%Ti ($W1/W2 = 0.60$) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

20

【0054】

(実施例 4)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0.38 mm の Ni 条材、厚さ 0.5 mm の Ti 条材、厚さ 0.6 mm の Fe-25wt%Cr 合金条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Fe-Cr/Ti/Ni/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-15wt%Cr-33wt%Ni-22wt%Ti ($W1/W2 = 0.60$) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

【0055】

(実施例 5)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0.44 mm の Fe-8wt%P 合金条材、厚さ 0.57 mm の Ti 条材、厚さ 0.48 mm の Ni-8wt%P 合金条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni-P/Ti/Fe-P/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-42wt%Ni-26wt%Ti-2.4wt%P ($W1/W2 = 0.62$) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

30

【0056】

(比較例 1)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、厚さ 0.5 mm の Ni 条材を圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/SUS304、ろう材層全体が Ni からなる複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

40

【0057】

(比較例 2)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0.39 mm の Fe 条材、厚さ 0.69 mm の Ti 条材、厚さ 0.45 mm の Ni 条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-39wt%Ni-31wt%Ti ($W1/W2 = 0.56$) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

【0058】

(比較例 3)

50

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0 . 3 9 mm の F e 条材、厚さ 0 . 4 7 mm の T i 条材、厚さ 0 . 5 6 mm の N i 条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-49wt%Ni-21wt%Ti (W1/W2=0.7) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

【 0 0 5 9 】

(比較例 4)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0 . 6 8 mm の F e - 4 2 w t % N i 合金条材、厚さ 0 . 7 7 mm の T i 条材、厚さ 0 . 2 0 mm の N i 条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe-Ni/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-38wt%Ni-32wt%Ti (W1/W2=0.54) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

10

【 0 0 6 0 】

(比較例 5)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0 . 6 8 mm の F e - 4 2 w t % N i 合金条材、厚さ 0 . 5 4 mm の T i 条材、厚さ 0 . 3 2 mm の N i 条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe-Ni/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-48wt%Ni-22wt%Ti (W1/W2=0.68) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

【 0 0 6 1 】

(比較例 6)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0 . 6 0 mm の F e - 2 5 w t % C r 合金条材、厚さ 0 . 6 2 mm の T i 条材、厚さ 0 . 3 2 mm の N i 条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/ Fe-Cr/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-15wt%Cr-27.5wt%Ni-27.5wt%Ti (W1/W2=0.5) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

20

【 0 0 6 2 】

(比較例 7)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0 . 6 mm の F e - 2 5 w t % C r 合金条材、厚さ 0 . 3 5 mm の T i 条材、厚さ 0 . 4 6 mm の N i 条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe-Cr/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-15wt%Cr-40wt%Ni-15wt%Ti (W1/W2=0.72) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

30

【 0 0 6 3 】

(比較例 8)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0 . 4 4 mm の F e - 8 w t % P 合金条材、厚さ 0 . 7 2 mm の T i 条材、厚さ 0 . 4 0 mm の N i 条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe-P/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-35wt%Ni-32wt%Ti-2.4wt%P (W1/W2=0.52) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

40

【 0 0 6 4 】

(比較例 9)

実施例 1 と同じステンレス鋼条材の表面に、そのステンレス鋼条材側から順に、厚さ 0 . 4 4 mm の F e - 8 w t % P 合金条材、厚さ 0 . 4 5 mm の T i 条材、厚さ 0 . 5 4 mm の N i 合金条材とを圧延法によりクラッドし、積層構造が Ni/Ti/Fe-P/SUS304、ろう材層全体の組成が Fe-47wt%Ni-20wt%Ti-2.4wt%P (W1/W2=0.7) である複合材を作製した。その後は、実施例 1 と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

【 0 0 6 5 】

(比較例 1 0)

S U S 4 3 0 (J I S 規格) からなり、厚さ 2 . 5 mm のステンレス鋼条材の表面に、そ

50

のステンレス鋼条材側から順に、厚さ0.39mmのFe条材、厚さ0.65mmのTi条材、厚さ0.48mmのNi条材を圧延法によりクラッドし、積層構造がNi/Ti/Fe/SUS430、ろう材層全体の組成がFe-41wt%Ni-29wt%Ti (W1/W2=0.59)である複合材を作製した。その後、この複合材に対して圧延を繰り返し行い、ろう材層全体の厚さが70μmのろう付け用複合材を作製した。その後は、実施例1と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。

【0066】

(従来例1)

実施例1と同じステンレス鋼条材の表面に、Cu条材を圧延法によりクラッドし、積層構造がCu/SUS304、ろう材層全体がCuからなる複合材を作製した。その後は、実施例1と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。ろう付け温度は1120とした。

10

【0067】

(従来例2)

実施例1と同じステンレス鋼条材の表面に、市販の粉末Niろう材(組成: Ni-19Cr-10Si (wt%))を合成樹脂バインダで溶いた混練物を塗布し、ろう付け用複合材を作製した。その後は、実施例1と同様にして、ろう付け用複合材の特性を評価した。ろう付け温度は1180とした。

【0068】

実施例1~5、比較例1~10、及び従来例1, 2の各複合材について、特性の評価、具体的には、フィレット形成状態(湯流れ性)、腐食発生の有無(耐食性)、ろう付け生産性の評価(作業性)、及びこれらの特性の総合評価を行った。ろう付け特性の評価結果を表1に示す。評価は、極めて良好なものを、良好なものを、不足しているもの(不十分なもの)を、不良なものを×とした。

20

【0069】

ここで、湯流れ性の評価は、各複合材のろう付け層の表面にSUS304からなるステンレス鋼パイプを載せ、1200に加熱してろう付けした際の、ろう付け部のフィレット形状及びフィレットの断面積によって評価を行った。

【0070】

耐食性の評価は、ろう付け後の各複合材を、塩素イオン、硝酸イオン、硫酸イオンを含む腐食性溶液中に1000h浸漬して腐食試験を行い、その後、ろう付け後の各複合材を溶液中から取出してろう付け部の組織観察を行い、腐食発生の有無を調べることによって行った。また、腐食試験後の溶液を分析し、ろう材からの溶出物の定量比較を行い、腐食の程度を判断した。

30

【0071】

【表 1】

	ろう材層の積層構造	ろう材層の組成 (wt%)	ろう材層中の Ni / (Ni+Ti) 重量比	ろうの湯流れ性	腐食発生の有無	ろう付生産性	総合評価
実施例	1	Ni/Ti/Fe/SUS304	Fe-43Ni-27Ti	0.62	◎	無し	◎
	2	Ni/Ti/Fe-Ni/SUS304	Fe-45Ni-25Ti	0.64	◎	無し	◎
	3	Ni/Ti/Fe-Cr/SUS304	Fe-15Cr-33Ni-22Ti	0.60	◎	無し	◎
	4	Fe-Cr/Ti/Ni/SUS304	Fe-15Cr-33Ni-22Ti	0.60	◎	無し	◎
	5	Ni-P/Ti/Fe-P/SUS304	Fe-42Ni-26Ti-2.4P	0.62	◎	無し	◎
比較例	1	Ni/SUS304	Ni	—	× 未熔融	—	○
	2	Ni/Ti/Fe/SUS304	Fe-39Ni-31Ti	0.56	×	無し	◎
	3	Ni/Ti/Fe/SUS304	Fe-49Ni-21Ti	0.70	×	無し	◎
	4	Ni/Ti/Fe-Ni/SUS304	Fe-38Ni-32Ti	0.54	×	無し	◎
	5	Ni/Ti/Fe-Ni/SUS304	Fe-48Ni-22Ti	0.68	×	無し	◎
	6	Ni/Ti/Fe-Cr/SUS304	Fe-15Cr-27.5Ni-27.5Ti	0.50	×	無し	◎
	7	Ni/Ti/Fe-Cr/SUS304	Fe-15Cr-40Ni-15Ti	0.72	×	無し	◎
	8	Ni/Ti/Fe-P/SUS304	Fe-35Ni-32Ti-2.4P	0.52	×	無し	◎
	9	Ni/Ti/Fe-P/SUS304	Fe-47Ni-20Ti-2.4P	0.70	×	無し	◎
	10	Ni/Ti/Fe/SUS430	Fe-41Ni-29Ti	0.59	△	無し	◎
従来例	1	Cu/SUS304	Cu	—	◎	有り	◎
	2	粉末 Ni ろう材 /SUS304	Ni-19Cr-10Si	—	◎	無し	×

10

20

【0072】

表 1 に示すように、本発明に係るろう付け用複合材である実施例 1 ~ 5 の複合材は、基材を Ni を含む合金 (SUS304) とし、ろう材層を Ti 層と Ni 層とのクラッド層とし、かつ、ろう材層の組成を $W1/W2 = 0.58 \sim 0.66$ となるように調整している。このろう付け層の組成だけでは、ろう材層の融点を 1200 近傍にまで低下させることはできない。しかし、ろう付け時に、基材から Ni 成分がろう材層中に拡散することで、ろう材層の融点を 1200 近傍にまで低下させることができる。

30

【0073】

これによって、実施例 1 ~ 5 の複合材は、約 1200 でのろう付けが可能であり、その結果、実施例 1 ~ 5 の複合材は、いずれも湯流れ性及びろう付け生産性が極めて良好であった。また、実施例 1 ~ 5 の複合材は、いずれも腐食の発生が無かった。よって、総合評価はいずれも極めて良好であった。

【0074】

これに対して、比較例 1 の複合材は、ろう付け生産性は良好であったものの、ろう材層が Ni 単体で構成されるため、1200 のろう付け温度ではろう材層が溶融せず、ろう材として機能しなかった。以上より、総合評価は不良であった。

40

【0075】

比較例 2, 4, 6, 8 の複合材は、腐食の発生はなく、ろう付け生産性も極めて良好であったが、ろう材層中の Ni の割合が少なすぎるため、ろう材層の融点自体が高く、基材から Ni 成分がろう材層に拡散しても、十分に融点を下げることができなかった。このため、ろう付けは可能であるものの、ろうの湯流れ性が良好でなく (不良)、その結果、総合評価は不良であった。また、仮に、基材から十分な量の Ni 成分がろう材層に拡散し、十分に融点を下げることができたとしても、基材の侵食が大きくなる (厚さ減少量が多くなる) ため、実用的でない。

【0076】

比較例 3, 5, 7, 9 の複合材は、腐食の発生はなく、ろう付け生産性も極めて良好で

50

あったが、ろう材層中のNiの割合が多すぎるため、基材からNi成分がろう材層に拡散することでろう材層自体の融点が上昇してしまった。このため、ろう付けは可能であるものの、湯流れ性が良好でなく(不良)、その結果、総合評価は不良であった。

【0077】

比較例10の複合材は、ろう材層中のNiの割合も適正であり(Ni-38wt%Ti(W1/W2=0.59))、腐食の発生はなく、ろう付け生産性も極めて良好であったが、基材がNiを含まないSUS430であるため、基材からNi成分をろう材層に拡散させることができない。このため、ろうの湯流れ性が不十分であり、その結果、総合評価も不十分であった。

【0078】

従来例1の複合材は、湯流れ性及びろう付け生産性は極めて良好であったものの、ろう材層がCu単体で構成されるため耐食性が良好でなく、腐食が発生した。その結果、総合評価は不良であった。

【0079】

従来例2の複合材は、湯流れ性は極めて良好であり、腐食の発生はなかったものの、ろう材層のろう材が粉末Niろう材であるため、ろう材層の形成に有機物系のバインダを必要とし、ろう付け生産性が悪かった。その結果、総合評価は不良であった。

【0080】

以上、本発明に係るろう付け用複合材である実施例1~5の複合材は、ろうの湯流れ性、ろう付け接合部の耐食性、及びろう付け生産性がいずれも良好であることから、ろう付け特性及びろう付け接合部の信頼性に優れたろう付け用複合材であることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明に係るろう付け用複合材の第1の形態の断面図である。

【図2】図1の変形例を示す断面図である。

【図3】本発明に係るろう付け用複合材の第2の形態の断面図である。

【図4】図3の変形例を示す断面図である。

【符号の説明】

【0082】

10, 20, 40, 50 ろう付け用複合材

11, 41 基材

12, 42 Fe又はFe合金層

13, 43 Ti又はTi合金層

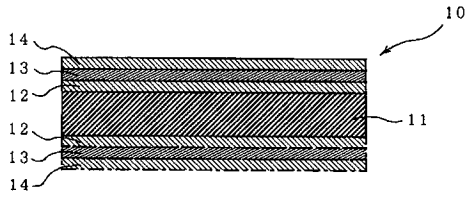
14, 44 Ni又はNi合金層

10

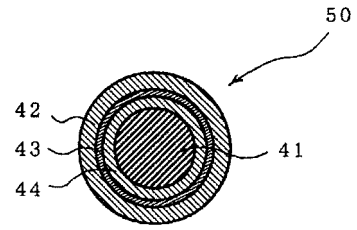
20

30

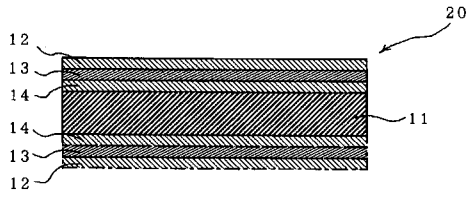
【 図 1 】



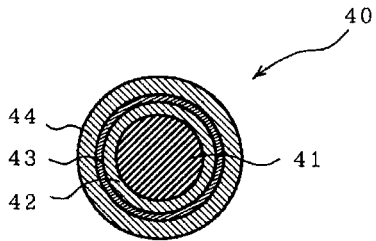
【 図 4 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 1 M 8/06 Z

(72)発明者 堀井 文夫
東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内

(72)発明者 作山 信人
東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内

Fターム(参考) 5H027 BA01 MM12