

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6150830号  
(P6150830)

(45) 発行日 平成29年6月21日(2017.6.21)

(24) 登録日 平成29年6月2日(2017.6.2)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>C 2 2 C</b>	<b>38/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C	38/00	3 0 2 Z
<b>C 2 2 C</b>	<b>38/58</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C	38/58	
<b>B 2 3 K</b>	<b>1/19</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 K	1/19	J
B 2 3 K	101/14	(2006.01)	B 2 3 K	101:14	
B 2 3 K	103/04	(2006.01)	B 2 3 K	103:04	

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-45153 (P2015-45153)	(73) 特許権者	714003416 日新製鋼株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号
(22) 出願日	平成27年3月6日(2015.3.6)	(74) 代理人	100120891 弁理士 林 一好
(65) 公開番号	特開2016-164298 (P2016-164298A)	(74) 代理人	100182925 弁理士 北村 明弘
(43) 公開日	平成28年9月8日(2016.9.8)	(72) 発明者	堀 芳明 山口県周南市野村南町4976番地 日新製鋼株式会社内
審査請求日	平成28年8月2日(2016.8.2)	(72) 発明者	中村 定幸 山口県周南市野村南町4976番地 日新製鋼株式会社内
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 Cuろう付け時の耐Cu粒界浸透性に優れたフェライト系ステンレス鋼およびろう継手

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

重量%で、C：0.03%以下、Si：0.1~3.0%、Mn：0.1~2.0%、P：0.04%以下、S：0.003%以下、Cr：10.0~30.0%、Nb：0.3~0.8%、N：0.03%以下を含有し、残部はFe及び不可避免的不純物からなる成分組成であり、

さらに、TiおよびAlを合計で0.05%以下、NiおよびCoを合計で0.15~5.0%を含み、

板厚0.3mmの2枚のステンレス鋼板の間に、70μm厚のCuろう材を挟んだ試験体を、不活性ガス雰囲気において、1050 で5分保持した後、1120 で15分のろう付けをした後に測定されたCuろうの粒界浸透深さを厚み方向で界面から5μm以下に抑制する、Cuろう付け時の耐Cu粒界浸透性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項2】

さらに、重量%で、Mo、Cu、V、Wの1種または2種以上を合計で0.05~4.0%を含む、請求項1に記載のフェライト系ステンレス鋼。

【請求項3】

さらに、Zrを含有し、重量%で、Ti、AlおよびZrを合計で0.05%以下を含む、請求項1または2に記載のフェライト系ステンレス鋼。

【請求項4】

さらに、重量%で、REM、Caの1種または2種を合計で0.01~0.2%を含む

、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のフェライト系ステンレス鋼。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載されたフェライト系ステンレス鋼を基材とするフェライト系ステンレス鋼ろう継手。

【請求項 6】

前記基材の厚みの 1 / 3 以下となる厚みの C u ろうで接合されてなる、請求項 5 に記載のフェライト系ステンレス鋼ろう継手。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、C u ろう付け時の耐 C u 粒界浸透性に優れたフェライト系ステンレス鋼に関する。C u ろう付けにより接合されたプレート式熱交換器等のような耐食性が必要とされる C u ろう付け用途に適したフェライト系ステンレス鋼に関する。

【背景技術】

【0002】

プレート式熱交換器等の熱交換器は、水、温水、蒸気の流体が循環し、配管や壁を介して熱交換が行われる。例えば、プレート式熱交換器は、プレス加工により流路を形成したプレートを複数枚を重ね合わせて積層された構造を備えており、プレート壁を介して液相 / 液相又は気相 / 液相の間で熱交換が行われる。このような水を含む使用環境にあるため、熱交換器の構造材として従来から耐食性や加工性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼が使用されている。

ステンレス鋼プレートの接合には、C u ろう、N i ろう等の母材よりも低融点のろう材によるろう付け手段が用いられる。この接合方法は、ろう材をプレート基材の間に配置し、真空中または A r や水素の雰囲気ガス中で 1 1 2 0 程度の高温に加熱することで溶融したろう材が基材間を埋めることによりプレート基材同士が接合される。オーステナイト系ステンレス鋼としては、S U S 3 0 4 系や S U S 3 1 6 系が用いられる。例えば、特許文献 1 は、ろう材で接合される構造物に用いられるオーステナイト系ステンレス鋼に関して、ろう付け性と耐食性を両立させるために、[ C u ] × [ S i ]、2 「 N 」 + [ M o ] の各範囲を規定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2 0 1 2 - 2 0 7 2 5 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

製品において高耐熱性が不要なステンレス鋼のろう付けには C u ろう材を使用することが多い。オーステナイト系ステンレス鋼の基材に C u ろう付け処理を施すと、基材および C u ろうは、所定の温度と時間で保持されて、溶融した C u ろうは、基材同士の隙間を埋めるが、その際に基材との界面から基材の粒界に浸透（侵入）する現象が発生する（図 4）。粒界に浸透した C u は、選択的に粒界と反応を起こしやすい。これは、C u と基材界面の保護皮膜を生成できないので、粒界に浸透した C u が、粒界に析出した炭素（C）と結合したり、C u ろうにより C を溶出させることによると考えられている。

【0005】

この場合、基材粒界に C u ろう材が混在した組織を有しているため、ろう付けされたプレート式熱交換器を組み上げた際、流路で発生する脈圧、ウォーターハンマーのような水圧変動や蒸気圧によりプレートに応力が付加されると、C u ろうが混在した粒界部分で応力集中が起きて、プレート基材に亀裂が発生し易くなり、そのことにより、内容物の漏れや熱交換器の耐久性を劣化させるといった不具合が生じる原因となり得る。

そのため、オーステナイト系ステンレス鋼を基材に用いたプレート式熱交換器は、従来

10

20

30

40

50

から使用されているが、Cuろうの粒界浸透を抑制する手法については知られていなかったのが現状である。特許文献1は、ろう付け性について、Si、Cuが一定量以上で添加されると、濡れ性が過剰に良好となり、被接合材同士の間隙からろう材が流出するという問題について、銀ろうを用いたろう付け性試験により、ろう付け性の評価をしているが、ろう材の粒界浸透に関する課題は開示されていない。

このように、プレート式熱交換器のステンレス鋼基材をCuろう材によってろう付け接合する場合、ステンレス鋼の粒界に発生するCuろうの粒界浸透を抑制可能なステンレス鋼が望まれていた。

#### 【0006】

本発明は、ステンレス鋼が備える耐食性レベルを確保しつつ、Cuろう付け時に発生するCuろうの粒界浸透が抑制された耐Cu粒界浸透性に優れたCuろう付け用のステンレス鋼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】

#### 【0007】

本発明者らは、上記の課題を解決すべく、フェライト系ステンレス鋼について検討した結果、フェライト系ステンレス鋼のCuろう付け時に、粒界においてCuろう浸透現象が発生しないことに着目し、Cuろうの粒界浸透性を抑制するのに適した成分組成を知見することにより、本発明を完成するに至った。

#### 【0008】

本発明の要旨は、次のとおりである。

(1) 重量%で、C: 0.03%以下、Si: 0.1~3.0%、Mn: 0.1~2.0%、P: 0.04%以下、S: 0.003%以下、Cr: 10.0~30.0%、Nb: 0.3~0.8%、N: 0.03%以下を含有し、残部はFe及び不可避免的不純物からなる成分組成であり、Cuろうの粒界浸透深さを厚み方向で界面から5 $\mu$ m以下に抑制する、Cuろう付け時の耐Cu粒界浸透性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

#### 【0009】

(2) さらに、重量%で、Mo、Cu、V、Wの1種または2種以上を合計で0.05~4.0%を含む、上記(1)に記載のフェライト系ステンレス鋼。

#### 【0010】

(3) さらに、重量%で、Ti、Zr、Alの1種または2種以上を合計で0.05%以下を含む、上記(1)または(2)に記載のフェライト系ステンレス鋼。

#### 【0011】

(4) さらに、重量%で、Ni、Coの1種または2種を合計で0.5~5.0%を含む、上記(1)~(3)のいずれかに記載のフェライト系ステンレス鋼。

#### 【0012】

(5) さらに、重量%で、REM、Caの1種または2種を合計で0.01~0.2%を含む、上記(1)~(4)のいずれかに記載のフェライト系ステンレス鋼。

#### 【0013】

(6) 上記(1)~(5)のいずれかに記載されたフェライト系ステンレス鋼を基材とするフェライト系ステンレス鋼ろう継手。

#### 【0014】

(7) 前記基材の体積の1/3以下となる量のCuろうで接合されてなる、上記(6)に記載のフェライト系ステンレス鋼ろう継手。

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

本発明によれば、Cuろう付け時の耐Cu粒界浸透性に優れたフェライト系ステンレス鋼が提供された。このステンレス鋼材を用いることにより、Cuろう付け時に、ステンレス鋼基材の粒界に対するCuろうの浸透が抑制されるので、Cu粒界浸透に起因する亀裂発生を防止することができる。エコキュート等に使用される熱交換器等のようにCuろう付け接合される製品のろう継手として広く適用できるものであり、製品の耐久性向上に寄

10

20

30

40

50

与する。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明のステンレス鋼基材とCuろうとの界面組織を示す図である。

【図2】従来のオーステナイト系ステンレス鋼基材とCuろうとの界面組織を示す図である。

【図3】Cuろうを多量に使用した場合の界面組織を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

Cuろう付け時に、従来のオーステナイト系ステンレス鋼で発生するCuろうの粒界浸透が、本発明のフェライト系ステンレス鋼では、十分に抑止されるため、Cuろうの粒界浸透深さを厚み方向で界面から5 $\mu$ m以下に抑制することが可能である。

10

【0018】

本発明のフェライト系ステンレス鋼が含有する各元素について説明する。各元素の含有量の「%」は、特に断らない限り「重量%」を意味する。

【0019】

Cは、その含有量が多くなると、ろう付け温度やろう付け温度からの冷却速度によってはCr炭化物の生成を招き、粒界にCr欠乏層を形成して粒界腐食の原因となることがある。また、粒界に浸透したCuろうとの反応により炭化物を生成して亀裂の原因となることがある。そのため、C含有量を0.03%以下に低減させる必要がある。

20

【0020】

Siは、Cuろうの濡れ性の改善のために添加される。また、高温酸化特性を改善する作用を有する。0.1%未満であると、それら効果が十分に得られない。3.0%を超えると、濡れ性が過剰に発現されて流動が過多になるので、ろう付け性が低下する。そのため、Si含有量は、0.1~3.0%が好ましい。

【0021】

Mnは、脱酸に有効な元素であるが、過剰に添加するとMn化合物を形成して耐食性を低下させる。けるフェライト相形成を阻害する。そのため、Mn含有量は、1.0%以下とする。

【0022】

Pは、鋼の靱性の低下や加工性の低下を招く元素である。P含有量は、0.04%以下に制限される。

30

【0023】

Sは、孔食の原因となりやすいMnSを生成して耐食性を阻害する元素である。また、ろう付け部の高温割れの要因にもなりやすい。S含有量は、0.003%以下に制限される。

【0024】

Crは、不働態被膜を形成して耐食性を付与する元素である。また、フェライト相を生成する作用を有する。10.0%未満では、それらの効果が十分でない。また、30.0%を超えると、加工性、靱性の低下を招くことから、Cr含有量は、16.0~30.0%とした。

40

【0025】

Nbは、炭窒化物を形成してCr炭化物の形成を抑制するので、Cr固溶量がより低減するのを抑制し耐粒界腐食性に有効な元素である。過剰に含有すると、粒界からCr系炭窒化物の析出を促進して耐粒界腐食性や加工性に悪影響を招くことがある。そのため、Nb含有量は、0.3~0.8%とした。

【0026】

Nは、Cr窒化物を粒界に析出させて、粒界近傍のCr固溶量の低減を招き、耐粒界腐食性を低下させることから、0.03%以下が好ましい。

【0027】

50

Mo、Cu、V、Wは、ステンレス鋼の耐酸性を向上させ、耐食性を改善する。さらに、ろう付け温度でのファイナイト粒の結晶粒粗大化の防止に効果がある。Mo、V、Wについては固溶によるドラック効果と析出物によるピン止め効果がある。CuについてはCu相の析出によるピン止め効果がある。そのため、これらの元素の1種または2種以上を合計で0.05%以上添加することが好ましい。他方、これらの元素を過剰に添加すると、熱間加工性に悪影響を及ぼす場合があるので、合計で4.0%以下とすることが好ましい。

**【0028】**

Ti、Zr、Alは、CやNと結合して微細析出物を形成し、鋼中に分散することにより高温強度を向上させる作用を呈するため、これらの元素の1種以上を添加することが好ましい。他方、これらの元素は、過剰に含有させると、熱間加工性や表面品質特性の低下を招く要因となる。また、鋼材表面に強固な酸化皮膜を形成する元素であるから、その酸化皮膜によってろう材の流れが悪くなる。そのため、合計量を0.05%以下とすることが好ましい。

10

**【0029】**

Ni、Coは、高温ろう付けによって結晶粒が若干粗大化した場合において、韌性低下の抑制を著しく効果がある。また、これらの元素は、高温強度の向上にも有利である。これらの元素の1種または2種以上を合計で0.5%以上添加することが好ましい。他方、これらの元素を過剰に含有させると、高温域でオーステナイト相の生成を招く。そのため、合計量を5.0%以下とすることが好ましい。

20

**【0030】**

REM(希土類元素)、Caは、高温酸化特性を向上させる作用を呈するため、これらの元素を1種または2種を合計で0.01%以上を添加することが好ましい。他方、これらの元素を過剰に含有させると、韌性低下等により製造性の低下を招く。そのため、合計量で0.2%以下とすることが好ましい。

**【0031】**

本発明のフェライト系ステンレス鋼は、公知の製造方法により、溶製、熱間圧延、冷間圧延、焼鈍等の各処理を行って、所定の形状および寸法の鋼材を製造することができる。

**【0032】**

ろう付け時のCuろう材は、Cuを主成分とするろう材であればよく、無酸化銅(Cu濃度：約100mass%、固相温度1083)からなるものを使用できる。Cuろう材の形態としては、ペースト状のもの、シート箔状のものを使用できる。

30

**【実施例】****【0033】**

以下、本発明の実施例について説明するが、本発明は、以下の実施例に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内で適宜変更して実施できる。

**【0034】**

表1に示す成分を有するフェライト系ステンレス鋼について、30kgの真空溶解で溶製し、得られた鋼塊を30mm厚の板に鍛造した後、熱間圧延を行って4mm厚の熱延板を得た。次いで、焼鈍、酸洗および冷間圧延を行って0.3mm厚の冷延板を得た。その後、該冷延板に1050の焼鈍処理を施して冷延焼鈍板を製造し、これを供試材とした。

40

**【0035】**

【表 1】

鋼 No.	C	Si	Mn	Ni	Cr	P	S	Mo	Cu	Nb	Ti	Al	N	W	V	Co	Zr	REM	Ca	Mo+Cu+V+W	Ti+Zr+Al	Ni+Co
A	0.009	0.92	1.09	0.15	13.93	0.031	0.001	0.05	0.10	0.39		0.013	0.008							0.15	0.013	0.15
B	0.012	0.54	0.24	0.19	18.53	0.026	0.004	0.04	0.46	0.43	0.005	0.012	0.012							0.50	0.017	0.19
C	0.008	0.28	1.02	0.17	18.37	0.031	0.002	1.93	0.19	0.42	0.006	0.008	0.013							2.12	0.014	0.17
D	0.008	0.33	1.01	0.17	18.33	0.030	0.001	2.01	0.17	0.63	0.003	0.009	0.011	0.04						2.22	0.012	0.17
E	0.009	0.69	1.33	0.72	19.01	0.028	0.002	0.02	0.45	0.31		0.016	0.009	0.09						0.56	0.016	0.72
F	0.007	2.30	0.24	0.26	16.49	0.027	0.001	0.34	1.30	0.55	0.015	0.016	0.008	0.10		0.03		0.05	1.74	0.031	0.031	0.29
G	0.013	0.58	0.64	0.37	17.34	0.031	0.001	0.01	0.18	0.75	0.008	0.009	0.009	0.18	0.060	0.20			0.43	0.017	0.017	0.39
H	0.025	0.50	0.87	0.93	16.44	0.030	0.002	0.05	0.22	0.60	0.006	0.011	0.014		0.050	3.21			0.32	0.017	0.017	4.14
I	0.006	0.95	0.88	0.19	13.76	0.029	0.001	0.10	0.30	0.51	0.012	0.021	0.009		0.090			0.070	0.49	0.033	0.033	0.19
J	0.009	0.26	0.47	0.25	17.28	0.028	0.003	0.16	0.43	0.49	0.018	0.009	0.012				0.018		0.59	0.045	0.045	0.25
K	0.008	0.30	0.28	0.17	18.38	0.027	0.001	0.02	0.57	0.39	0.015	0.012	0.016	3.15	0.040				3.78	0.027	0.027	0.17
L	0.050	0.50	0.77	8.55	18.10	0.031	0.006		0.25			0.010	0.028						0.25	0.010	0.010	8.55
M	0.015	0.51	1.76	12.06	17.27	0.021	0.005	2.04	0.35			0.010	0.007						2.39	0.010	0.010	12.06
N	0.083	0.30	1.20	0.16	17.31	0.030	0.002	0.11	0.50	0.10	0.017	0.038	0.022	0.01	0.020	0.10	0.010		0.64	0.065	0.065	0.26
O	0.150	0.50	0.85	0.08	0.21	0.027	0.001	0.01	0.10	0.01	0.011	0.020	0.082	0.03	0.040	0.03	0.010		0.18	0.041	0.041	0.11
P	0.012	1.27	0.28	0.19	17.26	0.029	0.003	1.24	0.78	0.45	0.030	3.210	0.013	0.01	0.020	0.03	0.010		2.05	3.250	3.250	0.22
Q	0.013	0.46	0.34	8.50	15.97	0.035	0.003	0.12	0.55	0.29	0.230	0.250	0.009	0.01	0.040	0.53	0.130		0.72	0.610	0.610	9.03
	本発明例											比較例										

## 【0036】

(ろう付け性試験)

板厚0.3mmの当該供試材から40mm×40mmろう付け試験片を各鋼種2枚ずつ切り出した。2枚の試験片の間に、70μm厚で200mm<sup>2</sup>の初期面積のシート箔からなるCuろう材を挟んで、試験片/Cuろう材/試験片の3層からなる試験体を構成し、これを水平に保ったまま0.01MPa程度の面圧をかけて真空炉に装入した。そして、メカニカルプースターで真空引きし、初期真空度を1×10<sup>-2</sup>Pa以下に保持した。次いで、炉内に不活性ガスを100Pa程度充填させた後、加熱して昇温を開始した。昇温は、Cuろう材の固相温度(1083)に達する前の1050で一旦5分保持した。

10

20

30

40

50

次いで、ろう付け温度の1120に昇温し、その温度で15分保持した。その後、炉内に不活性ガスを90kPa程度に充填して冷却を行った後、炉内から取り出すことで、Cuろう付けを施した試験体を作製した。なお、Cuろう材として無酸素銅(JISZ3263の100mass%Cu)を使用した。

【0037】

(耐Cu粒界浸透性の評価)

Cuろう付け後の当該試験体は、板厚方向に切断し、樹脂に埋め込み、その断面を鏡面研磨した後、光学顕微鏡により5視野観察を行い、ステンレス鋼基材の粒界におけるCuろうの浸透深さを測定し、最大浸透深さを求めた。この最大浸透深さを平均化した数値に基づいて、Cuろうに関する耐粒界浸透性を評価した。評価基準は、浸透深さが10μm以下のものを合格と判定し、10μmを超えるものを不合格と判定した。測定結果を表2に示す。

10

【0038】

(ろう流れ性(ろう広がり性)の評価)

Cuろうの流れ性に関しては、Cuろう付けされた上記試験体の表面を観察し、表面のうちCuろう材で濡れ広がった面積を測定した。具体的には、板厚0.3mmの当該供試材から40mm×40mmろう付け試験片を作製し、当該試験片の表面に初期面積0.4cm<sup>2</sup>のCuろうを置いて、加熱処理後に広がったCuろうの面積を測定した。この測定面積を加熱前のCuろう初期面積で除して、ろう広がり率(%)を求めた。ろう広がり率が300%以上のものを合格と判定し、300%未満のものを不合格と判定した。測定結果を表2に示す。

20

【0039】

(試験結果)

表2に示すように、本発明例の鋼A~Kは、基材界面からのCuろうの浸透深さが5μm以下であり、また、ろう広がり率が300%以上を示していた。このように、本発明の成分組成を有する本発明例は、耐Cu粒界浸透性及びろう流れ性の両方において優れていることを確認した。

【0040】

それに対し、比較例の鋼L~Oは、ろう付け時にオーステナイト相を生成してCuの粒界浸透が起きたため、Cuろうの浸透深さが5μmを大きく超えており、耐粒界浸透性が本発明よりも劣っていた。比較例の鋼Lは、SUS304の組成に相当し、また、比較例の鋼Mは、SUS316Lの組成に相当し、いずれもNiを相当量含有するオーステナイト系ステンレス鋼である。そのため、Cuろうの粒界浸透を抑止できなかった。比較例の鋼Nは、従来のフェライト系ステンレス鋼であるSUS430の組成に相当するが、Cを本発明の範囲よりも多く含有している。そのため、Cuろうの粒浸透性が低下した。

30

また、比較例の鋼Oは、普通鋼の組成に相当し、C含有量が本発明よりも高く、Cr、Nb含有量が本発明よりも低く、耐食性に乏しい。Cuろう付け時に酸化膜が形成されやすく、ろう材の流れが悪くなった。

【0041】

比較例の鋼P、Qは、浸透深さが5μm以下であったが、ろう広がり率が300%未満を示し、Cuろう濡れ性の点で本発明のステンレス鋼よりも劣っていた。当該鋼P、Qは、Ti、AlまたはZrの含有量が高く、本発明における不可避的不純物の範囲を超える程度であったため、強固な酸化皮膜が形成されて、ろう材の流れが悪くなった。

40

比較例の鋼O~Qのように、Cuろうの流れ性(ろう広がり性)が悪いステンレス鋼基材は、ろう接合が不十分であるため、Cuろう付けされた製品に不適合であると評価される。

【0042】

【表 2】

	試験体 No.	鋼 No.	ろう浸透深さ ( $\mu\text{m}$ )	ろう広がり率 (%)
本 発 明 例	1	A	0	451
	2	B	0	658
	3	C	0	765
	4	D	0	832
	5	E	0	686
	6	F	0	489
	7	G	0	541
	8	H	0	697
	9	I	0	636
	10	J	0	392
	11	K	0	599
比 較 例	12	L	53	760
	13	M	120	1030
	14	N	63	431
	15	O	18	238
	16	P	0	190
	17	Q	0	232

10

20

## 【0043】

(界面組織)

図1に、本発明例1(鋼A)の鋼材について観察した界面組織を示す。図1に示すように、Cuろうとプレート基材(ステンレス鋼)との界面において、Cuろうの基材粒界浸透の発生が認められなかった。

30

## 【0044】

(参考例)

ところで、図3に、本発明鋼B(SUS430J1L系)を用いて、Cuろう材を通常約4倍も多い量で使用し、ろう付けした場合の界面組織を示す。図3に示すように、ステンレス鋼基材とCuろうとの界面には、Cuろうが基材を浸食した現象が生じていた。

そこで、表1に示す鋼A、鋼B、鋼E、鋼Fを用いて、Cuろう材の使用量を通常よりも多くして、耐Cu粒界浸透性の評価試験を行った。具体的には、280 $\mu\text{m}$ のシート箔からなるCuろう材を使用した以外は、本発明例と同様の条件でろう付けされた試験体を作製し、本発明例と同様の方法で浸透深さを測定した。その試験結果を表3に示す。

40

## 【0045】

【表 3】

	鋼 No.	母材界面からのろ うの浸透深さ ( $\mu\text{m}$ )
本発明鋼	A	50
	B	40
	E	60
	F	70

10

基材:0.3mm厚  
Cuろうシート箔:280 $\mu\text{m}$ 厚

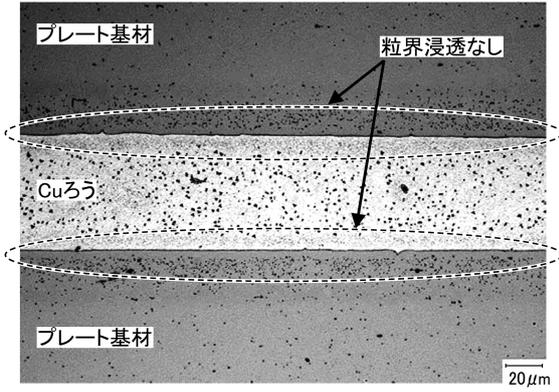
## 【0046】

表3に示すように、本発明鋼A、B、E、Fは、浸透深さが10 $\mu\text{m}$ を超えていた。当該参考例の鋼材は、実施例の本発明例No.1、No.2、No.5、No.6と同じ鋼材であって、Cuろうによる粒界浸透の抑制が可能なフェライト系ステンレス鋼であるが、  
20

過多のCuろう材を使用した場合には、5 $\mu\text{m}$ を超える浸透が起きた。界面組織を観察したところ、図3に示したものと同様の浸食現象が生じていた。  
これは、Cuろう材の使用量が多いと、Cuろうが濡れ広がる前にその場で溜まって対流が起きると推測され、この対流によりステンレス鋼基材に溶融（エロージョン）が生じて、実施例の拡散層が浸食される結果、Cuろうの浸透を抑制する機能が低下したものと推測される。

それに対し、実施例の本発明例で使用されたCuろう材（70 $\mu\text{m}$ 厚）は、ステンレス鋼基材（0.3mm厚）に比べて1/3程度の厚みである。そのため、本発明のフェライト系ステンレス鋼を、例えば熱交換器の構造材に使用してCuろうで接合する場合は、Cuろう材の厚みをステンレス鋼基材の厚みの1/3以下にすることが好ましい。  
30

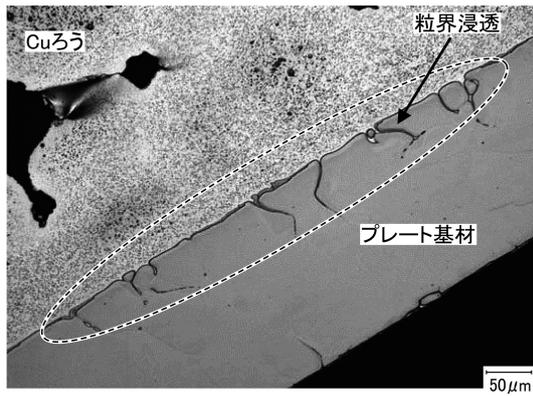
【図 1】



【図 3】



【図 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 奥 学

大阪府堺市西区石津西町5番地 日新製鋼株式会社内

審査官 川口 由紀子

(56)参考文献 特開2011-157616(JP,A)

特開2009-174046(JP,A)

特開2010-285683(JP,A)

特開2006-193770(JP,A)

特開2006-263811(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C 38/00 - 38/60

B23K 1/19