

(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2010-247200

(P2010-247200A)

(43) 公開日 平成22年11月4日(2010.11.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 1/19 (2006.01)	B 2 3 K 1/19 Z	
B 2 3 K 31/02 (2006.01)	B 2 3 K 31/02 3 1 O F	
B 2 3 K 35/28 (2006.01)	B 2 3 K 35/28 3 1 O D	
C 2 2 C 18/04 (2006.01)	C 2 2 C 18/04	
B 2 3 K 103/20 (2006.01)	B 2 3 K 103:20	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-100902 (P2009-100902)
 (22) 出願日 平成21年4月17日 (2009. 4. 17)

(71) 出願人 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100096884
 弁理士 末成 幹生
 (72) 発明者 脇坂 泰成
 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホン
 ダエンジニアリング株式会社内
 (72) 発明者 鈴木 孝典
 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホン
 ダエンジニアリング株式会社内
 (72) 発明者 奥村 徳二
 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホン
 ダエンジニアリング株式会社内

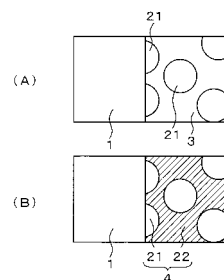
(54) 【発明の名称】 金属部材の接合方法

(57) 【要約】

【課題】 F e系金属部材とA l系金属部材との接合強度の向上を図ることができる金属部材の接合方法を提供する。

【解決手段】 F e系金属部材1とA l系金属部材(図省略)との間にZ n系ろう材3を介在して、F e系金属部材1とA l系金属部材とを接合する。Z n系ろう材3として、A l : 2 . 0重量%以下を含有し、残部がZ nおよび不可避不純物からなるろう材を用いる。接合では、Z n系ろう材3の液相を生成し、液相状態にあるZ n系ろう材3の凝固時に、Z n結晶からなるZ n初晶2 1、あるいは、Z nとA lとの共晶2 2が晶出するようにZ n系ろう材3を加熱する。これにより、Z n初晶2 1およびZ nとA lとの共晶2 2から構成される接合層4が形成される。この場合、F e系金属部材1とZ n系ろう材3との境界部にF e A l系化合物からなる金属間化合物層が形成されない。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Fe系材料からなるFe系金属部材とAl系材料からなるAl系金属部材との間にZn系ろう材を介在して、前記Fe系金属部材と前記Al系金属部材とを接合する接合方法において、

前記Zn系ろう材として、Al：2.0重量%以下を含有し、残部がZnおよび不可避不純物からなるろう材を用い、

前記接合において、前記Zn系ろう材の液相を生成し、前記液相状態にあるZn系ろう材の凝固時に、Zn初晶、あるいは、ZnとAlとの共晶が晶出するように前記ろう材を加熱することを特徴とする金属部材の接合方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、Fe系金属部材とAl系金属部材との間にZn系ろう材を介在して、Fe系金属部材とAl系金属部材とを接合する金属部材の接合方法に係り、特に接合時の加熱技術の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

各種継手等の金属部材の接合構造は、異種金属部材の接合により製造されている。異種金属部材の接合では、それら金属部材の間に介在させたりろう材に、レーザビームを照射して加熱してブレイジング（ろう付）を行っている。これにより、異種金属部材の間に接合層を形成することにより、金属部材の接合構造を製造している。

20

【0003】

たとえば、異種金属部材として、Fe系材料からなるFe系金属部材およびAl系材料からなるAl系金属部材を用いる場合、AlとZnは化合物層を形成せず、広い範囲で共晶組織となるから、ろう材としてZn系ろう材を用いている（たとえば特許文献1参照）。これにより、Al系金属部材と接合層との間の強度を確保することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献1】特許第3740858号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、Fe系金属部材と接合層との境界部分では、そこに形成される金属間化合物が脆いため、そこで破断が生じる虞があった。その結果、金属部材の接合構造の強度が不足していた。

【0006】

したがって、本発明は、Fe系金属部材と接合層との境界部分の接合強度を高めることにより、Fe系金属部材とAl系金属部材との接合強度の向上を図ることができる金属部材の接合方法を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者は、金属部材としてFe系金属部材とAl系金属部材を用いた異種金属接合に適用されるろう材および入熱条件について鋭意研究を重ねた。図7は、ZnAlの2元合金平衡状態図である。図7の横軸は、ZnAlの2元合金におけるZnの含有量を示し、上側の横軸の単位は重量% (wt%)、下側の横軸の単位は原子% (atm%)である。図7に示すように、液相状態にあるZn系ろうづけ部の凝固時に晶出する初晶は共晶点を境に異なる（すなわち、Alリッチ側ではAl初晶が晶出し、Znリッチ側ではZn初晶が晶出する）ことに着目し、金属間化合物層の形成を防止するためには、液相状態にあるZn系

50

う材の凝固時に Al 初晶の晶出を防止することが重要であるとの知見を得、本発明の完成に至った。

【0008】

本発明の金属部材の接合方法は、Fe系材料からなるFe系金属部材とAl系材料からなるAl系金属部材との間にZn系ろう材を介在して、Fe系金属部材とAl系金属部材とを接合する接合方法であって、Zn系ろう材として、Al：2.0重量%以下を含有し、残部がZnおよび不可避不純物からなるろう材を用い、接合において、Zn系ろう材の液相を生成し、液相状態にあるZn系ろう材の凝固時に、Zn初晶、あるいは、ZnとAlとの共晶が晶出するようにろう材を加熱することを特徴としている。なお、本願では、被接合部とは、Fe系金属部材とAl系金属部材との間の接合予定部のことを表し、接合部とは、接合後の接合予定部のことを表している。

10

【0009】

本発明の金属部材の接合方法では、Fe系金属部材とAl系金属部材との接合において、それら金属部材の間に介在したZnろう材として、Al：2.0重量%以下を含有するろう材を用い、その凝固時に、Zn初晶、あるいは、ZnとAlとの共晶が晶出するようにろう材を加熱している。Zn系ろう材を加熱を上記のように行っているため、図7から判るように、Zn系ろう材の凝固時に、Al結晶からなるAl初晶が晶出しなく、その結果、液相状態にあるZn系ろう材中にはAl() (固溶体)が存在しない。この場合、Zn系ろう材として、Al初晶が晶出しない割合(共晶点およびZnリッチ側)に対応する含有量のAlを含むろう材を用いても、接合中にZn系ろう材に母材のAlが溶け込むと、図7に示す2元合金平衡状態図において、Alリッチ側の状態に移行するから、ろう材の上記加熱条件に設定することは重要である。

20

【0010】

したがって、Zn系ろう材の凝固時に、Al初晶とFe系金属部材との直接接触による反応が生じないから、接合により得られる接合構造体では、Fe系金属部材と接合層との境界部でのFeAl系化合物からなる金属間化合物層の形成を防止することができる。従来では、Fe系金属部材と接合層との境界部の金属間化合物層が脆弱であるため、接合構造体の強度低下を招いていたが、本発明では、そのような金属間化合物層の形成を防止することができるから、Fe系金属部材と接合層との境界部の強度を図ることができる。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明の金属部材の接合方法によれば、Fe系金属部材と接合層との境界部での金属間化合物層の形成を防止することができるから、Fe系金属部材と接合層との境界部の強度を図ることができる等の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明に係る一実施形態の金属部材の接合方法により接合構造体を製造する状態を表し、(A)は概略斜視図、(B)は被接合部の側面図である。

【図2】本発明に係る一実施形態の金属部材の接合方法による製造工程を表し、Fe系金属部材とZn系ろう材との境界部の概念図である。

40

【図3】(A)、(B)は、図2に続く本発明に係る一実施形態の金属部材の接合方法による製造工程を表し、Fe系金属部材とZn系ろう材との境界部の概念図である。

【図4】(A)、(B)は、図2に続く従来の金属部材の接合方法による製造工程を表し、Fe系金属部材とZn系ろう材との境界部の概念図である。

【図5】本発明に係る一実施形態の金属部材の接合時にキーホールが形成された被接合部の構成を表す断面図である。

【図6】本発明に係る一実施形態の金属部材の接合方法により得られた接合構造体の一例を表す断面構成図である。

【図7】ZnAlの2元合金平衡状態図である。

【図8】試料11の金属部材の接合構造体のSEM写真であり、(A)は接合層の組織の

50

S E M 写真、(B) は F e 系金属部材と接合層との境界部の組織の S E M 写真である。

【図 9】比較試料 1 2 の金属部材の接合構造体の S E M 写真であり、(A) は接合層の組織の S E M 写真、(B) は F e 系金属部材と接合層との境界部の組織の S E M 写真である。

【図 10】試料 2 1 の金属部材の接合構造体の S E M 写真であり、(A) は接合層の組織の S E M 写真、(B) は F e 系金属部材と接合層との境界部の組織の S E M 写真である。

【図 11】比較試料 3 1 の金属部材の接合構造体の S E M 写真であり、(A) は接合層の組織の S E M 写真、(B) は F e 系金属部材と接合層との境界部の組織の S E M 写真である。

【図 12】比較試料 3 2 の金属部材の接合構造体の S E M 写真であり、(A) は接合層の組織の S E M 写真、(B) は F e 系金属部材と接合層との境界部の組織の S E M 写真である。

【図 13】ピール強度試験の手法を説明するための接合構造体の概略断面構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。図 1 は、本発明に係る一実施形態の金属部材の接合方法を用いて接合を行っている状態を表し、(A) は概略斜視図、(B) は概略正面図である。

【0014】

金属部材の接合方法は、たとえばフレア継手を製造する配置を用いている。金属部材として、F e 系材料からなる F e 系金属部材 1 および A l 系材料からなる A l 系金属部材 2 を用いている。F e 系金属部材 1 , A l 系金属部材 2 は湾曲部 1 1 , 1 2 を有している。F e 系金属部材 1 および A l 系金属部材 2 の配置では、湾曲部 1 1 , 1 2 どうしが対向し、それら湾曲部 1 1 , 1 2 により開先形状 1 3 を形成している。この場合、F e 系金属部材 1 と A l 系金属部材 2 との対向部に段差を設けている。

【0015】

本実施形態の金属部材の接合方法では、F e 系金属部材 1 と A l 系金属部材 2 の湾曲部 1 1 , 1 2 により形成された開先形状 1 3 の中心部に、ワイヤ状の Z n 系ろう材 3 をワイヤガイド 1 0 1 を通じて送出しながら、Z n 系ろう材 3 の先端部にレーザビーム 1 0 2 を照射する。Z n 系ろう材 3 は、A l : 2 . 0 重量%以下を含有し、残部が Z n および不可避不純物からなるろう材である。

【0016】

Z n 系ろう材 3 はレーザビーム 1 0 2 の照射により加熱され、図 2 に示すように、Z n 系ろう材 3 は液相状態となる。そして、液相状態にある Z n 系ろう材 3 が凝固することにより、F e 系金属部材 1 と A l 系金属部材 2 との間に接合層 4 が形成される。

【0017】

ここで、従来では、図 4 (A) に示すように、液相状態にある Z n 系ろう材 3 の凝固時に A l 結晶である A l 初晶 1 2 1 が晶出する。A l 初晶 1 2 1 は、A l () (固溶体) 単体として存在し、固相状態にある F e 系金属部材 1 と直接接触し、F e 系金属部材 1 と反応する。このため、図 4 (B) に示すように、A l 初晶 1 2 1 、および、Z n と A l との共晶 1 2 2 からなる組織を有する接合層 1 0 4 が形成されるとともに、F e 系金属部材 1 と接合層 1 0 4 との境界部には F e A l 系化合物からなる金属間化合物層 1 0 5 が形成される。なお、図 4 (B) 中の斜線は、共晶 1 2 2 が凝固した状態を示している。

【0018】

これに対して本実施形態では、図 3 (A) に示すように、液相状態にある Z n 系ろう材 3 の凝固時に Z n 結晶である Z n 初晶 2 1 、あるいは、Z n と A l との共晶 2 2 が晶出するように Z n 系ろう材 3 を加熱している。Z n 初晶 2 1 は、Z n () (固溶体) 単体として存在している。このように Z n 系ろう材 3 の凝固時、A l 初晶が晶出しないので、液相状態にある Z n 系ろう材 3 には A l () (固溶体) が存在しない。これにより、A l 初晶と F e 系金属部材 1 との直接接触が起こらず、A l 初晶と F e 系金属部材 1 との

10

20

30

40

50

反応が生じない。その結果、図3(B)に示すように、Zn初晶21、および、ZnとAlとの共晶22からなる組織を有する接合層4が形成され、この場合、Fe系金属部材1と接合層4との境界部にFeAl系化合物からなる金属間化合物層が形成されない。なお、図3(B)中の斜線は、共晶22が凝固した状態を示している。

【0019】

レーザービーム102の照射では、Fe系金属部材1およびAl系金属部材2の被接合部をFe系材料の融点以上の温度で加熱することが好適である。図5は、Fe系金属部材1とAl系金属部材2との接合時にキーホール5が形成された被接合部の概略構成を表す断面図である。被接合部では、加熱により材料の溶融・蒸発が起こり、蒸発した材料による蒸発反力(図中の矢印)によってキーホール5が形成される。この場合、溶融しているZn系ろう材3は、レーザー照射部の周囲に存在している。このようなキーホール5内ではレーザービーム102が、図中の点線で示すように多重反射するから、キーホール5内ではエネルギー密度が高くなり、キーホール5内の上側から下側までの全表面が略均一に加熱される。これにより、レーザービーム102の通過後、キーホール5内に入り込む溶融Zn系ろう材は、キーホール5内の全表面と一様な熱履歴で反応することができる。

10

【0020】

以上のようなレーザービーム102の照射による加熱を開先形状13の延在方向に沿って図1の手前側から奥側に行くことにより、図6に示すように、Fe系金属部材1とAl系金属部材2との接合構造体10を製造することができる。

【0021】

接合構造体10は、Fe系金属部材1とAl系金属部材2とを備え、Fe系金属部材1とAl系金属部材2の間には接合層4が形成されている。Al系金属部材のAlは、ZnとAlとの共晶融解あるいはAlの溶融により接合層4へ流入するから、Zn系ろう材3がAlを含有しない場合でも、接合層4はAlを含有する。本実施形態では、従来の接合構造体と異なり、Fe系金属部材1と接合層2との境界部には、従来の接合構造体に形成されていた金属間化合物層が存在しない。

20

【0022】

以上のように本実施形態では、接合により得られる接合構造体10において、Fe系金属部材と接合層との境界部にFeAl系化合物からなる金属間化合物層が形成されない。従来では、Fe系金属部材と接合層との境界部の金属間化合物層が脆弱であるため、接合構造体の強度低下を招いていたが、本発明では、そのような金属間化合物層が形成されないから、Fe系金属部材と接合層との境界部の強度を図ることができる。

30

【0023】

上記実施形態では、レーザー溶接を用いて本発明の金属部材の接合方法を説明したが、これに限定されるものではなく、本発明の金属部材の接合方法は、レーザー溶接の代わりに、種々の手段を用いることができる。たとえば、スポット溶接を用いることができる。具体的には、シート状のZn系ろう材を用い、そのろう材をFe系金属部材とAl系金属部材との間に挟みスポット溶接を行うことができる。

【実施例】

【0024】

以下、具体的な実施例を参照して本発明をさらに詳細に説明する。

40

【0025】

試料11, 21および比較試料12, 31, 32では、図1に示す配置形態と同様にFe系金属部材およびAl系金属部材を配置し、それら金属部材の湾曲部により開先形状を形成した。そして、その開先形状の中心部に、ワイヤ状のZn系ろう材をワイヤガイドを通じて送出しながら、Zn系ろう材の先端部にレーザービームを照射した。これにより金属部材の接合構造体を製造した。表1に接合条件を示す。

【0026】

試料11, 21および比較試料12, 31, 32では、表1に示すように、おもにZn系ろう材におけるAlの含有量および入熱条件を変更した。表1では、Zn系ろう材の

50

材質について、Zn系ろう材のAl含有量（添加量、重量％）を示しており、それらZn系ろう材の残部はZnおよび不可避不純物からなる。入熱条件について、低入熱条件では、液相状態にあるZn系ろう材の凝固時に、Zn初晶、あるいは、ZnとAlとの共晶が晶出するようにZn系ろう材を加熱した。高入熱条件では、液相状態にあるZn系ろう材の凝固時に、Al初晶が晶出するようにZn系ろう材を加熱した。

【0027】

【表1】

	ろう材材質 Al添加有無、添加量	入熱条件	溶接電流 A	接合速度 mm/min	ワイヤ 供給速度 mm/min
試料 11	Zn Al添加量:無	低入熱	80	300	2500
比較試料 12	Zn Al添加量:無	高入熱	110	300	4500
試料 21	ZnAl Al添加量:2wt%	低入熱	80	300	2500
比較試料 31	ZnAl Al添加量:6wt%	低入熱	80	300	2500
比較試料 32	ZnAl Al添加量:6wt%	高入熱	110	300	4500

10

20

【0028】

[接合層のSEM観察およびFe系金属部材と接合層との境界部のSEM観察]

各接合条件で得られた試料11, 21および比較試料12, 31, 32の金属部材の接合構造体について、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて、接合層の組織、および、Fe系金属部材と接合層の境界部の組織を観察した。その結果を図8～12に示す。図8～12は試料11, 21および比較試料12, 31, 32の金属部材の接合構造体のSEM写真であり、図8～12では、(A)が接合層の組織のSEM写真、(B)はFe系金属部材と接合層の境界部の組織のSEM写真である。

30

【0029】

Zn系ろう材のAl含有量および入熱条件の少なくとも一方を本発明範囲外とした比較試料12, 31, 32では、図9(A), 11(A), 12(A)に示すように、Al初晶（黒色の島部）が観察された。なお、図では、Al初晶の1つを破線で示している。比較試料12では、図9(B)に示すように、塊状（大きさ7 μ m程度）の金属間化合物と層状（層厚略0 μ m）の金属間化合物からなる金属間化合物層が観察され、比較試料31, 32では、図11(B), 12(B)に示すように、Fe系金属部材と接合層の境界部には、層厚20 μ mの金属間化合物層が観察された。

40

【0030】

Zn系ろう材のAl含有量および入熱条件を本発明範囲内とした試料11, 21では、図8(A), 10(A)に示すように、Al初晶ではなく、Zn初晶が観察された。なお、図では、Zn初晶の1つを破線で示している。本発明範囲内の試料11では、図8(B)に示すように、Fe系金属部材と接合層の境界部には金属間化合物層が観察されず、本発明範囲内の試料21では、図10(B)に示すように、Fe系金属部材と接合層の境界部には金属間化合物層が僅かながら観察されたが、その層厚は略0 μ mであった。

50

【0031】

以上のことから、Al：2.0重量%以下を含有するZn系ろう材を用い、接合において低入熱条件に設定する（液相状態にあるZn系ろう材の凝固時に、Zn結晶からなるZn初晶あるいはZnとAlとの共晶が晶出するようにろう材を加熱する）と、Fe系金属部材と接合層の境界部での金属間化合物層の形成を抑制することができることを確認した。

【0032】

[金属接合構造体の接合強度評価]

試料11, 21および比較試料12, 31, 32のテストピースについて、ピール強度試験を行った。テストピースとしては、接合構造体の中央部側の1ピースおよび両端部側の2ピース（計3ピース）を用いた。

10

【0033】

ピール強度試験では、図13に示すように、接合層33が形成された面とは反対側の面でT字状をなすFe系金属部材31およびAl系金属部材32の横方向延在部に対して互いに反対方向の力を加えた。このようなピール強度試験では、接合界面（矢印Cで指示される箇所）に高い応力を集中させることにより、接合界面の強度を測定することができる。その結果（ピール引張強度値）を表2に示す。なお、表中の界面破断の記載がある試料については、ピール強度試験で界面破断が生じたことを示している。

【0034】

【表2】

20

	接合層 組成比 atm%		金属間化合物層 有無 層厚 μm	ピール強度 N/20mm
	Zn	Al		
試料 11	96	4	無	390
比較試料 12	93	7	有（層状・塊状） 略0（層状の層厚） 7（塊状のサイズ）	280
試料 21	95	5	略0	206
比較試料 31	65	35	有 20	79 界面破断
比較試料 32	76	24	有 20	163

30

40

【0035】

表2に示すように、Alが含有されていない試料11と比較試料12のピール強度を比較すると、低入熱条件で接合して金属間化合物層が形成されなかった試料11のピール強度が、高入熱条件で接合して金属間化合物層が形成された比較試料12のピール強度よりも高かった。Al含有量を2重量%に設定して低入熱条件で接合した試料21のピール強度は、Al含有量を6重量%に設定して低入熱条件あるいは高入熱条件で接合した比較試料31, 32のピール強度よりも高かった。Al含有量を6重量%に設定して低入熱条件で接合した比較試料31では、界面破断が生じた。

50

【0036】

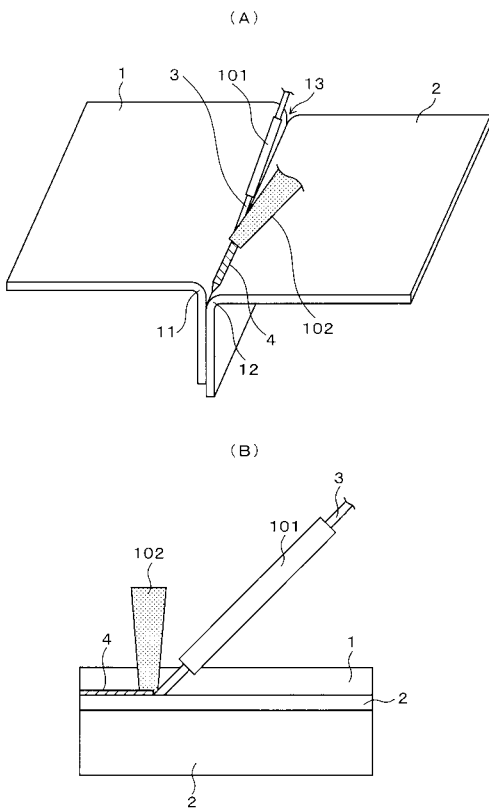
以上のことから、Al：2.0重量%以下を含有するZn系ろう材を用い、接合において低入熱条件に設定して、Fe系金属部材と接合層の境界部での金属間化合物層の形成を抑制することにより、ピール強度を高めることができることを確認した。

【符号の説明】

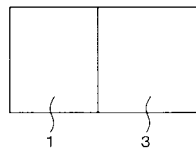
【0037】

1... Fe系金属部材、2... Al系金属部材、3... Zn系ろう材、4... 接合層

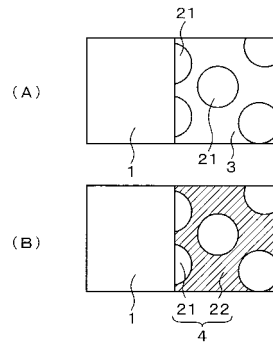
【図1】



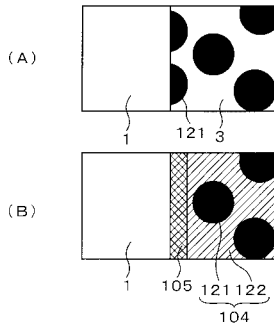
【図2】



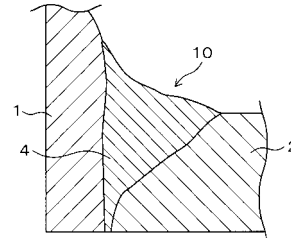
【図3】



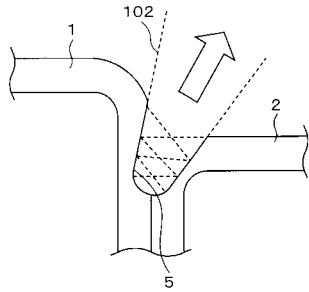
【 図 4 】



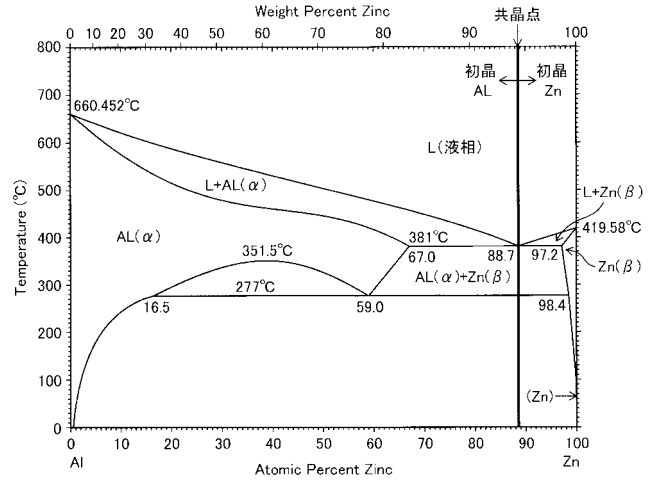
【 図 6 】



【 図 5 】

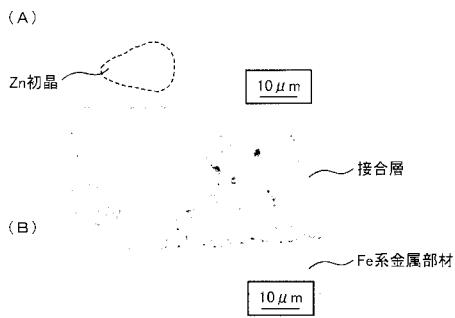


【 図 7 】



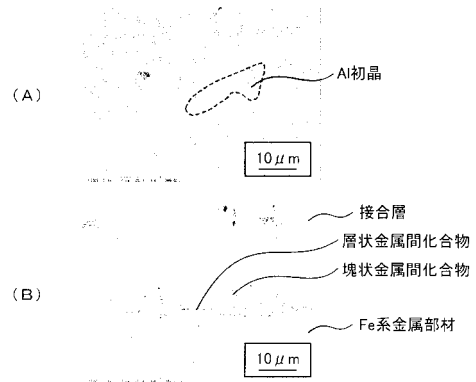
【 図 8 】

図面代用写真

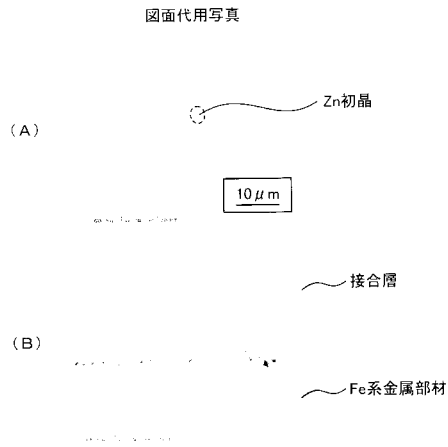


【 図 9 】

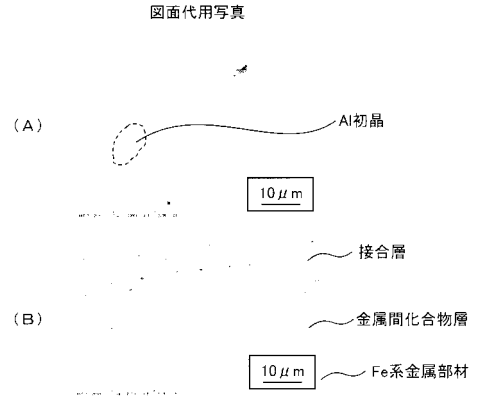
図面代用写真



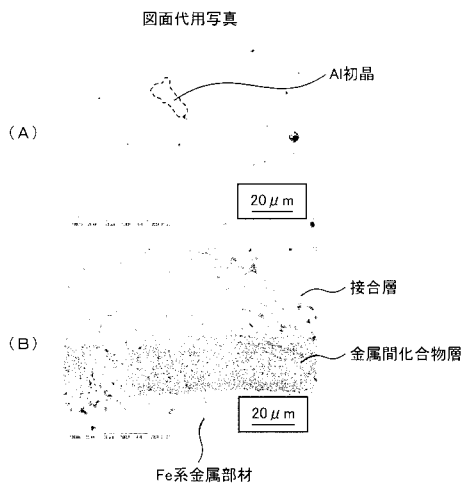
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

