

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年10月29日(29.10.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/131124 A1

- (51) 国際特許分類:

B23K 26/32 (2006.01)	B23K 35/28 (2006.01)
B23K 1/005 (2006.01)	C22C 18/00 (2006.01)
B23K 1/19 (2006.01)	B23K 103/20 (2006.01)
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 脇坂 泰成 (WAKISAKA, Taisei). 奥村 徳二 (OKUMURA, Tokuji). 鈴木 孝典 (SUZUKI, Takanori).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/057928
- (22) 国際出願日: 2009年4月21日(21.04.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:

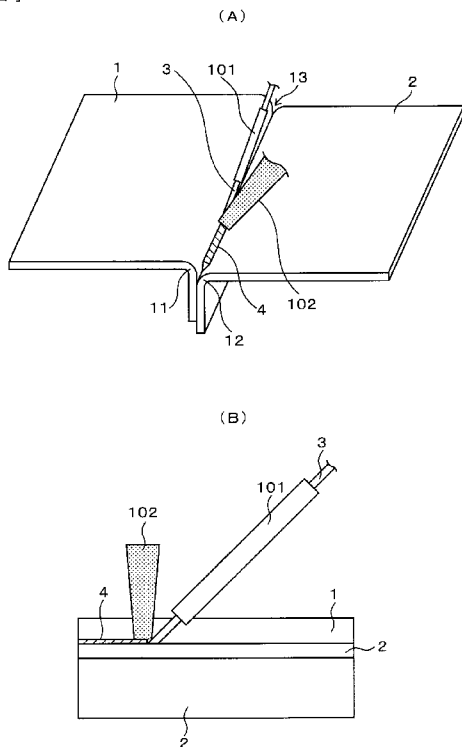
特願 2008-110023	2008年4月21日(21.04.2008)	JP
特願 2008-250376	2008年9月29日(29.09.2008)	JP
特願 2008-318439	2008年12月15日(15.12.2008)	JP
特願 2009-012956	2009年1月23日(23.01.2009)	JP
- (74) 代理人: 橋本 公秀, 外 (HASHIMOTO, Kimihide et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: JOINING METHOD FOR AND JOINTED STRUCTURE OF METAL MEMBERS, AND BRAZING FILLER METAL

(54) 発明の名称: 金属部材の接合方法、接合構造、および、ろう材

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a method for joining metal members wherein, when joining an iron member made of iron and an aluminum member made of aluminum by means of zinc brazing filler material, the junction area of the iron member is heated at a temperature at or above the melting point of iron.

(57) 要約: Fe系材料からなるFe系金属部材とAl系材料からなるAl系金属部材とをZn系ろう材で接合する際に、Fe系金属部材の被接合部をFe系材料の融点以上の温度で加熱する。

WO 2009/131124 A1

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ 添付公開書類:
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

明 細 書

発明の名称： 金属部材の接合方法、接合構造、および、ろう材 技術分野

[0001] 本発明は、F e系金属部材とA l系金属部材との間にろう材を介在して、F e系金属部材とA l系金属部材とを接合する金属部材の接合方法および接合構造、および、ろう材に関する。

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。

[0003] たとえば、異種金属部材として、F e系材料からなるF e系金属部材およびA l系材料からなるA l系金属部材を用いる場合、A lとZ n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Z n系ろう材を用いている。これにより、A l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。

[0004] ここで、F e系金属部材と接合層との境界部に形成される反応層（たとえば金属間化合物層）の成長を抑制するために、反応温度を低下させ、反応時間を短縮することが有効であるから、Z n系ろう材の添加元素として、Z nとの共晶によりろう材の融点を低下させるA lが用いられている（たとえば特許文献1参照）。

[0005] しかしながら、F e系金属部材と接合層との境界部に形成される金属間化合物層が脆弱である場合には、そこで破断が生じる虞があった。その結果、異種金属部材の接合構造の強度は、同種金属部材の接合構造のものより非常に低下していた。

[0006] また、レーザ照射による接合を低温で行うと、異種金属部材の被接合部へ

の入熱は、ろう材表面からの熱伝導で行われるため、被接合部の境界部では、部位毎に熱履歴が異なる。このため、被接合部の境界部では、反応層が不均一に成長し、部分的に未反応層が形成されたり、反応層が厚くなったりし、その結果、接合強度が低下していた。特に、異種金属部材の接合では、良好な接合を得るためには、同種金属部材の場合とは異なり、接合温度の領域が所定領域に限定されるから、上記熱履歴による問題は深刻であった。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第3740858号公報

発明の概要

[0008] 本発明の一以上の実施例は、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および接合構造を提供する。

[0009] 本発明者は、Zn系ろう材を用いたFe系金属部材とAl系金属部材との接合時の加熱技術について鋭意研究を重ねた。Zn系ろう材を用いた従来の接合では、Fe系金属部材を溶かさないうちにZn系ろう材のみを加熱していた。これに対して、本発明者は、研究の結果、Fe系金属部材の被接合部を、Fe系材料の融点以上の温度で加熱して溶かすことにより、Fe系金属部材とZn系ろう材からなる接合層との接合強度を高めることができることを見出した。

[0010] 本発明の一以上の実施例によれば、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において、接合時に、Fe系金属部材の被接合部を、Fe系材料の融点以上の温度で加熱する。

[0011] 上記実施例の金属部材の接合方法では、接合時に、Fe系材料からなるFe系金属部材の被接合部を、Fe系材料の融点以上の温度で加熱するので、Fe系金属部材とZn系ろう材からなる接合層との境界部に、Alを主成分とするAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層を形成する

ことができる。その金属間化合物層は、高延性を有するので、F e系金属部材と接合層との接合強度を高めることができる。したがって、F e系金属部材とA l系金属部材の接合強度の向上を図ることができる。また、上記のようにF e系金属部材の被接合部を、F e系材料の融点以上の温度で加熱するので、Z n系材料およびF e-Z n系材料は蒸気化する。これにより、G Aメッキ、G Iメッキなどのメッキの種類に関係なく、F e系材料に施されたメッキ部分が蒸気化するから、メッキの種類に関係なく、良好な接合部を得ることができる。さらに、F e系材料表面の酸化被膜を過熱による溶融および蒸気化の際の蒸気圧で除去するから、フラックスを用いなくても、良好な異材接合を行うことができる。なお、被接合部とは、F e系金属部材とA l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。

[0012] また、上記実施例の金属部材の接合方法に、種々の構成を用いることができる。たとえば、F e系金属部材とA l系金属部材とで開先形状を形成し、その開先形状にZ n系ろう材を配置し、接合では、レーザービームの中心線を開先形状の中心線よりもF e系金属部材側に位置させることができる。この態様では、F e系金属部材のF e系材料を重点的に溶融させることができるので、F e系金属部材と接合層の境界部の全てで金属間化合物層を安定した層状に形成することができる。また、A l系金属部材のA l系材料が過度に加熱されないので、A l系材料が溶け落ちることを防止することができる。したがって、F e系金属部材とA l系金属部材の接合強度の向上をさらに図ることができる。

[0013] また、接合時にF e系金属部材にキーホールを形成するようにして、F e系金属部材の被接合部を加熱することができる。なお、キーホールとは、金属部材が溶融することにより形成される空洞部のことである。この態様では、接合時にF e系金属部材の溶融部にZ n系ろう材が流入するので、接合層がF e系金属部材に嵌合した形状を得ることができる。また、キーホール内ではレーザーが多重反射するから、エネルギー密度が高く、かつキーホール内

表面の温度が均一に保たれる。これにより、Al-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属化合物層が接合部の上部、中央部、下部にわたって均一に形成することができる。したがって、Fe系金属部材と接合層との接合部の強度をさらに高めることができるので、Fe系金属部材とAl系金属部材の接合強度の向上をさらに図ることができる。

[0014] また、本発明の一以上の実施例によれば、Fe系材料からなるFe系金属部材とAl系材料からなるAl系金属部材とがZnを主成分とする接合層を間にして接合された接合構造において、接合層はAlを含み、Fe系金属部材と接合層との境界部に、Alを主成分とするAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層が形成されている。なお、上記実施例の金属部材の接合構造体に、種々の構成を用いることができる、たとえば接合層がFe系金属部材に嵌合されている形状を有することができる。

[0015] 上記実施例の金属部材の接合方法または接合構造によれば、Fe系金属部材とZn系ろう材からなる接合層との境界部に、Alを主成分とするAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層を形成することができる。そして、その金属間化合物層は、高延性を有するので、Fe系金属部材と接合層の接合強度を高めることができる等の効果を得ることができる。

[0016] また、本発明の一以上の実施例は、異種金属部材の接合構造において同種金属部材の接合構造と略同程度の強度を得ることができるろう材およびそれを用いた金属部材の接合方法を提供する。

[0017] また、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について鋭意研究を重ねた。従来では、ZnにSiを添加した場合、図18(A)に示すように、その材料の融点が、Siの添加に従い上昇して600~900℃程度と高くなるため、SiはZn系ろう材の添加元素として検討されていなかった。Zn系ろう材の添加元素として通常用いられているのは、図18(B)に示すように、Znとの共晶によりろう材の融点を低下させるAlである。なお、図18(A)はZnSiの2元平衡状態図、図18(B)はZnAlの2元平衡状態図であ

る（出典：BinaryAlloyPhaseDiagrams、ASMInternational、MaterialsPark）
。

[0018] これに対して、本発明者は、添加元素としてS iを含有させたZ n－S i系ろう材を用いることにより、F e系金属部材と接合層との境界部に金属間化合物層が形成されないことを見出した。

[0019] 本発明の一以上の実施例によれば、のろう材は、F e系材料からなるF e系金属部材とA l系材料からなるA l系金属部材との接合に用いられるろう材であって、Z n、S i、および、不可避不純物からなる。

[0020] 添加元素としてS iを含有させたZ n－S i系ろう材を用いることにより、F e系材料からなるF e系金属部材とA l系材料からなるA l系金属部材との異種金属部材接合を行うので、F e系金属部材と接合層との境界部に金属間化合物層が形成されない。F e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場合、接合構造体の強度低下を招いていたが、Z n－S i系ろう材を用いることによりそのような金属間化合物層が形成されないから、F e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。その結果、同種金属部材接合と略同等の接合強度を得ることができる。

[0021] 上記実施例のろう材には、種々の構成を用いることができる。たとえば、S i：0.25～2.5重量%を含有し、残部がZ nおよび不可避不純物からなることができる。この態様では、接合強度（特にピール強度）をさらに向上させることができる。

[0022] また、本発明の一以上の実施例によれば、金属部材の接合方法は、F e系材料からなるF e系金属部材とA l系材料からなるA l系金属部材との間にろう材を介在して、F e系金属部材とA l系金属部材とを接合する接合方法であって、ろう材は、Z n、S i、および、不可避不純物からなる。

[0023] また、本発明の一以上の実施例によれば、金属部材の接合方法に種々の構成を用いることができる。たとえば、被接合部のF e系金属部材をF e系材料の融点以上の温度で加熱を行うことができる。この態様では、F e系材料からなるF e系金属部材の被接合部をF e系材料の融点以上の温度で加熱す

るので、接合時にFe系金属部材の被接合部にキーホールを形成することができる。なお、キーホールとは、金属部材が溶融することにより形成される空洞部のことである。また、被接合部とは、Fe系金属部材とAl系金属部材と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。

[0024] レーザ照射による加熱では、キーホール内でレーザービームが多重反射するから、キーホール内でエネルギー密度が高くなり、キーホール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、被溶接部の加熱後、キーホール内に入り込んだ溶融Zn-Si系ろう材は、キーホール内の全表面と一様に反応することができる。したがって、Fe系金属部材と接合層との境界部の強度をさらに高めることができるので、接合構造体の接合強度の向上をさらに図ることができる。

[0025] また、Zn系材料およびFe-Zn系材料は蒸気化する。これにより、GAメッキ、GIメッキなどのメッキの種類に関係なく、Fe系材料に施されたメッキ部分が蒸気化するから、メッキの種類に関係なく、良好な接合部を得ることができる。さらに、Fe系材料表面の酸化被膜を過熱による溶融および蒸気化の際の蒸気圧で除去するから、フラックスを用いなくても、異材金属部材接合を良好に行うことができる。

[0026] 本発明の一以上の実施例に係るろう材あるいはそれを用いた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に脆弱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、その結果、接合構造体は、同種金属部材接合と略同等の接合強度を得ることができる等の効果を得ることができる。

[0027] また、本発明の一以上の実施例は、異種金属部材の被接合部の境界部での部位毎の熱履歴の発生を防止することにより、接合強度を向上させることができる金属部材の接合方法を提供する。

[0028] 本発明の一以上の実施例によれば、レーザービームを熱源として用いて複数の金属部材をろう材により接合する接合方法において、金属部材として、F

e系材料からなるFe系金属部材とAl系材料からなるAl系金属部材を用い、ろう材として、Zn系ろう材を用い、Fe系金属部材とAl系金属部材の接合では、レーザービームの照射によりろう材を蒸発させるとともに、金属部材の被溶接部を溶融してキーホールを形成し、キーホール内でレーザービームを多重反射させる。なお、キーホールとは、金属部材が溶融することにより形成される空洞部のことである。また、下記被接合部とは、Fe系金属部材とAl系金属部材と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。

[0029] 上記実施例の接合方法では、レーザービームの照射によりろう材を蒸発させ、金属部材の被溶接部を溶融してキーホールを形成している。このような被溶接部の加熱中、蒸発したろう材は、キーホール内に充満し、それ以外のろう材は、キーホールの上端部周辺に、溶融金属とともに存在する。それら溶融材料は、被溶接部の加熱後、キーホール内に入り込んで反応層を形成する。

[0030] ここで、被溶接部の加熱中、レーザービームは、キーホール内で多重反射するから、キーホール内ではエネルギー密度が高くなり、キーホール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、被溶接部の加熱後、キーホール内に入り込む上記溶融材料は、キーホール内の全表面と同様に反応することができる。また、低温での接合が可能となるから、キーホール内に入り込む上記溶融材料は瞬間的に凝固することができるので、Fe系金属部材と接合層との境界部を均一に冷却することができる。

[0031] したがって、Fe系金属部材と接合層との間に反応層が形成される場合には、その反応層は均一な層状となるから、接合強度を向上させることができる。また、Fe系金属部材と接合層との間に反応層が形成されない場合には、そのような脆弱層が存在しない上に、Fe系金属部材と接合層との境界部の強度分布にムラが生じないから、接合強度を大幅に向上させることができる。

[0032] また、キーホールを形成すると、その分、接合面積が増加するので、上記

効果をより良く得ることができる。さらに、Zn系メッキおよび合金化したFe-Zn系メッキは蒸気化し、この場合、GAメッキ、GIメッキなどのメッキの種類に関係なく、Fe系材料に施されたメッキ部分が蒸気化するから、メッキの種類に関係なく、良好な接合部を得ることができる。さらに、Fe系材料表面の酸化被膜を過熱による溶融および蒸気化の際の蒸気圧で除去するから、フラックスを用いなくても、異材金属部材接合を良好に行うことができる。

[0033] 異種金属部材の接合では、同種金属部材の場合とは異なり、接合温度の領域が所定領域に限定されるから、キーホールの上側から下側までの全表面を略均一に加熱することができる上記実施例の金属部材の接合方法は、接合温度の領域が所定領域に限定される異種金属部材の接合にとって特に有効であり、それによる上記効果は、従来の異種金属部材の接合と比較して、顕著なものとなる。

[0034] また、本発明の一以上の実施例によれば、レーザービームを熱源として用いて複数の金属部材をろう材により接合する接合方法において、金属部材として、Fe系材料からなるFe系金属部材とAl系材料からなるAl系金属部材を用い、ろう材として、Zn系ろう材を用い、Fe系金属部材とAl系金属部材とで開先形状を形成し、Fe系金属部材とAl系金属部材の接合では、レーザービームの照射によりろう材を蒸発させるとともに、開先形状の表面でレーザービームを多重反射させる。

[0035] 上記実施例の金属部材の接合方法では、金属部材の被溶接部を溶融して形成したキーホール内でレーザービームの多重反射を行う代わりに、金属部材の被溶接部を溶融しないで、Fe系金属部材とAl系金属部材で形成した開先形状内でレーザービームの多重反射を行っている。Fe系金属部材とAl系金属部材で形成した開先形状の表面でレーザービームの多重反射を行うことにより、開先形状の全表面を略均一に加熱することができるので、上述の多重反射による効果を得ることができる。

[0036] 上記実施例の金属部材の接合方法接合方法によれば、キーホール内あるいは

は開先形状の表面でレーザービームを多重反射させることにより、その全表面を略均一に加熱することができる結果、Fe系金属部材と接合層との境界部の接合強度を向上させることができる等の効果を得ることができる。

[0037] その他の特徴および効果は、実施例の記載および添付のクレームより明白である。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]図1(A)および図1(B)は、第1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、図1(A)は概略斜視図、図1(B)は被接合部の側面図である。

[図2]図2(A)および図2(B)は、図1(A)、1(B)での金属部材の被接合部へのレーザービームの照射状態の例を表し、図2(A)はレーザービームの中心線が金属部材の開先形状の中心線と一致している場合の拡大正面図、図2(B)はレーザービームの中心線が金属部材の開先形状の中心線からFe系金属部材側にオフセットしている場合の拡大正面図である。

[図3]図3は、第1実施形態の金属部材の接合構造体を表す構成図である。

[図4]図4(A)～4(D)は、第1実施形態の実施例1の金属部材の接合構造体のSEM写真であり、図4(A)は接合部およびその近傍の全体写真、図4(B)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の上部の写真、図4(C)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の中央部の写真、図4(D)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の下部の写真である。

[図5]図5(A)～5(D)は、第1実施形態の実施例2の金属部材の接合構造体のSEM写真であり、図5(A)は接合部およびその近傍の全体写真、図5(B)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の上部の写真、図5(C)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の中央部の写真、図5(D)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の下部の写真である。

[図6]図6(A)～6(D)は、第1実施形態の実施例3の金属部材の接合構造体のSEM写真であり、図6(A)は接合部およびその近傍の全体写真、図6(B)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の上部の写真、図6(C)

C) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の中央部の写真、図 6 (D) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の下部の写真である。

[図7] 図 7 (A) ~ 7 (D) は、比較例 1 の金属部材の接合構造体の SEM 写真であり、図 7 (A) は接合部およびその近傍の全体写真、図 7 (B) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の上部の写真、図 7 (C) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の中央部の写真、図 7 (D) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の下部の写真である。

[図8] 図 8 (A) ~ 8 (D) は、比較例 2 の金属部材の接合構造体の SEM 写真であり、図 8 (A) は接合部およびその近傍の全体写真、図 8 (B) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の上部の写真、図 8 (C) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の中央部の写真、図 8 (D) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の下部の写真である。

[図9] 図 9 (A) ~ 9 (D) は、比較例 3 の金属部材の接合構造体の SEM 写真であり、図 9 (A) は接合部およびその近傍の全体写真、図 9 (B) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の上部の写真、図 9 (C) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の中央部の写真、図 9 (D) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の下部の写真である。

[図10] 図 10 (A)、10 (B) は、第 2 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の概略構成を表し、図 10 (A) は斜視図、図 10 (B) は側面図である。

[図11] 図 11 は、第 2 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12] 図 12 は、第 2 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13] 図 13 (A) は、接合構造体の接合部の SEM 写真 (左側写真) およびその写真における Fe 系金属部材と接合層との界面の拡大 SEM 写真 (右側写真) であり、図 13 (B) は、図 13 (A) の拡大写真で示された界面の EPMA マップ分析写真である。

[図14] 図14 (A)、14 (B) は、Fe系金属部材と接合層との界面のSEM写真であり、図14 (A) は3000倍のSEM写真、図14 (B) は15000倍のSEM写真である。

[図15] 図15 (A)、15 (B) は、フレア引張強度試験および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。

[図16] 図16 は、フレア引張強度試験で得られた各試料の強度を表すグラフである。

[図17] 図17 は、ピール強度試験で得られた各試料の強度を表すグラフである。

[図18] 図18 (A) はZnSiの2元平衡状態図、図18 (B) はZnAlの2元平衡状態図である。

[図19] 図19 (A) および19 (B) は、第3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の概略構成を表し、図19 (A) は斜視図、図19 (B) は図19 (A) においてAl系金属部材から見た図である。

[図20] 図20 (A) ~ 20 (D) は、第3実施形態の金属部材の接合方法の概略構成を表し、図20 (A) ~ 20 (D) は、各工程について図19 (B) と同方向から見た概略図である。

[図21] 図21 (A) ~ 21 (D) は、第3実施形態の金属部材の接合方法の概略構成を表し、図21 (A) ~ 21 (D) は、各工程について図19 (A) の正面から見た概略図である。

[図22] 図22 (A)、22 (B) は、第3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23] 図23 (A) ~ 23 (D) は、第4実施形態の金属部材の接合方法の概略構成を表し、図23 (A) ~ 23 (D) は、各工程について図19 (A) の正面から見た概略図である。

[図24] 図24 (A)、24 (B) は、第4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例を表す断面構成図である。

[図25] 図25(A)～25(D)は、実施例1の試料の金属部材の接合構造体のSEM写真であり、図25(A)は接合部およびその近傍の全体写真、図25(B)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の上部の写真、図25(C)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の中央部の写真、図25(D)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の下部の写真である。

[図26] 図26(A)～26(D)は、実施例1の比較試料の金属部材の接合構造体のSEM写真であり、図26(A)は、接合部およびその近傍の全体写真、図26(B)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の上部の写真、図26(C)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の中央部の写真、図26(D)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の下部の写真である。

[図27] 図27(A)～27(D)は、実施例1の比較試料の金属部材の接合構造体のSEM写真であり、図27(A)は、接合部およびその近傍の全体写真、図27(B)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の上部の写真、図27(C)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の中央部の写真、図27(D)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の下部の写真である。

[図28] 図28(A)は、実施例2の接合構造体の接合部のSEM写真（左側写真）およびその写真におけるFe系金属部材と接合層との界面の拡大SEM写真（右側写真）であり、図28(B)は、図28(A)の拡大写真で示された界面のEPMAマップ分析写真である。

[図29] 図29(A)、29(B)は、実施例2のFe系金属部材と接合層との界面のSEM写真であり、図29(A)は3000倍のSEM写真、図29(B)は15000倍のSEM写真である。

[図30] 図30(A)、30(B)は、実施例2でのフレア引張強度試験および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。

[図31] 実施例2のフレア引張強度試験で得られた各試料の強度を表すグラフ

である。

[図32]実施例2のピール強度試験で得られた各試料の強度を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0039] <第1実施形態>

本発明の第1実施形態について図面を参照して説明する。図1(A)および図1(B)は、第1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、図1(A)は概略斜視図、図1(B)は概略正面図である。図2(A)および図2(B)は、図1(A)、1(B)での金属部材の被接合部へのレーザービームの照射状態の例を表し、図2(A)はレーザービームの中心線が金属部材の開先形状の中心線と一致している場合の拡大正面図、図2(B)はレーザービームの中心線が金属部材の開先形状の中心線からFe系金属部材側にオフセットしている場合の拡大正面図である。

[0040] 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、Fe系材料からなるFe系金属部材1およびAl系材料からなるAl系金属部材2を用いている。Fe系金属部材1、Al系金属部材2は湾曲部11、12を有している。Fe系金属部材1およびAl系金属部材2の配置では、湾曲部11、12どうしが対向し、それら湾曲部11、12により開先形状13を形成している。この場合、Fe系金属部材1とAl系金属部材2との対向部に段差を設けている。

[0041] 第1実施形態の金属部材の接合方法では、Fe系金属部材1とAl系金属部材2の湾曲部11、12により形成された開先形状13の中心部に、ワイヤ状のZn系ろう材3をワイヤガイド101を通じて送出しながら、Zn系ろう材3の先端部にレーザービーム102を照射する。Zn系ろう材3は、Znを主成分とするものであればよく、Alを含有していてもよいし、含有していなくてもよい。レーザービーム102の照射では、Fe系金属部材1の被接合部を、その構成材料であるFe系材料の融点以上の温度で加熱する。

[0042] この場合、図2(A)に示すように、レーザービーム102の中心線1が開

先形状 13 の中心線と一致させてもよいが、図 2 (B) に示すように、レーザービーム 102 の中心線 1' を開先形状 13 の中心線よりも Fe 系金属部材 1 側に位置させることが好適である。なお、図 2 (B) 中の 1 は、図 2 (A) 中のレーザービーム 102 の中心線を示している。また、Fe 系金属部材 1 にキーホールを形成するようにして、Fe 系金属部材 1 の被接合部を加熱する。この場合、シールドガスを被接合部に供給することにより、被接合部を大気から遮断する。

[0043] こ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うことにより、図 3 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。なお、図中には、接合時に照射するレーザービーム 102 の経路を示している。

[0044] 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、Zn を主成分とし Al を含む Zn-Al 系材料からなる接合層 4 が形成されている。Fe 系金属部材 1 と接合層 4 との境界部には、Al を主成分とする Al-Fe-Zn 系金属間化合物からなる金属間化合物層 5 が形成されている。Al 系金属部材の Al は、溶接により接合層 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 および金属間化合物層 5 は Al を含有する。この場合、金属間化合物層 5 は、Fe 系金属部材 1 と接合層 4 との境界部の全界面に沿って形成されていることが好適である。また、金属間化合物層 5 が安定した層状とするためには、その組成比が、Al : 40 ~ 60 %、Fe : 30 ~ 40 %、Zn : 10 ~ 25 % であることが好適である。金属間化合物層 5 は、次のような作用・効果を有すると考えられる。すなわち、金属間化合物層 5 は、Fe と Al との反応を抑制する作用を有し、その作用によって、Al の Fe 系金属部材 1 への流入および Fe の Al 系金属部材 2 への流入が防止されているものと推察される。

[0045] 第 1 実施形態では、接合時に、Fe 系金属部材 1 の被接合部を、Fe 系材

料の融点以上の温度で加熱するので、Fe系金属部材1とZn系ろう材3からなる接合層4との境界部に、Alを主成分とするAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層5を形成することができる。その金属間化合物層5は、高延性を有するので、Fe系金属部材1と接合層4との接合強度を高めることができる。したがって、Fe系金属部材1とAl系金属部材2の接合強度の向上を図ることができる。また、上記のようにFe系材料の融点以上の温度で加熱するので、Zn系材料およびFe-Zn系材料は蒸気化する。これにより、GAメッキ、GIメッキなどのメッキの種類に関係なく、Fe系材料に施されたメッキ部分が蒸気化するから、メッキの種類に関係なく、良好な接合部を得ることができる。さらに、Fe系材料表面の酸化被膜を過熱による溶融および蒸気化の際の蒸気圧で除去するから、フラックスを用いなくても、良好な異材接合を行うことができる。

[0046] 特に、接合では、レーザビーム102の中心線1'を開先形状13の中心よりもFe系金属部材1側に位置させることにより、Fe系金属部材1のFe系材料を重点的に溶融させることができるので、Fe系金属部材1と接合層4の境界部の全てで金属間化合物層5を安定した層状に形成することができる。また、Al系金属部材2のAl系材料が過度に加熱されないので、Al系材料が溶け落ちることを防止することができる。したがって、Fe系金属部材1とAl系金属部材2の接合強度の向上をさらに図ることができる。

[0047] また、接合時にFe系金属部材1にキーホールを形成するようにして、Fe系金属部材1の被接合部を加熱するので、接合時にFe系金属部材1の溶融部にZn系ろう材3が流入する。これにより、接合層4がFe系金属部材1に嵌合した形状を得ることができる。また、キーホール内ではレーザが多重反射するから、エネルギー密度が高く、かつキーホール内表面の温度が均一に保たれる。これにより、金属化合物層5が接合部の上部、中央部、下部にわたって均一に形成することができる。したがって、Fe系金属部材1と接合層4との接合強度をさらに高めることができるので、Fe系金属部材1とAl系金属部材2の接合強度の向上をさらに図ることができる。

- [0048] 以下、具体的な実施例を参照して第1実施例をさらに詳細に説明する。
- [0049] 実施例1～3, 比較例1～3では、図1(A)および図1(B)に示す配置形態と同様に2つの金属部材を配置し、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。
- [0050] 実施例1, 2, 比較例1～3の各接合条件は表1に示す条件とした。なお、金属部材について、Fe/AIとの表記は、2つの金属部材としてFe系金属部材である鋼板とAl系金属部材であるAl合金板を用いたことを示し、Fe/Feとの表記は、2つの金属部材として両方ともFe系金属部材である鋼板を用いたことを示している。ろう材の材質について、ZnAlは、Zn:Alが96:4である組成比(wt%) ZnAl系ろう材(不可避不純物を含む)を用いたことを示し、Znは、Alを含まなくZnが100wt%であるZn系ろう材(不可避不純物を含む)のZn系ろう材を用いたことを示している。ビーム照射位置について、中心との表記は、レーザービームの中心線が2つの金属部材の開先形状の中心線と一致していること(図2(A)の配置)を示し、Fe系金属部材側との表記は、レーザービームの中心線が開先形状の中心線からFe系金属部材側に0.6mmオフセットしていること(図2(B)の配置)を示している。
- [0051]

[表1]

	母材の組み合わせ (上段) ろう材材質 (下段)	加熱状態	レーザービーム 出力 kW	ワイヤ 送速度 m/min	レーザービーム 照射位置	接合 速度 m/min
実施例 1	Fe/AI ZnAI	Fe 溶融	1.2	2.5	Fe 側	1
実施例 2	Fe/AI ZnAI	Fe 溶融	1.2	2.5	中心	1
実施例 3	Fe/AI Zn	Fe 溶融	1.2	2.5	Fe 側	1
比較例 1	Fe/AI ZnAI	Fe 溶融せず	1	2	中心	1
比較例 2	Fe/AI ZnAI	Fe 溶融	1.6	2	中心	1
比較例 3	Fe/Fe ZnAI	Fe 溶融	1.2	2.5	Fe 側	1

- [0052] 実施例 1～3, 比較例 1～3のその他の共通の接合条件について、2つの金属部材の大きさは、図 1での横方向長さを 82mm、図 1での縦方向長さを 200mmとし、2つの金属部材の被接合部での段差を 5mmとした。シールドガスとして Ar ガスを用い、その供給量を 25l/minとした。レーザービームの照射角度は 40° とした。
- [0053] 以上のようにして得られた実施例 1～3、比較例 1～3の金属部材の接合構造体について、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて接合部およびその近傍の状態を観察し、エネルギー分散型 X 線分析装置 (EDX 分析装置) を用いて接合部およびその近傍の組成比 (atm%) を得た。そして、実施例 1～3, 比較例 1～3の金属部材の接合構造体の継手強度を得た。その結果を図 4～9 および表 2 に示す。
- [0054] 図 4～9 は、実施例 1～3、比較例 1～3の金属部材の接合構造体の SEM 写真である。各図の (A) は、接合部およびその近傍の全体写真、(B) は、(A) における Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の上部 P の写真、(C) は、Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の中央部 Q の写真、(D) は Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の下部 R の写真である。表 2 では、強度判定について、実施例および比較例で用いた A1 系金属部材自体の強度は 240N/mm、A1 系金属部材どうしの接合強度は 140N/mm 程度であるから、各実施例および比較例での継手強度が 140N/mm 程度かそれ以上であれば、その強度が良好 : A と表記した。なお、評価のマーク A は「良好」、B は「問題あり」、C は「不良」を意味する。
- [0055]

[表2]

	F e系金属部材と接合層との接合界面部（金属間化合物層）の状態						継手 強度 N/mm	強度 判定
	部 位	接合界面の状態		組成比				
				A l atm%	F e atm%	Z n atm%		
実施例 1	上	安定した層状	A	52	29	19	154	A
	中	安定した層状	A	52	29	19		
	下	安定した層状	A	52	29	19		
実施例 2	上	境界不明瞭な層状	B	37	46	17	96	C
	中	安定した層状	A	41	40	19		
	下	境界不明瞭な層状	B	18	19	63		
実施例 3	上	安定した層状	A	60	21	19	149	A
	中	安定した層状	A	58	23	19		
	下	安定した層状	A	61	28	9		
比較例 1	上	安定した層状	A	40	37	23	37	C
	中	境界不明瞭な層状	B	25	35	40		
	下	金属間化合物層なし	C	なし	なし	なし		
比較例 2	上	デンドライト状（境界面なし）	C	48	30	22	30	C
	中	デンドライト状（境界面なし）	C	59	26	15		
	下	まだら状	C	30	9	61		
比較例 3	上	まだら状	C	70	15	15	56	C
	中	まだら状	C	65	15	20		
	下	蛇行層	C	70	20	10		

[0056] 実施例1の接合では、表1に示すように、2つの金属部材としてF e系金属部材とA l系金属部材を用い、F e系金属部材の被接合部が加熱により適度に溶融する適正入熱条件とし、レーザビーム照射では、レーザビームの中心線を2つの金属部材の開先形状の中心線からF e系金属部材側に0.6mmオフセットさせた。このような接合条件で得られる実施例1の接合構造体では、図4および表2に示すように、F e系金属部材と接合層との接合界面部の上部P、中央部Q、下部Rのいずれにも、安定した層状のA l－F e－Z n系金属間化合物からなる金属間化合物層が形成され、そこでは、A l：F e：Z nが52：29：19（約5：3：2）である組成比を有するものが大半を占めていた。なお、SEM解析により得られた組成比は、A l：F e：Z nが57：30：13であった。そして、実施例1の接合構造体の接

合強度は、154 N/mmであった。

[0057] 実施例2の接合では、表1に示すように、2つの金属部材としてFe系金属部材とAl系金属部材を用い、Fe系金属部材の被接合部が加熱により適度に熔融する適正入熱条件とし、レーザービーム照射では、レーザービームの中心線を2つの金属部材の開先形状の中心線と一致させた。このような接合条件で得られる実施例2の接合構造体では、図5および表2に示すように、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の上部Pおよび下部Rにおいて、実施例1の接合構造体と比較して、Al-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層と接合層との境界面が不明瞭であったものの、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の中央部Qにおいて安定した層状のAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層が形成されていた。そこでは、Al:Fe:Znが41:40:19である組成比を有するものが大半を占めていた。そして、実施例2の接合構造体の接合強度は、96 N/mmであった。

[0058] 実施例3の接合では、表1に示すように、ろう材として、Alを含有しないZn系ろう材を用いた以外は、実施例1と同様な接合条件に設定し、レーザービーム照射を行った。このような接合条件で得られる実施例1の接合構造体では、図6および表2に示すように、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の上部P、中央部Q、下部Rのいずれにも、安定した層状のAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層が形成され、そこでは、Al:Fe:Znが58:23:19である組成比を有するものが大半を占めていた。そして、実施例3の接合構造体の接合強度は、149 N/mmであった。

[0059] 比較例1の接合では、表1に示すように、2つの金属部材としてFe系金属部材とAl系金属部材を用い、Fe系金属部材の被接合部が加熱により熔融しない入熱不足条件とし、レーザービーム照射ではレーザービームの中心線を2つの金属部材の開先形状の中心線と一致させた。このような接合条件で得られる比較例1の接合構造体では、図7および表2に示すように、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の上部Pにおいて安定した層状のAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層が形成されていた。しかしな

がら、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の中央部QにおいてAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層と接合層との境界面が不明瞭であり、接合界面部の下部Rにおいて金属間化合物層が形成されていなかった。そして、比較例1の接合構造体の接合強度は、37N/mmであった。

[0060] 比較例2の接合では、表1に示すように、2つの金属部材としてFe系金属部材とAl系金属部材を用い、Fe系金属部材の被接合部が過度な加熱により熔融する過剰入熱条件とし、レーザービーム照射ではレーザービームの中心線を2つの金属部材の開先形状の中心線と一致させた。このような接合条件で得られる比較例2の接合構造体では、図8および表2に示すように、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の上部P、中央部Q、および下部Rにおいて、Al、Fe、Znを含む金属間化合物からなる金属間化合物層が形成されていた。金属間化合物層は、上部Pにおいてデンドライト状（境界面なし）、中央部Qおよび下部Rにおいてまだら状（接合層側に境界面なし）であった。そして、比較例2の接合構造体の接合強度は、30N/mmであった。

[0061] 比較例3の接合では、表1に示すように、2つの金属部材として両方ともFe系金属部材を用い、Fe系金属部材の被接合部が適度に加熱されて熔融する適正入熱条件とし、レーザービーム照射ではレーザービームの中心線を2つの金属部材の開先形状の中心線からFe系金属部材側に0.6mmオフセットさせた。このような接合条件で得られる比較例3の接合構造体では、図9および表2に示すように、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の上部P、中央部Q、および下部Rにおいて、Al、Fe、Znを含む金属間化合物からなる金属間化合物層が形成されていた。金属間化合物層は、上部Pおよび中央部Qにおいてまだら状（接合層側に境界面なし）、下部Rにおいて蛇行状であった。そして、比較例3の接合構造体の接合強度は、56N/mmであった。

[0062] 以上のように実施例1～3の接合構造体では、金属部材としてFe系金属部材およびAl系金属部材を用い、かつFeを適度に熔融させる加熱条件を

用いることにより、比較例 1～3 の接合構造体と比較して、Fe 系金属部材と接合層との接合界面部の上部 P～下部 R の全てにおいて Al-Fe-Zn 系金属間化合物からなる金属間化合物層を形成することができ、かつ継手強度を向上させることができることを確認した。また、Zn 系ろう材での Al の含有の有無に関係なく、金属間化合物層が安定した層状となることを確認した。金属間化合物層が安定した層状となる場合、その組成比は、Al : 40～60%、Fe : 30～40%、Zn : 10～25% を満足していることを確認した。

- [0063] 特に、実施例 1, 3 の接合構造体では、レーザービームの照射位置を開先形状の中心から Fe 系金属部材側にオフセットさせることにより、実施例 2 の接合構造体と比較して、Fe 系金属部材と接合層との接合界面の上部～下部の全てにおいて安定した層状の Al-Fe-Zn 系金属間化合物を形成することができ、かつ継手強度を向上させることができることを確認した。また、その金属間化合物層が安定した層状となる程、Fe 系金属部材と接合層との境界および Al 系金属部材と接合層との境界が明瞭となることを確認し、これにより、金属間化合物層は、Fe と Al との反応を抑制する作用を有し、その作用によって、Al の Fe 系金属部材への流入および Fe の Al 系金属部材への流入を防止することができることが判った。

<第 2 実施形態>

- [0064] 以下、本発明の第 2 実施形態について図面を参照して説明する。図 10 (A) および 10 (B) は、第 2 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の概略構成を表し、図 10 (A) は概略斜視図、図 10 (B) は正面図である。

- [0065] 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、Fe 系材料からなる Fe 系金属部材 1001 および Al 系材料からなる Al 系金属部材 1002 を用いている。Fe 系金属部材 1, Al 系金属部材 2 は湾曲部 1011, 1012 を有している。Fe 系金属部材 1001 および Al 系金属部材 1002 の配置では、湾曲部 1011, 1

012どうしが対向し、それら湾曲部1011、1012により開先形状1013を形成している。この場合、Fe系金属部材1001とAl系金属部材1002との対向部に段差を設けている。

[0066] 本実施形態の金属部材の接合方法では、開先形状13の中心部に、ワイヤガイド1101を通じてワイヤ状のZn-Si系ろう材1003を送出しながら、Zn-Si系ろう材1003の先端部にレーザービーム1102を照射する。Zn-Si系ろう材1003は、Zn、Si、および、不可避不純物からなる。この場合、Siが0.25~2.5重量%を含有し、残部がZnおよび不可避不純物からなることが好適である。

[0067] レーザービーム1102の照射では、Fe系金属部材1001およびAl系金属部材1002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11は、Fe系金属部材1001とAl系金属部材1002との接合時にキーホール1005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1005が形成される。この場合、溶融しているZn-Si系ろう材は、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1005内ではレーザービーム1102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1005内ではエネルギー密度が高くなり、キーホール1005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1102の通過後、キーホール1005内に入り込む溶融Zn-Si系ろう材は、キーホール1005内の全表面と一様に反応することができる。

[0068] このようなレーザービーム1102の照射による加熱を開先形状1013の延在方向に沿って図10の手前側から奥側に行うことにより、図12に示すように、Fe系金属部材1001とAl系金属部材1002との接合構造体1010を製造することができる。

[0069] 接合構造体1010は、Fe系金属部材1とAl系金属部材1002とを備え、Fe系金属部材1001とAl系金属部材1002の間には、Zn-

Si系材料からなる接合層1004が形成されている。第2実施形態では、Fe系金属部材1001と接合層1002との境界部には、金属間化合物層が存在しない。この場合、接合層1004では、Si粒がマトリックス中に散在し、その粒径が小さい方が好適である。具体的には、Siの粒径は、Znの有する機械的伸びを阻害しないサイズ（たとえば10 μ m以下）が好適である。Si粒の微粒化は、ろう材の製造における押し出し工程時の結晶粒の切断により行われるものと推察される。

[0070] 第2実施形態では、Zn-Si系ろう材1003を用いて、Fe系金属部材1001とAl系金属部材1002との異種金属部材接合を行うので、Fe系金属部材1001と接合層1004との境界部に脆弱な金属間化合物層が形成されない。したがって、Fe系金属部材1001と接合層1004との境界部の強度向上を図ることができるので、接合構造体1010は、同種金属部材接合と略同等の接合強度を得ることができる。特に、Zn-Si系ろう材1003として、Si:0.25~2.5重量%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ているので、（特にピール強度）をさらに向上させることができる。

[0071] また、Fe系金属部材1001の被接合部に形成されたキーホール1005内へ加熱後に入り込んだ熔融Zn-Si系ろう材は、キーホール5内の全表面と一様に反応することができるので、Fe系金属部材1001と接合層1004との境界部の強度をさらに高めることができる。その結果、接合構造体1010の接合強度の向上をさらに図ることができる。

[0072] また、Zn系材料およびFe-Zn系材料は蒸気化する。これにより、GAメッキ、GIメッキなどのメッキの種類に関係なく、Fe系材料に施されたメッキ部分が蒸気化するから、メッキの種類に関係なく、良好な接合部を得ることができる。さらに、Fe系材料表面の酸化被膜を過熱による熔融および蒸気化の際の蒸気圧で除去するから、フラックスを用いなくても、異材金属部材接合を良好に行うことができる。

[0073] 以下、具体的な実施例を参照して第2実施形態をさらに詳細に説明する。

- [0074] 実施例では、図10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-Si系ろう材をワイヤガイドを通じて送出しながら、Zn-Si系ろう材の先端部にレーザービームを照射した。これによりフレア継手形状の金属部材の接合構造体を製造した。
- [0075] 接合条件については、レーザービームの集光径を1.8mm、レーザー出力を1.4kW、接合速度を1m/min、ワイヤ速度を3.2m/minとした。Fe系金属部材として、鋼板（JAG270、板厚1.0mm、図1での縦方向長さ200mm、横方向長さ80mm）を用い、Al系金属部材として、Al板（A6K21-T14、板厚が1.0mm、図1での縦方向長さを200mm、横方向長さを80mm）を用いた。
- [0076] 以上のような金属部材の接合では、Siの含有量の異なる（Si含有量が0.25wt%、1.0wt%、2.5wt%）Zn-Si系ろう材を用意し、各Zn-Si系ろう材を用いて金属部材の接合を行い、各Zn-Si系ろう材に対応する金属部材の接合構造体を得た。そして、接合方向に直交する方向で各接合構造体を短冊状に切断し、複数のテストピースを得た。なお、全てのZn-Si系ろう材のワイヤ径を1.2mmとした。以上のような接合構造体のテストピースを用いて、各種評価を行った。
- [0077] [Fe系金属部材と接合層との境界部のEPMA元素マップ分析およびSEM観察]
- Si含有量が1.0wt%のZn-Si系ろう材を用いて得られた接合構造体のテストピースについて、電子線マイクロプローブアナライザ（EPMA）により元素分析を行った。その結果を図13（A）および13（B）に示す。図13（A）は、接合構造体の接合部のSEM写真（左側写真）およびその写真におけるFe系金属部材と接合層との界面の拡大SEM写真（右側写真）であり図13（B）は、図13（A）の拡大SEM写真で示された界面のEPMAマップ分析写真（Zn、Al、Fe、Si）である。
- [0078] また、同一の接合構造体のテストピースについて、走査型電子顕微鏡（S

EM)によりFe系金属部材と接合層との界面の観察を行った。その結果を図14(A)および14(B)に示す。図14(A)および14(B)は、Fe系金属部材と接合層との界面のSEM写真であり、図14(A)は3000倍のSEM写真、図14(B)は15000倍のSEM写真である。

[0079] 図13(A)に示すように、本実施例のFe系金属部材と接合層との界面には、従来の接合構造体で形成されていた金属間化合物層が観察されず、図13(B)に示すEPMA元素マップ分析では、Siが一様に散在するとともに、FeとZnの界面(すなわち、Fe系金属部材と接合層との界面)が明瞭に観察された。Alは、Al系金属部材のAlが溶接により接合層に固溶したものである。また、図14(A)の3000倍のSEM写真、図14(B)の15000倍のSEM写真に示すように、SEM観察での倍率を高くしても、本実施例のFe系金属部材と接合層との界面には、従来の接合構造体で形成されていた金属間化合物層が観察されなかった。

[0080] 以上のようなEPMA元素マップ分析およびSEM観察の結果、本発明の実施例のFe系金属部材と接合層との界面には、Zn-Al系ろう材により接合された接合構造体で形成されていた脆弱な金属間化合物層が存在しないことを確認した。

[0081] [金属接合構造体の接合強度評価]

Si含有量が0.25wt%、1.0wt%、2.5wt%のZn-Si系ろう材を用いて得られた各接合構造体のテストピースについて、フレア引張強度試験および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2ピースおよび両端部側の4ピースを用い、それらを各強度試験用に配分し、フレア引張強度試験およびピール強度試験のそれぞれで中央部側の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。

[0082] フレア引張強度試験では、図15(A)に示すように、接合層23が形成された面側でT字状をなすFe系金属部材21およびAl系金属部材22の横方向延在部に対して、互いに反対方向の力を加えた。フレア引張強度試験では、矢印A、Bが指示する部分で応力が最もかけられる。

[0083] その結果（フレア引張強度値および破断箇所）を表3および図16に示す。表3では、Si含有量が0.25wt%、1.0wt%、2.5wt%のZn-Si系ろう材に対応する接合構造体のテストピースの試験結果を試料11~13としている。表3には比較試料11, 12の結果を併記している。比較試料11は、ろう材として、Alの添加量が6wt%のZn-Al系ろう材を用いて得られたFe系金属部材とAl系金属部材との接合構造体のテストピースである。比較試料12は、ろう材として、市販のろう材を用いて得られたAl系金属部材どうしの接合構造体のテストピースである。比較試料11, 12のテストピースは、得られた接合構造体を試料11~13と同様に短冊状に切断したものである。図16では、各試料のフレア引張強度の平均値および破断箇所を併記している。

[0084] フレア引張強度試験の強度基準値（図16の一点鎖線）は、次のように設定している。スポット溶接の1打点と等価の連続溶接の継手長を20mmに設定し、JISZ3140のなかのAlどうしのスポット溶接を基準とした。これにより、Alの板厚が1.2mmであるスポット溶接の引張強度基準は1.86kN/20mmとなる。

[0085]

[表3]

試料	母材組み合わせ (上) ろう材材質 (下)	引張強度 各箇所 KN/20mm			引張強度 平均値 KN/20mm	破断 箇所
		2.97	3.40	3.18		
試料 1 1	Fe/Al ZnSi Si 添加量:0.25%	2.97	3.40	3.18	3.18	Al 系金属部材 (HAZ)
試料 1 2	Fe/Al ZnSi Si 添加量:1%	3.12	3.15	2.92	3.06	Al 系金属部材 (HAZ)
試料 1 3	Fe/Al ZnSi Si 添加量:2.5%	2.96	2.86	3.06	2.96	Al 系金属部材 (HAZ)
比較試料 1 1	Fe/Al ZnAl Al 添加量:6%	1.90	1.80	2.58	2.09	Fe 系金属部材とろう材との界面
比較試料 1 2	Al/Al 市販ろう材	3.35	2.51	2.40	2.75	Al 系金属部材

[0086] 表3および図16に示すように、異種金属部材の接合構造体である第2実

施形態の試料 11～13 の引張強度が、その強度基準値を上回った。しかも、第 2 実施形態の試料 11～13 の引張強度は、異種金属部材の接合構造体である比較試料 11 の引張強度よりも高いのはもちろんのこと、同種金属部材の接合構造体である比較試料 12 の引張強度よりも高かった。そして、少量の Si 含有量 (0.25wt%) で引張強度が大幅に向上したことを確認した。また、第 2 実施形態の試料 11～13 では、Fe 系金属部材と接合層の界面で破断した比較試料 11 と異なり、Al 系金属部材で破断したことを確認した。

[0087] ピール強度試験では、図 15 (B) に示すように、接合層 1023 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 1021 および Al 系金属部材 1022 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。

[0088] その結果 (ピール引張強度値および破断形態) を表 4 および図 17 に示す。表 4 では、Si 含有量が 0.25wt%、1.0wt%、2.5wt% の Zn-Si 系ろう材に対応する接合構造体のテストピースの試験結果を試料 21～23 としている。表 4 には比較試料 21, 22 の結果を併記している。比較試料 21 は、ろう材として Al の含有量が 6wt% の Zn-Al 系ろう材を用いて得られた Fe 系金属部材と Al 系金属部材との接合構造体のテストピースである。比較試料 22 は、ろう材として市販のろう材を用いて得られた Al 系金属部材どうしの接合構造体のテストピースである。比較試料 21, 22 のテストピースは、得られた接合構造体を試料 21～23 と同様に短冊状に切断したものである。図 17 では、各試料のピール強度の平均値および破断箇所を併記している。

[0089] ピール強度試験の強度基準値 (図 17 の一点鎖線) は、市販のろう材を用いて得られた同種金属部材の接合構造体である比較試料 22 (Al 系金属部材の接合構造体) のテストピースのピール強度値の 8 割としている。

[0090]

[表4]

試料	母材組み合わせ (上) ろう材材質 (下)	ピール強度 各箇所 KN/20mm			ピール強度 平均値 KN/20mm	破断 箇所
		0.64	0.69	0.66		
試料 2 1	Fe/Al ZnSi Si 添加量:0.25%	0.64	0.69	0.66	0.66	Al 系金属部材 (HAZ)
試料 2 2	Fe/Al ZnSi Si 添加量:1%	0.67	0.75	0.67	0.70	Al 系金属部材 (HAZ)
試料 2 3	Fe/Al ZnSi Si 添加量:2.5%	0.61	0.64	0.55	0.60	Fe 系金属部材とろう材との 界面
比較試料 2 1	Fe/Al ZnAl Al 添加量:6%	0.18	0.20	0.17	0.18	Fe 系金属部材とろう材との 界面
比較試料 2 2	Al/Al 市販ろう材	0.75	0.69	0.7	0.71	Al 系金属部材

[0091] 表 4 および図 1 7 に示すように、異種金属部材の接合構造体である第 2 実

施形態の試料 2 1 ~ 2 3 では、ピール強度が強度基準を上回った。しかも、第 2 実施形態の試料 2 1 ~ 2 3 のピール強度は、異種金属部材の接合構造体である比較試料 2 1 との比較により、少量の S i 含有量 (0 . 2 5 wt %) でピール強度が大幅に向上したことを確認した。また、第 2 実施形態の試料 2 1 , 2 2 では、 F e 系金属部材と接合層の界面で破断した比較試料 2 1 と異なり、同種金属部材の接合構造体である比較試料 2 2 と同様、 A l 系金属部材で破断したことを確認した。なお、第 2 実施形態の試料 2 3 では、ぬれ性に低下による接合界面幅の減少のため、第 2 実施形態の試料 2 1 , 2 2 と比較してピール強度が若干低下し、 F e 系金属部材と接合層の界面で破断したものと推察される。

[0092] 以上のように S i 含有量が 0 . 2 5 wt % ~ 2 . 5 wt % の Z n - S i 系ろう材を用いた異種金属部材の接合構造体である本発明の試料では、その強度が強度基準値を上回った。しかも、第 2 実施形態の試料の強度は、同じ異種金属部材の接合構造体である比較試料との比較により、少量の S i 含有量 (0 . 2 5 wt %) で強度が大幅に向上することが判った。特に、 S i 含有量が 0 . 2 5 wt % ~ 1 . 0 wt % の Z n - S i 系ろう材を用いた異種金属部材の接合構造体である本発明の試料では、 F e 系金属部材と接合層の界面で破断せず、 A l 系金属部材で破断したことから、同種金属部材の接合構造体のような強固な接合構造体を得ることができると判った。

[0093] なお、今回の実施例のろう付け方法では、レーザを用いているが、これに限定されるものではなく、種々の手段を用いることができる。具体的には、プラズマ、 T I G、 M I G を熱源としたアークブレードや、炉中ろう付け (加熱炉内で置ろう (シート状や棒状の置ろう) を使用した接合)、高周波ろう付け (高周波誘導加熱 (I H) による母材加熱) 等を用いることができる。

[0094] < 第 3 実施形態 >

本発明の第 3 実施形態について図面を参照して説明する。図 1 9 (A) , 1 9 (B) は、第 3 実施形態の金属部材の接合方法を用いて接合を行って

る状態の概略構成を表し、図19(A)は概略斜視図、図19(B)は図19(A)においてAl系金属部材2002から見た図である。

[0095] 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、Fe系材料からなるFe系金属部材2001およびAl系材料からなるAl系金属部材2002を用いている。Fe系金属部材2001およびAl系金属部材2002は湾曲部2011、2012を有している。Fe系金属部材2001およびAl系金属部材2002の配置では、湾曲部2011、2012どうしが対向し、それら湾曲部2011、2012により開先形状2013を形成している。この場合、Fe系金属部材2001とAl系金属部材2002との対向部に段差を設けている。

[0096] 第3実施形態の金属部材の接合方法では、開先形状2013の中心部に、ワイヤガイド2101を通じてワイヤ状のZn系ろう材2003を送出しながら、その先端部にレーザービーム2102を照射する。Zn系ろう材2003は、Sn系ろう材よりも十分な接合強度が得られるから、好適である。Zn系ろう材2003は、添加元素としてAlやSiを含有していてもよいし、含有していなくてもよい。添加元素としてSiを用いる場合、Siが0.25~2.5重量%を含有し、残部がZnおよび不可避不純物からなることが好適である。

[0097] このようなレーザービーム2102の照射による加熱を開先形状2013の延在方向に沿って図19(A)の手前側から奥側に行う。図20(A)~20(D)、および図3(A)~(D)は、第3実施形態の金属部材の接合方法の概略構成を表し、図20(A)~20(D)は、各工程について図19(B)と同方向から見た概略図、図21(A)~21(D)は、各工程について図19(A)の正面から見た概略図である。図20(A)~20(D)では、その工程順に従って、レーザービーム2102を図の右側に移動させている。図20(A)~20(D)では、Fe系金属部材1の図示を省略している。レーザービーム2102の照射による加熱では、Fe系金属部材2001およびAl系金属部材2002の被接合部をFe系材料の融点以上の温度に

設定することが好適である。

[0098] まず、図19(A)、20(A)に示すように、レーザービーム2102の照射によりZn系ろう材2003を溶融させると、図19(B)、20(B)に示すように、溶融Zn系ろう材2003は、開先形状2013上に滴下し、そこで拡がる。次いで、図19(C)、20(C)に示すように、レーザービーム2102が移動して溶融Zn系ろう材2003上に位置すると、溶融Zn系ろう材2003が、レーザービーム2102による直接照射で蒸発するとともに、Fe系金属部材2001およびAl系金属部材2002の被接合部の溶融が開始され、図19(D)、20(D)に示すように、Fe系金属部材2001およびAl系金属部材2002の被接合部には、キーホール2005が形成される。

[0099] この場合、キーホール2005の形成は、蒸発したZn系ろう材2003がキーホール2005内に充填するように行う。蒸発部分以外のZn系ろう材2003は、キーホール2005の上端部周辺に、溶融したFe系金属部材2001およびAl系金属部材2002（溶融金属）とともに溶融材料2006として存在する。このようなキーホール2005内ではレーザービーム2102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2005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2102の通過後、キーホール2005内に入り込む溶融材料2006は、キーホール2005内の全表面と一様に反応することができる。

[0100] このようなレーザービーム2102の照射による加熱を開先形状2013の延在方向に沿って図19(A)の手前側から奥側に行うことにより、図22(A)、22(B)に示すように、Fe系金属部材2001とAl系金属部材2002との接合構造体2010A、2010Bを製造することができる。接合構造体2010は、Fe系金属部材2001とAl系金属部材2002とを備え、Fe系金属部材2001とAl系金属部材2002の間には、Zn系材料からなる接合層2004が形成されている。

- [0101] Zn系ろう材2003への添加元素としてSiを用いない場合、図22(A)に示すように、Fe系金属部材2001と接合層2004との境界部には、均一な層状の金属間化合物層2007が形成されている。金属間化合物層2007は、FeとAlとの反応を抑制する作用を有し、その作用によって、AlのFe系金属部材2001への流入およびFeのAl系金属部材2002への流入が防止されているものと推察される。
- [0102] Zn系ろう材2003への添加元素としてSiを用いる場合、図22(B)に示すように、Fe系金属部材1と接合層2との境界部には、金属間化合物層（反応層）が存在しない。この場合、接合層2004では、Si粒がマトリックス中に散在し、その粒径が小さい方が好適である。具体的には、Siの粒径は、Znの有する機械的伸びを阻害しないサイズ（たとえば10μm以下）が好適である。
- [0103] 以上のように第3実施形態では、被溶接部の加熱中、キーホール2005内でのレーザービーム2102の多重反射によって、キーホール2005の上側から下側までの全表面が略均一に加熱されるから、被溶接部の加熱後、キーホール2005内に入り込む溶融材料2006は、キーホール2005内の全表面と一様に反応することができる。また、低温での接合が可能となるから、キーホール2005内に入り込む溶融材料2006は瞬間的に凝固することができるので、Fe系金属部材2001と接合層2004との境界部を均一に冷却することができる。
- [0104] したがって、Fe系金属部材2001と接合層2004との間に金属間化合物層2007が形成される場合には、金属間化合物層2007は均一な層状となるから、接合強度を向上させることができる。また、Fe系金属部材2001と接合層2004との間に金属間化合物層が形成されない場合には、そのような脆弱層が存在しない上に、Fe系金属部材2001と接合層2004との境界部の強度分布にムラが生じないから、接合強度を大幅に向上させることができる。
- [0105] また、キーホール2005を形成すると、その分、接合面積が増加するの

で、上記効果をより良く得ることができる。さらに、Zn系メッキおよび合金化したFe-Zn系メッキは蒸気化し、この場合、GAメッキ、GIメッキなどのメッキの種類に関係なく、Fe系材料に施されたメッキ部分が蒸気化するから、メッキの種類に関係なく、良好な接合部を得ることができる。さらに、Fe系材料表面の酸化被膜を過熱による溶融および蒸気化の際の蒸気圧で除去するから、フラックスを用いなくても、異材金属部材接合を良好に行うことができる。

[0106] <第4実施形態>

第4実施形態では、第3実施形態のようにFe系金属部材1とAl系金属部材2002の被溶接部を溶融して形成したキーホール2005内でレーザービーム2102の多重反射を行う代わりに、Fe系金属部材2001とAl系金属部材2002の被溶接部を溶融しないで、Fe系金属部材2001とAl系金属部材2002とで形成した開先形状2013内でレーザービーム2102の多重反射を行っている。それ以外は、第4実施形態は第3実施形態の金属部材の接合方法と同様である。第4実施形態では、第3実施形態と同様な構成要素には同符号を付し、第3実施形態と同様な作用を有する構成要素の説明は省略している。

[0107] 図23(A)~23(D)は、第4実施形態の金属部材の接合方法の概略構成を表し、図23(A)~23(D)は、各工程について図19(B)と同方向から見た概略図である。図23(A)~23(D)では、その工程順に従って、レーザービーム2102を図の右側に移動させている。

[0108] まず、図23(A)に示すように、レーザービーム2102の照射によりZn系ろう材2003を溶融させると、図23(B)に示すように、溶融Zn系ろう材2003は、開先形状2013上に滴下し、そこで拡がる。次いで、図23(C)に示すように、レーザービーム2102が移動して溶融Zn系ろう材2003上に位置すると、溶融Zn系ろう材2003が、レーザービーム2102による直接照射で蒸発する。

[0109] この場合、蒸発したZn系ろう材2003が開先形状2013内に充満す

るように行う。蒸発部分以外のZn系ろう材2003は、開先形状2013の上端部周辺に存在する。このような開先形状2013内の表面ではレーザービーム2102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2005内ではエネルギー密度が高くなり、開先形状2013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2102の通過後、キーホール2005内に入り込む熔融材料2006は、キーホール2005内の全表面と一様に反応することができる。

[0110] このようなレーザービーム2102の照射による加熱を開先形状2013の延在方向に沿って図19(A)の手前側から奥側に行うことにより、図24(A)、24(B)に示すように、Fe系金属部材2001とAl系金属部材2002との接合構造体2020を製造することができる。接合構造体2020は、Fe系金属部材2001とAl系金属部材2002とを備え、Fe系金属部材2001とAl系金属部材2002の間には、Zn系材料からなる接合層2014が形成されている。

[0111] Zn系ろう材2003への添加元素としてSiを用いない場合、図24(A)に示すように、第3実施形態と同様、Fe系金属部材2001と接合層2014との境界部には、均一な層状の金属間化合物層2017が形成されている。Zn系ろう材2003への添加元素としてSiを用いる場合、図24(B)に示すように、Fe系金属部材1と接合層2との境界部には、金属間化合物層(反応層)が存在しない。

[0112] 第4実施形態では、Fe系金属部材1とAl系金属部材2002で形成した開先形状2013の表面でレーザービーム2102の多重反射を行うことにより、開先形状2013内の全表面を略均一に加熱することができるので、第3実施形態と同様な多重反射による効果を得ることができる

実施例

[0113] 以下、具体的な実施例を参照して第3実施形態および第4実施形態をさらに詳細に説明する。

[0114] (1) 実施例1 (Zn-Al系ろう材を用いた場合)

実施例 1 では、図 19 (A) 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-Al 系ろう材をワイヤガイドを通じて送出しながら、Zn-Al 系ろう材の先端部にレーザービームを照射した。これによりフレア継手形状の金属部材の接合構造体を製造した。

[0115] 接合条件について、2つの金属部材の大きさは、図 19 (A) での横方向長さを 82mm、図 19 (A) での縦方向長さを 200mm とし、2つの金属部材の被接合部での段差を 5mm とした。Zn-Al 系ろう材として、Zn : Al が 96 : 4 である組成比 (wt%) のろう材を用いた。シールドガスとして Ar ガスを用い、その供給量を 25l/min、レーザービームの照射角度を 40°、接合速度を 1m/min とした。

[0116] 以上のような金属部材の接合では、試料毎にレーザー出力およびワイヤ速度を変更して、キーホールの形成状態を異なる状態として、金属部材の接合構造体 (試料 111, 比較試料 111, 112) を得た。試料 111 では、レーザー出力を 1.2kW、ワイヤ送速度を 2.5m/min に設定することにより、キーホールの形成において Fe 系金属部材の被接合部が適度な加熱により熔融する適正入熱条件とした。比較試料 111 では、レーザー出力を 1kW、ワイヤ送速度を 2m/min に設定することにより、キーホールの形成において Fe 系金属部材の被接合部が加熱により熔融しない入熱不足条件とした。比較試料 112 では、レーザー出力を 1.6kW、ワイヤ送速度を 2m/min に設定し、キーホールの形成において Fe 系金属部材の被接合部が過度な加熱により熔融する過剰入熱条件とした。

[0117] 以上のようにして得られた試料 111, 比較試料 111, 112 の金属部材の接合構造体について、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて接合部およびその近傍の状態を観察した。図 25~27 は、試料 111, 比較試料 111, 112 の金属部材の接合構造体の SEM 写真であり、各図の (A) は、接合部およびその近傍の全体写真、(B) は、(A) における Fe 系金属部

材と接合層との接合界面部の上部Pの写真、(C)は、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の中央部Qの写真、(D)はFe系金属部材と接合層との接合界面部の下部Rの写真である。

[0118] 図25に示すように、キーホールの形成で適正入熱条件とした試料111の接合構造体では、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の上部P、中央部Q、下部Rのいずれにおいても、安定した層状のAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層が形成され、しかも、Fe系金属部材と接合層との境界およびAl系金属部材と接合層との境界が明瞭となった。そして、試料11の接合構造体の接合強度は、154N/mmであった。

[0119] 図26に示すように、キーホールの形成で入熱不足条件とした比較試料111の接合構造体では、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の上部Pにおいて安定した層状のAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層が形成されていた。しかしながら、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の中央部QにおいてAl-Fe-Zn系金属間化合物からなる金属間化合物層と接合層との境界面が不明瞭であり、接合界面部の下部Rにおいて金属間化合物層が形成されていなかった。そして、比較試料111の接合構造体の接合強度は、37N/mmであった。

[0120] 図27に示すように、キーホールの形成で過剰入熱条件とした比較試料112の接合構造体では、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の上部P、中央部Q、および下部Rにおいて、Al, Fe, Znを含む金属間化合物からなる金属間化合物層が形成されていた。しかしながら、金属間化合物層は、上部Pにおいてデンドライト状（境界面なし）、中央部Qおよび下部Rにおいてまだら状（接合層側に境界面なし）であった。そして、比較試料112の接合構造体の接合強度は、30N/mmであった。

[0121] 以上のように試料111の接合構造体では、キーホールの形成において適正入熱条件下でレーザービームを多重反射させることにより、比較試料111, 112の接合構造体と比較して、Fe系金属部材と接合層との接合界面部の上部P～下部Rの全てにおいて均一な層状の金属間化合物層を形成するこ

とができ、かつ継手強度を向上させることができることを確認した。特に、金属間化合物層が安定した層状となる程、Fe系金属部材と接合層との境界およびAl系金属部材と接合層との境界が明瞭となることを確認し、これにより、金属間化合物層は、FeとAlとの反応を抑制する作用を有し、その作用によって、AlのFe系金属部材への流入およびFeのAl系金属部材への流入を防止することができることが判った。

[0122] (2) 実施例2 (Zn-Si系ろう材を用いた場合)

実施例2では、Zn系ろう材としてZn-Si系ろう材を用いた以外は、実施例1と同様な手法でフレア継手形状の金属部材の接合構造体を製造した。接合条件については、レーザビームの集光径を1.8mm、レーザ出力を1.4kW、接合速度を1m/min、ワイヤ速度を3.2m/minとし、キーホルの形成においてFe系金属部材の被接合部が適度な加熱により熔融する適正入熱条件とした。Fe系金属部材として、鋼板(JAC270、板厚1.0mm、図19(A)での縦方向長さ200mm、横方向長さ80mm)を用い、Al系金属部材として、Al板(A6K21-T14、板厚が1.0mm、図1での縦方向長さを200mm、横方向長さを80mm)を用いた。

[0123] 以上のような金属部材の接合では、Siの含有量の異なる(Si含有量が0.25wt%、1.0wt%、2.5wt%)Zn-Si系ろう材を用意し、各Zn-Si系ろう材を用いて金属部材の接合を行い、各Zn-Si系ろう材に対応する金属部材の接合構造体を得た。そして、接合方向に直交する方向で各接合構造体を短冊状に切断し、複数のテストピースを得た。なお、全てのZn-Si系ろう材のワイヤ径を1.2mmとした。以上のような接合構造体のテストピースを用いて、各種評価を行った。

[0124] [Fe系金属部材と接合層との境界部のEPMA元素マップ分析およびSEM観察]

Si含有量が1.0wt%のZn-Si系ろう材を用いて得られた接合構造体のテストピースについて、電子線マイクロプローブアナライザ(EPMA)により元素分析を行った。その結果を図28(A)、28(B)に示す。図

28 (A) は、接合構造体の接合部のSEM写真（左側写真）およびその写真におけるFe系金属部材と接合層との界面の拡大SEM写真（右側写真）であり、図28 (B) は、図28 (A) の拡大SEM写真で示された界面のEPMAマップ分析写真（Zn、Al、Fe、Si）である。

[0125] また、同一の接合構造体のテストピースについて、走査型電子顕微鏡（SEM）によりFe系金属部材と接合層との界面の観察を行った。その結果を図29 (A)、29 (B) に示す。図29 (A)、29 (B) は、Fe系金属部材と接合層との界面のSEM写真であり、図29 (A) は3000倍のSEM写真、図29 (B) は15000倍のSEM写真である。

[0126] 図28 (A) に示すように、実施例2のFe系金属部材と接合層との界面には、金属間化合物層が観察されず、図28 (B) に示すEPMA元素マップ分析では、Siが一様に散在するとともに、FeとZnの界面（すなわち、Fe系金属部材と接合層との界面）が明瞭に観察された。Alは、Al系金属部材のAlが溶接により接合層に固溶したものである。また、図29 (A) の3000倍のSEM写真、図29 (B) の15000倍のSEM写真に示すように、SEM観察での倍率を高くしても、本実施例のFe系金属部材と接合層との界面には、金属間化合物層が観察されなかった。

[0127] 以上のようなEPMA元素マップ分析およびSEM観察の結果から判るように、Zn系ろう材としてZn-Si系ろう材を用いた以外は実施例1と同様な手法により、キーホール形成において適正入熱条件下でレーザービームを多重反射させると、Fe系金属部材と接合層との界面には、従来の接合構造体（Zn-Al系ろう材により接合された接合構造体）で形成されていた脆弱な金属間化合物層が存在しないことを確認した。

[0128] [金属接合構造体の接合強度評価]

Si含有量が0.25wt%、1.0wt%、2.5wt%のZn-Si系ろう材を用いて得られた各接合構造体のテストピースについて、フレア引張強度試験および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2ピースおよび両端部側の4ピースを用い、それらを各強度試験用に

配分し、フレア引張強度試験およびピール強度試験のそれぞれで中央部側の 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。

[0129] フレア引張強度試験では、図 30 (A) に示すように、接合層 2023 が形成された面側で T 字状をなす Fe 系金属部材 2021 および Al 系金属部材 2022 の横方向延在部に対して、互いに反対方向の力を加えた。フレア引張強度試験では、矢印 A, B が指示する部分で応力が最もかけられる。

[0130] その結果（フレア引張強度値および破断箇所）を表 5 および図 31 に示す。表 5 では、Si 含有量が 0.25wt%、1.0wt%、2.5wt% の Zn-Si 系ろう材に対応する接合構造体のテストピースの試験結果を試料 21~23 としている。表 5 には試料 24 および比較試料 21 の結果を併記している。試料 24 は、ろう材として、Al の添加量が 6wt% の Zn-Al 系ろう材を用いて得られた Fe 系金属部材と Al 系金属部材との接合構造体のテストピースであり、実施例 1 の試料 111 の接合構造体に対応するものである。比較試料 21 は、ろう材として、市販のろう材を用いて得られた Al 系金属部材どうしの接合構造体のテストピースである。試料 24 および比較試料 21 のテストピースは、得られた接合構造体を試料 21~23 と同様に短冊状に切断したものである。図 31 では、各試料のフレア引張強度の平均値および破断箇所を併記している。

[0131] フレア引張強度試験の強度基準値（図 31 の一点鎖線）は、次のように設定している。スポット溶接の 1 打点と等価の連続溶接の継手長を 20mm に設定し、JISZ3140 のなかの Al どうしのスポット溶接を基準とした。これにより、Al の板厚が 1.2mm であるスポット溶接の引張強度基準は 1.86kN/20mm となる。

[0132]

[表5]

試料	母材組み合わせ (上) ろう材材質 (下)	引張強度 各箇所 KN/20mm			引張強度 平均値 KN/20mm	破断 箇所
		2.97	3.40	3.18		
試料 2 1	Fe/Al ZnSi Si 添加量:0.25%	2.97	3.40	3.18	3.18	Al 系金属部材 (HAZ)
試料 2 2	Fe/Al ZnSi Si 添加量:1%	3.12	3.15	2.92	3.06	Al 系金属部材 (HAZ)
試料 2 3	Fe/Al ZnSi Si 添加量:2.5%	2.96	2.86	3.06	2.96	Al 系金属部材 (HAZ)
試料 2 4	Fe/Al ZnAl Al 添加量:6%	1.90	1.80	2.58	2.09	Fe 系金属部材とろう材との界面
比較試料 2 1	Al/Al 市販ろう材	3.35	2.51	2.40	2.75	Al 系金属部材

[0133] 表5および図3 1に示すように、異種金属部材の接合構造体である本発明の試料2 1～2 3の引張強度が、その強度基準値を上回った。しかも、試料

21～23の引張強度は、異種金属部材の接合構造体である試料24の引張強度よりも高いのはもちろんのこと、同種金属部材の接合構造体である比較試料21の引張強度よりも高かった。そして、少量のSi含有量（0.25wt%）で引張強度が大幅に向上したことを確認した。また、試料21～23では、Fe系金属部材と接合層の界面で破断した試料24と異なり、Al系金属部材で破断したことを確認した。

[0134] ピール強度試験では、図30（B）に示すように、接合層2023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2021およびAl系金属部材2022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。

[0135] その結果（ピール引張強度値および破断形態）を表6および図32に示す。表6では、Si含有量が0.25wt%、1.0wt%、2.5wt%のZn-Si系ろう材に対応する接合構造体のテストピースの試験結果を試料31～33としている。表6には試料34および比較試料31の結果を併記している。試料34は、ろう材としてAlの含有量が6wt%のZn-Al系ろう材を用いて得られたFe系金属部材とAl系金属部材との接合構造体のテストピースであり、実施例1の試料111の接合構造体に対応するものである。比較試料31は、ろう材として市販のろう材を用いて得られたAl系金属部材どうしの接合構造体のテストピースである。試料34および比較試料31のテストピースは、得られた接合構造体を試料31～33と同様に短冊状に切断したものである。図32では、各試料のピール強度の平均値および破断箇所を併記している。

[0136] ピール強度試験の強度基準値（図32の一点鎖線）は、市販のろう材を用いて得られた同種金属部材の接合構造体である比較試料31（Al系金属部材の接合構造体）のテストピースのピール強度値の8割としている。

[0137]

[表6]

試料	母材組み合わせ (上) ろう材材質 (下)	ピール強度 各箇所 KN/20mm			ピール強度 平均値 KN/20mm	破断 箇所
		0.64	0.69	0.66		
試料 3 1	Fe/Al ZnSi Si 添加量:0.25%	0.64	0.69	0.66	0.66	Al 系金属部材 (HAZ)
試料 3 2	Fe/Al ZnSi Si 添加量:1%	0.67	0.75	0.67	0.70	Al 系金属部材 (HAZ)
試料 3 3	Fe/Al ZnSi Si 添加量:2.5%	0.61	0.64	0.55	0.60	Fe 系金属部材とろう材との 界面
試料 3 4	Fe/Al ZnAl Al 添加量:6%	0.18	0.20	0.17	0.18	Fe 系金属部材とろう材との 界面
比較試料 3 1	Al/Al 市販ろう材	0.75	0.69	0.7	0.71	Al 系金属部材

[0138] 表5および図32に示すように、異種金属部材の接合構造体である試料31～33では、ピール強度が強度基準を上回った。しかも、試料31～33

のピール強度は、異種金属部材の接合構造体である試料34との比較により、少量のSi含有量（0.25wt%）でピール強度が大幅に向上したことを確認した。また、試料31、32では、Fe系金属部材と接合層の界面で破断した試料34と異なり、同種金属部材の接合構造体である比較試料31と同様、Al系金属部材で破断したことを確認した。なお、試料33では、ぬれ性に低下による接合界面幅の減少のため、試料31、32と比較してピール強度が若干低下し、Fe系金属部材と接合層の界面で破断したものと推察される。

[0139] 以上のようにSi含有量が0.25wt%~2.5wt%のZn-Si系ろう材を用いた異種金属部材の接合構造体である試料では、その強度が強度基準値を上回った。しかも、試料の強度は、同じ異種金属部材の接合構造体である試料との比較により、少量のSi含有量（0.25wt%）で強度が大幅に向上することが判った。特に、Si含有量が0.25wt%~1.0wt%のZn-Si系ろう材を用いた異種金属部材の接合構造体である試料では、Fe系金属部材と接合層の界面で破断せず、Al系金属部材で破断したことから、同種金属部材の接合構造体のような強固な接合構造体を得ることができると判った。

[0140] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

産業上の利用可能性

[0141] 本発明は、Fe系金属部材とAl系金属部材との間にろう材を介在して、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および接合構造、および、ろう材に利用可能である。

符号の説明

[0142] 1…Fe系金属部材、2…Al系金属部材、3…Zn系ろう材、4…接合層、5…金属間化合物層

1001…Fe系金属部材、1002…Al系金属部材、1003…Zn

—S i系ろう材、1004…接合層、1005…キーホール
2001…F e系金属部材、2002…A l系金属部材、2003…Z n
系ろう材、熔融Z n系ろう材、2004, 2014…接合層、2005…キ
ーホール、2006…熔融材料、2007, 2017…金属間化合物層、2
010, 2020…接合構造体、2013…開先形状、2102…レーザビ
ーム

請求の範囲

- [請求項1] F e系材料からなるF e系金属部材とA l系材料からなるA l系金属部材との間にZ n系ろう材を介在して、前記F e系金属部材と前記A l系金属部材とを接合する接合方法であって、
接合時に、前記F e系金属部材の被接合部を、前記F e系材料の融点以上の温度で加熱する、
金属部材の接合方法。
- [請求項2] 前記F e系金属部材と前記A l系金属部材とで開先形状を形成し、
前記開先形状に前記Z n系ろう材を配置し、
前記接合時に、レーザービームの中心線を前記開先形状の中心線よりも前記F e系金属部材側に位置させる、
請求項1に記載の金属部材の接合方法。
- [請求項3] F e系材料からなるF e系金属部材とA l系材料からなるA l系金属部材とが、Z nを主成分とする接合層を間にして接合された接合構造であって、
前記接合層はA lを含み、
前記F e系金属部材と前記接合層との境界部に、A lを主成分とするA l－F e－Z n系金属間化合物からなる金属間化合物層が形成されている、
金属部材の接合構造。
- [請求項4] 前記接合層が前記F e系金属部材に嵌合されている形状を有している、請求項3に記載の金属部材の接合構造。
- [請求項5] F e系材料からなるF e系金属部材とA l系材料からなるA l系金属部材との接合に用いられるろう材において、Z n、S i、および、不可避不純物からなるろう材。
- [請求項6] S i：0.25～2.5重量%を含有し、残部がZ nおよび不可避不純物からなる請求項5に記載のろう材。
- [請求項7] F e系材料からなるF e系金属部材とA l系材料からなるA l系金

属部材との間にろう材を介在して、前記F e系金属部材と前記A l系金属部材とを接合する接合方法であって、

前記ろう材は、Z n、S i、および、不可避不純物からなる、金属部材の接合方法。

[請求項8] S i : 0 . 2 5 ~ 2 . 5 重量%を含有し、残部がZ nおよび不可避不純物からなる請求項7に記載の金属部材の接合方法。

[請求項9] 前記F e系金属部材の被接合部を前記F e系材料の融点以上の温度で加熱を行うことを特徴とする請求項7または8に記載の金属部材の接合方法。

[請求項10] レーザビームを熱源として用いて複数の金属部材をろう材により接合する金属部材の接合方法であって、

前記金属部材として、F e系材料からなるF e系金属部材とA l系材料からなるA l系金属部材を用い、

前記ろう材として、Z n系ろう材を用い、

前記レーザービームの照射により前記ろう材を蒸発させ、

前記金属部材の被溶接部を溶融してキーホールを形成し、

前記キーホール内で前記レーザービームを多重反射させる、

金属部材の接合方法。

[請求項11] レーザビームを熱源として用いて複数の金属部材をろう材により接合する金属部材の接合方法であって、

前記金属部材として、F e系材料からなるF e系金属部材とA l系材料からなるA l系金属部材を用い、

前記ろう材として、Z n系ろう材を用い、

前記F e系金属部材と前記A l系金属部材とで開先形状を形成し、

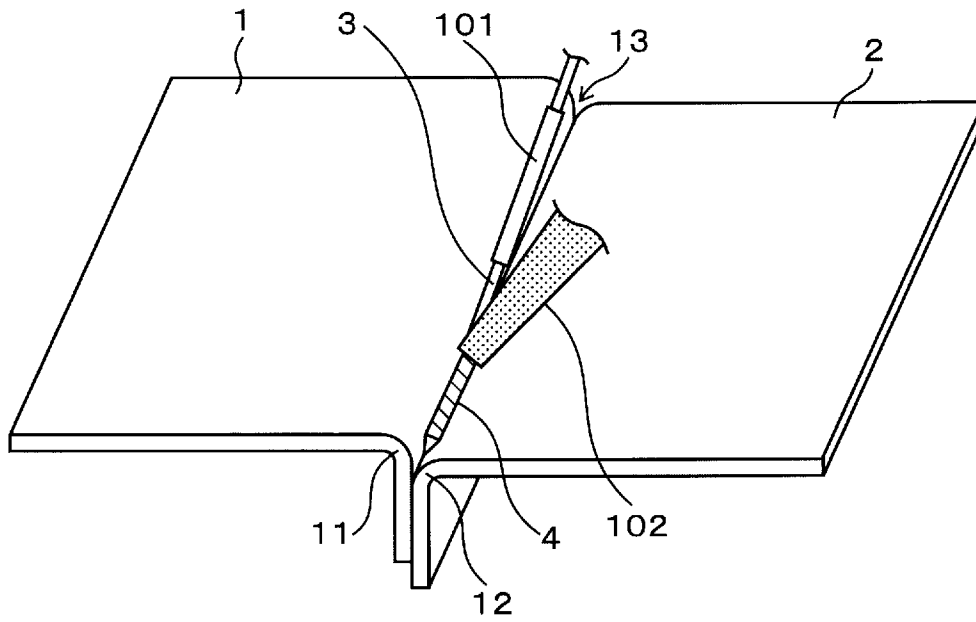
前記レーザービームの照射により前記ろう材を蒸発させ、

前記開先形状の表面で前記レーザービームを多重反射させる、

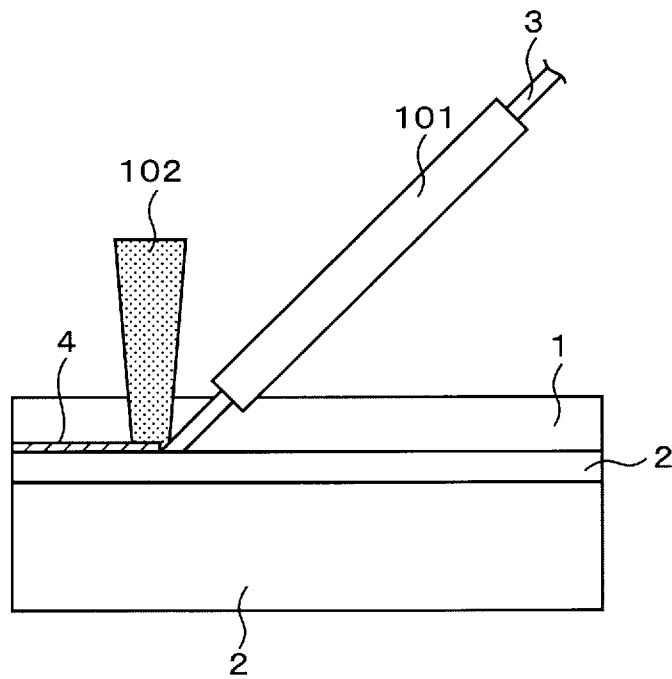
金属部材の接合方法。

[図1]

(A)

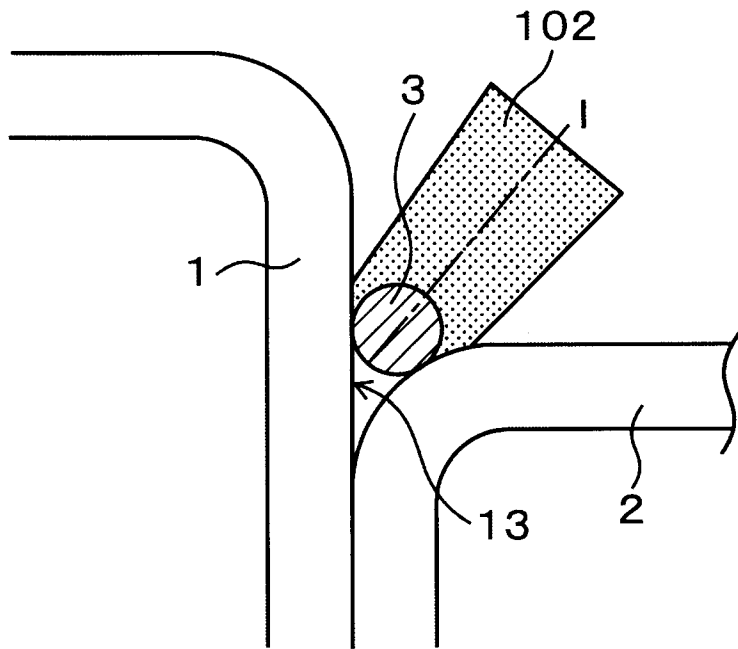


(B)

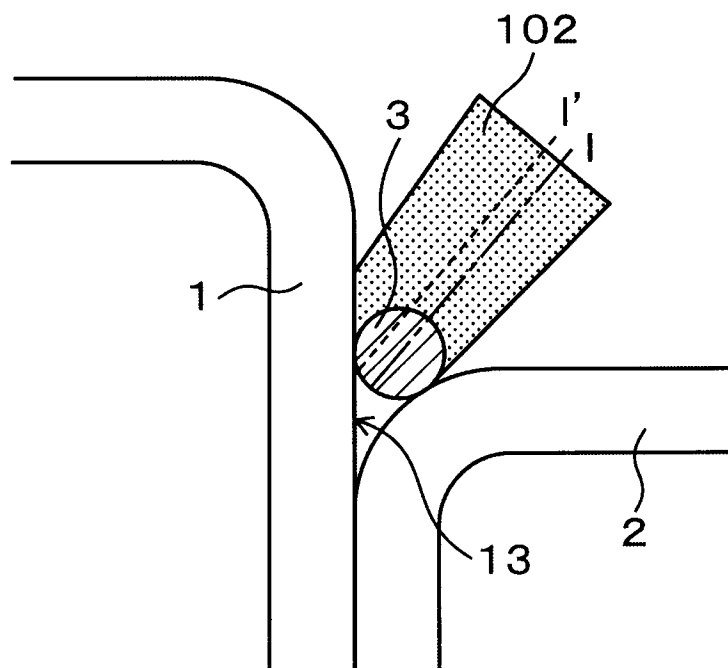


[図2]

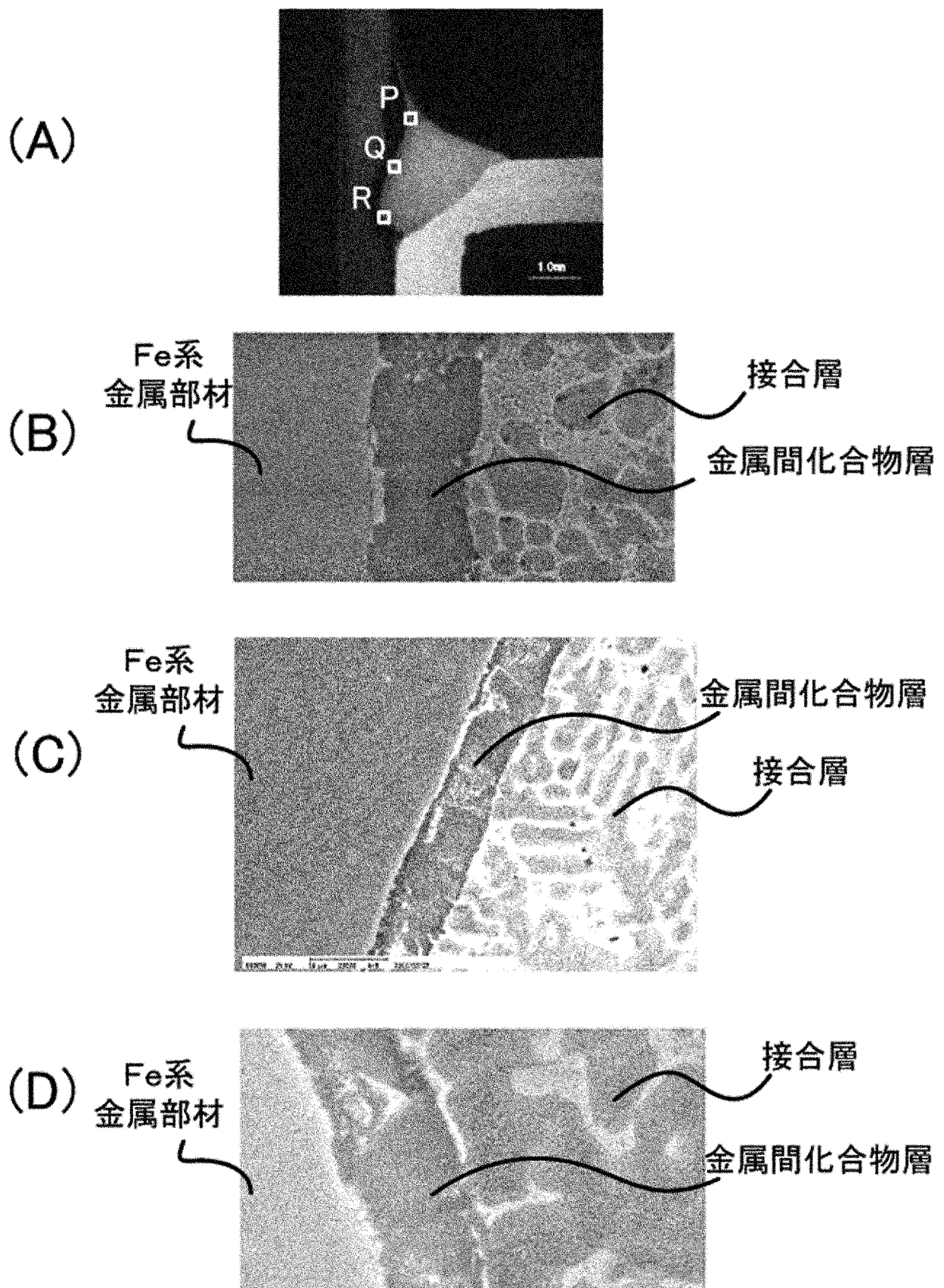
(A)



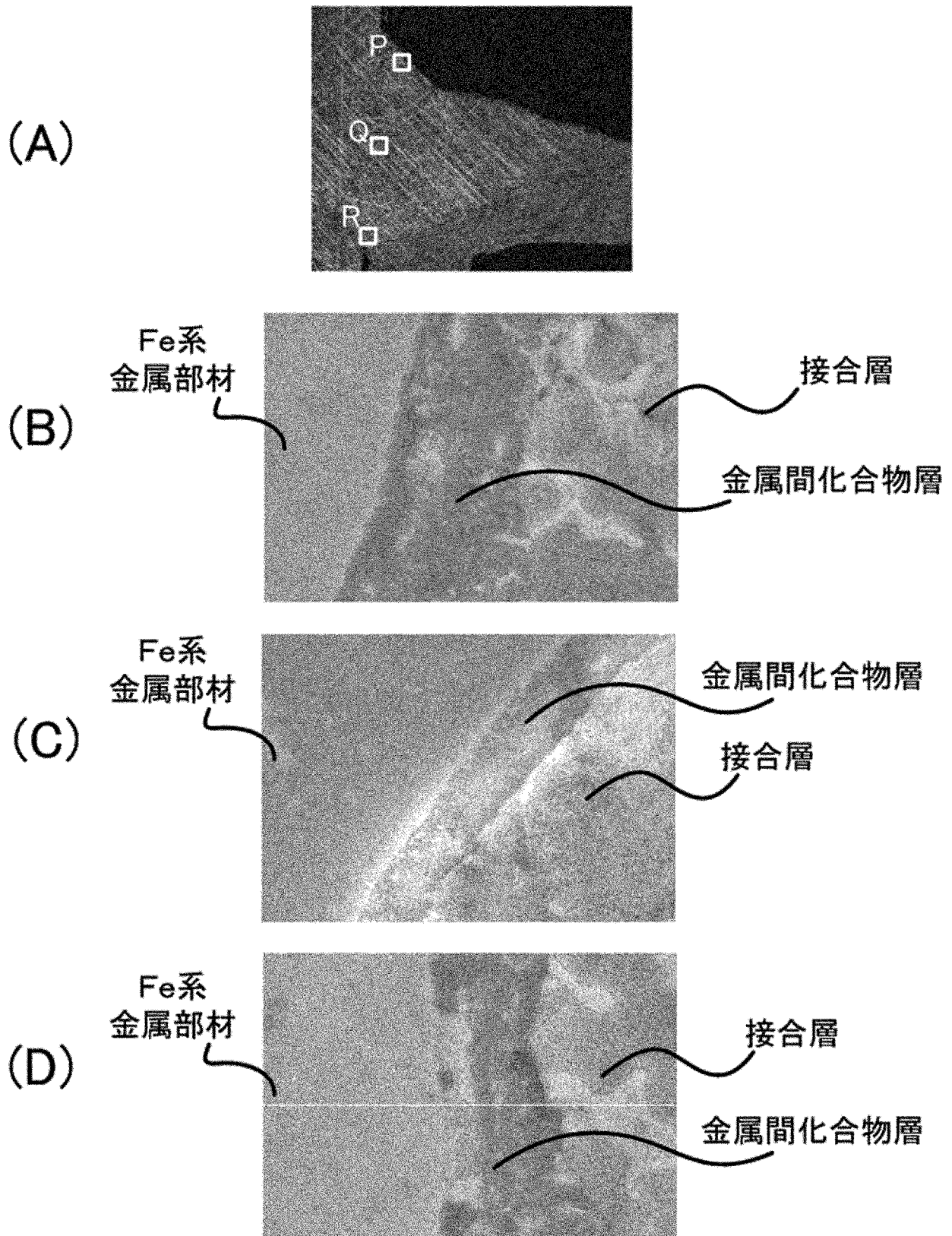
(B)



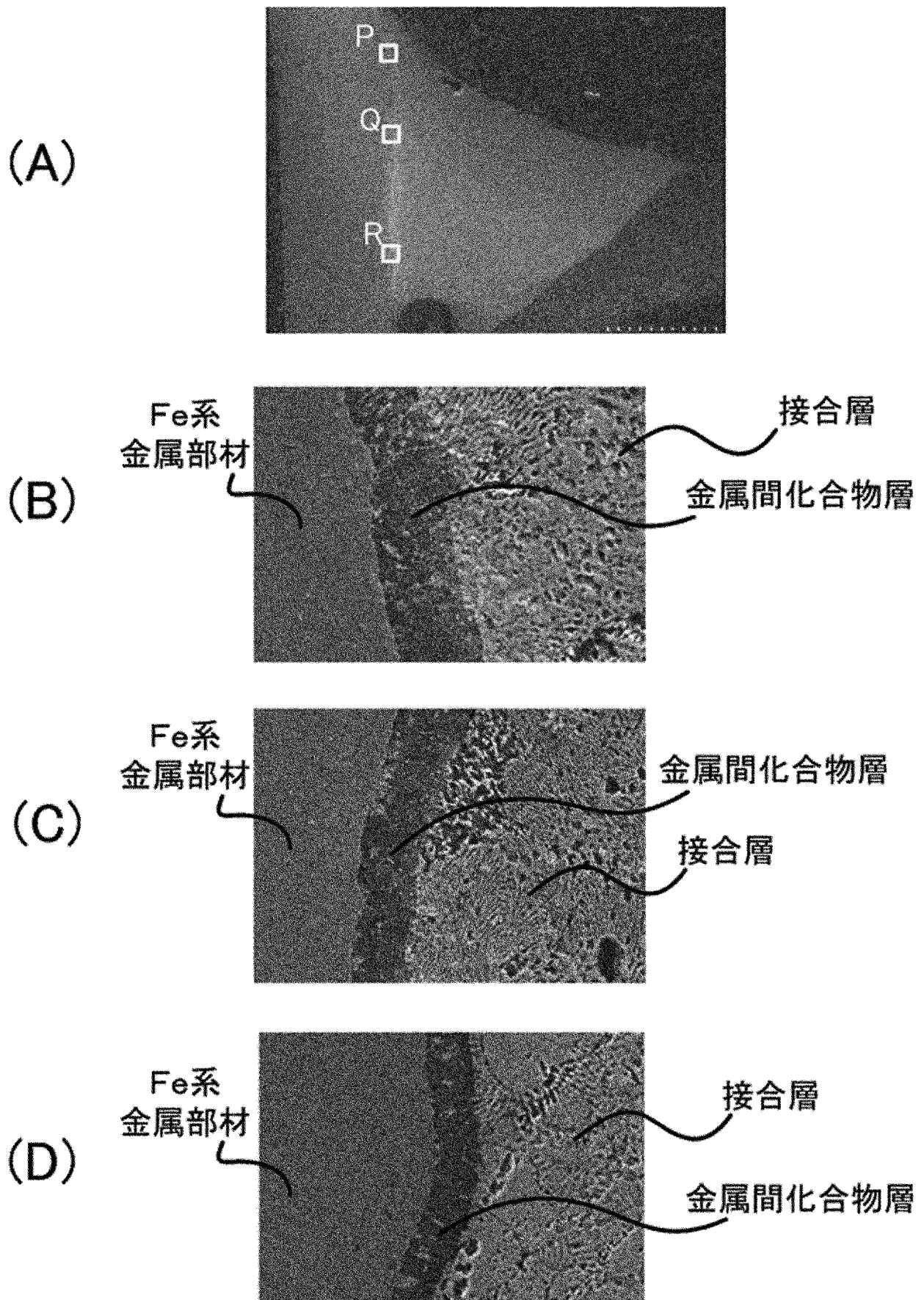
[図4]



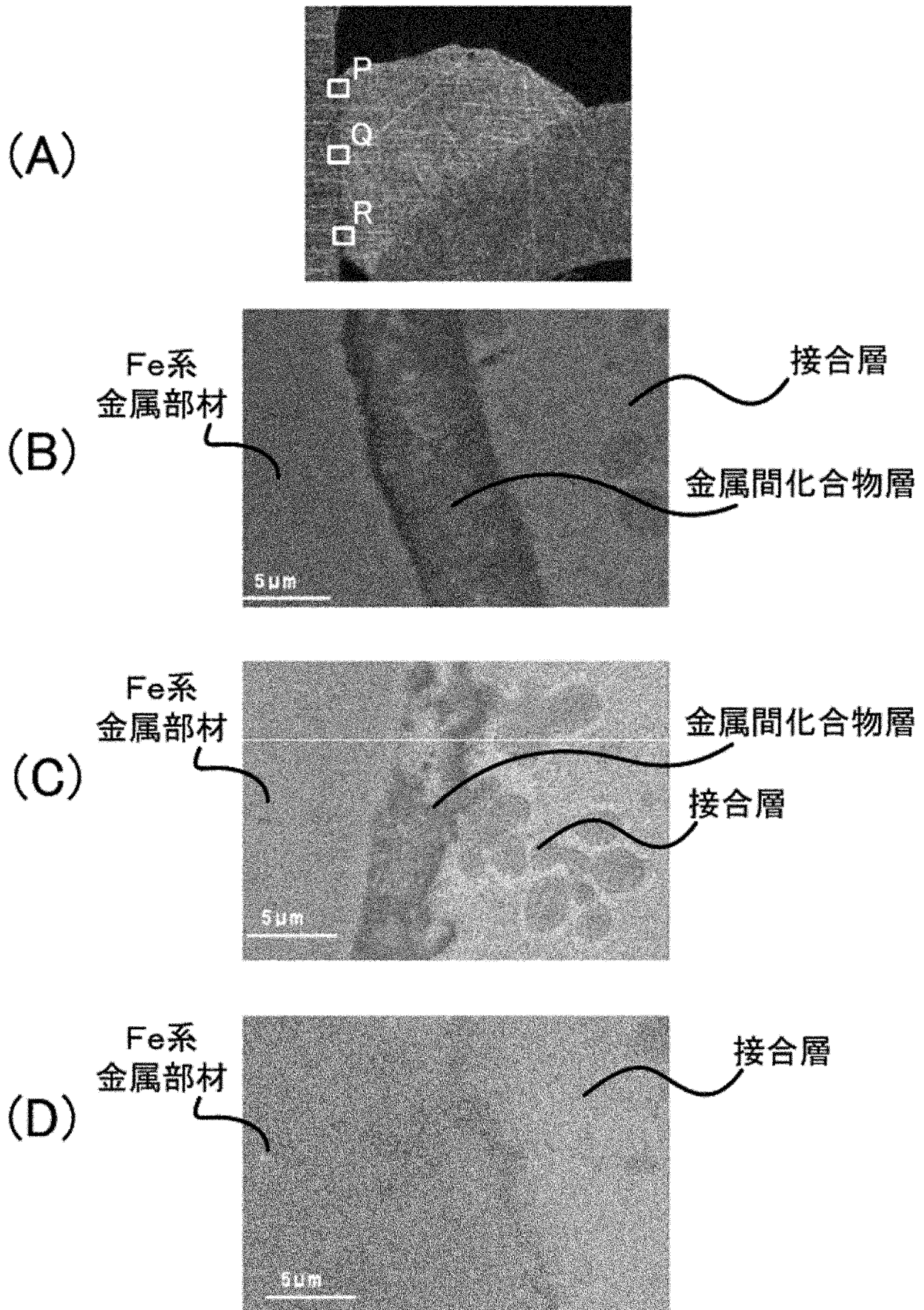
[図5]



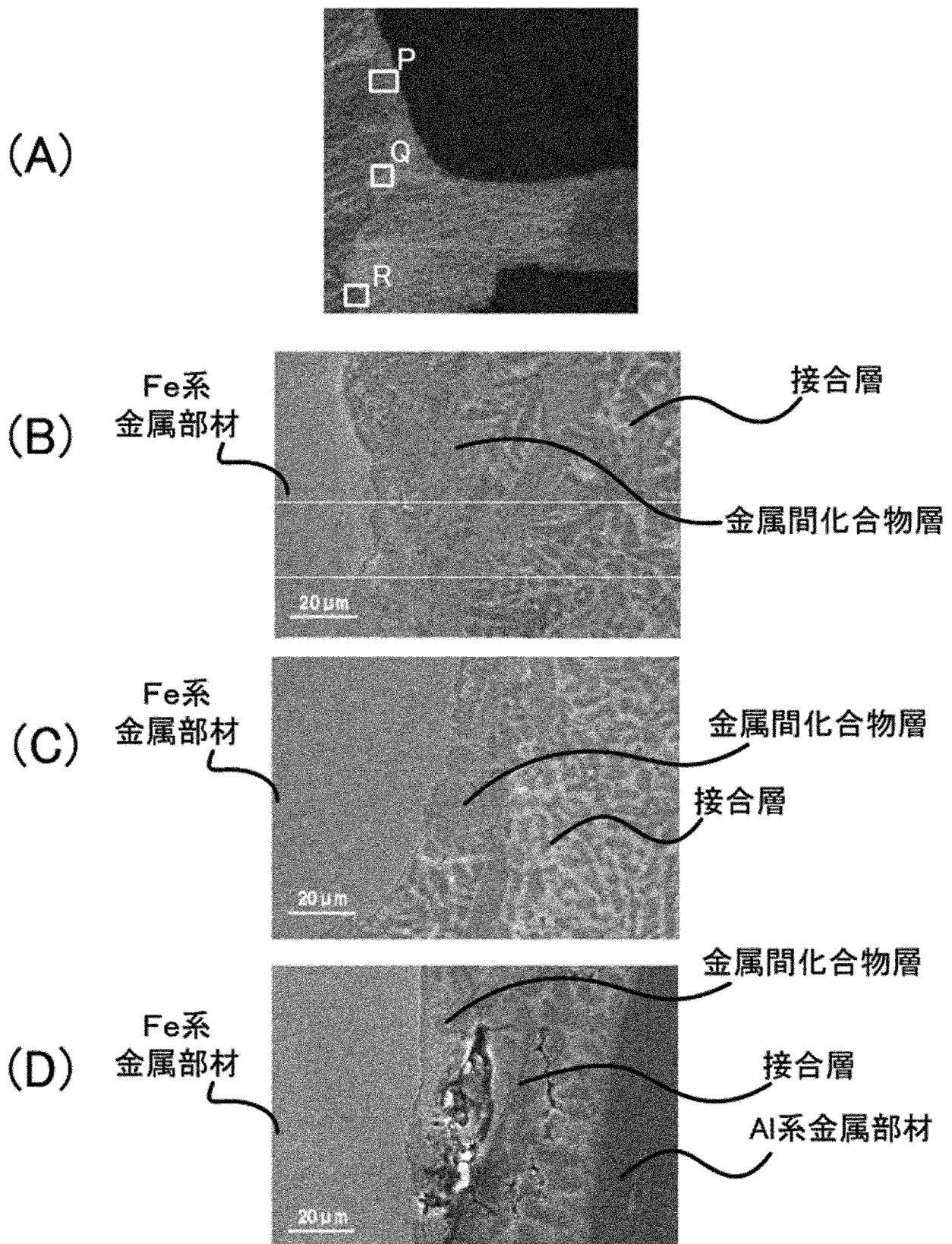
[図6]



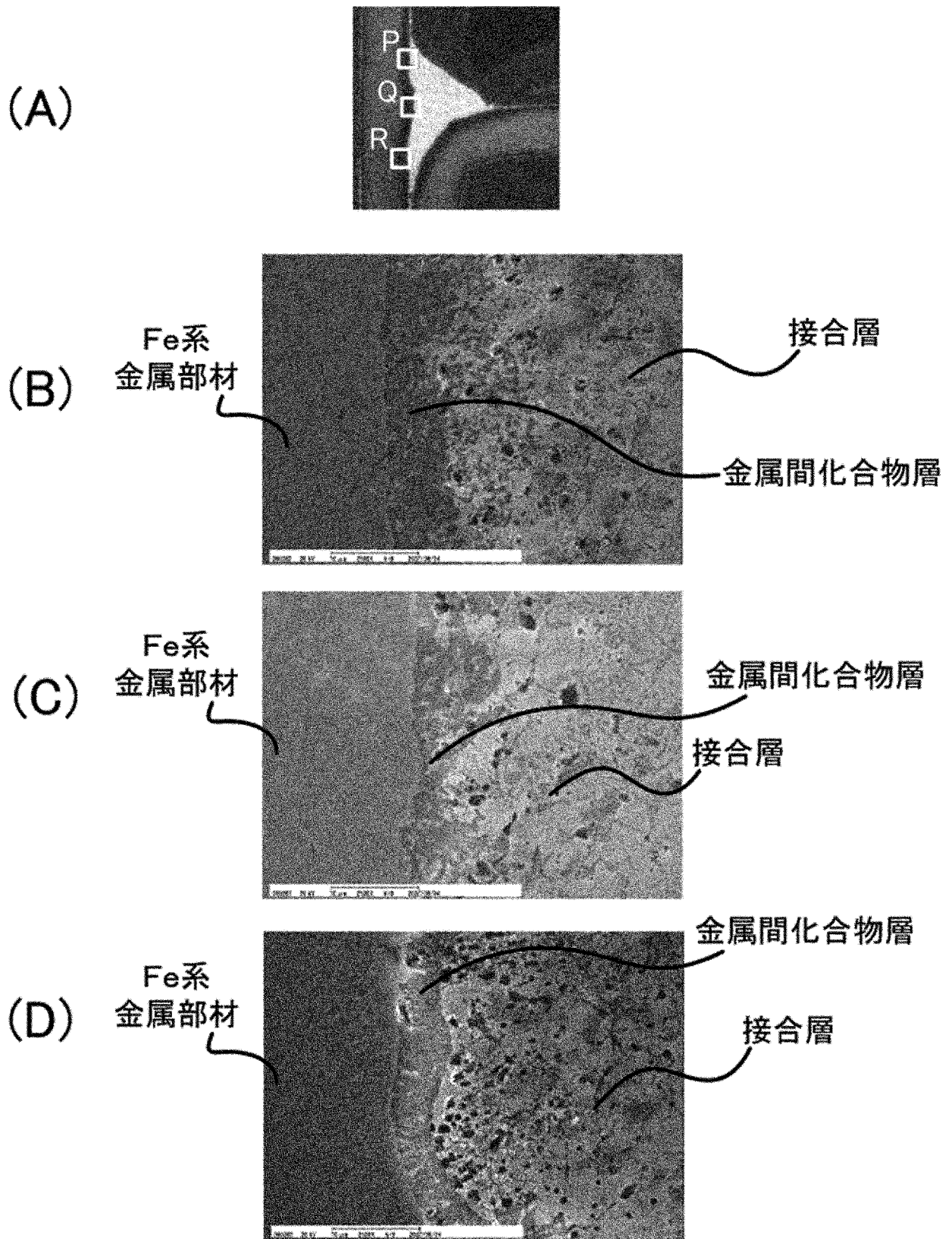
[図7]



[図8]

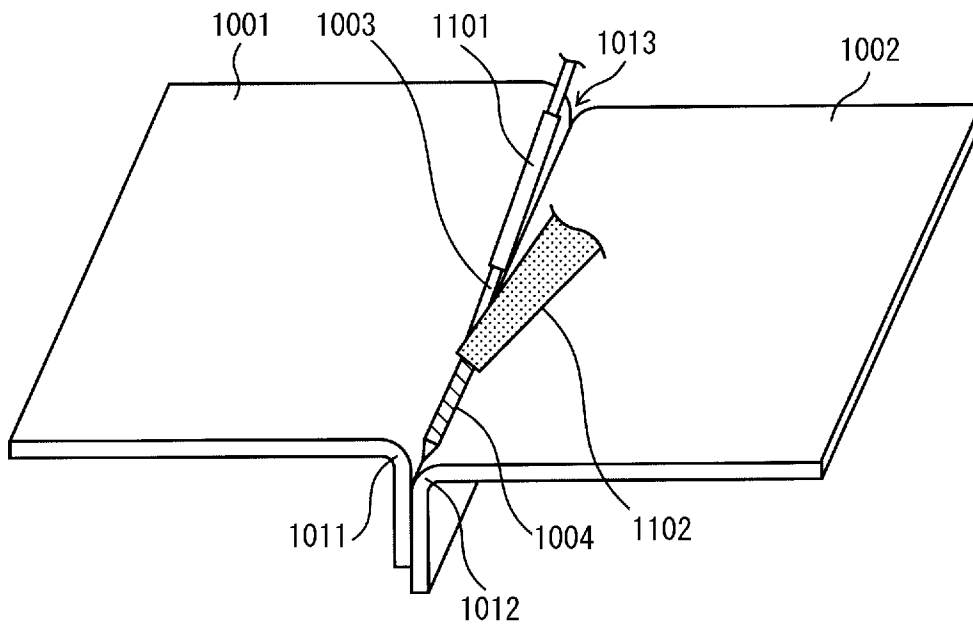


[図9]

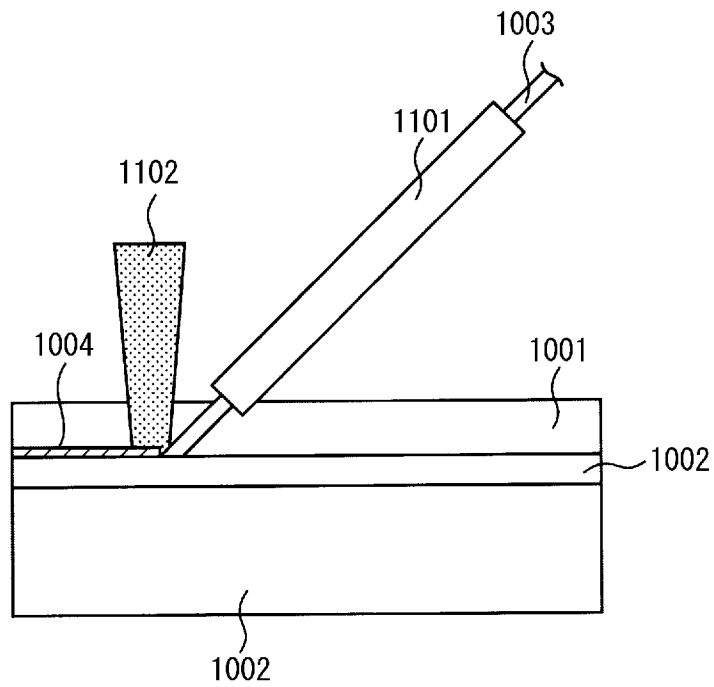


[図10]

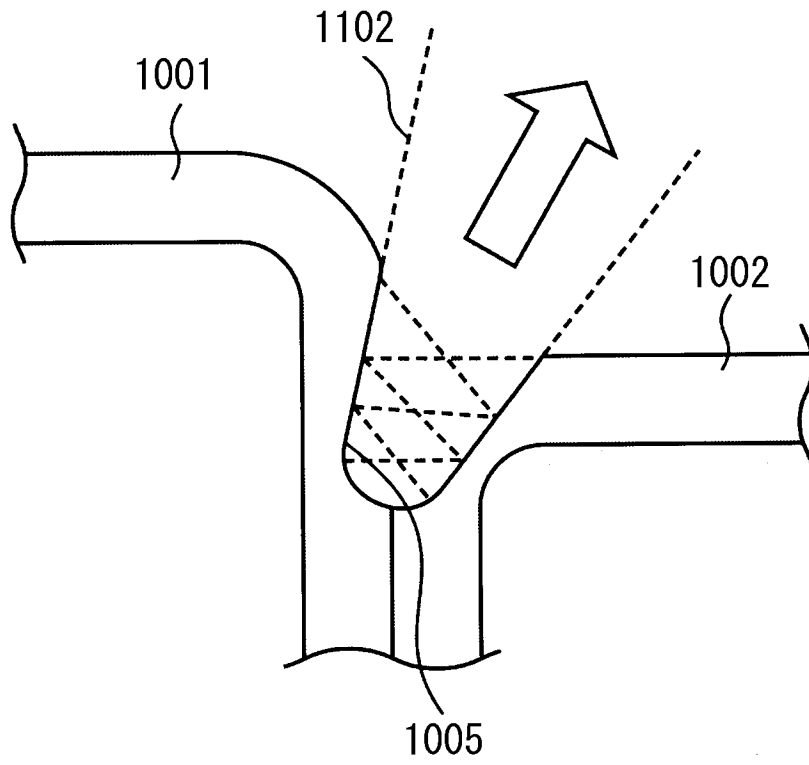
(A)



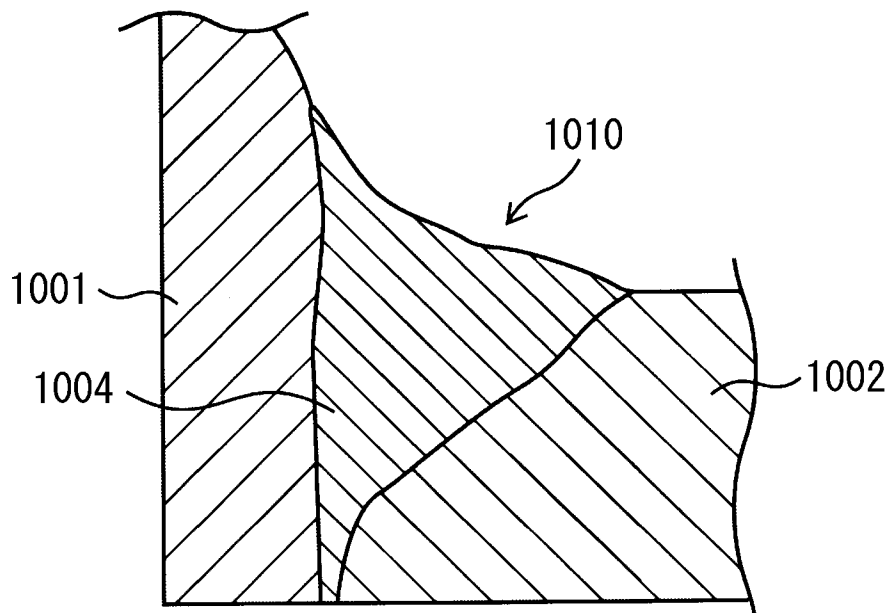
(B)



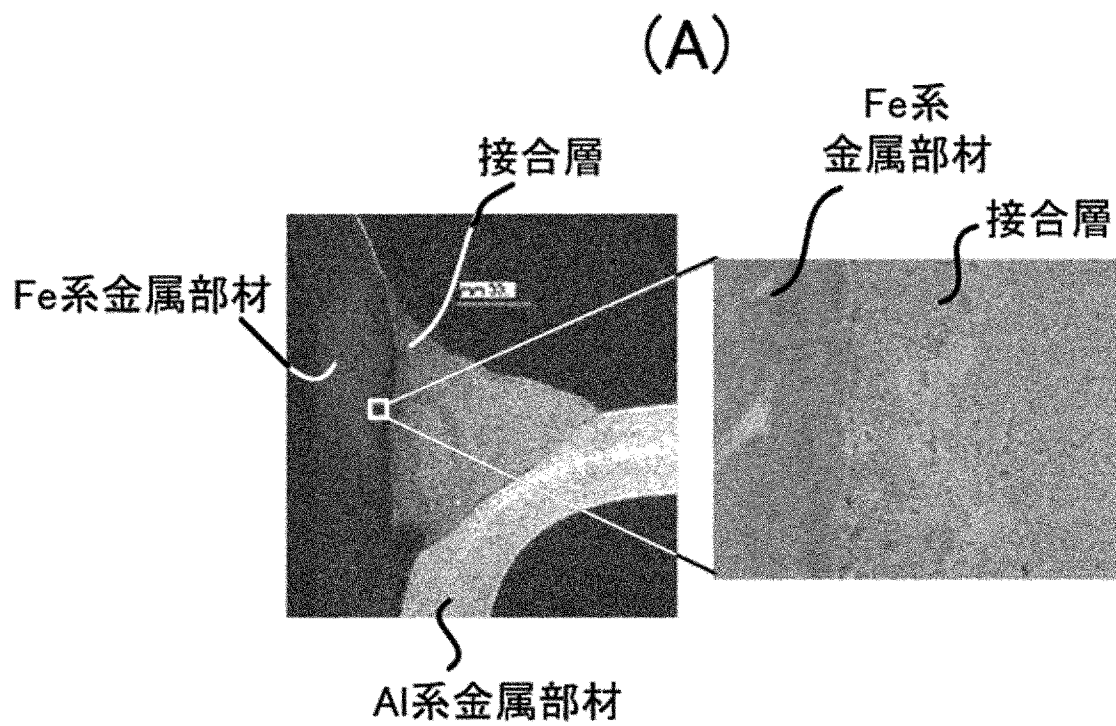
[図11]



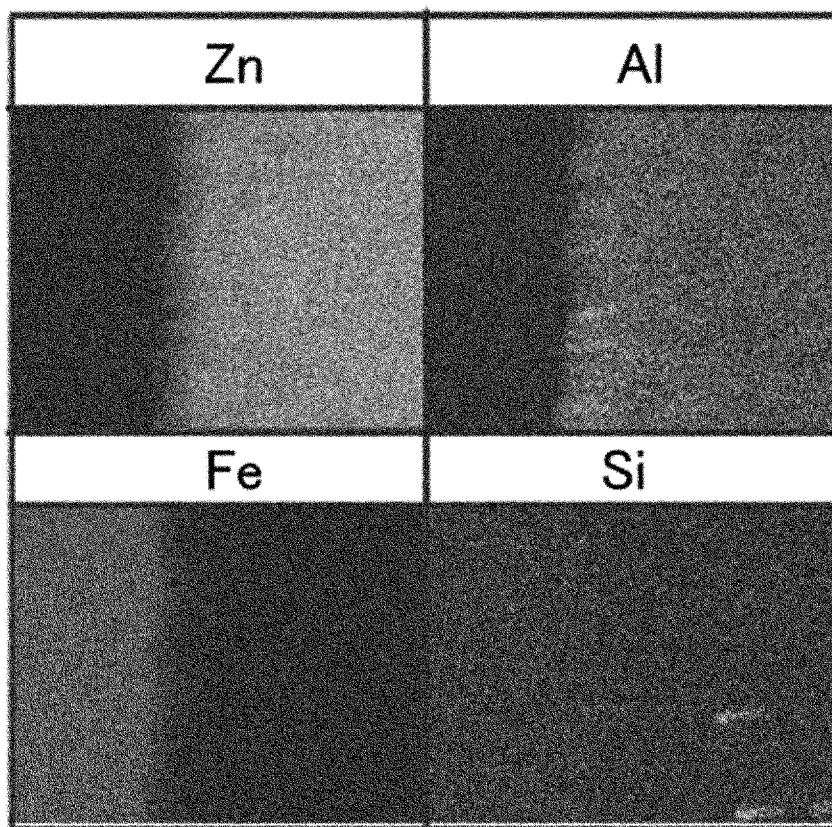
[図12]



[図13]

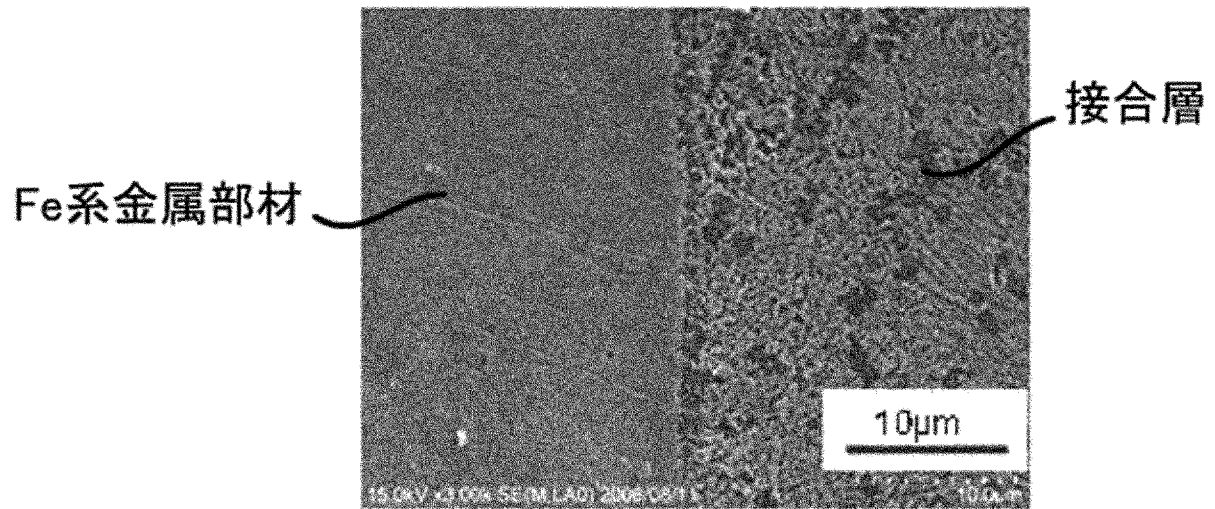


(B)

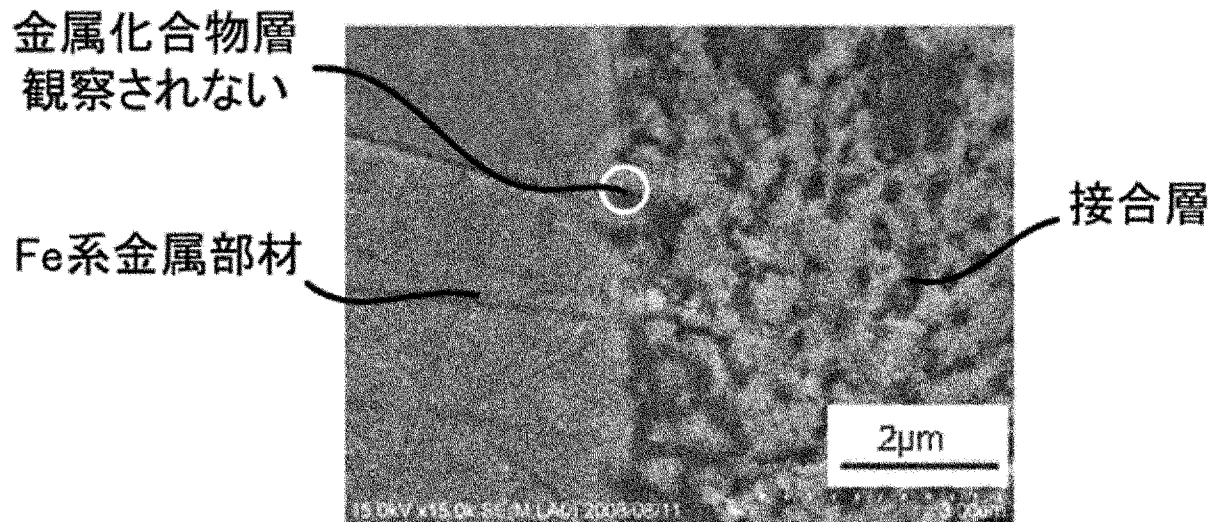


[図14]

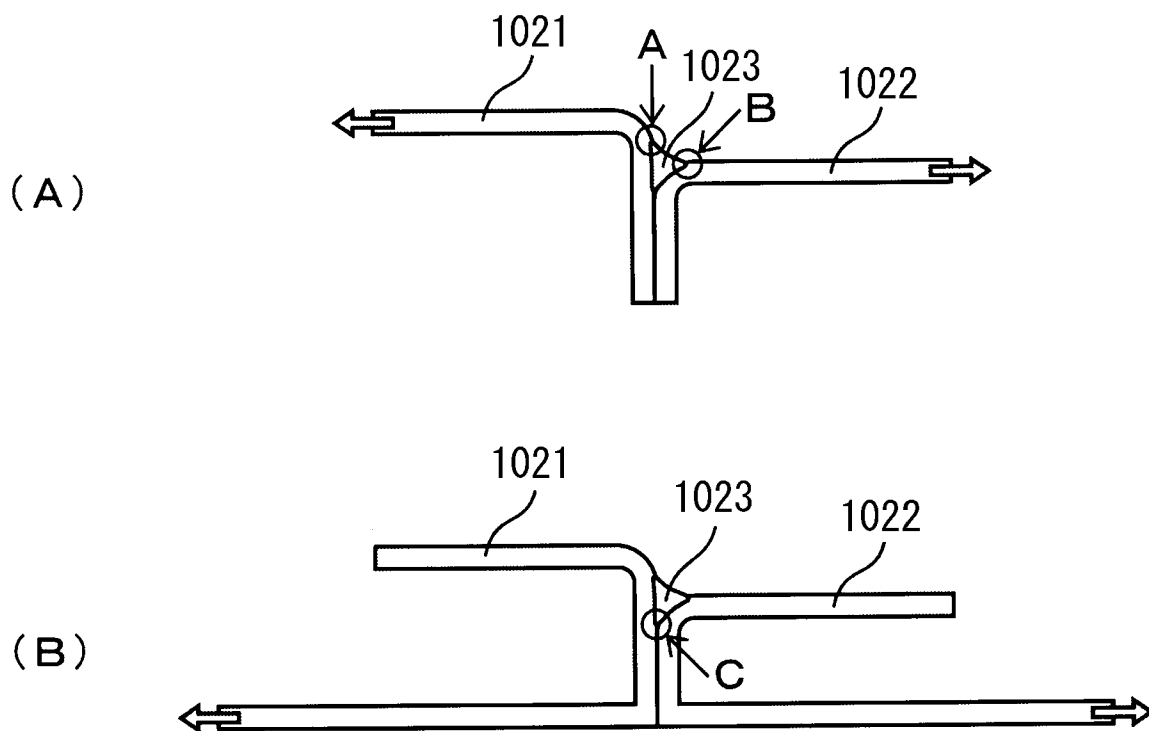
(A)



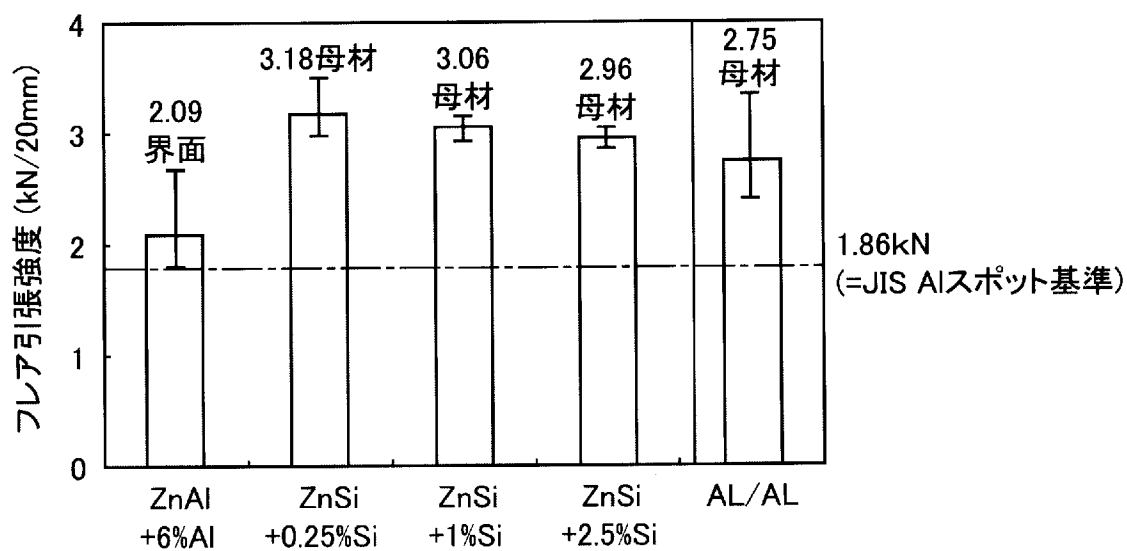
(B)



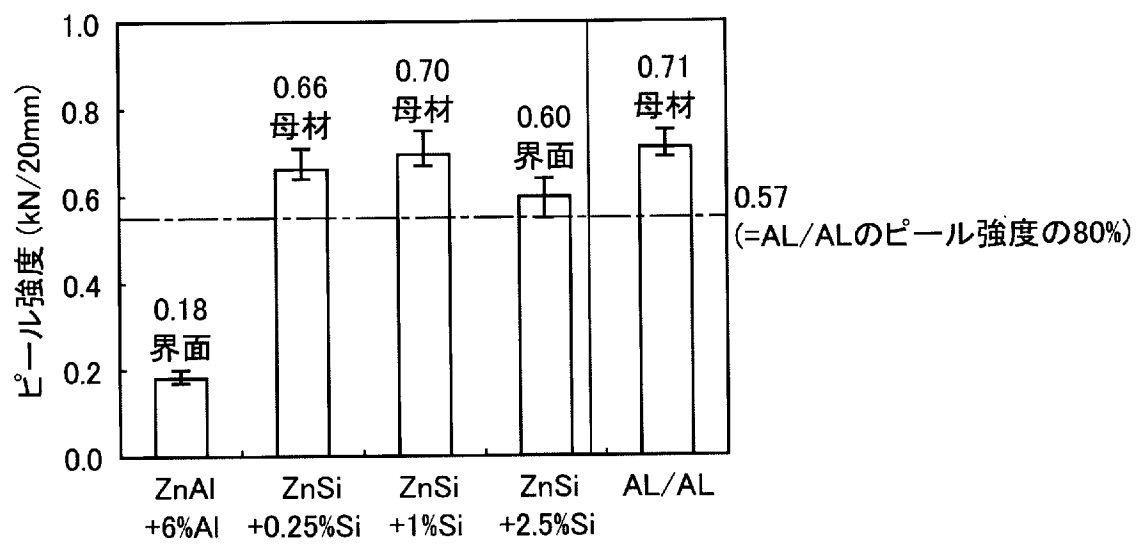
[図15]



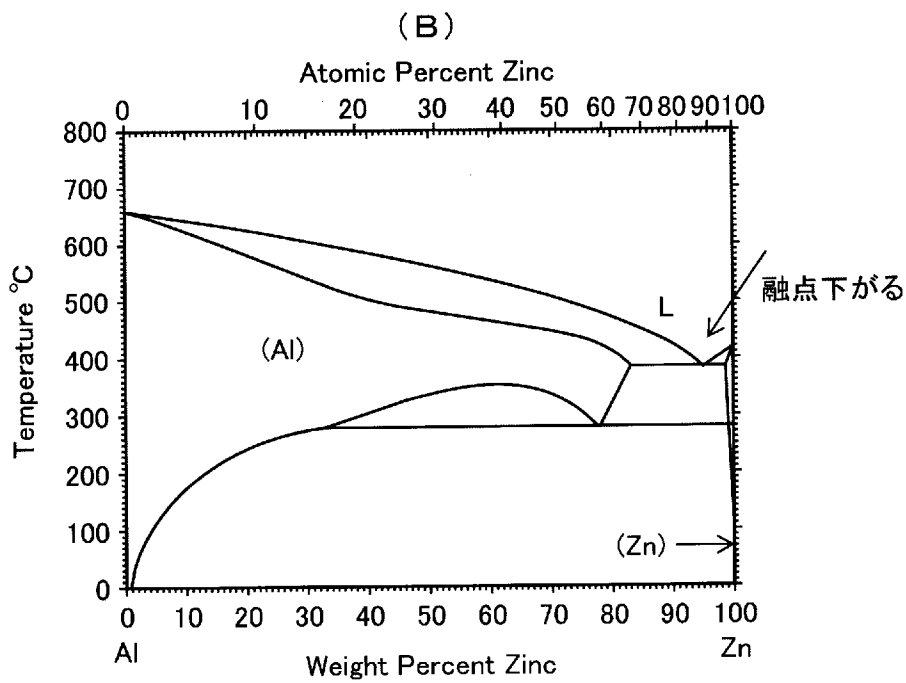
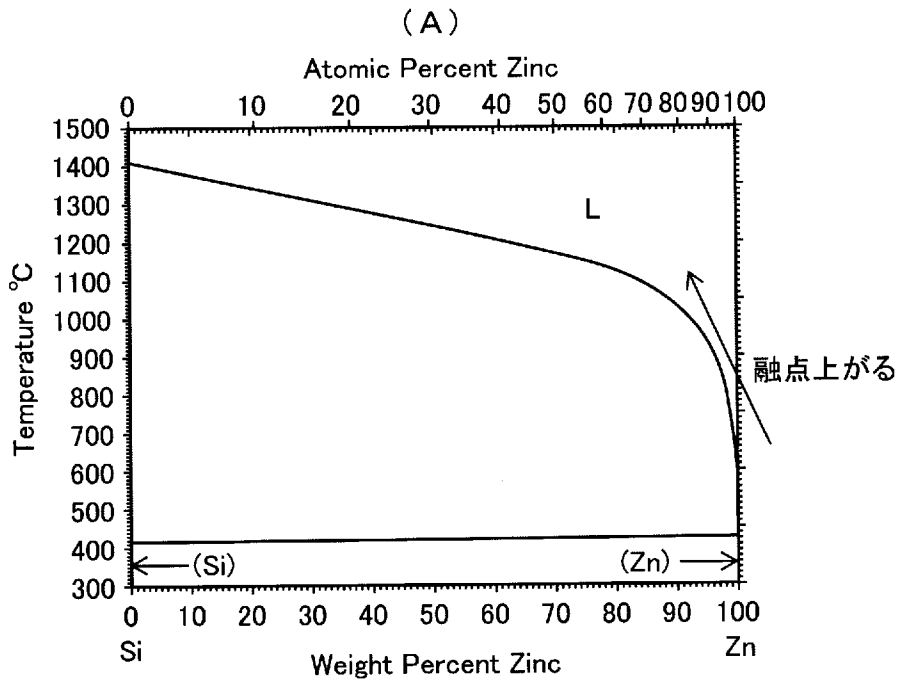
[図16]



[図17]

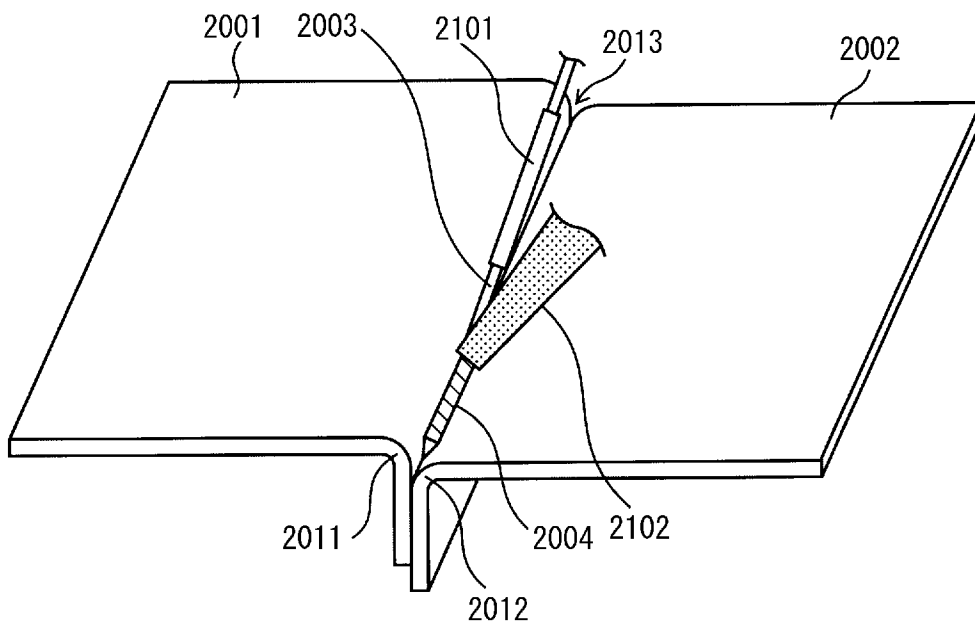


[図18]

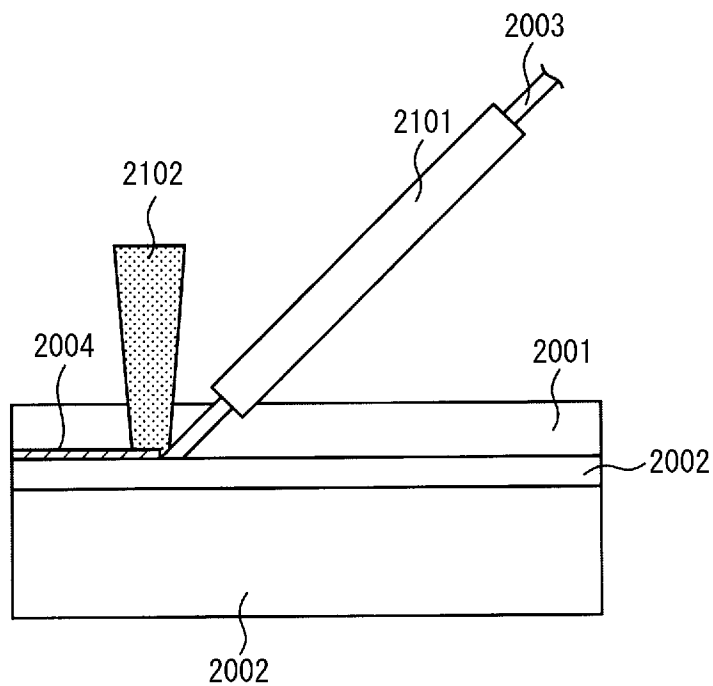


[図19]

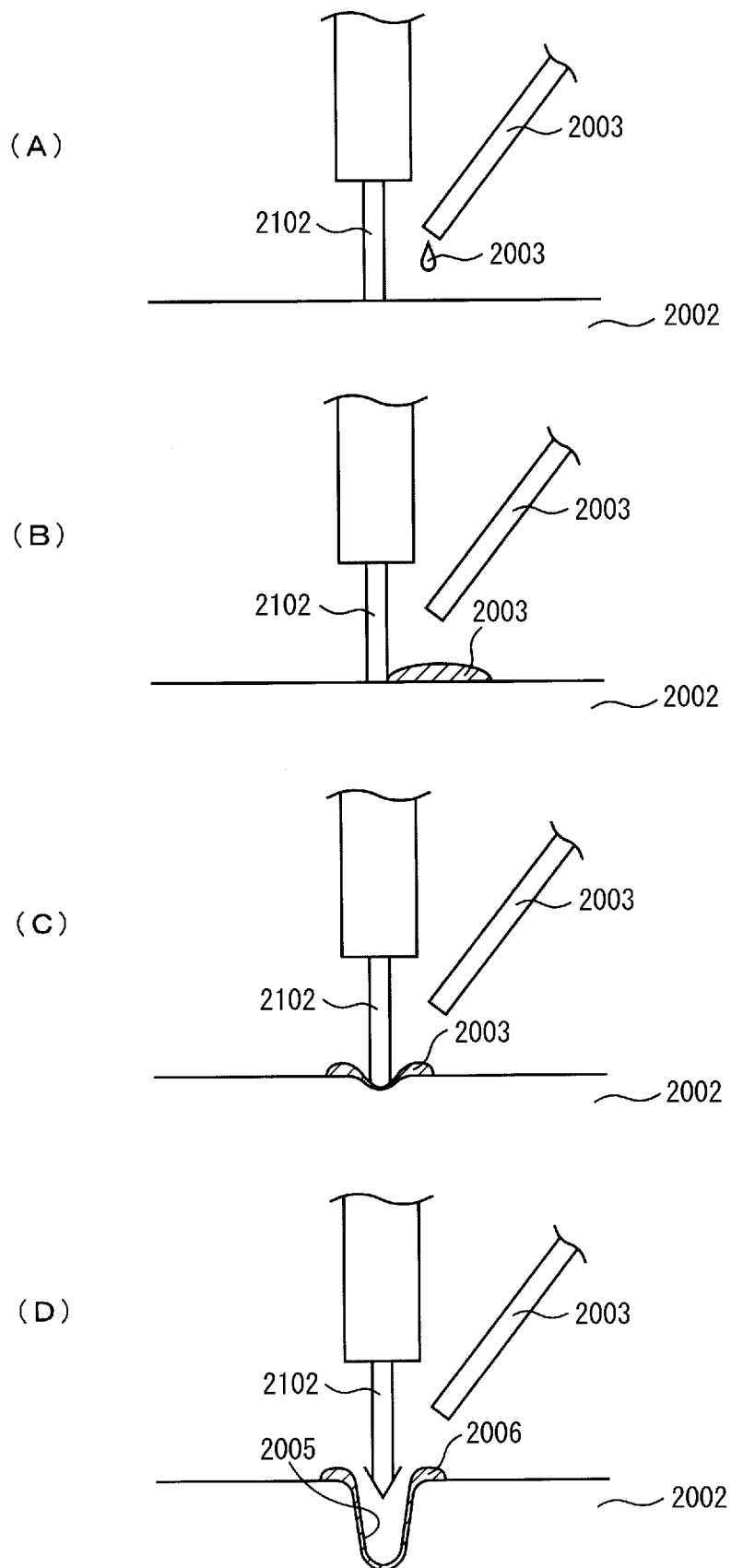
(A)



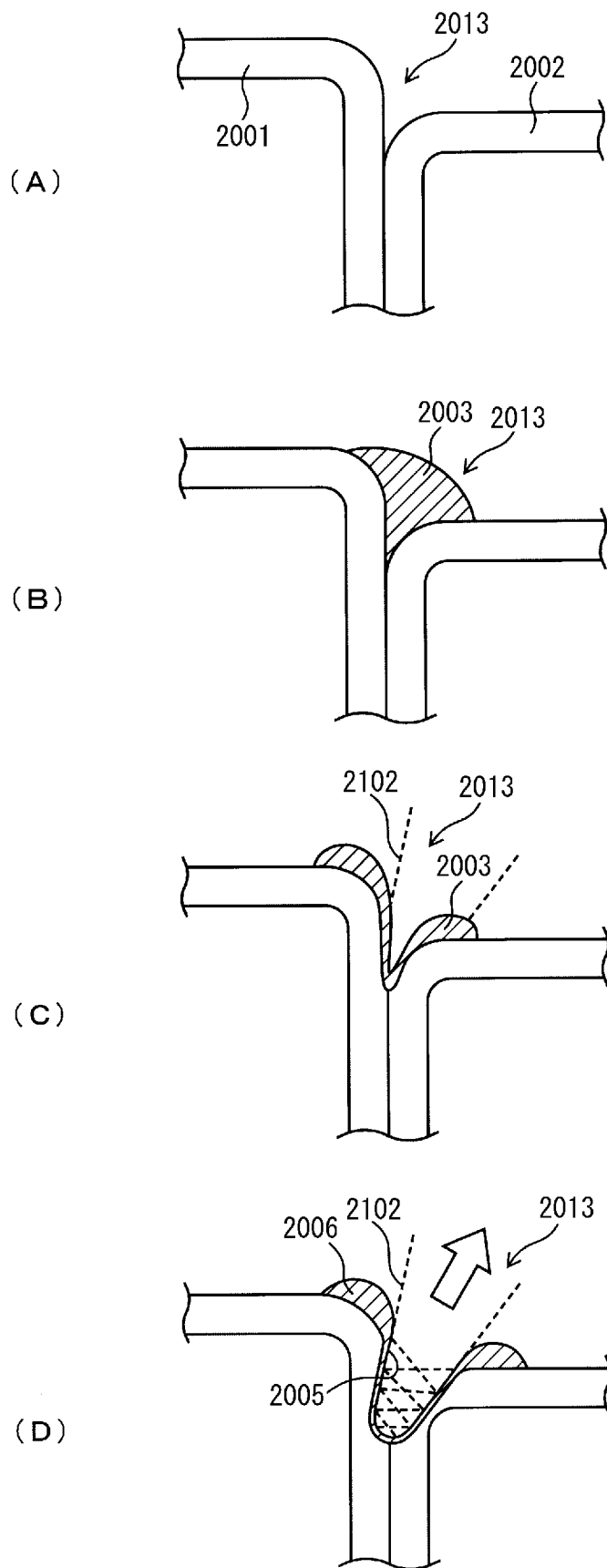
(B)



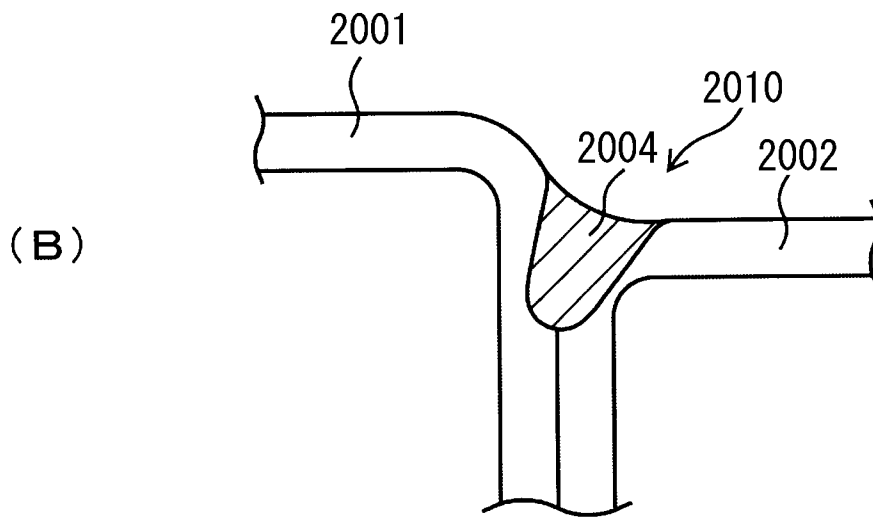
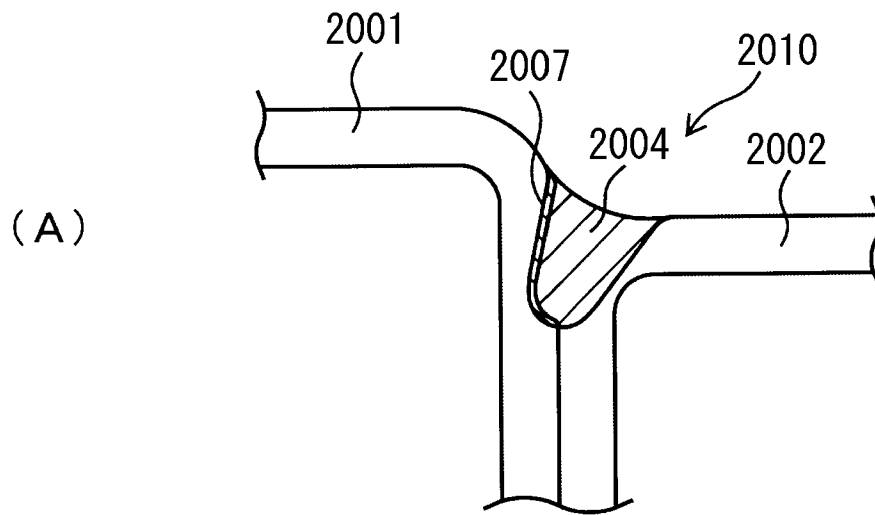
[図20]



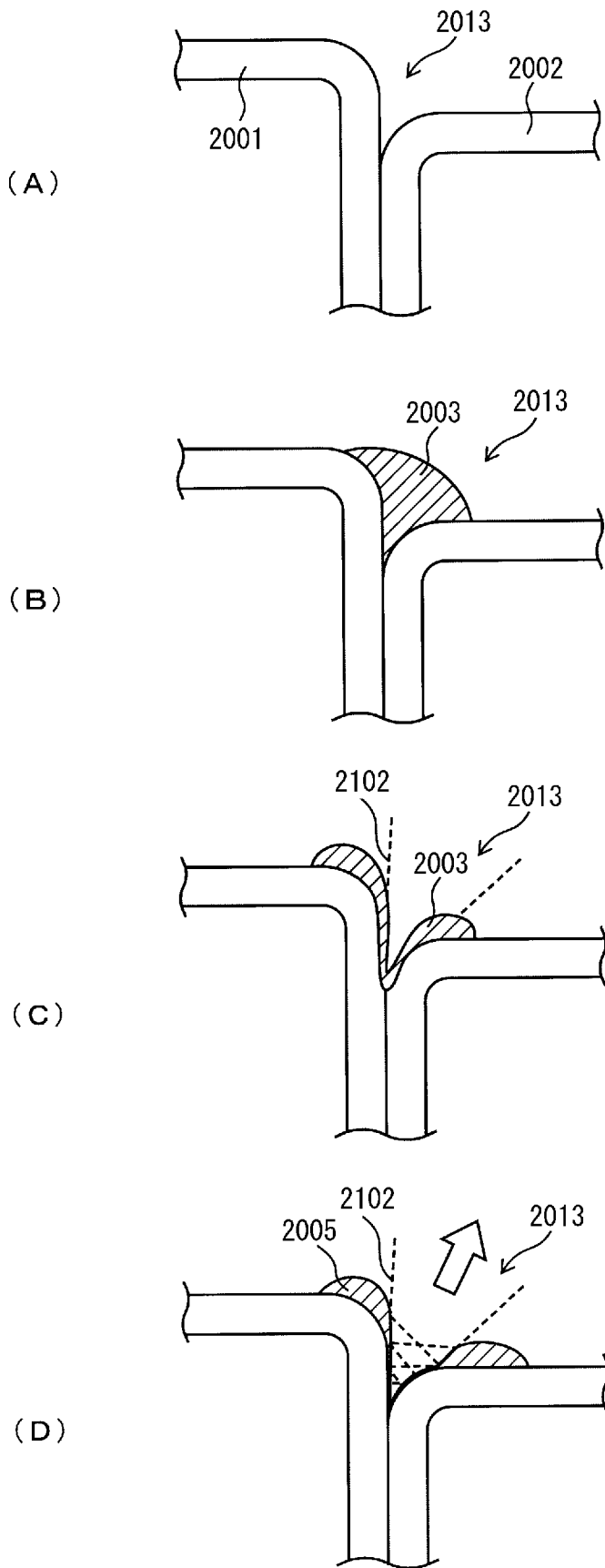
[図21]



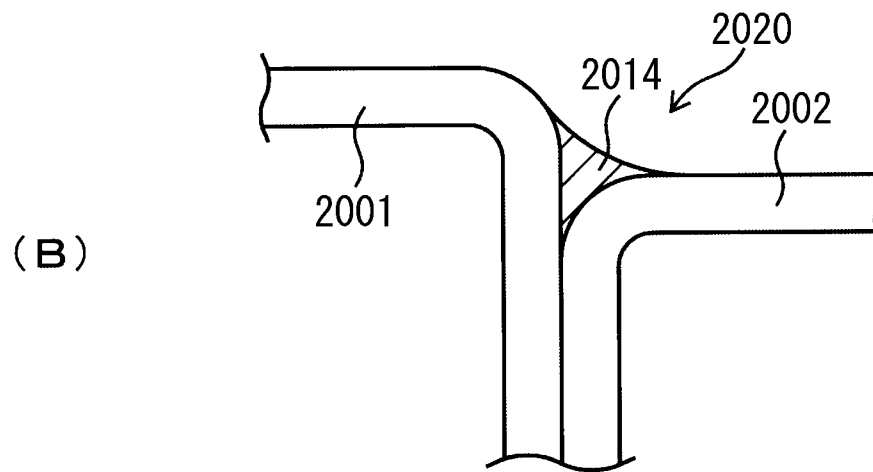
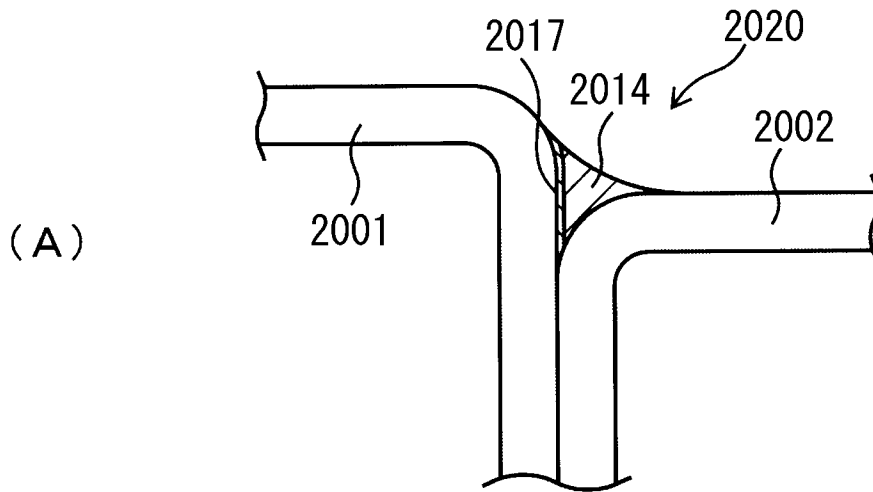
[図22]



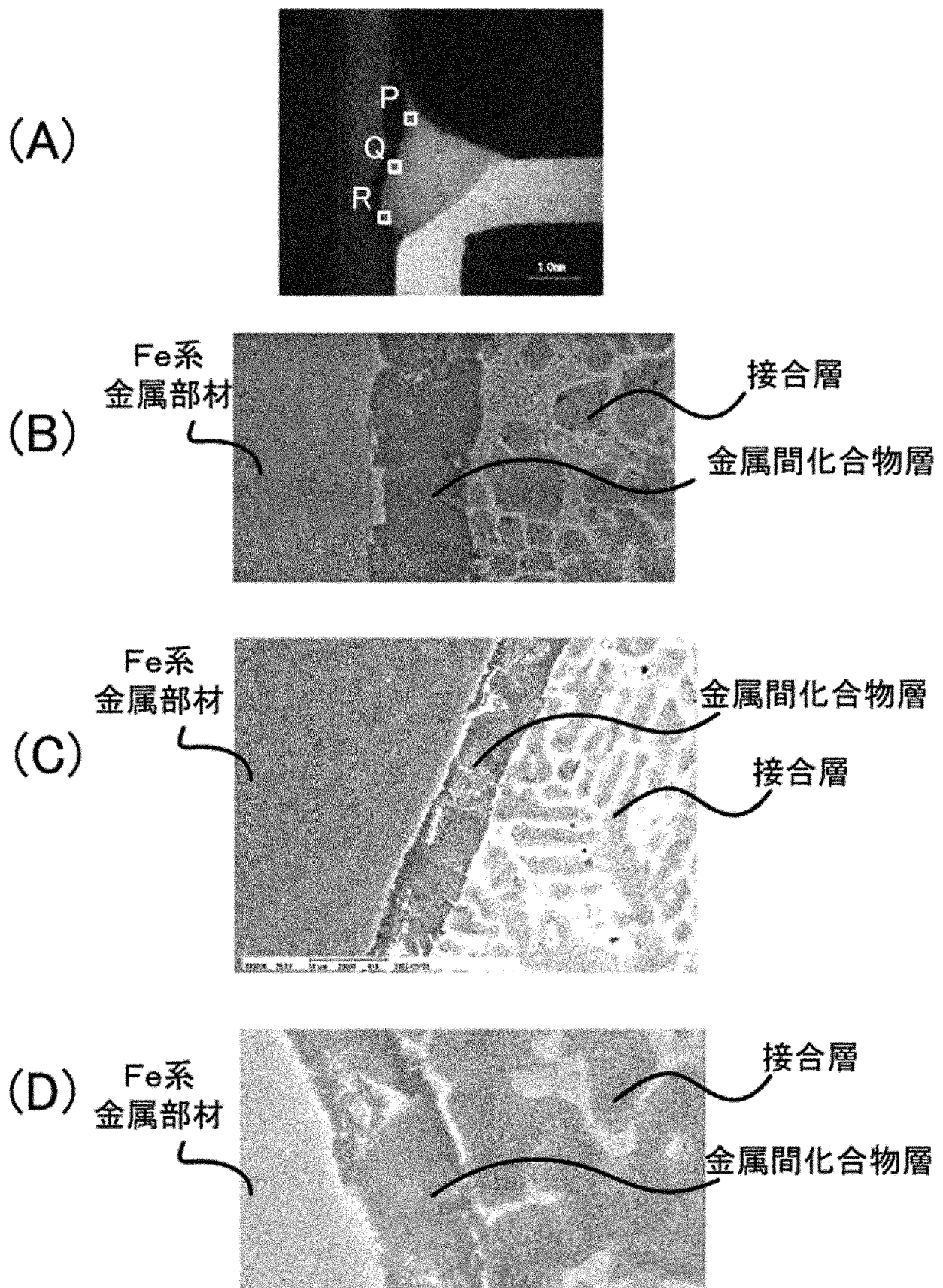
[図23]



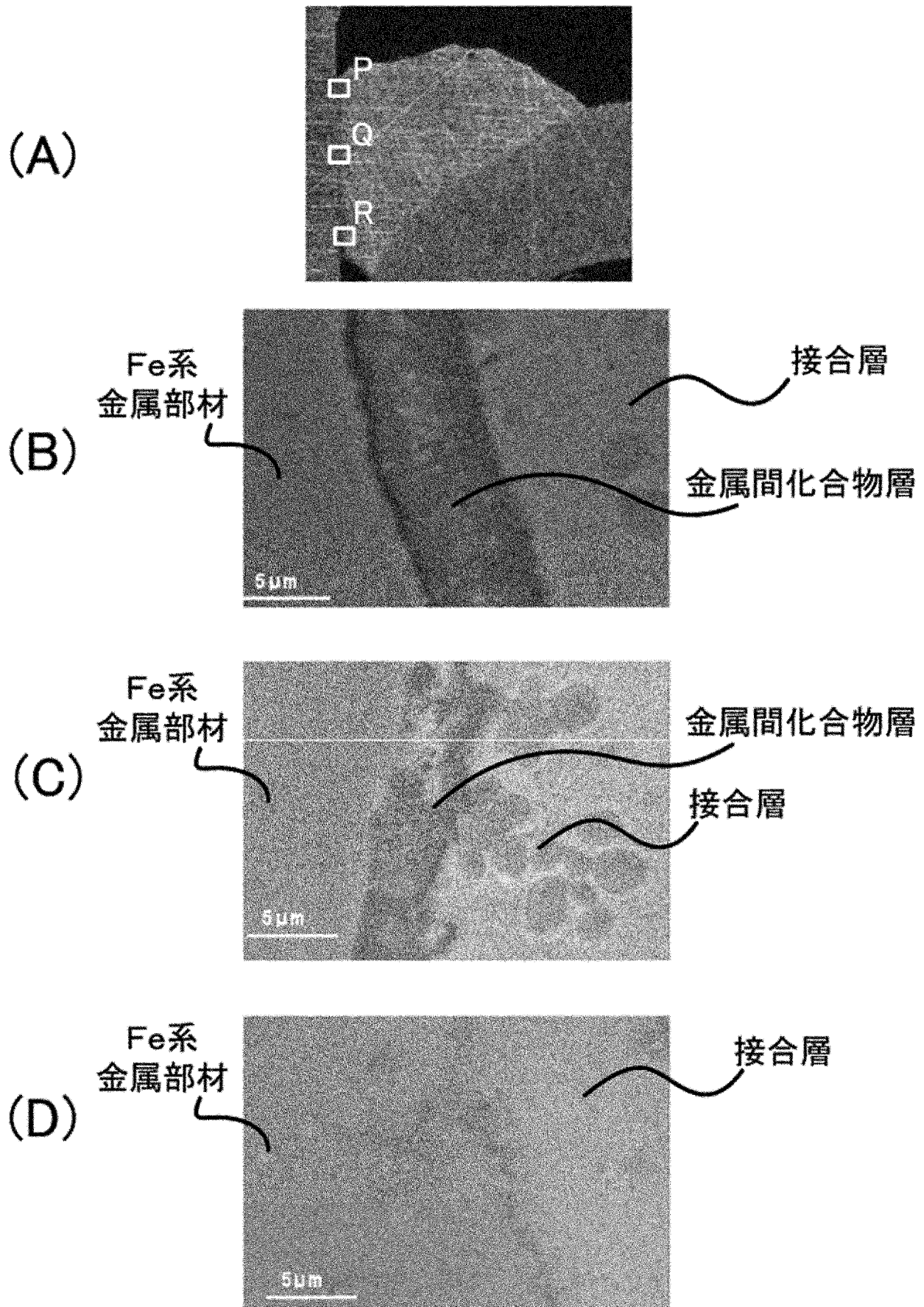
[図24]



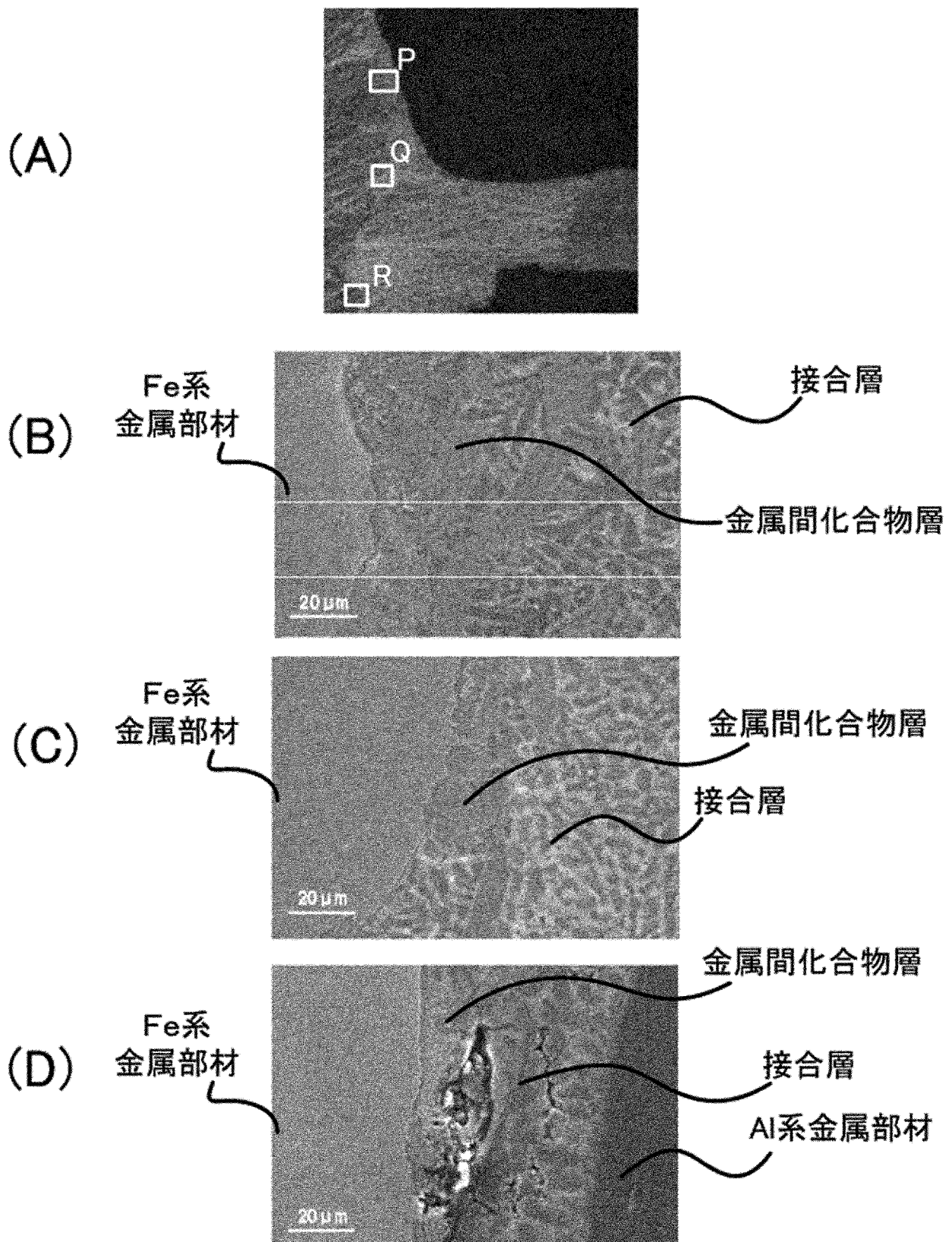
[図25]



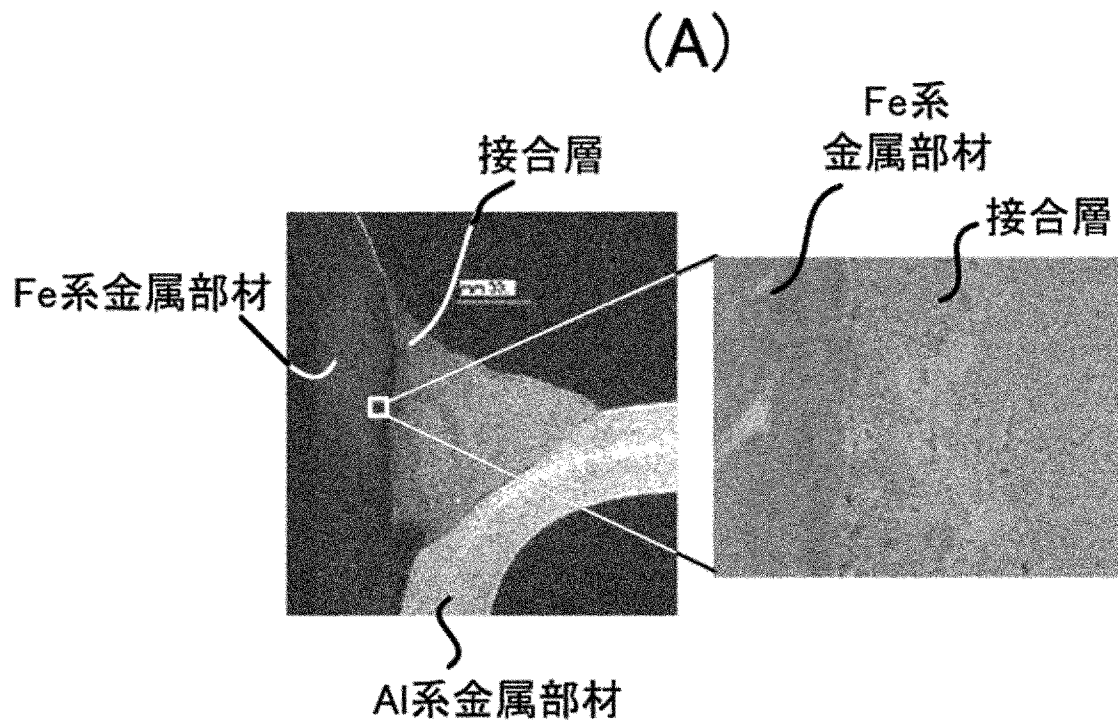
[図26]



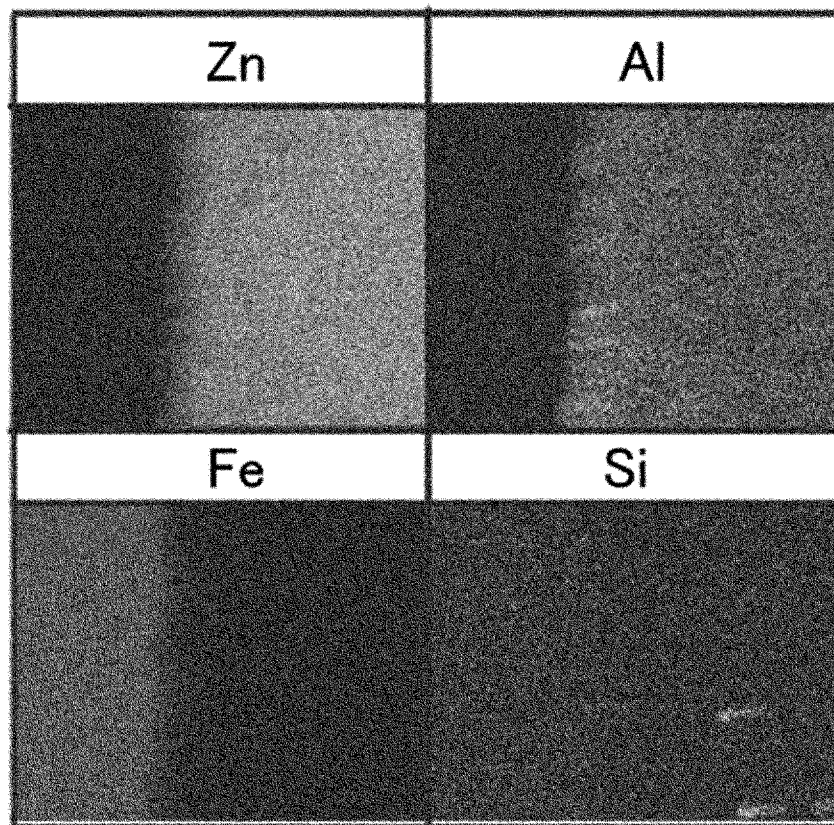
[図27]



[図28]

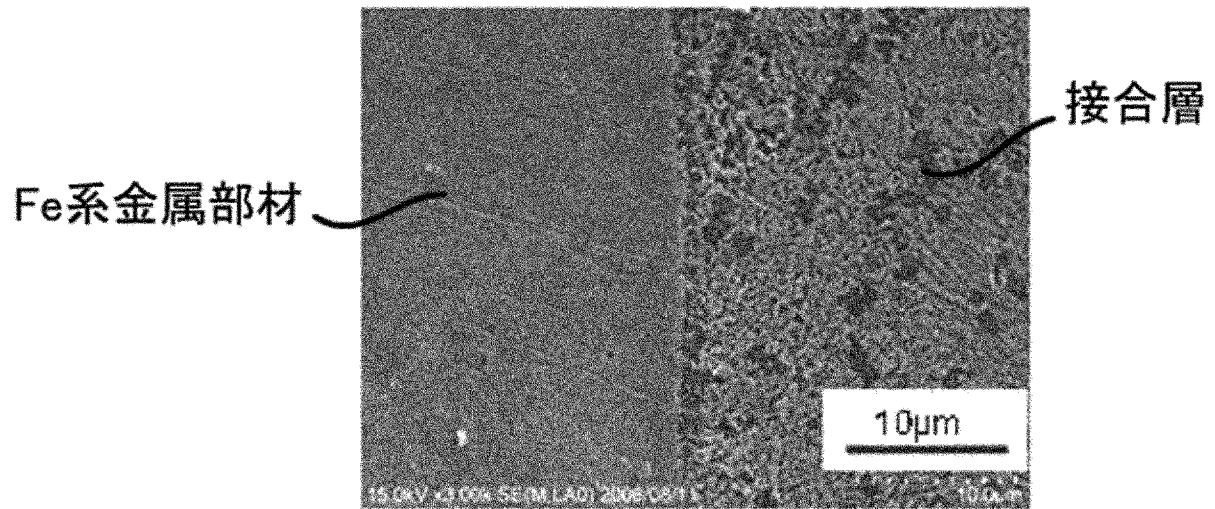


(B)

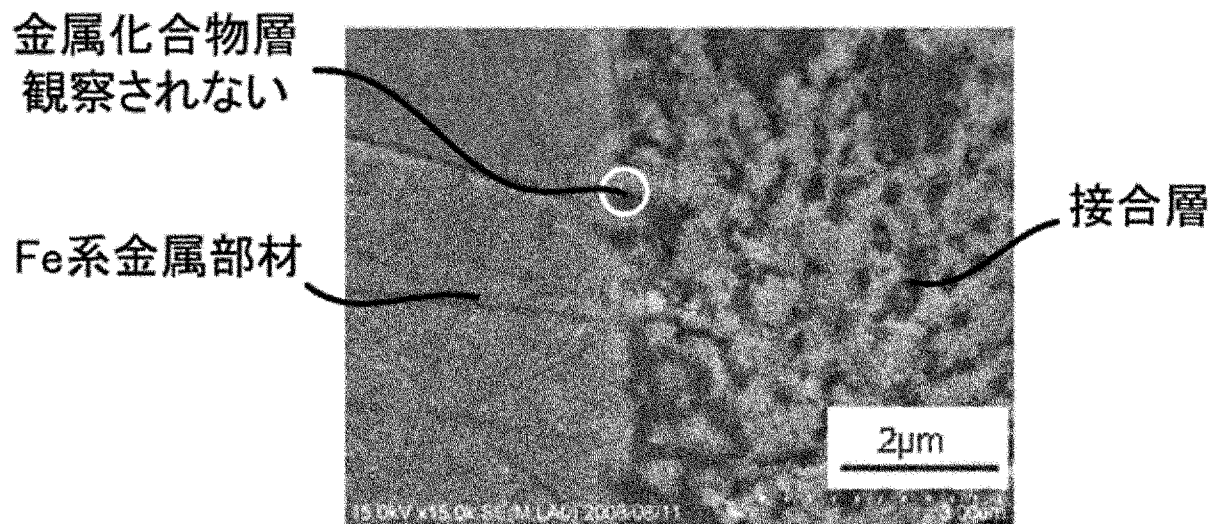


[図29]

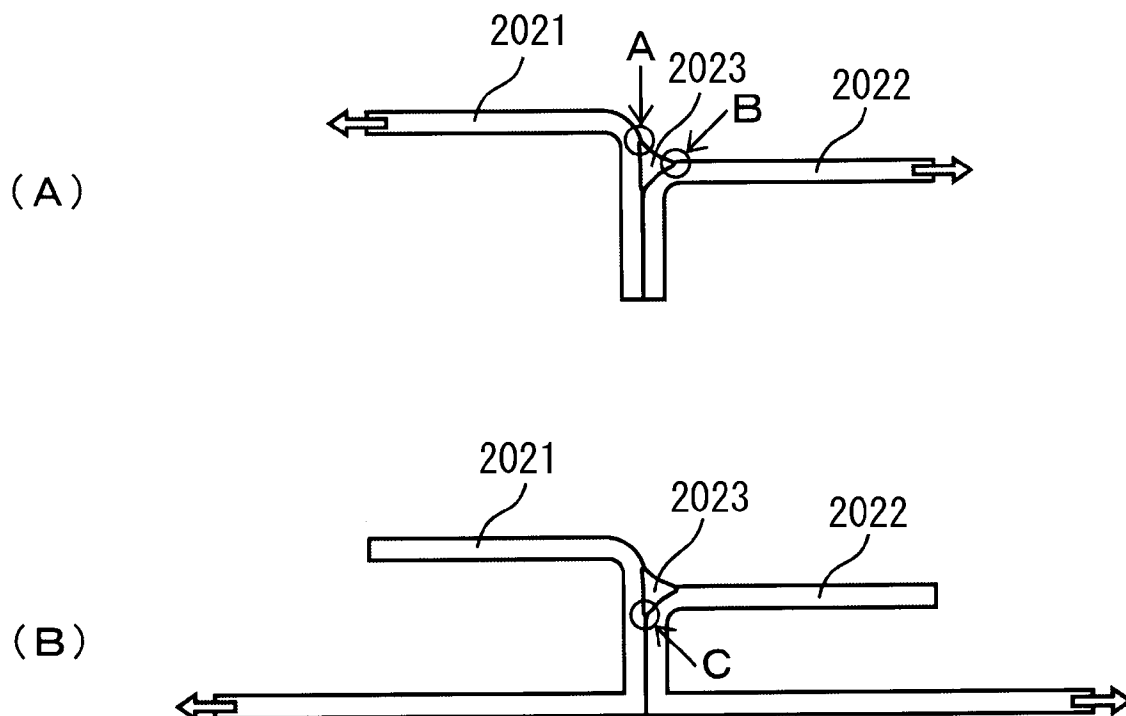
(A)



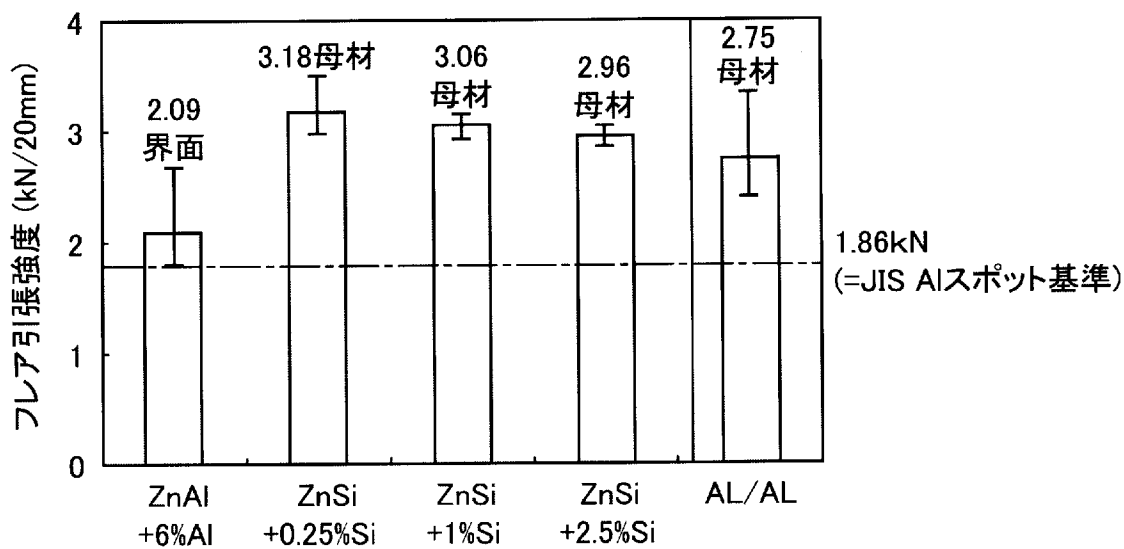
(B)



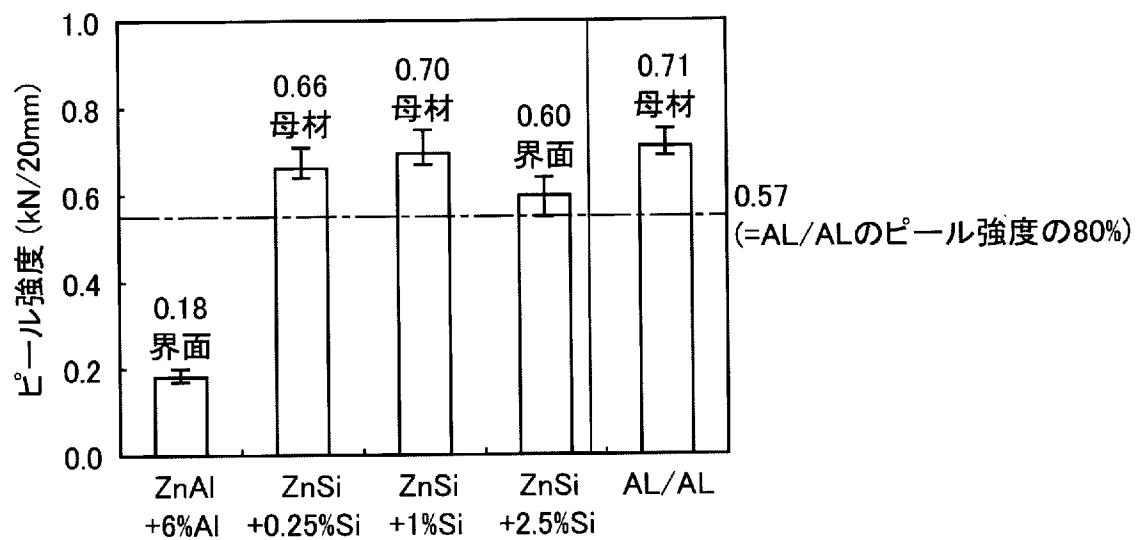
[図30]



[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/057928

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23K26/32(2006.01)i, B23K1/005(2006.01)i, B23K1/19(2006.01)i, B23K35/28(2006.01)i, C22C18/00(2006.01)i, B23K103/20(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B23K26/00-B23K26/42, B23K1/005, B23K1/19, B23K35/28, C22C18/00, B23K103/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2009</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2009</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2009</i>

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 3-291160 A (Showa Aluminum Corp.), 20 December, 1991 (20.12.91), Claim 1; page 3, upper right column, lines 10 to 13 (Family: none)	5-8
P, X	JP 2008-137034 A (Honda Motor Co., Ltd.), 19 June, 2008 (19.06.08), Par. Nos. [0015], [0020], [0022] (Family: none)	3, 4
A	JP 2008-6465 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 17 January, 2008 (17.01.08), Full text (Family: none)	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 27 July, 2009 (27.07.09)	Date of mailing of the international search report 11 August, 2009 (11.08.09)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/057928

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-223548 A (Daihen Corp.), 12 August, 2004 (12.08.04), Claim 1 (Family: none)	1-11
A	JP 2007-90436 A (Mazda Motor Corp.), 12 April, 2007 (12.04.07), Par. Nos. [0059] to [0063] (Family: none)	3-4
A	JP 2002-137077 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 14 May, 2002 (14.05.02), Par. No. [0021] (Family: none)	10-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/057928

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No. III of continuation of first sheet (2)

The special technical feature of the subject matter of claims 1-2 relates to "a bonding method which comprises bonding an iron-based metallic member constituted of an iron-based material to an aluminum-based metallic member constituted of an aluminum-based material with a zinc-based brazing material interposed between the iron-based metallic member and the aluminum-based metallic member, wherein during the bonding, that part of the iron-based metallic member which is to be bonded is heated at a temperature not lower than the melting point of the iron-based material."

The special technical feature of the subject matter of claims 3-4 relates to "a bonded structure obtained by bonding an iron-based metallic member constituted of an iron-based material to an aluminum-based metallic member constituted of an aluminum-based material with a bonding layer interposed therebetween comprising zinc as the main component, wherein the bonding layer contains aluminum and an intermetallic compound layer constituted of an Al-Fe-Zn intermetallic compound containing aluminum as the main component has been formed at the boundary between the iron-based metallic member and the bonding layer."

The subject matter of claims 1-2, which is a method, is an especially suitable method for producing the subject matter of claims 3-4, which is a product.

Consequently, it is considered that there are corresponding special technical features in the subject matter of claims 1-2 and the subject matter of claims 3-4.

The special technical feature of claims 5-9 relates to "a brazing material for use in bonding an iron-based metallic member constituted of an iron-based material to an aluminum-based metallic member constituted of an aluminum-based material, the brazing material comprising zinc, silicon, and incidental impurities."

The special technical feature of claims 10-11 relates to a technique in which "a brazing material is volatilized by irradiation with a laser beam to cause the laser beam to undergo multiple reflection."

Therefore, the subject matters of claims 1-4, the subject matter of claims 5-9, and the subject matter of claims 10-11 have no technical relationship involving one or more identical or corresponding special technical features, and hence are not considered to be so linked as to form a single general inventive concept.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B23K26/32(2006.01)i, B23K1/005(2006.01)i, B23K1/19(2006.01)i, B23K35/28(2006.01)i, C22C18/00(2006.01)i, B23K103/20(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B23K26/00-B23K26/42, B23K1/005, B23K1/19, B23K35/28, C22C18/00, B23K103/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 3-291160 A (昭和アルミニウム株式会社) 1991. 12. 20, 請求項 1、第 3 ページ右上欄第 10-13 行 (ファミリーなし)	5-8
P, X	JP 2008-137034 A (本田技研工業株式会社) 2008. 06. 19, 段落【0015】、【0020】、【0022】 (ファミリーなし)	3, 4
A	JP 2008-6465 A (日産自動車株式会社) 2008. 01. 17, 全文 (ファミリーなし)	1-11

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 07. 2009

国際調査報告の発送日

11. 08. 2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

丹治 和幸

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

3 P

3417

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-223548 A (株式会社ダイヘン) 2004. 08. 12, 請求項 1 (ファミリーなし)	1 - 1 1
A	JP 2007-90436 A (マツダ株式会社) 2007. 04. 12, 段落【0059】 - 【0063】 (ファミリーなし)	3 - 4
A	JP 2002-137077 A (日産自動車株式会社) 2002. 05. 14, 段落【0021】 (ファミリーなし)	1 0 - 1 1

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページを参照されたい。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1-2 に係る発明の特別な技術的特徴は「F e 系材料からなるF e 系金属部材とA l 系材料からなるA l 系金属部材との間にZ n系ろう材を介在して、前記F e 系金属部材と前記A l 系金属部材とを接合する接合方法であって、接合時に、前記F e 系金属部材の被接合部を、前記F e 系材料の融点以上の温度で加熱する」ことに関するものである。

また、請求項 3-4 に係る発明の特別な技術的特徴は「F e 系材料からなるF e 系金属部材とA l 系材料からなるA l 系金属部材とが、Z nを主成分とする接合層を間にして接合された接合構造であって、前記接合層はA l を含み、前記F e 系金属部材と前記接合層との境界部に、A l を主成分とするA l -F e -Z n系金属間化合物からなる金属間化合物層が形成されている」ことに関するものである。

そして、方法についての請求項 1-2 に係る発明は、生産物についての請求項 3-4 に係る発明の製造のために特に適した方法である。

よって、請求項 1-2 に係る発明と請求項 3-4 に係る発明の間には、対応する特別な技術的特徴が存在するものと認められる。

また、請求項 5-9 に係る発明の特別な技術的特徴は「F e 系材料からなるF e 系金属部材とA l 系材料からなるA l 系金属部材との接合に用いられるろう材において、Z n、S i、および、不可避不純物からなるろう材」に関するものである。

また、請求項 10-11 に係る発明の特別な技術的特徴は「レーザービームの照射によりろう材を蒸発させ、レーザービームを多重反射させる」ことに関するものである。

したがって、請求項 1-4 に係る発明、請求項 5-9 に係る発明及び請求項 10-11 に係る発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように関連しているものとは認められない。