

(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2010-100892

(P2010-100892A)

(43) 公開日 平成22年5月6日(2010.5.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z	
C 2 2 C 38/22 (2006.01)	C 2 2 C 38/22	
C 2 2 C 27/06 (2006.01)	C 2 2 C 27/06	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2008-272990 (P2008-272990)	(71) 出願人	594208536
(22) 出願日	平成20年10月23日 (2008.10.23)		安彦 兼次
			宮城県仙台市泉区高森6丁目27番9号
		(74) 代理人	100080687
			弁理士 小川 順三
		(74) 代理人	100077126
			弁理士 中村 盛夫
		(72) 発明者	安彦 兼次
			宮城県仙台市泉区高森6丁目27番9号

(54) 【発明の名称】 固相接合性に優れる高純度鉄合金

(57) 【要約】

【課題】同種材料同士だけでなく異種金属材料との固相接合性にも優れる高純度鉄合金（高純度鉄を含む）を提供する。

【解決手段】C，N，SおよびOの合計量が100massppm以下、好ましくはさらに、Cr：15～70mass%、Mo：10mass%以下、W：10mass%以下およびNi：10mass%以下のうちから選ばれる1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物の成分組成からなり、固相接合部の引張強さが母材の90%以上である固相接合性に優れる高純度鉄合金。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C, N, S および O の合計量が 100 mass ppm 以下、残部が Fe および不可避免的不純物の成分組成からなり、固相接合部の引張強さが母材の 90% 以上である固相接合性に優れる高純度鉄合金。

【請求項 2】

上記成分組成に加えて、Cr: 15~70 mass%、Mo: 10 mass% 以下および W: 10 mass% 以下のうちから選ばれる 1 種または 2 種以上を含有することを特徴とする請求項 1 に記載の高純度鉄合金。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、固相拡散接合性や摩擦接合性等の固相接合性に優れるフェライト系の高純度鉄合金に関するものである。ここで、本発明の高純度鉄合金には、高純度の鉄を含むものとする。ここで、本発明の上記高純度鉄合金には、極微量の C, N, S および O を含有する高純度鉄（純 Fe）も含むものとする。

【背景技術】

【0002】

金属材料の接合方法は、機械的締結や塑性変形を利用する機械的接合、溶接接合および接着接合に大別されている。このうち、溶接接合は、被接合材同士を溶融して接合する溶融接合（融接）、被溶接材料は固体のまま、金属原子を拡散させて接合する固相接合、および被溶接材料は固体のまま、ろう材等の第 3 の結合助材を介して接合する液相・固相接合に分けられる。

20

【0003】

さらに、上記固相接合は、拡散接合（固相拡散接合）、摩擦接合、熱間圧接、冷間圧接（常温圧接）、爆発圧接、超音波接合およびガス圧接等に分類される。上記拡散接合は、接合する材料同士を密着させ、真空や不活性ガス中などの制御された雰囲気中で、母材の融点以下の温度条件で加熱・加圧することによって、接合面間に生じる原子の拡散を利用して接合する方法である。また、上記摩擦接合は、接合しようとする材料同士を接触させ、一定の加圧と回転との機械的エネルギーによって摩擦熱を発生させ、両材料が適当な軟化状態になったところで回転運動を急停止し、さらに大きな加圧力を加えることによって接合する方法であり、摩擦圧接、摩擦溶接とも呼ばれている。

30

【0004】

上記固相接合は、低温度・低変形で接合する技術であるため、材料的に溶融溶接が極めて困難な材料や溶かすとうまく接合できない材料の接合に適している。また、異種金属との接合が比較的容易で、さらに、拡散接合の場合、面接合ができることから内部に空間を有する中空部品の製造にも適用できるという特徴がある。

【0005】

上記拡散接合を利用した技術として、ジェット機や発電プラント等に用いられるタービンブレードの製造方法がある。この製造方法は、1 枚のブレード本体を複数の分割片として構成し、予め分割片の接合面に冷媒通路用の溝を形成しておき、これらを相互に接合することにより、各分割片の接合面間に冷媒通路を形成する方法であり、精密鑄造などによってブレード本体内部に冷媒通路を一体成形する方法に比べて簡便で、また、任意の形状の冷媒通路を形成しやすいという利点がある。

40

【0006】

しかし、ブレード部品を、例えば、厚み方向で 2 分割して製造し、冷却通路に相当する部分に溝を掘り、組み立てて拡散接合する方法は、大面積での接合が必要であり、接合面の一部では十分な接合が得られないことがある。そこで、分割片同士の間に、この鑄造材より硬度が低くほぼ同様の高温強度を有するインサート材を介して拡散接合する方法（例えば、特許文献 1 参照）や、分割ブレード片を相互に重ね合わせ、この状態でそれらの接

50

合面に所定の圧力を加えながら直流電流および／またはパルス電流を流して仮接合し、しかる後に所定の雰囲気温度で熱処理を施して分割ブレード片を強固に接合する方法（例えば、特許文献２参照）が提案されている。

【０００７】

また、摩擦接合の適用例としては、エンジンバルブやアクセルシャフト等の自動車部品のほか、自転車のハブ、ローラーや配管等の各種機械部品、ボックスレンチやラチェットレンチ、ドリル・リーマ等の工具類など、広い分野で用いられている。しかし、この方法は、異種金属の接合等の場合には、接合条件を厳密に管理する必要があり、適用範囲が限られていた。また、実用上、重要である鉄合金とＡｌ合金とを摩擦接合することは、従来技術では困難であった。

10

【特許文献１】特開平１１－１１４６６２号公報

【特許文献２】特開２００３－１６６４０４号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

さらに、特許文献１や特許文献２の技術はいずれも、従来の拡散接合技術が抱える問題を、接合条件を適正化するという観点から改善しようとするものに過ぎず、接合素材自体の拡散接合性を改善するという観点からの検討は一切なされていない。この点は、摩擦接合の場合もまったく同様である。

【０００９】

20

そこで、本発明の目的は、同種金属同士だけでなく異種金属材料との固相接合性にも優れた高純度鉄合金（高純度鉄を含む）を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

発明者らは、かねてから、純鉄やＣｒ－Ｆｅ系合金を高純度化することによる材料特性の変化に着目し、研究を重ねてきた。その結果、純鉄やＣｒ－Ｆｅ系合金を、従来の不純物混入レベルを超えてさらに低減し、Ｃ，Ｎ，ＳおよびＯの合計を１００ｍａｓｓｐｐｍ以下に高純度化することにより、同種金属同士のみならず異種金属材料との固相接合性にも優れる金属材料を得ることができることを知見し、本発明を完成させた。

【００１１】

30

すなわち、本発明は、Ｃ，Ｎ，ＳおよびＯの合計量が１００ｍａｓｓｐｐｍ以下、残部がＦｅおよび不可避免的不純物の成分組成からなり、固相接合部の引張強さが母材の９０％以上である固相接合性に優れる高純度鉄合金である。

【００１２】

本発明の高純度鉄合金は、上記成分組成に加えて、Ｃｒ：１５～７０ｍａｓｓ％、Ｍｏ：１０ｍａｓｓ％以下およびＷ：１０ｍａｓｓ％以下のうちから選ばれる１種または２種以上を含有することの特徴とする。

【発明の効果】

【００１３】

40

本発明によれば、固相拡散接合性や摩擦接合性に優れる固相接合性に優れる高純度鉄および高純度鉄合金を得ることができる。また、本発明の高純度鉄および高純度鉄合金は、固相接合性に優れるだけでなく、加工性や溶接性、耐食性、耐酸化性、高温強度特性にも優れるので、高温腐食雰囲気下で使用される強度部材の素材としても好適に用いることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

本発明に係る高純度鉄および高純度鉄合金の成分組成について説明する。

（Ｃ＋Ｎ＋Ｓ＋Ｏ）：１００ｍａｓｓｐｐｍ以下

Ｃ，Ｎ，ＳおよびＯは、鋼中に不可避免的に混入してくる不純物元素である。これらの元素は、他の元素と炭窒化物や硫化物、酸化物等を形成し、粒界や粒内に析出して、加工性

50

や耐食性、溶接性の低下を引き起こす。特に、これらの元素の合計量が100mass ppmを超えると、固相接合した接合界面に厚く不均一な界面層が形成されるため、接合強度の低下が顕著となる。よって、本発明では、C、N、SおよびOは、合計で100mass ppm以下に制限する必要がある。好ましくは、50mass ppm以下、より好ましくは、30mass ppm以下である。

【0015】

なお、C、N、SおよびOは、合計で100mass ppm以下であることが必須であるが、個々の成分については、C：20mass ppm以下、N：20mass ppm以下、S：10mass ppm以下およびO：50mass ppm以下であることが好ましく、C：10mass ppm以下、N：10mass ppm以下、S：5mass ppm以下およびO：30mass ppm以下であることがより好ましい。

10

【0016】

本発明の高純度鉄合金は、上記C、N、SおよびO以外の成分として、Cr、WおよびMoのうちから選ばれる1種または2種以上を下記範囲で含有することができる。

Cr：15～70mass %

Crは、本発明の高純度鉄合金においては、強度と耐食性を確保するために添加する。斯かる効果を発現させるためには、Crを15mass %以上添加することが好ましい。Crが15mass %未満では、強度や耐食性の向上効果が十分に得られない。一方、Crの含有量が70mass %を超えると、上記効果が飽和すると共に、韌性も低下するようになる。より好ましいCrの範囲は、30～65mass %である。

20

【0017】

W：10mass %以下

Wは、強度を高めるのに有効な元素であり、必要に応じて添加することができる。しかし、10mass %を超えて添加した場合には、韌性の低下を招く。よって、Wは、10mass %以下添加するのが好ましい。より好ましくは1～6mass %の範囲である。

【0018】

Mo：10mass %以下

Moは、強度を高めるのに有効な元素であり、必要に応じて添加することができる。しかし、10mass %を超えて添加した場合には、韌性の低下を招く。よって、Moは、10mass %以下添加するのが好ましい。より好ましくは2～6mass %の範囲である。

30

【0019】

本発明の高純度鉄合金は、上記成分以外の残部は、Feおよび不可避的不純物である。しかし、上記以外の成分は、本発明の作用効果を害さない範囲であれば含有することができ、例えば、Si：0.015mass %以下、Mn：0.01mass %以下、P：0.01mass %以下、Al：0.05mass %以下、Ni：0.60mass %以下の範囲で含有してもよい。

また、NbおよびTiは、C、Nと炭窒化物を形成したり、Sと硫化物等を形成したりして析出し、高温強度を高める元素であり、Nb：1mass %以下、Ti：1mass %以下の範囲で必要に応じて添加することができる。なお、これらの元素を同時添加する場合には、合計で1.5mass %以下に制限するのが好ましい。

40

また、Bは、粒界の強度を高める元素であり、必要に応じて0.0050mass %以下の範囲で含有することができる。

その他の不可避的不純物としては、Cu、Pb、As、Sn、Zn、Zr等があるが、これらの元素は合計で0.01mass %以下に制限することが好ましい。

【0020】

上記成分組成を有する本発明の高純度鉄合金は、固相接合時において表面に生成している酸化皮膜等の厚さが極めて薄いことに起因して、優れた固相接合性を有する。その結果、従来接合が困難であったAl合金のような異種金属との固相接合や、タービンブレードのような大面積の接合を伴う固相接合でも、確実に接合することが可能となる。

50

【0021】

そのため、本発明の高純度鉄合金同士あるいは本発明の高純度鉄合金と他の金属とを固相接合したときの接合界面強度は、母材強度の90%以上である。ここで、母材強度の90%以上とは、例えば、本発明の高純度金属同士を固相接合した場合には、その接合界面を含む試験片を引張試験したときの引張強さが母材（高純度鉄合金）の引張強さの90%以上であることを意味する。また、例えば、本発明の高純度鉄合金と、それより強度の低いA1合金とを接合した場合には、その接合界面を含む試験片を引張試験したときの引張強さが母材（A1合金）の引張強さの90%以上であることを意味する。また、上記強度は、引張強さだけでなく、曲げ強度においても同様である。

【0022】

さらに、本発明の高純度鉄合金は、固相接合性に優れるだけでなく、加工性や溶接性、耐食性、耐酸化性、高温強度特性にも優れるので、高温腐食環境下で使用される高強度部材、例えば、ガスタービンやジェット機などのタービンブレードや、自動車部品の素材としても好適に用いることができる。

【実施例1】

【0023】

C: 10 mass ppm、N: 27 mass ppm、S: 7 mass ppm、O: 40 mass ppm (C+N+S+O: 84 mass ppm)、Cr: 50 mass %、W: 3 mass %、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる高純度50Cr-W-Fe合金から、幅80mm×長さ120mm×厚さ50mmのブロック材を2枚採取し、図1に示したように、それぞれのブロック材の片表面に2mmφの半円状の溝を井桁状に形成したのち、両ブロックを重ね合わせて、真空雰囲気中で5MPaの圧力を付加しながら、1200℃×2時間のホットプレスを行い、拡散接合させた。その後、その接合材を切削加工し、内部に2mmφの冷媒用通路を有する、図2に示した形状を有するタービンブレードを作製した。図3は、上記タービンブレードの接合部のマイクロ組織写真を示したものである。接合部の界面には欠陥部分は認められず、また、接合部の結晶粒は母材の結晶粒とほとんど差がなく、しかも、一部の結晶粒では接合面を挟んで粒が連続している箇所も認められ、固相接合性に優れていることがわかる。

【実施例2】

【0024】

上記実施例1と同じ素材を同じ条件で拡散接合した接合材から、長さ方向両端部（上端部、下端部）および中央部から、接合面を平行部の中央に有する試験片を採取して引張試験を行い、引張強さおよび破断箇所を調べた。その結果を表1に、また、破断後の試験片の外観写真を図4に示した。

【0025】

【表1】

試験片採取位置	引張特性	
	引張強さ(MPa)	破断位置
上端部	460	母材
中央部	447	母材
下端部	453	母材

【0026】

上記結果から、本発明の高純度材同士を接合した場合には、破断は、いずれも固相接合部ではなく、母材で起こっていることから、接合部の引張強度は、母材と同等以上である

ことがわかる。因みに、本発明の上記高純度材の引張強さは455MPaである。

また、上端部、中央部および下端部のすべての箇所、母材で破断していることから、大面積の固相接合でも均一な接合が得られることがわかる。

【実施例3】

【0027】

C: 10massppm、N: 8massppm、S: 6massppm、O: 24massppm、C+N+S+O: 48massppm、Cr: 19.83mass%、Mo: 2.94mass%、W: 1.9mass%、残部Feおよび不可避免の不純物からなる成分組成を有する本発明に適合する高純度20Cr-3Mo-2W-Fe合金、市販のSUS430および市販のAl-0.8%Mg合金（規格：5005）から15mmφの平行部を有する丸棒を採取し、高純度20Cr-3Mo-2W-Fe合金と市販のAl合金、および、市販のSUS430と市販のAl合金の組み合わせで、丸棒の端面を突き合わせ、下記の条件で摩擦接合し、接合体を得た。なお、丸棒の接合面の表面仕上げは三角記号▽▽▽とした。

10

<摩擦接合条件>

- ・試験方式：ブレーキ方式
- ・回転数：1800rpm
- ・回転時間：0.4sec
- ・回転圧力：120MPa
- ・アップセット圧力：180MPa
- ・アップセット時間：6sec

20

【0028】

上記接合体について、外周のばりを除去した後、室温で曲げ試験に供した。

図5は、曲げ試験後の試験片外観を示したものである。市販のSUS430とAl合金との接合材では、強度の低いAl合金の変形が起こる前に接合部が剥離しているのに対し、本発明の高純度20Cr-3Mo-2W-Fe合金と市販のAl合金との接合材では、強度の低いAl合金側で変形が起こり、しかも、接合部での剥離は起こっていない。これから、本発明の高純度合金は、異種金属との固相接合性にも優れていることがわかる。

【0029】

また、図6には、上記高純度20Cr-3Mo-2W-Fe合金と市販のAl合金との接合界面のミクロ組織写真とEPMA分析の結果を示したものである。この結果から、本発明の高純度鉄合金の接合性が優れる原因は、接合界面が、非常に薄くかつ均一な界面層で形成されていることによるものであることがわかる。

30

【産業上の利用可能性】

【0030】

本発明の高純度鉄合金は、固相接合性だけでなく、溶融接合性にも優れ、しかも加工性や耐食性、耐酸化性、高温強度特性にも優れているため、高温腐食雰囲気下で使用される、例えば、ガスタービンやジェット機のタービンブレードのような複雑形状部材の素材として好適に用いることができる。

また、本発明の技術は、上記成分系以外の合金においても同様の作用効果を発現するので、本発明に係る鉄合金以外にも適用することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】タービンブレードの作製方法を説明する図である。

【図2】冷媒通路を有するタービンブレードの外観写真である。

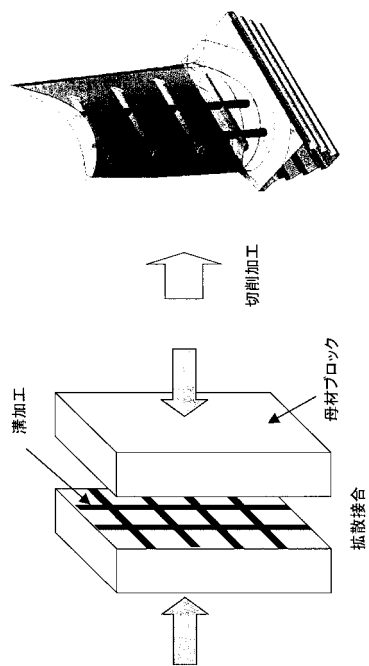
【図3】拡散接合界面のミクロ組織写真である。

【図4】拡散接合試験片の引張試験後の外観写真である。

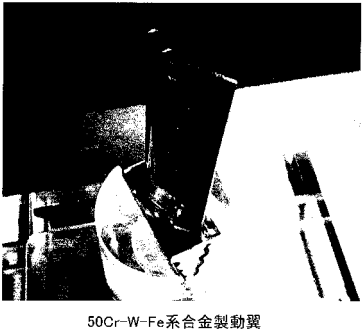
【図5】摩擦接合材を曲げ試験した結果を示す外観写真である。

【図6】摩擦接合界面のミクロ写真とEPMA分析結果を示した図である。

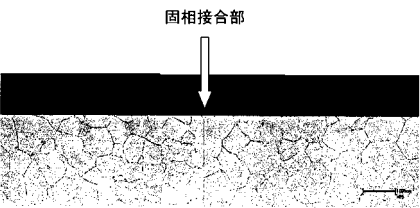
【図 1】



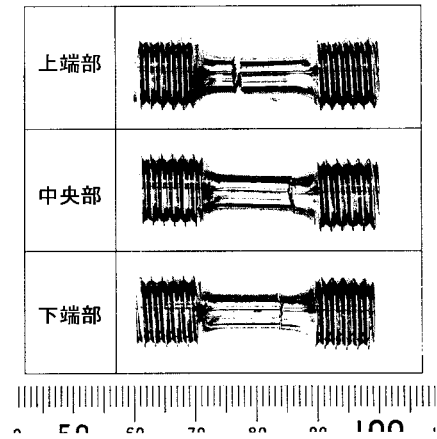
【図 2】



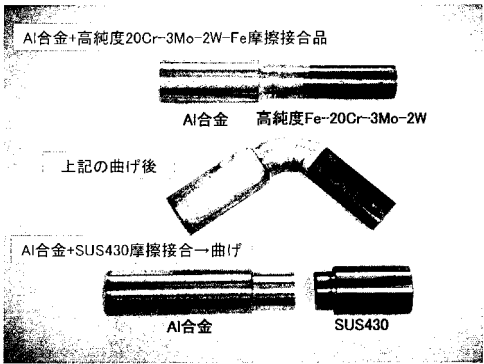
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

