

(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2015-232174

(P2015-232174A)

(43) 公開日 平成27年12月24日(2015.12.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 F 3/11 (2006.01)	B 2 2 F 3/11	Z 4 K O 1 8
C 2 2 C 1/08 (2006.01)	C 2 2 C 1/08	F 4 K O 2 0
B 2 2 F 1/00 (2006.01)	B 2 2 F 1/00	E
C 2 2 C 21/00 (2006.01)	C 2 2 C 21/00	N
C 2 2 C 47/14 (2006.01)	C 2 2 C 47/14	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 23 頁)		

(21) 出願番号	特願2015-99293 (P2015-99293)	(71) 出願人	000006264
(22) 出願日	平成27年5月14日 (2015.5.14)		三菱マテリアル株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2014-102778 (P2014-102778)		東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(32) 優先日	平成26年5月16日 (2014.5.16)	(74) 代理人	100064908
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100175802
			弁理士 寺本 光生
		(74) 代理人	100149548
			弁理士 松沼 泰史
		(74) 代理人	100142424
			弁理士 細川 文広
		(74) 代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳

最終頁に続く

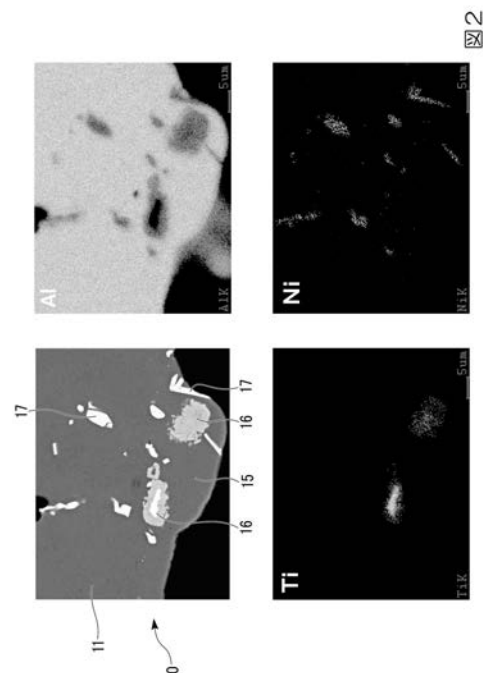
(54) 【発明の名称】 多孔質アルミニウム焼結体及び多孔質アルミニウム焼結体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 効率良く低コストで製造可能であり、焼結時の収縮率が小さく寸法精度に優れるとともに十分な強度を有する高品質の多孔質アルミニウム焼結体、及び、多孔質アルミニウム焼結体の製造方法を提供する。

【解決手段】 複数のアルミニウム基材11が焼結された多孔質アルミニウム焼結体10であって、アルミニウム基材11同士が結合された結合部15には、Ti-Al系化合物16と、Alと共晶反応する共晶元素を含む共晶元素化合物17と、が存在している。ここで、アルミニウム基材11の外表面には、外方に向けて突出する複数の柱状突起が形成されており、柱状突起に上述の結合部15を有することが好ましい。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のアルミニウム基材が焼結された多孔質アルミニウム焼結体であって、

前記アルミニウム基材同士が結合された結合部には、Ti-Al系化合物と、Alと共晶反応する共晶元素を含む共晶元素化合物と、が存在していることを特徴とする多孔質アルミニウム焼結体。

【請求項 2】

前記アルミニウム基材の外表面には、外方に向けて突出する複数の柱状突起が形成されており、前記柱状突起に前記結合部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の多孔質アルミニウム焼結体。

【請求項 3】

前記アルミニウム基材が、アルミニウム繊維及びアルミニウム粉末のいずれか一方又は両方であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の多孔質アルミニウム焼結体。

【請求項 4】

気孔率が 30% 以上 90% 以下の範囲内とされていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の多孔質アルミニウム焼結体。

【請求項 5】

複数のアルミニウム基材が焼結された多孔質アルミニウム焼結体の製造方法であって、

前記アルミニウム基材の外表面に、金属チタン粉及び水素化チタン粉のいずれか一方又は両方からなるチタン粉と、Alと共晶反応する共晶元素からなる共晶元素粉を固着し、焼結用アルミニウム原料を形成する焼結用アルミニウム原料形成工程と、保持体に対して前記焼結用アルミニウム原料を散布する原料散布工程と、前記保持体に保持された前記焼結用アルミニウム原料を加熱して焼結する焼結工程と、を有し、

Ti-Al系化合物及びAlと共晶反応する共晶元素を含む共晶元素化合物が存在する結合部を介して複数の前記アルミニウム基材同士を結合することを特徴とする多孔質アルミニウム焼結体の製造方法。

【請求項 6】

前記結合部が、前記アルミニウム基材の外表面から外方に向けて突出する複数の柱状突起に形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法。

【請求項 7】

前記焼結用アルミニウム原料形成工程では、前記共晶元素粉としてニッケル粉を用いており、前記焼結用アルミニウム原料における前記チタン粉の含有量を 0.01 質量% 以上 20 質量% 以下の範囲内、前記ニッケル粉の含有量を 0.01 質量% 以上 5 質量% 以下の範囲内とすることを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法。

【請求項 8】

前記焼結用アルミニウム原料形成工程では、前記共晶元素粉としてマグネシウム粉を用いており、前記焼結用アルミニウム原料における前記チタン粉の含有量を 0.01 質量% 以上 20 質量% 以下の範囲内、前記マグネシウム粉の含有量を 0.01 質量% 以上 5 質量% 以下の範囲内とすることを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法。

【請求項 9】

前記焼結用アルミニウム原料形成工程では、前記共晶元素粉として銅粉を用いており、前記焼結用アルミニウム原料における前記チタン粉の含有量を 0.01 質量% 以上 20 質量% 以下の範囲内、前記銅粉の含有量を 0.01 質量% 以上 5 質量% 以下の範囲内とすることを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

前記焼結用アルミニウム原料形成工程では、前記共晶元素粉としてシリコン粉を用いており、前記焼結用アルミニウム原料における前記チタン粉の含有量を 0.01 質量%以上 20 質量%以下の範囲内、前記シリコン粉の含有量を 0.01 質量%以上 15 質量%以下の範囲内とすることを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法。

【請求項 11】

前記焼結用アルミニウム原料形成工程は、前記アルミニウム基材と前記チタン粉及び前記共晶元素粉とを、バインダーとともに混合する混合工程と、前記混合工程で得られた混合物を乾燥する乾燥工程と、を備えていることを特徴とする請求項 5 から請求項 10 のいずれか一項に記載の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のアルミニウム基材同士が焼結された多孔質アルミニウム焼結体及び多孔質アルミニウム焼結体の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

上述の多孔質アルミニウム焼結体は、例えば各種電池における電極及び集電体、熱交換器用部材、消音部材、フィルター、衝撃吸収部材等として使用されている。

20

従来、このような多孔質アルミニウム焼結体は、例えば、特許文献 1－5 に開示された方法で製造されている。

【0003】

特許文献 1 においては、アルミニウム粉末とパラフィンワックス粒とバインダーとを混合して形成された混合物をシート状に成形し、これを自然乾燥させた後に有機溶剤に浸漬してワックス粒を除去した後、乾燥、脱脂、焼結を行うことによって、多孔質アルミニウム焼結体を製造している。

また、特許文献 2－4 においては、アルミニウム粉末とチタンを含む焼結助剤粉末とバインダーと可塑剤と有機溶剤とを混合して粘性組成物を形成し、この粘性組成物を成形して発泡させた後、非酸化雰囲気中で加熱焼結することにより、多孔質アルミニウム焼結体を製造している。

30

【0004】

さらに、特許文献 5 においては、アルミニウムからなるベース粉末と共晶元素を含む橋絡形成用 A1 合金粉末などを混合し、これを水素雰囲気あるいは水素と窒素との混合雰囲気中で加熱焼結することにより、多孔質アルミニウム焼結体を製造している。なお、この多孔質アルミニウム焼結体は、アルミニウムからなるベース粉末が過共晶組織からなる橋絡部によって互いに連結された構造とされている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009-256788 号公報

【特許文献 2】特開 2010-280951 号公報

【特許文献 3】特開 2011-023430 号公報

【特許文献 4】特開 2011-077269 号公報

【特許文献 5】特開平 08-325661 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

ところで、特許文献 1 に記載された多孔質アルミニウム焼結体及び多孔質アルミニウム焼結体の製造方法においては、気孔率の高いものを得ることが困難であるといった問題があった。さらに、アルミニウム基材同士を焼結する場合、アルミニウム基材の表面に形成された強固な酸化膜によってアルミニウム基材同士の結合が阻害され、十分な強度を有する多孔質アルミニウム焼結体を得ることができないといった問題があった。

【0007】

また、特許文献 2 - 4 に記載された多孔質アルミニウム焼結体及び多孔質アルミニウム焼結体の製造方法においては、粘性組成物を成形・発泡させていることから、効率的に多孔質アルミニウム焼結体を製造することができないといった問題があった。さらに、粘性組成物は多くのバインダーを含有していることから、脱バインダー処理に多くの時間を要するとともに、焼結時における成形体の収縮率が大きくなり、寸法精度に優れた多孔質アルミニウム焼結体を製造することができないといった問題があった。

【0008】

さらに、特許文献 5 に記載された多孔質アルミニウム焼結体及び多孔質アルミニウム焼結体の製造方法においては、アルミニウムからなるベース粉末を過共晶組織からなる橋絡部によって結合した構造とされている。この橋絡部は、共晶組成の低融点 Al 合金粉末が溶融して液相を生じ、この液相がベース粉末間で凝固することによって形成されている。このため、気孔率の高いものを得ることが困難であった。

【0009】

また、特許文献 1 - 5 に記載された多孔質アルミニウム焼結体においては、強度が不十分であり、破損しやすいものであった。このため、運搬時や加工時における取扱いに留意する必要がある。特に、高い気孔率を有する多孔質アルミニウム焼結体においては、強度がさらに低下してしまう傾向にある。

【0010】

本発明は、以上のような事情を背景としてなされたものであって、効率良く低コストで製造可能であり、焼結時の収縮率が小さく寸法精度に優れるとともに十分な強度を有する高品質の多孔質アルミニウム焼結体、及び、多孔質アルミニウム焼結体の製造方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

このような課題を解決して、前記目的を達成するために、本発明の多孔質アルミニウム焼結体は、複数のアルミニウム基材が焼結された多孔質アルミニウム焼結体であって、前記アルミニウム基材同士が結合された結合部には、Ti-Al 系化合物と、Al と共晶反応する共晶元素を含む共晶元素化合物と、が存在していることを特徴としている。

【0012】

上述の構成とされた本発明の多孔質アルミニウム焼結体によれば、アルミニウム基材同士の結合部に Ti-Al 系化合物が存在しているので、アルミニウムの拡散移動が抑制されることから、アルミニウム基材同士の間の空隙を維持でき、気孔率の高い多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。

また、前記アルミニウム基材同士が結合された結合部には、Al と共晶反応する共晶元素を含む共晶元素化合物が存在している。この共晶元素化合物は、アルミニウム基材のアルミニウムと共晶元素とが反応して形成されたものと推測される。このように、共晶元素が介在することにより、アルミニウム基材において局所的に融点が低下する箇所が存在することになる。融点が低下した箇所では、アルミニウム基材同士の結合部が太く形成されやすくなり、多孔質アルミニウム焼結体の強度を向上させることができる。

【0013】

ここで、本発明の多孔質アルミニウム焼結体においては、前記アルミニウム基材の外表面には、外方に向けて突出する複数の柱状突起が形成されており、前記柱状突起に前記結合部を有することが好ましい。

この場合、アルミニウム基材の外表面に形成された柱状突起を介して、アルミニウム基

10

20

30

40

50

材同士が結合された構造とされているので、別途、発泡工程等を実施することなく、気孔率の高い多孔質アルミニウム焼結体とすることができる。よって、この多孔質アルミニウム焼結体を効率良く、かつ、低コストで製造することが可能となる。

また、粘性組成物のようにアルミニウム基材同士の間にバインダーが多く存在していないことから、焼結時の収縮率が小さく、寸法精度に優れた多孔質アルミニウム焼結体を得ることが可能となる。

さらに、共晶元素が介在することにより、柱状突起が太く形成されやすくなり、多孔質アルミニウム焼結体の強度を大幅に向上させることができる。

【0014】

また、本発明の多孔質アルミニウム焼結体においては、前記アルミニウム基材が、アルミニウム繊維及びアルミニウム粉末のいずれか一方又は両方であることが好ましい。

前記アルミニウム基材としてアルミニウム繊維を用いた場合には、柱状突起を介してアルミニウム繊維同士が結合された際に、空隙が保持されやすく気孔率が高くなる傾向にある。そこで、前記アルミニウム基材としてアルミニウム繊維及びアルミニウム粉末を用いて、これらの混合比を調整することにより、多孔質アルミニウム焼結体の気孔率を制御することが可能となる。

【0015】

さらに、本発明の多孔質アルミニウム焼結体においては、気孔率が30%以上90%以下の範囲内とされていることが好ましい。

この構成の多孔質アルミニウム焼結体においては、気孔率が30%以上90%以下の範囲内に制御されているので、用途に応じて最適な気孔率の多孔質アルミニウム焼結体を提供することが可能となる。

【0016】

本発明の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法は、複数のアルミニウム基材が焼結された多孔質アルミニウム焼結体の製造方法であって、前記アルミニウム基材の外表面に、金属チタン粉及び水素化チタン粉のいずれか一方又は両方からなるチタン粉と、Alと共晶反応する共晶元素からなる共晶元素粉を固着し、焼結用アルミニウム原料を形成する焼結用アルミニウム原料形成工程と、保持体に対して前記焼結用アルミニウム原料を散布する原料散布工程と、前記保持体に保持された前記焼結用アルミニウム原料を加熱して焼結する焼結工程と、を有し、Ti-Al系化合物及びAlと共晶反応する共晶元素を含む共晶元素化合物が存在する結合部を介して複数の前記アルミニウム基材同士を結合することを特徴としている。

【0017】

この構成の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法においては、前記アルミニウム基材の外表面に、金属チタン粉及び水素化チタン粉のいずれか一方又は両方からなるチタン粉と、Alと共晶反応する共晶元素からなる共晶元素粉が固着された焼結用アルミニウム原料を、焼結することによって多孔質アルミニウム焼結体を製造している。

上述の焼結用アルミニウム原料を、焼結工程においてアルミニウムの融点近傍にまで加熱した場合、アルミニウム基材が溶融することになるが、アルミニウム基材の表面には酸化膜が形成されていることから、溶融したアルミニウムが酸化膜によって保持されており、アルミニウム基材の形状が維持される。また、Ti-Al系化合物が存在する結合部を介して複数の前記アルミニウム基材同士を結合されているため、アルミニウムの拡散移動が抑制され、アルミニウム基材同士の間の空隙を維持でき、気孔率の高い多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。

さらに、アルミニウム基材の表面にAlと共晶反応する共晶元素からなる共晶元素粉末粒子が固着されているので、この共晶元素粉末粒子が介在する部分においてアルミニウム基材の融点が局所的に低下することになり、チタンとの反応によって酸化膜が破壊されて酸化膜内部の溶融アルミニウムが外方へと噴出する際の圧力が低くなり、接合部が太く形成されやすくなる。これにより、多孔質アルミニウム焼結体の強度を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【0018】

ここで、本発明の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法においては、前記結合部がアルミニウム基材の外表面から外方に向けて突出する複数の柱状突起で形成されていることが望ましい。

アルミニウム基材の外表面のうちチタン粉が固着された部分においては、チタンとの反応によって酸化膜が破壊され、内部の溶融アルミニウムが外方へと噴出し、噴出した溶融アルミニウムがチタンとの反応によって融点の高い化合物を生成して固化する。これにより、アルミニウム基材の外表面に、外方に向けて突出する複数の柱状突起が形成される。

そして、アルミニウム基材の外表面に形成された柱状突起を介して、アルミニウム基材同士が結合されることにより、別途、発泡工程等を実施することなく、気孔率の高い多孔質アルミニウム焼結体を得られることになる。

10

【0019】

さらに、粘性組成物のようにアルミニウム基材同士の間にバインダーが多く存在していないことから、焼結時の収縮率が小さく、寸法精度に優れた多孔質アルミニウム焼結体を得ることが可能となる。

また、チタンによって溶融アルミニウムが固化されていることから、アルミニウム基材同士の間の空隙に溶融アルミニウムが充填されることを防止でき、高い気孔率の多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。

【0020】

また、前記焼結用アルミニウム原料形成工程では、前記共晶元素粉としてニッケル粉を用いており、前記焼結用アルミニウム原料における前記チタン粉の含有量を0.01質量%以上20質量%以下の範囲内、前記ニッケル粉の含有量を0.01質量%以上5質量%以下の範囲内とすることが好ましい。

20

この場合、チタン粉の含有量が0.01質量%以上、前記共晶元素粉としてのニッケル粉の含有量が0.01質量%以上とされているので、アルミニウム基材同士を確実に結合することができ、十分な強度を有する多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。また、チタン粉末粒子の含有量が20質量%以下、前記共晶元素粉としてのニッケル粉の含有量が5質量%以下とされているので、アルミニウム基材同士の間の空隙に溶融アルミニウムが充填されることを防止でき、高い気孔率の多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。

30

【0021】

また、本発明の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法においては、前記焼結用アルミニウム原料形成工程では、前記共晶元素粉としてマグネシウム粉を用いており、前記焼結用アルミニウム原料における前記チタン粉の含有量を0.01質量%以上20質量%以下の範囲内、前記マグネシウム粉の含有量を0.01質量%以上5質量%以下の範囲内とすることが好ましい。

この場合、チタン粉の含有量が0.01質量%以上、前記共晶元素粉としてのマグネシウム粉の含有量が0.01質量%以上とされているので、アルミニウム基材同士を確実に結合することができ、十分な強度を有する多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。また、チタン粉末粒子の含有量が20質量%以下、前記共晶元素粉としてのマグネシウム粉含有量を5質量%以下とされているので、アルミニウム基材同士の間の空隙に溶融アルミニウムが充填されることを防止でき、高い気孔率の多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。

40

【0022】

また、本発明の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法においては、前記焼結用アルミニウム原料形成工程では、前記共晶元素粉として銅粉を用いており、前記焼結用アルミニウム原料における前記チタン粉の含有量を0.01質量%以上20質量%以下の範囲内、前記銅粉の含有量を0.01質量%以上5質量%以下の範囲内とすることが好ましい。

この場合、チタン粉の含有量が0.01質量%以上、前記共晶元素粉としての銅粉の含有量が0.01質量%以上とされているので、アルミニウム基材同士を確実に結合するこ

50

とができ、十分な強度を有する多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。また、チタン粉末粒子の含有量が20質量%以下、前記共晶元素粉としての銅粉含有量を5質量%以下とされているので、アルミニウム基材同士の間の空隙に溶融アルミニウムが充填されることを防止でき、高い気孔率の多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。

【0023】

また、本発明の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法においては、前記焼結用アルミニウム原料形成工程では、前記共晶元素粉としてシリコン粉を用いており、前記焼結用アルミニウム原料における前記チタン粉の含有量を0.01質量%以上20質量%以下の範囲内、前記シリコン粉の含有量を0.01質量%以上15質量%以下の範囲内とすることが好ましい。

10

この場合、チタン粉の含有量が0.01質量%以上、前記共晶元素粉としてのシリコン粉の含有量が0.01質量%以上とされているので、アルミニウム基材同士を確実に結合することができ、十分な強度を有する多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。また、チタン粉末粒子の含有量が20質量%以下、前記共晶元素粉としてのシリコン粉含有量を15質量%以下、とされているので、アルミニウム基材同士の間の空隙に溶融アルミニウムが充填されることを防止でき、高い気孔率の多孔質アルミニウム焼結体を得ることができる。

【0024】

また、本発明の多孔質アルミニウム焼結体の製造方法においては、前記焼結用アルミニウム原料形成工程は、前記アルミニウム基材と前記チタン粉及び前記共晶元素粉とを、バインダーとともに混合する混合工程と、前記混合工程で得られた混合物を乾燥する乾燥工程と、を備えていることが好ましい。

20

この構成の焼結用アルミニウム原料の製造方法によれば、前記アルミニウム基材とチタン粉と前記共晶元素粉を、バインダーとともに混合する混合工程と、この混合工程で得られた混合物を乾燥する乾燥工程と、を備えているので、アルミニウム基材の外表面にチタン粉及び前記共晶元素粉が分散させて固着され、上述の焼結用アルミニウム原料が製造される。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、効率良く低コストで製造可能であり、焼結時の収縮率が小さく寸法精度に優れるとともに十分な強度を有する高品質の多孔質アルミニウム焼結体、及び、多孔質アルミニウム焼結体の製造方法を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施形態である多孔質アルミニウム焼結体の拡大模式図である。

【図2】図1に示す多孔質アルミニウム焼結体におけるアルミニウム基材同士の接合部のSEM観察及び組成分析結果を示す図である。

【図3】図1に示す多孔質アルミニウム焼結体の製造方法の一例を示すフロー図である。

【図4】アルミニウム基材の外表面にチタン粉及び共晶元素粉を固着した焼結用アルミニウム原料の説明図である。

40

【図5】シート状の多孔質アルミニウム焼結体を製造する連続焼結装置の概略説明図である。

【図6】焼結工程においてアルミニウム基材の外表面に柱状突起が形成される状態を示す説明図である。

【図7】バルク形状の多孔質アルミニウム焼結体を製造する製造工程を示す説明図である。

【図8】図1に示す多孔質アルミニウム焼結体におけるアルミニウム基材同士の接合部のSEM観察及び組成分析結果を示す図である。

【図9】図1に示す多孔質アルミニウム焼結体におけるアルミニウム基材同士の接合部のSEM観察及び組成分析結果を示す図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下に、本発明の一実施形態である多孔質アルミニウム焼結体10について、添付した図面を参照して説明する。

図1に、本実施形態である多孔質アルミニウム焼結体10を示す。図1に示すように、本実施形態である多孔質アルミニウム焼結体10は、複数のアルミニウム基材11が焼結されて一体化されたものであり、気孔率が30%以上90%以下の範囲内に設定されたものとされている。

【0028】

本実施形態においては、図1に示すように、アルミニウム基材11として、アルミニウム繊維11aとアルミニウム粉末11bとが用いられている。

そして、このアルミニウム基材11（アルミニウム繊維11a及びアルミニウム粉末11b）の外表面には、外方に向けて突出する複数の柱状突起12が形成されており、複数のアルミニウム基材11（アルミニウム繊維11a及びアルミニウム粉末11b）同士が、この柱状突起12を介して結合した構造とされている。なお、図1に示すように、アルミニウム基材11、11同士の結合部15は、柱状突起12、12同士が結合した部分や柱状突起12とアルミニウム基材11の側面とが接合した部分、さらにはアルミニウム基材11、11の側面同士が接合した部分がある。

【0029】

ここで、図2に示すように、柱状突起12を介して結合されたアルミニウム基材11、11同士の結合部15には、Ti-Al系化合物16及びAlと共晶反応する共晶元素を含む共晶元素化合物17が存在している。

本実施形態では、図2の分析結果に示すように、Ti-Al系化合物16は、TiとAlの化合物とされており、より具体的には、 Al_3Ti 金属間化合物とされている。すなわち、本実施形態では、Ti-Al系化合物16が存在している部分において、アルミニウム基材11、11同士が結合しているのである。

【0030】

また、Alと共晶反応する共晶元素としては、例えば、Ag、Au、Ba、Be、Bi、Ca、Cd、Ce、Co、Cu、Fe、Ga、Gd、Ge、In、La、Li、Mg、Mn、Nd、Ni、Pd、Pt、Ru、Sb、Si、Sm、Sn、Sr、Te、Y、Zn等が挙げられる。

本実施形態では、図2の分析結果に示すように、共晶元素化合物17は、共晶元素としてNiを含有している。

【0031】

また、図8に示すように、Al内にCuが固溶し、Ti-Al系化合物16及びAlと共晶反応する共晶元素を含む共晶元素化合物17が存在している。

さらに、図9に示すように、Al内にSiが固溶し、Ti-Al系化合物16及びAlと共晶反応する共晶元素を含む共晶元素化合物17が存在している。

【0032】

次に、本実施形態である多孔質アルミニウム焼結体10の原料となる焼結用アルミニウム原料20について説明する。この焼結用アルミニウム原料20は、図4に示すように、アルミニウム基材11と、このアルミニウム基材11の外表面に固着された複数のチタン粉末粒子22及び共晶元素粉末粒子（ニッケル粉末粒子、マグネシウム粉末粒子、銅粉末粒子、シリコン粉末粒子）23と、を備えている。なお、チタン粉末粒子22としては、金属チタン粉末粒子及び水素化チタン粉末粒子のいずれか一方又は両方が用いることができる。また、共晶元素粉末粒子（ニッケル粉末粒子、マグネシウム粉末粒子、銅粉末粒子、シリコン粉末粒子）23としては、金属ニッケル粉末粒子、金属マグネシウム粉末粒子、金属銅粉末粒子、金属シリコン粉末粒子およびこれらの合金粉末が用いられている。

【0033】

チタン粉末粒子22の粒径は、1 μ m以上50 μ m以下の範囲内とされており、好まし

10

20

30

40

50

くは、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされている。なお、水素化チタン粉末粒子は、金属チタン粉末粒子よりも粒径を細かくすることが可能であることから、アルミニウム基材11の外表面に固着するチタン粉末粒子22の粒径を微細にする場合には、水素化チタン粉末粒子を用いることが好ましい。

さらに、アルミニウム基材11の外表面に固着された複数のチタン粉末粒子22、22同士の間隔は、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内とすることが好ましい。

【0034】

共晶元素粉末粒子23の粒径は、ニッケル粉末粒子は $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされており、好ましくは、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内、マグネシウム粉末粒子は $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされており、好ましくは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内、銅粉末粒子は $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされており、好ましくは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内、シリコン粉末粒子は $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされており、好ましくは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされている。

【0035】

アルミニウム基材11としては、上述したように、アルミニウム繊維11aとアルミニウム粉末11bとが用いられている。なお、アルミニウム粉末11bとしては、アトマイズ粉末を用いることができる。

ここで、アルミニウム繊維11aの繊維径は $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされており、好ましくは $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされている。また、アルミニウム繊維11aの繊維長さは 0.2 mm 以上 100 mm 以下の範囲内、好ましくは 1 mm 以上 50 mm 以下の範囲内とされている。

【0036】

アルミニウム繊維11aは、例えば、純アルミニウムもしくはアルミニウム合金からなり長さLと繊維径Rとの比 L/R が4以上、 2500 以下の範囲内とすることができる。アルミニウム繊維11aは、例えば、その外表面に、共晶元素粉末粒子、たとえばシリコン粉およびシリコン合金粉のいずれか一方または両方を固着し、焼結用アルミニウム原料を形成する焼結用アルミニウム原料形成工程によって得られる。焼結工程にあたっては、焼結用アルミニウム原料を不活性ガス雰囲気下において添加した共晶元素粒子の種類や添加量に応じて 575°C ～ 665°C の範囲の温度で焼結をすることができる。

【0037】

アルミニウム繊維11aの繊維径Rが $20\text{ }\mu\text{m}$ 未満の場合には、アルミニウム繊維同士の接合面積が小さく、焼結強度が不足するおそれがある。一方、アルミニウム繊維11aの繊維径Rが $1000\text{ }\mu\text{m}$ を超える場合には、アルミニウム繊維同士が接触する接点の数が不足し、やはり、焼結強度が不足するおそれがある。

【0038】

以上のことから、本実施形態である多孔質アルミニウム焼結体10では、アルミニウム繊維11aの繊維径を $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲内としている。なお、さらなる焼結強度の向上を図る場合には、アルミニウム繊維11aの繊維径を $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上とすることが好ましく、アルミニウム繊維11aの繊維径を $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0039】

アルミニウム繊維11aの長さLと繊維径Rとの比 L/R が4未満の場合には、多孔質アルミニウム焼結体の製造方法において、積層配置したときの嵩密度DPをアルミニウム繊維の真密度DTの50%以下とすることが難しく、気孔率の高い多孔質アルミニウム焼結体10を得ることが困難となるおそれがある。一方、アルミニウム繊維11の長さLと直径Rとの比 L/R が 2500 を超える場合には、アルミニウム繊維を均一に分散させることができなくなり、均一な気孔率を有する多孔質アルミニウム焼結体10を得ることが困難となるおそれがある。

【0040】

以上のことから、本実施形態である多孔質アルミニウム焼結体10では、アルミニウム

10

20

30

40

50

繊維 11a の長さ L と繊維径 R との比 L/R を 4 以上 2500 以下の範囲内とする。なお、さらなる気孔率の向上を図る場合には、アルミニウム繊維 11a の長さ L と繊維径 R との比 L/R を 10 以上とすることが好ましい。また、より均一な気孔率を備えた多孔質アルミニウム焼結体 10 を得るためには、アルミニウム繊維 11 の長さ L と直径 R との比 L/R を 500 以下とすることが好ましい。

また、アルミニウム粉末 11b の粒径は $5\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされており、好ましくは $20\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の範囲内とされている。

【0041】

また、アルミニウム繊維 11a とアルミニウム粉末 11b との混合比率を調整することで気孔率を調整することが可能となる。すなわち、アルミニウム繊維 11a の比率を増やすことにより多孔質アルミニウム焼結体 10 の気孔率を向上させることが可能となるのである。このため、アルミニウム基材 11 としては、アルミニウム繊維 11a を用いることが好ましく、アルミニウム粉末 11b を混合する場合にはアルミニウム基材 11 におけるアルミニウム粉末 11b の比率を 15 質量% 以下とすることが好ましい。

また、アルミニウム基材 11（アルミニウム繊維 11a とアルミニウム粉末 11b）としては、一般的なアルミニウム合金からなるアルミニウム基材を用いてもよい。

例えば、JIS に規定される A3003 合金 (Al-0.6 質量% Si-0.7 質量% Fe-0.1 質量% Cu-1.5 質量% Mn-0.1 質量% Zn 合金) や A5052 合金 (Al-0.25 質量% Si-0.40 質量% Fe-0.10 質量% Cu-0.10 質量% Mn-2.5 質量% Mg 合金-0.2 質量% Cr-0.1 質量% Zn 合金) などからなるアルミニウム基材を好適に用いる事ができる。

また、アルミニウム基材 11 も 1 種類の組成に限定されることなく、例えば、純アルミニウムからなる繊維と JIS A3003 合金からなる粉末の混合物とするなど、目的に応じて適宜調整することができる。

【0042】

次に、本実施形態である多孔質アルミニウム焼結体 10 を製造する方法について、図 3 のフロー図等を参照して説明する。

まず、図 3 に示すように、本実施形態である多孔質アルミニウム焼結体 10 の原料となる焼結用アルミニウム原料 20 を製造する。

【0043】

常温にて、アルミニウム基材 11 とチタン粉末と共晶元素粉末（例えば、ニッケル粉末、マグネシウム粉末粒子、銅粉末粒子、シリコン粉末粒子）を混合する（混合工程 S01）。このとき、バインダー溶液を噴霧する。なお、バインダーとしては、大気中で 500°C に加熱した際に燃焼・分解されるものが好ましく、具体的には、アクリル系樹脂、セルロース系高分子体を用いることが好ましい。また、バインダーの溶剤としては、水系、アルコール系、有機溶剤系の各種溶剤を用いることができる。

この混合工程 S01 においては、例えば、自動乳鉢、パン型転動造粒機、シェーカーミキサー、ポットミル、ハイスピードミキサー、V 型ミキサー等の各種混合機を用いて、アルミニウム基材 11 とチタン粉末と共晶元素粉末（ニッケル粉末）とを流動させながら混合する。

【0044】

次に、混合工程 S01 で得られた混合体を乾燥する（乾燥工程 S02）。この混合工程 S01 及び乾燥工程 S02 により、図 4 に示すように、アルミニウム基材 11 の外表面にチタン粉末粒子 22 及び共晶元素粉末粒子（例えば、ニッケル粉末粒子、マグネシウム粉末粒子、銅粉末粒子、シリコン粉末粒子）23 が分散させて固着されることになり、本実施形態である焼結用アルミニウム原料 20 が製造される。なお、アルミニウム基材 11 の外表面に固着された複数のチタン粉末粒子 22、22 同士の間隔が $5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の範囲内となるようにチタン粉末粒子 22 を分散させることが好ましい。

【0045】

次に、上述のようにして得られた焼結用アルミニウム原料 20 を用いて多孔質アルミ

10

20

30

40

50

ニウム焼結体 10 を製造する。

ここで、本実施形態では、図 5 に示す連続焼結装置 30 を用いて、例えば幅：300 mm×厚さ：1～5 mm×長さ：20 m の長尺のシート状多孔質アルミニウム焼結体 10 を製造する。

この連続焼結装置 30 は、焼結用アルミニウム原料 20 を均一に散布する原料散布機 31 と、原料散布機 31 から供給された焼結用アルミニウム原料 20 を保持するカーボンシート 32 と、このカーボンシート 32 を駆動する搬送ローラ 33 と、カーボンシート 32 とともに搬送される焼結用アルミニウム原料 20 を加熱してバインダーを除去する脱脂炉 34 と、バインダーが除去された焼結用アルミニウム原料 20 を加熱して焼結する焼成炉 35 と、を備えている。

10

【0046】

まず、原料散布機 31 から、カーボンシート 32 上に向けて、焼結用アルミニウム原料 20 を散布する（原料散布工程 S03）。

カーボンシート 32 上に散布された焼結用アルミニウム原料 20 は、進行方向 F に向けて移動する際に、カーボンシート 32 の幅方向に広がって厚さが均一化され、シート状に成形される。このとき、荷重を加えていないことから、焼結用アルミニウム原料 20 中のアルミニウム基材 11、11 同士の間には空隙が形成される。

【0047】

次に、カーボンシート 32 上においてシート状に成形された焼結用アルミニウム原料 20 は、カーボンシート 32 とともに脱脂炉 34 内に装入され、所定温度に加熱されることによってバインダーが除去される（脱バインダー工程 S04）。

20

ここで、脱バインダー工程 S04 においては、大気雰囲気中で、350～500℃の温度範囲で 0.5～5 分間保持し、焼結用アルミニウム原料 20 中のバインダーを除去する。なお、本実施形態では、上述のように、アルミニウム基材 11 の外表面にチタン粉末粒子 22 及び共晶元素粉末粒子（例えば、ニッケル粉末粒子、マグネシウム粉末粒子、銅粉末粒子、シリコン粉末粒子）23 を固着するためにバインダーが用いられていることから、粘性組成物に比べてバインダーの含有量が極めて少なく、短時間でバインダーを十分に除去することが可能である。

【0048】

次に、バインダーが除去された焼結用アルミニウム原料 20 は、カーボンシート 32 とともに焼成炉 35 内に装入され、所定温度に加熱されることによって焼結される（焼結工程 S05）。

30

この焼結工程 S05 においては、不活性ガス雰囲気中で、添加した共晶元素粒子の種類や添加量に応じて 575～665℃の温度範囲で 0.5～60 分間保持することにより実施される。

【0049】

この焼結工程 S05 においては、焼結用アルミニウム原料 20 中のアルミニウム基材 11 は溶融することになるが、アルミニウム基材 11 の表面には酸化膜が形成されていることから、溶融したアルミニウムが酸化膜によって保持され、アルミニウム基材 11 の形状が維持される。

40

【0050】

そして、アルミニウム基材 11 の外表面のうちチタン粉末粒子 22 が固着された部分においては、チタンとの反応によって酸化膜が破壊され、内部の溶融アルミニウムが外方へと噴出する。噴出された溶融アルミニウムはチタンとの反応によって融点の高い化合物を生成して固化することになる。これにより、図 6 に示すように、アルミニウム基材 11 の外表面に、外方に向けて突出する複数の柱状突起 12 が形成される。ここで、柱状突起 12 の先端には、Ti-Al 系化合物 16 が存在しており、この Ti-Al 系化合物 16 によって柱状突起 12 の成長が抑制されているのである。

なお、チタン粉末粒子 22 として水素化チタンを用いた場合には、300～400℃付近で水素化チタンが分解し、生成したチタンがアルミニウム基材 11 の表面の酸化膜と反

50

応することになる。

【0051】

また、本実施形態では、アルミニウム基材11の外表面に固着された共晶元素粉末粒子（例えば、ニッケル粉末粒子、マグネシウム粉末粒子、銅粉末粒子、シリコン粉末粒子）23によって、アルミニウム基材11には局所的に融点が高くなる箇所が形成される。よって、添加した共晶元素粒子の種類や添加量に応じて575～665℃といった比較的低温条件でも、柱状突起12が確実に形成されることになる。また、アルミニウム基材11の内部の圧力が低い状態で溶融アルミニウムが外部に噴出することから、柱状突起12が太く形成されることになる。

【0052】

このとき、隣接するアルミニウム基材11、11同士が、互いの柱状突起12を介して溶融状態で一体化あるいは固相焼結することによって結合され、図1に示すように、柱状突起12を介して複数のアルミニウム基材11、11同士が結合された多孔質アルミニウム焼結体10が製造されることになる。そして、柱状突起12を介してアルミニウム基材11、11同士が結合された結合部15には、Ti-Al系化合物16（本実施形態では、 Al_3Ti 金属間化合物）及び共晶元素化合物17が存在することになる。

【0053】

以上のような構成とされた本実施形態である多孔質アルミニウム焼結体10においては、アルミニウム基材11、11同士の結合部15にTi-Al系化合物16が存在しているので、このTi-Al系化合物16によってアルミニウム基材11の表面に形成された酸化膜が除去されており、アルミニウム基材11、11同士が良好に結合している。よって、強度が十分な高品質の多孔質アルミニウム焼結体10を得ることができる。

また、このTi-Al系化合物16によって柱状突起12の成長が抑制されることから、溶融アルミニウムがアルミニウム基材11、11同士の間の空隙に噴出することを抑制でき、高い気孔率の多孔質アルミニウム焼結体10を得ることができる。

【0054】

特に、本実施形態では、アルミニウム基材11、11同士の結合部15にTi-Al系化合物16として Al_3Ti が存在しているので、アルミニウム基材11の表面に形成された酸化膜が確実に除去され、アルミニウム基材11、11同士が良好に結合しており、多孔質アルミニウム焼結体10の強度を確保することができる。

また、本実施形態では、結合部15に共晶元素化合物17が存在しているので、アルミニウム基材11において局所的に融点が低下する箇所が存在し、柱状突起12が太く形成されやすくなり、多孔質アルミニウム焼結体10の強度を向上させることができる。

【0055】

また、アルミニウム基材11の外表面に形成された柱状突起12を介して、アルミニウム基材11、11同士が結合されている構造とされているので、別途、発泡工程等を実施することなく、気孔率の高い多孔質アルミニウム焼結体10を得ることができる。よって、本実施形態である多孔質アルミニウム焼結体10を効率良く、かつ、低コストで製造することが可能となる。

特に本実施形態では、図5に示す連続焼結装置30を用いていることから、シート状の多孔質アルミニウム焼結体10を連続して製造することができ、生産効率が大幅に向上することになる。

【0056】

さらに、本実施形態では、粘性組成物に比べてバインダーの含有量が極めて少ないことから、脱バインダー工程S04を短時間で実施することができる。また、焼結時の収縮率が例えば1%程度と小さくなり、寸法精度に優れた多孔質アルミニウム焼結体10を得ることが可能となる。

【0057】

また、本実施形態においては、アルミニウム基材11としてアルミニウム繊維11a及びアルミニウム粉末11bを用いているので、これらの混合比を調整することにより、多

10

20

30

40

50

孔質アルミニウム焼結体 10 の気孔率を制御することが可能となる。

そして、本実施形態の多孔質アルミニウム焼結体 10 においては、気孔率が 30 % 以上 90 % 以下の範囲内とされているので、用途に応じて最適な気孔率の多孔質アルミニウム焼結体 10 を提供することが可能となる。

【0058】

さらに、本実施形態では、焼結用アルミニウム原料 20 におけるチタン粉末粒子 22 の含有量が 0.5 質量% 以上 20 質量% 以下とされているので、アルミニウム基材 11 の外表面に適切な間隔で柱状突起 12 を形成することができ、十分な強度と高い気孔率を有する多孔質アルミニウム焼結体 10 を得ることができる。

また、本実施形態においては、アルミニウム基材 11 の外表面に固着された複数のチタン粉末粒子 22、22 同士の間隔が 5 μm 以上 100 μm 以下の範囲内とされているので、柱状突起 12 の間隔が適正化されており、十分な強度と高い気孔率を有する多孔質アルミニウム焼結体 10 を得ることができる。

【0059】

さらに、本実施形態では、焼結用アルミニウム原料 20 における共晶元素粉末粒子 23 の含有量はニッケル粉末粒子が 0.01 質量% 以上 5 質量% 以下、マグネシウム粉の含有量を 0.01 質量% 以上 5 質量% 以下、銅粉の含有量を 0.01 質量% 以上 5 質量% 以下、シリコン粉の含有量を 0.01 質量% 以上 15 質量% 以下とされているので、アルミニウム基材 11 における局所的に融点が低下した箇所を適切な間隔で形成することができるとともに、余分な溶融アルミニウムが流出することを抑制でき、十分な強度と高い気孔率を有する多孔質アルミニウム焼結体 10 を得ることができる。

また、添加した共晶元素粒子の種類や添加量に応じて 575 ~ 665 $^{\circ}\text{C}$ といった比較的低温条件でも、柱状突起 12 が確実に形成されることになり、焼結工程 S05 の温度条件を低く設定することが可能となる。

【0060】

さらに、本実施形態では、アルミニウム基材 11 であるアルミニウム繊維 11a の繊維径が 20 μm 以上 1000 μm 以下の範囲内、アルミニウム粉末 11b の粒径が 5 μm 以上 500 μm 以下の範囲内とされるときともに、チタン粉末粒子 22 の粒径が 1 μm 以上 50 μm 以下の範囲内及び共晶元素粉末粒子 23 の粒径がニッケル粉末粒子は 1 μm 以上 20 μm 以下の範囲内、マグネシウム粉末粒子は 20 μm 以上 500 μm 以下の範囲内、銅粉末粒子は 5 μm 以上 500 μm 以下の範囲内、シリコン粉末粒子は 5 μm 以上 200 μm 以下の範囲内とされているので、アルミニウム基材 11（アルミニウム繊維 11a 及びアルミニウム粉末 11b）の外表面に確実にチタン粉末粒子 22 及び共晶元素粉末粒子（ニッケル粉末粒子）23 を分散させて固着することができる。

【0061】

さらに、本実施形態では、アルミニウム基材 11 としてアルミニウム繊維 11a とアルミニウム粉末 11b とを用いており、アルミニウム基材 11 におけるアルミニウム粉末 11b の比率を 15 質量% 以下としているので、気孔率の高い多孔質アルミニウム焼結体 10 を得ることができる。

【0062】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、その発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

例えば、図 5 に示す連続焼結装置を用いて多孔質アルミニウム焼結体を連続的に製造するものとして説明したが、これに限定されることはなく、他の製造装置によって多孔質アルミニウム焼結体を製造してもよい。

【0063】

また、本実施形態では、シート状の多孔質アルミニウム焼結体として説明したが、これに限定されることはなく、例えば図 7 で示す製造工程によって製造されるバルク形状の多孔質アルミニウム焼結体であってもよい。

図 7 に示すように、焼結用アルミニウム原料 20 を散布する粉末散布機 131 から、カ

10

20

30

40

50

ーボン製容器 1 3 2 内に向けて焼結用アルミニウム原料 2 0 を散布してかさ充填する（原料散布工程）。これを、脱脂炉 1 3 4 内に装入して、大気雰囲気中で加熱してバインダーを除去する（脱バインダー工程）。その後、焼成炉 1 3 5 内に装入して、A r 雰囲気中で添加した共晶元素粒子の種類や添加量に応じて 5 7 5 ～ 6 6 5 ℃ に加熱保持することにより、バルク形状の多孔質アルミニウム焼結体 1 1 0 が得られる。

本説明では離型性の良いカーボン製容器 1 3 2 を用いており、かつ、焼結時に 1 % 程度の収縮が発生することから、カーボン製容器 1 3 2 からバルク形状の多孔質アルミニウム焼結体 1 1 0 を比較的容易に取り出すことができる。

【0064】

さらに、本実施形態では、共晶元素として N i、M g、C u、S i を用いたものを例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、A l と共晶反応する共晶元素として、A g、A u、B a、B e、B i、C a、C d、C e、C o、C u、F e、G a、G d、G e、I n、L a、L i、M g、M n、N d、N i、P d、P t、R u、S b、S i、S m、S n、S r、T e、Y、Z n のうちから選択される 1 種又は 2 種以上を用いてもよい。

【0065】

多孔質アルミニウム焼結体の別な製造方法を示す。なお、本実施例では、共晶元素としてシリコン粉末およびシリコン合金粉末のいずれか一方または両方を用いた場合で説明する。

常温にて、アルミニウム繊維と、シリコン粉末およびシリコン合金粉末のいずれか一方または両方とを混合する。混合する際にはバインダー溶液を噴霧する。なお、バインダーとしては、大気中で 5 0 0 ℃ に加熱した際に燃焼・分解されるものが好ましく、具体的には、アクリル系樹脂、セルロース系高分子体を用いることが好ましい。また、バインダーの溶剤としては、水系、アルコール系、有機溶剤系の各種溶剤を用いることができる。

【0066】

混合の際には、例えば、自動乳鉢、パン型転動造粒機、シェーカーミキサー、ポットミル、ハイスピードミキサー、V 型ミキサー等の各種混合機を用いて、アルミニウム繊維 1 1 とシリコン粉末を流動させながら混合する。

【0067】

次に、混合によって得られた混合体を乾燥すると、アルミニウム繊維の外表面にシリコン粉およびシリコン合金粉が分散されて固着され、本実施形態である焼結用アルミニウム原料が製造される。

【0068】

次に、上述のようにして得られた焼結用アルミニウム原料を用いて多孔質アルミニウム焼結体を製造する際には、例えば、連続焼結装置などを用いて、例えば幅：3 0 0 mm × 厚さ：1 ～ 5 mm × 長さ：2 0 m の長尺のシート状多孔質アルミニウム焼結体を製造する。

例えば、原料散布機から、カーボンシート上に向けて、焼結用アルミニウム原料を散布し、焼結用アルミニウム原料を積層配置し、カーボンシート上に積層された焼結用アルミニウム原料をシート状に成形する。このとき、荷重を加えずに、焼結用アルミニウム原料中のアルミニウム繊維同士の間には空隙が形成される。

【0069】

ここで、例えば、充填後の嵩密度がアルミニウム繊維の真密度の 5 0 % 以下となるように複数のアルミニウム繊維を積層配置し、積層時にアルミニウム繊維同士の上に立体的かつ等方的な空隙が確保されるようにする。

【0070】

次に、カーボンシート上においてシート状に成形された焼結用アルミニウム原料を脱脂炉内に装入し、所定温度に加熱されることによってバインダーが除去される。ここで、大気雰囲気中で、3 5 0 ～ 5 0 0 ℃ の温度範囲で 0. 5 ～ 5 分間保持し、焼結用アルミニウム原料中のバインダーを除去する。なお、本実施形態では、アルミニウム繊維の外表面にシリコン粉、シリコン合金粉を固着する目的でのみバインダーを用いていることから、粘

10

20

30

40

50

性組成物に比べてバインダーの含有量が極めて少なく、短時間でバインダーを十分に除去することが可能である。

【0071】

次に、バインダーが除去された焼結用アルミニウム原料をカーボンシートとともに焼成炉内に装入し、所定温度に加熱されることによって焼結する。焼結にあたっては、例えば、不活性ガス雰囲気中で、575℃～665℃の温度範囲で0.5～60分間保持することにより実施される。焼結用アルミニウム原料中のシリコンの含有量に応じて、最適な焼結温度は変動するが、高強度かつ均一な焼結を実現するため、焼結温度はAl-12.6%Siの共晶温度である575℃以上とし、また、生じた液相が、融液同士の結合による急速な焼結収縮の進行を防ぐため焼結温度は665℃以下とする。なお、保持時間は1分～20分間とすることが好ましい。

10

【0072】

この焼結時には、焼結用アルミニウム原料中のアルミニウム繊維の一部は溶融することになるが、アルミニウム繊維の表面には酸化被膜が形成されていることから、溶融したアルミニウムが酸化被膜によって保持され、アルミニウム繊維の形状が維持される。

【0073】

そして、アルミニウム繊維の外表面のうちシリコン粉末粒子、シリコン合金粉末粒子が固着された部分においては、アルミニウム繊維表面に固着したSiがアルミニウム繊維と局所的に反応する事で、固着部近傍において局所的な融点降下効果を引き起こす。その結果、シリコン無添加時に比べて、純アルミニウム繊維もしくはアルミニウム合金繊維の融点より、より低温で液相が生じることにより焼結が促進され強度が向上する。

20

【実施例】

【0074】

以下に、本発明の効果を確認すべく行った確認実験の結果について説明する。

上述の実施形態で示した方法により、表1に示す原料を用いて、焼結用アルミニウム原料を作製した。なお、アルミニウム基材として、繊維径が20μm以上1000μm以下のアルミニウム繊維、及び、粒径が5μm以上500μm以下のアルミニウム粉末を用いた。

【0075】

これらの焼結用アルミニウム原料を用いて、上述の実施形態で示した製造方法により、幅30mm×長さ200mm×厚さ5mmの多孔質アルミニウム焼結体を製造した。なお、焼結工程における温度条件を表1に示す。焼結温度保持時間は、15分で行った。

30

得られた多孔質アルミニウム焼結体について、見掛気孔率、引張強度について評価した。評価結果を表1に示す。なお、評価方法を以下に示す。

【0076】

(見掛気孔率)

得られた多孔質アルミニウム焼結体の質量 m (g)、体積 V (cm³)、真密度 d (g/cm³)を測定し、以下の式で見掛気孔率を算出した。

$$\text{見掛気孔率 (\%)} = (1 - (m \div (V \times d))) \times 100$$

なお、真密度 (g/cm³) は、精密天秤を用いて、水中法によって測定した。

40

【0077】

(引張強度)

得られた多孔質アルミニウム焼結体の引張強度は、引張法によって測定した。

【0078】

また、本実施形態では、純アルミニウムからなるアルミニウム基材を用いるものとして説明したが、これに限定されることはなく、一般的なアルミニウム合金からなるアルミニウム基材を用いてもよい。

例えば、JISに規定されるA3003合金(Al-0.6質量%Si-0.7質量%Fe-0.1質量%Cu-1.5質量%Mn-0.1質量%Zn合金)やA5052合金(Al-0.25質量%Si-0.40質量%Fe-0.10質量%Cu-0.10質量%

50

%Mn－2.5質量%Mg合金－0.2質量%Cr－0.1質量%Zn合金)などからなるアルミニウム基材を好適に用いる事ができる。

また、アルミニウム基材も1種類の組成に限定されることなく、例えば、純アルミニウムからなる繊維とJIS A3003合金からなる粉末の混合物とするなど、目的に応じて適宜調整することができる。

【0079】

【表1】

	アルミニウム基材			チタン粉			共晶元素粉			焼結 温度 (°C)	見掛 気孔率 (%)	引張 強度 (N/mm ²)	
	材質	繊維 (%)	粉末 (%)	材質	粒径 (μm)	含有量 (質量%)	材質	粒径 (μm)	含有量 (質量%)				
本 発 明 例	1	A1070	94.0	-	水素化チタン	1.0	5.0	Ni	4.0	1.0	645	72.0	2.9
	2	A1070	94.0	-	水素化チタン	5.0	5.0	Ni	4.0	1.0	645	71.6	3.0
	3	A1070	94.0	-	金属チタン	30.0	5.0	Ni	4.0	1.0	645	70.5	2.8
	4	A1070	94.0	-	金属チタン	50.0	5.0	Ni	4.0	1.0	645	72.3	2.7
	5	A1070	98.5	-	水素化チタン	5.0	0.5	Ni	4.0	1.0	645	73.0	2.9
	6	A1070	79.0	-	水素化チタン	5.0	20.0	Ni	4.0	1.0	645	72.4	4.2
	7	A1070	94.0	-	水素化チタン	5.0	5.0	Ni	1.0	1.0	645	71.8	3.1
	8	A1070	94.0	-	水素化チタン	5.0	5.0	Ni	20.0	1.0	645	70.1	2.9
	9	A1070	94.9	-	水素化チタン	5.0	5.0	Ni	4.0	0.1	645	72.0	1.8
	10	A1070	93.0	-	水素化チタン	5.0	5.0	Ni	4.0	2.0	645	74.0	4.0
	11	A1070	89.0	5.0	水素化チタン	5.0	5.0	Ni	4.0	1.0	645	69.2	3.2
	12	A1070	84.0	10.0	水素化チタン	5.0	5.0	Ni	4.0	1.0	645	68.5	3.0
	13	A1070	98.99	-	水素化チタン	5.0	1.0	Ni	4.0	0.01	640	71.2	2.4
	14	A1070	94.0	-	水素化チタン	5.0	1.0	Ni	4.0	5.0	655	69.8	3.7
	15	A1070	98.99	-	水素化チタン	5.0	0.01	Ni	4.0	1.0	645	65.9	3.1
	16	A1070	94.9	-	水素化チタン	5.0	0.1	Ni	4.0	5.0	655	67.4	2.1
	17	A3003	94.0	-	水素化チタン	5.0	1.0	Ni	4.0	5.0	625	68.2	4.5
	18	A5052	94.0	-	水素化チタン	5.0	1.0	Ni	4.0	5.0	595	69.1	4.1
	19	A1070	98.99	-	水素化チタン	5.0	1.0	Mg	20.0	0.01	645	73.3	1.4
	20	A1070	98.9	-	水素化チタン	5.0	1.0	Mg	40.0	0.1	645	73.1	1.9
	21	A1070	98.0	-	水素化チタン	5.0	1.0	Mg	40.0	1.0	620	70.4	2.8
	22	A1070	94.0	-	水素化チタン	5.0	1.0	Mg	100.0	5.0	655	70.1	3.3
	23	A1070	98.99	-	水素化チタン	5.0	0.01	Mg	40.0	1.0	590	71.6	2.9
	24	A1070	98.9	-	水素化チタン	5.0	0.1	Mg	40.0	1.0	655	69.7	3.2
	25	A1070	94.0	-	水素化チタン	5.0	5.0	Mg	40.0	1.0	645	72.1	2.4
	26	A1070	79.0	-	水素化チタン	5.0	20.0	Mg	40.0	1.0	655	71.3	2.0
	27	A3003	94.0	-	水素化チタン	5.0	1.0	Mg	40.0	5.0	620	68.7	4.2

本発明例

【0080】

10

20

30

40

【表 2】

	アルミニウム基材			チタン粉			共晶元素粉			焼結温度 (°C)	見掛 気孔率 (%)	引張 強度 (N/mm ²)
	材質	繊維 (%)	粉末 (%)	材質	粒径 (μm)	含有量 (質量%)	材質	粒径 (μm)	含有量 (質量%)			
28	A5052	94.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Mg	40.0	5.0	69.4	3.9
29	A1070	98.99	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Cu	5.0	0.01	73.0	1.1
30	A1070	98.9	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Cu	20.0	0.1	72.8	1.7
31	A1070	98.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Cu	30.0	1.0	69.9	2.4
32	A1070	94.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Cu	30.0	5.0	70.6	3.5
33	A1070	94.99	-	-	水素化チタン	5.0	0.01	Cu	80.0	5.0	69.5	2.9
34	A1070	98.9	-	-	水素化チタン	5.0	0.1	Cu	30.0	1.0	67.5	2.6
35	A1070	94.0	-	-	水素化チタン	5.0	5.0	Cu	30.0	1.0	71.9	2.3
36	A1070	79.0	-	-	水素化チタン	5.0	20.0	Cu	30.0	1.0	71.0	2.2
37	A3003	94.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Cu	30.0	5.0	68.9	3.8
38	A5052	94.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Cu	30.0	5.0	69.2	4.3
39	A1070	98.99	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Si	5.0	0.01	72.3	1.5
40	A1070	98.9	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Si	10.0	0.1	71.6	2.1
41	A1070	98.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Si	80.0	1.0	70.3	2.9
42	A1070	94.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Si	80.0	5.0	69.7	3.8
43	A1070	89.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Si	100.0	10.0	70.5	2.6
44	A1070	84.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Si	170.0	15.0	71.2	2.7
45	A1070	98.99	-	-	水素化チタン	5.0	0.01	Si	80.0	1.0	69.8	2.3
46	A1070	98.9	-	-	水素化チタン	5.0	0.1	Si	80.0	1.0	70.6	2.5
47	A1070	94.0	-	-	水素化チタン	5.0	5.0	Si	80.0	1.0	71.2	2.1
48	A1070	79.0	-	-	水素化チタン	5.0	20.0	Si	80.0	1.0	72.4	1.8
49	A3003	94.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Si	80.0	5.0	68.0	4.7
50	A5052	94.0	-	-	水素化チタン	5.0	1.0	Si	80.0	5.0	68.8	4.2
比較例1	A1070	95.0	-	-	水素化チタン	5.0	5.0	-	-	-	70.2	0.5
比較例2	A1070	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	75.3	0.1

本 発 明 例

【0081】

表1、表2にはアルミニウム基材に対して、金属チタン粉または水素化チタン粉と共晶元素を添加し焼結した際の見掛け気孔率と引張強度を示している。

共晶元素粉を添加した焼結用アルミニウム原料を用いた本発明例1～50においては、共晶元素粉を添加していない焼結用アルミニウム原料を用いた比較例1、2に比べて同等の見掛け気孔率であっても、強度が十分に向上していることが確認される。

以上のことから、本発明によれば、高い気孔率を有するとともに十分な強度を有する高品質の多孔質アルミニウム焼結体を提供可能であることが確認された。

【符号の説明】

【 0 0 8 2 】

- 1 0、1 1 0 多孔質アルミニウム焼結体
- 1 1 アルミニウム基材
- 1 1 a アルミニウム繊維
- 1 1 b アルミニウム粉末
- 1 2 柱状突起
- 1 5 結合部
- 1 6 T i - A l 系化合物
- 1 7 共晶元素化合物
- 2 0 焼結用アルミニウム原料
- 2 2 チタン粉末粒子（チタン粉）
- 2 3 共晶元素粉末粒子（共晶元素粉）

10

【 図 1 】

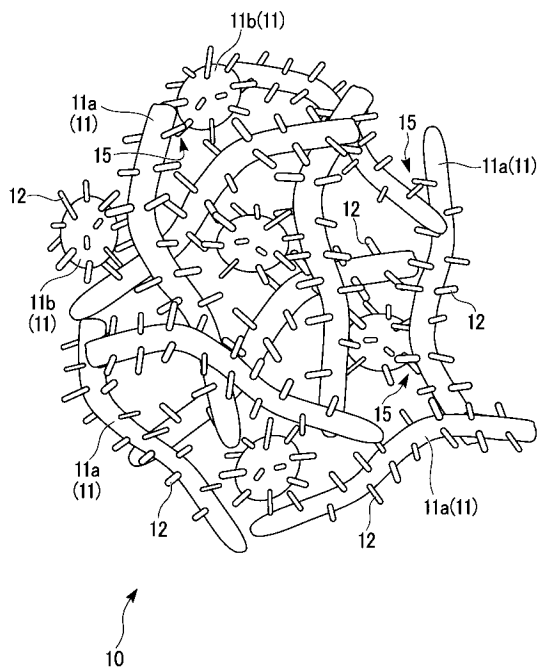


図 1

【 図 3 】

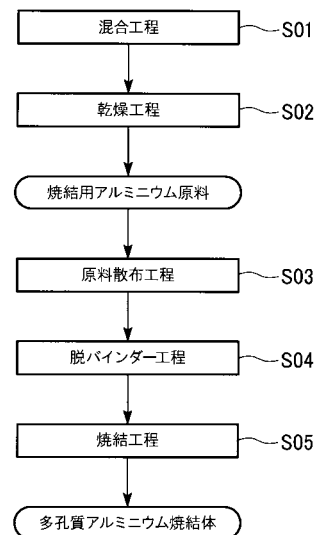


図 3

【図 4】

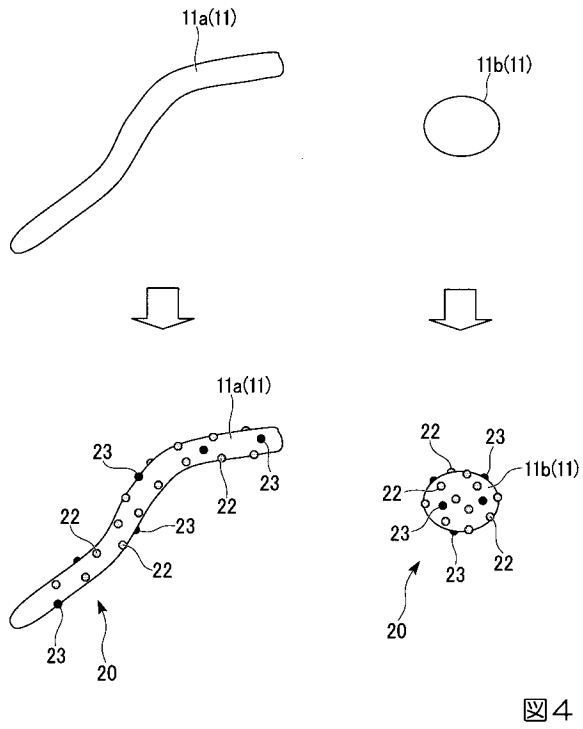


図 4

【図 5】

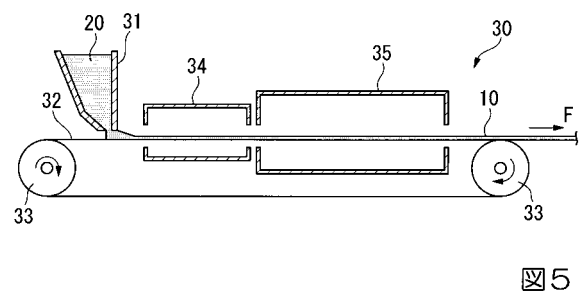


図 5

【図 6】

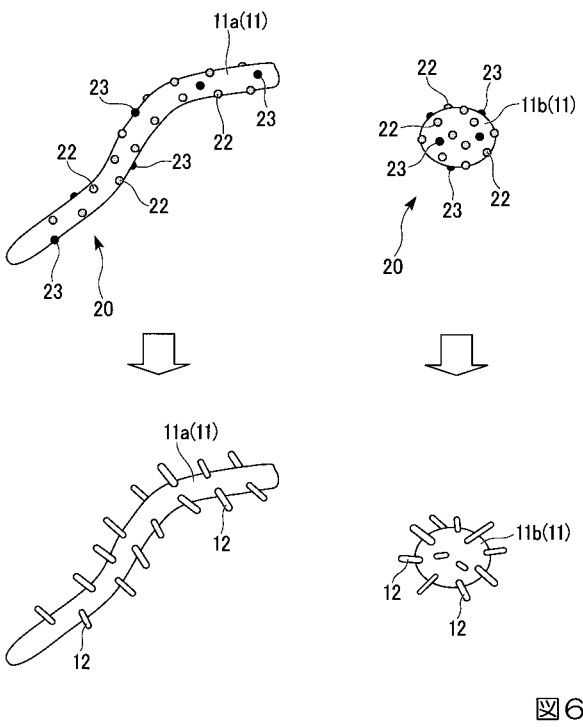


図 6

【図 7】

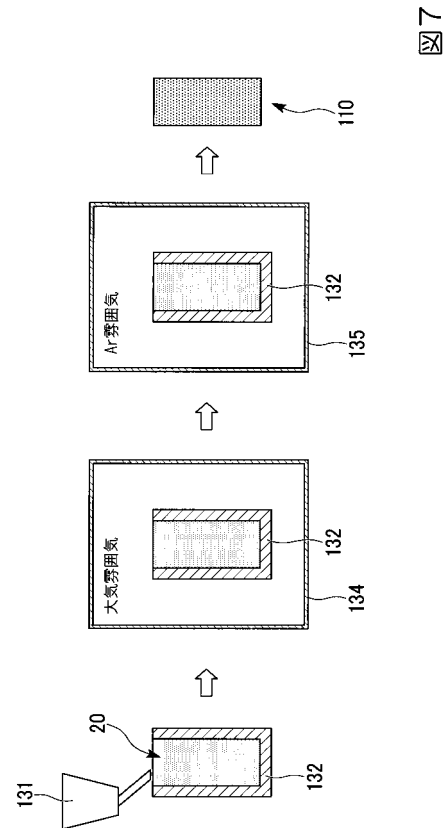
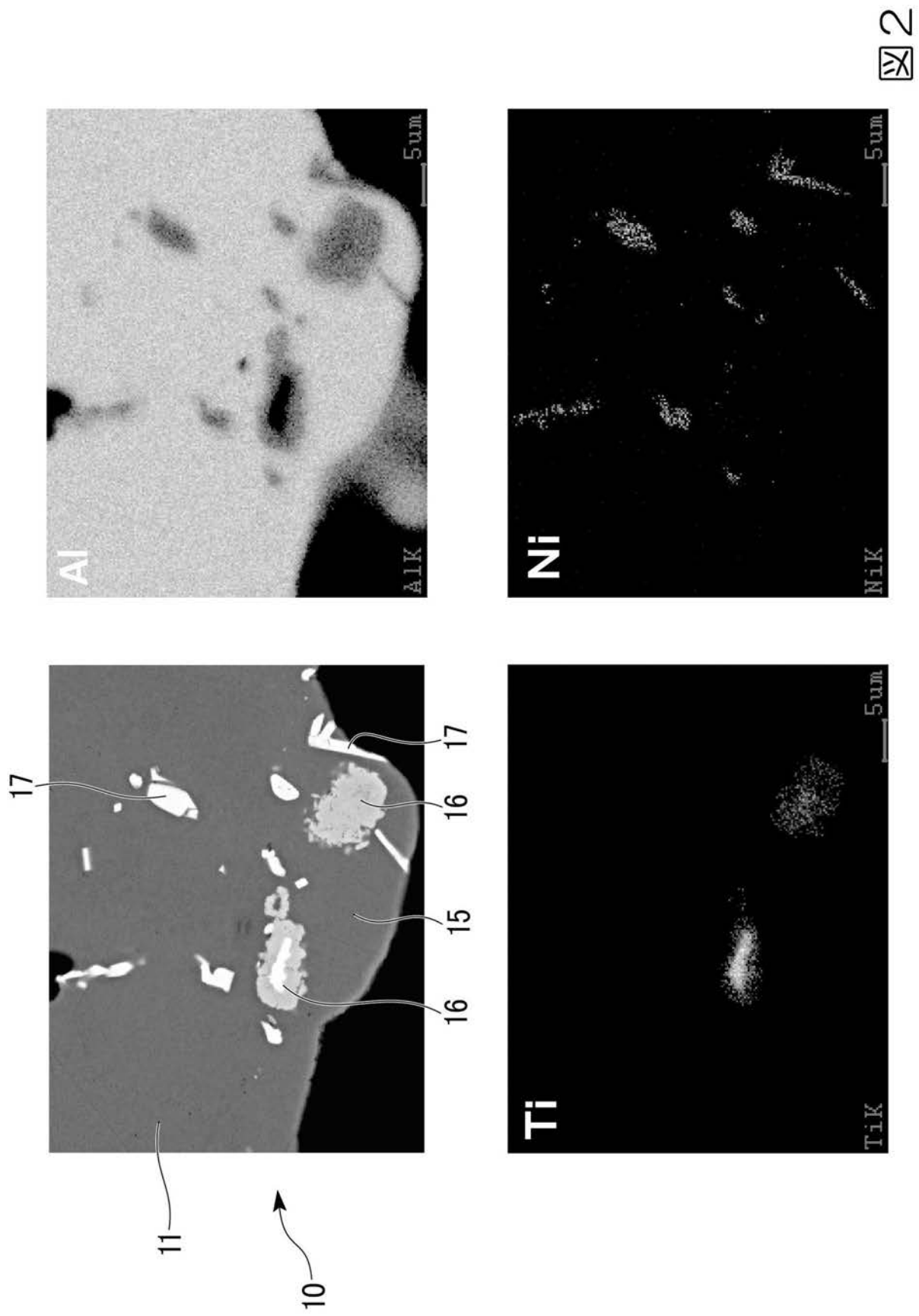


図 7

【図 2】



【図 8】

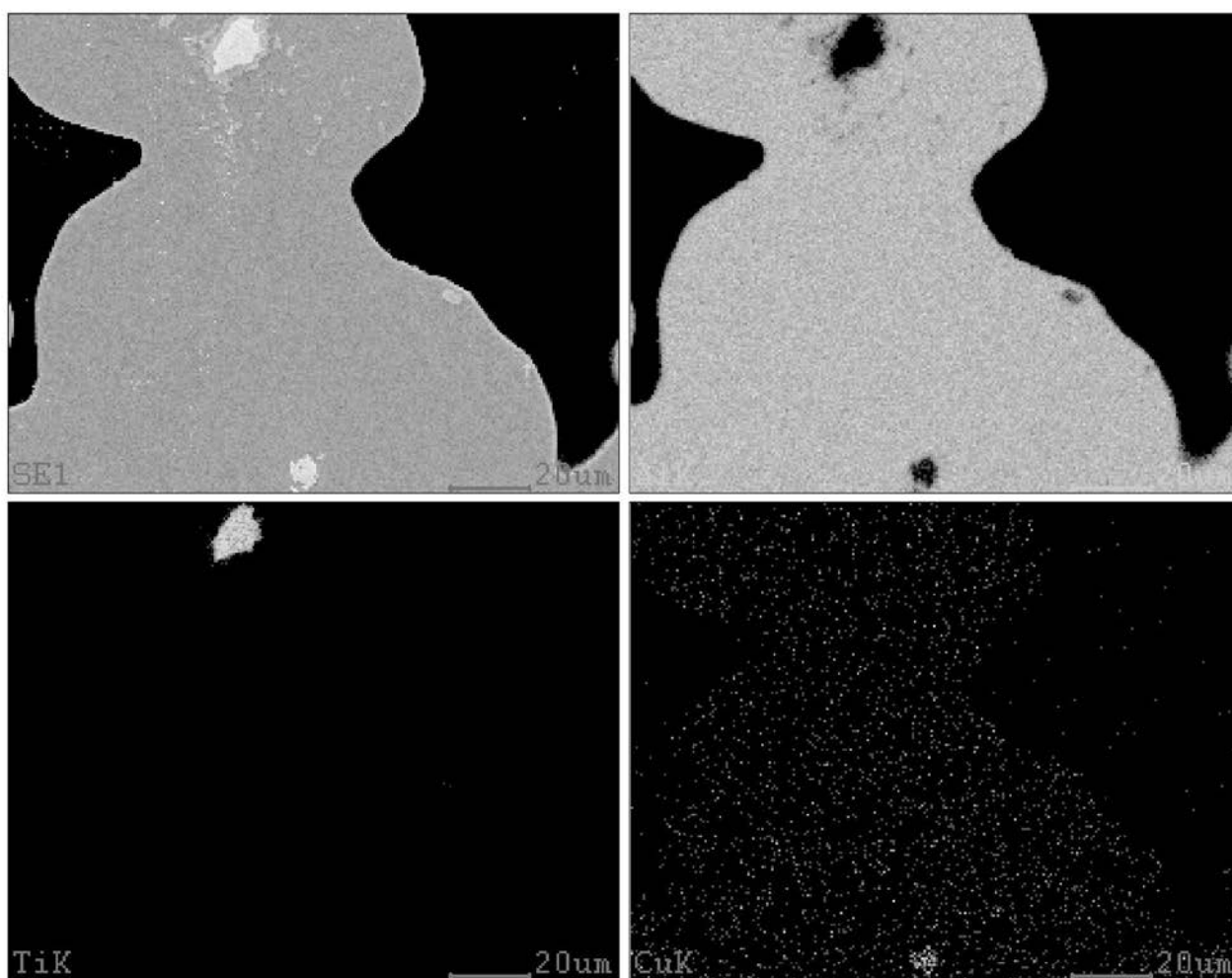
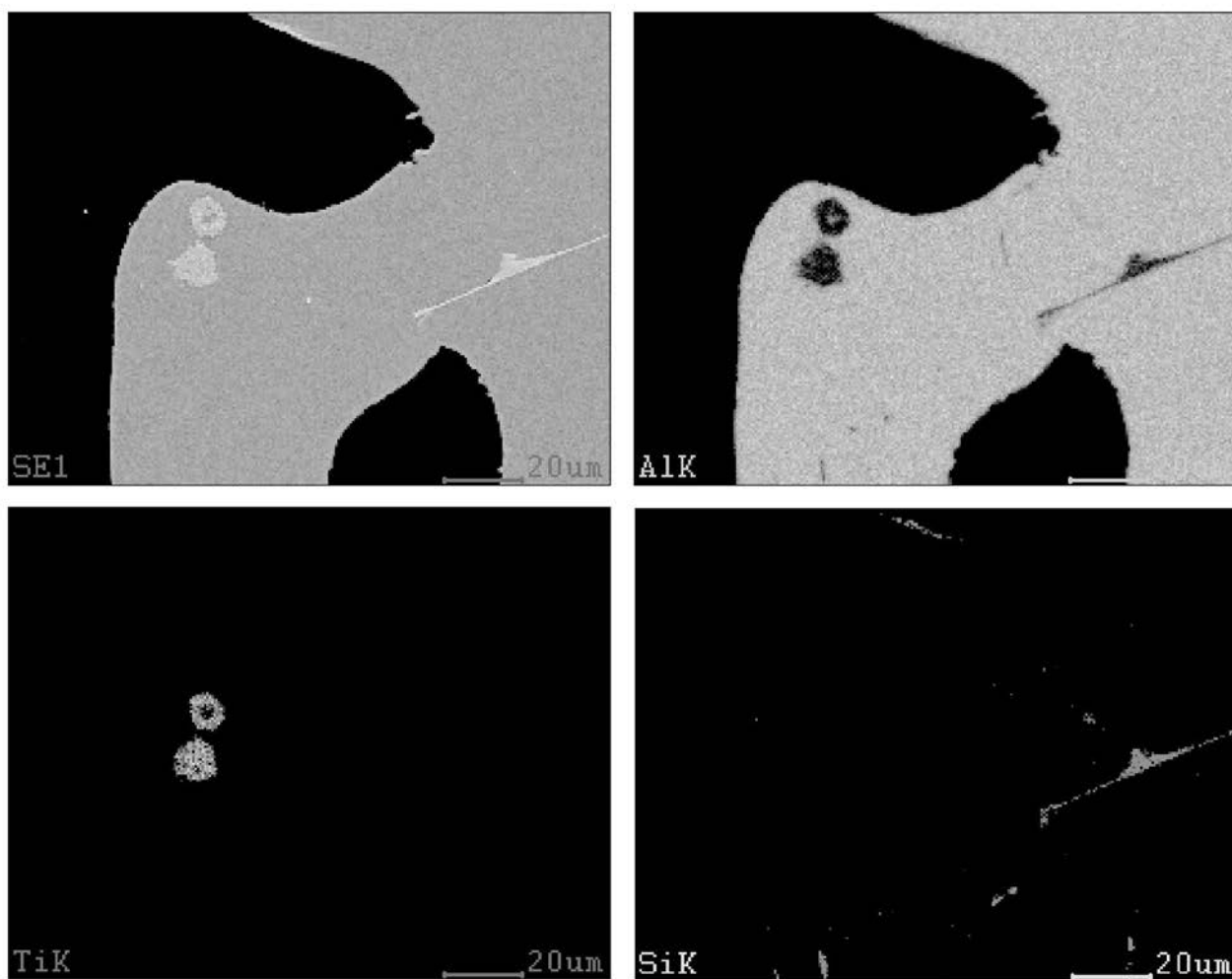


図 8

【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 楊 積彬
埼玉県北本市下石戸上1 9 7 5-2 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

(72)発明者 幸 俊彦
埼玉県北本市下石戸上1 9 7 5-2 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

(72)発明者 星野 孝二
埼玉県北本市下石戸上1 9 7 5-2 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

(72)発明者 喜多 晃一
埼玉県北本市下石戸上1 9 7 5-2 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

(72)発明者 加藤 純
埼玉県北本市下石戸上1 9 7 5-2 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

Fターム(参考) 4K018 AA15 BA02 BA03 BA04 BA07 BA08 BB02 BB03 BB04 BC12
BC16 CA09 CA45 DA03 DA21 DA33 KA22 KA23 KA38
4K020 AA10 AC01 BA01 BB08