

(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2016-110738  
(P2016-110738A)

(43) 公開日 平成28年6月20日 (2016.6.20)

|                       |               |             |
|-----------------------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl.          | F I           | テーマコード (参考) |
| HO 1 B 5/00 (2006.01) | HO 1 B 5/00 C | 5 G 3 0 1   |
| HO 1 B 1/02 (2006.01) | HO 1 B 1/02 B | 5 G 3 0 7   |
| HO 1 B 1/00 (2006.01) | HO 1 B 1/00 C |             |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

|                       |                                                        |                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号<br>(22) 出願日 | 特願2014-244748 (P2014-244748)<br>平成26年12月3日 (2014.12.3) | (71) 出願人 000180070<br>山陽特殊製鋼株式会社<br>兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地<br>(74) 代理人 100107940<br>弁理士 岡 憲吾<br>(74) 代理人 100120938<br>弁理士 住友 敦郎<br>(74) 代理人 100122806<br>弁理士 室橋 克義<br>(74) 代理人 100168192<br>弁理士 笠川 寛<br>(74) 代理人 100174311<br>弁理士 染矢 啓 |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

最終頁に続く

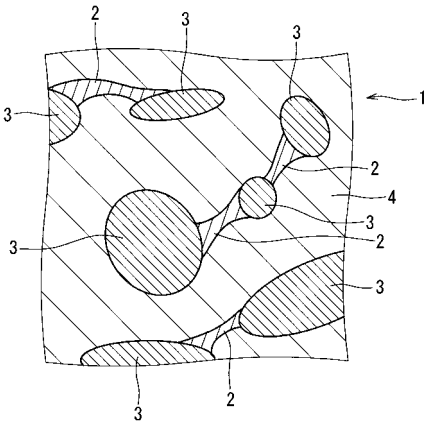
(54) 【発明の名称】 導電フィラー用粉末

(57) 【要約】

【課題】 導電性に優れ、低コストで得られ、かつ軽量である導電フィラー用粉末の提供。

【解決手段】 導電フィラー用粉末の粒子1の材質は、0.1質量%以上30質量%以下のAl、Si、導電性の元素X1及び不可避免的不純物を含む合金である。この合金は、複数のAl相2と、複数のシリサイド相3と、Si相4とを有している。この粉末の、XRDによって測定された、その2θが38.6°±0.3°付近にあるAl(111)面のピークの積分強度P1と、その2θが28.3°±0.3°付近にあるSi(111)面のピークの積分強度P2との、比(P1/P2)は、0.01以上0.30以下である。この粉末の密度は、2.0Mg/m<sup>3</sup>以上6.0Mg/m<sup>3</sup>以下である。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

その材質が、0.1質量%以上30質量%以下のAl、Si、導電性の元素X1及び不可避免的不純物を含む合金であり、

上記合金が、複数のAl相と、上記Siと上記元素X1とを含有する複数のシリサイド相と、Si相とを有しており、

XRDによって測定された、その2θが $38.6^{\circ} \pm 0.3^{\circ}$ 付近にあるAl(111)面のピークの積分強度P1と、その2θが $28.3^{\circ} \pm 0.3^{\circ}$ 付近にあるSi(111)面のピークの積分強度P2との、比( $P1/P2$ )が、0.01以上0.30以下であり、

密度が $2.0 \text{ Mg/m}^3$ 以上 $6.0 \text{ Mg/m}^3$ 以下である導電フィラー用粉末。

## 【請求項 2】

上記Al相が、上記Si相内に分散して存在する請求項1に記載の粉末。

## 【請求項 3】

1つのAl相が、シリサイド相と他のシリサイド相とをリンクしている請求項2に記載の粉末。

## 【請求項 4】

上記元素X1が、B、C、Na、Mg、P、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag及びAuからなる群から選択された1種又は2種以上である請求項1から3のいずれかに記載の粉末。

## 【請求項 5】

上記合金が元素X2をさらに含んでおり、

上記元素X2が、Sn、In、Zn、Bi、Ga及びPbからなる群から選択された1種又は2種以上である請求項1から4のいずれかに記載の粉末。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、導電性樹脂、導電性プラスチック、導電性ペースト、電子機器、電子部品等に用いられる導電フィラーに適した粉末に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

導電性物質に含有されるフィラーに、金、銀、白金及び銅のような貴金属の粉末が用いられている。他の金属の表面に貴金属がコーティングされた粉末も、導電フィラーとして用いられている。貴金属の電気抵抗は小さいので、この貴金属を含むフィラーは導電性に優れる。貴金属を含む粒子の凝集により、粒子同士の大きな接触面積が得られるので、この観点からも貴金属はフィラーの導電性に寄与する。貴金属はさらに、熱伝導性にも優れる。

## 【0003】

貴金属は、高価である。従って、貴金属を含む導電性物質は、高コストである。しかも、貴金属は高比重である。従って、貴金属を含む導電性物質は、重い。コスト低減及び軽量化の観点から、貴金属以外の元素を含む合金の検討が、種々なされている。

## 【0004】

特開2004-47404公報には、シリコン化合物からなる粒子の表面に、炭素がコーティングされた導電フィラー用合金が開示されている。この粒子では、シリコン微結晶がシリコン化合物に分散している。

## 【0005】

特開2004-232699公報には、Agからなる粒子の表面に、Si又はSi系化合物がコーティングされた導電フィラー用合金が開示されている。

## 【0006】

特開2008-136475公報には、銀と、0.01-10質量%のSiとを含有す

10

20

30

40

50

る導電フィラー用合金が開示されている。この合金では、銀粒子の表面に、 $\text{SiO}_2$ のゲルがコーティングされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2004-47404公報

【特許文献2】特開2004-232699公報

【特許文献3】特開2008-136475公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0008】

近年、電子機器の高性能化及び用途拡大が進んでいる。導電性物質には、低コスト化及び軽量化の要請がある。

【0009】

本発明の目的は、導電性に優れ、低コストで得られ、かつ軽量である導電フィラー用粉末の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る導電フィラー用粉末の材質は、0.1質量%以上30質量%以下のAl、Si、導電性の元素X1及び不可避免の不純物を含む合金である。この合金は、複数のAl相と、Siと元素X1とを含有する複数のシリサイド相と、Si相とを有する。この粉末の、XRDによって測定された、その $2\theta$ が $38.6^\circ \pm 0.3^\circ$ 付近にあるAl(111)面のピークの積分強度P1と、その $2\theta$ が $28.3^\circ \pm 0.3^\circ$ 付近にあるSi(111)面のピークの積分強度P2との、比(P1/P2)は、0.01以上0.30以下である。この粉末の密度は、 $2.0\text{ Mg/m}^3$ 以上 $6.0\text{ Mg/m}^3$ 以下である。

20

【0011】

好ましくは、Al相は、Si相内に分散して存在する。好ましくは、1つのAl相は、シリサイド相と他のシリサイド相とをリンクしている。

【0012】

好ましくは、元素X1は、B、C、Na、Mg、P、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag及びAuからなる群から選択された1種又は2種以上である。

30

【0013】

好ましくは、合金は、元素X2をさらに含む。この元素X2は、Sn、In、Zn、Bi、Ga及びPbからなる群から選択された1種又は2種以上である。

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る導電フィラー用粉末は、材質がSiを含む合金であるため、低コストで得られうる。この粉末は、貴金属がコーティングされて得られる粉末に比べ、製造に手間がかからず、しかもコーティング層の剥離の問題も生じない。この粉末は低密度でもある。この粉末では、Al相及びシリサイド相が導電性に寄与する。

40

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る粉末に含まれる粒子の一部が示された断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、適宜図面が参照されつつ、好ましい実施形態に基づいて本発明が詳細に説明される。

【0017】

50

本発明に係る導電フィラー用粉末は、多数の粒子の集合である。図1に、この粒子1の断面が拡大されて示されている。この粒子1の材質は、合金である。この合金は、Al、Si及び元素X1を含んでいる。元素X1は、導電性である。元素X1の電気伝導度は、 $100\text{ A V}^{-1}\text{ m}^{-1}$ 以上である。

【0018】

好ましくは、合金は、

(1) Al

(2) Si

(3) 元素X1

及び

(4) 不可避的不純物

のみを含む。

【0019】

図1に示されるように、この合金は、複数のAl相2、複数のシリサイド相3及びSi相4を有している。これらのAl相2は、Si相4に分散して析出している。シリサイド相3も、Si相4に分散して析出している。

【0020】

それぞれのAl相2の主成分は、Alである。Al相2が、Alのみを含んでもよい。Al相2が、Alと共に、少量の他の元素を含んでもよい。Al相2におけるAlの比率は、90質量%以上である。Alは、導電性である。

【0021】

それぞれのシリサイド相3は、Al、Si及び元素X1を含有する。このシリサイド相3は、AlとSiとの化合物を含みうる。このシリサイド相3は、Siと元素X1との化合物を含みうる。このシリサイド相3は、Al、Si及び元素X1の化合物を含みうる。このシリサイド相3において、Al及び元素X1は、Siに固溶しうる。Al及び元素X1を含有するので、このシリサイド相3は導電性である。

【0022】

Si相4の主成分は、Siである。Si相4が、Siのみを含んでもよい。Si相4が、Siと共に、少量の他の元素(Al等)を含んでもよい。他の元素は、Si相4にドーピングされてもよく、固溶してもよい。

【0023】

Siは、電気伝導度の低い金属である。一方、Al相2及びシリサイド相3は、粒子1の電気抵抗を抑制する。このAl相2及びシリサイド相3を含む導電フィラー用粉末は、導電性に優れる。特に、Al相2を有する粉末は、導電性に優れる。この粉末を含む物体(例えば電子機器)は、導電性に優れる。

【0024】

図1に示されるように、Al相2は、シリサイド相3と他のシリサイド相3とをリンクしている。この合金では、電気は、Al相2及びシリサイド相3を通じて流れる。この粉末は、導電性に極めて優れる。

【0025】

従来の導電フィラー粉末には、前述の通り、金、銀、白金及び銅のような貴金属が用いられている。金の密度は $19.32\text{ Mg/m}^3$ であり、銀の密度は $10.50\text{ Mg/m}^3$ であり、白金の密度は $21.45\text{ Mg/m}^3$ であり、銅の密度は $8.960\text{ Mg/m}^3$ である。一方、Alの密度は $2.698\text{ Mg/m}^3$ であり、Siの密度は $2.329\text{ Mg/m}^3$ である。Al及びSiの密度は、金属の中では小さい。Al及びSiを含む導電フィラー用粉末は、軽量である。この粉末を含む物体は、軽量である。

【0026】

Al及びSiは、貴金属に比べて低価格である。Al及びSiを含む導電フィラー用粉末は、この粉末を含む物体の低コストを達成する。さらにこの粉末は、コーティングの手間がなく製造されうる。

10

20

30

40

50

## 【0027】

導電性の観点から、合金におけるAlの比率は0.1質量%以上が好ましく、3質量%以上がより好ましく、5質量%以上が特に好ましい。

## 【0028】

粒子1の表面に存在するAlは、大気中の酸素と反応しうる。この反応により、アルミナが生成される。アルミナは、粒子1の表面において酸化被膜を形成する。アルミナは、絶縁性である。アルミナは、粒子1同士の接触抵抗を高める。この粒子1を含む粉末は、導電性に劣る。アルミナの生成が抑制されるとの観点、及び低コストの観点から、合金におけるAlの比率は30質量%以下が好ましく、10質量%以下が特に好ましい。

## 【0029】

導電性の観点から、合金における元素X1の比率は1質量%以上が好ましく、3質量%以上がより好ましく、5質量%以上が特に好ましい。合金が十分なSiを含有しうるとの観点から、元素X1の比率は50質量%以下が好ましい。

## 【0030】

軽量及び低コストの観点から、合金におけるSiの比率は45質量%以上が好ましく、65質量%以上がより好ましく、75質量%以上が特に好ましい。合金が十分なAl及び元素X1を含有しうるとの観点から、Siの比率は95質量%以下が好ましい。

## 【0031】

導電フィラー用粉末を含む物体の軽量の観点から、この粉末の密度は $6.0 \text{ Mg/m}^3$ 以下が好ましく、 $5.5 \text{ Mg/m}^3$ 以下がより好ましく、 $5.0 \text{ Mg/m}^3$ 以下が特に好ましい。密度は、 $2.0 \text{ Mg/m}^3$ 以上が好ましく、 $2.5 \text{ Mg/m}^3$ 以上がより好ましく、 $3.0 \text{ Mg/m}^3$ 以上が特に好ましい。

## 【0032】

密度は、島津製作所社の乾式自動密度計「アキュピック II 340シリーズ」により測定される。この装置の容器に粉末が投入され、ヘリウムガスが充填される。定容積膨張法に基づき、粉末の密度が検出される。10回の測定の平均値が算出される。

## 【0033】

元素X1の具体例として、B、C、Na、Mg、P、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag及びAuが挙げられる。粉末が、2種以上の元素X1を含んでもよい。これらの元素X1は、粉末の熱伝導性にも寄与しうる。

## 【0034】

本発明では、XRD (X-ray diffraction)により、粉末の積分強度P1及びP2が測定される。P1は、Al (111)面のピークの積分強度である。Al (111)面のピークの $2\theta$ は、 $38.6^\circ \pm 0.3^\circ$ 付近である。P2は、Si (111)面のピークの積分強度である。Si (111)面のピークの $2\theta$ は、 $28.3^\circ \pm 0.3^\circ$ 付近にある。比(P1/P2)は、0.01以上0.30以下が好ましい。比(P1/P2)が0.01以上である粉末では、十分なAl相2が析出する。この観点から、比(P1/P2)は0.05以上がより好ましく、0.10以上が特に好ましい。比(P1/P2)が0.30以下である粉末では、Alの酸化被膜が形成されにくい。この観点から、比(P1/P2)は0.20以下が特に好ましい。

## 【0035】

合金が、元素X2を含んでもよい。この場合、好ましくは、合金は、

(1) Al

(2) Si

(3) 元素X1

(4) 元素X2

及び

(5) 不可避的不純物

のみを含む。

## 【0036】

元素X<sub>2</sub>として、Sn、In、Zn、Bi、Ga及びPbが挙げられる。合金が、2種以上の元素X<sub>2</sub>を含んでもよい。

【0037】

粉末の電気伝導度は、粒子1の内部のバルク抵抗と、粒子1同士の接触抵抗に、主として支配される。軟質な元素X<sub>2</sub>を含む合金は、粒子1同士の密着性を高める。この元素X<sub>2</sub>により、接触抵抗が低減される。

【0038】

合金における元素X<sub>2</sub>の含有量は、1質量%以上5質量%以下が好ましい。

【0039】

元素X<sub>2</sub>は、Siとの融点差が大きく、かつ、元素X<sub>2</sub>及びSiの相互の溶解はほとんどない。従って、Si-X<sub>2</sub>合金のアトマイズをおこなうと、Siと元素X<sub>2</sub>とを含有するシリサイド相が現れに。このアトマイズにより、Si単体と元素X<sub>2</sub>の単体とが析出する傾向が見られる。Si単体の電気伝導度は非常に小さく、さらにSi-X<sub>2</sub>合金中におけるSi単体が占める割合は多いため、Si-X<sub>2</sub>合金は導電フィラー粉末としては適さない。本発明に係る粉末の合金では、元素X<sub>2</sub>は、Al及び元素X<sub>1</sub>に付随して添加される。この合金は、導電フィラー粉末に適している。

【0040】

導電フィラー粉末は、アトマイズ工程を含む液体急冷プロセスによって製造されうる。このプロセスにより、容易かつ安価に粉末が製造されうる。好ましいアトマイズとして、水アトマイズ法、ガスアトマイズ法、ディスクアトマイズ法及びプラズマアトマイズ法が例示される。ガスアトマイズ法及びディスクアトマイズ法が、特に好ましい。

【0041】

ガスアトマイズ法では、底部に細孔を有する石英坩堝の中に、原料が投入される。この原料が、アルゴンガス雰囲気中で、高周波誘導炉によって加熱され、溶融する。アルゴンガス雰囲気において、細孔から流出する原料に、アルゴンガスが噴射される。原料は急冷されて凝固し、粉末が得られる。噴射圧の調整により、凝固速度がコントロールされうる。噴射圧が大きいほど、凝固速度は大きい。凝固速度のコントロールにより、所望の粒度分布を有する粉末が得られうる。凝固速度が速いほど、粒度分布の幅は小さい。

【0042】

ディスクアトマイズ法では、底部に細孔を有する石英坩堝の中に、原料が投入される。この原料が、アルゴンガス雰囲気中で、高周波誘導炉によって加熱され、溶融する。アルゴンガス雰囲気において、細孔から流出する原料が、高速で回転するディスクの上に落とされる。回転速度は、40000rpmから60000rpmである。ディスクによって原料は急冷され、凝固して、粉末が得られる。この粉末にミリングが施されてもよい。

【0043】

メルトスピニング法によって製造した鱗片状又は薄箔状の材料が、メカニカルアロイング法で粉砕されることで、粉末が製造されてもよい。

【実施例】

【0044】

以下、実施例によって本発明の効果が明らかにされるが、この実施例の記載に基づいて本発明が限定的に解釈されるべきではない。

【0045】

表1及び2に示される組成を有する実施例1-20及び比較例1-20の粉末を得た。各粉末は、表1及び2に記載されていない不可避免の不純物を含む。

【0046】

各粉末の電気伝導度を測定した。まず、篩を用いて径が45μmを超える粒子を粉末から除去した。この粉末を、直径が25mmであり高さが10mmである円柱状のサンプルホルダー（東陽テクニカ社の粉体インピーダンス測定用四端子サンプルホルダー）に充填した。この粉末に、上下から4Nmの荷重をかけた。この粉末の上側に電流のプラス端子及び電圧のプラス端子を取り付けた。この粉末の下側に電流のマイナス端子及び電圧のマ

10

20

30

40

50

イナス端子を取り付けた。いわゆる四端子法により、電流を流して電圧を測定した。この結果が、下記の表 1 及び 2 に示されている。

【 0 0 4 7 】

【表 1】

表1 評価結果

|       | Al<br>(質量%) | Si<br>(質量%) | 元素X1<br>(質量%)    | 元素X2<br>(質量%)  | 積分強度比<br>P1/P2 | 密度<br>(Mg/m <sup>3</sup> ) | 電気伝導度<br>(AV <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> ) | 製造<br>ファクトス | 評価 |
|-------|-------------|-------------|------------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------------------------------------|-------------|----|
| 実施例1  | 0.1         | 89.9        | Fe 10            |                | 0.06           | 2.65                       | 1.7                                          | G. A.       | D  |
| 実施例2  | 0.1         | 93.9        | K 5              | Sn 1           | 0.08           | 2.46                       | 1.2                                          | G. A.       | D  |
| 実施例3  | 0.5         | 89.5        | Cr 10            |                | 0.05           | 2.58                       | 18                                           | G. A.       | D  |
| 実施例4  | 0.5         | 94.5        | Ag 5             |                | 0.01           | 2.48                       | 26                                           | G. A.       | D  |
| 実施例5  | 1           | 65          | W 30             | Zn 1 Ga 1 Pb 2 | 0.07           | 6.00                       | 58                                           | G. A.       | D  |
| 実施例6  | 1           | 49          | P 50             |                | 0.05           | 2.00                       | 360                                          | M. S.       | C  |
| 実施例7  | 5           | 75          | Ti 20            |                | 0.07           | 2.64                       | 290                                          | M. S.       | C  |
| 実施例8  | 5           | 45          | Mn 50            |                | 0.09           | 4.87                       | 600                                          | D. A.       | B  |
| 実施例9  | 5           | 80          | Co 15            |                | 0.09           | 2.62                       | 470                                          | D. A.       | C  |
| 実施例10 | 5           | 70          | V 10 Fe 10 Ga 5  |                | 0.12           | 3.23                       | 310                                          | G. A.       | C  |
| 実施例11 | 10          | 40          | Cr 25 Ni 25      |                | 0.08           | 4.20                       | 690                                          | G. A.       | B  |
| 実施例12 | 10          | 10          | Mn 40 Ag 40      |                | 0.13           | 4.09                       | 430                                          | G. A.       | C  |
| 実施例13 | 10          | 70          | Ti 10 Cu 10      |                | 0.16           | 2.77                       | 560                                          | G. A.       | B  |
| 実施例14 | 10          | 60          | Cr 15 Ti 15      |                | 0.20           | 3.41                       | 1250                                         | G. A.       | A  |
| 実施例15 | 15          | 54          | Ni 15 Mg 15 Pb 1 |                | 0.30           | 3.13                       | 800                                          | M. S.       | B  |
| 実施例16 | 15          | 55          | Cu 10 Ca 20      |                | 0.14           | 3.21                       | 760                                          | G. A.       | B  |
| 実施例17 | 20          | 70          | Ag 5 B 5         |                | 0.18           | 2.98                       | 500                                          | G. A.       | B  |
| 実施例18 | 20          | 50          | Na 15 Fe 15      |                | 0.19           | 4.15                       | 840                                          | D. A.       | B  |
| 実施例19 | 30          | 50          | V 10 Cr 10       |                | 0.14           | 2.58                       | 660                                          | D. A.       | B  |
| 実施例20 | 30          | 50          | Co 10 C 10       |                | 0.17           | 3.01                       | 900                                          | D. A.       | B  |

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

【表 2】

表2 評価結果

|       | Al<br>(質量%) | Si<br>(質量%) | 元素X1<br>(質量%) |       | 元素X2<br>(質量%) |      |      | 積分強度比<br>P1/P2 | 密度<br>(Mg/m <sup>3</sup> ) | 電気伝導度<br>(AV <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> ) | 製造<br>プロセス | 評価 |
|-------|-------------|-------------|---------------|-------|---------------|------|------|----------------|----------------------------|----------------------------------------------|------------|----|
| 比較例1  | 0.1         | 94.9        | Ti 5          |       |               |      |      | 0.006          | 1.85                       | 2.0                                          | G. A.      | E  |
| 比較例2  | 0.1         | 94.9        | V 5           |       |               |      |      | 0.009          | 2.33                       | 1.4                                          | G. A.      | E  |
| 比較例3  | 1           | 94          | Cr 5          |       |               |      |      | 0.009          | 2.56                       | 5                                            | G. A.      | E  |
| 比較例4  | 1           | 92          | Mg 5          |       | Sn 2          |      |      | 0.007          | 2.42                       | 3                                            | G. A.      | E  |
| 比較例5  | 5           | 90          | Mn 5          |       |               |      |      | 0.12           | 1.98                       | 20                                           | G. A.      | E  |
| 比較例6  | 5           | 75          | Na 20         |       |               |      |      | 0.15           | 1.77                       | 180                                          | M. S.      | E  |
| 比較例7  | 10          | 70          | Fe 20         |       |               |      |      | 0.004          | 3.08                       | 190                                          | M. S.      | E  |
| 比較例8  | 10          | 66          | W 20          |       | Zn 1          | Ga 1 | Pb 2 | 0.16           | 1.59                       | 260                                          | D. A.      | E  |
| 比較例9  | 15          | 65          | Cr 20         |       |               |      |      | 0.18           | 1.69                       | 170                                          | D. A.      | E  |
| 比較例10 | 15          | 65          | Ni 10         | V 10  |               |      |      | 0.21           | 1.98                       | 210                                          | G. A.      | E  |
| 比較例11 | 30          | 50          | B 10          | P 10  |               |      |      | 0.27           | 1.59                       | 260                                          | G. A.      | E  |
| 比較例12 | 30          | 50          | Cu 10         | C 10  |               |      |      | 0.008          | 3.47                       | 840                                          | G. A.      | E  |
| 比較例13 | 40          | 37          | Ca 10         | Mn 10 | Ga 3          |      |      | 0.31           | 3.98                       | 280                                          | G. A.      | E  |
| 比較例14 | 40          | 30          | Cr 15         | Co 15 |               |      |      | 0.14           | 2.65                       | 500                                          | G. A.      | E  |
| 比較例15 | 45          | 15          | Ag 20         | Ni 20 |               |      |      | 0.22           | 4.12                       | 380                                          | M. S.      | E  |
| 比較例16 | 50          | 40          | Fe 5          | Ti 5  |               |      |      | 0.19           | 3.66                       | 370                                          | G. A.      | E  |
| 比較例17 | 70          | 19          | Ni 5          | Cr 5  | Pb 1          |      |      | 0.35           | 4.23                       | 250                                          | G. A.      | E  |
| 比較例18 | 70          | 20          | P 5           | Cu 5  |               |      |      | 0.32           | 4.25                       | 360                                          | D. A.      | E  |
| 比較例19 | 0           | 80          | Fe 10         | Co 10 |               |      |      | -              | 3.44                       | 490                                          | D. A.      | E  |
| 比較例20 | 100         | 0           |               |       |               |      |      | -              | 2.87                       | 760                                          | D. A.      | E  |

【0049】

表1及び2における製造プロセスの詳細は、下記の通りである。

G. A. : ガスアトマイズ法

D. A. : ディスクアトマイズ法

10

20

30

40

50

M. S. : メルトスピニング法

【0050】

表1-2に示される通り、各実施例の粉末の合金は、0.1質量%以上30質量%以下のAlを含んでいる。この合金は、

- (1) Al相、
- (2) Al、Si及び元素Xを含むシリサイド相、及び
- (3) Si相

を含む。この粉末の比( $P1/P2$ )は、0.01以上0.30以下である。この粉末の密度は、 $2.0\text{ Mg/m}^3$ 以上 $6.0\text{ Mg/m}^3$ 以下である。表1では、各粉末が、A-Dの格付けで評価されている。この評価の基準は、以下の通りである。

10

格付けA

積分強度比：0.01以上0.30以下  
 密度： $2.0\text{ Mg/m}^3$ 以上 $6\text{ Mg/m}^3$ 以下  
 電気伝導度： $1000\text{ A V}^{-1}\text{ m}^{-1}$ 未満

格付けB

積分強度比：0.01以上0.30以下  
 密度： $2.0\text{ Mg/m}^3$ 以上 $6\text{ Mg/m}^3$ 以下  
 電気伝導度： $500\text{ A V}^{-1}\text{ m}^{-1}$ 以上 $1000\text{ A V}^{-1}\text{ m}^{-1}$ 未満

格付けC

積分強度比：0.01以上0.30以下  
 密度： $2.0\text{ Mg/m}^3$ 以上 $6\text{ Mg/m}^3$ 以下  
 電気伝導度： $100\text{ A V}^{-1}\text{ m}^{-1}$ 以上 $500\text{ A V}^{-1}\text{ m}^{-1}$ 未満

20

格付けD

積分強度比：0.01以上0.30以下  
 密度： $2.0\text{ Mg/m}^3$ 以上 $6\text{ Mg/m}^3$ 以下  
 電気伝導度： $100\text{ A V}^{-1}\text{ m}^{-1}$ 未満

【0051】

表2に示された各比較例の粉末の格付けは、Eである。この粉末は、Al含有率、積分強度比及び密度のいずれかが、本発明の要件を満たしていない。

【0052】

30

例えば、実施例14に係る粉末は、組成が10Al-60Si-15Cr-15Tiであり、積分強度比は0.20である。また、密度は $3.41\text{ Mg/m}^3$ であり、電気伝導度は $1250\text{ A V}^{-1}\text{ m}^{-1}$ である。この粉末は、本実施例で最も好ましい特性を示している。

【0053】

例えば、比較例12に係る粉末の電気伝導度は、 $840\text{ A V}^{-1}\text{ m}^{-1}$ である。この粉末は優れた導電性を示し、かつ、Al量が30質量%、密度が $3.47\text{ /m}^3$ であるが、積分強度比が0.008であるため、本発明の要件を満たさない。

【0054】

以上の評価結果から、本発明の優位性は明かである。

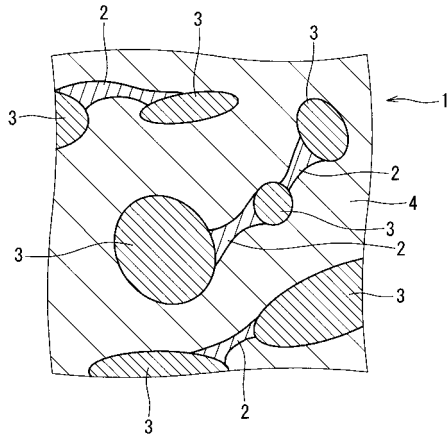
40

【産業上の利用可能性】

【0055】

本発明に係る粉末は、導電性樹脂、導電性プラスチック、導電性ペースト、電子機器、電子部品等に用いられ得る。

【図 1】



## 【手続補正書】

【提出日】平成28年1月25日(2016.1.25)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

特開2006-54061公報には、Agからなる粒子の表面に、Si又はSi系化合物がコーティングされた導電フィラー用合金が開示されている。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

特開2008-262916公報には、銀と、0.01-10質量%のSiとを含有する導電フィラー用合金が開示されている。この合金では、銀粒子の表面に、 $\text{SiO}_2$ のゲルがコーティングされている。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

- 【特許文献1】特開2004-47404公報
- 【特許文献2】特開2006-54061公報
- 【特許文献3】特開2008-262916公報

---

フロントページの続き

(74)代理人 100182523

弁理士 今村 由賀里

(74)代理人 100195590

弁理士 中尾 博臣

(72)発明者 久世 哲嗣

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字 3 0 0 7 番地 山陽特殊製鋼株式会社内

(72)発明者 仮屋 哲朗

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字 3 0 0 7 番地 山陽特殊製鋼株式会社内

F ターム(参考) 5G301 AA01 AA02 AA03 AA05 AA07 AA08 AA09 AA10 AA11 AA12

AA13 AA14 AA15 AA20 AA21 AA23 AA30 AB20 AD06

5G307 AA08