

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7008076号
(P7008076)

(45)発行日 令和4年2月10日(2022.2.10)

(24)登録日 令和4年1月12日(2022.1.12)

(51)国際特許分類

F I

B 2 2 F	1/00 (2022.01)	B 2 2 F	1/00	L
B 2 2 F	3/105(2006.01)	B 2 2 F	3/105	
B 2 2 F	3/16 (2006.01)	B 2 2 F	3/16	
B 3 3 Y	10/00 (2015.01)	B 3 3 Y	10/00	
B 3 3 Y	70/00 (2020.01)	B 3 3 Y	70/00	

請求項の数 8 (全11頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2019-537945(P2019-537945)	(73)特許権者	502362758 J X 金属株式会社 東京都港区虎ノ門二丁目10番4号
(86)(22)出願日	平成30年6月15日(2018.6.15)	(74)代理人	110000523 アクシス国際特許業務法人
(86)国際出願番号	PCT/JP2018/023020	(72)発明者	佐藤 賢次 東京都千代田区大手町一丁目1番2号J X 金属株式会社内
(87)国際公開番号	WO2019/039058	(72)発明者	濫谷 義孝 茨城県北茨城市華川町白場187番地4 J X 金属株式会社磯原工場内
(87)国際公開日	平成31年2月28日(2019.2.28)	合議体	
審査請求日	令和1年7月26日(2019.7.26)	審判長	栗野 正明
審判番号	不服2020-17935(P2020-17935/J 1)	審判官	井上 猛 祢屋 健太郎
審判請求日	令和2年12月28日(2020.12.28)		
(31)優先権主張番号	PCT/JP2018/015281		
(32)優先日	平成30年4月11日(2018.4.11)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	特願2017-158942(P2017-158942)		
(32)優先日	平成29年8月21日(2017.8.21)		

最終頁に続く

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 積層造形用銅合金粉末、積層造形物の製造方法及び積層造形物

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

銅に対して液相以下の温度で最大の固溶量が0.2at%未満である添加元素を0.1~1.2at%含有し、残部が銅及び不可避免的不純物である、積層造形用銅合金粉末。

【請求項2】

前記添加元素がW、Zr、Nb、Nd、Y、Mo、Os又はRuからなる群から選択される少なくとも一種である請求項1に記載の積層造形用銅合金粉末。

【請求項3】

平均粒子径D50が20~100μmである請求項1又は2に記載の積層造形用銅合金粉末。

【請求項4】

酸素濃度が1000wtppm以下である請求項1~3のいずれかに記載の積層造形用銅合金粉末。

【請求項5】

請求項1~4のいずれかに記載の積層造形用銅合金粉末を用いて積層造形物を製造する方法であって、

造形用のステージに前記銅合金粉末を敷き詰めて薄層を形成する工程と、

前記薄層に対し、造形すべき部分に電子ビームを照射して前記銅合金粉末を溶解させ、その後自然冷却により凝固させる工程、

を複数回繰り返して積層造形物を製造する方法。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の積層造形用銅合金粉末を用いて積層造形物を製造する方法であって、
造形用のステージに前記銅合金粉末を敷き詰めて薄層を形成する工程と、
前記薄層に対し、造形すべき部分にレーザービームを照射して前記銅合金粉末を溶解させ、その後自然冷却により凝固させる工程、
を複数回繰り返して積層造形物を製造する方法。

【請求項 7】

銅合金から構成される積層造形物であって、
前記銅合金は、銅に対して液相以下の温度で最大の固溶量が 0.2 at% 未満である添加元素を 0.1 ~ 12.0 at% 含有し、理論密度に対する相対密度が 98% 以上であり、導電率が 50% IACS 以上であり、0.2% 耐力が 700 MPa 以上である、積層造形物。

10

【請求項 8】

前記添加元素が W、Zr、Nb、Nd、Y、Mo、Os 又は Ru からなる群から選択される少なくとも一種である請求項 7 に記載の積層造形物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、積層造形用銅合金粉末、積層造形物の製造方法及び積層造形物に関し、特に、機械強度及び導電率を両立できる、銅合金から構成される積層造形用銅合金粉末、積層造形物の製造方法及び積層造形物に関する。

20

【背景技術】

【0002】

3D プリンターは、積層造形 (Additive Manufacturing: AM) と呼ばれており、金属製の三次元形状造形物を製造する方法としては、電子ビーム (EB)、あるいはレーザーを用いた積層法が良く知られている。これは、焼結用テーブル上に金属粉末層を形成して、この粉末層の所定部にビームやレーザーを照射して焼結し、その後、上記粉末層の上に新たな粉末層を形成して、その所定部にビームを照射して焼結することで、下層の焼結部と一体となった焼結部を形成する。これを繰り返すことで、粉末から一層ずつ積層的に三次元形状を造形するものであり、従来の加工方法では困難、あるいは不可能であった複雑な形状を造形することが可能である。これらの手法によって、CAD 等の形状データから所望の 3 次元立体モデルを直接、金属材料に成形することが可能である (非特許文献 1)。

30

【0003】

積層造形により得ようとする積層造形物には、機械強度とともに、導電率も高く要求されるものが存在する。例えば、ヒートシンク、金型、溶接トーチ、配電設備の部品などが挙げられる。ところが、電子ビーム (EB) や、レーザーを用いた積層法では、銅合金粉末が急速に加熱され、また急速に冷却されることで造形することになるので、その積層造形物の組織制御がしにくく、添加元素が含まれる場合にはこれらの元素が固溶してしまい、導電率が低下する原因となる。一方、添加元素を含まない場合には、所要の機械強度を得ることが困難となる。

40

【0004】

機械強度及び導電率の両立に関する発明として、特許文献 1 には、積層造形用の金属粉末であって、クロムおよび珪素の少なくともいずれかを 0.10 質量% 以上 1.00 質量% 以下含有し、前記クロムおよび前記珪素の合計量が 1.00 質量% 以下であり、残部が銅からなる、金属粉末が開示されている。この発明によれば、機械強度および導電率を両立できるとの効果が期待される。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 5 】

【文献】特許 6 0 3 0 1 8 6 号公報

【非特許文献】

【 0 0 0 6 】

【文献】『特集 2 - 3Dプリンタ | 魅せた! 編 | 「設計・製造ソリューション展」レポート 樹脂、紙、金属など、造形材料が多様化』〔日経BP社発行「日経ものづくり8月号」(発行日: 2013年8月1日)第64~68頁〕

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、特許文献1には、添加元素が固溶する問題に関しては具体的な解決案を提示していない。実際には、クロムは銅に固溶しやすいので、機械強度を得るためにクロムを添加すると、今度は導電率が低下してしまうとの課題はまだ解決に至ったとはいえない。

【 0 0 0 8 】

本発明は前記課題に鑑みてなされたものであり、機械強度及び導電率を両立できる、銅合金から構成される積層造形用銅合金粉末、積層造形物の製造方法及び積層造形物を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記の技術課題を解決するために、本発明者らが鋭意研究を行ったところ、銅に対する固溶量の低い添加元素を用いることで固溶を低減し、上記機械強度及び導電率の二律背反を解消することができるとの知見を見出し、さらなる検討と考察を加えて本発明を完成させた。

【 0 0 1 0 】

上述した知見と結果に基づき、本発明は以下の発明を提供するものである。

(1) 銅に対する固溶量が0.2at%未満である添加元素を含有する積層造形用銅合金粉末。

(2) 前記添加元素がW、Zr、Nb、Nd、Y、Mo、Os又はRuからなる群から選択される少なくとも一種である(1)に記載の積層造形用銅合金粉末。

(3) 前記添加元素を0.1~12.0at%含有する(1)又は(2)に記載の積層造形用銅合金粉末。

(4) 平均粒子径D50が20~100μmである(1)~(3)のいずれかに記載の積層造形用銅合金粉末。

(5) 酸素濃度が1000wtppm以下である(1)~(4)のいずれかに記載の積層造形用銅合金粉末。

(6) (1)~(5)のいずれかに記載の積層造形用銅合金粉末を用いて積層造形物を製造する方法であって、

造形用のステージに前記銅合金粉末を敷き詰めて薄層を形成する工程と、前記薄層に対し、造形すべき部分に電子ビームを照射して前記銅合金粉末を溶解させ、その後自然冷却により凝固させる工程、

を複数回繰り返して積層造形物を製造する方法。

(7) (1)~(5)のいずれかに記載の積層造形用銅合金粉末を用いて積層造形物を製造する方法であって、

造形用のステージに前記銅合金粉末を敷き詰めて薄層を形成する工程と、前記薄層に対し、造形すべき部分にレーザービームを照射して前記銅合金粉末を溶解させ、その後自然冷却により凝固させる工程、

を複数回繰り返して積層造形物を製造する方法。

(8) 銅合金から構成される積層造形物であって、前記銅合金は、固溶量が0.2at%未満である添加元素を含有し、理論密度に対する相対密度が98%以上であり、導電率が50%IACS以上であり、0.2%耐力が700

10

20

30

40

50

M P a 以上である、積層造形物。

(9) 前記添加元素が W、Z r、N b、N d、Y、M o、O s 又は R u からなる群から選択される少なくとも一種である (8) に記載の積層造形物。

(1 0) 前記添加元素を 0 . 1 ~ 1 2 . 0 a t % 含有する (8) 又は (9) に記載の積層造形物。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、機械強度及び導電率を両立できる、銅合金から構成される積層造形用銅合金粉末、積層造形物の製造方法及び積層造形物を提供することができる。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

(銅合金粉末)

銅合金粉末は、公知の方法によって製造された銅合金粉末を使用することができる。粒径数 μm 以上のサイズであれば、工業的には製造コストに優れるアトマイズ法に代表される乾式法によって製造された銅合金粉末を使用することが一般的ではあるが、還元法などの湿式法によって製造された銅合金粉末を使用することも可能である。具体的には、タンデッシュの底部から、熔融状態の合金成分を落下させながら、高圧ガスまたは高圧水と接触させ、合金成分を急冷凝固させることにより、合金成分を粉末化する。この他、たとえばプラズマアトマイズ法、遠心力アトマイズ法などによって、金属粉末を製造してもよい。これらの製造方法で得られた金属粉末を用いることにより、緻密な積層造形物が得られる傾向にある。

【 0 0 1 3 】

銅合金粉末は、銅に対する固溶量が 0 . 2 a t % 未満である添加元素を含有する。添加元素を含有することにより、純銅の場合と比較してより高い機械強度を有する積層造形物を得ることができる。また、銅に対する固溶量が 0 . 2 a t % 未満であれば、造形における急速な加熱及び冷却によっても、添加元素が銅に固溶した相の形成が抑制されるので、より高い導電率を得ることができる。

銅に対する固溶量は、添加元素の固有の性質であり、一般的に相図と呼ばれる二つの元素の温度に対する相関係を示す図から抽出することができる。例えば、A S M I n t e r n a t i o n a l 社発行の P h a s e D i a g r a m s f o r B i n a r y A l l o y s (I S B N : 0 - 8 7 1 7 0 - 6 8 2 - 2) を参考に判断する。この相図から、C u 側の固溶量を参照し、液相以下の温度で最大の固溶量が 0 . 2 a t % 以下の元素が対象の元素となる。より詳細には、B a、B i、C a、G d、E u、H o、L a、L u、M o、N d、N b、O s、P b、P m、P u、R e、R u、S、S e、S r、S m、T b、T c、T e、T h、T m、U、V、W、Y、Y b、Z r である。

また、これらの元素は 1 種のみを添加してもよく、2 種以上を添加してもよい。

【 0 0 1 4 】

また、機械強度及び導電率を両立させる観点から、前記添加元素が W、Z r、N b、N d、Y、M o、O s 又は R u からなる群から選択される少なくとも一種であることが望ましい。これらの添加元素は、銅に対する固溶量がいずれも 0 . 2 a t % 未満であり、析出しやすいことから、積層造形物の機械強度を有意義に向上させることができるからである。

【 0 0 1 5 】

また、添加元素の含有量は 0 . 1 ~ 1 2 . 0 a t % であることが好ましい。添加元素の含有量が 0 . 1 a t % 以上であれば、機械強度の向上の効果がより現れ、1 2 . 0 a t % 以下であれば、導電率の不必要な低下を防止することができるからである。

また、添加元素を 2 種以上添加する場合、その合計量は 0 . 1 ~ 1 2 . 0 a t % であればよい。

添加元素の含有量は、例えば S I I 社製 S P S 3 5 0 0 D D の I C P - O E S (高周波誘導結合プラズマ発光分析法) で測定することができる。

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

また、銅合金粉末の平均粒子径D50は20～100 μm であることが好ましい。平均粒子径D50を20 μm 以上とすることで、造形時に粉末が舞いにくくなり、粉末の取り扱いが容易になる。また、平均粒子径D50を100 μm 以下とすることで、より高精細な積層造形物を製造することが可能となる。また、平均粒子径D50を20～100 μm とすることで、積層造形物に未造形の銅合金粉末が混入することを抑制することもできる。平均粒子径D50とは、顕微鏡画像解析により得られる粒子の画像から算出した面積に相当する円の直径を粒径として、当該粒度分布において、積算値50%での粒径をいう。例えば、スペクトリス株式会社（マルバーン事業部）製の乾式粒子画像分析装置Morphologi G3により測定することができる。

【0017】

また、銅合金粉末中の酸素濃度は、1000wtppm以下であることが好ましく、500wtppm以下であることがより好ましい。より好ましくは250wtppm以下である。これは、銅合金粉末の内部に酸素が少なければ、酸素が内包されたまま造形物となること回避し、造形物の導電性に悪影響を与える可能性を小さくすることができるからである。この酸素濃度を実現するためには、ディスクアトマイズの利用が好ましい。ガスアトマイズでは、噴霧に使用するガスに含まれる酸素を内包する可能性が高く、酸素濃度が300wtppmを上回ることが多い。

酸素濃度は、LECO社製のTCH600にて、不活性ガス融解法で測定することができる。

【0018】

銅合金粉末中には、上記添加元素及び銅以外、不可避的不純物が含まれる場合があるが、銅合金粉末に必要な性質に影響がない限り不純物を含むことも可能である。この場合、ガス成分を除く不可避的不純物の濃度が0.01質量%以下とした方が、銅合金粉末を効率的に溶解結合できる観点から好ましい。

【0019】

（積層造形物の製造方法）

本発明の銅合金粉末を用いる方法であれば、その具体的手段は特に制限されない。ここで、もっとも典型的な方法として、本発明の銅合金粉末の薄層を形成し、この薄層における銅合金粉末を、電子ビーム又はレーザービームで焼結又は溶解結合により固化させて造形物層を形成し、この造形物層を積層することにより積層造形物を製造することができる。好ましくは、造形用のステージに、本発明の銅合金粉末を敷き詰めて薄層を形成する工程と、当該薄層に対し、造形すべき部分に電子ビームを照射して前記銅合金粉末を溶解させ、その後自然冷却により凝固させる工程を複数回繰り返して行うことで、本発明の積層造形物を製造することができる。

別の好ましい実施態様では、造形用のステージに、本発明の銅合金粉末を敷き詰めて薄層を形成する工程と、当該薄層に対し、造形すべき部分にレーザービームを照射して前記銅合金粉末を溶解させ、その後自然冷却により凝固させる工程を複数回繰り返して行うことで、本発明の積層造形物を製造することができる。レーザービームは、銅合金粉末を溶解させることができるものであれば、設備環境や要求される製品の性能等に応じて適宜選択することができ、例えば、波長約1060nmのファイバーレーザーや、波長約450nmの青色レーザーを選択することができる。

【0020】

（積層造形物）

本発明の製造方法により製造される積層造形物は、機械強度及び導電率が優れている。具体的には、理論密度に対する相対密度が98%以上であり、導電率が50%IACS以上であり、0.2%耐力が700MPa以上という特性を得ることが可能である。この観点から、相対密度は99%以上がより好ましく、99.5%以上がより好ましい。

【0021】

本発明の積層造形物は、理論密度に対する相対密度が98%以上である。理論密度に対する相対密度が98%以上であれば、機械強度の要求の高い場面においても、本発明の積層

10

20

30

40

50

造形物を用いることが可能である。

本発明では、積層造形物の密度は相対密度で示す。相対密度は、測定された密度及び理論密度によって、相対密度 = (測定密度 / 理論密度) × 100 (%) で表される。理論密度とは、積層造形物の各構成元素において、各元素の理論密度から算出される密度の値である。例えば、W (タングステン) を 5.0 質量% 含有するのであれば、各構成元素である Cu と W との質量比を、Cu : W = 95 : 5 として、理論密度の算出に用いる。この場合、理論密度は、(Cu の密度 (g / cm³) × 95 + W の密度 (g / cm³) × 5) / 100 (g / cm³) として算出する。そして、W の理論密度は 19.25 g / cm³、Cu の理論密度は 8.94 g / cm³ として計算し、理論密度は 9.455 (g / cm³) と算出される。

10

なお、分析機器によって at % の測定結果となるが、質量% に換算することで計算できる。一方、積層造形物の測定密度は、たとえばアルキメデス法により測定することができる。アルキメデス法による密度測定は、「JIS Z 2501: 焼結金属材料 - 密度、含油率および開放気孔率試験方法」に準拠して行うことができる。液体には水を用いればよい。

【0022】

本発明の積層造形物は、導電率が 50% IACS 以上である。導電率が 50% IACS 以上であれば、導電率の要求の高い場面においても、本発明の積層造形物を用いることが可能である。この観点から、導電率は 70% IACS 以上がより好ましく、90% IACS 以上がより好ましい。

導電率は、市販の渦流式導電率計によって測定できる。なお、IACS (international annealed copper standard) とは、電気抵抗 (又は電気伝導度) の基準として、国際的に採択された焼鈍標準軟銅 (体積抵抗率: $1.7241 \times 10^{-2} \mu\text{m}$) の導電率を、100% IACS として規定されたものである。

20

【0023】

本発明の積層造形物は、0.2% 耐力が 700 MPa 以上である。0.2% 耐力が 700 MPa 以上であれば、機械強度の要求の高い場面においても、本発明の積層造形物を用いることが可能である。

0.2% 耐力は、引張試験機を用いて JIS Z 2241 に準拠して測定する。

【実施例】

【0024】

以下、本発明を実施例、比較例に基づいて具体的に説明する。以下の実施例、比較例の記載は、あくまで本発明の技術的内容の理解を容易とするための具体例であり、本発明の技術的範囲はこれらの具体例によって制限されるものでない。

30

【0025】

(実施例 1 ~ 45 及び比較例 1 ~ 5 の作製)

[組成]

積層造形物の原料となる銅合金粉末に含まれる元素の組成は、SII社製 SPS3500DD の ICP-OES (高周波誘導結合プラズマ発光分析法) で測定した。

なお、表に示されない残部は、銅及び不可避免的不純物である。

[積層造形物]

40

実施例 1 ~ 45 及び比較例 1 ~ 5 の積層造形物は、それぞれ表 1 に示される銅合金粉末により作製されたものである。これらの銅合金粉末いずれもディスクアトマイズ法で作製した銅粉を用いた。

積層造形物は、銅合金粉末を薄層に形成し、これに電子ビーム又はレーザービームを照射して、銅合金粉末を固化させて造形物層を形成し、この造形物層を積層することによって作製した。また、評価を容易にするため造形物の形状は、W80 × L100 × H35 の板状試験片とした。

【0026】

(実施例 1 ~ 45 及び比較例 1 ~ 5 の評価)

[酸素濃度]

50

酸素濃度は、LECO社製のTCH600にて、不活性ガス融解法で測定した。

[平均粒子径D50]

平均粒子径D50(体積基準)は、以下の装置及び条件で測定した。

メーカー：スペクトリス株式会社(マルバーン事業部)

装置名：乾式粒子画像分析装置 Morphologi G3

測定条件：

粒子導入量：11mm³

射出圧：0.8bar

測定粒径範囲：3.5 - 210 μm

測定粒子数：20000個

10

[相対密度]

造形物からサンプルを20mm四方で切り出し、アルキメデス法にて測定密度を算出する。そして見かけ密度を理論密度(8.93g/cm³)で除して100倍したものを相対密度(%)と定義した。

[導電率]

造形物からサンプルを20mm四方で切り出し、市販の渦流式導電率計にて導電率を評価した。

[0.2%耐力]

各試験片に対し、JIS Z2241に基づいて引張り試験を行って、0.2%耐力(YS:MPa)を測定した。

20

[0027]

30

40

50

【表 1 - 1】

	粉末の添加元素		粉末		積層造形物				
	種類	銅に対する固溶量(at%)	含有量(at%)	粒径D50(μm)	造形方法	相対密度(%)	導電率(%IACS)	0.2%耐力(MPa)	酸素濃度[wtppm]
実施例1	W	<0.01	0.9	25.7	電子ビーム	98.3	70.2	715	710
実施例2	Zr	0.12	0.9	26.8	電子ビーム	98.4	63.4	710	730
実施例3	Nb	0.1	0.9	26.7	電子ビーム	98.2	64.5	725	670
実施例4	Nd	<0.01	0.9	24.8	電子ビーム	98.1	72.2	710	650
実施例5	Y	<0.01	0.9	26.9	電子ビーム	98.2	73.5	715	630
実施例6	W	<0.01	5.5	25.4	電子ビーム	98.5	63.5	815	630
実施例7	Zr	0.12	5.7	28.5	電子ビーム	98.4	61.3	830	620
実施例8	Nb	0.1	5.8	24.2	電子ビーム	98.2	59.4	840	610
実施例9	Nd	<0.01	5.7	23.5	電子ビーム	98.4	62.2	850	620
実施例10	Y	<0.01	4.5	24.5	電子ビーム	98.6	57.4	840	640
実施例11	W	<0.01	10.5	26.5	電子ビーム	98.5	60.3	915	650
実施例12	Zr	0.12	11.2	24.8	電子ビーム	98.4	60.8	920	680
実施例13	Nb	0.1	9.8	27.2	電子ビーム	98.3	60.5	880	620
実施例14	Nd	<0.01	9.7	23.6	電子ビーム	98.5	61.2	890	680
実施例15	Y	<0.01	10.7	24.8	電子ビーム	98.4	63.4	930	620
実施例16	W	<0.01	0.9	50.2	電子ビーム	98.3	70	710	680
実施例17	Zr	0.12	0.9	51.2	電子ビーム	98.4	65.4	705	670
実施例18	W	<0.01	0.9	80.2	電子ビーム	98.5	69.4	700	690
実施例19	Zr	0.12	0.9	80.5	電子ビーム	98.5	58.4	705	650
実施例20	W	<0.01	0.9	25.7	電子ビーム	99.2	80.3	770	640
実施例21	Zr	0.12	0.9	26.8	電子ビーム	99.3	71.5	760	630
実施例22	W	<0.01	0.9	25.7	電子ビーム	99.7	78.2	850	650
実施例23	Zr	0.12	0.9	26.8	電子ビーム	99.8	75.5	850	600
実施例24	W	<0.01	0.9	25.7	電子ビーム	98.3	83.3	730	450
実施例25	W	<0.01	0.9	25.7	電子ビーム	98.3	91.5	750	210

10

20

30

40

50

【表 1 - 2】

実施例	粉末の添加元素		含有量(at%)	含有量(at%)	粒径D50(μm)	造形方法	積層造形物			
	種類	銅に対する固溶量(at%)					相対密度(%)	導電率(%IACS)	0.2%耐力(MPa)	酸素濃度[wppm]
実施例26	W	Zr	0.12	W0.5 Zr0.5	25.6	電子ビーム	98.2	61.2	720	730
実施例27	Zr	Nb	0.11	Zr0.5 Nb0.5	26.3	電子ビーム	98.3	61.5	715	700
実施例28	Nd	Y	<0.01	Nd0.5 Y0.5	26.3	電子ビーム	98.3	70.2	730	710
実施例29	W	Nb	0.05	W0.5 Nb0.5	27.5	電子ビーム	98.4	65.5	725	725
実施例30	W	Nd	<0.01	W0.5 Nd0.5	28.5	電子ビーム	95.4	60.2	715	710
実施例31	W	Y	<0.01	W0.5 Y0.5	23.4	電子ビーム	96.2	61.8	750	730
実施例32	W		<0.01	0.9	25.7	電子ビーム	99.8	92.8	780	200
実施例33	Zr		0.12	0.9	26.5	電子ビーム	99.8	90.5	770	210
実施例34	W		<0.01	0.4	24.6	電子ビーム	99.7	94.5	750	190
実施例35	Zr		0.12	0.4	24.5	電子ビーム	99.8	92.5	745	220
実施例36	W		<0.01	0.9	26.7	電子ビーム	98.1	53.8	700	1200
実施例37	Mo		0.06	0.9	23.6	電子ビーム	98.5	70.2	720	710
実施例38	Os		<0.01	0.9	27.6	電子ビーム	98.4	63.4	715	730
実施例39	Ru		<0.01	0.9	29.4	電子ビーム	98.5	63.4	730	650
実施例40	W		<0.01	0.9	26.8	レーザー (ファイバレーザー 波長約1060nm)	98.5	73.2	730	1020
実施例41	W		<0.01	0.9	27.8	レーザー (青色レーザー 450nm)	99.2	80.2	720	1050
実施例42	Nd		<0.01	0.9	26.7	レーザー (ファイバレーザー 波長約1060nm)	98.7	75.2	720	970
実施例43	Nd		<0.01	0.9	25.5	レーザー (青色レーザー 450nm)	99.4	83.5	730	980
実施例44	Y		<0.01	0.9	27.8	レーザー (ファイバレーザー 波長約1060nm)	98.6	74.1	740	970
実施例45	Y		<0.01	0.9	25.8	レーザー (青色レーザー 450nm)	99.3	84.2	720	960
比較例1	Cr		0.2	0.2	25.1	電子ビーム	98.2	57.3	330	670
比較例2	Cr		0.2	0.9	27.3	電子ビーム	98.3	24	450	650
比較例3	Si		11.15	0.9	25.7	電子ビーム	98.4	28	300	620
比較例4	Al		2.48	0.9	28.5	電子ビーム	99.4	77.4	320	210
比較例5	---	(純Cu)	---	---	25.8	電子ビーム	98.3	95.6	600	670

【0028】

実施例1～45によれば、銅に対する固溶量が0.2at%未満である添加元素を含有させることで、積層造形物の機械強度を高めつつ、高い導電率も得られることが理解される。一方、比較例1及び2は銅に対する固溶量が0.2at%であるクロムを含有するため、機械強度と導電率の両立を実現できなかった。

比較例3は、銅に対する固溶量が0.2at%以上あるシリコンを含有するため、含有量が低いものの、すべて銅中に固溶してしまうため、機械強度と導電率とも両立が実現できなかった。

比較例4は、銅に対する固溶量が0.2at%以上あるアルミニウムを含有するため、含

10

20

30

40

50

有量が低いものの、すべて銅中に固溶してしまうため、機械強度と導電率の両立が実現できなかった。

比較例 5 は、純銅粉での造形であったため、十分な機械強度を得ることができなかった。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 2 9 】

本発明によれば、機械強度及び導電率を両立できる、銅合金から構成される積層造形用銅合金粉末、積層造形物の製造方法及び積層造形物を提供することができる。そのため、3Dプリンターに用いられる場合、機械強度及び導電率を両立することが可能である。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I	
B 3 3 Y	80/00 (2015.01)	B 3 3 Y	80/00
C 2 2 C	9/00 (2006.01)	C 2 2 C	9/00
C 2 2 C	9/08 (2006.01)	C 2 2 C	9/08

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2018-21320(P2018-21320)

(32)優先日 平成30年2月8日(2018.2.8)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 4 / 0 6 9 3 1 8 (W O , A 1)

特開 2 0 1 6 - 2 1 1 0 6 2 (J P , A)

特開平 0 4 - 1 3 1 3 4 1 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 7 / 1 1 0 8 2 9 (W O , A 1)

特開 2 0 1 6 - 1 9 4 1 4 3 (J P , A)

特開 2 0 1 7 - 0 1 9 0 1 8 (J P , A)

特開 2 0 1 2 - 2 3 7 0 2 1 (J P , A)

特開 2 0 1 6 - 2 1 6 7 7 2 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

B22F 1/00,3/105