

(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2012-201941

(P2012-201941A)

(43) 公開日 平成24年10月22日(2012.10.22)

(51) Int.Cl.
B22F 9/08 (2006.01)

F I
B22F 9/08

テーマコード(参考)
4K017

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-68624(P2011-68624)
(22) 出願日 平成23年3月25日(2011.3.25)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100091292
弁理士 増田 達哉
(74) 代理人 100091627
弁理士 朝比 一夫
(72) 発明者 大高 啓義
青森県八戸市大字河原木字海岸4-4-4
エプソンアトミックス株式会社内
(72) 発明者 和田 博史
青森県八戸市大字河原木字海岸4-4-4
エプソンアトミックス株式会社内
Fターム(参考) 4K017 AA02 BA01 BA06 CA07 EB02
EB03

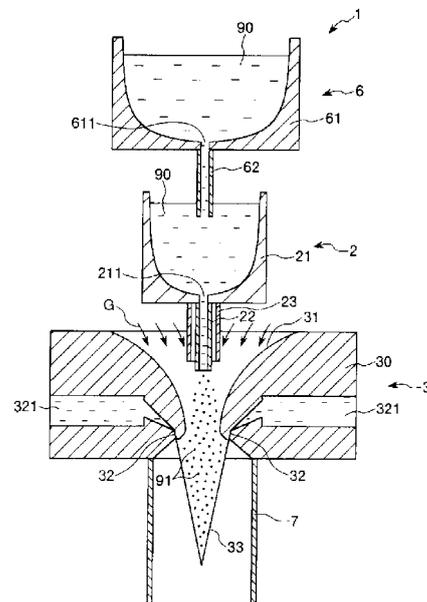
(54) 【発明の名称】 金属粉末製造装置

(57) 【要約】

【課題】製造する金属粉末の組成によらず、微細で粒径の揃った高品質の金属粉末を安定して製造可能な金属粉末製造装置を提供すること。

【解決手段】金属粉末製造装置1は、熔融金属90を貯留する貯留部2と、その下方に設けられたアトマイズ用のノズル3と、を有している。また、貯留部2は、熔融金属90を一時的に貯留する貯留部容器21と、この貯留部容器21の下面に接続された貯留部筒状部材22と、を有しており、さらに、この貯留部筒状部材22の外側を覆うように、貯留部筒状部材22から離間して設けられた保護管23を有している。貯留部容器21内に貯留された熔融金属90は、貯留部筒状部材22の内部を経て、ノズル3へと供給される。保護管23は、貯留部筒状部材22に空気の流れが当たって熔融金属90の温度が低下してしまうのを抑制する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

溶融金属を貯留する貯留部と、

前記貯留部の下方に設けられ、前記貯留部から流下した溶融金属が通過可能な流路と、前記流路の下端部に開口し、前記流路内に向けて流体を噴射するスリットと、を備えるノズルと、

前記貯留部と前記ノズルとの間に設けられ、前記貯留部に貯留された溶融金属を下端から前記流路に向けて供給する筒状部材と、を有し、

前記筒状部材の外側を覆うように、前記筒状部材から離間して設けられた保護管を有していることを特徴とする金属粉末製造装置。

10

【請求項 2】

前記保護管は、その下端が、前記筒状部材の下端より上方に位置するように配置されている請求項 1 に記載の金属粉末製造装置。

【請求項 3】

前記筒状部材と前記保護管との隙間は、その上端において閉じており、下端では開いている請求項 1 または 2 に記載の金属粉末製造装置。

【請求項 4】

前記筒状部材および前記保護管は、それぞれの上端が前記貯留部の下面に接するように配置されている請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【請求項 5】

20

前記保護管は、ステンレス鋼またはチタン合金で構成されている請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【請求項 6】

前記筒状部材は、セラミックス材料で構成されている請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【請求項 7】

前記筒状部材の下端および前記保護管の下端は、それぞれ前記流路の途中に位置するように配置されており、

前記保護管の下端と前記流路の内壁面との最短距離を L_1 とし、前記筒状部材の下端と前記流路の内壁面との最短距離を L_2 としたとき、 $L_1 > L_2$ の関係を満足する請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

30

【請求項 8】

前記筒状部材と前記保護管との隙間の距離は、1 mm 以上 20 mm 以下である請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、金属粉末製造装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

40

従来、金属粉末を製造するには、溶融金属をアトマイズ法により粉末化する金属粉末製造装置（アトマイザー）が用いられている。この金属粉末製造装置として、特許文献 1 には、溶融金属を保持する容器と、容器から流下させた溶融金属を通過させるオリフィスおよびオリフィスを通過する溶融金属に対して流体ジェットを噴射するスリットを備えたノズルと、を有する装置が開示されている。この装置では、流体ジェットに伴ってオリフィスを高速で通過する気体の作用により、容器から流下させた溶融金属を分裂させ、さらにこれを流体ジェットに衝突させることでより細かくすることにより、微細な金属粉末を製造することができる。

【0003】

また、特許文献 2 には、溶融金属を保持する容器の下方に設けられ、容器から流下させ

50

た溶融金属を前記ノズルまで導くための筒状部材を備えた金属粉末製造装置が開示されている。溶融金属は、この筒状部材の内部を通してノズル近傍で吐出される。

ところが、製造する金属粉末の組成によっては、溶融金属が固化する速度が速い場合がある。溶融金属の固化が進むと、筒状部材の内部を経由している際に溶融金属の粘度が高くなり、その後の分裂が不十分になる。また、固化した溶融金属によって前記筒状部材が閉塞してしまい、それ以上、金属粉末を製造することができないこともある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第3858275号公報

10

【特許文献2】特開2007-247054号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、製造する金属粉末の組成によらず、微細で粒径の揃った高品質の金属粉末を安定して製造可能な金属粉末製造装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的は、下記の本発明により達成される。

20

本発明の金属粉末製造装置は、溶融金属を貯留する貯留部と、前記貯留部の下方に設けられ、前記貯留部から流下した溶融金属が通過可能な流路と、前記流路の下端部に開口し、前記流路内に向けて流体を噴射するスリットと、を備えるノズルと、

前記貯留部と前記ノズルとの間に設けられ、前記貯留部に貯留された溶融金属を下端から前記流路に向けて供給する筒状部材と、を有し、

前記筒状部材の外側を覆うように、前記筒状部材から離間して設けられた保護管を有していることを特徴とする。

これにより、製造する金属粉末の組成によらず、微細で粒径の揃った高品質の金属粉末を安定して製造可能な金属粉末製造装置が得られる。

【0007】

30

本発明の金属粉末製造装置では、前記保護管は、その下端が、前記筒状部材の下端より上方に位置するように配置されていることが好ましい。

これにより、保護管の下端が、流路に生起される空気の流れを妨げることが防止される。これにより、微細で粒径の揃った高品質の金属粉末を安定して製造することができる。

本発明の金属粉末製造装置では、前記筒状部材と前記保護管との隙間は、その上端において閉じており、下端では開いていることが好ましい。

これにより、流路に生起される空気の流れに伴って、隙間内の圧力が低下する。その結果、隙間内が減圧状態に維持され、隙間の断熱性を大幅に高めることができるので、溶融金属の粘度上昇を抑制することができる。

【0008】

40

本発明の金属粉末製造装置では、前記筒状部材および前記保護管は、それぞれの上端が前記貯留部の下面に接するように配置されていることが好ましい。

これにより、貯留部に貯留された溶融金属を、外気に触れさせることなくノズルに導くことができ、かつ、その間の溶融金属の温度低下を確実に抑制することができる。

本発明の金属粉末製造装置では、前記保護管は、ステンレス鋼またはチタン合金で構成されていることが好ましい。

これらの材料は熱伝導性が高いことから、例えば保護管が貯留部の下面に接している場合、貯留部の高い温度が保護管に伝達され易くなり、溶融金属の温度低下を確実に抑制することができる。

【0009】

50

本発明の金属粉末製造装置では、前記筒状部材は、セラミックス材料で構成されていることが好ましい。

セラミックス材料は熱伝導性が低いことから、貯留部筒状部材は、外部の温度低下の影響を受け難く、それゆえ、熔融金属の温度低下を抑制し得るものとなる。

本発明の金属粉末製造装置では、前記筒状部材の下端および前記保護管の下端は、それぞれ前記流路の途中に位置するように配置されており、

前記保護管の下端と前記流路の内壁面との最短距離を L_1 とし、前記筒状部材の下端と前記流路の内壁面との最短距離を L_2 としたとき、 $L_1 > L_2$ の関係を満足することが好ましい。

これにより、流路の下方に向かうほど圧力が低下することとなり、隙間の断熱性をより高めることができる。

本発明の金属粉末製造装置では、前記筒状部材と前記保護管との隙間の距離は、1 mm以上20 mm以下であることが好ましい。

これにより、隙間の断熱性を確実に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の金属粉末製造装置の実施形態を模式的に示す縦断面図である。

【図2】図1の部分詳細図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の金属粉末製造装置について、添付図面を参照しつつ詳細に説明する。

<金属粉末製造装置>

まず、本発明の金属粉末製造装置の実施形態について説明する。

図1は、本発明の金属粉末製造装置の実施形態を模式的に示す縦断面図、図2は、図1の部分詳細図である。

【0012】

図1に示す金属粉末製造装置1は、熔融金属90をアトマイズ法により粉末化し、これを固化させて金属粉末を得るのに用いられる装置である。この金属粉末製造装置1は、供給部6と、その下方に設けられた貯留部(タンディシュ)2と、貯留部2の下方に設けられたノズル3と、を有している。また、貯留部2は、熔融金属90を一時的に貯留する貯留部容器21と、この貯留部容器21の下面に接続された貯留部筒状部材22と、を有しており、さらに、この貯留部筒状部材22の外側を覆うように、貯留部筒状部材22から離間して設けられた保護管23を有している。貯留部容器21内に貯留された熔融金属90は、貯留部筒状部材22の内部を経て、ノズル3へと供給される。

ここで、上記のような保護管23を設けたことにより、貯留部筒状部材22の内部を熔融金属90が経由する際に、熔融金属90の温度低下が抑制される。その結果、熔融金属90が固化する速度を抑えることができ、良好な条件で熔融金属90を粉末化することができる。

【0013】

以下、各部の構成について説明する。

(供給部)

図1に示す供給部6は、有底筒状をなす供給部容器61と、この供給部容器61の下面に接続された供給部筒状部材62と、を有している。このうち、供給部容器61内には、製造しようとする金属粉末の原材料を熔融した熔融金属90が一時的に貯留される。また、供給部容器61の底部の中央には、底部を貫通する開口611が設けられている。前述した供給部筒状部材62は、その中空部と前記開口611とが重なるように、前記供給部容器61の下面に接続されている。したがって、供給部容器61内に貯留された熔融金属90は、開口611と供給部筒状部材62とを介して下方に流下し、続いて貯留部2に貯留される。

【0014】

10

20

30

40

50

また、供給部容器 6 1 は、図示しない蓋を有していてもよい。蓋を被せることにより、貯留された熔融金属 9 0 が大気と接触し難くなるため、熔融金属 9 0 の酸化、温度低下等を抑制することができる。

さらに、蓋を被せることにより、供給部容器 6 1 内を加圧することもできる。この場合、熔融金属 9 0 は自重による流下速度よりも速い速度で吐出されることになるため、加圧力を適宜調整することにより、熔融金属 9 0 の単位時間当たりの供給量を制御することができる。

【 0 0 1 5 】

供給部容器 6 1 および供給部筒状部材 6 2 の構成材料は、熔融金属 9 0 との接触で変形、熔融等しない材料であれば、いかなる材料であってもよく、例えば、耐熱鋼のような鉄系材料、タングステン系材料、モリブデン系材料のような各種金属材料、アルミナ、ジルコニアのような各種セラミックス材料、グラファイトのような各種炭素材料等が挙げられ、これらの複合材料であるアルミナ・グラファイト材料等も用いられる。

10

【 0 0 1 6 】

(貯留部)

図 1 に示す貯留部 (タンディシュ) 2 は、有底筒状をなす貯留部容器 2 1 と、この貯留部容器 2 1 の下面に接続された貯留部筒状部材 2 2 と、を有している。このうち、貯留部容器 2 1 は、供給部 6 から供給された熔融金属 9 0 を受け、これを一時的に貯留する。また、貯留部容器 2 1 の底部の中央には、底部を貫通する開口 2 1 1 が設けられている。前述した貯留部筒状部材 2 2 は、その中空部と前記開口 2 1 1 とが重なるように、前記貯留部容器 2 1 の下面に接続されている。

20

したがって、貯留部容器 2 1 内に貯留された熔融金属 9 0 は、開口 2 1 1 と貯留部筒状部材 2 2 とを介して、下方に流下する。

貯留部容器 2 1 および貯留部筒状部材 2 2 の構成材料は、供給部容器 6 1 および供給部筒状部材 6 2 の構成材料と同様である。

【 0 0 1 7 】

(ノズル)

図 1 に示すノズル 3 は、ノズル本体 3 0 と、ノズル本体 3 0 に設けられ、貯留部 2 から流下してきた熔融金属 9 0 が通過する流路 3 1 と、流路 3 1 内に向けて流体を噴射するスリット 3 2 と、ノズル本体 3 0 の下面に設けられたカバー 7 と、を有している。流体としては、例えば、水が用いられる。

30

図 1 に示すノズル本体 3 0 は、例えば円柱状をなしており、その軸線と貯留部 2 から流下する熔融金属 9 0 の流下経路とが一致するよう配置されている。

【 0 0 1 8 】

ノズル本体 3 0 には、その軸線に沿って貫通するよう形成された流路 3 1 と、流路 3 1 の下端近傍に開口するよう形成されたスリット 3 2 とが設けられている。

流路 3 1 は、鉛直方向にノズル本体 3 0 を貫通する貫通孔であり、貫通孔の内径は連続的に変化している。具体的には、流路 3 1 は、その内径が流路 3 1 の上端部において最も大きく、そこから下方に向かって連続的に減少するよう構成されている。その結果、この領域における流路 3 1 の内壁面は、滑らかな曲面になっている。そして、流路 3 1 の中間付近において、流路 3 1 の内径が最も小さくなっており、そこから下方に向かっては再び連続的に増加している。

40

【 0 0 1 9 】

また、ノズル本体 3 0 に形成されたスリット 3 2 には、ノズル本体 3 0 内に配された導入路 3 2 1 が接続されている。導入路 3 2 1 は、ノズル 3 の外部に設けられた流体の供給源 (図示せず) とスリット 3 2 とを接続するものであり、供給源から供給された流体は、導入路 3 2 1 およびスリット 3 2 を介して流路 3 1 に向けて噴射される。

なお、導入路 3 2 1 は、その一部の縦断面形状がくさび状をなしている。このような形状であれば、導入路 3 2 1 に導入された流体が、くさび状の部分においてその流速を徐々に高めることができる。このため、くさび状の部分をスリット 3 2 の直前に配置すること

50

により、スリット 3 2 からは高速の流体を安定して噴射することができる。また、流体は加圧された状態で導入路 3 2 1 に供給されるので、ノズル本体 3 0 には十分な耐圧性が求められる。

【 0 0 2 0 】

スリット 3 2 は、流路 3 1 の内壁面の全周にわたって開口している。このため、このような形状のスリット 3 2 から噴射された流体は、図 1 に示すような円錐状の流体ジェット 3 3 を形成する。

このようなノズル本体 3 0 の構成材料は、供給部容器 6 1 および供給部筒状部材 6 2 の構成材料と同様であってもよいが、金属材料が好ましい。これにより、耐熱性と流体に加わる耐圧性とを両立するノズル本体 3 0 が得られる。

10

【 0 0 2 1 】

また、カバー 7 は、円筒状をなしており、その軸線と流路 3 1 の軸線とが一致するように設けられている。ノズル本体 3 0 の下方にカバー 7 を設けることにより、落下する金属粉末の飛散を防止することができ、金属粉末を効率よく回収することができる。

また、カバー 7 は、ノズル本体 3 0 の下面に気密的に接続されているのが好ましい。これにより、カバー 7 内に外気が流入するのを防止することができる。その結果、熔融金属 9 0 が粉末化され、固化して金属粉末が生成される際に、熔融金属 9 0 が外気と接触して、金属粉末が酸化、変質してしまうのを防止することができる。

【 0 0 2 2 】

(金属粉末製造方法)

20

次に、金属粉末製造装置 1 を用いて金属粉末を製造する方法について説明する。

まず、供給部容器 6 1 内に熔融金属 9 0 を貯留する。貯留された熔融金属 9 0 は、供給部筒状部材 6 2 を介して下方の貯留部容器 2 1 内に流下する。

貯留部容器 2 1 内に流下した熔融金属 9 0 は、貯留部容器 2 1 内に貯留されるとともに、貯留部筒状部材 2 2 を介して下方のノズル 3 に向かって流下する。

【 0 0 2 3 】

この際、ノズル 3 のスリット 3 2 から高速の流体を噴射し、流体ジェット 3 3 を形成する。流体ジェット 3 3 が形成されると、それに伴って流路 3 1 の上方から下方に向かう空気の流れ G が生起される。この空気の流れ G により、流路 3 1 内の圧力が低下する。

この状態にある流路 3 1 に貯留部筒状部材 2 2 から流下した熔融金属 9 0 が到達すると、流路 3 1 内の圧力低下により熔融金属 9 0 が分裂 (一次分裂) する。これは、熔融金属 9 0 が密集しようとする力よりも、周囲の減圧力が上回ることにより生じるものである。この一次分裂により、熔融金属 9 0 は多数の液滴 9 1 となる。

30

【 0 0 2 4 】

なお、この際、貯留部筒状部材 2 2 の下端が、流路 3 1 の内径が最小になる箇所かそれよりやや上方に位置するよう貯留部筒状部材 2 2 が配置されるのが好ましい。このように配置すると、貯留部筒状部材 2 2 の下端近傍、またはそこから吐出した熔融金属 9 0 がやや降下した位置における圧力が特に低くなるため、その位置で一次分裂させることができ、一次分裂において熔融金属 9 0 を特に細かく分裂させることができる。その結果、最終的に、特に微細な金属粉末を製造することができる。

40

【 0 0 2 5 】

一次分裂により生じた液滴 9 1 は、続いて流体ジェット 3 3 に衝突する。流体ジェット 3 3 との衝突に伴う衝撃により、液滴 9 1 はさらに細かく分裂 (二次分裂) する。それとともに、二次分裂した液滴 9 1 は、流体ジェット 3 3 が有する大きな熱容量により、急速に冷却する。その結果、液滴 9 1 の温度は融点を下回り、固化に至る。以上のようにして金属粉末が得られる。

【 0 0 2 6 】

(保護管)

また、本実施形態に係る貯留部 2 は、さらに、貯留部筒状部材 2 2 の外側を覆うように、貯留部筒状部材 2 2 から離間して向けられた保護管 2 3 を有している。

50

前述したように、金属粉末を製造する際には、ノズル3のスリット32から高速の流体が噴射され、流体ジェット33が形成されるとともに、流路31内を下方に向かって流れる空気の流れGが生起されるため、保護管23がない場合、貯留部筒状部材22の外表面はこの空気の流れGに直接曝されることとなる。こうなると、貯留部筒状部材22の温度が急速に低下し、それに伴って貯留部筒状部材22内を流下している熔融金属90の温度が奪われるとともに、熔融金属90の粘度が上昇する。その結果、上記一次分裂において熔融金属90は微細な液滴91に分裂し難くなる。さらに、液滴91が二次分裂を迎えたときにも、微細な液滴に分裂することが困難になり、その結果、微細な金属粉末を製造することが妨げられる。

【0027】

これに対し、本発明では、貯留部筒状部材22の外側を覆う保護管23を設けたことにより、貯留部筒状部材22の外表面は空気の流れGから保護される。また、保護管23は、貯留部筒状部材22との間に隙間24を介して配置されている。このため、この隙間24が断熱層となり、たとえ保護管23の温度が低下したとしても、その温度低下が貯留部筒状部材22側へ及ぶのを防止することができる。その結果、熔融金属90の粘度上昇を抑制し、微細で粒径の揃った金属粉末を確実に製造することが可能になる。

【0028】

また、貯留部筒状部材22と保護管23との隙間24は、その上端において閉じており、下端では開いている（開放端になっている）。前述したように、流路31には空気の流れGによる圧力低下が生じている。特に、貯留部筒状部材22の下端近傍や保護管23の下端近傍は、空気の流れGの風下側にあたるため、この圧力低下が顕著である。そこで、隙間24の下端が開いていると、この圧力低下に伴って隙間24内の圧力も低下する。その結果、流体ジェット33が形成されている間、隙間24内は減圧状態に維持される。これにより、隙間24の断熱性を大幅に高めることができ、上述したような効果がより顕著なものとなる。

【0029】

また、隙間24内の圧力は、ノズル3のサイズや流体ジェット33の流速等に応じて異なるものの、一例として1kPa以上95kPa以下程度であるのが好ましく、10kPa以上90kPa以下程度であるのがより好ましい。隙間24内の圧力が前記範囲内であれば、その断熱性は必要かつ十分なものとなる。

なお、この圧力範囲については、流路31内のうち、貯留部筒状部材22の下端近傍における圧力も同様の範囲になる。

【0030】

また、保護管23が上記のような構成になっていると、保護管23を貯留部筒状部材22の外側に取り付けたり、取り外したりする作業が容易になる。すなわち、保護管23の内部に貯留部筒状部材22を差し込むように配置し、上端において固定するだけで保護管23を容易に取り付けることができる。

なお、貯留部筒状部材22の形状は、筒状であれば特に限定されないものの、その底面の外周形状としては、真円、楕円のような円形、三角形、四角形、五角形、六角形のような多角形等が挙げられる。このうち、底面の外周形状は略真円であるのが好ましい。これにより、仮に貯留部筒状部材22が冷却されたとしても、その冷却が均一になり易いため、熔融金属90の温度低下も均一になる。その結果、製造される金属粉末の粒径もより均一になる。

【0031】

これと同様、保護管23の形状も、筒状であれば特に限定されず、その底面の外周形状としては前述のような形状が挙げられるが、略真円であるのが好ましい。これにより、保護管23の冷却が均一になり易く、それに伴う貯留部筒状部材22および熔融金属90の温度低下も均一になる。

また、保護管23が円筒状であれば、流路31内に生起される空気の流れGが、この保護管23によって妨げられ難くなる。その結果、流路31内において確実に圧力低下を生

10

20

30

40

50

じさせることができる。

【0032】

なお、隙間24の距離（隙間の厚さ）は、特に限定されないが、1mm以上20mm以下程度であるのが好ましく、1.5mm以上10mm以下程度であるのがより好ましい。隙間24の距離を前記範囲内とすることにより、隙間24の断熱性を確実に高めることができる。すなわち、隙間24の距離が前記下限値を下回る場合、隙間24の圧力を十分に下げることができるが、その距離を均一に維持することが難しくなり、断熱性が不均一になるおそれがある。一方、隙間24の距離が前記上限値を上回る場合、隙間24の圧力を十分に下げることができず、断熱性が不十分になるおそれがある。

【0033】

また、保護管23の厚さ（肉厚）も、特に限定されないが、一例として0.3mm以上3mm以下であるのが好ましく、0.5mm以上2mm以下であるのがより好ましい。

さらに、保護管23の長さは、一例として、5cm以上100cm以下であるのが好ましく、10cm以上50cm以下であるのがより好ましい。

また、保護管23の下端231は、貯留部筒状部材22の下端221より下方に位置していてもよいが、図2に示すように下端221より上方に位置しているのが好ましい。保護管23をこのように配置したことにより、保護管23の下端231が、流路31に生起される空気の流れGを妨げることが防止される。これは、保護管23を上記のように配置することで、保護管23の下端231と貯留部筒状部材22の下端221とが、空気の流れGと同様の方向に沿って並ぶこととなり、その結果、空気の流れGが下端231の影響を受け難くなるためであると推察される。

【0034】

この際、保護管23の下端231と貯留部筒状部材22の下端221との離間距離は、ノズル3のサイズ等に応じて適宜設定されるものの、一例として、1cm以上20cm以下であるのが好ましく、2cm以上15cm以下であるのがより好ましい。

また、図2に示す流路31は、その上端において内径が最も大きく、下方に向かうにつれて内径が徐々に小さくなるよう構成されている。

【0035】

このとき、保護管23の下端231と流路31の内壁面との離間距離をL1とし、貯留部筒状部材22の下端221と流路31の内壁面との離間距離をL2としたとき、L1とL2はL1 > L2の関係を満たすのが好ましい。これにより、流路31の下方に向かうほど、前記離間距離が小さくなり、空気の流れGの流速が速くなるため、その分、圧力をより低下させることができる。その結果、隙間24の圧力をさらに低下させ、断熱性をより高めることができる。

【0036】

一方、保護管23の上端232および貯留部筒状部材22の上端222は、それぞれ貯留部容器21の下面から離れていてもよいが、接しているのが好ましい。これにより、貯留部容器21内に貯留された熔融金属90を、外気に触れさせることなくノズル3に導くことができ、かつ、その間の熔融金属90の温度低下を確実に抑制することができる。また、貯留部筒状部材22の下端近傍が減圧されることによって、貯留部容器21内に貯留された熔融金属90を吸い出すように流下させることができるようになるので、熔融金属90の流下量を均一にすることができる。

【0037】

このような保護管23を構成する材料としては、特に限定されないものの、例えば、鉄、ステンレス鋼、炭素鋼のようなFe系金属材料、アルミニウム、ジュラルミンのようなアルミニウム系金属材料、チタン、チタン合金のようなチタン系金属材料、マグネシウム合金のようなマグネシウム系金属材料、銅、真鍮のような銅系金属材料といった各種金属材料の他、各種セラミックス材料、各種ガラス材料、各種炭素材料等が挙げられる。

【0038】

このうち、金属材料が好ましく用いられ、特にステンレス鋼またはチタン合金がより好

10

20

30

40

50

ましく用いられる。これらの材料は、熱伝導性が高いことから、例えば図 2 に示すように保護管 2 3 が貯留部容器 2 1 の下面に接している場合、貯留部容器 2 1 の高い温度が保護管 2 3 に伝達され易くなる。その結果、保護管 2 3 が空気の流れ G によって冷却されたとしても、それを補うようにまたはそれを上回るように保護管 2 3 の温度を高めることができ、溶融金属 9 0 の温度低下を確実に抑制することができる。

【0039】

一方、貯留部筒状部材 2 2 を構成する材料としては、特にセラミックス材料が好ましく用いられる。セラミックス材料は熱伝導性が低いことから、セラミックス材料で構成された貯留部筒状部材 2 2 は、仮に隙間 2 4 の温度が低下したとしても、その温度低下の影響を受け難いものとなる。

以上、金属粉末製造装置 1 について説明したが、保護管 2 3 には図示しない加熱手段が設けられていてもよい。この加熱手段によって保護管 2 3 を加熱することにより、溶融金属 9 0 の温度低下をより確実に抑制することができる。

【0040】

加熱手段としては、例えば、誘導加熱、抵抗加熱、マイクロ波加熱等の各種加熱原理を利用したものが挙げられる。

また、供給部 6 は、溶融金属 9 0 を貯留部 2 に対して供給し得るものであれば、その他のもの（例えば、溶融炉等）で代替することもできる。

以上、本発明の金属粉末製造装置を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これらに限定されるものではなく、例えば、金属粉末製造装置を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものとして置換することができる。また、任意の構成物が付加されていてもよい。

また、筒状部材と保護管との隙間の上端は開いていてもよく、下端は閉じていてもよい。

さらに、保護管は 1 つだけでなく、多重で設けられていてもよい。すなわち、保護管 2 3 の外側に、さらに別の保護管を設けるようにしてもよい。

【実施例】

【0041】

1. 金属粉末の製造

(実施例 1)

まず、ステンレス鋼 SUS 316L (融点 T_m : 1450) を高周波誘導炉で溶融して溶融金属を得た。

次いで、得られた溶融金属を図 1、2 に示す金属粉末製造装置の供給部容器内に移した。そして、溶融金属を貯留部およびノズルへと流下させるとともに、ノズルのスリットから水ジェットを噴射することにより、溶融金属を粉末化した。これにより、金属粉末を得た。

【0042】

なお、金属粉末製造装置の各部の構成は以下の通りである。

- ・流体ジェットの噴射圧力：100MPa
- ・供給部容器の材質：アルミナ・グラファイト複合材料
- ・貯留部容器の材質：アルミナ・グラファイト複合材料
- ・貯留部筒状部材の材質：アルミナセラミックス
- ・供給部筒状部材の内径：5mm (円筒状)
- ・貯留部筒状部材の内径：5mm (円筒状)
- ・保護管の材質：チタン合金 (Ti-6Al-4V)
- ・保護管の厚さ (肉厚)：0.5mm (円筒状)
- ・保護管の長さ：30cm
- ・保護管と貯留部筒状部材との隙間：1mm
- ・保護管の下端と貯留部筒状部材の下端との離間距離：3cm
- ・L1：50mm

- ・ L 2 : 4 5 m m
- ・ 隙間内部の圧力 : 2 4 k P a

また、金属粉末製造装置における溶融金属の温度は以下の通りである。

- ・ 供給部容器に貯留された溶融金属の初期温度 : 1 7 2 0

【 0 0 4 3 】

(実施例 2)

保護管と貯留部筒状部材との隙間を 2 m m に変更した以外は、実施例 1 と同様にして金属粉末を得た。なお、隙間内部の圧力は、2 7 k P a であった。

(実施例 3)

保護管と貯留部筒状部材との隙間を 5 m m に変更した以外は、実施例 1 と同様にして金属粉末を得た。なお、隙間内部の圧力は、6 1 k P a であった。

10

【 0 0 4 4 】

(実施例 4)

保護管と貯留部筒状部材との隙間を 1 0 m m に変更した以外は、実施例 1 と同様にして金属粉末を得た。なお、隙間内部の圧力は、8 2 k P a であった。

(実施例 5)

保護管と貯留部筒状部材との隙間を 1 5 m m に変更した以外は、実施例 1 と同様にして金属粉末を得た。なお、隙間内部の圧力は、9 3 k P a であった。

【 0 0 4 5 】

(実施例 6)

保護管と貯留部筒状部材との隙間の下端も閉じるようにした以外は、実施例 2 と同様にして金属粉末を得た。なお、閉空間となった前記隙間内部の圧力は大気圧 (1 0 0 k P a) とした。

20

(実施例 7)

保護管の材質をチタン合金に代えてステンレス鋼 (S U S 3 0 4) に変更した以外は、実施例 2 と同様にして金属粉末を得た。なお、隙間内部の圧力は、3 0 k P a であった。

【 0 0 4 6 】

(実施例 8)

保護管の下端と貯留部筒状部材の下端との離間距離を 0 m m に変更した以外は、実施例 2 と同様にして金属粉末を得た。なお、このとき、L 1 は 4 0 m m 、L 2 は 4 5 m m であった。また、隙間内部の圧力は、9 4 k P a であった。

30

(実施例 9)

保護管を横断面の外周形状が正方形である管体に変更した以外は、実施例 1 と同様にして金属粉末を得た。なお、隙間の距離は平均 3 m m 、離間距離は 2 c m 、隙間内部の圧力は 4 2 k P a であった。

【 0 0 4 7 】

(実施例 1 0)

溶融金属をアルミニウム (融点 T_m : 6 6 0) に変更した以外は、実施例 2 と同様にして金属粉末を得た。なお、隙間内部の圧力は、2 7 k P a であった。また、溶融金属の初期温度を 9 0 0 とした。

40

(実施例 1 1)

溶融金属をアルミニウム (融点 T_m : 6 6 0) に変更した以外は、実施例 3 と同様にして金属粉末を得た。なお、隙間内部の圧力は、6 0 k P a であった。

【 0 0 4 8 】

(比較例 1)

保護管を省略した以外は、実施例 1 と同様にして金属粉末を得た。

(比較例 2)

保護管と貯留部筒状部材との隙間を 0 m m に変更した以外は、実施例 1 と同様にして金属粉末を得た。なお、L 1 は 5 2 m m であった。

【 0 0 4 9 】

50

(比較例3)

保護管を省略した以外は、実施例10と同様にして金属粉末を得た。

(比較例4)

保護管と貯留部筒状部材との隙間を0mmに変更した以外は、実施例10と同様にして金属粉末を得た。なお、L1は52mmであった。

【0050】

2. 金属粉末の評価

2.1. 粒径の評価

各実施例および各比較例で得られた金属粉末について、レーザー回折式粒度分布測定装置により平均粒径および標準偏差を測定した。なお、平均粒径は、体積基準で累積量が50%になるときの粒子径(μm)である。また、標準偏差は、次式で定義され、粒度分布の幅の目安となるものである。

$$(\text{標準偏差}) = (d_{84\%} - d_{16\%}) / 2$$

【0051】

ただし、d84%は、体積基準で累積量が84%になるときの粒子径(μm)であり、d16%は、体積基準で累積量が16%になるときの粒子径(μm)である。

これらの結果を表1に示す。なお、実施例1~9および比較例2で得られた金属粉末の標準偏差については、比較例1で得られた金属粉末の標準偏差を1としたときの相対値で示し、実施例10、11および比較例4で得られた金属粉末の標準偏差については、比較例3で得られた金属粉末の標準偏差を1としたときの相対値で示した。

【0052】

【表1】

表1

| | 金属粉末の製造条件 | | | | | | | 評価結果 | |
|-------|-----------|--------|---------|-----------|---------|---------|----------|-----------|------|
| | 熔融金属の組成 | 保護管の材質 | 隙間 [mm] | 離間距離 [cm] | L1 [mm] | L2 [mm] | 圧力 [kPa] | 平均粒径 [μm] | 標準偏差 |
| 実施例1 | SUS316L | Ti合金 | 1 | 3 | 50 | 45 | 24 | 5.4 | 0.57 |
| 実施例2 | SUS316L | Ti合金 | 2 | 3 | 50 | 45 | 27 | 4.6 | 0.48 |
| 実施例3 | SUS316L | Ti合金 | 5 | 3 | 50 | 45 | 61 | 4.9 | 0.53 |
| 実施例4 | SUS316L | Ti合金 | 10 | 3 | 50 | 45 | 82 | 5.2 | 0.54 |
| 実施例5 | SUS316L | Ti合金 | 15 | 3 | 50 | 45 | 93 | 6.8 | 0.71 |
| 実施例6 | SUS316L | Ti合金 | 2 | 3 | 50 | 45 | 100 | 7.1 | 0.78 |
| 実施例7 | SUS316L | SUS | 2 | 3 | 50 | 45 | 30 | 4.8 | 0.51 |
| 実施例8 | SUS316L | Ti合金 | 2 | 0 | 40 | 45 | 94 | 7.5 | 0.85 |
| 実施例9 | SUS316L | Ti合金 | 3 | 2 | 50 | 45 | 42 | 6.3 | 0.67 |
| 実施例10 | Al | Ti合金 | 2 | 3 | 50 | 45 | 27 | 5.6 | 0.59 |
| 実施例11 | Al | Ti合金 | 5 | 3 | 50 | 45 | 60 | 6.2 | 0.66 |
| 比較例1 | SUS316L | — | — | — | — | 45 | — | 11.2 | 1 |
| 比較例2 | SUS316L | Ti合金 | 0 | 3 | 52 | 45 | — | 9.4 | 0.96 |
| 比較例3 | Al | — | — | — | — | 45 | — | 18.9 | 1 |
| 比較例4 | Al | Ti合金 | 0 | 3 | 52 | 45 | — | 15.4 | 0.93 |

【0053】

表1に示すように、各実施例で得られた金属粉末は、各比較例で得られた金属粉末に比べて、粒径が小さく、粒径の揃った粉末であることが明らかとなった。

一方、各比較例で得られた金属粉末は、粒径を小さくすることができず、粒度分布も相対的に広がった。特に、熔融金属がAlの場合、その傾向が顕著であった。また、Alの

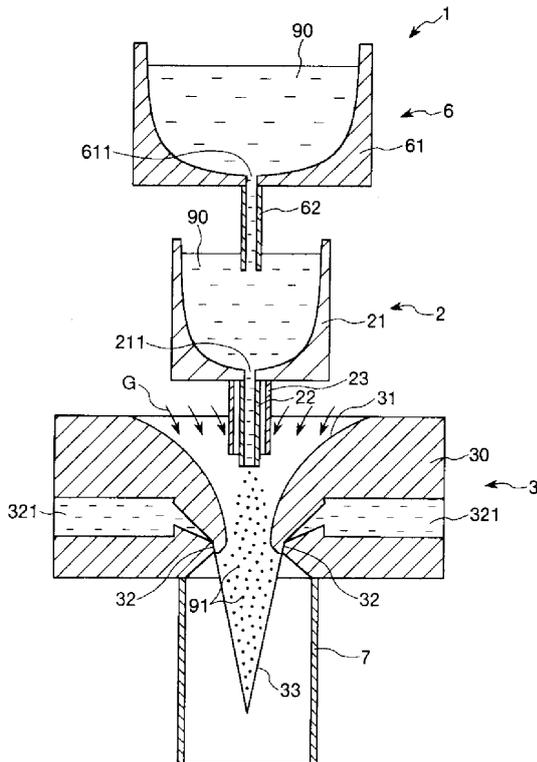
場合、比較例 3 では、途中で貯留部筒状部材が詰まってしまい、それ以上、金属粉末を製造することができなかった。

【符号の説明】

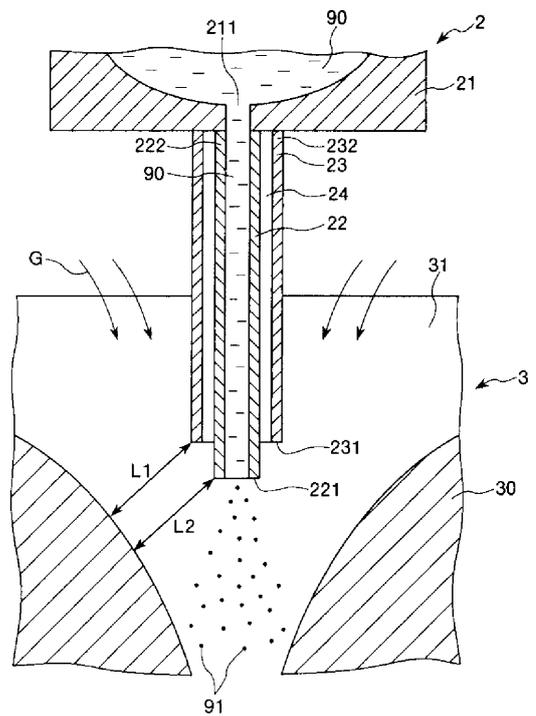
【0054】

- 1 ... 金属粉末製造装置
- 2 ... 貯留部
- 2 1 ... 貯留部容器
- 2 1 1 ... 開口
- 2 2 ... 貯留部筒状部材
- 2 2 1 ... 下端
- 2 2 2 ... 上端
- 2 3 ... 保護管
- 2 3 1 ... 下端
- 2 3 2 ... 上端
- 2 4 ... 隙間
- 3 ... ノズル
- 3 0 ... ノズル本体
- 3 1 ... 流路
- 3 2 ... スリット
- 3 2 1 ... 導入路
- 3 3 ... 流体ジェット
- 6 ... 供給部
- 6 1 ... 供給部容器
- 6 1 1 ... 開口
- 6 2 ... 供給部筒状部材
- 7 ... カバー
- 9 0 ... 熔融金属
- 9 1 ... 液滴
- G ... 空気の流れ

【図 1】



【図 2】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第3部門第4区分
 【発行日】平成26年5月8日(2014.5.8)

【公開番号】特開2012-201941(P2012-201941A)
 【公開日】平成24年10月22日(2012.10.22)
 【年通号数】公開・登録公報2012-043
 【出願番号】特願2011-68624(P2011-68624)
 【国際特許分類】

B 2 2 F 9/08 (2006.01)

【FI】

B 2 2 F 9/08 A

【手続補正書】

【提出日】平成26年3月20日(2014.3.20)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶融金属を貯留する貯留部と、

前記貯留部の下方に設けられ、前記貯留部から流下した溶融金属が通過可能な流路と、前記流路の下端部に開口し、前記流路内に向けて流体を噴射するスリットと、を備えるノズルと、

前記貯留部と前記ノズルとの間に設けられ、前記貯留部に貯留された溶融金属を下端から前記流路に向けて供給する筒状部材と、を有し、

前記筒状部材の外側を覆うように、前記筒状部材から離間して設けられた保護管を有していることを特徴とする金属粉末製造装置。

【請求項2】

前記保護管は、その下端が、前記筒状部材の下端より上方に位置するように配置されている請求項1に記載の金属粉末製造装置。

【請求項3】

前記筒状部材と前記保護管との隙間は、その上端において閉じており、下端では開いている請求項1または2に記載の金属粉末製造装置。

【請求項4】

前記筒状部材および前記保護管は、それぞれの上端が前記貯留部の下面に接するように配置されている請求項1ないし3のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【請求項5】

前記保護管は、ステンレス鋼またはチタン合金で構成されている請求項1ないし4のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【請求項6】

前記筒状部材は、セラミックス材料で構成されている請求項1ないし5のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【請求項7】

前記筒状部材の下端および前記保護管の下端は、それぞれ前記流路の途中に位置するように配置されており、

前記保護管の下端と前記流路の内壁面との最短距離をL1とし、前記筒状部材の下端と前記流路の内壁面との最短距離をL2としたとき、L1 > L2の関係を満足する請求項1

ないし 6 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【請求項 8】

前記筒状部材と前記保護管との隙間の距離は、1 mm 以上 20 mm 以下である請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【請求項 9】

熔融金属を貯留する貯留部と、

前記貯留部の下方に設けられ、前記貯留部から流下した前記熔融金属が通過可能な流路と、前記流路の下端部に開口し、前記流路内に向けて流体を噴射するスリットと、を備えるノズルと、

前記貯留部と前記ノズルとの間に設けられ、前記貯留部に貯留された熔融金属を下端から前記流路に向けて供給する筒状部材と、

前記筒状部材の外側を覆うように、前記筒状部材から離間して設けられた保護管と、を有する金属粉末製造装置を用い、

前記貯留部から前記流路を通過するように前記熔融金属を流下させ、前記流体に衝突させることにより、前記熔融金属を微細化するとともに固化させて金属粉末を製造する方法であって、

前記スリットから前記流体を噴射することにより前記流路内に下方に向かって空気の流れを生じさせるとき、前記保護管が前記空気の流れから前記筒状部材の外表面を保護することを特徴とする金属粉末製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】金属粉末製造装置および金属粉末製造方法

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本発明は、金属粉末製造装置および金属粉末製造方法に関するものである。

【手続補正 4】

【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】

本発明の目的は、製造する金属粉末の組成によらず、微細で粒径の揃った高品質の金属粉末を安定して製造可能な金属粉末製造装置および金属粉末製造方法を提供することにある。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

本発明の金属粉末製造装置では、前記筒状部材は、セラミックス材料で構成されていることが好ましい。

セラミックス材料は熱伝導性が低いことから、貯留部筒状部材は、外部の温度低下の影

響を受け難く、それゆえ、熔融金属の温度低下を抑制し得るものとなる。

本発明の金属粉末製造装置では、前記筒状部材の下端および前記保護管の下端は、それぞれ前記流路の途中に位置するよう配置されており、

前記保護管の下端と前記流路の内壁面との最短距離を L_1 とし、前記筒状部材の下端と前記流路の内壁面との最短距離を L_2 としたとき、 $L_1 > L_2$ の関係を満足することが好ましい。

これにより、流路の下方に向かうほど圧力が低下することとなり、隙間の断熱性をより高めることができる。

本発明の金属粉末製造装置では、前記筒状部材と前記保護管との隙間の距離は、1 mm以上20 mm以下であることが好ましい。

これにより、隙間の断熱性を確実に高めることができる。

本発明の金属粉末製造方法は、熔融金属を貯留する貯留部と、

前記貯留部の下方に設けられ、前記貯留部から流下した前記熔融金属が通過可能な流路と、前記流路の下端部に開口し、前記流路内に向けて流体を噴射するスリットと、を備えるノズルと、

前記貯留部と前記ノズルとの間に設けられ、前記貯留部に貯留された熔融金属を下端から前記流路に向けて供給する筒状部材と、

前記筒状部材の外側を覆うように、前記筒状部材から離間して設けられた保護管と、を有する金属粉末製造装置を用い、

前記貯留部から前記流路を通過するように前記熔融金属を流下させ、前記流体に衝突させることにより、前記熔融金属を微細化するとともに固化させて金属粉末を製造する方法であって、

前記スリットから前記流体を噴射することにより前記流路内に下方に向かって空気の流れを生じさせるとき、前記保護管が前記空気の流れから前記筒状部材の外表面を保護することを特徴とする。