

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5151334号  
(P5151334)

(45) 発行日 平成25年2月27日 (2013. 2. 27)

(24) 登録日 平成24年12月14日 (2012. 12. 14)

(51) Int. Cl.

F I

**B 2 2 F 9/08 (2006. 01)**

B 2 2 F 9/08 A

**B 2 2 F 1/00 (2006. 01)**

B 2 2 F 1/00 N

B 2 2 F 1/00 R

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2007-235901 (P2007-235901)  
 (22) 出願日 平成19年9月11日 (2007. 9. 11)  
 (65) 公開番号 特開2009-68048 (P2009-68048A)  
 (43) 公開日 平成21年4月2日 (2009. 4. 2)  
 審査請求日 平成22年9月8日 (2010. 9. 8)

(73) 特許権者 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 松橋 範明  
 青森県八戸市大字河原木字海岸4-44  
 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4-44  
 エプソンアトミックス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属粉末製造装置および金属粉末

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶融金属を供給する供給部と、

前記供給部の下方に設置され、該供給部から供給された溶融金属が通過可能な流路と、  
 該流路に水を噴射するオリフィスとが形成された水噴出部と、

前記オリフィスから噴射された水に、前記流路を通過する溶融金属を接触させることにより、  
 該溶融金属を飛散させて微細な多数の液滴とし、該多数の液滴を冷却固化させて、  
 金属粉末を製造する金属粉末製造装置であって、

前記水噴出部を収納し、かつ、前記金属粉末を排出する排出口を備えたチャンバーと、

前記チャンバー内に設けられ、前記流路の上流側の端部が位置する第1の空間と、前記  
 流路の下流側の端部および前記排出口が位置する第2の空間との間を仕切る仕切部材と、

前記第1の空間に非酸化性ガスを供給するガス供給部と、

前記第2の空間から前記第1の空間へ、前記非酸化性ガスを含むガスを帰還させる帰還  
 路と、

前記帰還路の上流側の端部に接続され、前記第2の空間から、前記非酸化性ガスを含む  
 ガスを排出する非酸化性ガス排出部と、

前記帰還路の途中に設けられ、前記ガスから水分を除去する水分除去手段と、

前記非酸化性ガス排出部よりも上方に位置し、前記第2の空間から水素ガスを排出する  
 水素ガス排出部と、を有することを特徴とする金属粉末製造装置。

【請求項 2】

10

20

前記第 1 の空間の圧力を検知する第 1 の圧力センサと、前記第 2 の空間の圧力を検知する第 2 の圧力センサとを有し、前記第 1 の圧力センサおよび前記第 2 の圧力センサのそれぞれの検知結果に基づいて前記第 1 の空間の圧力が前記第 2 の空間の圧力よりも高くなるように、前記ガス供給部からのガス流量および / または前記帰還路でのガス流量を制御するように構成されている請求項 1 に記載の金属粉末製造装置。

【請求項 3】

前記水素ガス排出部は、前記仕切部材の近傍に位置している請求項 1 または 2 に記載の金属粉末製造装置。

【請求項 4】

前記水分除去手段は、前記帰還路を通過するガスを冷却する冷却手段を有し、前記冷却手段が当該ガスを冷却することにより水分を除去するように構成されている請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

10

【請求項 5】

前記水分除去手段は、前記帰還路を通過するガスを圧縮する圧縮手段を有し、前記圧縮手段が当該ガスを圧縮することにより水分を除去するように構成されている請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

【請求項 6】

前記水分除去手段は、前記帰還路を通過するガス中の水分を吸着する吸着剤を含む吸着手段を有し、前記吸着剤が当該ガス中の水分を吸着することにより水分を除去するように構成されている請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の金属粉末製造装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属粉末製造装置および金属粉末に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、金属粉末を製造するには、熔融金属を水アトマイズ法により粉末化する金属粉末製造装置が用いられている。この金属粉末製造装置として、例えば、特許文献 1 には、熔融金属の噴霧微粉化装置が開示されている。

この熔融金属の噴霧微粉化装置は、溶湯（熔融金属）を下方に向けて吐出する吐出口と、吐出口から吐出された溶湯に水を噴射するノズルとを備えている。また、このノズルは、吐出口から吐出された溶湯が通過する流路と、該流路に開口するスリットとを有する。

30

【0003】

特許文献 1 の装置は、スリットから噴射された水に、流路を通過する溶湯を衝突させることにより、当該溶湯を飛散させて微細な多数の液滴にするとともに、該多数の液滴を冷却固化させ、これにより、金属粉末を製造する。

しかしながら、特許文献 1 にかかる装置では、減圧された流路に周囲から空気が流入するため、溶湯との空気との接触により、溶湯の酸化による変質・劣化等を生じて、金属粉末の品質が低下するおそれがある。特に、熔融金属中に Ti や Al 等の活性の高い金属を含んでいる場合、かかる問題は顕著である。

40

【0004】

このような問題を解決するために、流路に窒素ガスのような非酸化性ガスを流入することが考えられるが、非酸化性ガスを流路に単に流入すると、非酸化性ガスの消費量が多くなってしまふ。その結果、得られる金属粉末の高コスト化を招いてしまふ。したがって、通常は非酸化性ガスを循環させて使用しているが、循環するガス中に水蒸気が混入しているため、溶湯が水蒸気との接触により酸化し、得られる金属粉末の品質が低下してしまふ。

【0005】

【特許文献 1】特公平 3 - 5 5 5 2 2 号公報

【発明の開示】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

本発明の目的は、水アトマイズ法を用いて高品質な金属粉末を安価に製造することができる金属粉末製造装置、およびかかる金属粉末製造装置により製造された高品質な金属粉末を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

上記目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の金属粉末製造装置は、熔融金属を供給する供給部と、

前記供給部の下方に設置され、該供給部から供給された熔融金属が通過可能な流路と、  
該流路に水を噴射するオリフィスとが形成された水噴出部と、

前記オリフィスから噴射された水に、前記流路を通過する熔融金属を接触させることにより、該熔融金属を飛散させて微細な多数の液滴とし、該多数の液滴を冷却固化させて、金属粉末を製造する金属粉末製造装置であって、

前記水噴出部を収納し、かつ、前記金属粉末を排出する排出口を備えたチャンバーと、

前記チャンバー内に設けられ、前記流路の上流側の端部が位置する第1の空間と、前記流路の下流側の端部および前記排出口が位置する第2の空間との間を仕切る仕切部材と、

前記第1の空間に非酸化性ガスを供給するガス供給部と、

前記第2の空間から前記第1の空間へ、前記非酸化性ガスを含むガスを帰還させる帰還路と、

前記帰還路の上流側の端部に接続され、前記第2の空間から、前記非酸化性ガスを含むガスを排出する非酸化性ガス排出部と、

前記帰還路の途中に設けられ、前記ガスから水分を除去する水分除去手段と、

前記非酸化性ガス排出部よりも上方に位置し、前記第2の空間から水素ガスを排出する水素ガス排出部と、を有することを特徴とする。

## 【0008】

これにより、非酸化性ガスを第1の空間から流路を介して第2の空間へ流入させて、熔融金属と酸素（空気）との接触を抑制または防止することができる。その結果、熔融金属の酸化をより確実に防止し、得られる金属粉末の品質をより優れたものとすることができる。

また、第2の空間から帰還路を通じて第1の空間へ非酸化性ガスを帰還させるので、非酸化性ガスの使用量を低減することができる。その結果、得られる金属粉末の低コスト化を図ることができる。

しかも、帰還した非酸化性ガスは水分が除去されているため、水蒸気が流路の上流端から流入するのを防止することができる。その結果、熔融金属と水蒸気との接触による熔融金属の酸化を防止し、得られる金属粉末の品質を優れたものとすることができる。

また、前記仕切部材が前記第2の空間から前記第1の空間への水蒸気の流入を阻止するので、水蒸気が流路の上流端から流入するのを防止することができる。

また、非酸化性ガス排出部を有するので、第2の空間内の圧力上昇を抑え、非酸化性ガスを第1の空間から流路を介して第2の空間へ安定的に流入させることができる。

また、水が高温の熔融金属と接触して分解することで水素が発生するが、水素ガス排出口を設けることにより、第1の空間内で水素ガスが引火するのを防止することができる。

ここで、水素ガスは非酸化性ガスよりも比重が低い。したがって、水素排出部を非酸化性ガス排出部よりも上方に位置せしめることで、水素ガス排出部から水素ガス、非酸化性ガス排出部から非酸化性ガスを効率的に排出させることができる。

本発明の金属粉末製造装置では、前記第1の空間の圧力を検知する第1の圧力センサと、前記第2の空間の圧力を検知する第2の圧力センサとを有し、前記第1の圧力センサおよび前記第2の圧力センサのそれぞれの検知結果に基づいて前記第1の空間の圧力が前記第2の空間の圧力よりも高くなるように、前記ガス供給部からのガス流量および/または前記帰還路でのガス流量を制御するように構成されていることが好ましい。

これにより、第１の空間および第２の空間のそれぞれの圧力を安定的に所望の値に保つことができる。

本発明の金属粉末製造装置では、前記水素ガス排出部は、前記仕切部材の近傍に位置していることが好ましい。

これにより、水素ガス排出部から水素ガスを効率的に排出させることができる。

【０００９】

本発明の金属粉末製造装置では、前記水分除去手段は、前記帰還路を通過するガスを冷却する冷却手段を有し、前記冷却手段が当該ガスを冷却することにより水分を除去するように構成されていることが好ましい。

これにより、非酸化性ガスを含むガスから水分を除去することができる。

10

【００１０】

本発明の金属粉末製造装置では、前記水分除去手段は、前記帰還路を通過するガスを圧縮する圧縮手段を有し、前記圧縮手段が当該ガスを圧縮することにより水分を除去するように構成されていることが好ましい。

これにより、非酸化性ガスを含むガスから水分を除去することができる。

本発明の金属粉末製造装置では、前記水分除去手段は、前記帰還路を通過するガス中の水分を吸着する吸着剤を含む吸着手段を有し、前記吸着剤が当該ガス中の水分を吸着することにより水分を除去するように構成されていることが好ましい。

これにより、非酸化性ガスを含むガスから水分を除去することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

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

< 第１実施形態 >

まず、本発明の金属粉末製造装置の第１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第１実施形態を示す模式図（縦断面図）、図２は、図１に示す金属粉末製造装置に備えられた供給部および水噴射部を示す縦断面図、図３は、図２中の一点鎖線で囲まれた領域〔Ａ〕の拡大詳細図（模式図）、図４は、図１に示す金属粉末製造装置に備えられた水分除去手段の構成例を示す模式図である。なお、以下の説明では、図１ないし図３中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

30

【００２０】

図１に示す金属粉末製造装置１は、熔融金属Ｑをアトマイズ法により粉末化して、多数の金属粉末Ｒを得るために用いられるものである。この金属粉末製造装置１は、熔融金属Ｑを供給する供給部（タンディシュ）２と、供給部２の下方に設けられた水噴出部（ノズル）３と、水噴出部３を収納するチャンバー６と、チャンバー６に接続されたガス供給部８とを有している。

【００２１】

以下、各部の構成について説明する。

図１および図２に示すように、供給部２は、有底筒状をなす部分を有している。この供給部２の内部空間（内腔部）２２には、製造すべき金属粉末の原材料を熔融した熔融金属Ｑが一時的に収納される。

40

熔融金属Ｑは、いかなる元素を含んでいてもよく、例えば、ＴｉおよびＡｌの少なくとも一方を含んでいるものも用いることができる。これらの元素は活性が高く、これらの元素を含む熔融金属Ｑは、短時間の空気Ｇとの接触により、容易に酸化して酸化膜を形成してしまい、微細化することが困難とされている。本発明の金属粉末製造装置は、このような熔融金属Ｑをも容易に粉末化することができる。

【００２２】

また、供給部２の底部２１の中央部には、吐出口２３が設けられている。この吐出口２３からは、内部空間２２内の熔融金属Ｑが下方に向かって自然落下により吐出される。

供給部２の下方には、水噴出部３が設けられている。

50

この水噴出部 3 には、供給部 2 から供給された（吐出された）熔融金属 Q が通過する第 1 の流路（流路）3 1 と、流体（本実施形態では、水）を供給する給水源（図示せず）からの水 S が通過する第 2 の流路 3 2 とが形成されている。

【0023】

第 1 の流路 3 1 は、横断面形状が円形をなしており、水噴出部 3 の中央部に、鉛直方向に沿って形成されている。

この第 1 の流路 3 1 は、水噴出部 3 の内径が、上端面 4 1 から下方に向かって漸減する、すなわち、収斂形状をなす内径漸減部 3 3 を有している。これにより、後述するオリフィス 3 4 から噴射した水 S の流れにより、水噴出部 3 の上方のガス（後述する非酸化性ガス G）が、内径漸減部 3 3 に引き込まれる。そして、引き込まれた非酸化性ガス G は、内径漸減部 3 3 の内径が最小となる部分 3 3 1（オリフィス 3 4 が開口する部分）付近で、その流速が最大となる。このような空気 G の流れが生じることにより、第 1 の流路 3 1 の圧力（気圧）は、上方からこの部分 3 3 1 に向かって徐々に低下する。

【0024】

熔融金属 Q は、このような減圧状態の第 1 の流路 3 1 を通過する際に、その周囲の圧力が低下し、密集しようとする力よりも周囲の減圧の程度が高くなると、飛散（一次分裂）する。これにより、熔融金属 Q は、多数の液滴 Q 1 となる。

なお、第 1 の流路 3 1 において、このように周囲の圧力が低下することにより、熔融金属に一次分裂が生じる位置を、「一次分裂位置」と言う。

また、ここでは、内径漸減部 3 3 の内径が最小となる部分 3 3 1 付近を、最も減圧される領域として説明したが、この領域の位置は、内径漸減部 3 3 やオリフィス 3 4 等の形状、角度等に応じて変化するため、本実施形態の位置に限定されない。

【0025】

図 3 に示すように、第 2 の流路 3 2 は、第 1 の流路 3 1 の下端部（部分 3 3 1 近傍）に開口するオリフィス 3 4 と、水 S を一時的に貯留する貯留部 3 5 と、貯留部 3 5 からオリフィス 3 4 に水 S を導入する導入路 3 6 とにより構成されている。

貯留部 3 5 は、前述した給水源（図示せず）に接続され、当該給水源から水 S が供給される部位である。水 S は、還元剤等の添加剤が添加されていてもよい。

この貯留部 3 5 は、導入路 3 6 を介して、オリフィス 3 4 と連通している。

【0026】

導入路 3 6 は、その縦断面形状がくさび状をなす部位である。これにより、貯留部 3 5 から流入した水 S の流速を徐々に高めることができ、また、この流速が高まった状態の水 S をオリフィス 3 4 から安定して噴射することができる。

オリフィス 3 4 は、貯留部 3 5、導入路 3 6 を順に通過した水 S を、第 1 の流路 3 1 に噴射（噴出）する部位である。

【0027】

このオリフィス 3 4 は、第 1 の流路 3 1 の内周面の全周にわたってスリット状に開口している。また、オリフィス 3 4 は、第 1 の流路 3 1 の中心軸 O に対して傾斜する方向に開口している。

このように形成されたオリフィス 3 4 により、水 S は、頂部 S 2 が下方に位置し、ほぼ円錐形状をなすような液体ジェット S 1 として噴射される（図 1 参照）。この液体ジェット S 1 に熔融金属 Q が接触して飛散（二次分裂）され、さらに微細化される。

【0028】

また、この際、熔融金属 Q は、冷却固化される。これにより、金属粉末 R が製造される。ここで、第 1 の流路 3 1 の下流端（下端）は、金属粉末 R を排出する排出口を備えた金属粉末排出部として機能する。なお、金属粉末排出部および排出口の構成は、本実施形態のものに限定されない。

このようにして製造された金属粉末 R は、チャンバー 6 の下部に一時的に貯留される。

【0029】

このような第 1 の流路 3 1 および第 2 の流路 3 2 が形成された水噴出部 3 は、図 1 およ

10

20

30

40

50

び図 2 に示すように、円盤状（リング状）の第 1 の部材 4 と、第 1 の部材 4 と同心的に設けられた円盤状（リング状）の第 2 の部材 5 とで構成されている。第 2 の部材 5 は、第 1 の部材 4 の下方に間隙 3 7 を介して設けられている。

このように配置された第 1 の部材 4 と第 2 の部材 5 とにより、オリフィス 3 4、導入路 3 6 および貯留部 3 5 がそれぞれ画成される。すなわち、第 1 の部材 4 と第 2 の部材 5 との間に形成された間隙 3 7 により、第 2 の流路 3 2 が構成される。

#### 【 0 0 3 0 】

第 1 の部材 4 および第 2 の部材 5 の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、各種金属材料を用いることができ、特に、ステンレス鋼を用いるのが好ましい。

チャンバー 6 は、前述した供給部 2 の下方にて、前述した水噴出部 3 を収納している。そして、チャンバー 6 内には、チャンバー 6 内の空間を上下に 2 分するように、仕切部材 9 が設けられている。

#### 【 0 0 3 1 】

本実施形態では、仕切部材 9 は、板状をなし、その板面がほぼ水平となるように設けられている。ここで、仕切部材 9 は水噴出部 3 の下端部に固定されている。これにより、仕切部材 9 の構成を比較的簡単なものとすることができる。

より具体的には、仕切部材 9 には、その中央部に貫通孔が形成され、その縁部が水噴出部 3 の下面に固定されている。これにより、仕切部材 9 は、水噴出部 3 の第 1 の流路 3 1 の上流端（上端）が位置する第 1 の空間 6 1 と、第 1 の流路 3 1 の下流端（下端）が位置する第 2 の空間 6 2 とに仕切る。

この仕切部材 9 は、第 2 の空間 6 2 から第 1 の空間 6 1 への水蒸気の流入を阻止する機能を有する。これにより、水蒸気が第 1 の流路 3 1 の上流端から流入するのを防止することができる。その結果、熔融金属 Q と水蒸気と接触による熔融金属 Q の酸化を防止し、得られる金属粉末 R の品質を優れたものとすることができる。

#### 【 0 0 3 2 】

なお、仕切部材 9 と水噴出部 3 との間、および、仕切部材 9 とチャンバー 6 との間は、それぞれ、気密的に接合されているのが好ましいが、前述したように第 2 の空間 6 2 から第 1 の空間への水蒸気の流入を防止することができれば、気密的に接合されていなくてもよい。

また、仕切部材 9 をチャンバー 6 内に設けることで第 1 の空間 6 1 および第 2 の空間 6 2 が区画形成するため、既存の形状のチャンバー 6 内に板状の仕切部材 9 を設けるだけで、仕切部材 9 が前述したような機能を発揮することができる。すなわち、比較的簡単な構成で、水蒸気が第 1 の流路 3 1 の上流端から流入するのを防止することができる。

このような仕切部材 9 の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、各種金属材料を用いることができ、特に、ステンレス鋼を用いるのが好ましい。

#### 【 0 0 3 3 】

また、チャンバー 6 には、第 1 の空間 6 1 に非酸化性ガス G を供給するガス供給部 8 が接続されている。このガス供給部 8 は、チャンバー 6 の上部（第 1 の空間 6 1 に対応する部分）に形成されたガス供給口（ガス供給部）6 3 を通じて、第 1 の空間 6 1 内に非酸化性ガス G を供給する。

これにより、第 1 の空間 6 1 内は非酸化性ガス G で満たされ、この非酸化性ガス G は第 1 の空間から第 1 の流路 3 1 を介して第 2 の空間 6 2 へ流入する。そのため、チャンバー 6 内の空気が非酸化性ガス G に置換され、非酸化性ガス G の濃度が濃くなり、熔融金属 Q と酸素（空気）との接触を抑制または防止することができる。その結果、熔融金属 Q の酸化をより確実に防止し、得られる金属粉末 R の品質をより優れたものとすることができる。

#### 【 0 0 3 4 】

本実施形態では、ガス供給口 6 3 は、水噴出部 3 に対し遠位に位置しているため、第 1 の流路 3 1 の周方向の全域に均一に非酸化性ガス G を供給することができる。

このような非酸化性ガス G としては、熔融金属 Q の酸化を防止することができるもので

10

20

30

40

50

あれば特に限定されないが、例えば、窒素ガス、アルゴンガス等の不活性ガス、アンモニア分解ガス等の還元性ガス等を用いることができる。

【 0 0 3 5 】

また、このようなガス供給部 8 が設けられた構成においては、第 1 の空間 6 1 の圧力が第 2 の空間 6 2 の圧力以上に（同等または若干高く）なるように、ガス供給部 8 からの非酸化性ガス G のガス流量が設定されているのが好ましい。これにより、非酸化性ガス G を第 1 の空間 6 1 から第 1 の流路 3 1 を介して第 2 の空間 6 2 へ円滑に流入させることができる。また、オリフィス 3 4 から噴出される水の圧力、オリフィス 3 4 の形状、第 1 の流路 3 1 の形状等の水噴出部 3 の形態によらず、第 2 の空間 6 2 から第 1 の流路 3 1 を介して第 1 の空間 6 1 へ水蒸気が逆流するのを防止し、その結果、溶融金属 Q と水蒸気と接触による溶融金属 Q の酸化をより確実に防止することができる。

10

【 0 0 3 6 】

本実施形態では、チャンバー 6 に、第 1 の空間 6 1 の圧力を検知する第 1 の圧力センサ 1 0 と、第 2 の空間 6 2 の圧力を検知する第 2 の圧力センサ 1 1 とが設けられている。そして、図示しない制御手段により、第 1 の圧力センサ 1 0 および第 2 の圧力センサ 1 1 のそれぞれの検知結果に基づいてガス供給部 8 からのガス流量が制御される。これにより、第 1 の空間 6 1 および第 2 の空間 6 2 のそれぞれの圧力を安定的に所望の値に保つことができる。すなわち、第 1 の空間 6 1 の圧力を第 2 の空間 6 2 の圧力以上で一定に保つことができる。

【 0 0 3 7 】

20

また、第 2 の空間 6 2 に流入した非酸化性ガス G は、チャンバー 6 の下部（第 2 の空間 6 2 に対応する部分）に形成された非酸化性ガス排出口（非酸化性ガス排出部）6 5 を通じて、第 2 の空間 6 2 内の水蒸気とともにチャンバー 6 の外部へ排出される。

このようにして、非酸化性ガス G を含むガスを第 2 の空間 6 2 から排出することにより、第 2 の空間 6 2 内の圧力上昇を抑え、非酸化性ガス G を第 1 の空間 6 1 から第 1 の流路 3 1 を介して第 2 の空間 6 2 へ安定的に流入させることができる。

このような非酸化性ガス排出口 6 5 は、前述したガス供給口 6 3 に帰還路（配管）1 2 を介して接続されている。これにより、第 2 の空間 6 2 から帰還路 1 2 を通じて第 1 の空間 6 1 へ非酸化性ガス G を帰還させて、非酸化性ガス G の使用量を低減することができる。その結果、得られる金属粉末 R の低コスト化を図ることができる。

30

【 0 0 3 8 】

本実施形態では、帰還路 1 2 には、送風機（またはブロアー）1 2 1 が設けられており、この送風機 1 2 1 の作動により、非酸化性ガス G を第 1 の空間 6 1 から第 1 の流路 3 1 を介して第 2 の空間 6 2 へ流入させる。したがって、仮に第 1 の空間 6 1 の圧力が第 2 の空間 6 2 の圧力よりも高くなっても、非酸化性ガス G を第 1 の空間 6 1 から第 1 の流路 3 1 を介して第 2 の空間 6 2 へ安定的に流入させることができる。

【 0 0 3 9 】

また、帰還路 1 2 には、送風機 1 2 1 に対し上流側にバルブ 1 2 2、下流側にバルブ 1 2 3 が設けられている。本実施形態では、図示しない制御手段により、前述した第 1 の圧力センサ 1 0 および第 2 の圧力センサ 1 1 のそれぞれの検知結果に基づいて、この各バルブ 1 2 2、1 2 3 の開閉またはその開度を調整することにより、帰還路 1 2 におけるガス流量が制御される。これにより、第 1 の空間 6 1 および第 2 の空間 6 2 のそれぞれの圧力を安定的に所望の値に保つことができる。すなわち、第 1 の空間 6 1 の圧力を第 2 の空間 6 2 の圧力以上で一定に保つことができる。

40

【 0 0 4 0 】

なお、バルブ 1 2 2 またはバルブ 1 2 3 の少なくとも一方を省略してもよい。また、前述した第 1 の圧力センサ 1 0 および第 2 の圧力センサ 1 1 のそれぞれの検知結果に基づいて、送風機 1 2 1 を制御することによっても、ガス流量を制御することができる。

第 1 の空間 6 1 の圧力を第 2 の空間 6 2 の圧力以上で一定に保つ場合、帰還路 1 2 のガス流量を一定とし、ガス供給部 8 からのガス流量を制御してもよいし、また、ガス供給部

50

8からのガス流量を一定とし、帰還路12のガス流量を制御してよいし、さらに、帰還路12およびガス供給部8のそれぞれのガス流量を制御してもよい。

【0041】

また、この帰還路12の途中(送風機121とバルブ122との間)には、水分除去装置(水分除去手段)13が設けられている。そのため、第1の空間61に帰還した非酸化性ガスGは水分が除去されているため、水蒸気が第1の流路31の上流端から流入するのを防止することができる。その結果、熔融金属Qと水蒸気との接触による熔融金属Qの酸化を防止し、得られる金属粉末Rの品質を優れたものとすることができる。

【0042】

なお、水分除去装置13の設置位置は、前述したものに限定されず、例えば、送風機121とバルブ123との間でもよい。

10

このような水分除去装置13としては、帰還路12を通過するガスから水分を除去(除湿)することができるものであれば特に限定されず、各種除湿装置を用いることができる。

【0043】

(第1の例)

例えば、水分除去装置13は、図4(a)に示すように、帰還路12を通過するガスを冷却する冷却装置(冷却手段)131を有し、この冷却装置131が当該ガスを冷却することにより水分を除去するように構成することができる。

冷却装置131は、非酸化性ガスGおよび水蒸気を含む混合ガスを露点より低い温度の液面または固体壁面に接触させて冷却するように構成されている。これにより、水蒸気を凝縮させて除去することができる。

20

このような構成により、非酸化性ガスGを含むガスから水分を除去することができる。

【0044】

(第2の例)

また、水分除去装置13は、図4(b)に示すように、帰還路12を通過するガスを圧縮する圧縮装置(圧縮手段)132を有し、圧縮装置132が当該ガスを圧縮することにより水分を除去するように構成することもできる。

圧縮装置132は、非酸化性ガスGおよび水蒸気を含む混合ガスをほぼ一定温度のもとで圧縮することにより、飽和湿度を減少させる。これにより、水蒸気を凝縮させて除去することができる。

30

このような構成によっても、非酸化性ガスGを含むガスから水分を除去することができる。また、このような水分除去方式は、高压のガスから水分を除去するのに適している。

【0045】

(第3の例)

さらに、水分除去装置13は、図4(c)に示すように、帰還路12を通過するガス中の水分を吸着する吸着剤を含む吸着部材(吸着手段)133を有し、吸着剤が当該ガス中の水分を吸着することにより水分を除去するように構成することもできる。

吸着部材133は、吸着剤が非酸化性ガスGおよび水蒸気を含む混合ガスを接触させることにより水蒸気を化学的に吸収または吸着して除去する。このような吸着剤としては、特に限定されないが、例えば、塩化カルシウム、5酸化リン、カセイカリ、カセイソーダ、生石灰、シリカゲルなどの固体吸着剤を用いることができる。

40

このような構成によっても、非酸化性ガスGを含むガスから水分を除去することができる。

なお、以上のような第1~3の例を組み合わせ、水分除去装置13を構成することも可能である。

【0046】

また、水が高温の熔融金属Qと接触して分解することで水素ガスが発生するが、この水素ガスは、チャンバー6の下部(第2の空間62に対応する部分)に形成された水素ガス排出口(水素ガス排出部)64を通じて、チャンバー6の外部へ排出される。これにより

50



、第2の空間62内で水素ガスに引火するのを防止することができる。

この水素ガス排出口64は、非酸化性ガス排出口65よりも上方に位置している。そのため、非酸化性ガスGよりも比重が小さい水素ガスは、非酸化性ガス排出口65よりも水素ガス排出口64から優先的に排出される。すなわち、水素ガス排出口64を非酸化性ガス排出口65よりも上方に位置せしめることで、水素ガス排出口64から水素ガス、非酸化性ガス排出口65から非酸化性ガスGを選択的に排出させることができる。したがって、チャンバー6から排出された水素ガスおよび非酸化性ガスGをそれぞれ回収し有効利用することができる。

#### 【0047】

特に、水素ガス排出口64は、仕切部材9の近傍に位置している。そのため、仕切部材9付近に溜まった水素ガスを水素ガス排出口64から効率的に排出させることができる。

なお、前述した水素ガス排出口64は、省略することができる。その場合、発生した水素ガスは、非酸化性ガス排出口65から排出される。

このような金属粉末製造装置1により製造された金属粉末Rは、その平均粒径が1～50μm程度であるのが好ましく、1～10μm程度であるのがより好ましい。かかる微細な金属粉末Rの製造に、本発明の金属粉末製造装置を好適に用いることができる。

#### 【0048】

また、チャンバー6の下部には、下方に向けて収斂する部分を有し、金属粉末Rが水と混合した状態で一時的に貯留される。

また、チャンバー6の下端には、金属粉末Rを水とともに排出するための排出口66が形成されている。この排出口66は、図示しない回収タンクに接続されている。そして、この回収タンクには、排出口66を通じて金属粉末Rと水との混合物が連続的または所定時間毎に排出することで回収する。

#### 【0049】

このようなチャンバー6の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、各種金属材料を用いることができ、特に、ステンレス鋼を用いるのが好ましい。

以上のような金属粉末製造装置1を用いることにより、非酸化性ガスGを第1の空間61から第1の流路31を介して第2の空間62へ流入させて、熔融金属Qと酸素（空気）との接触を抑制または防止することができる。その結果、熔融金属Qの酸化をより確実に防止し、得られる金属粉末Rの品質をより優れたものとすることができる。

#### 【0050】

また、第2の空間62から帰還路12を通じて第1の空間61へ非酸化性ガスGを帰還させるので、非酸化性ガスGの使用量を低減することができる。その結果、得られる金属粉末Rの低コスト化を図ることができる。

しかも、帰還した非酸化性ガスGは水分が除去されているため、水蒸気が第1の流路31の上流端から流入するのを防止することができる。その結果、熔融金属Qと水蒸気と接触による熔融金属Qの酸化を防止し、得られる金属粉末Rの品質を優れたものとすることができる。

さらに、本発明の金属粉末を、例えば、成形体を形成する原料粉末として用いた場合、ボイド等の成形不良の発生を防止ことができ、高密度の成形体を得ることができる。そして、この成形体を焼成することにより、高い寸法精度の焼結体を得ることもできる。

#### 【0051】

##### <第2実施形態>

次に、本発明の金属粉末製造装置の第2実施形態について説明する。

図5は、本発明の金属粉末製造装置の第2実施形態を示す模式図である。なお、以下の説明では、図5中の上側を「上」、下側を「下」と言う。

以下、第2実施形態について説明するが、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本実施形態の金属粉末製造装置1Aは、チャンバーの構成が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

本実施形態では、図 5 に示すように、第 1 のチャンバー 6 A 1 内に第 1 の流路 3 1 の上端が位置するとともに、第 1 のチャンバー 6 A 1 とは別体として形成された第 2 のチャンバー 6 A 2 内に第 1 の流路 3 1 の下端が位置している。

第 1 のチャンバー 6 A 1 は、供給部 2 と水噴射部 3 との間に設けられている。また、第 1 のチャンバー 6 A 1 は、その上下にそれぞれ開口が形成され、上側の開口の縁部が供給部 2 の下端に固定されているとともに、下側の開口の縁部が水供給部 3 の上端に固定されている。そして、第 1 のチャンバー 6 A 1 の内部空間として、第 1 の流路 3 1 の上端が位置する第 1 の空間 6 1 A が形成されている。

## 【 0 0 5 3 】

一方、第 2 のチャンバー 6 A 2 は、水噴射部 3 の下方に設けられている。また、第 2 のチャンバー 6 A 2 は、その上部に開口が形成され、その開口の縁部が水噴射部 3 の上端に固定されている。そして、第 2 のチャンバー 6 A 2 の内部空間として、第 1 の流路 3 1 の下端（金属粉末 R を排出する排出口）が位置する第 2 の空間 6 2 A が形成されている。

ここで、第 1 のチャンバー 6 A 1 および第 2 のチャンバー 6 A 2 は、第 1 の空間 6 1 A と第 2 の空間 6 2 A とに仕切る仕切部材を構成し、第 2 の空間 6 2 A から第 1 の空間 6 1 A への水蒸気の流入を阻止する。

このような構成を有する金属粉末製造装置 1 A によっても、前述した第 1 実施形態の金属粉末製造装置 1 と同様、水アトマイズ法を用いて高品質な金属粉末 R を安価に製造することができる。

## 【 0 0 5 4 】

以上、本発明の金属粉末製造装置および金属粉末を図示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、仕切部材の設置位置、形状、および姿勢などの形態は、第 1 の流路 3 1 の下端から排出された水蒸気が第 1 の流路 3 1 の上端に至るのを阻止することができるものであれば、前述したものに限定されず、例えば、第 1 実施形態において、水噴出部 3 の上端面とチャンバー 6 の内壁面との間に設けられていてもよいし、水噴出部 3 の側面とチャンバー 6 の内壁面との間に設けられていてもよい。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 5 5 】

【 図 1 】 本発明の金属粉末製造装置の第 1 実施形態を示す模式図（縦断面図）である。

【 図 2 】 図 1 に示す金属粉末製造装置に備えられた供給部および水噴射部を示す縦断面図である。

【 図 3 】 図 2 中の一点鎖線で囲まれた領域 [ A ] の拡大詳細図（模式図）である。

【 図 4 】 図 1 に示す金属粉末製造装置に備えられた水分除去手段の構成例を示す模式図である。

【 図 5 】 本発明の金属粉末製造装置の第 2 実施形態を示す模式図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 6 】

1、1 A ..... 金属粉末製造装置    2 ..... 供給部    2 1 ..... 底部    2 2 ..... 内部空間（内腔部）    2 3 ..... 吐出口    3 ..... 水噴射部    3 1 ..... 第 1 の流路    3 2 ..... 第 2 の流路  
3 3 ..... 内径漸減部    3 3 1 ..... 部分    3 4 ..... オリフィス    3 5 ..... 貯留部    3 6 ..... 導入路    3 7 ..... 間隙    4 ..... 第 1 の部材    4 1 ..... 上端面    5 ..... 第 2 の部材    5 1 ..... 下端  
... 下端面    6 ..... チャンバー    6 A 1 ..... 第 1 のチャンバー    6 A 2 ..... 第 2 のチャン  
バー    6 1、6 1 A ..... 第 1 の空間    6 2、6 2 A ..... 第 2 の空間    6 3 ..... ガス供給口（  
ガス供給部）    6 4 ..... 水素ガス排出口（水素ガス排出部）    6 5 ..... 非酸化性ガス排  
出口（非酸化性ガス排出部）    6 6 ..... 排出口    8 ..... ガス供給部    9 ..... 仕切部材    1 0  
..... 第 1 の圧力センサ    1 1 ..... 第 2 の圧力センサ    1 2 ..... 帰還路（配管）    1 2 1 ...

10

20

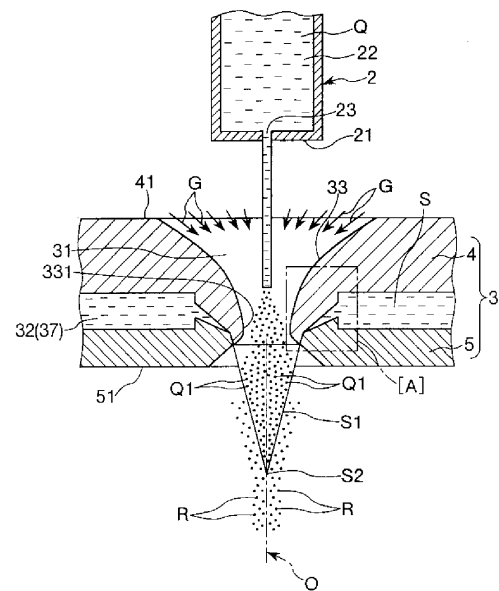
30

40

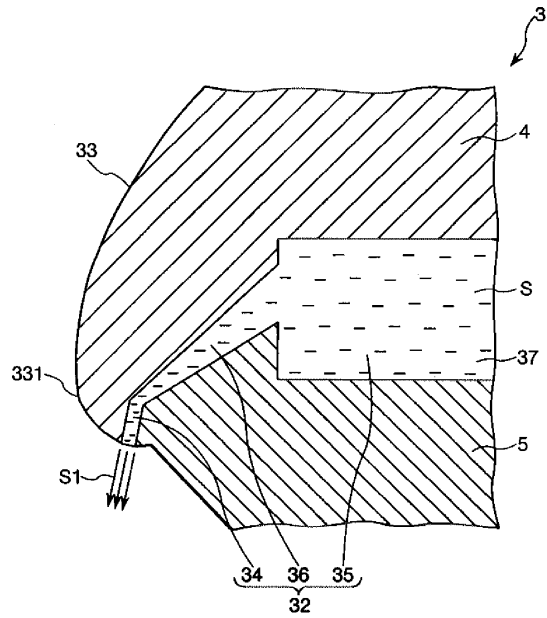
50

送風機 1 2 2、1 2 3 ……バルブ 1 3 ……水分除去装置（水分除去手段） 1 3 1  
……冷却装置（冷却手段） 1 3 2 ……圧縮装置（圧縮手段） 1 3 3 ……吸着部材（吸  
着手段） G ……非酸化性ガス O ……中心軸 Q ……溶融金属 Q 1 ……液滴 R ……  
金属粉末 S ……水（液体） S 1 ……液体ジェット S 2 ……頂部

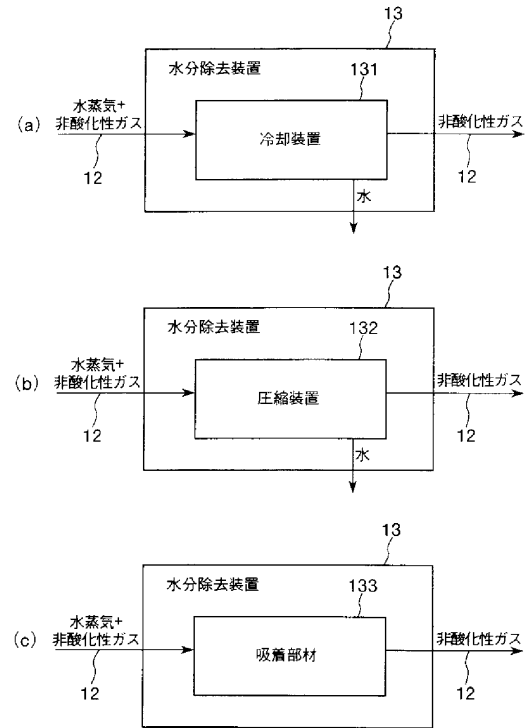
【圖 2】



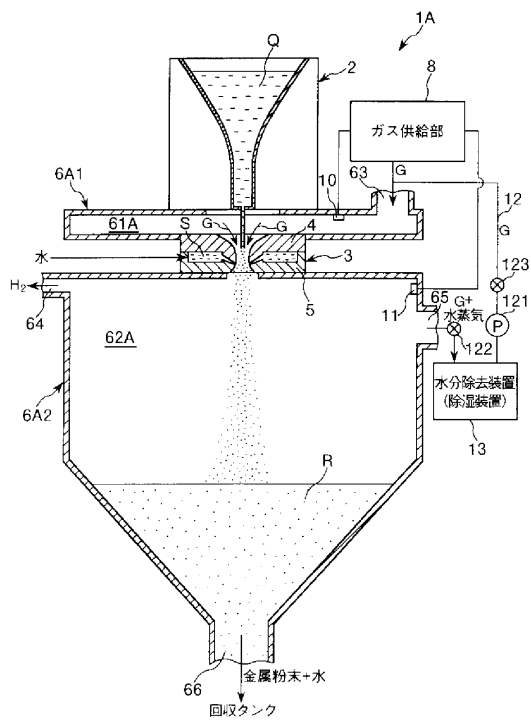
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 田中 義慈

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

審査官 米田 健志

(56)参考文献 特開昭57 - 098605 (JP, A)

特開昭63 - 262405 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22F 9/00 ~ 9/30