

(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2010-31334

(P2010-31334A)

(43) 公開日 平成22年2月12日 (2010.2.12)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C 2 2 B 21/06 (2006.01)	C 2 2 B 21/06	4 K 0 0 1
C 2 2 B 9/02 (2006.01)	C 2 2 B 9/02	
H 0 1 G 9/055 (2006.01)	H 0 1 G 9/04 3 4 6	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-196739 (P2008-196739)	(71) 出願人	000002004 昭和電工株式会社 東京都港区芝大門1丁目13番9号
(22) 出願日	平成20年7月30日 (2008.7.30)	(74) 代理人	100109911 弁理士 清水 義仁
		(74) 代理人	100071168 弁理士 清水 久義
		(74) 代理人	100099885 弁理士 高田 健市
		(72) 発明者	萩原 靖久 栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和 電工株式会社小山事業所内
		Fターム (参考)	4K001 AA02 AA20 AA23 AA30 AA38 BA23 EA05

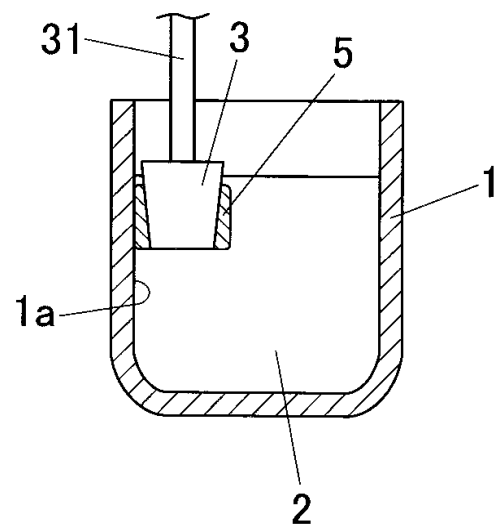
(54) 【発明の名称】 金属精製方法及び装置、精製金属、鋳造品、金属製品及び電解コンデンサ

(57) 【要約】

【課題】 比較的簡単な方法で不純物を除去でき精製効率を向上した金属精製方法及び装置等を提供する。

【解決手段】 精製すべき熔融金属 2 中に冷却体 3 を浸漬し、この冷却体 3 を回転させながら冷却体表面に高純度金属を晶出させる金属の精製方法において、冷却体 3 の表面に晶出した金属に圧力を付加する。これにより、晶出金属 5 における凝固界面の不純物が晶出金属外に排出される結果、精製される金属の精製効率を改善することができる。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

精製すべき溶融金属中に冷却体を浸漬し、この冷却体を回転させながら冷却体表面に高純度金属を晶出させる金属の精製方法において、

前記冷却体表面に晶出した金属に圧力を付加することを特徴とする金属精製方法。

【請求項 2】

前記冷却体を冷却しながら冷却体表面に高純度金属を晶出させ、前記晶出金属への圧力付加は前記冷却体の冷却を停止した状態で行う請求項 1 に記載の金属精製方法。

【請求項 3】

前記晶出金属への圧力付加は、冷却体の回転周速を低下させまたは回転を停止させた状態で行う請求項 1 または 2 に記載の金属精製方法。 10

【請求項 4】

前記晶出金属への圧力付加は、1つの精製塊製造プロセスにおいて複数回繰り返して行う請求項 1～3 のいずれかに記載の金属精製方法。

【請求項 5】

前記晶出金属への圧力付加は、溶融金属中に浸漬されたローラーに晶出金属を接触させることにより行う請求項 1～4 のいずれかに記載の金属精製方法。

【請求項 6】

前記晶出金属への圧力付加は、溶融金属を収容する容器の底壁または内周壁へ晶出金属を接触させることにより行う請求項 1～4 のいずれかに記載の金属精製方法。 20

【請求項 7】

溶融金属を収容する容器の底壁または内周壁と晶出金属との接触を、接触部において前記容器と晶出金属との相対速度がゼロに近づくように、前記容器を回転駆動しながら行う請求項 6 に記載の金属精製方法。

【請求項 8】

前記晶出金属への圧力付加は、溶融金属中に浸漬され表面に高純度金属が晶出した複数の冷却体の前記晶出した金属同士を接触させることにより行う請求項 1～4 のいずれかに記載の金属精製方法。

【請求項 9】

晶出金属へ付加される圧力が 0.05 MPa 以上である請求項 1～8 のいずれかに記載の金属精製方法。 30

【請求項 10】

晶出金属へ圧力が付加される時間は、1つの精製塊製造プロセスにおける全精製時間×0.2 以上である請求項 1～9 のいずれかに記載の金属精製方法。

【請求項 11】

精製される金属がアルミニウムである請求項 1～10 のいずれかに記載の金属精製方法。

【請求項 12】

精製すべき溶融金属を収容する容器と、

前記容器に収容された溶融金属中に浸漬される冷却体と、 40

前記冷却体を回転させる回転駆動装置と、

前記容器の底面または内周面へ、前記冷却体の表面に晶出した晶出金属を押し付けて該金属に圧力を付加できるように、前記冷却体及び容器の少なくとも一方を上下方向及び／または水平方向に移動させる移動手段と、

を備えたことを特徴とする金属精製装置。

【請求項 13】

精製すべき溶融金属を収容する容器と、

前記容器に収容された溶融金属中に浸漬される冷却体と、

前記冷却体を回転させる回転駆動装置と、

前記容器に収容された溶融金属中に浸漬されるとともに、前記冷却体の表面に晶出した 50

晶出金属に接触して前記晶出金属に圧力を付加するローラーと、
を備えたことを特徴とする金属精製装置。

【請求項 14】

精製すべき溶融金属を収容する容器と、
前記容器に収容された溶融金属中に浸漬される複数本の冷却体と、
前記各冷却体を回転させる回転駆動装置と、
前記 1 つの冷却体の表面に晶出した晶出金属を他の冷却体の表面に晶出した晶出金属と
加圧状態に接触できるように、前記各冷却体の少なくとも一つを水平方向に移動させる移
動手段と、
を備えたことを特徴とする金属精製装置。

10

【請求項 15】

請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の方法で精製された精製金属。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の精製金属から製造された鋳造品。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の鋳造品が圧延されてなる金属製品。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の金属製品が電極材として用いられている電解コンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は金属の精製方法及び装置に関し、更に詳しく言えば、偏析凝固法の原理を利用
して共晶不純物を含むアルミニウム、ケイ素、マグネシウム、鉛、亜鉛等の金属から、共
晶不純物の含有量を元の金属よりも少なくし、高純度の金属を製造する方法及び装置に関
し、さらには前記方法により精製された金属、この金属を用いた鋳造品、金属製品及び電
解コンデンサに関する。

【背景技術】

【0002】

アルミニウム中に不純物、特にアルミニウムと共晶を生成する Fe、Si、Cu 等の不
純物が含まれている場合、これらの不純物を除去して高純度のアルミニウムを得るために
は、このアルミニウムを溶融し、これを冷却して凝固させる際の初晶アルミニウムを選択
的に取り出すことが効果的であるという原理は周知である。

30

【0003】

従来から上記原理を利用した種々のアルミニウムの精製法が提案されている。例えば、
特許文献 1 には、容器 1 に収容された溶融アルミニウム 2 と、溶融アルミニウム 2 中に浸
漬された冷却体 3 の外周部との相対速度が $1600 \sim 8000 \text{ mm/sec}$ となるように
冷却体 3 を回転させることによって、凝固界面近傍の不純物の濃縮層を薄くし、精製アル
ミニウム 5 の純度を高くすることが提案されている。

【0004】

また、特許文献 2 には、冷却体を中心に冷却体の周囲で溶融アルミニウムに働く遠心加
速度が 0.01 m/s^2 以上 1500 m/s^2 以下になるよう溶融アルミニウムを回転させ
、且つガス気泡を溶融アルミニウム中に導入し、ガス気泡を溶融アルミニウムに働く遠心
力の反作用の力によって、凝固界面に移動させ、浮上しながら該凝固界面及びその近傍を
通過することにより、凝固界面に生じる不純物濃化層を効率よく除去できる手段が提案さ
れている。

40

【特許文献 1】特公昭 61-3385 号公報

【特許文献 2】特許第 3674322 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

しかしながら、特許文献 1 に記載された技術においては、得られるアルミニウムの不純物を十分に除去できていなかった。

【0006】

また、特許文献 2 に記載されたような方法でも、ガス気泡を導入し、凝固界面を擦過して濃化層を薄くしたとしてもその効果には限界があり、高い精製効率を得ることができないという問題があった。

【0007】

本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであり、比較的簡単な方法で不純物を除去でき精製効率を向上した金属精製法及び装置を提供し、さらには前記方法により精製された金属、この金属を用いた鑄造品、金属製品及び電解コンデンサを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題は、以下の手段によって解決される。

(1) 精製すべき溶融金属中に冷却体を浸漬し、この冷却体を回転させながら冷却体表面に高純度金属を晶出させる金属の精製方法において、

前記冷却体表面に晶出した金属に圧力を付加することを特徴とする金属精製方法。

(2) 前記冷却体を冷却しながら冷却体表面に高純度金属を晶出させ、前記晶出金属への圧力付加は前記冷却体の冷却を停止した状態で行う前項 1 に記載の金属精製方法。

(3) 前記晶出金属への圧力付加は、冷却体の回転周速を低下させまたは回転を停止させた状態で行う前項 1 または 2 に記載の金属精製方法。

(4) 前記晶出金属への圧力付加は、1 つの精製塊製造プロセスにおいて複数回繰り返して行う前項 1 ～ 3 のいずれかに記載の金属精製方法。

(5) 前記晶出金属への圧力付加は、溶融金属中に浸漬されたローラーに晶出金属を接触させることにより行う前項 1 ～ 4 のいずれかに記載の金属精製方法。

(6) 前記晶出金属への圧力付加は、溶融金属を収容する容器の底壁または内周壁へ晶出金属を接触させることにより行う前項 1 ～ 4 のいずれかに記載の金属精製方法。

(7) 溶融金属を収容する容器の底壁または内周壁と晶出金属との接触を、接触部において前記容器と晶出金属との相対速度がゼロに近づくように、前記容器を回転駆動しながら行う前項 6 に記載の金属精製方法。

(8) 前記晶出金属への圧力付加は、溶融金属中に浸漬され表面に高純度金属が晶出した複数個の冷却体の前記晶出した金属同士を接触させることにより行う前項 1 ～ 4 のいずれかに記載の金属精製方法。

(9) 晶出金属へ付加される圧力が 0.05 MPa 以上である前項 1 ～ 8 のいずれかに記載の金属精製方法。

(10) 晶出金属へ圧力が付加される時間は、1 つの精製塊製造プロセスにおける全精製時間×0.2 以上である前項 1 ～ 9 のいずれかに記載の金属精製方法。

(11) 精製される金属がアルミニウムである前項 1 ～ 10 のいずれかに記載の金属精製方法。

(12) 精製すべき溶融金属を収容する容器と、前記容器に収容された溶融金属中に浸漬される冷却体と、前記冷却体を回転させる回転駆動装置と、前記容器の底面または内周面へ、前記冷却体の表面に晶出した晶出金属を加圧状態に接触できるように、前記冷却体及び容器の少なくとも一方を上下方向及び／または水平方向に移動させる移動手段と、を備えたことを特徴とする金属精製装置。

(13) 精製すべき溶融金属を収容する容器と、前記容器に収容された溶融金属中に浸漬される冷却体と、前記冷却体を回転させる回転駆動装置と、前記容器に収容された溶融金属中に浸漬されるとともに、前記冷却体の表面に晶出した晶出金属に接触して前記晶出金属に加圧力を付加するローラーと、を備えたことを特徴とする金属精製装置。

(14) 精製すべき溶融金属を収容する容器と、前記容器に収容された溶融金属中に浸漬される複数本の冷却体と、前記各冷却体を回転させる回転駆動装置と、前記各冷却体の表

10

20

30

40

50

面に晶出した晶出金属を他の冷却体の表面に晶出した晶出金属と加圧状態に接触できるように、前記各冷却体の少なくとも一つを水平方向に移動させる移動手段と、を備えたことを特徴とする金属精製装置。

(15) 前項1ないし11のいずれかに記載の方法で精製された精製金属。

(16) 前項15に記載の精製金属から製造された鑄造品。

(17) 前項16に記載の鑄造品が圧延されてなる金属製品。

(18) 前項17に記載の金属製品が電極材として用いられている電解コンデンサ。

【発明の効果】

【0009】

前項(1)に記載の発明によれば、冷却体表面に晶出した金属に圧力を付加するから、晶出金属における凝固界面の不純物が晶出金属外に排出される結果、精製される金属の精製効率を改善することができる。しかも、圧力の付与という比較的簡単な方法で、精製効率の改善を実現できる。

10

【0010】

前項(2)に記載の発明によれば、前記冷却体を冷却しながら冷却体表面に高純度金属を晶出させ、前記晶出金属への圧力付加は前記冷却体の冷却を停止した状態で行うから、晶出した金属の凝固界面近傍は、溶融金属からの入熱で不純物の多い粒界から再溶融し、加圧されることでさらに不純物を排出することができる。

【0011】

前項(3)に記載の発明によれば、冷却体の回転周速を低下させまたは回転を停止させた状態で行うから、例えば溶融金属中に浸漬したローラー等と接触させて加圧を行う場合等に、精製中の冷却体の回転速度のまま接触させると発生しやすい溶湯の飛び跳ね(いわゆる湯跳ね)を抑制することができる。

20

【0012】

前項(4)に記載の発明によれば、晶出金属への圧力付加は、1つの精製塊製造プロセスにおいて複数回繰り返して行うから、益々精製効率を向上することができる。

【0013】

前項(5)に記載の発明によれば、前記晶出金属への圧力付加を、溶融金属中に浸漬されたローラーに晶出金属を接触させることにより行うことができる。

【0014】

前項(6)に記載の発明によれば、晶出金属への圧力付加を、溶融金属を収容する容器の底壁または内周壁へ晶出金属を接触させることにより行うことができる。

30

【0015】

前項(7)に記載の発明によれば、溶融金属を収容する容器の底壁または内周壁と晶出金属との接触を、接触部において前記容器と晶出金属との相対速度がゼロに近づくように、前記容器を回転駆動しながら行うから、晶出金属へ剥離方向の不本意な力が作用するのを防止できる。

【0016】

前項(8)に記載の発明によれば、晶出金属への圧力付加を、溶融金属中に浸漬され表面に高純度金属が晶出した複数個の冷却体の前記晶出した金属同士を接触させることにより行うことができる。

40

【0017】

前項(9)に記載の発明によれば、晶出金属へ付加される圧力が0.05MPa以上であるから、圧力付加の効果を確実に発揮させることができる。

【0018】

前項(10)に記載の発明によれば、晶出金属へ圧力が付加される時間は、1つの精製塊製造プロセスにおける全精製時間×0.2以上であるから、圧力付加の効果を確実に発揮させることができる。

【0019】

前項(11)に記載の発明によれば、精製効率の高いアルミニウムを得ることができる

50

。

【0020】

前項（12）に記載の発明によれば、冷却体表面に晶出した金属を容器の底面または内周面へ、前記冷却体の表面に晶出した晶出金属を加圧状態に接触に圧力を付加することができ、精製効率を改善した精製金属を得ることができる金属精製装置となしうる。

【0021】

前項（13）に記載の発明によれば、冷却体の表面に晶出した晶出金属にローラーを接触させて前記晶出金属に圧力を付加することができ、精製効率を改善した精製金属を得ることができる金属精製装置となしうる。

【0022】

前項（14）に記載の発明によれば、1つの冷却体の表面に晶出した晶出金属を他の冷却体の表面に晶出した晶出金属と加圧状態に接触させることができ、精製効率を改善した精製金属を得ることができる金属精製装置となしうる。

【0023】

前項（15）に記載の発明によれば、不純物が少なく精製効率の良い精製金属となしうる。

【0024】

前項（16）に記載の発明によれば、不純物が少なく精製効率の良い精製金属から製造された鑄造品となしうる。

【0025】

前項（17）に記載の発明によれば、不純物が少なく精製効率の良い精製金属から製造された圧延金属製品となしうる。

【0026】

前項（18）に記載の発明によれば、不純物が少なく精製効率の良い精製金属から製造された電極材が用いられた電解コンデンサとなしうる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、この発明の一実施形態を説明する。

【0028】

図1はこの発明の一実施形態に係る金属精製装置の概略構成と、これを用いた金属精製方法を説明するための図である。

【0029】

図1において、1は溶融金属（溶湯）2を収容する容器としての溶湯保持炉であり、この溶湯保持炉1の内部に溶融金属2が収容保持されている。保持炉1の上方には回転冷却体3が上下左右移動自在に配置されるとともに、金属精製時には冷却体3が下方移動して、溶湯保持炉1内の溶融金属2中に浸漬されるものとなされている。また、図示は省略したが、溶湯保持炉1の側方近傍には精製金属掻き落とし装置が設置され、溶湯保持炉1の溶融金属2から引き上げられ移動してきた冷却体3に晶出した金属を、前記精製金属掻き落とし装置により掻き落として回収することができるものとなされている。さらに、溶湯保持炉1内の溶融金属2は、一定の温度となるよう加熱炉内に配置され、保持炉1の外側から加熱されるようになっている。

【0030】

前記冷却体には、回転軸31を介してモータ等の回転駆動及び移動装置4が連結され、冷却体3に回転力を付与できるとともに、上下左右に移動できるようになっている。

【0031】

図1（a）に示すように、前記回転冷却体3を溶湯保持炉1内の溶融金属2に浸漬し、内部に冷却流体を供給しつつ回転させ、冷却体1の周面に精製金属5をゆっくり晶出させる。この順序は特に限定するものではなく、回転冷却体3を回転させながら溶融金属2に浸漬させても問題はない。共晶不純物は液相中に排出されて凝固界面近傍の液相中に共晶不純物の不純物濃化層が出来ることがあるが、回転冷却体3と溶融金属2との相対速度によって不純

10

20

30

40

50

物濃化層中の不純物が液相全体に分散させられる。この状態で凝固を進行させると、図 1 (b) に示すように、冷却体 3 の周面には元の溶融金属 2 よりはるかに高純度の晶出金属 5 が得られる。なお、晶出金属の純度に大きな影響を及ぼさない範囲で冷却体 3 の底面に金属が晶出していても構わない。

【0032】

この回転冷却体 3 の周面の晶出金属 5 は、ある一定時間経過後に溶融金属 2 から冷却体 3 と共に引き上げられ、冷却体 3 から掻き落として回収される。このうち冷却体 3 は再度溶湯保持炉 1 内の溶融金属 2 に浸漬され、金属精製に供される。この工程は繰り返し実施され連続的に金属精製が行われる。

【0033】

なお、溶湯保持炉 1 は単独であっても良いし連結樋によって複数の保持炉が互いに連通状に接続されていても構わない。単独の場合は精製を繰り返すと溶融金属の不純物濃度が増すために、精製した金属の純度が悪化してしまう。そのために定期的に溶融金属を入れ替えるのが良い。連結樋によって互いに連結した場合は、一端から新たな溶融金属を注ぎこめば溶融金属 2 が、隣接する溶湯保持炉 1 に流出し、高濃度の溶融金属がそのまま溶湯保持炉 1 に滞留することはなく、このため溶融金属を溶湯保持炉 1 毎にバッチ操作にて入れ替える必要がない。また最下流の溶湯保持炉 1 から流出した溶融金属は、精製に適さない濃度となるので排出される。

【0034】

回転冷却体 3 は黒鉛、セラミックス製等が望ましいが、これに限るものではない。高温の溶融金属と接触するために回転冷却体 3 も高温となるので、この高温で溶融せず、極端な強度低下をしないものであれば良く、金属製であっても構わない。

【0035】

回転冷却体 3 を冷却するための冷媒も特に限定はされず、窒素ガス、二酸化炭素ガス、アルゴンガス、圧縮エア等を使用できるが、コストの面で圧縮エアが推奨される。

【0036】

精製金属は、共晶不純物を含むアルミニウム、ケイ素、マグネシウム、鉛、亜鉛等の金属を挙げうる。特にアルミニウムを精製する際、アルミニウムと包晶を生成する不純物が含まれる場合には、ホウ素添加および攪拌を行うのが良い。ホウ素添加および攪拌を行うことで、ホウ素が溶融金属中に含まれている Ti 、 V 、 Zr 等の包晶不純物と反応して TiB_2 、 VB_2 、 ZrB_2 等の不溶性ホウ化物が生成される。余剰のホウ素は、共晶不純物にして除去される。上記ホウ化物は、溶湯保持炉 1 内で冷却体 3 の回転により生じる遠心力によって冷却体 3 から遠ざけられ、冷却体 3 の周面に晶出したアルミニウムに含まれることはない。また、溶湯保持炉 1 が連結樋によって互いに連通状に接続されている場合は、最上流にホウ素添加用つばを配置しておくのがよい。ホウ素は一般的にアルミニウムに添加された母合金ロッドとして溶融金属中に供給される。

【0037】

この実施形態では、冷却体 3 を溶融金属 2 へ浸漬後溶融金属 2 から引き上げる前に、冷却体 1 の周面に晶出した精製金属 5 に圧力を付加する。この圧力付加により、晶出金属 5 における凝固界面の不純物が晶出金属外に排出される。このため、精製される金属の精製効率を改善することができる。

【0038】

ここで、前記圧力の付加は、前記冷却体 3 の冷却を停止した状態で行うのが望ましい。冷却を停止することにより、晶出した金属の凝固界面近傍は、溶融金属 2 からの入熱で再溶融し、加圧されることでさらに不純物を排出することができる。

【0039】

また、前記圧力の付加は、1 つの精製塊製造プロセス、即ち冷却体 3 を溶融金属 2 へ浸漬して精製を開始した後、冷却体 3 を溶融金属 2 から引き上げて精製を終了するまでの間に、晶出金属の周方向の同一部位に対して複数回繰り返すのが望ましい。勿論 1 回のみでも良いが、複数回繰り返すことによって、その都度不純物を晶出金属外に排出することが

10

20

30

40

50

できるから、不純物がより少なくなり精製効率を高めることができる。

【0040】

また、晶出金属5へ付加される圧力は0.05MPa以上に設定するのが良い。0.05MPa未満の圧力では、不純物の晶出金属外への排出効果を十分に得られない恐れがある。逆に、圧力が大きすぎると晶出金属5の冷却体3からの剥離等を生じる恐れがあるため、0.05MPa以下の値に設定するのが良い。最も好ましくは、0.1～2MPaに設定するのが良い。

【0041】

また、圧力付加時間は、1つの精製塊製造プロセスにおける全精製時間×0.2以上に設定するのがよい。全精製時間×0.2未満の時間では、やはり不純物の晶出金属外への排出効果を十分に得られない恐れがある。一方、圧力付加時間が長くても、不純物の晶出金属外への排出効果が飽和するのみならず、精製時間が短くなり得られる精製塊の量が少なくなってしまう恐れがある。従って、圧力付加時間は、1つの精製塊製造プロセスにおける全精製時間×0.8以下に設定するのがよい。

10

【0042】

なお、圧力付加を複数回繰り返す場合は、合計時間が1つの精製塊製造プロセスにおける全精製時間×0.2以上、あるいは全精製時間×0.8以下になるように設定すればよい。最も好ましい圧力付加時間は、1つの精製塊製造プロセスにおける全精製時間×0.25～0.33である。

【0043】

20

次に、晶出金属5へ圧力を付加する際の具体的な方法について説明する。

【0044】

1例として、図2に示すように、冷却体3を溶湯2へ浸漬させたまま水平方向へ移動させ、冷却体3の表面の晶出金属5を溶湯保持炉1の内周壁1aに押し付けて加圧する例を挙げる。加圧は冷却体3の回転を停止させた状態で行い、加圧後内周壁1aから離間させ冷却体3を少し回転させて晶出金属5の加圧部位をずらして再度加圧し、以後これを繰り返すことにより、晶出金属5を全周に渡って順番に加圧しても良い。

【0045】

また、冷却体3を低速度で回転させながら、晶出金属5を全周に渡って溶湯保持炉1の内周壁1aに連続的に押し付けて加圧しても良い。その際に、晶出金属5と溶湯保持炉1の内周壁1aとの間に作用する摩擦力を可及的に軽減して、冷却体3に対する剥離方向の力が晶出金属5に作用するのを抑制するため、溶湯保持炉1を自由回転可能に支持することにより、冷却体3の回転力によって溶湯保持炉1が連れ回りする構成としても良い。また、最も望ましくは、溶湯保持炉1の内周壁1aと晶出金属5との接触部の相対速度がゼロに近づくように、前記溶湯保持炉1を回転駆動させるのがよい。これにより、晶出金属5と溶湯保持炉1の内周壁1aとの間に作用する摩擦力を大幅に減少させることができる。

30

【0046】

なお、冷却体3の周面が上下方向に傾斜したテーパ面に形成されている場合、冷却体3の周面における晶出金属5の上部が、溶湯保持炉1の内周壁1aにまず接触して加圧されるが、加圧部分が厚み縮小方向に変形を生じるため、晶出金属5の下部も内周壁1aに順に接触して加圧され、ついには晶出金属5の上下方向の全体が加圧されることになる。

40

【0047】

なお、必要に応じて、冷却体3を傾けることにより、晶出金属5の上下方向を内周壁1aと平行にし、この状態で内周壁1aに押し付けても良い。

【0048】

なお、図2の例では、冷却体3を水平方向に移動させたが、溶湯保持炉1を水平方向に移動可能に構成しても、上記と同様に晶出金属5に圧力を付加することができる。

【0049】

図3は、晶出金属5への圧力付加方法の他の例を示すものである。この例では、冷却体

50

3の底面に晶出した金属5を、溶湯保持炉1の底壁1bに押し付けて加圧するものである。

【0050】

この場合、冷却体3の底面への金属の晶出が促進されるように、図1(a)に示すように、冷却体の溶湯2への浸漬を浅くとどめて精製を行う。そして、所定の加圧タイミングで冷却体3を下降させて、その底面の晶出金属5を溶湯保持炉1の底壁1bに押し付けて加圧する。

【0051】

なお、圧力付加時の冷却体3や溶湯保持炉1の回転状態は、図2に示した例と同じであるので、説明は省略する。また、冷却体3を下降させて晶出金属5を溶湯保持炉1の底壁1bに押し付けるのではなく、溶湯保持炉1を昇降駆動可能に構成して溶湯保持炉1を上昇させることにより、晶出金属5に圧力を付加しても良い。

【0052】

図4及び図5は、晶出金属5への圧力付加方法の他の例を示すものである。この例では、晶出金属5へ圧力を付加するための専用のローラーを設けたものである。

【0053】

即ち、図4に示すように、溶湯保持炉1は該保持炉1を囲む支持体7に支持されると共に、支持体7には晶出金属5へ圧力を付与するための加圧装置6が設けられている。

【0054】

前記加圧装置6は、下端部を支持体7の上面に支点部64を介して傾動自在に支持され作用竿61と、この作用竿61の下部に2個のベアリング63、63を介して自由回転可能に連結された連結竿62と、連結竿62の下端部に設けられた加圧ローラー65を備えている。この加圧ローラー65は、長さ方向の一部または全部が、溶湯保持炉1に保持されている溶融金属2に浸漬する高さ位置に設けられている。また、加圧ローラー65の外周面は耐熱性のパイプで被覆されている。このパイプの材質は黒鉛、セラミックス等が望ましいが、これに限るものではない。高温の溶融金属と接するために高温となるので、この高温の中で溶融せず、極端な強度低下をしないものであれば良い。

【0055】

そして、晶出金属5の精製中、加圧ローラー65は図5(a)に示すように、冷却体3から離間した位置に待機すると共に、加圧時は作用竿61を傾動させることにより連結竿62を傾動させ、連結竿62の先端の加圧ローラー65を冷却体3に押し付ける。

【0056】

前記連結竿62は回転自在に作用竿61に連結されているから、冷却体3を回転させながら加圧ローラー65を冷却体3に押し付けても、加圧ローラー65は冷却体3の回転により連れ回りし、晶出金属5を冷却体3から剥離させる方向の大きな摩擦力が晶出金属5に作用するのを抑制できる。ただし、加圧時は冷却体3の周速を、図5(a)の精製中の時よりも低下させるか、あるいは停止してもよい。これにより、晶出金属5とローラー65との接触時の溶湯の飛び跳ね（いわゆる湯跳ね）を抑制することができる。なお、冷却体3を停止させて加圧を行う場合は、加圧後ローラー65を冷却体3から離間させ、冷却体3を少し回転させて晶出金属5の加圧部位をずらして再度ローラー65を押し付けて加圧し、以後これを繰り返すことにより、晶出金属5の全周に渡ってローラー65を順番に押し付ければよい。

【0057】

図6は、晶出金属5への圧力付加方法の他の例を示すものである。

【0058】

この例では、複数個（この実施形態では2個）の冷却体3を浸漬して精製を行い、圧力付加時には、各冷却体3の周面に晶出した金属5同士を接触させて加圧するものである。

【0059】

この加圧時に、一方の冷却体3のみを回転駆動させ、他方の冷却体3は回転駆動させることなく自由回転可能に設定することにより、晶出金属5を冷却体3から剥離させる方向

10

20

30

40

50

の大きな摩擦力が、各晶出金属 5 に作用するのを抑制しても良い。また、2 個の冷却体を同一速度で逆方向に回転させながら接触させても良い。また、冷却体 3 の周面が上下方向に傾斜したテーパ面に形成されていても、晶出金属 5 の加圧部分が厚み縮小方向に変形を生じるため、晶出金属 5 の上下方向の全体に加圧が及ぶことになる。ただし、必要に応じて、一方あるいは両方の冷却体 3 を傾けることにより対向する冷却体 3 の隙間を上下方向に渡って一定にし、晶出金属 5 の上下方向の全体が均一に加圧されるようにしてもよい。

【0060】

上記により精製された金属は、各種の加工や用途に用いることで優れた特性や機能を発揮させることができる。一例を挙げると、精製金属を鋳造に用いて鋳造品を製作しても良いし、この鋳造品を圧延して各種の金属板や金属箔として用いても良い。また、この金属箔を例えばアルミニウム電解コンデンサの電極材として用いてもよい。

10

【実施例】

【0061】

【実施例 1】

不純物として主に Fe : 500 ppm、Si : 400 ppm が含まれるアルミニウム溶湯を精製保持炉内に入れ、精製炉ヒーターの電力を調整し 665℃ の温度に保持する。その後、温度を調整した上端部の外径が 150 mm であるテーパ形状の回転冷却体を溶湯中に浸漬し、図 4 に示した加圧装置を使用し、表 1 に示す条件で精製を実施した。なお、回転冷却体内には圧縮エアーを直接当てて冷却させた。

20

【0062】

冷却体を表 1 の条件で回転させながら、加圧ローラーによって 0.1 MPa の圧力を晶出金属に付加して実験を行った。合計加圧時間は全精製時間の 0.33 倍であった。

【0063】

上記により得られた晶出金属に含まれる不純物と精製効率を、図 7 のように晶出金属 5 の上下方向の上部、中部、下部にわけて調べるとともに、精製塊を再溶融後冷却して再凝固させ、塊内部の偏析をなくした状態においても精製効率を調べた（表 2 中に「全体」の表記で示す）。その結果は表 2 のとおりであり、非常に精製効率の良いものであった。

【0064】

また、加圧ローラーによる圧力を 0.05 MPa に設定した以外は、上記と同じ条件で実験を行ったときの晶出金属に含まれる不純物と精製効率は、表 3 のとおりであり、圧力が 0.1 MPa のときよりも劣るものの、精製効率の良いものであった。

30

【0065】

【表 1】

精製開始からの時間(sec)		0~60	60~90	90~150	150~180	180~240	240~270
冷却体	周速(m/s)	3.0	0.4	3.0	0.4	3.0	0.4
	冷却空気	有	無	有	無	有	無
ローラーでの加圧		無	有	無	有	無	有

40

【0066】

【表 2】

	初期不純物濃度		精製塊不純物濃度		精製効率	
	Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe	Si
上部	500	400	107	124	0.21	0.31
中部			103	119	0.21	0.3
下部			106	124	0.21	0.31
全体			105	122	0.21	0.31

50

【0067】

【表3】

	初期不純物濃度		精製塊不純物濃度		精製効率	
	Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe	Si
上部	500	400	105	120	0.21	0.30
中部			85	105	0.17	0.26
下部			105	120	0.21	0.30
全体			95	115	0.19	0.29

【0068】

〔実施例2〕

不純物として主にFe：500ppm、Si：400ppmが含まれるアルミニウム溶湯を精製保持炉内に入れ、精製炉ヒーターの電力を調整し665℃の温度に保持する。その後、温度を調整した上端部の外径が150mmであるテーパ形状の回転冷却体を溶湯中に浸漬し、図4に示した加圧装置を使用し、表4に示す条件で精製を実施した。なお、回転冷却体内には圧縮エアーを直接当てて冷却させた。

【0069】

冷却体を表1の条件で回転させながら、加圧ローラーによって0.1MPaの圧力を晶出金属に付加するとともに、加圧時間の合計を全精製時間の0.2倍に設定して実験を行った。

【0070】

上記により得られた晶出金属に含まれる不純物と精製効率を、図7のように晶出金属5の上下方向の上部、中部、下部にわけて調べるとともに、精製塊を再溶融後冷却して再凝固させ、塊内部の偏析をなくした状態においても精製効率を調べた（表5中に「全体」の表記で示す）。その結果は表5のとおりであり、非常に精製効率の良いものであった。

【0071】

また、加圧時間の合計を全精製時間の0.25に設定し、表6の条件で実験を行ったときの晶出金属に含まれる不純物と精製効率は、表7のとおりであり、加圧時間の合計が0.18倍のときよりも精製効率の良いものであった。

【0072】

【表4】

精製開始からの時間(sec)		0～60	60～75	75～135	135～150	150～210	210～225
冷却体	周速(m/s)	3.0	0.4	3.0	0.4	3.0	0.4
	冷却空気	有	無	有	無	有	無
ローラーでの加圧		無	有	無	有	無	有

【0073】

【表5】

	初期不純物濃度		精製塊不純物濃度		精製効率	
	Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe	Si
上部	500	400	106	123	0.21	0.31
中部			106	123	0.21	0.31
下部			106	123	0.21	0.31
全体			106	123	0.21	0.31

【0074】

10

20

30

40

【表 6】

精製開始からの時間(sec)		0～60	60～80	80～140	140～160	160～220	220～240
冷却体	周速(m/s)	3.0	0.4	3.0	0.4	3.0	0.4
	冷却空気	有	無	有	無	有	無
ローラーでの加圧		無	有	無	有	無	有

【0075】

10

【表 7】

	初期不純物濃度		精製塊不純物濃度		精製効率	
	Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe	Si
上部	500	400	107	125	0.21	0.31
中部			90	110	0.18	0.28
下部			110	122	0.22	0.31
全体			102	119	0.20	0.30

【0076】

〔従来例〕

20

不純物として主にFe：500ppm、Si：400ppmが含まれるアルミニウム溶湯を精製保持炉内に入れ、精製炉ヒーターの電力を調整し665℃の温度に保持する。その後、温度を調整した上端部の外径が150mmであるテーパ形状の回転冷却体を溶湯中に浸漬し、周速3.1m/secの一定速度で回転させながら、3分間、回転冷却体の周面に精製アルミニウムを晶出させた。なお、回転冷却体内には圧縮エアーを直接当てて冷却させた。

【0077】

上記により得られた晶出金属に含まれる不純物と精製効率を調べたところ、表8のとおりであり、精製効率の良くないものであった。

【0078】

30

【表 8】

初期不純物濃度		精製塊不純物濃度		精製効率	
Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe(p.p.m.)	Si(p.p.m.)	Fe	Si
500	400	110	128	0.22	0.32

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】この発明の一実施形態に係る金属精製装置の概略構成と、これを用いた金属精製方法を説明するための図である。

【図2】晶出金属へ圧力を付加する際の具体的な方法の一例を説明するための図である。

40

【図3】晶出金属へ圧力を付加する際の具体的な方法の他の例を説明するための図である。

。

【図4】晶出金属へ圧力を付加する際の具体的な方法のさらに他の例を説明するための図である。

【図5】図4の方法による圧力付加時と非付加時の状態を示す図である。

【図6】晶出金属へ圧力を付加する際の具体的な方法のさらに他の例を説明するための図である。

【図7】実施例において不純物と精製効率を調べた晶出金属の部位を示す図である。

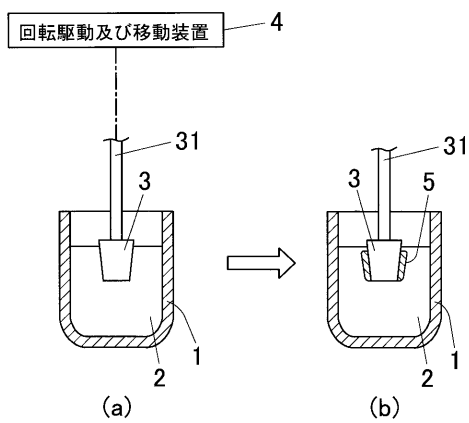
【符号の説明】

【0080】

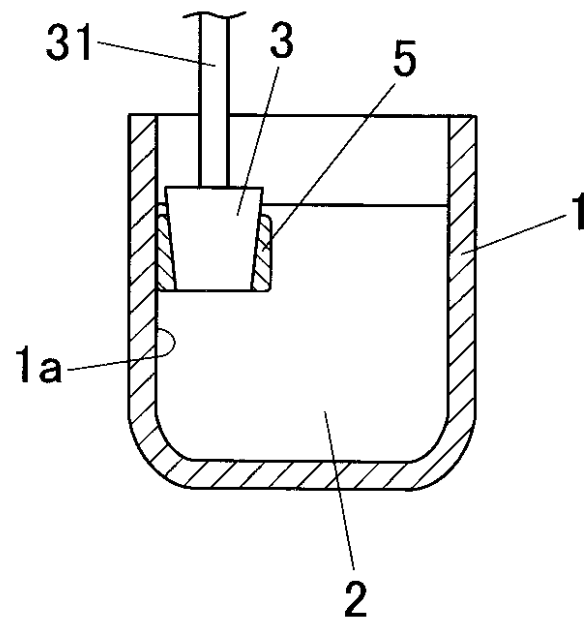
50

- 1 溶湯保持炉（容器）
- 2 溶融金属（溶湯）
- 3 冷却体
- 4 回転駆動及び移動装置
- 5 晶出金属
- 6 加圧装置
- 6 5 ローラー

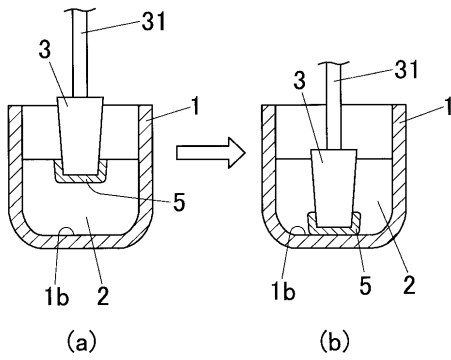
【図 1】



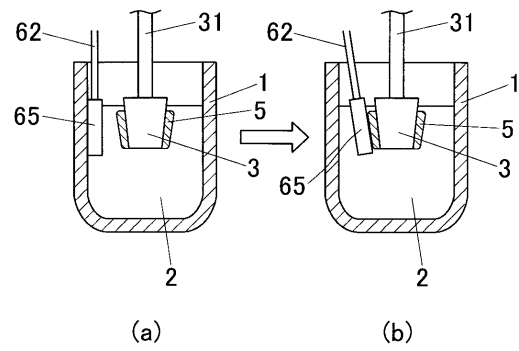
【図 2】



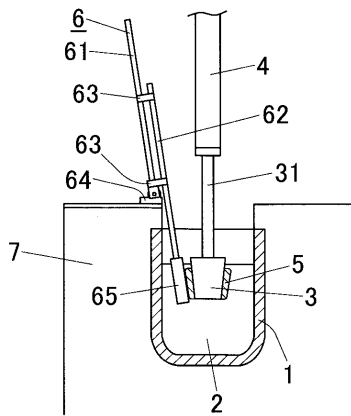
【図 3】



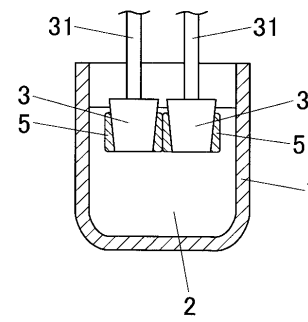
【図 5】



【図 4】



【図 6】



【図 7】

