

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6561925号
(P6561925)

(45) 発行日 令和1年8月21日 (2019.8.21)

(24) 登録日 令和1年8月2日 (2019.8.2)

(51) Int.Cl.

F I

C O 1 G 53/04 (2006.01)

C O 1 G 53/04

C 2 2 B 23/00 (2006.01)

C 2 2 B 23/00 1 O 1

C 2 2 B 1/10 (2006.01)

C 2 2 B 1/10

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-126078 (P2016-126078)
 (22) 出願日 平成28年6月24日 (2016.6.24)
 (65) 公開番号 特開2017-226591 (P2017-226591A)
 (43) 公開日 平成29年12月28日 (2017.12.28)
 審査請求日 平成30年5月21日 (2018.5.21)

(73) 特許権者 000183303
 住友金属鉱山株式会社
 東京都港区新橋5丁目11番3号
 (74) 代理人 100106002
 弁理士 正林 真之
 (74) 代理人 100120891
 弁理士 林 一好
 (72) 発明者 井関 隆士
 愛媛県新居浜市磯浦町17-5 住友金属
 鉱山株式会社 新居浜研究所内
 (72) 発明者 合田 幸弘
 愛媛県新居浜市磯浦町17-5 住友金属
 鉱山株式会社 新居浜研究所内

審査官 手島 理

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸化ニッケルの製造方法、流動焙焼炉

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水酸化ニッケルを焙焼して酸化ニッケルを製造する酸化ニッケルの製造方法であって、
流動媒体として焙焼して得られる酸化ニッケルの終末速度よりも速い終末速度を有する
ものを使用した流動焙焼炉を用いて、ガスを、水酸化ニッケルと前記流動媒体との混合物
の最小流動化速度以上、終末速度未満の流速で供給しながら水酸化ニッケルを焙焼し、該
流動焙焼炉にて焙焼して得られる酸化ニッケルを回収する際に、該流動焙焼炉の下方から
焙焼時に供給するガス流量よりも多い流量のガスを、酸化ニッケルの終末速度以上、前記
流動媒体の終末速度未満の流速で供給し、かつ、該流動焙焼炉の流動層よりも上部の側面
において上下方向に位置する少なくとも2箇所以上からガスを供給する

酸化ニッケルの製造方法。

【請求項2】

前記流動焙焼炉の側面における上下方向の少なくとも2箇所以上からガスを供給するに
 際しては、その上下方向に位置する2箇所以上において、下方から上方に向かう順で順次
 ガスを供給する

請求項1に記載の酸化ニッケルの製造方法。

【請求項3】

前記流動焙焼炉の側面における上下方向の少なくとも2箇所以上からガスを供給するに
 際しては、その上下方向に位置する2箇所以上における下方から上方に向かう順でのガス
 供給を1サイクルとして、そのサイクルを複数回繰り返して行う

請求項 2 に記載の酸化ニッケルの製造方法。

【請求項 4】

前記流動焙焼炉の側面の上下方向に位置する 2 箇所以上において下方から上方に向かう順で順次ガスを供給するに際しては、その下方の箇所からのガス供給を停止する前の 0 秒以上 5 秒以下の間に、次の上方の箇所からのガス供給を開始し、

次サイクルにおいては、最上方の箇所からのガス供給を停止する前の 0 秒以上 5 秒以下の間に、最下方の箇所からのガス供給を開始する

請求項 3 に記載の酸化ニッケルの製造方法。

【請求項 5】

前記流動焙焼炉の側面における 2 箇所以上のそれぞれから供給するガス流量を、焙焼時に供給するガス流量の 0.1 倍以上 3.0 倍以下の範囲とする

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の酸化ニッケルの製造方法。

【請求項 6】

酸化ニッケルを回収する際には、

前記流動焙焼炉の下方から供給するガス流量を、焙焼時に供給するガス流量の 1.5 倍以上 2.5 倍以下の範囲とし、

前記流動焙焼炉の側面における 2 箇所以上のそれぞれから供給するガス流量を、焙焼時に供給するガス流量の 0.3 倍以上 2.0 倍以下の範囲とする

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の酸化ニッケルの製造方法。

【請求項 7】

前記流動焙焼炉の側面における 2 箇所以上のそれぞれからは、該流動焙焼炉の上方向に向かってガスを供給する

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の酸化ニッケルの製造方法。

【請求項 8】

硫黄含有量が 80 ppm 以下である酸化ニッケルを製造する

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の酸化ニッケルの製造方法。

【請求項 9】

水酸化ニッケルを流動焙焼して酸化ニッケルを製造するための流動焙焼炉であって、
流動媒体として焙焼して得られる酸化ニッケルの終末速度よりも速い終末速度を有するものを使用した、流動焙焼が行われる炉本体と、

前記炉本体の下方に位置して、水酸化ニッケルの焙焼時、ガスを、水酸化ニッケルと前記流動媒体との混合物の最小流動化速度以上、終末速度未満の流速で導入するとともに、酸化ニッケルの回収時、ガスを、酸化ニッケルの終末速度以上、前記流動媒体の終末速度未満の流速で導入するガス導入管と、を備え、

前記炉本体には、その側面における流動層よりも上部の位置であって、上下方向に少なくとも 2 箇所以上の位置に、該側面から該炉本体の内部にガスを導入する炉側面ガス導入管が設けられている

流動焙焼炉。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、酸化ニッケルの製造方法に関するものであり、水酸化ニッケルを流動焙焼炉を用いて焙焼して酸化ニッケルを製造する酸化ニッケルの製造方法、及びその製造方法に用いる流動焙焼炉に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、流動焙焼炉は、原料単独、もしくは流動媒体を用いてガスを供給しながら焙焼対象の粒状の原料をあたかも流体のように浮遊させることによって媒体との混合状態をつくり上げ、効率的に焙焼する装置である。焙焼対象の原料と流動媒体とを混合させた状態で焙焼することにより原料と流動媒体とが衝突しながら焙焼が進み、また、原料が流動

10

20

30

40

50

層内に比較的長時間滞留できるため、効率的に焙焼することができる。

【0003】

このような流動焙焼炉を用いて供給した原料に対する焙焼を確実に行うためには、ガスの流速を、原料（以下、「被焙焼物」と称する）と流動媒体との混合物の空塔速度が、最小流動化速度以上、終末速度未満の範囲となるように制御して供給する必要がある。ここで、空塔速度とは、ガス流量／炉断面積で求められる実速度であり、最小流動化速度とは、粉体（被焙焼物と流動媒体との混合物）が流動する最小の速度であり、終末速度とは、流動層から粉体が上昇して飛び出し始める速度をいう。

【0004】

すなわち、ガスの流速が、原料と流動媒体との混合物の最小流動化速度未満であると、原料が流動化しないために焙焼が均一に進まず、原料の凝集が発生する等の問題が生じる。一方で、ガスの流速がその混合物の終末速度以上であると、流速が速すぎて原料や流動媒体がガスと共に流されてしまい、効果的に焙焼を施すことができないという問題や収率が大きく低下するという問題が生じる。つまり、流動焙焼においては、ガス流量を適切な範囲内で制御して、原料を焙焼に足る時間、流動層内で流動化させることが必要となる。

【0005】

また、流動焙焼においては、焙焼した原料の回収方法も重要となる。連続的に焙焼するためには原料を連続的に投入する必要があるが、原料を連続投入した場合、焙焼中の原料と焙焼されていない原料とが混ざってしまい、効率的に焙焼を行うことができず、また、実質的に焙焼が完了した原料だけを回収することが困難となる。原料投入口と原料回収口とを離して原料が投入口から回収口へ向かうようにする場合もあるが、流動焙焼の場合には、粒状の原料が流体の如く流動化しているため、投入直後の焙焼されていない原料と、暫く炉内を浮遊して焙焼が進んだ原料とがすぐに混ざってしまい、焙焼が完了した原料だけを回収することはできず、どうしても焙焼が不十分な原料も混合した状態で回収されてしまう。これにより、品質的に低いものが回収され、また、焙焼効率も悪くなってしまうというのが実情である。

【0006】

例えば、特許文献1には、鋳物古砂再生用の乾式再生機で発生したダストを集じんして得た古砂ダストを、珪砂をベース砂として底部に収容した流動焙焼炉の焙焼室内に供給し、その焙焼室内において流動焙焼させ、焙焼室内に形成される流動層の上部位置に開口する溢流口からオーバーフローさせて、再生処理ダストとして回収する技術が開示されている。また、シュートの投入口部に設けた圧縮空気吹込管で、その先端に形成したノズルから圧縮空気がシュートの出口に向かって吹き込まれるようになっていることも開示されている。すなわち、古砂ダストをシュートに向かって圧縮空気を吹き込みながら炉内に供給し、溢流口から古砂ダストをオーバーフローさせて回収している。

【0007】

しかしながら、特許文献1の技術では、古砂ダストの供給高さ位置と溢流口（回収口）の高さ位置とがほとんど同じであることから、流動化している古砂ダストについて、焙焼されたものだけが溢流口からオーバーフローして回収されているとは考えられない。すなわち、流動化している焙焼中の古砂ダストの中に、次々に焙焼されていない古砂ダストが供給されていくわけであるから、溢流口から回収されている古砂ダストには焙焼が不十分な古砂ダストがかなりの割合で混ざっていると考えるのが自然である。

【0008】

したがって、特許文献1に開示の方法で、可能な限り焙焼が進んだ古砂ダストを回収するためには、古砂ダストの供給速度を極力遅くする必要があり、非常に効率の悪い処理となってしまうことは明白である。

【0009】

また、特許文献2には、金属鉄源を流動焙焼炉で酸化焙焼する工程と、焙焼炉の溢流口より排出された粗粒子の酸化層を剥離する工程と、剥離工程後の酸化鉄と金属鉄粉を流動焙焼炉に循環する工程と、生成した微粉酸化鉄を焙焼ガスと共に流出させて焙焼ガス中よ

10

20

30

40

50

り捕捉回収する工程とからなる高品位酸化鉄の製造方法が開示されている。

【0010】

しかしながら、特許文献2には、微粉酸化鉄を焙焼ガスと共に流出させて焙焼ガス中より捕捉回収すると記載されているものの、具体的にどのように微粉酸化鉄を焙焼ガスと共に流出させるかについては明確に示されていない。すなわち、微粉酸化鉄と焙焼ガスをどのように効率的に分離し、微粉酸化鉄を捕捉回収するかについては全く不明である。

【0011】

また、特許文献2には、剥離酸化皮膜を流動焙焼炉排ガスに随伴させて炉外に排出させることも開示されているが、どのような方法で流動焙焼炉排ガスに随伴させ炉外に排出させるのかについても不明確である。

10

【0012】

さて、酸化ニッケル(NiO)は、近年電池等の材料として多用されており、例えば、硫酸ニッケル(NiSO_4)等の塩を含有する水溶液にアルカリを添加し中和して水酸化ニッケル($\text{Ni}(\text{OH})_2$)を得て、その水酸化ニッケルを焙焼して製造することができる。ところが、得られた酸化ニッケルに含まれる不純物、特に原料に起因する硫黄品位が高いと、それを用いて製造した電池等の特性を大きく低下させる等の悪影響を及ぼすことが知られており、均一かつ確実に焙焼処理を施して製造することが欠かせない。具体的には、不純物として硫黄の場合、その含有量を概ね100ppm未満にまで低減することが必要とされる。

【0013】

20

しかしながら、流動焙焼炉を用いて水酸化ニッケルを工業的に焙焼しようとする場合、炉内で均一な焙焼を進行させることは、高品質の酸化ニッケルを製造する上で欠かせないことであり、焙焼後の酸化ニッケルを連続的に取り出して回収することについても非常に重要であるにも関わらず、上述したように、そのような焙焼処理は容易ではない。そして、均一な焙焼が行われ難いことにより、硫黄品位が部分的に上昇したり、生産効率が低下したりする等、焙焼処理方法として流動焙焼法を有効に活用することができていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献1】特開2000-42515号公報

30

【特許文献2】特開昭61-236616号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は、このような実情に鑑みて提案されたものであり、水酸化ニッケルを焙焼して酸化ニッケルを製造するにあたり、流動焙焼炉を用いて焙焼することによって低硫黄品位の酸化ニッケルを効率よく製造することができる方法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】

【0016】

本発明者らは、上述した課題を解決するために鋭意検討を重ねた。その結果、流動焙焼炉を用いて焙焼を行い、その流動焙焼炉にて得られた焙焼物である酸化ニッケルを回収するに際して、流動焙焼炉の下方から焙焼時に供給するガス流量よりも多い流量のガスを供給し、かつ、その流動焙焼炉の流動層よりも上部の側面において上下方向に位置する少なくとも2箇所以上からもガスを供給することにより、酸化ニッケルを高い回収率で効率的に回収することができ、しかも硫黄品位の低い酸化ニッケルとなることを見出し、本発明を完成するに至った。

40

【0017】

(1)本発明の第1の発明は、水酸化ニッケルを焙焼して酸化ニッケルを製造する酸化ニッケルの製造方法であって、流動焙焼炉を用いてガスを供給しながら前記水酸化ニッケルを焙焼し、該流動焙焼炉にて焙焼して得られる酸化ニッケルを回収する際に、該流動焙

50

焼炉の下方から焙焼時に供給するガス流量よりも多い流量のガスを供給し、かつ、該流動焙焼炉の流動層よりも上部の側面において上下方向に位置する少なくとも2箇所以上からガスを供給する、酸化ニッケルの製造方法である。

【0018】

(2) 本発明の第2の発明は、第1の発明において、前記流動焙焼炉の側面における上下方向の少なくとも2箇所以上からガスを供給するに際しては、その上下方向に位置する2箇所以上において、下方から上方に向かう順で順次ガスを供給する、酸化ニッケルの製造方法である。

【0019】

(3) 本発明の第3の発明は、第2の発明において、前記流動焙焼炉の側面における上下方向の少なくとも2箇所以上からガスを供給するに際しては、その上下方向に位置する2箇所以上における下方から上方に向かう順でのガス供給を1サイクルとして、そのサイクルを複数回繰り返して行う、酸化ニッケルの製造方法である。

10

【0020】

(4) 本発明の第4の発明は、第3の発明において、前記流動焙焼炉の側面の上下方向に位置する2箇所以上において下方から上方に向かう順で順次ガスを供給するに際しては、その下方の箇所からのガス供給を停止する前の0秒以上5秒以下の間に、次の上方の箇所からのガス供給を開始し、次サイクルにおいては、最上方の箇所からのガス供給を停止する前の0秒以上5秒以下の間に、最下方の箇所からのガス供給を開始する、酸化ニッケルの製造方法である。

20

【0021】

(5) 本発明の第5の発明は、第1乃至第4のいずれかの発明において、前記流動焙焼炉の側面における2箇所以上のそれぞれから供給するガス流量を、焙焼時に供給するガス流量の0.1倍以上3.0倍以下の範囲とする、酸化ニッケルの製造方法である。

【0022】

(6) 本発明の第6の発明は、第1乃至第5のいずれかの発明において、酸化ニッケルを回収する際には、前記流動焙焼炉の下方から供給するガス流量を、焙焼時に供給するガス流量の1.5倍以上2.5倍以下の範囲とし、前記流動焙焼炉の側面における2箇所以上のそれぞれから供給するガス流量を、焙焼時に供給するガス流量の0.3倍以上2.0倍以下の範囲とする、酸化ニッケルの製造方法である。

30

【0023】

(7) 本発明の第7の発明は、第1乃至第6のいずれかの発明において、前記流動焙焼炉の側面における2箇所以上のそれぞれからは、該流動焙焼炉の上方向に向かってガスを供給する、酸化ニッケルの製造方法である。

【0024】

(8) 本発明の第8の発明は、第1乃至第7のいずれかの発明において、硫黄含有量が80ppm以下である酸化ニッケルを製造する、酸化ニッケルの製造方法である。

【0025】

(9) 本発明の第9の発明は、水酸化ニッケルを流動焙焼して酸化ニッケルを製造するための流動焙焼炉であって、流動焙焼が行われる炉本体と、前記炉本体の下方に位置してガスを導入するガス導入管と、を備え、前記炉本体には、その側面における流動層よりも上部の位置であって、上下方向に少なくとも2箇所以上の位置に、該側面から該炉本体の内部にガスを導入する炉側面ガス導入管が設けられている、流動焙焼炉である。

40

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、低硫黄品位の酸化ニッケルを効率よく製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】流動焙焼炉を備えた流動焙焼装置の構成の一例を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0028】

以下、本発明の具体的な実施形態（以下、「本実施の形態」という）について詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更が可能である。また、本明細書において、「 $X \sim Y$ 」（ X 、 Y は任意の数値）との表記は、「 X 以上 Y 以下」の意味である。

【0029】

本実施の形態に係る酸化ニッケルの製造方法は、流動焙焼炉を用いて、原料である水酸化ニッケルを流動焙焼することによって酸化ニッケルを得る方法である。流動焙焼炉を用いた流動焙焼法では、流動媒体を用いてガスを供給しながら焙焼対象である水酸化ニッケルを浮遊させることによって媒体との混合状態をつくり上げて焙焼する方法である。この

10

【0030】

そして、本実施の形態に係る製造方法では、水酸化ニッケルを焙焼した後、流動焙焼炉にて得られた焙焼物である酸化ニッケルを回収するに際して、焙焼時に供給するガス流量よりも多い流量でガスを流動焙焼炉の下方から供給するとともに、その流動焙焼炉の流動層よりも上部の側面において上下方向に位置する少なくとも2箇所以上からもガスを供給することによって、焙焼物である酸化ニッケルを回収する。このような処理を行うことで、酸化ニッケルを効率的に回収することができ、しかも、硫黄品位が低く、品質のばらつきの少ない酸化ニッケルを安定的に得ることができる。

20

【0031】

なお、本実施の形態においては、流動焙焼により水酸化ニッケルを焙焼して酸化ニッケルを製造する方法について示すが、被焙焼物（原料）として水酸化ニッケルに対する焙焼だけでなく、その他の原料に対する焙焼処理にも応用することができ、不純物品位の低い高品質な焙焼物を効率的に製造することが可能である。

【0032】

原料（水酸化ニッケル）について

酸化ニッケルの製造方法において、流動焙焼による焙焼の対象となる原料は水酸化ニッケルである。原料の水酸化ニッケルとしては、 $Ni(OH)_2$ を主成分としているものであればよく、特に限定されない。

30

【0033】

例えば、電池材料の原料として使用するための酸化ニッケル（ NiO ）は、電池特性を低下させ得る硫黄が極力含まれないものであることが好ましい。したがって、その酸化ニッケルを製造するための原料である水酸化ニッケルにおいても、硫黄やその他の不純物成分の含有量が少ないものであることが好ましいが、比較的揮発し易く、流動焙焼処理によって除去できる成分であれば、含まれていてもよい。

【0034】

ここで、本実施の形態に係る製造方法では、流動焙焼炉から回収するまでの処理過程において、原料に含まれる硫黄を効率的に飛ばして除去することができ、硫黄品位の低く高品質な酸化ニッケルを安定的に製造することができる。このため、原料の水酸化ニッケルとしては、硫黄が含まれるものであってもよく、また、その他の不純物成分についても同様であり、比較的揮発し易い成分であって流動焙焼処理によって除去できる成分であれば、含まれていてもよい。

40

【0035】

また、水酸化ニッケルの粒径についても、特に限定されない。その中でも、平均粒径が数 μm ～数100 μm である水酸化ニッケルでは、粒子の内部まで比較的短時間で均一に焙焼することができるため好ましい。なお、平均粒径が1mmを超えるような粗粒になると、内部まで均一に焙焼するのに時間がかかる上、部分的に焙焼の進み方に偏りが生じて不均一になる可能性があり、このような場合には焙焼時間が長くなることがある。

【0036】

50

流動焙焼処理について

(1) 流動焙焼炉の構成

図1は、流動焙焼炉を備えた流動焙焼装置の構成の一例を模式的に示す図である。本実施の形態に係る酸化ニッケルの製造方法においては、例えば図1に示すような流動焙焼装置1を用いて水酸化ニッケルを焙焼して酸化ニッケルを製造する。なお、流動焙焼装置1としては、炉の下方からガスを流して流動焙焼を行うことができ、焙焼して得られた材料（酸化ニッケル）を上方に向かって気流搬送して回収することができる設備を備えるものであれば、図1に例示するものに限定されない。

【0037】

流動焙焼装置1は、図1に示すように、流動焙焼が行われる炉本体11と、炉本体11の下方に位置してガスを導入するガス導入管（炉底部ガス導入管）12と、炉本体11の上方に位置し焙焼して得られた焙焼物（酸化ニッケル）を回収する回収サイクロン13とを備える。また、この流動焙焼装置1においては、炉本体11の側面における流動層よりも上部の位置であって、上下方向に少なくとも2箇所以上の位置に、その側面から炉本体11内部にガスを導入することが可能な炉側面ガス導入管14（14A、14B）が設けられている。なお、図1中の「X」は、被焙焼物（原料）の水酸化ニッケルを表す。

【0038】

[炉本体]

炉本体11は、例えば円筒形状を有し、流動焙焼を行う焙焼室を構成するものである。この炉本体11の内部において、原料である水酸化ニッケルと流動媒体との混合物がガスにより浮遊流動化して流動層を形成する。より具体的に、炉本体11は、炉本体上部11Aと、炉本体下部11Bとに分けられる。

【0039】

炉本体上部11Aは、原料（被焙焼物）である水酸化ニッケルを投入する原料投入管15が設けられている。炉本体上部11Aにおいては、原料投入管15から投入された水酸化ニッケルを炉本体11の下方から供給されるガスにより浮遊させ、流動媒体との混合状態で焙焼処理が行われる。

【0040】

炉本体下部11Bは、炉本体11の下方から供給されるガスを整流するための固定層（整流層）21と、固定層21上に形成された流動媒体層22とにより構成されている。

【0041】

固定層21は、ビーズ形状等の形状を有するアルミナ、シリカ、ムライト等の無機化合物により構成され、その下方から供給されるガスを整流する。

【0042】

流動媒体層22は、原料の水酸化ニッケルと共に混合状態を形成して流動焙焼するための媒体（流動媒体）により構成されている。その流動媒体としては、被焙焼物である水酸化ニッケルと反応しないものであって、その被焙焼物と同等あるいはそれよりも速い最小流動化速度を有する媒体であることが好ましい。例えば、固定層21を構成する化合物と同様に、アルミナ、シリカ、ムライト等の無機化合物を用いることができる。

【0043】

流動媒体として、被焙焼物と同等の最小流動化速度のものをを用いることにより、混合状態が良好なものとなり、焙焼効率が向上する。また、流動媒体としては、その終末速度が、焙焼して得られる焙焼物である酸化ニッケルの終末速度よりも速いものであることが好ましい。流動媒体の終末速度が焙焼物より速いものであれば、回収時に、焙焼物の終末速度以上、流動媒体の終末速度未満の範囲のガス流速でガスを供給することによって、焙焼物（酸化ニッケル）のみを選択的に気流搬送することができ、これにより、酸化ニッケルのみを効率的に回収することができる。

【0044】

なお、流動媒体の粒径としては、特に限定されないが、過度に大きいと流動化することができず、一方、過度に小さいと原料の水酸化ニッケルとの衝突が有効に生じず、またそ

10

20

30

40

50

れ自体が飛散し易くなり取り扱いが困難となる。例えば、球形の流動媒体である場合には、その直径が、0.05mm～1mm程度のものが好ましく、0.1mm～0.5mm程度のものがより好ましい。

【0045】

炉本体11においては、例えばその下部（炉本体下部11Bの付近）にヒーター16が包囲して設けられ、炉本体11の内部が所定の焙焼温度となるように加熱する。なお、ヒーター16は、所望の焙焼温度にまで加熱制御可能なものであれば、特に限定されない。

【0046】

〔ガス導入管〕

ガス導入管12は、被焙焼物である水酸化ニッケルと流動媒体とを、炉本体11（炉本体下部11B）の付近（ヒーター16により加熱されている空間）で浮遊させるためのガスを導入するための配管である。また、焙焼して得られた焙焼物である酸化ニッケルを回収する際にも、このガス導入管12からガスを導入し、そのガスによって酸化ニッケルを気流搬送して回収する。なお、図1中の矢印は、ガスの流れを示している。

【0047】

ガス導入管12は、炉本体下部11Bの下方（図1の例では底部）の位置に設けられている。なお、以下、このガス導入管12を便宜的に「炉底部ガス導入管12」という。この炉底部ガス導入管12から導入されたガスは、炉本体下部11Bを構成する固定層21にて整流され、流動媒体層22を構成する流動媒体を、炉本体下部11B付近のヒーター16で加熱されている内部空間に浮遊流動させる。また、炉底部ガス導入管12から導入されたガスは、その炉本体上部11Aに設けられた原料投入管15より投入された原料を、その空間内に浮遊流動させる。

【0048】

炉底部ガス導入管12においては、被焙焼物である水酸化ニッケルと流動媒体との混合物の最小流動化速度以上、終末速度未満の流速でガスを炉本体11に供給することが好ましい。このように、供給するガスの流速を被焙焼物と流動媒体との混合物の最小流動化速度以上とすることで、効果的に被焙焼物を流動化させて焙焼を施すことができ、また、ガスの流速を終末速度未満とすることで、そのガスにより被焙焼物が飛ばされることを防ぎながら、均一な焙焼を施すことができる。

【0049】

供給するガスの流速は、流動焙焼時と焙焼後の回収時とでそれぞれ適切な範囲に制御することが好ましい。例えば、使用する流動媒体の種類によっても異なるが、焙焼により得られる焙焼物である酸化ニッケルの終末速度よりも速い終末速度を有する流動媒体を用いて焙焼を行った場合には、焙焼後の回収時において、焙焼物の終末速度以上、流動媒体の終末速度未満の範囲にガス流速を制御してガスを供給することで、焙焼物（酸化ニッケル）のみを効率的に気流搬送させて回収することができる。

【0050】

また、供給するガスの種類は、特に限定されるものではなく、焙焼する原料の量や反応性、求められるガス流速等に応じて適宜調整することが好ましい。例えば、空気（圧縮空気）、酸素、窒素等の不活性ガスを用いることができる。

【0051】

また、供給するガスの流量についても、流動焙焼時と焙焼後の回収時とでそれぞれ適切な範囲に制御することが好ましい。特に、本実施の形態に係る酸化ニッケルの製造方法においては、詳しくは後述するが、この炉底部ガス導入管12から、焙焼時に供給するガス流量よりも多い流量のガスを供給して、焙焼物である酸化ニッケルを回収する。

【0052】

〔回収サイクロン〕

回収サイクロン13は、炉本体11の上方に位置し、炉本体11内で流動焙焼して得られた焙焼物である酸化ニッケルを回収する。回収サイクロン13としては、回収時におけ

10

20

30

40

50

るガス供給により、酸化ニッケルを効率的に回収できるものであれば特に限定されない。

【 0 0 5 3 】

回収サイクロン 1 3 には、例えば、回収した酸化ニッケルを取り出す取出口（排出口）に、篩等の分級装置を設けることができる。これにより、回収サイクロン 1 3 に、回収対象である酸化ニッケルと共に流動媒体と一緒に回収されてしまった場合でも、その粒径の違いを利用して簡易に分級することができ、酸化ニッケルのみを選択的に回収できる。

【 0 0 5 4 】

また、回収サイクロン 1 3 の先端部には、ガス排気管 1 7 が設けられている。上述したように、回収サイクロン 1 3 により回収された焙焼物の酸化ニッケルは、その取出口を介して回収される一方で、回収時に炉底部ガス導入管 1 2 から導入された所定量のガスは、ガス排気管 1 7 を介して排出される。排出されたガスは、回収することによって再利用することもできる。なお、図 1 中の矢印は、ガスの流れを示している。

【 0 0 5 5 】

〔 炉側面ガス導入管 〕

流動焙焼装置 1 においては、炉本体 1 1 の側面に、炉側面ガス導入管 1 4 が設けられている。炉側面ガス導入管 1 4 は、炉本体 1 1 の側面における、流動層の高さよりも上部の位置であって、上下方向に少なくとも 2 箇所以上の位置に設けられており、上下方向に位置するそれぞれから、断続的に、炉本体 1 1 の内部にガスを導入する。

【 0 0 5 6 】

具体的に、図 1 に示す例では、炉本体 1 1 の側面における上下方向の位置の 2 箇所に炉側面ガス導入管 1 4 が設けられている。なお、その上下方向における上段部の位置にあるものを「炉側面ガス導入管 1 4 A」とし、下段部の位置にあるものを「炉側面ガス導入管 1 4 B」として示している。

【 0 0 5 7 】

また、その上下方向の上段部、下段部に設けられる炉側面ガス導入管 1 4 A , 1 4 B のそれぞれは、同じ高さの位置に、複数設けることができる。例えば、図 1 の一部断面図では、上段部に 2 つ、下段部に 2 つの合計 4 つの炉側面ガス導入管 1 4 が設けられている例を示すが、上下方向のそれぞれの高さ位置において設けられる炉側面ガス導入管 1 4 としては、2 つに限られず、円筒状の炉本体 1 1 の円周上に 3 つ以上（合計の炉側面ガス導入管 1 4 の数としては 6 つ以上）設けるようにしてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、炉側面ガス導入管 1 4 は、炉本体 1 1 の内部に挿入されるガス吹き出し口が、炉本体 1 1 の上方向に向かって開口していることが好ましい。すなわち、炉側面ガス導入管 1 4 から炉本体 1 1 の内部に供給されるガスが、上方向に向かって供給されるように構成されていることが好ましい。このように、炉側面ガス導入管 1 4 を介して、ガスが炉本体 1 1 内部の上方向に向かって供給されるように構成することで、より一層に、焙焼物である酸化ニッケルの回収率を高めることができ、また硫黄品位を低減させることができる。

【 0 0 5 9 】

（ 2 ）流動焙焼処理

流動焙焼処理においては、例えば、固定層 2 1 をアルミナにより構成し、また流動媒体として球状のアルミナを用いて、所定の流速、流量のガスを炉底部ガス導入管 1 2 を介して炉本体 1 1 の下方から供給しながら、炉本体 1 1 の内部に原料である水酸化ニッケルを投入して、その水酸化ニッケルと流動媒体とを浮遊流動化させることによって行う。なお、固定層 2 1 を構成する化合物や流動媒体等は、あくまでも一例であり、これに限定されるものではない。

【 0 0 6 0 】

流動焙焼は、上述したように、被焙焼物である水酸化ニッケルと流動媒体との混合物の最小流動化速度以上、終末速度未満の流速でガスを供給することによって行う必要がある。このような流速の範囲でガスを供給することで、被焙焼物と流動媒体とが良好に混合された状態となり、均一で、ばらつきのない焙焼が効率的に進行する。

【 0 0 6 1 】

流動焙焼時における焙焼温度としては、特に限定されないが、概ね 8 0 0 以上 1 5 0 0 以下とすることが好ましく、8 5 0 以上 1 2 0 0 以下とすることがより好ましい。焙焼温度が 8 0 0 未満であると、焙焼処理に時間がかかってしまい、また温度が低いために均一な焙焼ができなくなる可能性がある。一方で、焙焼温度が 1 5 0 0 を超えても、単に温度が高いだけで熱エネルギーが高くなってコスト高となり、炉体の寿命が短くなる可能性もある。また、焙焼温度を、より好ましく 8 5 0 以上 1 2 0 0 以下とすることによって、より一層効率的に、かつ均一に焙焼処理を施すことができるとともに、ランニングコストも有効に抑えることができる。

【 0 0 6 2 】

なお、焙焼温度は、炉本体 1 1 の下方（炉本体下部 1 1 B の付近）に包囲して設けられたヒーター 1 6 により、炉本体 1 1 の内部を加熱して調整することができる。

【 0 0 6 3 】

また、焙焼時間としては、特に限定されないが、短すぎると焙焼が不十分になって品質や純度が低下してしまう可能性がある。一方で、必要以上に焙焼時間が長すぎると、焙焼温度を維持するための熱エネルギーや供給するガスが無駄となり、効率的な処理を行うことができなくなる。具体的には、焙焼時間としては装置の大きさや構造等に依存するものの、概ね 5 分以上 6 0 分以下とすることが好ましく、1 0 分以上 3 0 分以下とすることがより好ましく、1 5 分以上 2 5 分以下とすることが特に好ましい。このような範囲の焙焼時間で処理することによって、より効率的に、均一な焙焼を行うことができる。

【 0 0 6 4 】

回収処理について

流動焙焼によって水酸化ニッケルを焙焼したのち、得られた焙焼物である酸化ニッケルを流動焙焼炉から回収する。上述したように、酸化ニッケルの回収は、例えば、図 1 に示すように、流動焙焼炉の炉本体 1 1 の後段に連続して設けられた回収サイクロン 1 3 によって回収することができる。

【 0 0 6 5 】

そして、その酸化ニッケルの回収においては、焙焼時と同様に、炉本体 1 1 の炉底部ガス導入管 1 2 から所定量のガスを供給し、そのガスによって、炉本体 1 1 から回収サイクロン 1 3 に向けて焙焼物である酸化ニッケルを気流搬送する。このように、ガスを供給して気流搬送することで、回収物中における酸化ニッケルの含有割合を高めて、効率的に回収することができる。

【 0 0 6 6 】

このとき、本実施の形態においては、炉本体 1 1 の下方に設けられた炉底部ガス導入管 1 2 から焙焼時に供給するガスの流量よりも多い流量でガスを供給する。このように、被焙焼物である水酸化ニッケルと流動媒体とが良好な状態で流動化して焙焼された後、得られた焙焼物である酸化ニッケルを回収する際には、焙焼時よりもガスの流量を上げることによって、酸化ニッケルのみを効率的に気流搬送させて回収することができ、回収物中における酸化ニッケルの含有割合をさらに高めることができるとともに、硫黄の含有量も低減させることができる。

【 0 0 6 7 】

具体的に、このような処理により回収される酸化ニッケルは、十分な焙焼が施されて硫黄の含有量が有効に低減されており、例えば、8 0 p p m 以下、好ましくは 5 0 p p m 以下、より好ましくは 2 0 p p m 以下程度の極めて硫黄品位の低いものとなる。

【 0 0 6 8 】

炉底部ガス導入管 1 2 からのガス流量としては、焙焼時に供給するガス流量の 1 . 1 倍以上 2 . 7 倍以下の範囲とすることが好ましく、1 . 5 倍以下 2 . 5 倍以下の範囲とすることがより好ましい。回収時のガス流量が、焙焼時のガス流量の 1 . 1 倍未満であると、回収率が十分に向上しない可能性があり、一方で、焙焼時のガス流量の 2 . 7 倍を超えると、そのガス流量が大きくなるにつれて回収率が低下傾向になるとともに、回収物中にお

10

20

30

40

50

ける酸化ニッケルの含有割合が低下する可能性がある。

【 0 0 6 9 】

また、炉底部ガス導入管 1 2 からのガス流速としては、回収対象の焙焼物である酸化ニッケルの終末速度以上、焙焼に用いた流動媒体の終末速度未満の範囲の流速とすることが好ましく、これにより、流動媒体を流動層に残したまま、酸化ニッケルのみを選択的にガスと共に気流搬送して回収することができる。

【 0 0 7 0 】

ここで、「回収率」とは、流動焙焼するために投入した水酸化ニッケルの全てが酸化ニッケルになったときの重量から硫黄の含有量を引いた重量に対する、回収した試料の重量の百分率をいう。また、「回収物中における酸化ニッケルの含有割合（含有率）」とは、回収した試料中における酸化ニッケルと水酸化ニッケルとの合計含有量に対する、酸化ニッケルの含有量の割合をいう。したがって、この酸化ニッケルの含有率が高いことは、焙焼が効率的に進行し、回収物中に焙焼が不十分な原料（未焙焼原料）をほとんど含まず、焙焼が完了して得られた酸化ニッケルを選択的に回収できたことを意味する。

【 0 0 7 1 】

そしてまた、本実施の形態においては、炉底部ガス導入管 1 2 から焙焼時に供給するガス流量よりも多い流量でガスを供給するとともに、炉本体 1 1 の側面に設けられた炉側面ガス導入管 1 4（1 4 A，1 4 B）からもガスを供給することによって、焙焼物である酸化ニッケルを回収することを特徴としている。

【 0 0 7 2 】

このように、炉本体 1 1 の下方に設けられる炉底部ガス導入管 1 2 からのみならず、炉本体 1 1 の側面からもガスを供給することで、ガスの流速を高めることができ、短時間で効率的に回収を行うことができる。また、ガス流速を高めることができることにより、炉壁等への酸化ニッケルの付着を防止して、回収率を向上させることができる。

【 0 0 7 3 】

具体的に、炉側面ガス導入管 1 4 からのガスの供給は、上下方向に位置する少なくとも 2 箇所以上において、下方から上方に向かう炉側面ガス導入管 1 4 の順で、断続的にガスを供給することが好ましい。例えば、図 1 に例示する流動焙焼装置 1 では、炉本体 1 1 の側面において、上下方向の上段部の位置に炉側面ガス導入管 1 4 A が複数設けられ、下段部の位置に炉側面ガス導入管 1 4 B が複数設けられている。この流動焙焼装置 1 では、先ず、下方にある下段部の炉側面ガス導入管 1 4 B から所定時間に亘ってガスを供給し、次に、上方にある上段部の炉側面ガス導入管 1 4 A から所定時間に亘ってガスを供給する。

【 0 0 7 4 】

このように、上下方向に位置する少なくとも 2 箇所以上において、下方から上方に向かう順で断続的にガスを供給することによって、焙焼物である酸化ニッケルが、回収方向とは逆の方向（下方）に進んだり、乱流状態となって上下動したりすることを抑制し、効率的に上方に気流搬送することができ、生産性を高めることができる。また、炉壁等への酸化ニッケルの付着をより効果的に防ぐことができ、回収率を向上させることができる。

【 0 0 7 5 】

また、炉本体 1 1 の側面の上下方向の少なくとも 2 箇所以上に設けられた炉側面ガス導入管 1 4 からガスを供給するに際しては、その下方から上方に向かう順でのガス供給を 1 サイクルとして、そのサイクルを複数回繰り返して行うことが好ましい。例えば、流動焙焼装置 1 では、先ず、下方にある下段部の炉側面ガス導入管 1 4 B からガスを供給し、次に、上方にある上段部の炉側面ガス導入管 1 4 A から所定の時間に亘ってガスを供給するという操作を「1 サイクル」として、このサイクルを複数回繰り返して行う。例えば、3 ～ 5 サイクルを繰り返して、酸化ニッケルの回収を行うようにする。

【 0 0 7 6 】

また、炉本体 1 1 の側面の上下方向の少なくとも 2 箇所以上に設けられた炉側面ガス導入管 1 4 からガスを供給するに際しては、下方から上方に向かう順でガスを供給するとき、その下方の箇所からのガス供給を停止する前の 0 秒以上 5 秒以下の間に、次の上方の箇

10

20

30

40

50

所からのガス供給を開始するように、順次ガスを供給することが好ましい。また、次サイクルにおいては、同様に、最上方の箇所からのガス供給を停止する前の0秒以上5秒以下の間に、最下方の箇所からのガス供給を開始することが好ましい。

【0077】

例えば、流動焙焼炉1では、先ず、下方にある下段部の炉側面ガス導入管14Bからガスを供給し、その炉側面ガス導入管14Bからのガス供給を停止する前の0秒以上5秒以下の間に、上方にある上段部の炉側面ガス導入管14Aからガス供給を開始するようにする。そして、次のサイクルにおいては、炉側面ガス導入管14Aからのガス供給を停止する前の0秒以上5秒以下の間に、最下方にある炉側面ガス導入管14Bからガス供給を開始するようにする。このように、一の炉側面ガス導入管14からのガス供給を停止させると同時に、あるいはその数秒前から、他の炉側面ガス導入管14からのガス供給を開始させることで、回収処理の時間に亘って常に、炉本体11の側面からもガスが供給されている状態となるため、酸化ニッケルの回収率をより向上させることができ、硫黄品位が低減された酸化ニッケルを効率的に回収することができる。

10

【0078】

ここで、炉側面ガス導入管14から供給するガス流量としては、上下方向に位置する2箇所以上のそれぞれ独立で、焙焼時に炉底部ガス導入管12から供給するガス流量の0.1倍以上3.0倍以下の範囲とすることが好ましく、0.3倍以上2.0倍以下の範囲とすることがより好ましい。ガス流量が焙焼時のガス流量に対して0.1倍未満であると、炉側面ガス導入管14を介した炉本体11の側面からのガス供給が少なすぎてしまい、酸化ニッケルの回収率を十分に向上させることができない可能性がある。一方で、3.0倍を超えると、そのガス流量が大きくなるにつれて回収率が低下傾向になる。

20

【0079】

また、焙焼物である酸化ニッケルを回収する処理においては、より好ましくは、炉本体11の下方に設けられた炉底部ガス導入管12から供給するガス流量を、焙焼時に供給するガス流量の1.5倍以上2.5倍以下の範囲とし、かつ、炉本体11の側面における2箇所以上の炉側面ガス導入管14のそれぞれから供給するガス流量を、焙焼時に炉底部ガス導入管12から供給するガス流量の0.3倍以上2.0倍以下の範囲とすることが好ましい。このように、炉底部ガス導入管12からのガス流量を焙焼時の1.5倍以上2.5倍以下とし、炉側面ガス導入管14からのガス流量を焙焼時の0.3倍以上2.0倍以下とすることで、硫黄品位が低減した高品質の酸化ニッケルを、高い回収率でより効率的に回収できる。

30

【0080】

以上のように、本実施の形態に係る酸化ニッケルの製造方法は、流動焙焼炉を用いて水酸化ニッケルを焙焼して酸化ニッケルを得る方法であり、その流動焙焼炉にて水酸化ニッケルを焙焼して得られた酸化ニッケル（焙焼物）を回収する際に、流動焙焼炉の下方から焙焼時に供給するガス流量よりも多い流量のガスを供給し、かつ、その流動焙焼炉の流動層よりも上部の側面において上下方向に位置する少なくとも2箇所以上からガスを供給することを特徴としている。このように、流動焙焼炉の下方のみならず、炉の側面からもガスを供給しながら回収操作を行うことで、硫黄品位が低減された酸化ニッケルを、高い回収率で効率的に得ることができる。

40

【実施例】

【0081】

以下、本発明の実施例を示してより具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではない。

【0082】

<原料>

焙焼対象の原料（被焙焼物）として、水酸化ニッケル（ $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ）を準備した。水酸化ニッケルは、平均粒径が $23.5 \pm 1.0 \mu\text{m}$ のものであり、真空中で180、2時間の真空加熱処理を行って、含有水分を実質的に除去した。また、その水酸化ニッケル

50

ルについて分析したところ、硫黄分が $2.1 \pm 0.1\%$ の割合で含まれるものであることが確認された。なお、その他の不可避免的に含まれる成分は、含有量が少なく実質的に無視できる程度であった。

【0083】

< 流動焙焼処理 >

流動焙焼炉を用いて原料の水酸化ニッケルを焙焼し、焙焼物である酸化ニッケル (NiO) を回収する処理を行った。具体的に、流動焙焼炉としては、新島ネオライト工業株式会社製の装置を用い、焙焼炉の炉心の内径は直径 135 mm で、有効な均熱帯は高さ方向で約 30 cm であり、その範囲で流動焙焼を行った。また、流動焙焼炉においては、円筒状の炉の底部にガス導入管 (炉底部ガス導入管) を設けるとともに、円筒状の炉の側面における所定の2つの高さ位置 (高さ方向に、上段部、下段部の2箇所) に、それぞれ4つ、計8箇所にもガス導入管 (炉側面ガス導入管) を設けた。

10

【0084】

流動焙焼炉においては、先ず固定層としてアルミナを装入して炉の底部にセットした後、流動媒体として直径 0.10 mm の球状アルミナを投入した。そして、焙焼炉の底部ガス導入管より空気を流しながら、ヒーターにより所定の焙焼温度まで昇温した。焙焼時には、全てのサンプルに対する処理に同量の流量の空気を流し、その焙焼時における空気の流量の値を 1.0 として焙焼時の流量を相対的に表現した。焙焼温度は、全てのサンプルにおいて 900 とし、温度が設定温度まで達して安定した段階で、原料の水酸化ニッケルを投入し、 20 分間の焙焼時間で焙焼した。

20

【0085】

焙焼の終了後、ガス導入管から空気を供給して、焙焼して得られた焙焼物である酸化ニッケルの回収を行った。このとき、炉底部ガス導入管からは、流量を $1.2 \sim 3.4$ 倍 (焙焼時の空気流量 1.0 に対して) に上げた空気を供給した。また、炉側面ガス導入管からは、同じ高さ位置の4つのガス導入管から合計量で、焙焼時の空気流量 (焙焼時の空気流量 1.0) に対して $0 \sim 2.9$ 倍の空気を供給した (比較例1が0倍とした)。ここで、その炉側面ガス導入管からは、回収開始から1分間は、下段部の4箇所から空気を供給し、その後下段部の空気供給を止めると同時に上段部の4箇所から空気供給を1分間行い、これを1サイクルとして3サイクル行った。なお、1分間に亘る上段部からの空気供給が終わったと同時に、次サイクル目の下段部4箇所からのガス供給を再度開始した。

30

【0086】

なお、比較例1では、回収時間を8分として、側面に設けた炉側面ガス導入管からのガス供給は行わなかった。

【0087】

< 評価 >

実施例、比較例のそれぞれの処理において、焙焼により得られた試料の回収率、回収物中における酸化ニッケルの含有量、及び、回収物中における硫黄の含有量について評価した。表1に、測定結果を示す。なお、評価方法は以下の通りである。

【0088】

[焙焼により得られた試料の回収率]

40

焙焼により得られた試料の回収率は、下記の (1) 式により算出した。

回収率 (%) = 回収した試料重量 ÷ (投入した $\text{Ni}(\text{OH})_2$ が全て NiO になったときの重量 - 硫黄の含有量) $\times 100$ … (1) 式

【0089】

[回収物中における酸化ニッケルの含有量の割合]

回収物中における酸化ニッケルの含有量の割合は、回収物中に含まれる酸化ニッケル (NiO) と水酸化ニッケル ($\text{Ni}(\text{OH})_2$) の含有量をそれぞれ算出し、それぞれの含有量の合計値に対する NiO 含有量の割合 (重量%) として算出した。

【0090】

[回収物中における硫黄の含有量]

50

回収物中における硫黄の含有量は、硫黄分析装置（三菱化学株式会社製，型式：T O X - 1 0 0）を用いて測定した。

【 0 0 9 1 】

【表 1】

サンプル	ガス流量 [炉底部ガス導入管] (焙焼時流量=1.0)		ガス流量 [炉側面ガス導入管] (焙焼時流量=1.0)	回収率 (%)	NiOの含有率 (重量%)	硫黄の含有量 (ppm)
	焙焼時	回収時				
実施例1	1.0	1.4	0.2	98.4	99.8	25
実施例2	1.0	1.4	0.5	98.9	100.0	21
実施例3	1.0	1.4	0.7	99.5	100.0	20
実施例4	1.0	1.4	1.0	99.9	99.9	18
実施例5	1.0	1.4	1.5	100.0	100.0	15
実施例6	1.0	1.4	1.9	99.7	99.9	17
実施例7	1.0	1.4	2.3	98.8	99.8	21
実施例8	1.0	1.4	2.9	98.5	99.7	23
実施例9	1.0	1.2	1.7	98.8	99.8	25
実施例10	1.0	1.4	1.7	99.9	99.8	23
実施例11	1.0	1.7	1.7	100.0	100.0	19
実施例12	1.0	2.0	1.7	99.8	99.9	17
実施例13	1.0	2.4	1.7	99.4	100	20
実施例14	1.0	3.4	1.7	98.2	99.7	24
比較例1	1.0	1.4	-	94.4	99.7	30

【 0 0 9 2 】

表 1 に示すように、流動焙焼後、焙焼時に供給したガス（空気）の流量よりも多い流量で流動焙焼炉の底部ガス導入管からガスを供給するとともに、その炉の側面に設けた炉側面ガス導入管からも断続的にガスを供給して、焙焼物である酸化ニッケルを回収した実施例 1 ～ 1 4 では、回収率は全て高い値を示し、その回収物中における酸化ニッケルの含有割合も全て 9 9 % 以上でほとんど N i O に焙焼できていることが分かる。また、ほとんどが酸化ニッケルである回収物中の硫黄の含有量も極めて少なく、硫黄品位が低い高品質な酸化ニッケルを得ることができた。

【 0 0 9 3 】

一方、流動焙焼後、流動焙焼炉の炉底部ガス導入管からのガス供給のみで回収操作を行った比較例 1 では、十分に回収率が高まらず、回収物中における硫黄品位も実施例に比べて高いものであった。

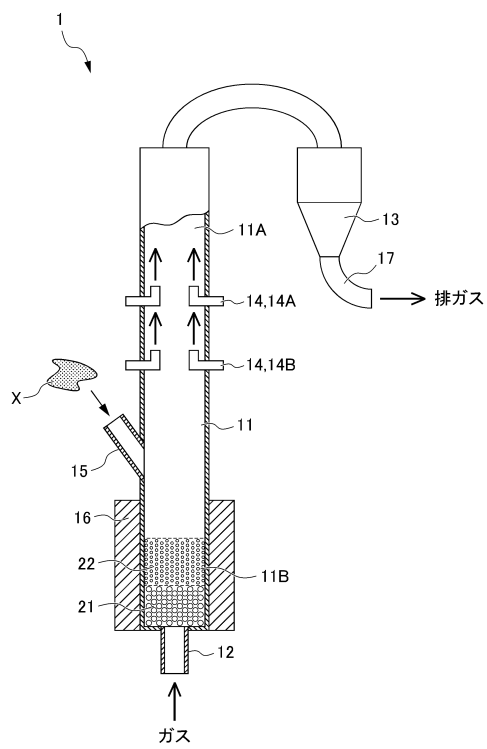
【符号の説明】

【 0 0 9 4 】

- 1 流動焙焼装置
- 1 1 炉本体
- 1 1 A 炉本体上部
- 1 1 B 炉本体下部
- 1 2 ガス導入管（炉底部ガス導入管）
- 1 3 回収サイクロン
- 1 4 , 1 4 A , 1 4 B 炉側面ガス導入管
- 1 5 原料投入管
- 1 6 ヒーター
- 1 7 ガス排気管

- 2 1 固定層
- 2 2 流動媒体層

【図 1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-168849(JP,A)
特開2014-237588(JP,A)
特開昭58-176108(JP,A)
特開2007-292379(JP,A)
特開2002-122305(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C01G	25/00 - 47/00
C01G	49/10 - 99/00
B01J	8/00 - 8/46
B07B	1/00 - 15/00
F27B	11/00 - 15/20