

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6845665号  
(P6845665)

(45) 発行日 令和3年3月24日 (2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月2日 (2021.3.2)

|                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| (51) Int.Cl.                   | F I                  |
| <b>C 2 2 B 1/00 (2006.01)</b>  | C 2 2 B 1/00 6 O 1   |
| <b>C 2 2 B 43/00 (2006.01)</b> | C 2 2 B 43/00 1 O 1  |
| <b>C 2 2 B 7/02 (2006.01)</b>  | C 2 2 B 7/02 A       |
| <b>B 0 9 B 3/00 (2006.01)</b>  | B 0 9 B 3/00 3 O 3 L |
| <b>B 0 1 D 53/64 (2006.01)</b> | B 0 9 B 3/00 Z A B   |
| 請求項の数 5 (全 8 頁) 最終頁に続く         |                      |

|           |                              |           |                                   |
|-----------|------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-225669 (P2016-225669) | (73) 特許権者 | 000000240                         |
| (22) 出願日  | 平成28年11月21日 (2016.11.21)     |           | 太平洋セメント株式会社                       |
| (65) 公開番号 | 特開2018-83956 (P2018-83956A)  |           | 東京都文京区小石川一丁目1番1号                  |
| (43) 公開日  | 平成30年5月31日 (2018.5.31)       | (74) 代理人  | 100106563                         |
| 審査請求日     | 令和1年9月12日 (2019.9.12)        |           | 弁理士 中井 潤                          |
|           |                              | (72) 発明者  | 鎌田 浩司                             |
|           |                              |           | 千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 太平洋セメント株式会社中央研究所内 |
|           |                              | 審査官       | 祢屋 健太郎                            |
|           |                              |           | 最終頁に続く                            |

(54) 【発明の名称】 水銀含有物質の処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水銀含有物質を加熱して該物質に含まれる水銀を揮発させ、  
 該揮発した水銀を含むガスから水銀を回収し、  
 前記水銀含有物質から水銀を揮発させて得られる水銀除去物質を、該水銀除去物質より寸法の大きい固体状冷却媒体に接触させて冷却し、  
前記水銀除去物質と前記固体状冷却媒体とを分離し、  
該分離した固体状冷却媒体を再度前記水銀除去物質に接触させることを特徴とする水銀含有物質の処理方法。

【請求項 2】

前記分離した固体状冷却媒体から熱回収した後再度前記水銀除去物質に接触させることを特徴とする請求項 1 に記載の水銀含有物質の処理方法。

【請求項 3】

前記固体状冷却媒体を分離した後の水銀除去物質をさらに冷却することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の水銀含有物質の処理方法。

【請求項 4】

前記固体状冷却媒体として金属を用いることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の水銀含有物質の処理方法。

【請求項 5】

前記水銀含有物質として、セメント焼成装置のプレヒータの排ガスから回収したダスト

10

20

又は火力発電所で石炭を燃焼させた際に発生する灰を用い、

前記冷却後の混合物をセメント原料として用いることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の水銀含有物質の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、セメント焼成装置のプレヒータの排ガスから回収したダストや、火力発電所で石炭を燃焼させた際に発生する灰等の水銀含有物質を処理する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年では様々なものを再利用する試みがなされているが、再利用の対象となる物質に有害成分が含まれる場合、この物質を再利用する前に予め有害成分を回収しておく必要がある。人体に悪影響を及ぼすと共に大気汚染を引き起こす虞がある水銀は、このような有害成分の代表例であり、水銀含有物質を再利用するにあたっては、当然のことながら水銀含有物質から水銀を予め回収しておく必要がある。

【0003】

ところで、セメント製造分野においても、様々なものを再利用する試みが積極的になされ、その中には水銀含有物質の再利用も含まれる。例えば、特許文献1には、セメント焼成装置のプレヒータの排ガスから回収したダスト（キルンダスト）や、火力発電所で石炭を燃焼させた際に発生する灰（石炭灰）をセメント原料として利用することが記載されている。キルンダストや石炭灰は水銀を含むため、同文献には、キルンダスト等を外熱式ロータリーキルン（外熱キルン）で間接加熱してキルンダスト等中の水銀を揮発させ、揮発した水銀を含むガスから水銀を回収し、外熱キルンで水銀が除去されて得られた水銀除去ダストをセメント原料として利用することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2016-108606号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献1に記載の処理方法では、水銀除去ダストを輸送管でセメント原料化工程に輸送する必要があるが、この輸送管の耐熱対策を不要としたり水銀除去ダストを安全に輸送するために、外熱キルンから排出された水銀除去ダストを冷却する必要がある。

【0006】

しかし、外熱キルンから排出される水銀除去ダストは高温であるため、例えば、水銀除去ダストを水で冷却する場合には、水銀除去ダストの温度を低下させるために大量の水が必要になり、冷却装置を大型化せざるを得ず、冷却に長時間を要するという問題があった。

【0007】

また、水銀除去ダストの溶融分が冷却によって固化し、外熱キルンの冷却帯等の冷却装置の内壁に付着し、冷却装置の閉塞を引き起こす虞もあった。

【0008】

そこで、本発明は、上記従来技術における問題点を鑑みてなされたものであって、水銀含有物質から水銀を揮発除去して得られる水銀除去物質を低コストかつ短時間で安定して冷却することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するため、本発明は、水銀含有物質の処理方法であって、水銀含有物質を加熱して該物質に含まれる水銀を揮発させ、該揮発した水銀を含むガスから水銀を回収

10

20

30

40

50

し、前記水銀含有物質から水銀を揮発させて得られる水銀除去物質を、該水銀除去物質より寸法の大きい固体状冷却媒体に接触させて冷却し、前記水銀除去物質と前記固体状冷却媒体とを分離し、該分離した固体状冷却媒体を再度前記水銀除去物質に接触させることを特徴とする水銀含有物質の処理方法。

#### 【0015】

本発明によれば、水銀除去物質を固体状冷却媒体と接触させて冷却するため、大量の水を使用しなくても水銀除去物質の温度を低下させることができ、水銀除去物質を低コストかつ短時間で冷却することができる。また、前記分離した固体状冷却媒体を再度前記水銀除去物質に接触させることで、冷却媒体の使用コストを低く抑えることができる。

#### 【0016】

また、前記分離した固体状冷却媒体から熱回収した後再度前記水銀除去物質に接触させれば、水銀含有物質の熱を有効利用することができる。

#### 【0017】

また、前記混合物から前記固体状冷却媒体を分離した後の水銀除去物質をさらに冷却することで、水銀除去物質を確実に冷却することが可能になる。

#### 【0018】

前記固体状冷却媒体として金属を用いることができる。これにより、前記水銀除去物質と前記固体状冷却媒体の混合物から該固体状冷却媒体を振動篩等を用いて分離することができると共に、熱伝導率の高い金属を用いることで効率よく冷却することができ、さらに金属によって固体表面に対する摩耗促進効果が生じるため、冷却装置にコーティングが発生するのを防止することができ、安定して水銀除去物質を冷却することができる。

#### 【0019】

前記水銀含有物質として、セメント焼成装置のプレヒータの排ガスから回収したダスト又は火力発電所で石炭を燃焼させた際に発生する灰を用い、前記冷却後の混合物をセメント原料として用いることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

以上のように、本発明によれば、水銀含有物質から水銀を揮発除去して得られる水銀除去物質を低コストかつ短時間で安定して冷却することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0021】

【図1】本発明に係る水銀含有物質の処理方法を実施するための装置の一例を示す全体構成図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0022】

次に、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。尚、以下では、本発明に係る水銀含有物質の処理方法を実施するための装置において、水銀含有物質としてセメント焼成装置のプレヒータの排ガスから回収したダスト（キルンダスト）を処理する場合を例にとって説明する。

#### 【0023】

図1は、本発明に係る水銀含有物質の処理方法を実施するための装置の一例を示し、この水銀含有物質の処理装置1は、キルンダストD1を貯留するホッパ2と、ホッパ2から供給されたキルンダストD1等を運搬するスクリュコンベア3と、スクリュコンベア3から供給された水銀含有ダストD3を間接加熱する外熱キルン4と、外熱キルン4から排出された水銀含有ガスG2から集塵するバグフィルタ5と、バグフィルタ5から排出された水銀含有ガスG3に空気Aを添加して水銀希釈ガスG4とするファン6と、水銀希釈ガスG4に含まれる水銀を吸着して回収する活性炭吸着塔7と、外熱キルン4から排出された水銀除去ダストD4を冷却用アルミニウム（固体状冷却媒体、以下「冷却媒体」と略称する。）Cと混合しながら冷却する冷却装置8と、冷却装置8から排出された混合物Mから冷却媒体C1を分離する振動篩装置9と、振動篩装置9から排出される冷却媒体C1

10

20

30

40

50

と熱交換を行う熱交換器10等を備える。

【0024】

加熱装置としての外熱キルン4は、回転式のキルン4aと、キルン4aを圍繞するように設けられ、高温ガス等の加熱媒体が導入されてキルン4aの外面を加熱するジャケット4bと、スクリーコンベア3から水銀含有ダストD3が供給されるダスト供給部4cと、キャリアガス供給装置（不図示）から供給されたキャリアガスG1が導入されるガス導入部4dと、水銀含有ダストD3から揮発した水銀を含む水銀含有ガスG2を排出するガス排出部4eと、水銀含有ダストD3から水銀が揮発除去された水銀除去ダストD4を排出するダスト排出部4fとを有する。

【0025】

外熱キルン4は、加熱対象物である水銀含有ダストD3を加熱媒体と接触させずに間接的に加熱する間接加熱装置である。水銀含有ダストD3の加熱装置として間接加熱装置である外熱キルン4を用いることで、ガス等の加熱媒体を大量に使用しなくても水銀含有ダストD3を均一に加熱することができるため、キャリアガスG1や水銀含有ガスG2の量を少なくすることができる。このため、これらのガスが通過する外熱キルン4、バグフィルタ5、活性炭吸着塔7を小型化することができる。また、水銀含有ダストD3と加熱媒体との接触により加熱媒体に水銀が含まれることを防止することができ、加熱媒体の処理を簡易なものとすることができる。

【0026】

また、外熱キルン4において、ガス排出部4eとダスト排出部4fとを別々に設けることで、水銀含有ダストD3中の水銀とダストとを別々に外熱キルン4から排出することができる。これにより、外熱キルン4に導入するキャリアガスG1を少量にしてもキルン4a内で揮発した水銀を水銀含有ガスG2として活性炭吸着塔7まで搬送することができ、外熱キルン4、バグフィルタ5及び活性炭吸着塔7に導入するガス量が減少し、これらの装置を小型化して設備コストを低減することができる。

【0027】

尚、外熱キルン4に代えて、水銀含有ガスG2と水銀除去ダストD4との排出部が共通するような加熱装置を用いることもできる。この場合において、水銀含有ガスG2中の水銀除去ダストD4の濃度が高くなった場合は、集塵装置で水銀除去ダストD4を回収して対応することができる。

【0028】

また、外熱キルン4に代えて他の種類の間接加熱装置を用いることができ、加熱対象物を加熱媒体と接触させて直接的に加熱する直接加熱装置を用いることもできる。さらに、キャリアガスG1としては、例えば、不活性ガスや空気を用いることができる。

【0029】

集塵装置としてのバグフィルタ5には、900℃程度までの耐熱性を有する高耐熱型のバグフィルタや、通常の耐熱性を有するバグフィルタを使用することができる。水銀含有ダストD3から水銀が除去されたダストの大部分はダスト排出部4fから排出されるが、このダストのうちの一部は水銀含有ガスG2と共にガス排出部4eから排出され、このようなダストはバグフィルタ5において回収される。尚、バグフィルタ5以外の集塵装置を用いることもできる。

【0030】

ファン6は、水銀含有ガスG3を希釈して水銀含有ガスG3の水銀濃度を活性炭吸着塔7での吸着に適した濃度（1,000mg/m<sup>3</sup>以下）に調整するために備えられる。ここで、ファン6から供給される空気Aの温度を20℃以上80℃以下にすることで、水銀含有ガスG3を希釈するだけでなく冷却することもでき、活性炭吸着塔7での吸着効率を高めることができる。尚、希釈用ガスであれば空気A以外のものを用いることができ、例えば、不活性ガスを用いることができる。

【0031】

水銀回収装置としての活性炭吸着塔7は、水銀希釈ガスG4中の水銀を吸着して回収す

10

20

30

40

50

るために備えられる。活性炭吸着塔 7 で使用される活性炭としては、市販の活性炭の中で水銀回収能力に特に優れる活性炭を選定することが望ましく、具体的には、水銀吸着用として調整された硫黄添着処理が施されている活性炭が好適である。尚、活性炭吸着塔 7 以外の水銀回収装置を用いることもできる。

#### 【0032】

冷却装置 8 は、外熱キルン 4 のダスト排出部 4 f から排出された水銀除去ダスト D 4 を、冷却媒体 C と接触させて冷却するために備えられる。この冷却装置 8 には、スクリーコンベア等のように、水銀除去ダスト D 4 を冷却媒体 C と接触させながら輸送し、ケーシングの外部を冷却水で冷却する構成のものを用いることができる。輸送可能な装置を用いることで、冷却しながら輸送することができる。

10

#### 【0033】

上記冷却装置 8 として、輸送機能を備えず、水銀除去ダスト D 4 と冷却媒体 C とを回転するパドルや羽根等を有するだけの装置を用いることもでき、さらに、水銀除去ダスト D 4 を冷却媒体 C と接触させながら冷却水等で間接的又は直接的に冷却する装置を用いることもできる。

#### 【0034】

分離装置としての振動篩装置 9 は、冷却装置 8 から排出された混合物 M から冷却媒体 C 1 を分離するために設けられる。分離装置として振動篩装置 9 以外の装置を使用することもできる。

#### 【0035】

熱回収装置としての熱交換器 10 は、振動篩装置 9 で分離された冷却媒体 C 1 と空気等のとの間で熱交換を行うことで冷却媒体 C 1 を冷却すると共に、冷却媒体 C 1 から熱回収するために設けられる。

20

#### 【0036】

次に、上記構成を有する装置を用いた、本発明に係る水銀含有物質の処理方法の一実施の形態について図 1 を参照しながら説明する。

#### 【0037】

外熱キルン 4 のジャケット 4 b に高温ガスを導入してジャケット 4 b を加熱し、高温になったジャケット 4 b がキルン 4 a の外面を加熱し、これによってキルン 4 a の内部が間接的に加熱される。次に、ホッパ 2 に貯留したキルンダスト D 1 を、スクリーコンベア 3 を介してダスト供給部 4 c からキルン 4 a に供給する。キルン 4 a に供給された水銀含有ダスト D 3 としてのキルンダストは、キルン 4 a の高温となった内面に接触して加熱され、キルンダストに含まれる水銀が揮発する。

30

#### 【0038】

一方、キャリアガス G 1 をガス導入部 4 d からキルン 4 a に導入し、キルン 4 a 内で揮発している水銀をキャリアガス G 1 によりガス排出部 4 e まで搬送し、これらを水銀含有ガス G 2 としてガス排出部 4 e から排出する。さらに、水銀含有ガス G 2 をバグフィルタ 5 に導入して集塵することで、水銀含有ガス G 2 を水銀含有ガス G 3 と水銀除去ダスト D 2 とに分離する。

#### 【0039】

バグフィルタ 5 から排出した水銀含有ガス G 3 にファン 6 から空気 A を添加し、水銀含有ガス G 3 を希釈して水銀希釈ガス G 4 とし、水銀希釈ガス G 4 中の水銀を活性炭吸着塔 7 で吸着して回収する。活性炭吸着塔 7 から排出した水銀除去ガス G 5 は、適切な排ガス処理をした後大気に放出する。一方、バグフィルタ 5 で回収した水銀除去ダスト D 2 は、スクリーコンベア 3 に戻し、スクリーコンベア 3 に供給したキルンダスト D 1 と共に水銀含有ダスト D 3 としてダスト供給部 4 c に供給する。

40

#### 【0040】

さらに、水銀含有ダスト D 3 から水銀が除去された水銀除去ダスト D 4 をダスト排出部 4 f から排出し、これを冷却媒体 C と共に冷却装置 8 に供給し、これらを互いに接触させて水銀除去ダスト D 4 を冷却する。その後、振動篩装置 9 において混合物 M を、水銀除去

50

ダストD4と昇温した冷却媒体C1に分離する。ここで、水銀除去ダストD4には水銀がほとんど含まれていないため、これをセメント原料として利用しても、セメントキルン排ガスの水銀濃度を増加させる虞がない。

#### 【0041】

一方、昇温した冷却媒体C1は、熱交換器10において熱回収及び冷却された後、冷却媒体C2として、水銀除去ダストD4の冷却用として循環ルート11を介して冷却装置8に戻されて再利用される。これにより、水銀除去ダストD4の熱を有効利用しながら、冷却媒体Cの使用コストを低く抑えることができる。

#### 【0042】

以上のように、上記実施の形態では、水銀除去ダストD4を冷却媒体Cと共に冷却装置8に供給することで、水銀除去ダストD4を冷却媒体Cに接触させて水銀除去ダストを冷却する。これにより、大量の水を使用することがなく、冷却装置8を小型化することができるため、水銀除去ダストD4の冷却に要するコストを低く抑えることができ、さらに、短時間で水銀除去ダストD4を冷却することができる。また、冷却媒体Cにより固体表面に対する摩耗促進効果が生じ、冷却装置8にコーティングが発生するのを防止することができる。

#### 【0043】

上記実施の形態において、外熱キルン4から排出される水銀除去ダストD4の温度は300℃以上550℃以下であり、この温度を冷却装置8で150℃以下まで低下させるのが好ましい。水銀除去ダストD4の冷却が不十分である場合には冷却装置8に戻して再度冷却を行うこともできる。また、冷却装置8の後段にさらに別途冷却装置を設けてもよい。

#### 【0044】

さらに、冷却媒体Cとしては、アルミニウム以外にも、他の金属や、セラミックを用いることができるが、冷却効率の観点から熱伝導率が高いものを用いることが好ましい。また、冷却媒体Cは、振動篩装置9で分離するため、水銀除去ダストD4よりも寸法が大きいものを選択する。但し、粒径が大き過ぎると熱交換に時間を要して冷却効果が低下するため、適切な寸法に設定される。冷却媒体Cの形状は、塊状や、球状、板状のものを用いることができる。

#### 【0045】

尚、熱交換器10は必須の構成要素ではなく、冷却媒体C1の熱を利用しない場合には、昇温した冷却媒体C1を自然冷却してもよい。

#### 【0046】

尚、上記実施の形態では、キルンダストD1を処理する場合について説明したが、火力発電所で石炭を燃焼させた際に発生する灰（石炭灰）等の水銀を含む物質であれば、その他の物質を処理することも可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0047】

- 1 水銀含有物質の処理装置
- 2 ホッパ
- 3 スクリューコンベア
- 4 外熱キルン
- 4 a キルン
- 4 b ジャケット
- 4 c ダスト供給部
- 4 d ガス導入部
- 4 e ガス排出部
- 4 f ダスト排出部
- 5 バグフィルタ
- 6 ファン

10

20

30

40

50

- 10

[illegible]

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 0 1 D 53/64 1 0 0

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 8 4 9 0 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 0 1 9 4 7 1 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 2 0 3 7 0 6 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 2 8 1 5 0 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 2 4 5 0 1 6 ( J P , A )  
特表平 0 8 - 5 0 1 6 0 1 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 0 5 5 3 4 5 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C 2 2 B 1 / 0 0