

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5911102号

(P5911102)

(45) 発行日 平成28年4月27日 (2016. 4. 27)

(24) 登録日 平成28年4月8日 (2016. 4. 8)

(51) Int. Cl.

F 1

**C 2 2 B 43/00 (2006. 01)**

C 2 2 B 43/00 1 0 1

**C 2 2 B 7/02 (2006. 01)**

C 2 2 B 7/02 Z A B A

**F 2 7 D 11/12 (2006. 01)**

F 2 7 D 11/12

**B 0 1 D 53/64 (2006. 01)**

B 0 1 D 53/64 1 0 0

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2012-202551 (P2012-202551)  
 (22) 出願日 平成24年9月14日 (2012. 9. 14)  
 (65) 公開番号 特開2014-55345 (P2014-55345A)  
 (43) 公開日 平成26年3月27日 (2014. 3. 27)  
 審査請求日 平成27年3月19日 (2015. 3. 19)

(73) 特許権者 000000240  
 太平洋セメント株式会社  
 東京都港区台場二丁目3番5号  
 (74) 代理人 100106563  
 弁理士 中井 潤  
 (72) 発明者 吉川 知久  
 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  
 (72) 発明者 輪達 仁司  
 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 酒井 英夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セメントキルンダストからの水銀回収方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セメントキルンダストを気流中で加熱し、

加熱後の前記セメントキルンダストを含むガスを、粗粉と、微粉を含むガスとに分離し、

該分離後の微粉を含むガスから該微粉を回収し、

該回収した微粉に含まれる未燃カーボンの量を1質量%以上20質量%以下に調整し、

該微粉にマイクロ波を照射して加熱し、

該微粉から揮発した水銀、及び前記微粉を回収した後のガスに含まれる水銀を回収することを特徴とするセメントキルンダストからの水銀回収方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、セメントキルン燃焼排ガスに含まれるダストから水銀を回収する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

セメントキルンの排ガスには、極微量の金属水銀 (Hg) が含まれている。その起源は、セメントの主原料である石灰石等の天然原料が含有する水銀の他、フライアッシュ等の多品種にわたるリサイクル資源に含まれる水銀である。今後、廃棄物のセメント原料化及

び燃料化によるリサイクルが推進され、廃棄物の処理量が増加するに従い、セメントキルン排ガス中の水銀濃度が増加する可能性が考えられる。

#### 【0003】

しかし、セメントキルンの排ガスに低濃度で含まれる水銀を、多量の排ガスから除去することは極めて困難であり、セメントキルンの排ガス中の水銀が増加すると、大気汚染の原因となる虞があるとともに、フライアッシュ等のリサイクル資源利用拡大の阻害要因となる虞もある。

#### 【0004】

そこで、従来、特許文献1等には、図2及び図3に示すような水銀回収システムが提案されている。

10

#### 【0005】

この水銀回収システム51が設置されているセメント製造設備21は、セメントキルン22、プレヒータ23、仮焼炉24、塩素バイパスシステムを構成するサイクロン25及びバッグフィルタ26等を備えるセメント焼成装置を備え、このセメント焼成装置に原燃料が投入されてクリンカが焼成される。

#### 【0006】

プレヒータ23からの排ガスG1には、天然原料やリサイクル資源に含まれる水銀が揮発しており、この排ガスG1は、廃熱ボイラ27、ファン28、調湿塔29、原料乾燥機30を経て電気集塵機（又はバッグフィルタ）31に導入され、排ガスG2に含まれるセメントキルンダスト（以下、「キルンダスト」という）KD1が回収される。キルンダストKD1を集塵した後の排ガスG3は、ファン32を経て煙突33から大気へ放出される。また、調湿塔29から排出されたダスト、原料乾燥機30で乾燥した後の原料、キルンダストKD1等には、排ガスG1の温度低下により水銀が付着している。

20

#### 【0007】

そこで、電気集塵機31で集塵したキルンダストKD1の一部を分取し、分取したキルンダストKD2を水銀回収システム51に導入する。その他のキルンダストKD3は、原料ミル35で粉砕されたセメント原料R1及び石炭灰CAと共に原料サイロ36に貯留された後、調合原料R2としてプレヒータ23に投入される。

#### 【0008】

水銀回収システム51は、図3に示すように、分取したキルンダストKD2を、セメントキルン22に付設されているクリンカクーラの抽気ガスや、熱風発生装置からの高温ガスHGの気流中で加熱する気流炉52と、気流炉52からのキルンダストKD2及び排ガスG14を、粗粉D11と、微粉D12を含む排ガスG15とに分離するサイクロン53と、サイクロン53からの微粉D12及び排ガスG15を冷却する1次ガス冷却器54と、冷却後の排ガスG16に含まれる微粉D14を集塵するバッグフィルタ55と、バッグフィルタ55の排ガスG17を冷却する2次ガス冷却器56と、誘引ファン57と、冷却後の排ガスG18から水銀を回収する水銀回収装置58とを備える。

30

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0009】

40

【特許文献1】特許第4527139号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

上記構成を有する水銀回収システム51において、キルンダストKD2を気流炉52に投入し、400℃～1100℃の高温ガスHGで加熱し、最終的に水銀回収装置58によってキルンダストKD2から揮発した水銀を回収する。しかし、サイクロン53で分離された粗粉D11の量は、キルンダストKD2全体の90%を占めるが、この粗粉D11には3%の水銀が含まれているため、この3%の水銀は水銀回収装置58において回収されずにプレヒータ23に戻される。また、バッグフィルタ55によって回収された残りの1

50

0 %の微粉D 1 5には2 7 %の水銀が含まれているため、全体として3 0 %もの水銀が水銀回収装置5 8で回収されずにプレヒータ2 3に戻されることとなり、水銀回収効率の面で改善の余地があった。尚、1 次ガス冷却器5 4からも微粉D 1 3が回収されるが、微量であるため、上記計算では考慮していない。

#### 【0 0 1 1】

上記に加え、キルンダストK D 2中の未燃カーボン量が多くなると、バッグフィルタ5 5によって回収された微粉D 1 5からの水銀回収効率が低下する傾向にあった。

#### 【0 0 1 2】

そこで、本発明は、上記従来の技術における問題点に鑑みてなされたものであって、セメントキルン燃焼ガスに含まれるダストから効率よく水銀を回収する方法を提供することを目的とする。

10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0 0 1 8】

上記目的を達成するため、本発明は、セメントキルンダストからの水銀回収方法であって、セメントキルンダストを気流中で加熱し、加熱後の前記セメントキルンダストを含むガスを、粗粉と、微粉を含むガスとに分離し、該分離後の微粉を含むガスから該微粉を回収し、該回収した微粉に含まれる未燃カーボンの量を1 質量%以上2 0 質量%以下に調整し、該微粉にマイクロ波を照射して加熱し、該微粉から揮発した水銀、及び前記微粉を回収した後のガスに含まれる水銀を回収することを特徴とする。

20

#### 【0 0 1 9】

本発明によれば、分離した微粉にマイクロ波を照射して加熱することで微粉に付着した水銀を揮発させ、セメントキルンダストから効率よく水銀を回収することができる。マイクロ波の照射により、特に、セメントキルンダストに含まれている未燃カーボンをより高温に加熱することができるため、未燃カーボンに含まれている水銀を効率よく揮発させて回収することができる。さらに、微粉に含まれる未燃カーボンの量を1 質量%以上2 0 質量%以下に調整することにより多くの水銀を効率よく揮発させて回収することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0 0 2 0】

以上のように、本発明によれば、セメントキルン燃焼ガスに含まれるダストから効率よく水銀を回収することができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0 0 2 1】

【図1】本発明に係るセメントキルンダストからの水銀回収方法を実施するためのシステムの一実施の形態を示す全体構成図である。

【図2】図1のシステム及び従来のセメントキルンダストからの水銀回収システムが設置されるセメント製造設備を示す全体構成図である。

【図3】従来のセメントキルンダストからの水銀回収システム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】

#### 【0 0 2 2】

次に、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

40

#### 【0 0 2 3】

図1は、本発明に係るセメントキルンダストからの水銀回収方法を実施するためのシステム（以下、「水銀回収システム」という）1を示し、この水銀回収システム1は、従来の水銀回収システム5 1と同様、図2に示したセメント製造設備2 1に設置することができる。

#### 【0 0 2 4】

この水銀回収システム1は、キルンダストK D 2を、高温ガスH Gの気流中で加熱する気流炉2と、気流炉2からのキルンダストK D 2及び排ガスG 4を、粗粉D 1と、微粉D 2を含む排ガスG 5とに分離する分級機としてのサイクロン3と、サイクロン3からの微

50

粉D 2を含む排ガスG 5を冷却するガス冷却器4と、冷却後の微粉D 4を集塵する固気分離装置としてのバッグフィルタ5と、バッグフィルタ5からの微粉D 5にマイクロ波を照射して加熱するマイクロ波加熱処理装置6と、バッグフィルタ5の排ガスG 7及びマイクロ波加熱処理装置6からの排ガスG 8を誘引する誘引ファン7と、誘引ファン7からの排ガスG 9から水銀を回収する水銀回収装置8とを備える。

【0025】

気流炉2は、図2のセメントキルン22に付設されているクリンカークーラの抽気ガスや、熱風発生装置からの高温ガスHGによって、気流中でキルンダストKD 2を加熱するために備えられ、下部に導入されたキルンダストKD 2が高温ガスHGによって加熱及び搬送され、上部から排出される。

10

【0026】

サイクロン3は、気流炉2から排出されたキルンダストKD 2及び排ガスG 4を、粗粉D 1と、微粉D 2を含む排ガスG 5とに分離するため備えられる。このサイクロン3の分級点は、0.8～15 μm程度である。尚、サイクロン3以外の分級機を用いることもできる。

【0027】

ガス冷却器4は、後段のバッグフィルタ5の耐熱温度、及び水銀回収装置8での水銀回収効率を考慮し、サイクロン3からの微粉D 2を含む排ガスG 5を冷却するために備えられ、ガス冷却器4に代えて熱交換器等を用いることもできる。

【0028】

20

バッグフィルタ5は、冷却後の微粉D 4を集塵するために備えられ、バッグフィルタ5に代えて電気集塵機等を用いることもできる。

【0029】

マイクロ波加熱処理装置6は、バッグフィルタ5からの微粉D 5にマイクロ波を照射して加熱するために備えられ、例えば2.45 GHzのマイクロ波を照射する。マイクロ波の周波数は、2.45 GHzに限定されることなく、微粉D 5を高周波誘導加熱し、微粉D 5から水銀を揮発させることができる周波数であればよい。

【0030】

水銀回収装置8は、排ガスG 9から水銀を回収するために備えられ、活性炭等を用いて水銀を吸着して回収することができる。活性炭等を用いる乾式の水銀回収装置8に代えて、湿式の水銀回収装置を用いることもできる。

30

【0031】

次に、上記構成を有する水銀回収システム1の動作について、図1を中心に参照しながら説明する。

【0032】

図2の電気集塵機31から排出されたキルンダストKD 1の一部を分取し、分取したキルンダストKD 2を気流炉2に投入し、400℃～1100℃の高温ガスHGで加熱する。これによって、キルンダストKD 2に付着していた水銀が揮発する。

【0033】

次に、気流炉2から排出されたキルンダストKD 2及び排ガスG 4をサイクロン3で粗粉D 1と、微粉D 2を含む排ガスG 5とに分離し、分離した粗粉D 1をプレヒータ23へ戻すと共に、微粉D 2を含む排ガスG 5をガス冷却器4によって冷却する。ガス冷却器4から回収された微粉D 3もプレヒータ23へ戻す。

40

【0034】

次いで、ガス冷却器4からの微粉D 4を含む排ガスG 6をバッグフィルタ5に導入し、微粉D 5を回収してマイクロ波加熱処理装置6に導入する。

【0035】

マイクロ波加熱処理装置6において、微粉D 5に2.45 GHz程度のマイクロ波を5W/g程度の強度で照射し、微粉D 5を400℃以上に加熱する。より好ましくは400～700℃に加熱する。マイクロ波加熱処理装置6の内部で微粉D 5を連続的に移動させな

50

がら、微粉D5に5～10分間にわたって連続的にマイクロ波を照射する。これによって、微粉D5に付着している水銀が揮発する。特に、微粉D5に含まれている未燃カーボンをマイクロ波の照射によって他の微粉よりも高温に加熱することができるため、未燃カーボンに含まれている水銀を効率よく揮発させることができると共に、未燃カーボンに付着したダイオキシン類等の有機塩素化合物を無害化することもできる。

#### 【0036】

上述のように、マイクロ波加熱によって未燃カーボンをより高温に加熱することができることを利用し、より多くの未燃カーボンがキルンダストKD2及び微粉D5に残留するように、微粉D5の未燃カーボン含有率を1～20質量％に調整する。未燃カーボンの調整方法としては、活性炭等のカーボン分を、電気集塵機31の前段で吹き込む方法、キルンダストKD2に添加する方法、ダストD5に添加する方法等が挙げられる。

10

#### 【0037】

水銀回収装置8によって、マイクロ波加熱処理装置6におけるマイクロ波の照射によって揮発した水銀、及びバグフィルタ5で分離した排ガスG7に含まれる水銀を活性炭等に吸着して回収する。水銀を回収した後の排ガスG10は、図2のセメントキルン22の排ガス系へ戻す。

#### 【0038】

表1は、上記水銀回収システム1又は従来の水銀回収システム51を用いた場合の水銀回収効率を比較したものである。水銀回収システム1を用いた場合を実施例とし、水銀回収システム51を用いた場合を比較例として示している。

20

#### 【0039】

#### 【表1】

|                  | 実施例        |              |          | 比較例        |              |          |
|------------------|------------|--------------|----------|------------|--------------|----------|
|                  | ダスト回収割合(%) | 水銀含有量(mg/kg) | 水銀分配率(%) | ダスト回収割合(%) | 水銀含有量(mg/kg) | 水銀分配率(%) |
| キルンダスト(KD2)      | —          | 10.2         | —        | —          | 10.2         | —        |
| 一次捕集ダスト(D1又はD11) | 90         | 0.34         | 3        | 90         | 0.34         | 3        |
| 二次捕集ダスト(D5又はD15) | 10         | 0.42         | 0.4      | 10         | 27.5         | 27       |
| 回収した水銀           | —          | —            | 96.6     | —          | —            | 70       |

30

#### 【0040】

上記水銀回収システム1において、サイクロン3で分離された粗粉D1の量は、キルンダストKD2全体の90％を占めるが、この粗粉D1には3％の水銀が含まれているため、この3％の水銀は水銀回収装置8において回収されずにプレヒータ23に戻される。この点については、従来の水銀回収システム51と同様である。

#### 【0041】

しかし、本発明では、バグフィルタ5によって回収された残りの10％の微粉D5には、マイクロ波加熱処理装置6によってバグフィルタ5からの微粉D5をマイクロ波の照射によって加熱したため、この微粉D5には、0.4％の水銀しか含まれておらず、全体として3.4％の水銀のみ水銀回収装置8で回収されずにプレヒータ23に戻されるに過ぎず、水銀回収効率を70％から96.6％と大幅に向上させることができる。尚、ガス冷却器4からも微粉D3が回収されるが、微量であるため、上記計算では考慮していない。

40

#### 【0042】

尚、上記実施の形態においては、水銀回収システム1にガス冷却器4を設けたが、サイクロン3の排ガスG5の温度や、バグフィルタ5の耐熱温度によっては、ガス冷却器4を削除することも可能である。

#### 【0043】

また、マイクロ波加熱処理装置6において、微粉D5を連続的に移動させながらマイクロ波を照射したが、必ずしも微粉D5を連続的に移動させる必要はなく、所定量の微粉D

50

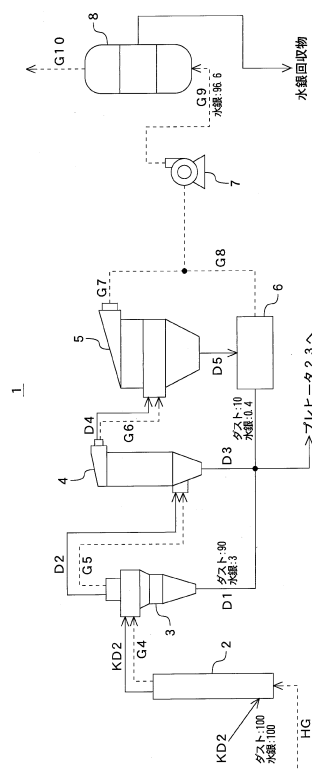
5の移動を停止させた状態でバッチ式で加熱処理することも可能である。

【符号の説明】

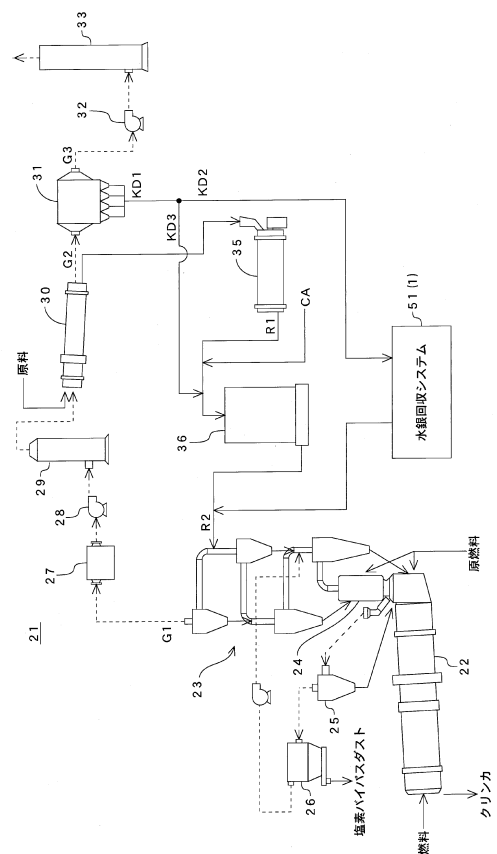
【0044】

- 1 水銀回収システム
- 2 気流炉
- 3 サイクロン
- 4 ガス冷却器
- 5 バッグフィルタ
- 6 マイクロ波加熱処理装置
- 7 誘引ファン
- 8 水銀回収装置
- D1 粗粉
- D2～D5 微粉
- G1～G10 排ガス
- HG 高温ガス
- KD1～KD3 キルンダスト

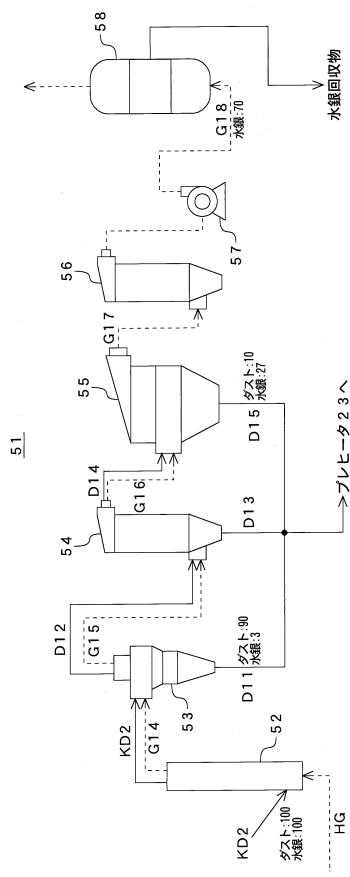
【図1】



【図2】



【図 3】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-088770 (JP, A)  
特開2007-130565 (JP, A)  
特開昭61-060840 (JP, A)  
特開昭62-151532 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C22B 43/00