

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5496734号
(P5496734)

(45) 発行日 平成26年5月21日 (2014. 5. 21)

(24) 登録日 平成26年3月14日 (2014. 3. 14)

(51) Int. Cl.	F I
C O 4 B 7/60 (2006. 01)	C O 4 B 7/60
B O 1 D 53/64 (2006. 01)	B O 1 D 53/34 1 3 6 A
B O 1 D 53/34 (2006. 01)	B O 1 D 53/34 Z A B

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-76680 (P2010-76680)	(73) 特許権者	000000240
(22) 出願日	平成22年3月30日 (2010. 3. 30)		太平洋セメント株式会社
(65) 公開番号	特開2011-207658 (P2011-207658A)		東京都港区台場二丁目3番5号
(43) 公開日	平成23年10月20日 (2011. 10. 20)	(74) 代理人	100106563
審査請求日	平成24年11月26日 (2012. 11. 26)		弁理士 中井 潤
		(72) 発明者	菅本 康德
			埼玉県熊谷市三ヶ尻5378 太平洋セメント株式会社技術開発センター内
		(72) 発明者	山口 修
			埼玉県熊谷市三ヶ尻5378 太平洋セメント株式会社技術開発センター内
		(72) 発明者	小賀坂 義史
			埼玉県熊谷市三ヶ尻5378 太平洋セメント株式会社技術開発センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セメントキルン排ガスの処理装置及び処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

セメントキルンの排ガスに含まれるダストを集塵する集塵装置と、
 該集塵装置で集塵されたダストをクリンカークーラの排ガスを利用して流動層を形成しながら加熱する流動層加熱装置と、
 該流動層加熱装置からの排ガスを除塵する除塵装置と、
 前記加熱によって揮発した水銀を回収する水銀回収装置とを備えることを特徴とするセメントキルン排ガスの処理装置。

【請求項2】

前記流動層加熱装置は、前記セメントキルンを含むセメント焼成装置からの排ガスが導入される加熱ジャケットと、前記クリンカークーラの排ガスを流動層加熱炉内に導入するダクトとを備えることを特徴とする請求項1に記載のセメントキルン排ガスの処理装置。

【請求項3】

セメントキルンの排ガスに含まれるダストを集塵し、
 該集塵によって得られたダストをクリンカークーラの排ガスを利用して流動層を形成しながら加熱し、
 該加熱後の排ガスを除塵し、
 前記加熱によって揮発した水銀を回収することを特徴とするセメントキルン排ガスの処理方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、セメント焼成設備を構成するセメントキルンから排出される燃焼排ガスから水銀を除去する装置及び方法に関する。

【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。

10

【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、例えば、特許文献1には、セメントの製造工程から排出される排ガス中に含まれる水銀等を効率よく除去し、水銀等を除去した集塵ダストをセメント原料に再利用するため、セメントキルン排ガスを集塵装置によって除塵した後、捕集した集塵ダストを加熱炉に導き、集塵ダスト中の水銀を揮発温度以上に加熱して揮発させ、その後、吸着剤等を用いて吸着して除去するセメント製造工程からの排ガスの処理方法が提案されている。

20

【0005】

また、特許文献2には、水銀等の重金属を含む焼成原料の焼成により生じるダストに含まれる重金属を効率的に除去するため、プレヒータ又はキルンの窯尻部から抽気した抽気ガスによって、前記ダストを重金属が揮発し得る温度以上の温度に加熱し、加熱したダストの一部と重金属を含む排ガスとを分離するサイクロンセパレータと、サイクロンセパレータの後段に接続され、ダストの残部と重金属を含む排ガスとを分離するバグフィルタと、バグフィルタの排ガスから重金属を除去する重金属除去塔とを備える重金属除去装置が記載されている。

30

【0006】

一方、飛灰等の重金属類を含有する粉状廃棄物を無害化するため、特許文献3には、縦型円筒状容器の側面にヒータが設けられ、下部には、粉状廃棄物を流動化させるガスの吹込口、底部には、分散板及び加熱処理した粉状廃棄物の排出口、上部には、廃棄物の投入口及びガス排出口、内部には、粉状廃棄物の攪拌翼が設けられた粉状廃棄物の加熱器を用いて加熱した後、重金属安定剤と水を加えて混練する飛灰等の重金属類を含有する粉状廃棄物の無害化方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

40

【特許文献1】特開2002-355531号公報

【特許文献2】特開2009-30883号公報

【特許文献3】特開2006-26571号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、上記特許文献1に記載の処理方法においては、セメントキルン排ガスを集塵装置によって除塵した後、捕集した集塵ダストを加熱炉に導き、集塵ダスト中の水銀を揮発させて除去するため、新たな熱源が必要になるとともに、集塵ダストを加熱炉の外周によって間接的に加熱するため、排ガス中の水銀量を効率よく低減することができないという

50

問題があった。

【0009】

一方、特許文献2に記載の重金属除去装置では、気流のみでダストの加熱を行うため、セメント焼成装置から熱源として抽気するガス量が多くなり、セメント焼成装置の安定運転を阻害する虞があるとともに、後段の固気分離装置が処理すべきガス量も多くなり、固気分離装置が大型化して装置コストの上昇に繋がるという問題もあった。

【0010】

また、特許文献3に記載の処理方法においても、飛灰等の重金属類を含有する粉状廃棄物の加熱のための熱源を必要とするため、装置コスト及び運転コストが嵩むという問題があった。

10

【0011】

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、セメント焼成装置の安定運転を維持しながら、低コストで、セメントキルンから排出される燃焼排ガスから効率よく水銀を除去することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するため、本発明は、セメントキルン排ガスの処理装置であって、セメントキルンの排ガスに含まれるダストを集塵する集塵装置と、該集塵装置で集塵されたダストをクリンカクーラの排ガスを利用して流動層を形成しながら加熱する流動層加熱装置と、該流動層加熱装置からの排ガスを除塵する除塵装置と、前記加熱によって揮発した水銀を回収する水銀回収装置とを備えることを特徴とする。

20

【0013】

そして、本発明によれば、セメントキルン排ガスに含まれるダストの加熱手段として加熱効率の高い流動層加熱装置を採用したため、水銀を効率よく揮発させることができるとともに、流動層加熱装置において流動層を形成するためのガス量は少なく済むため、クリンカクーラの排ガスを加熱に用いた場合でも、セメント焼成装置の安定運転維持に与える影響は小さく、さらに、後段の除塵装置の処理能力を低く抑えることもできるため、除塵装置を大型化する必要もなく、装置コストを低く抑えることもできる。

また、クリンカクーラの排ガスを加熱に用いることで、プレヒータ等における温度制御に乱れを生じさせることなくセメントキルンの安定運転を維持することができるとともに、クリンカクーラの排ガスの含塵量は、プレヒータの排ガスに比較して十分に低いため、後段の除塵装置にかかる負担を大幅に軽減することができ、活性炭吸着塔を設けた場合には、活性炭の吸着性能の低下を抑えることができ好ましい。

30

【0014】

前記セメントキルン排ガスの処理装置において、前記流動層加熱装置を、前記セメントキルンを含むセメント焼成装置からの排ガスが導入される加熱ジャケットと、前記クリンカクーラの排ガスを流動層加熱炉内に導入するダクトとで構成することができる。これにより、クリンカクーラの高温の排ガスを流動層の形成にも利用し、セメントキルン排ガスに含まれるダストをより効率よく加熱し、水銀をさらに効率よく揮発させることができる。

40

【0016】

また、本発明は、セメントキルン排ガスの処理方法であって、セメントキルンの排ガスに含まれるダストを集塵し、該集塵によって得られたダストをクリンカクーラの排ガスを利用して流動層を形成しながら加熱し、該加熱後の排ガスを除塵し、前記加熱によって揮発した水銀を回収することを特徴とする。本発明によれば、上記発明と同様に、水銀を効率よく揮発させることができるとともに、クリンカクーラの排ガスを加熱に用いた場合でも、セメント焼成装置の安定運転維持に与える影響は小さく、除塵装置を大型化する必要もなく、装置コストを低く抑えることもできる。

【発明の効果】

【0017】

50

以上のように、本発明によれば、セメント焼成装置の安定運転を維持しながら、低コストで、セメントキルンから排出される燃焼排ガスから効率よく水銀を除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明にかかるセメントキルン排ガスの処理装置の一実施の形態を説明するためのフローチャートである。

【図2】図1のセメントキルン排ガスの処理装置に用いられる流動層加熱装置を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0019】

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。

【0020】

図1は、本発明にかかるセメントキルン排ガスの処理装置の一実施の形態を示し、この処理装置1は、セメント焼成装置2に付設され、セメントキルン排ガスG1に含まれるダストを集塵する電気集塵装置7と、クリンカクーラ4から延設されたクーラ抽気ダクト（仮焼炉6に連結される2次空気ダクト）から分岐するクーラ抽気ダクト11と抽気ガスG2のガス温度を調整するガス温度調整装置12と、電気集塵装置7で集塵されたダスト（以下、「EPダスト」という）D1を温度調整されたガスG3を用いて流動層を形成しながら加熱する流動層加熱装置8と、流動層加熱装置8から排出されたガスG4を除塵する

20

【0021】

セメント焼成装置2を構成するセメントキルン3、クリンカクーラ4、プレヒータ5及び仮焼炉6、並びに電気集塵装置7については、セメント製造装置で一般的に用いられているものであり、これらについての詳細説明は省略する。尚、電気集塵装置7の前段には、プレヒータ5に供給するセメント原料Rを生成するための原料系の設備等が配置される。

【0022】

ガス温度調整装置12は、クーラ抽気ダクト11から分取された抽気ガスG2の温度を、550℃～600℃に調整するために設けられる。

30

【0023】

流動層加熱装置8は、EPダストD1を加熱するために設けられ、図2に示すように、縦型円筒状容器の側面に設けられる加熱ジャケット8aと、EPダストD1を流動させるためにガスG8を均一に吹き込むための複数のガス吹込口（不図示）を有する分散板8bと、EPダストD1を投入するためのダスト投入口8cと、加熱処理したEPダストD2を排出するためのダスト排出口8dと、加熱に用いた後のガスG4を排出するためのガス排出口8eと、EPダストD1の流動層を形成するための攪拌装置13又は振動装置14とで構成される。流動層加熱装置8には、図示を省略するが、上記各ガスG3、G4、G8を供給又は排出するためのダクトが連結される。

40

【0024】

図1に戻り、バグフィルタ9は、ガスG4を集塵するために備えられる。このバグフィルタ9は、200℃以上で使用可能であればよいが、450℃以上で使えるものが好ましい。例えば、ハニカムセル化した棒状のセラミック管を複数配列したものや、シート状のセラミックスフィルタを用いたものなど、様々なタイプのものが開発されているが、本発明においては、ガスG4に含まれる微粒子を集塵し得るものであれば、フィルタのタイプは特に限定されない。

【0025】

水銀回収装置10は、ガスG5から水銀を回収するために備えられる。尚、ガスG5は温度調節装置15により100℃～150℃に調節される。水銀回収装置10としては、

50

一般的な吸着剤により水銀を吸着回収するガス吸着装置を用いることができ、より具体的には、乾式法として、活性炭や活性コークスなどの多孔質吸着媒体を固定層式又は移動層式の装置に充填し、これに通ガスすることで、ガス中に含まれる水銀を吸着回収する方法、キレート樹脂等の水銀を選択的に吸着する媒体を固定層式の装置に充填し、これに水銀を通ガスすることで、ガス中に含まれる水銀を吸着回収する方法等があり、湿式法として、スクラバーやスプレー塔等の湿式洗浄装置により水銀含有ガスを洗浄し、水銀を液相側にて回収する方法等を用いることができる。その他、水銀含有ガスの深度冷却による凝集析出法を用いることもできる。

【0026】

次に、上記構成を有するセメントキルンの排ガス処理装置1の動作について、図1及び図2を参照しながら説明する。

10

【0027】

セメントキルン3の運転時に、プレヒータ5に供給されたセメント原料Rは、プレヒータ5で予熱され、仮焼炉6で仮焼された後、セメントキルン3にて焼成されてセメントクリンカが生成される。一方、セメントキルン3から排出された排ガスG1は、セメントキルン3の窯尻部3a、仮焼炉6を経てプレヒータ5から排出され、ファン等（不図示）を介して電気集塵装置7に導入される。そして、電気集塵装置7で捕集したEPダストD1の一部を、このEPダストD1に含まれる水銀を除去するために流動層加熱装置8に供給する。

【0028】

20

一方、クリンカクーラ4からクーラ抽気ダクト11を介して排ガスを抽気し、この抽気ガスG2をガス温度調整装置12によって550℃～600℃となるように温度調整した後、温度調整されたガスG3を流動層加熱装置8の加熱ジャケット8aに供給する。そして、このガスG3と、流動層加熱装置8の底部の分散板8bから均一に供給されるガスG8によって、流動層加熱装置8に供給されたEPダストD1を流動層を形成しながら350～450℃に加熱し、EPダストD1に含まれる水銀を揮発させる。加熱ジャケット8aから排出されるガスG7の一部はセメントキルン3系に戻され、残りはクーラ抽気ダクト11に戻され加熱源として再利用される。流動層加熱装置8から排出されるダストD2は、セメントキルン3の原料系に戻される。

【0029】

30

一方、水銀を含むガスG4は、バグフィルタ9に導入され、バグフィルタ9で回収されたダストD3は、セメント原料Rとして利用したり、流動層加熱装置8に供給して再加熱する。

【0030】

次いで、バグフィルタ9から排出されたガスG5を水銀回収装置10に導入し、ガスG5中の水銀を回収する。水銀回収装置10で水銀が回収されて無害化したガスG6はセメントキルン3系に戻す。

【0031】

以上のように、本実施の形態によれば、加熱効率に優れる流動層加熱装置8を用いるため、水銀を効率よく揮発させることができるとともに、流動層加熱装置8の加熱源としてクリンカクーラ4からの抽気ガスG2を利用して電気集塵装置7で捕集したEPダストD1を加熱するため、セメント焼成装置2の安定運転を阻害することもない。また、流動層加熱装置8において流動層を形成するためのガス量は少なく済むため、バグフィルタ9及び水銀回収装置10の処理能力を低く抑えることができ、装置コストを低減することもできる。

40

【0032】

尚、上記実施の形態においては、セメントキルン3の排ガスに含まれるダストを捕集するために電気集塵装置7を設けたが、電気集塵装置7に代えて、バグフィルタ、サイクロン、移動式集塵装置等を配置し、これらの集塵装置によってセメントキルン3の排ガスに含まれるダストを捕集し、流動層加熱装置8に供給するようにしてもよい。

50

【0033】

また、流動層加熱装置8の熱源として、クリンカクーラ4からの抽気ガスG2以外に、プレヒータ5の上から2段目又は3段目のサイクロンの排ガスを利用することもできる。この場合でも、流動層加熱装置8において流動層を形成するためのガス量は少なく済むため、セメント焼成装置2の安定運転維持に与える影響は小さい。但し、サイクロン内部において、ダスト濃度の比較的少ない天板から排ガスを抜き出したとしても、ダスト濃度が、 800 g/Nm^3 程度とかなり高いため、セメント焼成装置2の安定運転やバグフィルタ9等の装置コストの観点から緻密な管理が要求される。

【0034】

一方、クリンカクーラ4の抽気ガスG2であれば、ダスト濃度が、高くても数十 g/Nm^3 程度とプレヒータ5の排ガスに比べると十分に低いため、上述のような緻密な管理が不要で、バグフィルタ9にかかる負担を軽減することができ、また、水銀回収手段として活性炭吸着塔を採用した場合において、活性炭の吸着性能を悪化させることもない。

【実施例】

【0035】

直径0.5m、高さ0.5mの流動層加熱器を試作してEPダストの加熱を行った。揮発した水銀を含む排ガスはバグフィルタにて除塵した後、排ガス温度を 100°C 以下に調整し、活性炭層で揮発水銀を吸着除去した。

【0036】

加熱器については、EPダストは粒径が細かく、流動層形成ガス（流動層加熱器下部から分散板を通して供給されるガス）のみでは流動層が形成され難いため、加熱器上部に攪拌機を設置し、加熱器内部を攪拌することで安定した流動層を得られるように工夫した。また、熱ガスにより外壁加熱が可能となるように加熱ジャケットを設置した。

【0037】

EPダストとしては、既存のセメント製造装置の電気集塵機にて捕集した物を用いた。EPダストは上部から加熱器へ供給して加熱後に下部より排出した。処理量は 30 kg/h とし、 380°C まで加熱して水銀を揮発させた。

【0038】

EPダストの加熱は、外部加熱（加熱器外壁から）と内部加熱（流動層形成ガスから）を組み合わせで行った。加熱源としては 600°C の熱ガスを使用して、加熱器手前で外壁加熱用ガスと流動層形成用ガスとに分岐して供給した。各々の風量は、外壁加熱用が $36\text{ Nm}^3/\text{h}$ 、流動層形成用に $30\text{ Nm}^3/\text{h}$ とした。

【0039】

一方、比較例として、EPダストを加熱するため、加熱源として $600^\circ\text{C} \times 75\text{ Nm}^3/\text{h}$ の熱ガスを使用し、気流中で加熱した。熱ガスの風量は気流によるダスト搬送を考慮して決定した。

【0040】

この比較例においてもEPダストの処理量を 30 kg/h とし、 420°C まで加熱して水銀を揮発させた。EPダストを含んだ熱ガスは、サイクロンにて固気分離した後、揮発した水銀を含む排ガスはバグフィルタにて除塵した。排ガス温度を 100°C 以下に調節し、活性炭層で揮発水銀を吸着除去した。

【0041】

上記実施例及び比較例におけるEPダストの加熱による水銀揮発に関するデータを表1に示す。同表に示すように、実施例としての流動層加熱は、比較例の気流加熱よりも低い加熱温度でも同様の水銀揮発率が得られ、効率よく水銀を揮発させることができるのが確認された。

【0042】

【表 1】

		流動層加熱	気流加熱
加熱温度	℃	3 8 0	4 2 0
投入ダスト中水銀量	mg/h	9 0 . 0	9 0 . 0
加熱後ガス中水銀量	mg/h	8 6 . 9	8 7 . 4
加熱後ダスト中水銀量	mg/h	3 . 1	2 . 6
水銀揮発率	%	9 6 . 6	9 7 . 1

10

【 0 0 4 3 】

次に、上記実施例及び比較例における活性炭層に関する試験データを表 2 に示す。尚、S V 値は水銀吸着に必要とされる一般的な数値を設定した。

【 0 0 4 4 】

【表 2】

		流動層加熱	気流加熱
S V	1/h	3 0 0 0	3 0 0 0
処理風量	Nm ³ /h	3 0	7 5
活性炭充填量	m ³	0 . 0 1 0	0 . 0 2 5
入口水銀濃度	mg/Nm ³	0 . 6 2 5 0	0 . 2 5 0 0
出口水銀濃度	mg/Nm ³	0 . 0 0 5 0	0 . 0 0 2 7
水銀除去率	%	9 9 . 2	9 8 . 9

20

【 0 0 4 5 】

同表より、流動層加熱は気流加熱と比較して処理風量を少なくできるため、活性炭充填量を 4 0 % 減らしても同様の水銀除去率を得られた。これにより、装置の運転コストが低減できることが確認された。また、処理風量を少なくすることによってバグフィルタや活性炭層等の排ガス処理設備をコンパクトにすることができ、装置コストを低減できる。以上のように、本発明の水銀処理装置によれば、セメント焼成装置 2 の安定運転を維持しながら、低コストで、効率よく水銀を揮発除去することができる。

30

【符号の説明】

【 0 0 4 6 】

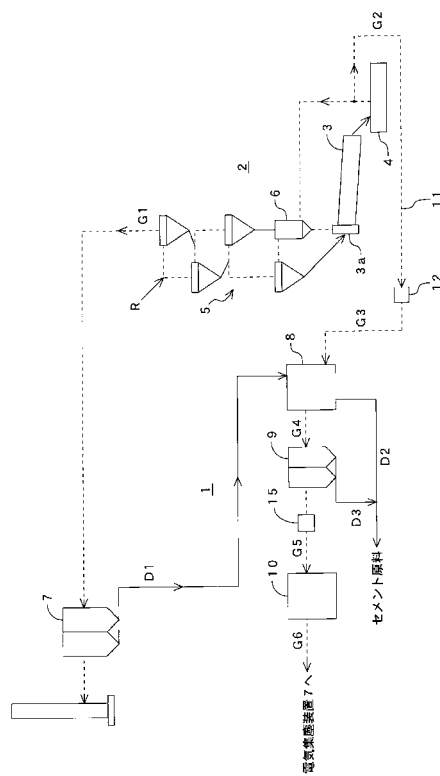
- 1 セメントキルン排ガスの処理装置
- 2 セメント焼成装置
- 3 セメントキルン
- 3 a 窯尻部
- 4 クリンカクーラ
- 5 プレヒータ
- 6 仮焼炉
- 7 電気集塵装置
- 8 流動層加熱装置
- 8 a 加熱ジャケット
- 8 b 分散板
- 8 c ダスト投入口
- 8 d ダスト排出口
- 8 e ガス排出口
- 9 バグフィルタ
- 1 0 水銀回収装置

40

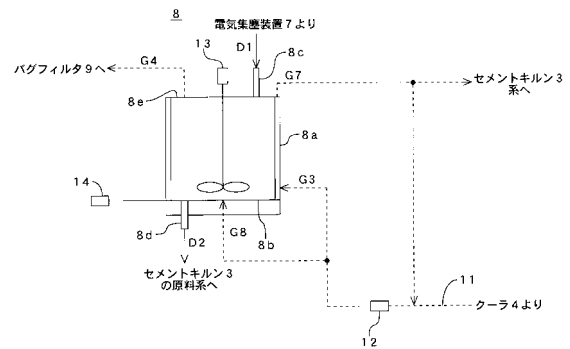
50

- 1 1 クーラ抽気ダクト
- 1 2 ガス温度調整装置
- 1 3 攪拌装置
- 1 4 振動装置
- 1 5 温度調節装置
- D 1 E P ダスト
- D 2 ～ D 3 ダスト
- G 1 セメントキルン排ガス
- G 2 抽気ガス
- G 3 ～ G 8 ガス
- R セメント原料

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

審査官 末松 佳記

- (56)参考文献 特開2009-203117 (JP, A)
特開2005-270874 (JP, A)
特開2002-355531 (JP, A)
特開2009-030883 (JP, A)
特開2009-234869 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C04B 7/00-7/60
B01D 53/64