



(21)申請案號：100146501

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 15 日

(51)Int. Cl. : **B01D53/08 (2006.01)****B01D53/14 (2006.01)****B01D53/64 (2006.01)**

(30)優先權：2010/12/17 美國

61/424,149

(71)申請人：亞比馬利股份有限公司 (美國) ALBEMARLE CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：劉新 LIU, XIN (CN)；米勒 瓊 E MILLER, JON E. (US)；唐忠 TANG, ZHONG (CN)；周昆輝 ZHOU, QUNHUI (US)；張吟之 ZHANG, YINZHI (CN)；薩爾斯 卡拉 M THALLS, KARA M. (US)

(74)代理人：何金塗；王彥評

(56)參考文獻：

JP 2002-355531A

US 5264013

US 2009/0193968A1

審查人員：李嘉修

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：2 共 20 頁

(54)名稱

水泥工廠的汞排放的減少之方法

METHOD OF REDUCTION OF MERCURY EMISSIONS FROM CEMENT PLANTS

(57)摘要

本發明提供了用於減少水泥工廠的汞排放的方法，所述之水泥工廠至少包括窯爐、微粒收集裝置、收集的微粒、廢氣流、加熱器和汞洗滌器，其中所述之加熱器和所述之汞洗滌器位於所述之窯爐的上游。所述之方法包括：使所述之所收集的微粒引導通過所述之加熱器，從而由所述之所收集的微粒形成揮發性汞物種；引導所述之所收集的微粒由所述之加熱器順流朝向所述之窯爐；以及使所述之揮發性汞物種引導至所述之汞洗滌器。

所述之廢氣流離開所述之微粒收集裝置，並且未引導進入到所述之加熱器中。可任選的步驟包括在所述之窯爐和所述之微粒收集裝置之間的一個或多個位點處注射汞吸著劑(mercury sorbent)。

This invention provides methods for reducing emissions of mercury from a cement plant comprising at least a kiln, a particulate collection device, collected particulates, an exhaust gas stream, a heater, and a mercury scrubber, wherein the heater and mercury scrubber are upstream from the kiln. The methods comprise directing the collected particulates through the heater, to form volatilized mercury species from the collected particulates; directing the collected particulates from the heater downstream toward the kiln; and directing the volatilized mercury species to the mercury scrubber.

The exhaust gas stream exits the particulate collection device and is not directed into the heater. Optional steps include injecting a mercury sorbent at one or more points between the kiln and the particulate collection device.

指定代表圖：

符號簡單說明：

2 . . . 原材料磨

6 . . . 窯爐

8d . . . 原材料供料

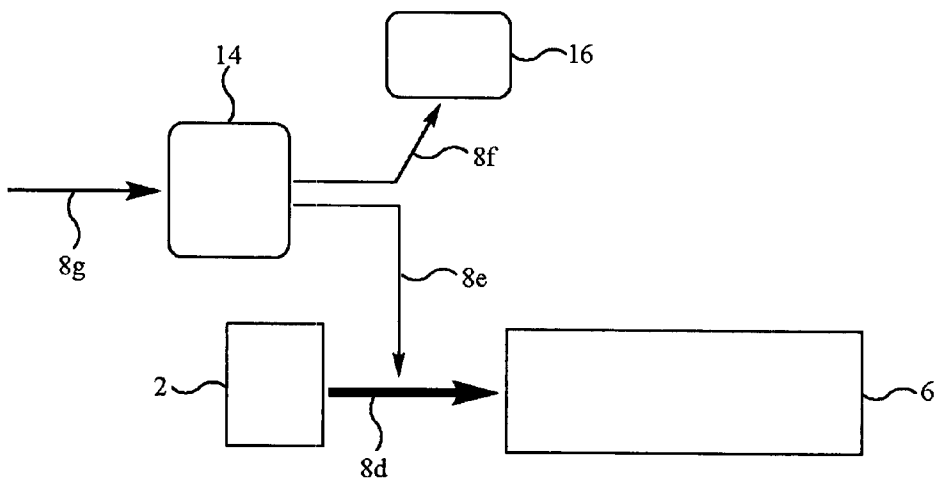
8e . . . 收集的微粒

8f . . . 揮發性汞和
小微粒的氣流

8g . . . 收集的微粒

14 . . . 加熱器

16 . . . 汞洗滌器



第 2B 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100146501

※ 申請日：100.12.15

※IPC 分類：B01D 53/08 (2006.01)

B01D 53/14 (2006.01)

B01D 53/64 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

水泥工廠的汞排放的減少之方法

METHOD OF REDUCTION OF MERCURY EMISSIONS
FROM CEMENT PLANTS

二、中文發明摘要：

本發明提供了用於減少水泥工廠的汞排放的方法，所述之水泥工廠至少包括窯爐、微粒收集裝置、收集的微粒、廢氣流、加熱器和汞洗滌器，其中所述之加熱器和所述之汞洗滌器位於所述之窯爐的上游。所述之方法包括：

使所述之所收集的微粒引導通過所述之加熱器，從而由所述之所收集的微粒形成揮發性汞物種；

引導所述之所收集的微粒由所述之加熱器順流朝向所述之窯爐；以及

使所述之揮發性汞物種引導至所述之汞洗滌器。

所述之廢氣流離開所述之微粒收集裝置，並且未引導進入到所述之加熱器中。可任選的步驟包括在所述之窯爐和所述之微粒收集裝置之間的一個或多個位點處注射汞吸著劑(mercury sorbent)。

三、英文發明摘要：

This invention provides methods for reducing emissions of mercury from a cement plant comprising at least a kiln, a particulate collection device, collected particulates, an exhaust gas stream, a heater, and a mercury scrubber, wherein the heater and mercury scrubber are upstream from the kiln. The methods comprise

directing the collected particulates through the heater, to form volatilized mercury species from the collected particulates;

directing the collected particulates from the heater downstream toward the kiln; and

directing the volatilized mercury species to the mercury scrubber.

The exhaust gas stream exits the particulate collection device and is not directed into the heater. Optional steps include injecting a mercury sorbent at one or more points between the kiln and the particulate collection device.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 2B 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2	原 材 料 磨
6	窯 爐
8d	原 材 料 供 料
8e	收 集 的 微 粒
8f	揮 發 性 汞 和 小 微 粒 的 氣 流
8g	收 集 的 微 粒
14	加 熱 器
16	汞 洗 滌 器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及水泥工廠的汞排放的減少。

【先前技術】

在美國，對汞排放的來源進行調查得到的結果是確認了水泥生產設備為汞排放的大量來源。目前，水泥工廠是美國第4大汞排放的來源。美國環境保護署(EPA)提出了限定水泥工廠排放汞的規定。所提出的規定對由現有的水泥工廠排放的汞進行了首要的限定，並對新的工廠加強了這種限定。所提出的規定對於現有的來源設定了汞排放的限定，其為26磅的汞/百萬噸供料(~13 kg/百萬噸)或43磅的汞/百萬噸的生產爐渣(~21.5 kg/百萬噸)。對於新的水泥工廠，汞排放的限定為14磅的汞/百萬噸的生產爐渣(~7.0 kg/百萬噸)。所提出的規定被設定在2013年開始生效。EPA估計當所述之規定被完全實施時，每年由水泥工廠排放的汞將減少至少81%。

已知，可以將活化碳注射到包含汞蒸氣的氣流中。當汞蒸氣與活化碳顆粒接觸時，汞被捕獲並被活化碳顆粒保持。然後通過微粒收集裝置(例如靜電除塵器或濾式篩檢程式)來收集所述之顆粒。由活化碳顆粒捕獲的汞表現為與所述之顆粒穩定地結合。在水泥工廠的操作中，由控制裝置捕獲的微粒通常被回收利用於水泥生產工藝中。

在水泥工廠中，汞由原材料中揮發。大部分揮發的汞最後處於水泥粉塵中。通常，得自於水泥生產工藝的

廢氣流包含微粒，並且這些微粒通常通過微粒收集裝置（通常為纖維篩檢程式或靜電除塵器）收集。得自於水泥生產工藝的收集微粒（其包含水泥粉塵）由微粒收集裝置回收利用，並用作原材料供料的一部分，其中當對原材料進行加熱時，汞再次揮發。因此，在原材料供料中迴圈利用的水泥粉塵不斷地將汞再次引入到水泥生產工藝中並由此進入到水泥粉塵以及伴隨的廢氣流中。

此外，廢氣本身有時會被回收利用於水泥生產工藝中。廢氣通常包含少量的汞；將廢氣返回至原料磨將額外的汞引入到原材料供料中。

相對廉價且有效地減少由水泥工廠排放的汞的方式是相當理想的。

【發明內容】

本發明提供了以較低的成本來減少水泥工廠的汞排放的方法。一個益處在於可以將本文所提供的方法引入到現有的水泥工廠中而無需大規模的重新配置。本文所述方面的另一個益處在於會在水泥製造工藝的早期除去汞，這可以減少在下游對額外汞進行控制的需要。

本發明的實施方案為減少水泥工廠的汞排放的方法，其中所述之加熱器和汞洗滌器位於窯爐的上游，其中所述之工廠至少包含窯爐、微粒收集裝置、收集的微粒、廢氣流、加熱器和汞洗滌器。所述之方法包括：

使所述之所收集的微粒引導通過所述之加熱器，從而形成得自於所述之所收集的微粒的、揮發性汞物種；

引導所述之所收集的微粒由所述之加熱器順流朝向

所述之窯爐；以及

使所述之揮發性汞物種引導至所述之汞洗滌器。

所述之廢氣流離開微粒收集裝置中，並且未被引導於所述之加熱器。可任選的步驟是在窯爐與微粒收集裝置之間的一個或多個位點出注射汞吸著劑 (mercury sorbent)。

本發明的這些以及其他實施方案和特徵將通過隨後的說明、附圖和所附的請求項書而更加顯而易見。

如整個檔中所用，術語“收集的微粒”是指通過水泥工廠的微粒收集裝置收集的微粒，並包括水泥粉塵。

水泥工廠的構造不同，但是通常具有幾個特徵。示出了相關部件的水泥工廠的一般構造示於第1圖中。在具有原材料磨和預熱塔的水泥工廠中，得自於原材料磨2(原料磨)的原材料供料8d被供入到預熱塔4(常稱為預煨燒塔)的頂部，並且得自於預熱塔4的原材料供料8d被供入到窯爐6中。爐渣在窯爐中生產，並由窯爐排出。氣流8a離開窯爐6。氣流8a進入到預熱塔4的頂部，並由預熱塔4的頂部離開。然後，廢氣流8b在一定條件下的塔中通常被水冷卻，並且經冷卻的廢氣流8b轉而進入到微粒收集裝置10中。在通過微粒收集裝置10後，廢氣流8c通過煙囪12離開水泥工廠。

該圖不應該被解釋為限定了本發明。例如，本文所述之方法適用於不具有原材料磨和/或預熱塔的水泥工廠。

在整個檔中，短語“順流朝向窯爐”是指對於回收利

用的所收集的微粒的各種可能的組合。所收集的微粒可以在加熱器下游的任何位點處與原材料供料結合，其中所述之收集的微粒正由加熱器離開。備選地，經收集的微粒可以回收利用於原料磨中，而並非進入到原材料供料中。在具有預熱塔的水泥工廠中，所收集的微粒可以在預熱塔之前或預熱塔之後與原材料供料結合。在其他的實施方案中，所收集的微粒可以直接回收利用於窯爐中。短語“順流朝向窯爐”涵蓋了所有這些可能。

【實施方式】

在本發明的方法中，減少了水泥工廠的汞排放。水泥工廠至少包括窯爐、微粒收集裝置、收集的微粒、廢氣流、加熱器和汞洗滌器，其中加熱器和汞洗滌器位於窯爐的上游。在所述之方法中，將所收集的微粒引導通過加熱器。在加熱器中，所收集的微粒被加熱至足以使所述之所收集的微粒中存在的汞發生揮發的高溫，其由所收集的微粒形成了揮發性的汞物種。引導所收集的微粒順流朝向窯爐，其中它們通常與原材料供料結合，或者被引入到原料磨、預熱塔或窯爐中；優選的是，所收集的微粒被引入到窯爐中。通常為氣流中的揮發性汞物種被引導至汞洗滌器，其通常自氣流中除去汞。

通常，得自水泥製造工藝的微粒被廢氣流攜帶至微粒收集裝置，其中微粒由廢氣流中除去。如之前所述，所收集的微粒被引導至加熱器，但是廢氣流離開微粒收集裝置並且未引導至加熱器。

本發明的另一個方面為減少水泥工廠的汞排放，其

中所述之工廠至少包括窯爐、微粒收集裝置、收集的微粒和廢氣流。所述之方法包括：

將加熱器置於所述之窯爐的上游，使得所述之所收集的微粒將通過所述之加熱器而順流至所述之窯爐；

將汞洗滌器置於所述之加熱器的下游，使得由所述之所收集的微粒形成的所述之揮發性汞物種可以由所述之加熱器進入到所述之汞洗滌器；

使所述之所收集的微粒引導通過所述之加熱器，從而由所述之所收集的微粒形成揮發性的汞物種；

引導所述之所收集的微粒由所述之加熱器順流朝向所述之窯爐；以及

使所述之揮發性汞物種引導至所述之汞洗滌器。

所述之廢氣流離開所述之微粒收集裝置，並且未引導進入到所述之加熱器。

用於顯示出加熱器 14 和汞洗滌器 16 的位置的本發明方法的部分水泥工廠的構造示於第 2A 圖和第 2B 圖中。在第 2A 圖中，原材料供料 8d 離開原材料磨 2。所收集的微粒 8g 由微粒收集裝置(未示出)被運送至位於預熱塔 4 上游的加熱器 14 中。所收集的微粒 8e 離開加熱器 14，並與原材料供料 8d 結合，它們被供入到預熱塔 4 中。包括揮發性汞和小微粒的氣流 8f 的路線為進入汞洗滌器 16。同樣，在第 2B 圖中，原材料供料 8d 離開原材料磨 2。所收集的微粒 8g 由微粒收集裝置(未示出)被運送至位於窯爐 6 上游的加熱器 14 中。所收集的微粒 8e 離開加熱器 14，並與原材料供料 8d 結合，它們被供入到窯爐 6 中。包括揮發性汞

和 小 微 粒 的 氣 流 8f 的 路 線 為 進 入 汞 洗 滌 器 16。 在 第 2A 圖 和 第 2B 圖 中 所 示 的 方 法 的 變 體 是 可 行 的， 並 且 在 本 發 明 的 範 圍 內。

在 本 發 明 的 實 施 過 程 中， 加 熱 器 和 汞 洗 滌 器 優 選 為 密 切 相 鄰， 但 是 根 據 具 體 的 水 泥 工 廠 的 構 造， 所 述 之 這 種 排 布 可 能 是 不 可 行 的。

加 熱 器 可 以 為 能 夠 將 原 材 料 供 料 加 熱 至 所 需 的 溫 度 的 任 何 類 型 的 加 熱 器。 合 適 的 加 熱 器 包 括 旋 轉 窯 爐、 磨 式 加 熱 器 (mill heater) 等。 內 部 具 有 螺 旋 供 料 器 的 加 熱 器 在 一 些 實 施 方 案 中 是 優 選 的， 這 是 因 為 這 種 螺 旋 供 料 器 會 促 進 更 均 勻 的 加 熱。

所 收 集 的 微 粒 被 引 導 至 加 熱 器， 並 且 在 等 於 或 高 於 汞 由 所 收 集 的 微 粒 中 揮 發 的 溫 度 下 被 加 熱 至 一 個 或 多 個 溫 度， 優 選 的 是 與 此 同 時 將 所 述 之 微 粒 運 送 至 (通 過) 加 熱 器 的 內 部。 在 加 熱 器 中， 通 常 使 用 至 少 大 約 200°C 的 溫 度。 優 選 的 是， 加 熱 器 中 的 溫 度 為 大 約 200°C 至 大 約 800°C， 並 且 更 優 選 的 是 為 大 約 300°C 至 大 約 700°C。 汞 物 種 通 常 在 大 致 300°C 至 700°C 的 溫 度 下 由 所 收 集 的 微 粒 中 揮 發。 當 溫 度 低 於 300°C 時， 汞 揮 發 是 可 能 的， 但 不 是 極 高 效 的。 在 大 約 700°C 或 更 高 的 溫 度 下， 汞 揮 發 不 會 與 所 消 耗 的 熱 能 的 量 成 比 例 地 顯 著 地 增 加。

在 離 開 加 熱 器 之 後， 已 經 除 去 (揮 發 的) 汞 的 所 收 集 的 微 粒 被 朝 向 窯 爐 引 導。 所 收 集 的 微 粒 可 以 在 進 入 窯 爐 之 前 通 過 水 泥 工 廠 的 其 他 結 構 (例 如 預 熱 塔)， 或 者 如 果 需 要 (例 如 如 果 為 了 維 修 而 關 閉 窯 爐)， 可 以 儲 存 所 收 集

的微粒。

揮發性汞通常作為氣流的一部分離開加熱器，並被引導至汞洗滌器。汞洗滌器至少包括一個吸收介質 (absorption medium) 從而吸收引導至汞洗滌器的汞。吸收劑介質 (absorbent medium) 通常為固體汞吸著劑。在一些實施方案中，汞洗滌器還具有移動床從而捕獲在進入汞洗滌器中的氣流中所包括的微粒。

通過移動床捕獲微粒物質會保護汞洗滌器中的吸收劑介質 (或多種介質)，其中所述之洗滌器可以使吸收劑介質長時間發揮作用而無需替換或再活化。在移動床中捕獲微粒物質的合適的吸著劑為顆粒狀吸著劑，其尺寸通常為大約 5 至大約 20 美國目 (0.85 至 4 mm)，優選為大約 5 至大約 7 美國目 (2.8 至 4 mm)。這種吸著劑的實例包括沙、石頭顆粒、陶瓷、玻璃珠、石英和活性炭。用於移動床的活性炭包括未改變的活性炭和經過化學處理的活性炭，包括溴或硫浸漬的活性炭。

當汞洗滌器中的吸收劑介質為固體汞吸著劑，合適的吸著劑包括活性炭吸著劑 (activated carbon sorbents)、固化活性炭吸著劑、活性炭纖維吸著劑、與汞反應的金屬、硫、與汞反應的金屬硫化物 (例如硫化鈉、硫化鉀、硫化鐵、硫化鋅等)、以及礦物質吸著劑 (例如二氧化矽或沸石)。可以使用粉末形式、顆粒形式或蜂窩形式的硫或金屬硫化物。

汞吸著劑優選為活性炭吸著劑。可以使用顆粒狀或粉末狀的活性炭；顆粒狀的活性炭是優選的。在優選的

實施方案中，活性炭吸著劑優選為含溴的活性炭吸著劑。通過使用有效量的含溴物質將所述之吸著劑處理(接觸)足夠時間以增加活性炭吸附汞和含汞化合物的能力來形成含溴活性炭吸著劑。活性炭吸著劑與含溴物質的這種接觸會顯著增加吸著劑吸收汞和含汞化合物的能力。優選的是使用含溴物質對活性炭吸著劑進行處理使得吸著劑含有大約 0.1 至大約 15wt% 的溴。就這一點而言參見美國專利 No. 6,953,494。優選的含溴活碳可購自 Albemarle Corporation 的 B-PAC™。

對於固體汞吸著劑而言，合適的儀器包括柱、固定床、移動床，包括連續錯流移動床等。固定床為優選。

在本發明的方法中，僅僅所收集的微粒被引導至加熱器，而廢氣流未引導至加熱器。這提供了某些益處。使得某些廢氣流不流過加熱器可以使保持、負載或裝有汞吸著劑的儀器的尺寸更小，並使保持、負載或裝有汞吸著劑的儀器的空氣流封堵最小。

在上述方法的優選的實施方案中，包括揮發性汞的氣流被供入到汞洗滌器中存在的至少 2 個吸收劑介質(它們可以相同或不同)的至少一個介質中，然後供入到至少另一個介質中。按照這樣的方式，含汞的氣流可以持續地被供入到汞洗滌器的一個吸收劑介質中，而另一個吸收劑介質被替換或修整，使得當一個吸收劑介質達到容量時，氣流被轉換至另一個吸收劑介質中，這使得含汞氣流通過汞洗滌器被持續地處理而不會產生材料的中斷。由汞洗滌器排放的氣流被引導至微粒收集裝置或煙

圖。

就上文所述之方法而言，汞吸著劑可任選地且優選地可以在窯爐和微粒收集裝置之間被注射。通常，汞吸著劑在窯爐（並且如果存在預熱塔，則在其之後）之後被注射。在注射後，汞吸著劑最終達到微粒收集裝置，並且成為所收集的微粒的一部分。本發明方法中的這個可任選的步驟的益處在於進一步減少由水泥工廠產生的廢氣流的汞排放。注射吸著劑的一個特別的益處在於不管原料磨是否操作，汞的排放都被減少。

在本發明的實施過程中，汞吸著劑可以為當被注射到氣流中時能夠吸收汞的任何固體汞吸著劑。通常，此類汞吸著劑包括但不限於活性炭吸著劑、改性活性炭吸著劑、活性炭纖維吸著劑、與汞反應的金屬、硫、與汞反應的金屬硫化物（例如硫化鈉、硫化鉀、硫化鐵、硫化鋅等）以及礦物質吸著劑（例如二氧化矽或沸石）。

所注射的汞吸著劑優選為活性炭吸著劑。可以使用顆粒狀或粉末狀的活性炭；粉末狀的活性炭是優選的。在優選的實施方案中，活性炭吸著劑優選為含溴活性炭吸著劑。通過使用有效量的含溴物質將所述之吸著劑處理（接觸）足夠時間以增加活性炭吸附汞和含汞化合物的能力來形成含溴活性炭吸著劑。活性炭吸著劑與含溴物質的這種接觸會顯著增加吸著劑吸收汞和含汞化合物的能力。優選的是使用含溴物質對活性炭吸著劑進行處理使得吸著劑含有大約 0.1 至大約 15wt% 的溴。就這一點而言參見美國專利 No. 6,953,494。優選的含溴活碳可購自

Albemarle Corporation 的 B-PAC™。

通常，以大約 0.5 至大約 15 lb/MMacf (8×10^{-6} 至 240×10^{-6} kg/m³) 的速率注射汞吸著劑。優選的注射速率為大約 1 至大約 10 lb/MMacf (16×10^{-6} 至 160×10^{-6} kg/m³)；更優選的是注射速率為大約 2 至大約 5 lb/MMacf (32×10^{-6} 至 80×10^{-6} kg/m³)，但是應該理解的是優選的注射速率隨著特定的吸收構造而改變。

在此在說明書或請求項書中的任何地方由化學名稱或化學式所述之成分(無論是單數還是負數)都被認為它們在與由化學名稱或化學類型(例如另一種成分、溶劑等)所述之另一種物質發生接觸之前是存在的。重要的不是在所得的混合物或溶液中發生的什麼化學變化、轉化和/或反應(如果存在)，而是這種變化、轉化和/或反應是在本公開隨後所要求的條件下將特定的成分結合在一起的自然結果。因此，所述之成分被認為是與實施所需的操作或形成所需的組合物中有關的、代結合在一起的組分。

本發明可以包括、由或者基本由本文所述之材料和/或過程構成。

如本文所用，修飾本發明組合物中的組分的數量或者在本發明的方法中使用的術語“大約”是指數值數量的變化，這種變化(例如)通過在現實情況下用於製備濃縮物或使用溶液的典型測量過程和液體處理過程中可能發生；通過在用於製備組合物或實施所述之方法中使用的組分的製造、來源或純度的不同時可能發生等。術語大

約還涵蓋了由於由特定的初始混合物得到的組合物的不同平衡條件而不同的量。無論是否由術語“大約”修飾，請求項書都包括所述數量的等價物。

除非另外明確地表達，冠詞“a”或“an”(如果使用以及如本文所用)無意於限定並且不應該被解釋為將請求項的描述限定為冠詞所指的單一的元素。相反，冠詞“a”或“an”(如果使用以及如本文所用)是指涵蓋了一個或多個此類元素，除非內容中另外明確地表達。

本發明在實施過程中容易考慮到很多的變化。因此，之前的描述無意於限定並且不應該被解釋為將本發明限定為上文所述之特定的實例。

【圖式簡單說明】

第1圖為水泥工廠一般構造的示意圖。

第2A圖為當水泥工廠存在預熱塔時顯示加熱器和汞洗滌器的位置的示意圖。

第2B圖為當水泥工廠不存在預熱塔時加熱器和汞洗滌器的位置的示意圖。

【主要元件符號說明】

2	原材料磨
4	預熱塔
6	窯爐
8a	氣流
8b	廢氣流
8c	廢氣流
8d	原材料供料

8e	收集 的 微粒
8f	揮發性汞和 小 微粒 的 氣流
8g	收集 的 微粒
10	微粒 收集 裝置
12	煙 囪
14	加 熱 器
16	汞 洗滌 器

七、申請專利範圍：

1. 一種用於減少水泥工廠的汞排放的方法，所述之水泥工廠至少包括窯爐、微粒收集裝置、加熱器和汞洗滌器，其中所述之加熱器位於所述之窯爐的上游，所述之汞洗滌器位於所述之加熱器的下游，所述之水泥工廠在其中具有收集的微粒及廢氣流，其中所述之方法包括：

使所述之所收集的微粒引導通過所述之加熱器，從而由所述之所收集的微粒形成氣流中的揮發性汞物種；

引導所述之所收集的微粒由所述之加熱器順流朝向所述之窯爐；

使含有所述之揮發性汞物種之氣流引導至所述之汞洗滌器；

將所述之氣流自汞洗滌器引導至微粒收集裝置；

將所述之氣流引導至離開所述之微粒收集裝置，並且未引導進入到所述之加熱器中；以及

在所述之窯爐和所述之微粒收集裝置之間，將汞吸著劑(mercury sorbent)注射至水泥工廠。

2. 一種用於減少水泥工廠的汞排放的方法，所述之水泥工廠至少包括窯爐及微粒收集裝置，所述之水泥工廠在其中具有收集的微粒和廢氣流，其中所述之方法包括：

將加熱器置於所述之窯爐的上游，使得所述之所收集的微粒將通過所述之加熱器順流至所述之窯爐；

將汞洗滌器置於所述之加熱器的下游，使得由所述之所收集的微粒形成的揮發性汞物種可以由所述之加熱器進入到所述之汞洗滌器；

使所述之所收集的微粒引導通過所述之加熱器，從而由所述之所收集的微粒形成所述之氣流中的揮發性的汞物種；

引導所述之所收集的微粒由所述之加熱器順流朝向所述之窯爐；

使含有所述之揮發性汞物質之氣流引導至所述之汞洗滌器；

將所述之氣流自汞洗滌器引導至微粒收集裝置；

將所述之氣流引導至離開所述之微粒收集裝置，並且未引導進入到所述之加熱器中；以及

在所述之窯爐和所述之微粒收集裝置之間，將汞吸著劑注射至水泥工廠。

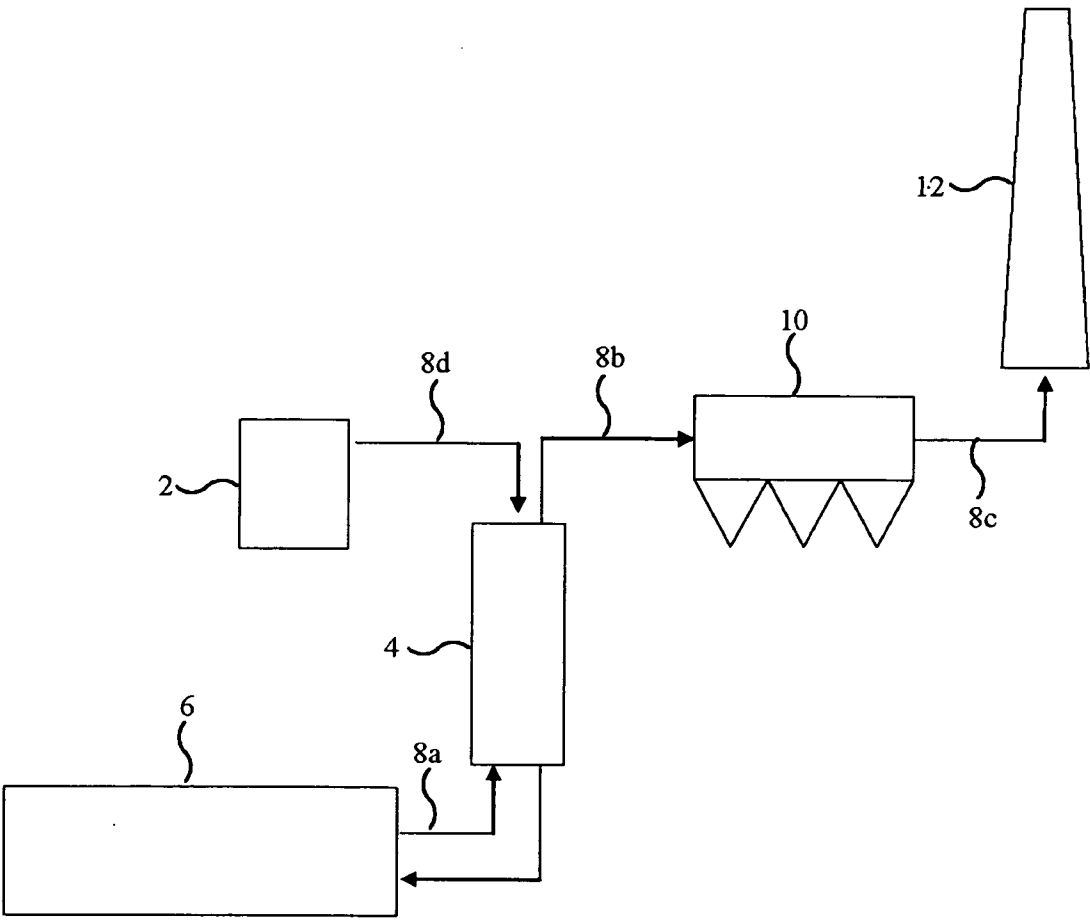
3.如請求項 1 或 2 所述之方法，其中所述之水泥工廠進一步包括原材料供料，並且其中由所述之加熱器的至少一部分所述之所收集的微粒在所述之原材料供料進入到所述之窯爐之前與所述之原材料供料結合。

4.如請求項 1 或 2 所述之方法，其中所述之水泥工廠進一步包括原料磨，並且其中由所述之加熱器的至少一部分所述之所收集的微粒被引入到所述之原料磨中。

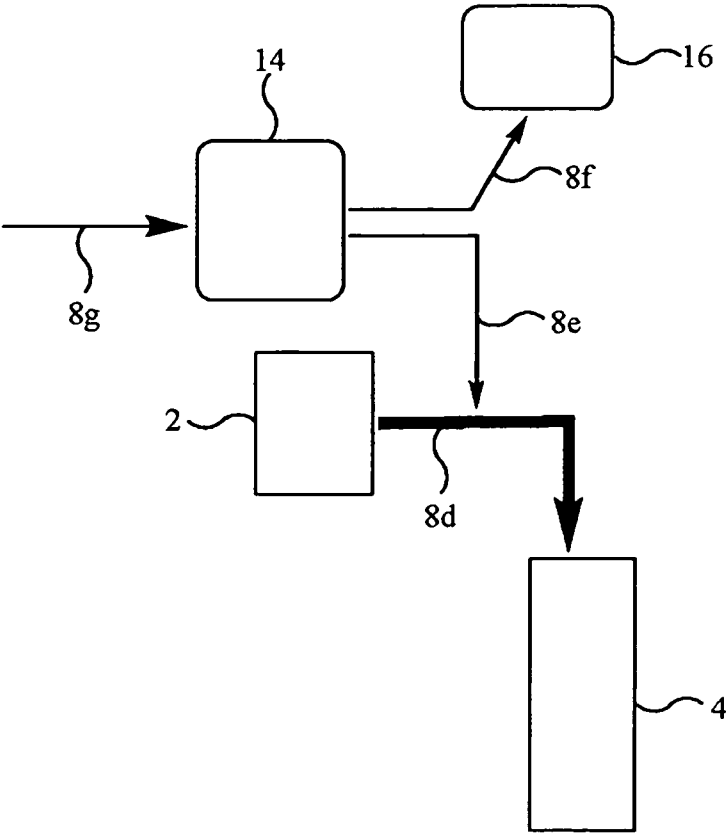
5.如請求項 1 或 2 所述之方法，其中由所述之加熱器的至少一部分所述之所收集的微粒被引入到所述之窯爐中。

- 6.如請求項 1 或 2 所述之方法，其中所述之汞洗滌器包括汞吸著劑，並且其中所述之汞吸著劑為活性炭吸著劑(activated carbon sorbent)。
- 7.如請求項 6 所述之方法，其中所述之活性炭吸著劑已使用有效量的含溴物質處理達足夠時間，以增加所述之活性炭吸附汞和含汞化合物的能力。
- 8.如請求項 7 所述之方法，其中所述之汞吸著劑含有大約 0.1 至大約 15 重量%的溴。
- 9.如請求項 1 或 2 所述之方法，其中所述之水泥工廠進一步包括位於加熱器的下游且窯爐的上游之預熱塔，並且其中在所述之預熱塔之前或之中不注射所述之吸著劑。
- 10.如請求項 9 所述之方法，其中所述之汞吸著劑為活性炭吸著劑。
- 11.如請求項 10 所述之方法，其中所述之活性炭吸著劑已使用有效量的含溴物質處理達足夠時間，以增加所述之活性炭吸附汞和含汞化合物的能力。
- 12.如請求項 11 所述之方法，其中所述之汞吸著劑含有大約 0.1 至大約 15 重量%的溴。
- 13.如請求項 12 所述之方法，其中所述之注射速率為在大約 0.5 lb/MMacf 至大約 15 lb/ MMacf 之範圍中。
- 14.如請求項 13 所述之方法，其中所述之加熱器處於大約 200°C 至大約 800°C 的範圍中的溫度下。

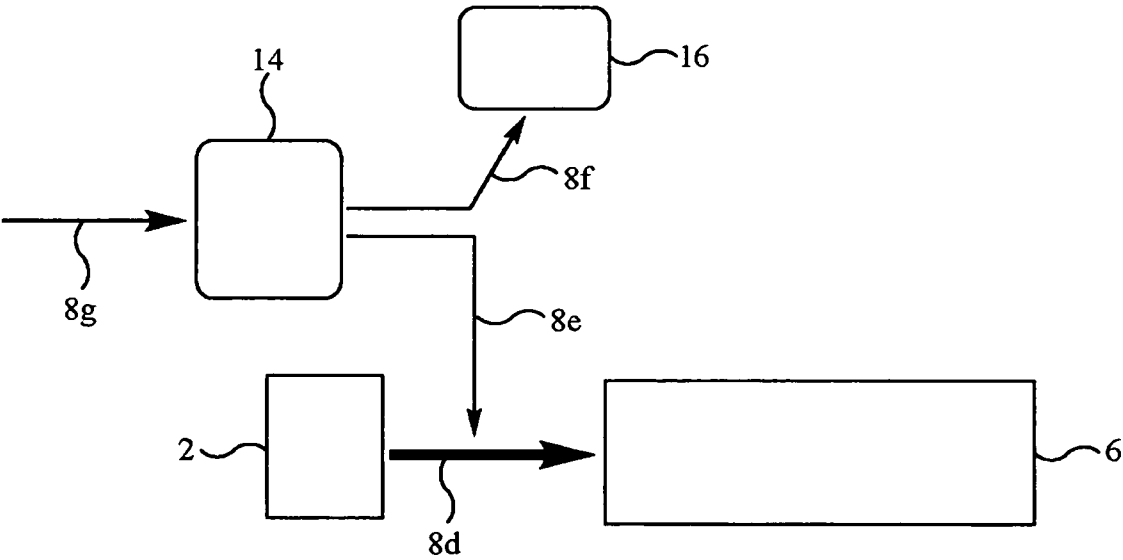
八、圖式：



第 1 圖



第 2A 圖



第 2B 圖