



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I565515 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：103132235

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 18 日

(51)Int. Cl. : **B01D53/75 (2006.01)** **B01D53/78 (2006.01)**

(30)優先權：2013/10/15 美國 13/998,248

(71)申請人：坎儂科技公司 (美國) CANNON TECHNOLOGY, INC. (US)
美國

(72)發明人：蘇恰克 納雷許 J SUCHAK, NARESH J. (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 586961

審查人員：林峯州

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：8 共 40 頁

(54)名稱

從廢氣移除污染物之方法

METHOD FOR REMOVING CONTAMINANTS FROM EXHAUST GASES

(57)摘要

在一種用於自燃燒製程之廢氣流移除諸如氮氧化物之污染物之一部分的方法中，將廢氣流分離成兩個或兩個以上氣流。首先藉由與臭氧混合來處理該等兩個或兩個以上氣流中的至少一個。接著將經處理之氣流饋入洗滌器，該經處理之氣流在該洗滌器中與未處理之氣流重組。在將該合併之氣流釋放至大氣中之前，藉由該未處理之氣流中的污染物之氧化來消耗存在於該經處理之氣流中的過量臭氧。用於與臭氧混合的該經分離之氣流之該部分與所需的自該流移除之氮氧化物之量直接相關。

In a method for removing a portion of contaminants, such as nitrogen oxides, from an exhaust gas stream of a combustion process, the exhaust gas stream is separated into two or more gas streams. At least one of the two or more gas streams is treated first by mixing with ozone. The treated gas stream is then fed to a scrubber where it is recombined with the untreated gas stream. Excess ozone present in the treated gas stream is consumed by oxidation of contaminants in the untreated gas stream before the combined gas stream is released to the atmosphere. The portion of the gas stream separated for mixing with ozone directly correlates to the amount of nitrogen oxides that are desired to be removed from the stream.

指定代表圖：



58 · · · 滾筒

發明摘要

※ 申請案號：103/32235

※ 申請日：103.9.18

B01D 53/75 (2006.01)

※IPC 分類：

B01D 53/78 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

從廢氣移除污染物之方法

METHOD FOR REMOVING CONTAMINANTS FROM EXHAUST GASES

【中文】

在一種用於自燃燒製程之廢氣流移除諸如氮氧化物之污染物之一部分的方法中，將廢氣流分離成兩個或兩個以上氣流。首先藉由與臭氧混合來處理該等兩個或兩個以上氣流中的至少一個。接著將經處理之氣流饋入洗滌器，該經處理之氣流在該洗滌器中與未處理之氣流重組。在將該合併之氣流釋放至大氣中之前，藉由該未處理之氣流中的污染物之氧化來消耗存在於該經處理之氣流中的過量臭氧。用於與臭氧混合的該經分離之氣流之該部分與所需的自該流移除之氮氧化物之量直接相關。

【英文】

In a method for removing a portion of contaminants, such as nitrogen oxides, from an exhaust gas stream of a combustion process, the exhaust gas stream is separated into two or more gas streams. At least one of the two or more gas streams is treated first by mixing with ozone. The treated gas stream is then fed to a scrubber where it is recombined with the untreated gas stream. Excess ozone present in the treated gas stream is consumed by oxidation of contaminants in the untreated gas

stream before the combined gas stream is released to the atmosphere. The portion of the gas stream separated for mixing with ozone directly correlates to the amount of nitrogen oxides that are desired to be removed from the stream.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 5 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

44：FCC 再生器尾氣流

45：管道

46：注入系統

48：隔板

49：聚水坑

50：水性介質

51：頭座

52：文氏管（Venturi）洗氣器

53：水性噴霧

54：經處理之氣流

55：泵

56：霧氣清除機

57：流

58：滾筒

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

從廢氣移除污染物之方法

METHOD FOR REMOVING CONTAMINANTS FROM EXHAUST GASES

【相關申請案之交叉參考】

【0001】 本申請案主張 2012 年 10 月 15 日申請的美國臨時申請案第 61/713,780 號之優先權。

【技術領域】

【0002】 本發明係關於用於自由化學、冶金、部分及完全燃燒製程產生的氣流，例如自諸如海輪、軍艦或其他船舶之移動污染源上的引擎或鍋爐產生廢氣之廢氣流移除諸如氮氧化物、硫氧化物、微粒、重金屬及其他酸性氣體之污染物之方法及裝置。

【先前技術】

【0003】 使用臭氧氧化氮氧化物描述於美國專利第 5,206,002 號、第 6,162,409 號、第 6,649,132 號及第 7,303,735 號中。此等化學方法及技術係關於高位準的氮氧化物移除（大約 90%）且每莫耳存在於氣流中之氮氧化物需要 1.5 莫耳臭氧。將此等製程組態以在更低位準的氮氧化物移除下操作，引致經濟及製程挑戰。

【0004】 燃燒及化學製程通常產生含有需要在被排出至大氣中之前清除的污染物之氣流。許多工業製程、發電設施、燃燒源、靜止及移動污染源（諸如引擎、鍋爐、窖爐及其類似者）使用固體燃料或在烴中含有硫、氯、氮及金屬化合物之低成本烴燃料，產生含有諸如酸性氣體、微粒物質

及重金屬之污染物之廢氣。爲了遵守由立法規定的更嚴格的环境規則及對环境的更大關注，洗滌（濕式或乾式）與微粒捕獲器件（諸如靜電集塵器（electrostatic precipitator；ESP）、濕式 ESP 及袋濾器）之組合對於酸性氣體及微粒物質之排放控制日益較佳。

【0005】 在大部分燃燒廢氣流中發現的氮氧化物呈一氧化氮（NO）形式，其大部分不溶於水且不極具活性。一氧化氮不藉由大部分濕式或乾式洗滌器捕獲器件移除。因此，爲了控制氮氧化物排放，兩個主要選擇爲在污染源處藉由改進燃燒來降低氮氧化物形成或其次使用燃燒後技術處理廢氣流中之氮氧化物。

【0006】 用於藉由改進燃燒減少氮氧化物形成之主要技術爲低氮氧化物燃燒器（low nitrogen oxides burner；LNB）、煙道氣再循環（flue gas recirculation；FGR）、分級燃燒及燃盡風（over fire air；OFA）。在大部分應用中，此等技術不足以用於自燃燒氣流移除氮氧化物，且燃燒後技術，諸如選擇性催化還原（selective catalytic reduction；SCR）及選擇性非催化還原（selective non-catalytic reduction；SNCR）對於實現所需氮氧化物還原變得必需。

【0007】 SCR 及 SNCR 製程均實現良好結果但亦具有限制。作爲替代的燃燒後技術，基於臭氧之氧化技術最近已獲得成功，尤其當應用不適用於 SCR 時。如美國專利第 6,162,409 號、第 5,206,002 號及第 7,303,735 號中所述的基於臭氧之方法提供多污染物移除方法且已將其實施於自氣體及燃煤鍋爐產生的精細氣體上，移除包括氮氧化物、硫氧化物、微粒等多種污染物。亦在其他應用中在降低排放方面工業上實踐基於臭氧之方法，諸如

金屬浸酸製程、流化催化裂化裝置 (fluidized catalytic cracker ; FCC) 蓄熱器、金屬回收爐及硫酸製造。

【0008】 具有低氮氧化物燃燒器及分級燃燒之燃煤鍋爐通常成本有效地以 0.25 lb/MMBTU 至 0.4 lb/MMBTU 獲得氮氧化物，而法規要求氮氧化物排放在 0.1 lb/MMGBTU 至 0.15 lb/MMGBTU 之範圍內，亦即燃燒後技術可成本有效地提供 40%至 70%的還原。

【0009】 美國專利第 6,162,409 號、第 5,206,002 號、第 6,649,132 號及第 7,303,735 號中所揭示之方法藉由形成氮之高價氧化物、尤其五價形式或更高（其為非常水可溶且容易藉由濕式洗滌移除），使用氮氧化物與臭氧之化學反應。將呈 NO 形式之一莫耳 NO_x 轉化為五價形式所需之化學計算量之臭氧為約 1.5 莫耳臭氧，且若 NO_x 呈 NO₂形式，則臭氧為 0.5 莫耳。

【0010】 儘管用於自燃燒流移除氮氧化物之此等基於臭氧之方法在於經處理之氣流中實現超低位準之氮氧化物排放中有效，仍需要解決由排放控制呈現之經濟、管制及製程挑戰的用於氮氧化物之部分移除的改良方法。

【發明內容】

【0011】 根據本發明，提供一種用於自製程氣流部分移除污染物之方法，其包括將製程氣流分離成至少兩個製程氣流之步驟。饋入臭氧使其與經分離之製程氣流中之至少一個接觸以氧化氣流中之污染物。將與臭氧接觸之製程氣流中之至少一個饋入至洗滌器以自氣流移除氧化污染物。

【0012】 另外，根據本發明，提供一種用於自製程氣流部分移除污染物之方法，其包括調節自燃燒製程排出的製程氣流之步驟。將含有污染物

之製程氣流分離成至少兩個製程氣流。將臭氧注入經分離之製程氣流中之至少一個以提供臭氧與包括經分離之製程氣流中之氮氧化物之污染物的混合。藉由與臭氧混合來氧化經分離之製程氣流中之氮氧化物。在捕獲器件中捕獲經氧化之氮氧化物以自經分離之製程氣流移除氮氧化物。將實質上不含氮氧化物之經分離之製程氣流與含有污染物之製程氣流的剩餘部分重組。

【0013】 另外，根據本發明，提供一種用於自製程氣流部分移除污染物之方法，其包括調節自燃燒製程排出的製程氣流之步驟。將含有污染物之製程氣流分成至少兩個製程氣流。將臭氧注入製程氣流之選定的一個中以混合臭氧與包括氮氧化物之污染物。藉由臭氧氧化選定之製程氣流中之氮氧化物。藉由捕獲器件自選定之製程氣流移除經氧化之氮氧化物。接著將實質上不含氮氧化物之選定之製程氣流與含有污染物之剩餘製程氣流重組。

【0014】 另外，本發明係關於用於自製程氣流部分移除污染物之裝置，其包括輸送含有來自燃燒製程之廢氣之氮氧化物之製程氣流的管道。將管道劃分成至少兩個區域以接收含有污染物之製程氣流以將製程氣流分為至少兩個流。將臭氧源注入兩個區域之選定之一個中以與製程氣流混合。與製程氣流混合之臭氧在選定區域中氧化製程氣流中之氮氧化物。

【0015】 另外，本發明係關於用於自製程氣流部分移除污染物之裝置，其包括輸送含有來自燃燒或化學製程之廢氣之氮氧化物之製程氣流的管道及洗滌器或任何製程設備。在經或不經實體劃分以產生至少兩個製程氣體區域之情況下，將臭氧引入製程氣流中以選擇性地與氣流之一部分混

合。一個區域顯著地與臭氧混合且另一區域未與臭氧混合。製程氣流之一部分中之臭氧氧化製程氣流中之氮氧化物。

【0016】 待處理之製程氣流中含有的污染物係選自由氮氧化物、硫氧化物、酸性氣體、微粒物質及汞組成之群。經處理之氮氧化物係選自由一氧化氮及二氧化氮組成之群。製程氣流為來自工業製程、典型地來自選自由固定污染源及移動污染源組成之群之污染源之廢氣流。工業製程係選自由工業鍋爐、發電系統、化學處理、窖爐、爐及燃燒製程組成之群。

● 【0017】 移除之污染物的量約為添加至兩個或兩個以上製程氣流中之至少一個之臭氧的量。

【0018】 洗滌器典型地選自由乾式、半乾式及濕式洗滌設備組成之群。添加至兩個或兩個以上經分離之氣流中之至少一個之臭氧之量呈與其中存在的氮氧化物之量相比化學計算量更大之量。

【圖式簡單說明】

【0019】

● 圖 1 為說明氮氧化物移除相對於臭氧與氮氧化物之莫耳比之曲線圖。

圖 2 為說明氮氧化物移除相對於臭氧與移除的氮氧化物之莫耳比之曲線圖。

圖 3 為說明氮氧化物移除相對於臭氧與移除的氮氧化物之莫耳比之曲線圖。

圖 4 為在劃分管道中用於氧化氮氧化物之方法之系統流程圖。

圖 5 為在多文氏管（multi-Venturi）濕式洗滌裝置中用於氮氧化物移除之方法之系統流程圖。

圖 6 為在乾式洗滌捕獲器件中用於氮氧化物移除之方法之系統流程圖。

圖 7 為在劃分水平噴霧洗滌器中用於氮氧化物移除之方法之系統流程圖。

圖 8 為藉由洗滌氣流之一部分用於氮氧化物移除之方法之系統流程圖。

【實施方式】

【0020】 本發明藉由向製程氣流之分離部分中添加臭氧來提供氮氧化物及其他污染物之氧化。將全部製程氣流或煙道氣流分成至少兩個或兩個以上流。待藉由臭氧處理之全部製程氣流之部分係基於所需之氮氧化物移除程度來確定。出於說明之目的，自製程氣流移除 60%之氮氧化物，大致 60%之氣流可與臭氧混合且藉由本發明之方法經處理。

【0021】 在燃燒製程中產生之氮氧化物主要呈具有可忽略的水溶性之 NO 之形式。藉由向廢氣流中添加臭氧，可將氮氧化物氧化至高價形式。氮氧化物之溶解度隨著氧化程度而增加。高價氧化物（諸如 N_2O_5 及含氧酸）不僅非常可溶且亦高度活性且可在乾式、半乾式及濕式洗滌設備中將其連同因此經處理的存在於廢氣流中之其他污染物一起移除。

【0022】 儘管由先前技術所揭示之各種方法在實現超低位準之氮氧化物排放方面有效，但當應用於移除存在於廢氣流中的氮氧化物之僅一部分時，該等方法將產生不在所用捕獲器件中定量移除之可觀量的 NO_2 。應很好理解地是，僅當氮氧化物經氧化超出 NO_2 至高價氧化物（諸如 N_2O_5 ）時，在工業上所用的捕獲器件中產生定量移除。

【0023】 氮氧化物氧化至 N_2O_5 包括許多反應，但出於簡潔起見，可將其簡化為如下：



【0024】 當與反應 (2) 相比時，反應 (1) 快一個數量級。等到反應 (2) 開始發生時，大部分 NO 經氧化以形成 NO₂。因此，反應 (1) 及 (2) 在某種程度上為連續反應。

【0025】 二氧化氮 (NO₂) 具有相對較低水溶性，因此除非將反應提前至形成高於 NO₂ 之氧化物，否則在濕式洗滌器中移除氮氧化物仍非常受限制。在另一方面，N₂O₅ 為極其可溶且具有存在於氣流中的濕氣。因此，N₂O₅ 形成以所有比例可溶於水之 HNO₃。因此，任何捕獲器件、濕式洗滌器、濕式 ESP 或任何具有濕表面之器件（諸如冷凝器或聚結器件，諸如霧氣清除機）將在具有或不具有存在於水相中的任何試劑之情況下定量移除 HNO₃ 及 N₂O₅。

【0026】 經高度氧化之形式 HNO₃ 及 N₂O₅ 亦極具活性且使用工業上用於乾式及半乾式洗滌之最常見試劑及吸附劑來將其移除。亦藉由在捕獲器件（諸如袋濾器）中之微粒物質之吸附在織物過濾器中移除 N₂O₅ 及 HNO₃。

【0027】 將一莫耳 NO 及 NO₂ 轉化為五價形式（即 N₂O₅ 及/或 HNO₃）所需之臭氧的化學計算量分別為約 1.5 莫耳及 0.5 莫耳。在多數燃燒製程中，氮氧化物主要呈 NO 形式。實際上，總體而言，自各種類型之污染源排出的大部分氮氧化物呈 NO 形式。

【0028】 圖 1 描繪氮氧化物之移除相對於臭氧之莫耳與來自燃煤鍋爐之廢氣中的氮氧化物之莫耳之比。出現於美國專利第 6,162,409 號中之此

圖展示為移除 90%以上氮氧化物，每莫耳氮氧化物需要總化學計算比為 1.5 莫耳之臭氧。此臭氧要求為每莫耳存在於氣流中之氮氧化物且並非每莫耳經移除之氮氧化物。

【0029】 當僅需要還原部分量之氮氧化物時，移除每莫耳氮氧化物所需之臭氧遠超過 1.5。為了移除 50%之氮氧化物（主要呈 NO 形式），必須發生一系列反應。當添加臭氧且充分地混合於氣流中時，臭氧首先與存在於氮氧化物中的 NO 反應以轉化為 NO_2 。僅在幾乎所有 NO 經氧化之後， NO_2 氧化為 N_2O_5 開始。

【0030】 為了在氣流中存在兩莫耳氮氧化物之情況下實現 50%移除，需要移除一莫耳氮氧化物。就此 50%移除實施例而言，其中兩莫耳氮氧化物呈 NO 形式，按照以上反應（1），需要兩莫耳臭氧以轉化為兩莫耳 NO_2 。由於 NO_2 僅為部分可溶，為了實現 50%移除，必須將選自兩莫耳 NO_2 之一莫耳 NO_2 轉化為五價形式。因此，需要額外 0.5 莫耳臭氧以將一莫耳 NO_2 轉化為五價形式 N_2O_5 。因此，當氮氧化物目標移除僅為 50%時，每莫耳經移除之氮氧化物之總臭氧需求為 2.5 莫耳。

【0031】 如美國專利第 6,162,409 號中所揭示，將用於圖 1 之資料標繪於圖 2 中作為氮氧化物移除相對於消耗之臭氧之莫耳與來自燃煤鍋爐之廢氣中經移除之氮氧化物之莫耳之比。很好地說明了每莫耳經移除之氮氧化物所需的臭氧之莫耳隨著氮氧化物移除之降低而增加。就 50%氮氧化物移除而言，消耗之臭氧與移除之氮氧化物的莫耳比較接近 2.5。本質上，在此實施例中過度簡化氮氧化物與臭氧之反應及藉由捕獲器件之移除，但對於展示先前技術方法之侷限性足夠詳細。使用此等較早方法部分移除氮氧

化物具有本發明所克服之侷限性。

【0032】 相對於許多屬性對氮氧化物移除方法之價值進行評估，在該等屬性中存在四個基本屬性。第一，該方法可實現何種位準之氮氧化物移除？第二，每噸經移除之氮氧化物在資本及操作方面的所有權成本之可負擔性（成本效益）如何？第三，二次排放在可接受限度內？第四，氮氧化物移除方法與其他污染物之移除之相容度如何？

【0033】 先前技術方法之限制在於不符合第二及第三屬性。臭氧為昂貴商品。移除每單位氮氧化物所需之臭氧量隨著氮氧化物移除要求之降低而快速增加。半個世紀以前，世界上大多數國家沒有降低氮氧化物排放之強制性要求。隨著空氣品質由於空氣排放增加而惡化，政府機構設立規定逐步降低氮氧化物排放之環境法規。在實施此等法規之初始階段，來自諸如工業鍋爐、發電系統、燃燒製程之固定污染源以及諸如船、駁船等之移動污染源的氮氧化物還原為適度的。先前技術方法在較低或適度的氮氧化物還原要求下移除每單位氮氧化物使用顯著更大量之臭氧，其如圖 2 中所描繪，且提供較差成本效益，從而就第二屬性而言為失敗的。先前技術方法係關於極高的氮氧化物還原要求。

【0034】 在較低或適度的氮氧化物還原要求下，使用先前技術中所揭示之方法，經臭氧處理之氣流亦具有顯著更高的 NO_2 含量。二氧化氮在顏色方面為棕色且增加廢氣之不透明度。大型固定污染源（諸如化石燃料或生質燃燒鍋爐或燃燒源）具有巨大廢氣流且由不符合以上第三屬性而易於缺乏不透明度規格。

【0035】 氮氧化物與臭氧之反應速率視動態速率常數以及氮氧化物

與臭氧之濃度而定。隨著濃度降低，反應速率亦降低。如先前 50%氮氧化物移除情況下所述，每莫耳經移除之氮氧化物需要 2.5 莫耳臭氧。以上反應 (1) 非常快速且消耗兩莫耳臭氧，僅留下 0.5 莫耳臭氧用於較慢反應 (2)。爲了實現所需氧化，廢氣流處理容器必須爲足夠大以在 NO_2 與臭氧之間提供必需的滯留時間或必須添加過量臭氧，其可在經處理之煙道氣中產生一些在洗滌製程中未消耗之殘餘臭氧。

【0036】 根據先前技術方法，以臭氧及具有 N_2O_5 與 NO_2 之混合物之氧化流之亞化學計算比實現部分氮氧化物移除。洗滌移除所有 N_2O_5 及一些 NO_2 。在洗滌 N_2O_5 時僅形成硝酸鹽；然而，洗滌 NO_2 形成鹼金屬或鹼土金屬之亞硝酸鹽及硝酸鹽之混合物。洗滌器淨化中之亞硝酸鹽的存在爲非所需的且在操作及處理污水處理廠中之液流方面引起挑戰。

【0037】 當煙道氣亦具有存在於其中的硫氧化物時， SO_2 吸收在洗滌介質中產生亞硫酸鹽。亞硫酸鹽爲臭氧清除劑且有助於在濕式洗滌器件中消除過量臭氧。當 NO_2 以較大濃度存在時， NO_2 亦與亞硫酸鹽反應且耗盡亞硫酸鹽，潛在爲臭氧滑動創造條件。在基於石灰及石灰石之試劑中，較大濃度之 NO_2 亦不利地影響硫氧化物移除，因此不符合第四屬性。

【0038】 根據本發明，用於氮氧化物移除之待處理之製程氣流的量與氮氧化物移除之量約爲相同百分比。舉例而言，若操作者希望移除煙道氣流中之 60% 之氮氧化物，則操作者將使用臭氧處理全部煙道氣流之 60%。從而操作者將初始煙道氣流分離成兩個或兩個以上氣流，其中至少一個流總計達全部製程氣流之 60 體積%。操作者可以構想方式處理總計達全部 (30% 及 30%) 之 60% 的兩個流或三個或三個以上流，只要就全部製程氣流

而言，經處理之流之總百分比大致等於氮氧化物含量中之百分比減小。

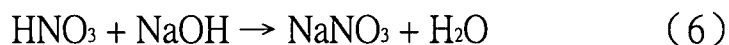
● **【0039】** 如上文所描述，使用臭氧氧化的氣流之部分沿著反應（1）向反應（3）進行。臭氧之量基於氣流之彼部分中的氮氧化物之量。可添加稍微過量的化學計算需要量以降低反應時間要求。燃燒煙道氣流中之氮氧化物通常呈 NO（二價）形式且因此，化學計算需要量為每莫耳氮氧化物之 1.5 莫耳臭氧。然而，當氣流中之氮氧化物來自化學或其他源且為二價（NO）與四價（NO₂）形式之混合物時，化學計算需要量則為每莫耳二價形式之 1.5 莫耳臭氧及每莫耳四價形式之 0.5 莫耳臭氧。

【0040】 在混合臭氧之前，可視需要洗滌、預洗滌、選擇性地預洗滌、中止或調節所有或一部分待混合之氣流。就溫度而言，在氣流中之最佳氧化條件為 40°F 至 225°F。較佳地，若硫氧化物亦存在於煙道氣流中，則氣流可不含小滴或不含水性介質之過量的霧氣。不將臭氧添加至氣流之其餘部分。

● **【0041】** 藉由在濕式或半乾式或乾式洗滌器中與洗滌介質接觸來移除流之經臭氧處理之部分中的經氧化之污染物。經氧化之污染物（尤其氮氧化物）高度可溶於水且極其活性，且因此，亦可在冷凝表面或聚結表面（諸如熱交換器或小滴分離器）上於水性介質中將其移除。或者，可在織物過濾器（袋濾器）、ESP（靜電集塵器）、WESP（濕式靜電集塵器）等中將其捕獲。將經氧化之氮氧化物轉化為含氧酸，諸如硝酸及亞硝酸及鹽。

【0042】 下文描述呈含氧酸及鹽形式之氮氧化物之此溶解及穩定化之化學反應。





【0043】 就使用臭氧處理製程氣流之一部分而言，可在確保流之經氧化部分與洗滌介質充分接觸時僅藉由分配管道及/或洗滌器改進現存洗滌器及 APC（空氣污染控制）器件，且在統一流之部分與未經臭氧處理之氣流之剩餘部分之前捕獲污染物。

【0044】 當氣流之經臭氧處理之部分與未處理之氣流的剩餘部分再結合時，在重組流中瞬時消耗來自經處理之流之少量過量臭氧。如以上方程式（1）中所陳述，產生極其快速氧化反應。因此，再結合之流不再具有任何殘餘臭氧。此外，由於存在於經處理之流中的過量臭氧，幾乎所有氮氧化物經氧化為其五價形式且在捕獲器件中經定量捕獲，殘餘 NO_2 之量不顯著。

【0045】 當需要高氮氧化物移除時，本發明亦提供不含臭氧之煙道之能力。舉例而言，就 90%氮氧化物移除而言，將 10%未處理之流與 90%經處理之流混合且來自 90%經處理之流的殘餘臭氧經存在於 10%氣流中的未處理之氮氧化物破壞。

【0046】 本發明提供一種以不造成二次排放且需要較少臭氧之相對安全方式移除污染物（諸如氮氧化物）之方法及裝置。另外，本發明允許分階段實施氮氧化物還原以符合規定氮氧化物排放隨時間下降之法規。階段 1 可能規定 30%至 35%氮氧化物還原，而階段 2 規定 60%至 65%還原，且階段 3 要求 90%至 95%還原。藉由本發明之方法，以成本有效方式達到此等規定之還原。

【0047】 本發明之方法降低排出至大氣中之經處理之氣流中的 NO_2 排放物及煙流之不透明度，不管所需的氮氧化物還原，以此方式消除經處理之氣流中的殘餘臭氧且因此抑制臭氧滑動。當進行部分氮氧化物還原時，臭氧利用率經最佳化。本發明在不損害效率之情況下且在不引起臭氧滑動之情況下顯著降低用於有效氮氧化物氧化之滯留時間要求。藉由經 NO_2 抑制洗滌介質中之亞硫酸破壞來保留改進的洗滌器化學反應結果且因此保留改進的硫氧化物移除效率。因此，本發明之方法在執行逐步或逐階段實施氮氧化物減少時提供成本有效處理。

【0048】 如圖 3 中所說明，每莫耳經移除之氮氧化物之單位臭氧消耗保持幾乎相同。與上文所述之先前技術方法相比，在相同條件下，在降低 55% 氮氧化物含量中之臭氧消耗少 35%。

【0049】 除了在臭氧消耗量方面的節約之外，當氣流之一部分未經洗滌且從而未以水蒸氣飽和時，本發明創造乾式排氣煙道。此消除任何殘餘臭氧且在剩餘氮氧化物中含有極低 NO_2 含量。由於吸收的大多數氮氧化物為 N_2O_5 ，在洗滌介質中僅形成硝酸鹽。

【0050】 現參看圖 4，示意性地說明垂直煙道氣洗滌器，用於在劃分的管道中氧化氮氧化物。將未處理之氣流 30 經由管道 31 輸送至濕式噴霧洗滌器 38。根據本發明，劃分管道 31 以處理氣流 30 之一部分。隔板 34 將管道 31 劃分成兩個相等區域 A 及 B。來自管道 32 之臭氧自噴嘴 33 排出以與區域 B 中之氣流混合。污染物（包括氮氧化物）在與來自連接至區域 C 中的頭座噴霧組件 37 之噴嘴 39 的水性介質噴霧接觸之前在區域 B 中經完全氧化。來自區域 B 的經氧化之污染物（諸如 N_2O_5 及 HNO_3 ）容易在區域 C

中於水性噴霧中捕獲。在洗滌器 38 之底部部分中再混合自兩個區域 C 排出之氣流。若需要，可藉由使用稍微過量的臭氧來補償滯留時間要求。若管道之體積（區域 A 及 B）不足或若無法將管道劃分，則可劃分洗滌器 38 之底部部分以產生區域 A 及 B 用於氧化，若亦存在硫氧化物，則可在洗滌器中進行必要的內部配置以避免來自噴霧部分之小滴落入氧化區域。若洗滌器 38 之底部之實體劃分不為選項，則若氣流之氧化部分垂直上升至洗滌部分而不與剩餘氣流混合，可將臭氧引入底部部分中。以此方式，在不實體劃分氣流的情況下處理氣流之選擇性部分。藉助於現代流建模工具（諸如計算流體動力學（computational fluid dynamics；CFD）），現可能確保與臭氧混合之部分之實質性部分保持分離直至在洗滌部分中捕獲氧化 NO_x。因此，亦可在不實體分離氣流之情況下使用臭氧進行處理來實踐本發明。

【0051】 如圖 4 中進一步所說明，經由泵 41 使用來自聚水坑 35 之水性介質 36 經由頭座噴霧組件 37 及噴霧噴嘴 39 噴射洗滌器 38。氣流中噴射之洗滌介質移除剩餘污染物，諸如 SO₂、HCl 等。為聚水坑 35 供應由水、試劑等組成的水性介質 36。可藉由流 43 連續或間歇地淨化洗滌介質之一部分以將溶解及懸浮之固體維持在操作範圍內。氮氧化物洗滌不顯著受 2 至 14 範圍內之 pH 或溶解或懸浮固體內含物之存在的影響，且因此，本文中未詳細描述其他參數控制，諸如 pH 控制及淨化控制。洗滌器管柱 38 中之經洗滌之氣流接著經由霧氣移除/小滴分離器件 42 流動且作為來自洗滌器 38 之出口之經處理之氣流 40 向大氣中排出。在典型的基於石灰石之濕式煙道氣脫硫（flue gas desulfurization；FGD）中，洗滌器聚水坑 35 安裝有空氣噴佈器（圖中未示），以將亞硫酸鈣氧化為硫酸鹽。

【0052】 現參看圖 5，示意性地說明多文氏管濕式洗滌裝置。來自流體化催化裂化（FCC）再生器尾氣流 44 之煙道氣經處理以在所說明之實施例中移除高達 50%氮氧化物。洗滌裝置由四個用於氣體與流體接觸之文氏管組成。FCC 再生器尾氣流 44 在與臭氧混合之前在四個文氏管洗滌器中洗滌，各文氏管洗滌器由數字 52 指示。將 FCC 再生器尾氣流輸送至四個文氏管洗滌器 52。使各流體氣流 44 與文氏管中之洗滌介質接觸以移除包括硫氧化物、HCl 等之酸性氣體及諸如存在於 FCC 再生器尾氣中的焦碳及催化劑細粒之微粒物質。將來自成對文氏管洗滌器 52 之輸出管道結合以形成彎管管道。藉由注入系統 46 將臭氧引入且混合至各彎管管道中。隔板 48 將各彎管管道劃分成區域 A 及 B。注入系統 46 將臭氧遞送至形成各彎管管道之區域 B 的管道 45 中來處理自各對文氏管洗滌器 52 輸送之 50%煙道氣流。

【0053】 將來自注入系統 46 之臭氧與氣流之一部分在形成氧化區域之管道 45 中混合，該區域指示為與區域 A 相比具有較大體積之區域 B。包括氮氧化物之污染物在到達彎管管道末端處之水性介質噴霧 53 之前，在區域 B 中完全氧化。兩個彎管管道均通向釋放滾筒 58 之區域 C。氧化污染物（諸如 N_2O_5 及 HNO_3 ）容易在水性噴霧 53 中捕獲。允許自彎管管道排出之氣流在滾筒 58 之底部部分中之區域 C 中混合。若彎管管道中可用之滯留時間不足，則亦可劃分滾筒 58 之底部部分以在滾筒中繼續氧化來允許聚結小滴中吸收的氮氧化物自霧氣清除機 56 排出。

【0054】 自聚水坑 49 經由泵 55 經頭座 51 為文氏管洗滌器 52 供應水性介質。亦將相同介質導引至噴霧噴嘴 53。噴射至氣流中之洗滌介質亦移除諸如 SO_2 之任何剩餘污染物。為聚水坑 49 供應由水、試劑等組成之水性

介質 50。可藉由流 57 連續或間歇地淨化一些介質以將溶解及懸浮之固體維持在操作範圍內。氮氧化物洗滌不顯著受 2 至 14 範圍內之 pH 或溶解或懸浮固體內含物之存在的影響，且因此，本文中未詳細描述其他參數控制，諸如 pH 控制及淨化控制。來自分離滾筒 58 之氣流經由盤及霧氣清除機組件 56 流動且作為經處理之氣流 54 排出至大氣中。

【0055】 根據本發明，藉由處理 50%之氣流將氮氧化物排放自百萬分之 35 至百萬分之 45 降低至少於百萬分之 20。

【0056】 在圖 6 中所示之本發明之具體實例中，使用試劑噴霧 64 中之鹼或鹼性氮氧化物、碳酸鹽或碳酸氫鹽或其混合物在噴霧乾燥器洗滌器 63 中洗滌自燃燒器件 70 排出的煙道氣流 59 以移除除了氮氧化物之外的污染物。環境法規規定以兩個步驟使氮氧化物降低 60%至 65%。

【0057】 在噴霧乾燥器洗滌器 63 中，使熱氣流 59 與水性試劑流 64 接觸以移除硫氧化物、HCl、汞及其他污染物。由於加熱，水性試劑流在氣流中形成精細撒佈之固體。此等固體隨著排出氣流經由管道 60 載運至含有由織物過濾器製成的袋之袋濾器 65。袋濾器 65 通常為模組化的，具有多個室。圖 6 說明袋濾器 65 之三個室。經由歧管 71 輸送含有臭氧之氣流 61 以視所需氮氧化物含量及移除而定而與進入袋濾器 65 之三個室中之任一個或所有之煙道氣流混合。假定同等分佈煙道氣流之流動，在一個室中添加稍微過量之臭氧提供大約 33%氮氧化物移除而在三個室中之任兩個中添加臭氧提供 66%氮氧化物移除。經氧化之氮氧化物接著被吸收至袋濾器 65 中之固體試劑上。

【0058】 在氣流經由織物過濾器介質流動時使固體保留在袋內部。在

袋表面上保留及收集之固體最終藉由脈動流降落且收集於袋濾器之底部部分中。固體作為待處置之流 66 間歇或連續地排出。

【0059】 使來自各個室之所有氣流在廢氣管道 67 中再結合，形成經處理之氣流 69。在於管道中混合自各個室排出之氣流時，存在的任何殘餘臭氧緊接著由經處理之氣流 69 中之剩餘氮氧化物消耗，該經處理之氣流接著經由煙道 68 排出至大氣中。

【0060】 初始地，在第一階段中，為了滿足 30% 排放降低，僅將臭氧引入至袋濾器 65 之一個室中。在稍後的時間中，為了滿足 60% 至 65% 降低，可用稍微化學計算過量之臭氧處理三個室中之任兩個中的氣流。

【0061】 現參看圖 7，示意性地說明經劃分之水平噴霧洗滌器。將未處理之氣流 72 經由管道歧管 73 輸送至水平濕式噴霧洗滌器 74。在洗滌器 74 中水平延伸之兩個隔板 75 將洗滌器 74 劃分成三個相等室。管道歧管 73 將氣流 72 劃分為幾乎相等之三個室。將含有臭氧之氣流 76 經由噴嘴 84 輸送至歧管 73 以視所需 NO_x 含量及移除而定而與進入任何一個、兩個或所有三個室之煙道氣流混合。

【0062】 對於要求 NO_x 在流 77 中之出口減少至每 MMBTU 0.15 lb 的在流 72 中之 NO_x 含量為每 MMBTU 0.4 lb 至 0.45 lb 之煙道氣，使進入洗滌器 74 之三個室中之兩個的氣體與臭氧混合。

【0063】 臭氧在進入洗滌器之管道中之污染物（諸如 NO_x 、Hg 等）到達輸送水性介質噴霧之噴嘴陣列 78 之前將其快速氧化。容易在水性噴霧中捕獲諸如 N_2O_5 及 HNO_3 之經氧化之污染物連同 SO_x 、HCl 及其他污染物。若噴霧區域（噴霧陣列 78）上游之洗滌器體積不足，則可藉由使用稍微過

量之臭氧補償幾乎完全移除 NO_x 之滯留時間要求。

【0064】 使用來自聚水坑之水性介質 79 經由泵 80 經頭座噴霧組件 81 及噴霧噴嘴陣列 78 來噴射洗滌器 74。藉由由水、諸如石灰、石灰石、蘇打灰、苛性鹼、鹼、鹼土金屬、氨氫氧化物、碳酸鹽、碳酸氫鹽及其混合物之試劑構成的水性流來供應聚水坑。可藉由流 82 連續或間歇地淨化洗滌介質之一部分以將溶解及懸浮之固體維持在操作範圍內。NO_x 洗滌極少受 2 至 14 範圍內之 pH 或溶解或懸浮之固體內含物之存在的影響，且因此，本文中未詳細描述其他參數控制，諸如 pH 控制及淨化控制。在典型的基於石灰石之濕式 FGD（煙道氣脫硫）中，洗滌器聚水坑亦可安裝有空氣噴佈器（圖 7 中未示）以將亞硫酸鈣氧化為硫酸鹽。

【0065】 在霧氣移除器件 83 中移除來自離開三個室中之每一個的煙道氣之精細小滴及霧氣，且在管道中再結合氣流形成經處理之氣流 77。緊接著藉由經處理之氣流 77 中之剩餘 NO_x 消耗存在於各個室中之任何殘餘臭氧。

【0066】 與先前技術（美國專利第 6,162,409 號、第 5,206,002 號、第 6,649,132 號及第 7,303,735 號）中報導的相比，在相同條件下，本發明在將 NO_x 含量自 0.45 lb/MMBTU 降低至 0.15 lb/MMBTU 方面之臭氧消耗少了 25%。

【0067】 在另一實施例中，要求來自生質燃燒鍋爐之 NO_x 排放在第一階段中自 0.7 lbs/MMBTU 降低至 0.45 lbs 且最後在第二階段中降低至少於 0.3 lbs/MMBTU。環境法規不要求洗滌任何其他污染物。所提議的解決方案在各階段下在藉由使用稍微化學計算過量的臭氧處理所要求量之氣流來逐

階段還原 NO_x 方面提供靈活性。

【0068】 參看圖 8 中所示之具體實例，示意性地展示用於部分洗滌煙道氣流之器件。經由主要氣體頭座 87 輸送未處理之氣流 85。藉由風扇 89 將頭座 87 中之氣流之一部分分流至管道 90 中，幾乎與 NO_x 移除要求成正比。就 50% NO_x 移除而言，藉由風扇 89 將 50% 之氣流 85 導向管道 90 中。氣流由風扇 89 之可變頻率驅動控制而變化。將自源 91 供應之臭氧輸送至臭氧注入器噴嘴 92，其中臭氧與氣流在管道 90 中混合。以存在於此部分之氣流中之 NO_x 之量計，注入之臭氧之量稍微超過化學計算需要量。在此部分之煙道氣流中，化學計算需要量為每莫耳 NO 含量之 1.5 莫耳臭氧及每莫耳 NO₂ 含量之 0.5 莫耳臭氧。

【0069】 將與臭氧混合之氣流自管道 90 輸送至管柱洗滌器 93。管道 90 中之臭氧在進入洗滌器 93 的煙道氣流中之污染物（諸如 NO_x、Hg 等）到達來自洗滌器 93 中垂直隔開的噴嘴 94 之水性噴霧之前將其快速氧化。容易在來自噴嘴 94 之水性噴霧中捕獲諸如 N₂O₅ 及 HNO₃ 之經氧化之污染物連同任何其他污染物（若存在）。

【0070】 經由再循環 96 經噴霧頭座組件 97 為洗滌器 93 供應來自洗滌器聚水坑 95 之水性介質至洗滌器 93 中之噴霧噴嘴 94 之陣列。聚水坑 95 供應有由水、諸如石灰、石灰石、蘇打灰、苛性鹼、鹼、鹼土金屬、氨氮氧化物、碳酸鹽、碳酸氫鹽及其混合物之試劑構成的水性介質 98。可藉由流 99 連續或間歇地淨化洗滌介質 98 之一部分以將溶解及懸浮之固體維持在操作範圍內，NO_x 洗滌極少受 2 至 14 範圍內之 pH 或溶解或懸浮之固體內含物之存在的影響，且因此，本文中未詳細描述其他參數控制，諸如 pH 控

制及淨化控制。

【0071】 來自經處理之煙道氣之精細小滴及霧氣在藉由霧氣移除器件 100 移除水性噴霧之後排出洗滌器 93。其後，使經處理之氣流 101 與氣體頭座 87 中之煙道氣流 85 之未處理部分再結合。在混合經處理之氣流 101 與未處理之氣流 85 時，緊接著藉由氣流 85 之未處理部分中之 NO_x 消耗存在的任何殘餘臭氧。

【0072】 儘管本發明已相對於其特定具體實例作出描述，顯而易知的是，本發明之許多其他形式及修改對熟習此項技術者而言將為顯而易見的。本發明中之所附申請專利範圍通常應理解為涵蓋在本發明之真實精神及範疇內之所有該等顯而易見的形式及修改。

【符號說明】

【0073】

30：未處理之氣流

31：管道

32：管道

33：噴嘴

34：隔板

35：聚水坑

36：水性介質

37：頭座噴霧組件

38：洗氣器

39：噴嘴

- 40：氣流
- 41：泵
- 42：小滴分離器件
- 43：流
- 44：FCC 再生器尾氣流
- 45：管道
- 46：注入系統
- 48：隔板
- 49：聚水坑
- 50：水性介質
- 51：頭座
- 52：文氏管（Venturi）洗氣器
- 53：水性噴霧
- 54：經處理之氣流
- 55：泵
- 56：霧氣清除機
- 57：流
- 58：滾筒
- 59：煙道氣流
- 61：含有臭氧之氣流
- 63：洗氣器
- 64：水性試劑流

- 65：袋濾器
- 66：流
- 67：管道
- 68：煙道
- 69：經處理之氣流
- 70：燃燒器件
- 71：歧管
- 72：未處理之氣流
- 73：歧管
- 74：洗氣器
- 75：隔板
- 76：含有臭氧之氣流
- 77：流
- 78：噴霧噴嘴陣列
- 79：水性介質
- 80：泵
- 81：頭座噴霧組件
- 82：流
- 83：霧氣移除器件
- 84：噴嘴
- 85：未處理之氣流
- 87：頭座

89：風扇

90：管道

91：源

92：噴嘴

93：洗氣器

94：噴嘴

95：聚水坑

96：再循環

97：噴霧頭座組件

98：水性介質

99：流

100：霧氣移除器件

101：氣流

A,B,C,D：區域

申請專利範圍

1. 一種用於自製程氣流部分移除污染物之方法，其包含以下步驟：
將製程氣流分離成至少兩個製程氣流，
饋入臭氧使其與該等經分離之製程氣流中之至少一個接觸以氧化該氣流中之該等污染物，及
將與臭氧接觸之該等製程氣流中之至少一個饋入洗滌器以自該等氣流移除該等經氧化之污染物。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括，
將該洗滌器劃分成至少兩個室以接收該等製程氣流，
將該製程氣流輸送至該經劃分之洗滌器中以基於所需之 NO_x 移除將該氣流按比例劃分為經由該等兩個室饋入之至少兩個製程氣流，及
將臭氧選擇性地饋入至該等室中之至少一個中以與經由該室饋入的該製程氣流混合以快速氧化該氣流中之該等污染物。
3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括，
在捕獲器件中捕獲該經分離之氣流中的該等經氧化之污染物以自該經分離之氣流移除該等經氧化之污染物。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括，
在與臭氧混合之前，藉由選擇性地冷卻、中止及預洗滌該等污染物來調節含有污染物之該製程氣流。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括，
使用臭氧處理第一預選百分比之該製程氣流以氧化其中之該等污染物，

其後使用臭氧處理高於該第一預選百分比之該製程氣流之第二預選百分比之該製程氣流，及

進一步使用臭氧處理高於該第二預選百分比之該製程氣流之第三預選百分比之該製程氣流，其中，實質上所有該等污染物自該製程氣流移除。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括，
將該洗滌器劃分成至少兩個室以在一個室中接收該製程氣流之該經氧化之部分，
使該製程氣流之該經氧化之部分與該洗滌器中之洗滌介質接觸以自該製程氣流移除該等經氧化之污染物，
捕獲自該製程氣流移除之該等經氧化之污染物，及
其後將不含污染物的該製程氣流之該部分與含有污染物的該製程氣流之該部分統一。
7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括，
將不含污染物且含有過量臭氧的該氣流與含有污染物的該氣流統一，
及
在與含有污染物的該氣流接觸時，氧化該統一氣流中之該過量臭氧以從而自該統一氣流移除過量臭氧。
8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括，
使預選百分比的含有污染物之該製程氣流與預選百分比的不含污染物且含有過量臭氧之該製程氣流混合以形成統一氣流，及
藉由存在於該統一氣流中之該等污染物消耗該過量臭氧。

9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括，
藉由向該經分離之氣流中添加過量臭氧來減少該洗滌器中的該等經分離之製程氣流之滯留時間。
10. 一種用於自製程氣流部分移除污染物之方法，其包含以下步驟：
調節自燃燒製程排出之該製程氣流，
將該製程氣流分離成至少兩個製程氣流，
將臭氧注入該等經分離之製程氣流中之至少一個中以在該經分離之製程氣流中提供該臭氧與包括氮氧化物之該等污染物混合，
藉由與臭氧混合在該經分離之製程氣流中氧化氮氧化物，
在捕獲器件中捕獲該等經氧化之氮氧化物以自該經分離之製程氣流移除該等氮氧化物，及
將實質上不含氮氧化物之該經分離之製程氣流與含有污染物之製程氣流的剩餘部分重組。
11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其包括，
在選自由熱交換器、冷凝器及聚結器件組成之群之器件的冷凝表面上移除該經分離之氣流中之該等經氧化之氮氧化物。
12. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其包括，
在選自由織物過濾器、濕式及乾式靜電集塵器、濕式洗滌器、乾式洗滌器、袋濾器及霧氣分離器組成之群的捕獲器件中捕獲自該氣流移除之該等經氧化之污染物。
13. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其包括，
自該製程氣流移除預選百分比之該製程氣體以在該製程氣體中氧化實

質上與自該氣流移除之製程氣體之該百分比相同之百分比的氮氧化物。

14. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其包括，
將不含氮氧化物之該氣流與含有氮氧化物之該氣流重組，及
藉由混合該臭氧與存在於該重組氣流中之污染物消耗存在於該等重組
氣流中之任何過量臭氧。
15. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其包括，
在將該經處理之製程氣流饋入該捕獲器件之前，使用臭氧處理該等經
分離之製程氣流中之一個以快速氧化其中的該等污染物，
在該捕獲器件中使用水性介質噴射該經處理之氣流以使該等氧化污染
物在該水性噴霧中準備就緒，
自該捕獲器件排出之該經處理之製程氣流移除霧氣及小滴，及
再結合該經處理之製程氣流與含有污染物之該製程氣流以藉由其中含
有的該等污染物消耗存在於該等再結合製程氣流中之任何過量臭氧。
16. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其包括，
重組自其移除的實質上不含經氧化之氮氧化物之該經分離之氣流與未
藉由臭氧處理之該剩餘經分離之氣流以形成統一氣流，及
藉由混合該過量臭氧與該未處理之氣流中之該等氮氧化物在該統一氣
流中消耗存在於不含經氧化之氮氧化物的該氣流中之過量臭氧以自該
統一氣流移除所有過量臭氧。
17. 一種用於自製程氣流部分移除污染物之裝置，其包含，
用於自燃燒製程之廢氣輸送製程氣流之管道，

連接至該管道之洗滌器，用於接收含有污染物之該製程氣流，

向該洗滌器中之該製程氣流之第一區域引入之臭氧源，其用於與該製程氣流選擇性混合，及不含臭氧的該洗滌器中之該製程氣流之第二區域，及

在該第一區域中與該製程氣流混合之該臭氧氧化存在於該製程氣流第一區域中之該等氮氧化物。

18. 如申請專利範圍第 17 項之用於自製程氣流部分移除污染物之裝置，其包括，

該管道劃分成第一室及第二室以接收該製程氣流，

使用臭氧注入該管道第一室，

該管道第一室接收臭氧以與該製程氣流混合以氧化其中的該等污染物，

位於該管道第一及第二室下游之該管道之第三室，其具有用於捕獲該製程氣流中之該等氧化污染物以移除在該製程氣流之該第一區域中氧化的該等污染物之水性噴霧介質，

該管道第三室自不含污染物之該第一區域輸送該製程氣流至該洗滌器且自含有污染物之該第二區域輸送該製程氣流至該洗滌器，

該洗滌器再混合來自該等第一及第二區域之該等製程氣流，及

該洗滌器將水性介質噴霧生成為該等再混合製程氣流以移除由在該等再混合製程氣流中剩餘的過量臭氧氧化之任何剩餘污染物。

19. 如申請專利範圍第 17 項之用於自製程氣流部分移除污染物之裝置，其包括，

包括複數個文氏管（Venturi）洗滌器之該洗滌器，用於自該燃燒製程接收製程氣流，

該等文氏管洗滌器各配備有洗滌介質以接觸經由此處流動之該製程氣流以自該製程氣體移除酸性氣體及微粒物質，

劃分成第一室及第二室以接收自該等文氏管洗滌器排出的該處理氣體之管道，

用臭氧選擇性地注入該管道第一室以與該管道第一室中之該處理氣體混合，以致僅氧化自該等文氏管洗滌器流動之預選百分比之該製程氣體，

用於自該等管道第一及第二室接收該等製程氣流之捕獲器件，及該捕獲器件配備有水性介質噴霧以捕獲該製程氣體中之該等氧化污染物以自該製程氣流移除該等氧化污染物。

20. 如申請專利範圍第 17 項之用於自製程氣流部分移除污染物之裝置，其包括，

水性試劑流，其在該管道中接觸該製程氣流以在該製程氣流中形成精細撒佈的固體，

包括袋濾器之模組化捕獲器件，其具有複數個用於接收含有該等精細撒佈的固體之該氣流之室，

用於向該袋濾器之預選室中供應臭氧之注入器，其具有固體試劑以獲得該氣流中之污染物之預選百分比的氧化，

在該袋濾器之該等室中的該固體試劑在不含污染物之該氣流排出該室時吸收氧化污染物，

自該等室中之每一個延伸的排出管道，其用以結合自該等室中之每一個流動的該等氣流，形成製程氣流，及
該排出管道提供該等室排出之該等氣流之混合以藉由該製程氣流中剩餘的該等污染物消耗任何殘餘臭氧。

21. 一種用於自製程氣流部分移除污染物之方法，其包含以下步驟：

調節自燃燒製程排出之該製程氣流，
將臭氧注入製程氣流之一部分中以提供該臭氧與該製程氣流之選定部分中的包括氮氧化物之該等污染物之混合，
藉由與臭氧混合氧化該製程氣流之該選定部分中之氮氧化物，
在捕獲器件中捕獲該等經氧化之氮氧化物以自該製程氣流之該選定部分移除該等氮氧化物，及
重組該製程氣流之該選定部分與含有污染物的製程氣流之剩餘部分。

圖式

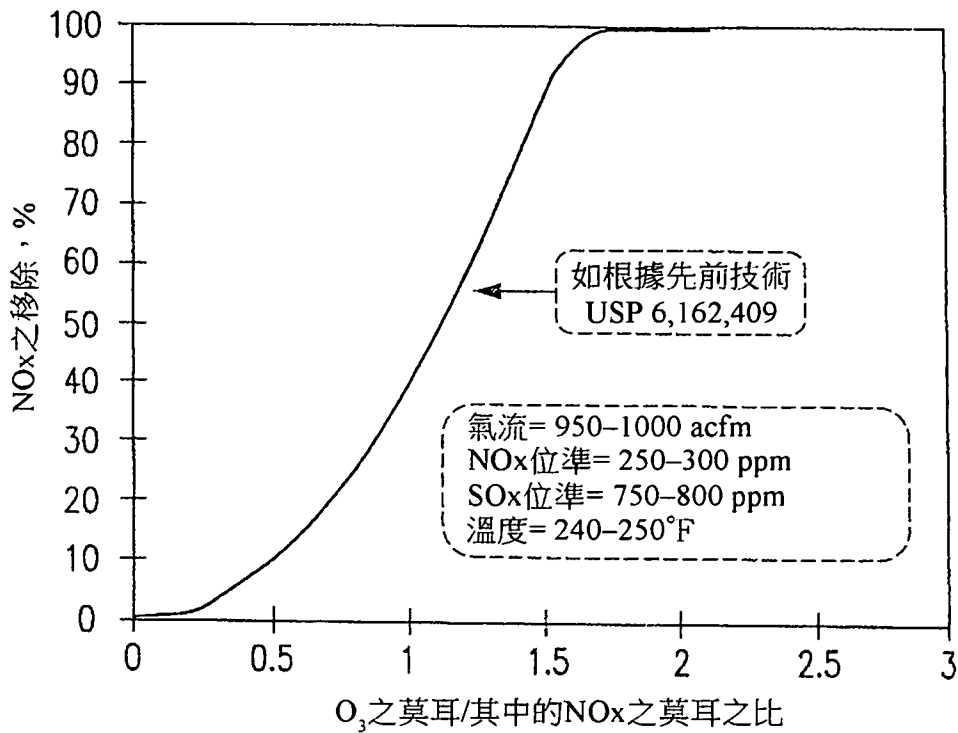


圖1

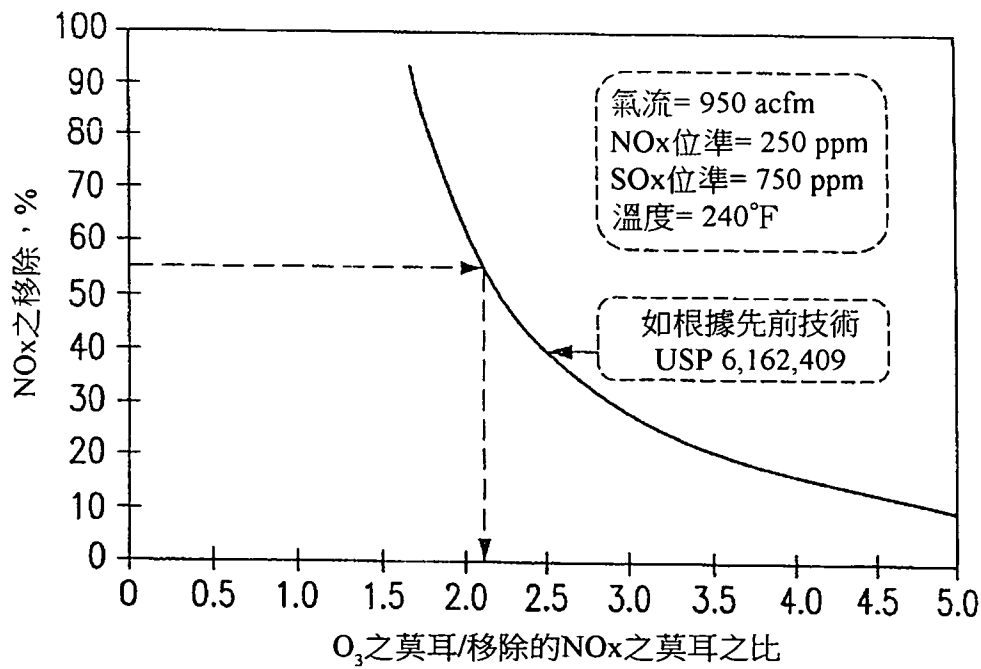


圖2

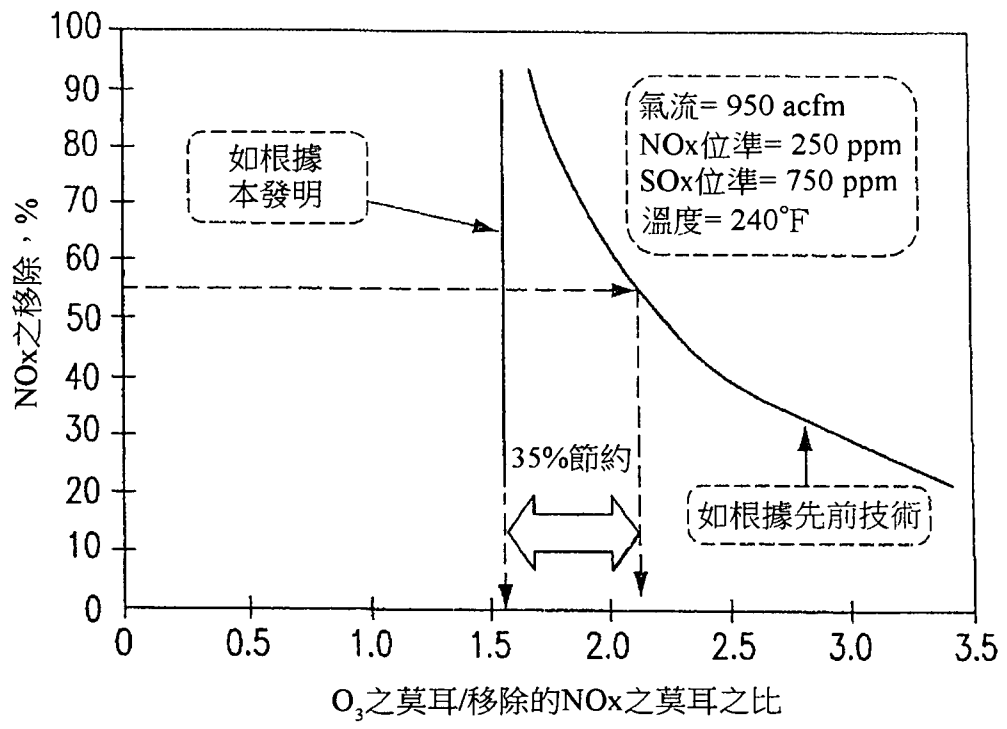


圖3

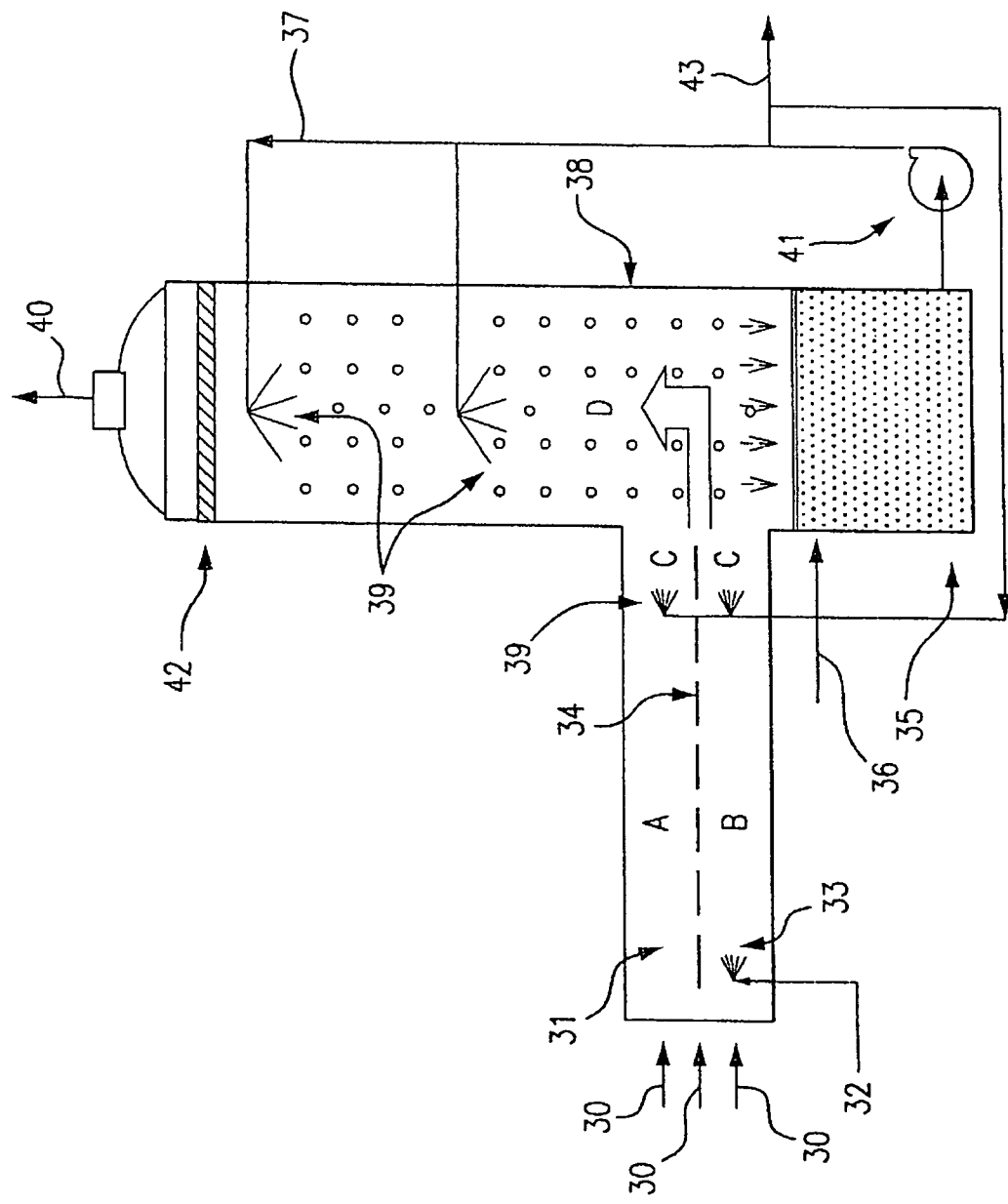


圖4

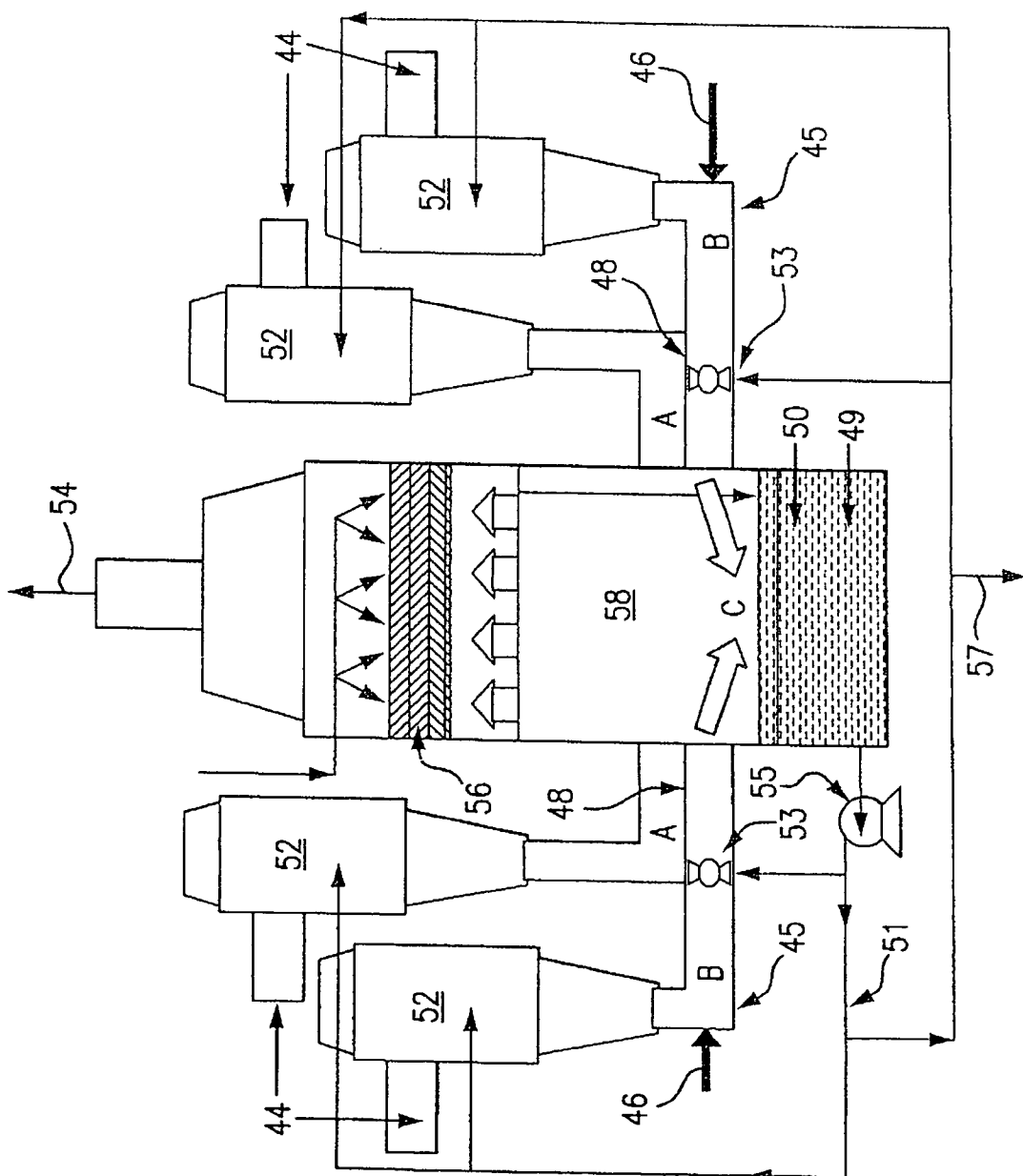


圖5

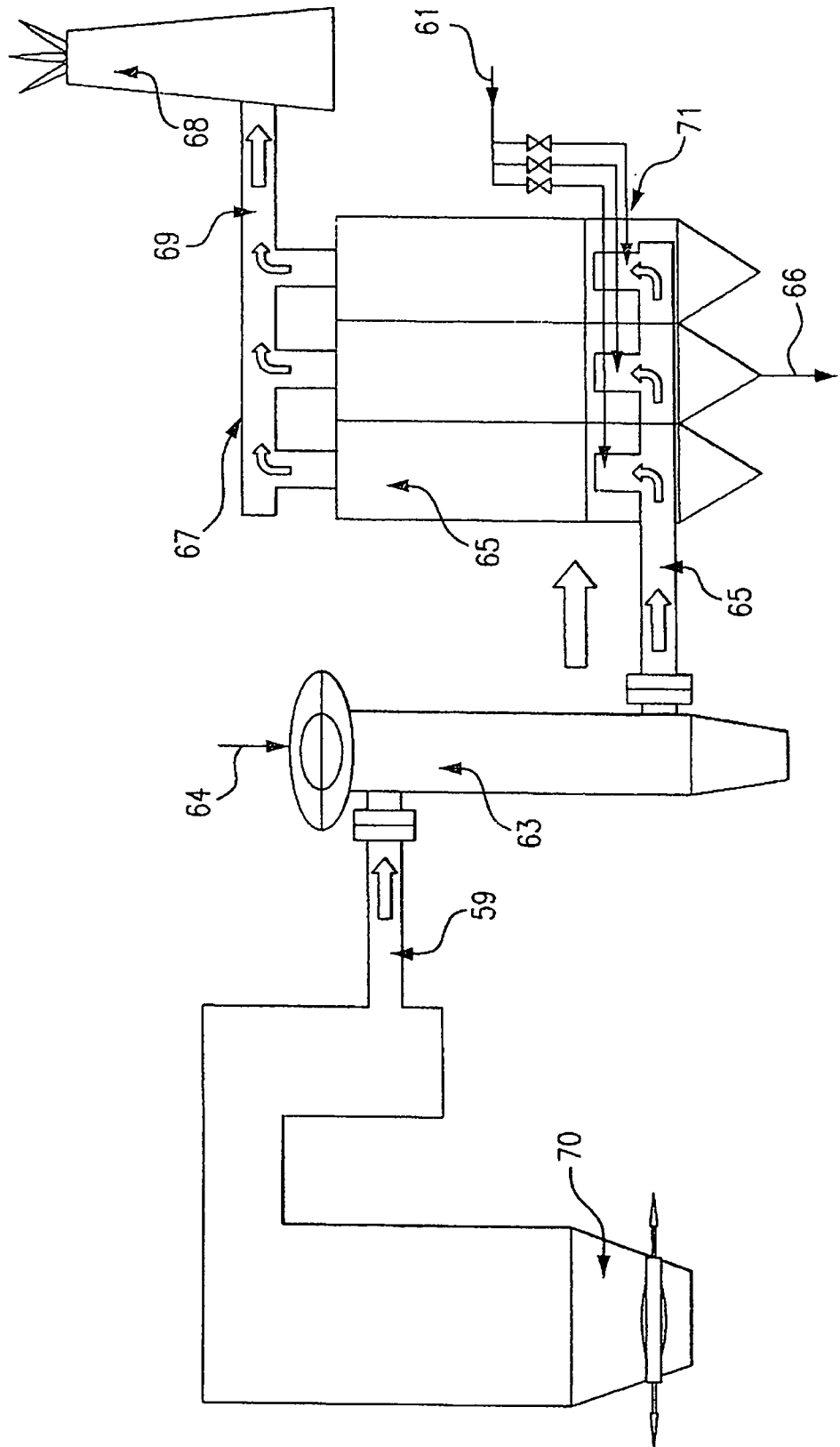


圖6

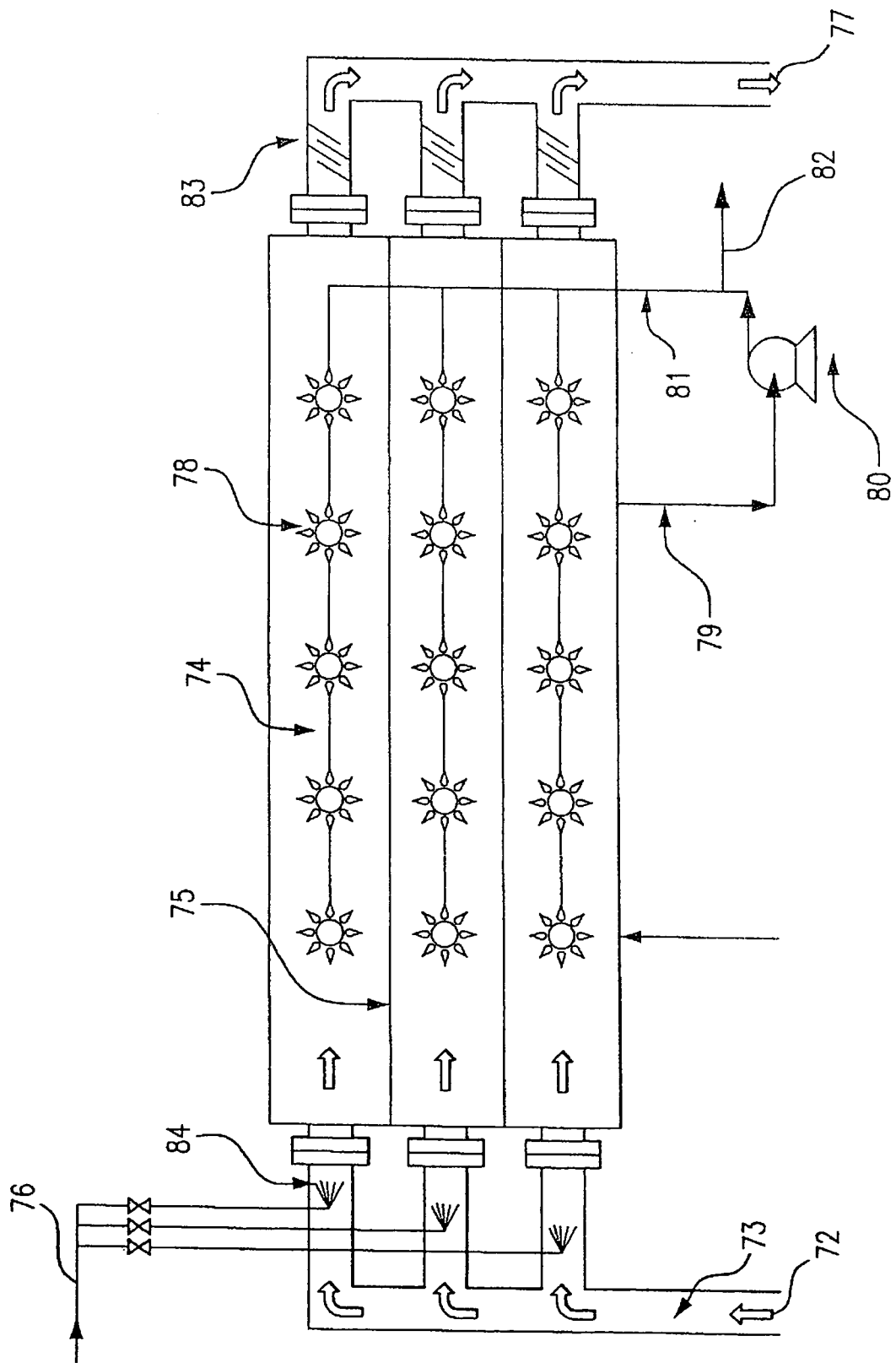


圖7

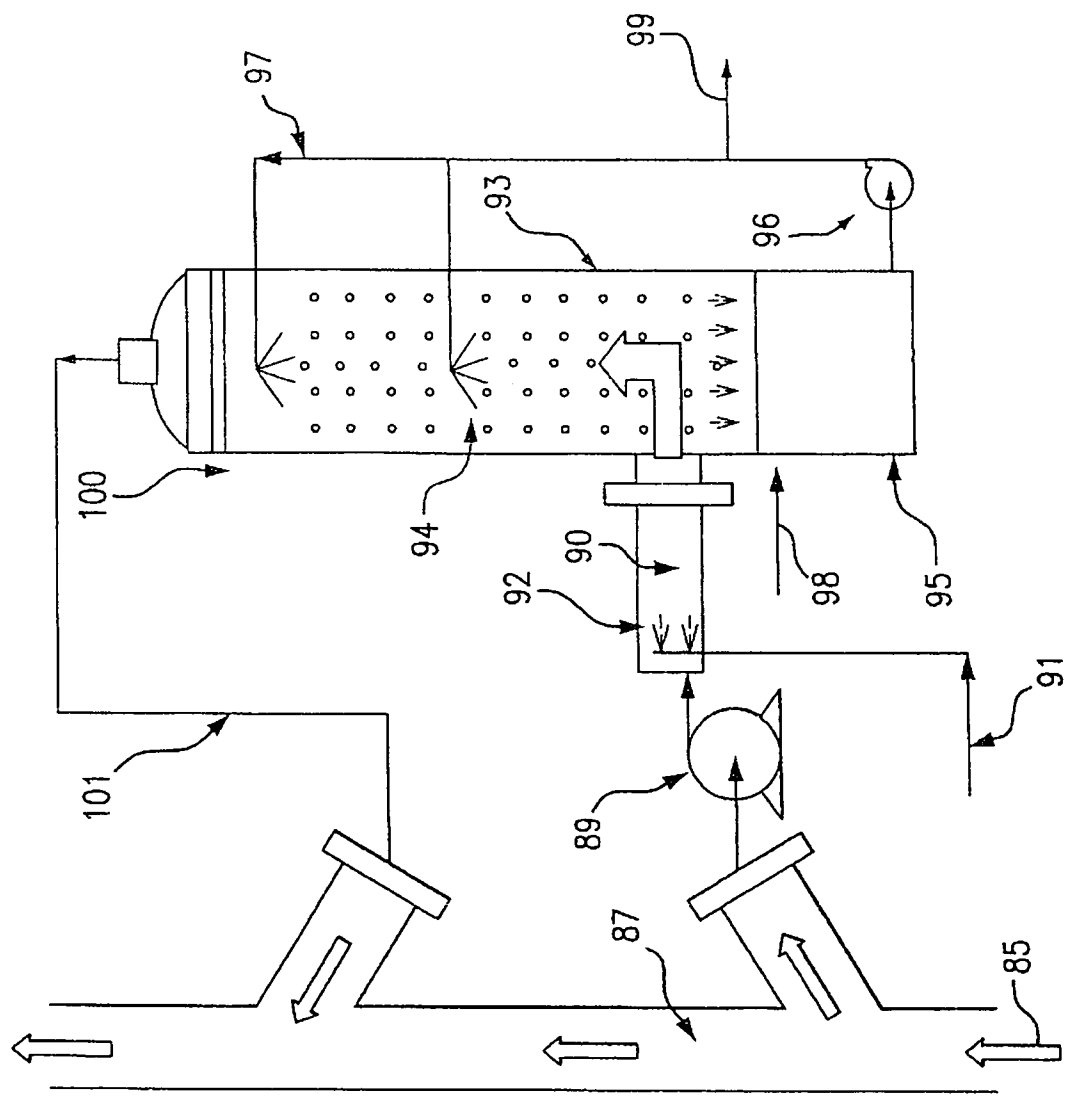


圖 8