



(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 I843790 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：109100671

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 08 日

(51)Int. Cl. : **C01D5/02 (2006.01)** **F27B5/06 (2006.01)**
F27B5/10 (2006.01) **F27B5/14 (2006.01)**

(30)優先權：2019/01/08 歐洲專利局 19150853.0

(71)申請人：比利時商泰森德洛集團公司 (比利時) TESSENDERLO GROUP NV (BE)
比利時

(72)發明人：蘭代特 彼得 LANDUYT, PETER (BE)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 1118335A

審查人員：李嘉修

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：1 共 23 頁

(54)名稱

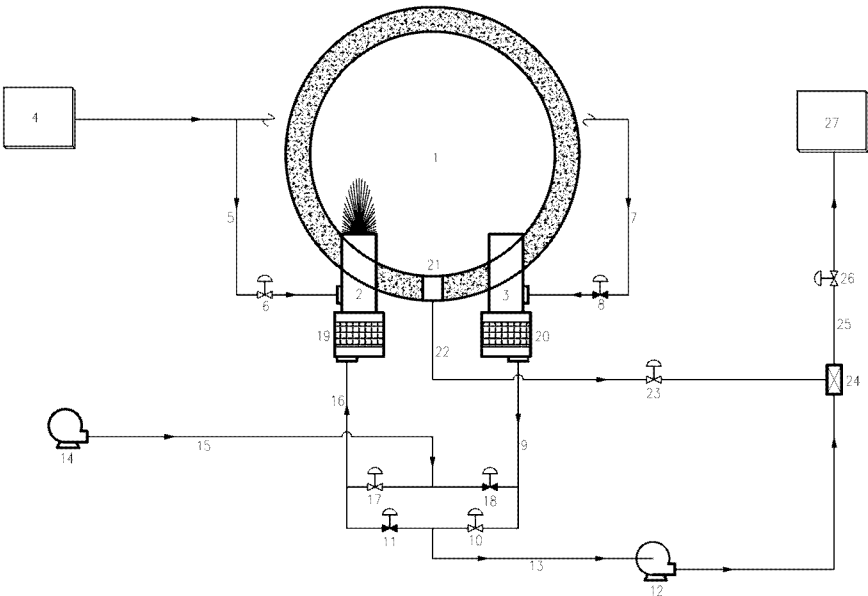
製備硫酸鉀的方法

(57)摘要

本發明係關於一種藉由使用馬弗爐轉化氯化鉀及硫酸來製備硫酸鉀之方法，該爐包含反應室及燃燒室，其中在該反應室中，氯化鉀(KCl)及硫酸氫鉀(KHSO₄)反應形成硫酸鉀，同時自該燃燒室向該反應室供熱，其中該燃燒室具有至少一對再生式燃燒器且其中該方法包括以下步驟：交替地使該等再生式燃燒器中之一者在該燃燒室中進行燃燒操作以加熱該反應室及該等再生式燃燒器中之另一者在再生器中進行熱再生操作，其中將該燃燒室中之壓力保持在 0.2 至 3 mbarg 之間的壓力下。

A process for the production of potassium sulphate by conversion of potassium chloride and sulphuric acid using a muffle furnace, said furnace comprising a reaction chamber and a combustion chamber, wherein in the reaction chamber potassium chloride (KCl) and potassium hydrogen sulfate (KHSO₄) are reacted to form potassium sulphate while supplying heat to the reaction chamber from the combustion chamber, wherein the combustion chamber has at least a pair of regenerative burners and wherein the process comprises the steps of alternately causing one of the regenerative burners to perform a combustion operation in the combustion chamber to heat the reaction chamber and another of the regenerative burners to perform a heat-regenerating operation in a regenerator, wherein the pressure in the combustion chamber is kept at a pressure of between 0.2 and 3 mbarg.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 1:燃燒室
- 2:燃燒器
- 3:燃燒器
- 4:供應
- 5:管線
- 6:閥門
- 7:管線
- 8:閥門
- 9:管線
- 10:閥門
- 11:閥門
- 12:風扇
- 13:管線
- 14:風扇
- 15:管線
- 16:管線
- 17:閥門
- 18:閥門
- 19:再生器
- 20:再生器
- 21:排氣口
- 22:管線
- 23:閥門
- 24:混合器
- 25:管線
- 26:閥門
- 27:煙囪



I843790

【發明摘要】

【中文發明名稱】

製備硫酸鉀的方法

【英文發明名稱】

PROCESS FOR PRODUCING POTASSIUM SULPHATE

【中文】

本發明係關於一種藉由使用馬弗爐轉化氯化鉀及硫酸來製備硫酸鉀之方法，該爐包含反應室及燃燒室，其中在該反應室中，氯化鉀(KCl)及硫酸氫鉀(KHSO₄)反應形成硫酸鉀，同時自該燃燒室向該反應室供熱，其中該燃燒室具有至少一對再生式燃燒器且其中該方法包括以下步驟：交替地使該等再生式燃燒器中之一者在該燃燒室中進行燃燒操作以加熱該反應室及該等再生式燃燒器中之另一者在再生器中進行熱再生操作，其中將該燃燒室中之壓力保持在0.2至3 mbarg之間的壓力下。

【英文】

A process for the production of potassium sulphate by conversion of potassium chloride and sulphuric acid using a muffle furnace, said furnace comprising a reaction chamber and a combustion chamber, wherein in the reaction chamber potassium chloride (KCl) and potassium hydrogen sulfate (KHSO₄) are reacted to form potassium sulphate while supplying heat to the reaction chamber from the combustion chamber, wherein the combustion chamber has at least a pair of regenerative burners and wherein the process comprises the steps of alternately causing one of the regenerative burners to perform a combustion

operation in the combustion chamber to heat the reaction chamber and another of the regenerative burners to perform a heat-regenerating operation in a regenerator, wherein the pressure in the combustion chamber is kept at a pressure of between 0.2 and 3 mbarg.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:燃燒室

2:燃燒器

3:燃燒器

4:供應

5:管線

6:閥門

7:管線

8:閥門

9:管線

10:閥門

11:閥門

12:風扇

13:管線

14:風扇

15:管線

16:管線

- 17:閥門
- 18:閥門
- 19:再生器
- 20:再生器
- 21:排氣口
- 22:管線
- 23:閥門
- 24:混合器
- 25:管線
- 26:閥門
- 27:煙囪

【發明說明書】

【中文發明名稱】

製備硫酸鉀的方法

【英文發明名稱】

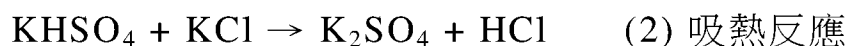
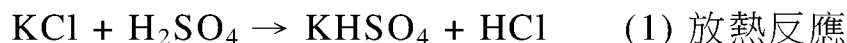
PROCESS FOR PRODUCING POTASSIUM SULPHATE

【技術領域】

【0001】 本文提供用於製備硫酸鉀之經改良之方法。更特定言之，本發明涉及在曼海姆爐(Mannheim furnace)中製備硫酸鉀之方法。

【先前技術】

【0002】 曼海姆方法係用於製備硫酸鉀(K_2SO_4)之熟知方法。一般而言，該方法由兩個步驟構成：氯化鉀及硫酸之放熱反應以產生硫酸氫鉀及氯化氫作為副產物，及吸熱反應以產生硫酸鉀及氯化氫。該等步驟係由反應式(1)及(2)顯示。



【0003】 一般而言，獲得自曼海姆方法之硫酸鉀具有適中之氯化物含量(2重量%至約4重量%)。就農業而言，使用具有高氯化物值之硫酸鉀已變得不可取。

【0004】 因此，可用之先前技術在較大程度上係針對製備較低氯化物產物，而已忽略該方法(即，曼海姆方法)之能源、成本及/或環境效率。

【0005】 例如，US4342737描述在1.07至1.40之當量比下在約250℃至500℃之溫度下使KCl與硫酸反應。儘管此方法確實提供含有比藉由曼海姆方法製備之硫酸鹽更少之氯化物之硫酸鹽，但其仍係能源密集型，

需要連續加熱。

【0006】 如當前進行之曼海姆方法係以與如十九世紀德國研發大體上相同之方式進行。該方法涉及由兩個部分構成之爐(頂部之燃燒室及底部之反應室)，其等由圓頂隔開。曼海姆爐之一實例係描述(例如)於專利文獻US4303619中。

【0007】 圓頂(耐火層)隔開燃燒室及反應室，使得熱量自該燃燒室轉移至該反應室。通過爐之頂部入口，將氯化鉀及濃硫酸添加至該反應室內並攪拌。

【0008】 如上文反應中指示，該反應中之第二步驟係吸熱的，即需在該反應室上預熱。此熱量一般藉由燃燒重燃料供應，其藉由對流但主要輻射加熱該爐，同時在該燃燒室中達成在950°C至1400°C之範圍內之溫度。燃燒空氣及/或氧濃度之溫度越高，廢氣中之NO_x濃度越高。

【0009】 鹽酸(HCl)係在製備過程期間作為氣體釋放並處理，因為其係有用且可銷售之產品。

【0010】 如今，減少NO_x係關注之領域。熱製備之NO_x係此等排放類型之最大貢獻者。當氮及氧在高溫下存在時，在燃燒過程期間產生熱NO_x。兩種元素組合以形成NO及/或NO₂。

【0011】 除曼海姆方法之環境影響外，亦已知其係能源效率低下的。因為反應運行之高溫，該曼海姆方法每噸硫酸鹽使用大約半桶燃料油。同樣地，由於特別高之溫度及不均勻之熱傳遞，在該燃燒室之圓頂表面上形成實質梯度及局部高溫點(熱點)。

【0012】 此導致熱應力且遇到之腐蝕條件係嚴峻的，例如可形成裂紋及裂縫，其等在燃燒氣體中誘導HCl排放同時在熱點處形成層NO_x。

【0013】 滲透之HCl要求燃燒設備塗佈耐熱及耐腐蝕之混凝土。在反應室中，該設備之零件係由鑄鐵金屬構築物製造且經設計具有厚橫截面。另一方面，頻繁更換金屬零件係必要的，此導致(例如)維護之費用、更換成本、流失製備時間。

【0014】 為克服先前技術之問題，對爐之設計作出一些最新研發。例如，中國實用新型CN204454616 (U)提供硫酸鉀反應爐，其包含反應爐、圍繞該反應爐之外層爐體及佈置在該反應爐與該外層爐體之間的火焰通道，其中在該反應爐之上部形成濃硫酸進料開口及氯化鉀開口。該反應爐係由耐熱材料鎳鉻合金製造。

【0015】 然而，在製備過程期間在室之表面上形成熱點之問題及與此相關聯之問題係真實的。需新研發以避免上文闡明之缺點中之至少一些。

【0016】 因此，本發明之目的係欲提供用於在馬弗爐中連續工業製備硫酸鉀之有效及高效方法，且特定言之，係欲提供容許低NO_x排放同時維持高燃燒效率之該方法。

【發明內容】

【0017】 因此，為達成目的，本發明提供藉由使用馬弗爐轉化氯化鉀及硫酸製備硫酸鉀之方法，該爐包含反應室及燃燒室，

其中在該反應室中，氯化鉀(KCl)及硫酸氫鉀(KHSO₄)反應以形成硫酸鉀，同時自該燃燒室向該反應室供熱，

其中該燃燒室具有至少一對再生式燃燒器，且

其中該方法包括以下步驟：交替地使該等再生式燃燒器中之一者在該燃燒室中進行燃燒操作以加熱該反應室及該等再生式燃燒器中之另一者

在再生器中進行熱再生操作，且

其中將該燃燒室中之壓力保持在約0.2至約3 mbarg之間的壓力下。

【0018】 本發明進一步提供曼在海姆方法中使用再生式燃燒器來製備硫酸鉀，其中將該燃燒室中之壓力保持在約0.2至約3 mbarg之間。

【0019】 本發明提供藉由使用馬弗爐轉化氯化鉀及硫酸製備硫酸鉀之方法，該爐包含反應室及燃燒室，

其中在該反應室中，氯化鉀(KCl)及硫酸氫鉀(KHSO₄)反應以形成硫酸鉀，同時自該燃燒室向該反應室供熱，

其中該燃燒室具有至少一對再生式燃燒器，且

其中該方法包括以下步驟：交替地使該等再生式燃燒器中之一者在該燃燒室中進行燃燒操作以加熱該反應室及該等再生式燃燒器中之另一者在再生器中進行熱再生操作，且

其中將該燃燒室中之壓力保持在約0.2至約3 mbarg之間的壓力下。

【0020】 一般而言，燃燒室中之峰值溫度係約1350°C或更低。較佳地，該燃燒室中之峰值溫度係約1300°C或更低，及更佳約1250°C或更低。一般而言，該燃燒室中之峰值溫度係約1050°C或更高，較佳約1100°C或更高，及最佳在約1150°C至約1200°C之間。一般而言，該燃燒室中之峰值溫度係約900°C或更高，較佳約950°C或更高。在一較佳實施例中，該燃燒室中之峰值溫度係在約1000°C至約1150°C之間，更佳在約1050°C至約1100°C之間。

【0021】 較佳地，燃燒室之平均溫度在約1050°C至約1250°C之間，最佳在約1150°C至約1200°C之間。

【0022】 較佳地，燃燒器係在爐之同側，形成小於約45°，較佳在

約0° (即，平行位置)至約30°之間的角度。此設計容許熱量均勻分佈且容許足夠之時間用於加熱該反應室。熱燃燒氣體圍繞該爐之較大部分運行，並藉此達成熱量之均勻分佈。

【0023】 較佳地，燃燒空氣中氧之量係過量約1體積%或以下，較佳約0.5體積%或以下，及最佳約0.3體積%。該燃燒空氣中較低過量之氧減少NO_x形成。

【0024】 較佳地，交替地使再生式燃燒器中之一者進行燃燒操作之步驟包括：

- a. 將第一再生式燃燒器之再生器之約600°C至約1000°C之熱燃燒空氣供應至其燃燒器，並由燃燒燃料之熱燃燒氣體加熱該爐之反應室；
- b. 在該燃燒室中維持約1000°C至約1250°C之平均溫度；
- c. 將該熱燃燒氣體之約70體積%至約95體積%排放至第二再生式燃燒器之再生器；
- d. 將該熱燃燒氣體之熱量儲存於該第二再生式燃燒器之該再生器之介質中；
- e. 在該第二及第一再生式燃燒器中交替進行步驟a至d。

【0025】 較佳地，再生器包含陶瓷介質，或由陶瓷介質構成，其中該陶瓷介質較佳由Al₂O₃之陶瓷球構成。

【0026】 較佳地，方法進一步包括以下步驟：

- a. 自該第二再生式燃燒器之該再生器排放約100°C至約280°C之冷燃燒氣體，
- b. 將該冷燃燒氣體供應至混合區，通過閥門向該混合區供應約30體積%至約5體積%熱燃燒氣體，並釋放該燃燒氣體流，其係較佳在約250°C

至約400°C之溫度下，以進一步使用或(例如)通過煙囪排出；

c. 在該第一再生式燃燒器之該再生器中將燃燒空氣加熱至約600°C至約1000°C以用於該燃燒器中，

d. 在該第二及第一再生式燃燒器中交替進行步驟a至c。

【0027】 步驟b之約5至約30體積%熱燃燒氣體較佳係通過閥門釋放，該閥門係用於將該燃燒室之壓力保持在所需壓力諸如在約0.2至約3 mbarg之間。

【0028】 燃燒室較佳包含排煙，用於自該燃燒室排放約5至約30%，較佳約15%至約25%之量之熱氣，操縱該量以便於將該反應室中之壓力保持在約0.2至約3 mbarg之水平下。

【0029】 較佳地，將燃燒室中之壓力保持在約0.4至約2 mbarg之間，及甚至更佳在約0.4至約1.5 mbarg之間，及最佳在約1.0至約1.5 mbarg之間。

【0030】 在另一實施例中，再生式燃燒器係氣體燃燒器，較佳使用甲烷氣體及/或丙烷氣體。較佳地，該再生式燃燒器係使用天然氣之氣體燃燒器。

【0031】 本發明之優點係以此方式提供之方法可以商業規模穩定實踐且NO_x排放相對較低。

【0032】 本發明較佳提供其中在3體積% O₂ (氧)下在燃燒室之約1200°C之溫度下，NO_x排放低於約200 mg/Nm³，較佳低於約150 mg/Nm³之方法。

【0033】 除低NO_x排放外，具有再生式燃燒器之爐亦可藉由節約能源有益於較低CO₂排放。

【0034】反應室包含隔開反應室及燃燒室之圓頂形壁，其一般係來自碳化矽。該反應室係通過該圓頂加熱。

【0035】以相同能源在整個表面上完全加熱該圓頂係不可能的。因此，將觀察到熱量梯度，其可經量測及/或建模。

【0036】燃燒室中之整個圓頂上之熱量梯度係一般小於約250°C，較佳小於約200°C。在實務中，該梯度一般係高於約20°C，及較佳在約30°C至約100°C之間。在一最佳實施例中，該梯度係約60°C或以下，諸如例如，在約40°C至約60°C之間。傳統燃燒器中之梯度一般係約400°C或更高。

【0037】較佳地，燃燒室中之燃燒操作係使得在該反應室中維持約450°C至約600°C之平均溫度。

【0038】反應室中之反應可進行合適之時間，其包括約30分鐘至約2小時之平均反應時間。生產量可藉由操縱輸入及藉由容許該反應室中之混合耙子將反應混合物推送至該室之外部來進行調節。

【0039】一般而言，本發明之方法係關於用於製備硫酸鉀之連續工業方法。較佳地，具有根據本發明之再生式燃燒器之反應室具有每天約30噸，甚至更佳每天約35噸或以上之產能。

【0040】本發明進一步提供再生式燃燒器在曼海姆方法中用來製備硫酸鉀之用途，其中將燃燒室中之壓力保持在約0.2至約3 mbarg之間。

【0041】如本文解釋，較佳地，將壓力保持在約0.4至約2 mbarg之間，及甚至更佳在約0.4至約1.5 mbarg之間，及最佳在約1.0至約1.5 mbarg之間。

【0042】熟習此項技術者自圖式及隨附申請專利範圍之下列描述將

知曉本發明之前述及其他目的、特徵及優點。

【圖式簡單說明】

【0043】 圖1係燃燒室及相關部分之示意性橫截面圖。

【實施方式】

【0044】 本文使用之術語「圓頂」或「圓頂形表面」係指導熱之弧形、圓頂形壁

【0045】 術語「 NO_x 」係含有一個氮原子及一或多個氧原子之分子之速記及特定言之氧化氮(NO)及二氧化氮(NO_2)。其非意謂包括一氧化二氮(N_2O)。 NO_x 氣體係通常在燃料(諸如烴)在空氣中燃燒期間製備自氮與氧之間的反應；尤其在高溫下。

【0046】 術語「硫酸」意謂至少約90%濃度，及較佳至少約91、92、93或94%濃度或以上，更佳約95、96、97、98高達99%濃度之硫酸。一般而言，該硫酸濃度係約98%或更低。

【0047】 術語「加熱室」及「燃燒室」均具有相同含義且係指其中發生燃料燃燒之(馬弗)爐之上室。

【0048】 術語「熱再生(heat regenerating、heat regeneration)」意謂將來自燃燒室之熱量間歇地儲存於再生器之儲存介質中。為達成此，使熱廢氣與熱儲存介質接觸，然後加熱冷空氣，同時冷卻該熱儲存介質，並吸收該熱量。

【0049】 術語「 HCl 氣體」意謂在硫酸鉀之製備過程期間釋放之氣體。廢氣包含痕量之 HCl 氣體，但亦可包含其他氣體，諸如 CO_2 、 N_2 及 O_2 且可進一步包含水蒸氣。

【0050】 術語「燃燒空氣」意謂供應至燃燒器之空氣。

【0051】術語「煙氣」或「燃燒氣體」意謂在燃料燃燒期間釋放之氣體，其可通過燃燒室之排氣部分釋放。

【0052】壓力係以mbarg (毫巴表壓)給定，其係相對於周圍壓力之過壓或負壓。1 mbar係100 Pa。因此，0.2至3 mbarg係高於周圍壓力20至300 Pa壓力，而-0.2至-3 mbarg係相對於周圍壓力20至300 Pa負壓。

【0053】硫酸鉀之製備方法係在一般表示為馬弗爐之爐中進行。該爐包含頂部燃燒(加熱)室及底部反應室。該反應室具有朝向該燃燒室之較佳圓頂形之頂面。該圓頂一般係由碳化矽製得。

【0054】最初，通過一或兩個獨立管向反應室中進料氯化鉀(KCl)及硫酸(H_2SO_4)並發生放熱反應。硫酸與氯化鉀之比率一般係在約1.0至1.2，較佳約1.02至1.1之間，更佳在約1.05至1.1之間。 H_2SO_4 之進料可由控制電動旋塞閥門之質量流量裝置(未顯示)控制。

【0055】因為反應之第二步驟係吸熱的(上文式2)，所以需向反應室供應熱量。此熱量係藉由在燃燒室中燃燒烴源(諸如氣體或燃料)供應。燃燒器可使用(例如)經預熱之重燃料，其係用空氣粉碎並由再生式燃燒器燃燒至該燃燒室內。就低S (諸如 SO_2)及細粉塵排放而言，較佳使用氣體及更特定言之天然氣作為燃料。天然氣可係富含甲烷之天然氣。此富含甲烷之天然氣可稱為「甲烷氣體」。

【0056】以此方式，反應室通過其上表面(圓頂)加熱其整個表面。

【0057】圖1繪示燃燒室及相關部分之示意圖。

【0058】在此圖中，1表示馬弗爐之燃燒室。2及3係再生式燃燒器系統之兩個燃燒器。如該圖式中繪示，燃燒器2自供應4通過管線5燃燒天然氣。閥門6係打開的，以容許將氣體供應至該燃燒器。儘管燃燒器2係活

動的，但管線7至燃燒器3係由閥門8關閉。

【0059】 再生式燃燒器系統進一步包含再生器19及20。儘管燃燒器2係活動的，但煙氣係通過再生器20排放。該煙氣可(例如)具有約1100°C至約1200°C之溫度，並在該再生器中將此氣體冷卻至約200°C。該煙氣係通過管線9排放，同時閥門10係打開且閥門11係關閉的。該煙氣係通過管線13由風扇12吸入。

【0060】 同時，當閥門17打開，且閥門18關閉時，風扇14通過管線15及16向燃燒器2提供新鮮空氣。將該空氣自約20°C加熱至約800至1000°C。

【0061】 除通過再生器離開之煙氣外，一些氣體係通過排氣口21及管線22排出。該管線22包含閥門23，其可用於在燃燒室中保持所需壓力。熱煙氣可與來自管線13之冷煙氣在混合器24中混合。所得煙氣可通過配備另一閥門26之管線25排出以調節該燃燒室中之壓力。該氣體可通過煙囪27排出。然而，該氣體具有約300°C至約400°C之溫度，且可用於首先加熱其他流。

【0062】 一般而言，約5至約30體積%，較佳約10至約25體積%，及最佳在約15至約25體積%之間的煙氣係通過燃燒室之排氣口21移除。

【0063】 用於自燃燒室排放熱燃燒氣體之排氣口較佳配備用於調節該燃燒室中之一定壓力之構件，諸如閥門23，較佳與串聯之第二閥門諸如例如閥門26組合。

【0064】 煙氣之剩餘部分，約95至70體積%，較佳約90至75體積%，及更佳約85至75體積%係用於通過再生式燃燒器系統再生該煙氣之熱量。

【0065】 例如，第一燃燒可在燃燒器2中進行。在燃燒器2之此燃燒期間，第二再生式燃燒器進行熱再生操作，以燃燒步驟釋放之煙氣(或燃燒氣體)之總重量計，該操作吸入多達約75%至約85%，並儲存，即，吸收其熱量於再生器20中。在約45秒至約90秒之間的預設時間後，切換該等燃燒器。接著，燃燒器3燃燒，使用由該再生器20中之熱量加熱之燃燒空氣。當燃燒器3燃燒時，閥門8、11及18係打開的，而6、10及17係關閉的，以便於向燃燒器3供應氣體及燃燒空氣，並通過再生器19排出煙氣。

【0066】 燃燒係在燃燒器之間交替地連續進行，且其中產生之燃燒氣體係通過熱量，即，其他再生式燃燒器之再生器中之能源回收連續回收。該過程之效率係基於在燃燒器處交替進行燃燒及熱量回收操作，例如燃燒器2燃燒及再生器20吸收，然後燃燒器3燃燒及再生器19吸收。

【0067】 圓頂係藉由對流及輻射加熱，同時燃燒室係在約950℃至約1300℃，較佳約1000℃至約1300℃之溫度下。爐之平均溫度較佳係在約1100℃至約1240℃之間及最佳在約1150℃至約1200℃之間。在另一較佳實施例中，該爐之平均溫度係在約1000℃至約1150℃之間。

【0068】 本發明之方法容許均勻加熱圓頂並藉此提供因較小之溫度梯度而顯著增加圓頂使用壽命，其係明顯之優點。

【0069】 本發明能源回收方法優於先前技術之典型爐，因為在後一種方法中，取決於施用之熱交換器中之材料以用煙氣預熱燃燒空氣，達成僅約350℃至約550℃之熱燃燒空氣溫度。

【0070】 取決於爐及熱交換器之品質，儘管自燃料變為天然氣(其一般而言增加能源消耗約5至10%)，但基於總發熱量，能源節約係在約7%至約20%之間。

【0071】 假定燃燒器2燃燒，在回收期間，離開再生器20之煙氣具有約100°C至約280°C，較佳約100°C至約250°C，更佳約150°C至約220°C之溫度範圍。

【0072】 熱燃燒氣體係一般而言通過排氣口21部分排出。壓力調節器23係較佳放置於排氣管22中以適應圓頂上所需之正壓。藉由在再生器中控制用於熱再生之熱燃燒氣體之量及通過排氣口排出之氣體之量，燃燒室中之壓力係較佳保持在約0.2至約3 mbarg，更佳約0.5至約2 mbarg，及最佳約0.9至約1.2 mbarg之壓力下。

【0073】 廢氣可用於進一步熱交換及/或可與較冷之空氣混合以進一步使用，或在排出前。例如，在通過煙囪排出氣體前，兩個排氣流可混合使得進入該煙囪內之氣體較佳具有在約300°C至約370°C之間的溫度。

【0074】 若圓頂包含一些裂縫，則在製備過程期間釋放自反應室之氣態鹽酸(HCl)可通過圓頂形表面進入燃燒室內。該燃燒室之燃燒排氣壓力一般超過該反應室中之HCl氣體之壓力。藉由保持該燃燒室中之壓力足夠高，(在很大程度上)防止通過該圓頂朝向該燃燒室之HCl廢氣滲透。

【0075】 為達成此重要之壓力控制，當發生高煙囪排放量時，較佳在煙囪前將第二阻尼閥(壓力控制閥門26)放置於組合煙氣上。

【0076】 因此，一般而言，燃燒室中之壓力係較佳由串聯之兩個壓力控制閥門調節。

【0077】 反應室中之壓力一般將在約-3至約-0.2 mbarg之間，較佳在約-1至約-0.3 mbarg之間。輕微之負壓防止HCl氣體自該反應室逸出至空氣中。

【0078】 相較於在3體積% O₂下約650 mg/Nm³之NO_x排放之燃料燃

燒爐，氣體再生式燃燒器之 NO_x 排放可減少約80%，在3% O_2 或以下達成約150 mg/Nm^3 之排放，諸如例如，在3體積% O_2 下約135 mg/Nm^3 ，此在約1150°C至約1200°C之爐溫下。

【0079】 本發明之優點係調節(馬弗)爐中廢氣之量，可有效控制燃燒室內部之壓力。有可能保持該燃燒室中之過壓及防止/控制 HCl 氣體通過圓頂擴散進入該爐之燃燒室內。此具有在燃燒設備中避免 HCl 腐蝕之優點。

【0080】 此外，由較高之氣體速度，燃燒器之火焰更均勻地分佈在整體圓頂上並在該火焰中容許較低之峰值溫度從而容許降低 NO_x 產生。

【0081】 再生器19、20較佳包含陶瓷介質，其中該陶瓷介質較佳由陶瓷熱交換材料，諸如例如， Al_2O_3 之球構成。

【0082】 一般而言，再生式燃燒器係燃料燃燒器或氣體再生式燃燒器，更佳天然氣再生式燃燒器或轉化為(天然)氣體再生式燃燒器之燃料燃燒器。相較於燃料再生式燃燒器，該氣體再生式燃燒器之優點在於使用天然氣可獲得較低S及細粉塵排放。

【0083】 相較於傳統之燃料燃燒器，本發明之氣體再生式燃燒器之另一優點在於藉由將燃燒空氣預熱至約900°C之程度，可減少能源消耗約5%至20%之間。在相同之燃燒器設定中，燃料轉化為氣體一般導致能源消耗增加約5至10%，因此，能源消耗之實際改良係約10至30%。同樣，所有方法係更高效的，因為可於馬弗爐本身處回收熱量，同時能量含量之剩餘部分使得第二回收步驟可能。

【0084】 在一較佳實施例中，再生式燃燒器係由一或多個可編程邏輯控制器(PLC)控制。藉助於由PLC級聯打開及關閉該等燃燒器，可最佳

化爐之效率並顯著減少 NO_x 產生。

【0085】 在又另一實施例中，爐之反應室包含隔開反應室及燃燒室之圓頂形碳化矽(SiC)壁，該圓頂壁之頂點位於該等燃燒器之間，其中該圓頂形SiC壁係在整個圓頂壁上以小於約 250°C ，較佳在約 30°C 至約 150°C 之間，更佳在約 30°C 至約 100°C 之間之熱量梯度加熱。因此，該反應室具有較少熱點、該圓頂中較不陡峭之溫度梯度及因此該圓頂上之較少維護。

【0086】 根據本發明之另一實施例，本文提供再生式燃燒器在曼海姆方法中在馬弗爐之用途，其用於製備硫酸鉀，同時將燃燒室中之壓力保持在約0.2至約3 mbarg，該馬弗爐包含燃燒室及反應室。

【0087】 儘管已描述特定實施例，但此等僅為實例且非限制本發明之範圍。

實例

實例1

【0088】 藉由針對甲烷氣體建造一組再生式燃燒器改進曼海姆馬弗爐。該甲烷氣體係天然氣。兩個燃燒器之間的角度係約 20° 。燃燒時間係可調節的，且係一般約65 sec。

【0089】 操作平穩運行，及燃燒室中之平均溫度可在約 1150°C 至約 1200°C 之溫度下以約 50°C 之梯度保持恆定。在3體積% O_2 下， NO_x 產量係約 135 mg/Nm^3 。熱燃燒氣體之排氣溫度係約 1000°C ，該溫度高於燃料爐之廢氣。然而，能源改良係約20%。

【0090】 由兩個閥門將燃燒室中之壓力保持在約1至約1.2 mbarg下；一個閥門在排氣管中用於熱燃燒氣體，及一個閥門在管線中通向煙囪，在其中混合來自再生器之冷燃燒氣體及來自排氣管之熱燃燒氣體之混

合室之後。該反應室中之壓力係約-0.5 mbarg。

實例2

【0091】 另一曼海姆馬弗爐係以如實例1中之設定改進。燃燒室中之平均溫度係在約1050°C至1100°C之溫度下保持恆定。NO_x產量係在約135 mg/Nm³至150 mg/Nm³之間。能源改良係約25%。

【符號說明】

【0092】

1:燃燒室

2:燃燒器

3:燃燒器

4:供應

5:管線

6:閥門

7:管線

8:閥門

9:管線

10:閥門

11:閥門

12:風扇

13:管線

14:風扇

15:管線

16:管線

- 17:閥門
- 18:閥門
- 19:再生器
- 20:再生器
- 21:排氣口
- 22:管線
- 23:閥門
- 24:混合器
- 25:管線
- 26:閥門
- 27:煙囪

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種藉由使用馬弗爐由反應(1)與(2)轉化氯化鉀及硫酸(H_2SO_4)來製備硫酸鉀之方法，



該爐包含反應室及燃燒室，其中在該反應室中，氯化鉀(KCl)及硫酸氫鉀(KHSO_4)反應形成硫酸鉀，同時自該燃燒室向該反應室供熱，

其中該燃燒室具有至少一對再生式燃燒器，該再生式燃燒器之每者包含用於熱再生之再生器，且其中該方法包括以下步驟：交替地使該等再生式燃燒器中之一者在該燃燒室中進行燃燒操作以加熱該反應室及該等再生式燃燒器中之另一者在再生器中進行熱再生操作，

其中熱再生意謂將來自該燃燒室之熱量間歇地儲存於再生器之儲存介質中，

其中將該燃燒室之壓力保持在0.2至3 mbarg之壓力之間。

【請求項2】

如請求項1之方法，其中該燃燒室中之峰值溫度係在 1000°C 至 1300°C 之間。

【請求項3】

如請求項1至2中任一項之方法，其中該方法包括：

a. 將該一對再生式燃燒器之第一再生式燃燒器之再生器之 600°C 至 1000°C 之熱燃燒空氣供應至其燃燒器並由來自燃燒燃料之熱燃燒氣體加熱該爐之耐火圓頂；

b. 在該燃燒室中維持1000℃至1250℃之平均溫度；

c. 將該熱燃燒氣體之70%至95%排放至該一對再生式燃燒器之第二再生式燃燒器之再生器；

d. 將該熱燃燒氣體之熱量儲存於該第二再生式燃燒器之該再生器之介質中；

e. 在該第二及該第一再生式燃燒器中交替進行步驟a至d。

【請求項4】

如請求項3之方法，其中該方法進一步包括：

a. 自該第二再生式燃燒器之該再生器排放100℃至280℃之冷燃燒氣體，

b. 將該冷燃燒氣體連同30%至5%熱燃燒氣體一起供應至混合區並釋放該燃燒氣體流用於進一步使用或排出；

c. 在該第一再生式燃燒器之該再生器中將燃燒空氣加熱至600℃至1000℃以提供熱燃燒氣體以用於該燃燒器中，且燃燒空氣意謂供應至該燃燒器之空氣，

d. 在該第二及該第一再生式燃燒器中交替進行步驟a至c。

【請求項5】

如請求項1或2之方法，其中該再生器由陶瓷介質構成。

【請求項6】

如請求項1或2之方法，其中該再生式燃燒器係氣體燃燒器。

【請求項7】

如請求項1或2之方法，其中該反應室包含將該反應室與該燃燒室分隔之圓頂形碳化矽壁，其中該圓頂係在整個圓頂壁上以小於250℃之熱量

梯度加熱。

【請求項8】

如請求項1或2之方法，其中該燃燒室包含排煙，用於自該燃燒室排出5%至30%之量之熱氣，操縱該量以便於在該燃燒室中將壓力保持在0.2 mbarg至3 mbarg之水平下。

【請求項9】

如請求項1或2之方法，其中該反應室中之壓力係在-3 mbarg至-0.2 mbarg之間。

【請求項10】

如請求項1或2之方法，其中在3體積% O₂下在該燃燒室之1200℃之溫度下，NO_x排放係低於200 mg/Nm³。

【請求項11】

如請求項1或2之方法，其中該反應室之平均溫度係在450℃至600℃之間。

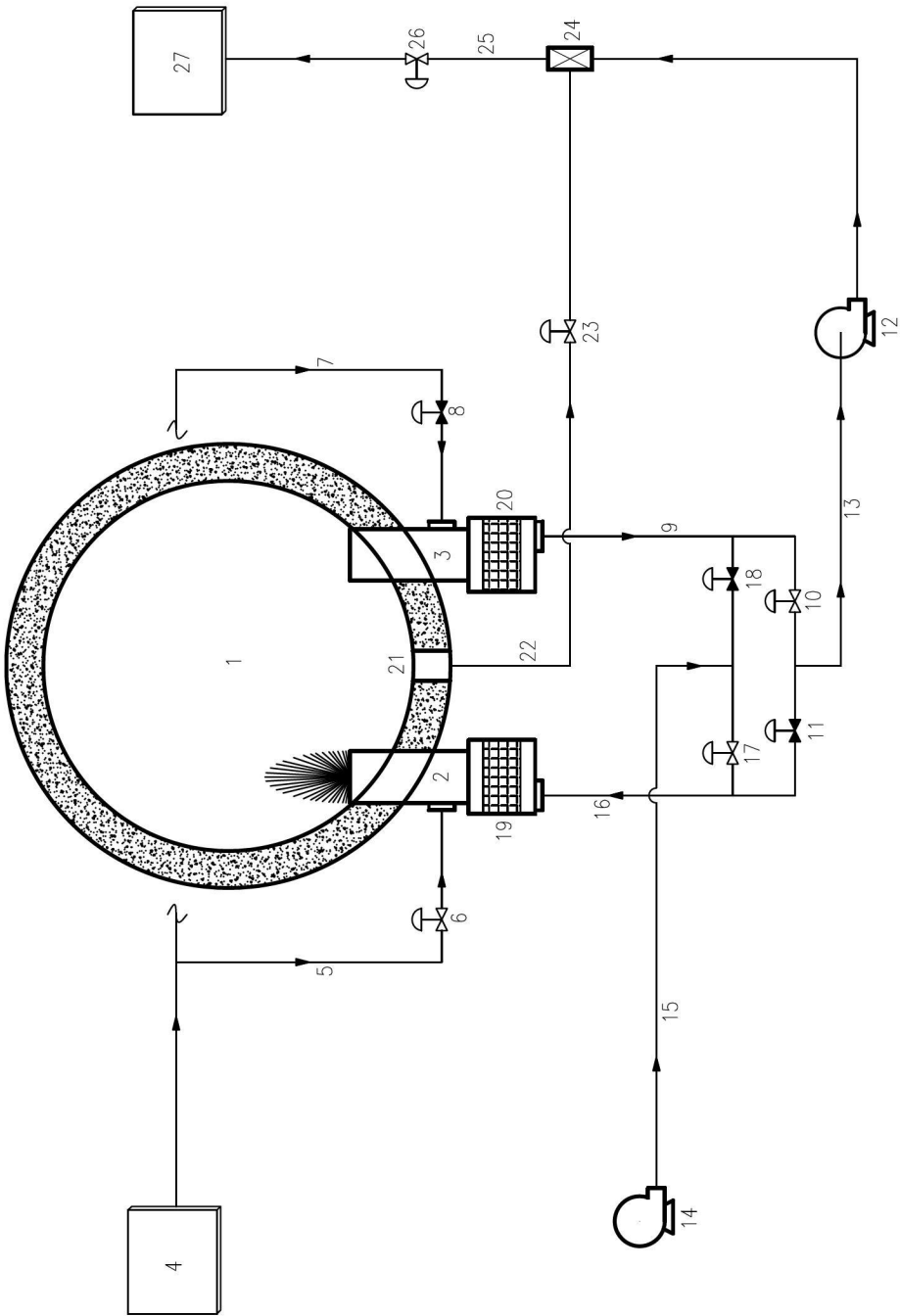
【請求項12】

如請求項1或2之方法，其中該反應室中之反應係進行30分鐘至2小時。

【請求項13】

一種再生式燃燒器在曼海姆方法中在馬弗爐中之用途，該馬弗爐包含燃燒室及反應室，該燃燒室包含該再生式燃燒器，其係用於製備硫酸鉀，同時將該燃燒室中之壓力保持在0.2至3 mbarg下。

【發明圖式】



【圖1】