

(21)申請案號：101145064

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 30 日

(51)Int. Cl.：

F23J15/02 (2006.01)

F23J11/00 (2006.01)

(71)申請人：張榮興(中華民國) CHANG, RON HSIN (TW)

臺中市南屯區文心路 1 段 218 號 21 樓

(72)發明人：張榮興 CHANG, RON HSIN (TW)

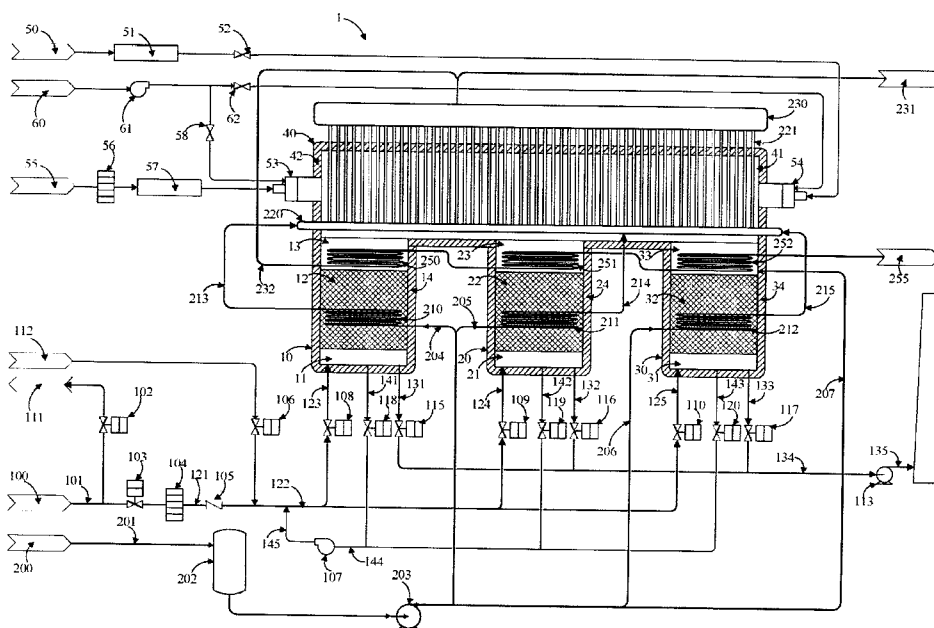
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：11 共 71 頁

(54)名稱

一種揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐
A METHOD OF VOC ABATEMENT WITH ENERGY RECOVERY AND RTO WASTE HEAT RECOVERY BOILER USING THE METHOD

(57)摘要

一種揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，包含將揮發性有機化學廢氣引入一蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐內，經由預熱、高溫氧化處理並回收燃燒所產生能源，使得揮發性有機化學廢氣能被徹底破壞處理，且經由回收其產生的能源使得其巨額設備投資及操作費用能經由能源回收而產生經濟效益；其中，所使用的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐含有至少二個以上的蓄熱槽其內均有陶瓷蓄熱材料堆積成的陶瓷蓄熱床、一高溫氧化反應室位於蓄熱槽上方並與蓄熱槽結合，其內設有高溫脈衝波反應器及熱交換水管群作為能源回收產生蒸汽之用、一蒸汽鼓位於高溫氧化反應室上方，其內具有氣液分離裝置用於收集熱交換水管群所產生的蒸汽及供應蒸汽之用。



第2圖

- 1：蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐
- 10：第一蓄熱槽
- 11：第一蓄熱槽的入氣室
- 12：第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床
- 13：第一蓄熱槽的混氣室
- 14：第一蓄熱槽的耐火爐壁
- 20：第二蓄熱槽
- 21：第二蓄熱槽的入氣室
- 22：第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床

23：第二蓄熱槽的混氣室
24：第二蓄熱槽的耐火爐壁
30：第三蓄熱槽
31：第三蓄熱槽的入氣室
32：第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床
33：第三蓄熱槽的混氣室
34：第三蓄熱槽的耐火爐壁
40：高溫氧化反應室
41：高溫氧化反應室內部
42：高溫氧化反應室的耐火爐壁
50：輔助燃料
51：燃料供應設備
52：燃料控制閥
53：高溫脈衝波反應器
54：燃燒機
55：高濃度揮發性有機化學廢氣
56：火焰防阻器
57：可燃性氣體安全控制設備
58：空氣流量控制閥
60：燃燒空氣
61：燃燒空氣風車
62：燃燒空氣控制閥
100：揮發性有機化學廢氣
101：揮發性有機化學廢氣入氣管
102：揮發性有機化學廢氣旁通閥

- 103：揮發性有機化學
廢氣入氣遮斷閥
- 104：火焰防阻器
- 105：逆止閥
- 106：空氣調節閥
- 107：清理風車
- 108：第一蓄熱槽入氣
閥
- 109：第二蓄熱槽入氣
閥
- 110：第三蓄熱槽入氣
閥
- 111：揮發性有機化學
廢氣旁通排氣
- 112：助燃空氣
- 113：誘引排風機
- 114：煙囪
- 115：第一蓄熱槽排氣
閥
- 116：第二蓄熱槽排氣
閥
- 117：第三蓄熱槽排氣
閥
- 118：第一蓄熱槽清理
排氣閥
- 119：第二蓄熱槽清理
排氣閥
- 120：第三蓄熱槽清理
排氣閥
- 121：揮發性有機化學
廢氣入氣管
- 122：揮發性有機化學
廢氣入氣匯流管
- 123：第一蓄熱槽入氣
管
- 124：第二蓄熱槽入氣
管
- 125：第三蓄熱槽入氣
管

131：第一蓄熱槽排氣管
132：第二蓄熱槽排氣管
133：第三蓄熱槽排氣管
134：蓄熱槽排氣匯流管
135：尾氣排氣管
141：第一蓄熱槽清理排氣管
142：第二蓄熱槽清理排氣管
143：第三蓄熱槽清理排氣管
144：蓄熱槽清理排氣匯流管
145：清理排氣管
200：去離子水
201：去離子水供水管線
202：脫氣槽
203：去離子水給水泵浦
204：第一預熱器給水管
205：第二預熱器給水管
206：第三預熱器給水管
207：超溫冷卻給水管
210：第一去離子水預熱器
211：第二去離子水預熱器
212：第三去離子水預熱器
213：第一去離子水預熱器出水管

214：第二去離子水預
熱器出水管

215：第三去離子水預
熱器出水管

220：水鼓

221：熱交換水管群

230：蒸汽鼓

231：飽和蒸汽

232：飽和蒸汽管

250：第一蒸汽過熱器

251：第二蒸汽過熱器

252：第三蒸汽過熱器

255：過熱蒸汽

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：101145064

※申請日：1011230

※IPC 分類：

F3J15/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

F3J11/00 (2006.01)

一種揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐

A Method of VOC Abatement with Energy Recovery and RTO Waste Heat Recovery Boiler Using the Method

二、中文發明摘要：

一種揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，包含將揮發性有機化學廢氣引入一蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐內，經由預熱、高溫氧化處理並回收燃燒所產生能源，使得揮發性有機化學廢氣能被徹底破壞處理，且經由回收其產生的能源使得其巨額設備投資及操作費用能經由能源回收而產生經濟效益；其中，所使用的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐含有至少二個以上的蓄熱槽其內均有陶瓷蓄熱材料堆積成的陶瓷蓄熱床、一高溫氧化反應室位於蓄熱槽上方並與蓄熱槽結合，其內設有高溫脈衝波反應器及熱交換水管群作為能源回收產生蒸汽之用、一蒸汽鼓位於高溫氧化反應室上方，其內具有氣液分離裝置用於收集熱交換水管群所產生的蒸汽及供應蒸汽之用。

三、英文發明摘要：

This invention provides a novel method, for the abatement of volatile organic chemicals from waste gas stream, with energy recovery and provides an innovative RTO waste heat recovery

boiler using the said method. The said RTO waste heat recovery boiler is composed of at least two ceramic packed bed thermal storage canisters, one high temperature oxidation reaction chamber with energy recovery water tube bundle for producing steam, and one steam drum for the collection of steam produced. The said novel method consists of continuous feeding of combustible VOCs gas into the said RTO waste heat recovery boiler, preheating the VOCs gas in ceramic bed of the said RTO waste heat recovery boiler, oxidizing the VOCs at elevated temperature in the high temperature oxidation reaction chamber of the said RTO waste heat recovery boiler, and recovering the heat of combustion of VOCs gas to generate steam. The VOCs gas is destructed completely in the said RTO waste heat recovery boiler and produces considerable profit by energy recovery to make it economically feasible.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐
- 10 第一蓄熱槽
- 11 第一蓄熱槽的入氣室
- 12 第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床
- 13 第一蓄熱槽的混氣室
- 14 第一蓄熱槽的耐火爐壁
- 20 第二蓄熱槽
- 21 第二蓄熱槽的入氣室
- 22 第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床
- 23 第二蓄熱槽的混氣室
- 24 第二蓄熱槽的耐火爐壁

boiler using the said method. The said RTO waste heat recovery boiler is composed of at least two ceramic packed bed thermal storage canisters, one high temperature oxidation reaction chamber with energy recovery water tube bundle for producing steam, and one steam drum for the collection of steam produced. The said novel method consists of continuous feeding of combustible VOCs gas into the said RTO waste heat recovery boiler, preheating the VOCs gas in ceramic bed of the said RTO waste heat recovery boiler, oxidizing the VOCs at elevated temperature in the high temperature oxidation reaction chamber of the said RTO waste heat recovery boiler, and recovering the heat of combustion of VOCs gas to generate steam. The VOCs gas is destructed completely in the said RTO waste heat recovery boiler and produces considerable profit by energy recovery to make it economically feasible.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐
- 10 第一蓄熱槽
- 11 第一蓄熱槽的入氣室
- 12 第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床
- 13 第一蓄熱槽的混氣室
- 14 第一蓄熱槽的耐火爐壁
- 20 第二蓄熱槽
- 21 第二蓄熱槽的入氣室
- 22 第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床
- 23 第二蓄熱槽的混氣室
- 24 第二蓄熱槽的耐火爐壁

30	第三蓄熱槽
31	第三蓄熱槽的入氣室
32	第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床
33	第三蓄熱槽的混氣室
34	第三蓄熱槽的耐火爐壁
40	高溫氧化反應室
41	高溫氧化反應室內部
42	高溫氧化反應室的耐火爐壁
50	輔助燃料
51	燃料供應設備
52	燃料控制閥
53	高溫脈衝波反應器
54	燃燒機
55	高濃度揮發性有機化學廢氣
56	火焰防阻器
57	可燃性氣體安全控制設備
58	空氣流量控制閥
60	燃燒空氣
61	燃燒空氣風車
62	燃燒空氣控制閥
100	揮發性有機化學廢氣
101	揮發性有機化學廢氣入氣管
102	揮發性有機化學廢氣旁通閥
103	揮發性有機化學廢氣入氣遮斷閥
104	火焰防阻器

- 105 逆止閥
- 106 空氣調節閥
- 107 清理風車
- 108 第一蓄熱槽入氣閥
- 109 第二蓄熱槽入氣閥
- 110 第三蓄熱槽入氣閥
- 111 揮發性有機化學廢氣旁通排氣
- 112 助燃空氣
- 113 誘引排風機
- 114 煙囪
- 115 第一蓄熱槽排氣閥
- 116 第二蓄熱槽排氣閥
- 117 第三蓄熱槽排氣閥
- 118 第一蓄熱槽清理排氣閥
- 119 第二蓄熱槽清理排氣閥
- 120 第三蓄熱槽清理排氣閥
- 121 揮發性有機化學廢氣入氣管
- 122 揮發性有機化學廢氣入氣匯流管
- 123 第一蓄熱槽入氣管
- 124 第二蓄熱槽入氣管
- 125 第三蓄熱槽入氣管
- 131 第一蓄熱槽排氣管
- 132 第二蓄熱槽排氣管
- 133 第三蓄熱槽排氣管
- 134 蓄熱槽排氣匯流管

- 135 尾氣排氣管
- 141 第一蓄熱槽清理排氣管
- 142 第二蓄熱槽清理排氣管
- 143 第三蓄熱槽清理排氣管
- 144 蓄熱槽清理排氣匯流管
- 145 清理排氣管
- 200 去離子水
- 201 去離子水供水管線
- 202 脫氣槽
- 203 去離子水給水泵浦
- 204 第一預熱器給水管
- 205 第二預熱器給水管
- 206 第三預熱器給水管
- 207 超溫冷卻給水管
- 210 第一去離子水預熱器
- 211 第二去離子水預熱器
- 212 第三去離子水預熱器
- 213 第一去離子水預熱器出水管
- 214 第二去離子水預熱器出水管
- 215 第三去離子水預熱器出水管
- 220 水鼓
- 221 熱交換水管群
- 230 蒸汽鼓
- 231 飽和蒸汽
- 232 飽和蒸汽管

250 第一蒸汽過熱器

251 第二蒸汽過熱器

252 第三蒸汽過熱器

255 過熱蒸汽

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係一種揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，包含將揮發性有機化學廢氣引入一蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐內，經由預熱、高溫氧化處理並回收燃燒所產生能源，使得揮發性有機化學廢氣能被徹底破壞處理，並藉由回收其產生的能源使得其巨額設備投資及操作費用能經由能源回收而產生經濟效益。此創新的方法與蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，可以有效的應用於各種化工、石化、製藥、半導體產業等的 VOC 廢氣處理。

【先前技術】

揮發性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOCs) 是工業界常見空氣污染物之一，其主要來源為化工廠、石化工業、印刷業、塗裝業、膠帶業、電路板業以及近年來新興之高科技半導體積體電路製造與光電液晶顯示器產業。由於 VOCs 具有毒性以及容易破壞大氣臭氧層，所以必須加以控制以避免危害地球環境。

現行已開發及商業化之 VOCs 污染防制設備技術包含焚化、吸附、吸收、冷凝等方法，其基本上可分為破壞性及非破壞性兩種方法。破壞性方法包括焚化、高溫與觸媒氧化，在此機制下 VOCs 將轉化為 CO_2 及水或其他惰性等污染性較小之物質；而非破壞性方法則是利用吸附、吸收及冷凝等物理方法，

將 VOCs 自排放廢氣中以物理方法轉移，使其成為乾淨氣體。

目前商業化技術，一般而言，低濃度排氣($<10 - 20 \text{ mg/m}^3$)大部分以活性碳吸附處理，中低濃度廢氣($50 - 1000 \text{ mg/m}^3$)使用吸附濃縮/脫附焚化法處理，中濃度廢氣($500 - 3,000 \text{ mg/m}^3$)使用蓄熱式焚化法或蓄熱型氧化法處理，中高濃度廢氣($2,000 - 5,000 \text{ mg/m}^3$)則大部分以觸媒焚化處理，高濃度廢氣($> 5,000 - 10,000 \text{ mg/m}^3$)則以火焰焚化、冷凝或活性碳吸附回收處理。若含中低濃度硫或氮成分臭氣則可以化學洗滌法處理。然而，上述各常用之處理方法中均有其優缺點及適用之場合，尤其對於 VOCs 濃度較高的情況，目前商業化的處理方法均面對處理操作成本高、容易產生爆炸或火災風險的困擾。

VOCs 的高溫氧化或焚化處理技術，一般分為熱焚化法及觸媒焚化法二種。依其能源回收方式分類，則 VOCs 的高溫氧化或焚化設施又可分為熱回收型氧化器 (Recuperative Thermal Oxidizer) 及蓄熱再生式高溫氧化系統 (Regenerative Thermal Oxidizer) 兩種主要技術。熱回收型氧化器是以熱交換器提供含 VOCs 氣體與高溫燃燒產物作熱交換使用，以回收高溫燃燒產物產生的高溫排氣熱量，熱回收型氧化器的熱回收率通常小於 70 %；蓄熱再生型氧化器則是以陶磁蓄熱材料儲存回收高溫燃燒產物排氣熱量，交替用於加熱含 VOCs 廢氣，蓄熱型氧化器的熱回收率可高達 90~95 % 以上。

一般 VOCs 廢氣的熱焚化處理，其燃燒室的燃燒機火焰溫

度雖可達 1,350~1500°C，但是混合氣體在燃燒室的燃燒溫度通常控制在 650~820°C，氣體滯留時間通常為 0.3~0.5 秒，在燃燒室內的氣流速度通常為 3~15 m/s。在上述條件下，臭味物質及 VOCs 之去除率通常即可達 99% 以上。但是對於特殊難處理的 VOCs，燃燒室的操作溫度則需高達 1000°C，氣體停留時間則視需要設計為 1.0~2.0 秒，氣流速度為 8~10 m/s。

一般蓄熱再生式高溫氧化系統(RTO)至少包括二個蓄熱床、進氣控制設備、加熱及溫度控制設備。蓄熱床內填充石質或陶瓷蓄熱材料，欲處理的氣體先進入第一蓄熱床(A 床)預熱至一定溫度後，在高溫氧化室內進行反應去除其中之 VOCs，反應後高溫氣體通過另一蓄熱床(B 床)時，氣體熱能將傳入原已冷卻之蓄熱材，將高溫氣體之顯熱儲存，氣體則以較低的溫度排放。待一定時間後，切換閥門，欲處理氣體則導入該高溫床(B 床)預熱，反應後高溫氣體能量則儲存於 A 床，完成一操作循環(operation cycle)。但是兩床式的蓄熱式高溫氧化或焚化系統在蓄熱床切換時，會有 VOCs 瞬間排放濃度過高的困擾，導致破壞去除效率較差。

蓄熱再生式高溫氧化系統 (RTO)之熱回收率,一般定義為：

$$R = (T_c - T_o) / (T_c - T_i) \times 100\% \quad (1)$$

其中 T_c 為蓄熱再生式高溫氧化系統的高溫氧化室氣體最高溫度或操作溫度(即最高氧化溫度)、 T_o 為蓄熱再生式高溫氧

化系統(即 RTO)出口溫度、 T_i 為欲處理的 VOC 氣體之入口溫度。設若 T_c 、 T_o 、 T_i 分別為 800°C 、 85°C 、 50°C ，則

$$R = (800 - 85) / (800 - 50) \times 100\% = 95.3\%$$

由上計算例所代表的意義是 RTO 本身的能源回收效率達 95.3%，亦即僅需將欲處理的含 VOCs 廢氣提高 35°C ($T_o - T_i = 85 - 50 = 35^{\circ}\text{C}$) 即可將氣體中之 VOCs 氧化。一般而言，以蓄熱再生式高溫氧化系統處理含 VOCs 濃度大於 $1,500 \text{ mg/m}^3$ 之廢排氣(相當於一般 VOC 約 500 ppmv)，除了啟動時需要輔助燃料以外，正常操作即無需使用輔助燃料或電熱。

蓄熱再生式高溫氧化系統能源回收效率高是其優點，但對於高濃度的含 VOCs 廢氣而言，傳統的蓄熱再生式高溫氧化系統並無法有效回收及利用 VOCs 氧化燃燒所釋放出來的過剩能量，因此，若 VOCs 濃度較高，過剩能量無法有效排出蓄熱再生式高溫氧化系統，即有溫度失控使得 RTO 焚毀或產生燃爆的風險。近年來，國際上發生多起蓄熱再生式高溫氧化系統爆炸或焚毀的案例，主要即導因於誤將含高濃度 VOCs 廢氣導入 RTO，在空氣供應調節不當的情況下，產生燃爆(Deflagration)或爆轟(Detonation)現象或超溫操作導致毀損。因此，改良現有 RTO 技術，創造一個可以有效回收及利用 VOCs 燃燒所釋放出來的能量的方法及設備即為本創作的目的之一。

爆轟是指可燃性氣體與適量的空氣或氧氣之氣體混合物，存在於一容器中，在容器內某一點將氣體混合物點燃時，火焰

面會非常快速進行稱為爆燃 (Deflagration)，並與其進行方向前方之壓縮波結合生成衝擊波 (Shock Wave)，然後會突然增加燃燒傳播速度，使其速度達音速以上並趨於安定，此現象稱為爆轟 (Detonation)，而此局部經壓縮產生衝擊波的反應區域稱為爆轟衝擊波 (Detonation Wave)。爆轟衝擊波通過後，氣體混合物的化學組成即發生快速變化，此爆轟衝擊波若撞擊到物質，不但在極短時間內給予強烈的衝擊壓力及高溫，同時也會產生機械的破壞作用。在傳統的蓄熱再生式高溫氧化系統上，如何避免高濃度 VOCs 產生無法控制的爆轟現象造成生命財產的損害，甚至進一步有效利用受控制的爆轟技術，應用於高濃度 VOCs 廢氣的處理，也是本創作的目的之一。

本創作為解決含高濃度 VOCs 廢氣處理的安全問題及能源回收問題，乃提出一種揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，其中使用高溫脈衝波反應器技術 (中華民國新型專利申請第 101208896 號)、蓄熱氧化技術及廢熱回收技術，以整合提供一種創新的、經濟有效的、且安全的揮發性有機化學廢氣處理及能源回收方法。

【發明內容】

本發明之主要目的在於提供一種揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，包含將揮發性有機化學廢氣引入一蓄熱再生氧化型廢熱回

收鍋爐內，經由預熱、高溫氧化處理、回收廢氣燃燒所產生能源的方式，使得揮發性有機化學廢氣能被徹底破壞處理，且經由回收其產生的能源使得其巨額設備投資及操作費用能經由能源回收而產生經濟效益；其中，所使用的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐含有：

- (1) 至少三個以上的蓄熱槽，且在每一蓄熱槽內均有陶瓷蓄熱材料堆積成的陶瓷蓄熱床，並在每一個陶瓷蓄熱床下方設有一入氣閥門、一清理排氣閥及一排氣閥門；
- (2) 一高溫氧化反應室，位於蓄熱槽上方並與蓄熱槽結合，其內設有高溫脈衝波反應器提供高濃度揮發性有機化學廢氣破壞處理、多數組燃燒機；
- (3) 一水鼓及一組熱交換水管群位於高溫氧化反應室內，作為能源回收產生蒸汽之用；
- (4) 一蒸汽鼓，位於高溫氧化反應室上方，其內具有氣液分離裝置，用於收集熱交換水管群所產生的蒸汽及供應蒸汽之用；

蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐的蓄熱槽利用入氣閥門、清理排氣閥及排氣閥門的切換，依次交替作為入氣加熱槽、淨化槽及排氣能源回收槽使用，且蓄熱槽中至少有一個作為淨化槽之用，其餘分別作為入氣加熱槽及排氣能源回收槽之用；揮發性有機化學廢氣先流經入氣加熱槽，利用已經被加熱的陶瓷蓄熱床加熱提升溫度至超過其自燃溫度（Auto Ignition Temperature），然後進入高溫氧化反應室進行氧化反應；揮發性有機化學廢氣

在高溫氧化反應室進行氧化反應所產生的燃燒熱，利用水鼓及熱交換水管群做能源回收產生蒸汽；入氣加熱槽使用後即轉換成為淨化槽，利用清理風車抽取高溫氧化反應室燃燒後的乾淨氣體，回沖清理作為淨化槽的陶瓷蓄熱床；淨化槽經過清理後，再切換為排氣能源回收槽；高溫氧化反應室排出的氣體在排氣能源回收槽進行熱能回收，並將熱量儲存在排氣能源回收槽的陶瓷蓄熱床內然後排放。

為使對本創作有較佳之了解，特就下列圖示為例作為本發明之一較佳實施例說明如下。

【實施方式】

本發明之主要發明目的在於一種揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1。如第 1 圖及第 2 圖所示，蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 基本上是由改良型的蓄熱再生型氧化器 2 加上高溫脈衝波反應器 53 及去離子水預熱器（第一去離子水預熱器 210、第二去離子水預熱器 211、第三去離子水預熱器 212）、水鼓 220、熱交換器水管群 221 及蒸汽過熱器（第一蒸汽過熱器 250、第二蒸汽過熱器 251、第三蒸汽過熱器 252）所組成。

第 1 圖為改良型的蓄熱再生型氧化器 2 系統，其中，揮發性有機化學廢氣 100 被引入一蓄熱再生型氧化器 2 內，經由預熱、高溫氧化處理、回收燃燒廢氣所產生能源的方式，使得揮發性有機化學廢氣 100 能被徹底破壞處理，並藉由蓄熱槽的能

源交換，節省其操作經費；其中，所使用的蓄熱再生型氧化器

2 含有：

- (1) 至少三個以上的蓄熱槽（如第 1 圖所示的三個蓄熱槽模式，包含第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20、第三蓄熱槽 30），且在每一蓄熱槽內均有陶瓷蓄熱材料堆積成的陶瓷蓄熱床（如第 1 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12、第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22、第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32）；並在每一陶瓷蓄熱床下方設有一入氣閥門（如第 1 圖所示的第一蓄熱槽入氣閥 108、第二蓄熱槽入氣閥 109、第三蓄熱槽入氣閥 110）、一清理排氣閥（如第 1 圖所示的第一蓄熱槽清理排氣閥 118、第二蓄熱槽清理排氣閥 119 及第三蓄熱槽清理排氣閥 120）及一排氣閥門（如第 1 圖所示的第一蓄熱槽排氣閥 115、第二蓄熱槽排氣閥 116、第三蓄熱槽排氣閥 117）；
- (2) 一高溫氧化反應室 40，位於第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20 及第三蓄熱槽 30 上方並與第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20 及第三蓄熱槽 30 結合，其內設有一或多數組高溫脈衝波反應器 54 提供高濃度揮發性有機化學廢氣破壞處理之用、多數組燃燒機 54 提供穩定的火焰以確保系統的安全操作及調節操作溫度之用。

蓄熱再生型氧化器 2 的蓄熱槽利用入氣閥門、排氣閥門及清理排氣閥的切換，依次交替使用作為入氣加熱槽、淨化槽及

排氣能源回收槽之用；蓄熱槽包含如圖-1 所示之第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20、第三蓄熱槽 30；入氣閥門如第 1 圖所示之第一蓄熱槽入氣閥 108、第二蓄熱槽入氣閥 109、第三蓄熱槽入氣閥 110；排氣閥門如第 1 圖所示之第一蓄熱槽排氣閥 115、第二蓄熱槽排氣閥 116、第三蓄熱槽排氣閥 117；清理排氣閥如第 1 圖所示之第一蓄熱槽清理排氣閥 118、第二蓄熱槽清理排氣閥 119 及第三蓄熱槽清理排氣閥 120。

在蓄熱再生型氧化器 2 的操作循環中，至少有一個蓄熱槽作為淨化槽，其餘則平均分配分別作為入氣加熱槽及排氣能源回收槽之用。

蓄熱再生型氧化器 2 的操作循環，基本上是將揮發性有機化學廢氣 100 流經一或多數個入氣加熱槽，利用已經被加熱的一或多數個陶瓷蓄熱床（如第 1 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 或第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22 或第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32）加熱提升溫度，然後進入高溫氧化反應室 40 進行氧化反應；入氣加熱槽使用後，會將陶瓷蓄熱材料蓄存的能量轉換給含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100，使得陶瓷蓄熱材料降溫，可以在下一操作循環作為排氣能源回收槽作為蓄熱之用；但是在入氣加熱槽轉換為排氣能源回收槽之前，要先轉換成為淨化槽；淨化槽是利用清理風車 107 將高溫氧化反應室內部 41 燃燒後的乾淨氣體回沖清理作為淨化槽的陶瓷蓄熱床（如第 1 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 或第二蓄熱槽

的陶瓷蓄熱床 22 或第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32)。淨化槽經過清理後，再切換為排氣能源回收槽。

清理風車 107 用於清理淨化槽的氣體流量為揮發性有機化學廢氣 100 處理流量的 20%以下，且以揮發性有機化學廢氣 100 處理流量的 10%以下最佳。

高溫氧化反應室 40 排出的氣體在一或多數個陶瓷蓄熱床（如第 1 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 或第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22 或第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32）進行熱能回收後排放，並將熱量儲存在陶瓷蓄熱床（如第 1 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 或第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22 或第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32）內，作為下一操作循環揮發性有機化學廢氣加熱使用。

本創作之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1，以三個蓄熱槽型式的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 為，例如第 2 圖所示，包含將揮發性有機化學廢氣 100 引入一蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 內，經由預熱、高溫氧化處理、回收燃燒所產生能源的方式，使得揮發性有機化學廢氣 100 能被徹底破壞處理，且使得其巨額設備投資及操作費用能經由能源回收而產生經濟效益；其中，所使用的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 以三個蓄熱槽型式為例含有：

- (1) 至少兩個以上的蓄熱槽（如第 2 圖以三個蓄熱槽型式

為例，包含第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20、第三蓄熱槽 30)，且在每一蓄熱槽內均有陶瓷蓄熱材料堆積成的陶瓷蓄熱床(如第 2 圖所示，以三個蓄熱槽型式為例，包含：第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12、第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22、第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32)，在每一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床中設有去離子水預熱管(如第 2 圖所示，以三個蓄熱槽型式為例，包含：第一去離子水預熱器 210、第二去離子水預熱器 211、第三去離子水預熱器 212)，在每一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床上方設有蒸汽過熱器(如第 2 圖所示，以三個蓄熱槽型式為例，包含：第一蒸汽過熱器 250、第二蒸汽過熱器 251、第三蒸汽過熱器 252)；

- (2) 一高溫氧化反應室 40，位於第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20 及第三蓄熱槽 30 上方並與第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20 及第三蓄熱槽 30 結合，其內設有一或多數個高溫脈衝波反應器 53(例如，中華民國新型專利 M440814 號)提供高濃度揮發性有機化學廢氣破壞處理、一或多組燃燒機 54 提供穩定的火焰以確保系統的安全操作及調節操作溫度之用；
- (3) 一水鼓 220 及一組熱交換水管群 221 位於高溫氧化反應室 40 內，作為能源回收產生蒸汽之用；
- (4) 一蒸汽鼓 230，位於高溫氧化反應室 40 上方，其內具_S

有氣液分離裝置，用於收集熱交換水管群所產生的蒸汽及供應蒸汽之用。

蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的蓄熱槽利用入氣閥門、排氣閥門及清理排氣閥的切換，依次交替使用作為入氣加熱槽、淨化槽及排氣能源回收槽之用；其中，蓄熱槽如第 2 圖所示之第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20、第三蓄熱槽 30；入氣閥門如第 2 圖所示之第一蓄熱槽入氣閥 108、第二蓄熱槽入氣閥 109、第三蓄熱槽入氣閥 110；排氣閥門如第 2 圖所示之第一蓄熱槽排氣閥 115、第二蓄熱槽排氣閥 116、第三蓄熱槽排氣閥 117；清理排氣閥如第 2 圖所示之第一蓄熱槽清理排氣閥 118、第二蓄熱槽清理排氣閥 119 及第三蓄熱槽清理排氣閥 120；利用入氣閥門、排氣閥門及清理排氣閥的切換，可以將蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的操作規劃成多個操作循環，通常蓄熱槽中至少有一個作為淨化槽，其餘則平均分配分別作為入氣加熱槽及排氣能源回收槽之用。

規劃蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的操作循環，基本上是將揮發性有機化學廢氣 100 流經一或多數個入氣加熱槽（如第 2 圖所示之第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20、第三蓄熱槽 30），利用已經被加熱的一或多數個陶瓷蓄熱床（如第 2 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 或第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22 或第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32）加熱提升溫度，然後進入高溫氧化反應室 40 進行氧化反應；揮發性有機化學廢氣 100 在高溫

氧化反應室 40 進行氧化反應所產生的燃燒熱，利用水鼓 220 及熱交換水管群 221 做能源回收產生蒸汽；入氣加熱槽使用後，會將陶瓷蓄熱材料蓄存的能量轉換給含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100，使得陶瓷蓄熱材料降溫，可以在下一操作循環作為排氣能源回收槽作為蓄熱之用；但是在入氣加熱槽轉換為排氣能源回收槽之前，要先轉換成為淨化槽；淨化槽是利用清理風車 107 將高溫氧化反應室內部 41 燃燒後的乾淨氣體回沖清理陶瓷蓄熱床（如第 2 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 或第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22 或第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32）；淨化槽經過清理後，再切換為排氣能源回收槽。

淨化槽的目的是將上一個操作循環裡的入氣加熱槽，利用高溫氧化反應室內部 41 燃燒後的乾淨氣體回沖清理，其原因是蓄熱槽作為入氣加熱槽使用時，含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 會殘留在蓄熱槽中，因此，需要引進高溫氧化反應室內部 41 燃燒後的乾淨氣體回沖清理，將殘留的含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 排出，才能在下一操作循環作為排氣能源回收槽使用。

揮發性有機化學廢氣 100 經過一或多數個入氣加熱槽（如第 2 圖所示之第一蓄熱槽 10、第二蓄熱槽 20、第三蓄熱槽 30）加熱提升溫度，然後進入高溫氧化反應室 40 進行氧化反應釋放出燃燒熱，並利用一水鼓 220 及一熱交換水管群 221 做能源回收產生蒸汽時，應同時控制高溫氧化反應室 40 的操作溫度，

以確保揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 能被徹底破壞處理。

清理風車 107 用於清理淨化槽的氣體流量為揮發性有機化學廢氣 100 處理量的 20% 以下，且以揮發性有機化學廢氣 100 處理量 10% 以下最佳。

高溫氧化反應室 40 排出的氣體在一或多數個陶瓷蓄熱床（如第 2 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 或第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22 或第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32）進行熱能回收後排放，並將熱量儲存在一或多數個陶瓷蓄熱床（如第 2 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 或第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22 或第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32）內作為揮發性有機化學廢氣加熱使用。

本發明的揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的創作目的是將揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 能被徹底破壞處理並有效的回收其產生的能量，而揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 燃燒所釋放出來的能量除了少量能量用於提供作為氣體加熱使用外，將全部用於回收產生蒸汽之用。以含有丙烷的氣體為例，當揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的 VOCs（即丙烷）濃度達到最低濃度 $C_{\min} = 500 \text{ ppmv}$ 時，在蓄熱槽具有 95% 能源回收效率的蓄熱再生型氧化器 2 中，不需外加輔助燃料就

可以將蓄熱再生型氧化器 2 的高溫氧化室 40 操作在 800 至 900 °C，將揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 徹底破壞處理。亦即，如果丙烷 VOCs 濃度達到最低濃度 $C_{\min} = 500 \text{ ppmv}$ 以上，其高溫氧化燃燒所釋放出的能量，就能夠提供揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 將溫度由氣體入口溫度 T_i 提高到尾氣排放管 135 的產物排出溫度 T_o (即產物排出溫度) 所需的能量。因此，若揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 混合物所含 VOCs 的濃度高於最低濃度 $C_{\min}$ ，則揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 混合物中所含 VOCs 燃燒所釋放出的能量對傳統的蓄熱再生型氧化器 2 而言，就變成是過剩能量，必須有適當方法加以排除；傳統做法是將蓄熱再生型氧化器 2 的產物排出溫度 T_o 提高，以維持蓄熱再生型氧化器 2 的能量平衡。但是，若由尾氣排放管 135 排出的產物無法有效地將過剩能量排出，則會造成蓄熱再生型氧化器 2 的超溫、焚毀或者產生爆炸意外。因此，本發明乃在每一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床內設置去離子水預熱器 (如第 2 圖所示之第一去離子水預熱器 210、第二去離子水預熱器 211 及第三去離子水預熱器 212)、在高溫反應室內設置一水鼓 220 及一熱交換水管群 221、在每一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床上方設置蒸汽過熱器 (如第 2 圖所示之第一蒸汽過熱器 250、第二蒸汽過熱器 251 及第三蒸汽過熱器 252)，以便有效的將燃燒所產生的過剩能量轉化成蒸汽

回收使用。

本發明的揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 由冷機啟動系統時，首先關閉揮發性有機化學廢氣入氣遮斷閥 103 並開啟揮發性有機化學廢氣旁通閥 102，使得揮發性有機化學廢氣 100 不會進入蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1；然後開啟空氣調節閥 106 使得助燃空氣 112 可以經由揮發性有機化學廢氣入氣匯流管 122 進入蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1；然後啟動蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的入氣閥門、清理排氣閥、排氣閥門序列性開關的操作循環；確定閥門開關序列穩定操作後，點燃高溫氧化室 40 的複數組燃燒機 54，將陶瓷蓄熱床（如第 2 圖所示的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 或第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22 或第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32）升溫，直到高溫氧化室 40 的溫度達到設定的操作溫度 T_c ；然後，先讓高濃度揮發性有機化學廢氣 55 進入蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的高溫脈衝波反應器 53，開始建立高溫氧化室 40 的正常操作程序；俟高溫脈衝波反應器 53 穩定操作後，再讓揮發性有機化學廢氣 100 進入蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1，進行穩定的 VOCs 廢氣處理操作。

以具有三個蓄熱槽的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 為例，其典型的操作循環可以利用入氣閥門、清理排氣閥、排氣閥門的序列性開關，規劃為三個操作循環，如下所示：

	循環一	循環二	循環三
第一蓄熱槽 10	入氣加熱	淨化	能源回收
第二蓄熱槽 20	淨化	能源回收	入氣加熱
第三蓄熱槽 30	能源回收	入氣加熱	淨化

在上表中，『入氣加熱』表示蓄熱槽是作為入氣加熱槽使用，需開啟入氣閥門、關閉清理排氣閥、關閉排氣閥門；『淨化』表示蓄熱槽是作為淨化槽使用，需關閉入氣閥門、開啟清理排氣閥、關閉排氣閥門；『能源回收』表示蓄熱槽是作為排氣能源回收槽使用，需關閉入氣閥門、關閉清理排氣閥、開啟排氣閥門。

當系統在正常操作時，如第 2 圖所示，先將揮發性有機化學廢氣旁通閥 102 關閉，然後開啟揮發性有機化學廢氣入氣遮斷閥 103，使得揮發性有機化學廢氣 100 經揮發性有機化學廢氣入氣管 100、火焰防阻器 104（例如，中華民國新型專利 M429756 號）、揮發性有機化學廢氣入氣管 121 及逆止閥 105，然後由揮發性有機化學廢氣入氣匯流管 122 進入蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1。

系統在操作循環一模式操作運行時，第一蓄熱槽 10 作為入氣加熱槽使用、第二蓄熱槽 20 作為淨化槽使用、第三蓄熱槽 30 作為排氣能源回收槽使用。在操作循環一模式操作運行時，氣流的流向如第 3 圖所示，其操作方式如下：

1. 第一蓄熱槽 10 作為入氣加熱槽使用，操作時，開啟第

一蓄熱槽入氣閥 108、關閉第二蓄熱槽入氣閥 109 及關閉第三蓄熱槽入氣閥 110，使得含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 由揮發性有機化學廢氣入氣匯流管 122，經第一蓄熱槽入氣閥 108，由第一蓄熱槽入氣管 123 進入第一蓄熱槽 10。第一蓄熱槽 10 利用第一蓄熱槽的耐火爐壁 14 隔絕熱能的損失。

2. 含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 先經第一蓄熱槽的入氣室 11 使得含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 能夠均勻分佈通過第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12，利用其內的陶瓷材料所蓄存的能量，將含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 加熱，然後，使受熱後的氣體再經由第一蓄熱槽的混氣室 13 混合後，進入高溫氧化反應室 40。高溫氧化反應室 40 由高溫氧化反應室的耐火爐壁 42 包覆絕熱，以確保高溫氧化反應室內部 41 進行燃燒反應所產生的熱量不會明顯的產生熱損耗。
3. 對於高濃度揮發性有機化學廢氣 55 應用場合，由於直接將高濃度揮發性有機化學廢氣 55 引入蓄熱槽加熱會有自動點燃甚至產生燃爆或爆轟的風險，因此，本發明在高溫氧化反應室 40 內設有高溫脈衝波反應器 53（例如，中華民國新型專利 M440814 號）用於高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的破壞處理。高濃度揮發性有機化學廢氣 55 先經由火焰防阻器 56（例如，中華民國新型專

利 M429756 號)保護,然後經由可燃性氣體安全控制設備 57 調節控制空氣流量控制閥 58,以提供最適合的空燃比,確保高溫脈衝波反應器 53 的操作安全性。高濃度揮發性有機化學廢氣 55 經由高溫脈衝波反應器 53,利用爆轟技術產生的高溫衝擊波加以處理,然後再進入高溫氧化室 40 進一步做徹底的破壞處理。

4. 在高溫氧化反應室 40 內,利用燃燒機 54 點燃已經升溫的揮發性有機化學廢氣 100 及已經部分氧化的高濃度揮發性有機化學廢氣 55,使得揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 能夠徹底的被破壞。
5. 高溫氧化反應室 40 操作溫度及滯留時間決定於揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的組成;一般而言,高溫氧化反應室 40 的操作溫度應高於 800℃,氣體在高溫氧化反應室 40 的滯留時間應高於 0.5 秒,且滯留時間以高於 1.0 秒為佳。對於環保單位列管的有害廢氣,高溫氧化反應室 40 的操作溫度應高於 1000℃,氣體在高溫氧化反應室 40 的滯留時間應高於 2 秒。
6. 燃燒機 54 的輔助燃料 50 經由具有安全控制的燃料供應設備 51 控制,由燃料控制閥 52 調節其供應量;燃燒空氣 60 由燃燒空氣風車 61 供應,經燃燒空氣控制閥 62 調節控制燃燒空氣 60 供應量,並連鎖控制燃料控制閥

- 52 的開度，以提供最適合的空燃比，確保操作安全性。
7. 第三蓄熱槽 30 作為排氣能源回收槽，操作時，關閉第一蓄熱槽排氣閥 115、關閉第二蓄熱槽排氣閥 116、開啟第三蓄熱槽排氣閥 117，使得揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的燃燒產物，能流經第三蓄熱槽 30 內的第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32，將高溫燃燒產物的能量蓄積在第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32 的陶瓷材料中。
 8. 揮發性有機化學廢氣 100 在高溫氧化反應室 40 進行氧化反應所產生的燃燒熱，利用熱交換水管群 221 做能源回收產生蒸汽。熱交換水管群 221 的去離子水 200，由去離子水供水管線 201 提供，經脫氣槽 202 脫氣除氧，然後利用去離子水給水泵浦 203 將去離子水 200 經由第一預熱器給水管 204、第二預熱器給水管 205 及第三預熱器給水管 206 打入第一去離子水預熱器 210、第二去離子水預熱器 211 及第三去離子水預熱器 212 預熱，然後進入水鼓 220 以供應熱交換水管群 221 之需。如需使用過熱蒸汽，則可將所產生的飽和蒸汽 231 經由飽和蒸汽管 232 送經第一蒸汽過熱器 250、第二蒸汽過熱器 251 及第三蒸汽過熱器 252，以產生過熱蒸汽 255。
 9. 入氣加熱槽即第一蓄熱槽 10 使用後，會將陶瓷蓄熱材料蓄存的能量轉換給含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣

100，使得陶瓷蓄熱材料降溫，可以在下一循環先進性淨化，然後作為排氣能源回收槽作為蓄熱之用。

10. 第二蓄熱槽 20 作為淨化槽使用，操作時，關閉第一蓄熱槽清理排氣閥 118、開啟第二蓄熱槽清理排氣閥 119、關閉第三蓄熱槽清理排氣閥 120，啟動清理風車 107，使得高溫氧化反應室 40 氧化反應所產生的乾淨燃燒產物，能有部分經第二蓄熱槽 20，然後經第二蓄熱槽清理排氣管 142、第二蓄熱槽清理排氣閥 119、再經蓄熱槽清理排氣匯流管 144 被清理風車 107 抽引，經清理排氣管 145 送至揮發性有機化學廢氣入氣匯流管 122，再經第一蓄熱槽入氣閥 108 被送回至第一蓄熱槽 10 進行加熱處理。
11. 經過以上作業，原來蓄存在第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 的能量會被轉移給揮發性有機化學廢氣 100，以利處理；第二蓄熱槽 20 會被微量燃燒產物沖洗清理，使得殘留其中的 VOCs 被排出；燃燒產物的能量會被蓄積在第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32，使得第三蓄熱槽 30 升溫。
12. 系統在以上操作循環一的模式操作運行達一特定時間 τ （通常 $60 \leq \tau \leq 300$ 秒）以後，準備進入操作循環二的模式運行。

系統在循環一操作運行達一特定時間（通常為 60~300 秒間）以後，切換為循環二模式操作運行。系統在操作循環二模

式操作運行時，第一蓄熱槽 10 作為淨化槽使用、第二蓄熱槽 20 作為排氣能源回收槽使用、第三蓄熱槽 30 作為入氣加熱槽使用。在操作循環二模式操作運行時，氣流的流向如第 4 圖所示，其操作如下：

1. 第三蓄熱槽 30 作為入氣加熱槽使用，操作時，關閉第一蓄熱槽入氣閥 108、關閉第二蓄熱槽入氣閥 109、開啟第三蓄熱槽入氣閥 110，使得含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 由揮發性有機化學廢氣入氣匯流管 122，經第三蓄熱槽入氣閥 110，由第三蓄熱槽入氣管 125 進入第三蓄熱槽 30。第三蓄熱槽 30 利用第三蓄熱槽的耐火爐壁 34 隔絕熱能的損失。
2. 含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 先經第三蓄熱槽的入氣室 31 使得含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 能夠均勻分佈通過第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32，利用其內的陶瓷材料所蓄存的能量，將含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 加熱，然後，使受熱後的氣體再經由第三蓄熱槽的混氣室 33 混合後，進入高溫氧化反應室 40。高溫氧化反應室 40 由高溫氧化反應室的耐火爐壁 42 包覆絕熱，以確保高溫氧化反應室內部 41 進行燃燒反應所產生的熱量不會明顯的產生熱損耗。
3. 對於氧氣濃度相對較低的高濃度揮發性有機化學廢氣 55 應用場合，由於直接將高濃度揮發性有機化學廢氣

55 引入蓄熱槽加熱會有自動點燃甚至產生燃爆或爆轟的風險，因此，在高溫氧化反應室 40 內另設有高溫脈衝波反應器 53(例如，中華民國新型專利 M440814 號)加以處理。高濃度揮發性有機化學廢氣 55 先經由火焰防阻器 56(例如，中華民國新型專利 M429756 號)保護，然後經由可燃性氣體安全控制設備 57 調節控制空氣流量控制閥 58，以提供最適合的空燃比，確保高溫脈衝波反應器 53 的操作安全性。高濃度揮發性有機化學廢氣 55 經由高溫脈衝波反應器 53，利用爆轟技術產生的高溫衝擊波加以處理，然後再進入高溫氧化室 40 進一步做徹底的破壞處理。

4. 在高溫氧化反應室 40 內，利用燃燒機 54 點燃已經升溫的揮發性有機化學廢氣 100 及已經部分氧化的高濃度揮發性有機化學廢氣 55，使得揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 能夠徹底的被破壞。
5. 高溫氧化反應室 40 操作溫度及滯留時間決定於揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的組成；一般而言，高溫氧化反應室 40 的操作溫度應高於 800℃，氣體在高溫氧化反應室 40 的滯留時間應高於 0.5 秒，且滯留時間以高於 1.0 秒為佳。對於環保單位列管的有害廢氣，高溫氧化反應室 40 的操作溫度應高於 1000℃，氣體在高溫氧化反應室 40 的滯留時間應高於 2

秒。

6. 燃燒機 54 的輔助燃料 50 經由具有安全控制的燃料供應設備 51 控制，由燃料控制閥 52 調節其供應量，燃燒空氣 60 由燃燒空氣風車 61 供應，經燃燒空氣控制閥 62 調節控制燃燒空氣 60 供應量，並連鎖控制燃料控制閥 52 的開度，以提供最適合的空燃比，確保操作安全性。
7. 第二蓄熱槽 20 作為排氣能源回收槽，操作時，關閉第一蓄熱槽排氣閥 115、開啟第二蓄熱槽排氣閥 116、及關閉第三蓄熱槽排氣閥 117，使得揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的燃燒產物，能流經第二蓄熱槽 20 內的第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22，將高溫燃燒產物的能量蓄積在第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22 的陶瓷材料中。
8. 揮發性有機化學廢氣 100 在高溫氧化反應室 40 進行氧化反應所產生的燃燒熱，利用熱交換水管群 221 做能源回收產生蒸汽。熱交換水管群 221 的去離子水 200，由去離子水供水管線 201 提供，經脫氣槽 202 脫氣除氧，然後利用去離子水給水泵浦 203 將去離子水 200 經由第一預熱器給水管 204、第二預熱器給水管 205 及第三預熱器給水管 206 打入第一去離子水預熱器 210、第二去離子水預熱器 211 及第三去離子水預熱器 212 預熱，然後進入水鼓 220 以供應熱交換水管群 221 之需。如需使

用過熱蒸汽，則可將所產生的飽和蒸汽 231 經由飽和蒸汽管 232 送經第一蒸汽過熱器 250、第二蒸汽過熱器 251 及第三蒸汽過熱器 252，以產生過熱蒸汽 255。

9. 入氣加熱槽即第三蓄熱槽 30 使用後，會將陶瓷蓄熱材料蓄存的能量轉換給含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100，使得陶瓷蓄熱材料降溫，可以在下一循環先經淨化，然後作為排氣能源回收槽作為蓄熱之用。
10. 第一蓄熱槽 10 作為淨化槽使用，操作時，開啟第一蓄熱槽清理排氣閥 118、關閉第二蓄熱槽清理排氣閥 119、關閉第三蓄熱槽清理排氣閥 120，啟動清理風車 107，使得高溫氧化反應室 40 氧化反應所產生的乾淨燃燒產物，能有部分經第一蓄熱槽 10，然後經第一蓄熱槽清理排氣管 141、第一蓄熱槽清理排氣閥 118、再經蓄熱槽清理排氣匯流管 144 被清理風車 107 抽引，經清理排氣管 145 送至揮發性有機化學廢氣入氣匯流管 122，再經第三蓄熱槽入氣閥 110 被送回至第三蓄熱槽 30 進行加熱處理。
11. 經過以上作業，原來蓄存在第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 32 的能量會被轉移給揮發性有機化學廢氣 100，以利處理；第一蓄熱槽 10 會被微量燃燒產物沖洗清理；燃燒產物的能量會被蓄積在第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22，使得第二蓄熱槽 20 升溫。

12. 系統在以上操作循環二的模式操作運行達一特定時間 τ （通常 $60 < \tau < 300$ 秒）以後，準備進入操作循環三的模式運行。

系統在循環二操作運行達一特定時間（通常為 60~300 秒間）以後，切換為循環三模式操作運行。系統在操作循環三模式操作運行時，第一蓄熱槽 10 作為排氣能源回收槽使用、第二蓄熱槽 20 作為入氣加熱槽使用、第三蓄熱槽 30 作為淨化槽使用。在操作循環三模式操作運行時，氣流的流向如第 5 圖所示，其操作如下：

1. 第二蓄熱槽 20 作為入氣加熱槽使用，操作時，關閉第一蓄熱槽入氣閥 108、開啟第二蓄熱槽入氣閥 109、關閉第三蓄熱槽入氣閥 110，使得含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 由揮發性有機化學廢氣入氣匯流管 122，經第二蓄熱槽入氣閥 109，由第二蓄熱槽入氣管 124 進入第二蓄熱槽 20。第二蓄熱槽 20 利用第二蓄熱槽的耐火爐壁 24 隔絕熱能的損失。
2. 含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 先經第二蓄熱槽的入氣室 21 使得含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 能夠均勻分佈通過第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22，利用其內的陶瓷材料所蓄存的能量，將含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100 加熱，然後，使受熱後的氣體再經由第二蓄熱槽的混氣室 23 混合後，進入高溫氧化反應室 40。

高溫氧化反應室 40 由高溫氧化反應室的耐火爐壁 42 包覆絕熱，以確保高溫氧化反應室內部 41 進行燃燒反應所產生的熱量不會明顯的產生熱損耗。

3. 對於高濃度揮發性有機化學廢氣 55 應用場合，由於直接將高濃度揮發性有機化學廢氣 55 引入蓄熱槽加熱會有自動點燃甚至產生燃爆或爆轟的風險，因此，在高溫氧化反應室 40 內另設有高溫脈衝波反應器 53（例如，中華民國新型專利 M440814 號）加以處理。高濃度揮發性有機化學廢氣 55 先經由火焰防阻器 56（例如，中華民國新型專利 M429756 號）保護，然後經由可燃性氣體安全控制設備 57 調節控制空氣流量控制閥 58，以提供最適合的空燃比，確保高溫脈衝波反應器 53 的操作安全性。高濃度揮發性有機化學廢氣 55 經由高溫脈衝波反應器 53，利用爆轟技術產生的高溫衝擊波加以處理，然後再進入高溫氧化室 40 進一步做徹底的破壞處理。
4. 在高溫氧化反應室 40 內，利用燃燒機 54 點燃已經升溫的揮發性有機化學廢氣 100 及已經部分氧化的高濃度揮發性有機化學廢氣 55，使得揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 能夠徹底的被破壞。
5. 高溫氧化反應室 40 操作溫度及滯留時間決定於揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的組成，一般而言，高溫氧化反應室 40 的操作溫度應高

於 800℃，氣體在高溫氧化反應室 40 的滯留時間應高於 0.5 秒，且滯留時間以高於 1.0 秒為佳。對於環保單位列管的有害廢氣，高溫氧化反應室 40 的操作溫度應高於 1000℃，氣體在高溫氧化反應室 40 的滯留時間應高於 2 秒。

6. 燃燒機 54 的輔助燃料 50 經由具有安全控制的燃料供應設備 51 控制，由燃料控制閥 52 調節其供應量，燃燒空氣 60 由燃燒空氣風車 61 供應，經燃燒空氣控制閥 62 調節控制燃燒空氣 60 供應量，並連鎖控制燃料控制閥 52 的開度，以提供最適合的空燃比，確保操作安全性。
7. 第一蓄熱槽 10 作為排氣能源回收槽，操作時，開啟第一蓄熱槽排氣閥 115、關閉第二蓄熱槽排氣閥 116、及關閉第三蓄熱槽排氣閥 117，使得揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的燃燒產物，能流經第一蓄熱槽 10 內的第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12，將高溫燃燒產物的能量蓄積在第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12 的陶瓷材料中。
8. 揮發性有機化學廢氣 100 在高溫氧化反應室 40 進行氧化反應所產生的燃燒熱，利用熱交換水管群 221 做能源回收產生蒸汽。熱交換水管群 221 的去離子水 200，由去離子水供水管線 201 提供，經脫氣槽 202 脫氣除氧，然後利用去離子水給水泵浦 203 將去離子水 200 經由第

一預熱器給水管 204、第二預熱器給水管 205 及第三預熱器給水管 206 打入第一去離子水預熱器 210、第二去離子水預熱器 211 及第三去離子水預熱器 212 預熱，然後進入水鼓 220 以供應熱交換水管群 221 之需。如需使用過熱蒸汽，則可將所產生的飽和蒸汽 231 經由飽和蒸汽管 232 送經第一蒸汽過熱器 250、第二蒸汽過熱器 251 及第三蒸汽過熱器 252，以產生過熱蒸汽 255。

9. 入氣加熱槽即第二蓄熱槽 20 使用後，會將陶瓷蓄熱材料蓄存的能量轉換給含有 VOCs 的揮發性有機化學廢氣 100，使得陶瓷蓄熱材料降溫，可以在下一循環先經淨化，然後作為排氣能源回收槽作為蓄熱之用。
10. 第三蓄熱槽 30 作為淨化槽使用，操作時，關閉第一蓄熱槽清理排氣閥 118、關閉第二蓄熱槽清理排氣閥 119、開啟第三蓄熱槽清理排氣閥 120，啟動清理風車 107，使得高溫氧化反應室 40 氧化反應所產生的乾淨燃燒產物，能有部分經第三蓄熱槽 30，然後經第三蓄熱槽清理排氣管 143、第三蓄熱槽清理排氣閥 120、再經蓄熱槽清理排氣匯流管 144 被清理風車 107 抽引，經清理排氣管 145 送至揮發性有機化學廢氣入氣匯流管 122，再經第二蓄熱槽入氣閥 109 被送回至第二蓄熱槽 30 進行加熱處理。
11. 經過以上作業，原來蓄存在第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 22

的能量會被轉移給揮發性有機化學廢氣 100，以利處理；
第三蓄熱槽 30 會被微量燃燒產物沖洗清理；燃燒產物的能量會被蓄積在第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床 12，使得第一蓄熱槽 10 升溫。

12. 系統在以上操作循環三的模式操作運行達一特定時間 τ （通常 $60 < \tau < 300$ 秒）以後，準備恢復進入操作循環一的模式運行。

以具有五個蓄熱槽的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 為例，其典型的操作循環可以利用入氣閥門、清理排氣閥、排氣閥門的序列性開關，規劃為五組操作循環如下：

	循環一	循環二	循環三	循環四	循環五
第一蓄熱槽	入氣加熱	淨化	能源回收	能源回收	入氣加熱
第二蓄熱槽	淨化	能源回收	能源回收	入氣加熱	入氣加熱
第三蓄熱槽	能源回收	能源回收	入氣加熱	入氣加熱	淨化
第四蓄熱槽	能源回收	入氣加熱	入氣加熱	淨化	能源回收
第五蓄熱槽	入氣加熱	入氣加熱	淨化	能源回收	能源回收

以具有六個蓄熱槽的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 為例，其典型的操作循環可以利用入氣閥門、清理排氣閥、排氣閥門的序列性開關，規劃為三組操作循環如下：

	循環一	循環二	循環三
第一蓄熱槽	入氣加熱	淨化 (1)	能源回收
第二蓄熱槽	入氣加熱	淨化 (2)	能源回收
第三蓄熱槽	淨化 (1)	能源回收	入氣加熱
第四蓄熱槽	淨化 (2)	能源回收	入氣加熱
第五蓄熱槽	能源回收	入氣加熱	淨化 (1)
第六蓄熱槽	能源回收	入氣加熱	淨化 (2)

其中淨化 (1) 及淨化 (2) 可以同時進行，或安排在一個操作循環的時間內，分成兩段接續進行。

當蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的蓄熱槽數量為三的倍數 (即 $M = 3N$) 時，蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的入氣加熱、淨化、能源回收操作模式可以簡化為三個操作循環；但是當蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的蓄熱槽數量為二的倍數加一，即 $M = 2N+1$ 時，蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的入氣加熱、淨化、能源回收操作模式則要規劃為跟蓄熱槽數量數量 (M) 一致的操作循環數目。

當蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的蓄熱槽數量為二的倍數加一，即 $M = 2N+1$ 時，例如，當 $N = 1$ 時， $M = 2N + 1 = 3$ ，操作循環數目為 3；當 $N = 2$ 時， $M = 2N + 1 = 5$ ，操作循環數目為 5；當 $N = 3$ 時， $M = 2N + 1 = 7$ ，操作循環數目為 7；於此類推。

但是當蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的蓄熱槽數量為三

的倍數，即 $M = 3N$ 時，例如當 $N=1$ 時， $M = 3N = 3$ ，操作循環數目為 3；當 $N = 2$ 時， $M = 3N = 6$ ，操作循環數目仍然為 3；當 $N = 3$ 時， $M = 3N = 9$ ，操作循環數目仍然為 3；於此類推。

對於高濃度揮發性有機化學廢氣 55 處理的應用場合，在蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的高溫氧化反應室 40 內另設有高溫脈衝波反應器 53（例如，中華民國新型專利 M440814 號）。高溫脈衝波反應器 53 之原理及其運作方式，如第 6 圖及第 7 圖所示。

首先，可燃性氣體反應物 310 連續經可燃性氣體反應物進料管 312 送入高溫脈衝波反應器本體 360，需要使用高溫反應或破壞的化學反應物 320 連續經由化學反應物進料管 322 噴注進高溫脈衝波反應器本體 360 內，同時，將化學反應所需之空氣/氧化劑/助劑 330 經由空氣/氧化劑/助劑進料管 332 連續注入高溫脈衝波反應器本體 360 內。

可燃性氣體反應物 310、化學反應物 320 及空氣/氧化劑/助劑 330 應在點火裝置組 380 先行啟動後，才可進行進料而不受爆轟衝擊波的影響。要停止本發明之高溫脈衝波反應器 53 的操作，則要先將可燃性氣體反應物 310 及化學反應物 320 停止進料，然後才關閉點火裝置組 380，以確保系統的安全操作。

高溫脈衝波反應器 53 的可燃性氣體反應物進料管 312 可以是單一進料管或是為多數個進料管，以利多數種可燃性氣體反應物 310 可以同時連續進料。化學反應物進料管 322 也可以

是單一進料管或是為多數個進料管，以利多數種化學反應物 320 可以同時連續進料。空氣/氧化劑/助劑進料管 332 也可以是單一進料管或是為多數個進料管，可以接受空氣、惰性氣體、氧氣、水、催化劑等的同時連續進料。

其次，利用安裝在本發明之高溫脈衝波反應器 53 的高溫脈衝波反應器本體 360 內部的爆轟促進器 370 促進可燃性氣體反應物 310、化學反應物 320 及空氣/氧化劑/助劑 330 的混合，使得氣體混合物在爆轟反應器本體 360 內，均勻的由進料端 350 往反應產物出口 400 方向流動，如第 7 圖進料步驟 410 至充滿步驟 420 所示。當氣體混合物抵達安裝於爆轟促進器 370 下游端的點火裝置組 380 位置時，氣體混合物將被點火裝置組 380 點燃，如第 7 圖點燃步驟 430 所示。由於在點火裝置組 380 下游並無可燃性氣體，因此，火焰會往高溫脈衝波反應器 53 的進料端 350 方向回火，產生逆流火焰，如第 7 圖爆燃步驟 440 所示；火焰再經過爆轟促進器 370 提供良好的混合，使得該可燃性氣體混合物快速燃燒、增溫、增壓、增速，進而產生逆流爆轟（Countercurrent Detonation），如第 7 圖爆燃加速步驟 450 所示。爆轟衝擊波繼續壓縮可燃性氣體混合物進行反應，並繼續加速達到 CJ 衝擊波速度，如第 7 圖爆轟步驟 460 所示。當爆轟衝擊波抵達高溫脈衝波反應器 53 的進料端 350 時，利用爆轟衝擊波的瞬間壓力，使得火焰熄滅，如第 7 圖熄滅步驟 470 所示；由點燃步驟 430 進行到熄滅步驟 470 的速度極快，

所需時間只需幾毫秒到數十毫秒的時間，視爆轟促進器 370 的設計而定。高溫脈衝波反應器 53 的反應器出口法蘭 390 與高溫氧化反應室 40 連接，操作時利用爆轟衝擊波的反震波將反應產物 400 由反應器出口法蘭 390 排出，如第 7 圖反震排出步驟 480 所示。進行上述過程時，高濃度揮發性有機化學廢氣 55 進料均可以穩定的繼續進行，並連續重複可燃性氣體反應物 310、化學反應物 320 及空氣/氧化劑/助劑 330 的混合、點燃、逆流爆轟、熄焰的程序，使得化學反應物 320 能在高溫脈衝波反應器 53 內連續利用爆轟衝擊波的高溫、高壓進行反應或被破壞。為了保護高溫脈衝波反應器本體 360 不致過熱，高溫脈衝波反應器 53 設有冷卻設施 362，冷卻液由冷卻液入口 364 進入，由冷卻液出口 365 排除，將高溫脈衝波反應器本體 360 維持在 100°C 以下。

以含有環己烷（Cyclohexane）的廢氣處理為例，使用本發明的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1，操作溫度為 800°C 至 1000°C 範圍時，如第 8 圖所示，當揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混合 VOCs 濃度達 220 至 320 ppmv 以上，蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 的高溫氧化反應室 40 只要提供燃燒機 54 維持母火所需的輔助燃料 50 供應，使得高溫氧化室 40 的燃燒機 54 維持穩定的火焰，確保揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混合 VOCs 會被點燃，即可順利操作。

第 9 圖顯示，操作溫度在 800°C 至 900°C 範圍時，揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混合 VOCs 濃度超過 275 ppmv，燃燒機 54 所需的輔助燃料 50 供應量就達到最低值。揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混合 VOCs 濃度越低、操作溫度越高，所需輔助燃料 50 供應量就越高。

第 10 圖及第 11 圖顯示，利用本發明的方法及蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1，當揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混合 VOCs 濃度達 1000 ppmv 時，每 1000 SCMM 的揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混合物，每小時即可以產生約 3 公噸的水蒸汽，以水蒸汽市場價格每公噸 40 元美金，每年操作 8400 小時計算，則每年的能源回收利益即可達美金一百萬元。

當揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混合 VOCs 濃度達 2000 ppmv 時，每 1000 SCMM 的揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混合物，每小時即可以產生約 7 公噸的水蒸汽，以水蒸汽市場價格每公噸 40 元美金，每年操作 8400 小時計算，則每年的能源回收利益即可達美金二百四十萬元。

若揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混合 VOCs 濃度達 10000 ppmv 時，每 1000 SCMM 的揮發性有機化學廢氣 100 及高濃度揮發性有機化學廢氣 55 的混

合物，每小時即可以產生約 39 公噸的水蒸汽，以水蒸汽市場價格每公噸 40 元美金，每年操作 8400 小時計算，則每年的能源回收利益即可達美金一千三百餘萬元。

以上說明顯示本發明的揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法及使用該方法的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐 1 確實具有節能減碳的效用，並能藉由本發明的能源回收利用技術，使得原需花費大量輔助能源經費的 VOCs 處理問題，變成是一項可以藉著 VOCs 處理而回收 VOCs 燃燒所產生的大量能源，並獲得巨大投資效益的再生能源投資機會。

以上說明對本發明而言只是說明性的，而非限制性的，本領域普通技術人員理解，在不脫離申請專利範圍所限定的精神和範圍的情況下，可作出許多修改、變化或等效，但都將落入本發明的申請專利範圍可限定的範圍之內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖：蓄熱再生型氧化器

第 2 圖：本創作之蓄熱再生氧化型蒸汽鍋爐之實施例

第 3 圖：本創作之蓄熱再生氧化型蒸汽鍋爐的操作循環實施例

第 4 圖：本創作之蓄熱再生氧化型蒸汽鍋爐的操作循環實施例

第 5 圖：本創作之蓄熱再生氧化型蒸汽鍋爐的操作循環實施例

第 6 圖：本創作使用之高溫脈衝波反應器

第 7 圖：本創作使用之高溫脈衝波反應器作用原理

第 8 圖：本創作之蓄熱再生氧化型蒸汽鍋爐的實施例能源需求與 VOCs 濃度關係

第 9 圖：本創作之蓄熱再生氧化型蒸汽鍋爐的實施例能源需求與操作溫度關係

第 10 圖：本創作之蓄熱再生氧化型蒸汽鍋爐的實施例蒸汽回收量與 VOCs 濃度關係

第 11 圖：本創作之蓄熱再生氧化型蒸汽鍋爐的實施例蒸汽回收量與 VOCs 濃度關係

【主要元件符號說明】

- 1 蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐
- 2 蓄熱再生型氧化器
- 10 第一蓄熱槽
- 11 第一蓄熱槽的入氣室
- 12 第一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床
- 13 第一蓄熱槽的混氣室
- 14 第一蓄熱槽的耐火爐壁
- 20 第二蓄熱槽
- 21 第二蓄熱槽的入氣室
- 22 第二蓄熱槽的陶瓷蓄熱床

- 23 第二蓄熱槽的混氣室
- 24 第二蓄熱槽的耐火爐壁
- 30 第三蓄熱槽
- 31 第三蓄熱槽的入氣室
- 32 第三蓄熱槽的陶瓷蓄熱床
- 33 第三蓄熱槽的混氣室
- 34 第三蓄熱槽的耐火爐壁
- 40 高溫氧化反應室
- 41 高溫氧化反應室內部
- 42 高溫氧化反應室的耐火爐壁
- 50 輔助燃料
- 51 燃料供應設備
- 52 燃料控制閥
- 53 高溫脈衝波反應器
- 54 燃燒機
- 55 高濃度揮發性有機化學廢氣
- 56 火焰防阻器
- 57 可燃性氣體安全控制設備
- 58 空氣流量控制閥
- 60 燃燒空氣
- 61 燃燒空氣風車
- 62 燃燒空氣控制閥
- 100 揮發性有機化學廢氣
- 101 揮發性有機化學廢氣入氣管
- 102 揮發性有機化學廢氣旁通閥

- 103 揮發性有機化學廢氣入氣遮斷閥
- 104 火焰防阻器
- 105 逆止閥
- 106 空氣調節閥
- 107 清理風車
- 108 第一蓄熱槽入氣閥
- 109 第二蓄熱槽入氣閥
- 110 第三蓄熱槽入氣閥
- 111 揮發性有機化學廢氣旁通排氣
- 112 助燃空氣
- 113 誘引排風機
- 114 煙囪
- 115 第一蓄熱槽排氣閥
- 116 第二蓄熱槽排氣閥
- 117 第三蓄熱槽排氣閥
- 118 第一蓄熱槽清理排氣閥
- 119 第二蓄熱槽清理排氣閥
- 120 第三蓄熱槽清理排氣閥
- 121 揮發性有機化學廢氣入氣管
- 122 揮發性有機化學廢氣入氣匯流管
- 123 第一蓄熱槽入氣管
- 124 第二蓄熱槽入氣管
- 125 第三蓄熱槽入氣管
- 131 第一蓄熱槽排氣管
- 132 第二蓄熱槽排氣管

- 133 第三蓄熱槽排氣管
- 134 蓄熱槽排氣匯流管
- 135 尾氣排氣管
- 141 第一蓄熱槽清理排氣管
- 142 第二蓄熱槽清理排氣管
- 143 第三蓄熱槽清理排氣管
- 144 蓄熱槽清理排氣匯流管
- 145 清理排氣管
- 200 去離子水
- 201 去離子水供水管線
- 202 脫氣槽
- 203 去離子水給水泵浦
- 204 第一預熱器給水管
- 205 第二預熱器給水管
- 206 第三預熱器給水管
- 207 超溫冷卻給水管
- 210 第一去離子水預熱器
- 211 第二去離子水預熱器
- 212 第三去離子水預熱器
- 213 第一去離子水預熱器出水管
- 214 第二去離子水預熱器出水管
- 215 第三去離子水預熱器出水管
- 220 水鼓
- 221 熱交換水管群
- 230 蒸汽鼓

- 231 飽和蒸汽
- 232 飽和蒸汽管
- 250 第一蒸汽過熱器
- 251 第二蒸汽過熱器
- 252 第三蒸汽過熱器
- 255 過熱蒸汽
- 310 可燃性氣體反應物
- 312 可燃性氣體反應物進料管
- 320 化學反應物
- 322 化學反應物進料管
- 330 空氣/氧化劑/助劑
- 332 空氣/氧化劑/助劑進料管
- 350 進料端
- 360 高溫脈衝波反應器本體
- 362 冷卻設施
- 364 冷卻液入口
- 365 冷卻液出口
- 370 爆轟促進器
- 380 點火裝置組
- 390 反應器出口法蘭
- 400 反應產物
- 410 進料步驟
- 420 充滿步驟
- 430 點燃步驟
- 440 爆燃步驟

450 爆燃加速步驟

460 爆轟步驟

470 熄焰步驟

480 反震排出步驟

七、申請專利範圍：

1. 一種揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，包含將揮發性有機化學廢氣引入一蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐內，經由預熱、高溫氧化處理、回收燃燒所產生能源的方式，使得揮發性有機化學廢氣能被徹底破壞處理；其中，所使用的蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐含有：
二個以上的蓄熱槽，且在每一蓄熱槽內均有陶瓷蓄熱材料堆積成的陶瓷蓄熱床，在每一蓄熱床內設有一去離子水預熱器、
一高溫氧化反應室，位於蓄熱槽上方並與蓄熱槽結合，其內設有燃燒機、
一水鼓及一熱交換水管群設置於高溫氧化反應室內，作為能源回收產生蒸汽之用、
一蒸汽鼓，位於高溫氧化反應室上方，用於收集熱交換水管群所產生的蒸汽。
2. 如申請專利範圍 1 所述之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，其中，蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐含有三個以上的蓄熱槽，且在每一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床下方設有一入氣閥門、一排氣閥門及一清理排氣閥。
3. 如申請專利範圍 2 所述之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，其中，蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐利用入氣閥門、排氣閥門及清理排氣閥的開關切換，使其蓄熱槽依次交替作為入氣加熱槽、淨化槽及排氣能源回收槽，且蓄熱槽中至少有一個作為淨化槽，其餘分別作為入氣加熱槽及排氣能源回收槽之用，其操作循環為：

使揮發性有機化學廢氣流經入氣加熱槽，利用入氣加熱槽中已經被加熱的陶瓷蓄熱床加熱提升溫度，然後進入高溫氧化反應室進行氧化反應，其後燃燒產物再流經排氣能源回收槽中，將燃燒產物的能量蓄積在排氣能源回收槽的陶瓷蓄熱床中，

在淨化槽中，利用清理風車抽引高溫氧化反應室內部燃燒後的乾淨氣體，回沖清理淨化槽的陶瓷蓄熱床，並將氣體排至入氣加熱槽進行處理，

每一個操作循環持續一特定時間，然後轉換為下一個操作循環，入氣加熱槽使用後在下一個操作循環轉換成淨化槽，淨化槽經過清理後在下一個操作循環轉換為排氣能源回收槽，排氣能源回收槽在下一個操作循環轉換成入氣加熱槽。

4. 如申請專利範圍3所述之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，其中，用於淨化槽的清理風車的氣體流量為揮發性有機化學廢氣處理流量的10%以下。
5. 如申請專利範圍3所述之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，其中，操作循環持續的特定時間為60秒至300秒。
6. 如申請專利範圍1所述之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，其中，蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐的高溫氧化反應室設有高溫脈衝波反應器。
7. 如申請專利範圍6所述之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，其中，蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐含有三個以上的蓄熱槽，且在每一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床下方設有一入氣閥門、一排氣閥門及一清理排氣閥。

8. 如申請專利範圍7所述之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，其中，蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐利用入氣閥門、排氣閥門及清理排氣閥的開關切換，使其蓄熱槽依次交替作為入氣加熱槽、淨化槽及排氣能源回收槽，且蓄熱槽中至少有一個作為淨化槽，其餘分別作為入氣加熱槽及排氣能源回收槽之用，其操作循環為：

將揮發性有機化學廢氣流經入氣加熱槽，利用入氣加熱槽中已經被加熱的陶瓷蓄熱床加熱提升溫度，然後進入高溫氧化反應室進行氧化反應，其後燃燒產物再流經排氣能源回收槽中，將燃燒產物的能量蓄積在排氣能源回收槽的陶瓷蓄熱床中，

在淨化槽中，利用清理風車抽引高溫氧化反應室內部燃燒後的乾淨氣體，回沖清理淨化槽的陶瓷蓄熱床，並將氣體排至入氣加熱槽進行處理，

每一個操作循環持續一特定時間，然後轉換為下一個操作循環，入氣加熱槽使用後在下一個操作循環轉換成淨化槽，淨化槽經過清理後在下一個操作循環轉換為排氣能源回收槽，排氣能源回收槽在下一個操作循環轉換成入氣加熱槽。

9. 如申請專利範圍8所述之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，其中，用於淨化槽的清理風車的氣體流量為揮發性有機化學廢氣處理流量的10%以下。
10. 如申請專利範圍8所述之揮發性有機化學廢氣處理並回收能源的方法，其中，操作循環持續的特定時間為60秒至300秒。
11. 一種蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，含有：

二個以上的蓄熱槽，且在每一蓄熱槽內均有陶瓷蓄熱材料堆積成的陶瓷蓄熱床，在每一蓄熱床內設有一去離子水預熱器、一高溫氧化反應室，位於蓄熱槽上方並與蓄熱槽結合，其內設有多數組燃燒機、

一水鼓及一熱交換水管群設置於高溫氧化反應室內，作為能源回收產生蒸汽之用、

一蒸汽鼓，位於高溫氧化反應室上方，用於收集熱交換水管群所產生的蒸汽。

12. 如申請專利範圍 11 所述之蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，其中，含有三個以上的蓄熱槽，且在每一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床下方設有一入氣閥門、一排氣閥門及一清理排氣閥。

13. 如申請專利範圍 12 所述之蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，其利用入氣閥門、排氣閥門及清理排氣閥的切換，使其蓄熱槽依次交替作為入氣加熱槽、淨化槽及排氣能源回收槽，且蓄熱槽中至少有一個作為淨化槽，其餘分別作為入氣加熱槽及排氣能源回收槽之用，其操作循環為：

將揮發性有機化學廢氣流經入氣加熱槽，利用已經被加熱的陶瓷蓄熱床加熱提升溫度，然後進入高溫氧化反應室進行氧化反應，其後燃燒產物再流經排氣能源回收槽中，將燃燒產物的能量蓄積在排氣能源回收槽的陶瓷蓄熱床中，

在淨化槽中，利用清理風車抽引高溫氧化反應室內部燃燒後的乾淨氣體回沖清理淨化槽的陶瓷蓄熱床，並將氣體排至入氣加熱槽進行處理，

每一個操作循環持續一特定時間，然後轉換為下一個操作循環，入氣加熱槽使用後在下一個操作循環轉換成淨化槽，淨化槽經過清理後在下一個操作循環轉換為排氣能源回收槽，排氣能源回收槽在下一個操作循環轉換成入氣加熱槽。

14. 如申請專利範圍 13 所述之蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，其中，用於淨化槽的清理風車的氣體流量為揮發性有機化學廢氣處理流量的 10% 以下。
15. 如申請專利範圍 13 所述之蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，其中，操作循環持續的特定時間為 60 秒至 300 秒。
16. 如申請專利範圍 11 所述之蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，其中，高溫氧化反應室裝有高溫脈衝波反應器。
17. 如申請專利範圍 16 所述之蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，含有三個以上的蓄熱槽，且在每一蓄熱槽的陶瓷蓄熱床下方設有一入氣閥門、一排氣閥門及一清理排氣閥。
18. 如申請專利範圍 17 所述之蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，利用入氣閥門、排氣閥門及清理排氣閥的切換，使其蓄熱槽依次交替作為入氣加熱槽、淨化槽及排氣能源回收槽，且蓄熱槽中至少有一個作為淨化槽，其餘分別作為入氣加熱槽及排氣能源回收槽之用，其操作循環為：

將揮發性有機化學廢氣流經入氣加熱槽，利用已經被加熱的陶瓷蓄熱床加熱提升溫度，然後進入高溫氧化反應室進行氧化反應，其後燃燒產物再流經排氣能源回收槽中，將燃燒產物的能量蓄積在排氣能源回收槽的陶瓷蓄熱床中，

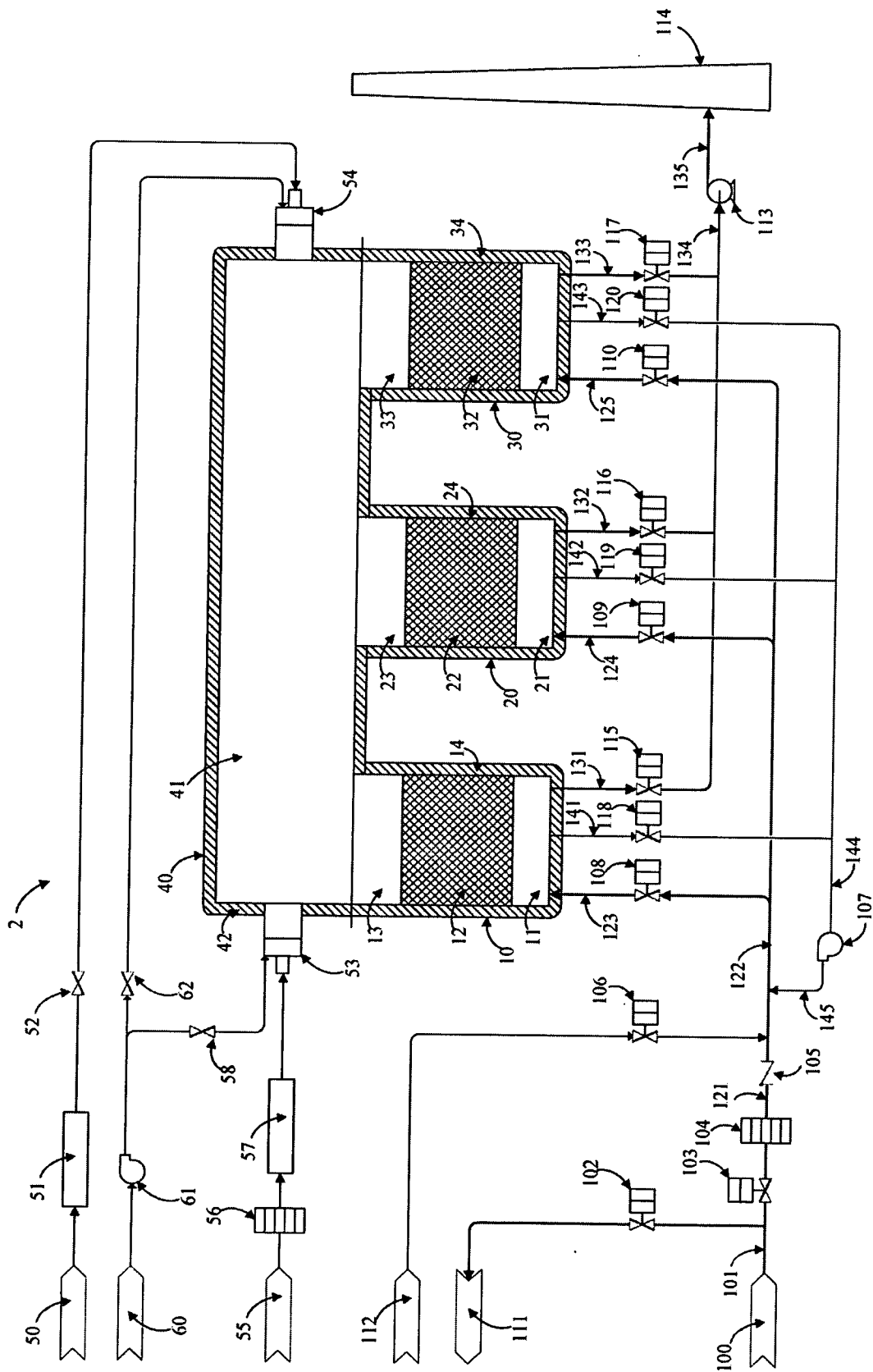
在淨化槽中，利用清理風車抽引高溫氧化反應室內部燃燒後的乾淨氣體回沖清理淨化槽的陶瓷蓄熱床，並將氣體排至入氣加熱槽進行處理，

每一個操作循環持續一特定時間，然後轉換為下一個操作循環，入氣加熱槽使用後在下一個操作循環轉換成淨化槽，淨化槽經過清理後在下一個操作循環轉換為排氣能源回收槽，排氣能源回收槽在下一個操作循環轉換成入氣加熱槽。

19. 如申請專利範圍 18 所述之蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，其中，用於淨化槽的清理風車的氣體流量為揮發性有機化學廢氣處理流量的 10% 以下。

20. 如申請專利範圍 18 所述之蓄熱再生氧化型廢熱回收鍋爐，其中，操作循環持續的特定時間為 60 秒至 300 秒。

八、圖式：



第1圖

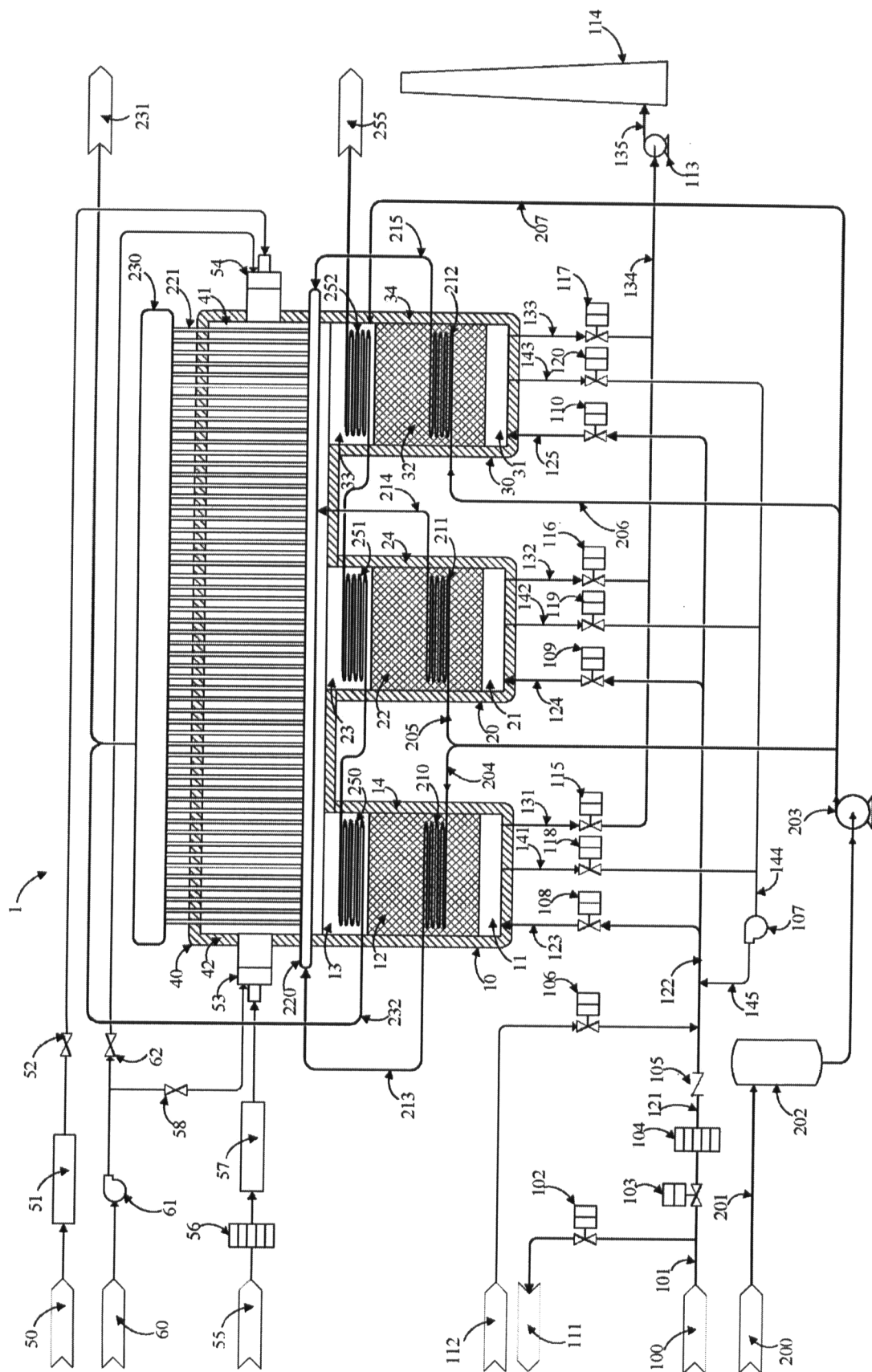
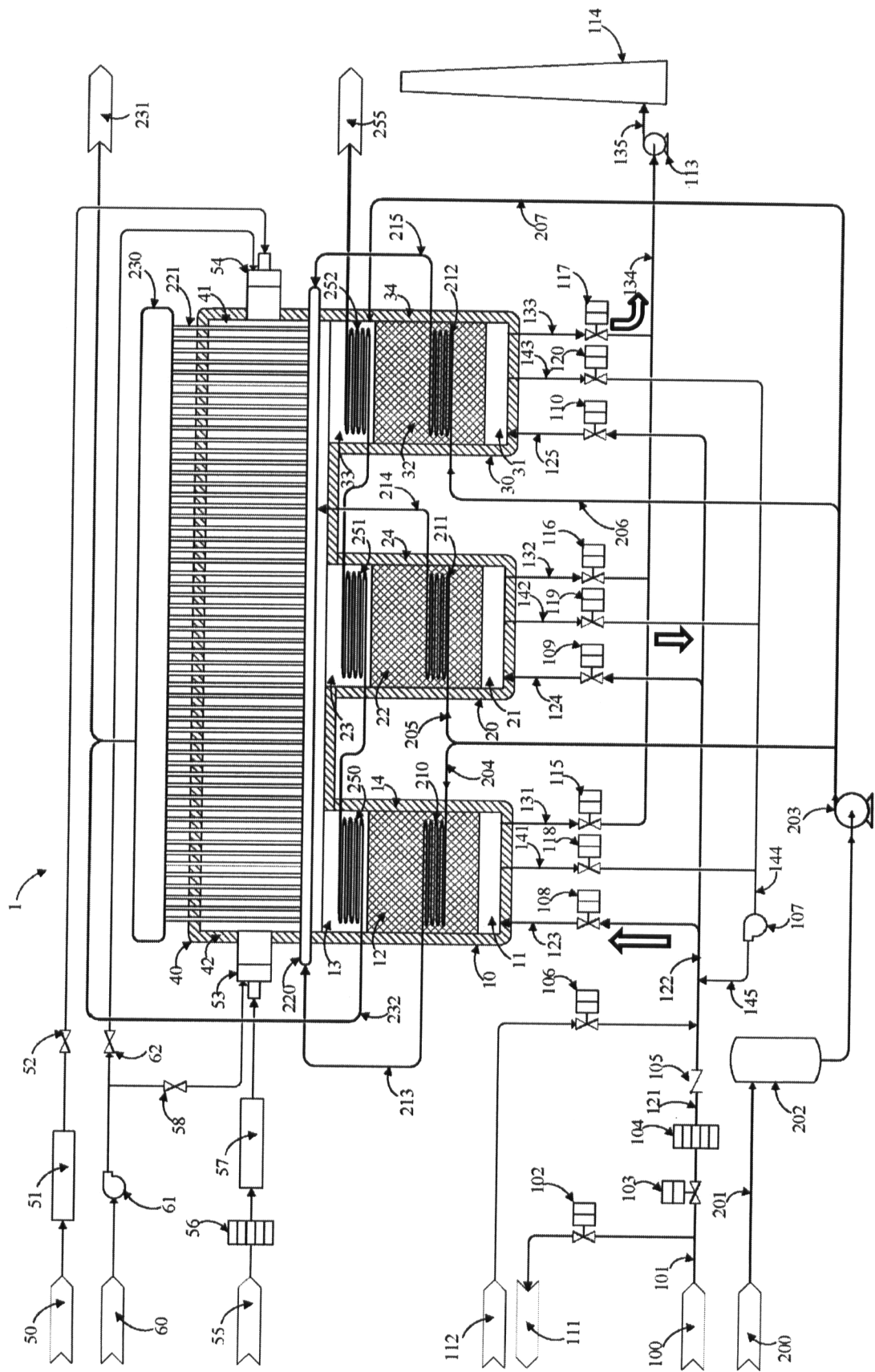
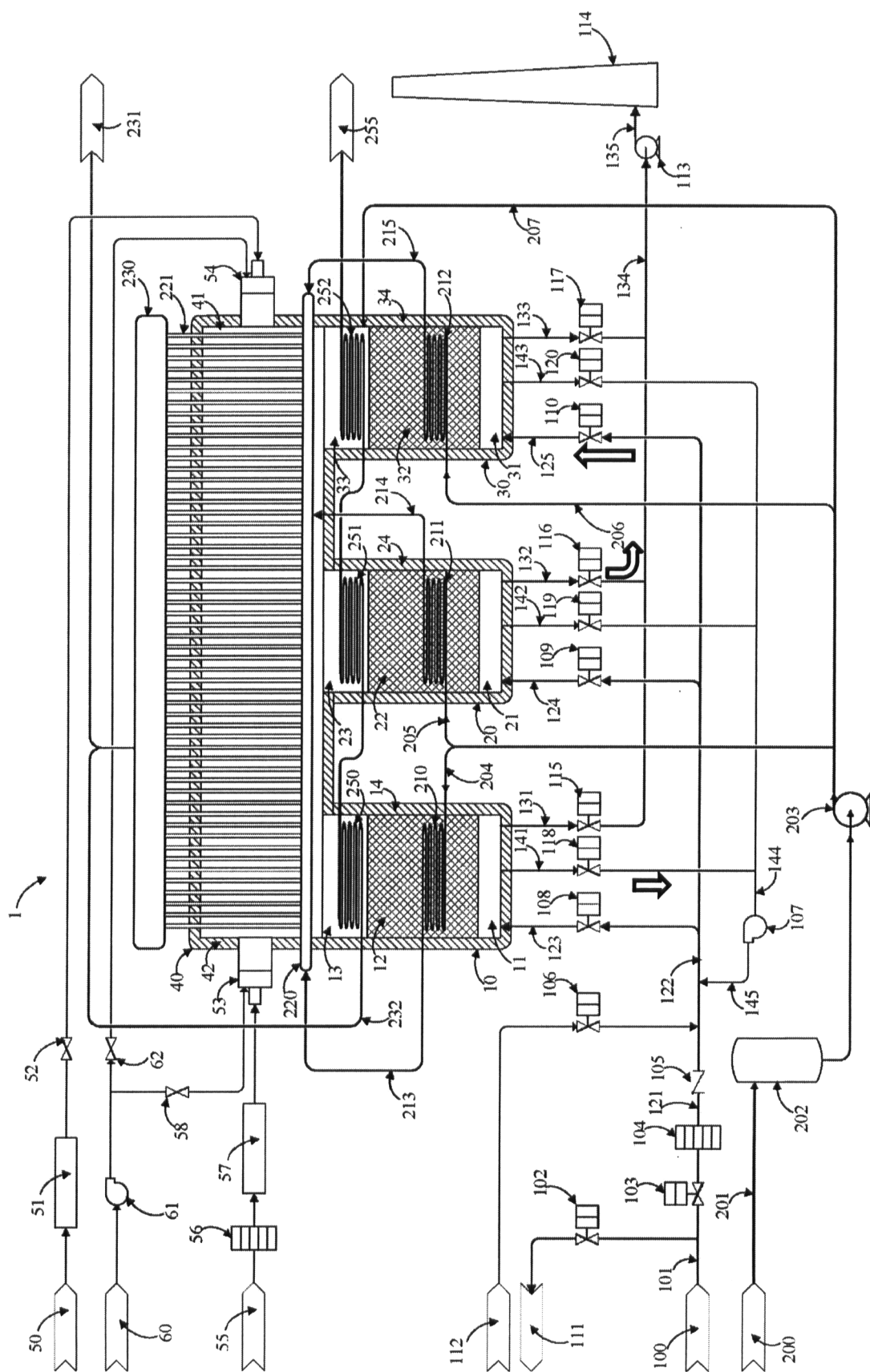


圖
第2



第3圖



第4圖

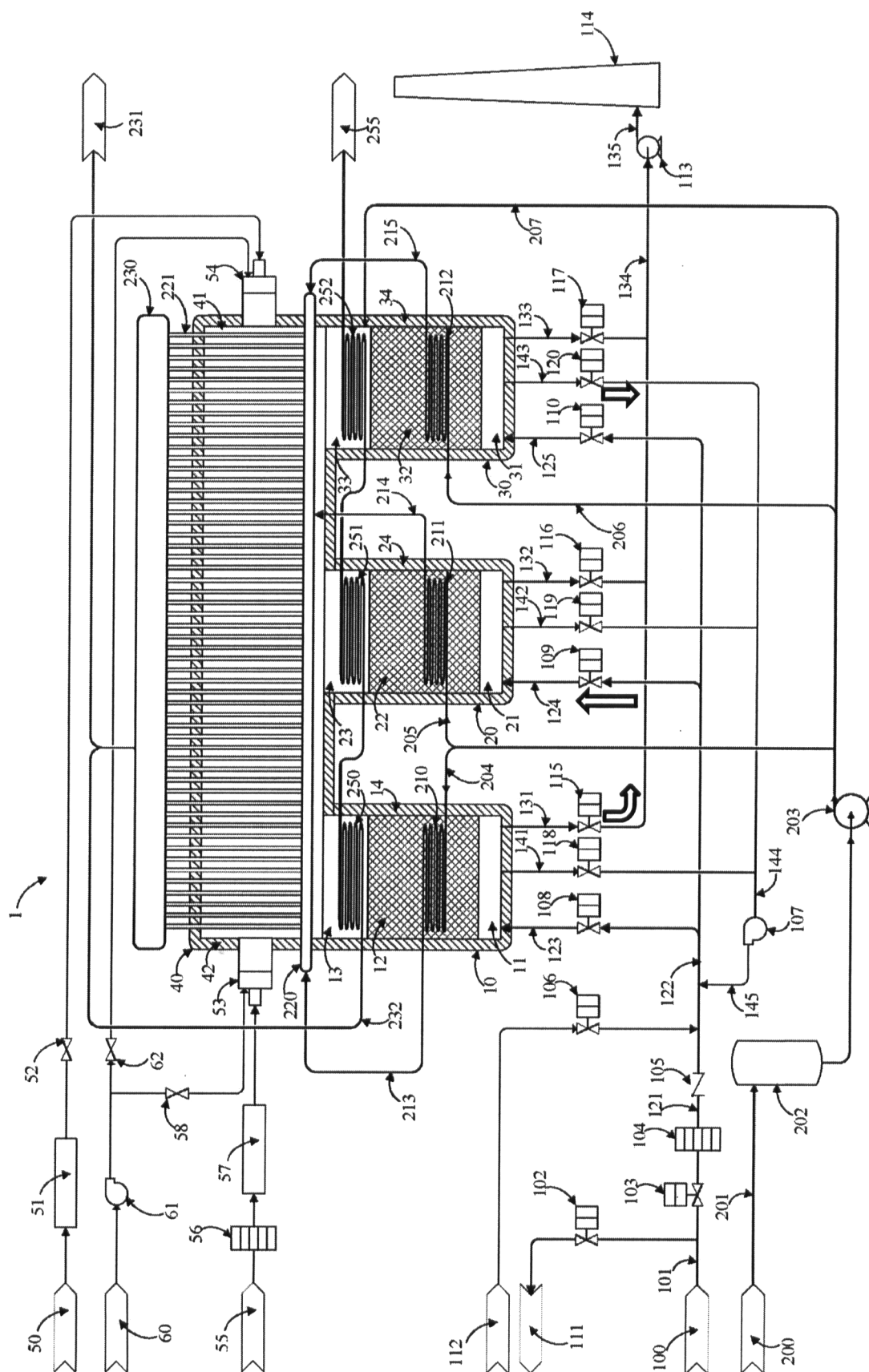
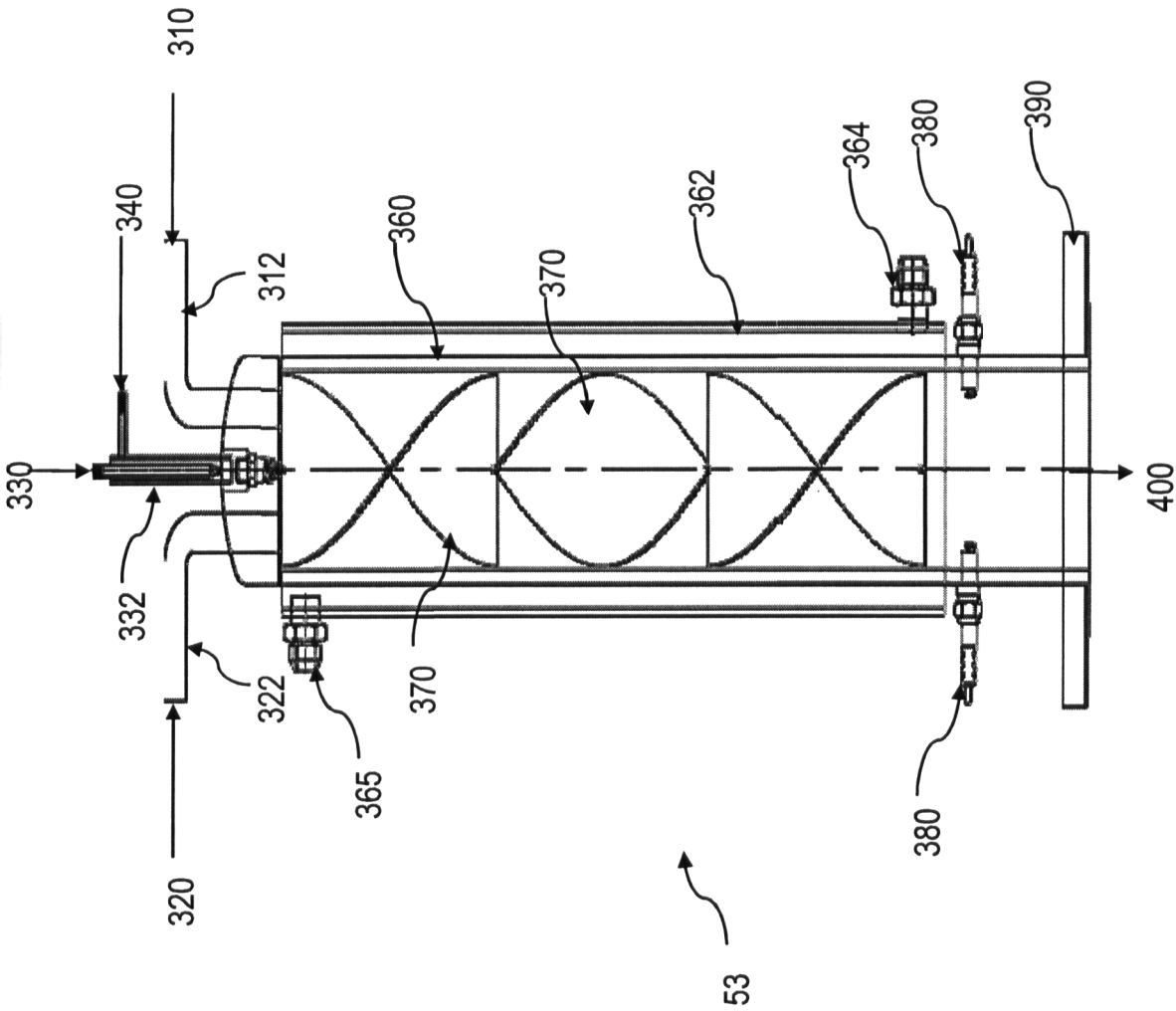
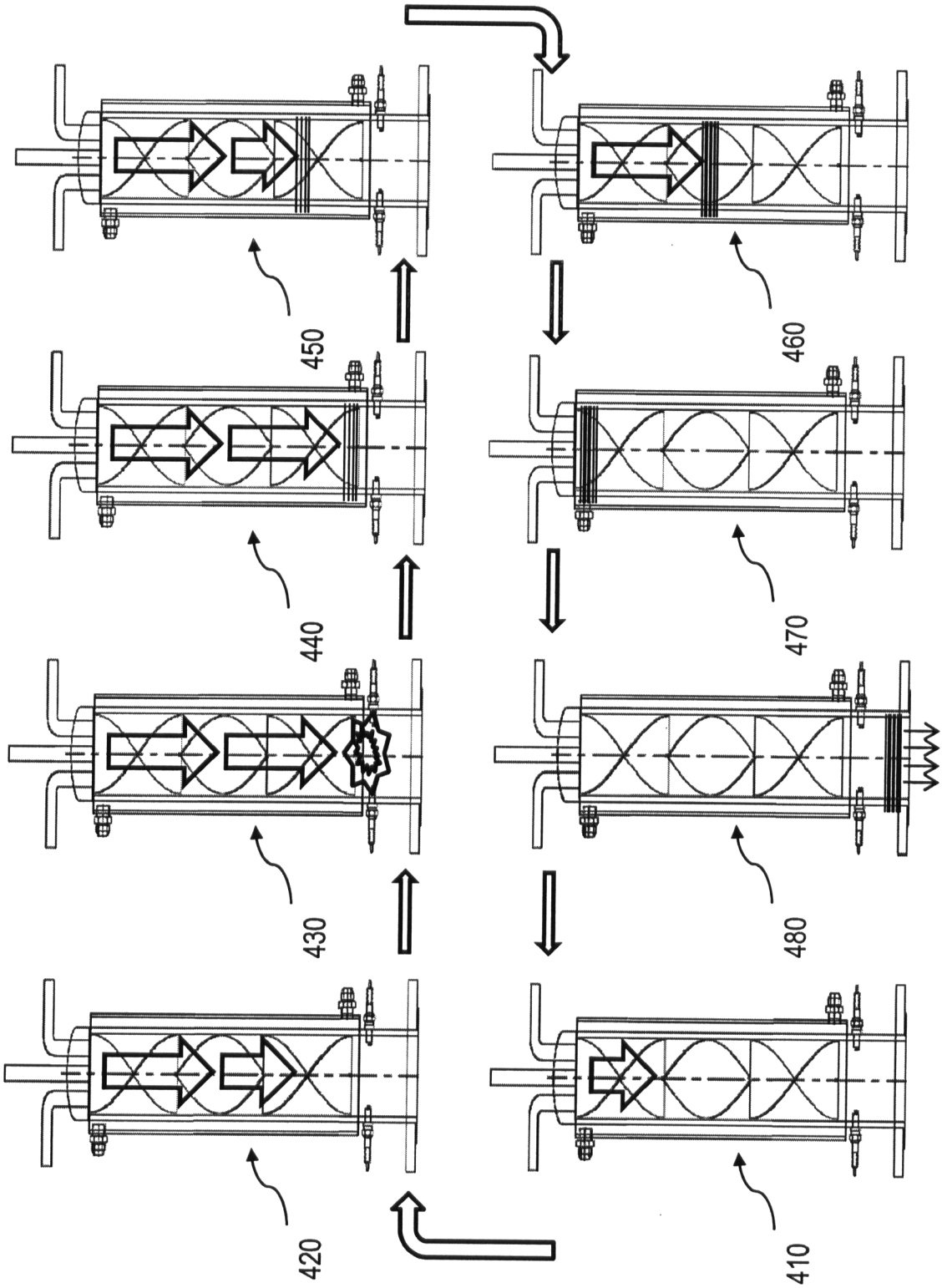


圖 5

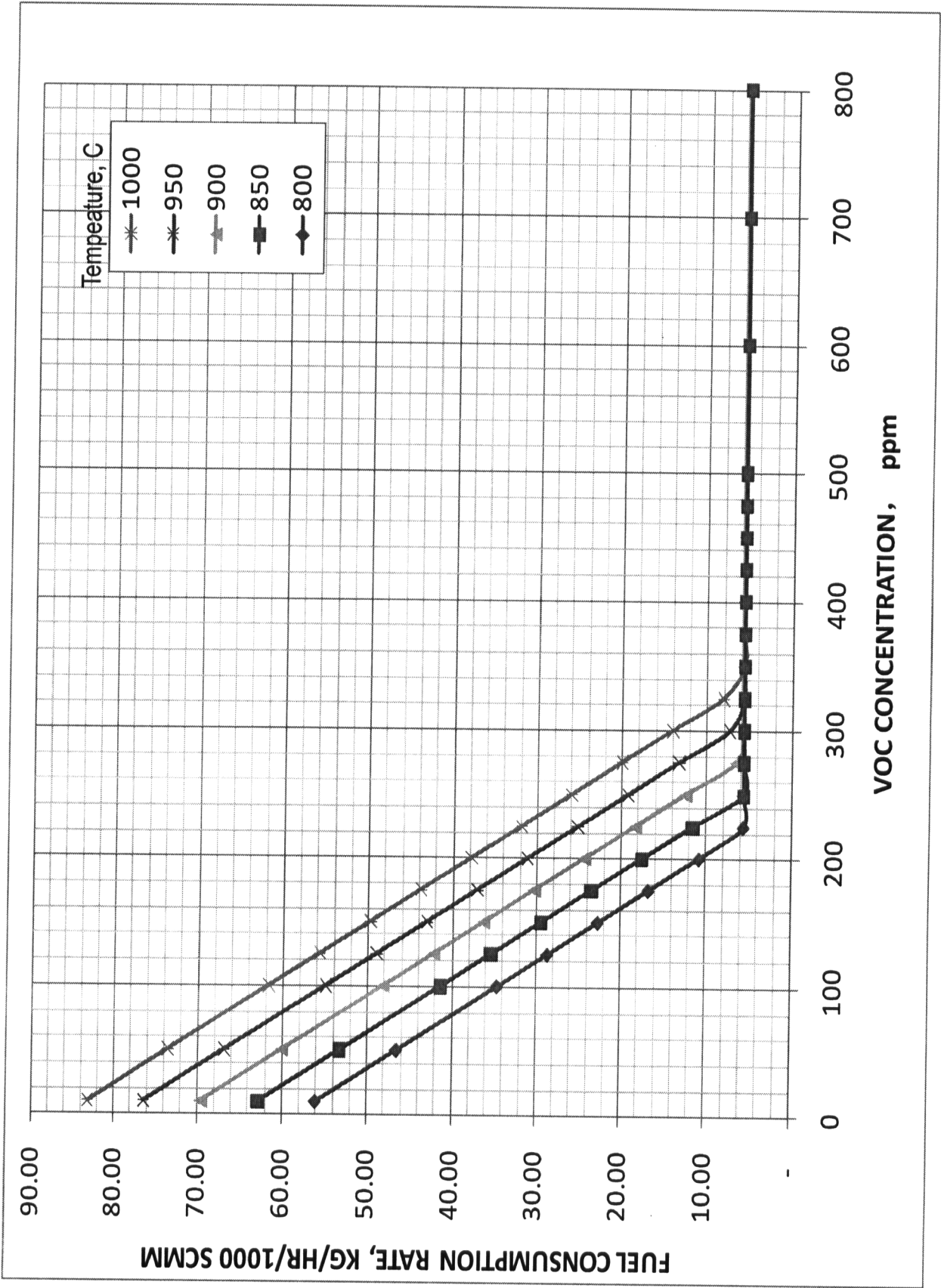


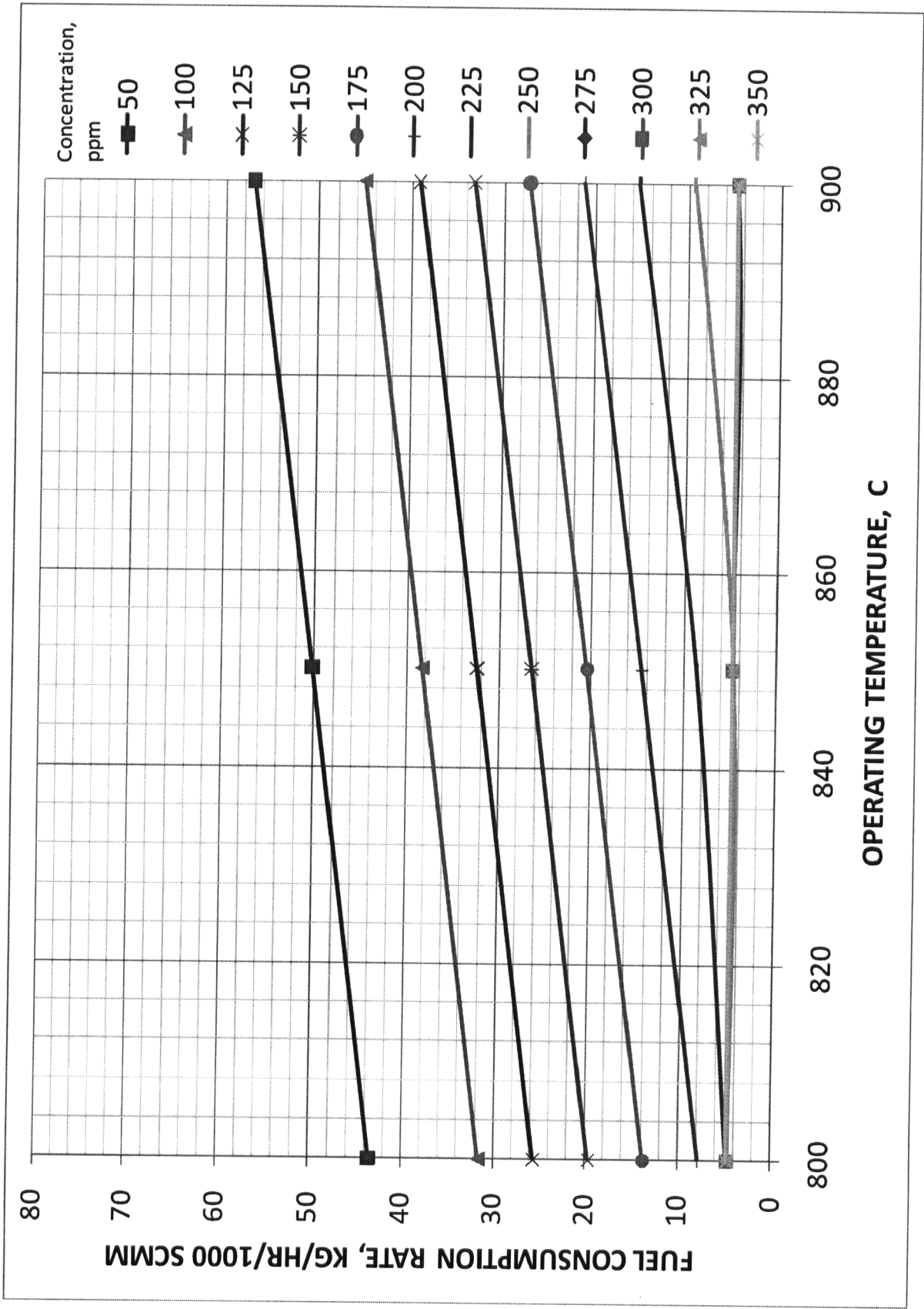
第6圖



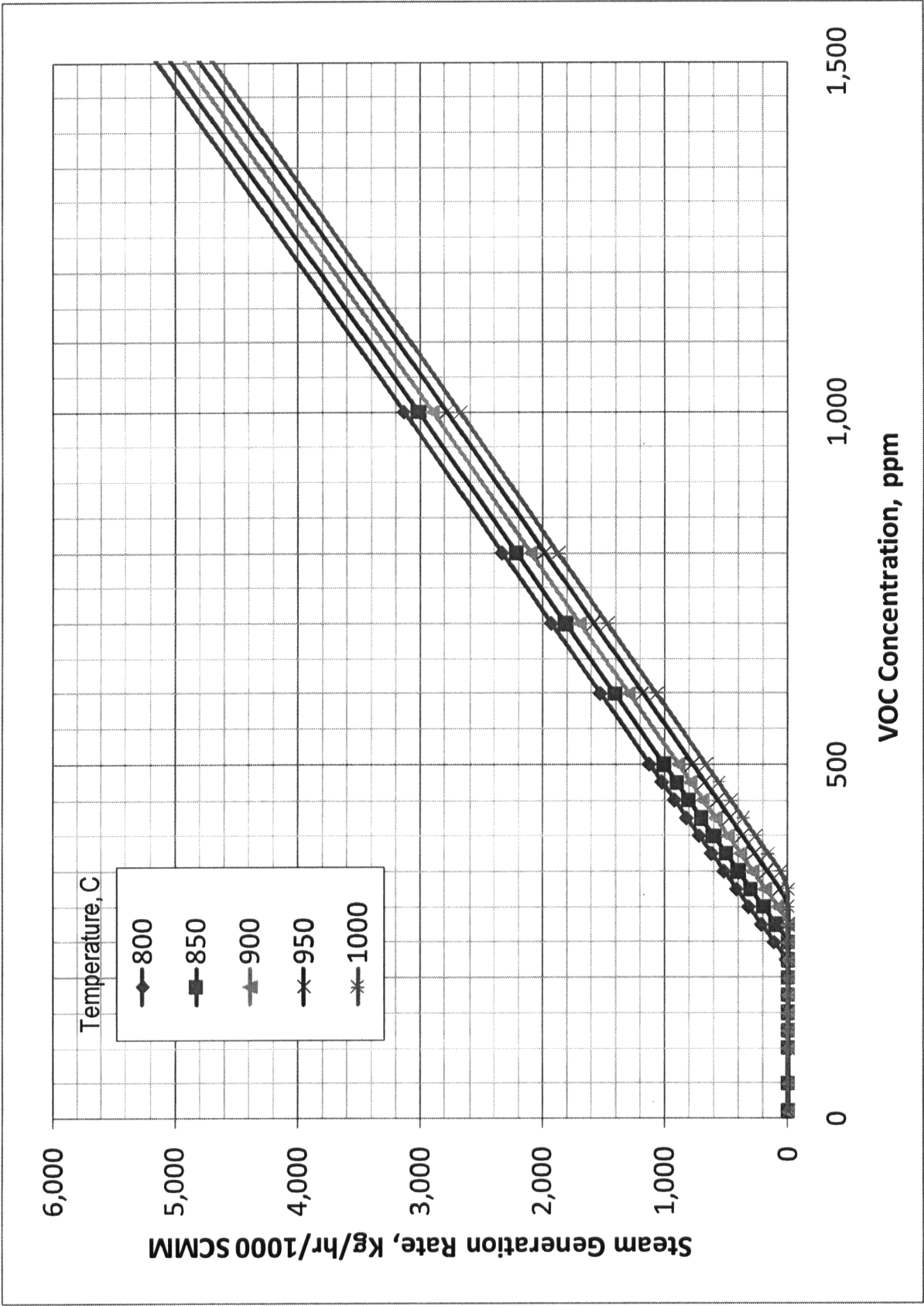
第7圖

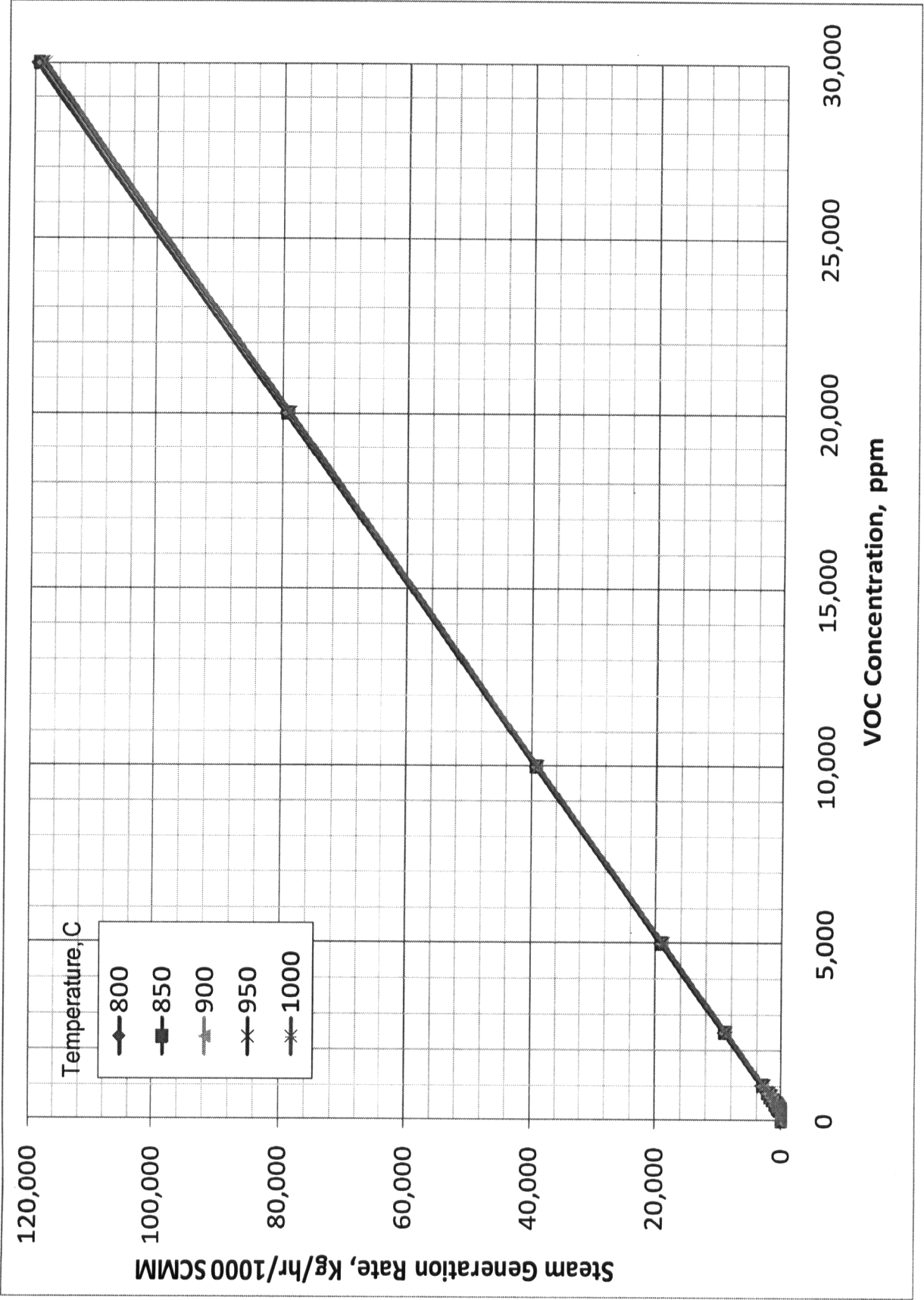
第8圖





第9圖





第11圖