



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201726232 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：106102458

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 23 日

(51) Int. Cl. : **B01D53/047 (2006.01)**

(30) 優先權：2016/01/29 美國 15/010,129

(71) 申請人：氣體產品及化學品股份公司(美國) AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (US)  
美國(72) 發明人：卡巴瑟 默罕莫德 阿里 KALBASSI, MOHAMMAD ALI (GB)；奧馬拉 愛普羅  
艾瑪 路易斯 O'MEARA, APRIL EMMA LOUISE (GB)；萊維爾 克里斯多夫  
詹姆士 RAISWELL, CHRISTOPHER JAMES (GB)；容 伊恩 羅伯特 ZONE, IAN  
ROBERT (GB)

(74) 代理人：陳展俊

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：11 共 48 頁

(54) 名稱

用於 T E P S A 系統的加熱器配置

HEATER ARRANGEMENT FOR TEPSA SYSTEM

(57) 摘要

本發明關於一種溫度增進變壓吸附(TEPSA)方法，該方法係用於從一氣體混合物移除包括吸附得較不牢固的組分及吸附得更牢固的組分在內之至少二組分，前述方法包含運用一單一加熱器及至少二吸附劑容器，在各自吸附劑容器中的重複周期包含吸附階段及其後的再生階段。

The present invention relates to a temperature enhanced pressure swing adsorption (TEPSA) process for removing at least two components including a less strongly adsorbed component and a more strongly adsorbed component from a gas mixture, said process comprising using one single heater and at least two adsorber vessels, in each of which repeated cycles comprising an adsorption phase and subsequent regeneration phases.

指定代表圖：

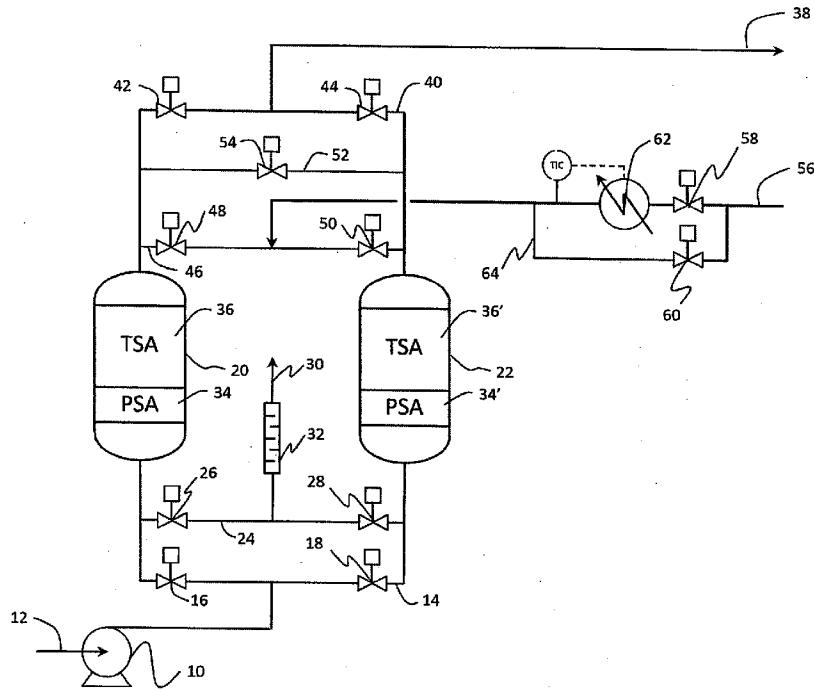


圖 2

符號簡單說明：

- 10 . . . 主要空氣壓縮器系統
- 12 . . . 入口
- 14 . . . 入口歧管
- 16 . . . 入口控制閥
- 18 . . . 入口控制閥
- 20 . . . 吸附劑容器
- 22 . . . 吸附劑容器
- 24 . . . 通風歧管
- 26 . . . 通風閥
- 28 . . . 通風閥
- 30 . . . 閥
- 32 . . . 消音器
- 34 . . . 進料端吸附劑
- 34' . . . 進料端吸附劑
- 36 . . . 產物端吸附劑
- 36' . . . 產物端吸附劑
- 38 . . . 出口
- 40 . . . 出口歧管
- 42 . . . 出口控制閥
- 44 . . . 出口控制閥
- 46 . . . 再生氣體歧管
- 48 . . . 再生氣體控制閥
- 50 . . . 再生氣體控制閥
- 52 . . . 管道
- 54 . . . 控制閥
- 56 . . . 再生氣體入口
- 58 . . . 控制閥
- 60 . . . 控制閥

62 . . . 加熱器

64 . . . 旁通管道

## 發明摘要

※ 申請案號： 106102458

※ 申請日： 106/01/23

※IPC 分類：**B01D 53/047**(2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

用於 TEPSA 系統的加熱器配置

Heater Arrangement for TEPSA System

## 【中文】

本發明關於一種溫度增進變壓吸附(TEPSA)方法，該方法係用於從一氣體混合物移除包括吸附得較不牢固的組分及吸附得更牢固的組分在內之至少二組分，前述方法包含運用一單一加熱器及至少二吸附劑容器，在各自吸附劑容器中的重複周期包含吸附階段及其後的再生階段。

## 【英文】

The present invention relates to a temperature enhanced pressure swing adsorption (TEPSA) process for removing at least two components including a less strongly adsorbed component and a more strongly adsorbed component from a gas mixture, said process comprising using one single heater and at least two adsorber vessels, in each of which repeated cycles comprising an adsorption phase and subsequent regeneration phases.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 2 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 10 主要空氣壓縮器系統
- 12 入口
- 14 入口歧管
- 16 入口控制閥
- 18 入口控制閥
- 20 吸附劑容器
- 22 吸附劑容器
- 24 通風歧管
- 26 通風閥
- 28 通風閥
- 30 閥
- 32 消音器
- 34 進料端吸附劑
- 34' 進料端吸附劑
- 36 產物端吸附劑
- 36' 產物端吸附劑
- 38 出口
- 40 出口歧管
- 42 出口控制閥
- 44 出口控制閥
- 46 再生氣體歧管

- 48 再生氣體控制閥
- 50 再生氣體控制閥
- 52 管道
- 54 控制閥
- 56 再生氣體入口
- 58 控制閥
- 60 控制閥
- 62 加熱器
- 64 旁通管道

**【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)

用於 TEPSA 系統的加熱器配置

Heater Arrangement for TEPSA System

## 【技術領域】

【0001】本發明關於一種用於低溫蒸餾(cryogenic distillation)之前將空氣預純化之熱增進變壓吸附(TEPSA)方法，其運用單一加熱器及至少二吸附劑容器。本發明另外關於一種用於此 TEPSA 方法之設備。

## 【先前技術】

【0002】其必然得規律地藉由吸附於固體吸附劑上而自氣流移除氣體組分。特別是，當進行低溫空氣分離方法時通常得運用預純化步驟。於是，需要該吸附劑的周期性再生，就此而論被移除的氣體組分可能具有固有價值或其可能是污染該氣體混合物中的氣體組分。

【0003】在此等方法中該氣體習慣上被供入與裝載於吸附劑容器中的固體吸附劑接觸而使該(等)組分被移除而且這些組分逐漸累積於該吸附劑中。該吸附劑中之被移除的組分之濃度逐漸升高而且若該方法持續夠長的時期，該等被吸附的組分將會漏出該吸附劑床的下游端。在此現象發生以前，必需將該吸附劑再生。

【0004】爲了進行預純化步驟，於是運用了不同方法例如熱變換吸附(TSA)、變壓吸附(PSA)及熱增進變壓吸附(TEPSA)。

【0005】在 PSA 方法中脫附係藉由以下完成：停止要處理的氣體流入該吸附劑，使該吸附劑卸壓，及通常藉由使其被吸附於該床的組分含量低之再生氣體流與產物進料方向逆流通過該床。

【0006】該 TSA 方法通常係用以將低溫空氣分離單元(ASU)上游的空氣預純化。該 TSA 方法的特徵爲該吸附方法的高溫再生，通常高於 100°C 相當多，及冗長的熱再生期間。因爲與 TSA 方法相關的熱通量強烈又冗長，所以熱脈衝品質的降低對 TSA 脫附方法具有最小衝擊。加熱器提供給 TSA 方法的熱主要係用以使該被牢固吸附的組分，換言之水，脫附，而水具有高吸附熱。

【0007】該 TSA 方法的變化例係舉例來說於美國專利第 5,614,000 號中所述的 TEPSA 方法。TEPSA 係利用經常低於 100°C 的溫度及僅利用短暫加熱的低溫度再生方法。對比於該 TSA 方法，加熱器所提供的熱係用以移除吸附得“最不牢固”的污染物，換言之 CO<sub>2</sub>。與 TEPSA 方法相關的熱通量能被描述成弱的，所以連在其往該吸附劑床的行程的少許熱損失也會大幅降低該熱脈衝攜帶熱的品質。

【0008】這與受到高於 100°C 許多的再生用高溫及高於 10 分鐘許多的熱再生期間限制之習用 TSA 方法成對比。由於 TSA 方法更猛烈的條件使於適度距離內的加熱器位置(例如離

該吸附劑容器 20 m 或更遠)對該再生方法僅有微小影響，參照美國專利第 9,108,145 號。

【0009】在美國專利第 5,614,000 號及美國專利第 8,734,571 號中，據描述用於 TEP SA 的設備構型僅包括用於提供熱再生氣體的單一外部加熱器。此構型，僅包括一個與該等吸附劑容器不緊密相鄰的外部加熱器，具有輕發生熱損失，從而大幅降低被送至該吸附劑床的熱脈衝之品質(其理想上具有矩形)的缺點。

【0010】這就是為何實施 TEP SA 方法至今此構型仍沒被運用，而是運用例如美國專利第 7,066,986 號所述的構型之原因。在此文件中，揭露了用於 TEP SA 方法的雙床加熱器配置，其中每一吸附劑容器具有各別的加熱器。該等加熱器係配置成使每一吸附劑容器配備著位於該吸附劑容器入口噴嘴中的各別加熱器元件。藉由上述之類的 TEP SA 配置，能使缺點例如熱損失、該熱脈衝的品質變動減至最少。除此之外，使該加熱器與該吸附劑床之間的距離最小化，在與該吸附劑床接觸之前保持該熱脈衝的品質。

【0011】如美國專利第 7,066,986 號所述之關於加熱器配置的問題是必須運用多重加熱器，也就是說，各吸附劑容器各配一加熱器。此配置由於需要許多加熱器而且這些加熱器必須設置成與該吸附劑容器緊密接觸而造成得越來越多的保養工作量。再者，由於該等加熱器係裝置於該等吸附劑容器的入口噴嘴中，其龐大體積使其妨礙了更複雜容器配置的實行。除此之外，許多加熱器由於材料及高能輸入量增加而具

有成本反效應。再者，保養成本也比較高。

**【0012】** 因此，有需要改良的 TEP SA 方法。本發明瞄準克服此技藝已知的 TEP SA 方法之缺點，而且特別是瞄準能提供需要較不複雜且昂貴，同時還能提供穩定的熱脈衝給該(等)吸附劑床之設備構型的方法。

**【0013】** 因此，有關在低溫分離空氣之前的空氣純化，本發明瞄準用於操作低再生溫度 TEP SA 的製程強化以簡化以及降低現行方法的成本。

**【0014】** 此外，本發明關於能用於此等 TEP SA 方法的設備之供給。

### **【發明內容】**

**【0015】** 本發明係建基於上述問題能藉由 TEP SA 方法來克服的觀察結果，該 TEP SA 方法運用單一加熱器及至少二各別的吸附劑容器，藉以該吸附容器的再生氣體入口處在該第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係 20°C 或更低。

**【0016】** 因此本發明於第一態樣中提供一種溫度增進變壓吸附(TEPSA)方法，其係用於從一氣體混合物移除包括吸附得較不牢固的組分及吸附得更牢固的組分在內之至少二組分，前述方法包含運用一單一加熱器及至少二吸附劑容器，在各自吸附劑容器中包含吸附階段及其後的再生階段之重複周期係依下列方式進行：

**【0017】** 在該吸附階段時使前述氣體混合物依第一方向

通過裝載於該吸附劑容器中的吸附劑床，以便藉由該吸附劑床中的前述至少二組分之吸附將前述氣體混合物純化，

【0018】 在第一再生階段時使具有選自介於 20°C 至 100°C 的任何溫度之目標溫度的熱再生氣體依與該吸附階段期間的流動方向相反之流動方向通過該吸附劑床，及

【0019】 在第二再生階段時使具有選自介於 5°C 至 65°C 的任何溫度之目標溫度的冷再生氣體依與該吸附階段期間的流動方向相反之流動方向通過該吸附劑床，

【0020】 其中

【0021】 該熱再生氣體係藉由使來自來源的再生氣體通往前述加熱器，在前述加熱器處加熱，並且將離開該加熱器的熱再生氣體通往個別容器而被供給各自吸附劑容器，及

【0022】 該冷再生氣體係藉由將來自來源的再生氣體繞過該加熱器導向個別容器而被供給各自吸附劑容器，及

【0023】 該吸附容器的再生氣體入口處在前述第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係 20°C 或更低。

【0024】 根據本發明的 TEP SA 方法具有各種不同優點，其係藉由本文所述的指定構型獲得。使再生階段期間的熱損失維持最少量，而且使該第一再生階段期間能產生穩定又準確(更具矩形)的熱脈衝並且渡過該等吸附劑床。除此之外，由於該方法僅需要一個加熱器而使保養工作量能顯著減少，而且能達成減能而使該方法變得更經濟而且持續更久。

【0025】 通常，本發明的方法進行的方式係輪流於不同吸附劑床中進行吸附及再生，亦即在使用二吸附劑容器之處，

於容器 1 中進行吸附而且同時於容器 2 中進行再生。

【0026】 若是使用多於二吸附劑床，舉例來說，三或四個，仍然可使用一個單一加熱器來加熱各自吸附劑容器的第一再生階段中所用的再生氣體，因為此階段在 TEP SA 方法中相當短暫，所以熱氣體可被輪流供給各自容器。

【0027】 在任何情況中，對本發明請求的方法而言重要的是該第二再生階段中所用的冷再生氣體沒通過可能關掉的加熱器而是繞過該加熱器。

【0028】 在第二態樣中，本發明提供一種根據該第一態樣的方法，其中該吸附容器的再生氣體入口處在前述第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係  $15^{\circ}\text{C}$  或更低。

【0029】 在第三態樣中，本發明提供一種根據先前態樣的方法，其中在該第一再生階段中的熱再生氣體具有選自介於  $20^{\circ}\text{C}$  至  $70^{\circ}\text{C}$  的任何溫度之目標溫度。

【0030】 在第四態樣中，本發明提供一種根據前述態樣的方法，其中在該第二再生階段中的冷再生氣體具有選自介於  $10^{\circ}\text{C}$  至  $55^{\circ}\text{C}$  的任何溫度之目標溫度。

【0031】 在第五態樣中，本發明提供一種根據前述態樣的方法，其中該第一再生階段中的熱再生氣體與該第二再生階段中的冷再生氣體的目標溫度差數為  $15^{\circ}\text{C}$  或更大。

【0032】 在第六態樣中，本發明提供一種根據前述態樣的方法，其中該第一再生階段中的熱再生氣體之峰溫度為  $45^{\circ}\text{C}$  或更高。

【0033】 在第七態樣中，本發明提供一種根據前述態樣的

方法，其中該第一再生階段進行 20 分鐘或更短。

【0034】 在第八態樣中，本發明提供一種根據前述態樣的方法，其中該第二再生階段進行 80 分鐘或更短。

【0035】 在第九態樣中，本發明提供一種根據前述態樣的方法，其中總再生周期時間(線上(on-line)時間)為 120 分鐘或更短。

【0036】 在第十態樣中，本發明提供一種用於根據前述請求項中任一項的 TEP SA 方法之設備，其包含一單一加熱器及至少二吸附劑容器，其中各自吸附劑容器包含

- 被流徑隔開之供要純化的氣體混合物用之入口及供純化氣體用之出口，該流徑包括含吸附劑床的流動艙，
- 被包括前述流動艙的流徑隔開之供再生氣體用的入口及出口，

【0037】 該設備另外包含

- 連接該要純化的氣體混合物來源與各吸附劑容器的氣體混合物入口之管道，
- 連接該加熱器與該再生氣體來源之管道，
- 連接該加熱器與各吸附劑容器的再生氣體入口之管道，及
- 繞過該加熱器連接該再生氣體來源與各吸附劑容器入口之管道，

【0038】 其中

- 熱再生氣體係於第一再生階段期間藉由使來自該來源的再生氣體通往該加熱器，將該再生氣體加熱，並且使該

熱再生氣體通往個別吸附劑容器的入口而供給各自吸附劑容器，以致於個別吸附容器的再生氣體入口處在前述第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係 20 C 或更低，及

- 冷再生氣體係藉由將來自來源的再生氣體導向個別容器繞過該加熱器而供給各自吸附劑容器。

**【0039】** 在第十一態樣中，本發明提供一種根據第十態樣之設備，其中供熱再生氣體用的單一管道離開該加熱器，被切分成個別導往供再生氣體用的各自吸附劑容器入口之管道。

**【0040】** 在第十二態樣中，本發明提供一種根據第十一態樣之設備，其中來自該加熱器的單一管道係與繞過該加熱器的來自該再生氣體來源之單一管道接合以在此共通管道被切分成個別導往供再生氣體用的各自吸附劑容器入口之管道以前形成單一共通再生氣體管道。

**【0041】** 在第十三態樣中，本發明提供一種根據第十二態樣之設備，其中該單一管道從該加熱器至與繞過該加熱器的管道之接合點的長度 X 係介於 1 m 至 9 m 之間。

**【0042】** 在第十四態樣中，本發明提供一種根據第十二或第十三態樣之設備，其中該管道介於來自該加熱器的單一管道與繞過該加熱器的管道之接合點與供各自吸附劑容器的再生氣體用之入口之間的長度 Y 不大於 6 m。

**【0043】** 在第十五態樣中，本發明提供一種根據第十至第十四態樣之設備，其中來自該再生氣體來源的單一管道被切

分成導往該加熱器的管道及繞過該加熱器的管道。

在第十六態樣中，本發明提供一種根據第十二至第十五態樣之設備，其中使該沿著長度  $X$  的管道與外界絕緣。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0044】

圖 1：含有帶此技藝中已知的整合式加熱器的 TEPSA 配置之二吸附容器(2 床)；

圖 2：含有帶外部加熱器和旁通管道的 TEPSA 構型之二吸附容器(2 床)；

圖 3：具有管道長度“ $X$ ” (距離  $X$ )及管道長度“ $Y$ ” (距離  $Y$ )的簡化“熱輔助(hot stand-by)”加熱器配置之繪圖；

圖 4：含有帶外部加熱器及旁通管道的 TEPSA 配置之三吸附容器(3 床)；

圖 5：顯示沒有“熱輔助”加熱器配置且  $X = 1\text{ m}$  的 TEPSA 再生流溫度分佈之圖形；

圖 6：顯示沒有“熱輔助”加熱器配置且  $X = 1\text{ m}$  及  $X = 9\text{ m}$  的 TEPSA 再生流溫度分佈之圖形的比較；

圖 7：顯示與外界絕緣且  $X = 9\text{ m}$  的“熱輔助”再生和輔助分佈及與外界絕緣且  $X = 1\text{ m}$  的“熱輔助”再生和輔助分佈之圖形的比較。

圖 8：顯示沒與外界絕緣且  $X = 9\text{ m}$  的“熱輔助”再生和輔助分佈及沒與外界絕緣且  $X = 1\text{ m}$  的“熱輔助”再生和輔助分佈之圖形的比較。

圖 9：顯示與外界絕緣且  $X = 1 \text{ m}$  的“熱輔助”再生和輔助分佈、沒與外界絕緣且  $X = 1 \text{ m}$  的“熱輔助”再生和輔助分佈及沒有“熱輔助”加熱器配置且沒與外界絕緣且  $X = 1 \text{ m}$  的再生流溫度分佈之圖形的比較。

圖 10：顯示  $X = 9 \text{ m}$  且與外界絕緣的“熱輔助”再生分佈對比於沒有“熱輔助”加熱器配置且  $X = 9 \text{ m}$  的再生流溫度分佈之圖形的比較。

圖 11：顯示  $X = 9 \text{ m}$  且與外界絕緣的“熱輔助”再生分佈對比於沒有“熱輔助”加熱器配置且  $X = 1 \text{ m}$  的再生流溫度分佈之圖形的比較。

### 【實施方式】

【0045】 在本發明的方法中，操作的重複周期包含吸附階段，其間進料氣體混合物流依進料方向於第一壓力及第一溫度下與固體吸附劑接觸，該固體吸附劑能吸附被吸附得更牢固的第一組分及被吸附得較不牢固的第二組分，以致於前述第一組分被吸附於前述吸附劑的上游部位而且前述第二組分主要被吸附於前述吸附劑的更下游部位。

【0046】 等到該吸附階段之外，使該進料氣流停下來而且使與該吸附劑接觸的氣體卸壓至第二較低壓力。

【0047】 等到卸壓之後，該等再生階段依按照上述方式進行。在該第一再生階段的期間，主要是該更下游部位(關聯該吸附階段期間的氣體混合物流動)中的吸附得較不牢固的組分被脫附，而且在該第二再生階段時，主要是該吸附劑上游部

位中的吸附得更牢固的第二組分被脫附。

**【0048】** 在根據本發明的方法中該吸附容器的再生氣體入口處在該第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係  $20^{\circ}\text{C}$  或更低。這是爲了確保該第一再生階段期間的高品質熱脈衝。

**【0049】** 較佳地，前述溫差係  $18^{\circ}\text{C}$  或更低，更佳地  $15^{\circ}\text{C}$  或更低，更佳地  $13^{\circ}\text{C}$  或更低而且最佳地  $11^{\circ}\text{C}$  或更低。

**【0050】** 通常，該吸附容器的再生氣體入口處在該第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係  $5^{\circ}\text{C}$  或更高。

**【0051】** 該溫差係藉由持續測量整個第一再生階段期間該吸附容器的再生氣體入口處的溫度並且將最高實測溫度值減去最低實測溫度值求出。

**【0052】** 較佳地，在根據本發明的方法中，該第一再生階段中的熱再生氣體之目標溫度係選擇爲介於  $20^{\circ}\text{C}$  至  $90^{\circ}\text{C}$  的任何溫度，較佳地  $20^{\circ}\text{C}$  至  $80^{\circ}\text{C}$ ，更佳地  $20^{\circ}\text{C}$  至  $70^{\circ}\text{C}$ ，又更佳地  $30^{\circ}\text{C}$  至  $70^{\circ}\text{C}$ ，又更佳地  $30^{\circ}\text{C}$  至  $65^{\circ}\text{C}$  而且最佳地  $30^{\circ}\text{C}$  至  $60^{\circ}\text{C}$ 。

**【0053】** 在根據本發明的方法中，該第二再生階段中的冷再生氣體之目標溫度係選擇爲介於  $10^{\circ}\text{C}$  至  $65^{\circ}\text{C}$  的任何溫度，較佳地  $15^{\circ}\text{C}$  至  $65^{\circ}\text{C}$ ，更佳地  $15^{\circ}\text{C}$  至  $60^{\circ}\text{C}$  而且最佳地  $15^{\circ}\text{C}$  至  $55^{\circ}\text{C}$ 。

**【0054】** 該目標溫度係於緊鄰該吸附劑床頂表面的再生階段中之最大溫度。

**【0055】** 較佳地，該第一再生階段中的熱再生氣體與該第

二再生階段中的冷再生氣體的目標溫度差數為 15°C 或更大，更佳為 20°C 或更大。

【0056】 該 at 於該第一再生階段中的吸附容器之再生氣體入口處的熱再生氣體峰溫度，亦即最高實測溫度係 45°C 或更大。

【0057】 如所述，使該熱再生氣體通過該吸附劑床的時期在 TEPISA 方法中相當短。因此，在根據本發明的方法中該第一再生階段進行 30 分鐘或更短，較佳地 25 分鐘或更短，較佳地 20 分鐘或更短，更佳地 15 分鐘或更短，而且最佳地 12 分鐘或更短。

【0058】 通常，該第一再生階段持續的時間係 5 分鐘或更久，較佳地 10 分鐘或更久。

【0059】 在根據本發明的方法中 該第二再生階段較佳地進行 90 分鐘或更短，較佳地 80 分鐘或更短，更佳地 70 分鐘或更短，又更佳地 55 分鐘或更短，又更佳地 45 分鐘或更短，又更佳地 30 分鐘或更短，而且最佳地 25 分鐘或更短。

【0060】 通常，該第二再生階段持續的時間係 5 分鐘或更久，較佳地 10 分鐘或更久，而且更佳地 15 分鐘或更久。

【0061】 在根據本發明的方法中，該總再生周期時間，亦即包括所有再生階段(線上時間)在內，係 120 分鐘或更短，較佳地 105 分鐘或更短，更佳地 90 分鐘或更短，又更佳地 75 分鐘或更短，又更佳地 60 分鐘或更短，而且最佳地 45 分鐘或更短。

【0062】 通常，該總再生周期時間係 10 分鐘或更久，較

佳地 15 分鐘或更久，而且更佳地 30 分鐘或更久。

【0063】 較佳地，在本發明的方法中使該加熱器及任意地還有如下所述具有“關鍵長度(critical length) X”的下游管道始終維持溫暖。這樣是爲了改善該第一再生階段期間的熱脈衝完整性。較佳地使該具有“關鍵長度 X”的下游管道與外界絕緣。

【0064】 較佳地，在本發明的方法中如下所述具有該“長度 Y”的下游管道也與外界絕緣。這樣是爲了改善該第一再生階段期間的熱脈衝完整性。絕緣也能做到人身保護。

【0065】 較佳地，該加熱器的溫度在整個程序期間不得降到低於該第一再生階段的目標溫度 20°C 或更少，較佳地 15°C 或更少，更佳地 10°C 或更少，而且最佳地 5°C 或更少。這可藉由適當手段達成，例如僅短暫地關掉該加熱器或在該程序期間完全不關掉，及/或藉由運用管道(標準輸送管)配置使該加熱器能始終能保持於，或接近，標準操作溫度。

【0066】 更佳地，該具有長度 X 的下游管道之於該加熱器相對端處的溫度在整個程序期間不得降到低於該第一再生階段的目標溫度 25°C 或更少，較佳地 20°C 或更少，更佳地 15°C 或更少，而且最佳地 10°C 或更少。

【0067】 在一較佳具體實施例中，在本發明的方法中該要純化的氣體混合物係空氣。

【0068】 更佳地，要從該氣體混合物吸附之吸附得較不牢固的組分係二氧化碳。

【0069】 較佳地該要純化的氣體混合物中的 CO<sub>2</sub> 濃度係

50 至 2000 ppm，較佳地 100 至 1500 ppm，更佳地 100 ppm 至 1000 ppm，又更佳地 200 至 800 ppm，而且最佳地 300 至 600 ppm。

【0070】 該要純化的氣體混合物也可含有  $N_2O$ ，若存有則  $N_2O$  的濃度係 100 至 1000 ppb，較佳地 100 至 900 ppb，更佳地 200 至 700 ppb，而且最佳地 300 至 500 ppb。

【0071】 又更佳地，要從該氣體混合物吸附之吸附得更牢固的組分係水。

【0072】 在本發明之一具體實施例中，在該吸附階段期間的要純化的氣體混合物之流量係 250 至 200,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，較佳為 250 至 175,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，更佳地 250 至 125,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，又更佳地 350 至 100,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，又更佳地 350 至 50,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，而且最佳地 500 至 20,000  $Nm^3hr^{-1}$ 。在另一具體實施例中，在該第一及/或第二再生階段期間的再生氣體流量係 250 至 150,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，較佳為 250 至 125,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，又更佳地 250 至 100,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，又更佳地 250 至 50,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，又更佳地 250 至 15,000  $Nm^3hr^{-1}$ ，而且最佳地 500 至 15,000  $Nm^3hr^{-1}$ 。

【0073】 沖洗氣/空氣比(P/A 比)係 0.1 至 0.9，較佳地 0.2 至 0.8，更佳地 0.2 至 0.7，又更佳地 0.25 至 0.6，而且最佳地 0.3 至 0.5。

【0074】 該要純化的氣體混合物(該進料流)壓力係 1 至 50 bara，較佳地 2 至 45 bara，又更佳地 3 至 40 bara，又更佳地 3.5 至 30 bara，又更佳地 3.5 至 20 bara，而且最佳地 4 至 10 bara。

【0075】 本發明的方法的其他較佳具體實施例涉及以下文所述的設備用於任何曾述及的具體實施例。

【0076】 在另一態樣中，本發明提供一種用於任何上述具體實施例所述的 TEP SA 方法之設備，其包含一單一加熱器及至少二吸附劑容器，其中各自吸附劑容器包含

- 被流徑隔開之供要純化的氣體混合物用之入口及供純化氣體用之出口，該流徑包括含吸附劑床的流動艙，
- 被包括前述流動艙的流徑隔開之供再生氣體用的入口及出口，

【0077】 該設備另外包含

- 連接該要純化的氣體混合物來源與各吸附劑容器的氣體混合物入口之管道，
- 連接該加熱器與該再生氣體來源之管道，
- 連接該加熱器與各吸附劑容器的再生氣體入口之管道，及
- 繞過該加熱器連接該再生氣體來源與各吸附劑容器入口之管道，

【0078】 其中

- 熱再生氣體係於第一再生階段期間藉由使來自該來源的再生氣體通往該加熱器，將該再生氣體加熱，並且使該熱再生氣體通往個別吸附劑容器的入口而供給各自吸附劑容器，以致於個別吸附容器的再生氣體入口處在前述第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係  $20^{\circ}\text{C}$  或更低，及

- 冷再生氣體係藉由將來自來源的再生氣體導向個別容器繞過該加熱器而供給各自吸附劑容器。

**【0079】** 在根據本發明的設備之一較佳具體實施例中，供熱再生氣體用的單一管道離開該加熱器，被切分成個別導往供再生氣體用的各自吸附劑容器入口之管道。

**【0080】** 更佳地，來自該加熱器的單一管道係與繞過該加熱器的來自該再生氣體來源之單一管道接合以在此共通管道被切分成個別導往供再生氣體用的各自吸附劑容器入口之管道以前形成單一共通再生氣體管道。

**【0081】** 在本發明之一特佳具體實施例中，該單一管道從該加熱器至與繞過該加熱器的管道之接合點的長度  $X$  係介於 1 m 至 9 m 之間，較佳地介於 1 m 至 6 m 之間。

**【0082】** 藉由使該管道介於該加熱器與來自該加熱器的管道與繞過該加熱器的管道之接合點之間的“關鍵長度  $X$ ”維持於介於 1 m 至 9 m 之間，便能在該第一再生階段期間提供特別準確熱脈衝給該等吸附劑床。

**【0083】** 如上文提及的，較佳為在本發明的方法中使該加熱器及任意地還有如上所述具有“關鍵長度  $X$ ”的下游管道始終維持溫暖。因此，較佳地使該沿著長度  $X$  的管道與外界絕緣。

**【0084】** 在本發明的設備之一較佳具體實施例中，來自該再生氣體來源的單一管道被切分成導往該加熱器的管道及繞過該加熱器的管道。

**【0085】** 在本發明的設備之一較佳具體實施例中，該管道

介於來自該加熱器的單一管道與繞過該加熱器的管道之接合點與供各自吸附劑容器的再生氣體用之入口之間的總長度，“長度 Y”，不大於 6 m，更佳地不大於 4 m，而且最佳地不大於 3 m。

**【0086】** 根據本發明的設備具有各種不同優點。沒直接連至或裝載於該吸附劑容器入口噴嘴中之單一加熱器的運用讓配置更簡單。此簡單且更經濟的配置也讓保養更有效率，從而節省保養時間還有保養成本。再者，因為該加熱器的溫度不會降至周遭溫度，所以更具方形的溫度分佈便能在該流以不同路線通過該加熱器送到該等吸附劑容器的情形下藉著本發明的設備達成。該管道溫度下跌的情況減少，因而，更準確的溫度分佈能透過本發明的設備獲得。

**【0087】** 圖 1 所示的配置係目前實際上如何運用之供 TEP SA 方法用的先前技藝裝備。誠如所見，不是(僅)使用一單一加熱器將熱再生氣體供給該等吸附劑床，而且與各自吸附劑容器的再生氣體入口緊密相鄰之處存有供各自容器用的用於加熱再生氣體之個別加熱器。

**【0088】** 因此，在圖 1 中，二加熱器 62、62'與各自吸附劑容器 20、22 緊密相鄰。藉由該構型，確保了加於該吸附劑床的熱脈衝之完整性，然而，該配置由於每一吸附劑容器 20、22 皆必須配備各別的加熱器而被複雜化，其接著意指較高的投資成本。

**【0089】** 圖 2 顯示本發明能應用的構型。再生氣體源於該再生氣體來源。該單一加熱器 62 位於透過二閥 58 及 60 隔開

的再生氣體管道中，該二閥 58 及 60 控制該再生氣體的途徑。該再生氣體從而能通過該加熱器 62 經由開閥 60，或藉著關閉閥 60 且打開閥 58 繞過該加熱器導向。於距離 X 處，也就是說，將具有長度 X 依往該吸附劑容器(被描繪成“吸附劑容器，20、22”；參照圖 3)離開該加熱器之管道及經由閥 58 來控制的供冷再生氣體用之旁通管道接合。到前述接合點的管道長度 X 係描繪成距離 X 而且始終保持溫暖，舉例來說藉由把前述管道與外界絕緣考慮在內。圖 3 另外描繪該管道長度 Y (距離 Y)，其沒顯示該再生氣體入口(僅描繪成“往吸附劑容器，20、22”)。然而，該管道長度 Y 係介於具有長度 X 依往該吸附劑容器離開該加熱器之管道與經由閥 58 來控制的供冷再生氣體用之旁通管道的接合點與該吸附容器的再生氣體入口之間的距離。必須注意的是該長度 Y 係個別地就自前述接合點導往個別吸附劑容器的各自管道測量。圖 3 中也有顯示前述“熱輔助”加熱器配置的細部。

**【0090】** 根據圖 2 將要純化的空氣(該進料流)供應給主要空氣壓縮器系統 10 的入口 12，其中其係藉由多階段壓縮器來壓縮，該多階段壓縮器帶有用水來熱交換的中段和後段冷卻。該冷卻壓縮空氣係供應給含有入口控制閥 16 及 18 的入口歧管 14，有一對含有容器 20 及 22 的吸附劑床連至該入口歧管 14。該入口歧管藉由含有通風閥 26、28 的通風歧管 24 架橋於該控制閥 16 及 18 的下游，該等通風閥 26、28 負責經由消音器 32 關閉及打開介於各別吸附劑容器 20 及 22 的上游端與閥 30 之間的連結。該二吸附劑床 20 及 22 各自含有至少

二吸附劑。該進料端吸附劑係於各別床中被標示為編號 34、34'而且該產物端吸附劑被標示為編號 36、36'。

【0091】 該設備具有藉由含有出口控制閥 42、44 的出口歧管連至該二吸附劑容器 20、22 下游端的出口 38。

【0092】 該出口歧管 40 係藉由含有再生氣體控制閥 48 及 50 的再生氣體歧管 46 來架橋。在該再生氣體歧管 46 的上游，含有控制閥 54 的管道 52 也橫跨該出口歧管 40 架橋。再生氣體的入口係設於 56 處，其通過控制閥 58 及 60 連接而通過加熱器 62 或經旁通管道 64 連至該再生氣體歧管 46。

【0093】 該等閥的操作可藉由適當可程式定時及此技藝中已知的閥操作裝置(沒圖解)來控制。

【0094】 操作時空氣係於該主要空氣壓縮器系統 10 中壓縮而且供入該入口歧管 14 而且通過該二含有吸附劑的容器中之其一。從空氣通過開閥 16 至吸附劑容器 20，而且通過開閥 42 至該出口 38 的位置開始，該入口歧管中的閥 18 剛剛已經被關閉以切斷容器 22 被供入要純化的空氣。閥 44 剛剛也被關閉了。在此階段將閥 48、50、54 及 26 關閉。因此床 20 處於線上狀態而且床 22 要被再生。

【0095】 要開始床 22 的卸壓，打開閥 28 而且該容器 22 中的壓力一旦落至預定水準，令閥 28 維持開著同時打開閥 50 使再生氣體開始流動。該再生氣體通常會是由所示設備中純化過的空氣通過之空氣分離單元冷箱所獲得的乾燥不含 CO<sub>2</sub> 的氮氣流，其可能含有小量的氫、氧及其他氣體。關閉閥 60 而且打開閥 58 以便使該再生氣體在送入該容器 22 以前被加

熱至例如 70°C 的溫度。儘管該再生氣體於選定的提高溫度下進入該容器 22，但是卻使其藉由捨棄熱使二氧化碳從該容器的上方下游吸附劑部分 36' 脫附而被非常輕微地冷卻。因為該系統中維持著該熱脈衝，所以該排出沖洗氣以冷卻狀態從該通風出口 30 排出。漸進地，當該二氧化碳被清掉時熱波便行進通過該上方吸附劑 36'。經過預定時期以後，當該熱脈衝某種程度地通過該上方吸附劑 36' 時，關閉閥 58 而且打開閥 60 於是使該該再生氣體流變冷。該冷卻再生氣體代替該熱脈衝進一步通過該上方吸附劑 36'。

**【0096】** 當該上方吸附劑因此藉由 TSA 再生時，該冷再生氣體持續不斷流過該下方吸附劑而且藉由其減壓而使水及二氧化碳藉由 PSA 從該上游吸附劑脫附。在指定再生時期結束時，可以關閉閥 50 以結束該再生氣體流而且可打開閥 54 以代替來自該吸附劑的氮及，等到閥 28 關閉以後，用純化空氣使該容器 22 卸壓。其後，可關閉閥 54 而且可打開閥 18 及 44 使該容器 22 返回線上狀態。留在床中的殘熱可由該純化空氣當成溫度脈衝移除，該溫度脈衝能在下游熱交換器中予以移除。該容器 20 可接著依類似方式再生而且整個發生順序隨著該等容器在分階段操作周期時處於線上狀態，卸壓，再生，再增壓，再回到線上狀態而持續不斷。

**【0097】** 依據本發明，在再生期間的熱脈衝無法穿透到吸附水的吸附劑部分之邊界。這有時候會在圖形所示的區域 36、36' 之邊界下方的區域 34、34' 範圍以內。該等區域 34、34' 及 36、36' 的實際比例取決於操作條件，例如進料壓力、

進料溫度、周期及沖洗氣/空氣比。

【0098】 圖 4 顯示用於該“熱輔助”應用的三吸附劑容器獨創性解決方法，藉以，代替使用三各別的加熱器，單一加熱器係設立而且“共用”於該等吸附劑容器之間的適當立置。此配置簡化許多而且由於其也節省能量、保養時間而可更具持續性而且能運行的更有效率。

### 實施例

【0099】 進行模擬以測試有和沒有“熱輔助”的配置在該第一再生階段送到該等吸附劑容器之熱脈衝的完整性(形狀)。

【0100】 該“有熱輔助加熱器”的配置相當於圖 3 所示者。實驗依根據圖 2 的 TEP SA 配置進行，因此使用對應圖 3 的配置之“熱輔助加熱器”。在該“沒用熱輔助加熱器”的配置中使所有再生氣體通過該加熱器，因此該加熱器必須在該第一再生階段所需的再生氣體加熱以後關掉而且在下一個將再生氣體加熱至預定溫度的第一再生階段開始時再開啓。

【0101】 另外，實驗用有和沒有絕緣輸送管的“熱輔助”加熱器配置進行。

【0102】 用於該等實驗的試驗配置具有  $1500 \text{ Nm}^3 \text{ hr}^{-1}$  的最大可用流速(maximum available flow)。該等輸送管及加熱器負載分別為 4”及 24 kW。

【0103】 該流量係於該加熱器的上游使用吋流速計測量而且該壓力係於該加熱器的上游及下游測量。

【0104】 熱電耦係置於：

- a) 該加熱器的上游，爲了測量橫越該加熱器的溫度增量而測量氣體溫度；
- b) 周遭位置，以供熱損失計算用；及
- c) 於 0.2 m、1 m，然後於 1 m 間隔一直到 9 m，而能於離開該加熱器越來越遠的距離獲得同時多重溫度對比於時間的曲線。

**【0105】** 該空氣流速敘述往 TEP SA 容器的進料流之進料流速。由於所運用的實驗配置僅仿製該再生氣體的加熱，所以使用該沖洗氣流速。因而，下文中該空氣流速敘述該沖洗氣流速。該沖洗氣流速就加熱和冷卻步驟二者保持相同。在該熱輔助配置中，通過該試驗配置的流量被降至零以摹擬該加熱器中的停滯氣體。

**【0106】**  $\Delta T$  係定義成往 TEP SA 容器的進料流溫度與該吸附劑床頂部再生溫度之間的差數。對於所有實施例而言需求的  $\Delta T$  係  $30^\circ$ ，因此，實驗期間達成的  $\Delta T$  必須爲至少  $30^\circ\text{C}$ 。這就所有實施例而言  $30^\circ\text{C}$  的需求  $\Delta T$  是物流溫度的最小溫度增量，其必須被達成以符合再生必備條件。所有實施例皆符合此必備條件。

### 比較例 1 (CE1)

就比較例 1 而言運用的是表 1 所示的條件。

實施例	空氣 流速 Nm <sup>3</sup> hr <sup>-1</sup>	燃燒 器調 節比 %	P/ A -	沖洗氣 流速 Nm <sup>3</sup> hr <sup>-1</sup>	壓力 barg	功 率 kW	加熱流 速 Nm <sup>3</sup> hr <sup>-1</sup>	加 熱 時 間 min	冷卻流 速 Nm <sup>3</sup> hr <sup>-1</sup>	冷 卻 時 間 min	絕 緣 度 %
CE 1 及 CE 2	2600	100	0.5	1300	0.22	24	1300	10	1300	25	0

表 1：比較例 1 及 2 的實驗條件。

【0107】 CE1，參照圖 5 的圖解，顯示從冷的部位排出加熱器的溫度脈衝進展狀態，因此沒運用“熱輔助”。該加熱器係設立於從再生氣體來源提供再生氣體給該 TEP SA 方法的共通管道。加熱時間係 10 分鐘。溫度係於該加熱器下游 X = 1 m 的距離處測量。

【0108】 從圖 5 能見到，溫度脈衝上升緩慢。等到該加熱器關掉以後，由於該加熱器及相關輸送管被那時應該做為該等吸附劑床的“冷”沖洗氣之氣體冷卻下來，於是熱仍舊得供應給該等吸附劑床。

### 比較例 2 (CE2)

【0109】 比較例 2 運用如 CE1 所用的試驗條件及裝備。

【0110】 然而，溫度係於該加熱器下游 X = 9 m 的距離處測量。將結果顯示於圖 6。在圖 6 中將分別於 CE1 的距離 X =

1 m 處與 CE2 的距離  $X = 9$  m 處之溫度分佈拿來做比較。能見到的是，該熱脈衝有額外的退降，該加熱器便離該吸附劑容器越遠。伴隨著離該加熱器的距離增加，該物流溫度提高較緩慢而且峰溫度(於 10 分鐘時)較低。

【0111】 該物流溫度在該冷卻步驟期間的降低速率於離該加熱器越遠的距離越小(參照圖 6)。此差異使得在該加熱器被關掉以後的短暫時間，離該加熱器最遠的物流溫度比剛經過該加熱器之後更熱。此差異可能有如  $5^{\circ}\text{C}$  那麼顯著，亦即在該冷卻步驟期間的某個時間點。於 9 m 處的物流溫度比於 1 m 處的物流溫度更熱  $5^{\circ}\text{C}$ 。

### 獨創性實施例 1 (IE1)

獨創性實施例 1 運用表 2 所示的條件。

實 施 例	空氣流 速 $\text{Nm}^3\text{hr}^{-1}$	燃燒 器調 節比 %	P/A	沖洗氣 流速 $\text{Nm}^3\text{hr}^{-1}$	壓力 barg	功率 kW	加 熱 流速 $\text{Nm}^3$ $\text{hr}^{-1}$	加 熱 時 間 min	冷卻流 速 $\text{Nm}^3\text{hr}^{-1}$	冷 卻 時 間 min	絕 緣 度 %
IE 1	2600	100	0.5	1300	0.22	24	1300	10	0	25	100

表 2：獨創性實施例 1 的實驗條件。

【0112】 使用該加熱器的“熱輔助”裝備而且與外界絕緣。所運用的絕緣材料係再利用的纖維。

【0113】 在低又短暫溫度循環( $< 70^{\circ}\text{C}$ ,  $< 10$  min)的案例中

該輸送管及該加熱器本身的熱質量引起大量的熱脈衝退降。所以與外界絕緣主要可用於防止流到環境的熱損失，亦即防止沒在使用時的“熱輔助”零件冷卻。另外，藉由使該加熱器維持於“熱輔助”模式，以避免該加熱器被冷再生氣體冷卻。

【0114】 溫度係於離該加熱器實體位置  $X = 1 \text{ m}$  及  $X = 9 \text{ m}$  (距離  $X$ ) 的距離處測量。使下游輸送管維持溫暖，同時藉由關閉閥 58 並且打開閥 60 引導冷沖洗氣通過該旁通管道(參照圖 3)。

【0115】 圖 7 顯示有熱輔助配置，與外界絕緣，且  $X = 1 \text{ m}$  及  $X = 9 \text{ m}$  的 IE1 之測量結果的溫度分佈。有觀察到該熱脈衝的額外退降，該加熱器就離該吸附劑容器越遠。

## 獨創性實施例 2 (IE 2)

以下表 3 描述 IE2 運用的實驗條件。

實 施 例	空氣流 速 $\text{Nm}^3\text{hr}^{-1}$	燃燒 器調 節比 %	P/A -	沖洗氣 流速 $\text{Nm}^3\text{hr}^{-1}$	壓力 barg	功 率 kW	加熱流 速 $\text{Nm}^3\text{hr}^{-1}$	加 熱 時 間 min	冷卻流 速 $\text{Nm}^3\text{hr}^{-1}$	冷 卻 時 間 min	絕 緣 度 %
IE 2	2600	100	0.5	1300	0.22	24	1300	10	0	25	0

表 3：獨創性實施例 2 的實驗條件。

【0116】 圖 8 中顯示有熱輔助配置，沒與外界絕緣，且  $X = 1 \text{ m}$  及  $X = 9 \text{ m}$  的 IE2 之測量結果的溫度分佈。能清楚見到

的是，該熱脈衝有額外退降，該加熱器便離該吸附劑容器越遠。此觀察結果與先前圖 6 顯示的無“熱輔助”配置之觀察結果一致。

【0117】再者，從圖 8 能得知 IE2 在  $X = 1\text{ m}$  及  $X = 9\text{ m}$  情形下的峰溫度比 IE1 更低。追溯此結果的原因是沒有與外界絕緣。

【0118】後面將 CE1 和 CE2 以及 IE 2 的  $30^\circ\text{C}$  溫度升高時間(Temperature Increase Time)結果列於以下表 4 中。

實施例	距離( $X=1\text{ m}$ )		距離( $X=9\text{ m}$ )	
	$\Delta T$ 起升時間 (s)	最大值時間 的百分比	$\Delta T$ 起升時間 (s)	最大值時間 的百分比
CE1	195	32.5%	--	--
CE2	--	--	330	55,0%
IE2	120	20.0 %	225	37.5 %

表 4：關於 CE1、CE2 及 IE2 的  $30^\circ\text{C}$  溫度升高時間。

【0119】從表 4 能得知，如關於 CE1、CE2 及 IE2 的  $\Delta T$  起升時間(Rise Time)之差異值清楚顯示的，該距離對該溫度升高時間有重大影響。另外，其也顯示“熱輔助”配置使該  $\Delta T$  起升時間顯著減短。

【0120】表 5 中顯示關於有和沒與外界絕緣且  $X = 1\text{ m}$  的熱輔助效應之測量結果。把 CE1 以及 IE1 和 IE2 的溫度峰(Temperature Peak)及  $\Delta T$  起升時間拿來做比較。將結論列於表

5 中。

觀察結果(於 $X = 1 \text{ m}$ 處)，其比較 IE1 及 IE2 之沒有熱輔助的配置、有熱輔助配置的 CE1	
<i>溫度峰</i>	<i><math>\Delta T</math> 起升時間</i>
CE1 比 IE1 更低	CE1 比 IE1 更久
CE1 比 IE2 更低	CE1 比 IE2 更久
IE2 比 IE1 更低	IE2 比 IE1 更久
<i>結論</i> 有熱輔助及冷旁通道的操作使溫度峰升高，因此與外界絕緣的熱輔助使該溫度峰進一步升高	<i>結論</i> 有熱輔助及冷旁通道的操作使達到物流 $\Delta T$ 的時間縮短。

表 5：熱輔助效應的結果

【0121】 圖 9 描繪 CE1、IE1 及 IE 在  $X = 1 \text{ m}$  的距離之下的溫度分佈。

【0122】 該獨創性實施例與該比較例的比較，清楚顯示該熱輔助模式及與外界絕緣的熱輔助改善了該溫度峰及起升時間。

【0123】 圖 10 及 11 提供 IE1 在  $X = 9 \text{ m}$  之下獲得的溫度分佈與 CE1 (參照圖 11) 及 CE2 (參照圖 10) 獲得的結果之比較。

【0124】 圖 11 描繪 CE1 ( $X = 1 \text{ m}$ ) 及 IE1 ( $X = 9 \text{ m}$ ) 的溫度分佈。

【0125】 如同拿 IE1 與 CE1 相比較能清楚見到的，在緊鄰著排出該加熱器的加熱程序起始處的溫度降落，亦即在前述

第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的差數，從 45°C 降至約 12°C。與 CE2 做比較時顯示類似的效果。因此，運用於 IE1 的條件及配置能將更多許多的顯著量高級熱供給該 TEPSA 方法。另外，能獲得較高峰溫度。再者，因為在該第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的差數顯著降低而使達到該峰溫度所需的能量較少。

【0126】 表 6 中顯示 CE1 在  $X = 1\text{m}$  情形下及 IE1 在  $X = 9\text{m}$  情形下的測量結果(溫度曲線描繪於圖 11)。比較 CE1 和 IE1 的溫度峰及  $\Delta T$  起升時間。將結果列於以下表 6 中。

比較 $X = 1\text{ m}$ (沒有熱輔助的配置，CE1)對比於 $X = 9\text{ m}$ (熱輔助配置，IE1)	
溫度峰	$\Delta T$ 起升時間
CE1 比 IE1 更低	CE1 比 IE1 更久
<p><i>結論</i></p> <p>有熱輔助及冷旁通道的操作使溫度峰升高，即使是於 <math>X=9\text{m}</math> 的長度亦同</p>	<p><i>結論</i></p> <p>有熱輔助及冷旁通道的操作使達到物流 <math>\Delta T</math> 的時間縮短。</p>

表 6：比較與外界絕緣的熱輔助效應與於變動長度  $X$  下沒有熱輔助和絕緣的情形。

【0127】 從圖 11 及表 6 能得知，在與外界絕緣的熱輔助 (IE1 (參照各別上方虛點曲線)) 案例中，該溫度峰及該  $\Delta T$  起升時間皆獲得改善，即使是該長度  $X$  從  $X = 1\text{m}$  (CE1) 延長為  $X = 9\text{m}$  (IE1) 亦同。如圖 10 描繪的 CE2 ( $X=9\text{m}$ ) 與 IE1 ( $X=9\text{m}$ )

的比較顯示與外界絕緣的獨創性熱輔助配置與習用裝備之間的差異又更強烈。

【0128】 儘管本發明的原理已經關聯較佳具體實施例描述於上，但是咸能清楚了解到該描述僅藉由實施例的方式完成而且不得視為本發明的範疇之限制。

### 【符號說明】

#### 【0129】

X	管道長度
Y	管道長度
10	主要空氣壓縮器系統
12	入口
14	入口歧管
16	入口控制閥
18	入口控制閥
20	吸附劑容器
22	吸附劑容器
24	通風歧管
26	通風閥
28	通風閥
30	閥
32	消音器
34	進料端吸附劑
34'	進料端吸附劑

36	產物端吸附劑
36'	產物端吸附劑
38	出口
40	出口歧管
42	出口控制閥
44	出口控制閥
46	再生氣體歧管
48	再生氣體控制閥
50	再生氣體控制閥
52	管道
54	控制閥
56	再生氣體入口
58	控制閥
60	控制閥
62	加熱器
62'	加熱器
64	旁通管道

## 申請專利範圍

1. 一種溫度增進變壓吸附(TEPSA)方法，其係用於從一氣體混合物移除包括一吸附得較不牢固的組分及一吸附得更牢固的組分在內之至少二組分，前述方法包含運用一單一加熱器及至少二吸附劑容器，在各自吸附劑容器中包含吸附階段及其後的再生階段之重複周期係依下列方式進行：

在該吸附階段時使前述氣體混合物依第一方向通過裝載於該吸附劑容器中的吸附劑床，以便藉由該吸附劑床中的前述至少二組分之吸附將前述氣體混合物純化，

在一第一再生階段時使具有選自介於 20°C 至 100°C 的任何溫度之一目標溫度的一熱再生氣體依與該吸附階段期間的流動方向相反之流動方向通過該吸附劑床，及

在一第二再生階段時使具有選自介於 5°C 至 65°C 的任何溫度之一目標溫度的一冷再生氣體依與該吸附階段期間的流動方向相反之流動方向通過該吸附劑床，

其中

該熱再生氣體係藉由使來自來源的再生氣體通往前述加熱器而在其中被加熱，並且將離開該加熱器的熱再生氣體通往個別的容器而被供給各自該吸附劑容器，及

該冷再生氣體係藉由將來自來源的再生氣體繞過該加熱器導向個別容器而被供給各自該吸附劑容器，及

該吸附容器的再生氣體入口處在前述第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係 20°C 或更低。

2. 如請求項 1 的方法，其中該吸附容器的再生氣體入口處在前述第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係  $15^{\circ}\text{C}$  或更低。
3. 如請求項 1 的方法，其中在該第一再生階段中的熱再生氣體具有選自介於  $20^{\circ}\text{C}$  至  $70^{\circ}\text{C}$  的任何溫度之一目標溫度。
4. 如請求項 1 的方法，其中在該第二再生階段中的冷再生氣體具有選自介於  $10^{\circ}\text{C}$  至  $55^{\circ}\text{C}$  的任何溫度之一目標溫度。
5. 如請求項 1 的方法，其中該第一再生階段中的熱再生氣體與該第二再生階段中的冷再生氣體的目標溫度的差為  $15^{\circ}\text{C}$  或更大。
6. 如請求項 1 的方法，其中該第一再生階段中的熱再生氣體之峰溫度為  $45^{\circ}\text{C}$  或更高。
7. 如請求項 1 的方法，其中該第一再生階段進行 20 分鐘或更短。
8. 如請求項 1 的方法，其中該第二再生階段進行 80 分鐘或更短。
9. 如請求項 1 的方法，其中總再生周期時間(線上(on-line)時

間)為 120 分鐘或更短。

10. 一種用於如前述請求項 1-9 中任一項的 TEP SA 方法之設備，其包含一單一加熱器及至少二吸附劑容器，其中各自該吸附劑容器包含

- 被一流徑隔開之供要純化的氣體混合物用之一入口及供純化氣體用之一出口，該流徑包括含吸附劑床的流動艙，

- 被包括有該流動艙的一流徑隔開之供再生氣體用之一入口及一出口，

該設備另外包含

- 連接該要純化的氣體混合物來源與各吸附劑容器的該氣體混合物入口之管道，

- 連接該加熱器與該再生氣體來源之管道，

- 連接該加熱器與各吸附劑容器的該再生氣體入口之管道，及

- 繞過該加熱器連接該再生氣體來源與各吸附劑容器入口之管道，

其中

- 熱再生氣體係於第一再生階段期間藉由使來自該來源的再生氣體通往該加熱器，將該再生氣體加熱，並且使該熱再生氣體通往個別吸附劑容器的入口而被供給各自吸附劑容器，以使得個別吸附容器的再生氣體入口處在前述第一再生階段期間的最高與最低溫度值之間的溫差係 20°C 或更低，及

- 冷再生氣體係藉由將來自來源的再生氣體繞過該加熱器

導向個別容器而被供給各自吸附劑容器。

11. 如請求項 10 的設備，其中供離開該加熱器之已加熱的再生氣體用的單一管道被分成供再生氣體用的個別導往各自吸附劑容器入口之管道。

12. 如請求項 11 的設備，其中來自該加熱器的該單一管道係與繞過該加熱器的來自該再生氣體來源之一單一管道被接合以形成一單一共通再生氣體管道，之後此共通管道才被分成供再生氣體用的個別導往各自吸附劑容器入口之管道。

13. 如請求項 12 的設備，其中該單一管道從該加熱器至與繞過該加熱器的管道接合之接合點的長度  $X$  係介於 1 m 至 9 m 之間。

14. 如請求項 12 的設備，其中介於來自該加熱器的單一管道與繞過該加熱器的管道之該接合點與供各自吸附劑容器的再生氣體用之入口之間的管道總長度  $Y$  不大於 6 m。

15. 如請求項 10 的設備，其中來自該再生氣體來源的一單一管道被分成導往該加熱器的一管道及繞過該加熱器的一管道。

16. 如請求項 12 的設備，其中該沿著長度  $X$  的管道被絕緣。



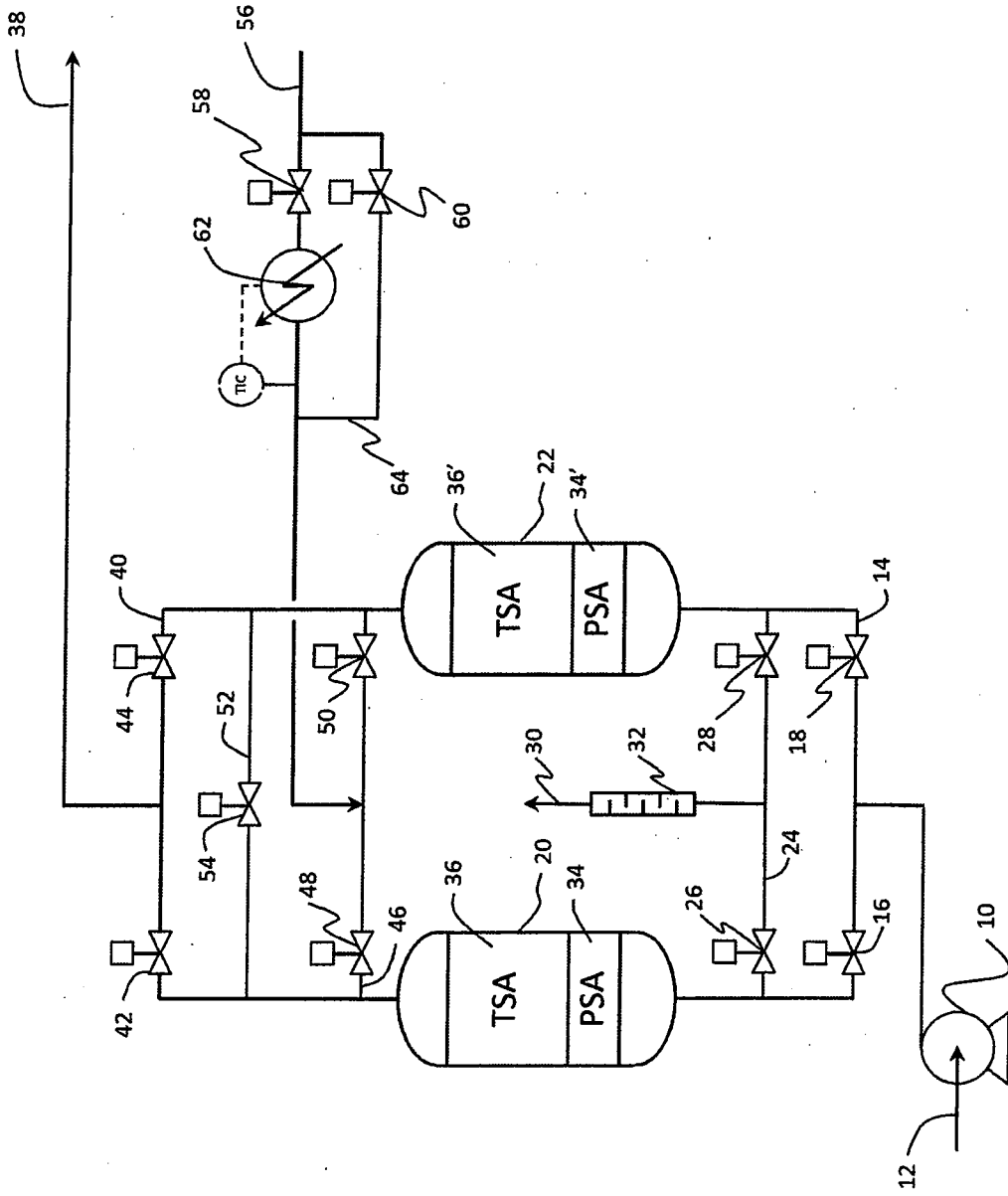


圖 2

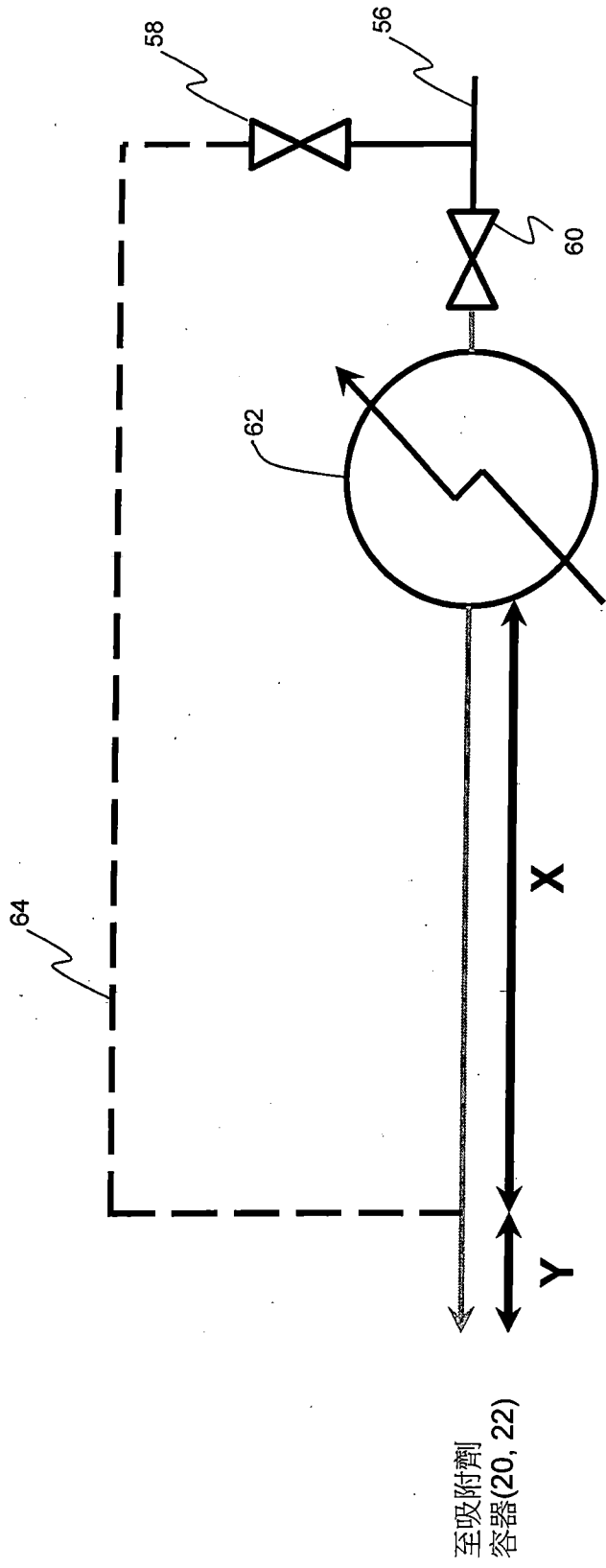


圖 3

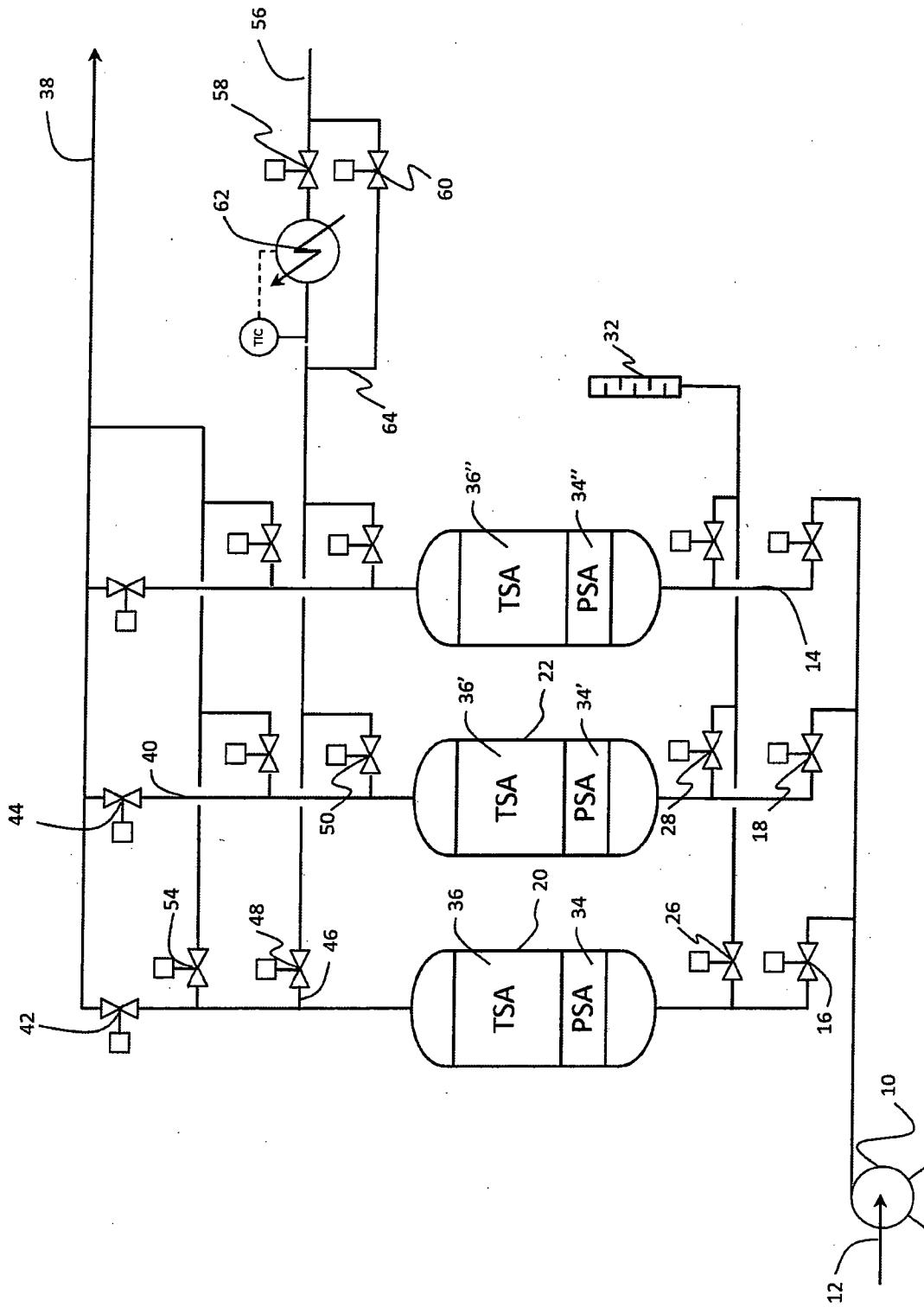


圖 4

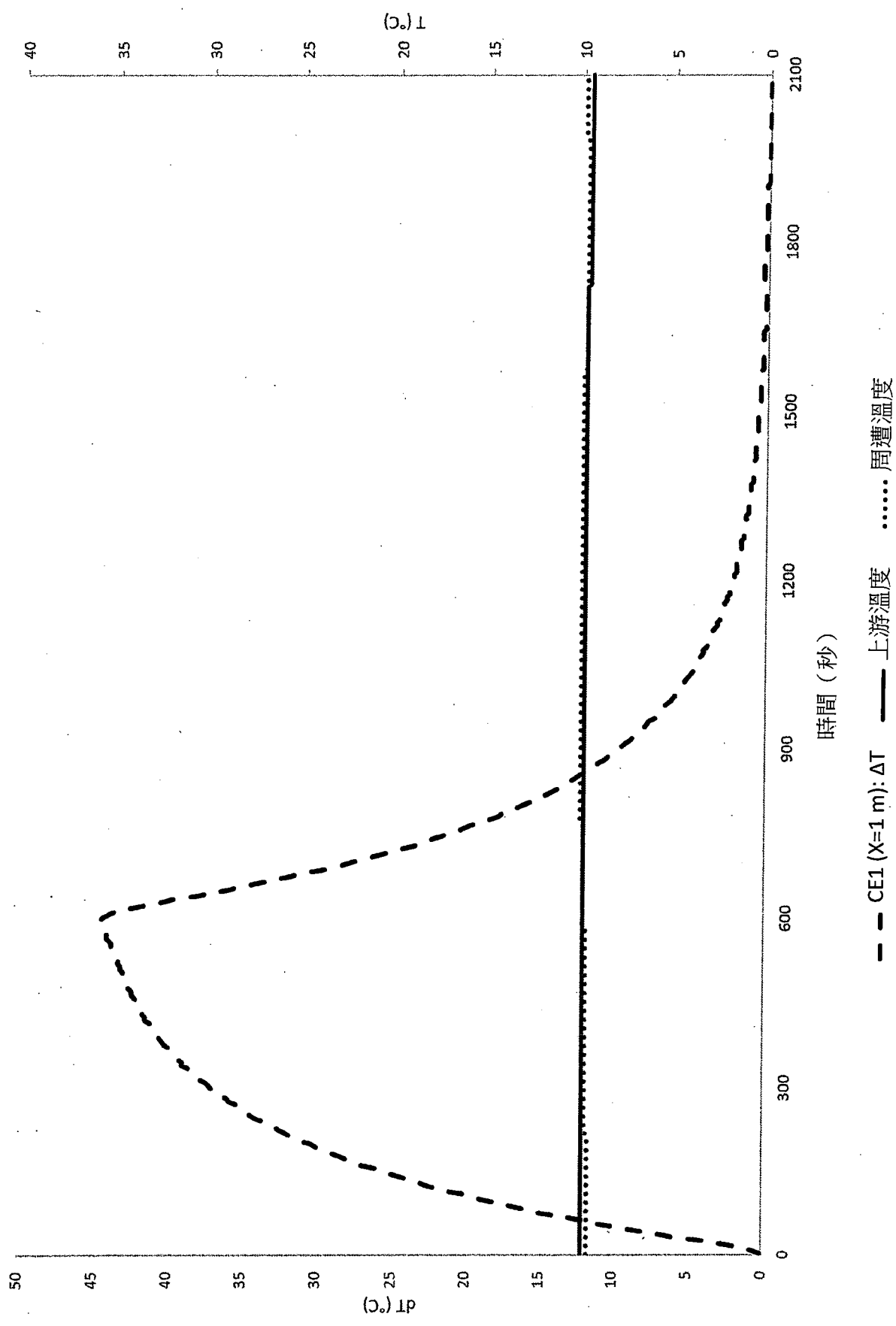
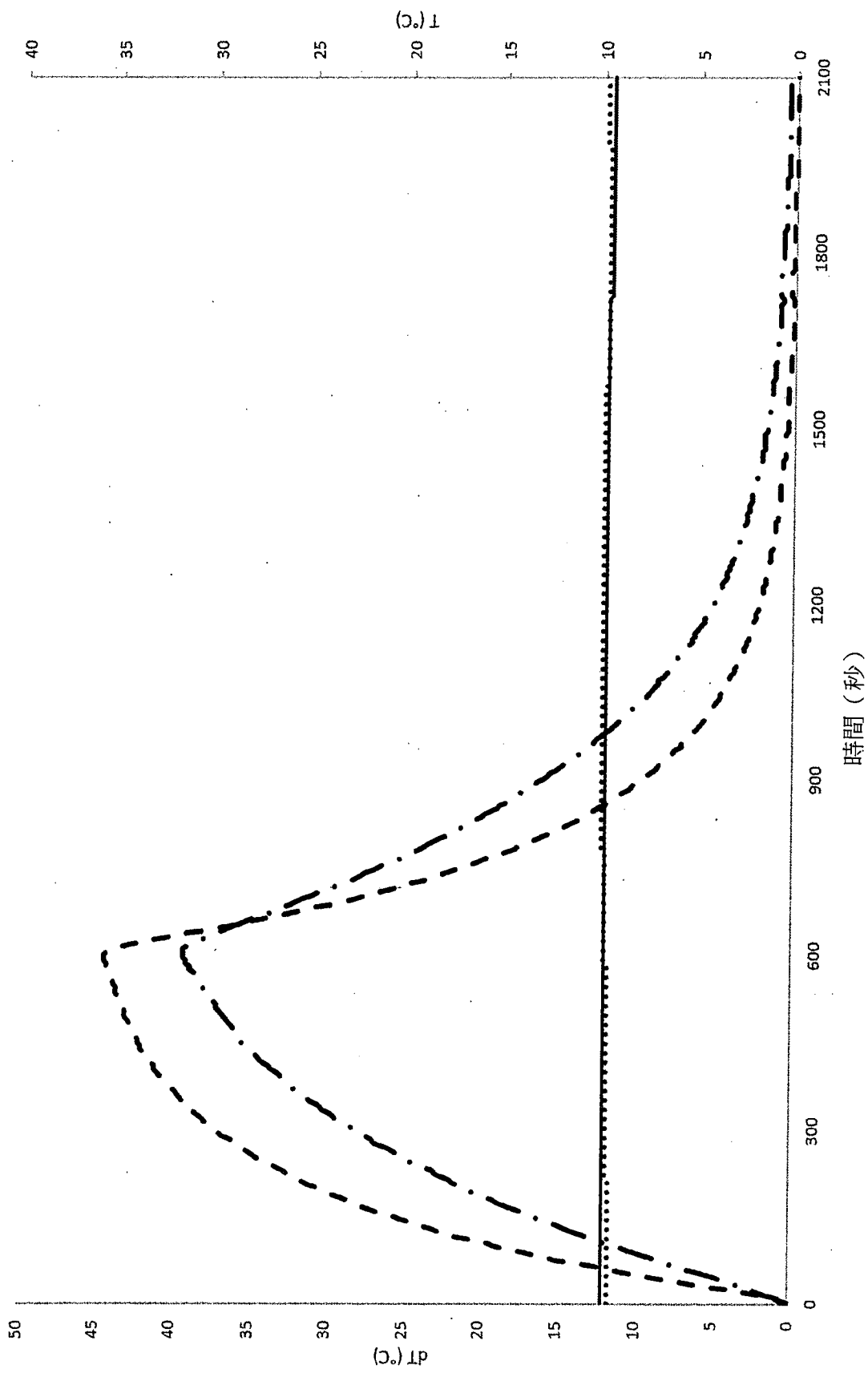


圖 5



--- CE1 (X=1 m); ΔT— .CE2 (X=9 m); ΔT——上游溫度 ..... 周遭溫度

圖 6

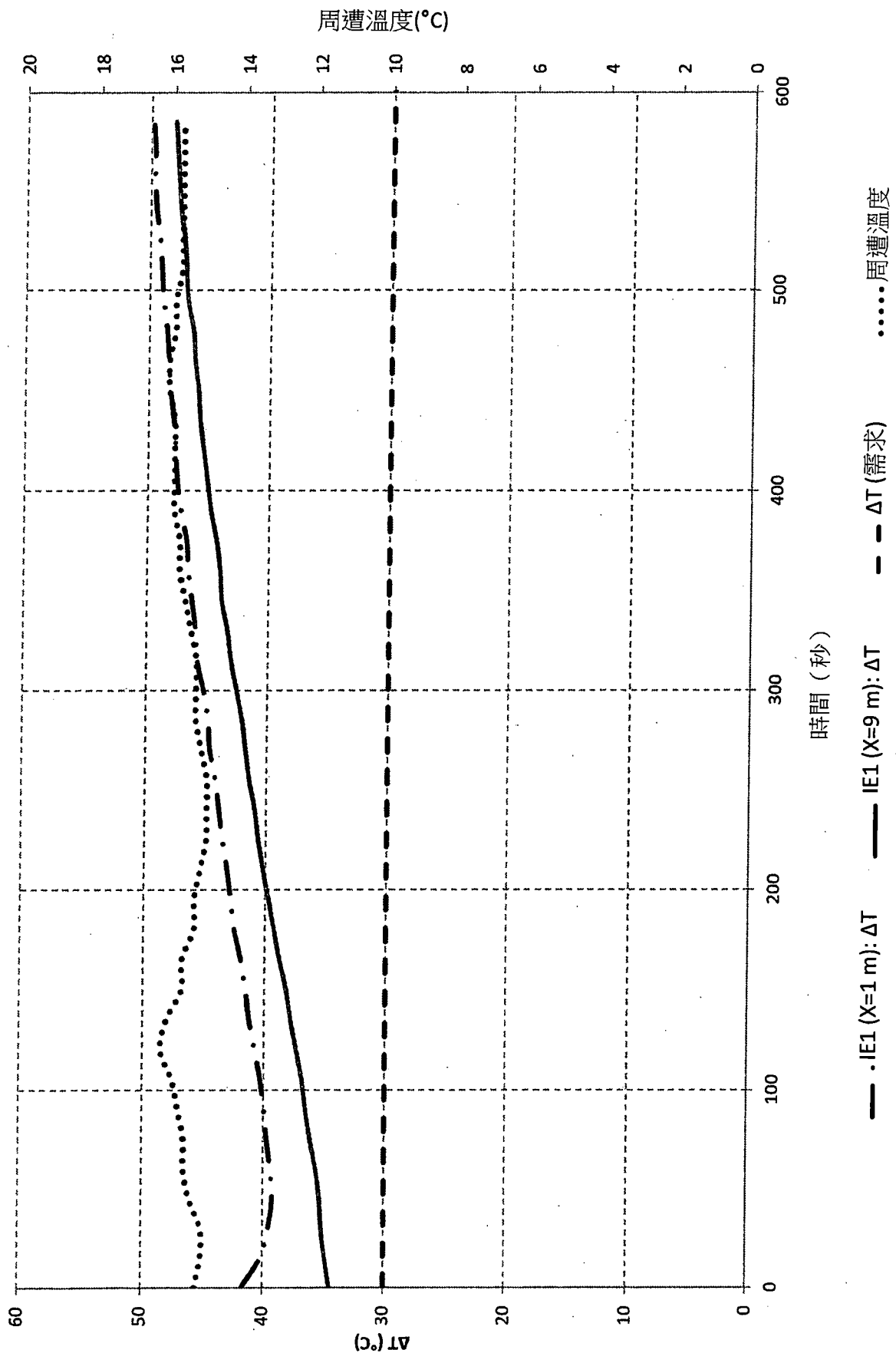
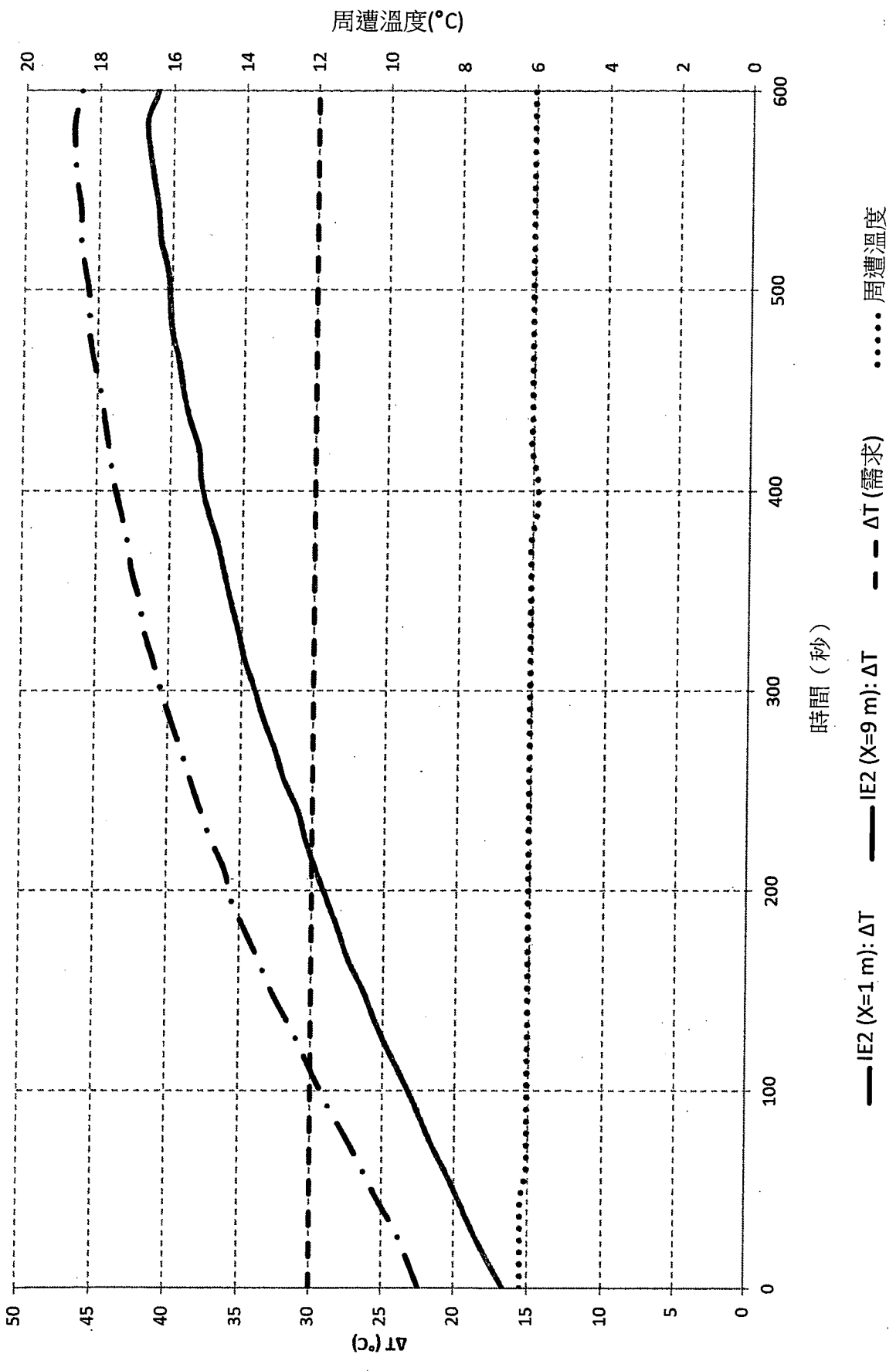


圖 7



時間 (秒)

圖 8

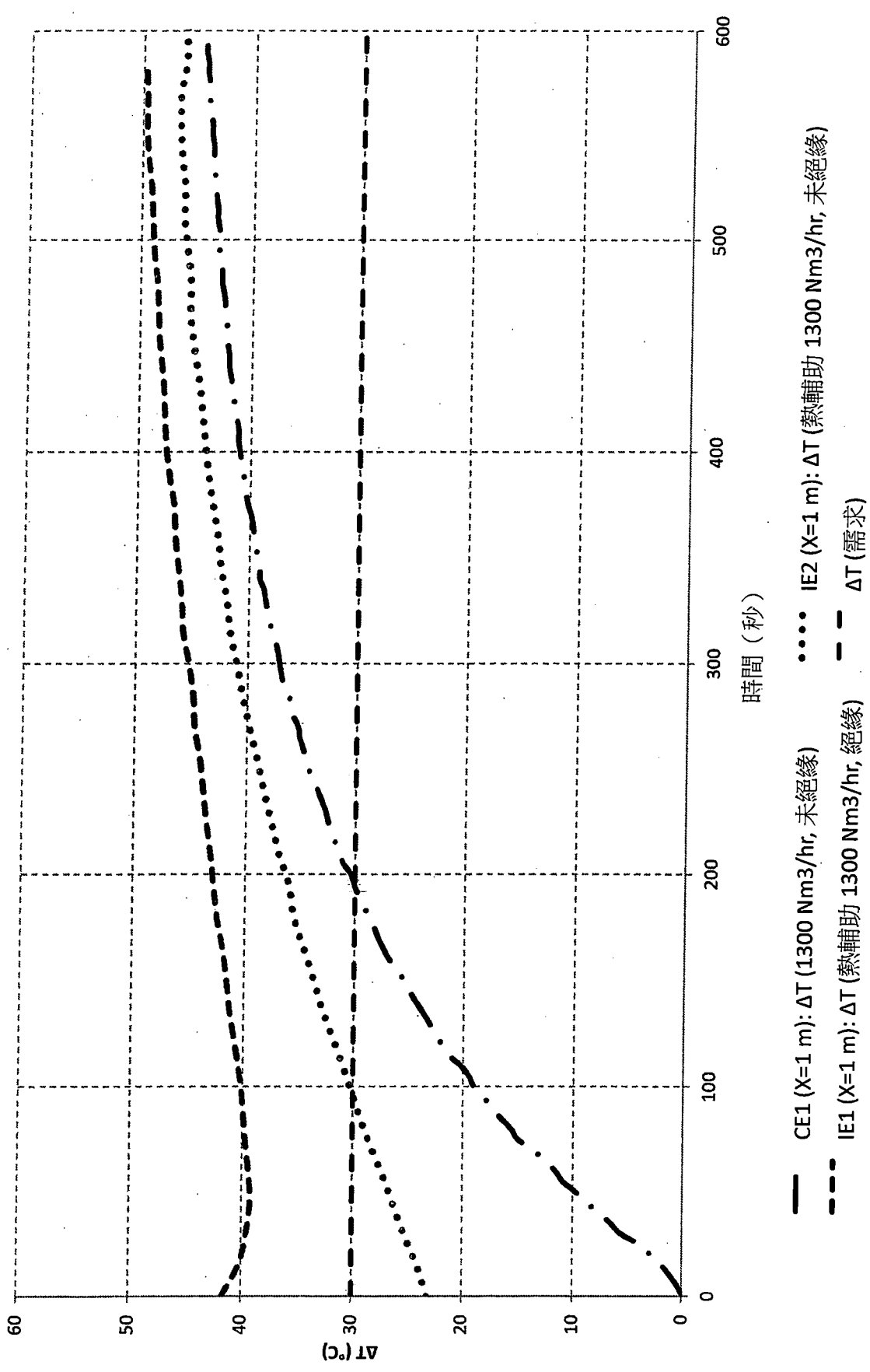


圖 9

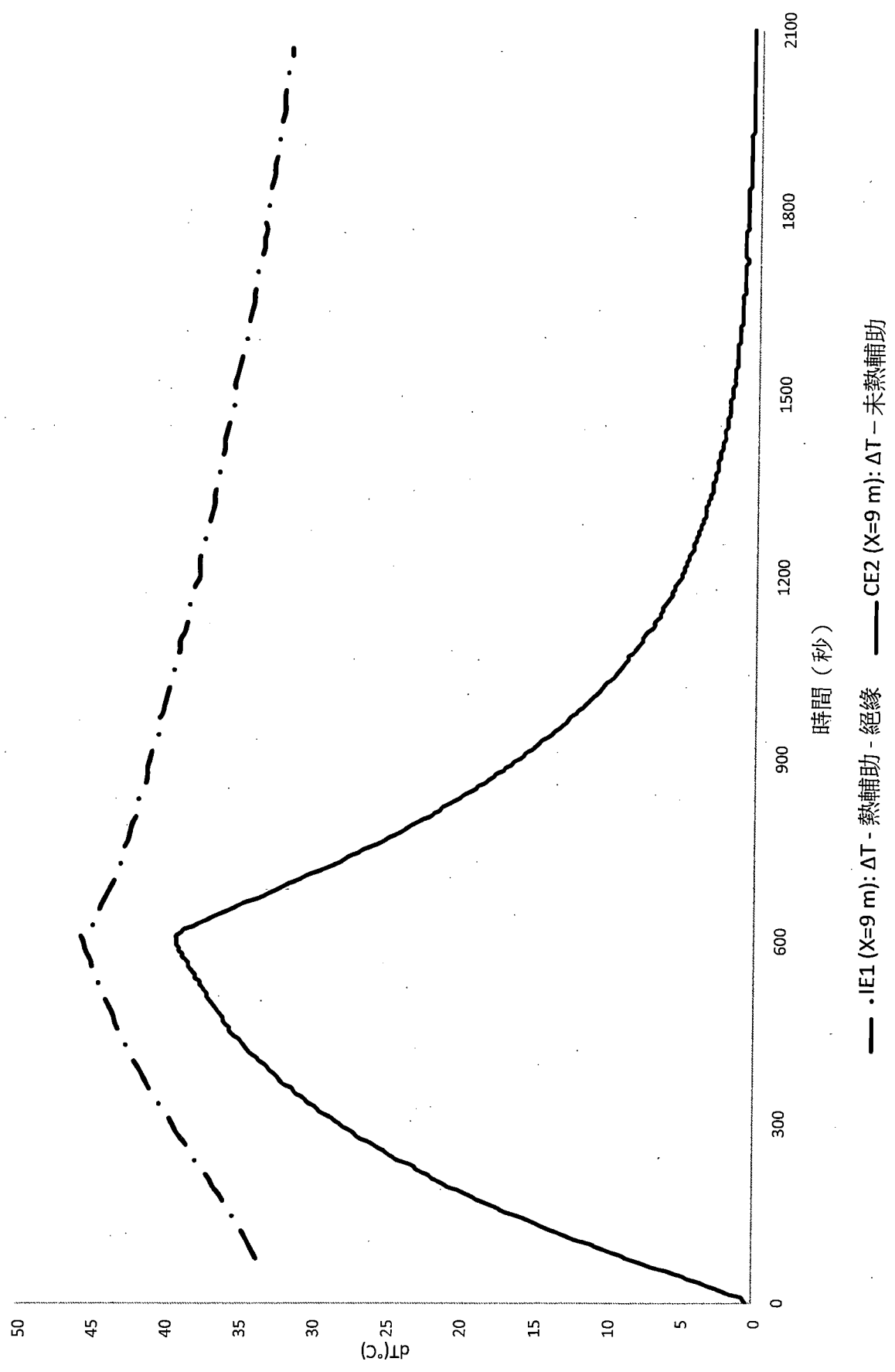


圖 10

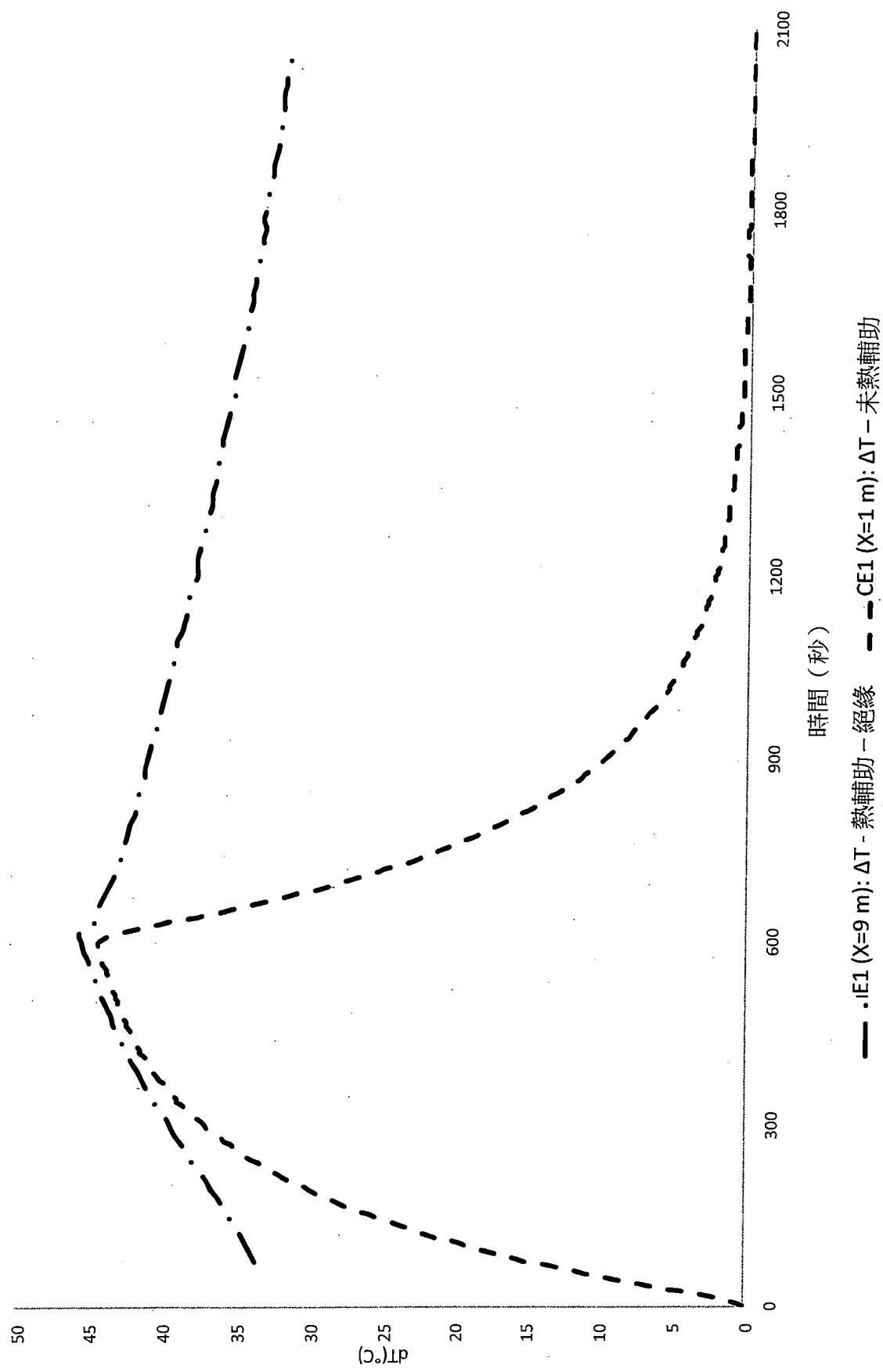


圖 11