



(21)申請案號：105143862

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 29 日

(51)Int. Cl. : H01L21/324 (2006.01)

H01L21/268 (2006.01)

(30)優先權：2015/12/30 中國大陸

201511021931.0

(71)申請人：上海微電子裝備有限公司(中國大陸) (CN)

中國大陸

(72)發明人：崔國棟 CUI, GUODONG (CN)；蘭艷平 LAN, YANPING (CN)；馬明英 MA, MINGYING (CN)；宋春峰 SONG, CHUNFENG (CN)；孫剛 SUN, GANG (CN)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：7 共 25 頁

(54)名稱

一種雷射退火裝置及其退火方法

(57)摘要

一種雷射退火裝置及其退火方法，該雷射退火裝置包括雷射光源系統、與雷射光源系統連接位於矽片上方的雷射調整系統、位於矽片上方對矽片表面光斑位置處的溫度進行即時測量的溫度監控系統、分別與雷射光源系統、雷射調整系統、溫度監控系統以及載片台連接的中央控制系統。本發明藉由設置具有多個獨立的雷射器，提供波長不同的雷射，對矽片進行聯合退火，藉由選擇最佳的技藝參數組對矽片進行退火，不同波長的雷射進行互補，不僅達到最佳的退火溫度，而且很好的抑制矽片表面的圖像效應；藉由溫度監控系統的回饋機制和中央控制系統的調整機制，提高退火的均勻性和可控性，降低熱預算，減少熱擴散，提高退火裝置的技藝適應性。

指定代表圖：

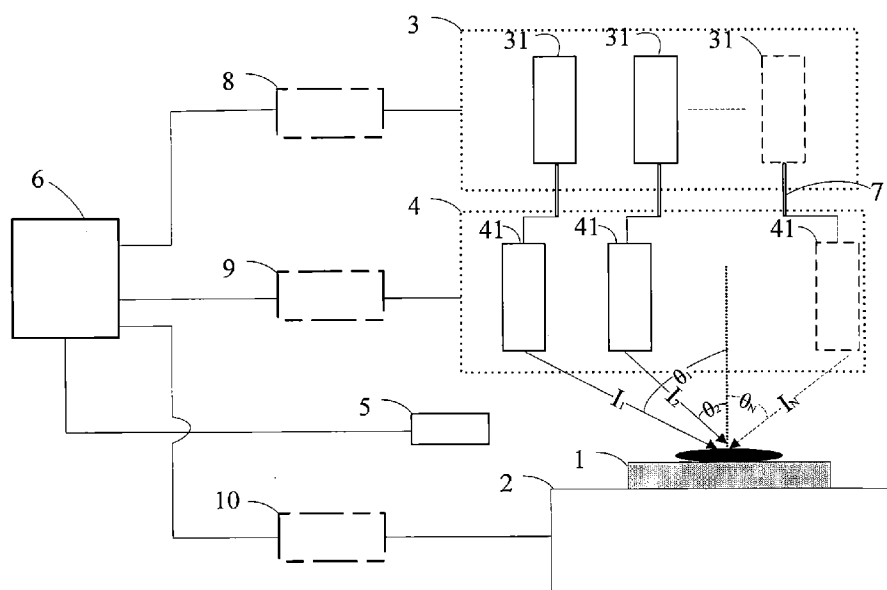


圖 4

符號簡單說明：

1 . . . 矽片

2 . . . 載片台

3 . . . 雷射光源系統

4 . . . 雷射調整系統

5 . . . 溫度監控系統

6 . . . 中央控制系統

7 . . . 光纖

8 . . . 雷射光源控制系統

9 . . . 雷射調整控制系統

10 . . . 載片台控制系統

31 . . . 雷射器

發明摘要

※ 申請案號：105143862

※ 申請日：105/12/29

※ I P C 分類：*H01L 21/324* (2006.01)
H01L 21/268 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

一種雷射退火裝置及其退火方法

【中文】

一種雷射退火裝置及其退火方法，該雷射退火裝置包括雷射光源系統、與雷射光源系統連接位於矽片上方的雷射調整系統、位於矽片上方對矽片表面光斑位置處的溫度進行即時測量的溫度監控系統、分別與雷射光源系統、雷射調整系統、溫度監控系統以及載片台連接的中央控制系統。本發明藉由設置具有多個獨立的雷射器，提供波長不同的雷射，對矽片進行聯合退火，藉由選擇最佳的技藝參數組對矽片進行退火，不同波長的雷射進行互補，不僅達到最佳的退火溫度，而且很好的抑制矽片表面的圖像效應；藉由溫度監控系統的回饋機制和中央控制系統的調整機制，提高退火的均勻性和可控性，降低熱預算，減少熱擴散，提高退火裝置的技藝適應性。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 4 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1 矽片
- 2 載片台
- 3 雷射光源系統
- 4 雷射調整系統
- 5 溫度監控系統
- 6 中央控制系統
- 7 光纖
- 8 雷射光源控制系統
- 9 雷射調整控制系統
- 10 載片台控制系統
- 31 雷射器
- 41 雷射調整器

【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)

一種雷射退火裝置及其退火方法

【技術領域】

【0001】 本發明有關雷射退火技術領域，特別有關一種雷射退火裝置及其退火方法。

【先前技術】

【0002】 在半導體裝置的製造中，當在矽基板的背面預定區域進行離子注入時，通常在深層中注入 P 離子，在淺層中注入 B 離子，且 B 離子的溶度比深層次的 P 離子溶度高，因此，採用該種離子注入方法容易破壞矽基板的表面的結晶性能，使離子排列雜亂無章。針對以上問題，通常採用對形成於玻璃等絕緣基底上的半導體膜使用雷射退火的方法，以達到結晶化或提高結晶度的目的，而雷射退火的結果是將非晶態材料轉化為多晶或單晶態，當離子注入後，使摻入的雜質與晶體中的原子有序的排列組合，有效改善材料的電學特性。

【0003】 當矽片經過光蝕刻技藝，如 TSV(through silicon via，穿透矽通孔)技術之後，表面的不同位置處會形成不同的 nm 級幾何結構以及材料屬性，導致表面不同位置處射入雷射能量的吸收不一致，從而導致雷射退火後表面的溫度分佈均勻性變差，即產生所謂的圖案效應。

【0004】 如圖 1 所示，為經過特定光蝕刻技藝處理之後的矽片表面的結構示意圖。可以看到，矽片表面有一系列黑色的方框所示的裸晶片 1' 構成。對於形成的裸晶片 1'，在表面上具有 nm 級空間尺度的

一系列特定的週期性結構以及不同的材料成分，如圖 2 所示。因此，矽片上表面對於入射光的反射率 $R(x,y)$ 隨著位置的不同而不同。

【0005】 同時根據電磁波理論，對於特定的材料表面，其反射率 $R(\lambda,\theta)$ 是入射光的波長 λ 以及入射角 θ 的函數。對於特定波長的雷射以不同的入射角射入時，矽片表面的反射率 $R_\lambda(\theta)$ 會隨著入射角的變化而變化，如圖 3a、3b 所示，分別為波長為 800nm 和波長為 500nm 的雷射射入到圖 2 所示的 A、B、C、D 四種材料上的反射率隨著入射角的變化曲線圖。可以發現，對於同一波長的入射光，其反射率 $R_\lambda(\theta)$ 隨著入射角的變化而變化；同時對於相同的入射角，其反射率 $R_\theta(\lambda)$ 也會隨著入射光波長的不同而不同。

【0006】 綜上所述，對於經過光蝕刻技藝處理之後的矽片，其對入射光的反射率 $R(\lambda,\theta,x,y)$ 與該矽片的表面位置、所採用的雷射的波長和入射角均相關。

【0007】 現有的雷射退火技術均是利用雷射作為能量源，照射待處理矽片的表面，使得矽片表面達到規定的退火溫度 T_0 ，實現目標退火。但是現有的雷射退火技術僅採用一種波長的雷射器進行退火，不可避免地引起矽片表面圖案效應的問題，這將會對裝置性能的一致性產生重要的影響，從而降低矽片的光蝕刻效果和穩定性。

【發明內容】

【0008】 本發明提供一種雷射退火裝置及其退火方法，以解決上述技術問題。

【0009】 為了解決上述技術問題，本發明的技術方案是：一種雷射退火裝置，用於對載片台上的矽片進行雷射退火，包括：

雷射光源系統，包括至少兩個雷射器，輸出雷射光束，該雷射光

束的功率可調整；

雷射調整系統，與該雷射光源系統連接，包括至少兩個與該雷射器一一對應的雷射調整器，監測對應雷射光束的功率和光斑在矽片表面的位置，對光斑的形狀和入射角進行調整；

溫度監控系統，對矽片表面的光斑位置處的溫度進行即時測量；
以及

中央控制系統，分別與該雷射光源系統、雷射調整系統、溫度監控系統以及載片台連接，接收該雷射光源系統、雷射調整系統、溫度監控系統以及載片台的資料資訊，並對雷射光源系統、雷射調整系統和載片台進行控制。

【0010】 進一步的，該中央控制系統與該雷射光源系統之間連接有雷射光源控制系統，該雷射光源控制系統接收中央控制系統的控制命令對雷射光源系統中每個雷射器輸出的雷射光束的功率進行控制，並將控制結果回饋至中央控制系統。

【0011】 進一步的，該中央控制系統與該雷射調整系統之間連接有雷射調整控制系統，該雷射調整控制系統接收中央控制系統的控制命令對雷射調整系統中每個雷射調整器進行控制，並將控制結果回饋至中央控制系統。

【0012】 進一步的，該中央控制系統與該載片台之間設有載片台控制系統，該載片台控制系統接收中央控制系統的控制命令控制載片台的運動，並將控制結果回饋至中央控制系統。

【0013】 進一步的，該溫度監控系統為高溫計或者反射率探測器。

【0014】 進一步的，該等雷射器和雷射調整器之間藉由光纖連

接。

【0015】 進一步的，每個雷射調整器包括沿光路排列的光斑探測系統、能量衰減系統、勻光系統、轉動和位移裝置，該光斑探測系統分別與雷射器和中央處理系統連接，該轉動和位移裝置位於該矽片上方。

【0016】 進一步的，該光斑探測系統包括功率計、CCD 檢測器和圖像採集器。

【0017】 進一步的，該勻光系統採用微透鏡陣列或光學積分棒。

【0018】 進一步的，該能量衰減系統與勻光系統之間還設有擴束準直系統。

【0019】 進一步的，該轉動和位移裝置包括電流計透鏡和壓電陶瓷位移裝置。

【0020】 進一步的，該轉動和位移裝置與矽片之間還設有 F- θ 透鏡。

【0021】 進一步的，該至少兩個雷射器輸出的雷射光束包括至少兩種不同的波長。

【0022】 本發明還提供一種雷射退火裝置的退火方法，包括以下步驟：

S1：將矽片放置於載片台上，對矽片進行沿水平方向的姿態調整；

S2：由雷射調整系統中的雷射調整器確定矽片內的光斑位置，根據該光斑位置處的反射率，選擇最佳的技藝參數組；

S3：調整雷射光源系統和雷射調整系統，採用最佳技藝參數對光斑位置處進行曝光，同時藉由溫度監控系統測量光斑位置處的溫度資料，並將該溫度資料發送至中央控制系統；

S4：中央控制系統根據接收的溫度資料判斷該溫度是否滿足設定的溫度範圍內；如果不滿足，則記錄該位置處的曝光溫度，對下一個具有相同反射率的矽片位置進行曝光時，調整雷射光源系統和雷射調整系統的參數，使曝光溫度處於設定的範圍內；如果滿足，則控制載片台帶動矽片相對於光斑移動至下一個曝光位置；

S5：判斷該位置是否為結束位置，如果不是則重複步驟 S2-S4，否則結束。

【0023】 進一步的，在步驟 S2 中，選擇最佳的技藝參數組包括以下步驟：

S21：選擇各個雷射器的波長；

S22：針對矽片上的任一位置，調整各個雷射器的人射角和功率，形成若干包括各個雷射器的人射角和雷射功率的參數組合；

S23：選擇其中一個參數組合，測量矽片的該光斑位置對各個雷射器對應雷射光束的反射率和吸收的光強度，藉由溫度模型得到該參數組合對應的曝光溫度；

S24：判斷該曝光溫度是否滿足設定的溫度範圍；若不滿足，則選擇下一組參數組合，跳至步驟 S23，若滿足，則確定該組參數組合作為最佳的技藝參數組，移動載片台至矽片的下一個位置，跳至步驟 S23，直至遍歷矽片 1 上所有位置。

【0024】 本發明還提供一種雷射退火裝置的退火方法，包括以下步驟：

S1：設置矽片至載片台上，獲得矽片表面的技藝參數；

S2：根據上述技藝參數，選擇至少 2 個雷射器，產生雷射光束，並調整各雷射光束的退火角度及退火功率；

S3：使用上述雷射光束，整合成退火光斑，進行矽片表面的退火技藝。

【0025】 進一步的，在步驟 S1 中，該技藝參數是在退火技藝中根據矽片的型號，從預先對矽片的面型測量獲得的參數模型中選出獲得。

【0026】 進一步的，在步驟 S1 中，該技藝參數是在退火過程中對矽片表面的面型即時測量獲得的。

【0027】 進一步的，該技藝參數包括矽片表面的面型分佈及材料的反射率。

【0028】 進一步的，在步驟 S2 中，根據上述材料的反射率，選擇至少 2 個波長不同的該雷射光束，並調整該雷射光束的功率。

【0029】 進一步的，在步驟 S2 中，根據上述表面的面型分佈，藉由對應的該雷射調整器調整上述雷射光束的入射角度，獲得不同退火角度。

【0030】 進一步的，在步驟 S3 中，該退火光斑的能量分佈和該矽片表面的面型分佈及材料的反射率相匹配。

【0031】 本發明提供一種雷射退火裝置及其退火方法，藉由設置具有多個獨立的雷射器，提供波長不同的雷射，對矽片進行聯合退火，藉由選擇最佳的技藝參數組對矽片進行退火，不同波長的雷射進行互補，不僅達到最佳的退火溫度，而且很好的抑制矽片表面的圖像效應；藉由溫度監控系統的回饋機制和中央控制系統的調整機制，提高退火的均勻性和可控性，降低熱預算，減少熱擴散，提高退火裝置的技藝適應性。

【圖式簡單說明】

【0032】

圖 1 是現有技術矽片表面的結構示意圖；

圖 2 是現有技術矽片內部結構示意圖；

圖 3a、3b 分別為波長為 800nm 和波長為 500nm 的雷射射入到圖 2 中 A、B、C、D 四種材料上的反射率隨著入射角的變化曲線圖；

圖 4 是本發明雷射退火裝置的結構示意圖；

圖 5 是本發明雷射調整器的結構示意圖；

圖 6 是 3 種不同的雷射器射入到矽片表面上形成的光斑示意圖；

圖 7 是針對 500nm 和 800nm 兩種波長的雷射器形成的不同技藝參數組進行退火得到的溫差變化圖。

【實施方式】

【0033】 下面結合附圖對本發明作詳細描述。

【0034】 如圖 4 所示，本發明提供一種雷射退火裝置，用於對載片台 2 上的矽片 1 進行雷射退火，包括：

雷射光源系統 3，包括至少兩個雷射器 31，以輸出雷射光束照射於矽片 1 的表面對其進行退火，該雷射光束的功率可調整，每個雷射器 31 輸出的雷射波長不同，且每個雷射器 31 的功率可獨立調整。

【0035】 雷射調整系統 4，與該雷射光源系統 3 連接，且位於該矽片 1 上方，包括至少兩個與該等雷射器 31 一一對應的雷射調整器 41，即該雷射調整器 41 的數目與該雷射器 31 的數目相同。每個雷射調整器 41 用於監測對應雷射器 31 發出的雷射光束的功率和該雷射光束的光斑在矽片 1 表面的位置，對光斑的形狀和入射角進行調整。較佳的，雷射調整系統 4 與雷射光源系統 3 之間藉由光纖 7 連接，用於傳導雷射光束。

【0036】 溫度監控系統 5 位於該矽片 1 上方，對矽片表面光斑位置處的溫度進行即時測量；較佳的，溫度監控系統 5 採用高溫計或者反射率探測器，實現對光斑位置處的矽片表面的溫度進行即時測量，並將即時測得的溫度資料，作為回饋控制的依據回饋到中央控制系統 6。圖 4 中只是示意性地畫出溫度監控系統 5，主要用於說明溫度監控系統 5 與其他組件，例如與中央控制系統 6 之間的連接關係，而不用於反映溫度監控系統 5 在整個裝置中的實際位置，因此，不應限制性地理解為溫度監控系統 5 設置於圖 4 中所示的位置。

【0037】 中央控制系統 6 分別與該雷射光源系統 3、雷射調整系統 4、溫度監控系統 5 以及載片台 2 連接，接收該雷射光源系統 3、雷射調整系統 4、溫度監控系統 5 以及載片台 2 的資料資訊，並對雷射光源系統 3、雷射調整系統 4 和載片台 2 進行控制。具體的，中央控制系統 6 對溫度監控系統 5 測得的溫度資料進行處理之後，即時回饋至雷射光源系統 3 和雷射調整系統 4 中的雷射光束的功率和入射角的兩個控制自由度上，使整個裝置在退火過程中，光斑位置處的矽片表面的溫度一直保持在設定的溫度範圍之內，該設定的溫度範圍為 $T_0 \pm \Delta T$ ，其中 T_0 為該光斑位置處的矽片表面的目標退火溫度， ΔT 為可接受的溫差。

【0038】 如圖 5 所示，每個雷射調整器 41 包括沿光路排列的光斑探測系統 411、能量衰減系統 412、勻光系統 413 以及轉動和位移裝置 414，該光斑探測系統 411 分別與雷射器 31 和中央處理系統 6 連接，光斑探測系統 411 包括功率計、CCD 檢測器和圖像採集器，用於即時監測雷射光束的功率及光斑位置，並將該資料傳輸至中央控制系統 6。該能量衰減系統 412 由偏振分束稜鏡和衰減片或者波片構成，藉由改變鏡片透過率或者偏振方向的方式，調整射入到矽片表面的雷射光束

的能量；該勻光系統 413 採用微透鏡陣列或光學積分棒，用於使射入到矽片表面的光斑具有特定光強度分佈，該轉動和位移裝置 414 包括電流計透鏡和壓電陶瓷位移裝置，轉動和位移裝置 414 位於該矽片 1 上方，藉由轉動和平移以改變射入到矽片表面的雷射光束的入射角以及改變光斑相對於矽片表面的位置。

【0039】 請繼續參照圖 5，該能量衰減系統 412 與勻光系統 413 之間還設有擴束準直系統 415，其可採用單透鏡或望遠鏡系統對雷射光束進行準直，並對照射到矽片表面的光斑形狀進行調整。較佳的，該轉動和位移裝置 414 與矽片 1 之間還設有 F- θ 透鏡 416，使雷射光束在矽片表面形成具有一定能量分佈的光斑。如圖 6 所示，為 3 種不同的雷射器 31 射入到矽片表面上形成的光斑示意圖。一般情況下，雷射退火過程中，光斑的形狀具有線形的分佈，即在掃描方向上較窄，非掃描方向上較長。藉由雷射調整系統輸出的多個光斑，在空間中可以是重疊的，也可以是部分重疊的。一般情況下，在掃描方向上光強度能量滿足一定的分佈，而在非掃描方向上，光強度能量是均勻分佈的。

【0040】 請繼續參照圖 4，該中央控制系統 6 與該雷射光源系統 3 之間連接有雷射光源控制系統 8，其接收中央控制系統 6 的控制命令對雷射光源系統 3 中每個雷射器 31 輸出的雷射光束的功率進行控制，使其滿足指定的功率要求，並將控制結果回饋至中央控制系統 6，同時雷射光源系統 3 中每個雷射器 31 可藉由雷射光源控制系統 8 將目前雷射光束的波長和功率資訊發送至中央控制系統 6。

【0041】 請繼續參照圖 4，該中央控制系統 6 與該雷射調整系統 4 之間連接有雷射調整控制系統 9，其接收中央控制系統 6 的控制命令對雷射調整系統 4 中每個雷射調整器 41 進行控制，使其輸出的雷射光

束滿足指定的人射角以及形狀等要求，並將控制結果回饋至中央控制系統 6。

【0042】 較佳的，該中央控制系統 6 與該載片台 2 之間設有載片台控制系統 10，其接收中央控制系統 6 的控制命令控制載片台 2 的運動，並將控制結果回饋至中央控制系統 6。具體的，該載片台 2 包括至少具有沿水平面內自由運動的運動台構成，可帶動矽片 1 相對光斑運動，使光斑對矽片表面每一處進行退火，當然需滿足矽片 1 在雷射光源系統 3 的焦深之內。

【0043】 本發明還提供一種雷射退火裝置的退火方法，包括以下步驟：

S1：將矽片 1 放置於載片台 2 上，完成矽片 1 沿水平方向的姿態調整，即使矽片 1 處於水平狀態。

S2：根據雷射調整系統 4 中雷射調整器 41 的位置，確定矽片 1 內的光斑位置 $\text{Spot}(x,y)$ ，根據該光斑位置處的反射率 $R(x,y)$ ，選擇最佳的技藝參數組 $\{I_{\lambda_1}(\theta_1), I_{\lambda_2}(\theta_2), \dots, I_{\lambda_N}(\theta_N)\}$ ，其中 $I_{\lambda_N}(\theta_N)$ 為對應第 N 個波長為 λ_N 的雷射器 31 以 θ_N 射入時的雷射光強度；具體的，根據雷射調整器 41 中轉動和位移裝置 414 與矽片 1 的相對位置，可以獲得光斑照射到矽片表面的位置。選擇最佳的技藝參數組具體包括以下步驟：

S21：選擇各個雷射器 31 的波長 $\lambda_i, i=1,2 \dots N$ ；

S22：針對矽片 1 上的任一位置 (x,y) ，調整各個雷射器 31 的人射角和功率，形成 m 個包括各個雷射器 31 的人射角和雷射功率的參數組合，其中雷射功率的最大值即雷射器 31 的額定功率，人射角 θ_i^m 的取值是 0-90 度；

S23：選擇其中一個參數組合，測量矽片 1 上 (x,y) 處對各個雷射器

31 對應雷射光束的反射率 $R_{(x,y,\lambda,\theta_i)}^m$ 和吸收的光強度 $I_{(x,y)}^m(\lambda_i, \theta_i) = (1 - R_{(x,y,\lambda_i,\theta_i)}^m) I_i^m$, $i=1,2,\dots,N$, 藉由溫度模型得到該參數組合對應的曝光溫度 T_m ；

S24：判斷該曝光溫度 T_m 是否滿足設定的溫度範圍 $T_0 \pm \Delta T$ ；若不滿足，則選擇下一組參數組合，跳至步驟 S23，若滿足，則確定該組參數組合作為最佳的技藝參數組 $\{I_{\lambda_1}(\theta_1), I_{\lambda_2}(\theta_2), \dots, I_{\lambda_N}(\theta_N)\}$ ，移動載片台 2 至矽片 1 的下一個位置，跳至步驟 S23，直至遍歷矽片 1 上所有位置。

S3：分別藉由雷射光源控制系統 8 和雷射調整控制系統 9 調整雷射光源系統 3 和雷射調整系統 4，採用最佳的技藝參數對光斑位置處進行曝光，同時藉由溫度監控系統 5 測量光斑位置處的溫度資料，並將該溫度資料發送至中央控制系統 6；

S4：中央控制系統 6 根據接收的溫度資料判斷該溫度是否滿足設定的溫度範圍 $T_0 \pm \Delta T$ 內；如果不滿足，則記錄該位置處的曝光溫度 $T(x,y)$ ，對下一個具有相同反射率的位置進行曝光時，中央控制系統 6 根據曝光溫度 $T(x,y)$ 分別藉由雷射光源控制系統 8 調整雷射光源系統 3，以及藉由雷射調整控制系統 9 調整雷射調整系統 4 的參數，包括雷射光束的功率和入射角，使該位置的曝光溫度處於設定的範圍內；如果滿足，則中央控制系統 6 經由載片台控制系統 10 控制載片台 2 帶動矽片 1 相對於光斑移動至下一個曝光位置；

S5：判斷該位置是否為結束位置，如果不是則重複步驟 S2-S4，否則結束。

【0044】如圖 7 所示，給予對於 500nm 和 800nm 兩種波長的雷射器作用下，採用接近 4500 組技藝參數組進行退火，得到的溫差 ΔT 隨著技藝參數的變化，其中溫差 ΔT 的最大值達到 350℃，最小值為

110°C，由此證明採用本文中的退火方法是一種有效可行的抑制圖案效應的方法。

【0045】 本發明還提供一種雷射退火裝置的退火方法，包括以下步驟：

S1：設置矽片 1 至載片台 2 上，獲得矽片 1 表面的技藝參數；該技藝參數包括矽片表面的面型分佈及材料的反射率。該技藝參數可以藉由在退火技藝中根據矽片 1 的型號，從預先對矽片的面型測量獲得的參數模型中選出獲得，也可以是在退火過程中藉由對矽片表面的面型即時測量獲得。

S2：根據上述技藝參數，選擇至少 2 個雷射器 31 提供雷射光束，藉由雷射調整系統 4 調整不同的退火角度，還可調整雷射光源系統 3 以提供不同的退火功率；具體的，根據上述材料的反射率，選擇至少 2 個波長不同的雷射光束，並對其進行雷射光束功率的調整。同時根據上述表面的面型分佈，藉由雷射調整器 41 中的轉動和位移裝置 414 調整上述雷射光束的入射角度，獲得不同退火角度。

S3：使用上述雷射光束，整合成退火光斑，進行矽片表面的退火技藝，具體的，該退火光斑的能量分佈和該矽片表面的面型分佈及材料的反射率相匹配。

【0046】 綜上所述，本發明提供一種雷射退火裝置及其退火方法，藉由設置具有多個獨立的雷射器 31，提供波長不同的雷射，對矽片 1 進行聯合退火，藉由選擇最佳的技藝參數組對矽片 1 進行退火，不同波長的雷射光束進行互補，不僅達到最佳的退火溫度，而且很好的抑制矽片表面的圖案效應；藉由溫度監控系統 5 的回饋機制和中央控制系統 6 的調整機制，提高退火的均勻性和可控性，降低熱預算，

減少熱擴散，提高退火裝置的技藝適應性。

【0047】 雖然說明書中對本發明的實施方式進行說明，但這些實施方式只是作為提示，不應限定本發明的保護範圍。在不脫離本發明宗旨的範圍內進行各種省略、置換和變更均應包含在本發明的保護範圍內。

【符號說明】

【0048】

- 1' 裸晶片
- 1 矽片
- 2 載片台
- 3 雷射光源系統
- 4 雷射調整系統
- 5 溫度監控系統
- 6 中央控制系統
- 7 光纖
- 8 雷射光源控制系統
- 9 雷射調整控制系統
- 10 載片台控制系統
- 31 雷射器
- 41 雷射調整器
- 411 光斑探測系統
- 412 能量衰減系統
- 413 勻光系統
- 414 轉動和位移裝置

415 擴束準直系統

416 F- θ 透鏡

申請專利範圍

1. 一種雷射退火裝置，用於對一載片台上的一矽片進行雷射退火，其包括：

一雷射光源系統，包括至少兩個雷射器，輸出一雷射光束，該雷射光束的功率可調整；

一雷射調整系統，與該雷射光源系統連接，包括與該至少兩個雷射器一一對應的至少兩個雷射調整器，監測對應該雷射光束的功率和光斑在該矽片表面的位置，對光斑的形狀和入射角進行調整；

一溫度監控系統，對該矽片表面的光斑位置處的溫度進行即時測量；以及

一中央控制系統，分別與該雷射光源系統、該雷射調整系統、該溫度監控系統以及該載片台連接，接收該雷射光源系統、該雷射調整系統、該溫度監控系統以及該載片台的資料資訊，並對該雷射光源系統、該雷射調整系統和該載片台進行控制。

2. 如請求項 1 之雷射退火裝置，其中，該中央控制系統與該雷射光源系統之間連接有一雷射光源控制系統，該雷射光源控制系統接收該中央控制系統的一控制命令對該雷射光源系統中每個雷射器輸出的雷射光束的功率進行控制，並將控制結果回饋至該中央控制系統。

3. 如請求項 1 之雷射退火裝置，其中，該中央控制系統與該雷射調整系統之間連接有一雷射調整控制系統，該雷射調整控制系統接收該中央控制系統的一控制命令對該雷射調整系統中每個雷射調整器進行控制，並將控制結果回饋至該中央控制系統。

4. 如請求項 1 之雷射退火裝置，其中，該中央控制系統與該載片台之間設有一載片台控制系統，該載片台控制系統接收該中央控制系統的一控制命令控制該載片台的運動，並將控制結果回饋至該中央控制系統。

5. 如請求項 1 之雷射退火裝置，其中，該溫度監控系統為一高溫計或者一反射率探測器。

6. 如請求項 1 之雷射退火裝置，其中，該至少兩個雷射器和該至少兩個雷射調整器之間藉由一光纖連接。

7. 如請求項 1 之雷射退火裝置，其中，每個雷射調整器包括沿光路排列的一光斑探測系統、一能量衰減系統、一勻光系統、一轉動和位移裝置，該光斑探測系統分別與該至少兩個雷射器和該中央處理系統連接，該轉動和位移裝置位於該矽片上方。

8. 如請求項 7 之雷射退火裝置，其中，該光斑探測系統包括一功率計、一 CCD 檢測器和一圖像採集器。

9. 如請求項 7 之雷射退火裝置，其中，該勻光系統採用一微透鏡陣列或一光學積分棒。

10. 如請求項 7 之雷射退火裝置，其中，該能量衰減系統與該勻光系統之間還設有一擴束準直系統。

11. 如請求項 7 之雷射退火裝置，其中，該轉動和位移裝置包括一電流計透鏡和一壓電陶瓷位移裝置。

12. 如請求項 7 之雷射退火裝置，其中，該轉動和位移裝置與該矽片之間還設有一 F- θ 透鏡。

13. 如請求項 1 之雷射退火裝置，其中，該至少兩個雷射器輸出的雷射光束包括至少兩種不同的波長。

14. 一種如請求項 1 至 13 中任一項之雷射退火裝置的退火方法，包括以下步驟：

S1：將該矽片放置於該載片台上，對該矽片進行沿水平方向的姿態調整；

S2：由該雷射調整系統中的該至少兩個雷射調整器確定該矽片內的一光斑位置，根據該光斑位置處的反射率，選擇最佳的一技藝參數；

S3：調整該雷射光源系統和該雷射調整系統，採用最佳的該技藝參數對該光斑位置處進行曝光，同時藉由該溫度監控系統測量該光斑位置處的一溫度資料，並將該溫度資料發送至該中央控制系統；

S4：該中央控制系統根據接收的該溫度資料判斷該溫度是否滿足設定的溫度範圍內；如果不滿足，則記錄該位置處的一曝光溫度，對下一個具有相同反射率的該矽片位置進行曝光時，調整該雷射光源系統和該雷射調整系統的參數，使曝光溫度處於設定的範圍內；如果滿足，則控制該載片台帶動該矽片相對於光斑移動至下一個曝光位置；

S5：判斷該位置是否為結束位置，如果不是則重複步驟 S2-S4，否則結束。

15. 如請求項 14 之雷射退火裝置的退火方法，其中，在步驟 S2 中，選擇最佳的該技藝參數包括以下步驟：

S21：選擇各個雷射器的波長；

S22：針對該矽片上的任一位置，調整各個雷射器的人射角和功率，形成若干包括各個雷射器的人射角和功率的參數組合；

S23：選擇其中一個參數組合，測量該矽片該位置對各個雷射器

對應雷射光束的反射率和吸收的光強度，藉由該溫度模型得到該參數組合對應的該曝光溫度；

S24：判斷該曝光溫度是否滿足設定的溫度範圍；若不滿足，則選擇下一組參數組合，跳至步驟 S23，若滿足，則確定該組參數組合作為最佳的該技藝參數，移動該載片台至該矽片的下一個位置，跳至步驟 S23，直至遍歷該矽片上所有位置。

16. 一種如請求項 1 至 13 中任一項之雷射退火裝置的退火方法，包括以下步驟：

S1：設置該矽片至該載片台上，獲得該矽片表面的一技藝參數；

S2：根據該技藝參數，選擇該至少兩個雷射器以產生複數個雷射光束，並調整各雷射光束的退火角度及退火功率；

S3：使用該等雷射光束，整合成退火光斑，進行該矽片表面的退火技藝。

17. 如請求項 16 之雷射退火裝置的退火方法，其中，在步驟 S1 中，該技藝參數是在退火技藝中根據該矽片的型號，從預先對該矽片的一面型測量獲得的一參數模型中選出獲得。

18. 如請求項 16 之雷射退火裝置的退火方法，其中，在步驟 S1 中，該技藝參數是在退火過程中，對該矽片表面的一面型即時測量獲得的。

19. 如請求項 16 至 18 中任一項之雷射退火裝置的退火方法，其中，該技藝參數包括該矽片表面的該面型分佈及材料的反射率。

20. 如請求項 19 之雷射退火裝置的退火方法，其中，在步驟 S2 中，根據材料的反射率選擇至少兩個波長不同的該等雷射光束，並調整該等雷射光束的功率。

21. 如請求項 20 之雷射退火裝置的退火方法，其中，在步驟 S2 中，根據該矽片表面的該面型分佈，藉由對應的該雷射調整器調整該等雷射光束的入射角度，獲得不同退火角度。

22. 如請求項 19 之雷射退火裝置的退火方法，其中，在步驟 S3 中，退火光斑的能量分佈和該矽片表面的該面型分佈及材料的反射率相匹配。

圖式

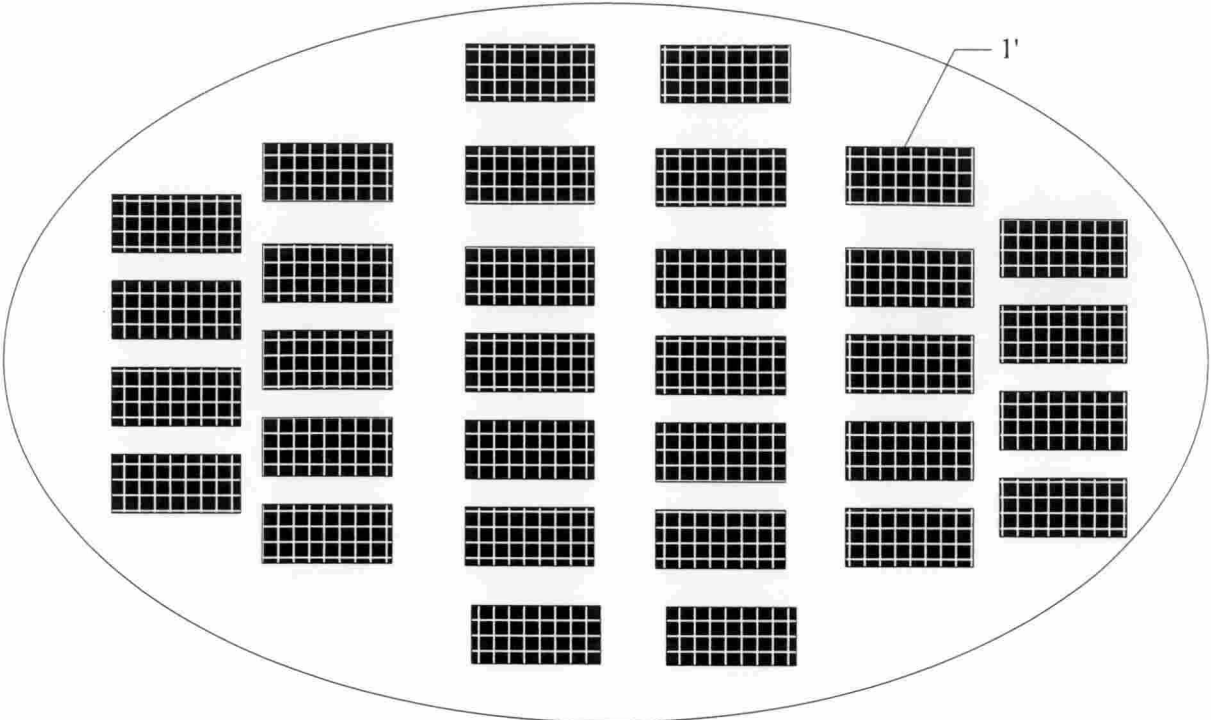


圖 1

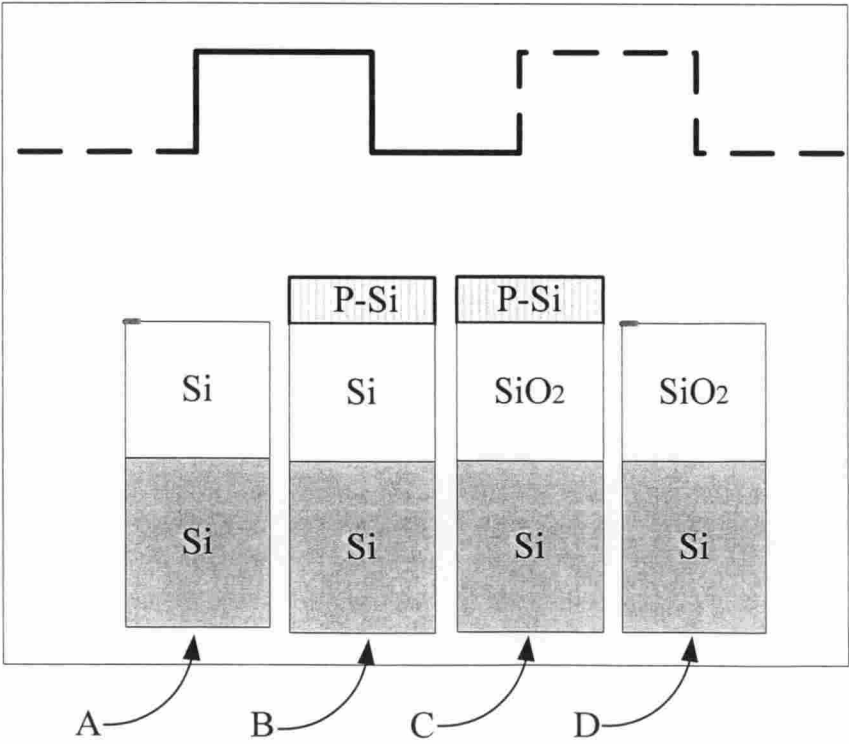


圖 2

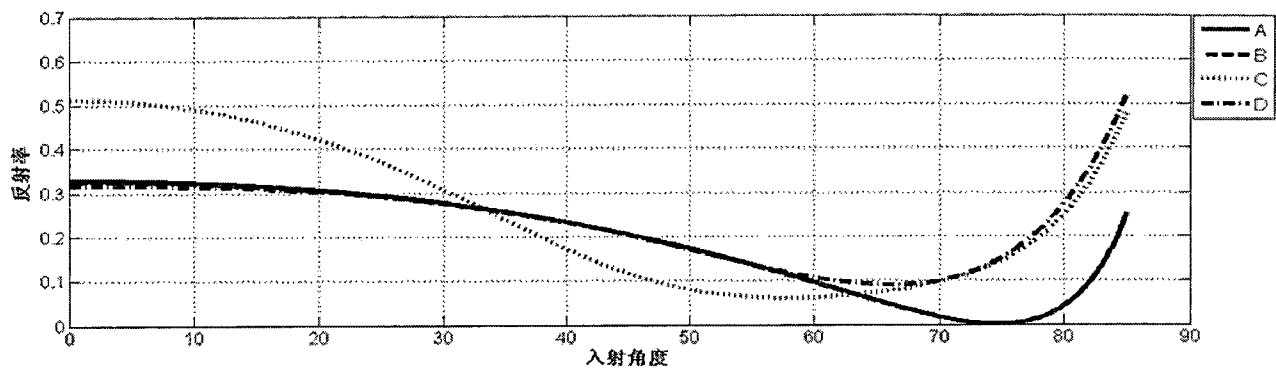


圖 3a

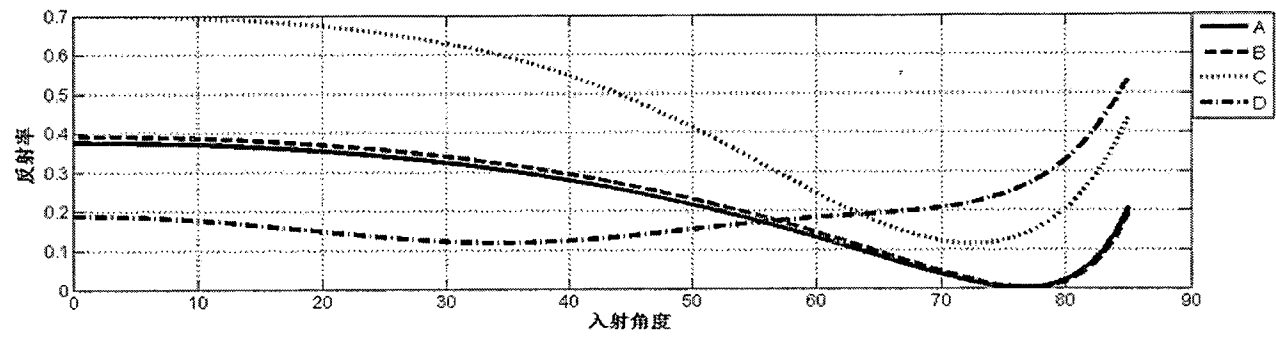


圖 3b

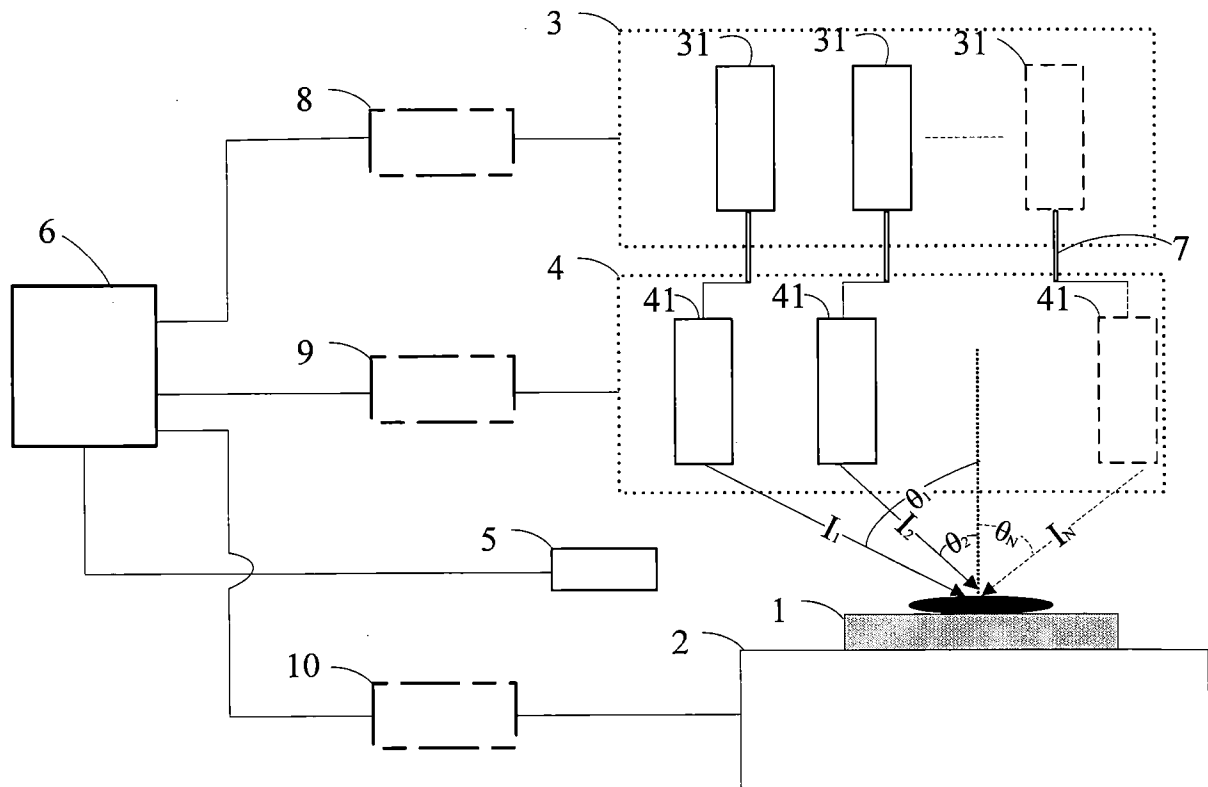


圖 4

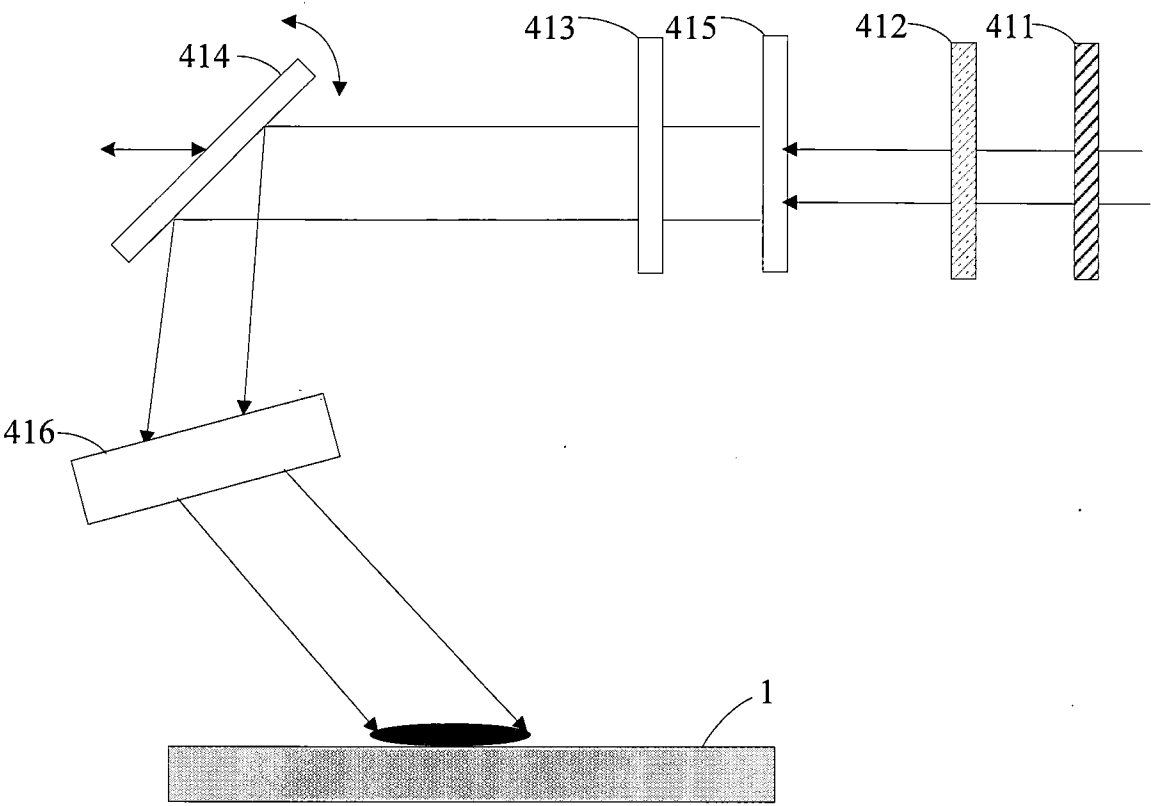


圖 5

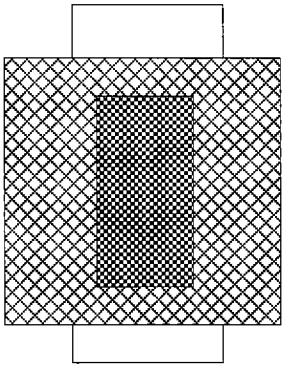


圖 6

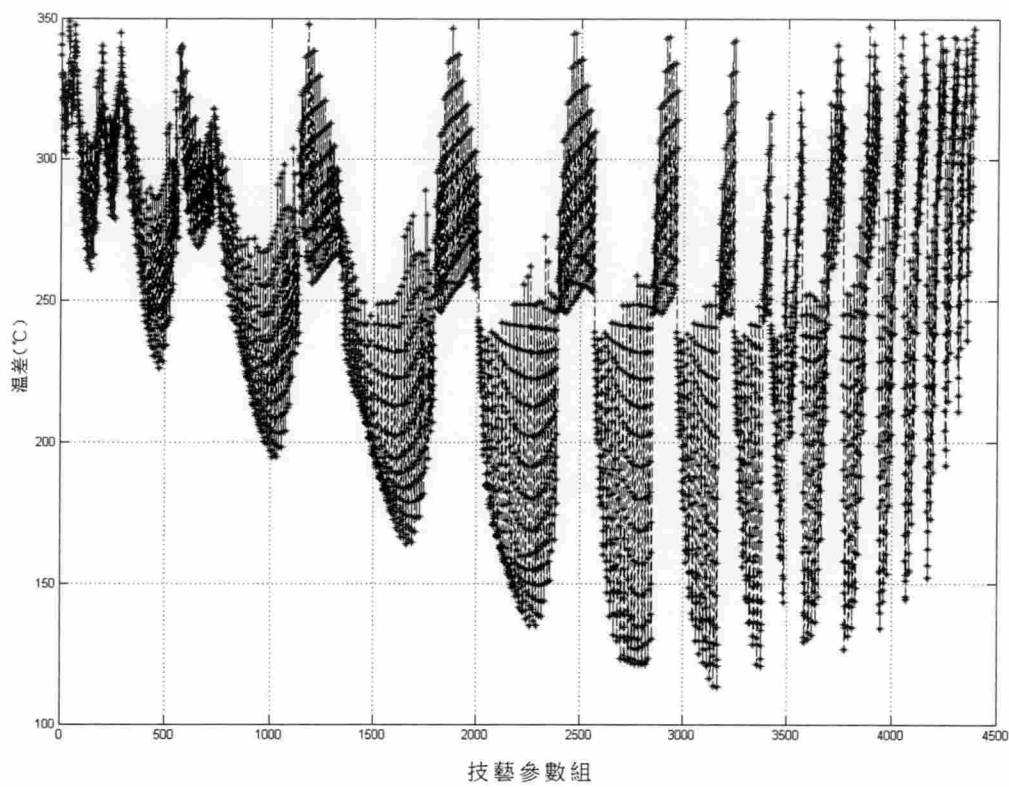


圖 7