

公告本

發明專利說明書

I223858

※ 申請案號：92109147

※ 申請日期：92 年 4 月 18 日

※IPC 分類：H01 C21/324

壹、發明名稱：(中文/英文)

掃描方式之熱通量處理

THERMAL FLUX PROCESSING BY SCANNING

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章) ID : C00189277

美商·應用材料股份有限公司

APPLIED MATERIALS, INC.

代表人：(中文/英文)(簽章)

瓊西 J. 史維尼

Joseph J. Sweeney

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號

3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/USA

參、發明人：(共 7 人)

姓名：(中文/英文)

1. 狄恩傑寧斯/Dean C. Jennings

2. 馬克彥/Mark Yam

3. 亞伯赫拉希 J. 梅尤/Abhilash J. Mayur

4. 維儂畢漢斯/Vernon Behrens

5. 保羅 A. 歐白恩/Paul A. O'Brien

6. 李歐尼德 M. 特提茲基/Leonid M. Tertitski

7. 亞歷山大高汀/Alexander Goldin

住居所地址：(中文/英文)

- 1.美國麻薩諸塞州比佛利梭羅圓環 6 號
6 Thoreau Circle, Beverly, MA 01915, U.S.A
- 2.美國加州蒙特塞立歐市葡萄藤地大街 17608 號
17608 Vineland Avenue, Monte Sereno, CA 95030, U.S.A.
- 3.美國加州莎尼拉斯市歐森廣場 17651 號
17651 Olson Place, Salinas, CA 93907, U.S.A.
- 4.美國加州聖荷西市菲爾威大道 5335 號
5335 Fairway Drive, San Jose, CA 95127, U.S.A.
- 5.美國加州聖荷西市庫克街 1129 號
1129 Cook Street, San Jose, CA 95126, U.S.A.
- 6.美國加州聖荷西市布魯斯特大街 15091 號
15091 Brewster Avenue, San Jose, CA 95124, U.S.A.
- 7.美國加州聖荷西市海德大街 1020 號
1020 Hyde Avenue, San Jose, CA 95129, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

- 1.美國/USA
- 2.美國/USA
- 3.美國/USA
- 4.美國/USA
- 5.美國/USA
- 6.美國/USA
- 7.美國/USA

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☒ V 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.美國；2002 年 4 月 18 日；10/126,419
- 2.美國；2002 年 7 月 23 日；10/202,119
- 3.美國；2002 年 12 月 18 日；10/325,497

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大致係關於一種半導體製造裝置。特定言之，本發明係指一種藉由一輻射線掃描一基板以加熱處理一基板之裝置與方法。

【先前技術】

積體電路(IC)市場持續朝向更大記憶體容量、更快轉換速度與更小特徵尺寸之需求發展。為了滿足這些需求，積體電路業者主要改變的步驟之一係為，將於大型爐管內批次處理多基板(如矽晶圓)的製程轉變為於小型反應處理室內之單一基板製程。

此類批次處理製程大致具有四項基本操作步驟，即為層狀堆積(layering)、圖案化(patterning)、摻雜(doping)與熱處理(heat treatment)。這些操作步驟多數需要加熱基板至高溫，以產生各式化學反應與物理反應。基於特定需求，以下將討論熱處理步驟與層狀堆積步驟。

熱處理步驟係為簡單地加熱與冷卻基板以達到特定結果。熱處理期間並無添加材料於基板內或自基板移除添加材料。熱處理步驟，諸如快速加熱製程(rapid thermal processing)或回火(annealing)，典型需要在短時間內提供一相對大之熱量(高溫)至基板，而後快速冷卻基板，以終止此熱處理步驟。在此類製程中，大量轉移至基板之熱量係為熟知之熱預算(thermal budget)。一材料之熱預算係為製程時間與溫度之函數。超小型 IC 製造中，亟需一低

熱預算，若製程時間十分短時，該低熱預算可僅在高溫狀態下被提供。

目前使用之熱處理步驟包括快速加熱製程與脈衝(瞬間)回火。儘管此類製程已廣泛地使用，但現行技術仍不理想。此類技術除了使基板處於長時間高溫狀態，並傾向慢速地升降基板之溫度。此問題在基板尺寸增加、轉換速度增加與/或特徵尺寸縮減時將更為嚴重。

一般而言，此類熱處理步驟依據一預定熱配方之控制條件升溫基板。此類熱配方基本包括：基板需被加熱到達之一溫度；溫度變化速度，如升溫與降溫速度；及維持熱處理系統於一特定溫度之一時間。舉例言之，熱配方可要求欲加熱之基板自周圍溫度加熱至 1200°C 或更高之特定溫度，並在每一特定溫度停留不超過 60 秒或更長之處理時間。

此外，為了滿足特定目的，諸如基板內之摻雜物之最低擴散，每一基板處於高溫狀態之時間需加以限制。為了達到該目的，溫度之升降速度較佳為高的升降速度。換言之，亟需於盡可能短的時間內使基板之溫度自低溫升至高溫或自高溫降至低溫，以降低熱預算。

此高升溫速度之需求係促使快速加熱製程(RTP)之產生，RTP 之典型升溫速度範圍係為每秒 $200-400^{\circ}\text{C}$ ，相較之下，傳統爐管之升溫速度範圍係為每分 $5-15^{\circ}\text{C}$ 。而 RTP 典型降溫速度範圍係為每秒 $50-150^{\circ}\text{C}$ 。第 1 圖之圖 100 係為不同習知熱處理製程之熱變化曲線。如圖所示，典型

RTP 系統之熱變化曲線 102 具有每秒 250°C 之升溫速度與每秒 90°C 之降溫速度。

RTP 系統的缺點係為即使 IC 裝置僅佔有基板幾微米的空間，但以 RTP 處理時仍須加熱整個基板。此缺點限制加熱與冷卻基板的速度。此外，一旦整個基板處於高溫狀態時，熱會逸散至周圍空間或結構。因此，目前 RTP 系統僅能達到每秒 400°C 之升溫速度與每秒 150°C 之降溫速度。

第 1 圖也顯示一雷射回火製程之熱變化曲線 104。雷射回火製程係被使用於薄膜電晶體 (TFT) 基板之製程中。此類系統係使用一雷射光點熔化多晶矽並再結晶多晶矽。整個 TFT 基板係藉由雷射光點遍及基板上之接續暴露場加以掃描以曝光整個基板。用於基板應用之一雷射脈衝係用以照射一暴露場約 20-40 十億分之一秒 (ns)，其中該暴露場係藉由遍及並向下掃描基板而獲致。如圖中所示之雷射回火之熱變化曲線 104，其升溫速度幾乎為每秒大量溫度的瞬間升溫。然而，雷射回火之雷射脈衝或閃光速度過快，且經常無法提供足以產生非熔融處理之有效回火時間。而鄰近暴露場之裝置或結構可能處於導致它們熔化之極限溫度或導致極少回火之過低溫度。再者，因基板不同部份以不同速度吸收熱，導致大幅地產生溫度梯度，以致基板每一部份難以獲致均一的熱曝量。此製程過快的熱擴散無法平衡溫度，係導致嚴重的圖案相依產生。因此，由於此類技術在加熱基板之過程中係可能使基板表面上之不

同區域產生大量不同的溫度，而導致一短距離之大幅地非均一性產生，故此類技術不適用於單一結晶矽回火製程。

另一種目前由加拿大 Vortek 公司所製造的熱處理系統係使用閃光輔助瞬間回火，其於短時間內提供高熱量至基板，而後快速冷卻該區域，以限制熱曝量。使用此熱處理系統應提供到達 1060°C 之一瞬間回火接合深度，而閃光增進活化作用需到達 1100°C 。一般而言，RTP 系統係升溫至約 1060°C 之欲求溫度，並在達到欲求之閃光溫度後立即降溫。此步驟係降低擴散量之產生並同時自高溫狀態獲致適當之活化作用。第 1 圖係也顯示此閃光輔助瞬間回火之熱變化曲線 106。

由上述可瞭解亟需一種以高升溫速度與高冷卻速度加以回火處理一基板之裝置與方法。此對於製造較小裝置可提供更好的控制，進而增進其之效能。此外，此類裝置與方法應確保基板之各點具有一實質均一的熱曝量，藉此降低圖案相依與可能缺陷的產生。

現將討論另一基本製造步驟：層狀堆積，此一步驟典型需要加入能量或熱。層狀堆積係使用各式技術，以使薄層或薄膜覆於基板表面，而各式技術中成長技術與沉積技術係為最廣泛使用之技術。在 IC 裝置中，此加入層係做為半導體層、介電層（絕緣層）或導體層。此類層必須滿足各式需求，諸如均一厚度、平坦表面、均一組合物及晶粒尺寸、應力釋放薄膜、純度與整合度。以下列舉一些常見需要添加能量之沉積技術：化學氣相沉積（CVD）、一熟知

之 CVD 變形：快速加熱化學氣相沉積(RTCVD)、一另一熟知之 CVD 變形：低壓化學氣相沉積(LPCVD)、與原子層沉積(ALD)。

CVD 係為最廣泛使用之沉積技術，其實質沉積諸如氮化矽(Si_3N_4)之一或多層或薄膜於基板表面上。CVD 製程期間，係注入最終薄膜內所需之含有各式氣體(諸如氮或二氯矽烷)之原子或分子於一反應處理室內。藉由諸如熱、光或電漿之高能量，加以誘發產生氣體間之化學反應。

沉積反應原子或分子在基板表面上，並形成一具有預定厚度之薄膜。接續，自反應處理室沖洗去除反應所產生之副產物。沉積速度可藉由控制施加能量之反應條件、存於反應處理室之氣體含量與氣體比例、與/或反應處理室內之壓力加以控制。

反應能量典型係以熱、誘導 RF、輻射、電漿或紫外光能量源加以提供。一般溫度範圍係由室溫至 1250°C ，更常用之範圍係由 250°C 至 850°C 。

目前不僅欲求現行的加熱驅動製程加熱基板至一高溫，同時也欲求基板不會暴露在高溫中過長的時間。換言之，欲求在盡可能短的時間內使基板由低溫升至高溫或自高溫降至低溫，亦即，具有一低熱預算。

然而，即便實際僅需加熱基板的表面，但現行的加熱驅動製程仍加熱整個基板。由於基板本身具有抗溫度改變的熱慣性，故加熱整個基板會限制基板升溫與降溫的速度。舉例而言，一旦整個基板處於高溫狀態，僅可藉由將

熱逸散至周圍空間或結構而冷卻基板。

VCD 與 LPCVD 中，各式氣體係同時供應或注入於反應處理室中。然而，反應氣體間產生的氣相反應係在反應處理室內包括基板周圍空間的任何位置發生。由於在周圍空間發生的反應會形成內嵌於薄膜內之顆粒，故周圍空間的反應是不欲求發生的。氣相反應係也形成流動沉積相依，此流動相依導致產生實質非均一性。

近來，ALD 的開發係解決上述 CVD 與 LPCVD 之氣相反應的問題。ALD 中，一第一氣體係注入反應處理室中。第一氣體之原子或分子黏附於基板之表面。而後，注入一排氣氣體以沖洗該第一氣體遠離反應處理室。最後，一第二氣體注入反應處理室，以與基板表面上之第一氣體反應。當第一與第二氣體同時不存在於反應處理室內時，周圍空間即不會發生氣相反應。此製程係排除關於周圍空間顆粒形成與流動相依的問題。然而，ALD 之沉積速度不快，約為每秒 1 埃。而 ALD 如同 CVD 同樣具有溫度限制與熱預算之問題。

鑑於上述問題，故亟需一種沉積層於基板上並可降低氣相反應問題之設備與方法。特定言之，此一設備與方法應可僅加熱基板之表面並提供高的升溫速度與降溫速度，亦即，提供低熱預算。此一設備與方法較佳可符合一般參數與特定參數，諸如均一層厚、平坦層表面、均一層之組合物與晶粒尺寸、低應力薄膜、純度、與整合性。

【發明內容】

本發明實施例係提供一種用於沉積層於基板上之設備。此設備係包含一反應處理室與一用於注入至少一氣體於反應處理室內之氣體注入器。此設備係也包含一連續波電磁輻射源、位於反應處理室內之一座臺、與設於連續波電磁輻射源及座臺間之聚焦光學元件。座臺係設以接收一基板置於其上。聚焦光學元件係設以聚焦自連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射，以在基板上表面形成一連續波電磁輻射線。此連續波電磁輻射線較佳遍及基板之寬度或直徑加以延伸。此設備更包含一轉移裝置，以使座臺與連續波電磁輻射線相對於另一者加以轉移。

本發明更提供一種沉積一或多層於基板上之方法。基板最初放置於反應處理室內。一或多種氣體係導入反應處理室。轉移輻射線之速度具有一預定速度。此預定速度係依據數種參數而決定，諸如處理基板之熱配方、基板之性質、連續波電磁輻射之功率源、輻射線之寬度、輻射線之功率源密度、或相似之參數。

而後，連續波電磁輻射係自一連續輻射波源發射並較佳被準直。接續，加以聚焦連續波電磁輻射，以形成遍及基板表面延伸之輻射線。而後，輻射線在固定預定速度下相對於基板加以轉移。

被導入之氣體與輻射線產生之熱之結合物，係引起至少一氣體反應並沉積一層於基板表面上。反應不欲求之副產物接續自反應處理室內加以沖洗去除。重複此製程直至

具有預定厚度之一層形成於基板之表面上。

本發明之另一實施例係提供一熱通量處理裝置。此熱通量處理裝置包含一連續波電磁輻射源、一座臺、聚焦光學元件、與一轉移裝置。連續波電磁輻射源較佳為一或多個雷射二極體(laser diode)。座臺係設以接收一基板置於其上。聚焦光學元件較佳設於連續波電磁輻射源與座臺間，並設以聚焦自連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射，以在基板之上表面上形成一連續波電磁輻射線。連續波電磁輻射線較佳遍及基板整個寬度加以延伸。轉移裝置係設以使座臺與連續波電磁輻射線相對於另一者加以轉移，並較佳包含用於緊固基板之一卡匣。

此實施例更提供一種加熱處理一基板之方法。連續輻射波在基板之上表面處加以聚焦形成一輻射線。此輻射線在一固定預定速度下相對於表面加以轉移。此使得基板之每一點具有一實質均一之熱曝量或熱歷史。製程控制係藉由調整掃描速度而非調整照射功率加以達成，藉此簡化設備之控制。此方法容許大幅地局部加熱卻不會有缺陷產生。

因此，本發明可在任一預定時間僅加熱基板表面之一小部分。此降低全部輻射功率源需求。事實上，在一300公釐基板上，當在任一時間僅加熱基板之一弦時，係可以僅5千瓦之輻射源達到每平方公分150千瓦之能量密度。

藉由在任一預定時間加熱一小區域，係可達成在一基板上以僅數千瓦之輻射功率源產生每秒大量溫度之高升溫

速度。此外，此高升溫速度可在整體基板溫度上升之前，使欲加熱之上表面由周圍溫度加熱至 1200°C 或更高之溫度，並降溫至接近周圍溫度之溫度。

上述之設備與方法可在千分之一秒或更低之時間下，加熱基板表面至任一合理溫度。此外，當輻射線僅施加熱於基板表面時，氣體之反應僅於表面發生。此容許多重氣體可同時注入，而不會在遠離基板表面處發生不欲求之氣相反應，其中室溫之反應可被忽略。此方法可於大氣壓力下加以實施並導致反應物更快分解，藉此具有高的沉積速度。

本發明之另一實施例係提供一種加熱處理裝置，該裝置包含一座臺、一連續波電磁輻射源、一組透鏡、一轉移裝置、一偵測模組與一電腦系統。座臺係設以接收一基板置於其上。連續波電磁輻射源係鄰近座臺設置，並設以發射沿著朝向基板之一路徑之連續波電磁輻射。一組透鏡係設於連續波電磁輻射源與座臺間。該組透鏡係設以在基板表面上，聚焦連續波電磁輻射以形成一連續波電磁輻射線。聚焦步驟係使輻射收斂或聚集或朝向連續波電磁輻射線而完成。轉移裝置係設以使座臺與連續波電磁輻射線相對於另一者加以轉移。偵測模組係位於路徑內，並設以偵測連續波電磁輻射。在一較佳實施例中，偵測模組係位於該組透鏡間，較佳位於放大透鏡與剩餘透鏡間，該些透鏡係設以聚焦連續波電磁輻射。電腦系統係耦接至偵測模組。同樣地，在一較佳實施例中，連續波電磁輻射線之寬

度係不寬於 500 微米，且其具有至少每平方公分 30 千瓦之功率密度。

偵測模組較佳包含至少一發射功率偵測器，以偵測自連續波電磁輻射源發射之已發射連續波電磁輻射。偵測模組較佳包含至少一反射功率偵測器，以偵測自表面所反射之被反射連續波電磁輻射。提供至少一光束分散器，以取樣已發射連續波電磁輻射之部分，或取樣被反射連續波電磁輻射之部分。光束分散器較佳設於連續波電磁輻射模組與座臺間，更佳位於該組透鏡間，最佳位於放大透鏡與剩餘透鏡間，該透鏡係設以聚焦連續波電磁輻射。在一實施例中，發射功率偵測器與反射功率偵測器係偵測 810 奈米之連續波電磁輻射。設置至少一溫度偵測器，藉由偵測波長大於 810 奈米之連續波電磁輻射，以偵測連續波電磁輻射處之表面溫度。一分散器較佳設於溫度偵測器與連續波電磁輻射線間。分散器係設以使僅具有波長大於 810 奈米之連續波電磁輻射通經並到達溫度偵測器。分散器係設以使光學高溫計之操作介於 900 奈米與 2000 奈米間，特定為 1500 奈米。

電腦系統較佳包含用以決定已發射功率的程式，用以決定被反射功率的程式，及用以決定控制功率之程式，其中該已發射功率係被發射至發射功率偵測器，該被反射功率係被反射至反射功率偵測器，該控制功率係根據被偵測功率、已發射功率、與/或被反射功率加以供應至之連續波電磁輻射源。電腦系統也可包含用以決定反射率之反射

率程式。反射率係正比於被反射功率除以已發射功率之值。電腦系統也可包含用以決定連續波電磁輻射線處之表面溫度的溫度程式。該溫度係正比一吸收功率，該吸收功率係等於已發射功率減去被反射功率之值。

該組透鏡較佳包含至少一放大透鏡，該放大透鏡設於連續波電磁輻射源與座臺間。至少一放大透鏡係設以放大自連續波電磁輻射源發射之連續波電磁輻射光束，以形成一連續波電磁輻射放大光束。該組透鏡更可包含一系列排列於連續波電磁輻射源與座臺間之多個圓柱形透鏡。多個圓柱形透鏡係設以聚焦連續波電磁輻射放大光束，以在基板表面上形成連續波電磁輻射線。

連續波電磁輻射源至少包含多組相對立之雷射二極體模組，其中每一多組相對立雷射二極體模組較佳分開地加以控制。同樣地，一個別偵測模組係較佳提供於每一組雷射二極體。

一插入式連接器係較佳設於連續波電磁輻射源與該組透鏡間。插入式連接器係較佳使用介電疊層，以增進連續波電磁輻射波長之反射。

自基板發射之熱發射訊號，係較佳經由該組透鏡與插入式連接器並在大於連續波電磁輻射波長之一波長處加以量測。插入式連接器係使用充填比率增進光學元件，以縮減該組透鏡之尺寸。

一調節裝置也可加以提供，以使連續波電磁輻射源與座臺朝向另一者移動。其係使電腦系統根據偵測模組之量

測值加以控制調節裝置，以維持連續波電磁輻射線聚焦於表面上。在一替代實施例中，提供一反射性表面，以使分散連續波電磁輻射之方向，回轉朝向連續波電磁輻射線。

本發明之另一實施例係提供一加熱處理方法。基板之表面係以一預定功率密度在一預定時間下加以加熱。其係使欲加熱之基板表面自周圍溫度(T_A)加熱至一製程溫度(T_P)，而表面下之預定深度之溫度(T_D)仍小於周圍溫度加上製程溫度減去周圍溫度的一半($T_D \leq T_A + (T_P - T_A)/2$)。在一較佳實施例中，預定功率密度至少為每平方公分 30 千瓦，預定時間係介於 100 微秒與千分之 100 秒間，周圍溫度係低於約 500°C ，製程溫度約大於 700°C ，而預定深度係為一利害深度(depth of interest)的 10 倍，其中該利害深度係為裝置結構在矽內之最大深度。

加熱處理方法也可包含最初以一熱增進層加以覆蓋表面。同樣地，任一分散連續波電磁輻射可被反射而回轉朝向輻射線。連續波電磁輻射之已發射功率與自表面被反射之連續波電磁輻射之被反射功率可加以量測。而後，比較被反射功率與已發射功率。連續波電磁輻射所供應之功率可根據該比較結果加以控制。同樣地，一遠離基板之熱發射個別量測值，係在實質不同於被反射連續波電磁輻射之一波長之該連續波電磁輻射線之一聚焦所量測獲致。在該線之表面處之溫度可加以決定。同樣地吸收率、反射率與發射率可加以決定。

在聚焦之前，選擇相對於一掃描方向之基板最適化定

位。最適化定位係在確定掃描方向後加以決定，以與基板之主要滑動平面具有最小的重疊。同樣地，基板可被預加熱。預加熱步驟係至少包含一或多道以連續波電磁輻射源預掃描之步驟，並較佳使用一熱盤加以實施。

進一步，本發明之該組透鏡係包含至少一放大透鏡與多個圓柱形透鏡。放大透鏡係設於連續波電磁輻射源與座臺間。放大透鏡係設以放大連續波電磁輻射之光束，以形成一連續波電磁輻射放大光束。多個圓柱形透鏡係較佳一系列地排列於至少一放大透鏡與座臺間。多個圓柱形透鏡係設以聚焦連續波電磁輻射放大光束，以在基板表面上形成一連續波電磁輻射線。當多個圓柱形透鏡為球形或非球形時，該至少一放大透鏡較佳包含兩放大透鏡。部分多個圓柱形透鏡可為球形而其他可不為球形。一氣體注入器可鄰近多透鏡加以提供，以循環多透鏡間之冷卻排氣氣體。

進一步提供用於加熱處理裝置之一自動聚焦裝置。自動聚焦裝置係包含一連續波電磁輻射模組、一座臺、至少一光偵測器、一轉移裝置、一調節裝置、及一控制器。連續波電磁輻射模組係設以聚焦連續波電磁輻射，以於基板之表面上形成一連續波電磁輻射線。座臺係設以接收一基板置於其上。至少一光偵測器係耦接至座臺。至少一光偵測器係設以量測連續波電磁輻射之強度。轉移裝置係設以使座臺與連續波電磁輻射線相對於另一者加以轉移。調節裝置係耦接至座臺，並設以調節座臺之高度、轉動與傾斜度。最後，控制器係耦接至連續波電磁輻射模組、至少一

光偵測器、轉移裝置、與調節裝置。至少一光偵測器較佳包含三個內嵌於座臺內之光偵測器。三個光偵測器與控制器係設以量測座臺相對於連續波電磁輻射模組之傾斜度、轉動與高度。

在使用中，連續波電磁輻射線係於基板之表面上自動聚焦。提供自動聚焦裝置之後，具有至少一孔徑通經之一工具基板係位於座臺上。至少一孔徑以至少一光偵測器加以校準。而後，至少一孔徑係以自連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射加以照射。而後，連續波電磁輻射之強度以至少一光偵測器加以量測，並根據所量測之強度加以調節座臺與連續波電磁輻射源之相對位置。

而後，座臺與連續波電磁輻射源相對於另一者被橫向地轉移，以校準工具基板內之另一孔徑。而後，另一孔徑係以自連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射加以曝光。而後，另一光偵測器係感應到連續波電磁輻射之另一強度。最後，根據所量測之另一強度加以調節座臺與連續波電磁輻射源之相對位置。重複進行該些步驟直至座臺位於相對於連續波電磁輻射源之一預定位置。

尚有另一實施例提供一種用於加熱處理一半導體基板之方法。連續波電磁輻射係被聚焦，並形成部分遍及半導體基板之表面加以延伸之連續波電磁輻射線。而後，連續波電磁輻射線與表面在一固定預定速度下相對於另一者加以轉移。輻射線接續沿著其之長度偏移相等或略小於其之長度之一距離。連續波電磁輻射線與表面再次於一固定預

定速度下相對於另一者加以轉移。此過掃描(over-scanning)步驟係使基板每一暴露點具有一實質均一的熱曝量。

【實施方式】

第 2A 圖係為本發明之一實施例用於加熱處理基板之一裝置 200 之側視圖。加熱處理基板係為任一具有本發明下述特徵之加熱製程。此一加熱製程之示範實施例包含基板之加熱回火製程或使用於化學氣相沉積(CVD)之加熱製程，此兩項製程步驟將於各圖中加以描述。

裝置 200 至少包含一連續波電磁輻射模組 201、設以接收一基板 214 置於其上之一座臺 216、與一轉移裝置 218。連續波電磁輻射模組 201 至少包含一連續波電磁輻射源 202，與設於連續波電磁輻射源 202 與座臺 216 間之聚焦光學元件 220。

在一較佳實施例中，基板 214 係為任一合適之基板，諸如一單一結晶矽基板、絕緣層上覆矽(silicon on insulator;SOI)、鍺化矽(Silicon Germanium)或其合金、用於製作薄膜電晶體(TFT)之具有一矽層置於其上之玻璃或石英基板、或其相似物。然而，應瞭解的是由於單一結晶矽基板具有高於 TFT 之熱傳導性，且單一結晶矽基板之應用需要更嚴格之熱製程控制，因此單一結晶矽基板之熱通量(thermal flux)製程較 TFT 基板更為困難。

連續波電磁輻射源 202 可發射「連續波」或電磁輻射線，諸如一光。「連續波」係指，此輻射源係設以連續地

發射輻射，亦即，非爆炸、脈衝或閃光輻射。此十分不同於雷射回火所使用的雷射，該雷射典型使用爆炸或閃光光束。

此外，當連續波電磁輻射在接近或位於基板表面處需被吸收時，其具有可被基板吸收之輻射波長範圍。在此類矽基板中，連續波電磁輻射之波長範圍較佳為 190 奈米至 950 奈米間，更佳為接近 808 奈米。

一高功率連續波電磁輻射雷射源可替代地於紫外光 (UV) 或接近紫外光之範圍加以操作，其中此連續波電磁輻射雷射源所產生的波長係強大地藉由多數其他反射性材料加以吸收。

連續波電磁輻射源 202 在一較佳實施例中，可連續地發射輻射至少 15 秒。同樣地，連續波電磁輻射源 202 在一較佳實施例中至少包含多個雷射二極體，每一雷射二極體係於相同波長提供均一同調光。在又一較佳實施例中，雷射二極體之功率範圍係為 0.5 千瓦至 50 千瓦，但較佳為接近 5 千瓦。合適之雷射二極體係由美國加州聖克拉之相幹公司 (Coherent Inc.)、美國加州之 Spectra-Physics 公司或密蘇里查理街之 Cutting Edge Optonics (CEO) 公司加以製造。雖然另一合適雷射二極體係為 Spectra-Physics 公司之 MONSOON 多帶模組 (multi-bar module; MBM)，其提供 40 至 480 瓦之連續波功率於每一雷射二極體模組，但一較佳雷射二極體仍由 CEO 公司所製造。

聚焦光學元件 220 較佳包含一或多個準直器 206 以準

直自連續波電磁輻射源 202 所發射之輻射 204，形成為一實質平行光束 208。此已準直之輻射 208 而後藉由至少一透鏡 210 加以聚焦，以於基板 214 之上表面 224 上形成輻射線 222。

透鏡 210 係為任一合適之透鏡或一組透鏡，其可聚焦輻射為一輻射線。在一較佳實施例中，透鏡 210 係為圓柱形透鏡。透鏡 210 可替換為一或多個凹透鏡、凸透鏡、平面鏡、凹面鏡、凸面鏡、折射透鏡、繞射透鏡、Fresnel 透鏡、漸變折射率 (gradient index) 透鏡、或其相似物。聚焦光學元件 220 將參考第 11 圖進一步詳細描述。

如以下所解釋，座臺 216 係為任一可於轉移期間緊固基板 214 之平台或卡匣。在一較佳實施例中，座臺 216 係包含緊固基板之一裝置，諸如一摩擦力的、重力的、機械的或電子式系統。合適之緊固裝置包含機械夾鉗、靜電卡匣或真空卡匣、或其相似物。

裝置 200 係也包含一轉移裝置 218，該轉移裝置 218 係設以使座臺 216 相對於輻射線 222 加以轉移。另一實施例中，轉移裝置 218 係耦接至座臺 216，以使座臺 216 相對於連續波電磁輻射源 202 與/或聚焦光學元件 220 而移動。在另一實施例中，轉移裝置 218 係耦接至連續波電磁輻射源 202 與/或聚焦光學元件 220，以使連續波電磁輻射源 202 與/或聚焦光學元件 220 相對於座臺 216 而移動。在又一實施例中，轉移裝置 218 係均移動連續波電磁輻射源 202 與/或聚焦光學元件 220 及座臺 216。任一合適轉

移裝置可加以使用，諸如一傳送帶系統、齒條與小齒輪系統、或其相似物。

轉移裝置 218 較佳耦接至一控制器，以控制座臺 216 相對於輻射線 222 之掃描速度。此外，座臺 216 相對於輻射線 222 之轉移較佳沿著垂直於輻射線 222 並平行於基板 214 之上表面 224 之路徑加以轉移。在一較佳實施例中，轉移裝置 218 係以一固定速度加以移動。對於 35 微米寬的輻射線，此一固定速度較佳為接近每秒 2 公分。在另一實施例中，座臺 216 相對於輻射線 222 之轉移係非沿著垂直於輻射線 222 之路徑。

第 2B 圖係為沿著第 2 圖之剖面線 2B-2B'，其基板與座臺之上視圖。在一較佳實施例中，基板 214 係為一直徑為 200 公釐或 300 公釐且厚度接近 750 微米之圓形基板。同樣地，在一較佳實施例中，輻射線 222 具有至少遍及基板 214 之寬度或整個直徑加以延伸之一長度。輻射線 222 之一寬度 228 範圍也較佳介於 3 微米至 500 微米間。然而，在一較佳實施例中，輻射線之一寬度 228 係接近 35 微米。此寬度係於輻射強度最大值之一半加以量測(即為熟知之半高寬(Full Width Half Max;FWHM))。在所有實施例中，輻射線之長度係大於其之寬度。在一較佳實施例中，輻射線 222 係線性地於基板 214 上移動，以致輻射線垂直於移動方向，亦即，輻射線總是維持平行於基板之固定線或弦 252 之方向。

輻射線之較佳功率密度係介於每平方公分 10 千瓦與

每平方公分 200 千瓦之間，而名義上之範圍係接近每平方公分 60 千瓦。在此功率密度時，其無法立即照射基板之整個表面，但有可能以具有此強度之輻射線掃描整個基板。舉例而言，一實施例係使用尖端功率密度為每平方公分 70 千瓦且寬度為 400 微米之輻射線以每秒 100 公分加以掃描，以使基板表面以超過每秒 4 百萬 $^{\circ}\text{C}$ 之升溫速度與降溫速度被加熱至接近 1170°C 之溫度。

第 3 圖係為本發明之另一實施例用於加熱處理基板之另一裝置 300 之側視圖。此實施例係顯示聚焦光學元件 320 之另一配置。在此實施例中，聚焦光學元件 320 至少包含一透鏡 210 與一或多個輻射導引，諸如一或多個光纖 308 與稜鏡 306。其他輻射導引，諸如一波導、鏡子與散光器，也可加以使用。

自連續波電磁輻射源 202 所發射出的輻射係指向稜鏡 306，稜鏡 306 再使輻射轉而朝向一或多個光纖 308。

輻射通經光纖並朝向透鏡 210 加以傳送，其中輻射係於透鏡 210 被聚焦成為輻射線 222。

應瞭解的是上述聚焦光學元件 220(第 2 圖)或 320 之多種不同組合物，係可用以傳送並聚焦自連續波電磁輻射源所發射之輻射成為一輻射線。同樣地，任一適於製作一均一輻射分散之裝置，諸如一輻射散光器，可加以使用。

第 4 圖係為加熱處理基板 214(第 2A 圖)之方法流程圖 400。第 2 圖與第 3 圖所示之裝置係於步驟 402 加以提供。而後，控制器 226(第 2A 圖)在步驟 404 決定掃描速

度，其中輻射線 222(第 2A 圖)與基板將相對於另一者加以移動。此決定步驟係依據處理基板之熱配方、基板性質、連續波電磁輻射源 202(第 2A 圖)之功率、輻射線之寬度、輻射線之功率密度等加以決定。

連續波電磁輻射源 202(第 2A 圖)係於步驟 406 發射連續輻射波 204(第 2A 圖)。此輻射 204 係於步驟 408 較佳被準直，以成為已準直輻射 208(第 2A 圖)。此已準直輻射 208(第 2A 圖)於步驟 410 被聚焦成為一輻射線 222(第 2A 圖)。依照預定掃描速度，座臺 216(第 2A 圖)與輻射線 222(第 2A 圖)係於步驟 412 藉由轉移裝置 218(第 2A 圖)相對於彼此加以轉移。此轉移步驟係沿著垂直於輻射線 222 並平行於基板上表面之路徑加以移動，以致輻射線於整個基板 214 上加以移動。在一較佳實施例中，轉移裝置 218 於基板之上表面上以接近每秒 2 公分之速度加以掃描輻射源與聚焦光學元件。

第 5 圖為第 4 圖所述之方法，在實施加熱處理期間，固定於基板上之一點並自該點穿過基板之時間與深度相對於溫度之分佈圖 500。溫度軸 502 係指固定點介於 0 至 1400°C 間之一溫度。軸 504 係指固定點由上表面 224(第 2B 圖)進入基板 214 之一深度。軸 506 係指某一點於開始掃描之後以秒為計算單位之一時間。固定點係設於 508。

當輻射線 222(第 2B 圖)遍及基板 214(第 2B 圖)之上表面 224(第 2B 圖)加以掃描，輻射線於基板上之一線或弦產生熱。輻射線到達固定點之前，固定點之溫度，包括

固定點之上表面與遍及基板截面之溫度，係為周圍溫度，參考數字 516 係指此周圍溫度。一旦輻射線到達固定點 508，上表面之溫度即升溫至製程溫度，諸如參考數字 510 所示，其以每秒 10^6 °C 之速度升溫至 1200°C (或其他製程欲求之溫度)。同時，基板係作為一熱槽，導致遠離表面之溫度急速下降，如參考數字 512 所示。舉例而言，如第 5 圖所示，遠離上表面 0.04 公分之該點溫度係接近 200°C 。因此，熱效應大致僅位於上表面。此結果對於大致僅鄰近基板上表面 224 之區域需要加熱處理之情形特別有助益。

如 514 所示，當輻射線行經固定點上並遠離時，其溫度快速下降。再次說明，此結果係因基板作為一熱槽，以擴散上表面之熱遍及至其自身溫度較低部分。先前加熱系統係無法達成此一結果，如 RTP 系統，其係同時加熱整個基板，使得整個基板處於高溫狀態，因此整個基板不易逸散熱至溫度較低的區域。事實上，RTP 於時間梯度上不會形成如第 5 圖所示之熱差狀態，RTP 所呈現的圖形係為於 1100°C 延伸約一秒之平面圖形。一秒之尺寸係大於第 5 圖所示之時間週期尺寸的 400 倍。

因此，本發明與先前製程不同，本發明以一預定功率密度及一預定時間長度(接近千分之 1 秒)加熱基板之表面，以使基板之表面由較佳為低於 500°C 之周圍溫度(T_A)加熱至較佳大於 700°C 之製程溫度(T_P)。同時，表面下之一預定深度的溫度(T_D)係維持低於周圍溫度加上製程溫度減去周圍溫度的一半，亦即， $T_D \leq T_A + (T_P - T_A)/2$ 。此預定

深度接近利害深度的十倍，亦即，矽內之裝置結構之最大深度的十倍。在一典型矽基板內，裝置結構之最大深度約為 3 微米。

因熱具有足夠時間由局部強熱吸收區域擴散至較低熱吸收區域，故此熱移轉至基板主體係增進均一的熱曝量。同樣地，圖案密度效應也可比得上 RTP。然而，相較 RTP 需加熱數百微米厚度之基板，此短的時間範圍係足以限制熱轉移擴散深度至數微米深，藉此大幅降低功率需求量。應瞭解的是基板主體不被加熱，藉此提供一用於降溫之理想熱槽。

先前雷射回火系統所考量的部分係為在基板之小區域快速加熱所引起的應力缺陷。因此，進一步著手測試本發明之熱通量製程是否會於基板內引起任何應力缺陷。尖端應力在接近最大溫度梯度，非最高溫度，加以產生。若輻射線合適的窄且加熱深度合適的淺，其有可能在遠離最高溫度區域處，呈現最大熱梯度區域，藉此增加傾斜度視窗並降低缺陷。在此實驗中，一樣本以一輻射線在每秒 20 公分之速度下加以掃描，該輻射線具有每平方公分 60 千瓦之尖端功率密度及 400 微米寬。本發明可遠離尖端溫度呈現尖端熱梯度，藉此可形成適用於以 1 千電子伏特硼植入之 70 奈米節點而無引起任何斷層之超淺層 (ultra shallow junction; USJ)。僅獲致典型植入引起之相關缺陷。

第 6 圖係為本發明另一實施例用於沉積層於基板上之一裝置 600 之側視圖。裝置 600 相似於第 2A 圖與第 2B

圖所示之裝置 200 及第 3 圖所示之裝置 300。具有相同參考數字之元件係相同於第 2A 圖與第 2B 圖所示之元件。此外，裝置 600 可用於實施沉積製程，諸如 CVD、ALD 或相似製程。

除了第 2A 圖與第 2B 圖所述之元件外，裝置 600 係顯示包含多種元件之反應處理室 602。至少一注入器 604 係用以導入或注入一或多種氣體 616 於反應處理室 602 內。氣體注入器 604 較佳包含一或多種氣體源 612(1)-(N)，該氣體源不固定地藉由導管 610 耦接至氣體歧管 606 內之一或多個氣體注入線 608。氣體注入器 604 可位於反應處理室 602 內之任一合適位置。舉例而言，氣體可由反應處理室之側邊注入，並垂直於輻射線與基板表面間相對移動之方向、遍及基板之表面加以流動，或可如圖所示，氣體由基板之上方注入。

第 6 圖所示之實施例中，連續波電磁輻射係藉由準直器加以準直、藉由稜鏡 306 轉而朝向基板之方向、並藉由透鏡 210 聚焦為一輻射線。然而，應瞭解的是，如上所述，聚焦光學元件 220 可包含任一可於基板 214 之上表面聚焦一能量線之合適聚焦光學元件。進一步，應瞭解的是，聚焦光學元件可置於處理室之外側，其中輻射線經一透明視窗進入處理室內。再者，處理室與/或氣體源可採用任一合適形狀與/或配置。

第 7 圖係為第 6 圖所示之實施例用於沉積一或多層於基板上之方法流程圖 700。一基板 214(第 6 圖)在步驟 702

設於反應處理室 602(第 6 圖)內。而後，層 614(第 6 圖)內所需之含有一或多種氣體 606(第 6 圖)，諸如氨氣(NH_3)與二氯矽烷(dichlorosilane;DCS)，之原子或分子係在步驟 704 被導入含有基板 214(第 6 圖)之反應處理室 602(第 6 圖)。如下所述，用於轉移輻射線 222(第 6 圖)之一預定速度係在步驟 706 被決定。此預定速度係依據多種參數而加以決定，諸如用於處理基板之熱配方、基板性質、連續波電磁輻射功率、輻射線寬度、輻射線之功率密度、或相似物。在一較佳實施例中，此預定速度約接近每秒 2 公分。而後，如上所述，連續波電磁輻射係在步驟 708 自一連續波電磁輻射源 202(第 6 圖)發射。連續波電磁輻射較佳在步驟 710 藉由準直器 206(第 6 圖)加以準直。

連續波電磁輻射接續在步驟 712 加以聚焦以成為遍及基板之上表面 224(第 6 圖)延伸之一輻射線 222(第 6 圖)。在一較佳實施例中，輻射線之寬度 228(第 6 圖)約為 35 微米。而後，輻射線在步驟 714，相對於表面以上述之固定預定速度加以轉移。此轉移步驟係於控制器 226 之控制下藉由轉移裝置 218(第 6 圖)加以進行。

導入之氣體 616(第 6 圖)及輻射線所產生的熱之結合物，係導致至少一氣體 616 反應並沉積一層 614(第 6 圖)於基板表面上。此反應可為氣體間之化學反應、一或多種氣體之分解或相似反應。而後，反應中不欲求之副產物係於步驟 716 自反應處理室加以沖洗移除。

重複此製程步驟直至具有一預定厚度之一層 614(第 6

圖)形成於基板 214(第 6 圖)之上表面 224(第 6 圖)。預定掃描速度較佳大於上述用於熱通量回火所需之速度，如需要使用多掃描以建立一薄膜/層。每一沉積層之厚度典型為 8 埃至 10 埃。所需之薄膜/層之厚度變化範圍，係由快閃記憶體使用之隧道式氧化層之 20 埃變化至間隙壁應用之 1500 埃。因此，較佳掃描速度範圍大致由每秒數公分至每秒 1 公尺。較佳之輻射線寬度 228(第 6 圖)係相同於上述之寬度。

化學反應可藉由下列方法加以控制：藉由調整連續波電磁輻射或輻射線以控制基板表面之溫度；控制導入反應處理室之氣體量與/或氣體比率；及控制反應處理室之壓力。

上述之方法可在千分之一秒或更少的時間加熱基板表面至任一合理溫度。此外，當正好鄰近表面之氣體藉由輻射線被加熱時，氣體反應僅於表面或鄰近表面發生反應。由於輻射線持續移動，故此加熱過程十分短暫，因此僅有正好鄰近表面之氣體發生反應。由於遠離表面之氣體從不變熱，故可抑制不欲求之氣相反應發生。此使欲同時注入之多氣體，在遠離基板表面時不會引起不欲求之氣相反應發生。

在一較佳實施例中，上述方法係在介於數托耳至大氣壓力以上間之一壓力加以實施，其中較佳為大氣壓力。第 8 圖係顯示反應物在該壓力下並於該短的時間內發生有效分解的模擬圖。同樣地，在一較佳實施例中，輻射線之溫

度取決於被沉積之薄膜/層，但大致範圍為 600°C 至 900°C。

第 8 圖係為第 6 圖實施例在 850°C、740 托耳用於矽烷分解之蒙特卡羅 (Monte Carlo) 模擬結果圖 800。Meyerson, Scott 與 Tsui, Chemtronics 1 (1986) 150 已公開此模擬在較低壓力之一決定模型，在此以參考文獻併入本文中。

圖 800 係顯示典型為 CVD 氣體之一矽烷，諸如二氯矽烷 (DCS)，分解成為沉積於基板表面上所需之分子。分解反應係於 850°C 與接近大氣壓力之 740 托耳發生。在此溫度與壓力下，分解反應發生的全部時間約為 6×10^{-4} 秒。此溫度與掃描速度僅可由本發明加以提供，而先前方法當提供足夠發生反應之時間，無法在此一短時間內達到此一高溫度。

上述用於沉積一層於基板上之裝置與方法具有多種優點。舉例而言，因在短時間內升溫，故具有低的製程熱預算。

此外，當輻射線僅施加熱於基板表面，氣體之反應僅於表面發生。此縮減氣相傳送限制。此也縮減遠離表面之氣相反應，藉此避免基板表面上不欲求顆粒之形成。此外，此方法可於大氣壓力下實施，導致反應物，諸如矽烷，更快地分解，藉此增進高沉積速度。

第 9A 圖為本發明之另一實施例用於加熱處理基板之另一裝置 900 之側視圖。裝置 900 係相似於第 2A 圖與第

2B 圖所示之裝置 600。除了下述之差異，相同命名之元件係為相似物。

裝置 900 至少包含一連續波電磁輻射模組 902、設以接收一基板 906 置於其上之一座臺 904、及用於使座臺 904 相對於連續波電磁輻射模組 902 移動之一轉移裝置(未顯示)。連續波電磁輻射模組 902 較佳包含至少一連續波電磁輻射源 908(A+B)與位於連續波電磁輻射源 908(A+B)與基板 906 間之光學元件 910(A+B)。如上所述，基板 906 係為任一合適的基板，諸如單一結晶矽基板、絕緣層覆矽(SOI)、鍺化矽或其合金、用於製作薄膜電晶體(TFT)之具有矽層置於其上之玻璃或石英基板、或相似物。

連續波電磁輻射源 908(A+B)係相似於上述第 2A 圖之連續波電磁輻射源 202。在一較佳實施例中，連續波電磁輻射源 908(A+B)係提供到達 9 千瓦之輻射，該輻射藉由光學元件 910(A+B)在基板表面上，加以聚焦成為 30 微米寬及至少 300 公釐長之一輻射線。同樣地，在一較佳實施例中，連續波電磁輻射源 908(A+B)包含裝置 900 一側上之 15 個雷射二極體模組 908(A)與裝置 900 另一側上之 16 個雷射二極體模組 908(B)。如第 9B 圖所示，雷射二極體模組 908(A)相對於雷射二極體模組 908(B)交錯排列，亦即，自雷射二極體模組 908(A)發射之輻射與自雷射二極體模組 908(B)發射之輻射相互交叉。同樣地，在一較佳實施例中，每一組相對立雷射二極體模組係電子式地耦接至一或多個功率源 916。每一單一雷射二極體模組或雷射

二極體模組之組合物可替代地藉由一或多個功率源提供動力。功率源 916 係電子式地耦接至一電腦系統 914。

在一較佳實施例中，如熟習此項技藝者所熟知，一冷卻流體，諸如水，係在連續波電磁輻射源 908(A+B)內循環以保持其之冷卻狀態

光學元件 910(A+B)包含相似於上述聚焦光學元件之聚焦光學元件 910(A)，及一插入式連接器 910(B)。插入式連接器 910(B)將參考第 10 圖於以下描述，而聚焦光學元件 910(A)將參考第 11 圖於以下描述。

如以下參考第 11 圖所描述，裝置 900 也較佳包含耦接至電腦系統 914 之偵測模組 912(A+B+C)。

電腦系統 914 包含用以實施以下第 13 圖所描述之方法之指令與/或程序。

第 9C 圖為本發明又一實施例用於加熱處理基板 962 之另一裝置 950 之後視圖。在此實施例中，連續波電磁輻射線無法遍及基板 962 整個寬度延伸，確切言之，僅部分遍及基板之直徑或寬度加以延伸。換言之，連續波電磁輻射線之長度 960 係小於基板之直徑或寬度 968。

在使用中，連續波電磁輻射線較佳遍及基板表面形成大於一個掃描步驟。每一接續掃描較佳重疊先前之掃描區域，以致沿著輻射線長度增進均一熱曝量。輻射線移動裝置 966 係用以使連續波電磁輻射線沿著輻射線之長度相對於基板加以移動，亦即，實質與輻射線之長度在同一直線上但實質垂直掃描方向。此以重疊掃描平均基板上各點之

熱曝量之方法，係相似於 RTP 使用旋轉平均熱量之方法。

輻射線移動裝置 966 較佳轉移連續波電磁輻射模組 (輻射源 954 與透鏡 956)，以相對於基板加以轉移連續波電磁輻射線。座臺 964 可替代地相對於輻射線加以轉移，或輻射線與座臺相對於彼此轉移。

此外，因連續波電磁輻射線之長度 960 僅需部分遍及基板 962 之直徑或寬度加以量測，故此一實施例需要較少雷射二極體模組 966。舉例而言，兩雷射二極體模組可插入於三個相對立雷射二極體模組 966 間。

第 10 圖為第 9A 圖與第 9B 圖所示之插入式連接器之側視圖。如下所述，插入式連接器 910(B) 形成光學元件 910(A+B) 之元件，並用以增進已發射連續波電磁輻射之充填比率 (fill ratio)。在一較佳實施例中，插入式連接器 910(B) 係為一插入式稜鏡組件。

此外，裝置 900 (第 9A 圖與第 9B 圖) 之較佳實施例係包含微透鏡 (未顯示)，以準直每一雷射二極體模組 908(A) 或 908(B) 之快速軸輸出。在此較佳實施例中，每一雷射二極體模組之間距 1002 係為 2.2 公釐，而快速軸準直微稜鏡之孔徑 1004 係為 0.9 公釐。充填比率係為暴露於連續波電磁輻射之區域，該區域係被連續波電磁輻射模組之整個區域所劃分。因此，舉例言之，若透鏡系統提供長 1 公分乘以寬 900 微米之光束底層 (footprint)，而每一雷射二極體模組之間距為 2.2 公釐，則充填比率係為 900 微米 / 2.2 公釐 或 41%，亦即，連續波電磁輻射模組之發射區域

僅 41%確實發射連續波電磁輻射，而雷射模組面上剩餘之 59%空間或區域則變黑。變黑面積等於長 1 公分乘以寬 1.3(2.2-0.9)公釐。此導致實質空的區域無連續波電磁輻射存在。

為了增進光學效能，充填比率較佳以插入式連接器 910(B)增加，藉此需要一組更小接續的透鏡 910(A+B)(第 9A 圖與第 9B 圖)。在一較佳實施例中，插入式連接器 910(B)使充填比率加倍。舉例言之，如第 10 圖所示，由第 4 雷射二極體模組與第 5 雷射二極體模組所發射之連續波電磁輻射輸出，係插入於第 2 雷射二極體模組與第 3 雷射二極體模組所發射之連續波電磁輻射間。因此，功率輸出係為五個雷射二極體帶壓縮進入三個雷射二極體帶之功率輸出。此使得接續之光束易於擴大與聚焦，以致達成合適的高功率密度。

在一較佳實施例中，插入式連接器 910(B)係使用多層介電鏡，諸如 BK7 或熔化矽(fused silica)，於合適的光學玻璃上，以增進對於連續波電磁輻射波長之反射性。

第 11 圖係為聚焦光學元件 910(A)與偵測模組 912(A+B+C)之細部截面側視圖。聚焦光學元件 910(A)之目的係為聚焦自連續波電磁輻射源 908(A+B)發射之連續波電磁輻射，以在基板 906 之表面形成一連續波輻射線。在一較佳實施例中，聚焦光學元件 910(A)包含一組七個透鏡，標記為 A 至 G。透鏡 A 至 G 全部較佳為具有球形或平面形之圓柱形透鏡。選擇此類具有球形之圓柱形透鏡

係因相較於具有非球形之圓柱形透鏡，其具有製造上相對簡易且低成本的優點。然而，在一替代實施例中，少數具有非球形之非球形透鏡或圓柱形透鏡可替代具有球形或平面行之七個圓柱形透鏡。此外，除了聚焦連續波電磁輻射線，整體圓柱形透鏡有效縮減任一光學像差。

同樣地，在一較佳實施例中，透鏡 A 係為一放大鏡，此放大鏡具有一實質光學平面入射邊與一圓柱形出射邊。此放大透鏡係用以放大被插入式連接器 910(B)(第 9A 圖與第 9B 圖)所聚集之連續波電磁輻射。舉例言之，在一較佳實施例中，連續波電磁輻射之光束係放大至 20 公釐寬，而快速軸之分散係縮減至小於 0.1°。此縮減的分散係使線寬縮減成為可能。此外，較寬的光束係使得達成用於一 0.4 數值孔徑之可接受工作距離成為可能。在基板 906 之表面處以透鏡 B 至 G 聚焦而產生之光束係接近 30 微米寬。

最後，透鏡 G 較佳具有相對立之實質光學平面入射邊與出射邊，並僅作為石英視窗，以隔絕晶圓環境與透鏡環境。其也轉移部分聚焦遠離輻射源。

在一較佳實施例中，由視窗至基板之距離約為 8 公釐。同樣地，在一較佳實施例中，透鏡 A 至 G 具有下列特定參數：

表面	半徑	厚度	孔徑半徑		材料
源	0.000000	1.0000e+20	4.3634e+17		大氣
A 入射	0.000000	3.000000	4.000000	X	BK7

A _{出射}	7.000000	28.000000	3.000000	X	大氣
B _{入射}	0.000000	5.000000	12.500000	X	BK7
B _{出射}	-23.000000	0.000000	12.500000	X	大氣
C _{入射}	74.100000	5.000000	12.500000	AX	BK7
C _{出射}	0.000000	0.000000	12.500000	X	大氣
D _{入射}	41.000000	5.000000	12.500000	X	BK7
D _{出射}	119.000000	0.000000	12.500000	X	大氣
E _{入射}	26.500000	5.000000	10.000000	X	BK7
E _{出射}	44.500000	0.000000	10.000000	X	大氣
F _{入射}	12.000000	5.000000	8.000000	X	BK7
F _{出射}	22.800000	3.000000	8.000000	X	大氣
G _{入射}	0.000000	4.000000	10.000000	X	石英
G _{出射}	0.000000	0.000000	3.284151	SX	大氣
基板	0.000000	8.420000	0.114272	S	

入射光束半徑 = 2.750000；場角度 = 0.250000；主要波長 = 810 奈米，其中的半徑與厚度的單位係為千分之一公尺。「表面」係指透鏡之表面，其中「入射」係指透鏡之入射表面，而「出射」係指透鏡之出射表面。材料係指形成透鏡之材料。「X」、「AX」與「SX」參數係指孔徑形狀、矩形或橢圓，其中「X」代表特定孔徑參數、「S」代表先前所指的孔徑經由計算而非特定之半徑長度、「A」代表一孔徑中止，基本上雷射必須可通經一視窗。舉例言之，透鏡 A 之「A_{入射}」(第 11 圖)具有千分之零公尺的半徑長(亦即為平面)、千分之 3 公尺之厚度、千分之 4 公尺

之孔徑半徑、矩形形狀、並以 BK7 玻璃製成。上表係使用 Sinclair Optic's OSLO®雷射追蹤軟體加以建立。

透鏡 A 至 G 較佳以骨架 1102 握持於聚焦光學元件 910(A)中。在一較佳實施例中，骨架 1102 係以機械製不銹鋼加以製成。骨架 1102 係也較佳包含一些容忍度，以確保在透鏡未對準之情形下仍可使用健全的系統，其中任一未對準係僅偏移聚焦線朝向或遠離基板表面(或其橫向地移動)。而後，如以下參考第 14A 圖至第 14D 圖所述，此聚焦線偏移係藉由一自動聚焦系統加以調整。此外，在較佳使用狀態中，排氣氣體係被抽泵至骨架內，並通經一氣體注入器 1104 注入於透鏡間之空間 1108，以維持透鏡之冷卻狀態。此排氣氣體較佳為處於室溫之氮氣(以避免凝結物形成於透鏡上)。

偵測模組 912(A+B+C)較佳包含至少一反射功率偵測器 912(A)、至少一發射功率偵測器 912(B)、與/或至少一光束分散器 912(C)。發射功率偵測器 912(B)係設以偵測由連續波電磁輻射源 908(A+B)(第 9A 圖與第 9B 圖)所發射之部分已發射連續波電磁輻射，而反射功率偵測器 912(A)係設以偵測自基板 906 表面反射之部分被反射連續波電磁輻射。發射功率偵測器 912(B)係監控連續波電磁輻射源之輸出，而反射功率偵測器 912(A)係用以偵測反射率、發射率、基板吸收能量、與/或基板溫度。合適之發射功率偵測器 912(B)與反射功率偵測器 912(A)係為日本濱松(Hamamatsu)所製造。

光束分散器 912(C)係設以取樣部分已發射連續波電磁輻射，其中該部分已發射連續波電磁輻射係藉由反射入射於一第一實質平面上之部分已發射連續波電磁輻射，使其朝向發射功率偵測器 912(B)而獲致。在一較佳實施例中，光束分散器 912(C)中相對立於第一平面之一第二平面，係用以反射由基板表面所反射之連續波電磁輻射，使其朝向反射功率偵測器 912(A)。光束分散器較佳設於連續波電磁輻射源 908(A+B)與座臺 904 間(第 9A 圖與第 9B 圖)。光束分散器 912(C)也較佳以抗反射塗層(如氟化鎂(MgF))加以覆蓋。在使用中，光束分散器 912(C)反射或取樣由連續波電磁輻射源 908(A+B)所發射之低於百分之一的連續波電磁輻射。

在使用中，已偵測之已發射功率相對於已偵測之被反射功率之比率係提供為基板之吸收作用量測值。依據用於熱輻射之浦朗克定律(Planck's Law)，吸收作用係指被吸收的輻射能量轉變成其他形式的能量，如熱量，而後，再輻射出較長波長的一過程。

在一較佳實施例中，發射功率偵測器 912(B)與反射功率偵測器 912(A)係偵測 810 奈米之連續波電磁輻射。同樣地，在一較佳實施例中，至少一偵測器 912(A)係設為一溫度偵測器，以偵測連續波電磁輻射線處之基板上的溫度。為了偵測溫度，溫度偵測器係偵測波長大於 810 奈米，如 1500 奈米，之連續波電磁輻射。此可藉由在反射連續波電磁輻射及偵測器 912(A)間設置一過濾器 1106 加

以達成。過濾器 1106 係設以僅容許波長大於 810 奈米之連續波電磁輻射到達作為一光學高溫計之偵測器 912(A)，並確保所偵測之訊號係為一發射訊號而非自光源所反射之訊號。換言之，僅具有波長大於 810 奈米之被反射輻射。在一較佳實施例中，過濾器係設以容許光學高溫計操作於波長為 900 奈米與 2000 奈米間，較佳為 1500 奈米。然而，此溫度量測值易受發射率變化影響。

發射功率偵測器 912(B)與反射功率偵測器 912(A)也較佳包含小孔孔徑，以在最大化所量測之訊號之同時並最小化任一分散輻射的收集，其中此分散輻射導因於孔徑內透鏡非零度的反射率導致輻射於光學元件中被分散。

在一包含 15 個與 16 個相對立雷射二極體模組之較佳實施例中，較佳提供 15 對反射功率偵測器 912(A)與發射功率偵測器 912(B)。如上所述，每一其他反射功率偵測器 912(A)較佳設為一溫度偵測器。

一替代實施例也包含位於聚焦光學元件 910(A)與基板 906 間之反射器 1110。反射器 1110 係設以反射自基板表面所反射朝向連續波電磁輻射線之輻射。在一較佳實施例中，反射器 1110 係為一在透鏡聚焦處具有中央彎曲的圓柱形鏡片。

第 12 圖為第 9A 圖與第 9B 圖所示之標準裝置 900 之等尺寸圖。如圖所示，一基板，諸如半導體晶圓，在一處理室 1202 內係位於一座臺 904 上。一連續波電磁輻射模組 902 耦接至處理室 1202。此外，如箭頭 1206 所示，一

轉移裝置，諸如轉移裝置 218(第 2 圖)，係相對於連續波電磁輻射模組 902 移動座臺 904。部分電子儀器，諸如電腦系統 914(第 9A 圖與第 9B 圖)，係內含於外罩 1210 內。裝置 900 較佳耦接至製造界面 1208，以轉移基板進入或離開裝置 900。

第 13 圖為控制加熱製程之方法流程圖 1320。一旦方法 1320 由步驟 1322 開始，基板係於步驟 1323 定位在座臺上，以致接續之掃描方向，使加熱製程最適化的進行。當基板不同之定位具有不同機械性質，且產生之強度可高於另一方向之強度時，此步驟即開始進行。一刻痕一般提供於基板上，以指出結晶的方向。基板表面 904(第 9A 圖與第 9B 圖)在步驟 1324 可選擇性地以一熱增進層加以覆蓋。熱增進層係以具有高吸收性質之材料，諸如摻雜多晶矽或氮化矽、與/或具有抗反射性質之材料，形成於緩衝氧化層上。熱增進層協助建立基板表面之非敏感性條件。舉例言之，若基板表面為高度反射性或非均一性，熱增進層係協助維持基板實質均一的熱曝量。

而後，基板在步驟 1326 以由連續電磁波模組 902(第 9A 圖與第 9B 圖)所發射之連續波電磁輻射線加以照射，藉此以一預定功率密度及一預定時間長度加以加熱基板表面。此預定功率密度較佳大於每平方公分 30 千瓦(更佳為每平方公分 100 千瓦)，而此預定時間長度較佳介於 100 微秒至千分之 100 秒間(更佳為約千分之 1 秒)。此步驟由小於約 500°C 之周圍溫度加熱基板表面至大於約 700°C 之

製程溫度。表面下之一預定深度之溫度係為持低於周圍溫度加上製程溫度減去周圍溫度的一半，該預定深度如裝置結構在矽內之最大深度的 10 倍。

如上所述，連續波電磁輻射線可遍及基板之整個表面或部分遍及基板而延伸。

在具有反射器 1110(第 11 圖)之實施例中，任一指向反射器之反射光或分散光在步驟 1328 係被反射轉而朝向輻射線。

而後，已發射功率在步驟 1330 藉由發射功率偵測器 912(B)加以量測並被傳送至電腦系統 914(第 9A 圖與第 9B 圖)。而後，被反射功率在步驟 1332 藉由反射功率偵測器 912(A)加以量測並被傳送至電腦系統 914(第 9A 圖與第 9B 圖)。而後，電腦系統 914(第 9A 圖與第 9B 圖)在步驟 1334 比較被反射功率及已發射功率，並依據比較結果在步驟 1336 加以控制供應至連續波電磁輻射源之功率。舉例言之，連續波電磁輻射源可以相同發射功率不同地加熱不同基板。電腦系統係控制功率源 916(第 9A 圖與第 9B 圖)，其中此電腦系統可同時即時地依次控制個別雷射二極體模組、一組雷射二極體模組或雷射二極體模組組合物(或區域)。

在依據所量測之已發射功率與被反射功率之一替代實施例中，調節裝置(以下參考第 14A 圖至第 14D 圖加以描述)在步驟 1335 可即時調節座臺之高度。調節座臺高度可攜帶基板之表面進入或離開聚焦，藉此可獨立於整個功率

加以控制基板表面上之連續波電磁輻射線之功率密度。

而後，所量測之被反射功率及已發射功率在步驟 1338 可加以用於計算基板之反射率、基板之發射率、基板之吸收能量、與/或基板之溫度。反射率係正比於被反射功率除以已發射功率之值。自基板發射之一熱發射訊號，經由光學元件及選擇性地經由插入式連接器，在大於連續波電磁輻射源之一波長加以量測。

同樣地，溫度係正比於輻射功率減去被反射功率之吸收功率。計算所得之準確溫度係由偵測器測定被反射功率與已發射功率之相差值加以推導獲致。如熟悉此項技藝者所熟知，此精確的方法相似於 RTP 所使用之現存發射率補償表 (existing emissivity compensation scheme)。此計算方法係於美國專利第 6,406,179 號、第 6,226,453 號、第 6,183,130 號、第 6,179,466 號、第 6,151,446 號、第 6,086,245 號、第 6,056,433 號、第 6,007,241 號、第 5,938,335 號、第 5,848,842 號、第 5,755,511 號、第 5,660,472 號中描述並在此以參考文獻併入本文中。

當步驟 1338 已完成，而後熱增進層典型在步驟 1340 被移除。

此外，在一替代實施例中，熱曝量之均一性可藉由過掃描 (over-scanning) 而增進。過掃描係使用大於基板寬度之一輻射線。在每一掃描之後，輻射線於步驟 1341 微幅地沿著其長度加以轉移。輻射線之轉移有效地平均超出之基板熱曝量。

第 14A 圖為自動聚焦裝置 1400 之部分截面側視圖，而第 14B 圖為沿著第 14A 圖之剖面線 14B-14B'，此工具基板與座臺 1414 之上視圖。自動聚焦裝置 1400 係用以在基板之上表面聚焦由連續波電磁輻射模組 902 發射之連續波電磁輻射線。

聚焦裝置 1400 較佳包含內嵌於座臺 1414 內之多光真空管(photo-diode)感測器 1408。每一光真空管感測器 1408 係電子式地耦接至一控制器 1404。如以下所述，在一較佳實施例中，五個光真空管感測器 1408 被提供，然而，一般應為至少三個光真空管感測器 1408，以負責傾斜度(約在 X 軸)、轉動(約在 Y 軸)、及高度(沿著 Z 軸)之變化。光真空管感測器 1408 係在系統設置期間被使用，以確認位於連續波電磁輻射源聚焦平面內之工具基板之上表面。

在一較佳實施例中，一中央光真空管感測器係用以建立高度，而中央光真空管感測器左右兩側之光真空管感測器係用以實質排除座臺任何之傾斜或轉動(沿著 Y 軸旋轉)。頭部光真空管感測器與尾部光真空管感測器係用以排除座臺任何之傾斜或坡度(沿著 X 軸旋轉)。調節係依據光真空管感測器之最大化訊號。

此類認證需要一工具基板 1412，該基板係藉由一基板負載機械手臂載入座臺 1414 上。工具基板 1412 具有直接位於每一光真空管感測器 1408 上之小孔孔徑 1410。即使在最佳聚焦狀態，小孔孔徑仍具有小於輻射線寬度之直徑。

控制器 1404 也耦接至一調節裝置 1402。調節裝置 1402 係設以依據控制器之要求，加以舉升或下降座臺 1414(沿著 Z 軸)、調整間距(約在 X 軸)、或調整轉動(約在 Y 軸)，以在工具基板之表面上加以聚焦形成連續波電磁輻射線。

在一較佳實施例中，調節裝置 1402 包含至少三個齒條與齒輪傳動裝置 1406，每一齒條與齒輪在其之螺桿末端，旋轉地耦接至座臺。在使用中，若三個齒條與齒輪傳動裝置 1406 全部一同舉升或下降，座臺 904 則被舉升或下降。然而，若個別齒條與齒輪傳動裝置 1406 被下降或舉升，則座臺之間距與轉動可被調整。然而，應瞭解的是可加以使用任一合適之調節裝置。

控制器 1404 也耦接至轉移裝置 218，以使連續波電磁輻射源 908(A+B)與座臺 904 相對於另一者加以移動。

第 14C 圖為於基板之上表面上自動聚焦連續波電磁輻射線之方法流程圖 1420。此方法由步驟 1422 開始，一工具基板 1412(第 14A 圖)在步驟 1424 定位於座臺上。而後，連續波電磁輻射源 908(A+B)於步驟 1426 加以照射一第一光真空管感測器 1408(第 14A 圖)，此第一光真空管感測器 1408 諸如位於工具基板下之中央光真空管。第一光真空管感測器提供用於絕對高度調整之量測值。第一光真空管感測器在步驟 1428 加以量測連續波電磁輻射之強度，並傳送此強度至控制器 1404(第 14A 圖)。而後，在步驟 1430 控制器指示調節裝置 1402(第 14A 圖)調節座臺之高度。此高度藉由調節裝置沿著 Z 軸舉升或下降座臺

904(第 14A 圖)而加以調整，直至輻射線聚焦於第一光真空管感測器前方之孔徑而完成。

而後，在步驟 1431 控制器係指示轉移裝置，以使連續波電磁輻射模組與座臺相對於另一者加以轉移，以致以輻射線加以校準下一個光真空管。而後，下一個光真空管感測器 1408(第 14A 圖)於步驟 1432 加以照射。於步驟 1434 加以量測連續波電磁輻射在此光真空管感測器處之強度，並將量測值傳送至控制器 1404(第 14A 圖)。而後，在步驟 1436，控制器視所欲之需求而指示調節裝置 1402 加以調整座臺在 X 軸與 Y 軸傾斜之傾斜度與/或轉動狀態，以確保輻射線聚焦於此光真空管感測器。而後，控制器在步驟 1438 決定此設定步驟是否完成，亦即，全部光真空管感測器之量測是否已完成。若此方法尚未完成(1438-否)，則輻射模組與座臺相對於另一者加以轉移，直至下一個光真空管以輻射線加以校準，且下一個光真空管在步驟 1432 被照射，並重複此方法直至輻射線聚焦於沿著基板表面之所有點為止。若此方法已完成(1438-是)，則製程於步驟 1440 即完成。

此製程也可相反地進行。Z 方向之全部掃描可在調整前完成並提供於全部之偵測器。在此方法中，工具晶圓之平面對於相對於聚焦平面之系統將成為已知的部分。在此一時刻，三個伺服器作出合適的調整以形成相互一致的兩平面。在一較佳實施例中，在已調整高度之後，係使用左部光真空管感測器與右部光真空管感測器加以排除傾斜或

轉動，其中若座臺傾斜或轉動，左部光真空管感測器與右部光真空管感測器將在不同高度進入與離開聚焦點。一旦傾斜或轉動被排除，基板則被移動至一頭部邊界光真空管感測器，而另一個感測器係經由聚焦數據設定(data-set)加以收集。當中央光真空管感測器與頭部邊界光真空管感測器經由聚焦數據顯示在相同高度具有相同數據，則傾斜度(pitch)或傾斜(tip)係被歸零。尾部邊界光真空管感測器係用以確認座臺確實為同一水平面。

第 14D 圖為於一孔徑 1410(第 14A 圖)所量測之能量密度(正規化訊號)1454 相對於座臺高度，在歸零時之最佳聚焦圖形 1450。貫穿聚焦點係如 1452 所示。如圖所示，當光線在孔徑(在 1456)被聚焦，能量密度係為最高。1452 係也顯示光點尺寸，亦即，能量分佈之區域。光點係說明雷射二極體之影像位於聚焦平面內之位置。為了簡化分析，假設透鏡為對稱旋轉，亦即，為何使用一光點而非一線加以分析的原因。然而，在實際使用中，光點較佳為具有分佈寬度之一長線。

因此，聚焦裝置 1400(第 14A 圖)係確保所有基板之良好聚焦。其係也容許改變線寬之熱配方而非必須求助於具有可移動之光學元件，亦即，基板表面之功率密度可藉由調整座臺之高度個別地被調整，而非藉由調整連續波電磁輻射源之整個功率輸出。

此外，上述之任一系統、裝置或方法可以離子佈植機或電漿摻雜(plasma doping; PLAD)加以使用。同樣地，上

述方法可用於需要操作於 UV 或接近 UV 之高功率連續波電磁輻射雷射源之後段加熱製程。一旦此後段加熱製程為銅重工(copper reflow)，此一雷射所產生之波長係藉由多數材料(包含銅)大量吸收。

此外，上述之裝置與方法可用於等向性蝕刻與/或去灰(ashing)，諸如蝕刻去除基板表面之光阻。此等向性蝕刻與/或去灰不須使用電漿，因而不具有任何關連於電漿損傷的問題，諸如熱電子引起的問題。

上述之裝置與方法進一步可用於整個平面基板之回火製程。現行的雷射再結晶步驟係遍及平面基板之表面以雷射點(raster a laser spot)加以掃描。再結晶步驟大致放射狀地進行，藉此速度與過掃描係成為主要的製程控制變數。然而，使用本發明，再結晶步驟遠離一寬廣、連續鋒加以進行，由於再結晶之自由度被縮減，故形成較大之晶粒。然而，由於掃描速度係為一重要變因，故本發明之再結晶步驟僅可於輻射線之前或之後發生。

更進一步，上述之裝置與方法可用於活化超過一 a-c/矽之界面，以增進 p-n 之漏電接合面，其中 a-c 係為非結晶-結晶界面。此回火方法之問題係為 a-c 界面最初之缺陷無法全部在回火製程中加以排除。該些缺陷係為非結晶植入之佈植終點(End-of-Range; EOR)缺陷。若該些缺陷繼續存在於必須承受電壓之接合面(空乏區(depletion region))，則用於矽之標準陣列假設將不完美，且會產生漏電流。然而，在本發明中，可形成足夠長的熱曝量，以

更深地移動接合區，使其經過 EOR 缺陷。由於脈衝雷射之短脈衝長度正好小於一微秒，無法產生擴散，故脈衝雷射無法完全達到上述之結果。

本發明上述之特定實施例係用以描述及說明本發明之目的。因此該些實施例並非用以限制本發明於所揭露之特定形式。明顯地各式變更和修改可參考上述教示加以完成。如，雖然在此描述一光束分散器以用於反射連續波電磁輻射朝向反射功率偵測器 912(A)與發射功率偵測器 912(B)，但可使用一個以上之光束分散器。在此選擇與描述之實施例係用以最佳地解釋本發明之構造、原理及其實際之應用，藉此使熟習此項技藝者可最佳地利用本發明及適用於特定計畫用途之具有各式變更之各式實施例。此外，本方法之步驟順序並非必須的順序設計。本發明之範圍係藉由後附之申請專利範圍及其均等之範圍加以界定。此外，上述任何列舉之參考文獻在此以參考文獻併入本文中。

【圖式簡單說明】

為了更易於瞭解本發明之目的與本質，係於以下提供後附圖示之詳細描述：

第 1 圖為不同先前技術之加熱製程之熱變化曲線圖。

第 2A 圖為本發明之一實施例用於加熱處理基板之一裝置之側面圖。

第 2B 圖為第 2A 圖所示之基板與座臺之上視圖。

第 3 圖為本發明之另一實施例用於加熱處理基板之另一裝置之側視圖。

第 4 圖為用於加熱處理基板之方法流程圖。

第 5 圖為本發明之一實施例於加熱製程期間固定於基板上之一點並自該點穿過基板之溫度分佈圖。

第 6 圖為本發明之另一實施例用於沉積層於基板上之一裝置之側視圖。

第 7 圖為第 6 圖所示之實施例，其沉積層於基板上之方法流程圖。

第 8 圖為第 6 圖所示之實施例在 850°C、740 托耳用於矽烷分解之蒙特卡羅 (Monte Carlo) 模擬結果圖。

第 9A 圖為本發明之又一實施例用於加熱處理基板之又一裝置之側視圖。

第 9B 圖為第 9A 圖所示裝置之斜視圖。

第 9C 圖為本發明又一實施例用於加熱處理基板之另一裝置之後視圖。

第 10 圖為第 9A 圖與第 9B 圖所示之插入式連接器之側視圖。

第 11 圖為第 9A 圖與第 9B 圖所示之聚焦光學元件與偵測器模組之細部截面測視圖。

第 12 圖為第 9A 圖與第 9B 圖所示之標準裝置之等尺寸圖。

第 13 圖為控制加熱製程之方法流程圖。

第 14A 圖為自動聚焦裝置之部分截面側視圖。

第 14B 圖為沿著第 14A 圖之剖面線 14B-14B'，此工具基板與座臺之上視圖。

第 14C 圖為於基板之上表面上自動聚焦連續波電磁輻射線之方法流程圖。

第 14D 圖為於一孔徑所量測之能量密度相對於垂直深度之最佳聚焦圖形。

同樣的參考數字在不同圖中係指相同對應元件。為了便於參考，當參考數字第一次顯示時，任一參考數字之第一個號碼係為圖之編號。如 102 可於第 1 圖發現，1341 可於第 13 圖發現。

【元件代表符號簡單說明】

100 圖	102 熱變化曲線
104 熱變化曲線	106 熱變化曲線
200 裝置	201 連續波電磁輻射模組
202 連續波電磁輻射源	204 輻射
206 準直器	208 已準直輻射光束
210 透鏡	214 基板
216 座臺	218 轉移裝置
220 聚焦光學元件	222 輻射線
224 上表面	226 控制器
228 寬度	252 固定線或弦
300 裝置	306 稜鏡
308 光纖	320 聚焦光學元件

- 400 流程圖
- 402 提供裝置步驟
- 404 決定轉移速度步驟
- 406 發射連續波步驟
- 408 準直光步驟
- 410 聚焦成為光線步驟
- 412 轉移基板/光之輻射線之步驟
- 500 圖
- 502 溫度軸
- 504 軸
- 506 軸
- 508 固定點
- 510 固定點
- 512 固定點
- 514 固定點
- 516 固定點
- 600 裝置
- 602 反應處理室
- 604 氣體注入器
- 606 氣體歧管
- 608 氣體注入線
- 610 導管
- 612 氣體源
- 614 層
- 616 氣體
- 700 流程圖
- 702 定位基板於處理室內之步驟
- 704 導入氣體進入處理室之步驟
- 706 決定轉移速度之步驟
- 708 發射連續波之步驟
- 710 準直光之步驟
- 712 聚焦為輻射線之步驟
- 714 轉移基板/光之輻射線之步驟
- 716 自處理室沖洗副產物之步驟
- 800 圖
- 900 裝置
- 902 連續波電磁輻射模組
- 904 座臺
- 906 基板
- 908 連續波電磁輻射源
- 910 光學元件
- 912 偵測模組

- 914 電腦系統
- 950 裝置
- 956 透鏡
- 964 座臺
- 968 寬度
- 1004 孔徑
- 1104 氣體注入器
- 1108 空間
- 1202 處理室
- 1208 界面
- 1320 方法
- 1323 定位基板於最適化掃描方向之步驟
- 1324 以熱增進層覆蓋基板之表面之步驟
- 1326 照射基板之步驟
- 1328 反射分散輻射返回輻射線之步驟
- 1330 量測已發射功率之步驟
- 1332 量測被反射功率之步驟
- 1334 比較被反射功率與已發射功率之步驟
- 1335 調整座臺高度之步驟
- 1336 控制供應於連續波電磁輻射源之功率之步驟
- 1338 決定溫度/吸收率/反射率/發射率之步驟
- 1340 移除熱增進層之步驟
- 1400 聚焦裝置
- 1404 控制器
- 916 功率源
- 954 輻射源
- 960 長度
- 966 雷射二極體模組
- 1002 間距
- 1102 骨架
- 1106 過濾器
- 1110 反射器
- 1206 箭頭
- 1210 外罩
- 1322 開始步驟
- 1341 偏移輻射線之步驟
- 1402 調節裝置
- 1406 齒輪傳動裝置

- 1408 光真空管感測器
- 1410 孔徑
- 1412 工具基板
- 1414 座臺
- 1420 流程圖
- 1422 開始步驟
- 1424 定位工具基板於座臺上之步驟
- 1426 照射中央光真空管感測器之步驟
- 1428 量測中央光真空管感測器之輻射強度之步驟
- 1430 調整高度之步驟
- 1432 照射下一個光真空管感測器之步驟
- 1434 量測下一個光真空管感測器之輻射強度之步驟
- 1436 調整傾斜度/轉動之步驟
- 1438 完成步驟
- 1440 完成步驟
- 1450 圖
- 1452 貫穿聚焦點
- 1454 量測之能量密度(正規化訊號)
- 1456 固定點

伍、中文發明摘要：

一種加熱處理裝置，其係包含一座臺、一連續波電磁輻射源、一組透鏡、一轉移裝置、一偵測模組、與一電腦系統。座臺係設以接收一基板於其上。該連續波電磁輻射源鄰近座臺加以設置並設以沿著朝向基板之一路徑發射連續波電磁輻射。該組透鏡係位於連續波電磁輻射源與座臺間，並設以聚集連續波電磁輻射，以在基板之一表面上形成一連續波電磁輻射線。轉移裝置係設以使座臺與連續波電磁輻射線相對於彼此進行轉移。偵測模組係位於路徑內，並設以偵測連續波電磁輻射。電腦系統係耦接至偵測模組。

陸、英文發明摘要：

The thermal processing device includes a stage, a continuous wave electromagnetic radiation source, a series of lenses, a translation mechanism, a detection module, and a computer system. The stage is configured to receive a substrate thereon. The continuous wave electromagnetic radiation source is disposed adjacent the stage, and is configured to emit continuous wave electromagnetic radiation along a path towards the substrate. The series of lenses is disposed between the continuous wave electromagnetic radiation source and the stage, and are configured to condense the continuous wave electromagnetic radiation into a line of continuous wave electromagnetic radiation on a surface of the substrate. The translation mechanism is configured to translate the stage and the line of continuous wave electromagnetic radiation relative to one another. The detection module is positioned within the path, and is configured to detect continuous wave electromagnetic radiation. The computer system is coupled to the detection module.

柒、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 5 圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

500 分佈圖

502 溫度軸

504 上表面深度軸

506 時間軸

508、510、512、514、516

固定點

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

拾、申請專利範圍：

1. 一種加熱處理裝置，該裝置至少包含：

一座臺，係設以接收一基板於其上；

一連續波電磁輻射源，係鄰近於該座臺，其中該連續波電磁輻射源係設以沿著朝向該基板之一路徑發射連續波電磁輻射；

一組透鏡，係位於該連續波電磁輻射源與該座臺間，其中該組透鏡係設以聚集該連續波電磁輻射，以在該基板之一表面上形成一連續波電磁輻射線；及

一轉移裝置，係設以使該座臺與該連續波電磁輻射線可相對於彼此進行轉移。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含位於該路徑內之一偵測模組，其中該偵測模組係設以偵測該連續波電磁輻射。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含一耦接至該偵測模組之電腦系統。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之加熱處理裝置，其中該偵測模組係位於該組透鏡間。

5. 如申請專利範圍第 2 項所述之加熱處理裝置，其中該

偵測模組包含至少一發射功率偵測器，該至少一發射功率偵測器係設以偵測自該連續波電磁輻射源所發射出來之已發射的連續波電磁輻射。

6. 如申請專利範圍第 2 項所述之加熱處理裝置，其中該偵測模組包含至少一反射功率偵測器，該至少一反射功率偵測器係設以偵測自該表面所反射之已反射的連續波電磁輻射。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含一放大透鏡，該放大透鏡係位於該連續波電磁輻射源與該組透鏡間。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含位於該放大透鏡與該組透鏡間之一偵測模組。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，其中該連續波電磁輻射線之寬度係不大於 500 微米(micron)。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，其中該連續波電磁輻射線之一功率密度係至少為每平方公分 30 千瓦。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，其中該偵測模組至少包含：

至少一發射功率偵測器，係設以偵測自該連續波電磁輻射源所發射之已發射的連續波電磁輻射；及

至少一反射功率偵測器，係設以偵測自該表面所反射之已反射的連續波電磁輻射。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含至少一光束分散器以用於取樣該已發射連續波電磁輻射之一部分。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之加熱處理裝置，其中該至少一光束分散器係位於該連續波電磁輻射模組與該座臺間。

14. 如申請專利範圍第 11 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含至少一光束分散器以用於取樣該被反射連續波電磁輻射之一部分。

15. 如申請專利範圍第 11 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含至少一光束分散器以用於取樣該已發射連續波電磁輻射與該被反射電磁波輻射之一部分。

16. 如申請專利範圍第 11 項所述之加熱處理裝置，其中該至少一發射功率偵測器與該至少一反射功率偵測器係可偵測 810 奈米波長之連續波電磁輻射。

17. 如申請專利範圍第 11 項所述之加熱處理裝置，其中該偵測模組更包含至少一溫度偵測器，該溫度偵測器係設以偵測在該連續波電磁輻射線處之該表面之一溫度。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之加熱處理裝置，其中該至少一溫度偵測器係可偵測波長大於 810 奈米之連續波電磁輻射。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含位於該溫度偵測器與該連續波電磁輻射線間之一過濾器，其中該過濾器係設以容許僅具有波長大於 810 奈米之連續波電磁輻射到達該溫度偵測器。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之加熱處理裝置，其中該過濾器係設以容許光學高溫計於 900 奈米與 2000 奈米間進行操作。

21. 如申請專利範圍第 19 項所述之加熱處理裝置，其中該過濾器係設以容許光學高溫計於 1500 奈米下進行操

作。

22. 如申請專利範圍第 11 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含耦接至該偵測模組之一電腦系統，其中該電腦系統至少包含：

用以決定被發射至該至少一發射功率偵測器之已發射功率之程式；

用以決定被反射至該至少一反射功率偵測器之被反射功率之程式；

根據該已發射功率與該被反射功率，控制供應至該連續波電磁輻射源之功率之程式。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之加熱處理裝置，其中該電腦系統至少包含用以決定反射率之反射率程式，其中該反射率係正比於被反射功率除以已發射功率之值。

24. 如申請專利範圍第 22 項所述之加熱處理裝置，其中該電腦系統更包含溫度程式，該溫度程式係用以決定在該電磁波輻射線處之該表面之一溫度，其中該溫度係正比於已發射功率減去被反射功率之一吸收功率。

25. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，其中該組透鏡更包含位於該連續波電磁輻射源與該座臺間之至少

一放大透鏡，其中該至少一放大透鏡係設以放大自該連續波電磁輻射源所發射之一連續波電磁輻射光束，以成為一連續波電磁輻射放大光束。

26. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，其中該組透鏡更包含一系列排列於該連續波電磁輻射源與該座臺間之多個圓柱形透鏡，其中該多個圓柱形透鏡係設以聚焦該連續波電磁輻射成為該輻射線。

27. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，其中該連續波電磁輻射源至少包含多組相對立之雷射二極體模組。

28. 如申請專利範圍第 27 項所述之加熱處理裝置，其中每一該多組相對立之雷射二極體模組係個別地加以控制。

29. 如申請專利範圍第 27 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含一個別偵測模組以用於每一組雷射二極體。

30. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，該裝置更包含位於該連續波電磁輻射源與該組透鏡間之一插入式連接器。

31. 如申請專利範圍第 30 項所述之加熱處理裝置，其中該插入式連接器係使用在連續波電磁輻射波長增進反射之介電疊層(dielectric stacks)。

32. 如申請專利範圍第 30 項所述之加熱處理裝置，其中一遠離基板之熱發射訊號係經由該組透鏡與該插入式連接器在大於該連續波電磁輻射波長之一波長加以量測。

33. 如申請專利範圍第 30 項所述之加熱處理裝置，其中該插入式連接器係利用充填比率增進光學元件來縮減該組透鏡之尺寸。

34. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，其更包含一調節裝置，該調節裝置係設以使該連續波電磁輻射源與該座臺朝向彼此移動。

35. 如申請專利範圍第 34 項所述之加熱處理裝置，更包含一偵測模組與一電腦系統，該偵測模組係位於該路徑內並設以偵測該連續波電磁輻射，而該電腦系統耦接至該偵測模組，其中該電腦系統根據該偵測模組所獲致之量測值加以控制該調節裝置，以維持該連續波電磁輻射線聚焦於該表面上。

36. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，更包含至少一反射性表面，該反射性表面係使分散之連續波輻射之方向回轉朝向該連續波電磁輻射線。

37. 如申請專利範圍第 1 項所述之加熱處理裝置，更包含合併該加熱處理裝置於一離子佈植機內或一電漿摻雜 (Plasma Doping; PLAD) 內。

38. 一種加熱處理方法，該方法至少包含下列步驟：

以一預定功率密度及一預定時間長度，加熱一基板之一表面，以致該基板之該表面由一周圍溫度 (T_A) 被加熱至一製程溫度 (T_P)，而該表面下之一預定深度之一溫度 (T_D) 係保持小於該周圍溫度加上該製程溫度減去該周圍溫度之一半的溫度值 ($T_D \leq T_A + (T_P - T_A)/2$)。

39. 如申請專利範圍第 38 項所述之加熱處理方法，其中該預定功率密度係至少為每平方公分 30 千瓦。

40. 如申請專利範圍第 38 項所述之加熱處理方法，其中該預定時間長度係介於 100 微秒 (micro-second) 至千分之 100 秒 (millisecond) 間。

41. 如申請專利範圍第 38 項所述之加熱處理方法，其中

該周圍溫度係小於 500°C。

42. 如申請專利範圍第 38 項所述之加熱處理方法，其中該製程溫度係大於約 700°C。

43. 如申請專利範圍第 38 項所述之加熱處理方法，其中該預定深度係為一利害深度(depth of interest)之 10 倍。

44. 如申請專利範圍第 43 項所述之加熱處理方法，其中該利害深度係為裝置結構在矽內之一最大深度。

45. 如申請專利範圍第 38 項所述之加熱處理方法，該方法至少包含最初以一熱增進層覆蓋該表面。

46. 如申請專利範圍第 38 項所述之加熱處理方法，其中該加熱步驟更包含聚焦由一連續波電磁輻射源發射之連續波電磁輻射，以形成遍及該基板之該表面加以延伸之一輻射線。

47. 如申請專利範圍第 46 項所述之加熱處理方法，更包含在一固定預定速度相對於該表面加以轉移該連續波電磁輻射線，以致該基板之每一點具有一實質相同的熱曝量。

48. 如申請專利範圍第 46 項所述之加熱處理方法，更包含反射任一分散之連續波電磁輻射，使其回轉朝向該輻射線。

49. 如申請專利範圍第 46 項所述之加熱處理方法，更包含量測用以加熱該表面之連續波電磁輻射之已發射功率。

50. 如申請專利範圍第 49 項所述之加熱處理方法，更包含量測由該表面所反射之連續波電磁輻射之被反射功率。

51. 如申請專利範圍第 50 項所述之加熱處理方法，更包含比較該被反射功率與該已發射功率。

52. 如申請專利範圍第 51 項所述之加熱處理方法，更包含根據該比較值加以控制供應至該連續波電磁輻射源之功率。

53. 如申請專利範圍第 46 項所述之加熱處理方法，更包含一遠離基板之熱發射個別量測值，該量測值係在實質不同於被反射連續波電磁輻射之一波長之該連續波電磁輻射線之一聚焦所量測獲致。

54. 如申請專利範圍第 46 項所述之加熱處理方法，更包

含決定在該輻射線處之該表面之溫度。

55. 如申請專利範圍第 46 項所述之加熱處理方法，更包含決定該基板之一特性，該特性係選自吸收率、反射率與發射率所組成之群組。

56. 如申請專利範圍第 46 項所述之加熱處理方法，更包含在該聚焦步驟之前，選擇該基板相對於一掃描方向之一最適化定位，其中該最適化定位係藉由確認掃描方向而加以決定，以與該基板之主要滑動平面具有最小的重疊區域。

57. 如申請專利範圍第 46 項所述之加熱處理方法，更包含預加熱(pre-heating)該基板。

58. 如申請專利範圍第 57 項所述之加熱處理方法，其中該預加熱步驟係包含以該連續波電磁輻射源進行一或多次預掃描步驟。

59. 如申請專利範圍第 57 項所述之加熱處理方法，其中該預加熱步驟係使用一熱盤。

60. 一種加熱處理裝置，該裝置至少包含：

一連續波電磁輻射源，係設以發射連續一電磁波輻射光束；

一座臺，係設以接收一基板至於其上；

至少一放大透鏡，該至少一放大透鏡係位於該連續波電磁輻射源與該座臺間，其中該至少一放大透鏡係設以放大該連續波電磁輻射光束，以形成一連續波電磁輻射放大光束；

多個圓柱形透鏡，其係一系列地排列於該至少一放大透鏡與該座臺間，其中該多個圓柱形透鏡係設以聚焦該放大連續波電磁輻射光束，以在該基板之一表面形成一連續波電磁輻射線；及

一轉移裝置，係設以使該連續波電磁輻射線與該座臺相對於彼此進行轉移。

61.如申請專利範圍第 60 項所述之加熱處理裝置，其中該至少一放大透鏡至少包含兩個放大透鏡。

62.如申請專利範圍第 60 項所述之加熱處理裝置，其中該多個圓柱形透鏡具有球形形狀。

63.如申請專利範圍第 60 項所述之加熱處理裝置，其中該多個圓柱形透鏡具有非球形形狀。

64. 如申請專利範圍第 60 項所述之加熱處理裝置，其中該多個圓柱形透鏡之一部分具有球形形狀，而另一部分則不具有球形形狀。

65. 如申請專利範圍第 60 項所述之加熱處理裝置，其更包含鄰近於該多個圓柱形透鏡之一氣體注入器，以循環冷卻該多透鏡間之排氣氣體。

66. 如申請專利範圍第 60 項所述之加熱處理裝置，其中該連續波電磁輻射源係可發射在最佳聚焦時具有一功率密度大於每平方公分 30 千瓦之連續波電磁輻射。

67. 一種用於一加熱處理裝置之自動聚焦裝置，該裝置至少包含：

一連續電磁電磁波輻射模組，係設以聚焦連續波電磁輻射，以在一基板之一表面上形成一連續波電磁輻射線；

一座臺，係設以接收一基板於其上；

耦接至該座臺之至少一光偵測器，其中該至少一光偵測器係設以量測該連續波電磁輻射之強度；

一轉移裝置，係設以使該座臺與該連續波電磁輻射模組相對於彼此進行轉移；

耦接至該座臺之一調節裝置，其中該調節裝置設以調整該座臺之一高度、轉動與傾斜度；及

一控制器，係耦接至該連續波電磁輻射模組、該至少一光偵測器、該轉移裝置、與該調節裝置。

68. 如申請專利範圍第 67 項所述之自動聚焦裝置，其中該至少一光偵測器至少包含內嵌於該座臺內之三個光偵測器。

69. 如申請專利範圍第 67 項所述之自動聚焦裝置，其中該至少一光偵測器與該控制器係設以量測該座臺相對於該連續波電磁輻射模組之一傾斜度、轉動與高度。

70. 如申請專利範圍第 67 項所述之自動聚焦裝置，其中該連續波電磁輻射模組至少包含：

一連續波電磁輻射源；及

位於該連續波電磁輻射源與該座臺間之光學元件，其中該光學元件係設以聚焦自該連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射，以形成該輻射線。

71. 一種用於在一基板之一表面上自動聚焦一連續波電磁輻射線之方法，該方法至少包含下列步驟：

提供一連續波電磁輻射源；

提供一座臺，其係具有至少一光偵測器耦接至該座臺，其中該至少一光偵測器係設以量測連續波電磁輻射之

強度；

設置一具有至少一孔徑通經之工具基板於該座臺上，
其中該至少一孔徑係以該至少一光偵測器加以校準；

以自該連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射照
射該至少一孔徑；

量測在該至少一光偵測器處之該連續波電磁輻射之強
度；及

根據該強度，調整該座臺與該連續波電磁輻射源相對
於彼此之一位置。

72.如申請專利範圍第 71 項所述之方法，其中該調整步驟
係調整該座臺相對於該連續波電磁輻射源之一高度、傾斜
度、或轉動。

73.如申請專利範圍第 71 項所述之方法，該方法更包含：

使該座臺與該連續波電磁輻射源橫向地相對於另一者
加以轉移，以校準具有另一光偵測器之該工具基板內之另
一孔徑；及

以自該連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射曝
光該另一孔徑；

偵測在該另一光偵測器之該連續波電磁輻射之另一強
度；及

根據該另一強度，定位該座臺相對於該連續波電磁輻

射源之一位置。

74. 如申請專利範圍第 73 項所述之方法，其更包含重複該轉移步驟、曝光步驟、偵測步驟與定位步驟，直至該座臺位於相對於該連續波電磁輻射源之一預定位置。

75. 一種用於加熱處理一半導體基板之方法，其至少包含下列步驟：

聚焦連續波電磁輻射，以形成部分遍及一半導體基板之一表面加以延伸之一連續波電磁輻射線；

在一固定預定速度，使該連續波電磁輻射線與該表面相對於另一者加以轉移；

微幅地沿著該輻射線之長度移動該輻射線；

在該固定預定速度，使該連續波電磁輻射線與該表面相對於另一者加以轉移，

以致該半導體基板之每一暴露點具有一實質均一的熱曝量。

76. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其中該聚焦步驟至少包含以一預定功率密度及一預定時間長度加熱該表面，以致該基板之該表面由一周圍溫度(T_A)被加熱至一製程溫度(T_P)，而該表面下之一預定深度之一溫度(T_D)係保持小於該周圍溫度加上該製程溫度減去該周圍溫度之一半

的溫度值($T_D \leq T_A + (T_P - T_A)/2$)。

77. 如申請專利範圍第 76 項所述之方法，其中該預定功率密度係至少為每平方公分 30 千瓦。

78. 如申請專利範圍第 76 項所述之方法，其中該預定時間長度係介於 100 微秒(micro-second)至千分之 100 秒(millisecond)間。

79. 如申請專利範圍第 76 項所述之方法，其中該周圍溫度係小於 500°C。

80. 如申請專利範圍第 76 項所述之方法，其中該製程溫度係大於約 700°C。

81. 如申請專利範圍第 76 項所述之方法，其中該預定深度係為一利害深度(depth of interest)之 10 倍。

82. 如申請專利範圍第 81 項所述之方法，其中該利害深度係為裝置結構在矽內之一最大深度。

83. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其中該連續波電磁輻射線之寬度係不大於 500 微米(micron)。

84. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其至少包含最初以一熱增進層覆蓋該表面。

85. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其更包含反射任一分散之連續波電磁輻射，使其回轉朝向該輻射線。

86. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其更包含量測該連續波電磁輻射之一已發射功率。

87. 如申請專利範圍第 86 項所述之方法，其更包含量測自該表面所反射之連續波電磁輻射之一被反射功率。

88. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其更包含一遠離基板之熱發射個別量測值，該量測值係在實質不同於被反射連續波電磁輻射之一波長之該連續波電磁輻射線之一聚焦所量測獲致。

89. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其更包含決定在該輻射線處之該表面之溫度。

90. 如申請專利範圍第 87 項所述之方法，其更包含比較該被反射功率與該已發射功率。

91. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其更包含控制供應至該連續波電磁輻射源之功率。

92. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其更包含決定該基板之一特性，該特性係選自吸收率、反射率與發射率所組成之群組。

93. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其更包含在該聚焦步驟之前，選擇該基板相對於一掃描方向之一最適化定位，其中該最適化定位係藉由確認掃描方向而加以決定，以與該基板之主要滑動平面具有最小的重疊區域。

94. 如申請專利範圍第 75 項所述之方法，其更包含預加熱(pre-heating)該基板。

95. 如申請專利範圍第 94 項所述之方法，其中該預加熱步驟係包含以該連續波電磁輻射源進行一或多次預掃描步驟。

96. 如申請專利範圍第 94 項所述之方法，其中該預加熱步驟係使用一熱盤。

97. 一種用於沉積層於一基板上之裝置，其至少包含：

一 反應處理室；

一 氣體注入器，係設以注入至少一氣體於該反應處理室內；

一 連續波電磁輻射源；

一座臺，係位於該反應處理室內並設以接收一基板置於其上；

光學元件，係設於該連續波電磁輻射源與該座臺間，其中該光學元件係設以聚焦自該連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射，以在該基板之一表面上形成一連續波電磁輻射線，其中連續波電磁輻射線之長度係遍及該基板加以延伸；及

一轉移裝置，係設以使該座臺與該連續波電磁輻射線相對於彼此加以轉移。

98. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該連續波電磁輻射線係完全地遍及該基板之一寬度加以延伸。

99. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該連續波電磁輻射源係為至少一雷射。

100. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該連續波電磁輻射源係為至少一雷射二極體。

101. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該連續波電磁輻射源之一功率範圍係為 0.5 千瓦至 50 千瓦間。

102. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該連續波電磁輻射源之一功率係約 5 千瓦。

103. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該輻射線之一功率密度範圍係為每平方公分 10 千瓦至每平方公分 200 千瓦間。

104. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該座臺包含一種用於緊固該基板之裝置。

105. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該光學元件包含至少一準直器與至少一透鏡，該至少一準直器與該至少一透鏡係設以聚焦自該連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射，以在該基板之該上表面上形成該連續波電磁輻射線。

106. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該光學元件包含至少一圓柱形透鏡，該至少一圓柱形透鏡係設以聚焦自該連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射，以在該基板之該上表面上形成該連續波電磁輻射線。

107. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該光學元件係選自圓柱形透鏡、準直器、光纖、波導、散光器、繞射透鏡、Fresnel 透鏡、凹透鏡、凸透鏡、平面鏡、凹面鏡、凸面鏡、折射透鏡、漸變折射率 (gradient index) 透鏡、及其任一組合物所組成之群組中之至少一者。

108. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其更包含一控制器以用於控制該轉移裝置之一速度。

109. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該轉移裝置係以固定速度使該座臺與該連續波電磁輻射線相對於彼此進行移動。

110. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該轉移裝置係耦接至該座臺。

111. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該轉移裝置係耦接至該光學元件。

112. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該轉移裝置係耦接至該光學元件與該連續波電磁輻射源。

113. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該轉移裝

置係使該座臺與該連續波電磁輻射線相對於彼此於實質垂直該輻射線之方向上加以移動。

114. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該基板係選自由一單一結晶矽基板、絕緣層上覆矽 (silicon on insulator; SOI)、鍺化矽 (Silicon Germanium)、鍺化矽之合金、玻璃、及石英所組成之群組。

115. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該輻射線之寬度約 3 微米至 500 微米。

116. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該裝置具有大於每秒 1×10^6 °C 之一升溫速度。

117. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中該裝置具有大於每秒 1×10^6 °C 之一降溫速度。

118. 如申請專利範圍第 97 項所述之裝置，其中由該連續波電磁輻射源所發射之連續波電磁輻射之一波長範圍係為 190 奈米至 950 奈米間。

119. 一種用於沉積一層於一基板上之方法，該方法至少包含下列步驟：

定位一基板於一反應處理室內；

導入至少一氣體於該反應處理室內；

聚焦連續波電磁輻射，以形成遍及該基板之一表面加以延伸之一輻射線；

在一固定預定速度相對於該表面加以轉移該輻射線，以致該至少一氣體與該輻射線所產生之熱之一組合物，引起該至少一氣體反應並沉積一層於該基板之該表面上。

120. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，該方法至少包含在該聚焦步驟之前，根據選自由用於處理該基板之一熱配方、該基板之性質、該連續波電磁輻射之一功率、該輻射線之一寬度、該輻射線處之一功率密度、及其任一之組合物所組成之群組之參數，加以決定該固定預定速度。

121. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，該方法至少包含在該聚焦步驟之前，自一或多個雷射二極體發射該連續波電磁輻射。

122. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，該方法至少包含在該聚焦步驟之前，發射該連續波電磁輻射，其中該連續波電磁輻射係為具有一單一波長之均一且一致的輻射。

123. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，其至少包含在該聚焦步驟之前，發射該連續波電磁輻射，其中該連續波電磁輻射係非脈衝或閃光(flash)形式。

124. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，其至少包含在該聚焦步驟之前，準直該連續波電磁輻射。

125. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，其更包含重複該導入步驟、聚焦步驟、與轉移步驟以建立具有一預定厚度之該層。

126. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，其更包含控制該連續波電磁輻射之一溫度。

127. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，其更包含控制導入於該反應處理室內之該至少一氣體之一含量。

128. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，其更包含控制該反應處理室內之一壓力。

129. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，其中該導入步驟至少包含注入多氣體於該反應處理室內。

130. 如申請專利範圍第 119 項所述之方法，該方法更包含控制導入於該反應處理室內之該多氣體之一比率。

131. 一種用於加熱處理一基板之方法，該方法至少包含下列步驟：

聚焦連續波電磁輻射，以形成遍及基板整個表面加以延伸之一輻射線；

在一固定預定速度，相對於該表面加以轉移該輻射線，以致該基板之每一點具有一實質均一之熱曝量。

132. 如申請專利範圍第 131 項所述之方法，至少包含在該聚焦步驟之前，根據選自由用於處理該基板之一熱配方、該基板之性質、該連續波電磁輻射之一功率、該輻射線之一寬度、該輻射線處之一功率密度、及其任一之組合物所組成之群組之參數，加以決定該固定預定速度。

133. 如申請專利範圍第 131 項所述之方法，該方法至少包含在該聚焦步驟之前，自一或多個雷射二極體發射該連續波電磁輻射。

134. 如申請專利範圍第 131 項所述之方法，該方法至少包含在該聚焦步驟之前，發射該連續波電磁輻射，其中該連續波電磁輻射係為具有一單一波長之均一且一致的輻

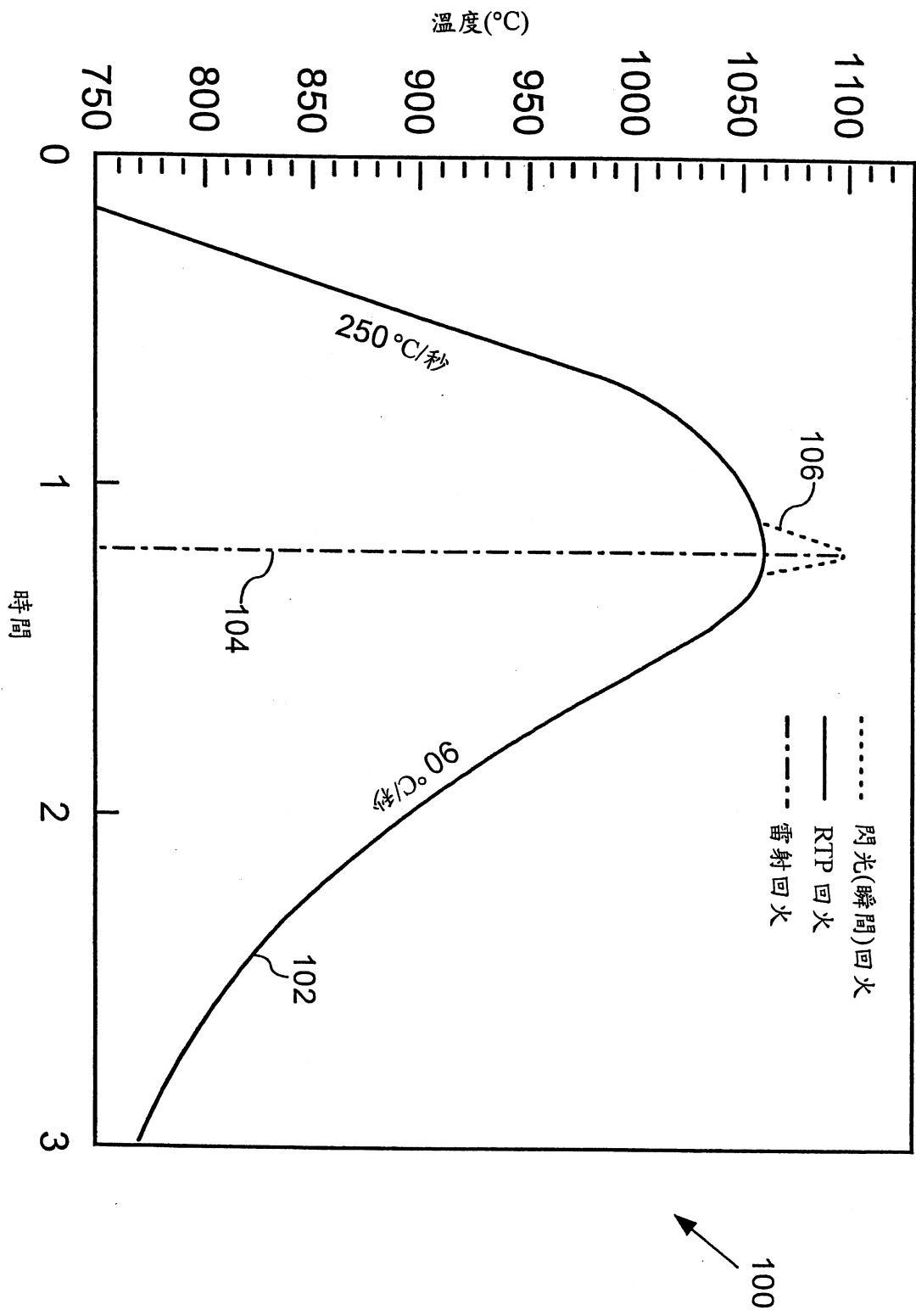
射。

135. 如申請專利範圍第 131 項所述之方法，該方法至少包含在該聚焦步驟之前，發射該連續波電磁輻射，其中該連續波電磁輻射係非脈衝或閃光形式。

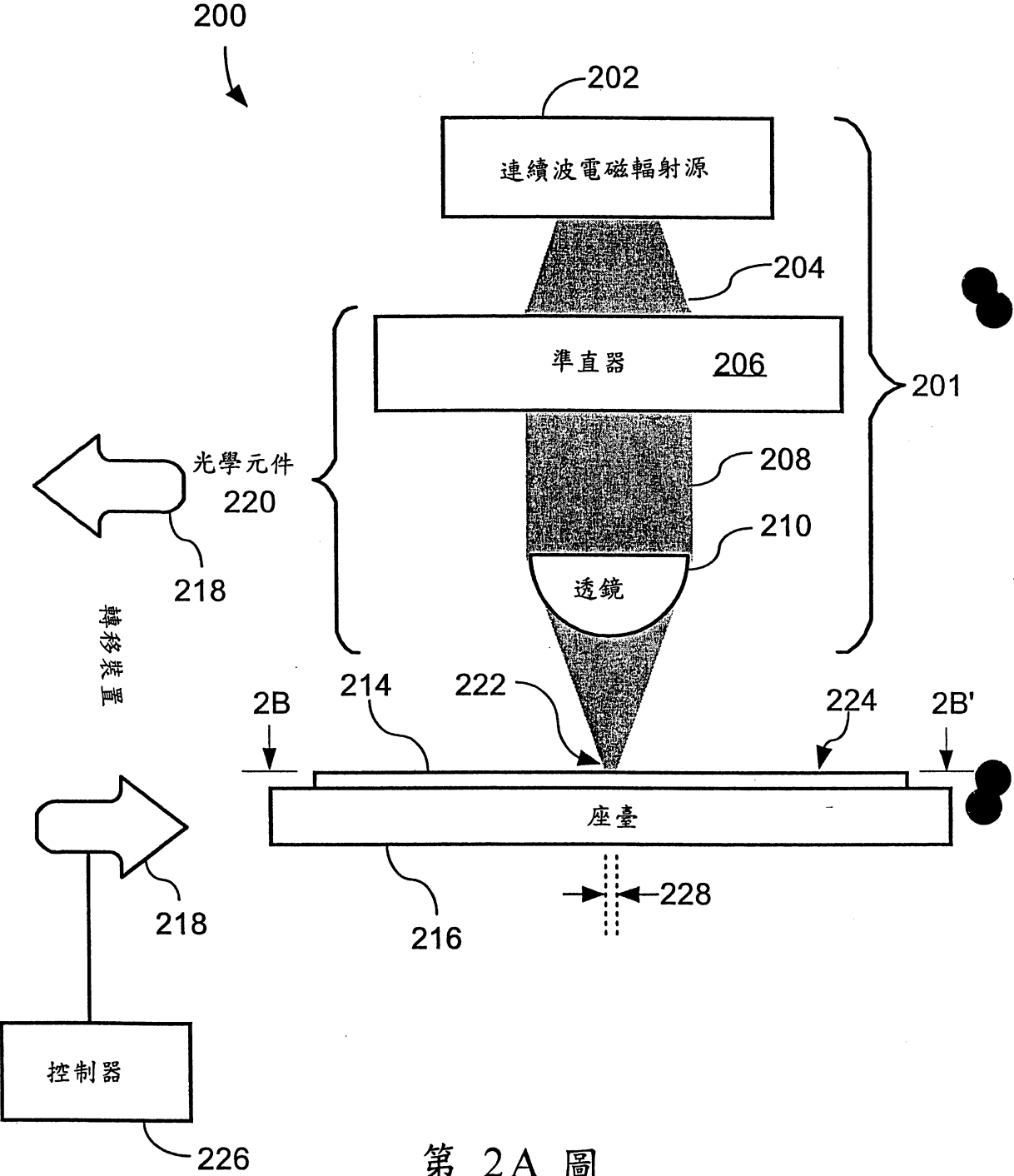
136. 如申請專利範圍第 131 項所述之方法，該方法至少包含在該聚焦步驟之前，準直該連續波電磁輻射。

137. 如申請專利範圍第 131 項所述之方法，其中該基板係選自由一單一結晶矽基板、絕緣層上覆矽(SOI)、鍺化矽、鍺化矽之合金、玻璃、及石英所組成之群組。

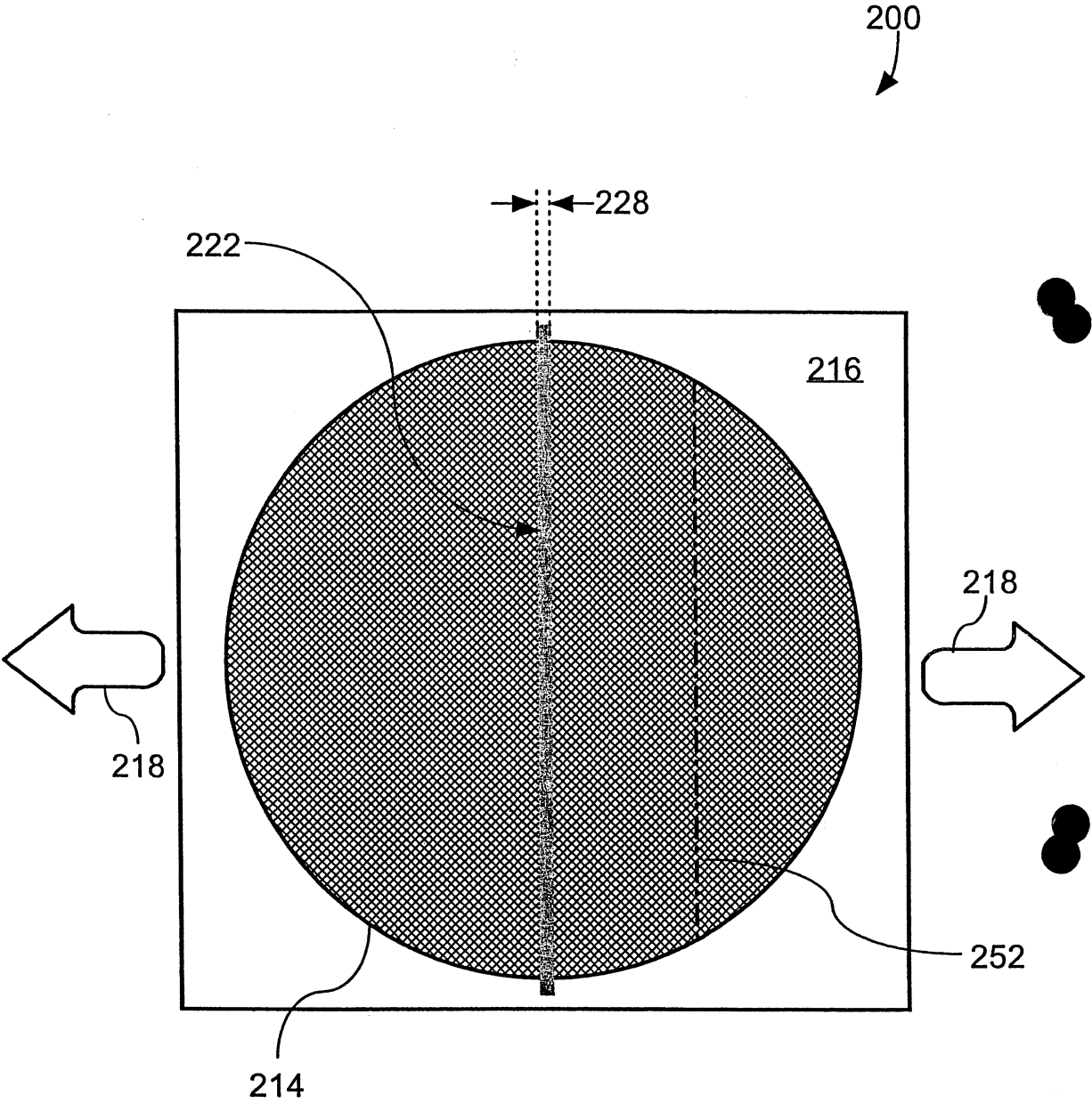
138. 一種用於加熱處理一基板之方法，該方法至少包含在一固定預定速度以一連續波電磁輻射線加以掃描一基板之一上表面，以致該基板之每一點具有一實質均一的熱曝量。



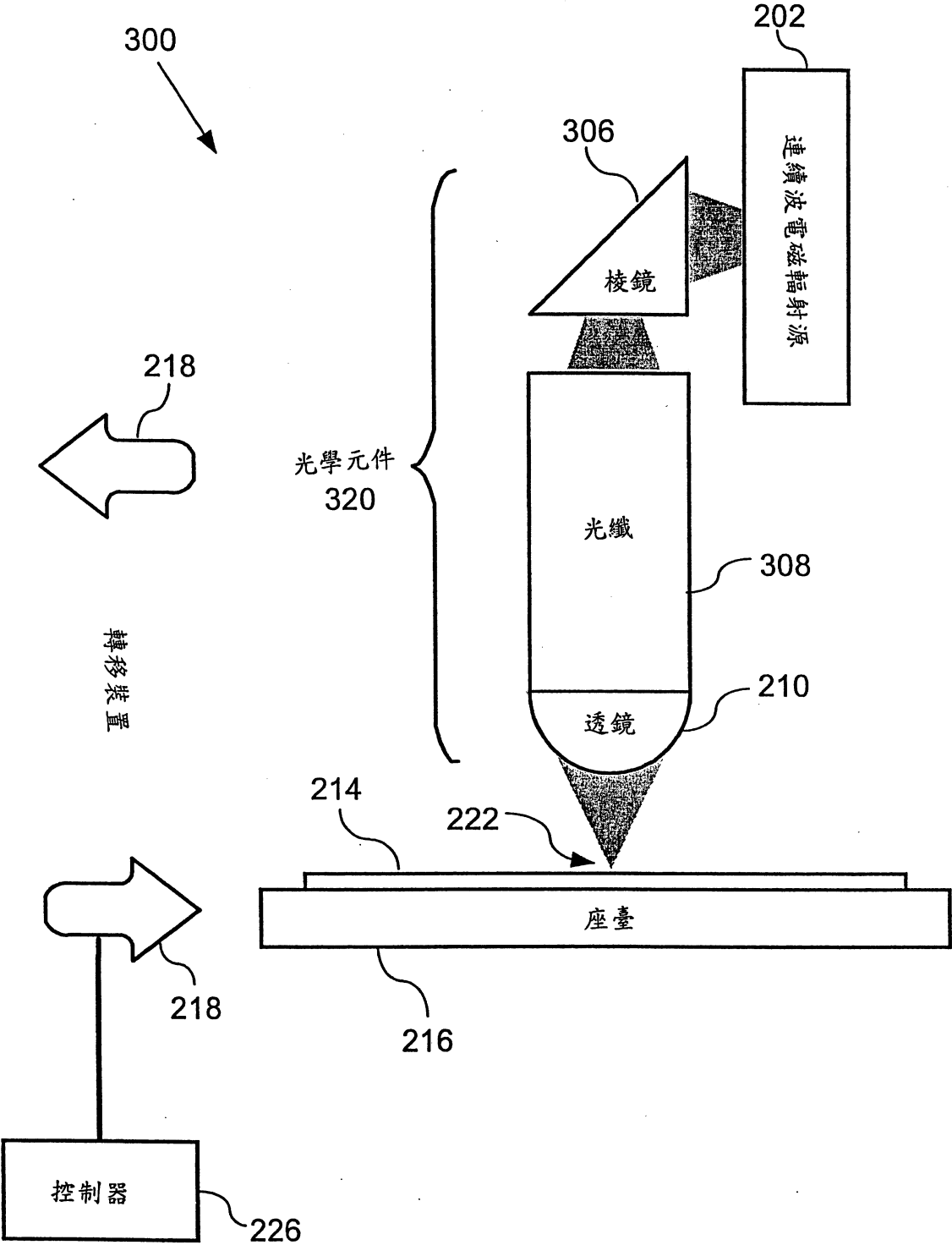
第 1 圖



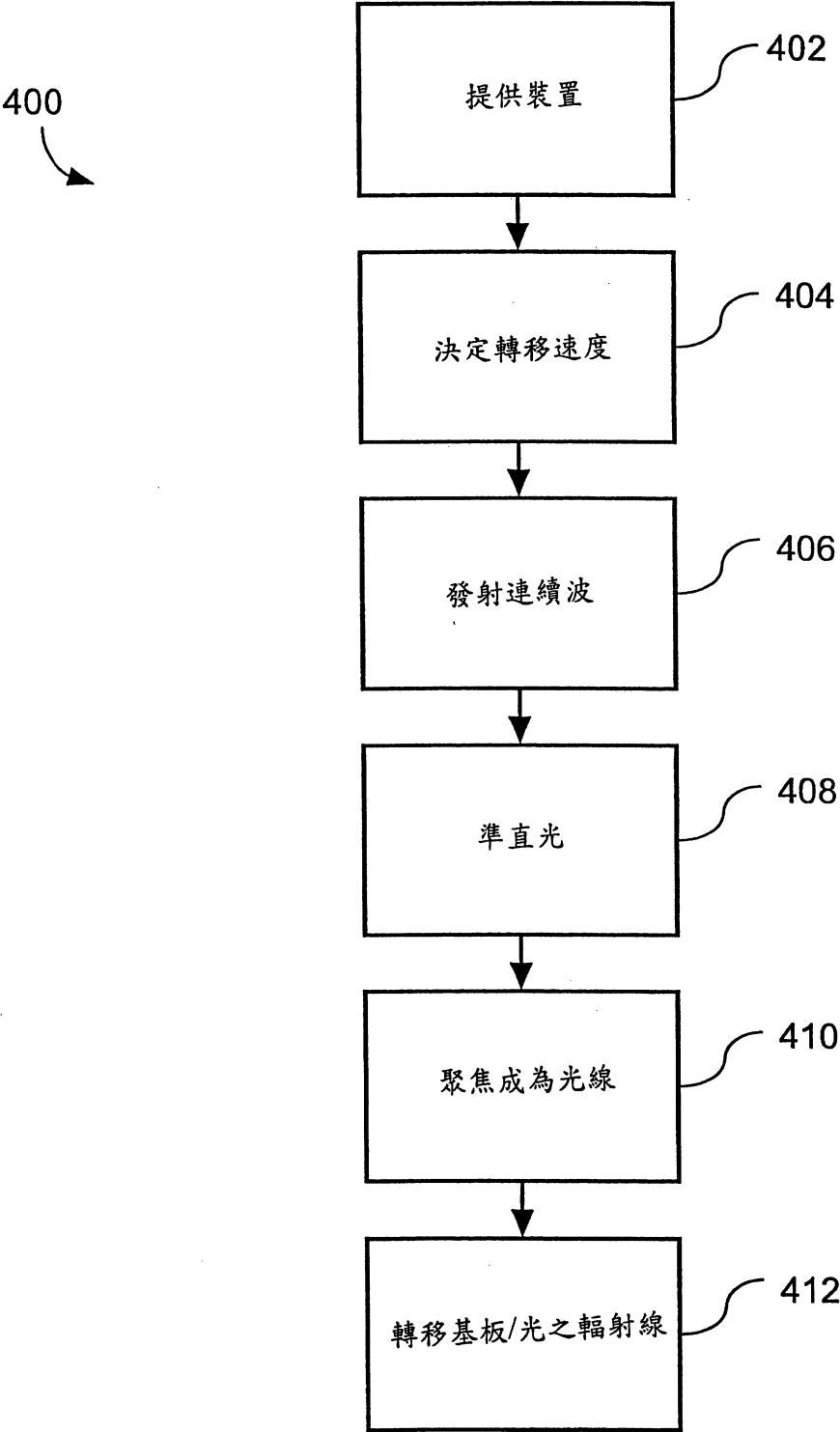
第 2A 圖



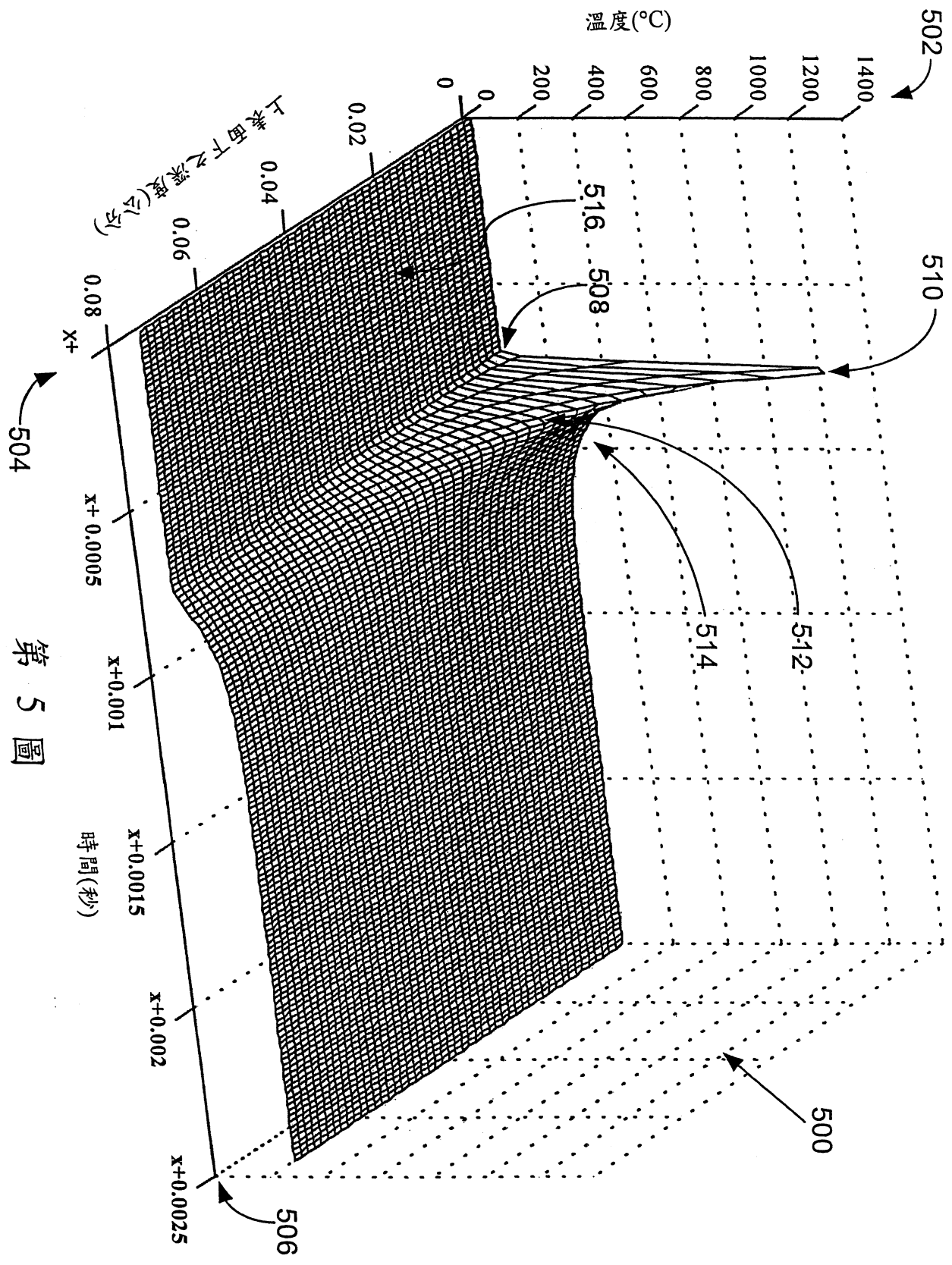
第 2B 圖



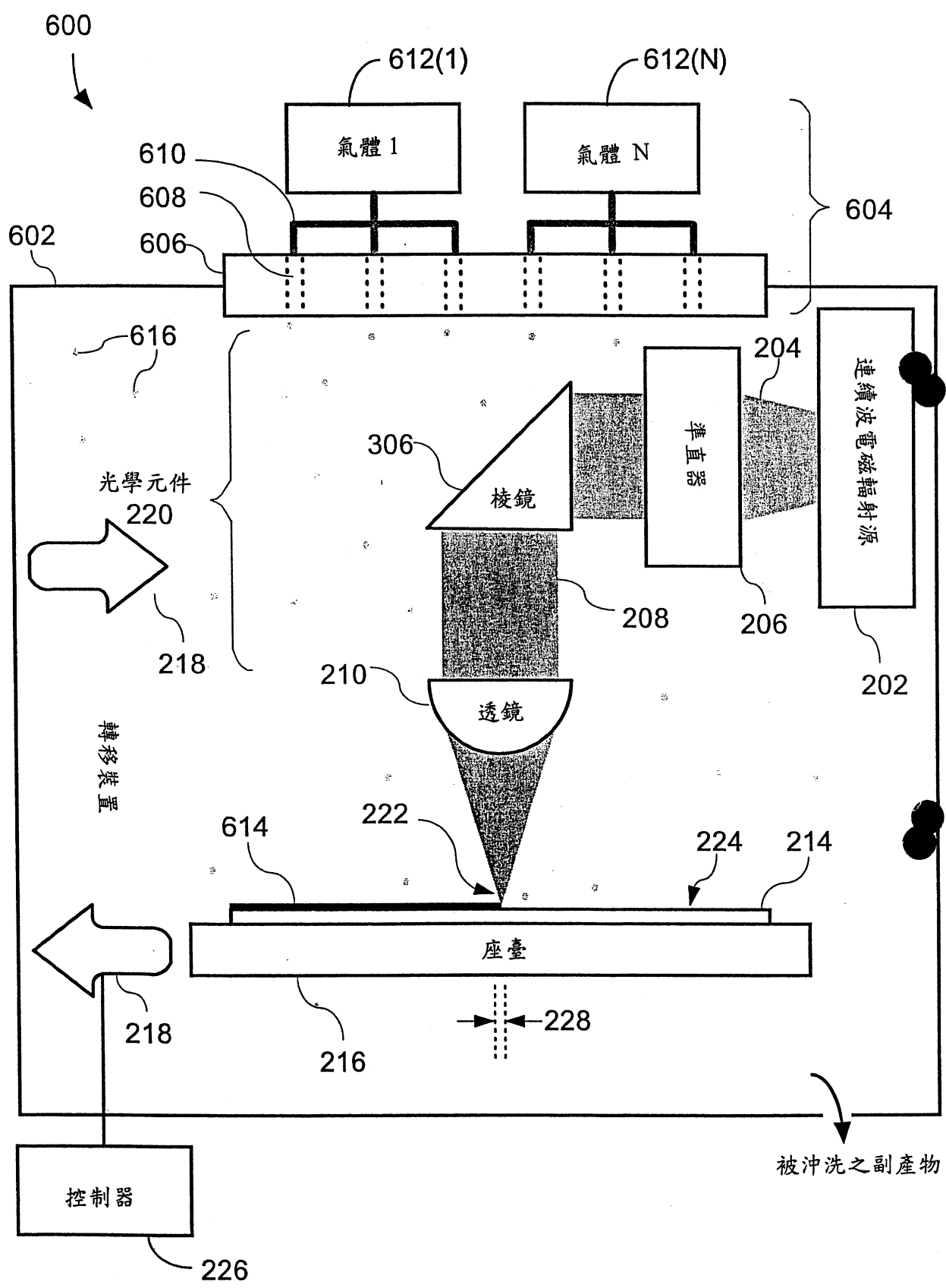
第 3 圖



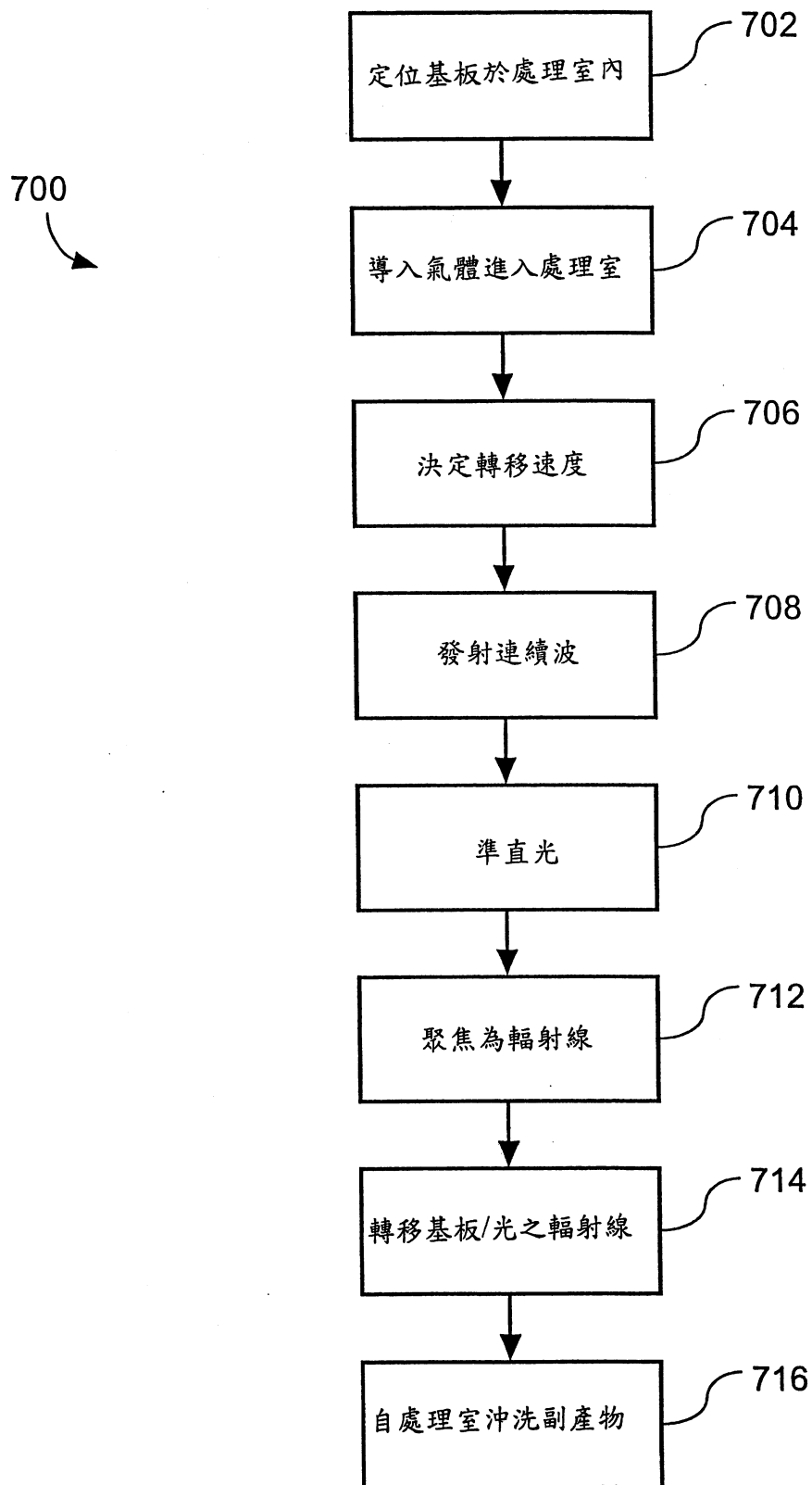
第 4 圖



第 5 圖

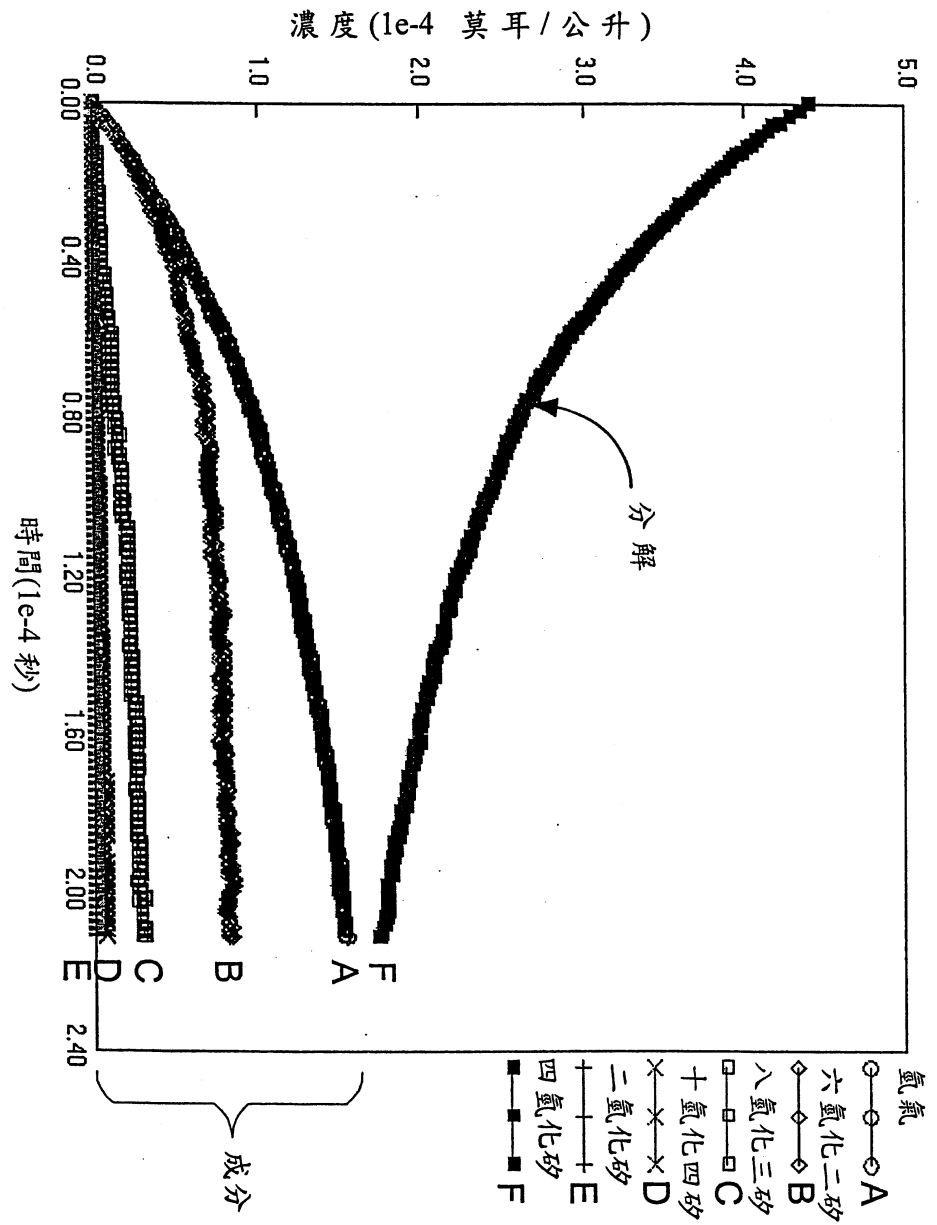


第 6 圖

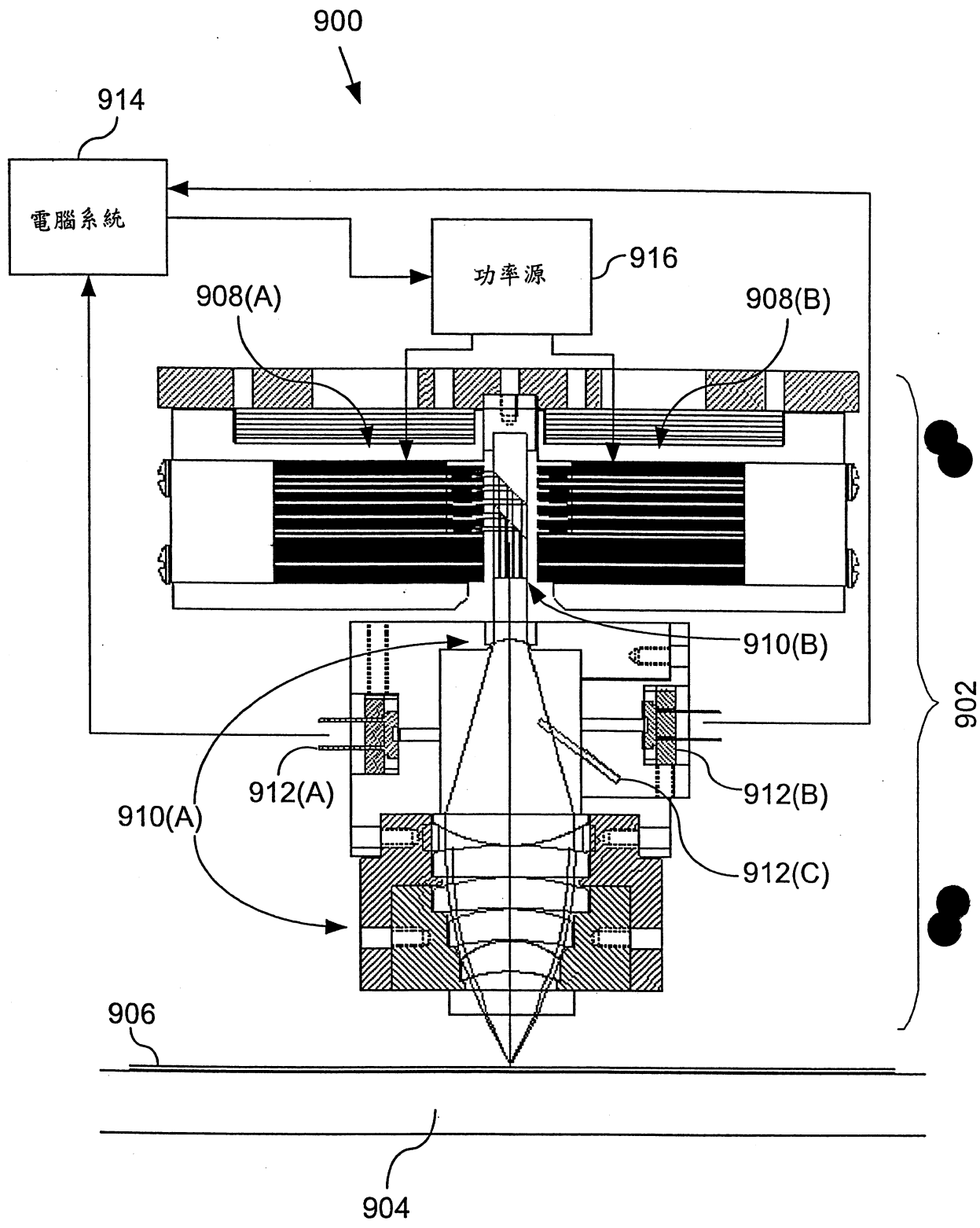


第 7 圖

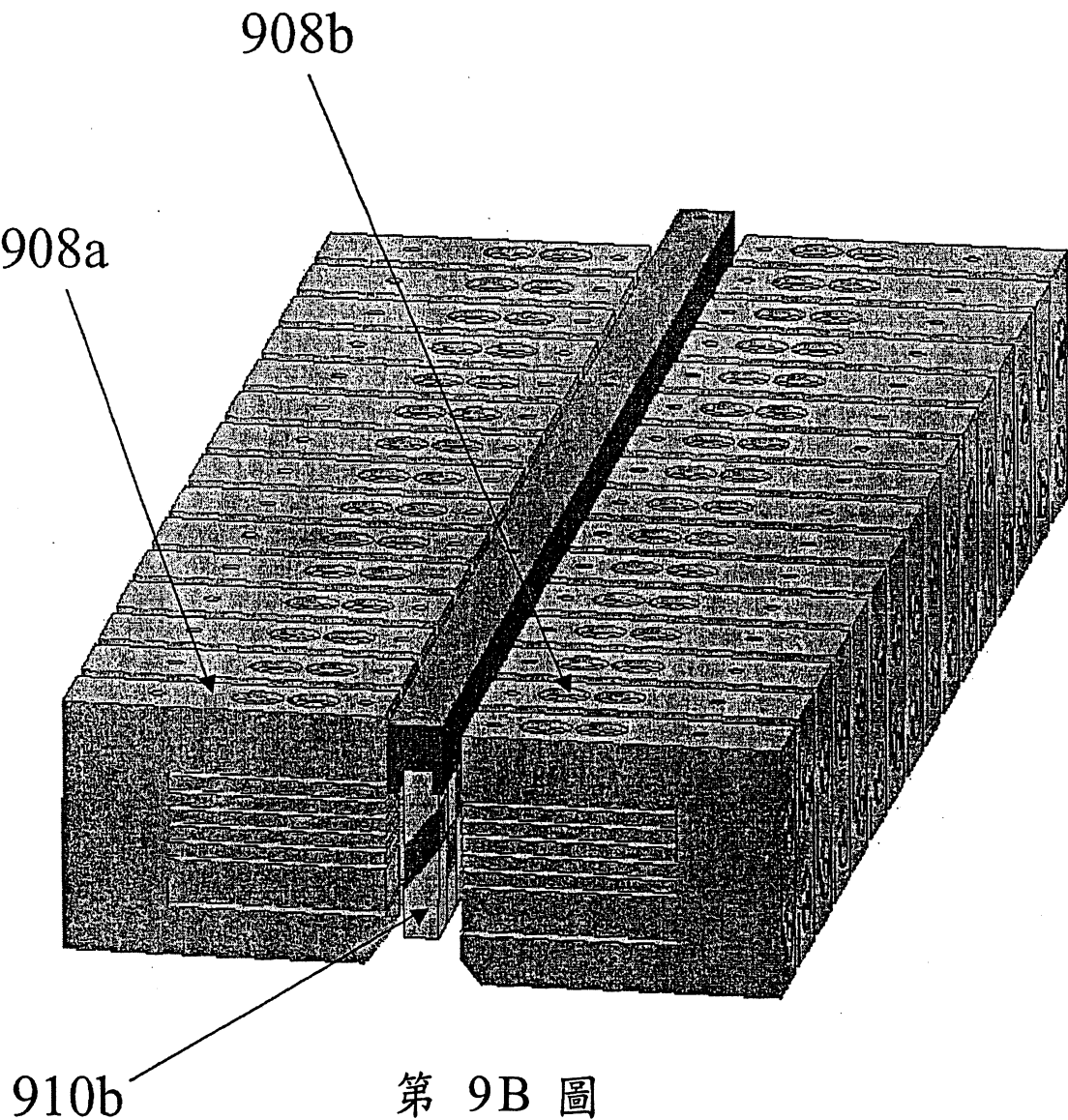
800
蒙特卡羅模擬矽烷分解結果 850°C 740 托耳



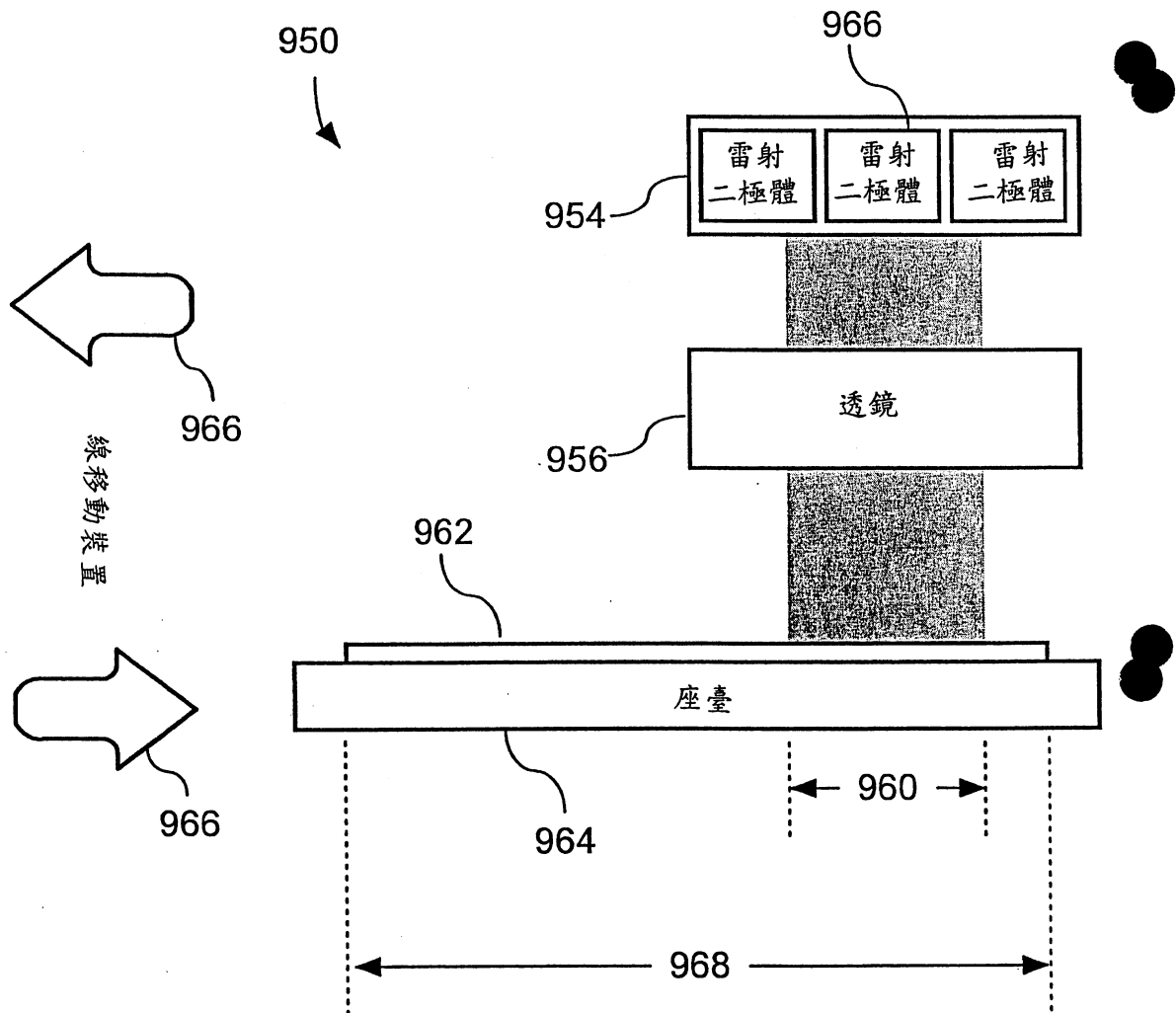
第 8 圖



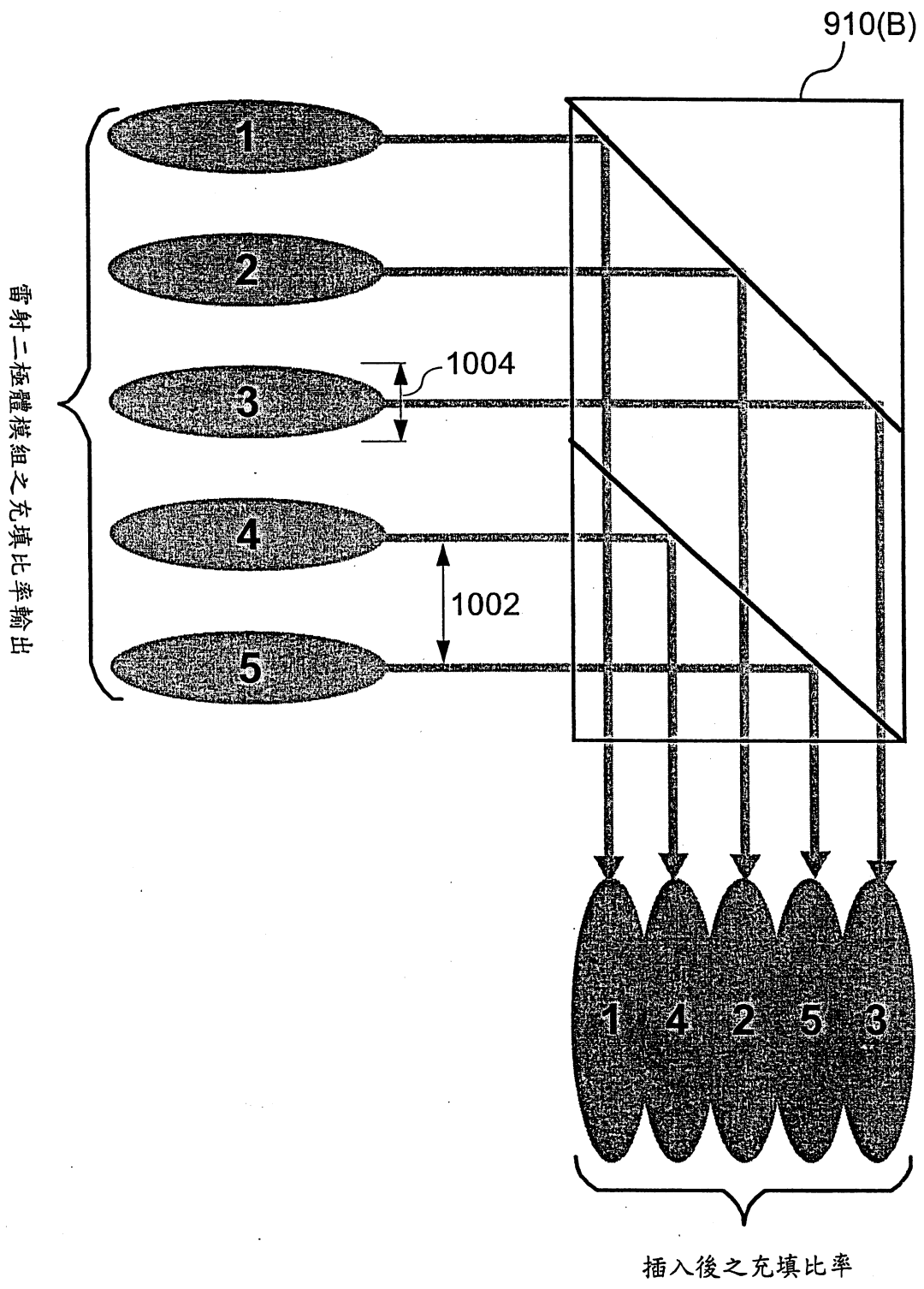
第 9A 圖



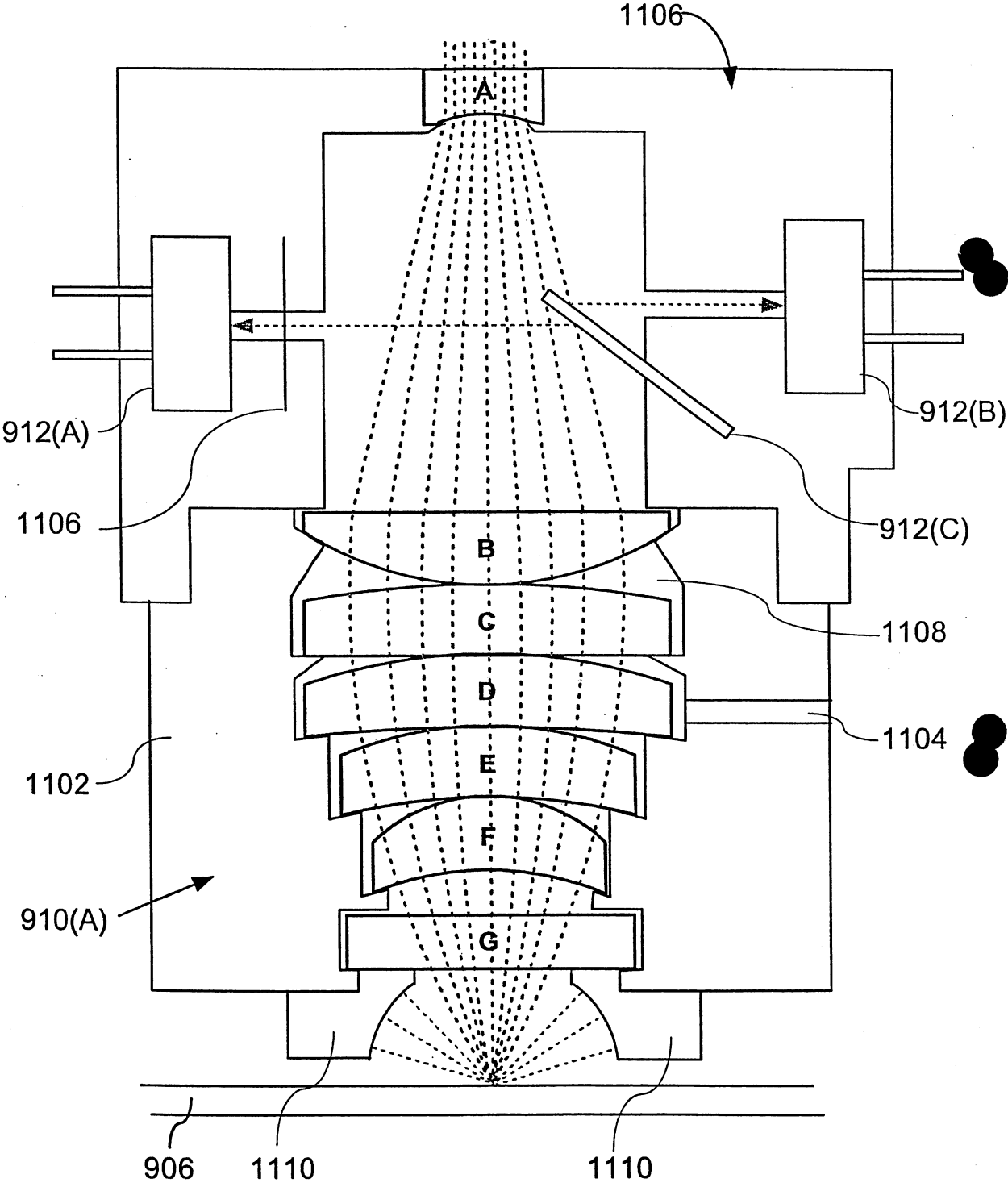
第 9B 圖



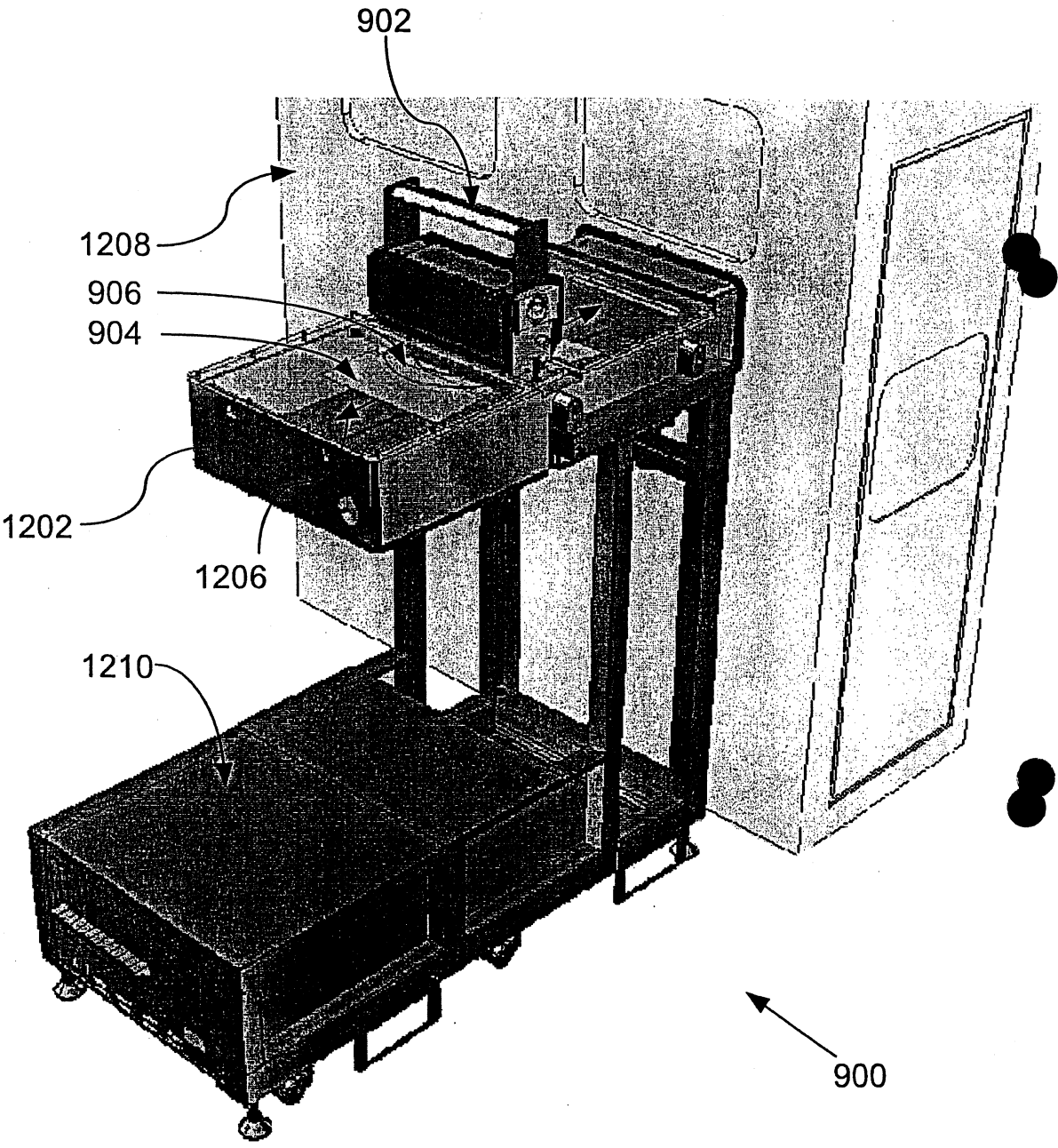
第 9C 圖



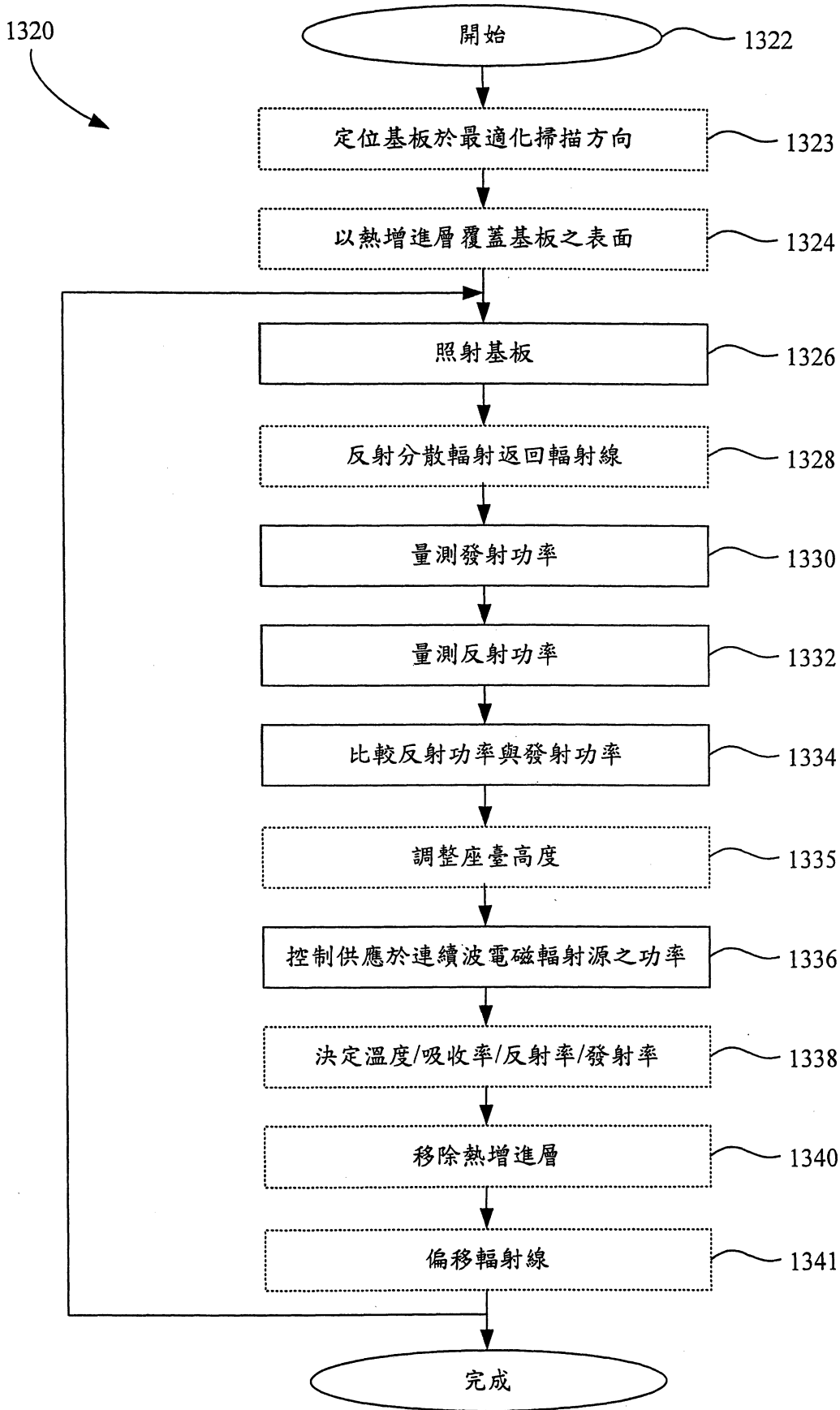
第 10 圖



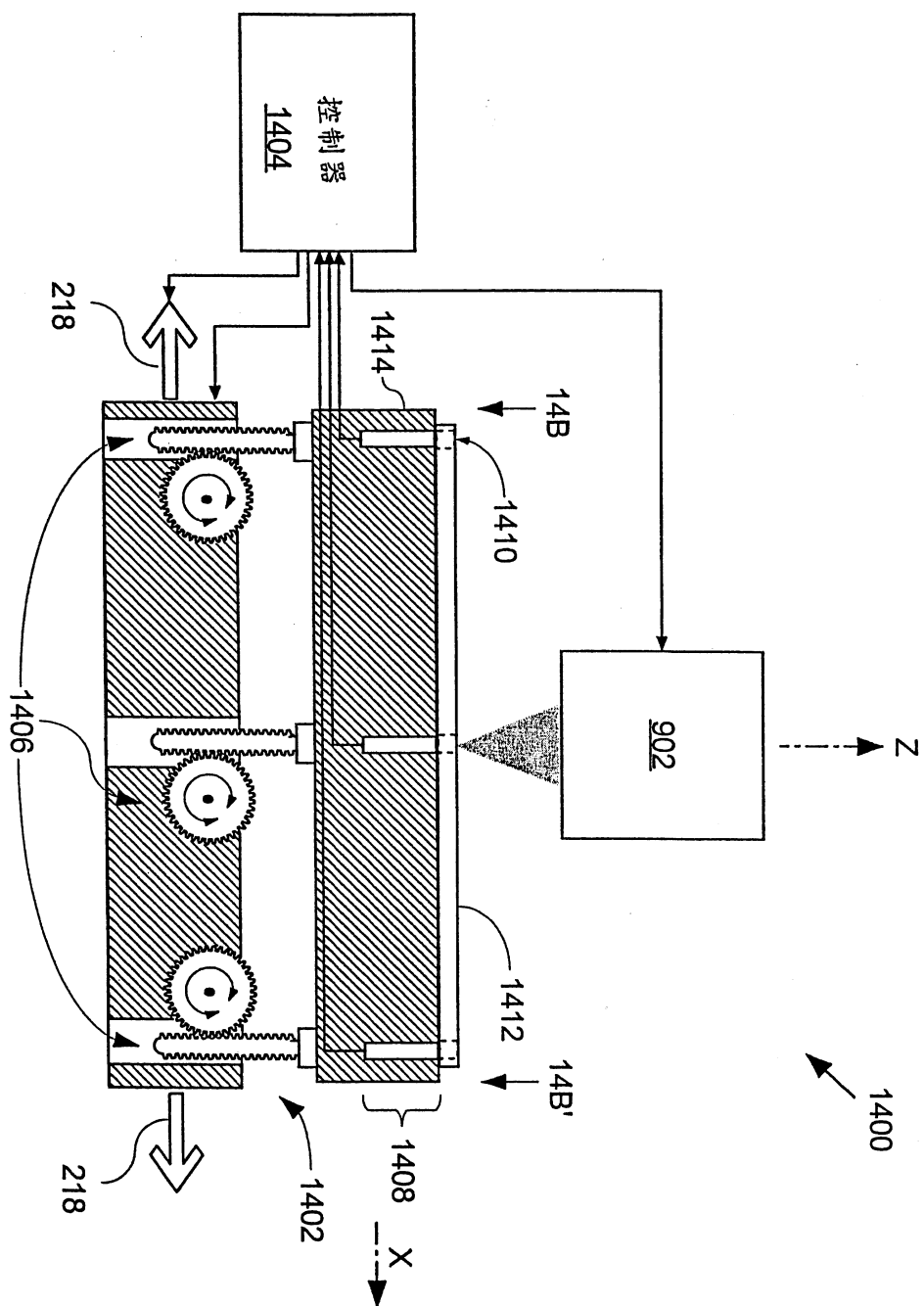
第 11 圖



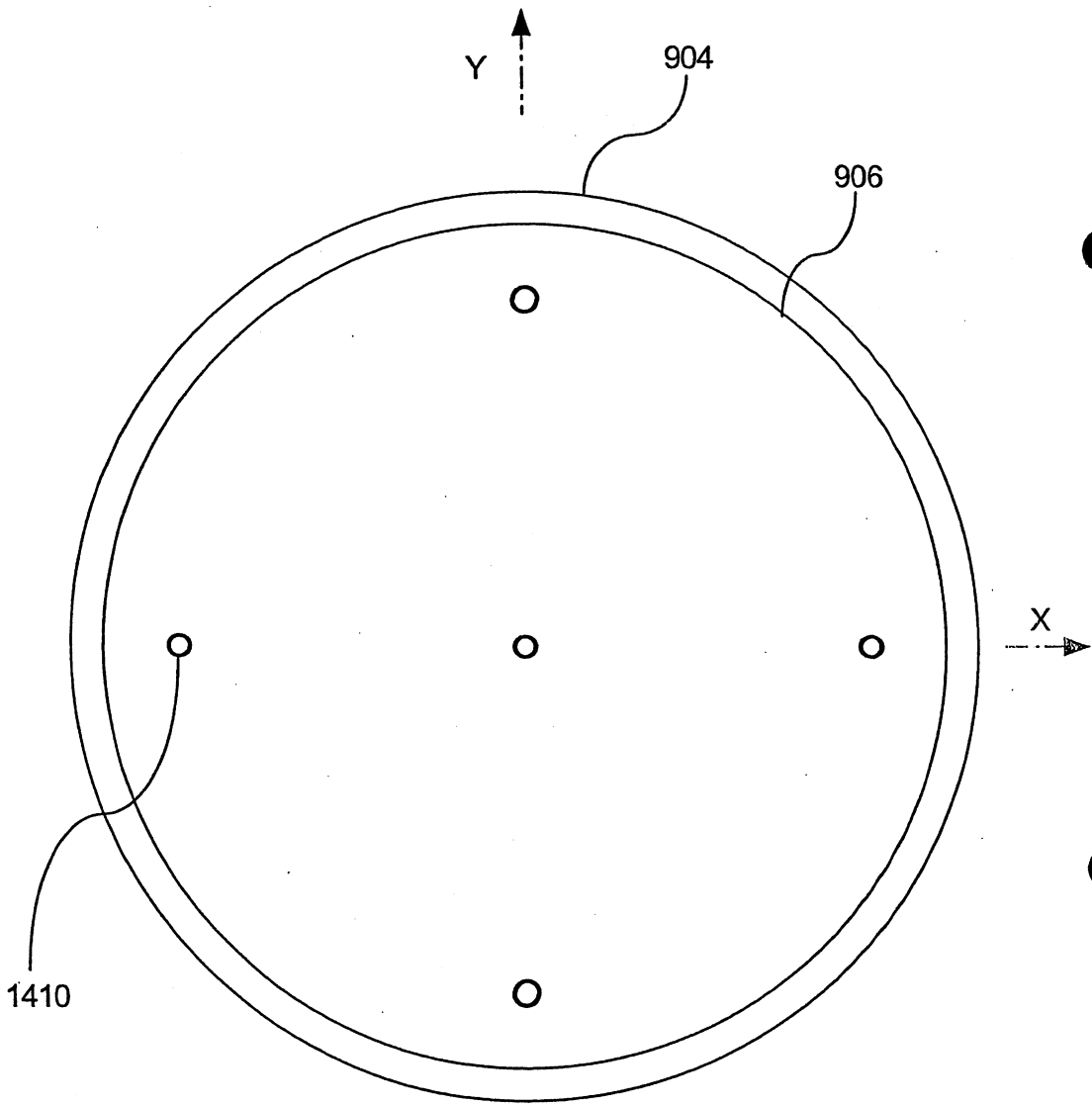
第 12 圖



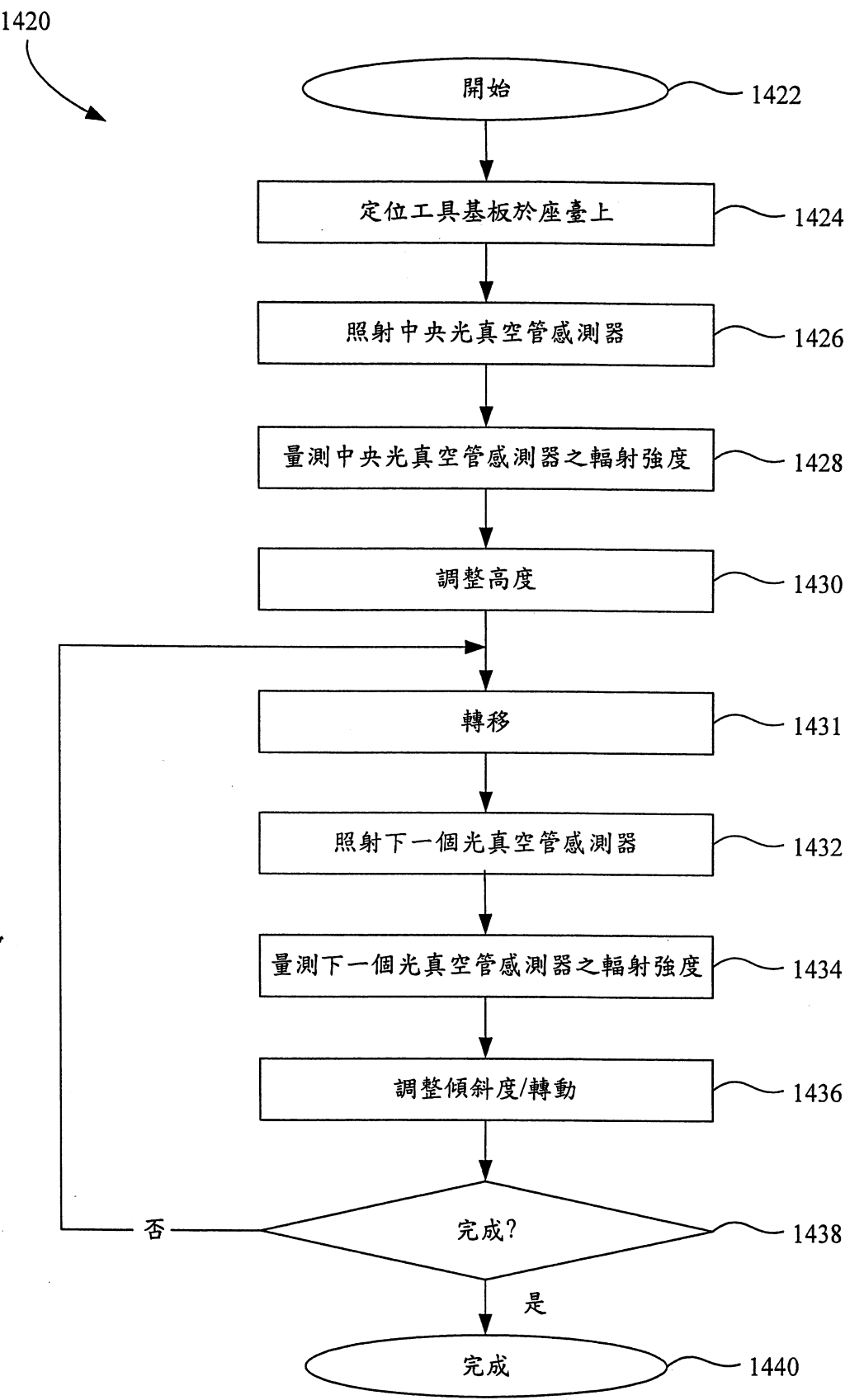
第 13 圖



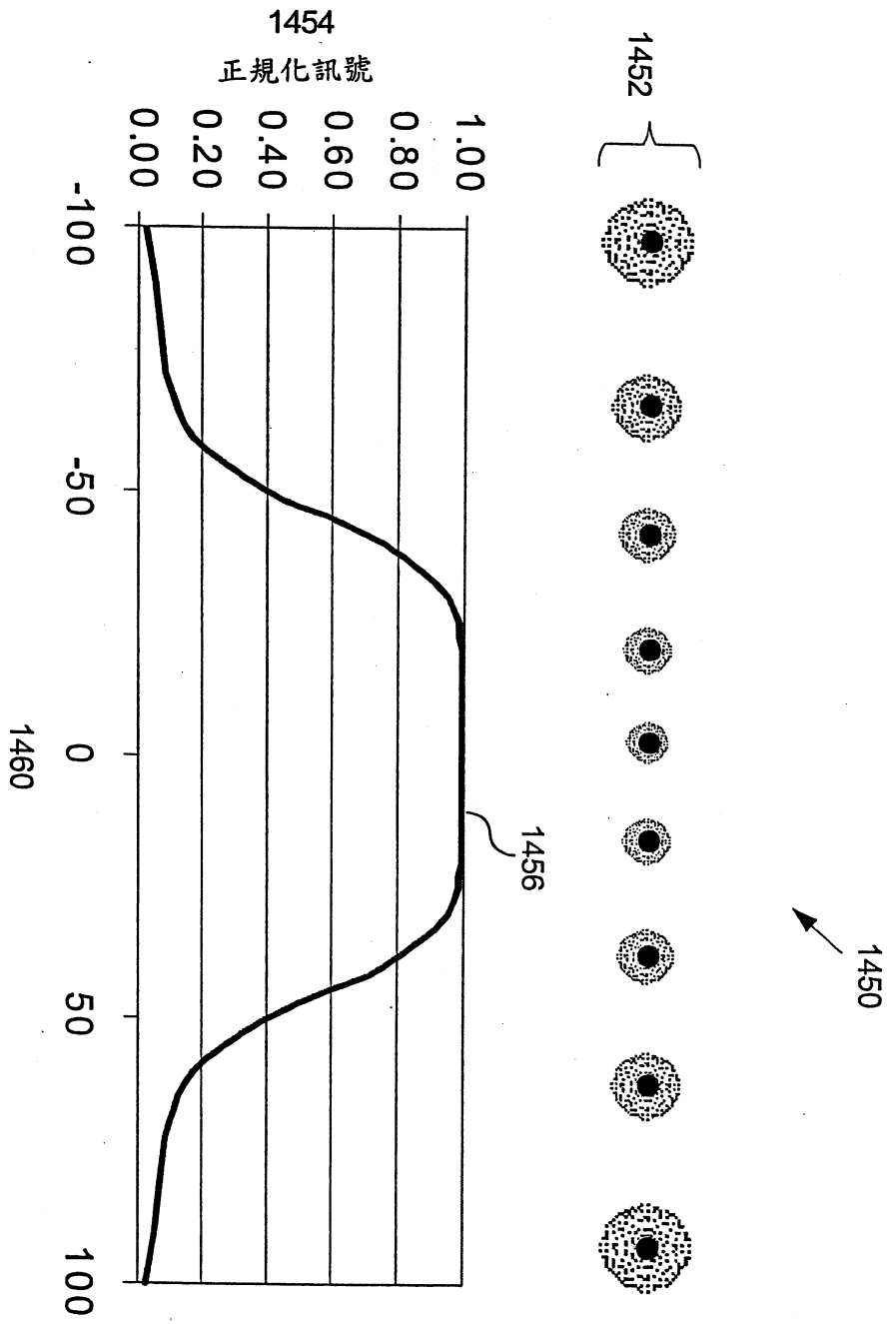
第 14A 圖



第 14B 圖



第 14C 圖



第 14D 圖