



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：200923145

(43)公開日：中華民國98(2009)年6月1日

(21)申請案號：097144023

(22)申請日：中華民國97(2008)年11月14日

(51)Int. Cl. : **C30B25/14 (2006.01)**

C30B29/40 (2006.01)

H01L21/205 (2006.01)

C23C16/455 (2006.01)

(30)優先權主張：2007/11/16 德國

DE 10 2007 054 851.8

(71)申請人：福斯創弗邦柏林公司 FORSCHUNGSVERBUND BERLIN E. V.

德國

費雪創新科技有限公司 CREATEC FISCHER & CO. GMBH

德國

(72)發明人：瓊海 漢斯彼德 SCHOENHERR, HANS-PETTER；費雪 阿爾布雷特 FISCHER, ALBRECHT

(72)代理人：鄭振田

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 29 頁

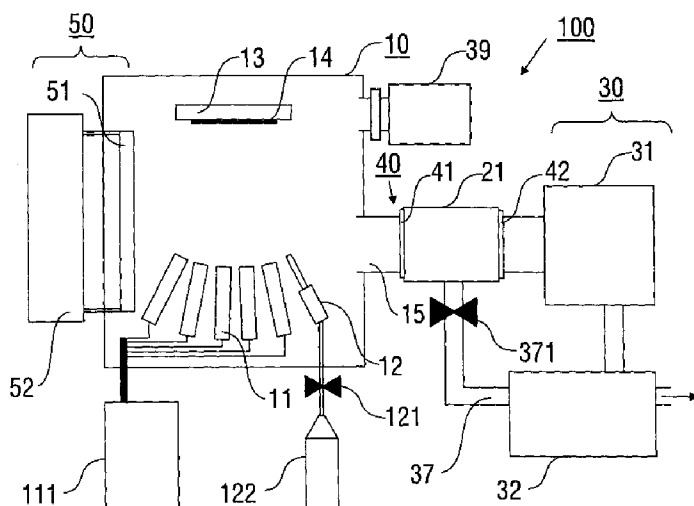
(54)名稱

分子束磊晶裝置及其運作方法

MBE-EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB

(57)摘要

一種用於反應沉積III族氮化物複合半導體之分子束磊晶裝置，包括一真空室，一第一冷凝裝置，一泵裝置以及一阻塞裝置。其中該真空室包含有至少一分子束源以及至少一噴射器用來噴射氮氣於真空室內；該第一冷凝裝置設有至少一冷凝捕集器用來凝結剩餘之氮氣；該泵裝置設有至少一泵用來抽空真空室；該阻塞裝置用來將第一冷凝裝置與真空室隔開。此外又包括該分子束磊晶裝置之運轉方法。



- 10：真空室
- 11：分子束源
- 12：噴射器
- 13：基板
- 14：基板
- 15：連接裝置
- 20：第一冷凝裝置
- 21：檔板
- 30：泵裝置
- 31：渦輪分子泵
- 32：前置泵
- 36：前置泵
- 37：跨接管道
- 39：超高真空泵
- 40：阻塞裝置
- 41：閥門
- 42：閥門
- 50：第二冷凝裝置

51：低溫板

52：循環冷卻器

100：分子束磊晶裝置

111：源控制器

121：定量閥

122：蓄氣罐

371：閥門



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：200923145

(43)公開日：中華民國98(2009)年6月1日

(21)申請案號：097144023

(22)申請日：中華民國97(2008)年11月14日

(51)Int. Cl. : C30B25/14 (2006.01)

C30B29/40 (2006.01)

H01L21/205 (2006.01)

C23C16/455 (2006.01)

(30)優先權主張：2007/11/16 德國

DE 10 2007 054 851.8

(71)申請人：福斯創弗邦柏林公司 FORSCHUNGSVERBUND BERLIN E. V.

德國

費雪創新科技有限公司 CREATEC FISCHER & CO. GMBH

德國

(72)發明人：瓊海 漢斯彼德 SCHOENHERR, HANS-PETTER；費雪 阿爾布雷特 FISCHER, ALBRECHT

(72)代理人：鄭振田

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 29 頁

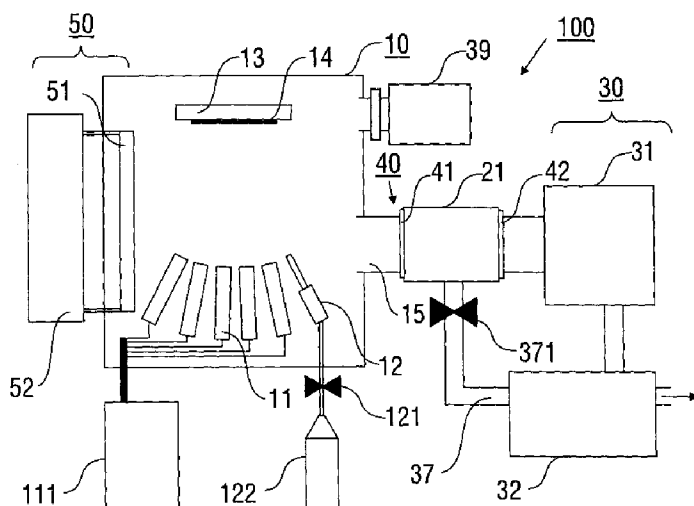
(54)名稱

分子束磊晶裝置及其運作方法

MBE-EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB

(57)摘要

一種用於反應沉積III族氮化物複合半導體之分子束磊晶裝置，包括一真空室，一第一冷凝裝置，一泵裝置以及一阻塞裝置。其中該真空室包含有至少一分子束源以及至少一噴射器用來噴射氮氣於真空室內；該第一冷凝裝置設有至少一冷凝捕集器用來凝結剩餘之氮氣；該泵裝置設有至少一泵用來抽空真空室；該阻塞裝置用來將第一冷凝裝置與真空室隔開。此外又包括該分子束磊晶裝置之運轉方法。



- 10：真空室
- 11：分子束源
- 12：噴射泵
- 13：基板
- 14：基板
- 15：連接裝置
- 20：第一冷凝裝置
- 21：檔板
- 30：泵裝置
- 31：渦輪分子泵
- 32：前置泵
- 36：前置泵
- 37：跨接管道
- 39：超高真空泵
- 40：阻塞裝置
- 41：閥門
- 42：閥門
- 50：第二冷凝裝置

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種分子束磊晶裝置及其運作方法，該分子束磊晶裝置用來反應沉積 III 族氮化物半導體，在分子束磊晶裝置運作過程中係運用氨(ammonia)來反射沉積 III 族氮化物複合半導體(compound semiconductor)。

【先前技術】

III 族氮化物複合半導體主要用於製造以氮化鎵 (GaN) 為基礎的發光二極體和鐳射二極體之類的發光元件。III 族氮化物複合半導體可以通過各種方法層層沉積。有機金屬化學氣相沉積磊晶技術可以反應沉積複合半導體，該技術在基板上將氮與一 V 族元件的複雜有機化合物如鎵相連接。由於該有機金屬化學氣相沉積磊晶技術在反應沉積過程中所需要的真空條件只能有限地配合超高真空標準技術，因此許多重要之增長過程監控都不能現場實施，故存在許多缺陷。

III 族氮化物複合半導體亦可通過分子束磊晶運作方式來進行沉積。第一種分子束磊晶運作方式係提供一帶有等離子體源的分子氮，該運作方式會產生干擾的氮離子，且增長速度很慢，故存在缺陷。第二種方法是通過熱分解氨來獲得分子氮(反應分子束磊晶)，然該方法一方面需要在基板上沉積相

當多的氮氣來進行熱分解，另一方面為了確保有足夠的高真空必須儘快抽掉多餘的氮氣。若在層層沉積的過程中需要達到高增長率，則這一缺陷尤其致命。

氮氣得藉由具有抗化學性的渦輪分子泵予以抽離。其它種類的泵或者由於抽吸速度較低(離子泵)，或者由於有限的化學組成(低溫泵)而不適用於抽吸氮氣。又渦輪分子泵的抽吸速度(每小時 1500 升)在實務中並不能滿足在反應分子束磊晶運作過程中所需要抽掉的氮氣量，特別是當燃燒室壓力(例如：在束磊晶過程中壓力為 $5 \cdot 10^{-5}$ mbar)足夠的情況下。為此，經常運用低溫板(低溫板，低溫罩)來配合渦輪分子泵使用。

市場上常見的分子束磊晶裝置配有由液態氮冷卻之低溫板，以凝結剩餘氣體，在實際運行過程中也經常在低溫板上冷卻分解多餘的氮氣。然在束磊晶過程結束之後，在低溫板解凍釋放氮氣時，固態氮突然達到一定溫度蒸發，從而極大地提高了燃燒室壓力，又分子束磊晶裝置中的溢流電解池將熱傳導到低溫板，從而進一步提高燃燒室壓力，當燃燒室壓力上升到 mbar 時，最終導致渦輪分子泵的癱瘓，故存在缺陷。

在低溫板釋放氮氣所引起的壓力驟升現象將最終導致基板塗層過程中增長循環(growth cycle)的中斷，因此在實際生產條件下，分子束磊晶裝置

也就無法持續運轉。

【發明內容】

本發明之主要目的在於提供一改進的分子束磊晶裝置來避免上述傳統分子束磊晶裝置的缺陷，並達到確實排除氮氣的目的，從而確保分子束磊晶裝置的持續運轉。

本發明次一目的在於提供該分子束磊晶裝置之運作方法，該方法可有效避免傳統技術所存在的缺失，如低溫板加熱過程中所導致的燃燒室溫度驟升之問題。

本發明分子束磊晶裝置及其運作方法之目的係由申請專利範圍獨立項之特徵來達成。而其它較佳實施例和應用則藉由申請專利範圍附屬項來達成。

首先，本發明以一般技術為基礎，提供一設有一第一冷凝裝置的分子束磊晶設備，該設備係配設於一真空燃燒室(增長室)內，以反應沉積 III 族氮化物複合半導體。分子束磊晶裝置內的第一冷凝裝置用來凝結氮氣，並通過一阻塞裝置與真空室隔開。

又第一冷凝裝置用來將在運轉分子束磊晶裝置過程中多餘的氮氣冷卻分解出真空室。該阻塞裝置在第一冷凝裝置恢復釋放氮氣的過程中將第一冷凝裝置和真空室之間的連接阻斷，從而通過加熱

第一冷凝裝置之類的方法來確保真空室內的真空，以防止真空室內氣壓升高，並進一步防止其在分子束磊晶裝置沉積過程中出現的負面影響。

本發明之發明人認為，該第一冷凝裝置並非必須要直接設在真空室內來達到其功效。亦可通過可鎖上的阻塞裝置將第一冷凝裝置和真空室隔開，從而達到凝結剩餘氮氣的作用。通過分散部分氮氣壓力來促使氮氣通過敞開的阻塞裝置在第一冷凝裝置中冷卻分解。阻塞裝置可以是任何一種真空技術元件，如閥門或者超高真空閥門，冷凝裝置和真空室之間的連接可藉助該阻塞裝置真空密封。

其次，本發明藉助普通技術來提供該分子束磊晶裝置的運作方法，尤其是提供一種藉助真空室內的反應分子束磊晶沉積 III 族氮化物複合半導體的方法。該方法通過藉助一阻塞裝置將第一冷凝裝置與真空室隔開，從而釋放在第一冷凝裝置內凝結的氮氣。藉由阻塞裝置將第一冷凝裝置與真空室密封隔開，以至第一冷凝裝置內的氣壓升高並不會嚴重影響分子束磊晶裝置的沉積過程。

又該分子束磊晶裝置的真空室在分子束磊晶裝置的整個運轉過程中，尤其是在第一冷凝裝置恢復過程中，都保持超高真空狀態。在加熱第一冷凝裝置的過程中出現的冷凝室內氣壓升高以及潛在的分子束源降低到室溫的缺失亦得以避免。藉助分子束源的不斷流入以及部分氮壓可以分子束磊晶裝

置持續運轉，故本發明之分子束磊晶裝置及其運作方式的優點對於沉積 III 族氮化物複合半導體而言，尤其重要。與傳統的反應分子束磊晶裝置之運作方式相比，本發明之分子束磊晶裝置之運作方式不僅可達到較佳的增長率再生性，而且可提高複合半導體層品質，故非常有利。

本發明之另一優點在於：可以靈活地將第一冷凝裝置連接於真空室。阻塞裝置可以完全對應分子束磊晶裝置的具體結構。例如第一冷凝裝置可以根據較佳實施例安裝至少一個冷凝捕集器，該冷凝捕集器安裝於真空室和泵裝置之間，通過該泵裝置將真空室內的空氣抽空。本發明之實施例中的泵裝置為真空室的氣流提供了優先排出方向，藉助該優先方向亦可將多餘的氮氣輸送至冷凝捕集器內，故此尤為有利。

或者該第一冷凝裝置亦可以包括至少一個冷凝捕集器，該冷凝捕集器被安裝在另外一個真空室內，該真空室通過阻塞裝置與原來的真空室連接。本發明之實施例通過將另外一個真空室透過真空連接裝置連接於分子束磊晶裝置的真空室，並將冷凝捕集器安裝於該另一真空室內，從而減少了現有分子束磊晶裝置的裝備，故尤為有利。另外該另一真空室最好與泵裝置之真空泵相連接，以使真空室內的氣流流向該另一真空室，從而更好地將氮容納於低溫板周圍。

泵裝置可包含有至少一個真空泵,以透過至少一真空連接來抽空真空室內之氣體,真空泵可以是任何一種泵,例如最好是渦輪分子泵和前置泵之組合。或者也可以安裝至少一個離子泵或者低溫泵。

以上所述本發明之第一實施例中,至少一冷凝捕集器安裝於真空室和至少一真空泵之間的真空連接裝置中,該實施例有各種實施方案。第一種實施方案:只安裝一冷凝捕集器於真空室與泵裝置之間的真空連接裝置內。阻塞裝置只包含一阻塞件,該阻塞件安裝於真空室和冷凝捕集器之間的真空連接裝置內,這一實施方案之優點在於其簡單的分子束磊晶裝置結構。

第二種實施方案:安裝數個冷凝捕集器,例如兩個冷凝捕集器,該冷凝捕集器平行設於真空室和泵裝置之間。因此在真空室和泵裝置之間可以安裝有兩個或者數個真空連接裝置來分別容納冷凝捕集器。該實施方案中阻塞裝置包含數個阻塞件,例如兩個阻塞件,每個阻塞件分別對應一冷凝捕集器,設置於真空室和其所對應冷凝捕集器之間。該實施方案最大的好處在於其可以交替運轉。在其中之一冷凝捕集器將氮氣釋放出真空室同時,可以通過另外一個冷凝捕集器將真空室抽空。通過交替運轉,從而達到分子束磊晶裝置持續運轉之效果。

該至少一冷凝捕集器最好包含一位於真空室和泵裝置之間之管狀擋板,該擋板通過液態氮冷卻

以凝結氦氣。該擋板之優點在於其為有效地凝結氦氣提供了一個較大的內部空間。或者該至少一冷凝捕集器包含有一低溫板，該低溫板設置於另外一個真空室內，並通過液態氮冷卻以凝結氦。通過安裝低溫板於另外一真空室內來有效沉澱氦氣，又真空裝置結構，尤其是真空室以及真空室和泵裝置之間的連接設備之結構可以保持不變，故非常有利。

本發明之另一較佳實施例中至少一冷凝捕集器可以在不依賴真空室的條件下被抽空，該至少一冷凝捕集器特別是在連接於真空室的連接裝置透過阻塞裝置關閉時可以藉助真空泵被抽空，這樣通過加熱冷凝收集器而被釋放的氦氣的輸出速度也被加快，故非常有利。最好利用分子束磊晶裝置的泵裝置抽空至少一冷凝捕集器。該冷凝捕集器在阻塞裝置關閉時可藉助例如泵裝置之渦輪分子泵直接被抽空，或者該冷凝捕集器亦可通過渦輪分子泵的前置泵被抽空，故可避免渦輪分子泵在停止運轉。

根據本發明之分子束磊晶裝置之較佳結構係設置一可封閉式跨接管路，透過該跨接管路將該至少一冷凝捕集器與前置泵連接，以透過泵裝置之前置泵來抽空該至少一冷凝捕集內之空氣。在跨接管路打開之狀態下封閉阻塞裝置，尤其是封閉位於真空室和冷凝捕集器之間的阻塞件以及位於冷凝捕集器及渦輪分子泵之間的另一阻塞件，從而將氦氣

釋放出冷凝捕集器。

根據本發明之另一實施方案係為在真空室內設置第二冷凝裝置來容納真空室內的剩餘氣體。該設置於真空室內的冷凝裝置為市場上普及的分子束磊晶裝置之冷凝裝置，故非常有利。該第二冷凝裝置最好只用於冷凝分解剩餘非氮氣氣體。該包含有低溫板的第二冷凝裝置用於在一定溫度下運轉分子束磊晶裝置，該溫度低於真空室內一些剩餘氣體如水蒸氣的凝結溫度，高於氮氣的凝結溫度。又該第二冷凝裝置最好安裝有一循環冷卻器，該循環冷卻器係包含有酒精或者矽絕緣油。該第二冷凝裝置的溫度在 -85°C 到 -65°C 之間。

【實施方式】

以下主要通過介紹冷凝裝置和阻塞裝置的特點及其運作來說明本發明之分子束磊晶裝置及其運作方法之實施例。

這裏將不再贅述該分子束磊晶裝置中所擁有的傳統分子束磊晶裝置中的元件如閘門或測量器等。本發明之分子束磊晶裝置之實施例並不僅限於圖示之分子束磊晶裝置，而是通過一分子束磊晶裝置來促使該裝置持續運轉以產生 III 族氮化物半導體層。氮化物半導體層的反應沉積過程，尤其是運轉參數的選擇過程和利用傳統反應分子束磊晶裝置運作方法來沉積晶體氮化層相同。

第 1 圖所示為本發明之分子束磊晶裝置之第一實施例，該分子束磊晶裝置 100 包含一真空室 10，一第一冷凝裝置 20，一泵裝置 30，一阻塞裝置 40 以及一第二冷凝裝置 50。該實施例的真空室 10 和泵裝置 30 之間只設置一真空連接裝置 15，又該第一冷凝裝置 20 只包含有一個冷凝捕集器，該冷凝捕集器由檔板 21 所構成，位於真空室 10 和泵裝置 30 之間。

該真空室 10 包含有一接收器，該接收器內設置至少一分子束源 11，至少一噴射泵 12 用來收集反應氣體，以及一帶有供暖裝置之基板支架用來加熱基板 13 以接收一即將鍍層之基板 14。例如可以在接收器內設置數個分子束源 11，該數個分子束源 11 連接於一源控制器 111 上。該分子束源 11 包含有例如傳統分子束磊晶裝置技術中的溢流電解池。該噴射泵 12 透過一定量閥 121 和一蓄氣罐 122 相連接。真空室 10 的其它組件如閘門，閥門以及測量裝置將不再贅述。

另外該真空室 10 內還設有包含有至少一低溫板 51(低溫罩)之第二冷凝裝置 50，其中該低溫板 51 與一循環冷卻器 52 相連接。該至少一低溫板 51 的結構與傳統分子束磊晶裝置中冷凝板的結構相同，另該低溫板 51 最好能夠安裝於該真空板之至少一牆上。低溫板 51 的運轉溫度在 -85°C 到 -65°C 之間，例如 -75°C 。該溫度在反應束磊晶過程

中根據真空室內壓力來確定，有該溫度即為氦氣之凝結點，該凝結點取決於氦氣的部分壓力。第二冷凝裝置 50(低溫板)的運轉溫度在真空室 10 內條件相同的情況下高於氦氣之凝結點。

真空室 10 透過真空連接裝置 15 與泵裝置 30 相連，該真空連接裝置 15 包含例如一突緣和管路之組合。該泵裝置 30 包含有一渦輪分子泵 31(主泵)，該渦輪分子泵 31 與一前置泵 32 相連。第一冷凝裝置 20 包含一冷凝捕集器，該冷凝捕集器為一擁有內冷卻面之管狀擋板 21，該管狀擋板 21 設於真空連接裝置 15 內，並通過一裝有液態氦之迴圈低溫恆溫器(圖中未示)冷卻。又該擋板 21 通過運作方法之參數以及真空技術之參數，尤其通過將要凝結之氦氣量以及泵裝置 30 之抽吸速度來確定其大小。此外該真空室 10 透過一裝有閥門之可封閉式真空連接裝置與另外一超高真空泵 39(如吸氣離子泵或者渦輪泵)相連接。

在真空室 10 之側面裝有一閥門 41 作為阻塞裝置 40 之阻塞件，透過該閥門 41 可以將真空室 10 通往擋板 21 的氣流通道真空封閉。閥門 41 包含有例如一超高真空閥門。泵裝置 30 之側面設有一裝有另一阻塞件之擋板 21，該阻塞件亦為一閥門 42，擋板 21 透過一跨接管道 37 與泵裝置 30 之前置泵 32 相連接。該跨接管道 37 內設有一跨接閥門 371。

分子束磊晶裝置 100 的運轉方法包括以下過

程。首先在安裝上分子束源 11 之後抽空真空室 10 內的空氣，此時閥門 41，42 打開，而跨接閥門 37 關閉。通過連接渦輪分子泵 31 與前置泵 32 來抽空真空室 10。分子束源 11 的安裝以及抽空真空室 10 的方法和普通分子束磊晶裝置和超高真空室的安裝及抽空方法相同。將真空室 10 抽空之後可以將前述之基板 14 放在基板支架上，該過程也與傳統反應分子束磊晶裝置之運轉方法相同。該基板 14 用來解析水蒸氣以及背面漸鍍，從而改善在反應沉積半導體過程中的熱連接，該效果在基板導熱的情況下尤佳。

其次由至少一分子束源 11 產生至少一分之束並噴射氮到真空室 10 內以達到層層反應沉積之目的，例如在基板 14 上沉積氮化鎵 (GaN) 層。在沉積之前可將超高真空泵 39 與真空室 10 的閥門相隔離。在半導體沉積過程中泵裝置 30 繼續運轉，藉助由真空連接裝置 15 抽出真空室 10 之剩餘氣體抽出氮氣，該氮氣在冷凝裝置 20 之擋板 21 上凝結。試驗證明該發明可以通過擋板 21 上之由液態氮冷卻之冷卻面而有效地抽吸氮氣，以至抽吸速度與未經冷卻之擋板相比增加了 10 因數。這為本發明之最大優點。

持續數小時的鍍層過程中，氮氣不斷凝聚於擋板 21 上，恢復擋板 21 內部冷卻面的過程包括：首先通過封鎖閥門 41 將擋板 21 與真空室 10 分離，在

此之前將超高真空泵 39 與真空室 10 相連接，停止冷卻擋板 21，而加熱擋板 21。隨著溫度升高固態氮變成氣態氮。氣態氮由渦輪分子泵 31 抽吸。若氮氣量超過渦輪分子泵 31 之抽吸速度，閥門 42 關上並打開跨接閥門 371，以藉助前置泵 32 通過跨接管道 37 而實現擋板 21 之抽吸功能。在擋板 21 內氣壓足夠低的情況下關上跨接閥門 371，藉助渦輪分子泵 31 來抽吸剩餘氣體直到形成一超高真空。最後再次打開閥門 41 以抽吸分子束磊晶裝置運轉過程中真空室 10 內的氣體。由於外熱對擋板 21 的影響極小，而超高真空泵 39 可以保持真空室 10 內的超高真空，因此將氮氣釋放出擋板 21 可持續較長時間，如 12 小時(溫度從 77K 增加到 300K)。第 1 圖所示之實施例可以在正常工作時間(8 到 12 小時)內運轉分子束磊晶裝置 100，而且可以在正常工作時間內持續迴圈增加運轉分子束磊晶裝置沉積。

第 2 圖所示為本發明之第二實施例，該實施例中分子束磊晶裝置 100 包含除了以上所述部件外，還另外安裝有一帶有前置泵 34 之渦輪分子泵 33，透過該前置泵將真空室 10 與另外一個真空連接裝置 16 相連接。在該真空連接裝置 16 內設有另外一個冷凝裝置 20 之冷凝捕集器，該冷凝捕集器包含有另外一個擋板 22，該擋板 22 包含有一閥門 43，位於真空室 10 之側面，與另一阻塞裝置 40 鎖接。又閥門 44 用於隔離擋板 22 與渦輪分子泵 33，一第

二跨接管道 38 設有一第二跨接閥門 381 位於擋板 22 和前置泵 34 之間，作為連接擋板 22 和前置泵 34 之間的通道。第 2 圖所示本發明之實施例中並未安裝第 1 圖所示實施例中的超高真空泵 39，然也可以依據有目的地運轉分子束磊晶裝置 100 來另外安裝一超高真空泵。

第 2 圖所示之分子束磊晶裝置的運轉方式如前所述，尤與第 1 圖所示之運轉方式相同。通過真空泵與冷凝捕集器組合之雙向實施可確保真空室 10 持續運轉 24 小時(產生半導體)，即使在其中之一擋板 21 或 22 加熱抽空，並與真空室隔離釋放氮氣時，真空室 10 仍可持續運轉。

例如首先可以將各部元件恢復，當第二擋板 22 之閥門 43，44 打開，且真空室透過渦輪分子泵 33 抽空時，帶有閥門 41，42 之第一擋板 21 離開真空室 10 和渦輪分子泵 31，透過跨接管道 37 抽空。在擋板 21 內氮氣釋放完之後，將擋板 21 再次與真空室 10 相連。然後第二擋板 22 可以通過關閉閥門 43，44 進行恢復，擋板 22 藉助前置泵 34 或者渦輪分子泵 33 抽空。

第 2 圖所示本發明之實施例亦可做如下改動：泵裝置 30 只包含有一個真空泵 31，該真空泵 31 設有亦前置泵 32，擋板 21，22 藉助真空泵 31 透過可分別控制之閥門 42，44 相互連接。

第 3 圖所示為本發明之分子束磊晶裝置 100 之第三實施例，在該實施例中渦輪分子泵 31 藉助前置泵 32 透過真空連接裝置 15 與真空室 10 相連接，該安裝方式與傳統分子束磊晶裝置相同。真空室 10 透過真空連接裝置 17 與另一真空室 15 相連接，在該真空室 15 內設有至少一低溫板 23 作為冷凝裝置 20 之冷凝捕集器。真空室 10 與另一真空室 15 透過真空連接裝置 17 互相連接，在該真空連接裝置 17 內裝有阻塞裝置 40。又一真空封閉閥門 45 作為阻塞件安裝於真空連接裝置 17 內，另一真空室 15 藉助渦輪分子泵 35 與前置泵 36 之又一組合抽空。

第 3 圖所示本發明之分子束磊晶裝置 100 之實施例之運作與第 1 圖所示基本相同。在半導體沉積過程中，渦輪分子泵 33 持續運轉，多餘之氮氣透過該渦輪分子泵 33 被吸入另一真空室 15 內。氮氣在另一真空室 15 內凝結於通過液態氮冷卻之低溫板 23。為了恢復低溫板 23 關閉閥門 45，以隔離第一冷凝裝置 20 與真空室 10，同時加熱低溫板 23，另一真空室 15 藉助渦輪分子泵 33 被抽空，抽空釋放氮氣後，打開閥門 45 以繼續運轉分子束磊晶裝置 100。

相互結合，例如作為擋板 21，22 的一個或者數個冷凝捕集器也可位於真空室 10 與泵裝置 30 之間，並與設於一個或數個另一真空室 15 內之一個或數個低溫板 23 相連接。

於專利說明書、圖式內容以及申請專利範圍中所揭示之特會可以單獨亦可以相互組合，這對於本方案的實施具有非常重要的意義。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係為本發明分子束磊晶裝置第一實施例之示意圖。

第 2 圖係為本發明分子束磊晶裝置第二實施例之示意圖。

第 3 圖係為本發明分子束磊晶裝置第三實施例之示意圖。

【主要元件符號說明】

分子束磊晶裝置...100

真空室...10

源控制器...111

定量閥...121

基板...13

連接裝置...15

連接裝置...17

檔板...21

低溫板...23

渦輪分子泵...31

分子束源...11

噴射泵...12

蓄氣罐...122

基板...14

連接裝置...16

第一冷凝裝置...20

擋板...22

泵裝置...30

前置泵...32

渦輪分子泵...33

渦輪分子泵...35

跨接管道...37

跨接閥門...38

超高真空泵...39

閥門...41

閥門...43

閥門...45

低溫板...51

前置泵...34

前置泵...36

閥門...371

閥門...381

阻塞裝置...40

閥門...42

閥門...44

第二冷凝裝置...50

循環冷卻器...52

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：97144083

※申請日：97.11.14

※IPC 分類：

C30B 25/44 (2006.01)

C30B 29/40 (2006.01)

H01L 21/05 (2006.01)

C23C 16/455 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

分子束磊晶裝置及其運作方法

二、中文發明摘要：

一種用於反應沉積 III 族氮化物複合半導體之分子束磊晶裝置，包括一真空室，一第一冷凝裝置，一泵裝置以及一阻塞裝置。其中該真空室包含有至少一分子束源以及至少一噴射器用來噴射氮氣於真空室內；該第一冷凝裝置設有至少一冷凝捕集器用來凝結剩餘之氮氣；該泵裝置設有至少一泵用來抽空真空室；該阻塞裝置用來將第一冷凝裝置與真空室隔開。此外又包括該分子束磊晶裝置之運轉方法。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一用於反應沉積 III 族氮化物半導體之分子束磊晶裝置，該分子束磊晶裝置包括：

一真空室，該真空室包含有至少一分子束源和一噴射器，該噴射器用於將氮氣噴射於真空室內；

一第一冷凝裝置，該冷凝裝置設有至少一冷凝捕集器，用來凝結剩餘之氮氣；和

一泵裝置，該泵裝置設有至少一個泵，用來抽空真空室內之氣體；

其特徵在於：

一阻塞裝置，藉由該阻塞裝置將第一冷凝裝置與真空室隔開。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之分子束磊晶裝置，其中，

該裝置之第一冷凝裝置包含有一冷凝捕集器，該冷凝捕集器位於真空室與泵裝置之間；以及

該阻塞裝置包含有一阻塞件，該阻塞件位於真空室與冷凝捕集器之間。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之分子束磊晶裝置，其中，

該裝置之第一冷凝裝置包含有一冷凝捕集器，該冷凝捕集器位於真空室與泵裝置之間；以及

該阻塞裝置包含至少兩個阻塞件，該阻塞件分別安裝於真空室和冷凝捕集器之間。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之分子束磊晶裝置，其中，

該分子束磊晶裝置之至少兩個冷凝捕集器，組合方式如下：當其中之一冷凝捕集器，透過阻塞裝置脫離真空室時，另外一個冷凝捕集器於真空室連接；以及

與真空室脫離之冷凝捕集器用來釋放固態氦。

5. 如申請專利範圍第 1、2、3 或 4 項所述之一分子束磊晶裝置，其中，

該分子束磊晶裝置之至少一冷凝捕集器包含一管狀擋板，該擋板也對應設置於真空室與泵裝置之泵之間的真空連接裝置內。

6. 如申請專利範圍第 1、2、3 或 4 項所述之一分子束磊晶裝置，其中，

該分子束磊晶裝置包含至少一低溫板作為冷凝捕集器，該低溫板設於另一真空室內；

該阻塞裝置包含有一阻塞件，該阻塞件位於真空室與另一真空室之間。

7. 如申請專利範圍第 1、2、3 或 4 項所述之一分子束磊晶裝置，其中，

該分子束磊晶裝置之至少一冷凝捕集器，隔離真空室被抽空。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之分子束磊晶裝置，其中，

該分子束磊晶裝置之至少一冷凝捕集器，藉由
泵裝置予以抽空。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之分子束磊晶裝置，
其中，

該分子束磊晶裝置之至少一冷凝捕集器，藉由
泵裝置之至少一前置泵被抽空。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之分子束磊晶裝置，
其中，

該分子束磊晶裝置之至少一冷凝捕集器，透過
一可關閉之跨接管道與至少一前置泵相連。

11. 如申請專利範圍第 1、2、3 或 4 項所述之一分子
束磊晶裝置，其包含：

一第二冷凝裝置用來凝結真空室內之剩餘氣
體。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之分子束磊晶裝
置，其中，

該第二冷凝裝置包含有一低溫板，該低溫板位
於真空室內。

13. 如申請專利範圍第 11 項所述之分子束磊晶裝
置，其中，

該分子束磊晶裝置之第二冷凝裝置具有一定的
運轉溫度，在該運轉溫度下，氬在真空條件下
為氣態，而真空室內其它剩餘氣體則予以凝結
(condensed)。

14. 一種分子束磊晶裝置之運轉方法，包括：

用泵裝置抽空分子束磊晶裝置之真空室；

在真空室內形成一 III 族氮化物半導體分子束；

噴射氮於真空室內；

在真空室內反應沉積 III 族氮化物半導體於基板上；同時

未用於反應沉積之氮在第一冷凝裝置內凝結；
其特徵在於：

氮從真空室內通過一可關閉之阻塞裝置進入第一冷凝裝置，該阻塞裝置可將第一冷凝裝置與真空室相隔離。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述分子束磊晶裝置之運轉方法，包括：

關閉該阻塞裝置；以及

釋放第一冷凝裝置之固態氮，同時在釋放固態氮的過程中，第一冷凝裝置則確保真空室內之高真空狀態。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述分子束磊晶裝置之運轉方法，其中：

在運轉過程中加熱抽空第一冷凝裝置以釋放固態氮。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述分子束磊晶裝置之運轉方法，其中：

在運轉過程中第一冷凝裝置藉由泵裝置而予以抽空。

18. 如申請專利範圍第 14、15、16 或 17 項所述分子束磊晶裝置之運轉方法，其中：

在運轉過程中第一冷凝裝置包含至少兩個冷凝捕集器，該冷凝捕集器分別位於真空室與泵裝置之間之真空連接裝置內；且

在將固態氮釋放出其中之一冷凝捕集器，同時在另外一個冷凝捕集器內凝結由真空室釋放出來的氮氣。

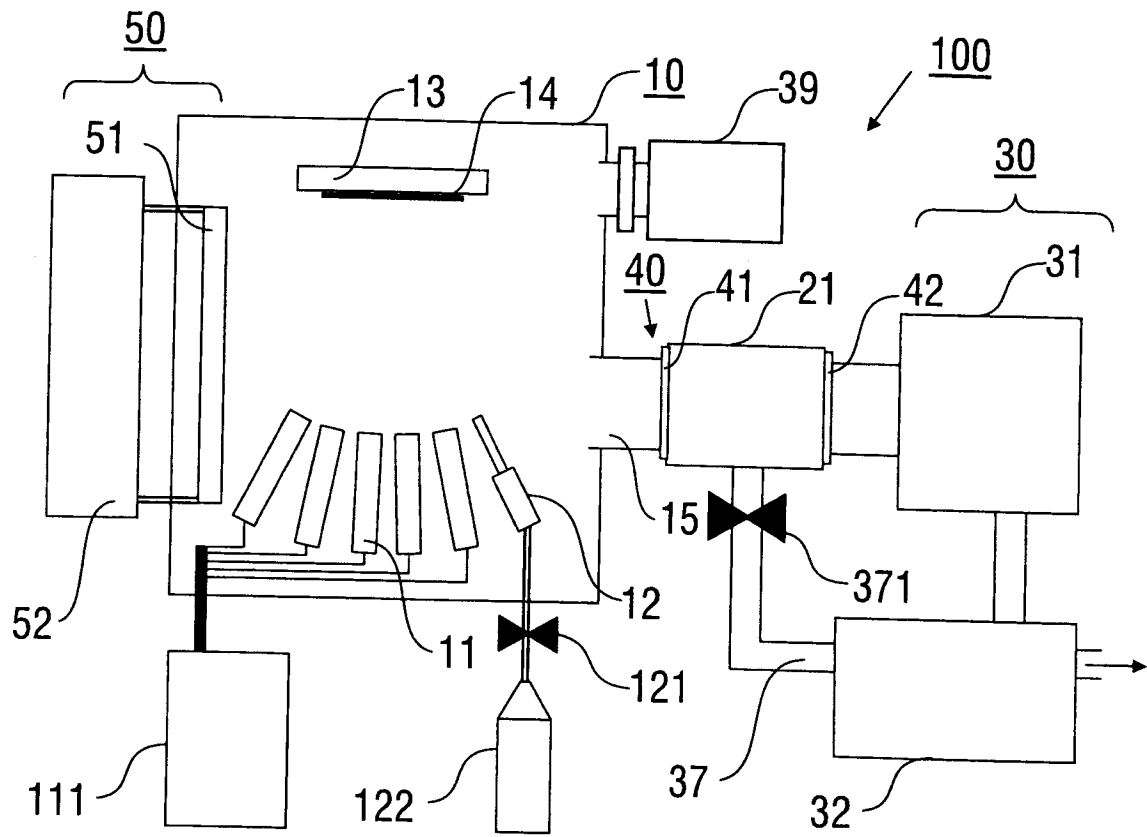
19. 如申請專利範圍第 16 或 17 項所述分子束磊晶裝置之運轉方法，包括：

在真空室內的第二冷凝裝置上凝結剩餘氣體。

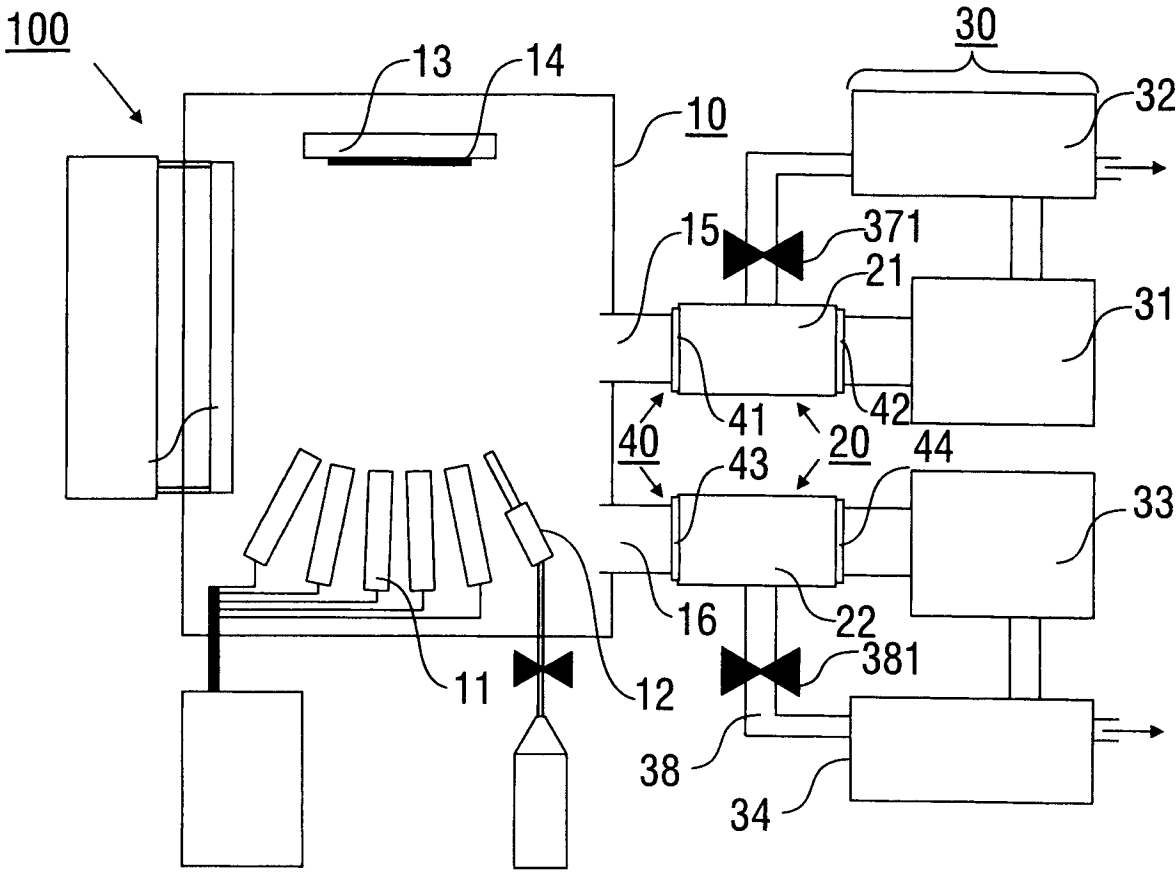
20. 如申請專利範圍第 19 項所述分子束磊晶裝置之運轉方法，其中：

在運轉過程中第二冷凝裝置的運轉溫度高於第一冷凝裝置之運轉溫度，以使氮在第二冷凝裝置內不會凝結。

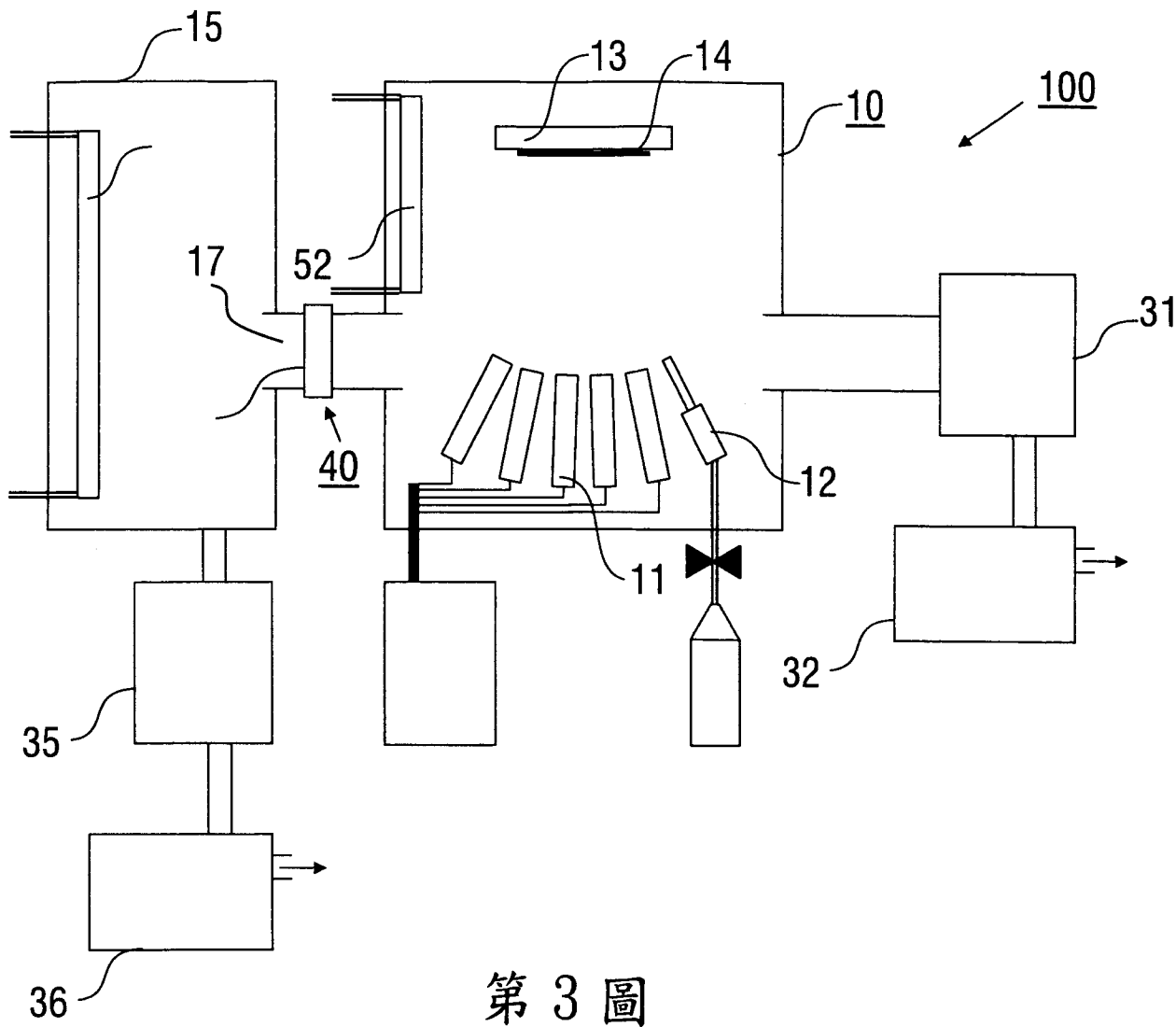
八、圖式：



第 1 圖



第 2 圖



四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

分子束磊晶裝置...100

真空室...10

源控制器...111

定量閥...121

基板...13

連接裝置...15

檔板...21

渦輪分子泵...31

前置泵...36

閥門...371

阻塞裝置...40

閥門...42

低溫板...51

分子束源...11

噴射泵...12

蓄氣罐...122

基板...14

第一冷凝裝置...20

泵裝置...30

前置泵...32

跨接管道...37

超高真空泵...39

閥門...41

第二冷凝裝置...50

循環冷卻器...52

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：