



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I857979 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：108137225

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 16 日

(51)Int. Cl. : C23C16/455 (2006.01)

H01L21/324 (2006.01)

H01L21/67 (2006.01)

(30)優先權：2018/10/19 美國

62/748,085

(71)申請人：美商蘭姆研究公司(美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：希姆斯 詹姆士 SIMS, JAMES (US)；唐 沙恩 TANG, SHANE (US)；雷 維克
蘭特 RAI, VIKRANT (US)；瑪克羅 安組 MCKERROW, ANDREW (US)；邱 華
檀 QIU, HUATAN (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW 201617471A

TW 201632650A

審查人員：謝文瑜

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：4 共 19 頁

(54)名稱

矽氮化物膜的沉積方法

(57)摘要

此處提供一種在堆疊上沉積矽氮化物層的方法。本方法包含提供原子層沉積法，其包含複數個循環，其中每一循環包含藉由提供含矽前驅物氣體而以含矽前驅物對該堆疊給劑；提供 N₂ 電漿轉化；以及提供 H₂ 電漿轉化。

A method for depositing a silicon nitride layer on a stack is provided. The method comprises providing an atomic layer deposition, comprising a plurality of cycles, wherein each cycle comprises dosing the stack with a silicon containing precursor by providing a silicon containing precursor gas, providing an N₂ plasma conversion, and providing an H₂ plasma conversion.

指定代表圖：

符號簡單說明：

104:步驟

108:步驟

112:步驟

116:步驟

120:步驟

124:步驟

128:步驟

132:步驟

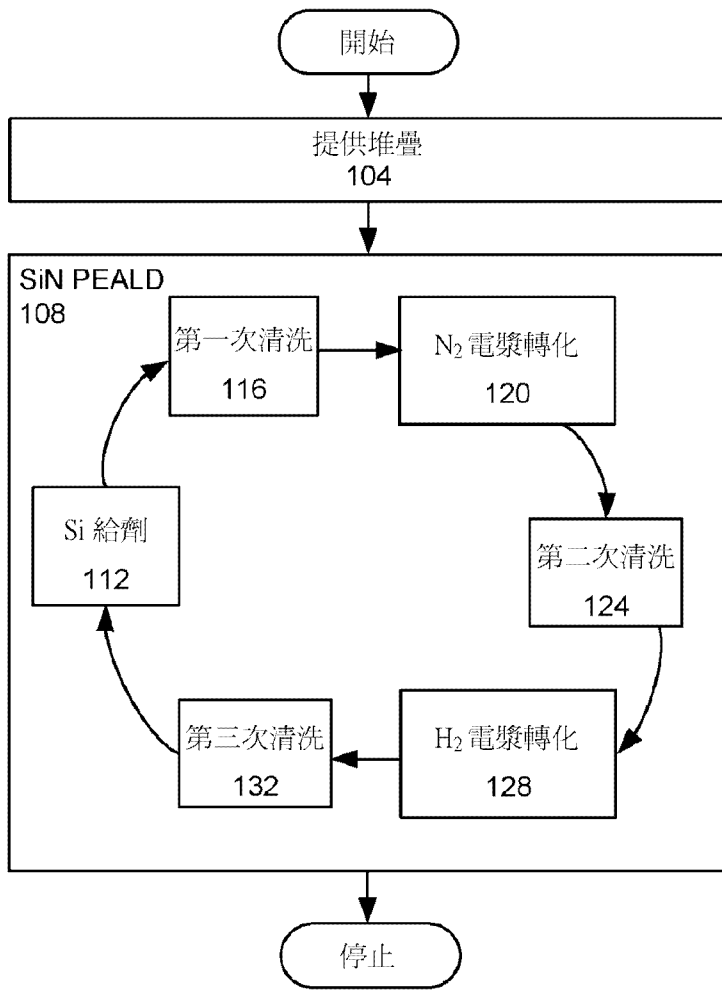


圖 1



I857979

【發明摘要】

【中文發明名稱】 矽氮化物膜的沉積方法

【英文發明名稱】 METHOD OF DEPOSITING SILICON NITRIDE FILMS

【中文】

此處提供一種在堆疊上沉積矽氮化物層的方法。本方法包含提供原子層沉積法，其包含複數個循環，其中每一循環包含藉由提供含矽前驅物氣體而以含矽前驅物對該堆疊給劑；提供N₂電漿轉化；以及提供H₂電漿轉化。

【英文】

A method for depositing a silicon nitride layer on a stack is provided. The method comprises providing an atomic layer deposition, comprising a plurality of cycles, wherein each cycle comprises dosing the stack with a silicon containing precursor by providing a silicon containing precursor gas, providing an N₂ plasma conversion, and providing an H₂ plasma conversion.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

104: 步驟

108: 步驟

112: 步驟

116: 步驟

120: 步驟

124: 步驟

128: 步驟

132: 步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】 矽氮化物膜的沉積方法

【英文發明名稱】 METHOD OF DEPOSITING SILICON NITRIDE FILMS

【技術領域】

【0001】 [相關申請案] 本申請案係主張於 2018 年 10 月 19 日申請之美國專利申請案第 62/748,085 號的優先權，為了所有目的而將該申請案之內容併於此作為參考。

【0002】 本揭露內容係關於矽氮化物膜的沉積方法。更具體而言，本揭露內容係關於使用原子層沉積法來沉積矽氮化物膜的方法。

【先前技術】

【0003】 在介於 150°C 至 450°C 之間沉積之矽氮化物 (SiN) 膜的保形電漿增強原子層沉積 (PEALD) 對於達成低濕式蝕刻率 (WER) 目標同時又具有高生長率乃面臨挑戰。由於基於鹵化物的矽前驅物是唯一已知能夠在此溫度範圍內實現100%保形性的原子層沉積 (ALD) SiN矽前驅物，因此，同時具有低WER及高生長率的薄膜在氮化物轉化電漿中通常需要氮 (N_2) 和氨 (NH_3) 的某種組合。 N_2 電漿會導致較低的WER，而 NH_3 電漿則會導致較高的生長速率及保形性。不幸的是，使用 NH_3 會引起不期望的副作用。當 NH_3 與殘留之基於鹵化物的矽前驅物反應時， NH_3 的高反應性可導致上游顆粒生成以及金屬腐蝕。這些反應會導致過度的顆粒產生以及會攻擊金屬腔室部件之揮發性的基於鹵化物之酸副產物的釋放。自轉化電漿中排除 NH_3 會導致低生長速率 ($<0.3 \text{ \AA}/\text{循環}$) 且需要長的射頻 (RF) -開啟時間以得到一個完全保形膜 (> 8 秒)。這兩種效果均會導致極低的生產量 (tpt) 而使薄膜在商業上不具吸引力。

第 1 頁，共 10 頁(發明說明書)

【發明內容】

【0004】 為了實現前述目的並且根據本揭露內容的目的，提供一種在堆疊上沉積矽氮化物層的方法。本方法包含提供原子層沉積法，其包含複數個循環，其中每一循環包含藉由提供含矽前驅物氣體而以含矽前驅物對該堆疊給劑；提供 N_2 電漿轉化；以及提供 H_2 電漿轉化。

【0005】 在另一個表現方式中，提供一種在堆疊上沉積矽氮化物原子層沉積的設備。提供一處理室。基板支架係位於該處理室內。氣體入口提供氣體至該處理室。氣體源提供氣體至該氣體入口，其中該氣體源包含：含矽前驅物源、 N_2 氣體源以及 H_2 氣體源。提供一排氣泵，用以將氣體泵出該處理室。電極提供該處理室中之RF功率。至少一電源提供電力至該電極。控制器係可控地連接至該氣體源以及該至少一電源。該控制器包含至少一處理器以及電腦可讀媒體。該電腦可讀媒體包含電腦編碼，其用以藉由原子層沉積法而利用提供複數個循環，以在堆疊上沉積矽氮化物層，其中該複數循環中之每一循環包含藉由提供來自該含矽前驅物源的含矽前驅物氣體而以含矽前驅物對該堆疊給劑、提供 N_2 電漿轉化以及提供 H_2 電漿轉化。

【0006】 在下面的詳細描述以及結合以下附圖，將更詳細地描述本揭露內容的這些和其他特徵。

【圖式簡單說明】

【0007】 在附圖中以例示而非限制的方式顯示出本揭露內容，且其中相同的圖示標記係指稱相似的元件，其中：

【0008】 圖1為一實施例之高階流程圖；

【0009】 圖2A-2B為根據一實施例進行處理之堆疊的示意性橫剖面圖；

第 2 頁，共 10 頁(發明說明書)

【0010】圖3 為可在一實施例中使用之處理室的示意圖；

【0011】圖4為可用於實施一實施例之電腦系統的示意圖。

【實施方式】

【0012】現在將參考附圖中所示的一些示範實施例來詳細描述本發明。在以下描述中，闡述了許多具體細節以便提供對本揭露內容的透徹理解。然而，對於熟習本技藝者顯而易見的是，可以在沒有這些具體細節中的一些或全部的情況下實踐本揭露內容。在其他情況下，不詳細描述為人熟知之處理步驟及/或結構，以免不必要地模糊本揭露內容。

【0013】在介於 150°C 至 450°C 之間沉積之矽氮化物 (SiN) 膜的保形電漿增強原子層沉積 (PEALD) 對於達成低濕式蝕刻率 (WER) 目標同時又具有高生長率乃面臨挑戰。由於基於鹵化物的矽前驅物是唯一已知能夠在此溫度範圍內實現100%保形性的原子層沉積 (ALD) SiN 矽前驅物，因此，同時具有低WER及高生長率的薄膜在氮化物轉化電漿中通常需要氮 (N_2) 和氨 (NH_3) 的某種組合。 N_2 電漿會導致較低的WER，而 NH_3 電漿則會導致較高的生長速率及保形性。不幸的是，使用 NH_3 會引起不期望的副作用。當 NH_3 與殘留之基於鹵化物的矽前驅物反應時， NH_3 的高反應性可導致上游顆粒生成以及金屬腐蝕。這些反應會導致過度的顆粒產生以及會攻擊金屬腔室部件之揮發性的基於鹵化物之酸副產物的釋放。自轉化電漿中排除 NH_3 會導致低生長速率 ($<0.3 \text{ \AA}/\text{循環}$) 且需要長的射頻 (RF) -開啟時間以得到一個完全保形膜 (> 8 秒)。這兩種效果均會導致極低的生產量 (tpt) 而使薄膜在商業上不具吸引力。

【0014】目前之低WER、高生長速率之保形ALD的 SiN 製程通常使用 N_2 及 NH_3 電漿的組合以將 Si-X ($\text{X}=\text{鹵或氫原子}$) 配基轉換成 $-\text{Si-N}$ -鍵結。與 NH_3 相關的問題為高的顆粒生成率以及高的腔室腐蝕率。在封裝應用中，已知沉積在敏

感性的硫族材料上時， NH_3 -電漿會促進高元素損失。此外，一般說來， NH_3 電漿會促成大量 NH_x 官能基的結合而導致在稀釋的氫氟酸（dHF）中的高WER。

範例

【0015】 為了促進理解，圖1為一實施例之高階流程圖。提供一堆疊（步驟104）。圖2A為一實施例中之堆疊200的示意性橫剖面圖。堆疊200可包括基板204與形成於基板204上方之結構208。在本實施例中，堆疊200形成一個相變型隨機存取記憶體（PRAM）。

【0016】 藉由SiN ALD製程而將SiN層沉積在堆疊200上（步驟108）。在本實施例中，SiN ALD製程為SiN PEALD製程。SiN層係用於封裝PRAM。在本實施例中，ALD製程包含複數個循環。每個循環具有以含矽前驅物氣體對堆疊給劑的步驟（步驟112）。在此例中，對堆疊給劑的步驟包含將堆疊加熱到約400°C的溫度。在此例中，該含矽前驅物氣體為二碘矽烷(H_2SiI_2)蒸氣。在大約0.5到1.5秒之間，給劑便完成並停止了含矽前驅物氣體的流動。在本實施例中，對堆疊給劑（步驟112）為無電漿或不使用電漿的製程。藉由確保含Si物質的吸附為自限性的，不使用電漿給劑比起使用電漿的製程能得到更保形、飽和的半反應。

【0017】 在完成給劑（步驟112）並且停止含矽前驅物氣體的流動之後，提供第一次清洗（步驟116）以沖洗含矽前驅物氣體。在本例中，第一次清洗（步驟116）包括流入第一吹掃氣體。在本例中，第一吹掃氣體為 N_2 。在本例中，第一次清洗為無電漿或不使用電漿的製程。該製程為不使用電漿的，以防止形成含矽電漿。在大約0.25秒之後，停止第一次清洗（步驟116）。

【0018】 在第一次清洗（步驟116）完成之後，提供 N_2 電漿轉化（步驟120）。在本例中，在第一次清洗（步驟116）期間， N_2 持續流入，然而 N_2 電漿的轉化步驟會提供電漿。在此例中係提供了足夠的RF功率以將 N_2 氣體轉化為 N_2

電漿。不施加任何偏壓。將堆疊暴露至 N_2 電漿以提供矽氮化物的轉化。透過使用無氫轉化，該膜具有非常稀少的 NH_x 鍵，進而導致在稀釋 HF 酸中之低 WER 。提供 N_2 電漿轉化3到5秒之間。在完成 N_2 電漿轉化（步驟120）之後，停止 N_2 的流動。

【0019】在本例中，在完成 N_2 電漿轉化（步驟120）並且停止 N_2 氣體的流動之後，可以提供可選的第二次清洗（步驟124）。在本例中，可以提供第二吹掃氣體 Ar 。在本例中， RF 功率持續提供以維持電漿。

【0020】在第二次清洗完成之後（步驟124），提供氫（ H_2 ）電漿轉化（步驟128）。在本例中，流入 H_2 氣體。該 H_2 氣體被轉化成 H_2 電漿。在本實施例中，在 H_2 電漿轉化（步驟128）期間所提供之 RF 功率係高於在 N_2 電漿轉化（步驟120）期間所提供的 RF 功率。不施加任何偏壓。將堆疊暴露於 H_2 電漿以使表面氫化，並使其對傳入的鹵分子更具反應性。提供 H_2 電漿轉化1到2秒。在完成 H_2 電漿轉化（步驟128）之後，停止 H_2 的流動。

【0021】在本例中，在完成 H_2 電漿轉化（步驟128）並且停止 H_2 氣體流動之後，提供第三次清洗（步驟132）。在本例中，提供了第三吹掃氣體 N_2 。在此例中，停止供應 RF 功率以熄滅電漿。在此例中，提供第三次清洗約0.25秒至0.75秒之間。在第三次清洗完成之後，停止第三吹掃氣體的流動並完成循環。該循環再次回到 Si 給劑（步驟112），且該製程執行複數個循環。

【0022】圖2B為堆疊200在透過 SiN ALD製程（步驟108）而將 SiN 層212保形沉積在堆疊上之後的示意性橫剖面圖。PEALD製程提供了高度保形的 SiN 層212。

【0023】所得的 SiN 層212可以高生產率來形成。諸多實施例將 NH_3 自該製程中消除，但仍具有保形的ALD SiN 膜，其仍具有與使用 NH_3 電漿相同的高生長速率、與使用 N_2 電漿相同的低 WER 、低顆粒生成且沒有上游金屬腐蝕。這是透

過在初始的 N_2 電漿步驟之後插入一個 H_2 電漿步驟而達成。吾人應注意，這不是單純地將 N_2 和 H_2 在電漿中混合，而是一個個別的 H_2 電漿步驟，其具有自己的最佳化流量、壓力、功率，而以可以獲得非常高之產能以及前述之高生長率及低WER的方式達成。吾人預期，短而稀的 H_2 電漿對PRAM 硫族材料的反應性較低，並且可以讓雙層封裝層形成，而高產能的 N_2/H_2 ALD SiN製程則沉積在僅有 N_2 的ALD SiN 的保護層的頂部。與具有均等厚度之單純 N_2 薄膜相比，此種混合堆疊具有更高的產能以及更好的抗氧化性。

【0024】藉由在初始的 N_2 電漿轉化步驟之後插入 H_2 第二電漿轉化步驟，諸多實施例提供不使用 NH_3 製程而可滿足在200：1之稀釋氫氟酸（dHF）中具有低WER（每分鐘 <4 埃（ $\text{\AA}/\text{min}$ ））以及高生長率（ >0.7 $\text{\AA}/\text{循環}$ ）的需求。 H_2 具有不像鹵化物前驅物（如 NH_3 ）那樣熱反應的優點。這便意味著在氣體分配室（GDP）中不會有上游顆粒產生。另外，沒有上游會釋放出導致金屬腐蝕的氫碘化物（HI）和氫氯化物（HCl）的揮發性副產物。 H_2 電漿轉化會將足夠的反應性配體添加到生長中的SiN膜表面，以促進下一個循環之矽前驅物的吸附，而不引入會導致高濕蝕刻速率的過多-NH_x鍵。

【0025】關於此ALD沉積SiN製程，讓人出乎意料的是，本實施例可用較 NH_3 不具反應性的氮源而仍可達成高保形性及高生長率。此外，薄膜內會使顆粒增加者也已減少了2-3個數量級。諸多實施例使得 N_2 及 H_2 電漿的依序步驟最佳化，其在薄膜等級特性及生產力獲致最佳結果。由於期望的是可以使用較不積極的金屬還原策略，且需要昂貴之雙腔室設計來將 NH_3 與殘留的矽前驅物分離的需求已經消失，因此排除 NH_3 亦可導致工具成本的大幅降低。

【0026】在一些實施例中，第二次清洗（步驟124）可以忽略。在這樣的實施例中，首先使 N_2 氣體流入。在 N_2 氣體開始流動之後且在 N_2 氣體繼續流動的同時，使 H_2 氣體流入，使得 H_2 氣體和 N_2 氣體一起流動一段時間。在另一個實施

例中，在H₂開始流動之前，便停止N₂氣體的流動。但是，如果沒有第二次清洗（步驟124），殘留的N₂氣體會與H₂氣體混合。排除第二次清洗（步驟124）會減少製程時間並增加產量。

【0027】 在諸多實施例中，含矽前驅物是矽鹵化物中的至少一種。在諸多實施例中，例如二碘矽烷（H₂SiI₂）、三碘矽烷（HSiI₃）、碘矽烷（H₃SiI）或四碘矽烷（SiI₄）的矽碘化物都可以提供較佳之含矽前驅物。在其他實施例中，矽鹵化物可以是矽氯化物或矽溴化物。較佳地，除了具有至少一個鹵素附接到至少一個矽原子的矽鹵化物之外，該矽鹵化物還可以具有一或多個氫原子附接至該至少一個矽原子。在其他實施例中，矽鹵化物可以具有至少一個鹵素附接至至少一個矽原子、以及另一個元素之至少一原子附接至該至少一個矽原子。這些其他的含矽前驅物可以是胺基、醯胺基或烷基基團，它們可以用作離去基團、交聯促進劑或摻雜劑。在諸多實施例中，基板在給劑期間（步驟112）係被加熱到至少150°C的溫度。更具體而言，基板被加熱到200°C至400°C之間的溫度。加熱會提供活化能到含矽前驅物，以使該含矽前驅物形成保形之飽和單層。

【0028】 圖3為可用於一實施例之處理室的示意圖。在一或多個實施例中，處理室300包括由腔室壁352包圍而在腔室349中之氣體分配板306（提供氣體入口）以及基板支架308。在腔室349中，堆疊200係定位於基板支架308上方。邊緣環309係圍繞基板支架308。氣體源310係透過氣體分配板306而連接到腔室349。在本實施例中，氣體源310包括含矽前驅物源311、N₂氣體源312以及H₂氣體源316。支架溫度控制器350係連接至加熱器351以加熱基板支架308。射頻（RF）源330提供RF功率至一上部電極。在本實施例中，上部電極為氣體分配板306。在示範性實施例中，由400千赫（kHz）、13.56 MHz以及可選的2 MHz、27 MHz的電源組成RF源330。在本實施例中，基板支架308接地。在本實施例中，為每個頻率提供一個產生器。在其他實施例中，產生器可以是各別的RF源，或者各

別的RF產生器可以連接到不同的電極。例如，上部電極可以具有連接到不同RF源的內電極與外電極。在其他實施例中可以使用RF源和電極的其他配置。控制器335以可控方式連接到RF源330、排氣泵320以及氣體源310。此種腔室的一個例子是位於加州弗里蒙特的Lam Research Corporation 所生產之Striker™系統。

【0029】圖4顯示電腦系統400的高階方塊圖，電腦系統400適於實現實施例中使用的控制器335。該電腦系統可以具有許多實體形式，範圍從積體電路、印刷電路板、小型手持裝置到大型超級電腦。電腦系統400包含一或多個處理器402、且還可以包含電子顯示裝置404(用於顯示圖像、文字和其他資料)、主記憶體406(例如隨機存取記憶體(RAM))、儲存裝置408(例如硬碟)、可卸除式儲存裝置410(例如光碟機)、使用者介面裝置412(例如鍵盤、觸控式螢幕、鍵板、滑鼠或其他指向裝置等)以及通信介面414(例如無線網路介面)。通信介面414允許軟體和資料經由鏈結而在電腦系統400和外部裝置之間傳輸。該系統還可以包含上述裝置/模組所連接到的通信基礎設施416(例如通信匯流排、交叉匯流排(cross-over bar)或網路)。

【0030】經由通信介面414所傳輸之資訊可例如為下列信號形式：電子、電磁、光、或其他能經由通信連結(其可傳送信號且可使用電線或電纜、光纖、電話線、行動電話連結、射頻連結、及/或其他通信通道來實現)而被通信介面414所接收之信號。有了此類通信介面，預期一或更多之處理器402在執行上述方法步驟的過程中，可從網路接收資訊或可輸出資訊到網路。此外，方法實施例可僅於這些處理器上執行、或可在網路(如網際網路)上會同遠端處理器(其分擔一部分的處理)來執行。

【0031】用語「非暫時性電腦可讀媒體(non-transient computer readable medium)」一般用於指示如主記憶體、輔助記憶體、可卸除式儲存器、以及儲存裝置(例如硬式磁碟機、快閃記憶體、磁碟機記憶體、CD-ROM、以及其他形式

之永久記憶體)之媒體，而且不應理解為涵蓋暫時性標的(例如：載波或信號)。電腦碼的例子包含：例如由編譯器產生之機器碼、以及由電腦利用直譯器所執行之含有較高階編碼的檔案。電腦可讀媒體亦可為藉由包含在載波中之電腦資料信號來傳送並代表由處理器所執行之指令序列的電腦碼。

【0032】 雖然已經根據幾個示範性實施例描述了本揭露內容，但是仍有著落入本揭露內容範圍內的變更、修改、置換和各種替代等效物。吾人亦應注意到有許多實現本揭露內容的方法和裝置的替代方式。因此意圖將以下所附之申請專利範圍解釋為包含落入本揭露內容之真實精神及範圍內的所有此等變動、修改、置換和各種替代等效物。

【符號說明】

【0033】

104: 步驟

108: 步驟

112: 步驟

116: 步驟

120: 步驟

124: 步驟

128: 步驟

132: 步驟

200: 堆疊

204: 基板

208: 結構

212: SiN層

- 300: 處理室
- 306: 氣體分配板
- 308: 基板支架
- 309: 邊緣環
- 310: 氣體源
- 311: 含矽前驅物源
- 312: N₂氣體源
- 316: H₂氣體源
- 320: 排氣泵
- 330: 射頻源
- 335: 控制器
- 349: 腔室
- 350: 支架溫度控制器
- 351: 加熱器
- 352: 腔室壁
- 400: 電腦系統
- 402: 處理器
- 404: 顯示裝置
- 406: 主記憶體
- 408: 儲存裝置
- 410: 可卸除式儲存裝置
- 412: 使用者介面裝置
- 414: 通信介面
- 416: 通信基礎設施

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，包含提供原子層沉積法，其包含複數個循環，其中該每一循環包含：

藉由提供含矽鹵化物前驅物氣體而以含矽前驅物對該堆疊給劑；

提供N₂電漿轉化； 以及

在提供該N₂電漿轉化之後，提供H₂電漿轉化。

【請求項2】 如請求項1之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其中在對該堆疊給劑的該步驟期間，該堆疊係維持在至少150°C的溫度。

【請求項3】 如請求項1之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其中在對該堆疊給劑的該步驟為無電漿。

【請求項4】 如請求項1之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其中該每一循環為無NH₃。

【請求項5】 如請求項1之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其中提供N₂電漿轉化之該步驟包含：

流入N₂氣體；

將該N₂氣體轉化成N₂電漿；

將該堆疊暴露至該N₂電漿； 以及

停止流入該N₂氣體。

【請求項6】 如請求項5之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其中提供H₂電漿轉化之該步驟包含：

流入H₂氣體；

將該H₂氣體轉化成H₂電漿；

將該堆疊暴露至該H₂電漿； 以及

停止流入該H₂氣體。

【請求項7】如請求項6之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其中該N₂電漿轉化為無氫，且流入H₂氣體的該步驟係在停止流入該N₂氣體的該步驟之後。

【請求項8】如請求項1之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其中該含矽鹵化物前驅物為矽碘化物。

【請求項9】如請求項1之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其中該含矽鹵化物前驅物為矽氯化物或矽溴化物。

【請求項10】如請求項1之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其步驟更包含在提供該H₂電漿轉化步驟之後且在對該堆疊給劑步驟之前，清洗藉由該H₂電漿轉化所形成之H₂電漿。

【請求項11】如請求項1之在堆疊上沉積矽氮化物層的方法，其步驟更包含在對該堆疊給劑步驟之後且在提供該N₂電漿轉化步驟之前，清洗該含矽鹵化物前驅物氣體。

【請求項12】一種在堆疊上沉積矽氮化物原子層沉積的設備，其包含：

處理室；

位於該處理室內之基板支架；

氣體入口，用以提供氣體至該處理室；

氣體源，用以提供該氣體至該氣體入口，其中該氣體源包含：

含矽鹵化物前驅物源；

N₂氣體源；以及

H₂氣體源；

排氣泵，用以將氣體泵出該處理室；

電極，用以提供該處理室中之RF功率；

用以提供至該電極之至少一電源；以及

控制器，可控地連接至該氣體源以及該至少一電源，其中該控制器包含：

至少一處理器；以及

電腦可讀媒體，其包含：

電腦編碼，用以藉由原子層沉積法而利用提供複數個循環，以在堆疊上沉積矽氮化物層，其中該複數個循環中之每一循環包含：

藉由提供來自該含矽鹵化物前驅物源的含矽鹵化物前驅物氣體而以含矽鹵化物前驅物對該堆疊給劑；

提供N₂電漿轉化；以及

在提供該N₂電漿轉化之後，提供H₂電漿轉化。

【請求項13】如請求項12之在堆疊上沉積矽氮化物原子層沉積的設備，其進一步包含加熱器，以加熱該基板支架。

【請求項14】如請求項13之在堆疊上沉積矽氮化物原子層沉積的設備，其中該電腦可讀媒體更包含用以將該基板支架加熱到至少150°C之溫度的電腦編碼。

【請求項15】如請求項12之在堆疊上沉積矽氮化物原子層沉積的設備，其中該氣體源為不使用NH₃。

【請求項16】如請求項12之在堆疊上沉積矽氮化物原子層沉積的設備，其中提供N₂電漿轉化之該步驟包含：

流入N₂氣體；

將該N₂氣體轉化成N₂電漿；

將該堆疊暴露至該N₂電漿；以及

停止流入該N₂氣體。

【請求項17】如請求項16之在堆疊上沉積矽氮化物原子層沉積的設備，其中提供H₂電漿轉化之該步驟包含：

流入H₂氣體；

將該H₂氣體轉化成H₂電漿；

將該堆疊暴露至該H₂電漿；以及
停止流入該H₂氣體。

【請求項18】 如請求項12之在堆疊上沉積矽氮化物原子層沉積的設備，其中該複數循環中之每一循環包含：

在對該堆疊給劑步驟之後且在提供該N₂電漿轉化步驟之前，清洗該含矽鹵化物前驅物氣體；以及

在提供該H₂電漿轉化步驟之後且在對該堆疊給劑步驟之前，清洗該H₂電漿。

【請求項19】 如請求項12之在堆疊上沉積矽氮化物原子層沉積的設備，其中提供N₂電漿轉化之該步驟為無氫。

【發明圖式】

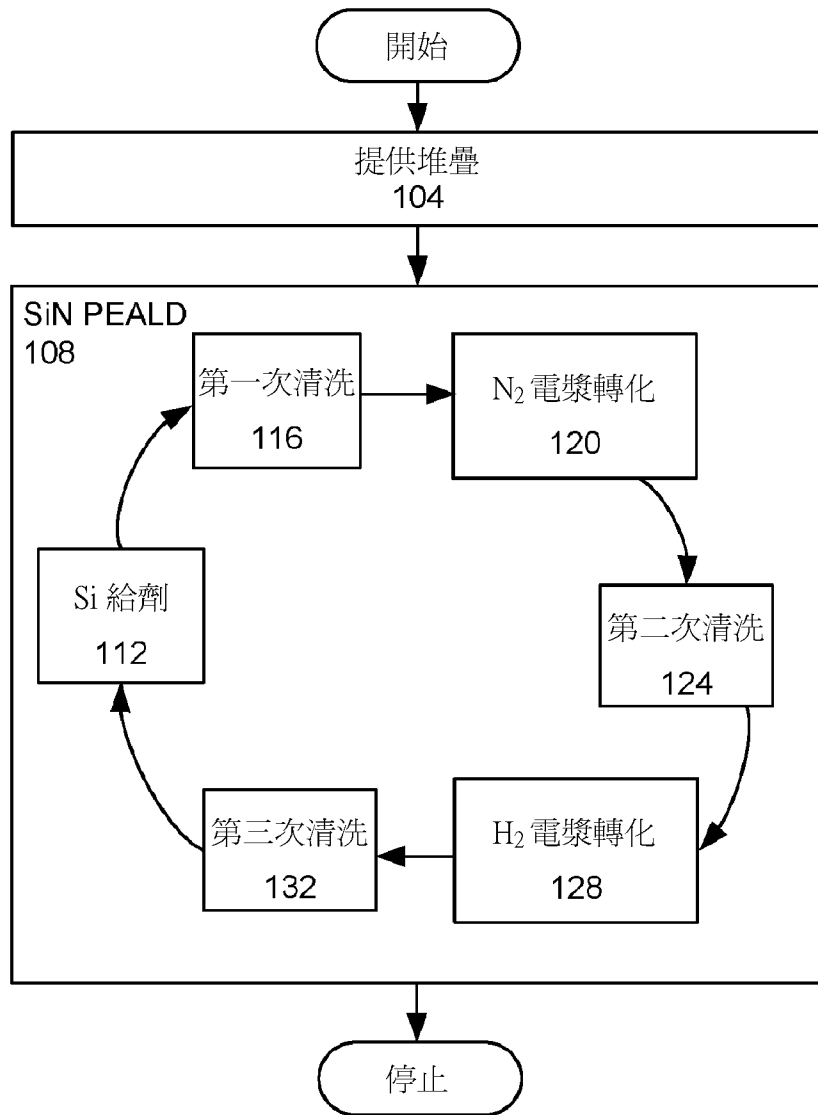


圖 1

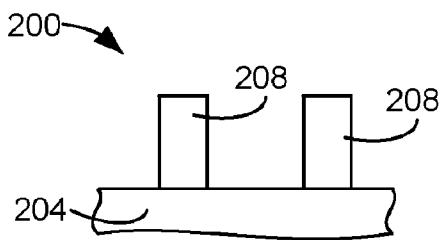


圖 2A

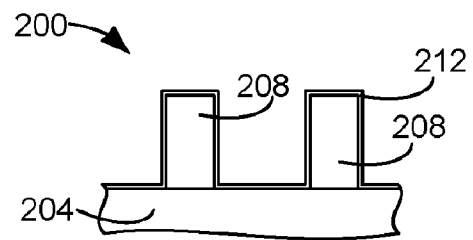


圖 2B

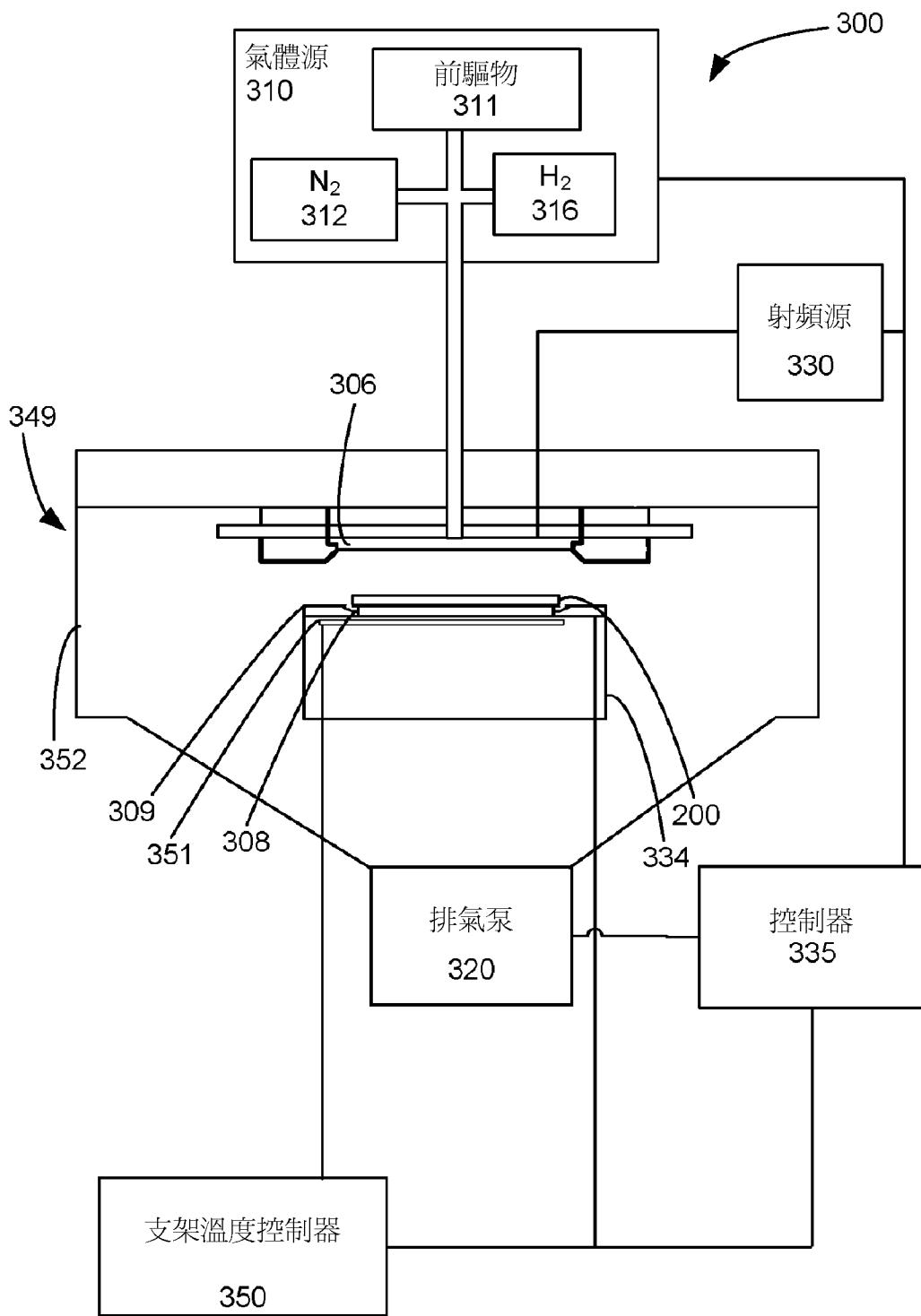


圖 3

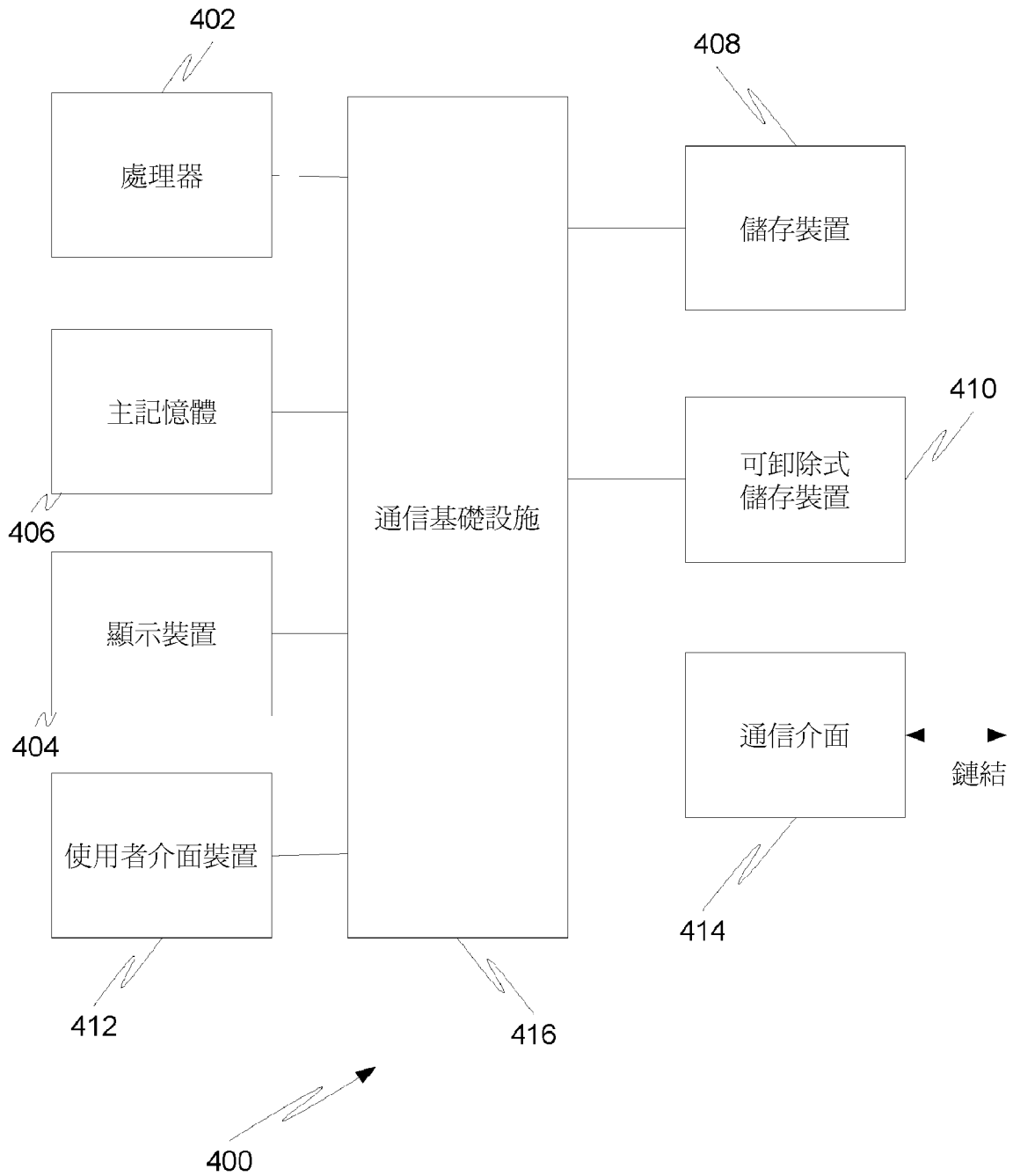


圖 4