

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96122069

※申請日期：96年06月20日

※IPC分類：H01L 21/3065 (2006.01)

一、發明名稱：

C23F 1/2 (2006.01)

(中) 相變化合金蝕刻

(英) Phase change alloy etch

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 泛林股份有限公司

(英) LAM RESEARCH CORPORATION

代表人：(中) 1. 傑弗瑞 布魯克斯

(英) 1. BROOKS, JEFFREY J.

地址：(中) 美國加州·費蒙特·顧盛公園路四六五〇號

(英) 4650 Cushing Parkway, Fremont, CA 94538- 6470, USA

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓名：(中) 符謙

(英) FU, QIAN

國籍：(中) 大陸地區

(英) CHINA

2. 姓名：(中) 劉玄江

(英) LIU, SHENJIAN

國籍：(中) 大陸地區

(英) CHINA

3. 姓名：(中) 李琳達

(英) LEE, LINDA FUNG-MING

國籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 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 ; 2006/06/29 ; 11/479,303 ☒有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：相變化合金蝕刻

本發明提供一種形成裝置的方法，其中提供一相變化層。該相變化層的蝕刻是藉由提供具有含溴化合物之一蝕刻氣體，以及從該蝕刻氣體形成一電漿而完成。該相變化層是一種可以由電流加熱然後冷卻的材料，並且隨著該材料冷卻的速度而形成一非晶體材料或一晶體材料。此外，該非晶體材料具有至少比該晶體材料的電阻大好幾倍的電阻。

六、英文發明摘要

發明之名稱：Phase change alloy etch

A method of forming devices is provided. A phase change layer is provided. The phase change layer is etched by providing an etch gas comprising a bromine containing compound and forming a plasma from the etch gas. The phase change layer is of a material that may be heated by a current and then when cooled, either forms an amorphous material or a crystalline material, depending on how fast the material is cooled. In addition, the amorphous material has a resistance at least several times greater than the crystalline material.

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (1) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於半導體裝置形成；比較明確地，本發明係關於蝕刻以形成相變化記憶體裝置。

【先前技術】

於相變化記憶體的形成，使用一合金比如鍺(Ge)、銻(Sb)、和碲(Te)的一種合金(之後稱為GST)，以形成相變化記憶體元件。

在一相變化記憶體元件的實例中，每個元件是由GST製成。該元件可以經由通過該元件的一電流加熱然後冷卻，快速的冷卻降溫可以用於提供具有一非晶體電阻(r_a)的一種非晶體結構；而較緩慢的冷卻降溫用於提供具有一晶體電阻(r_b)的一種較似晶體的結構，不同於該第一電阻。

【發明內容】

爲了達到以上敘述和根據本發明之目的，在此提供一種形成裝置的方法，其中提供一相變化層。該相變化層的蝕刻是藉由提供包括含溴化合物之一蝕刻氣體，以及從該蝕刻氣體形成一電漿而完成。

於本發明的另一方面也提供一種用於在一相變化層內形成特徵的設備。一電漿處理室包含一室壁以形成電漿處理室封閉體；一基板支承器，用於支承在該電漿處理室封

閉體內的一基板；一壓力調節器，用於調節該電漿處理室封閉體內的壓力；至少一電極，用於提供電源至該電漿處理室封閉體以維持一電漿；一氣體入口，用於提供氣體進入該電漿處理室封閉體；以及一氣體出口，用於從該電漿處理室封閉體排出氣體。一氣體源是與該氣體入口作流體連接，並包括一含溴化合物之氣體源；一稀有氣體源；以及含氟化合物和含氯化合物其中至少之一的氣體源。一控制器是受控制地連接至該氣體源和該至少一電極，其包含至少一處理器和電腦可讀媒體。該電腦可讀媒體包含電腦可讀碼，用於提供包括含溴化合物之一蝕刻氣體；和電腦可讀碼，用於從該蝕刻氣體形成一電漿。

本發明的這些和其他特性將在以下的詳細敘述中較為仔細地呈現，並參考下列所附圖式。

【實施方式】

現在將參考一些較佳實施例來詳細敘述本發明，如所附圖式呈現。以下的敘述中，鋪陳許多特定細節為能提供對於本發明的一整體瞭解。然而，對於本技術領域中的技術人員來說，明顯的是本發明即使沒有部分或所有的這些特定細節也可以實施。其他的範例中，為人所熟知的處理步驟和/或結構在此將不會詳加敘述，以免對本發明造成不必要的混淆。

為有助於瞭解，圖 1 呈現用於本發明之一實施例中一處理過程的一高階流程圖。(步驟 104)在一介電層中提供

第一電極。圖 2A 是在具有複數個第一電極 206 的一介電層 204 之截面繪示圖。於一較佳實施例中，該介電層是以氧化矽或氮化矽為基的介電材料。

一相變化層 208 是形成於該介電層 204 和該等第一電極 206 的上方(步驟 108)。一相變化層 208 是一種可以經由一電流加熱然後冷卻的材料，且隨著該材料如何快速的冷卻效果以形成一種非晶體材料或一晶體材料。此外，該非晶體材料具有至少比該晶體材料較大好幾倍的電阻。理想地，該相變化層至少是由鎢、銻和碲的合金(GST)與鎢和碲的合金其中之一。

一第二電極層 212 是形成於該相變化層 208 的上方(步驟 112)。在一較佳實施例中，該第二電極層 212 是氮化鈦(TiN)或氮化鎢(WN)。

一遮罩是形成於該第二電極層的上方(步驟 116)。一較佳實施例中，該遮罩是以首先在該第二電極層 212 上方形成一硬遮罩層 214 而形成。一光阻層 216 則是形成於該硬遮罩層 214 上方，該硬遮罩層 214 是經由該光阻遮罩 216 蝕刻穿透以形成一遮罩於該第二電極層 212 的上方，如圖 2B 所示。

為了蝕刻該硬遮罩，該介電層 214 和該相關的堆疊層可以放置在一電漿處理室內。圖 3 是一電漿處理系統 300 的繪示圖，其中包括一電漿處理器具 301。該電漿處理器具 301 是一感應性耦接式電漿蝕刻器具，且包括具有一電漿處理室於其中的一電漿反應器 302。一轉換器耦接電源

(TCP)控制器 350 和一偏壓電源控制器 355 分別控制一 TCP 電源供應器 351 和一偏壓電源供應器 356，其影響在電漿處理室 304 內所產生的電漿 324。

該 TCP 電源控制器 350 設定用於 TCP 電源供應器 351 的一設定點，係架構以將 13.56MHz(百萬赫茲)的一無線電頻率訊號，由一 TCP 匹配網路 352 調整，供給至位於接近該電漿處理室 304 的一 TCP 線圈 353。設置的一 RF 透明窗 354 用以將 TCP 線圈 353 與電漿處理室 304 分隔開來，又同時容許能量從 TCP 線圈 353 通過至電漿處理室 304。另一選擇性的透明窗 365 是以具有直徑約 2.5 公分(1 英吋)的圓形藍寶石提供，且位於該 RF 透明窗 354 的一開口處。

該偏壓電源控制器 355 設定偏壓電源供應器 356 的一設定點，係架構以將一 RF 訊號，由偏壓匹配網路 357 調整，供給至一夾定電極 308，其位於電漿室 304 內以產生一直流電流(DC)偏壓施加至電極 308 上，該電極的配置用以接受要被處理的一基板 306，比如一半導體晶圓工作片。

一氣體供給機構或氣體源 310 包括所附設的一個或多個氣體源 316，經由多種氣體 317 以供給製程所需要的適當化學反應至該電漿室 304 內。一排氣機構 318 包括一壓力控制閥 319 和抽氣幫浦 320，用以將該電漿室 304 內的粒子移除並維持電漿室 304 內的特定壓力。

一溫度控制器 380 藉由控制一加熱器電源供應器 384

以控制裝設在該夾定電極 308 內加熱器 382 的溫度。該電漿處理系統 300 也包括電子控制電路 370，還有該電漿處理系統 300 也可以具有一端點檢測器 360。

圖 4A 和 4B 顯示一電腦系統 1300，其適用於實施用於本發明之實施例中控制電路 370 的控制器。圖 4A 顯示該電腦系統之一種可能的實體形式，當然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、和小型手持裝置到大型超級電腦。電腦系統 1300 包括一螢幕 1302、一顯示器 1304、一外殼 1306、一磁碟機 1308、一鍵盤 1310、和一滑鼠 1312。磁碟片 1314 是用於傳送資料至電腦系統 1300 以及從其中取得資料的電腦可讀媒體。

圖 4B 是用於電腦系統 1300 的一方塊圖之實例。附加至系統匯流排 1320 的是各種類型的子系統。(多個)處理器 1322(也稱為中央處理單元或 CPU)是耦接至儲存裝置，包括記憶體 1324。記憶體 1324 包括隨機存取記憶體(RAM)和唯讀記憶體(ROM)。如本技術領域中所熟悉，ROM 的功能用以將資料和指令在單一方向傳送至該 CPU，且 RAM 通常是用於以雙向的方式傳送資料和指令。此兩種型態的記憶體可以包括適用以下所敘述的任何電腦可讀媒體。一固定碟片 1326 也可以雙向地耦接至 CPU 1322，其提供額外的資料儲存能力，也可以包括以下敘述的任何電腦可讀媒體。固定碟片 1326 可以用於儲存程式、資料、和類似資料，同時通常是一個第二儲存媒體(比如一硬碟)，會比首要儲存較緩慢一點。應該理解的

是保存在固定碟片 1326 內的資訊在適當的情況可以與標準模式整合成為在記憶體 1324 中的虛擬記憶體。可移式磁碟片 1314 可以是任何下列敘述的電腦可讀媒體之型式。

CPU 1322 也是耦接至各種類型的輸入/輸出裝置，比如顯示器 1304、鍵盤 1310、滑鼠 1312、和擴音器 1330。一般來說，輸入/輸出裝置可以是視訊顯示器、軌跡球、滑鼠、鍵盤、麥克風、觸碰感應顯示器、轉換器讀卡機、磁性或紙帶讀取器、感應卡、觸筆、聲音或手寫辨認器、生物讀取器、或其他電腦等之任何一項。CPU 1322 選擇性地耦接至另外的電腦或使用網路介面 1340 的電話通訊網路。具有如此的一網路介面，應該理解到該 CPU 可以從該網路接收資訊，或者將資訊輸出至網路用以執行以上所敘述的方法之步驟。此外，本發明之實施例方法可以單獨在 CPU 1322 上執行，或可以在比如連接遠端 CPU 的國際網路之一網路上執行，其共用一部分的處理過程。

此外，本發明之實施例係進一步關於包括電腦可讀媒體的電腦儲存產品，於其上具有電腦碼用於執行各種電腦實施的操作。該媒體和電腦碼可能是用於達到本發明的目的之這些特別設計和結構，或者是電腦軟體領域中技術人員所熟知或適用的。電腦可讀媒體的實例包括，但不限於磁性媒體比如硬碟、軟式碟片、和磁帶；光學媒體比如 CD-ROM 和全像裝置；磁性光學媒體比如軟式光碟；以及硬體裝置是特別架構用以儲存和執行程式碼，比如特定應

用積體電路(ASICs)、程式化邏輯裝置(PLDs)、以及 ROM 和 RAM 裝置。電腦碼的實例包括比如由一編譯器所產生的機械碼，和可由電腦使用一解譯器能夠執行的含有高階碼之檔案。電腦可讀媒體也可以是由附加在一載體內、且代表可由一處理器執行一序列指令的一電腦資料訊號所傳輸之電腦碼。

接著蝕刻第二電極層(步驟 120)，如圖 2C 所示。於一較佳實施例，蝕刻深入該第二電極層 212 的至少一些特徵 220 並沒有完全蝕刻穿透該第二電極層 212。取而代之的是對於至少一些特徵，仍有該第二電極層 212 的一薄薄剩餘層 224 留下來。比較理想地，該第二電極層 212 並不是在任何地方都是完全蝕刻的。在此實施例中用於該第二電極層 212 的蝕刻化學反應可能會損壞該相變化層 208。假如該第二電極層被蝕刻穿透至該相變化層時，一些用於該第二電極層的蝕刻處理可能會導致該相變化層的形狀嚴重損壞，所以在該第二電極層 212 被蝕刻的期間，將該第二電極層 212 完全蝕刻穿透是這些實施例不希望的結果。

也可以使用該第二電極層之一習知的蝕刻方式。於該較佳實施例中，該第二電極的蝕刻使用 Cl_2 和 CF_4 以及一些惰性氣體的電漿化學。

然後，將該第二電極層開啓(步驟 124)。於較佳實施例中，使用的是不會損壞該相變化層的蝕刻化學反應。於一更佳實施例中，使用的是能夠開啓該第二電極層、又對於蝕刻該蝕刻相變化層有用的蝕刻化學。理想地，該蝕刻

化學反應使用含溴(Br)的蝕刻劑氣體。理想地，該蝕刻化學反應提供低於攝氏 40 度的一晶圓溫度。更加理想地，該蝕刻化學反應提供低於攝氏 30 度的溫度。更加理想地，該蝕刻化學反應提供低於攝氏 20 度的溫度。理想地，該蝕刻化學反應進一步包括至少含氯(Cl)和含氟(F)化合物其中之一。理想地，該蝕刻化學反應進一步包括一稀有氣體。更加理想地，該稀有氣體是氩(Ar)、氖(Ne)、氙(Xe)、和氦(He)其中至少之一。理想地，含溴的蝕刻劑氣體包含溴化氫(HBr)。

一典型的配方提供 2 至 10mTorr.的壓力和 300 至 1000 瓦特(watt)是由該 TCP 線圈所提供，且施加 200 至 1000 伏特(volt)偏壓。而一蝕刻氣體是由 15 至 50sccm 的 HBr、0 至 15sccm 的 Cl₂、以及 50 至 500sccm 的 Ar 所提供，且提供攝氏 0 至 30 度的晶圓溫度。

接著蝕刻該相變化層(步驟 128)，如圖 2D 所示。理想地，用於開啓該第二電極層的相同配方也用於蝕刻該相變化層。另一實施例中，一不同的配方用於開啓該第二電極層，比如一習知的開口步驟，且上述用於開啓第二電極層的含溴之較佳配方被取代僅用來蝕刻該相變化層。

然後使用一原處閃光照射處理以移除一側壁的鈍化層(步驟 132)。如此一閃光照射步驟的實例提供 2 至 20mTorr.的壓力和 300 至 1000watts 經由該 TCP 線圈所施加，且提供一閃光氣體包括 20 至 500sccm 的 CF₄。一晶圓溫度是提供為攝氏 0 至 30 度。CF₄可以用來當作一種

閃光氣體，其被轉變至一電漿。應該相信側壁上的鈍化材料是從含碲化合物所形成，其保護該側壁上的形狀以避免側壁被損壞。一電漿使用於該閃光照射步驟，因為 GST 限制了可以用於一濕清潔步驟的材料。

一典型的剝落處理用於移除任何殘留的光阻(步驟 136)。O₂ 氣體，可以用來當做剝落或除灰氣體，也可以提供其他的額外步驟，比如用於移除該硬遮罩層的步驟。

對於開啓該第二電極層和蝕刻該相變化層的步驟，該開啓或蝕刻氣體理想地具有比 HBr 流動較高的一稀有氣體流動，以及具有比 HBr 的流動較低的 Cl₂ 流動。

沒有受到理論的束縛，發現到使用含 Br 的蝕刻劑在一低溫的蝕刻過程，例如：低於攝氏 40 度提供一種能夠蝕刻該相變化層的蝕刻步驟，最好是 GST，其提供垂直的側壁界定為具有從該側壁的頂部至底部與該特徵的底部形成 87 度至 92 度之間角度的側壁形狀。較為理想地，該側壁是 90 度。也發現到如此的一蝕刻處理提供該 GST 的最小損壞，並發現此一配方能夠提供用於相關一種以矽為基的介電質來蝕刻 GST 為比 5:1 較大的選擇性。

以上的處理步驟是用於提供約 45 奈米(nm)大小的空間，該 GST 的腐蝕以及大於 3 度的垂直側壁差別之側壁可能是由一蝕刻配方所造成，實質地損傷其成品的功能品質。

雖然本發明是以一些較佳實施例來敘述，但仍有變化形式、修改、互換型式、以及各種替代的等同物，確實在

本發明的範圍之內。應該注意到，還有許多變化方式能夠實施本發明的方法和設備，所以下列所附的專利申請項之用意，應該以包括這些所有的變化型式、修改、互換型式、和各種替代的等同物，並解讀為在本發明的真實精神和範圍之內。

【圖式簡單說明】

本發明將以實例呈現，但並不以此為限制。於所附圖式的圖形中，類似的參考數字代表相似的元件，其中圖式有：

圖 1 是可以用於本發明之實施例中一製造過程的一高階流程圖。

圖 2A 至 2D 是根據本發明之一實施例中處理的一堆疊層之截面繪示圖。

圖 3 是可以用於實施本發明之一電漿處理室的繪示圖。

圖 4A 至 4B 顯示一電腦系統，其適用於實施本發明之實施例中使用的一控制器。

【主要元件符號說明】

204：介電層

206：第一電極

208：相變化層

212：第二電極

214 : 硬遮罩層
 216 : 光阻層
 220 : 特徵
 224 : 剩餘層
 300 : 電漿處理系統
 301 : 電將處理器具
 302 : 電漿反應器
 304 : 電漿處理室
 306 : 基板
 308 : 夾定電極
 310 : 氣體供給機構
 316,317 : 氣體源
 318 : 排氣機構
 319 : 壓力控制閥
 320 : 抽氣幫浦
 324 : 電漿
 350 : 轉換器耦接電源控制器
 351 : TCP 電源供應器
 352 : TCP 匹配網路
 353 : TCP 線圈
 354 : RF 透明窗
 355 : 偏壓電源控制器
 356 : 偏壓電源供應器
 357 : 偏壓匹配網路

- 360：端點檢查器
- 365：光學透明窗
- 370：電子控制電路
- 380：溫度控制器
- 382：加熱器
- 384：加熱器電源供應器
- 1300：電腦系統
- 1302：螢幕
- 1304：顯示器
- 1306：外殼
- 1308：磁碟機
- 1310：鍵盤
- 1312：滑鼠
- 1314：(可移式)碟片
- 1320：系統匯流排
- 1322：處理器/中央處理單元
- 1324：記憶體
- 1326：固定式碟片
- 1330：擴音器
- 1340：網路介面

十、申請專利範圍

1. 一種形成半導體裝置的方法，包含：
提供一相變化層；
蝕刻該相變化層，包含以下步驟：
提供包含含溴化合物之一蝕刻氣體；以及
從該蝕刻氣體形成一電漿；以及
以閃光照射在該蝕刻該相變化層期間所產生的鈍化層，其中該閃光照射將該鈍化層移除。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該蝕刻該相變化層的步驟進一步包含將一晶圓溫度維持在低於攝氏 40 度。
3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該蝕刻氣體進一步包含含氟化合物和含氯化合物其中至少之一。
4. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該蝕刻氣體進一步包含一稀有氣體。
5. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中該蝕刻氣體具有稀有氣體的一流率，其比該含溴化合物之流率較大。
6. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該相變化層是銻、銻和碲的合金，與銻和碲的合金其中之一。
7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，進一步包含在該相變化層上方提供一電極層。
8. 如申請專利範圍第 7 項之方法，進一步包含以蝕刻該相變化層的相同製程來開啓該電極層。
9. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該含溴化合

物是 HBr。

10. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中含氟化合物和含氯化合物其中至少之一的流動比該 HBr 的流動較小。

11. 一種形成半導體裝置的方法，包含：

提供一相變化層，該相變化層包含鍺、銻和碲的合金與銻和碲的合金其中之一；

提供一電極層，該電極層形成於該相變化層的上方；

開啓該電極層，包含以下步驟：

提供蝕刻氣體，該蝕刻氣體包含：HBr、含氟化合物和含氯化合物至少其中之一與稀有氣體；

從該蝕刻氣體形成一電漿；

將一晶圓溫度維持在低於攝氏 40 度；

蝕刻該相變化層，包含以下步驟：

提供蝕刻氣體，該蝕刻氣體包含：HBr、含氟化合物和含氯化合物至少其中之一與稀有氣體；

從該蝕刻氣體形成一電漿；

將一晶圓溫度維持在低於攝氏 40 度；

以閃光照射在該蝕刻該相變化層期間所產生的鈍化層，其中該閃光照射將該鈍化層移除；

其中稀有氣體的流率大於 HBr 之流率；以及

其中含氟化合物和含氯化合物其中至少之一的流率比該 HBr 的流率較小。

12. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中該含溴化合

物是 HBr。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該蝕刻氣體具有稀有氣體的一流率，其比 HBr 的流率較大。

14. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其中含氟化合物和含氯化合物其中至少之一的流動比該 HBr 的流動較小。

15. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該含溴化合物是 HBr。

16. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該含溴化合物是 HBr。

17. 一種用於在已配置的一相變化層中形成特徵之設備，包含：

一電漿處理室，包含：

一室壁，形成電漿處理室封閉體；

一基板支承器，用於支承在該電漿處理室封閉體內的一基板；

一壓力調節器，用於調節該電漿處理室封閉體內的壓力；

至少一電極，用於提供電源至該電漿處理室封閉體以維持一電漿；

一氣體入口，用於提供氣體進入該電漿處理室封閉體；以及

一氣體出口，用於從該電漿處理室封閉體排出氣體；

一 氣體源，與該氣體入口作流體連接，包含：

一 含溴化合物之氣體源；

一 稀有氣體源；以及

含氟化合物和含氯化合物其中至少之一的氣體源；

以及

一 控制器，可控制地連接至該氣體源和該至少一電極，其包含：

至少一處理器；以及

電腦可讀媒體；其包含：

電腦可讀碼，用於提供包括含溴化合物之一蝕刻氣體；

電腦可讀碼，用於從該蝕刻氣體形成一電漿；以及

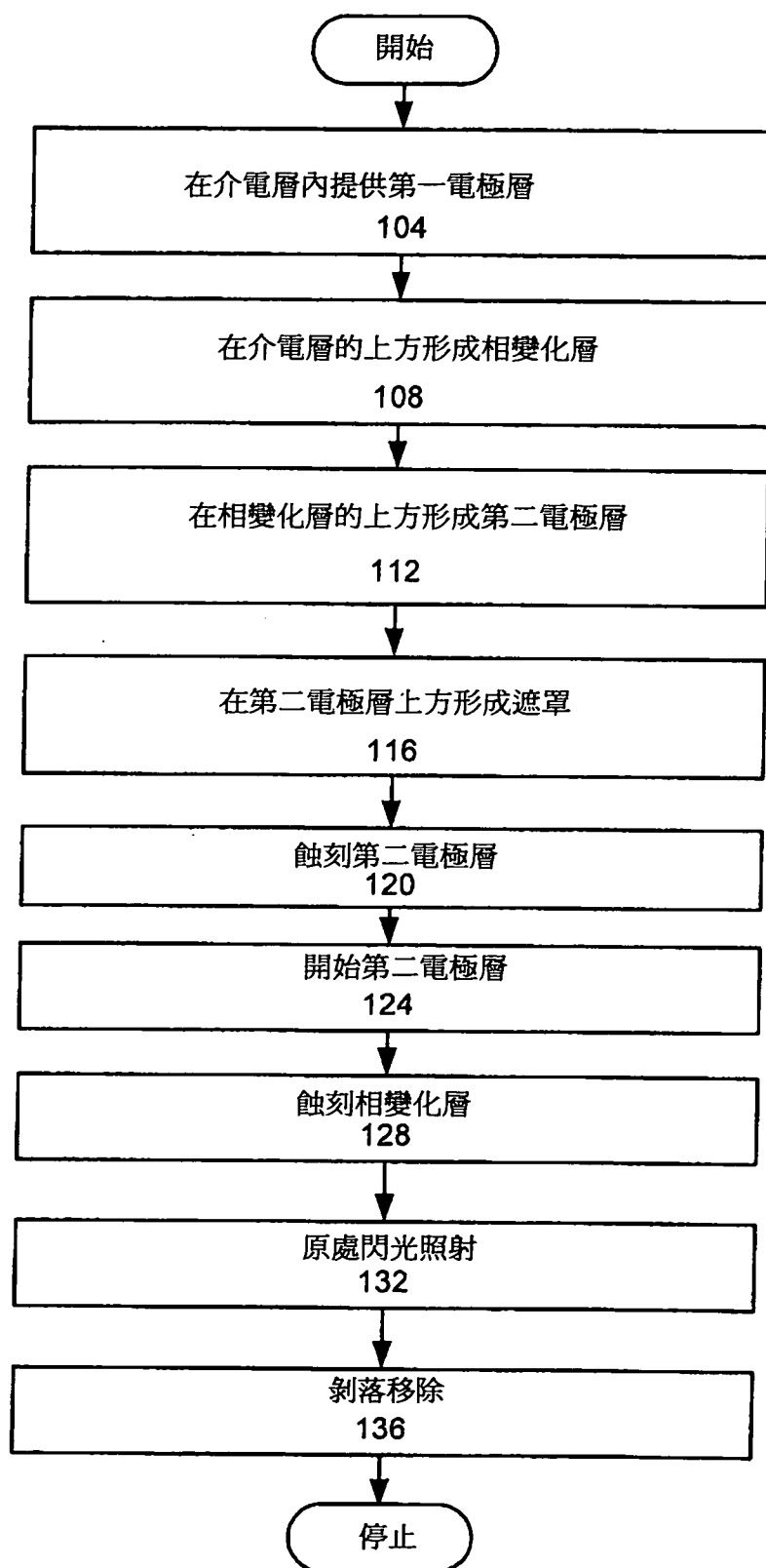
電腦可讀碼，用於閃光照射在從該蝕刻氣體形成電漿期間所產生的鈍化層，其中該閃光照射將該鈍化層移除。

18. 如申請專利範圍第 17 項之設備，進一步包含電腦可讀碼，用於在從該蝕刻氣體形成一電漿的期間，提供低於攝氏 40 度的一晶圓溫度。

19. 如申請專利範圍第 18 項之設備，其中該含溴化合物是 HBr。

20. 如申請專利範圍第 19 項之設備，其中該蝕刻氣體進一步包括含氟化合物和含氯化合物其中至少之一。

圖 1



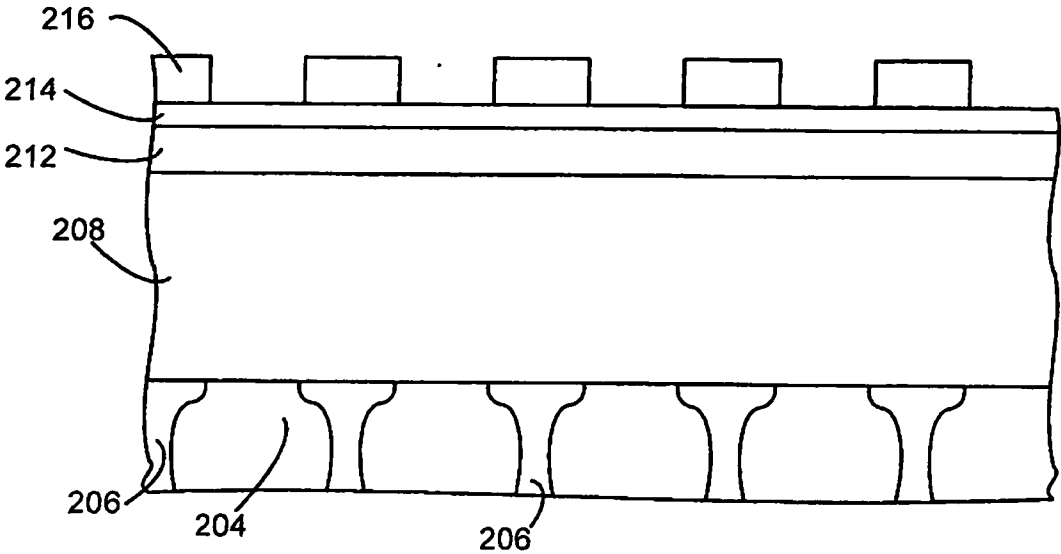


圖 2A

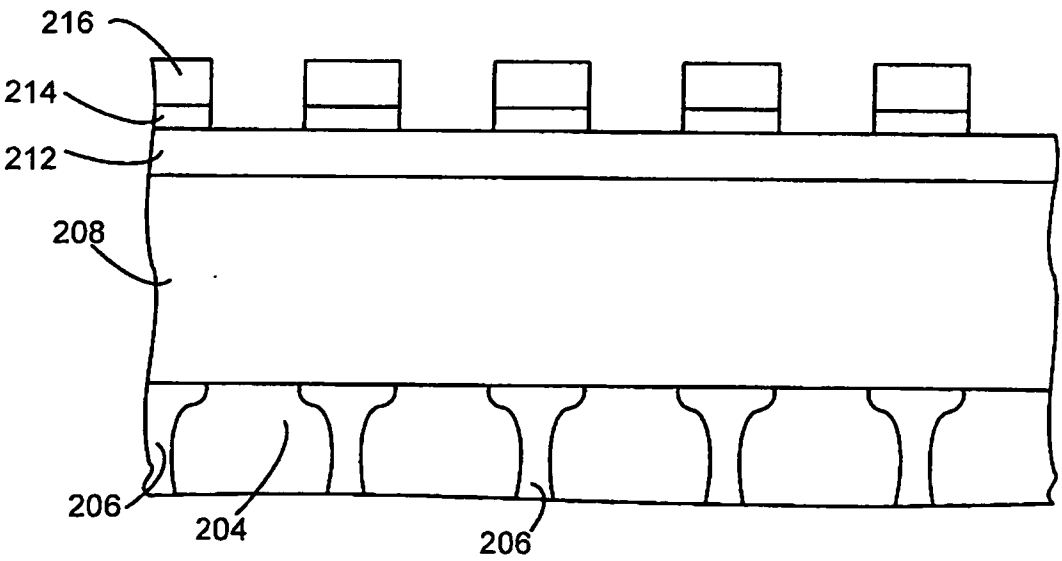


圖 2B

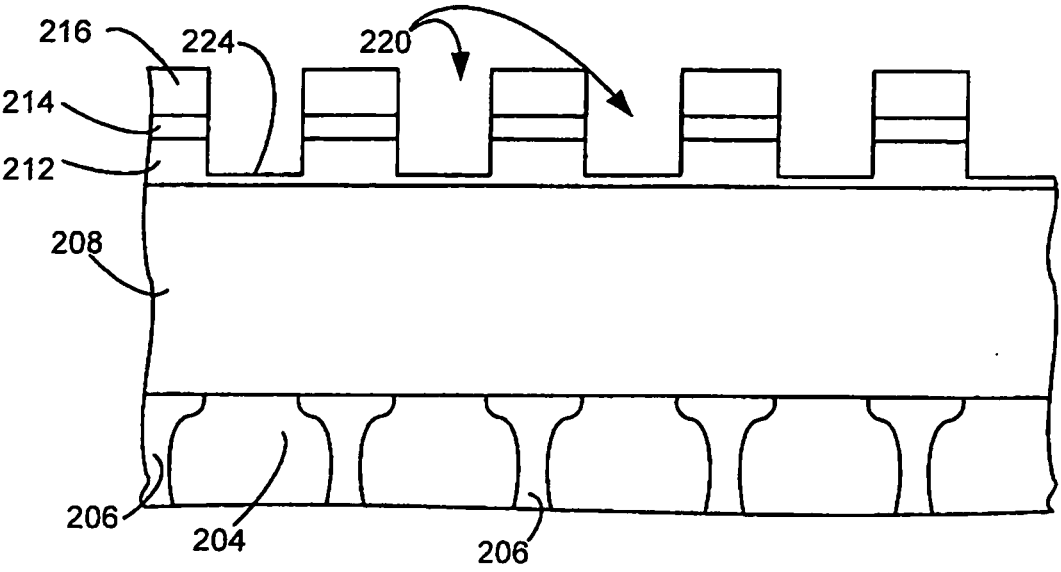


圖 2C

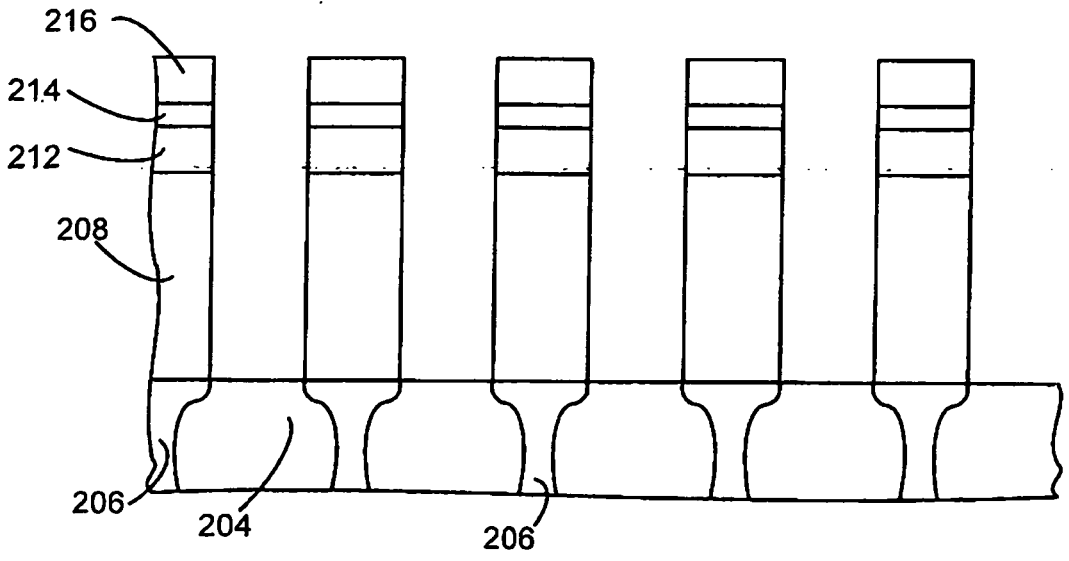


圖 2D

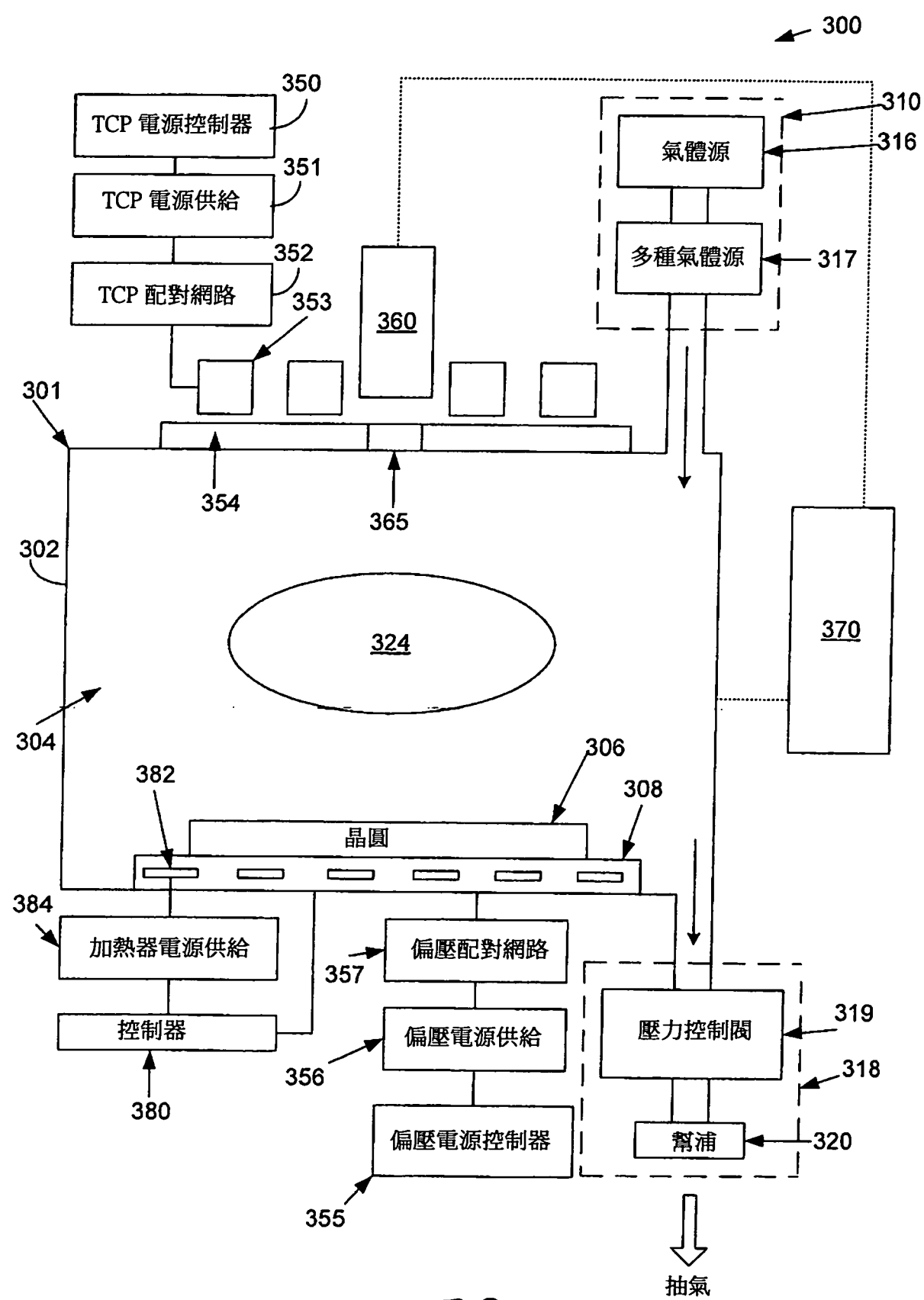


圖 3

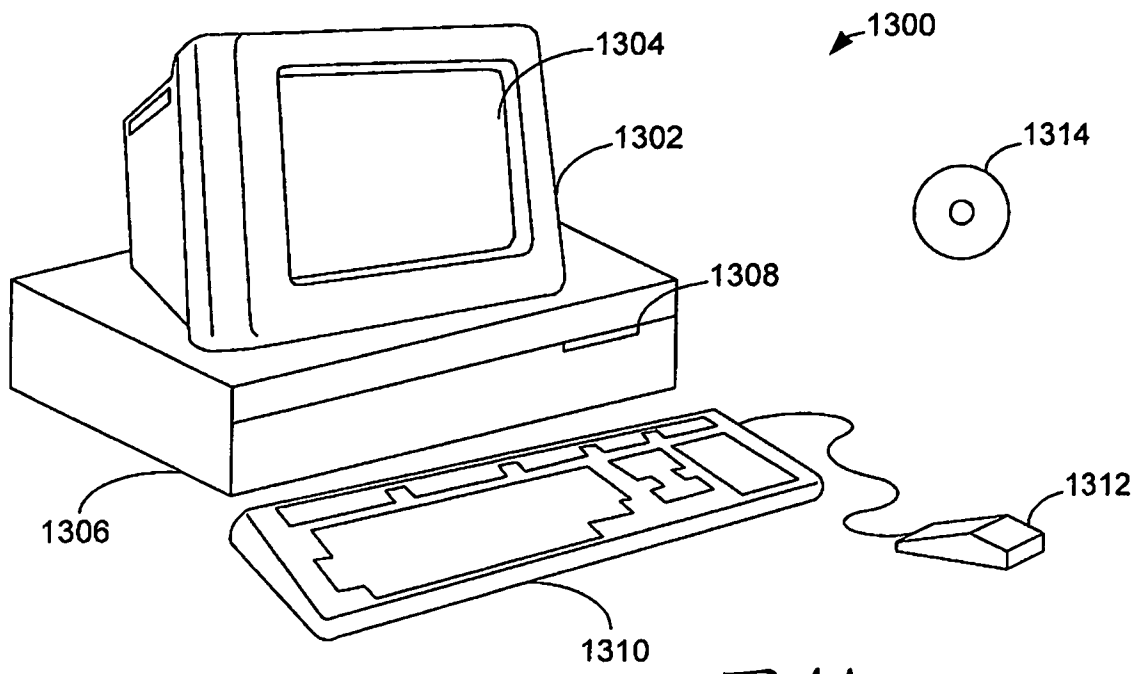


圖 4A

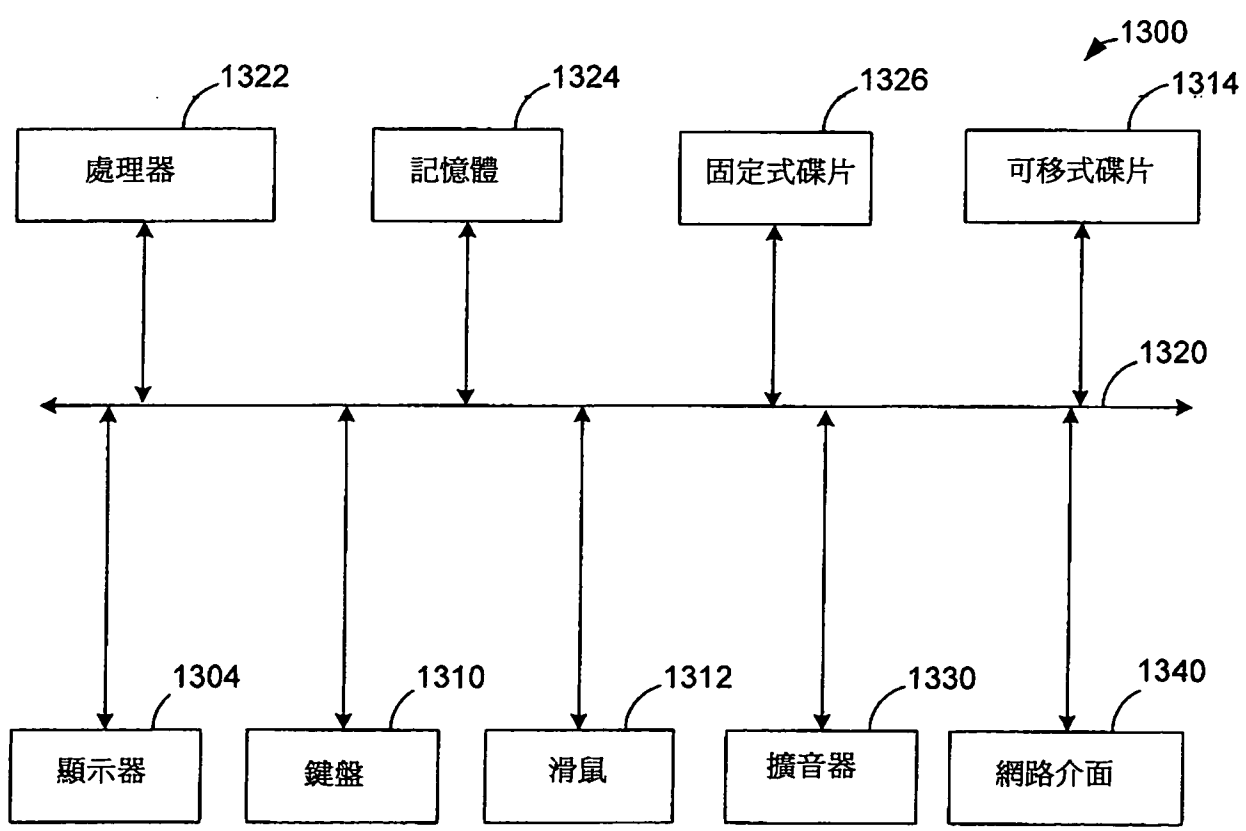


圖 4B