

發明專利說明書

公告本

(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: 95117688

※申請日期: 95 年 05 月 18 日

※IPC 分類: G03F 1/00, 1/26, 7/42 (2012.01)

一、發明名稱:

H01L 21/027 (2006.01)

(中) 具有蝕刻遮罩堆疊之多遮罩製程

(英) Multiple mask process with etch mask stack

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 1 人)

1. 姓 名: (中) 史 沙加地

(英) SADJADI, S. M. REZA

國 籍: (中) 美國

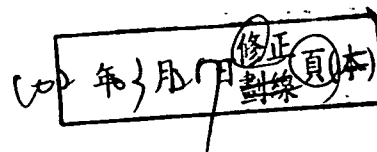
(英) U.S.A.

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】

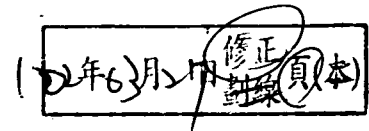
1. 美國 ; 2005/06/28 ; 11/170,273 ☒ 有主張優先權



五、中文發明摘要

發明之名稱：具有蝕刻遮罩堆疊之多遮罩製程

一種在一基材上之蝕刻層中形成蝕刻特性的方法係被揭示。一蝕刻遮罩堆疊被形成在該蝕刻層上。一第一遮罩被形成在該蝕刻遮罩堆疊上。一側壁層被形成在該第一遮罩上，側壁層降低為第一遮罩所界定的空間寬度。第一組特性經由該側壁層被蝕刻入該蝕刻遮罩堆疊中。該遮罩與側壁層被移除。附加特性步驟係被執行，包含：在該蝕刻遮罩堆疊上，形成附加遮罩；在該附加遮罩上，形成一側壁層；至少部份進入該蝕刻遮罩堆疊，以蝕刻一第二組特性。多數特性係經由在該蝕刻遮罩堆疊中之該第一組特性及第二組特性被蝕刻入該蝕刻層中。

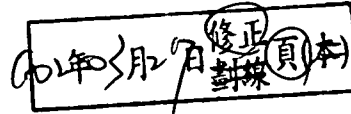


六、英文發明摘要

發明之名稱：

MULTIPLE MASK PROCESS WITH ETCH MASK STACK

A method for forming etch features in an etch layer over a substrate is provided. An etch mask stack is formed over the etch layer. A first mask is formed over the etch mask stack. A sidewall layer is formed over the first mask, which reduces the widths of the spaces defined by the first mask. A first set of features is etched into the etch mask stack through the sidewall layer. The mask and sidewall layer are removed. An additional feature step is performed, comprising forming an additional mask over the etch mask stack, forming a sidewall layer over the additional mask, etching a second set of features at least partially into the etch mask stack. A plurality of features is etched into the etch layer through the first set of features and the second set of features in the etch mask stack.



七、指定代表圖

(一)、本案指定代表圖為：第 (3) 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：

102年03月27日 修正頁(本)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明關係於半導體裝置的形成。

【先前技術】

在半導體晶圓處理中，半導體裝置的特性係使用已知圖案化及蝕刻製程被界定在晶圓中。於這些製程中，光阻(PR)材料被沉積在晶圓上，然後，曝露至為光罩所濾波之光。光罩大致為一玻璃板，其係以例示特性幾何形狀加以作出圖案，該等幾何形狀阻擋光，而使之不傳送穿過光罩。

在通過光罩後，光接觸該光阻材料的表面。光改變了光阻材料的化學組成物，使得一顯影劑可以移除一部份的光阻材料。當為正光阻材料時，已曝光的區域被移除，以及，當為負光阻材料時，未曝光區域被移除。隨後，晶圓被蝕刻，以自不再為光阻材料所保護的區域移除下方的材料，藉以在晶圓中，界定想要的特性。

已知有各種世代的光阻。深紫外線(DUV)光阻以248nm光來曝光。為了促進了解，第1A圖為一在基材104上之一層108的剖面圖，其具有一有圖案光阻層112在一抗反射層(ARL)110上，而ARL110係在予以被蝕刻形成一堆疊100的層108上。光阻圖案具有一關鍵尺寸(CD)，其可以為最小特性116的寬度。由於光學特性取決於波長，所以為較長波長光所曝光的光阻具有理論上較大

(A) 1996年2月2日修正
劃線(本)

之最小關鍵尺寸。

一特性 120 然後可以被蝕刻通過光阻圖案，如第 1B 圖所示。理想上，特性的 CD 係等於在光阻 112 中之特性 116 的 CD。事實上，特性 116 的 CD 可能由於小斜面、光阻的侵蝕或底切而大於光阻 112 的 CD。該特性也可以變成錐形，其中特性的 CD 係至少與光阻的 CD 一樣大，但其中該特性變尖，以在接近特性底部，具有較小之寬度。此變尖可能提供不可靠之特性。

爲了給特性提供較小 CD，現正使用較短波長來形成特性。193nm 光阻係爲 193nm 的光來曝光。使用相偏移光罩及其他技術，則使用 193nm 光阻，可以形成 90-100nm 的 CD 光阻圖案。這將能夠提供具有 90-100nmCD 的特性。157nm 係爲 157nm 的光所曝光。使用相偏移光罩及其他技術，可以形成次 90nmCD 光阻圖案。這將能夠提供具有次 90nmCD 的特性。

對於使用較長波長，使用較短波長可能在光阻上，提供其他的問題。爲了取得 CD 接近理論限制，微影設備應更精確，這將需要更昂貴的微影設備。現行 193nm 光阻及 157nm 光阻可能並沒有如較長波長光阻般地選擇性，並可能在電漿蝕刻狀態下，容易變形。

例如在形成記憶體裝置中之蝕刻導電層時，吾人想要增加裝置密度，而不降低效能。

第 2A 圖爲當依據先前技術，於線間之間隔太接近時，用以產生導電線的有圖案光阻層的剖面圖。在一例如

晶圓的基材 204 上，放置有阻障層 206。在阻障層 206 上，則形成有例如金屬層或多晶矽層之介電層 208。在介電層 208 上，形成有例如介電抗反射塗覆(DARC)層之抗反射層(ARL)210。一有圖案光阻層 212a 係形成在 ARL210 上。於此例子中，有圖案光阻線 214a 具有如所示界定為線寬”L”的寬度。空間 222 具有如所示之寬度”S”。間距長度”P”被界定為線寬與空間寬度的總和， $P=L+S$ 。吾人想要降低間距長度。

一種降低間距的方法為降低空間寬度。第 2B 圖為依據先前技術當線間之間隔太接近時，一用以產生導電或介電溝渠線之有圖案光阻層的剖面圖。在一例如晶圓的基材 204 上，放置有阻障層 206。在阻障層 206 上，則形成有例如金屬層、多晶矽層或介電層之導電層或介電層 208。在介電層 208 上，形成有例如 DARC 層之抗反射層(ARL)210。一有圖案光阻層 212a 係形成在(ARL)210 上。於此例子中，有圖案光阻層 212b 形成有圖案線 214b，其具有光阻殘留物 218 形成在有圖案線 214b 之間。光阻殘留物 218 的出現係在有圖案線 214b 間提供太小的空間而造成，因為很難自小空間移除殘留物之故。這可以限制所能提供之導電線的密度。

【發明內容】

為了完成上述目的，本發明提供一種在基材上之蝕刻層中，形成蝕刻特性的方法。一由至少一層所形成之蝕刻

(6) 年 3 月 17 日 (修正) 封條 (本)

遮罩堆疊被形成在該蝕刻層上。一第一遮罩被形成在該蝕刻遮罩堆疊上，其中該第一遮罩界定多數具有寬度的空間。一側壁層被形成在該第一遮罩上，其中，側壁層降低為第一遮罩所界定的空間寬度。第一組特性經由該側壁層被蝕刻入該蝕刻遮罩堆疊中，其中該第一組特性的特性具有小於第一遮罩所界定之空間寬度為小之寬度。該遮罩與側壁層被移除。附加特性步驟係被執行，包含：在該蝕刻遮罩堆疊上，形成附加遮罩，其中該附加遮罩界定具有寬度的多數空間；在該附加遮罩上，形成一側壁層，其中該側壁層降低為該附加遮罩所界定的空間之寬度；至少部份進入該蝕刻遮罩堆疊，經由該側壁層，以蝕刻一第二組特性，其中該等特性具有寬度小於為該附加遮罩所界定空間之寬度；及移除該遮罩與側壁層。多數特性係經由在該蝕刻遮罩堆疊中之該第一組特性及第二組特性被蝕刻入該蝕刻層中。

於本發明之另一實施例中，提供了一種在蝕刻層中形成特性的方法。由至少一層所形成之蝕刻遮罩堆疊係被形成在該蝕刻層上。一第一遮罩係被形成在該蝕刻遮罩堆疊上，其中該第一遮罩界定具有寬度的多數空間，及其中該等多數空間具有一關鍵尺寸及一間距。一側壁層係形成在該第一遮罩上，其中該側壁層降低為該第一遮罩所界定的空間的寬度。第一組特性係以第一蝕刻化學品，經由該側壁部份蝕刻入該蝕刻遮罩堆疊，其中該等特性具有寬度與一關鍵尺寸，其中該特性寬度係小於在第一遮罩中之空間

的寬度的至少 50%，以及，該特性的關鍵尺寸係小於第一遮罩中之空間的關鍵尺寸的至少 50%，及其中該蝕刻層未被蝕刻。該遮罩及側壁層被移除。附加特性步驟係被執行，其包含：在該蝕刻遮罩堆疊上，形成附加遮罩，其中該附加遮罩界定具有寬度的多數空間，以及，其中該等多數空間具有關鍵尺寸及一間距；在該附加遮罩上，形成一側壁層，其中該側壁層降低為該附加遮罩所界定的空間的寬度；蝕刻附加特性，部份經由該側壁層進入蝕刻堆疊遮罩，其中該附加特性具有寬度及一關鍵尺寸，其中該附加特性的寬度係較該附加遮罩中之空間的間距至少少於 50%，以及，該等附加特性的關鍵尺寸較該附加遮罩中之空間的關鍵尺寸至少少 50%，以及，其中該等特性及附加特性具有一間距，其係較第一遮罩中之空間的間距與該附加遮罩中之空間的間距少於至少 50%，以及，其中該蝕刻層並未被蝕刻；及移除該遮罩與側壁層。多數特性係使用與第一蝕刻化學品不同的第二蝕刻化學品，經由該蝕刻遮罩堆疊的第一組特性及附加特性，蝕刻入蝕刻層。

本發明之這些及其他特性將參考以下之詳細說明配合上附圖加以詳述。

【實施方式】

本發明將參考少數幾個較佳實施例加以詳細說明，該等實施例係如附圖所示。於以下說明中，各種特定細節係被說明，以提供對本發明之全盤了解。然而，應為熟習於

(2016)年1月14日修正(本)

本技藝者所了解，本發明可以在沒有部份或是所有這些特定細節下加以實施。於其他例子中，已知製程步驟及/或結構並未被詳細說明，以避免不必要地限制本發明。

爲了使用較老舊技術光阻製程來提供具有小關鍵尺寸(CD)的特性，已經開發了下一代之光阻遮罩製程，其使用多遮罩及蝕刻製程。

爲了促成對下一代遮罩製程的了解，第3圖爲一製程的高階流程圖，其可以用於本發明之實施例中者。一蝕刻遮罩堆疊係被形成在蝕刻層上(步驟304)。第4A圖爲例如晶圓之基材404的剖面圖，其上形成有阻障層406。在阻障層406上，形成有例如半導體金屬層、或多晶矽層或介電層之蝕刻層408。在蝕刻層408上，形成有蝕刻遮罩堆疊410。蝕刻遮罩堆疊410可以爲一或多數層。

第一特性然後被形成入該蝕刻遮罩堆疊內(步驟308)。第5圖爲將第一特性形成入蝕刻遮罩的步驟之更詳細流程圖。第一有圖案光阻層412係被形成在該蝕刻遮罩堆疊410上(步驟504)。於此例子中，如所示有圖案之線414具有寬度，其被界定爲線寬" L_p "。如所示，在光阻層中之空間422具有寬度" S_p "。如所示，有圖案光阻層的間距長度" P_p "界定爲線寬與空間寬度的總和 $P_p = L_p + S_p$ 。這些寬度係由用以形成有圖案光阻層之微影技術的解析度所決定。吾人想要降低間距長度。一側壁層係被形成在有圖案光阻層上，以降低CD(步驟508)。第6圖爲使用氣體調變在有圖案光阻層上，形成一側壁層的更詳細流程圖，其係

降低 CD(步驟 508)。於此實施例中，在有圖案光阻層形成側壁層以降低 CD 的步驟(步驟 508)包含：沉積階段 604 及輪廓整形階段 608。沉積階段使用一第一氣體化學品，以形成一電漿，其沉積一側壁層在該有圖案光阻層的側壁上。輪廓整形階段 608 使用一與第一氣體化學品不同的第二氣體化學品，以形成電漿，其整形所沉積層的輪廓，以形成實質垂直的側壁。

第 4B 圖為具有側壁層 420 沉積在第一有圖案光阻層側壁上之第一有圖案光阻層 412 的剖面圖。該側壁層 420 在有圖案光阻層空間內，形成一側壁層特性 424，其中該側壁層特性 424 具有一減少之空間 CD，其係少於第一有圖案光阻層的空間 CD。較佳地，所沉積第一有圖案光阻層的減少空間 CD 係至少比第一有圖案光阻層特性的空間 CD 少 50%。吾人想要側壁層具有實質垂直側壁 428，其如所示為高度保角。實質垂直側壁例子係為一側壁，其從底部至頂部與特性的底部完成於 88 度至 90 度的角度。保角側壁具有一沉積層，其由特性的頂至低部，實質具有相同厚度。非保角側壁可能形成一小斜面或吐司麵包剖面(bread-loafing)，而提供不是實質垂直的側壁。錐形側壁(由於小斜面的形成)或吐司麵包剖面狀的側壁可能增加所沉積層 CD 並提供較差的蝕刻圖案光阻層。較佳地，在側壁上之沉積係厚於第一有圖案光阻層特性底部上的沉積。更好是，在第一有圖案光阻層特性底部，並沒有沉積層。

第一組特性然後經由側壁層空間被蝕刻入蝕刻遮罩堆

(20)年(3)月(1)日(修正) (封原)(本)

疊 410(步驟 512)。第 4C 圖顯示一第一組特性 432 被蝕刻入該蝕刻遮罩堆疊 410。於此例子中，被蝕刻入蝕刻遮罩堆疊 410 中之第一組特性 432 具有一 CD 寬度，其係等於所沉積層特性的空間 CD。於實際上，第一組特性 432 的特性之 CD 可能略大於所側壁層 420 的特性之 CD。然而，因為所沉積層特性之 CD 係遠小於光阻 412 的 CD，所以，在蝕刻遮罩堆疊 410 中之特性之 CD 仍小於光阻 412 的 CD。如果所沉積層的 CD 只略小於光阻的 CD，或如果所沉積層具有小斜面或吐司麵包剖面，則蝕刻遮罩堆疊的 CD 並未小於光阻的 CD。另外，一小斜面或吐司麵包剖面沉積層可能在該層中造成一小斜面或不規則形狀特性予以被蝕刻。吾人想要最小化在光阻特性底部的沉積。於此例子中，蝕予以蝕刻層中之特性之 CD 係至少比光阻特性的 CD 小 50%。另外，於此例子中，特性 432 被部份蝕刻通過蝕刻遮罩堆疊 410。於其他實施例中，特性 432 可以完全被蝕刻通過蝕刻遮罩堆疊 410。

有圖案光阻與所沉積層然後被剝離(步驟 516)。這可以在單一步驟或兩個步驟完成，該兩步驟係具有一分開之沉積層移除步驟及光阻剝離步驟。去灰可以用於剝離製程。第 4D 圖顯示在沉積層與光阻層被移除後的基材 400。

附加蝕刻遮罩堆疊特性被形成(步驟 316)。第 7 圖為用以將附加特性形成入蝕刻遮罩中之步驟的詳細流程圖。一附加有圖案光阻層 442 係被形成在該蝕刻遮罩堆疊 410

上(步驟 704)。附加有圖案光阻層 442 將具有與第一有圖案光阻相同的間距與 CD。一側壁層被形成在該附加有圖案光阻層上，以降低 CD(步驟 708)。側壁層可以使用與在第一有圖案光阻層上形成側壁層相同的製程加以形成。第 4F 圖為該附加有圖案光阻層 442 的剖面圖，其具有一側壁層 450 沉積在該附加有圖案光阻層 442 的側壁上。該側壁層 450 在該有圖案光阻層空間內，形成一側壁層特性 454，其中側壁層特性 454 具有一降低之空間 CD，其係小於該附加有圖案光阻層的空間 CD。較佳地，該側壁層特性的降低空間係少於該第二有圖案光阻層特性之空間 CD 的至少 50%。吾人想要側壁層 450 具有實質垂直側壁，其係如所示為高度保角。實質垂直側壁的例子為一側壁，其係由底至頂與特性的底部完成於 88 度至 90 度的角度。較佳地，在側壁上之沉積係較在光阻特性的底部上之沉積為厚。更好，在光阻特性的底部並沒有沉積層。

如第 4G 圖所示，特性係被蝕刻進入蝕刻遮罩堆疊(步驟 712)，在第一組蝕刻特性 432 間形成一第二組蝕刻特性 452。該有圖案光阻層與所沉積層然後被剝離(步驟 716)，如第 4H 圖所示。附加蝕刻遮罩特性形成被完成(步驟 316)。

檢查是否有附加特性予以被形成(步驟 320)。於此例子中，只有兩組特性被形成，使得製程進行至蝕刻特性進入蝕刻層的步驟(步驟 324)。這係藉由使用蝕刻遮罩堆疊 410 為蝕刻遮罩加以完成。

修正頁(本)
2012年3月2日

蝕刻遮罩堆疊 410 然後被使用作為蝕刻遮罩，以使用蝕刻遮罩堆疊 410 作為蝕刻遮罩來蝕刻蝕刻層 408(步驟 324)，如第 4I 圖所示。較佳地，此製程使用與用於蝕刻蝕刻堆疊遮罩中之特性的蝕刻化學品不同的蝕刻化學品。另外，較佳地，該蝕刻化學品相對於蝕刻遮罩堆疊 410 選擇地蝕刻蝕刻層 408。

如第 4J 圖所示，蝕刻遮罩堆疊 410 然後被移除。於一實施例中，蝕刻遮罩堆疊係在蝕刻蝕刻層時被移除。於附加實施例中，蝕刻遮罩堆疊係在蝕刻層被完全蝕刻後的一個分開步驟所移除。蝕刻層的線寬係如所示為 L_f 。在蝕刻層中之特性的空間寬度係被顯示為 S_f 。特性的間距長度係被顯示為 P_f ，其中 $P_f = L_f + S_f$ 。為了比較，來自第 4A 圖，有圖案光阻層間距 P_p 、光阻線寬 L_p 、及光阻間隔 S_p 係如第 4J 圖所示，用以與特性間距 P_f 、特性線寬 L_f 、及特性空間寬度 S_f 比較。於此實施例中，特性的間距長度 P_f 為有圖案光阻層 P_p 的間距長度的一半，因為在特性間之線寬 L_f 為有圖案光阻層線寬 L_p 的一半，以及，特性空間寬度 S_f 係為有圖案光阻層 S_p 空間的一半。因此，此程序能使用兩遮罩步驟，在使用相同光阻微影製程的同時，藉由降低間距長度、線寬、及特性寬度為一半，以倍增蝕刻特性的解析度。於此例子中，如所示，來自第一有圖案光阻層之第一組特性係被蝕刻至相同深度或大致與來自第二有圖案光阻層的第二組蝕刻特性相同的深度。藉由提供交替之來自第一蝕刻遮罩堆疊特性之特性 462 與來自第二

102年03月17日 修正 對線 頁(全)

蝕刻遮罩堆疊特性之特性 466，可以完成降低之間距。

單層蝕刻遮罩堆疊

於本發明之一實施例中，蝕刻遮罩堆疊係為單層。在此實施例中，單層為抗剝離層。該抗剝離層較佳為非晶形碳及抗剝離聚合物之至少一個。最好，該抗剝離層為非晶形碳。於本說明書及申請專利範圍中，非晶形碳係被界定為無鹵素聚合物。抗剝離聚合物及其他用作為蝕刻遮罩堆疊的單層之材料應與光阻足夠地不同，使得光阻可以被作出圖案並且使用乾或濕式製程剝離，而不會將該單層移除。於一實施例中，形成該單層的材料為對抗用以剝離光阻的氧剝離。於附加實施例中，該單層為對抗含氫氣體或用於光阻製程中之液體。於附加實施例中，該單層被硬化，例如藉由使用 UV 照射，使得該單層可以對抗剝離製程。其中，該單層可以為固有對抗剝離製程的材料而不需要被硬化。於此時，單層材料係對抗含電漿的氫，例如用於氫剝離製程的 H_2 或 NH_3 ，或對抗用於氧剝離製程的含氧電漿。

多層蝕刻遮罩堆疊

於本發明之附加實施例中，蝕刻遮罩堆疊包含兩層。第 8A 圖為一蝕刻遮罩堆疊的剖面圖，其在基材 804、在阻障層 806、及蝕刻層 808 上，放置有第一層 810 與第二層 811。光阻遮罩 814 係放置在第二層 811 上。側壁層

(20)年3月1日 (修正) (本)

820 被放置在光阻遮罩側壁上，以降低 CD。第一遮罩特性 832 係使用第一蝕刻化學品，部份蝕刻入第二層 811，使得在此實施例中，如所示，第一遮罩特性並未到達第一層 810。

如第 8B 圖所示，光阻遮罩 814 與側壁層 820 係被移除，及一第二光阻遮罩 842 係被形成在該第二層 811 上。一側壁層 850 係被形成在該第二光阻遮罩 842 上，以降低 CD。第二遮罩性 852 被部份蝕刻入第二層 811，使得在此實施例中，如所示第二遮罩特性並未到達第一層 810。此蝕刻可以使用第一蝕刻化學品，因為第二層 811 在兩蝕刻製程中均被蝕刻。

光阻遮罩與側壁層係由第二層 811 上被移除，如第 8C 圖所示。如第 8D 圖所示，一第二蝕刻化學使用第二層 811 作為用以蝕刻蝕刻遮罩堆疊之第一層 810 的蝕刻遮罩。因為此蝕刻相對於第二層 811 選擇地蝕刻第一層 810，所以，較佳地，該第二蝕刻化學與該第一蝕刻化學不同。於一實施例中，第一層 810 係只有被部份貫穿。於附加實施例中，如所示，第一層 810 被整個地貫穿。

於一實施例中，第二層被移除。於此實施例中，在第三蝕刻化學品被用以蝕刻特性進入蝕刻層 808 前，第二層並未被移除，如第 8E 圖所示。較佳地，該第三蝕刻化學品與第二蝕刻化學品不同，因為蝕刻層 808 被相對於蝕刻遮罩堆疊的第一層 810 作選擇性蝕刻。由第一層 810 及第二層 811 所形成之剩餘蝕刻遮罩堆疊係隨後被移除，如第

10年 3月 27日 修正 封

8F 圖所示。於附加實施例中，蝕刻遮罩堆疊的第二層 811 係在蝕刻蝕刻層時被移除。在附加實施例中，第一層 810 及第二層 811 均在蝕刻蝕刻層 808 時被移除。

在此實施例中，第二層 811 作為一剝離保護遮罩，其在第一層的光阻剝離時作為一保護遮罩，該第一層作為下次產生的有圖案遮罩。剝離保護遮罩 811 保護下次產生之有圖案遮罩 810 在光阻遮罩剝離時不受到損傷。

雖然單層剝離保護遮罩可以提供想要的目標，但在部份實施例中，蝕刻均勻度的控制可能是一項問題。除非剝離保護遮罩的均勻度良好，否則有可能部份特性可能裂開並曝露蝕刻遮罩墊疊的第一層至剝離製程，而可能損害第一層。為了避免此問題，可以使用雙層剝離保護遮罩。第 9A 圖為在阻障層 906 下、在蝕刻層 908 下、在一蝕刻堆疊遮罩下之基材 904 的剖面圖，該蝕刻堆疊遮罩包含第一層 910、第二層 911 及第三層 913。一光阻遮罩 914 已經形成在該第三層 913 上。一側壁層 920 被形成在該光阻遮罩 914 的側壁上。一使用第一蝕刻化學品的蝕刻製程被用以蝕刻經過第三層 913 至第二層 911。如第 9B 圖所示，第二層 911 係被使用作為一蝕刻停止層。因此，第一蝕刻化學品相對於第二層選擇地蝕刻第三層。藉由提供一蝕刻停止層，蝕刻遮罩堆疊的第一層 910 被保護不在剝離製程受到曝露。於此例子中，第三層 913 作為一剝離保護遮罩。

光阻遮罩 914 與側壁層 920 被移除，以及，第二光阻

(10)年3月7日 修正 頁(本)
對線

遮罩 942 被形成在第三層 913 上。如第 9C 圖所示，一側壁層 950 被形成在第二光阻遮罩 942 上。使用第一蝕刻化學品，將第三層 913 的曝露部份係蝕刻至蝕刻停止層 911，以形成第二組特性 952。

光阻遮罩 942 及側壁層 950 係被移除。與第一蝕刻化學品不同的第二蝕刻化學品係被用以相對於第三層 913 選擇地蝕刻第二層 911，如第 9D 圖所示。一第三蝕刻化學品係被用以蝕刻蝕刻遮罩堆疊的第一層 910。於本發明之一實施例中，第三蝕刻化學品係與第二蝕刻化學品相同。於本發明之附加實施例中，第三蝕刻化學品與第二蝕刻化學品不同。

如第 9E 圖所示，第四蝕刻化學品係用以經由蝕刻遮罩堆疊的第一層 910，蝕刻特性進入蝕刻層 908。於較佳實施例中，第四蝕刻化學品係與第三蝕刻化學品不同，以允許蝕刻層 908 相對於第一層 910 作選擇性蝕刻。蝕刻遮罩堆疊然後被剝離，如第 9F 圖所示。於一實施例中，蝕刻遮罩堆疊的第三層 913 及可能第二層 911 係在蝕刻層 908 被蝕刻前被移除。

於此三層蝕刻遮罩堆疊中，很多組合材料可以被使用。於一實施例中，剝離保護遮罩 913 為 SiO_2 以及蝕刻停止遮罩 911 為 SiC 、 Si_2N_3 、 SiOC 、 SiON 、 Ta 、 TaN 、 Ti 、 TiN 或其他可以相對於 SiO_2 選擇地蝕刻之材料之至少一種。於附加實施例中，剝離保護遮罩 913 為 SiC 及蝕刻停止遮罩 911 為 SiO_2 、 Si_2N_3 、 SiOC 、 SiON 、 Ta 、 TaN 、

Ti 及 TiN 之至少一種。於附加實施例中，剝離保護遮罩 913 為 Si_2N_3 及蝕刻停止遮罩 911 為 SiO_2 、SiC、SiOC、SiON、Ta、Ta_N、Ti 及 TiN 之至少一種。於附加實施例中，剝離保護遮罩 913 為 SiON 及蝕刻停止遮罩 911 為 SiO_2 、SiC、SiOC、 Si_2N_3 、Ta、Ta_N、Ti 及 TiN 之至少一種。於附加實施例中，剝離保護遮罩 913 為 SiOC 及蝕刻停止遮罩 911 為 SiO_2 、SiC、SiON、 Si_2N_3 、Ta、Ta_N、Ti 及 TiN 之至少一種。於附加實施例中，剝離保護遮罩 913 為 TiN、Ta、Ta_N、及 Ti 之至少一種，以及蝕刻停止遮罩 911 係為 SiO_2 、SiC、SiON、及 Si_2N_3 之至少一種。較佳地，剝離保護遮罩為 SiO_2 ，因為 SiO_2 在光阻剝離時，很能抗損害。

本發明之其他實施例可以使用兩組以上之蝕刻遮罩堆疊特性。例如，三組蝕刻遮罩堆疊特性可以使用，以使得特性佈局具有為每一光罩之間距三分之一的間距。於附加例子中，四組蝕刻遮罩堆疊特性也可以使用，以使得特性佈局具有一間距，其係為每一光罩的間距的四分之一。此等多遮罩製程係被描述於由 Jeffrey Marks 及 Reza Sadjadi 等人所申請於 2005 年二月 3 日之美國專利申請 10/050,985 號案，其名為“使用多遮罩之特性關鍵尺寸的縮小”，該案係併入作為參考。

沒有了蝕刻遮罩堆疊，不同光阻材料或不同工具可能造成製程位移。蝕刻遮罩堆疊降低不同光阻材料與不同工具的製程位移。多遮罩製程使得一層受到多次光阻沉積及

(一) 年 月 日 修正 頁(本)

多次剝離。蝕刻遮罩堆疊降低可能由多次光阻沉積及多次剝離所對蝕刻層造成之損害。

雖然本發明已經以幾個較佳實施例加以說明，但在本發明之範圍內，仍有各種替換、置換及各種等效取代。應注意，有很多種方式，可用以實施本發明之方法與設備。因此，以下之申請專利範圍係用以包含所有這些在本發明範圍內之替換、置換及等效取代。

【圖式簡單說明】

第 1A-1B 圖為依據先前技術蝕刻之堆疊的剖面圖；

第 2A-2B 圖為依據先前技術形成有圖案光阻層的剖面圖；

第 3 圖為可以用於本發明實施例中之程序的高階流程圖；

第 4A-4J 圖顯示依據本發明實施例處理之蝕刻層的剖面圖；

第 5 圖為用以形成第一特性進入蝕刻遮罩步驟中之更詳細流程圖；

第 6 圖為在一有圖案光阻層上，形成側壁層的流程圖；

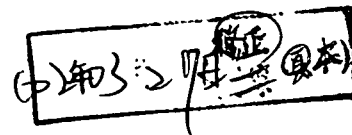
第 7 圖為形成附加特性進入蝕刻遮罩步驟中之詳細流程圖；

第 8A-8F 圖為依據本發明附加實施例處理之蝕刻層的剖面圖；及

第 9A-9F 圖為依據本發明附加實施例處理之蝕刻層的剖面圖。

【主要元件符號說明】

100：堆疊
104：基材
108：層
110：抗反射層
112：光阻層
116：特性
120：特性基材
204：基材
206：阻障層
208：介電層
210：抗反射層
212a：有圖案光阻層
212b：有圖案光阻層
214a：有圖案光阻線
214b：有圖案線
218：光阻殘留物
222：空間
404：基材
406：阻障層
408：蝕刻層
410：蝕刻遮罩堆疊



412：第一有圖案光阻層

414：有圖案線

420：側壁層

422：空間

424：側壁層特性

428：實質垂直側壁

432：特性

442：附加有圖案光阻層

450：側壁層

454：側壁層特性

452：蝕刻特性

462：特性

466：特性

804：基材

806：阻障層

808：蝕刻層

810：第一層

811：第二層

814：光阻遮罩

820：側壁層

832：第一遮罩特性

842：第二遮罩特性

850：側壁特性

852：第二遮罩特性

904 : 基 材

906 : 阻 障 層

908 : 蝕 刻 層

910 : 第 一 層

911 : 第 二 層

913 : 第 三 層

914 : 光 阻 遮 罩

920 : 側 壁 層

942 : 第 二 光 阻 遮 罩

950 : 側 壁 層

952 : 特 性

60年3月27日修正(本)

十、申請專利範圍

1. 一種在一基材上之一蝕刻層中形成蝕刻特性的方法，包含：

在該蝕刻層上，形成由至少一層所形成的一蝕刻遮罩堆疊；

在該蝕刻遮罩堆疊上，形成一第一遮罩，其中該第一遮罩界定具有寬度的多數空間；

在該第一遮罩上，形成一側壁層，其中該側壁層降低由該第一遮罩所界定的該等空間之該等寬度；

經由該側壁層，蝕刻一第一組特性，其至少部份進入該蝕刻遮罩堆疊，其中該第一組特性的該等特性具有寬度，其係小於為由第一遮罩所界定之該等空間的該等寬度；

移除該遮罩與側壁層；

執行附加特性步驟，包含：

在該蝕刻遮罩堆疊上，形成附加遮罩，其中該附加遮罩界定具有寬度的多數空間；

在該附加遮罩上，形成一側壁層，其中該側壁層降低由該附加遮罩所界定的該等空間之該等寬度；

經由該側壁層，蝕刻一第二組特性，其至少部份進入該蝕刻遮罩堆疊，其中該等特性具有寬度，其係小於為由該附加遮罩所界定的該等空間之該等寬度；及

移除該遮罩與側壁層；及

經由該蝕刻遮罩堆疊的該第一組特性與該第二組特

修正頁(本)
2012年3月27日

性，蝕刻多數特性進入該蝕刻層。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該蝕刻遮罩堆疊包含一抗剝離層，該抗剝離層係由較該第一遮罩與該第二遮罩更能對抗剝離的材料作成。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該抗剝離層包含一非晶形碳、碳氫化合物、氫氟碳化物、及聚合物材料之至少一個。

4.如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中該蝕刻遮罩堆疊更包含一剝離保護層在該抗剝離層上。

5.如申請專利範圍第 4 項所述之方法，其中該蝕刻遮罩堆疊更包含一蝕刻停止層，在該剝離保護層與該抗剝離層之間。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含重複該附加特性步驟至少一次。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該在該第一遮罩上形成側壁層為至少一循環，包含：

一沉積階段，以一第一氣體化學品，形成一沉積電漿，以在該第一遮罩的該等側壁上，形成一沉積；及

一輪廓整形階段，以一第二氣體化學品，整形在該第一遮罩之該等側壁上之該沉積的輪廓，其中該第一氣體化學品係與該第二氣體化學品不同；及

其中該在該附加遮罩上形成側壁層為至少一循環，包含：

一沉積階段，以一第三氣體化學品，形成一沉積電

(2019)年03月27日 (修正) (自本)

漿，以在該附加遮罩的該等側壁上，形成一沉積；及

一輪廓整形階段，以一第四氣體化學品，整形在該附加遮罩之該等側壁上之該沉積的輪廓，其中該第三氣體化學品係與該第四氣體化學品不同。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該在該第一遮罩上形成該等側壁層係被執行至少兩循環，以及該在該附加遮罩上形成該等側壁層係被執行至少兩循環。

9.如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該形成該側壁層形成了實質垂直的側壁。

10.如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該第一遮罩與附加遮罩為光阻遮罩，以及其中該等側壁層係由一聚合物材料所形成。

11.如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該移除該遮罩與側壁層包含去灰該遮罩與側壁層。

12.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第一組特性的該等特性的該等寬度係至少少於由該第一遮罩所界定之該等空間的寬度的 50%。

13.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該等在該第一遮罩內之空間具有一間距長度，以及其中形成在該蝕刻層中之該等特性具有一間距長度，其係至少少於由該第一遮罩所界定的該等空間的該間距長度的 50%。

14.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該蝕刻該第一組特性並不蝕刻該蝕刻層。

15.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含移除

02年0月17日 修正 對號 (本)

該蝕刻遮罩堆疊。

16.一種半導體裝置，係由如申請專利範圍第 1 項所述之方法加以形成。

17.一種在蝕刻層內形成特性的方法，包含：

在該蝕刻層上，形成一由至少一層所形成之蝕刻遮罩堆疊；

在該蝕刻遮罩堆疊上，形成一第一遮罩，其中該第一遮罩界定具有寬度的多數空間，以及其中該等多數空間具有一關鍵尺寸及一間距；

在該第一遮罩上，形成一側壁層，其中該側壁層降低由該第一遮罩所界定的該等空間之該等寬度；

以一第一蝕刻化學品，經由該側壁層，蝕刻一第一組特性部份進入該蝕刻遮罩堆疊，其中該等特性具有寬度及一關鍵尺寸，其中該等特性寬度係至少少於在該第一遮罩中之該等空間之該等寬度的 50%，以及該等特性的該關鍵尺寸係至少少於該第一遮罩中之該等空間之關鍵尺寸的 50%，以及其中該蝕刻層並未被蝕刻；

移除該遮罩與側壁層；

執行一附加特性步驟，包含：

在該蝕刻遮罩堆疊上，形成附加遮罩，其中該附加遮罩界定具有寬度的多數空間，及其中該等多數空間具有一關鍵尺寸及一間距；

在該附加遮罩上，形成一側壁層，其中該側壁層降低由該附加遮罩所界定的該等空間之該等寬度；

（已知）
修正（圖）

經由該側壁層，蝕刻附加特性部份進入該蝕刻遮罩堆疊，其中該等附加特性具有寬度與一關鍵尺寸，其中該等附加特性的該等寬度係至少少於在該附加遮罩中的該等空間的該等寬度的 50%，以及該等附加特性之該關鍵尺寸係至少少於該附加遮罩中之該等空間的該關鍵尺寸的 50%，及其中該等特性及附加特性具有一間距，其係至少少於在該第一遮罩中之該等空間的該間距與在該附加遮罩的該等空間之該間距的 50%，及其中該蝕刻層並未被蝕刻；及

移除該遮罩與側壁層；及

使用與該第一蝕刻化學品不同的一第二蝕刻化學品，經由該蝕刻遮罩堆疊的該第一組特性與附加特性，蝕刻多數特性進入該蝕刻層。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中該在該第一遮罩上形成側壁層包含至少兩循環，其中每一循環包含：

一沉積階段，以一第一氣體化學品，形成一沉積電漿，以在該第一遮罩的該等側壁上，形成一沉積；及

一輪廓整形階段，以一第二氣體化學品，整形在該第一遮罩之該等側壁上之該沉積的輪廓，其中該第一氣體化學品係與該第二氣體化學品不同；及

其中該在該附加遮罩上形成側壁層包含至少兩循環，其中每一循環包含：

一沉積階段，以一第三氣體化學品，形成一沉積電漿，以在該附加遮罩的該等側壁上，形成一沉積；及

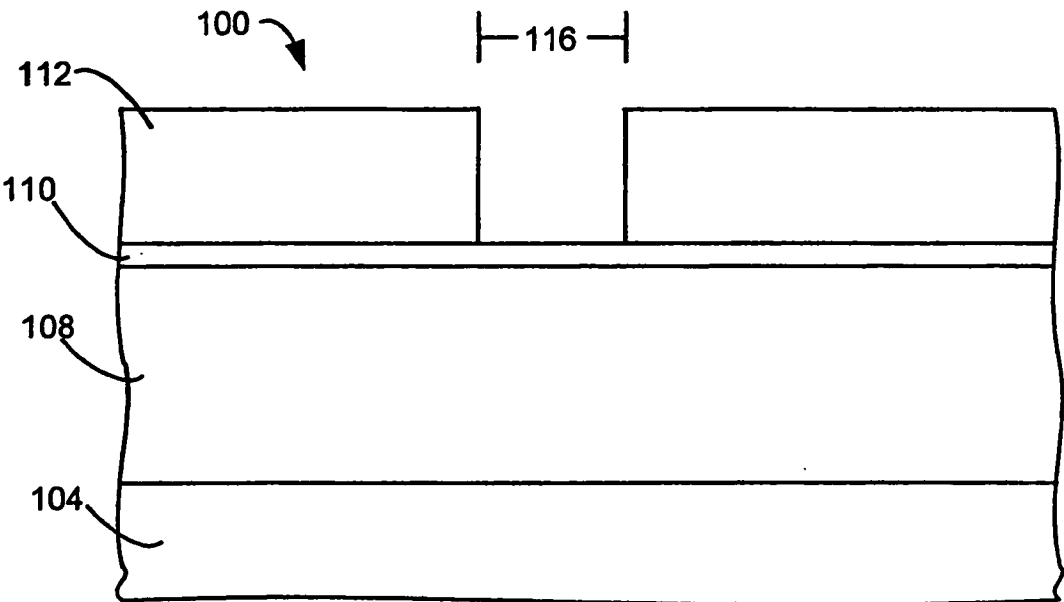
(6)年0月2日 修正
對線 (本)

一輪廓整形階段，以一第四氣體化學品，整形在該附加遮罩的該等側壁上之該沉積的輪廓，其中該第三氣體化學品係與該第四氣體化學品不同。

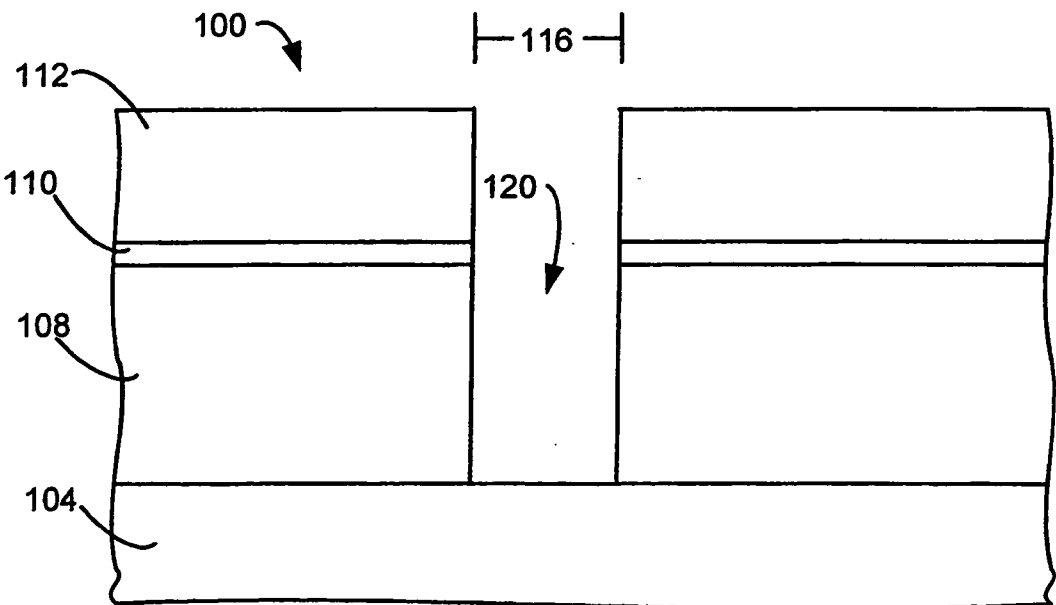
19.如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中該第一遮罩係為一光阻遮罩，及其中該側壁層係由聚合物材料作成。

20.如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其中該蝕刻遮罩堆疊包含一抗剝離層，其係由一係較該第一遮罩與該第二遮罩更能對抗剝離的材料所作成，及更包含移除該蝕刻遮罩堆疊。

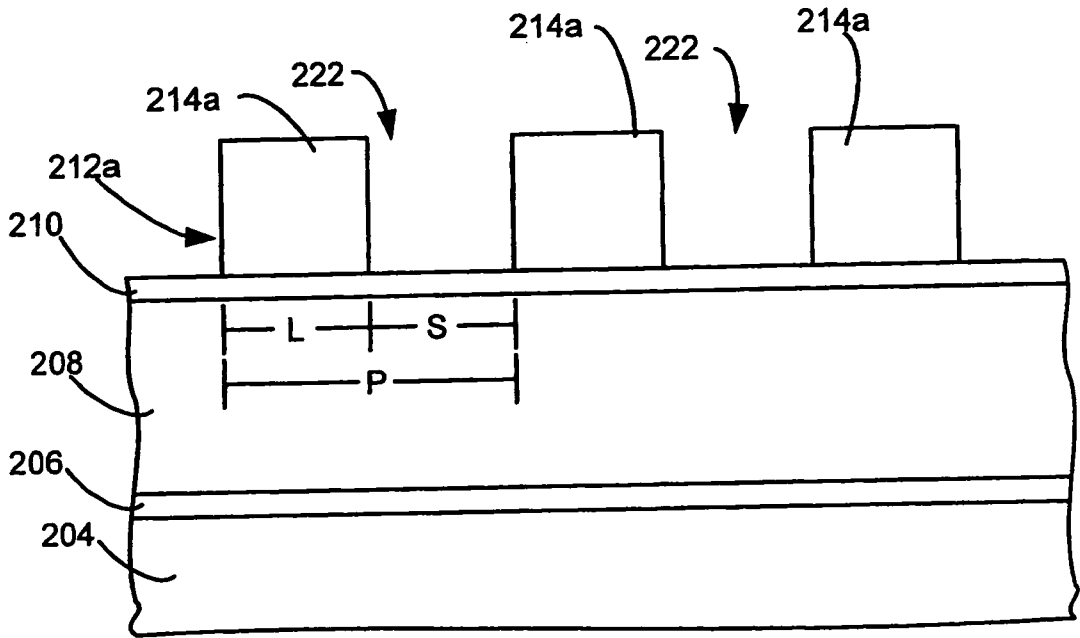
第1A圖(先前技術)



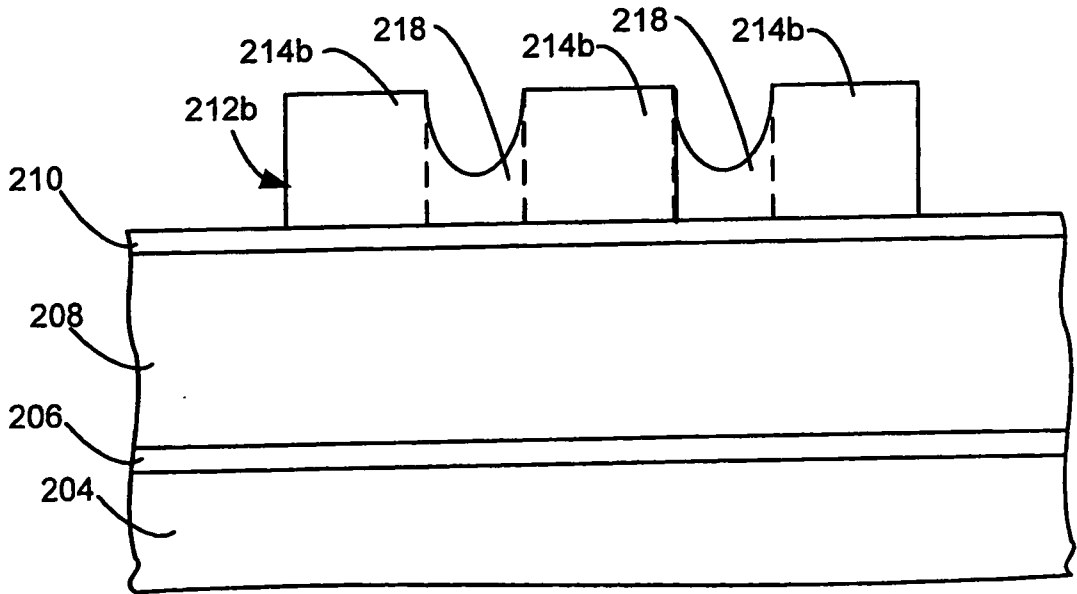
第1B圖(先前技術)



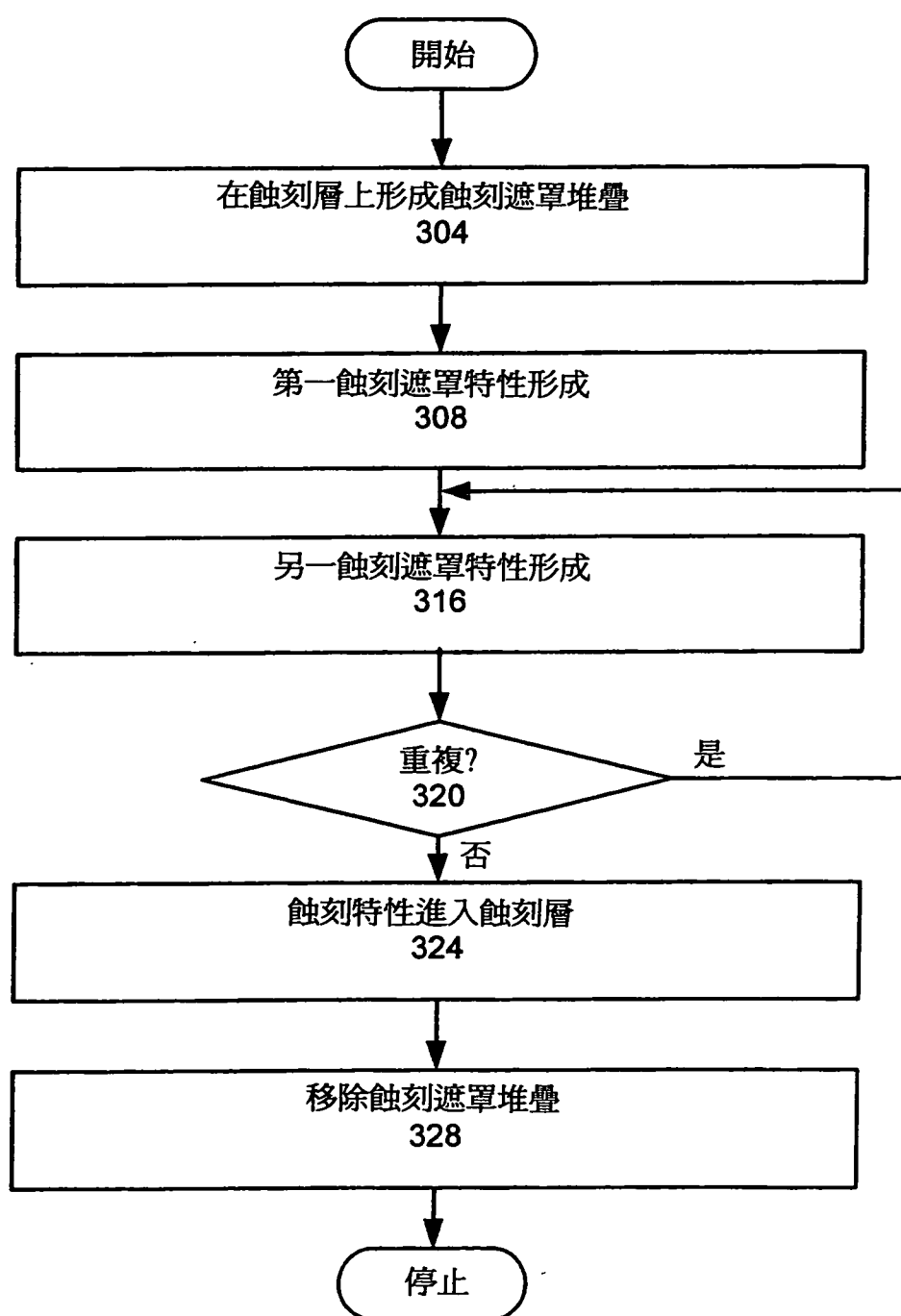
第2A圖(先前技術)



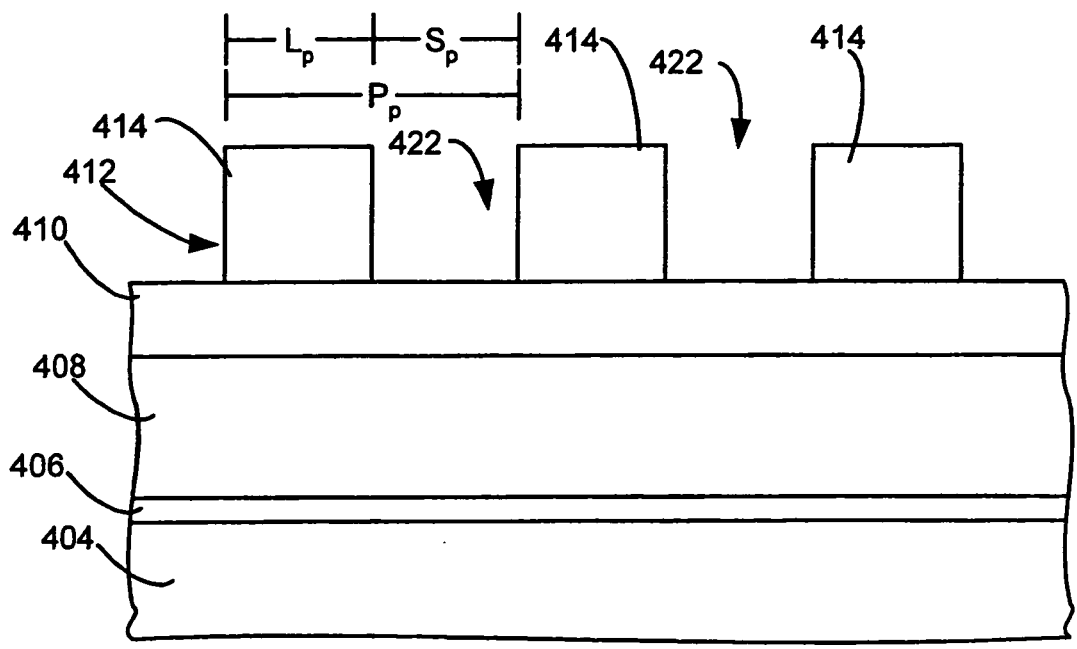
第2B圖(先前技術)



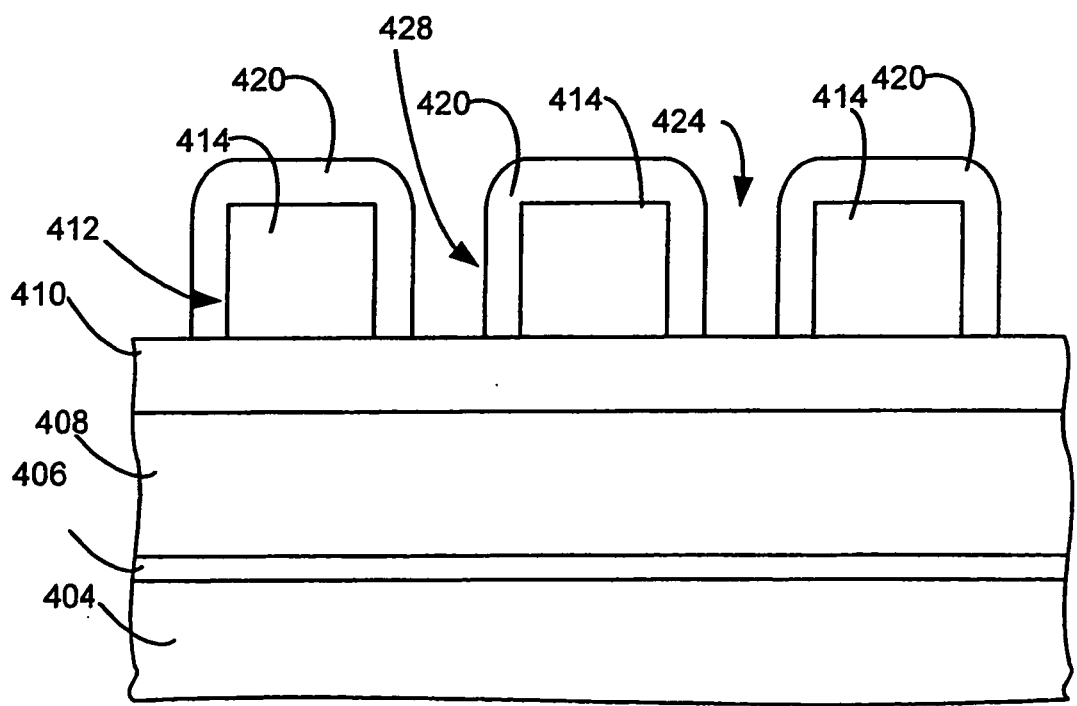
第3圖



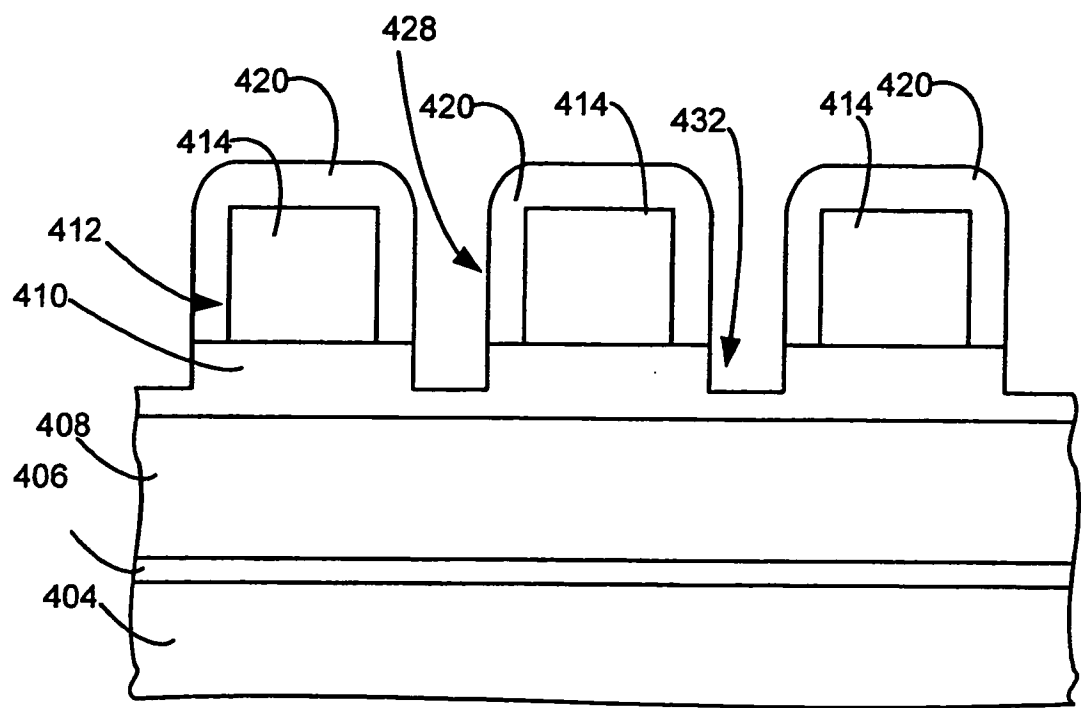
第4A圖



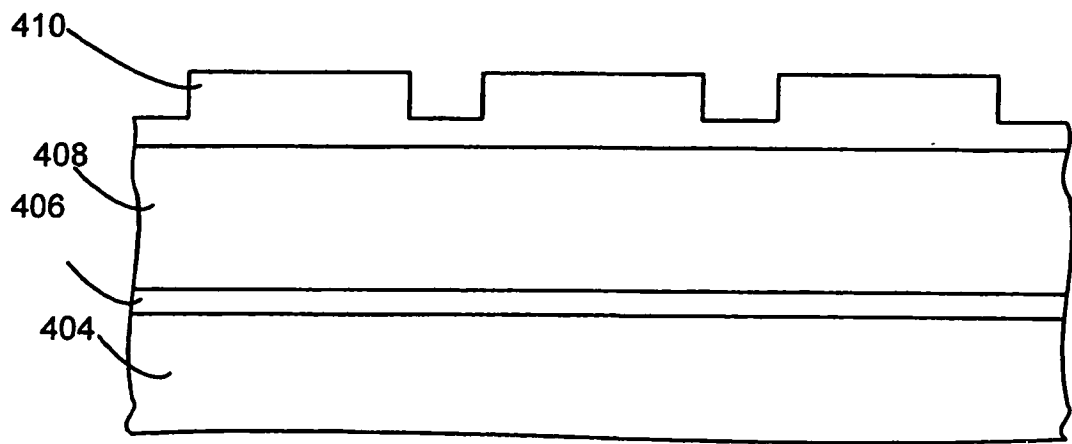
第4B圖



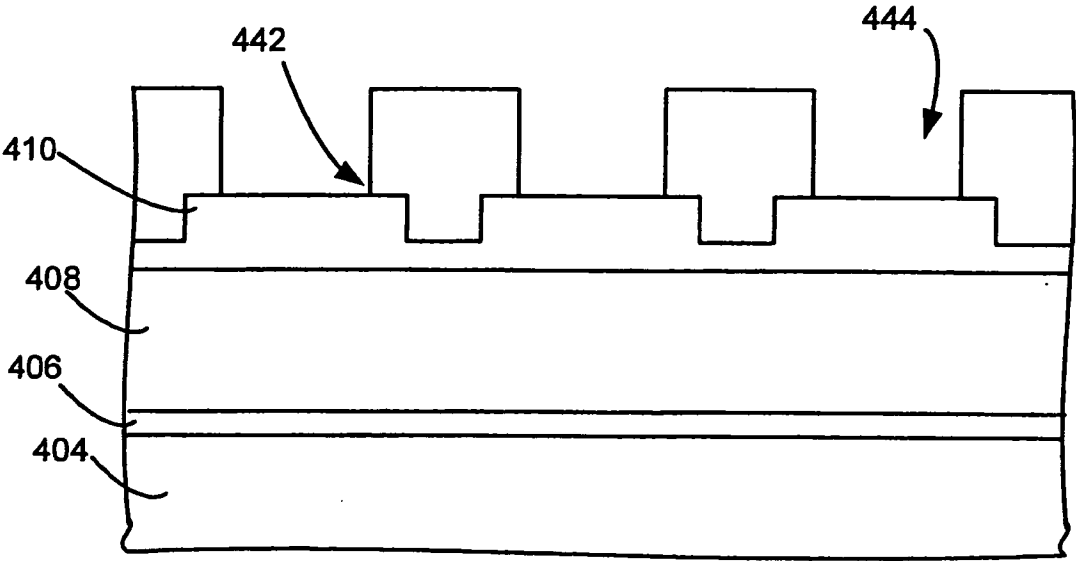
第4C圖



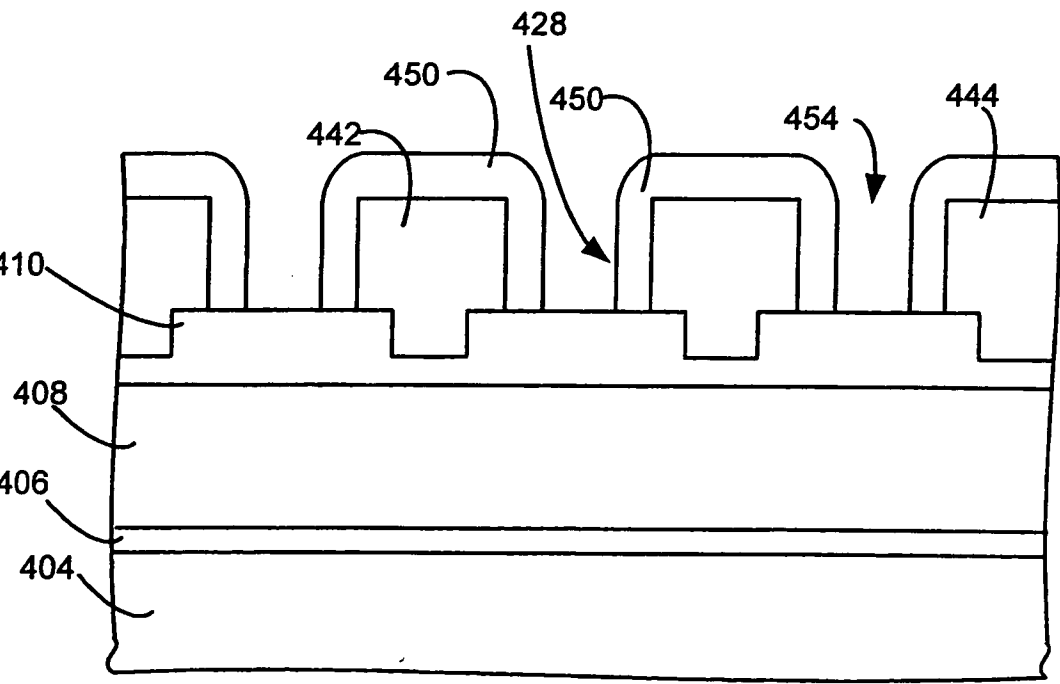
第4D圖



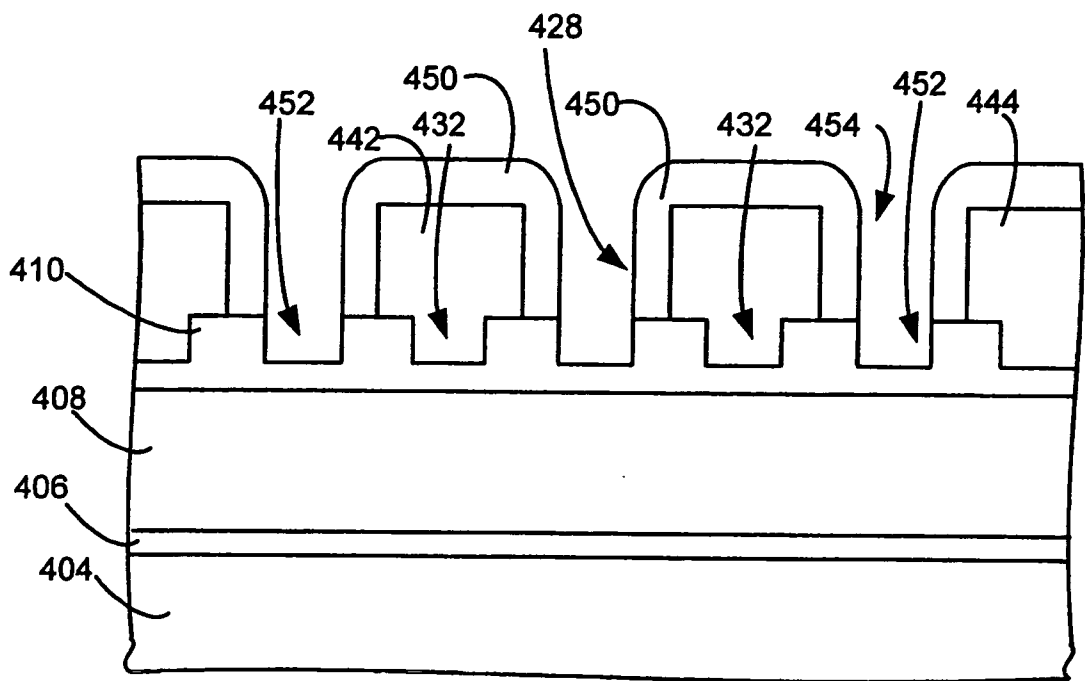
第4E圖



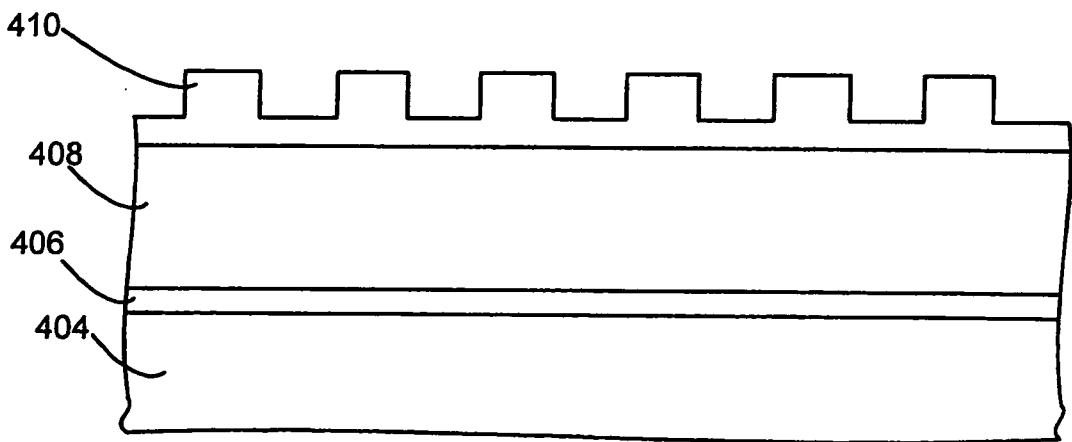
第4F圖



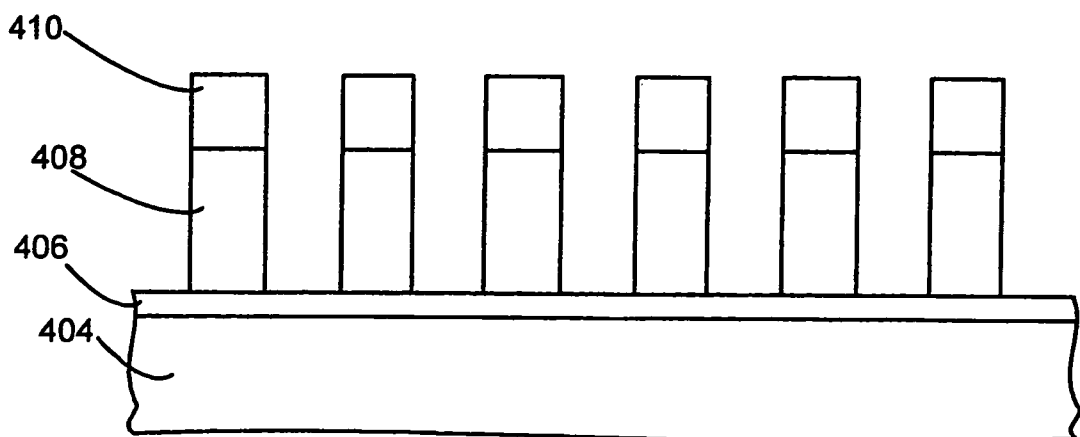
第4G圖



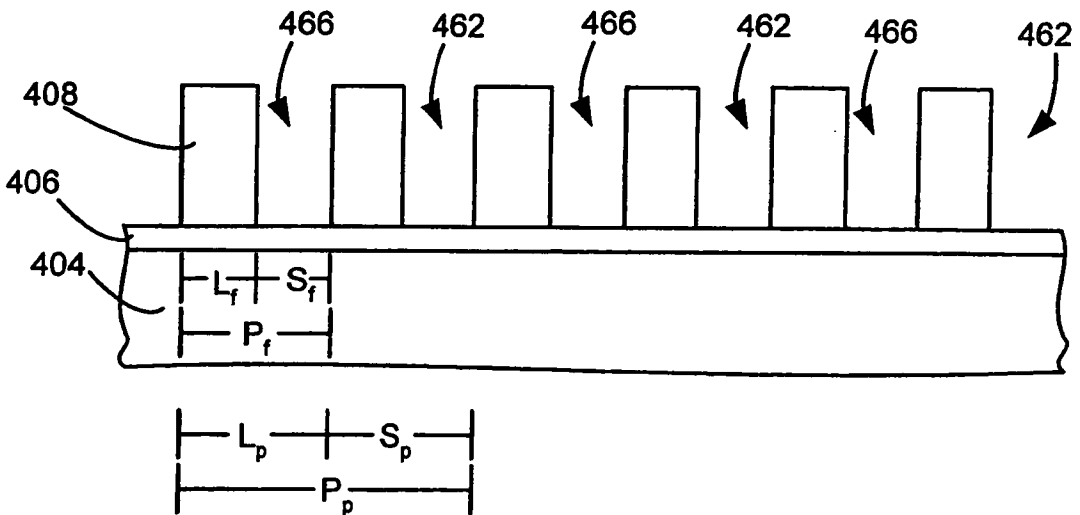
第4H圖



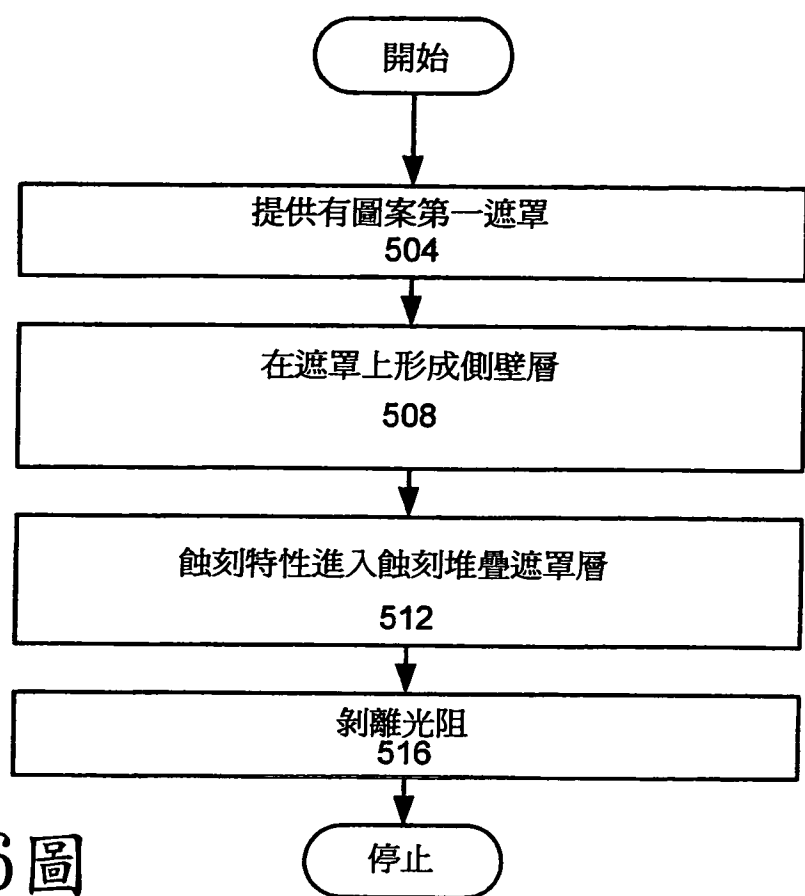
第4I圖



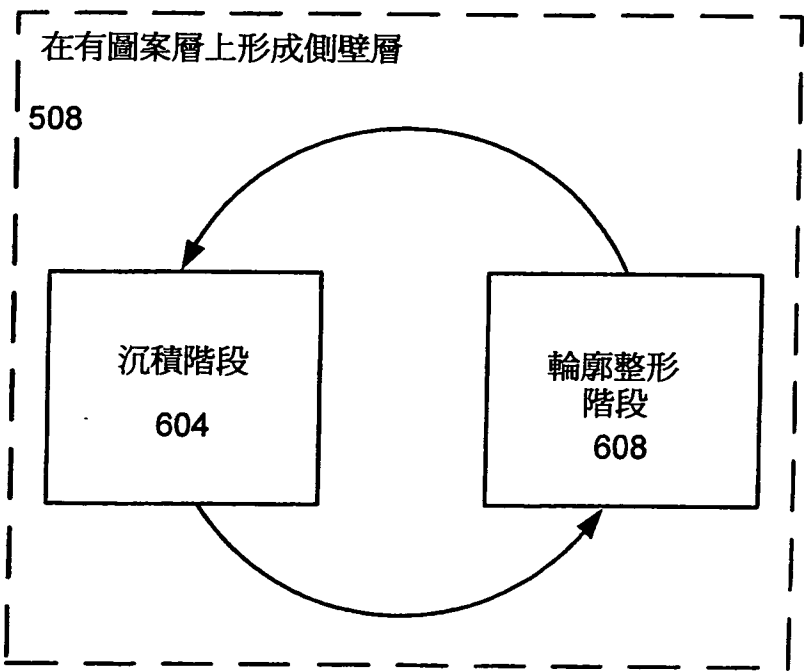
第4J圖



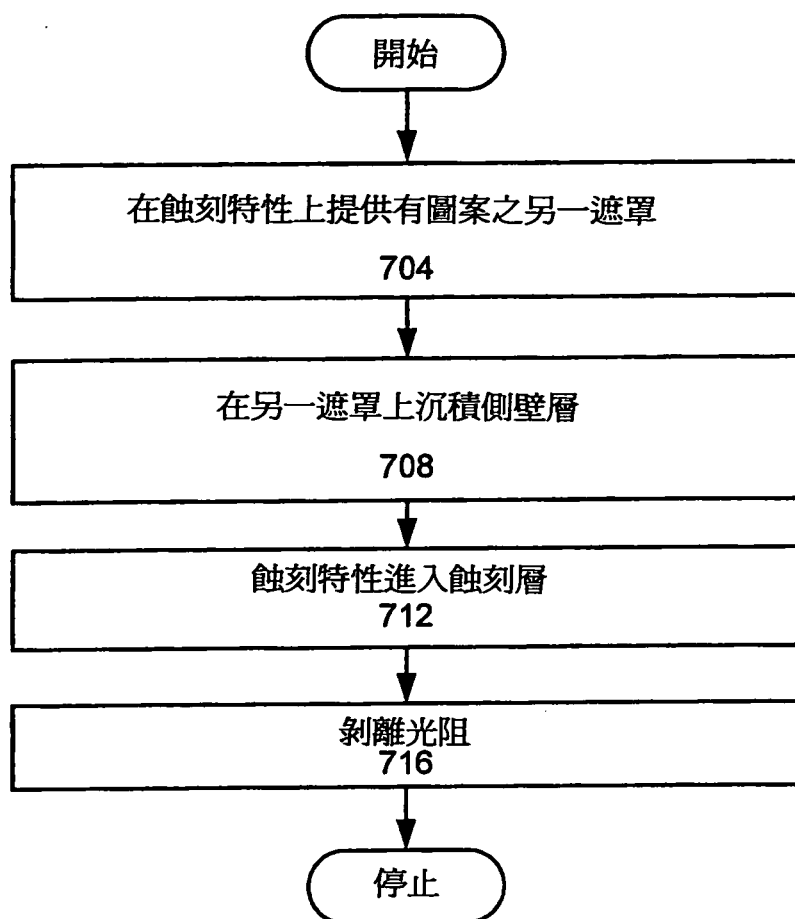
第5圖



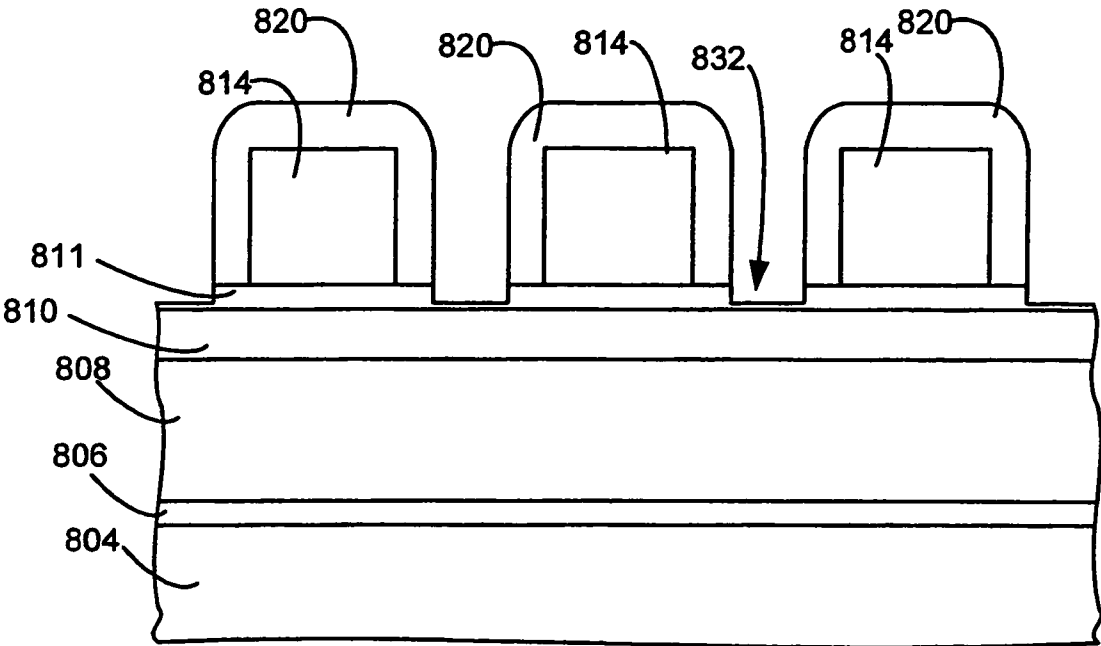
第6圖



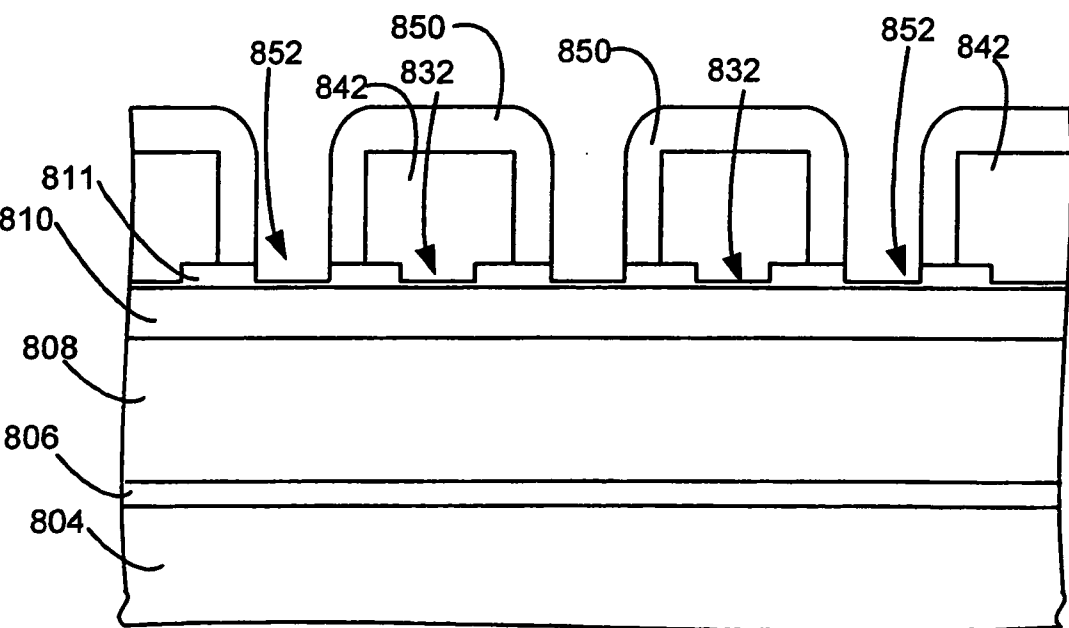
第7圖



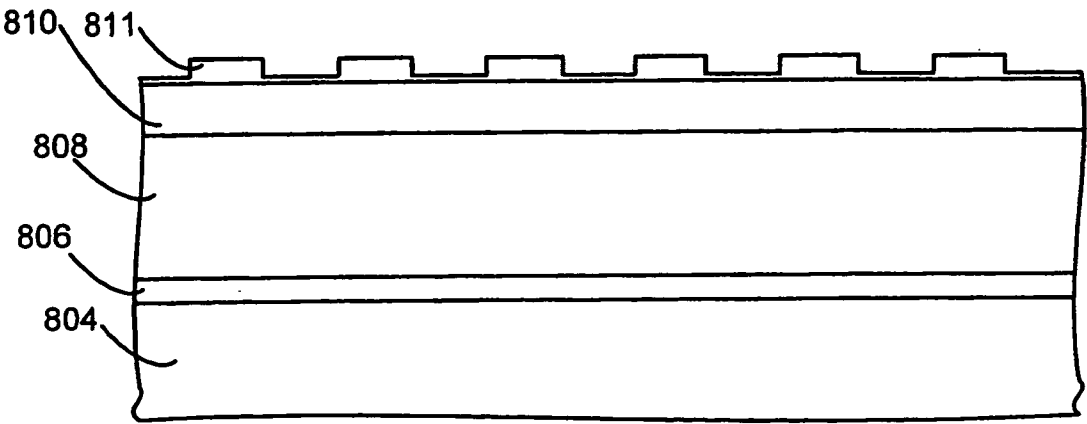
第8A圖



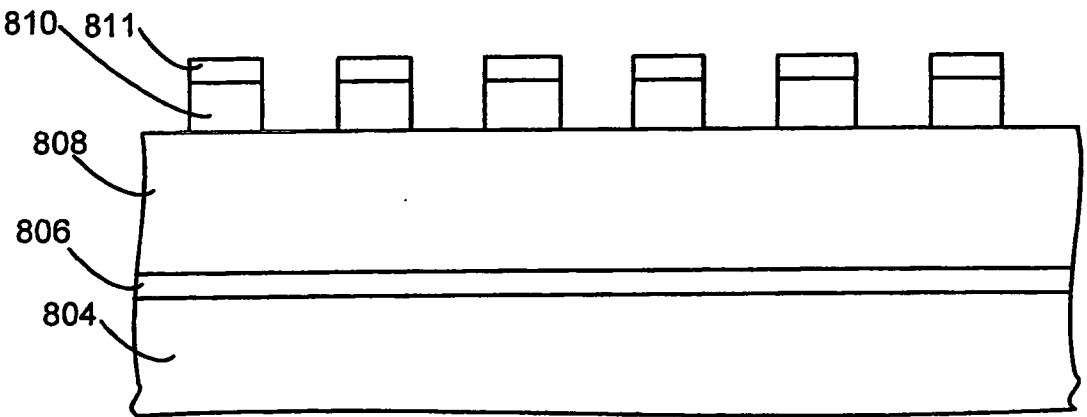
第8B圖



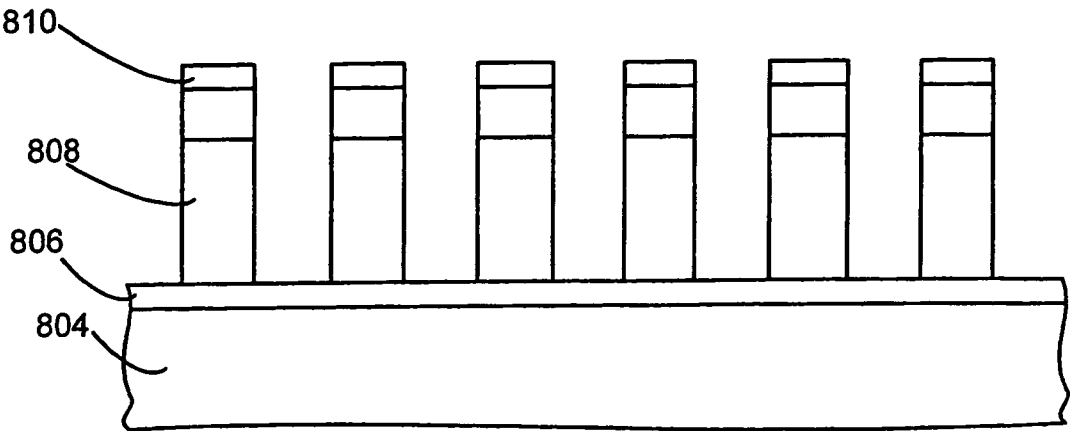
第8C圖



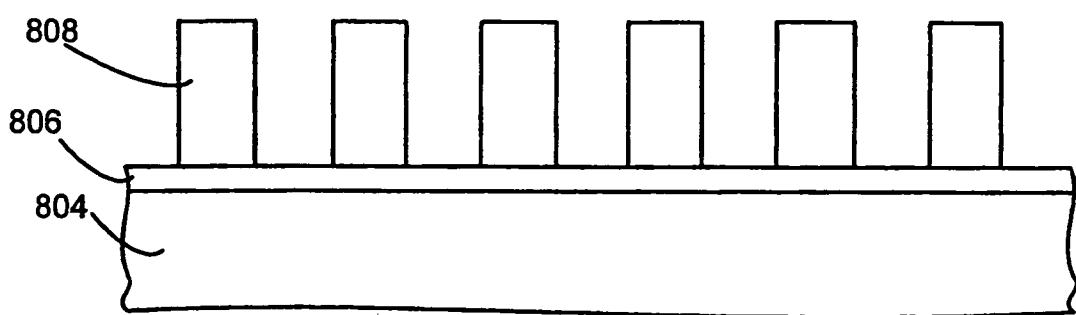
第8D圖



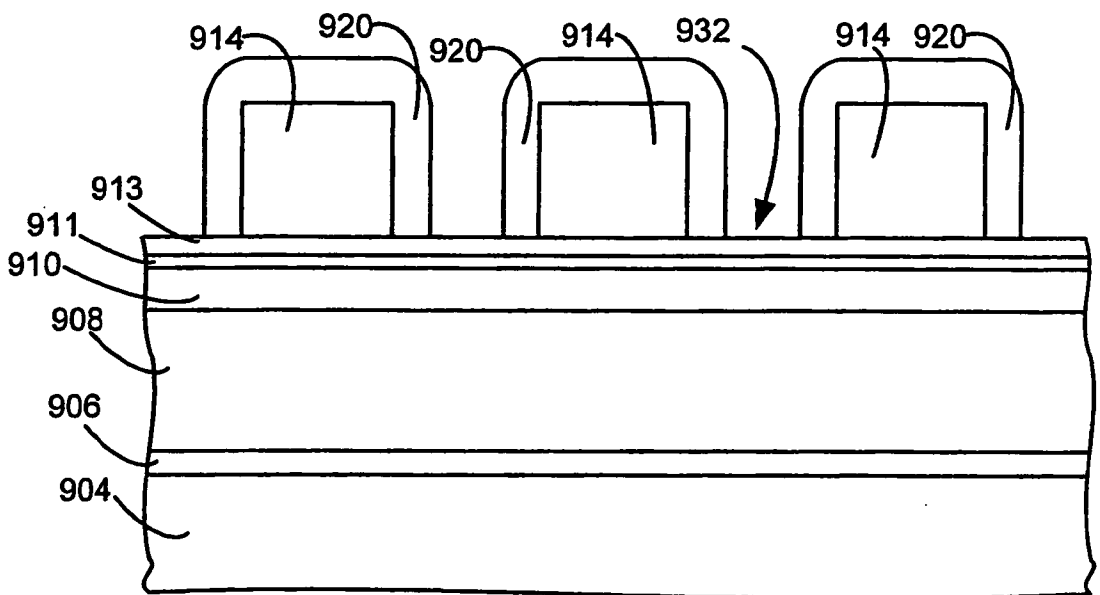
第8E圖



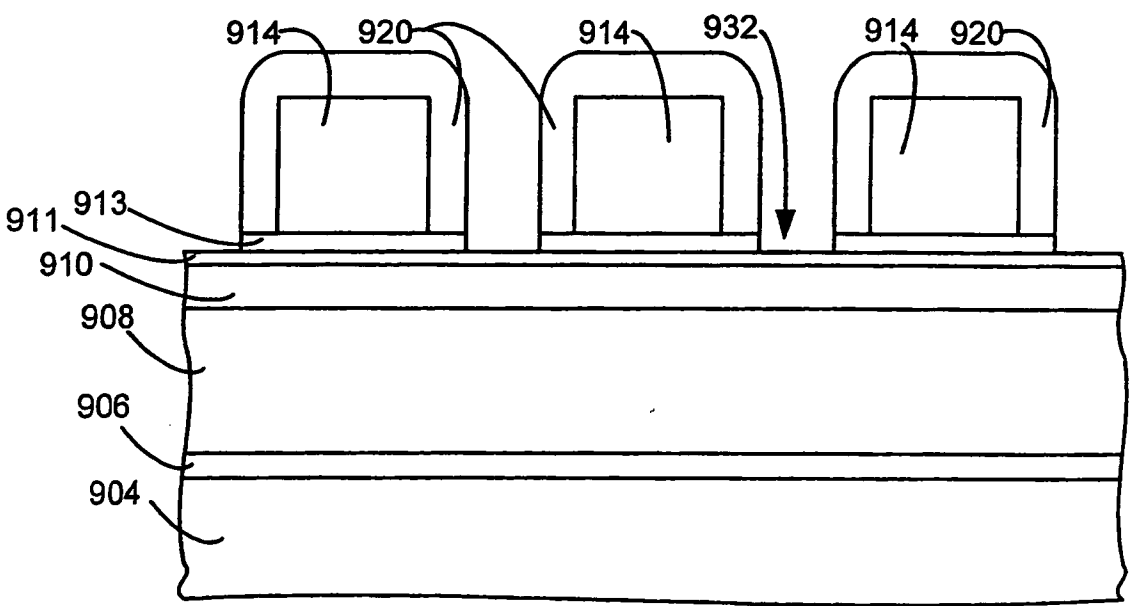
第8F圖



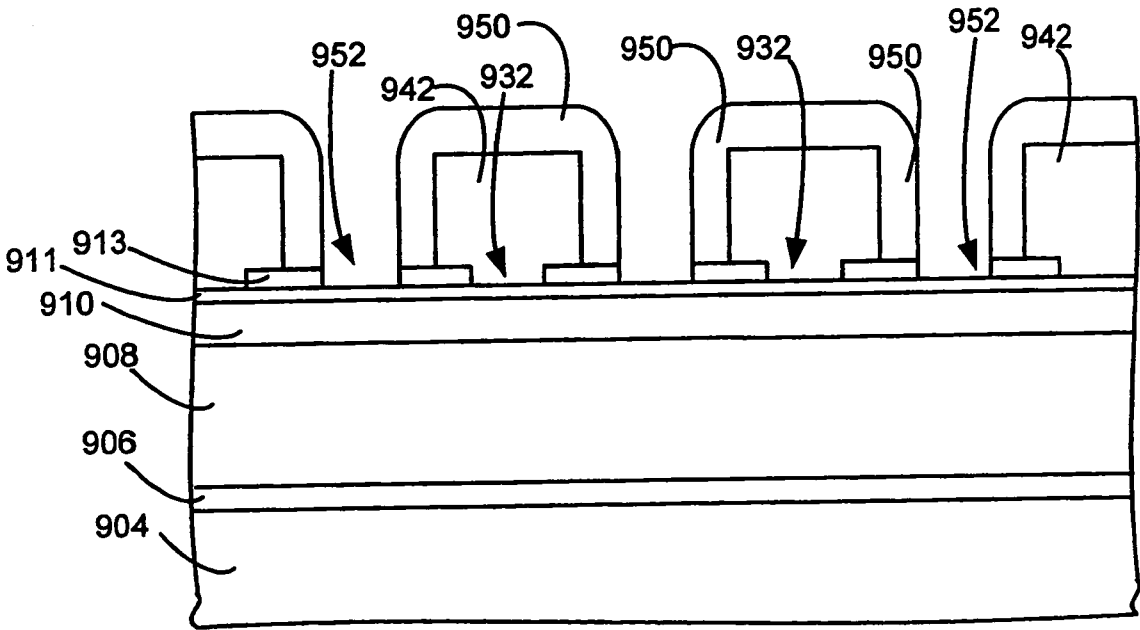
第9A圖



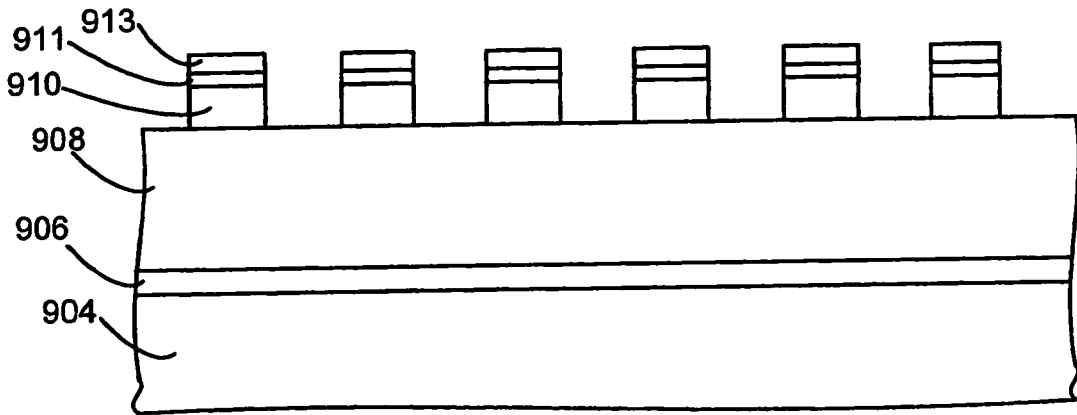
第9B圖



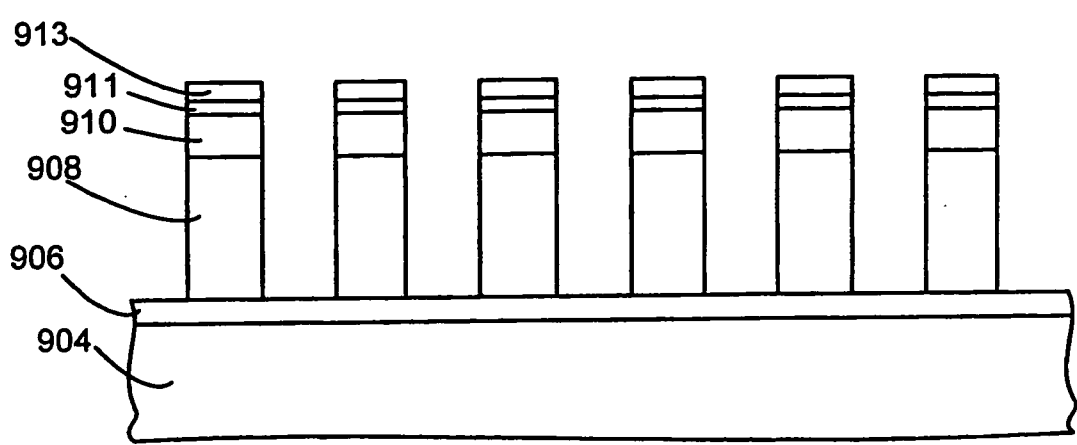
第9C圖



第9D圖



第9E圖



第9F圖

