

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 米爾柴佛 阿巴契夫  
ABATCHEV, MIRZAFER
2. 古堤 山胡  
SANDHU, GURTEJ

國 籍：(中文/英文)

1. 俄羅斯 RUSSIA
2. 英國 U.K.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2005年05月23日；11/134,982

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

所揭示的本發明一般係與積體電路製造、電腦記憶體製造技術及光罩技術有關。

### 【先前技術】

鑒於許多因素(包括增強的可攜性要求、計算能力、記憶體容量及現代電子元件中的能量效率)，一直在不斷減小積體電路的尺寸。為了方便此尺寸減小，一直在研究積體電路之構成特徵之尺寸的減小方式。此等構成特徵之範例包括電容器、電接點、互連線及其他電性裝置。舉例而言，在記憶體電路或裝置(例如，動態隨機存取記憶體(DRAM)、靜態隨機存取記憶體(SRAM)、鐵電(FE)記憶體、電子可抹除可程式化唯讀記憶體(EEPROM)、快閃記憶體等)中，減小特徵尺寸的趨向很明顯。

電腦記憶體通常包含數百萬個相同電路元件(被稱作記憶體單元)，其係配置於複數個具有相關邏輯電路之陣列中。每一記憶體單元傳統上儲存一位元資訊，但多層單元裝置亦可每單元儲存一個以上的位元。採用最一般形式的記憶體單元通常係由兩電性裝置組成：一儲存電容器與一存取場效電晶體。每一記憶體單元係可儲存一位元(二進制數字)資料的一可定址位置。可透過電晶體將一位元寫入到單元中且可藉由感測儲存電極上來自參考電極側的電荷讀取該位元。可得益於較高密度組件的一常用電腦記憶體類型係DRAM。藉由減小電性裝置構件之尺寸，可使連

接電性裝置之導線、其間載送電荷的導電接點及併入此等特徵的記憶體裝置之尺寸得以減小。藉由將更多記憶體單元配合於記憶體裝置中，可增大儲存容量及電路速度。

要求特徵尺寸不斷減小對形成該等特徵所使用的技術不斷提出更大要求。例如，通常使用光微影來圖案化基板上的特徵。可使用間距概念來描述此等特徵之尺寸。間距係兩相鄰特徵中相同點間的距離。通常藉由鄰接特徵間的空間來定義此等特徵，可採用一材料(例如，絕緣體)來填充該等空間。由此，可將間距看作一特徵之寬度與使該特徵與一相鄰特徵分離之空間之寬度之和。

某些光阻材料僅對某些波長的光作出回應。一常用的波長範圍係位於紫外線(UV)範圍內。因為許多光阻材料選擇性地對特定波長作出回應，故光微影技術各具有一最小間距，低於該最小間距時，特定光微影技術無法可靠地形成特徵。此最小間距通常係由採用該技術可使用的光之波長決定。因此，光微影技術之最小間距會限制特徵尺寸之減小。

間距倍增(或間距加倍)可擴展光微影技術之能力以可製造配置更密集的特徵。在頒予Lowrey等人的美國專利第5,328,810號中說明且在圖1A至1F中顯示該方法，將該專利以引用方式全文併入本文中而使其成為此說明書之部分。為方便起見，此處簡要概述該方法。

參考圖1A，首先使用光微影於一光阻層(其覆蓋一消耗性材料層20與一基板30)中形成一線圖案10。圖1皆顯示所

示層之示意性斷面。如圖 1B 所示，接著，藉由一蝕刻步驟（較佳地，各向異性蝕刻）將該圖案傳送至層 20，從而形成佔位物或心軸 40。若該蝕刻為各向異性蝕刻，則該等心軸具有大致垂直側，如圖所示。光阻線 10 可為帶線，而且，可以各向同性方式蝕刻心軸 40 以增大相鄰心軸 40 間的距離，如圖 1C 所示。或者，可在傳送之前於該光阻上執行此各向同性蝕刻（或，收縮步驟）。隨後在心軸 40 上方沈積一間隔物材料層 50，如圖 1D 所示。接著，藉由採用一定向（或各向異性）間隔物蝕刻優先將間隔物材料自水平表面 70 與 80 蝕刻掉，在心軸 40 之側上形成間隔物 60，即，自另一材料之側壁延伸的材料或最初自該等側壁延伸而形成之材料。圖 1E 顯示此類間隔物。接著將剩餘心軸 40 移除，僅留下基板 30 上方之間隔物 60。該等間隔物 60 一起擔當一圖案化光罩，如圖 1F 所示。因此，在給定間距先前包括一定義一特徵與一空間之圖案之處，相同寬度現在包括由間隔物 60 定義的兩特徵與兩空間。因此，藉由此「間距倍增」技術可有效減小採用光微影技術時可獲得的最小特徵尺寸。

雖然上面的範例中事實上將間距等分，但傳統上將此間距減小稱作間距「加倍」或，更一般而言，間距「倍增」。即，傳統上的採用某一因數的間距「倍增」事實上表示涉及藉由該因數減小該間距。實際上，「間距倍增」藉由減小間距使特徵密度增大。因此，間距具有至少兩意思：重複圖案中相同特徵間的線性間隔；及每線性距離之特徵密度或數目。本文保留該傳統辭彙。

光罩方案或電路設計之關鍵尺寸(CD)係方案的最小特徵尺寸，或，該設計或方案中存在的最小特徵之最小寬度之測量。由於諸如幾何複雜性及積體電路之不同部分中的關鍵尺寸有不同要求等因素，通常並不使積體電路之所有特徵間距倍增。此外，相對於傳統光微影而言，間距倍增需要許多額外步驟；該等額外步驟會涉及大量額外費用。間距倍增對所得特徵之控制通常不及無間距倍增的直接圖案化所提供之控制，因為間隔物圖案僅遵循直接圖案化特徵之輪廓。因此，通常認為間距倍增僅適用於規則間隔線，例如，記憶體陣列之導線。另一方面，典型的微光罩技術(例如，各向同性收縮步驟)可導致特徵尺寸減小，但特徵密度並未對應地增大。將非常精細的圖案傳送至下方層過程中亦存在挑戰，因為現有技術無法透過傳送充分地保持解析度與逼真度。需要可於積體電路上提供更小且更有效操作單元之方法；此類方法較佳地可增大特徵密度並減小晶片尺寸。

因此，需要減小積體電路之尺寸並增大電腦晶片上電性裝置陣列之可操作密度。因此，需要形成小特徵之改良方法；用於增大特徵密度之改良方法；可製造更高效陣列之方法；及可提供更緊湊陣列而不影響特徵解析度之技術。

### 【發明內容】

在某些具體實施例中，本發明包含一種於積體電路中形成隔離特徵之方法。該方法可包含：提供一覆蓋有多光罩材料層之基板及於一第一光罩材料層中製造一第一系列可

選擇定義線。該方法可進一步包含：使用一間隔物材料減小該第一系列可選擇定義線之間距以製造間距小於該第一系列可選擇定義線之間距的一光罩特徵之第一配置。該光罩特徵之第一配置可包含藉由間距減小空間分開的間距減小光罩線且可對應於一第一圖案。該方法可進一步包含於一第二光罩材料層中製造一第二系列可選擇定義線，其中該第二系列可選擇定義線與該第一系列可選擇定義線不平行。該方法可進一步包含：使用一間隔物材料減小該第二系列可選擇定義線之間距以製造間距小於該第二系列可選擇定義線之間距的一光罩特徵之第二配置。該光罩特徵之第二配置可包含藉由間距減小空間分開的間距減小光罩線且可對應於一第二圖案。該方法可進一步包含：採用一第三圖案蝕刻該基板以製造隔離特徵，該第三圖案係藉由將該第一與第二圖案疊加而獲得。

在某些具體實施例中，本發明包含一種用於形成陣列中之特徵的方法。該方法可包含減小一行第一可光定義線之間距以形成一行圖案。該方法亦可包含減小一列第二可光定義線之間距以形成與該行圖案相交的一列圖案。該列圖案可具有列線與列空間。該等列線可遮蓋下方行圖案之未曝露部分，而該等列空間可保留下方行圖案之曝露部分。該方法可進一步包含移除該行圖案之曝露部分中的至少某些以定義一組合光罩層。

在某些具體實施例中，本發明包含一種用於積體電路的光罩圖案。該光罩圖案可包含一第一系列伸長光罩線及與

該第一系列伸長光罩線相交的一第二系列伸長光罩線。在該光罩圖案中，每一系列線之間距可比透過光微影可獲得的間距小。

在某些具體實施例中，本發明包含一種作為一積體電路製程之部分所形成的隔離特徵配置。該配置可具有由間隔物材料所形成的一第一列伸長特徵及由間隔物材料所形成的一第二列伸長特徵。該第二列中的伸長特徵可與該第一列中的伸長特徵相交，因此，一列中的每一伸長特徵會與另一列中的多個伸長特徵相交。

在某些具體實施例中，本發明包含一種位於積體電路中的隔離特徵配置。該配置可具有規則間隔特徵，其具有小於60奈米的一第一寬度及不超過該第一寬度10倍的一第一長度。此外，特徵間的空間可具有小於60奈米的一第二寬度。

在某些具體實施例中，本發明包含一種形成用於積體電路之特徵陣列的方法。該方法可包括於一第一光罩層中形成一第一間距倍增特徵陣列，該等特徵係沿一伸長軸伸長。該第一特徵陣列可具有一第一圖案。該方法可進一步包括於一第二光罩層中形成一第二間距倍增特徵陣列，該第二間距倍增特徵陣列具有帶伸長軸的伸長特徵，該伸長軸與該第一特徵陣列之伸長特徵之軸不平行。該第二特徵陣列可具有一第二圖案。該方法可進一步包括將該第一與第二圖案合併成一組合第三圖案，該第三圖案對應於積體電路之一單一垂直層中的一特徵配置。



在某些具體實施例中，本發明包含一種用於處理採用電性格式之資訊的系統。該系統可包括至少一電路。該系統可進一步包括一重複圖案中的密集間隔特徵，其係形成於該電路中的一材料層中。每一特徵可具有小於60奈米的第一寬度及小於該第一寬度10倍的第一長度。此外，每一特徵與鄰接特徵的間隔距離係小於120奈米。

### 【實施方式】

參考圖2，提供一部分形成的積體電路100。在各種光罩層120至170下面提供一基板110。可對層120至170加以蝕刻以形成用於圖案化下方層或基板110之光罩。可使用此等光罩來形成各種特徵，如下所述。該等特徵可包含下面特徵中的任何特徵之部分：一或多個電晶體、二極體、電容器、導線、閘極、源極、汲極或以上特徵中的任何特徵之接點。此等組件可包含DRAM或快閃記憶體陣列、NOR邏輯陣列、NAND邏輯陣列等之部分。在某些具體實施例中，該等特徵係由包含半導體材料的一基板材料形成。例如，該半導體材料可為矽、矽鍍化合物或III-V材料。

如此說明書中之用法，術語「基板」不僅可表示基板層110，亦可表示位於另一層下方的任一層。術語「基板」亦可表示一層或多層，該(等)層具有藉由半導體程序(例如，蝕刻、摻雜、沈積等)而形成於其內部的特徵或結構，該半導體程序係受上方光罩層控制。

如此說明書中之用法，術語「圖案」可表示從上面觀看可看到的位於一表面上的一形狀陣列或一系列形狀。圖案

可表示對應於形成於一或多層中之特徵之一斷面或陰影的形狀集。一般而言，該圖案並非特徵本身，而是對應於特徵之尺寸與配置的設計。可由自多個上方或並排層所導出的圖案組合定義一圖案。圖案可起源於一層(例如，可光定義層)中且可接著將該圖案傳送至另一層，例如，一臨時層或一硬光罩層。據說在特徵尺寸與間隔改變(例如，藉由上述特徵收縮步驟)的情況下，亦可將該圖案傳送至下部層。相反，可藉由間距倍增定義一新圖案，藉此使該第二圖案中的兩或更多特徵取代該第一圖案之一特徵。

一層中的一圖案可由另一先前或上方層中的一或多個圖案導出。雖說所得層中的特徵與提供原始圖案的此等特徵並不完全類似時亦可由一圖案導出另一圖案，但下方圖案一般遵循具有最小尺寸偏差的上方圖案之輪廓。術語「圖案化」亦可用作一動詞且表示製造或形成一圖案。

形成於一特定層中的一特徵配置可提供一圖案。一陣列亦可提供一圖案。陣列係形成於一重複組態中的電性組件或特徵集合，其可跨越積體電路之多層。如上所述，多個單元可形成DRAM之一記憶體陣列或NAND快閃記憶體電路，或，例如一邏輯陣列。

較佳地，依據本文所述各種圖案形成與圖案傳送步驟之化學與處理狀況選擇覆蓋基板110之層120至170之材料。因為最上面可選擇定義層120—其較佳地係可藉由一微影程序加以定義—與基板110之間的層係較佳地用以將由可選擇定義層120所導出之圖案傳送至基板110，故較佳地選

擇可選擇定義層 120 與基板 110 之間的層，使得可相對於其他曝露材料對該等層加以選擇性蝕刻。當一材料之蝕刻速率比周圍材料之蝕刻速率大至少約兩倍、較佳地大約十倍及最佳地大至少約四十倍時，考慮對該材料加以選擇性或優先蝕刻。

在圖 2 所示具體實施例中，可選擇定義層 120 覆蓋一第一硬光罩，或蝕刻終止層 130，該層 130 覆蓋一第一臨時層 140，該層 140 覆蓋一第二臨時層 150，該層 150 覆蓋一第二硬光罩，或蝕刻終止層 160，該層 160 覆蓋欲透過光罩加以處理(蝕刻)的一第三臨時層 170，該層 170 覆蓋基板層 110。在所示具體實施例中，該第三臨時層 170 將擔當最後光罩，將透過該光罩執行蝕刻(或其他處理)。在某些具體實施例中，非晶性碳對於該第三臨時層而言係一較佳材料，因為可選擇性蝕刻如此多的其他材料—矽、氧化矽、氮化矽等—而不會嚴重影響碳層。對於所示具體實施例而言，基板 110 可包含一層間介電(ILD)層，透過該層間介電層形成接點。

在常用的傳送圖案方法中，使光罩與下方基板曝露於一優先蝕刻基板材料之蝕刻劑。不過，該等蝕刻劑，儘管速率較慢，亦會磨耗光罩材料。因此，在傳送圖案過程期間，在圖案傳送完成之前，蝕刻劑可能會將光罩磨耗掉。在基板 110 包含欲加蝕刻的多個不同材料時，此等問題會加重。在此類情況下，可使用額外光罩層(未顯示)，以防止在圖案傳送完成之前將光罩圖案磨耗掉。

因為依據化學與處理狀況之要求選擇各種層，故在某些具體實施例中該等層中的一或多個可省略。在所示具體實施例中，硬光罩層130與160較佳地具有保護作用，在上方層之蝕刻期間保護下方層以免有害劣化。同樣地，對於特別簡單的基板110而言，可將各種其他層(例如，該第二硬光罩層160本身)省略且上方光罩層對於所需圖案傳送可能就足以了。將圖案傳送至難以蝕刻的基板(例如，包含多個材料或多個材料層之基板)時或用於形成小而高縱橫比特徵時，較佳地具有較高數目的光罩層。

參考圖2，可選擇定義層120較佳地係由一光阻(其包括此項技術中所熟知的任何光阻)形成。例如，該光阻可為與13.7奈米(nm)、157 nm、193 nm、248 nm或365 nm波長系統，193 nm波長浸沒系統或電子束微影系統相容的任何光阻。較佳的光阻材料之範例包括氟化氫(ArF)敏感光阻(即，適合與ArF光源一起使用的光阻)與氟化氬(KrF)敏感光阻(即，適合與KrF光源一起使用的光阻)。採用波長相對較短(例如，193 nm)之光的光微影系統較佳地使用ArF光阻。較長波長的光微影系統(例如，248 nm系統)較佳地使用KrF光阻。在其他具體實施例中，採用可藉由奈米壓印微影加以圖案化(例如，藉由使用模塑或機械力來圖案化光阻)的光阻形成層120及隨後光阻層。

通常，藉由使光阻曝光於輻射(透過一標線片)且接著使其顯影來圖案化光阻。在負光阻情況下，使輻射(例如，光)聚焦於欲保留的光阻部分上，例如，要形成線—例

如，線124(參見圖3)—之區域上。通常，該輻射使一光敏化合物(例如，光感應酸產生器(PAG))活化，其(例如，藉由使化合物聚合)使光阻之溶解度降低。較佳具體實施例可使用任何可定義材料(包括正或負光阻)加以實施。某些具體實施例之測試中所使用的較佳標線片係T37Z 46/47標線片。

該第一硬光罩層130之材料較佳地包含一無機材料，並且，範例性材料包括二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )、矽或一介電抗反射塗層(DARC)，例如富矽氮氧化矽。在所示具體實施例中，該第一硬光罩層130係一介電抗反射塗層(DARC)。因此，硬光罩層130不僅可擔當一中間硬光罩，亦可在微影期間用以降低反射。在形成間距接近光微影技術之解析度限制的圖案時，該第一硬光罩層130使用DARC材料會特別有用。DARC藉由使光反射最小化可增強解析度，因此可提高採用光微影定義圖案邊緣時的精確度。同樣地，可視需要除該第一硬光罩層130之外使用一有機底部抗反射塗層(BARC)(未顯示)或採用該BARC取代該第一硬光罩層130以控制光反射。

該第一臨時層140較佳地係由非晶性碳(其提供，相對於較佳硬光罩材料而言，非常高的蝕刻選擇性)形成。更佳地，該非晶性碳係一透明碳形式，其具有高透光性且藉由使光對齊所使用之波長的光可透過而進一步改善此類光對齊。若要瞭解用於形成高透明碳之沈積技術，可參閱A. Helmbold、D. Meissner的「薄固態膜」，283(1996)196至

203，以引用方式將其全文併入本文中而使其成為此說明書之部分。

該第二臨時層150較佳地係由非晶矽形成。使用非晶矽之優點可自下述各種蝕刻與圖案傳送步驟之上下文中明顯得知。可在其他鄰接材料(例如，氧化層)保持完整無損的同時，對非晶矽加以選擇性蝕刻。

該第二硬光罩(或蝕刻終止)層160較佳地包含二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )、矽或介電抗反射塗層(DARC)，例如，富矽氮氧化矽或氧化鋁( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )。在所示具體實施例中，該第一硬光罩層160係DARC。

該第三臨時層170較佳地係由非晶性碳形成，相對於許多材料，非晶性碳具有極好的蝕刻選擇性。上面已關於該第一臨時層140對非晶性碳之優點作進一步論述。

該基板可為積體電路之形成時使用的矽晶圓。可使用各種各樣的基板材料。

除了為各種層選擇恰當材料之外，較佳地，視與本文所述蝕刻化學物及處理狀況的相容性選擇層120至170之厚度。例如，藉由選擇性蝕刻一下方層將一圖案自一上方層傳送至該下方層時，在某種程度上移除兩層之材料。因此，較佳地使上部層厚得足以在圖案傳送過程中將其磨耗掉。較佳地，使硬光罩層薄得可快速將其傳送或移除，從而使曝露的周圍材料受到較少磨耗。

在所示具體實施例中，可選擇定義層120(例如，光阻)係一可光定義層，其厚度較佳地係在大約100至250 nm之

間，且更佳地係在大約130至200 nm之間。該第一硬光罩層130(例如，SiO<sub>2</sub>或DARC)之厚度較佳地係在大約10至30 nm之間，且更佳地係在大約15至25 nm之間。該第一臨時層140(例如，非晶性碳)之厚度較佳地係在大約100至200 nm之間，且更佳地係在大約120至150 nm之間。該第二臨時層150(例如，非晶性碳)之厚度較佳地係在大約30至50 nm之間，且更佳地係在大約35至45 nm之間。該第二硬光罩層160(例如，SiO<sub>2</sub>或DARC)之厚度較佳地係在大約10至30 nm之間，且更佳地係大約15 nm。該第三臨時層170(例如，非晶性碳)之厚度較佳地係在大約100至300 nm之間，且更佳地係在大約150至250 nm之間。

本文所述的各種層可藉由熟習此項技術者所熟知的各種方法形成。例如，可使用各種汽相沈積程序(例如，化學汽相沈積)來形成光阻下面的各種光罩層。較佳地，使用低溫化學汽相沈積程序於碳上方沈積該等硬光罩層或任何其他材料，例如間隔物材料。此類低溫沈積程序可較佳地防止下方非晶性碳層出現化學或物理破壞。可使用旋塗程序來形成可光定義層。此外，可使用碳氫化合物或此類化合物之混合物作為碳先驅物、藉由化學汽相沈積來形成非晶性碳層。範例性先驅物包括丙烯、丙炔、丙烷、丁烷、丁烯、丁二烯及乙炔。在2003年6月3日頒予Fairbairn等人的美國專利第6,573,030 B1號中說明一種適於形成非晶性碳層之方法，將該專利以引用方式全文併入本文中而使其成為此說明書之部分。此外，可對非晶性碳加以摻雜。在

頒予Yin等人的美國專利申請案第10/652,174號中說明一種適於形成摻雜非晶性碳之方法，將該申請案以引用方式全文併入本文中而使其成為此說明書之部分。

### 第一階段

在依據該等較佳具體實施例並參考圖2至10之方法之一第一階段中，藉由間距倍增形成一間隔物圖案並使用該間隔物圖案製造一下方帶狀結構(參見圖10)用於隨後之方法步驟。此階段期間的一蝕刻序列之一範例係如下所述：1)多層之沈積；2)一第一層之光微影圖案化；3)特徵之收縮；4)圖案延伸到下方層中；5)上方層之剩餘部分之移除；6)間隔物材料之毯式沈積；7)間隔物蝕刻；8)間隔物心軸之移除；9)間隔物圖案延伸到下方材料中；10)一填充物材料之毯式沈積；11)間隔物之移除；及12)拋光。

參考圖3，在可定義層120中形成一圖案，其包含藉由可定義材料特徵124定界的間隙或空間122。可藉由(例如)光微影形成空間122，其中透過一標線片使可選擇定義層120曝光於輻射且接著使其顯影。顯影之後，剩餘可定義材料(在所示具體實施例中為光阻)形成光罩特徵，例如所示線124(以斷面顯示)。

線124之間距係等於一線124之寬度與一相鄰空間122之寬度之和。為了使採用此圖案(之線124與空間122)所形成之特徵之關鍵尺寸最小化，較佳地使間距處在圖案化可定義層120所使用的光微影技術之限制處或接近該等限制。例如，對於採用248 nm之光的光微影而言，線124之間距



可為約 200 nm。因此，該間距可處在光微影技術之最小間距下且下述間隔物圖案之間距可較佳地低於光微影技術之最小間距。

如圖 3 所示，一預備步驟包含製造一系列光阻線 124。因此，可使用光微影採用一光罩材料形成複數個線。採用傳統光微影所形成之線的間距不會小於光子可定義的間距。然而，隨後的間距倍增可使所形成之線的間距小於傳統光微影可定義的間距。

圖 4 顯示在藉由一各向同性蝕刻使線 124 收縮以製造已修改線 124a 之後圖 3 之結構。可視需要加寬空間 122 或使其變窄而成為所需尺寸。例如，如圖 6 所示，已藉由蝕刻光阻線 124 使空間 122 加寬，從而形成已修改空間 122a 與已修改線 124a。較佳地使用各向同性蝕刻，例如氧化硫電漿(例如，包含  $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$  及  $\text{Ar}$  的電漿)或任何其他適合的電漿，減小光阻線 124 之尺寸。可使用的其他兩電漿係，例如， $\text{HBr}/\text{O}_2$  電漿或  $\text{Cl}_2/\text{O}_2$  電漿。各向同性蝕刻會從各個方向上使曝露表面劣化。因此，圖 4 所示線 124a 之角落稍微呈圓形。較佳地選擇蝕刻程度，使得線 124a 之寬度實質上等於隨後所形成間隔物 182 之間的所需間隔，此可自圖 7 至 8 的論述明顯得知。較佳地，此蝕刻可使線 124a 比使用光微影技術(其係用以圖案化可光定義層 120)可能獲得的線窄。即，若線 124 處在光微影技術之解析度限制或接近光微影技術之解析度限制，則此蝕刻可進一步減小其尺寸，使其低於該解析度限制。此外，該蝕刻可使線 124a 之邊緣

平滑，從而改善此等線的一致性。

在某些具體實施例中，藉由使線124膨脹，可使線124a間的空間122a變窄成所需尺寸。例如，可在線124上方沈積額外材料(未顯示)，或可使線124起化學反應以形成一體積更大的材料(未顯示)而使其尺寸增大。

在所示具體實施例中，已修改線124a定義佔位物或心軸之尺寸，將圖案傳送至下方層(圖5與6)且毯式沈積一間隔物材料180(圖7)之後，將沿著該等佔位物或心軸形成一間隔物182之圖案(圖8)。在替代具體實施例中，若間隔物材料之沈積與蝕刻係與可定義層120相容，則可將臨時層140省略且可將間隔物材料直接沈積於光定義線124或較細線124a上。

在其他替代具體實施例中，不需要如上所述首先對線124加以修整或減小其寬度，就可將線124之圖案傳送至下方層。在此類具體實施例中，可在臨時層140中形成一對應於線124之圖案的圖案且可採用一收縮步驟使該圖案之特徵之寬度減小。

如圖5所示，修改線寬度之後(圖4)，較佳地將可光定義層120中的圖案傳送至該第一臨時層140以便隨後沈積一間隔物材料層180(圖7)。臨時層140較佳地係由可經受沈積與蝕刻間隔物材料時的處理狀況的一材料形成，如下所述。特定言之，形成臨時層140之材料之耐熱性較佳地高於光阻之耐熱性，並且，較佳地選擇該材料，使得可相對於間隔物182(圖8)與下方層150之材料選擇性地移除該材料。如

上所述，層140較佳地係由非晶性碳形成。

如圖5所示，圖4之線124a與空間122a之圖案可延伸到，或將其傳送至下方層。此圖案延伸可藉由選擇性蝕刻形成層130與140之材料而完成，而線124a形成一保護性光罩，其可防止蝕刻劑將位於線124a下面的材料移除。

為了將該圖案傳送到硬光罩層130中，可使用一各向異性蝕刻，例如，使用碳氟化合物電漿之蝕刻。若硬光罩層130較薄，亦可使用一濕式(各向同性)蝕刻。較佳的碳氟化合物電漿蝕刻化學物包括用於蝕刻較佳DARC材料的 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CFH}_3$ 、 $\text{CF}_2\text{H}_2$ 及 $\text{CF}_3\text{H}$ 。

為了將該圖案傳送到該第一臨時層140中，較佳地使用一含 $\text{SO}_2$ 的電漿，例如，含 $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 及Ar的電漿。較佳地，含 $\text{SO}_2$ 的電漿蝕刻較佳臨時層140之碳的速率可比蝕刻硬光罩層130之速率大20倍，且更佳地，大40倍。於2004年8月31日所申請、頒予Abatchev等人、標題為「關鍵尺寸控制」的美國專利申請案第10/931,772號(律師檔案號碼為MICRON.286A；Micron參考號為2003-1348)中說明一適合的含 $\text{SO}_2$ 電漿，以引用方式將該申請案全文併入本文中而使其成為此說明書之部分。儘管圖5顯示圖案延伸到該第一臨時層140中之後線124a完整無損，但含 $\text{SO}_2$ 電漿同時會蝕刻臨時層140，亦會移除可定義層120之剩餘部分。

如圖6所示，最初形成於層120中的線圖案一旦向下延伸到層140中，就可使用選擇性蝕刻將層120之剩餘部分剝離。或者，如上所述，可在一非晶性碳蝕刻步驟(例如，

使圖案向下延伸到層 140 中的步驟)期間將 120 之剩餘部分蝕刻掉。從而將最初形成於可定義層 120 中的線圖案傳送至硬光罩與臨時層 130 與 140。所傳送的圖案係與最初形成於層 120 中的線圖案大體相同；所傳送的圖案具有線 144a 與空間 142a，其一般分別對應於線 124a 與空間 122a。在所示具體實施例中，硬光罩層 130 之部分仍作為保護罩位於線 144a 上的適當位置處。層 130 之此等部分可於隨後步驟期間擔當蝕刻終止物。

在所示具體實施例中，在一上方層中形成一圖案並隨後將其傳送至一下方層。如圖 5 所示，層 130 與 140 中所形成之特徵之壁係垂直的，其中已蝕刻此等層。為了在此步驟及本文所述其他步驟中獲得垂直側壁，可使用定向或各向異性蝕刻。

蝕刻程序中的變化會改變上方層中的圖案相對於下方層中所產生圖案之精度。儘管一般示意性地將層至層的圖案傳送說明成一可獲得垂直壁的精確程序，但實際上很難獲得此類精度。因此，預期圖案傳送可獲得下方與上方圖案的一般對應。同樣地，圖案傳送中亦可對最初定義圖案的特徵加以修改(例如，藉由放大或收縮此等特徵)，其中此類修改不會改變間距。

如圖 7 所示，較佳地毯式沈積一間隔物材料層 180，使得其順應曝露表面，包括該第二臨時層 150 與線 144a。如圖所示，沈積間隔物材料層 180 時，硬光罩層 130 之部分仍可位於線 144a 頂部上的恰當位置處—以隨後擔當 CMP 蝕刻終

止物。或者，在間隔物沈積之前，採用一選擇性蝕刻將硬光罩部分移除。間隔物材料可為能在將圖案傳送至下方層時擔當光罩或允許透過正在形成的光罩處理下方結構的任何材料。該間隔物材料較佳地：1)加以沈積後可具有良好的階梯覆蓋率；2)可在與臨時層 140 及下方層相容的溫度下加以沈積；及 3)可相對於臨時層 140 及直接位於臨時層 140 下方的任何層加以選擇性蝕刻。較佳的材料包括氧化矽與氮化矽。較佳地藉由化學汽相沈積或原子層沈積來沈積該間隔物材料。層 180 之沈積厚度較佳地在約 20 至 60 nm 之間，且更佳地在約 20 至 50 nm 之間。較佳地，階梯覆蓋率係大約 80 % 或更大，且更佳地大約 90 % 或更大。

圖 8 顯示在一間隔物蝕刻與隨後一蝕刻之後圖 7 之結構，其中保留一延伸到下方層中的獨立式間隔物之圖案。該間隔物蝕刻可包含一各向異性蝕刻以將間隔物材料自水平表面移除。可使用一碳氟化合物電漿執行該間隔物蝕刻。對於矽間隔物材料而言，亦可使用 HBr/Cl 電漿執行該間隔物蝕刻。(不過，應注意，較佳具體實施例使用氧化矽間隔物)。執行間隔物蝕刻之後，會留下一伸長間隔物圖案，相對於線，該圖案之間距已有效減小。

間隔物蝕刻之後，接著將硬光罩層 130 與臨時層 140 之剩餘部分(若存在的話)移除以留下獨立式間隔物 182。較佳地使用一含硫電漿蝕刻(例如，使用 SO<sub>2</sub> 之蝕刻)選擇性移除該第一臨時層 140 之剩餘部分(採用線 144a 之形式)。以此方式移除一圖案之特徵以留下藉由間隔物所形成的另一圖

案。

因此，在某些具體實施例中，已使用一間隔物材料執行間距減小以製造光罩特徵。以此方式所形成的光罩特徵之間距可小於光阻線之間距且可包含藉由間距減小空間所分開的間距減小光罩線；已完成間距倍增。在所示具體實施例中，藉由間隔物182所形成的圖案間距大約係藉由光阻線124a與空間122a(圖3至5)所形成圖案之圖案間距的一半，其中最初由光微影決定該間距。較佳地，可形成間距大約為100 nm的一間隔物圖案。

進一步參考圖8，藉由間隔物182所形成的圖案可延伸到下方第二臨時層150中。該延伸可藉由一選擇性蝕刻化學物完成。例如，若間隔物182係由二氧化矽形成且下方層150係由非晶矽形成，則蝕刻可移除後者而大部分完整無損地保留前者。較佳蝕刻包括一物理成分，且較佳地亦可包括一化學成分，而且，可為(例如)一反應性離子蝕刻(RIE)，例如，一HBr/Cl<sub>2</sub>蝕刻。例如，可使用LAM TCP9400(加州Fremont的LAM Research Corporation以市售方式提供)執行該蝕刻，其中在頂部功率為約300至1000 W且底部功率為約50至250 W條件下，約0至50 sccm Cl<sub>2</sub>與約0至200 sccm HBr在大約7至60 mTorr壓力下流動。

圖9顯示在毯式沈積一填充物材料190之後圖8之結構。填充物材料190較佳地係由二氧化矽(SiO<sub>2</sub>)形成。在某些較佳具體實施例中，間隔物182與填充物材料190係由相同或類似材料形成，此點可自下面關於圖17至20、22至23及26

至27的論述中更好地理解。因此，間隔物182與填充物材料190可均由二氧化矽形成。用於沈積填充物材料190(即，二氧化矽)的一較佳程序係Applied Materials' Producer® HARP™系統。(HARP表示「高縱橫比程序」。)

在一替代具體實施例中，可在沈積填充物材料190之前移除間隔物182。若硬光罩層160係由一DARC材料形成，則亦可使用濕式蝕刻移除間隔物。間隔物182之移除可藉由填充物材料190提供良好覆蓋率。

圖10至20、22至23及26至27各說明至少四個對應視圖，如下採用字母A至D表示：10A至10D、11A至11D等。指派有「A」的視圖統一顯示俯視圖或平面視圖，其中為方便起見包含影線。視圖B至C統一顯示對應圖A中所示相同結構之斷面。此外，指派有「B」的此等視圖統一顯示與指派有「B」的其他視圖相同的結構方向。對於指派有「C」以及「D」的視圖而言，該等方向係類似的。

圖10A至10D顯示在移除(透過(例如)一化學機械拋光(CMP)程序)間隔物182及填充物材料190之一部分之後圖9之結構。亦可針對拋光使用一乾式蝕刻或一電漿蝕刻。若使用CMP程序，則較佳地在硬光罩層160與臨時層150之間添加一薄的蝕刻終止層。舉例而言，該蝕刻終止層可由 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 形成。

圖10A顯示拋光之後該表面之示意性平面圖。該表面展現一帶狀圖案，其具有包含填充物材料帶212(其為，例如，非晶矽)與帶214(其可為，例如，二氧化矽)的交替

帶。非晶矽帶212係形成於該第二臨時層150中，而二氧化矽帶214係填充帶212之間之空間的填充物材料190之剩餘部分。為方便起見，圖10A中採用交叉影線表示該表面以顯示包含帶狀結構之材料。帶212之寬度213較佳地在大約30至70 nm範圍內。帶214之寬度215較佳地在大約30至70 nm範圍內。更佳地，帶212與214各自的寬度213與215分別為大約50 nm。在後面的情況下，由該等帶所形成的圖案之間距為大約100 nm。

圖10B顯示沿圖10A之線10B至10B所取示意性斷面側視圖。此視圖顯示，在相同「層」上形成兩組帶。為方便起見，在此申請案中，使用術語「層(level)」表示積體電路中一般位於一厚平面(其係與基板110之表面之平面平行且等距)中的一部分。因此，層160與層170位於不同層處，而帶212與帶214位於相同層處。相反，一般使用術語「層(layer)」表示積體電路中由相同材料形成且沈積在一起的一部分。

圖10C顯示沿圖10B之線10C至10C所取示意性斷面側視圖。圖10D顯示沿圖10B之線10D至10D所取示意性斷面側視圖。

在上面參考圖2至10說明與顯示的方法之一第一階段中，藉由間距倍增形成一間隔物圖案並使用該間隔物圖案製造一下方帶狀結構或「第一圖案」，其中由該第一光阻光罩之圖案導出該帶狀結構或「第一圖案」並相對於該第一光阻光罩之圖案加以間距倍增。



## 第二階段

在依據較佳具體實施例並參考圖11至17的方法之一第二階段中，藉由間距倍增形成一第二間隔物圖案並使用該第二間隔物圖案製造一與圖10下方帶狀結構相交的上方帶狀結構(參見圖17)。此階段之蝕刻序列之一範例係如下所述：1)多層之沈積；2)一上方層之光微影圖案化；3)特徵之收縮；4)圖案延伸到下方層中；5)上方層之剩餘部分之移除；6)間隔物材料之毯式沈積；7)間隔物蝕刻；8)間隔物心軸之移除。

圖11A至11D顯示在沈積多個新光罩層320至340之後圖10之結構。具有帶212與帶214的圖案現在位於多個新材料層下方。如同層120至170，亦可蝕刻層320至340以形成用於圖案化基板110之下方層之光罩。可使用此等光罩來形成各種特徵，如下所述。該等特徵可包含一或多個積體電路組件之部分。

圖11A顯示該表面之示意性平面圖。圖11B顯示沿圖11A之線11B至11B所取示意性斷面側視圖。圖11C顯示沿圖11B之線11C至11C所取示意性斷面側視圖。圖11D顯示沿圖11B之線11D至11D所取示意性斷面側視圖。

參考圖11A至11D，光罩層320較佳地具有與上面相對於層120所述特性類似的特性。

參考圖11B至11D，層330較佳地具有與上面相對於層130所述特性類似的特性。

參考圖11B至11D，第四臨時層340較佳地具有與上面相

對於層 140 所述特性類似的特性。

如同層 120 至 170 之材料，較佳地依據本文所述各種圖案形成與圖案傳送步驟之化學與處理狀況選擇覆蓋基板 110 之層 320 至 340 之材料。較佳地選擇此類層亦為了可相對於其他曝露材料選擇性地蝕刻該等層。

在圖 11A 至 11D 所示具體實施例中，該第二可選擇定義層 320 覆蓋一第三硬光罩(或蝕刻終止)層 330，層 330 覆蓋一第四臨時層 340，層 340 覆蓋具有帶 212 與 214 之層。下方層 160 與 170 以及基板 110 保持完整無損。如上面相對於圖 2 所示層所述，在某些具體實施例中，層 320 至 340 中的一或多個可省略。

參考圖 11A 至 11D，該第二可選擇定義層 320 較佳地係由一光阻(其包括此項技術中所熟知的任何光阻)形成。上面參考層 120 所述所有較佳特性與替代同樣適用於層 320。

該第三硬光罩層 330 較佳地包含一無機材料，並且在所示具體實施例中，層 330 係一 DARC。上面參考層 130 所述所有較佳特性與替代同樣適用於層 330。

該第四暫時層 340 較佳地係由非晶性碳形成。上面參考層 140 所述所有較佳特性與替代同樣適用於層 340。在某些具體實施例中，層 340 係由非晶性碳形成。因為非晶性碳沈積有時難以獲得良好的階梯覆蓋率，故已對下方帶狀表面加以拋光(參見圖 10)。

如同層 120 至 170，較佳地，視與本文所述蝕刻化學物及處理狀況之相容性選擇層 320 至 340 之厚度。因此，如上所

述，厚度必須方便執行恰當的圖案傳送，而且，較佳地，使硬光罩層330薄得可快速將其傳送或移除，從而使曝露的周圍材料受到較少磨耗。

在所示具體實施例中，該第二可選擇定義層320係一可光定義層，其厚度較佳地係在大約100至250 nm之間，且更佳地係在大約130至200 nm之間。該第三硬光罩層330之厚度較佳地係在大約10至30 nm之間，且更佳地係在大約15至25 nm之間。該第四臨時層340之厚度較佳地係在大約130至200 nm之間，且更佳地係在大約140至160 nm之間。

此外，可藉由熟習此項技術者所熟知的各種方法來形成層320、330及340。例如，可使用上述用於形成層120、130及140之方法來分別形成層320、330及340。

圖12A至12D說明層320中所形成的一圖案，其具有空間322及與空間322交替的線324。上面參考圖3以及隨後等圖所述的線124之較佳特性以及用於形成線124之方法同樣適用於線324，不過，線324並不平行於線124。藉由觀察帶212與帶214並不平行於線324，可看到此點(即使已將線124移除)。由此，因為帶212與214皆朝線124之相同伸長尺寸伸長，故線124與線324並不平行。

因為線324並不平行於帶212與214，故可認為所示方法需要在下方圖案上施加一相交光阻圖案。因此，當一圖案之伸長尺寸與一第二圖案之伸長尺寸不對齊或不平行時，認為該第一圖案與該第二圖案「相交」。線124之伸長尺寸係與帶212及214之伸長尺寸對齊，但帶212及214之伸長尺

寸與線324之伸長尺寸相交。因此，所述線124係與帶212及214對齊，且所述帶212及214係與線324相交。在所示具體實施例中，線324不僅與帶212及214相交，而且與其垂直相交。不過，術語「相交」意欲涵蓋所有不平行角度，而非僅包括90度角。因此，儘管藉由所示方法所形成的範例性特徵及/或孔具有大體矩形底面(參見，例如，圖21A、25A及27A)，但亦可包括其他底面，例如，傾斜四邊形或菱形狀底面。

參考圖12A至12D，以上面相對於線124所述及圖3所示類似方式，於該第二可定義層320中形成一圖案，其包含藉由特徵324定界的空間322。因此，圖12A至12D顯示在光微影圖案化一上方光阻層之後圖11之結構。圖12A顯示該表面之示意性平面圖。圖12B顯示沿圖12A之線12B至12B所取示意性斷面側視圖。圖12C顯示沿圖12B之線12C至12C所取示意性斷面側視圖。圖12D顯示沿圖12B之線12D至12D所取示意性斷面側視圖。

如同圖3所示圖案，已透過傳統光微影形成藉由該系列光阻線324所製造之圖案。如同先前所述圖案，可執行收縮步驟以使線324更細且可使用已修改線324a作為心軸來形成間隔物，或在執行收縮步驟之前，將該圖案傳送至一下方層。不過，在下述具體實施例中，在光阻線324上執行該收縮步驟、接著將該圖案傳送至一下方層且該下方層之部分形成間隔物心軸。

圖13A至13D顯示在藉由(例如)一各向同性蝕刻使線324

收縮以製造已修改線324a之後圖12之結構。該收縮步驟亦加寬空間322以形成已修改空間322a。圖13A顯示該表面之示意性平面圖。圖13B顯示沿圖13A之線13B至13B所取示意性斷面側視圖。圖13C顯示沿圖13B之線13C至13C所取示意性斷面側視圖。圖13D顯示沿圖13B之線13D至13D所取示意性斷面側視圖。

圖13A至13D之結構較佳地共享結合圖4所述特徵之許多特性。亦可使用類似方法獲得該結構；上面說明較佳蝕刻材料與方法，以及所需的組態。舉例而言，較佳地使用各向同性蝕刻，例如氧化硫電漿(例如，包含 $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 及Ar的電漿)或任何其他適合的電漿，減小光阻線324之尺寸。可使用的其他兩電漿係，例如， $\text{HBr}/\text{O}_2$ 電漿或 $\text{Cl}_2/\text{O}_2$ 電漿。

如同線124a，已修改線324a定義佔位物或心軸之尺寸，將沿著該等佔位物或心軸形成一間隔物圖案。上述替代亦適用於此。舉例而言，在替代具體實施例中，不需要如上所述首先對線324加以修整或減小其寬度，就可將線124之圖案傳送至下方層。在此類具體實施例中，可在臨時層340中形成一對應於線324之圖案的圖案且可採用一收縮步驟使該圖案之特徵之寬度減小。在其他替代具體實施例中，若間隔物材料之沈積與蝕刻係與可定義層320相容，則可將臨時層340省略且可將間隔物材料直接沈積於光定義線324或較細線324a上。

在所示具體實施例中，線324a製造一供佔位物或心軸用

的光罩，隨後將於下方層340中形成該等佔位物或心軸，毯式沈積一間隔物材料380(圖16)之後將沿著該等佔位物或心軸形成一間隔物382之圖案(圖17)。

圖14A至14D說明可光定義層320中的圖案如何延伸到該第四臨時層340中。圖14A顯示該表面之示意性平面圖。圖14B顯示沿圖14A之線14B至14B所取示意性斷面側視圖。圖14C顯示沿圖14B之線14C至14C所取示意性斷面側視圖。圖14D顯示沿圖14B之線14D至14D所取示意性斷面側視圖。

較佳地，該第四臨時層340具有上面關於該第二臨時層140所述的較佳特性，例如，高耐熱性。如圖14A至14D所示，可採用將線124a與空間122a之圖案傳送至下方層的類似方式，使圖13A至13D中線324a與空間322a之圖案延伸到下方層或將其傳送至下方層，例如，使用一選擇性蝕刻將該圖案傳送到硬光罩層330中，而使用一含SO<sub>2</sub>的各向異性電漿蝕刻將該圖案傳送到該第四臨時層340中。上面已說明較佳及替代蝕刻化學物。

如圖14A所示，藉由所述蝕刻步驟將層330與340中線324a未遮蔽的部分移除，從而曝露帶212與214之部分。用影線表示圖14A中的可見表面以展現所示結構之下方材料並顯示線324a如何與帶212及214相交。

圖15A至15D顯示在將上方層320與330之剩餘部分剝離之後圖14之結構。上面已說明該程序並於圖5至6中加以顯示。圖15A顯示該表面之示意性平面圖。圖15B顯示沿圖

15A之線15B至15B所取示意性斷面側視圖。圖15C顯示沿圖15B之線15C至15C所取示意性斷面側視圖。圖15D顯示沿圖15B之線15D至15D所取示意性斷面側視圖。如圖15C至15D所示，線344與空間342於上方層中展現與先前可見圖案相同的相交圖案(例如，參見線144a與空間142a)。

如圖15所示，最初形成於可定義層320中的線圖案一旦向下延伸到層340中，就可使用選擇性蝕刻將可定義層320之剩餘部分剝離。或者，可在使該圖案向下延伸到層340中的碳蝕刻步驟期間，將層320之剩餘部分蝕刻掉。由此，將最初形成於層320中的線圖案傳送至層330與340。所傳送的圖案係與最初形成於層320中的線圖案大體相同；所傳送的圖案具有線344a與空間342a，其一般分別對應於線324a與空間322a。在所示具體實施例中，硬光罩層330之部分仍作為保護罩位於線344a上的適當位置處。線344a將擔當隨後所形成間隔物之心軸。

圖16A至16D顯示在於心軸344a上方毯式沈積一間隔物材料380之後圖15之結構。圖16A顯示該表面之示意性平面圖。圖16B顯示沿圖16A之線16B至16B所取示意性斷面側視圖。圖16C顯示沿圖16B之線16C至16C所取示意性斷面側視圖。圖16D顯示沿圖16B之線16D至16D所取示意性斷面側視圖。

就材料、厚度、覆蓋率及沈積模式而言，間隔物材料層380較佳地與上述間隔物材料層180類似。在所示具體實施例中，將硬光罩層330之部分留在恰當位置處，但在替代

具體實施例中，未將此類部分留在恰當位置處。若間隔物沈積之前將硬光罩層330之部分移除，則可使用一選擇性蝕刻將其移除。應注意，只要可對每一層加以相對於本文所述周圍其他層的選擇性蝕刻，層380之材料可與層180之材料不同。二氧化矽係一較佳的間隔物材料。

圖17A至17D顯示在一間隔物蝕刻及隨後蝕刻之後圖16之結構，其中留下一獨立式間隔物圖案。圖17A顯示該表面之示意性平面圖。圖17B顯示沿圖17A之線17B至17B所取示意性斷面側視圖。圖17C顯示沿圖17B之線17C至17C所取示意性斷面側視圖。圖17D顯示沿圖17B之線17D至17D所取示意性斷面側視圖。

上面相對於圖7至8說明一較佳間隔物蝕刻與替代蝕刻。例如，可使用碳氟化合物電漿執行該間隔物蝕刻。如同上述間隔物蝕刻，結果較佳地係一伸長間隔物圖案，相對於線344a，該等間隔物之間距已有效減小。間隔物蝕刻之後，接著將硬光罩層330與該第四臨時層340之剩餘部分(若存在的話)移除以留下獨立式間隔物382。以此方式移除一圖案之特徵以留下藉由間隔物382所形成的另一圖案。

藉由處於恰當位置處的伸長間隔物382與下方光罩線212及214相交，已在相交尺寸(即，與線212及214不平行的一尺寸)上執行一第二間距減小程序。在所示具體實施例中，由間隔物382所形成的圖案間距大約係由光阻線344與空間342所形成的圖案間距的一半。較佳地，間隔物382圖案之間距為約140 nm或更小。較佳地，間隔物382圖案之



間距為約 100 nm 或更小。

在上面參考圖 11 至 17 說明與顯示的方法之一第二階段中，藉由間距倍增形成一第二間隔物圖案並使用該第二間隔物圖案製造一上方線圖案，該上方線圖案與圖 10 所示下方線圖案相交。

### 第三階段

在依據較佳具體實施例並參考圖 18 至 20 的方法之一第三階段中，使用圖 17 所示相交帶狀結構製造一具有小孔的材料格柵，該等孔位於兩維上的規則間隔處(參見圖 19 至 20)。此階段之蝕刻序列之一範例係如下所述：1)由一共用材料(例如，二氧化矽)所製成的若干曝露層之部分之移除，同時保持下方帶狀材料之曝露部分之材料中的一個(例如，非晶矽)完整無損；2)兩上方圖案(例如，一氧化物間隔物圖案與一相交的非晶矽帶狀圖案)延伸到一下方光罩或臨時層(例如，非晶性碳)中；及3)移除上方層以留下一具有孔的單一下方層。

圖 18A 至 18E 顯示在選擇性蝕刻若干層(包括間隔物 382 與帶 214)之曝露部分、同時大部分完整無損地保留帶 212 之後圖 17 之結構。在一較佳具體實施例中，帶 212 係由非晶矽形成且間隔物與帶 214 係由二氧化矽形成，因此，該蝕刻係一二氧化矽蝕刻(即，該蝕刻相對於亦曝露的非晶矽而選擇性蝕刻二氧化矽)。可使用的一蝕刻係碳氟化合物蝕刻。圖 18A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 18B 顯示沿圖 18A 之線 18B 至 18B 所取示意性斷面側視圖。圖 18C 顯示

沿圖 18A 與 18B 之線 18C 至 18C 所取示意性斷面側視圖。圖 18D 顯示沿圖 18A 與 18B 之線 18D 至 18D 所取示意性斷面側視圖。圖 18E 顯示沿圖 18A 之線 18E 至 18E 所取示意性斷面側視圖。

如此等圖式所示，藉該蝕刻步驟，已大部分完整無損地保留帶 212 之曝露部分，同時將帶 212、間隔物 382 及層 160 之曝露部分全部蝕刻掉。因此，在某些具體實施例中，藉由相同蝕刻化學物來蝕刻三個不同氧化矽層之部分。在所示具體實施例中，此蝕刻係針對多層之材料，因為間隔物 382、帶 214 及該第二硬光罩層 160 皆可由二氧化矽形成。使用不同重量的點畫線顯示此等三個獨立層之材料，因此在圖式中可區別該等三層。在某些具體實施例中，此等三層中的每一個可由另一共用材料形成。如此說明書中之用法，「共用材料」可表示成分足夠類似以致可將每一材料一起加以蝕刻、同時選擇性保留相對於周圍材料的材料。因此，基於此目的可當作共用材料的範例係各種形式的氧化矽，例如，TEOS、BPSG、LSO、 $\text{SiO}_2$ 、摻雜 C 的氧化物、摻雜 F 的氧化物、多孔氧化物、SOD 等。最佳地，使用相同構成方法且採用相同材料形成此等層中的每一個（例如，每一層可由 LSO 形成）。在其他具體實施例中，該第二硬光罩層 160 係由上述 DARC 材料形成。

該蝕刻步驟首先將帶 214 之曝露部分移除，因為帶 214 不像間隔物 382 那樣厚。因此，該蝕刻部分移除間隔物 382 之部分而產生已修改間隔物 382a 時，其已完全穿過帶 214 與

層 160 之曝露部分。或者，若層 160 係由與間隔物 382 及帶 214 不同的一物質形成，則可使用一單獨選擇性蝕刻以向下穿過層 160 至該第三臨時層 170。

圖 19A 至 19D 顯示在進入到該第三臨時層 170 (其較佳地係非晶性碳) 之曝露部分中的一蝕刻之後圖 18 之結構。圖 19A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 19B 顯示沿圖 19A 之線 19B 至 19B 所取示意性斷面側視圖。圖 19C 顯示沿圖 19B 之線 19C 至 19C 所取示意性斷面側視圖。圖 19D 顯示沿圖 19B 之線 19D 至 19D 所取示意性斷面側視圖。

由於在層 170 上方藉由間隔物 382a 與帶 212 相交形成保護性格柵，故該蝕刻僅移除下方層 170 中未受保護區域中的材料，從而於層 170 中形成小而密集及 / 或均勻間隔孔 412。圖 20C 顯示該等孔之斷面，並揭示該等孔如何較佳地向下穿過層 170 一直延伸至層 110。如上所述，即使將層 110 稱作一基板，亦可將層 170 稱作一「基板」層。

此蝕刻步驟之後，層 170 展現存在於兩獨特上方圖案中之特徵。因此，圖 19A 與 20A 之透視圖說明如何將圖 2 至 10 中藉由間距倍增所形成之圖案與圖 11 至 17 中藉由間距倍增所形成之(相交)圖案組合以形成一由兩上方圖案所導出之圖案。

圖 20A 至 20D 顯示在剝離上方層從而顯示該第三臨時層 170 中孔 412 之圖案之後圖 19 之結構。圖 20A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 20B 顯示沿圖 20A 之線 20B 至 20B 所取示意性斷面側視圖。圖 20C 顯示沿圖 20A 之線 20C 至 20C 所取

示意性斷面側視圖。圖 20D 顯示沿圖 20A 之線 20D 至 20D 所取示意性斷面側視圖。

可使用一或多個蝕刻步驟來移除上方層之剩餘部分以獲得圖 20A 至 20C 所示結構。例如，可使用一蝕刻來移除已修改間隔物 382a，而且，可使用獨立的蝕刻步驟來移除氧化矽帶 214、非晶矽帶 212 及該第二硬光罩層 160 之剩餘部分。或者，單一蝕刻步驟藉由一 CMP 程序、一噴濺蝕刻、一乾式蝕刻、一反應性離子蝕刻或可移除除層 170 與 110 之材料之外的任何材料的任何化學物或程序，可一次移除以上所有層。在所示具體實施例中，圖 20 中已將層 160 完全移除，留下一位於層 110 頂部上的碳格柵。在某些具體實施例中，將於基板蝕刻期間將上方層之剩餘部分磨耗掉，因此不需要使用單獨的步驟移除此等層。

在此具體實施例中，碳格柵中的特徵係具有略似矩形底面的孔。在某些具體實施例中，特徵之底面為方形(即，特徵之長度與寬度近似相等)。較佳地，該等特徵具有小於約 60 奈米的一第一寬度及不超過該第一寬度 10 倍的一第一長度。因此，較佳具體實施例中所形成的特徵為隔離線，而不是連續線。一維圖案の間距倍增會產生間距倍增線，但相交圖案の間距倍增會產生小而密集的隔離特徵。因此，特徵長度不比特徵寬度長許多倍的該等特徵與線(例如，線之長度可為其寬度的數千倍)不同。較佳具體實施例具有帶伸長不足之底面(而不是帶更似方形底面)的特徵。

較佳地，按小於大約 60 nm 的間隔使該等特徵間隔開。在一較佳具體實施例中，該等隔離特徵各具有一矩形底面，其尺寸為大約 50 nm×大約 60 nm。在另一較佳具體實施例中，該等隔離特徵各具有一方形底面，其尺寸為大約 50 nm×大約 50 nm。

圖 21A 顯示在該第三臨時層 170 中孔 412 之圖案已延伸到基板 110 中、已將該第三臨時層 170 移除及已採用一導電材料 420 填充該等孔之後圖 20C 之結構。導電材料 420 較佳地實質地填充基板中的該等孔並溢流以形成一連續溢流層，如圖所示。導電材料 420 可為任何導電或半導體材料。在一較佳具體實施例中，採用多晶矽對該導電材料 420 加以摻雜。在某些具體實施例中，導電材料 420 可為一導電金屬，例如，鎢、銅或鋁。導電材料 420 通常包括多個子層。例如，可組合使用一鈦黏附層、一金屬氮化物障壁層及一金屬填充物層。

圖 21B 顯示在已蝕刻溢流導電材料之後圖 21A 之結構。較佳地，使用一 CMP 程序移除該溢流材料。在某些具體實施例中，可在該第三臨時層 170 與該基板 110 之間沈積一硬光罩層(未顯示)以擔當一 CMP 終止層。在某些具體實施例中，可使用 RIE 或噴濺蝕刻來移除溢流材料。

將導電材料 420 之連續溢流層移除之後，導電材料之部分形成隔離接點 422，其係密集及/或規則間隔的接點。較佳接點之間距寬度小於 150 nm。更佳地，此類接點 422 之間距寬度為大約 100 nm 或更小。在較佳具體實施例中，所

示基板格柵(已藉由層170之碳格柵對基板格柵加以圖案化)可使接點422彼此分離。在某些具體實施例中，可使用孔412來圖案化或形成其他隔離特徵，例如，用於柱式電容器、溝渠式電容器之柱子及/或用於電晶體之柱子。

在某些具體實施例中，可使用該等孔來圖案化由半導體所形成之特徵。可藉由光罩孔中的選擇性磊晶形成此等特徵，該等光罩孔可曝露光罩層下方單晶矽層之部分。該等特徵可包含垂直環繞閘極電晶體，其將下方層中的一源極區域(未顯示)連接至一汲極(其為隔離特徵之部分)。因此，該孔內部可具有，或該特徵可擔當，一將源極區域連接至汲極的通道。

在所示具體實施例中，在孔412延伸到基板110中時形成接點422，如上所述。自上述細節可明顯得知，較佳地，部分藉由使用間隔物182所形成之間隔物圖案的解析度且部分藉由使用間隔物382所形成之間隔物圖案的解析度來決定每一接點422之尺寸。在某些具體實施例中，該等接點具有一對稱的方形底面。在某些具體實施例中，該等接點之形狀係對應於將其設計成用以接觸的特徵。

在某些替代具體實施例中，在孔412延伸到下方基板層110中之前，可採用導電材料直接填充已修改層170(具有覆蓋基板110的孔之碳格柵)。在此具體實施例中，硬光罩層160可保持處於恰當位置處以擔當一CMP終止層。較佳地可使用CMP程序，因為硬光罩層160可擔當一機械CMP終止層，其包含亦存在於下方已修改臨時層170中的相同

規則孔圖案。在某些具體實施例中，可兩次使用此蝕刻終止障壁：一次係用以終止CMP蝕刻(其係用以移除已修改間隔物382a、氧化矽帶214、非晶矽帶212及該第二硬光罩層160之剩餘部分)；且一次係用以終止溢流導電材料(其已填充臨時層170中的孔)之蝕刻。

一旦採用導電材料填充該碳格柵，就可移除已修改層170之碳格柵以留下獨立式導電接點422。可藉由採用絕緣材料(例如氧化物(未顯示))，填充接點之間的空間。在某些具體實施例中，已修改層170之圖案首先延伸到基板層110(例如，ILD)中，且在下方層處形成接點。

在某些具體實施例中，該等孔412(無論是延伸到基板110中還是位於一上方層中)係配置成用以接收一導電材料，例如金屬。此外，在積體電路之形成中使用該等孔412時，對其加以較佳定位以形成一連接下方特徵(例如，電晶體源極區域)與上方層中其他組件(例如，位元線)的導電接點。

在某些具體實施例中，接點422可具有不同組態。例如，該等特徵可具有以尖銳度不及所示接點422之尖銳度加以定義的角落。此外，接點422之特性、形狀、間隔、高度、寬度及輪廓可與圖22所示內容不同。

在某些具體實施例中，接點422係多晶矽插塞。在較佳具體實施例中，接點422連接記憶體陣列之元件；不過，此類接點可將任何電性裝置或組件之部分連接至任何其他電性裝置或組件。

在上面參考圖 18 至 21 說明與顯示的方法之一第三階段中，使用圖 17 所示相交帶狀結構來製造一具有小而密集配置的孔的光罩材料格柵，該等孔係位於兩維上的規則間隔處。接著，可用材料填充該等光罩孔(或透過光罩蝕刻到下方層中的孔)以於格柵中形成小而密集間隔特徵，如圖 21 所示。熟習此項技術者可很容易明白採用該光罩(具有一密集孔圖案)的其他應用。

如圖 17 所示，獨特層中具有不同圖案的光罩可屏蔽下方層或基板。圖 18 至 21 顯示兩圖案可一起作業或將其合併以由兩疊加式圖案有效地形成一組合圖案或光罩的一方式。隨後的圖式顯示圖案合併的其他範例，在兩圖案具有相交特徵或圖案時，圖案合併尤其有用。

#### 第四階段

在依據較佳具體實施例並參考圖 22 至 28 的方法之一第四階段(第三階段的一替代階段)中，使用圖 17 所示相交帶狀結構製造小而密集配置的光罩特徵(例如，獨立柱或柱子)，其位於兩維上的規則間隔處。特定言之，圖 17 及 22 至 25 顯示一用以製造此類隔離光罩特徵之方法。應注意，圖 17 及 26 至 28 顯示用以製造隔離光罩特徵的另一方法，其係第三與第四階段之替代。

圖 22 至 25 說明一處理流程，可結合圖 17 之結構使用以製造小且以較佳方式密集及/或均勻間隔的柱。此階段之蝕刻序列之一範例係如下所述：1)帶狀材料中的一個(例如，非晶矽)之曝露部分之移除；同時完整無損地保留其他曝



露材料(例如，二氧化矽)；2)間隔物、其他帶狀材料及硬光罩層之曝露部分之移除(若所有三個部分係由相同材料形成，則此移除可於一單一蝕刻步驟中完成)；及3)所得圖案(即，非晶矽島光罩)延伸到下方層中以形成獨立式光罩柱或柱子。

圖 22A 至 22D 顯示在移除帶 212 之曝露部分而留下一曝露的三層表面(間隔物 382、帶 214 及層 160 之部分皆曝露)之後圖 17 之結構。圖 22A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 22B 顯示沿圖 22A 之線 22B 至 22B 所取示意性斷面側視圖。圖 22C 顯示沿圖 22B 之線 22C 至 22C 所取示意性斷面側視圖。圖 22D 顯示沿圖 22B 之線 22D 至 22D 所取示意性斷面側視圖。

舉例而言，若帶 212 之曝露部分係由非晶矽形成，則可使用一 HBr/Cl<sub>2</sub> 蝕刻材料來選擇性移除該等曝露部分。

圖 22A 顯示，在某些具體實施例中，可曝露三不同氧化矽層之部分；間隔物 382、帶 214 及該第二硬光罩層 160 可各由二氧化矽形成。使用不同重量的點畫線顯示此等獨立層之材料，因此在圖式中可區別該等三層(160、214 及 382)。在其他具體實施例中，該第二硬光罩層 160 係由上述 DARC 材料形成。

圖 23A 至 23B 顯示在藉由一選擇性蝕刻移除圖 22A 所示各種氧化物特徵中新曝露的島或罩(其係由，例如，非晶矽形成)未遮蔽的所有部分之後圖 22 之結構。此蝕刻步驟可曝露下方層(其係由，例如，非晶性碳形成)之部分。圖

23A顯示該表面之示意性平面圖。圖23B顯示沿圖23A之線23B至23B所取示意性斷面側視圖。

若間隔物382、帶214之剩餘部分及硬光罩層160之未受保護部分皆由相同材料(例如，在一較佳具體實施例中，為二氧化矽)形成，則可在一單一蝕刻步驟中將該等材料全部移除。或者，可使用獨立的蝕刻步驟來移除此等材料中的每一個。例如，在一蝕刻步驟中，可相對於罩432(其係由，例如，矽形成)之材料選擇性移除間隔物382。若帶214中新曝露的部分不再受間隔物382保護，則接著將此等部分移除。從而可將硬光罩層中未受非晶矽島或罩432保護的部分移除。

圖24A至24B顯示在藉由各向異性蝕刻步驟使圖23之島圖案延伸到一下方層中而保留受非晶矽罩432保護的立柱430之後圖23之結構。圖24A顯示該表面之示意性平面圖。圖24B顯示沿圖24A之線24B至24B所取示意性斷面側視圖。

該等蝕刻步驟移除該第三臨時層170(較佳地係由非晶性碳形成)中非晶矽罩432未光罩的部分。非晶矽罩432包含帶212(其係由該第二臨時層150形成)之剩餘部分。罩432保護位於罩432下方的柱形材料。因此，罩432形成一由小、保護性光罩島組成的圖案，藉由定義該結構之非島部分的上方相交圖案可使該等島密集及/或均勻地間隔開。可使罩432及所得柱430密集及/或均勻地間隔開。圖24B顯示柱430之斷面，並揭示空間434(其較佳地向下穿過已修改層

170一直延伸至層110)如何在各維度上環繞該等柱。就此點而言，藉由使空間434向下延伸到基板110中，可使存在於已修改層170中的圖案進一步延伸到基板110中。即，可將已修改層170用作一光罩以形成基板110中的柱或島。

圖25A至25B顯示在藉由一非晶矽蝕刻將非晶矽罩432自柱430移除從而形成已修改光罩柱430a之後圖24之結構。或者，可使用一CMP程序來移除非晶矽罩432。

在某些具體實施例中，該等柱或柱子係由一半導體材料形成。較佳地，將碳柱用作一光罩以蝕刻下方半導體基板中的矽柱。在一替代具體實施例中，碳層170可省略且該等孔可直接形成於基板110(其可為一矽晶圓或一毯式磊晶層)中。如上所述，半導體柱可包含垂直環繞閘極電晶體，其將一下方層中的一源極區域連接至柱上部部分中的一汲極。因此，該柱或柱子內部可具有，或其可擔當，一將下方源極區域連接至上方汲極的通道。

在依據較佳具體實施例並參考圖22至25的方法之一第四、替代階段中，使用圖17所示相交帶狀結構製造小而密集配置的特徵，其位於兩維上的規則間隔處。特定言之，圖17及22至25顯示一用以製造此類特徵之方法。

#### 第五階段

圖26至28說明一第五階段(其為可結合圖17之結構使用以製造光罩柱的第三或第四階段之替代)，其中於下方基板中形成以較佳方式密集及/或均勻間隔的小柱或島，其係類似於圖24與25所示柱或島。此階段之蝕刻序列之一範

例係如下所述：1)用以磨耗所有曝露材料的非選擇性蝕刻(例如，噴濺蝕刻或反應性離子蝕刻)；2)間隔物圖案向下延伸而穿過最後光罩層；3)間隔物材料之移除；4)兩帶狀材料中的一個之剩餘部分之移除；及5)將剩餘帶狀材料用作一光罩以蝕刻柱或島。

圖26A至26D顯示在藉由一或多個蝕刻程序將材料自所有曝露層移除、從而使該等間隔物變短而按順序曝露該第二硬光罩層160之部分以及下方第三臨時層170之部分之後圖17之結構。圖26A顯示該表面之示意性平面圖。圖26B顯示沿圖26A之線26B至26B所取示意性斷面側視圖。圖26C顯示沿圖26B之線26C至26C所取示意性斷面側視圖。圖26D顯示沿圖26B之線26D至26D所取示意性斷面側視圖。

如同上面參考圖18A至18D所述蝕刻步驟，此蝕刻使間隔物382之尺寸減小，但已修改間隔物382b比已修改間隔物382a短。此外，與圖23A至23D中的蝕刻不同，所示蝕刻程序穿過非晶矽帶212之曝露部分以及二氧化矽帶214與該第二硬光罩層160，從而曝露下方第三臨時層170中未受間隔物382保護的所有部分。因此，使用間隔物382之高度來產生一「厚度選擇性」蝕刻，其可移除較薄層，但僅磨損較厚層。在完全移除較厚層(間隔物382)之前，蝕刻程序已停止。因此，間隔物382之部分仍保護帶狀圖案中位於間隔物382下方之部分。可實現此效應的一蝕刻係噴濺蝕刻或反應性離子蝕刻(RIE)。反應性離子蝕刻係較佳的，

因為其具有可選擇性且形成垂直壁。

曝露下方第三臨時層 170 之部分之後，可執行一與上面相對於圖 23 與 24 所述蝕刻步驟類似的蝕刻步驟以移除該第三臨時層 170 之曝露部分而使間隔物圖案延伸到該第三臨時層 170 中。

圖 27A 至 27B 顯示在間隔物圖案延伸到一下方層中之後圖 26 之結構。圖 27B 顯示沿圖 27A 之線 27B 至 27B 所取示意性斷面側視圖。圖 27C 顯示沿圖 27B 之線 27C 至 27C 所取示意性斷面側視圖。圖 27D 顯示沿圖 27B 之線 27D 至 27D 所取示意性斷面側視圖。

可執行一選擇性非晶性碳蝕刻以移除層 170 之未遮蔽部分，從而使線圖案延伸到層 170 中並形成一已修改層 170c。因此，在所示具體實施例中，將間隔物 382b 用作一蝕刻用光罩，藉由該蝕刻製造高碳線。

圖 28A 至 28B 顯示在移除已修改間隔物以及下方帶狀材料之剩餘部分與硬光罩層之未遮蔽部分之後圖 27 之結構。亦使該島圖案延伸到該等下方碳線中以形成柱。圖 28A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 28B 顯示沿圖 28A 之線 28B 至 28B 所取示意性斷面側視圖。

採用以下方式，可由圖 27A 至 27D 之結構獲得圖 28A 至 28B 所示結構。首先，藉由一或多個蝕刻移除已修改間隔物 382b、帶 214 及該第二硬光罩層 160 之曝露部分。若此等層皆由相同材料(例如，氧化矽)形成，則可使用一單一蝕刻步驟。接著，可執行另一各向異性選擇性非晶性碳蝕刻

以移除層 170c(即，碳線)中新曝露的部分，從而形成已修改層 170d(即，碳柱)。圖 28A 與 28B 所示結構係類似於圖 24A 與 24B 所示結構，並且，隨後的步驟可與上面相對於此等圖式所述步驟相同。

在依據較佳具體實施例並參考圖 26 至 28 的方法之一第五、替代階段中，使用圖 17 所示相交帶狀結構製造小而密集配置的特徵，其位於兩維上的規則間隔處。

用以形成一形成於已修改層 170a 中與圖 21A 至 21B 所示之格柵類似的格柵結構的一替代方式係：形成圖 24 與 25 所示柱 430、採用可相對於柱 430 之非晶性碳選擇性蝕刻的一材料填充柱 430 之間的空間、反向研磨該材料直至柱 430 之頂部及使用一選擇性蝕刻移除柱 430。用以形成一與圖 24 及 25 所示結構類似的柱結構的一替代方式係：形成已修改層 170a、採用可相對於該第三臨時層 170a 選擇性蝕刻的一材料填充孔 412、反向研磨該材料直至非晶性碳層 170a 之表面及使用一選擇性蝕刻移除已修改層 170a。依次使用此等正與負方法，同時遮蔽鄰接的陣列部分，可於鄰接的陣列部分中形成柱或柱子與格柵。

## 範例 1

圖 29a 與 29b 係說明依據所述具體實施例所形成的一密集小孔陣列之掃描電子顯微照片(SEM)。此等 SEM 顯示間距小於 100 nm 的孔，其中處理時採用拋棄式硬光罩以及 248 nm 或 193 nm 的光微影程序。

## 範例 2

圖 30a 至 30b 係說明依據所述具體實施例所形成的一密集小孔陣列之 SEM。圖 30a 顯示一斷面圖，其中該等特徵之間距為大約 140 nm。圖 30b 顯示一斷面圖，其中該等特徵之間距為大約 100 nm。此等 SEM 顯示使用下面蝕刻參數序列所形成的一陣列：

蝕刻步驟	穩定化	最後間隔物蝕刻 (圖 17)	帶狀 $\alpha$ -C 心軸 (圖 17)	SiO <sub>2</sub> 蝕刻 (圖 18)
持續時間(分：秒)	3:00	0:37	0:35	0:35
電極間隔(mm)	27	27	27	27
輸入功率(W)	0	300	300	300
處理室壓力(mT)	65	65	150	65
C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> 之流速(sccm)	9	9	0	9
CHF <sub>3</sub> 之流速(sccm)	20	20	0	20
Ar之流速(sccm)	450	450	100	450
O <sub>2</sub> LO之流速(sccm)	0	0	40	0

### 溫度(°C)

上部電極溫度	壁溫度	下部電極溫度
70	60	40

### 範例 3

圖 31a 至 31c 係說明依據所述具體實施例所形成的一密集小孔陣列之 SEM。將所示圖案傳送到一下方 PSG 絕緣體中並原地剝離硬光罩。如圖 31b 與 31c 所示，兩垂直維度上的間距係約 100 nm。圖 30a 至 30c 所示陣列之特徵並不直接對

齊，而一規則波狀圖案中偏移。因為此圖案為波狀圖案，故孔可能不為方形或矩形，而是類似於梯形。此外，垂直壁看上去並不完全、絕對垂直。如此等圖式所示，本發明涵蓋本文所揭示的許多具體實施例與組態。

#### 範例 4

圖 32 係一格柵中的一密集小孔陣列之 SEM。此圖式顯示一透視圖。

#### 範例 5

圖 33a 至 33b 係依據所揭示具體實施例的一密集小柱或柱子陣列之 SEM。將所示圖案傳送到 PSG 中並原地剝離硬光罩。在此等 SEM 中，兩維度上的間距係約 100 nm。

本文所述原理與優點適用於各種各樣的背景，其中使兩或更多光罩圖案並置於相交組態中並加以組合以形成諸如孔或柱的電路特徵。

因此，熟習此項技術者應明白，在上述方法與結構中可有各種各樣的其他省略、添加及修改，而不背離本發明之範疇。所有此類修改及更改皆係要包含在如所附申請專利範圍中所定義的本發明之範疇內。

#### 【圖式簡單說明】

藉由較佳具體實施例之詳細說明以及附圖可更好地理解本發明，該等較佳具體實施例及附圖係用以說明而非限制本發明，且其中：

圖 1A 至 1F 係依據上述先前技術間距倍增方法所形成的光罩線之示意性斷面側視圖。



圖 2 係用以形成積體電路之光罩與基板層之示意性斷面側視圖。

圖 3 顯示在一第一光阻層之光微影圖案化之後圖 2 之結構。

圖 4 顯示在藉由蝕刻使圖 3 之圖案中的特徵之尺寸已減小之後圖 3 之結構。

圖 5 顯示在圖 4 之圖案已延伸到下方層中之後用以形成積體電路之光罩與基板層之示意性斷面側視圖。

圖 6 顯示在已剝離上方層之後圖 5 之結構。

圖 7 顯示在毯式沈積一間隔物材料之後圖 6 之結構。

圖 8 顯示在一間隔物蝕刻與隨後蝕刻之後圖 7 之結構，其中保留一延伸到下方層中的獨立式間隔物圖案。

圖 9 顯示在毯式沈積一填充物材料之後圖 8 之結構。

圖 10A 至 10D 顯示在藉由一 CMP 程序或乾式蝕刻移除間隔物與多餘填充物材料之後圖 9 之結構。圖 10A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 10B 顯示沿圖 10A 之線 10B 至 10B 所取示意性斷面側視圖。圖 10C 顯示沿圖 10B 之線 10C 至 10C 所取示意性斷面側視圖。圖 10D 顯示沿圖 10B 之線 10D 至 10D 所取示意性斷面側視圖。

圖 11A 至 11D 顯示在沈積多個新層之後圖 10 之結構。圖 11A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 11B 顯示沿圖 11A 之線 11B 至 11B 所取示意性斷面側視圖。圖 11C 顯示沿圖 11B 之線 11C 至 11C 所取示意性斷面側視圖。圖 11D 顯示沿圖 11B 之線 11D 至 11D 所取示意性斷面側視圖。

圖 12A 至 12D 顯示在光微影圖案化一第二光阻層之後圖 11 之結構。圖 12A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 12B 顯示沿圖 12A 之線 12B 至 12B 所取示意性斷面側視圖。圖 12C 顯示沿圖 12B 之線 12C 至 12C 所取示意性斷面側視圖。圖 12D 顯示沿圖 12B 之線 12D 至 12D 所取示意性斷面側視圖。

圖 13A 至 13D 顯示在藉由蝕刻使圖 12 之圖案中的特徵之尺寸已減小之後圖 12 之結構。圖 13A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 13B 顯示沿圖 13A 之線 13B 至 13B 所取示意性斷面側視圖。圖 13C 顯示沿圖 13B 之線 13C 至 13C 所取示意性斷面側視圖。圖 13D 顯示沿圖 13B 之線 13D 至 13D 所取示意性斷面側視圖。

圖 14A 至 14D 顯示在圖 13A 至 13D 之特徵圖案已延伸到下方層中從而部分曝露相交下方圖案之後圖 13 之結構。圖 14A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 14B 顯示沿圖 14A 之線 14B 至 14B 所取示意性斷面側視圖。圖 14C 顯示沿圖 14B 之線 14C 至 14C 所取示意性斷面側視圖。圖 14D 顯示沿圖 14B 之線 14D 至 14D 所取示意性斷面側視圖。

圖 15A 至 15D 顯示在剝離上方層之後圖 14 之結構。圖 15A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 15B 顯示沿圖 15A 之線 15B 至 15B 所取示意性斷面側視圖。圖 15C 顯示沿圖 15B 之線 15C 至 15C 所取示意性斷面側視圖。圖 15D 顯示沿圖 15B 之線 15D 至 15D 所取示意性斷面側視圖。

圖 16A 至 16D 顯示在毯式沈積一間隔物材料之後圖 15 之結構。圖 16A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 16B 顯示沿

圖 16A 之線 16B 至 16B 所取示意性斷面側視圖。圖 16C 顯示沿圖 16B 之線 16C 至 16C 所取示意性斷面側視圖。圖 16D 顯示沿圖 16B 之線 16D 至 16D 所取示意性斷面側視圖。

圖 17A 至 17D 顯示在一間隔物蝕刻及隨後蝕刻(其移除心軸)之後圖 16 之結構，其中留下一與下方圖案正交的獨立式間隔物圖案。圖 17A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 17B 顯示沿圖 17A 之線 17B 至 17B 所取示意性斷面側視圖。圖 17C 顯示沿圖 17B 之線 17C 至 17C 所取示意性斷面側視圖。圖 17D 顯示沿圖 17B 之線 17D 至 17D 所取示意性斷面側視圖。

圖 18 至 20 說明一處理流程，可結合圖 17 之結構使用以製造一具有小孔的光罩格柵，該等小孔係以較佳方式密集間隔的小孔。

圖 18A 至 18E 顯示在藉由一蝕刻(例如，二氧化矽蝕刻)移除若干曝露層之部分、同時完整無損地保留下方圖案之曝露部分之帶狀材料中的一材料之後圖 17 之結構。圖 18A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 18B 顯示沿圖 18A 之線 18B 至 18B 所取示意性斷面側視圖。圖 18C 顯示沿圖 18A 與 18B 之線 18C 至 18C 所取示意性斷面側視圖。圖 18D 顯示沿圖 18A 與 18B 之線 18D 至 18D 所取示意性斷面側視圖。圖 18E 顯示沿圖 18A 之線 18E 至 18E 所取示意性斷面側視圖。

圖 19A 至 19D 顯示在兩上方層之圖案延伸到一下方光罩或臨時層中、從而在該下方層中形成孔之後圖 18 之結構。在所示具體實施例中，該下方臨時層係非晶性碳層。圖

19A顯示該表面之示意性平面圖。圖19B顯示沿圖19A之線19B至19B所取示意性斷面側視圖。圖19C顯示沿圖19B之線19C至19C所取示意性斷面側視圖。圖19D顯示沿圖19B之線19D至19D所取示意性斷面側視圖。

圖20A至20D顯示在剝離上方層從而留下下方臨時或光罩(例如,非晶性碳)層中之孔圖案之後圖19之結構。圖20A顯示該表面之示意性平面圖。圖20B顯示沿圖20A之線20B至20B所取示意性斷面側視圖。圖20C顯示沿圖20A之線20C至20C所取示意性斷面側視圖。圖20D顯示沿圖20A之線20D至20D所取示意性斷面側視圖。

圖21A顯示在該第三臨時層中的孔圖案已延伸到基板中、已將該第三臨時層移除及已採用導電材料填充該等孔之後圖20C之結構。

圖21B顯示在已蝕刻掉溢流導電材料之後圖21A之結構。

圖22至25說明一處理流程,可結合圖17之結構使用以製造小光罩柱,該等光罩柱係以較佳方式密集封裝的光罩柱。

圖22A至22E顯示在藉由一蝕刻(例如,非晶矽蝕刻)移下方圖案之曝露部分之帶狀材料中的一材料之後圖17之結構。圖22A顯示該表面之示意性平面圖。圖22B顯示沿圖22A之線22B至22B所取示意性斷面側視圖。圖22C顯示沿圖22A與22B之線22C至22C所取示意性斷面側視圖。圖22D顯示沿圖22A與22B之線22D至22D所取示意性斷面側

視圖。圖 22E 顯示沿圖 22A 之線 22E 至 22E 所取示意性斷面側視圖。

圖 23A 至 23B 顯示在藉由一選擇性蝕刻(例如，二氧化矽蝕刻)將圖 22 中的曝露材料蝕刻掉以曝露一下方光罩或臨時層之部分之後圖 22 之結構。在所示具體實施例中，該下方臨時層係非晶性碳層。該選擇性蝕刻並未將由帶狀材料中的一材料(例如，矽)所形成的島移除，該等島仍位於臨時層上的恰當位置處。圖 23A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 23B 顯示沿圖 23A 之線 23B 至 23B 所取示意性斷面側視圖。

圖 24A 至 24B 顯示在蝕刻下方臨時層之曝露部分之後圖 23 之結構。因此，該島圖案已延伸島下方材料中而留下受矽罩保護的立柱或立式柱子。

圖 25A 至 25B 顯示在藉由一矽蝕刻將矽罩自該等柱或柱子移除之後圖 24 之結構。該等柱可用作下方材料之光罩。

圖 26 至 27 說明一替代處理流程，可結合圖 17 之結構使用以製造小光罩柱、柱子或島，該等特徵係以較佳方式密集及/或均勻間隔的特徵。

圖 26A 至 26D 顯示在藉由一非選擇性蝕刻(例如，噴濺蝕刻或反應性離子蝕刻)蝕刻掉兩帶狀材料之曝露部分從而曝露一下方光罩或臨時層之相交線之後圖 17 之結構。在所示具體實施例中，該下方臨時層係非晶性碳層。圖 26A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 26B 顯示沿圖 26A 之線 26B 至 26B 所取示意性斷面側視圖。圖 26C 顯示沿圖 26B 之線 26C

至 26C 所取示意性斷面側視圖。圖 26D 顯示沿圖 26B 之線 26D 至 26D 所取示意性斷面側視圖。

圖 27A 至 27D 顯示在間隔物圖案已延伸到一下方層(即，非晶性碳層)中之後圖 26 之結構。圖 27A 顯示該表面之示意性平面圖。圖 27B 顯示沿圖 27A 之線 27B 至 27B 所取示意性斷面側視圖。圖 27C 顯示沿圖 27B 之線 27C 至 27C 所取示意性斷面側視圖。圖 27D 顯示沿圖 27B 之線 27D 至 27D 所取示意性斷面側視圖。

圖 28A 至 28B 顯示在移除間隔物、帶狀材料中的一材料且島圖案延伸到一下方層之剩餘部分中從而留下受非晶矽罩保護的立柱或立式柱子之後圖 27 之結構。

圖 29A 至 29B 係說明依據所述具體實施例所形成的一密集小孔陣列之斷面圖的掃描電子顯微照片(SEM)。

圖 30A 至 30B 係說明依據所述具體實施例所形成的一密集小孔陣列之透視圖的掃描電子顯微照片(SEM)。

圖 31A 至 31C 係說明依據所述具體實施例所形成的一密集小孔陣列之 SEM。圖 31B 顯示圖 31A 之陣列在一維上的斷面，而圖 31C 顯示再一近似垂直尺寸上圖 31A 的斷面。

圖 32 係依據所揭示具體實施例的一密集小柱或柱子陣列之 SEM。

圖 33A 至 33B 係依據所揭示具體實施例的一密集小柱或柱子陣列之 SEM。

## 【主要元件符號說明】

10                    光阻線

20	層
30	基板
40	心軸
50	層
60	間隔物
70、80	水平表面
100	積體電路
110	基板
120	可選擇定義層
122	間隙/空間
122a	已修改空間
124	線
124a	已修改線
130	第一硬光罩層
140	第一臨時層
142a	空間
144a	線
150	第二臨時層
160	第二硬光罩層
170	第三臨時層
170a	已修改層
170c	已修改層
170d	已修改層
180	間隔物材料

182	間隔物
190	填充物材料
212、214	帶
320	第二可選擇定義層
322	空間
322a	已修改空間
324	線
324a	已修改線
330	第三硬光罩層
340	第四臨時層
342	空間
342a	空間
344	光阻線
344a	線
380	間隔物材料
382	間隔物
382a、382b	已修改間隔物
412	孔
420	導電材料
422	接點
430	柱
430a	已修改光罩柱
432	罩
434	空間



## 五、中文發明摘要：

本發明揭示形成積體電路中用於使用之小而密集間隔孔或柱之陣列的方法。可結合間距減小技術使用各種圖案傳送與蝕刻步驟以製造密集封裝特徵。可結合間距減小技術使用傳統光微影步驟以由相交伸長特徵形成疊加式間距減小圖案，可將該等疊加式間距減小圖案合併成一單一層。

## 六、英文發明摘要：

## 十、申請專利範圍：

1. 一種形成一積體電路中的隔離特徵的方法，其包含：
  - 提供一覆蓋有多層光罩材料的基板；
  - 於一第一光罩材料層中製造一第一系列可選擇定義線；
  - 使用一間隔物材料減小該第一系列可選擇定義線之間距以製造間距小於該第一系列可選擇定義線之間距的一光罩特徵之第一配置，該光罩特徵之第一配置包含藉由間距減小空間分開的間距減小光罩線，該第一配置係對應於一第一圖案；
  - 於一第二光罩材料層中製造一第二系列可選擇定義線，該第二系列可選擇定義線與該第一系列可選擇定義線不平行；
  - 使用一間隔物材料減小該第二系列可選擇定義線之間距以製造間距小於該第二系列可選擇定義線之間距的一光罩特徵之第二配置，該光罩特徵之第二配置包含藉由間距減小空間分開的間距減小光罩線，該第二配置係對應於一第二圖案；及
  - 採用一第三圖案蝕刻該基板以製造隔離特徵，該第三圖案係藉由將該第一與第二圖案疊加而獲得。
2. 如請求項1之方法，其中將該第三圖案蝕刻到該基板之前，已將該第三圖案傳送至一獨特層。
3. 如請求項2之方法，其中該獨特層係由非晶性碳形成。
4. 如請求項1之方法，其中該等可選擇定義線係由光阻形

成。

5. 如請求項1之方法，其中該第二系列可選擇定義線中的該等線係垂直於該第一系列可選擇定義線中的該等線。
6. 如請求項1之方法，其中形成該第二系列可選擇定義線之前，減小該第一系列可選擇定義線之間距。
7. 如請求項1之方法，其中該等隔離特徵包含孔。
8. 如請求項7之方法，其進一步包含：
  - 採用導電材料填充該等孔，直到該導電材料溢流為止；及
  - 採用化學機械拋光蝕刻該溢流導電材料以製造隔離接點。
9. 如請求項7之方法，其中該光罩特徵之第二配置覆蓋該光罩特徵之第一配置，該光罩特徵之第一與第二配置中的每一個具有由一共用材料形成的部分，一第一下方層亦由該共用材料形成，一第二下方層位於該第一下方層的下面，其中該方法進一步包含同時蝕刻光罩特徵之第一與第二配置中的該共用材料之曝露部分。
10. 如請求項9之方法，其中在請求項9之該等步驟之後，同時蝕刻該第一下方層與該光罩特徵之第二配置中由該共用材料形成的曝露部分，以曝露該第二下方層之隔離部分。
11. 如請求項10之方法，其中在請求項10之該等步驟之後，藉由選擇性蝕刻該第二下方層之該等曝露的隔離部分使該第三圖案延伸到該第二下方層中以於該第二下方層中

製造孔。

12. 如請求項11之方法，其中該共用材料係一氧化物。
13. 如請求項11之方法，其中該共用材料係二氧化矽。
14. 如請求項11之方法，其中該第二下方層係非晶性碳層。
15. 如請求項1之方法，其中該等隔離特徵包含柱。
16. 如請求項15之方法，其中該光罩特徵之第二配置覆蓋該光罩特徵之第一配置，該光罩特徵之第一與第二配置中的每一個具有由一共用材料形成的部分，且一下方層亦由該共用材料形成，其中該方法進一步包含移除該光罩特徵之第一配置中不是由該共用材料形成且不是由該共用材料遮蔽的部分。
17. 如請求項16之方法，其中在請求項16之該等步驟之後，同時蝕刻該下方層及光罩特徵之第一與第二配置中該共用材料的曝露部分，從而曝露不是由該共用材料所形成的光罩島，該等光罩島係對應於該第三圖案。
18. 如請求項17之方法，其中未藉由該光罩島所遮蔽之該共同材料之部分被移除，以留下不是由該共同材料所形成之光罩島。
19. 如請求項18之方法，其中該共用材料係一氧化物。
20. 如請求項18之方法，其中該共用材料係二氧化矽。
21. 如請求項15之方法，其中該光罩特徵之第二配置覆蓋該光罩特徵之第一配置，該光罩特徵之第一與第二配置中的每一個具有由一共用材料形成的部分，且一下方層亦由該共用材料形成，其中該方法進一步包含移除所有曝

露材料部分。

22. 如請求項21之方法，其中在請求項21之該等步驟之後，該第二圖案穿過該第一光罩材料配置而延伸到至少一下方層中。
23. 如請求項22之方法，其中該方法進一步包含移除該共用材料的曝露部分以留下不是由該共用材料所形成的光罩島，該等光罩島係對應於該第三圖案。
24. 如請求項23之方法，其中該方法進一步包含使該光罩島圖案延伸到一下方層中以製造柱。
25. 如請求項15之方法，其中該等柱係由一導電材料形成。
26. 如請求項25之方法，其中於一層間介電質內形成該等柱且使用一化學機械程序移除多餘材料並隔離該等特徵。
27. 如請求項15之方法，其中該等柱係由一半導體形成。
28. 如請求項27之方法，其中該等柱形成垂直環繞閘極電晶體。
29. 如請求項1之方法，其中在施加該間隔物材料之前，減小該第一系列可選擇定義線中可選擇定義線的寬度。
30. 如請求項1之方法，其中在施加該間隔物材料之前，將該第一系列可選擇定義線傳送至一光罩材料的下方層。
31. 如請求項30之方法，其中將該第一系列可選擇定義線中的該等可選擇定義線傳送至一光罩材料的下方層之前，減小該等可選擇定義線的寬度。
32. 如請求項1之方法，其中在施加該間隔物材料之前，減小該第二系列可選擇定義線中可選擇定義線的寬度。

33. 如請求項1之方法，其中在施加該間隔物材料之前，將該第二系列可選擇定義線傳送至一光罩材料的下方層。
34. 如請求項33之方法，其中將該第二系列可選擇定義線中的該等可選擇定義線傳送至一光罩材料的下方層之前，減小該等可選擇定義線的寬度。
35. 如請求項1之方法，其中在施加該等間隔物材料之前，減小該第一與第二系列可選擇定義線中可選擇定義線的寬度。
36. 如請求項1之方法，其中在施加該等間隔物材料之前，將該第一與第二系列可選擇定義線分別傳送至一光罩材料的下方層。
37. 如請求項36之方法，其中將該第一系列可選擇定義線中的該等可選擇定義線傳送至一光罩材料的下方層之前，減小該等可選擇定義線的寬度，而且，將該第二系列可選擇定義線中的該等可選擇定義線傳送至一光罩材料的下方層之前，亦減小該等可選擇定義線的寬度。
38. 一種形成一陣列中的特徵的方法，其包含：  
減小一行第一可光定義線之間距以形成一行圖案；  
減小一列第二可光定義線之間距以形成與該行圖案相交的一列圖案，該列圖案具有列線與列空間，該等列線遮蓋該下方行圖案之未曝露部分，而該等列空間保留該下方行圖案之曝露部分；及  
移除該行圖案之該等曝露部分中的至少一部分以定義一組合光罩層。

39. 如請求項38之方法，其中該組合光罩層定義一光罩格柵中的隔離孔。
40. 如請求項38之方法，其進一步包含移除該等列線之部分以定義一隔離島光罩。
41. 如請求項40之方法，其中移除該等列線之前，該列圖案已延伸到一下方層中。
42. 一種用於一積體電路的光罩圖案，其包含：
  - 一第一系列伸長光罩線；
  - 一第二系列伸長光罩線，其係與該第一系列伸長光罩線相交；其中該第一與第二系列線中的每一個的間距係小於透過光微影可獲得的間距。
43. 如請求項42之光罩圖案，其中透過間隔物沈積及至少一間隔物蝕刻獲得該第一與第二系列線之該間距。
44. 如請求項42之光罩圖案，其中該等相交線提供一用以形成一下方層中之隔離通孔的圖案。
45. 如請求項42之光罩圖案，其中該等相交線提供一用以形成一下方層中之柱子的圖案。
46. 如請求項42之光罩圖案，其中該第一系列線之間距係小於120 nm。
47. 如請求項42之光罩圖案，其中該第二系列線之間距係小於120 nm。
48. 如請求項42之光罩圖案，其中該第一與第二系列線之間距皆小於120 nm。

49. 如請求項42之光罩圖案，其中該第一系列線之間距係小於100 nm。

50. 如請求項42之光罩圖案，其中該第二系列線之間距係小於100 nm。

51. 如請求項42之光罩圖案，其中該第一與第二系列線之間距皆小於100 nm。

52. 如請求項42之光罩圖案，其中該第一與第二系列線之間距皆小於約60 nm。

53. 一種隔離特徵之配置，其係形成為一積體電路製程之部分，包含：

一列伸長特徵，其係由間隔物材料形成且寬度係小於或近似60 nm；

一行伸長特徵，其係由間隔物材料形成且寬度係小於或近似60 nm，該行中的該等伸長特徵係與該列中的該等伸長特徵相交，使得該行中的每一伸長特徵會與該列中的多個伸長特徵相交。

54. 如請求項53之特徵配置，其中使該第一與第二列伸長特徵分別間距倍增以獲得更大特徵密度。

55. 如請求項53之特徵配置，其中該等隔離特徵具有尺寸為大約50 nm × 大約60 nm的矩形底面。

56. 如請求項53之特徵配置，其中該等隔離特徵具有尺寸為大約50 nm × 大約50 nm的近似方形底面。

57. 一種於一積體電路中的隔離特徵配置，其包含：

規則間隔特徵，其具有小於60奈米的第一寬度及不



超過該第一寬度10倍的第一長度；及

特徵間的空間，其具有小於60奈米的第一第二寬度。

58. 如請求項57之隔離特徵配置，其中該第一長度係小於60奈米。

59. 如請求項57之隔離特徵配置，其中特徵間的該等空間在該配置之長度與寬度尺寸皆小於60奈米。

60. 如請求項59之隔離特徵配置，其中該第一長度係小於60奈米。

61. 如請求項57之隔離特徵配置，其中該等隔離特徵係柱。

62. 如請求項57之隔離特徵配置，其中該等隔離特徵係用於電晶體的柱子。

63. 如請求項57之隔離特徵配置，其中該等隔離特徵係用於柱式電容器的柱子。

64. 如請求項57之隔離特徵配置，其中該等隔離特徵係形成於一絕緣層中之孔中的接點。

65. 如請求項57之隔離特徵配置，其中該等隔離特徵係形成於一基板中的溝渠式電容器。

66. 如請求項57之隔離特徵配置，其中該等隔離特徵係與一下方層及一上方層電接觸，同時與其他隔離特徵絕緣。

67. 一種形成用於積體電路的特徵陣列的方法，其包含：

於一第一光罩層中形成一第一特徵陣列，該第一特徵陣列中的複數個第一特徵係沿一第一伸長軸伸長，該第一特徵陣列具有一第一圖案；

於一第二光罩層中形成一第二特徵陣列，該第二特徵

陣列中的複數個第二特徵具有一第二伸長軸的伸長特徵，該第二軸與該第一軸不平行，該第二特徵陣列具有一第二圖案；

將該第一與第二圖案合併成一組合第三圖案，該第三圖案對應於該積體電路之一單一垂直層中的一特徵配置；及

使該等第一特徵與該等第二特徵間距倍增。

68. 如請求項67之方法，其中將該第一與第二圖案合併成該組合第三圖案之前，使該第一與第二圖案中的該等第一特徵與該等第二特徵間距倍增。

69. 如請求項67之方法，其中形成該等第二特徵之前，使該等第一特徵間距倍增。

70. 如請求項67之方法，其中在獨立的步驟中使該等第一特徵與該等第二特徵間距倍增。

71. 如請求項67之方法，其中該積體電路之一單一垂直層中的該特徵配置包含光罩柱。

72. 如請求項67之方法，其中該積體電路之一單一垂直層中的該特徵配置包含一光罩格柵中的孔。

73. 一種位於一記憶體陣列中的獨特特徵配置，其包含：

規則間隔特徵，其具有小於60奈米的一第一寬度及不超過該第一寬度10倍的一第一長度；及

特徵間的空間，其具有小於60奈米的一第二寬度。

74. 如請求項73之獨特特徵配置，其中該第一長度係小於60奈米。

75. 如請求項73之獨特特徵配置，其中特徵間的該等空間在該配置之長度與寬度尺寸皆小於60奈米。
76. 如請求項75之獨特特徵配置，其中該第一長度係小於60奈米。
77. 如請求項73之獨特特徵配置，其中該等獨特特徵係柱。
78. 如請求項73之獨特特徵配置，其中該等獨特特徵係用於電晶體的柱子。
79. 如請求項73之獨特特徵配置，其中該等獨特特徵係用於柱式電容器的柱子。
80. 如請求項73之獨特特徵配置，其中該等獨特特徵係形成於一絕緣層中之孔中的接點。
81. 如請求項73之獨特特徵配置，其中該等獨特特徵係形成於一基板中的溝渠式電容器。
82. 如請求項73之獨特特徵配置，其中該等獨特特徵係與一下方層電接觸且與一上方層絕緣。
83. 如請求項73之獨特特徵配置，其中該等獨特特徵係與一上方層電接觸且與一下方層絕緣。
84. 如請求項73之獨特特徵配置，其中該等獨特特徵係與一下方層及一上方層電接觸，同時與其他獨特特徵絕緣。
85. 一種用於處理採用電性格式之資訊的系統，其包含：
  - 至少一電路；
  - 一重複圖案的密集間隔特徵，其係形成於該電路中的一材料層中，每一特徵具有小於大約60奈米的一第一寬度及小於該第一寬度10倍的一第一長度，每一特徵與鄰

接特徵的間隔距離係小於120奈米。

86. 如請求項85之系統，其中每一特徵之該第一寬度與第一長度係近似相同。
87. 如請求項85之系統，其中每一特徵具有大約50奈米的第一寬度及大約50奈米的第一長度。
88. 如請求項85之系統，其中每一特徵與鄰接特徵之間隔距離係與該等特徵之該第一寬度近似相同。
89. 如請求項85之系統，其中特徵間的該等空間在該長度與寬度尺寸皆小於60奈米。
90. 如請求項85之系統，其中該第一長度係小於60奈米。
91. 如請求項85之系統，其中該等特徵係柱。
92. 如請求項85之系統，其中該等特徵係用於電晶體的柱子。
93. 如請求項85之系統，其中該等特徵係用於柱式電容器的柱子。
94. 如請求項85之系統，其中該等特徵係形成於一絕緣層中之孔中的接點。
95. 如請求項85之系統，其中該等特徵係形成於一基板中的溝渠式電容器。
96. 如請求項85之系統，其中該等特徵係與一下方層及一上方層電接觸，同時與其他特徵絕緣。

十一、圖式：

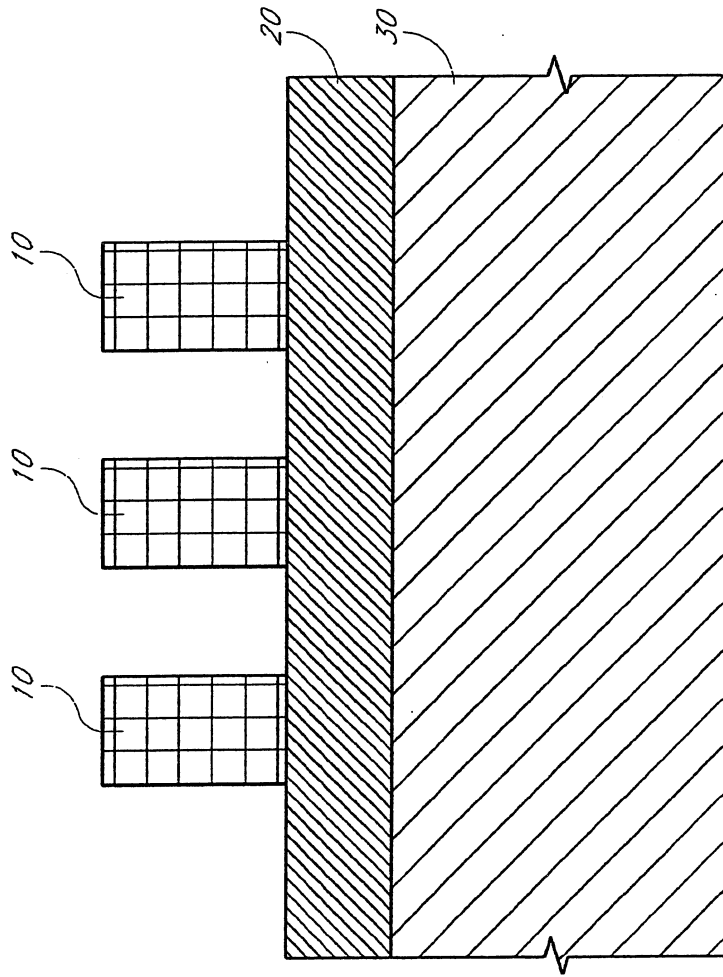


圖1A  
(先前技術)

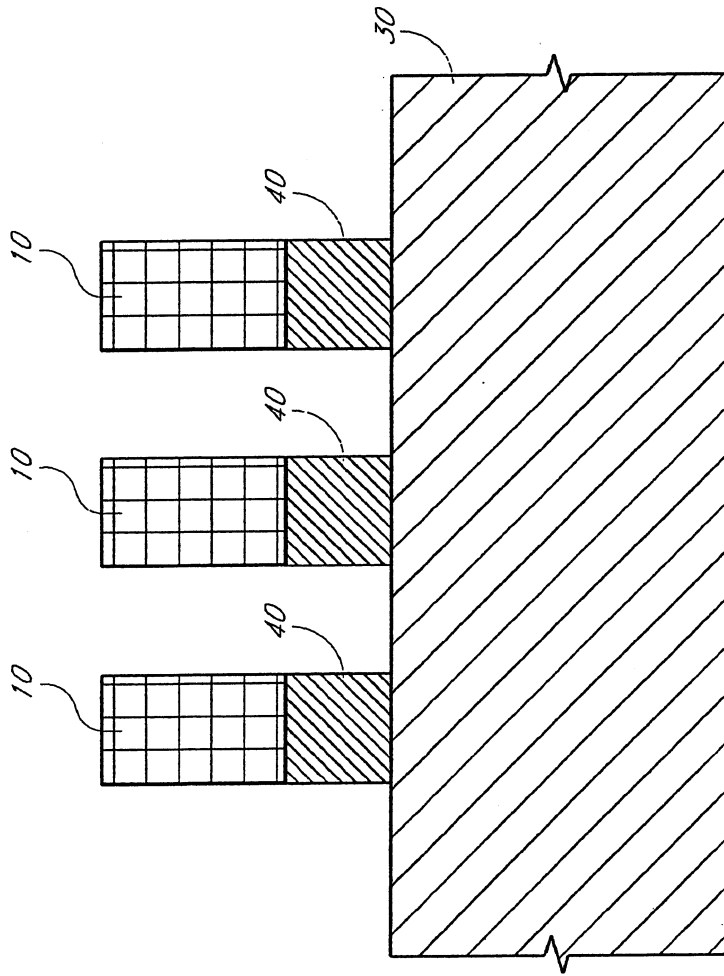


圖1B  
(先前技術)

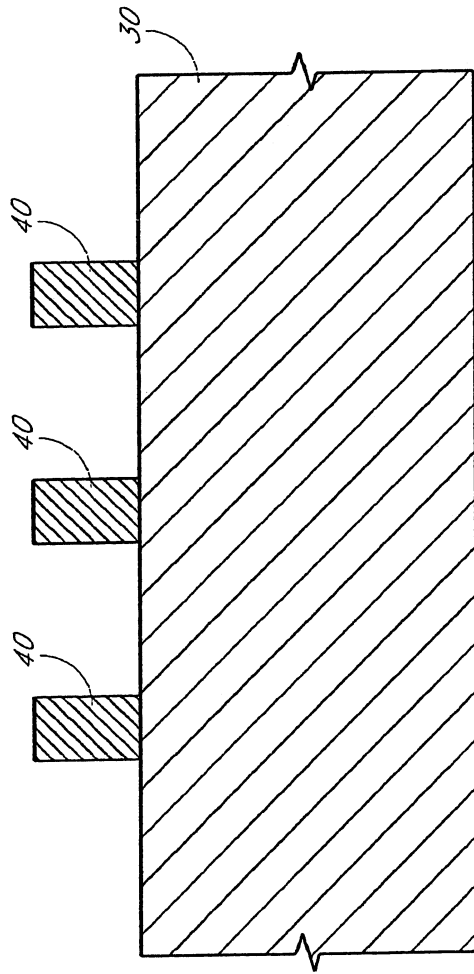


圖1C  
(先前技術)

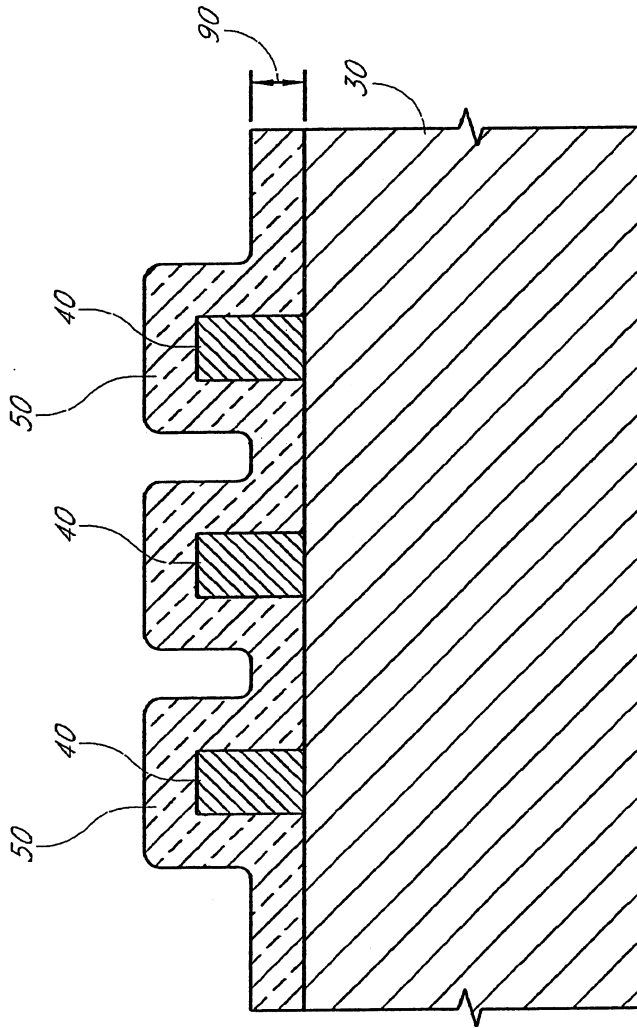


圖1D  
(先前技術)



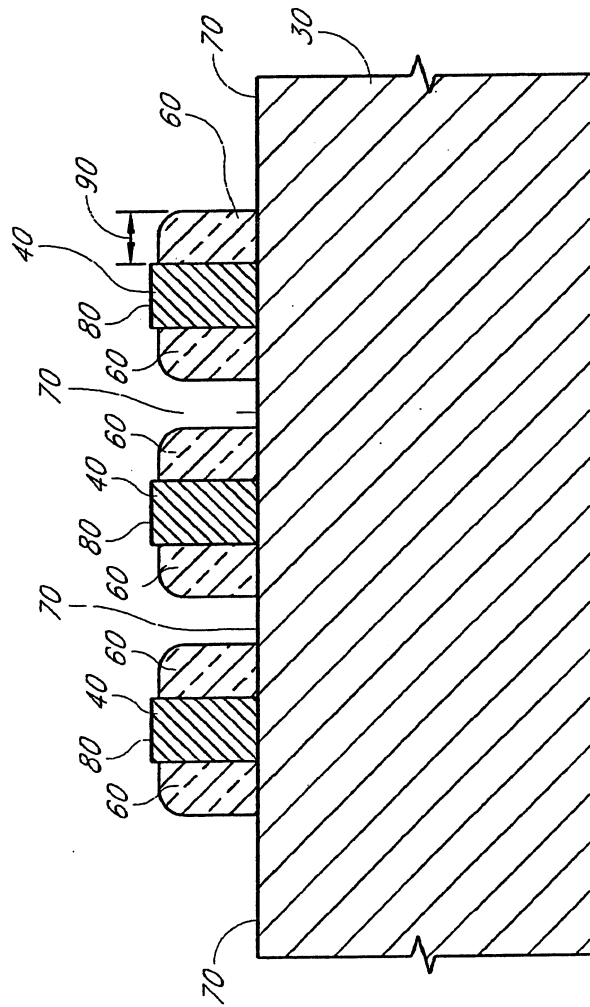


圖1E  
(先前技術)

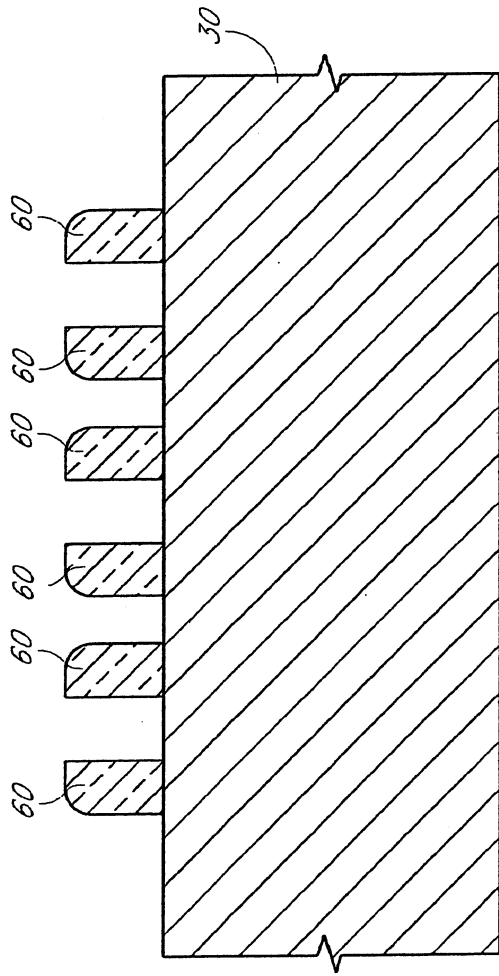


圖1F  
(先前技術)

100

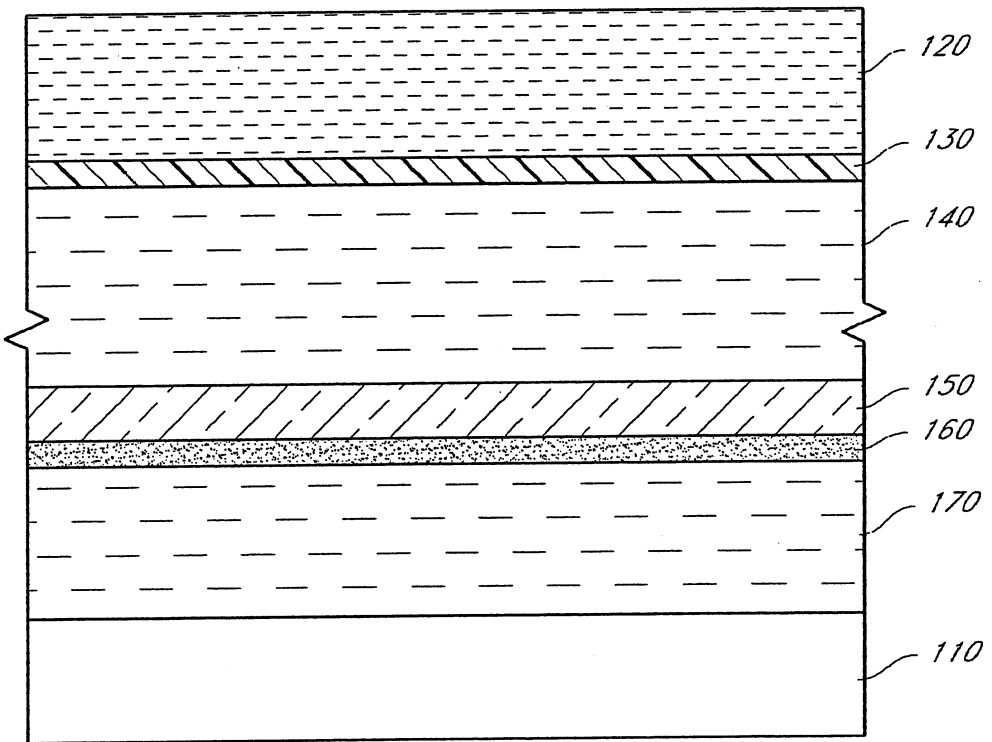


圖2

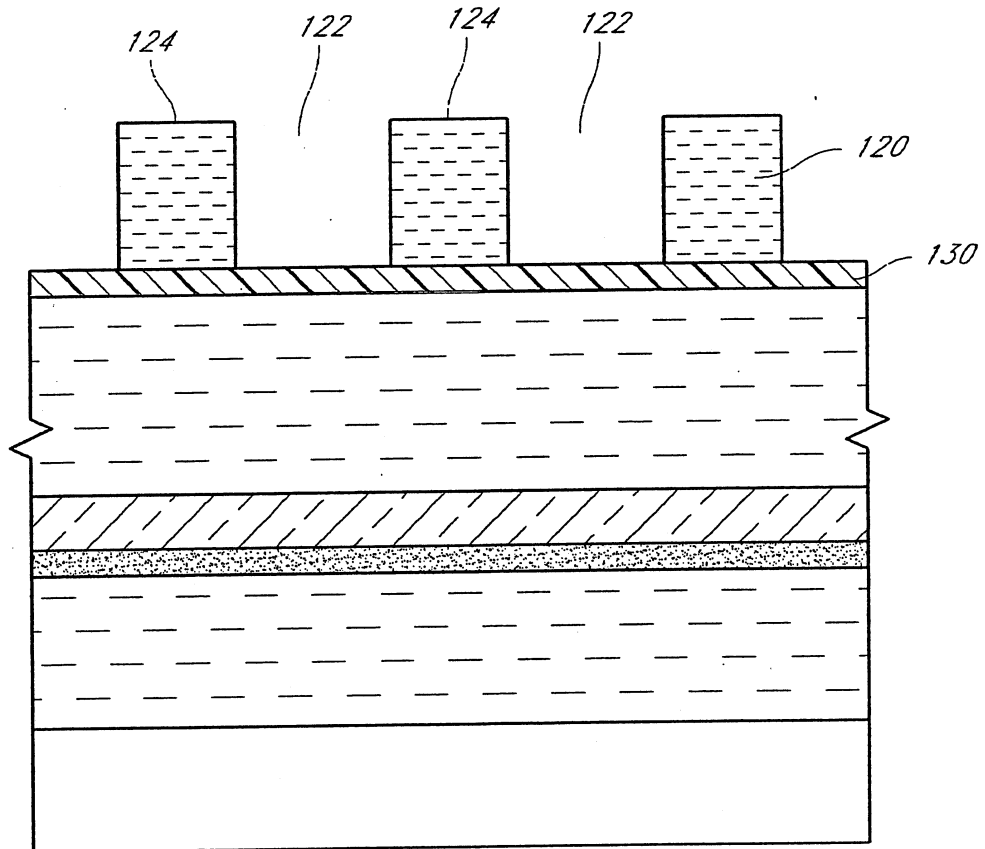


圖3

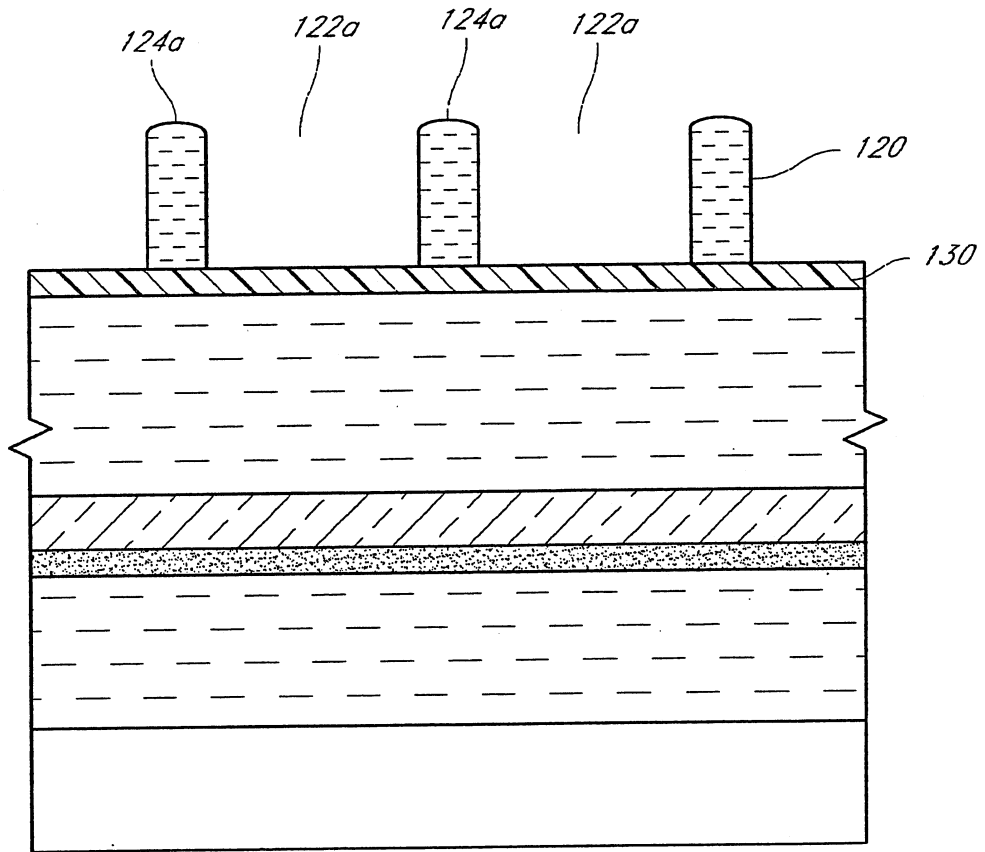


圖4

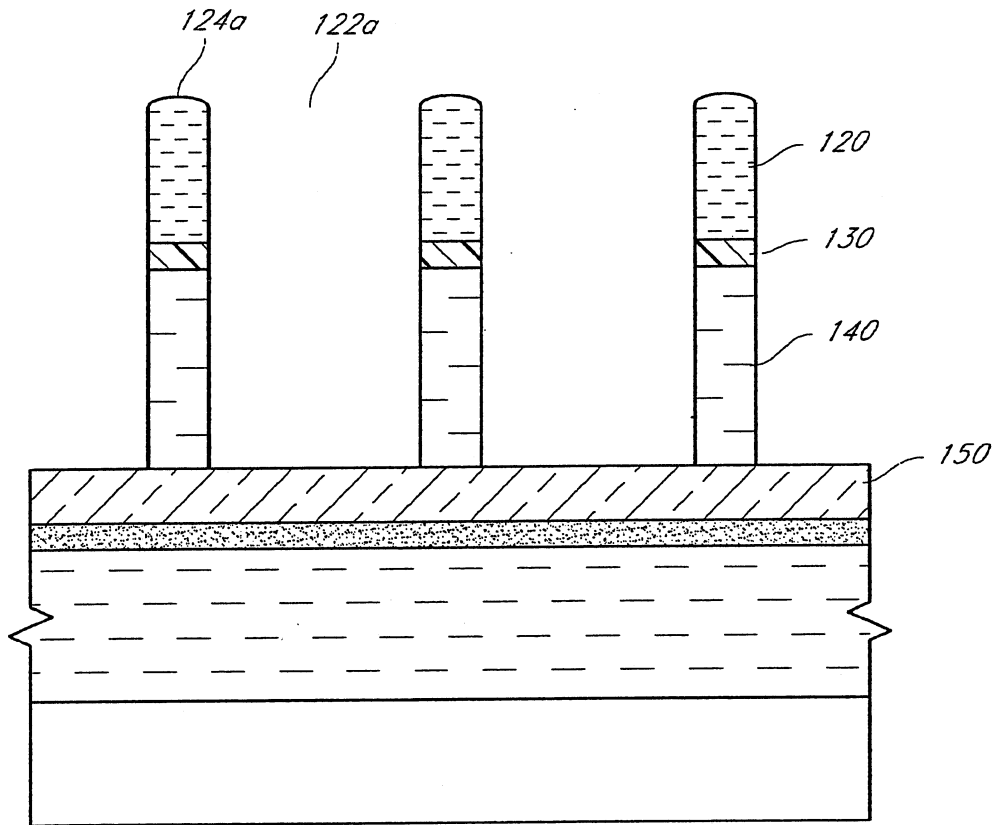


圖5

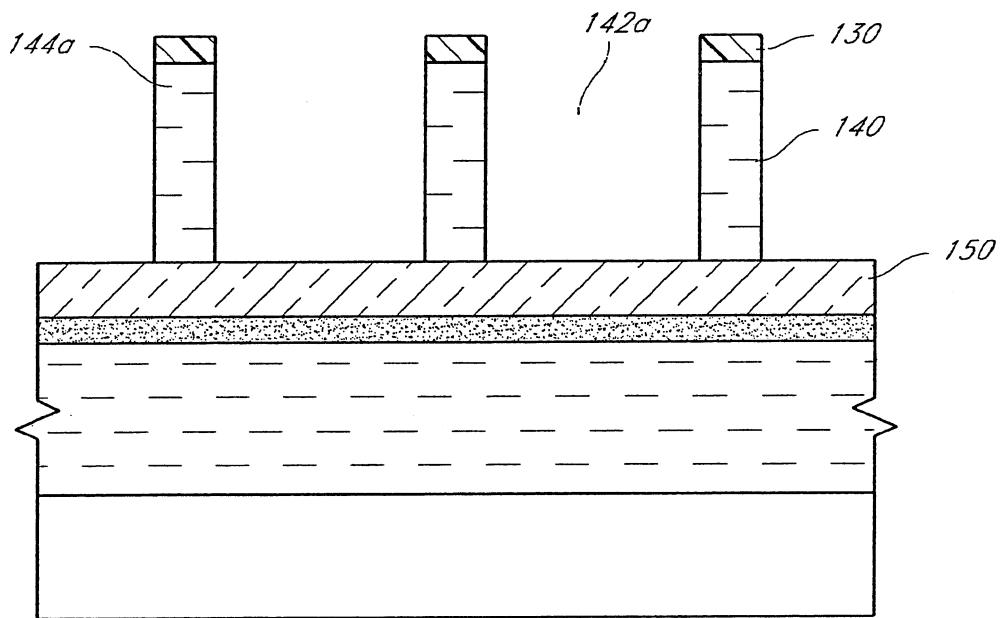


圖6

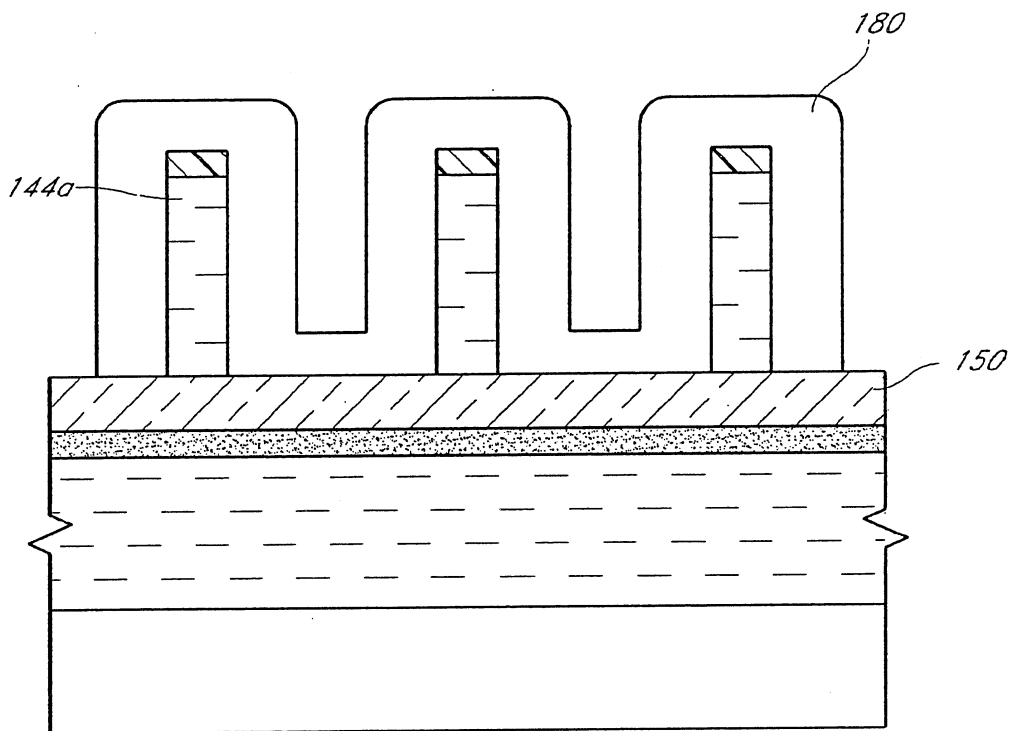


圖 7



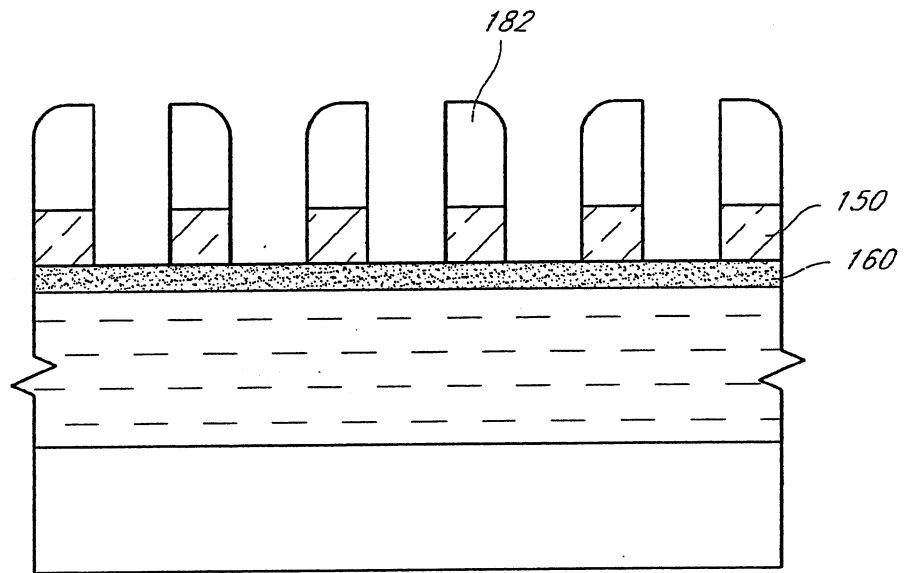


圖 8

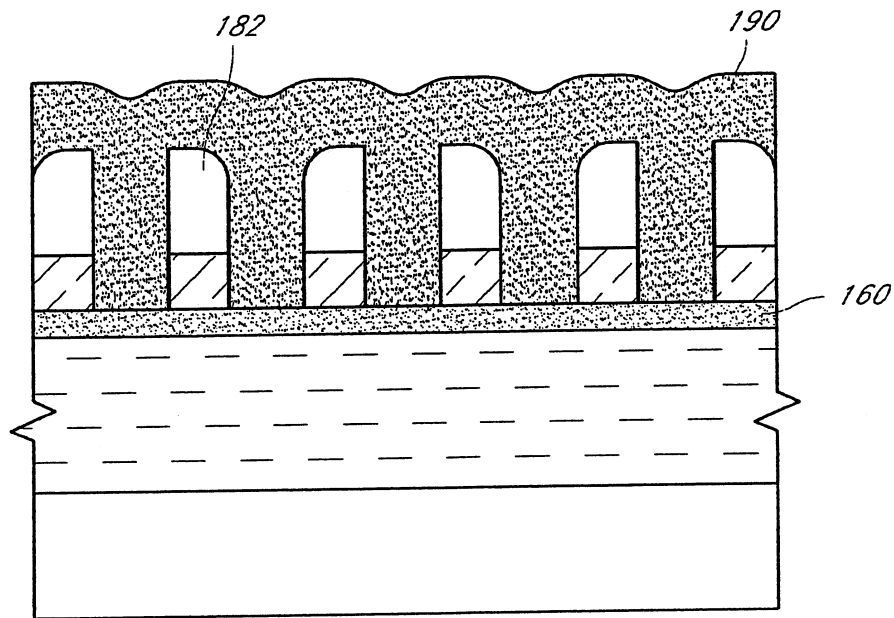


圖9

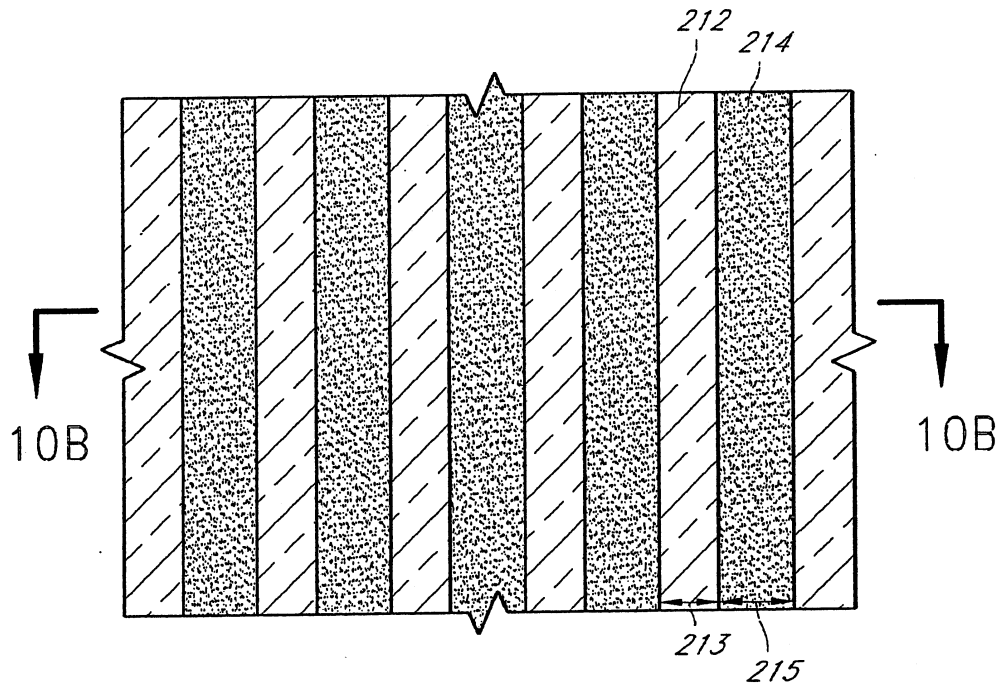


圖 10A

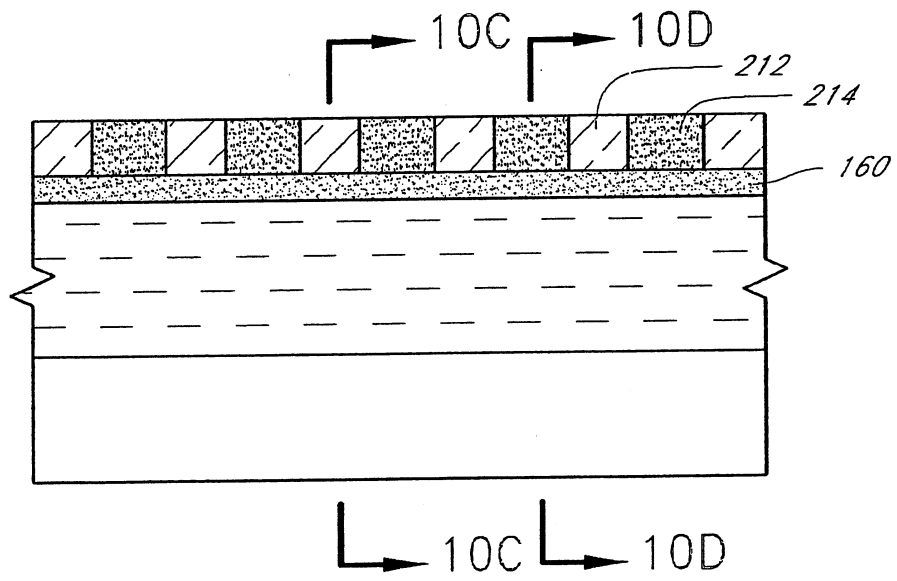


圖 10B

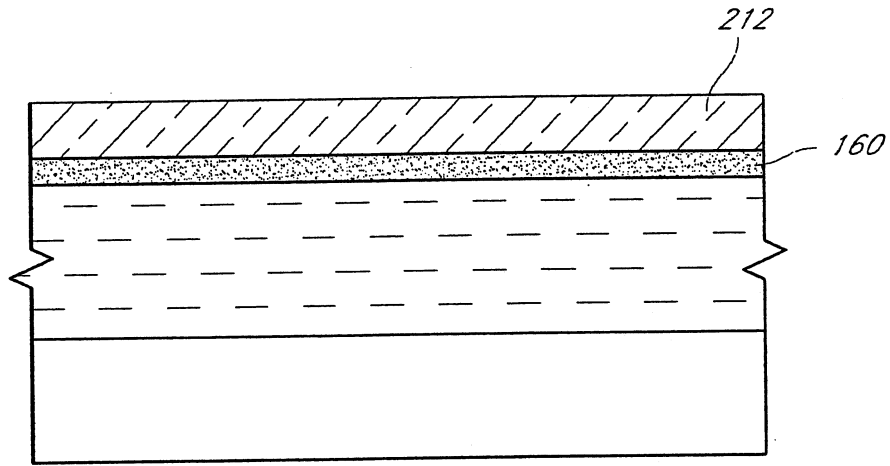


圖 10C

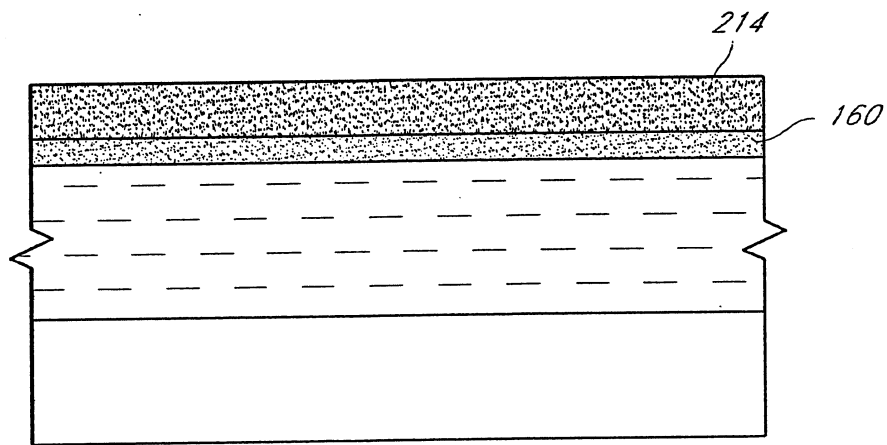


圖 10D

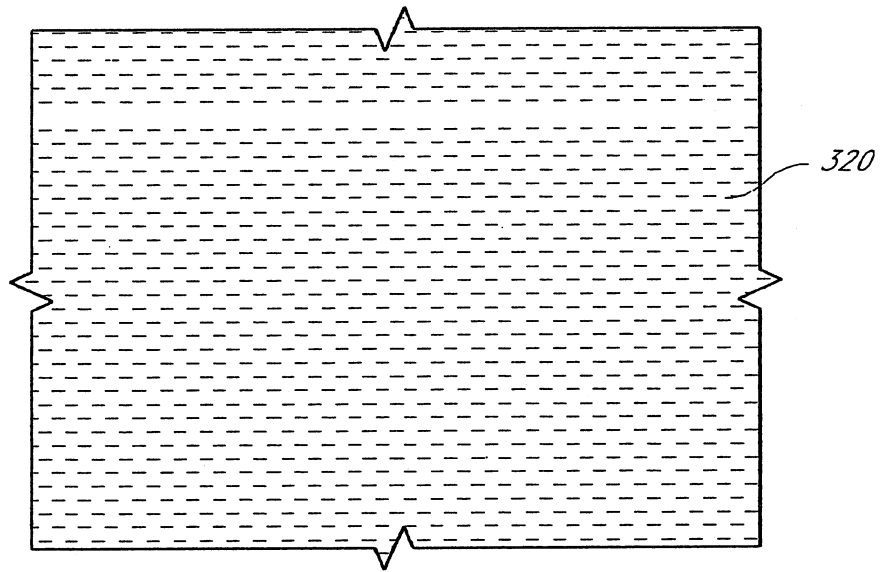


圖 11A

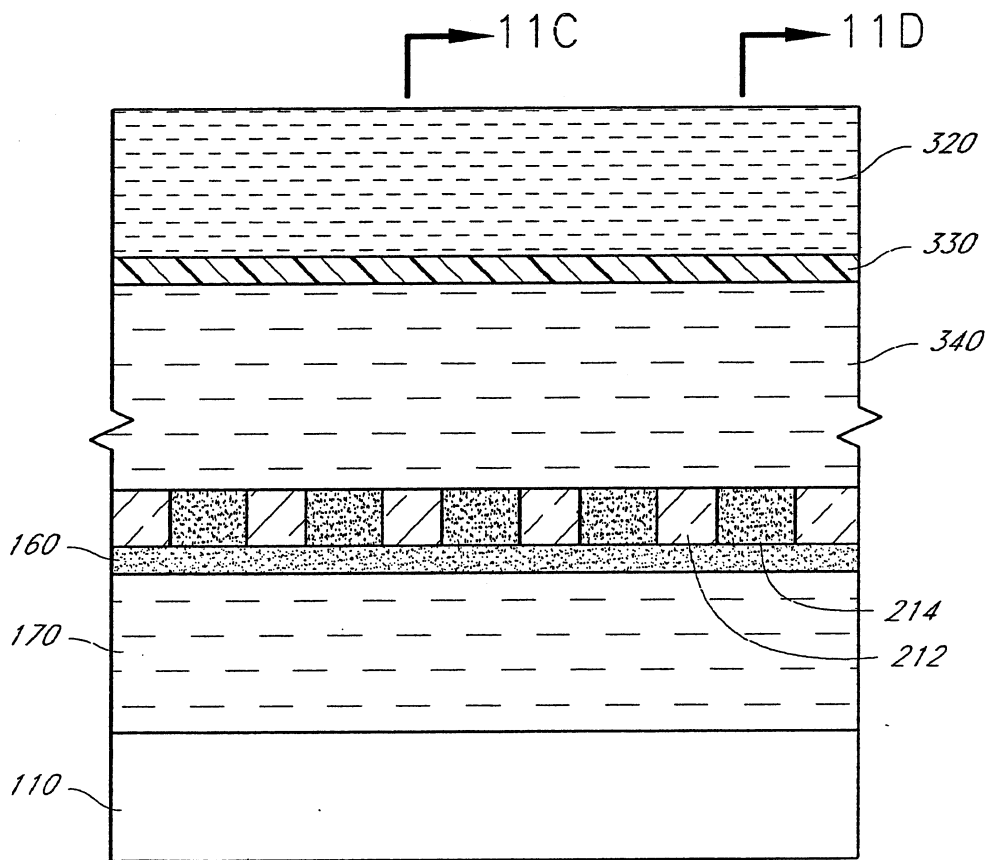


圖 11B

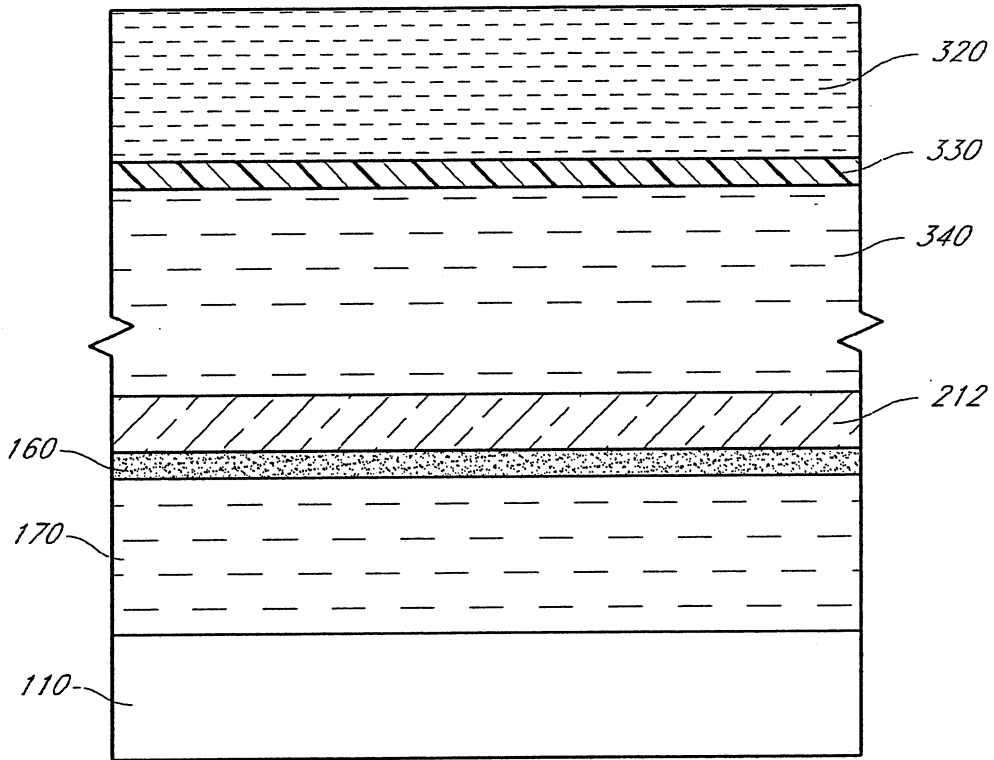


圖 11C

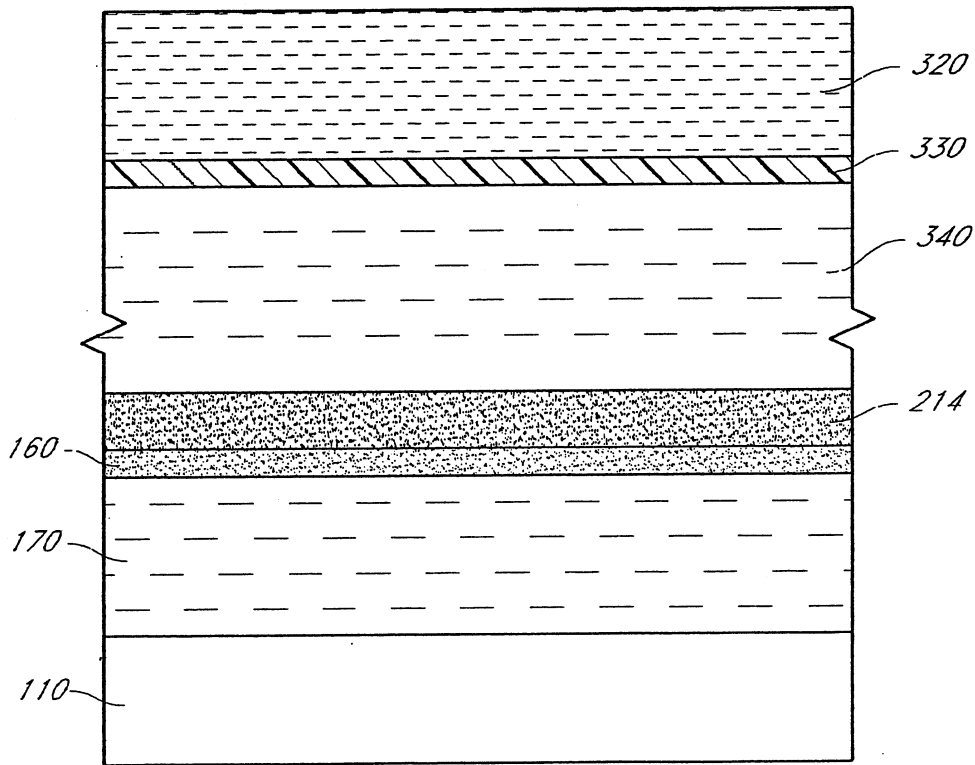


圖 11D

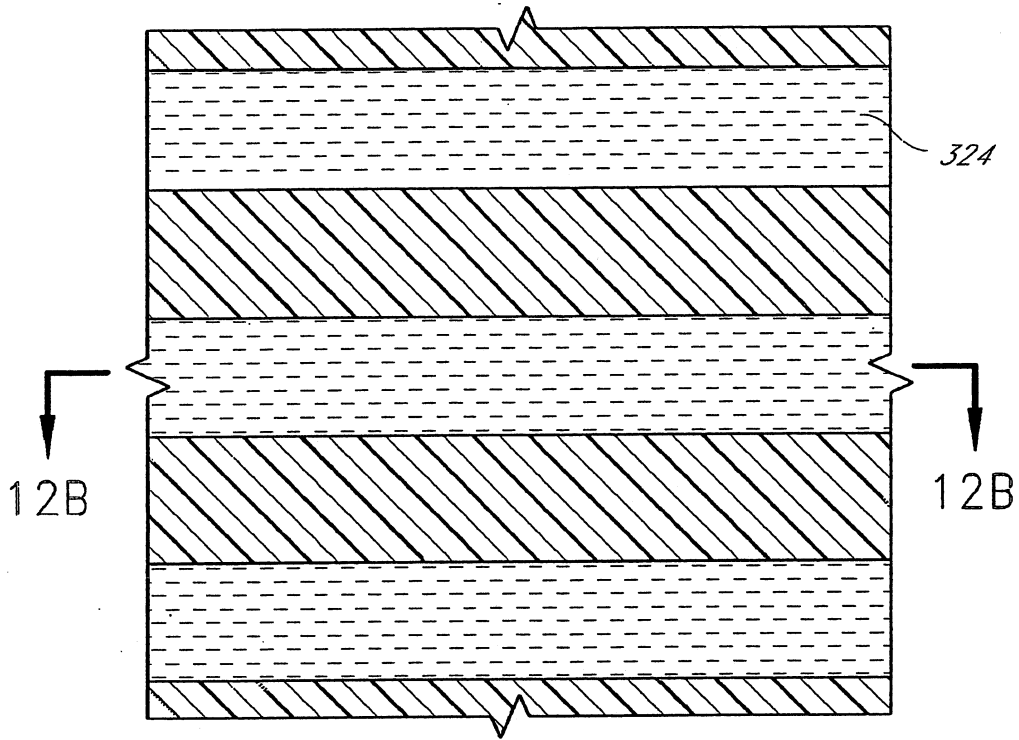


圖 12A

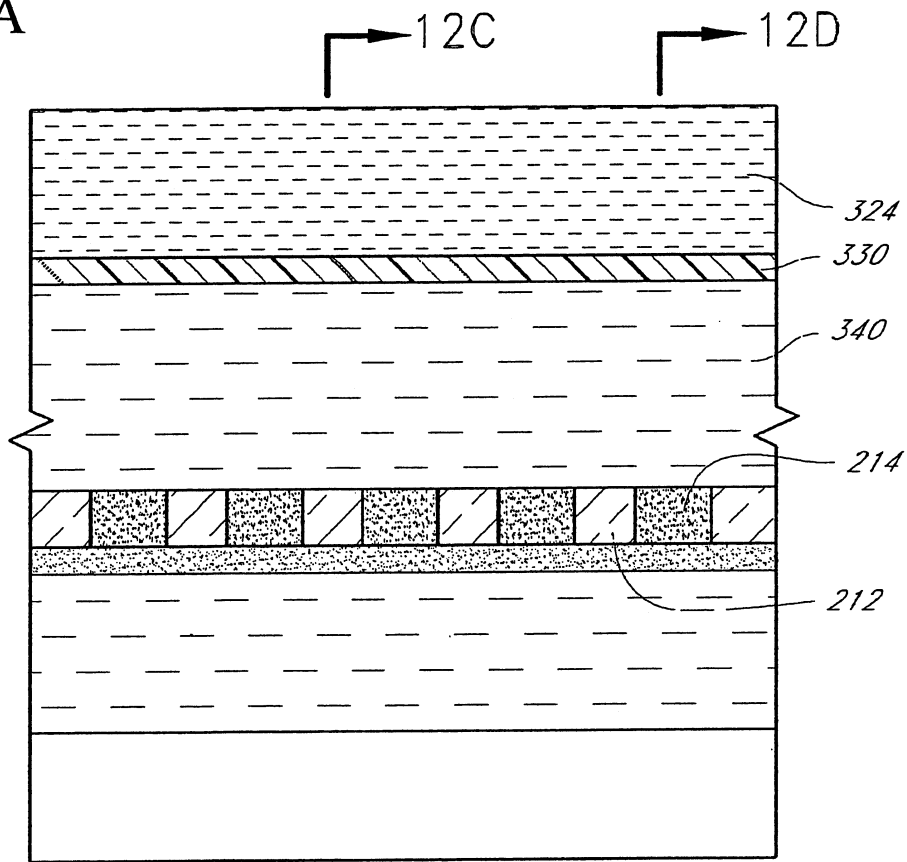


圖 12B

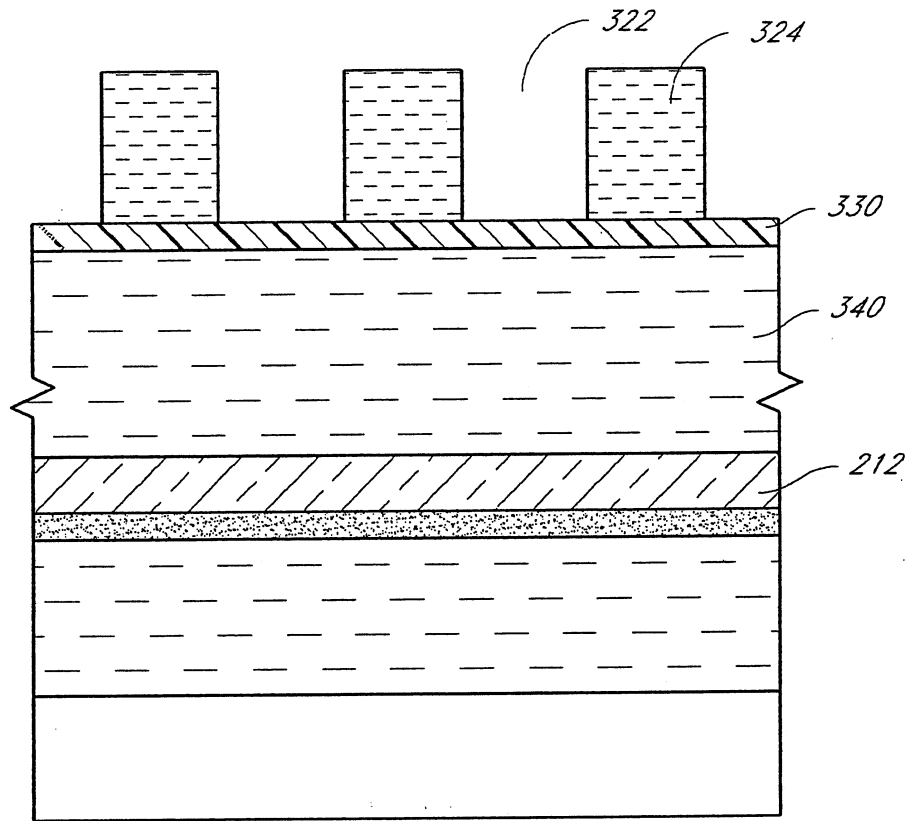


圖 12C

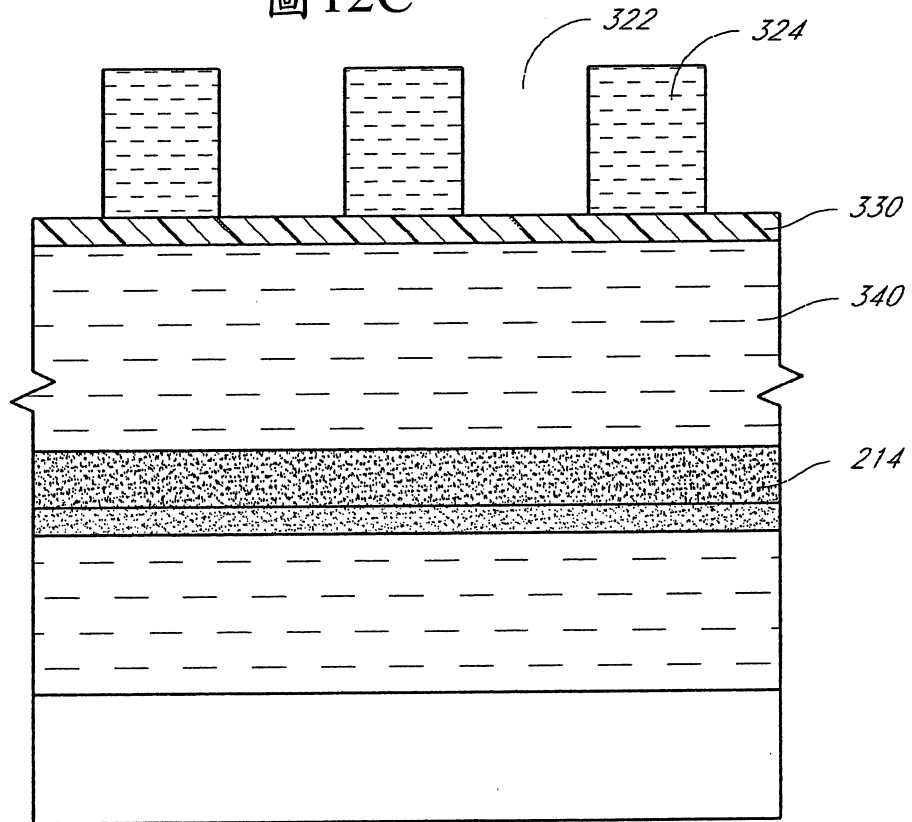


圖 12D



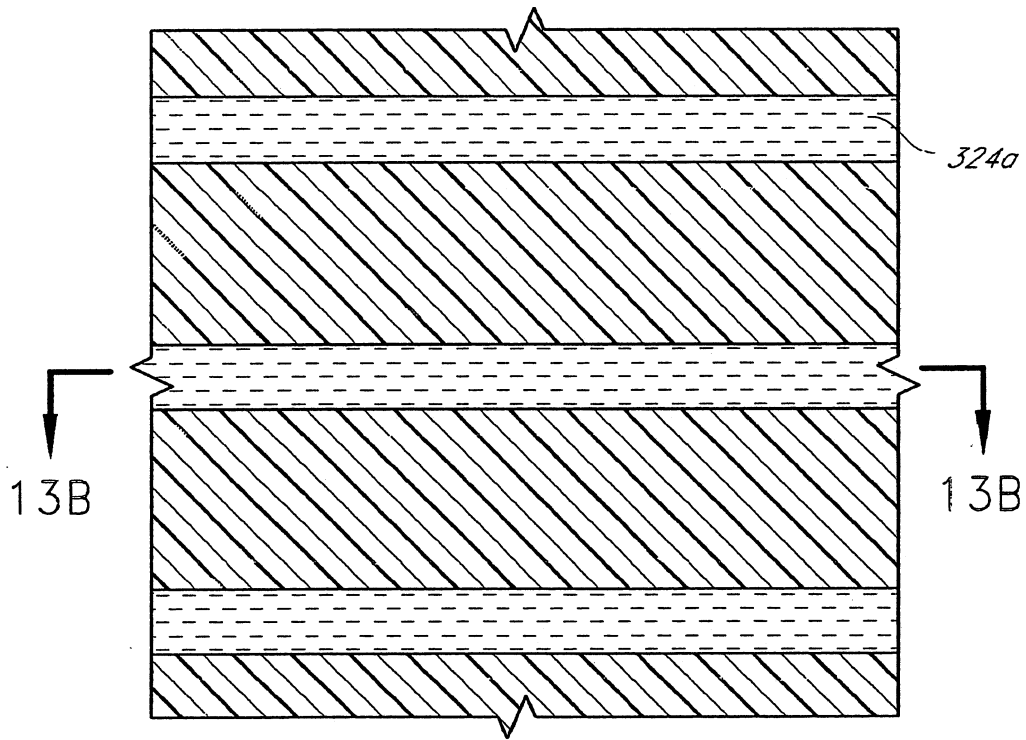


圖 13A

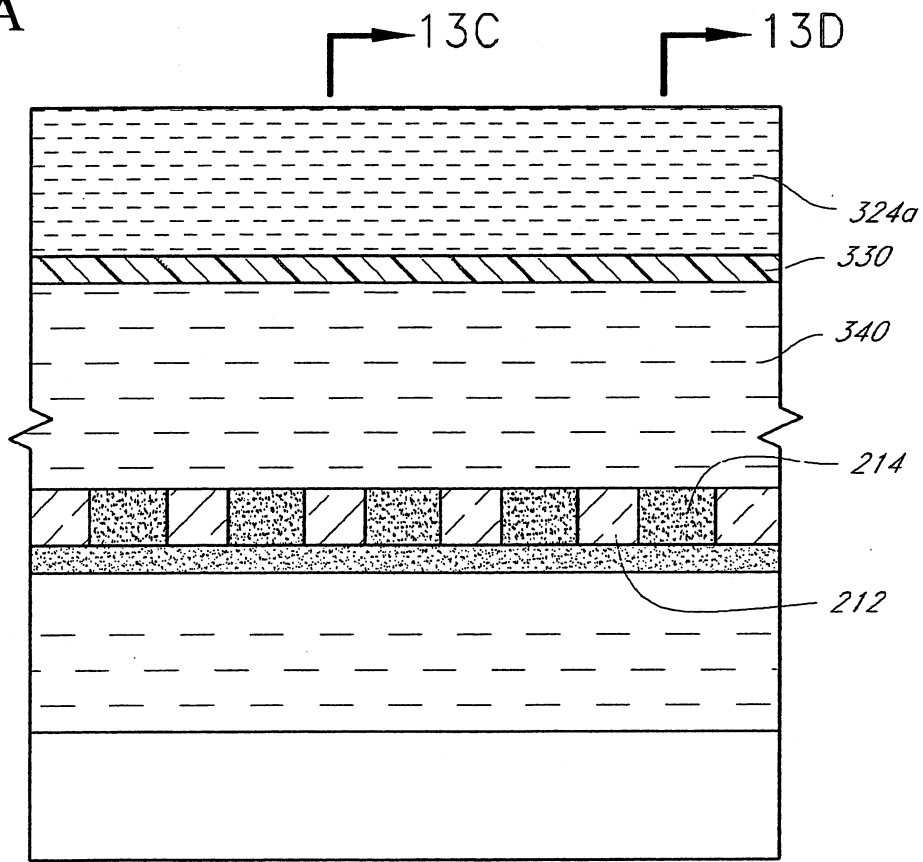


圖 13B

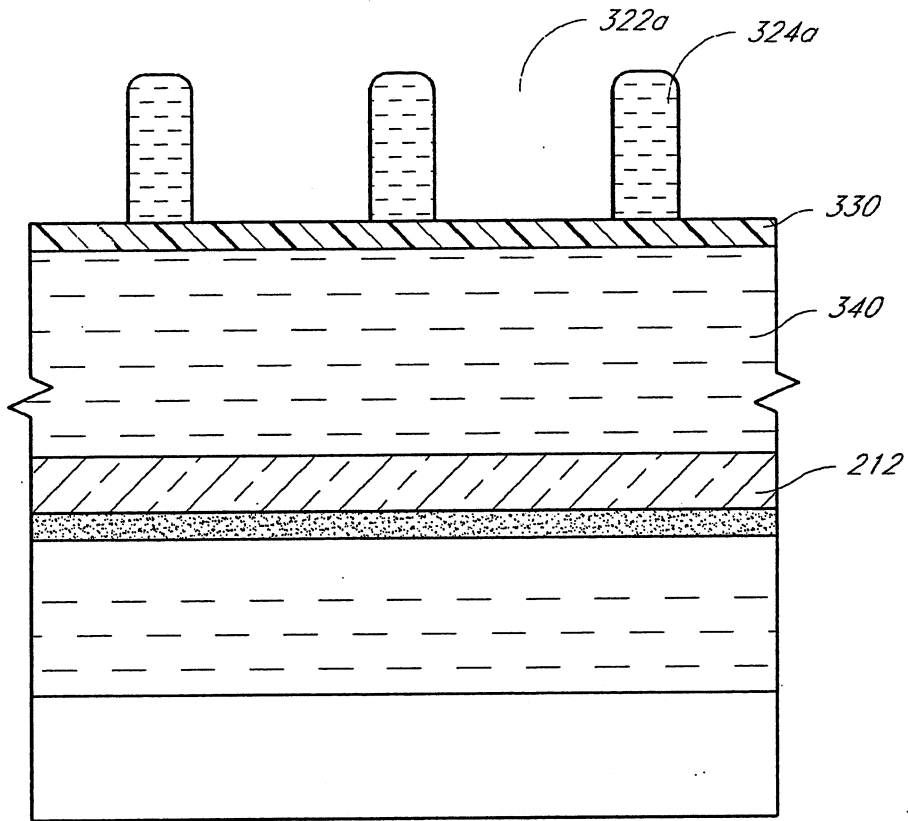


圖 13C

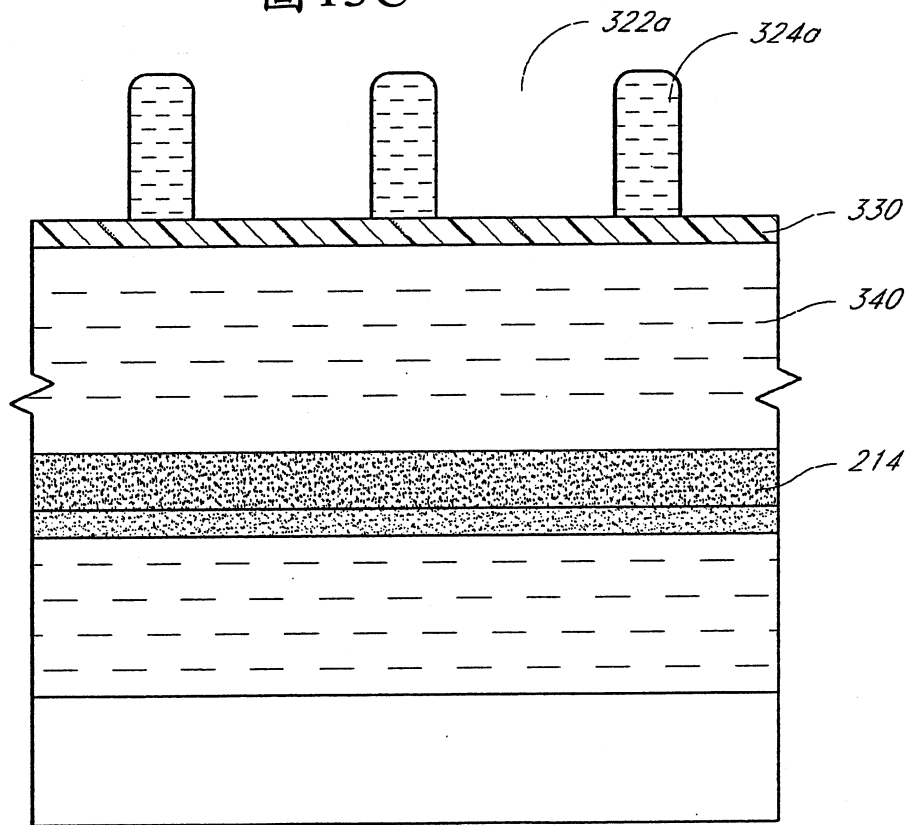


圖 13D

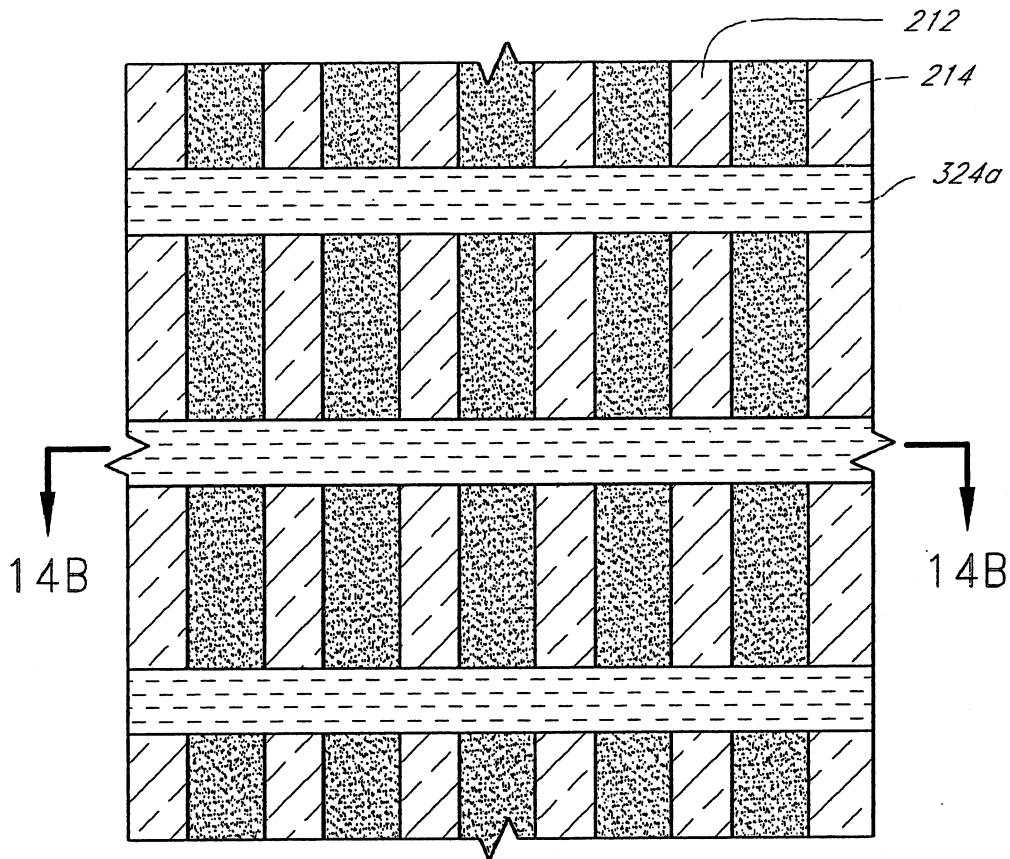


圖 14A

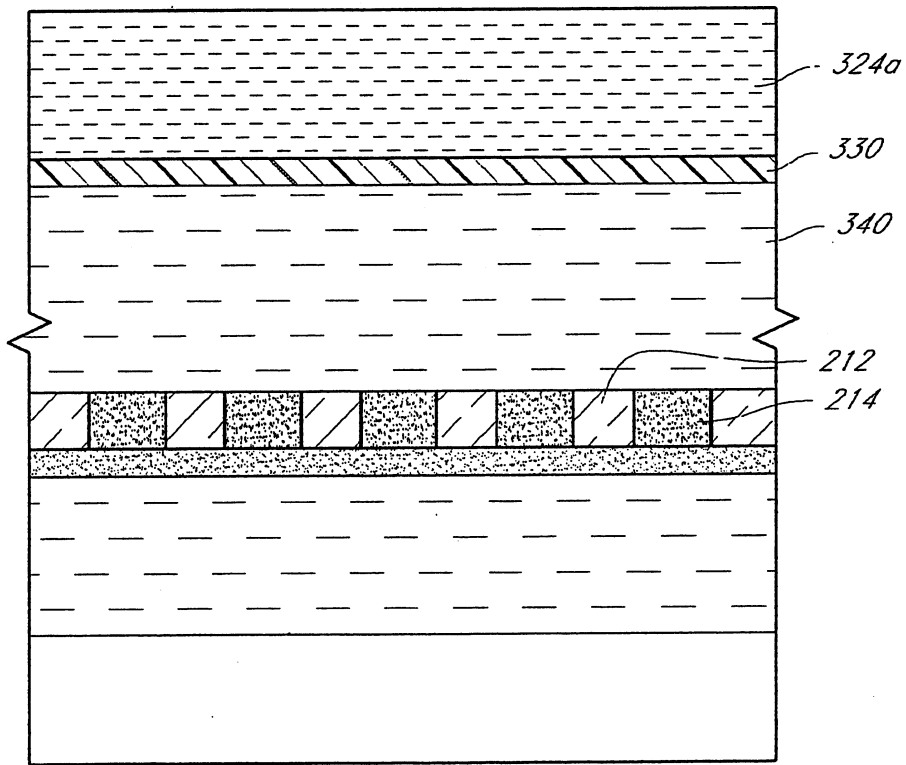
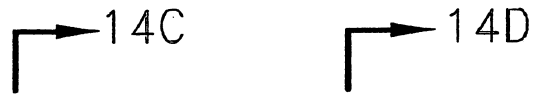


圖 14B



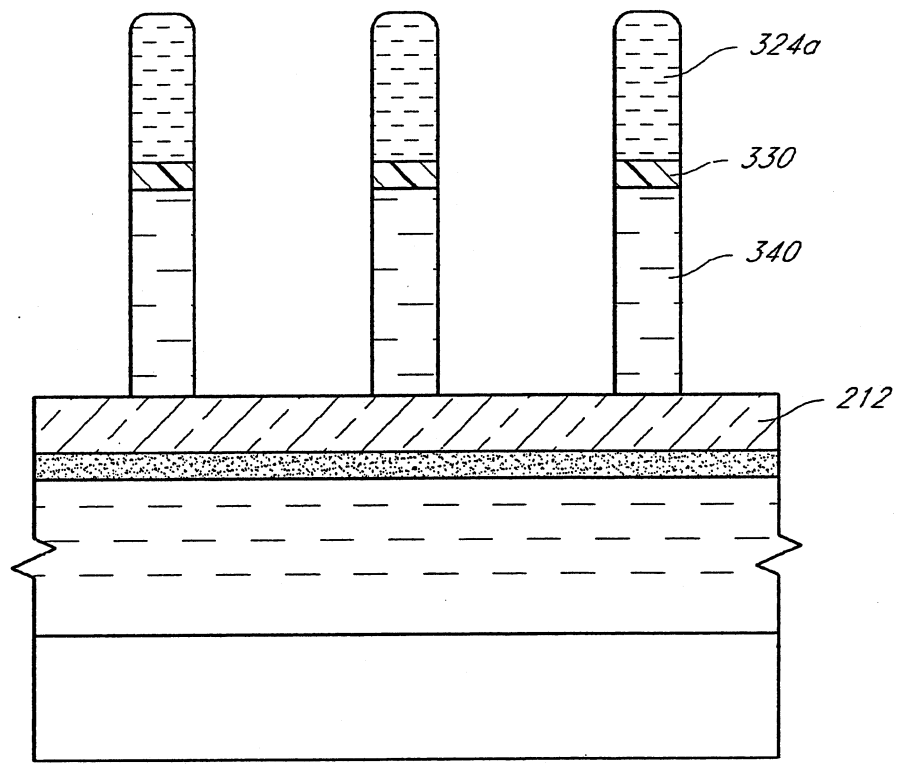


圖 14C

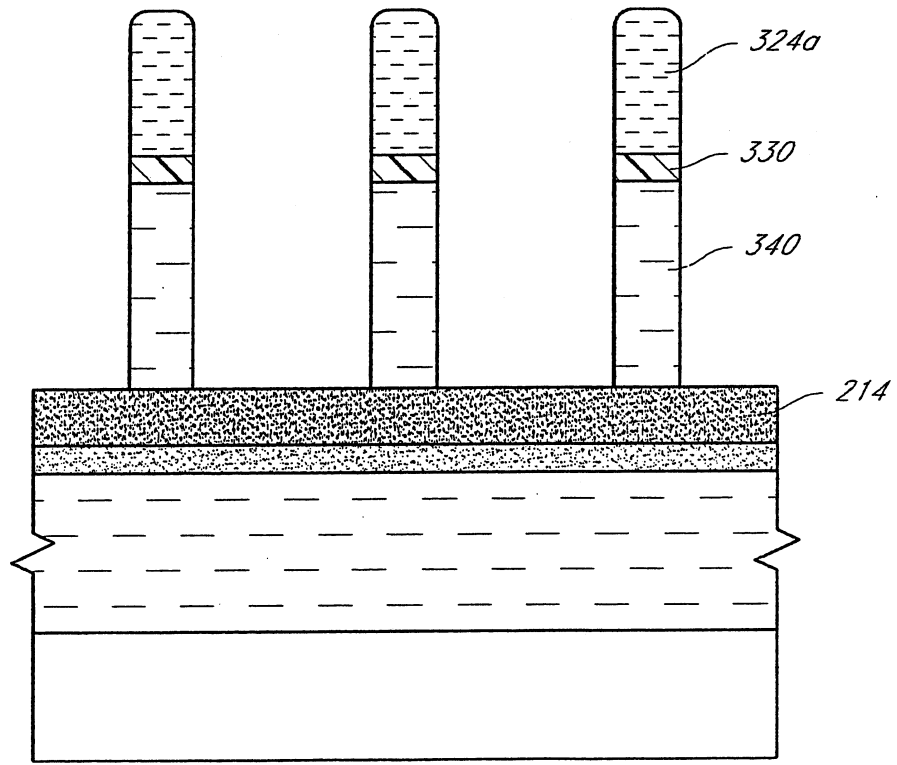


圖 14D

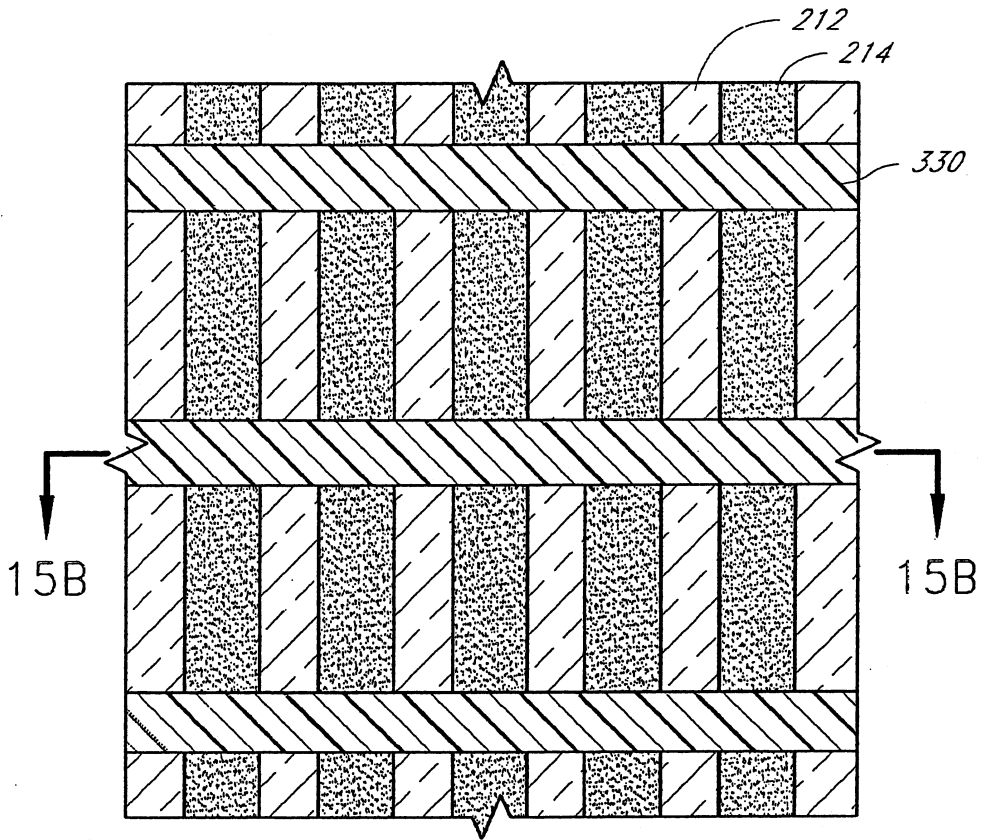


圖 15A

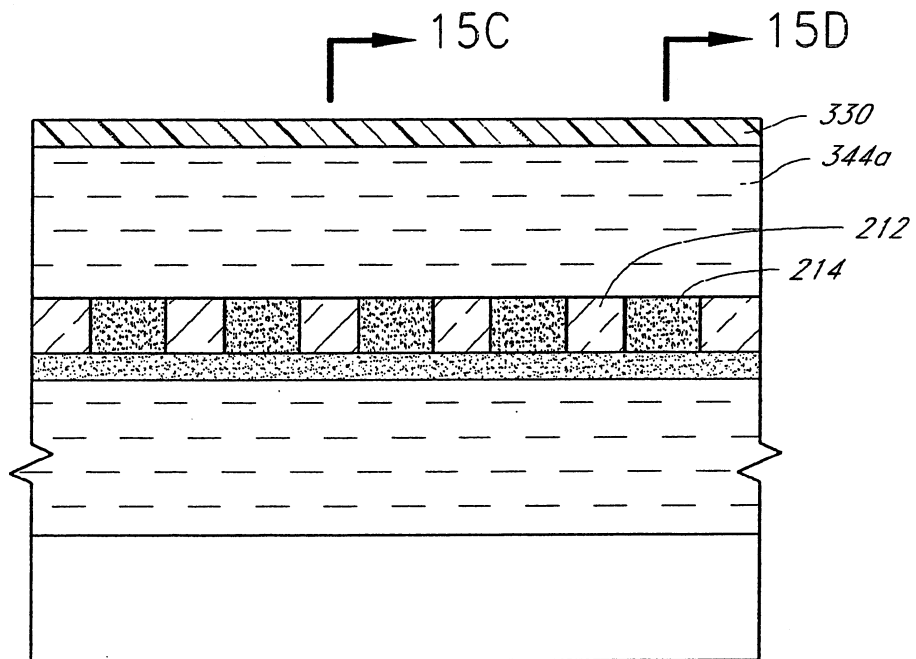


圖 15B

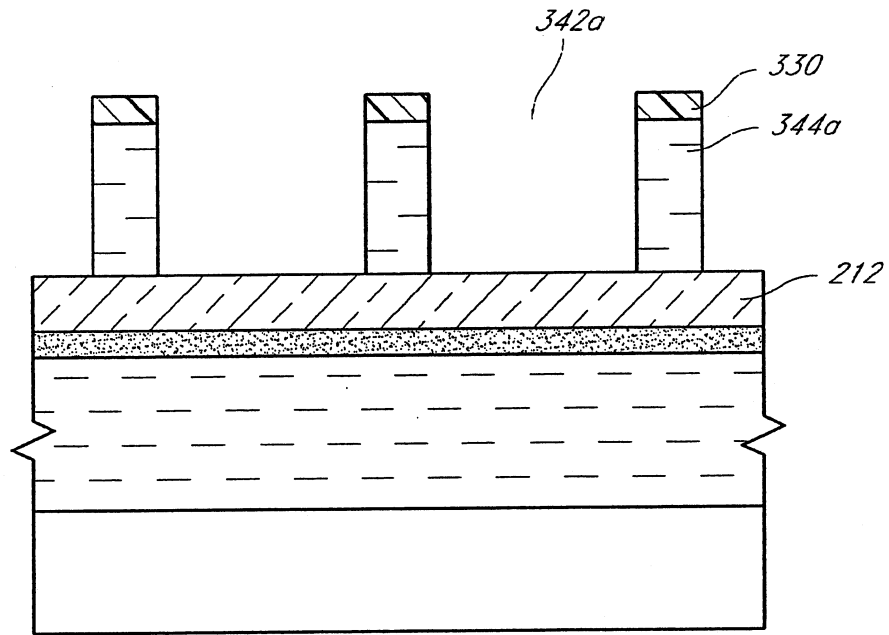


圖 15C

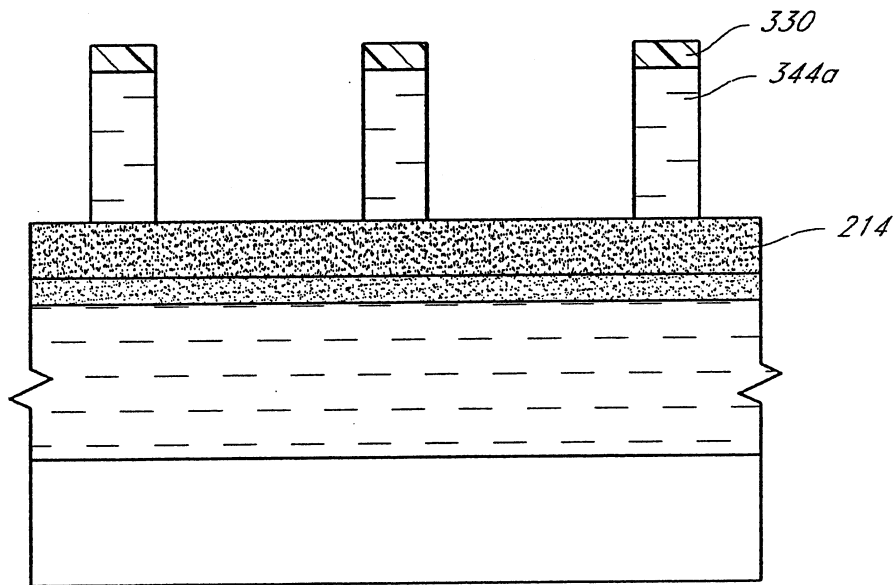


圖 15D

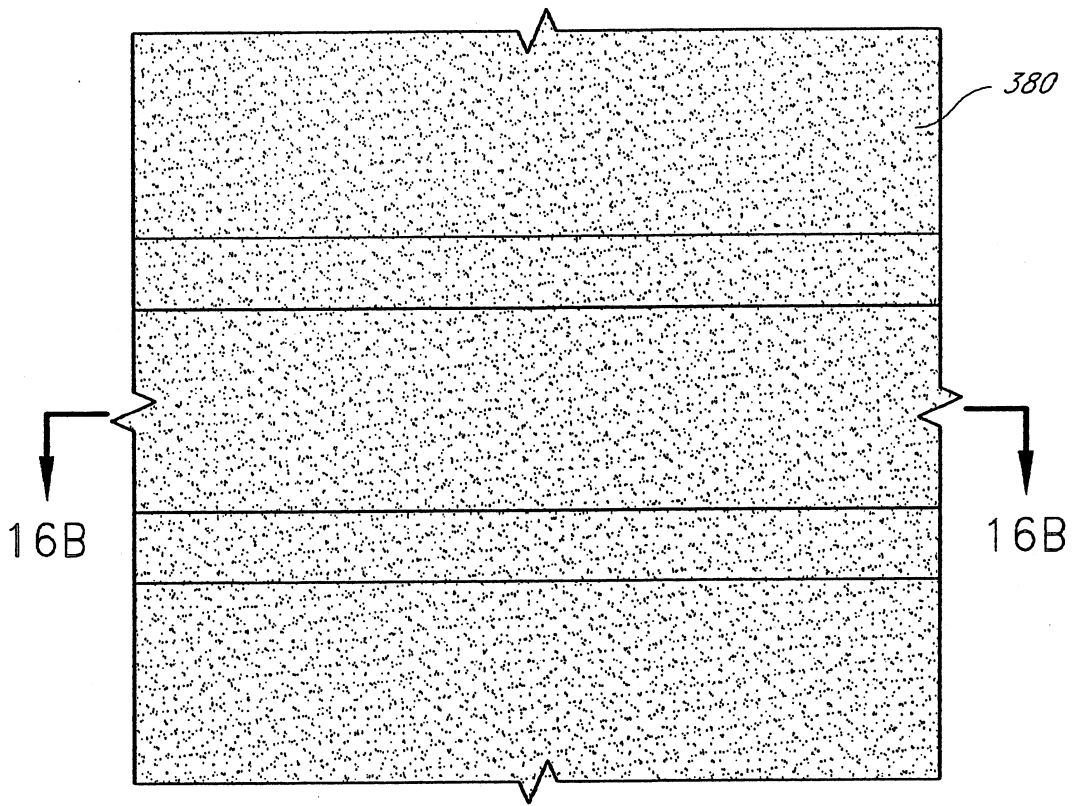


圖 16A

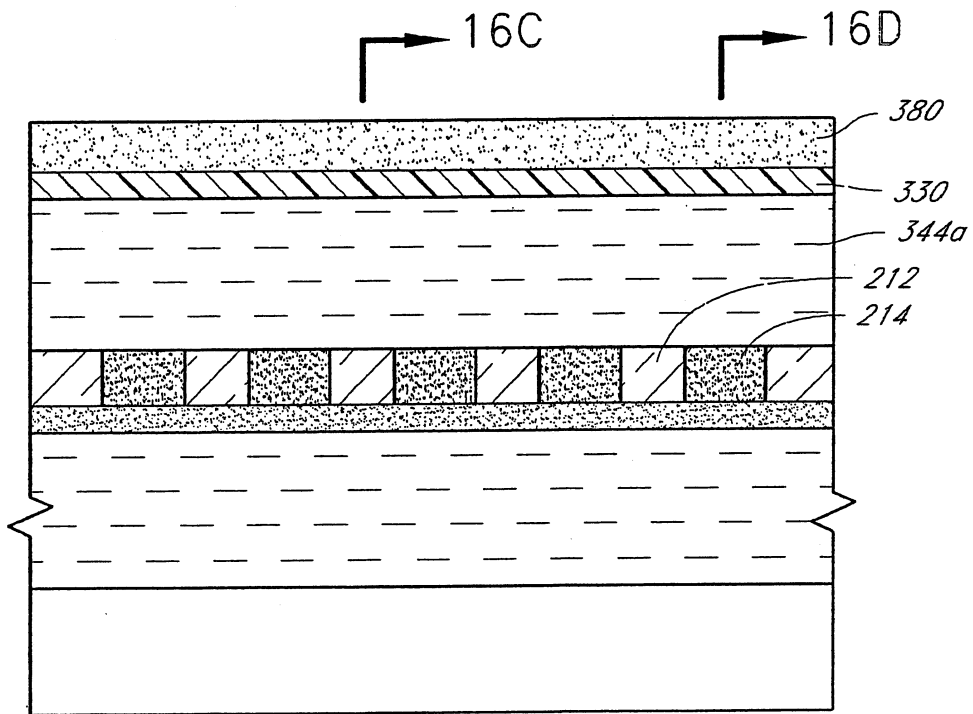


圖 16B

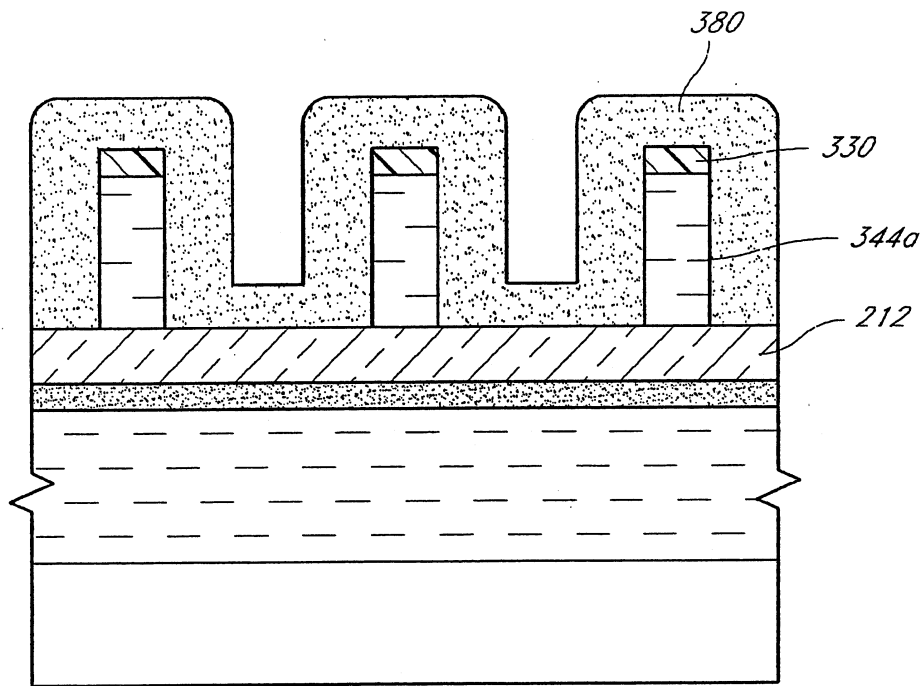


圖 16C

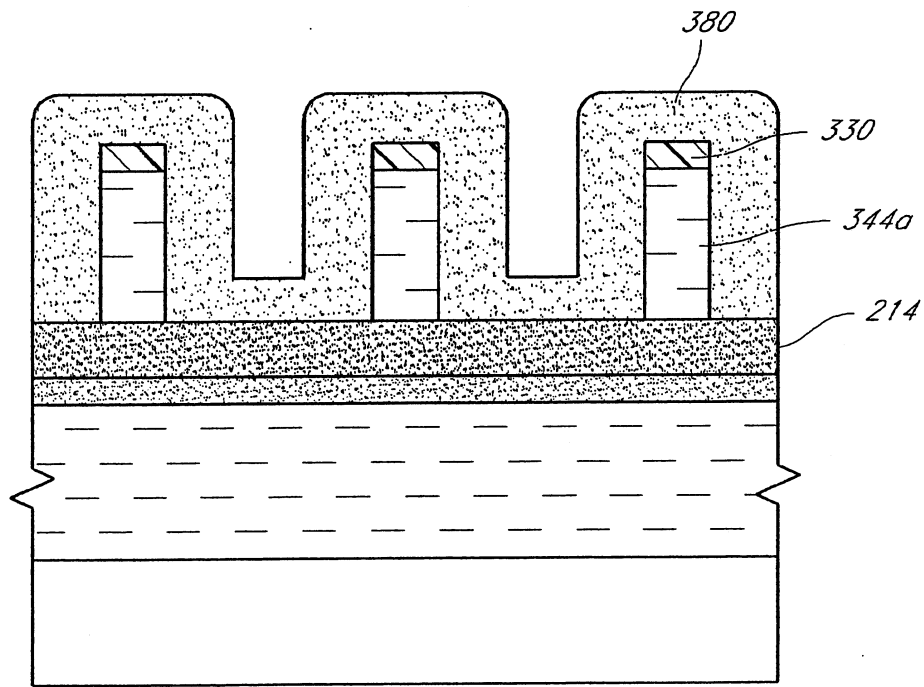


圖 16D



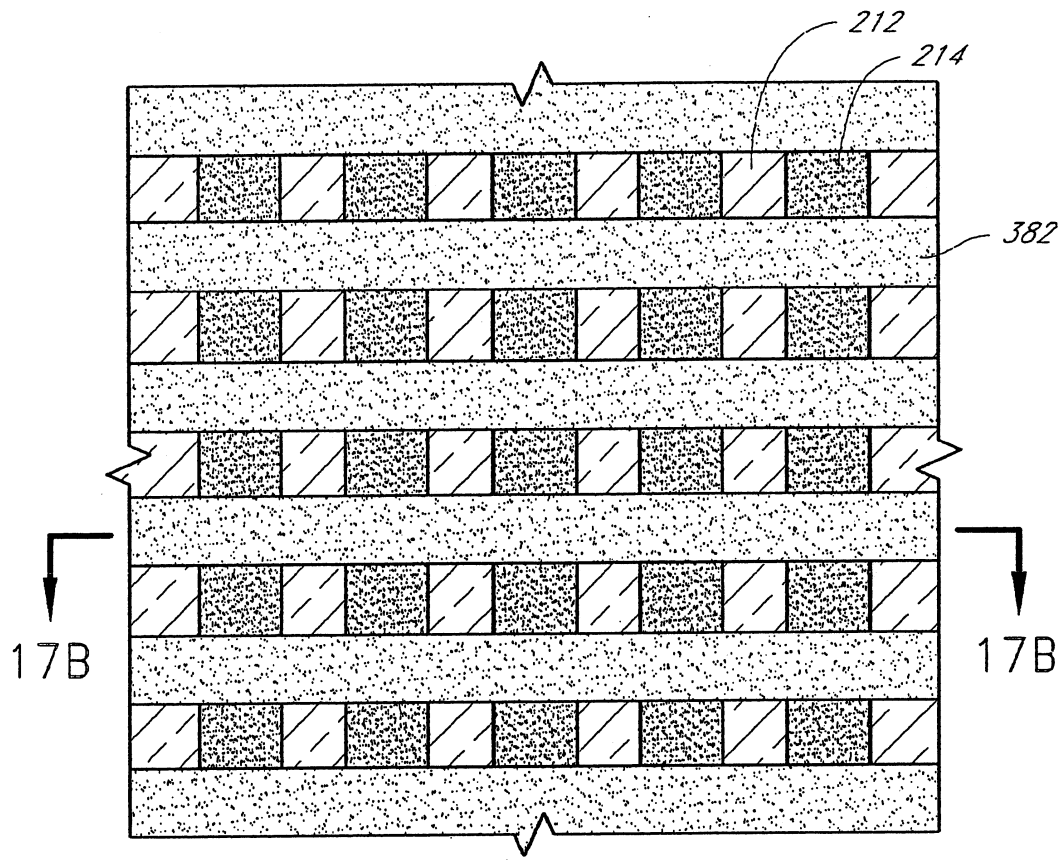


圖 17A

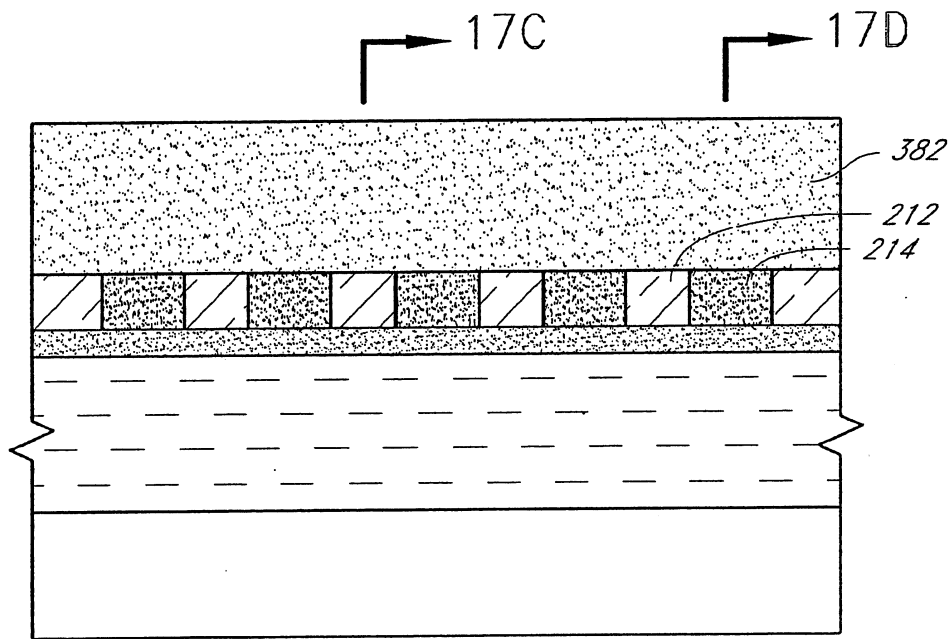


圖 17B

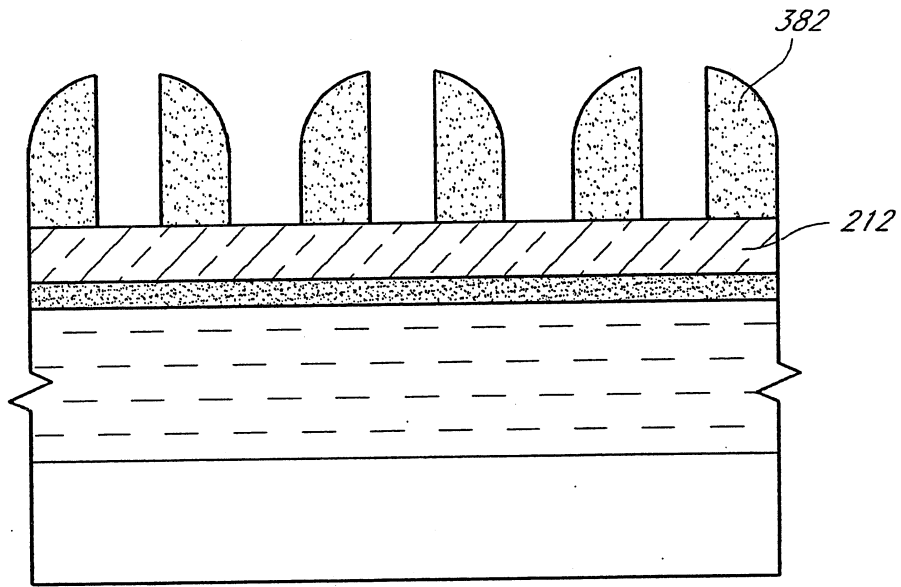


圖 17C

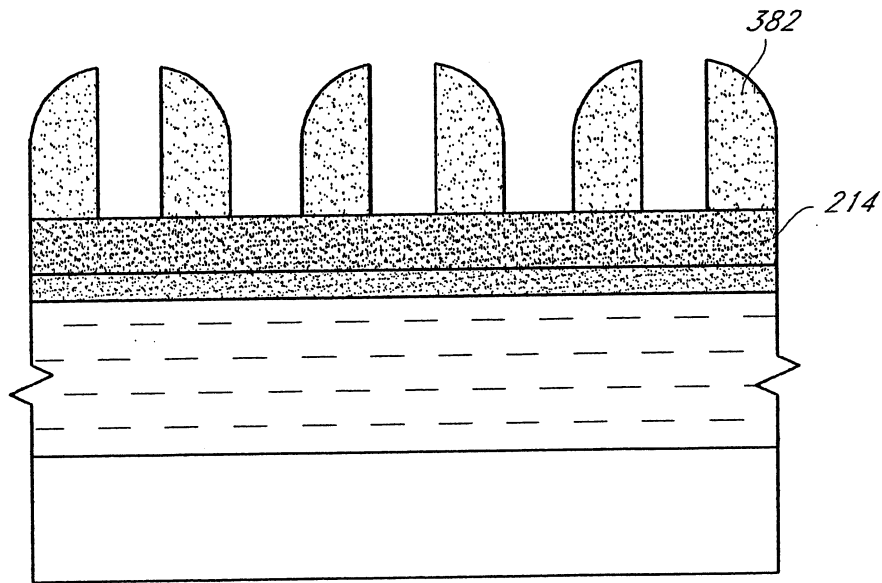


圖 17D

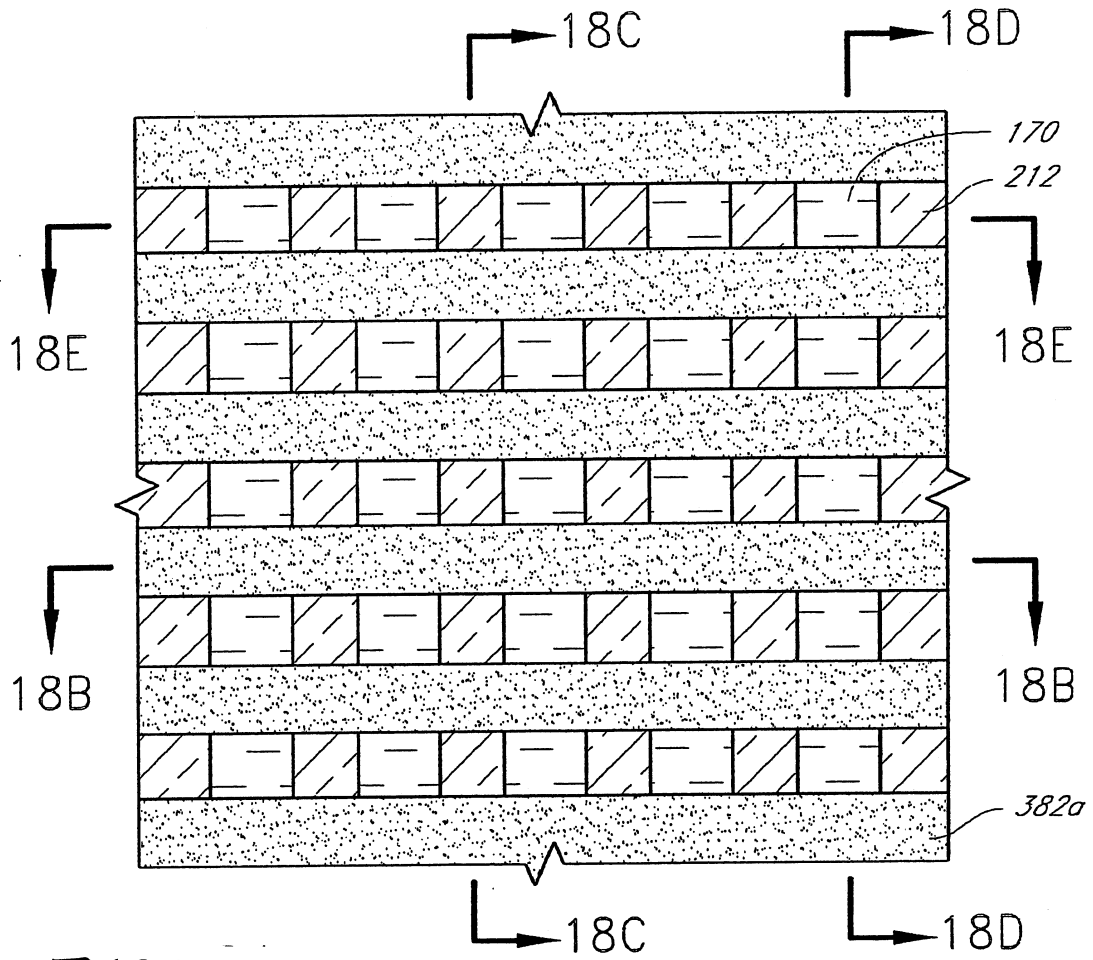


圖 18A

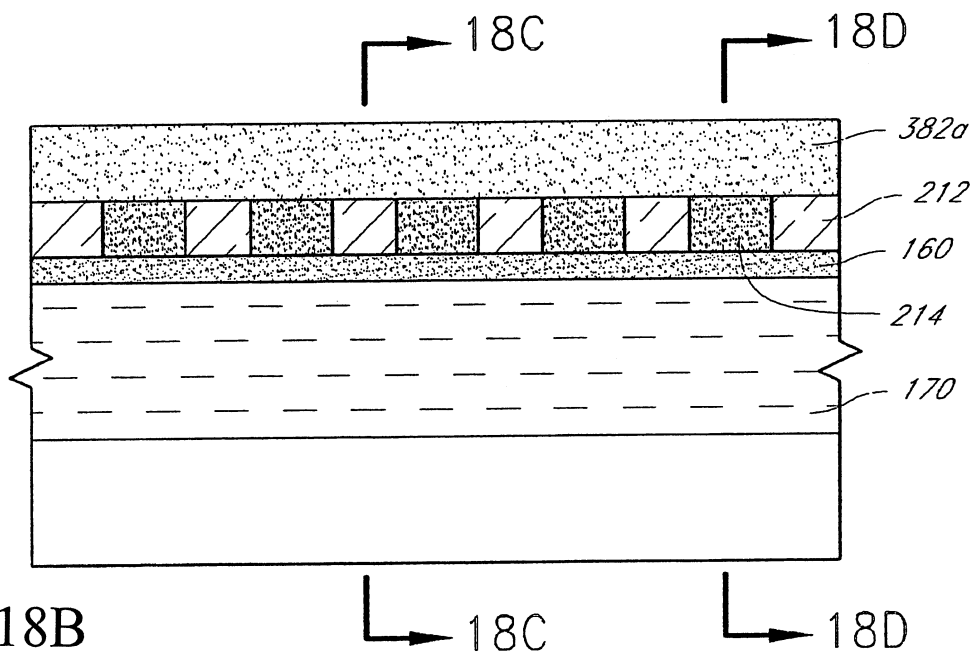


圖 18B

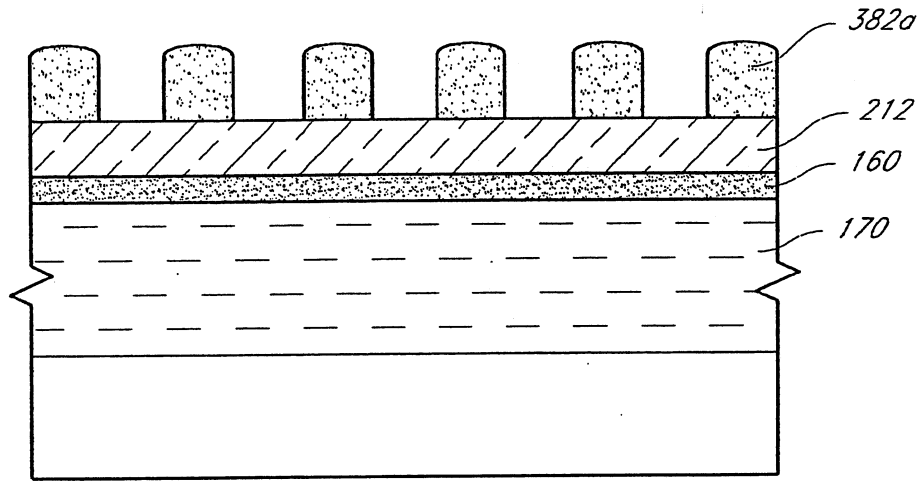


圖 18C

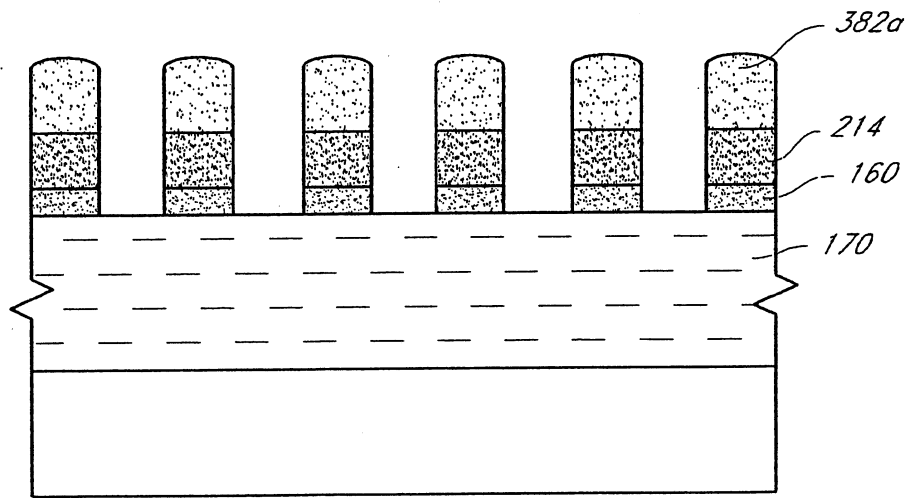


圖 18D

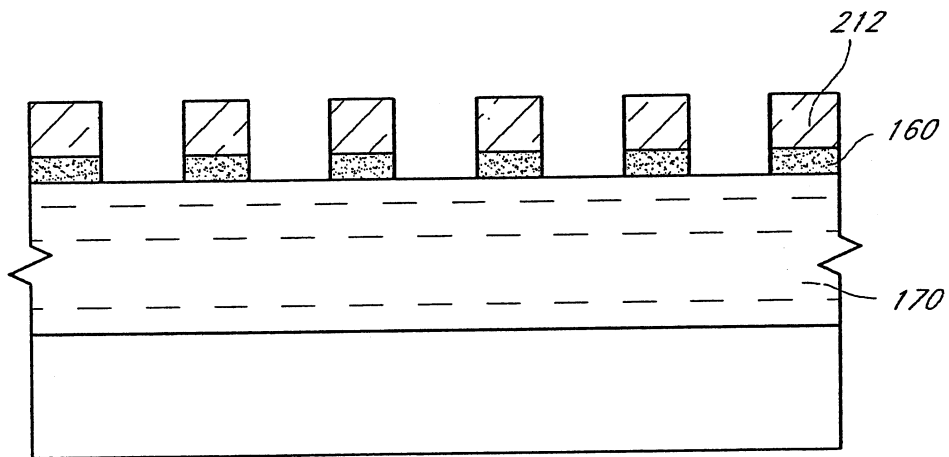


圖 18E

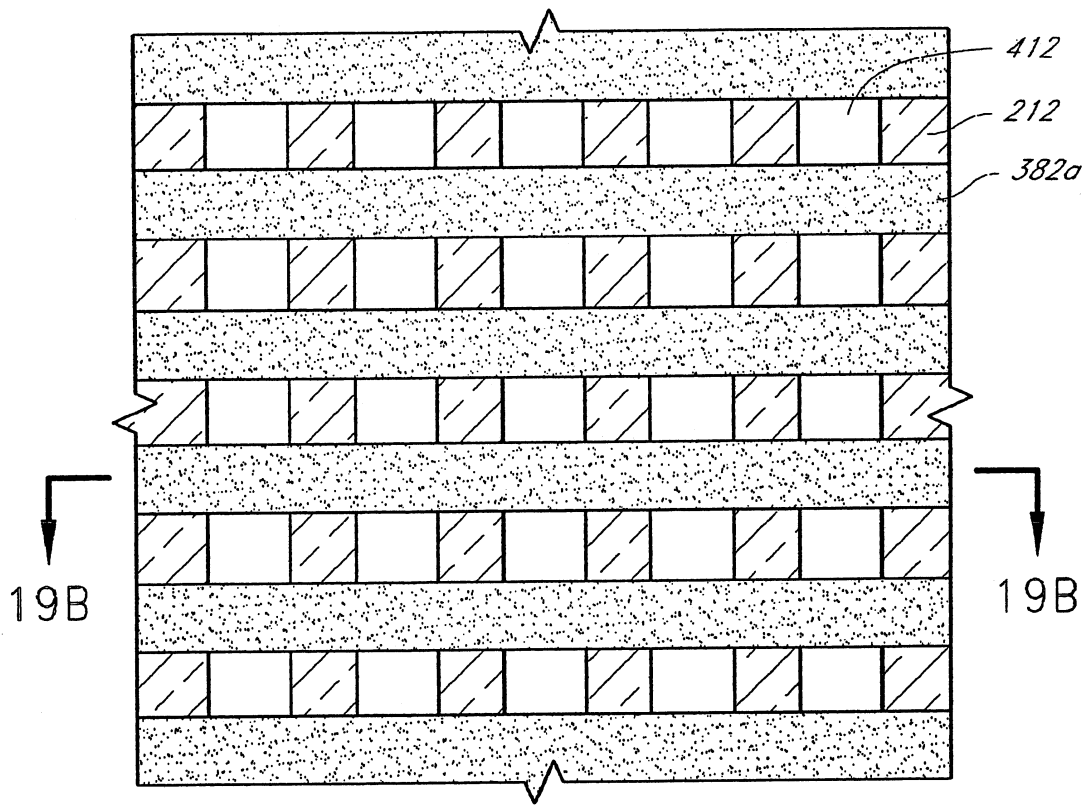


圖 19A

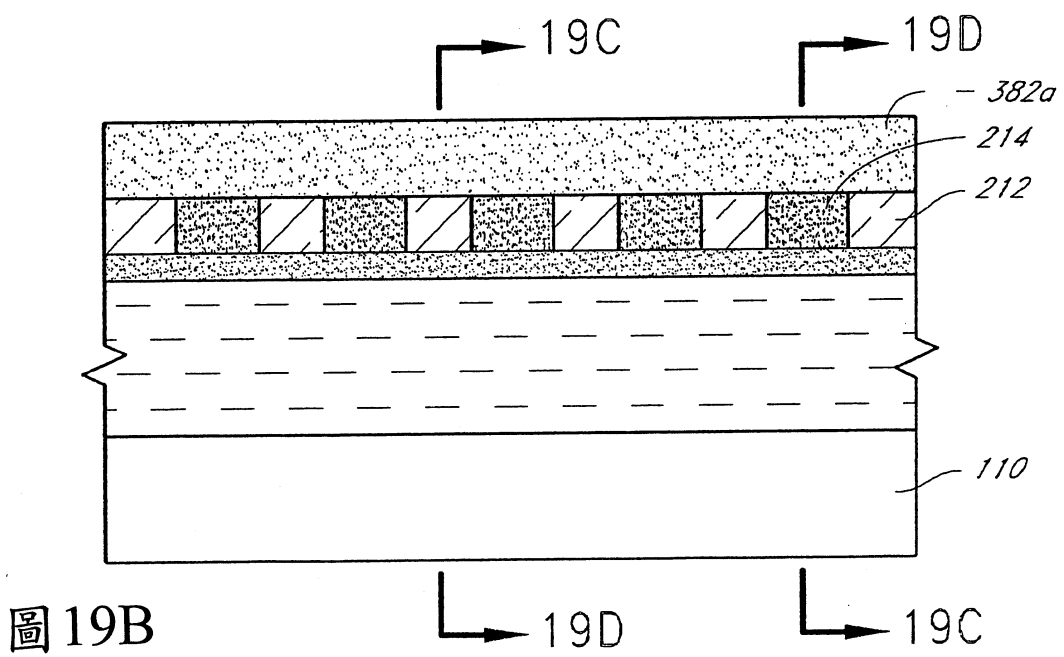


圖 19B

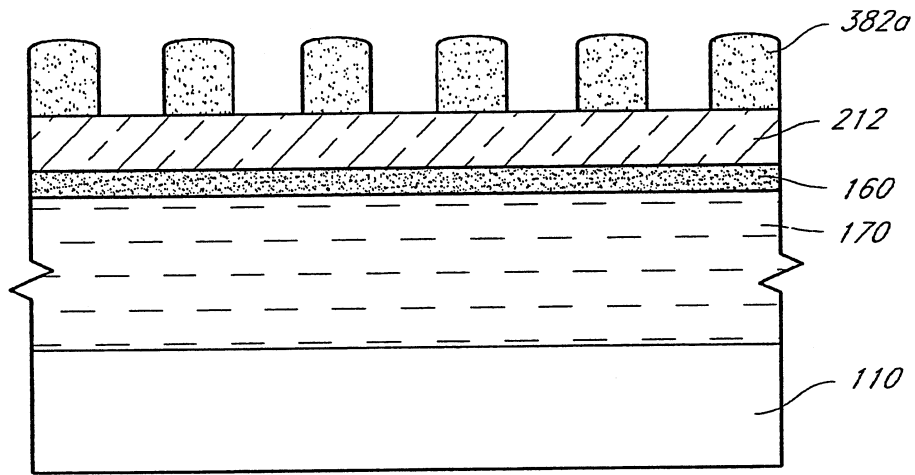


圖 19C

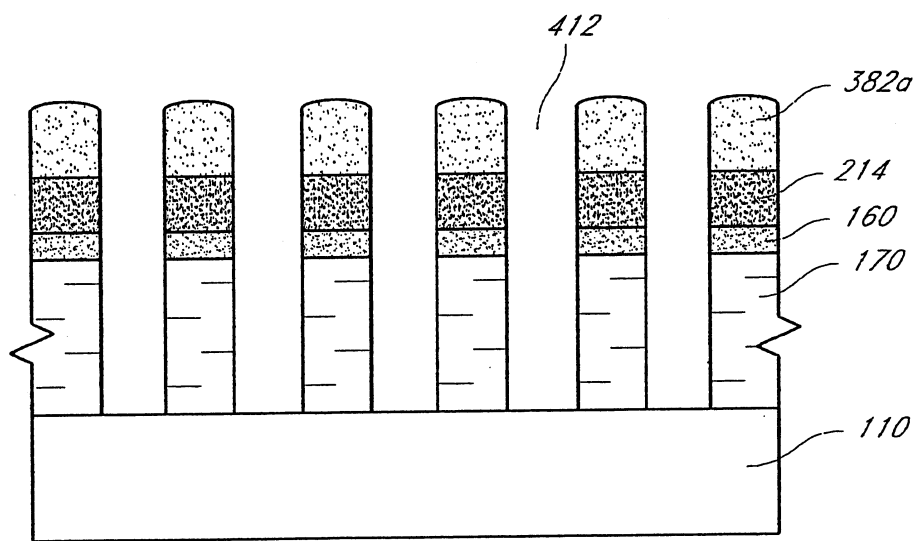


圖 19D

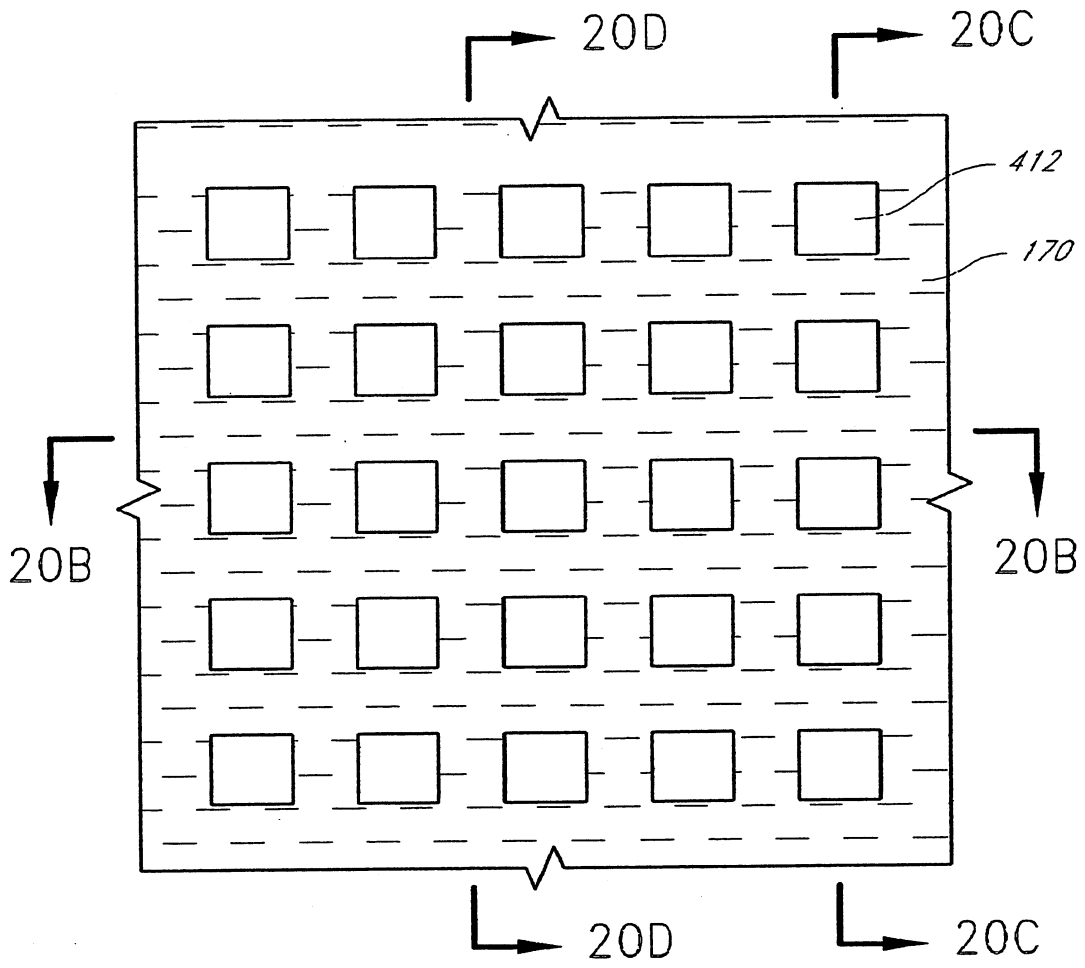


圖 20A

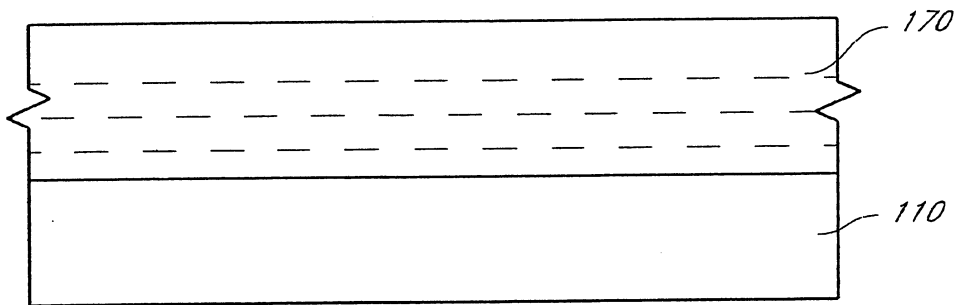


圖 20B



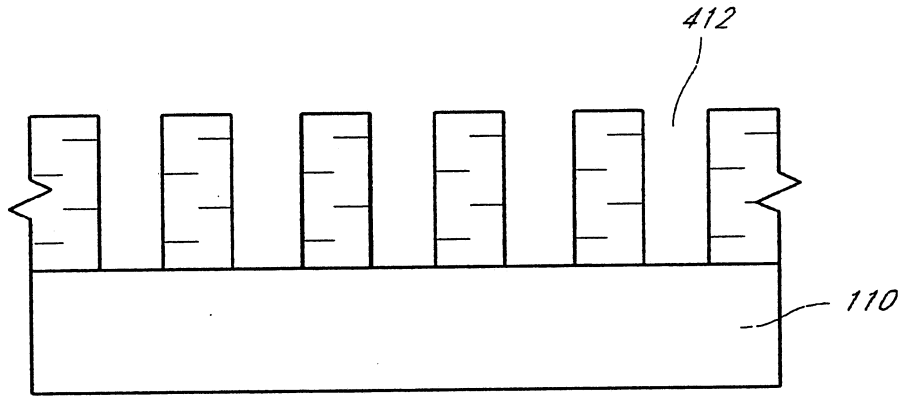


圖 20C

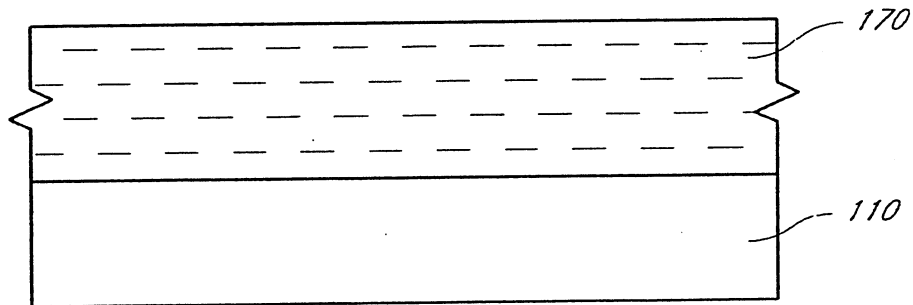


圖 20D

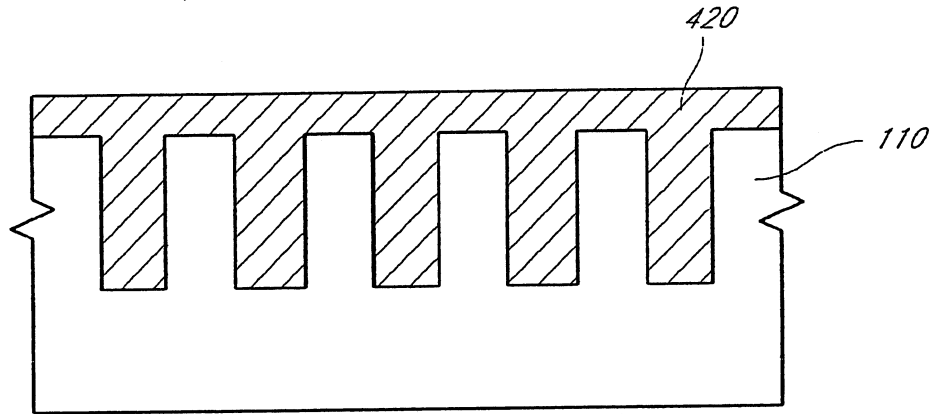


圖21A

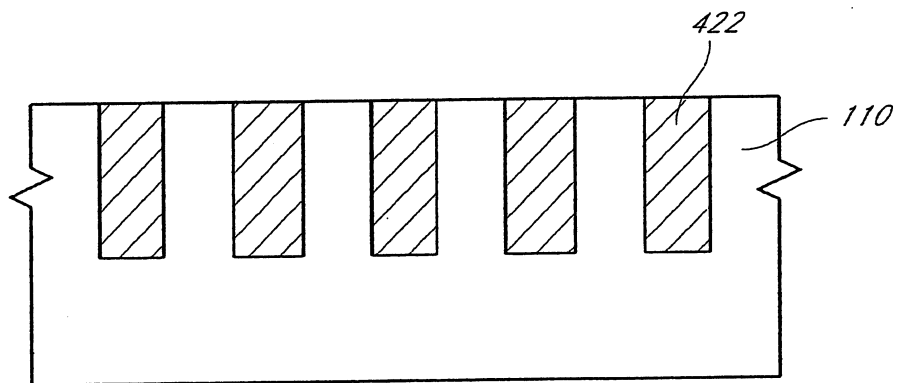


圖21B

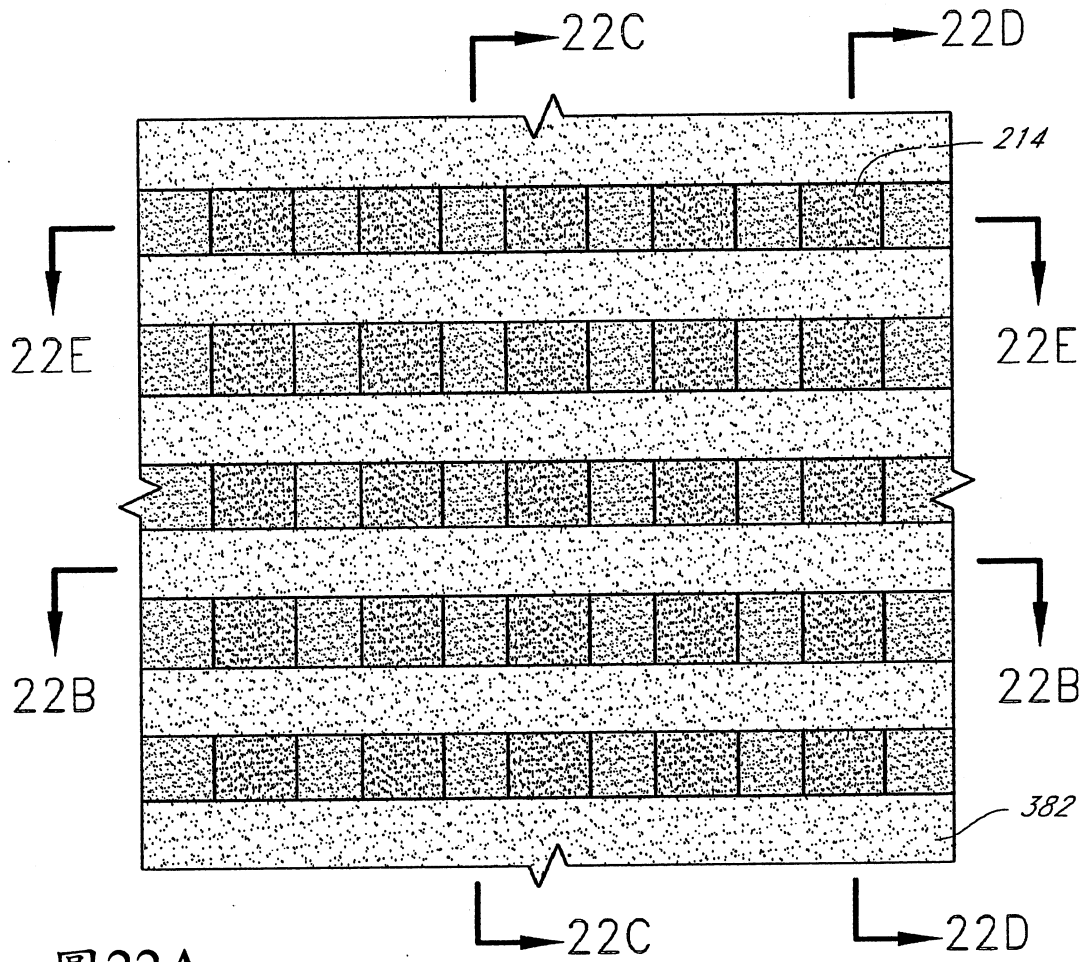


圖 22A

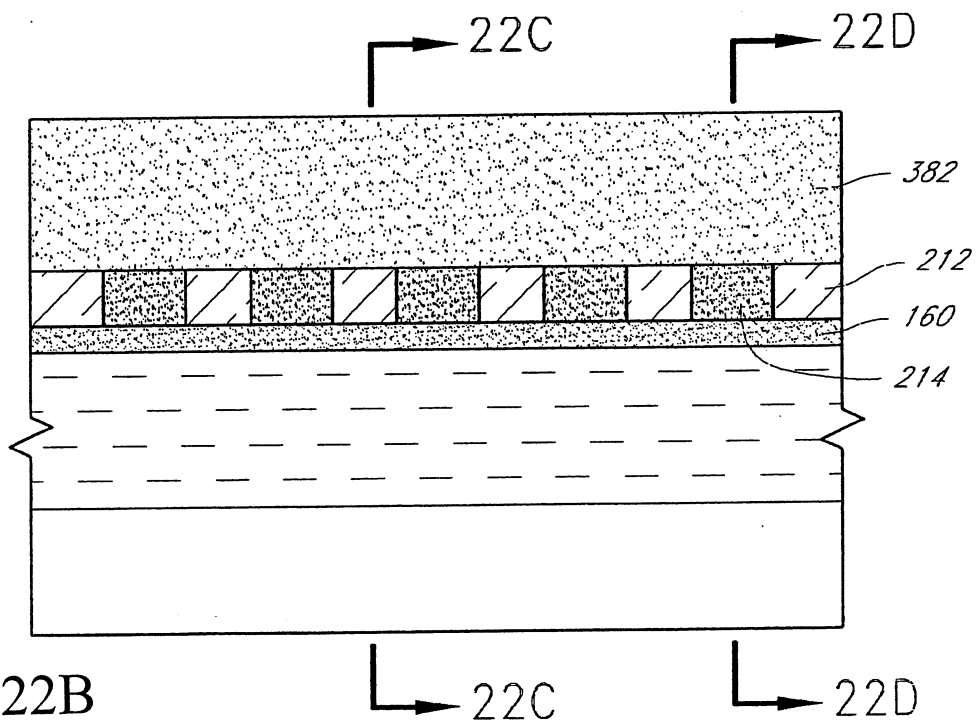


圖 22B

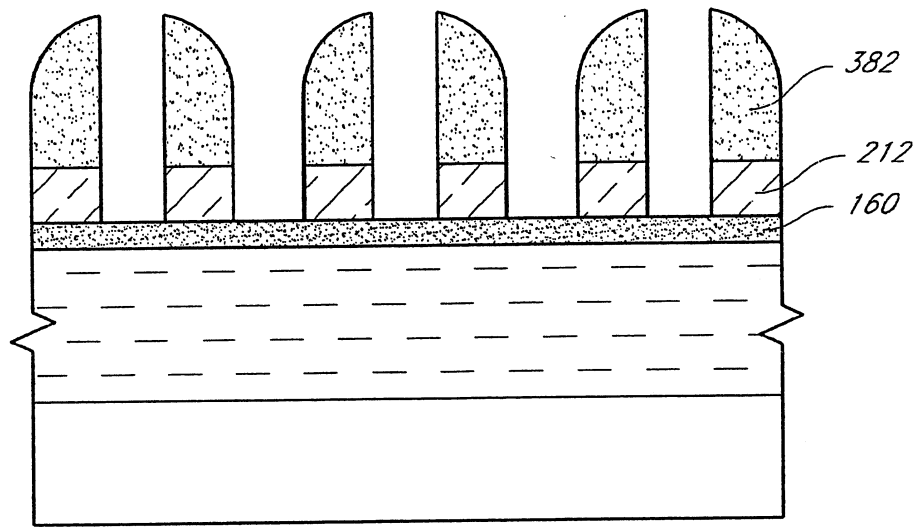


圖 22C

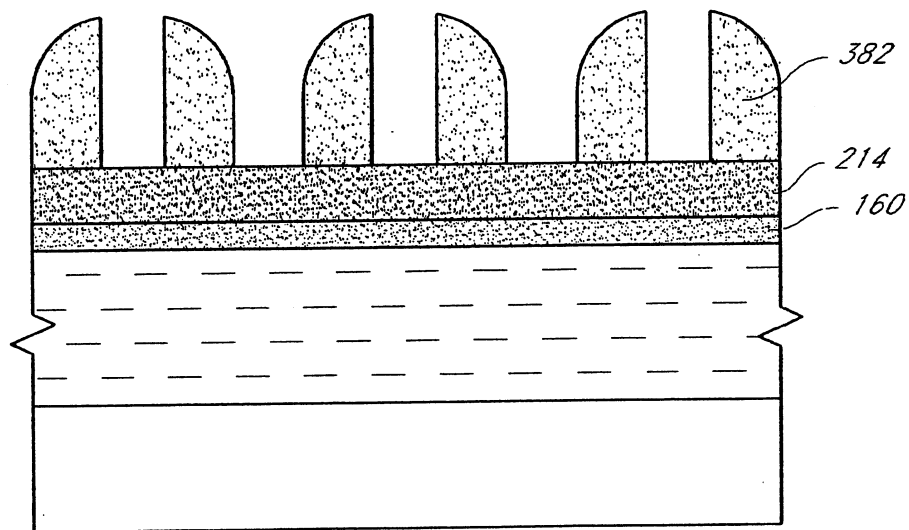


圖 22D

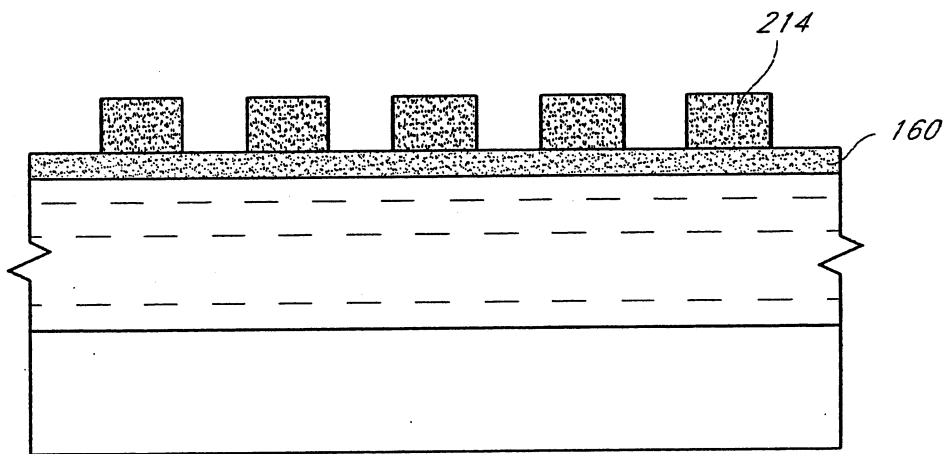


圖 22E

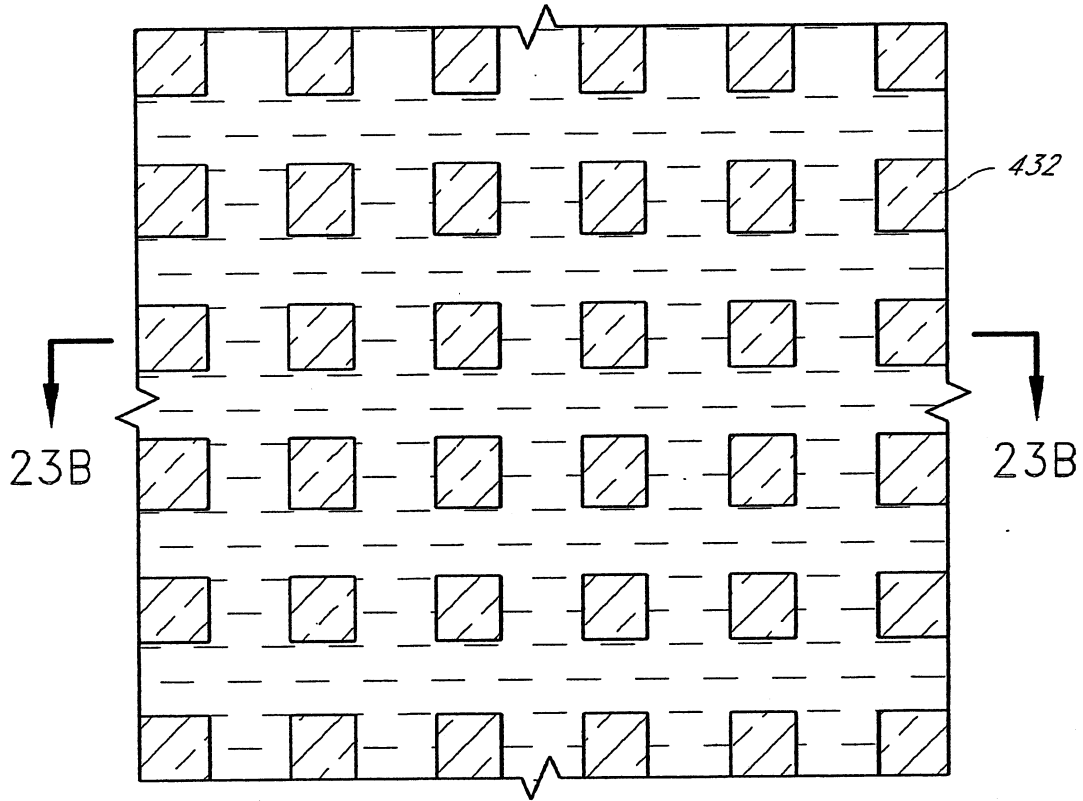


圖 23A

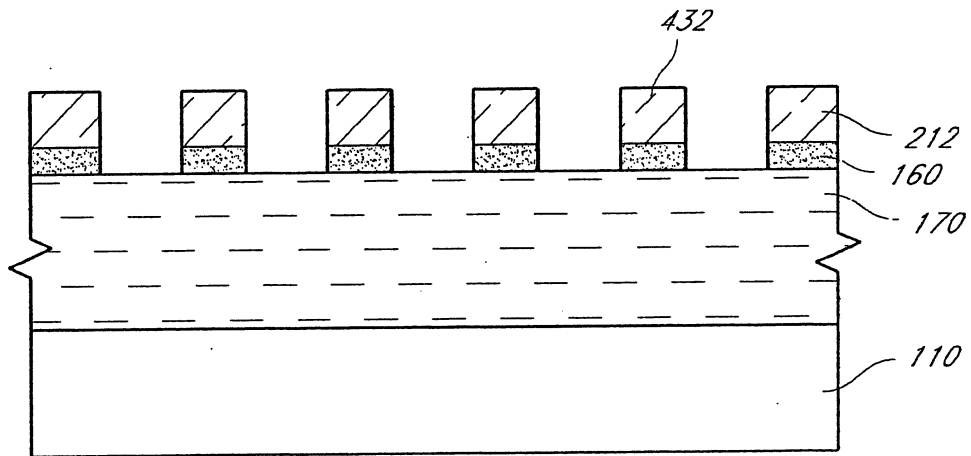


圖 23B

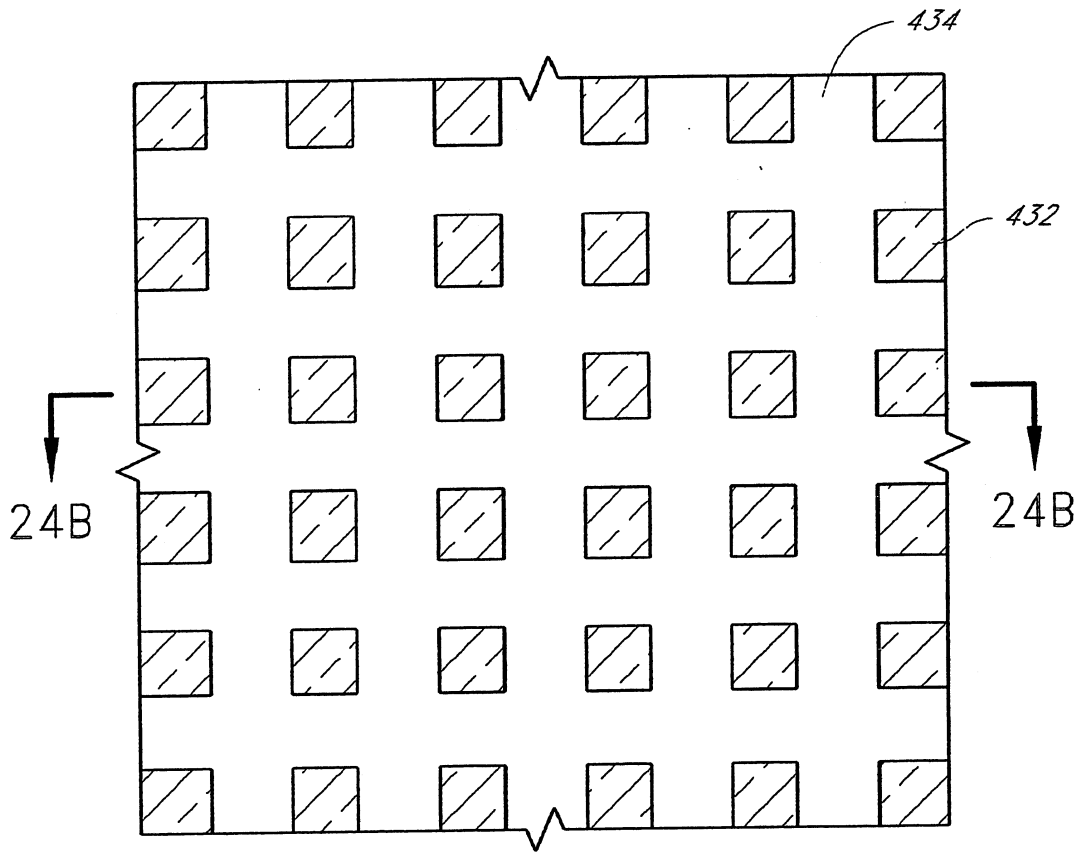


圖 24A

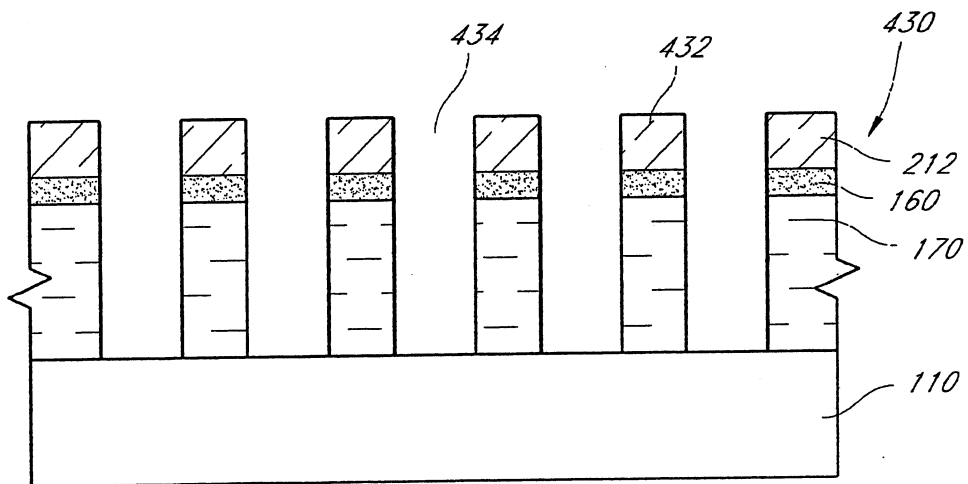


圖 24B

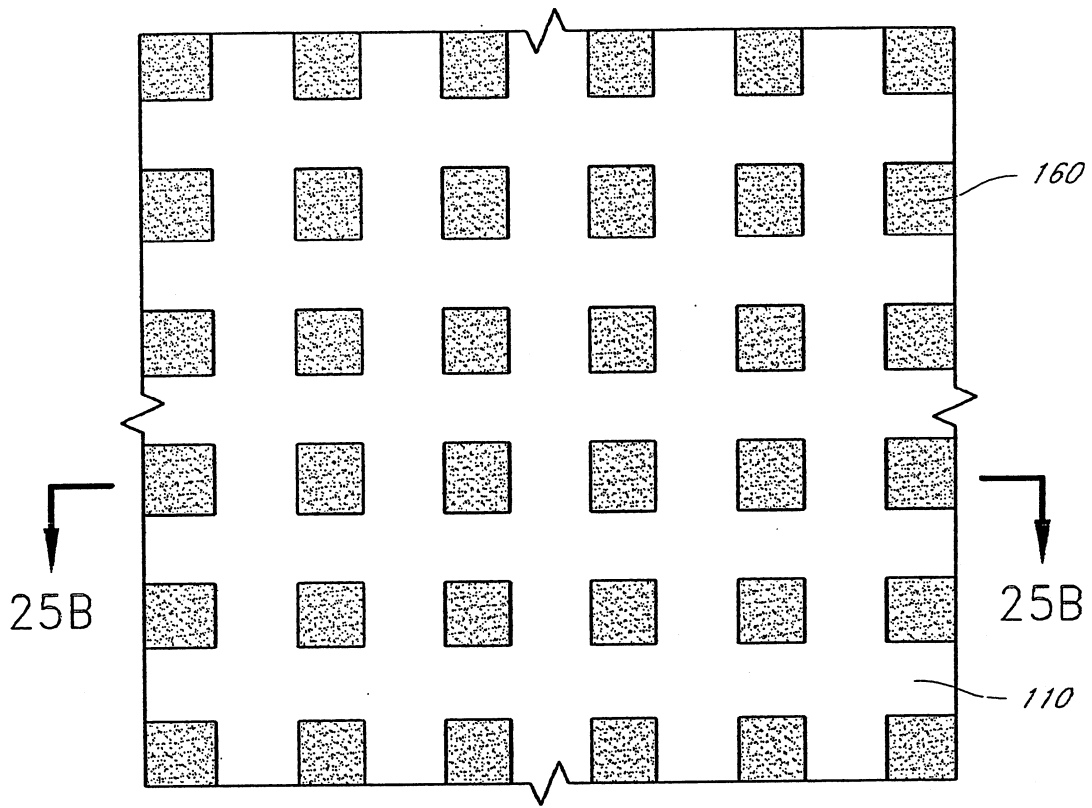


圖 25A

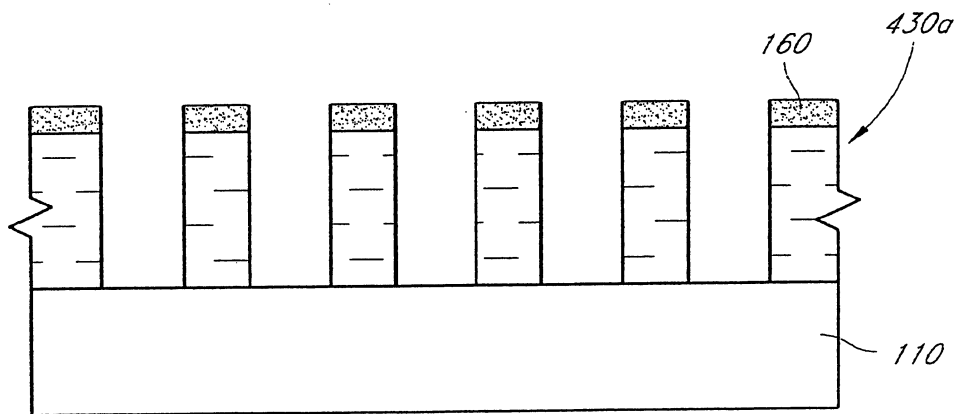


圖 25B



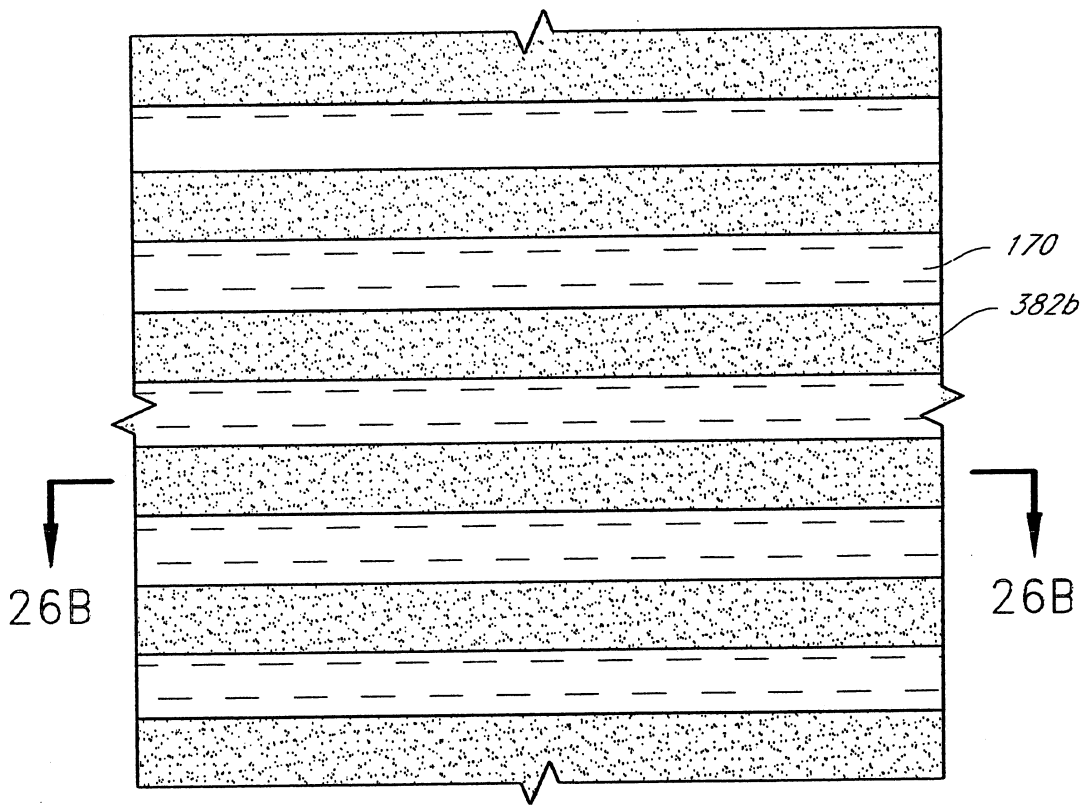


圖26A

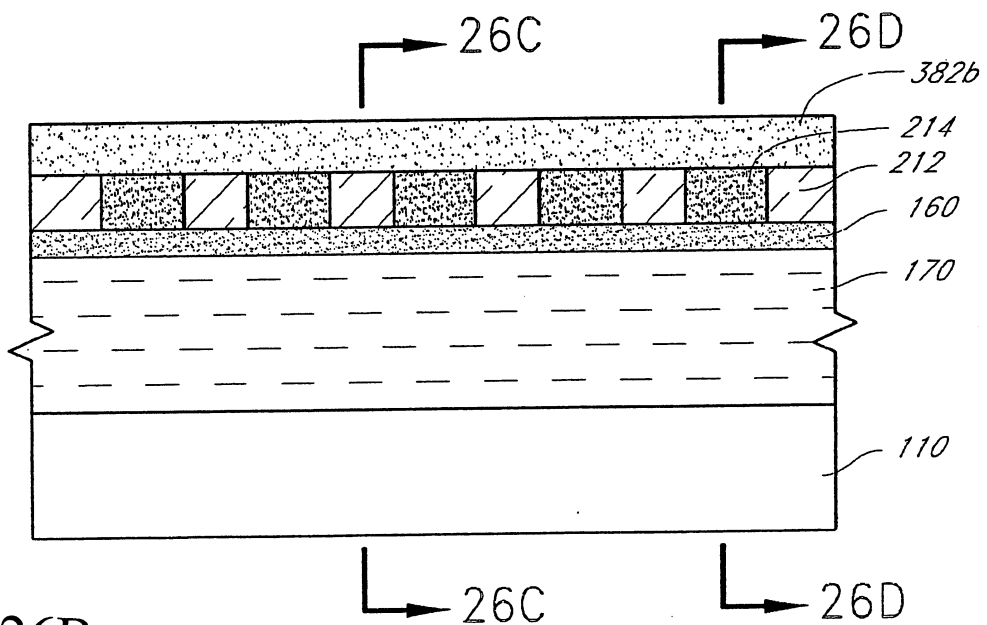


圖26B

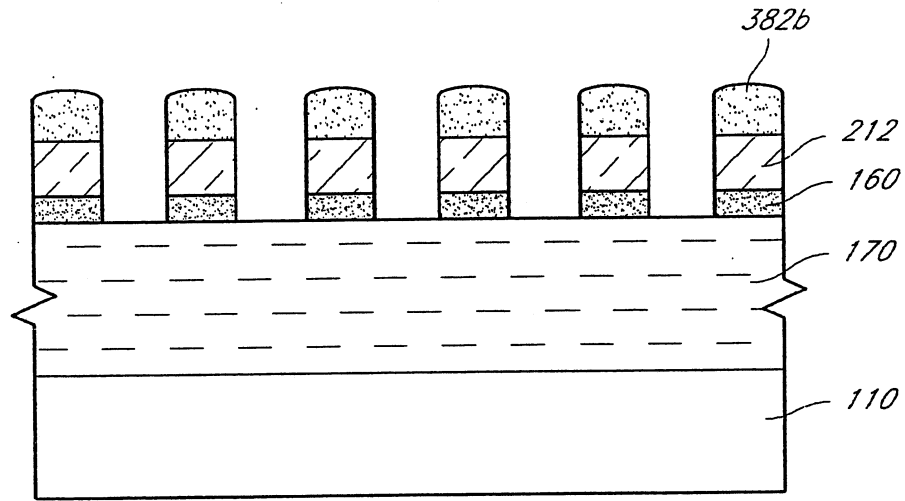


圖 26C

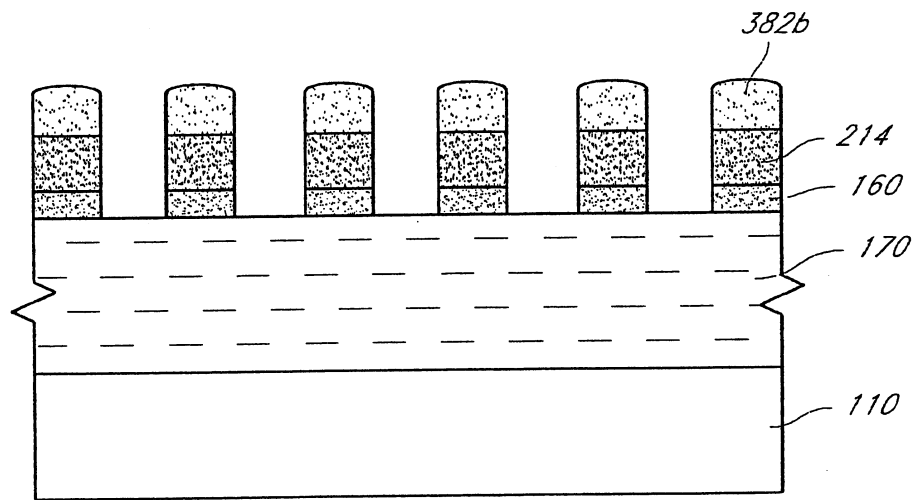


圖 26D

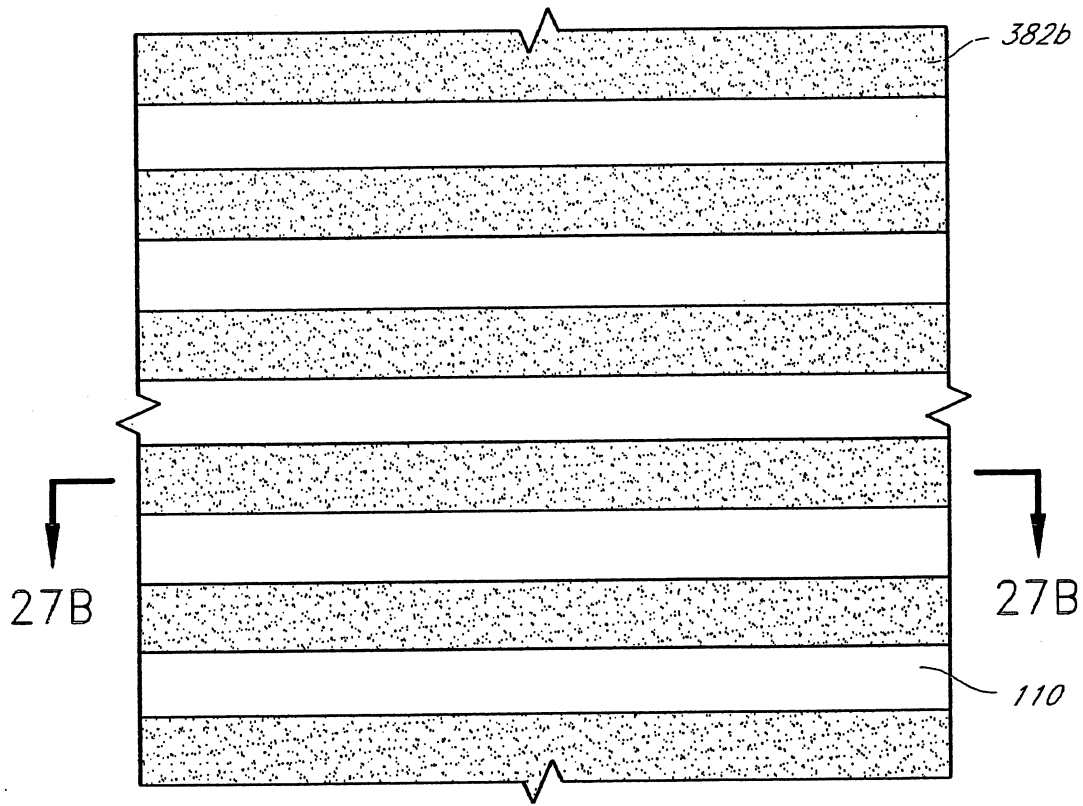


圖27A

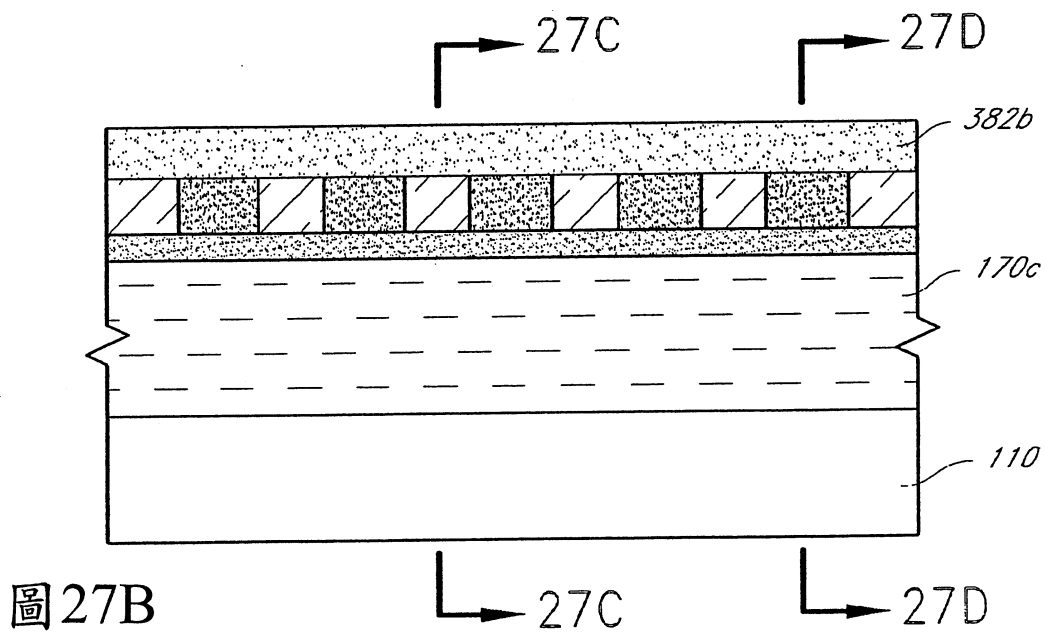


圖27B

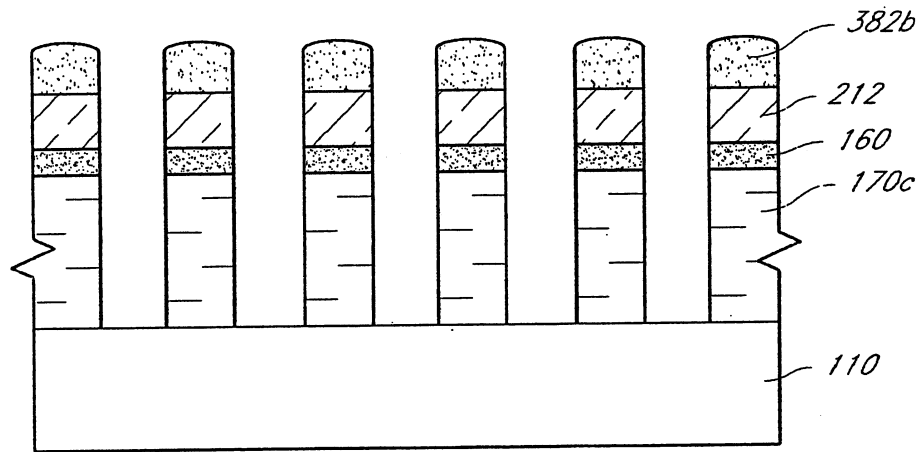


圖27C

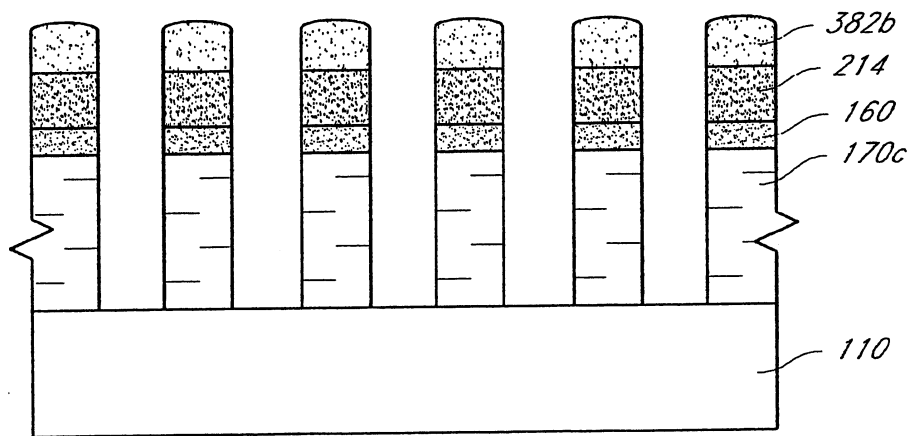


圖27D

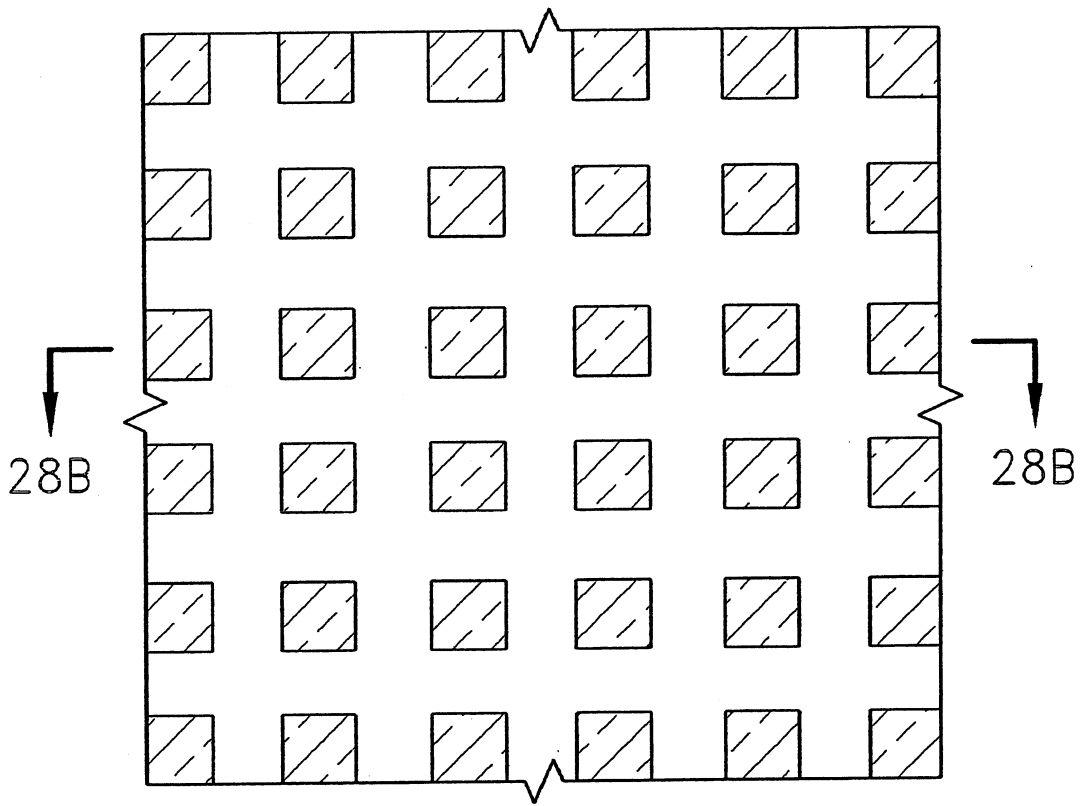


圖 28A

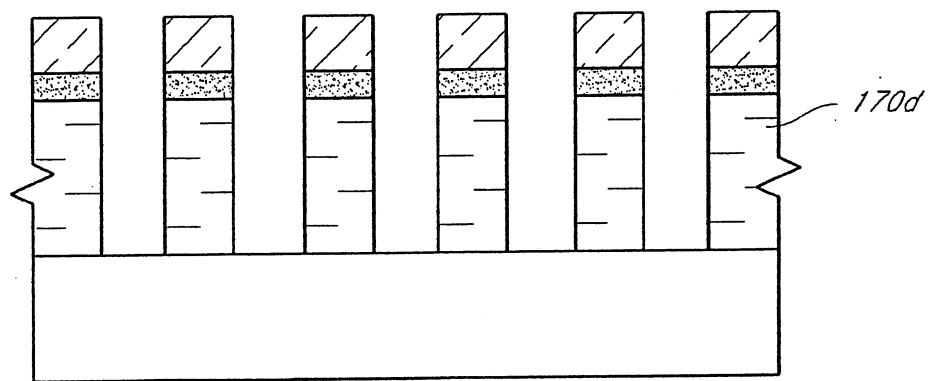


圖 28B

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 17A ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

212 帶

214 帶

382 間隔物

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)

# 發明專利說明書

公告本

中文說明書替換頁(96年10月)

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：95118141

※ 申請日期：95.5.22

※IPC 分類：H01L 21/92, 21/822

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於形成小而緊密間隔特徵之陣列的方法

METHODS FOR FORMING ARRAYS OF SMALL, CLOSELY SPACED  
FEATURES

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商美光科技公司

MICRON TECHNOLOGY, INC.

代表人：(中文/英文)

羅素 史利佛

SLIFER, RUSSELL

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國愛達荷州鮑西市南菲德洛路8000號郵政信箱第六號

8000 SOUTH FEDERAL WAY, P.O. BOX 6, BOISE, IDAHO 83707-0006,

U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.