

(21)申請案號：101134893

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 24 日

(51)Int. Cl.：

B29C59/02 (2006.01)

B29C35/02 (2006.01)

(30)優先權：2011/09/23

美國

61/538,489

2012/09/22

世界智慧財產權組織

PCT/US12/56769

(71)申請人：1 3 6 6 科技公司 (美國) 1366 TECHNOLOGIES INC. (US)

美國

(72)發明人：莎栩思 伊繆爾 M SACHS, EMANUEL M. (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

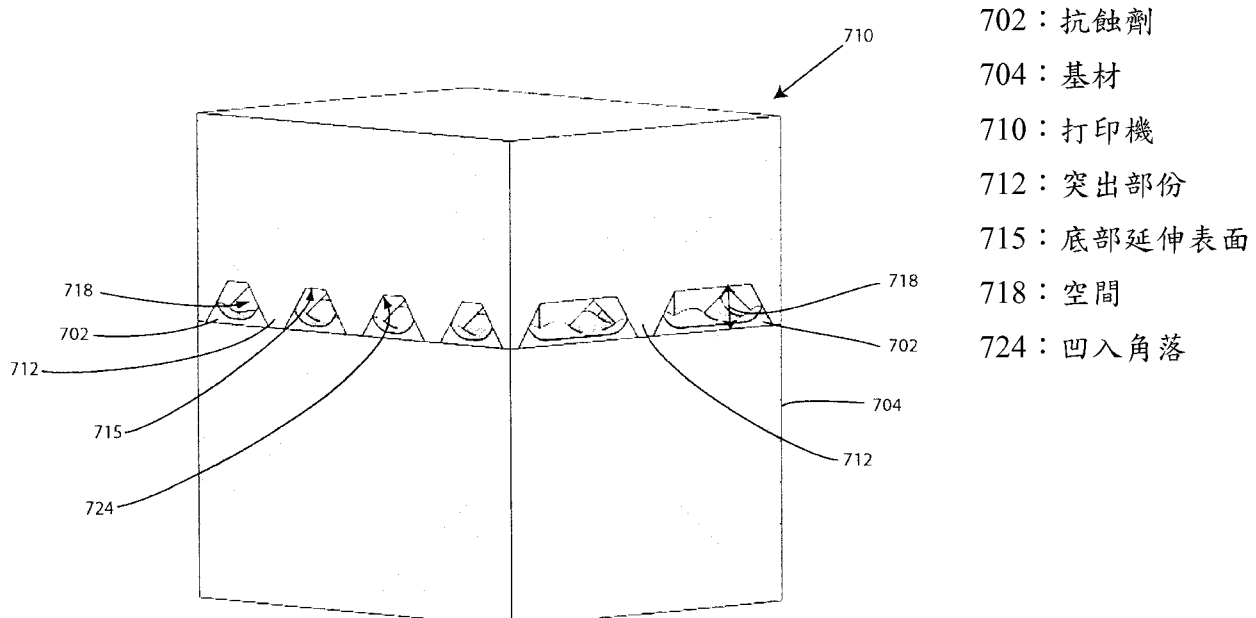
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：10 共 64 頁

(54)名稱

使用包含未填滿以留下一間隙與脈動打印之打印機於基材上之軟材料的改良壓印技術
TECHNIQUES FOR IMPROVED IMPRINTING OF SOFT MATERIAL ON SUBSTRATE USING
STAMP INCLUDING UNDERFILLING TO LEAVE A GAP AND PULSING STAMP

(57)摘要

用於將圖案賦予至基材上之可流動的抗蝕劑材料之方法需要提供一如此薄之抗蝕劑層，以致在打印機楔入製程期間，於楔子突出部份之間該抗蝕劑絕不會完全填充該基材及打印機的底部表面之間的空間，而在其間到處留下一間隙。一間隙保留於該抗蝕劑及該打印機的延伸表面之間。當被沈積時，如果該抗蝕劑層係稍微比該目標數量更厚，其將剛好於抗蝕劑及工具之間造成一較小的間隙。連續間隙之存在確保沒有壓力累積在該打印機之下。如此，該等突出部份上之力量係僅只藉由該打印機上方之壓力所決定，且被很好地控制，導致孔洞尺寸受很好的控制。該間隙防止抗蝕劑被完全汲取出任何一區域，且如此防止任何區域未覆蓋抗蝕劑。該打印機可在其與該基材之接觸中脈動，反覆地變形該等壓凹之突出部份。數個脈動比單一下壓較佳地清除任何浮渣層，如藉由測量用於正常持續時間之正常蝕刻將蝕刻掉基材材料之程度的蝕刻測試比較所得到之結果。



(21)申請案號：101134893

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 24 日

(51)Int. Cl.：

B29C59/02 (2006.01)**B29C35/02 (2006.01)**

(30)優先權：2011/09/23

美國

61/538,489

2012/09/22

世界智慧財產權組織

PCT/US12/56769

(71)申請人：1 3 6 6 科技公司 (美國) 1366 TECHNOLOGIES INC. (US)

美國

(72)發明人：莎栩思 伊繆爾 M SACHS, EMANUEL M. (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

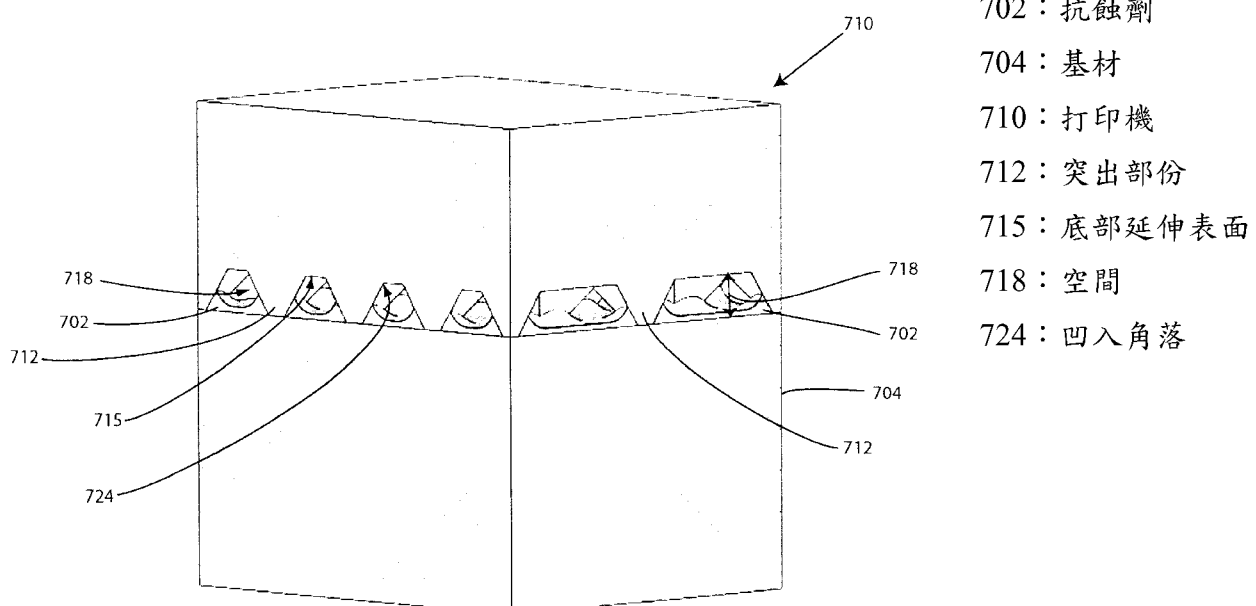
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：10 共 64 頁

(54)名稱

使用包含未填滿以留下一間隙與脈動打印之打印機於基材上之軟材料的改良壓印技術
TECHNIQUES FOR IMPROVED IMPRINTING OF SOFT MATERIAL ON SUBSTRATE USING
STAMP INCLUDING UNDERFILLING TO LEAVE A GAP AND PULSING STAMP

(57)摘要

用於將圖案賦予至基材上之可流動的抗蝕劑材料之方法需要提供一如此薄之抗蝕劑層，以致在打印機楔入製程期間，於楔子突出部份之間該抗蝕劑絕不會完全填充該基材及打印機的底部表面之間的空間，而在其間到處留下一間隙。一間隙保留於該抗蝕劑及該打印機的延伸表面之間。當被沈積時，如果該抗蝕劑層係稍微比該目標數量更厚，其將剛好於抗蝕劑及工具之間造成一較小的間隙。連續間隙之存在確保沒有壓力累積在該打印機之下。如此，該等突出部份上之力量係僅只藉由該打印機上方之壓力所決定，且被很好地控制，導致孔洞尺寸受很好的控制。該間隙防止抗蝕劑被完全汲取出任何一區域，且如此防止任何區域未覆蓋抗蝕劑。該打印機可在其與該基材之接觸中脈動，反覆地變形該等壓凹之突出部份。數個脈動比單一下壓較佳地清除任何浮渣層，如藉由測量用於正常持續時間之正常蝕刻將蝕刻掉基材材料之程度的蝕刻測試比較所得到之結果。



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101134893

※申請日：101. 9. 24

※IPC 分類：B29C 59/00

一、發明名稱：(中文/英文)

B29C 39/00

使用包含未填滿以留下一間隙與脈動打印之打印機於
基材上之軟材料的改良壓印技術

TECHNIQUES FOR IMPROVED IMPRINTING OF SOFT
MATERIAL ON SUBSTRATE USING STAMP
INCLUDING UNDERFILLING TO LEAVE A GAP AND
PULSING STAMP

二、中文發明摘要：

用於將圖案賦予至基材上之可流動的抗蝕劑材料之方法需要提供一如此薄之抗蝕劑層，以致在打印機楔入製程期間，於楔子突出部份之間該抗蝕劑絕不會完全填充該基材及打印機的底部表面之間的空間，而在其間到處留下一間隙。一間隙保留於該抗蝕劑及該打印機的延伸表面之間。當被沈積時，如果該抗蝕劑層係稍微比該目標數量更厚，其將剛好於抗蝕劑及工具之間造成一較小的間隙。連續間隙之存在確保沒有壓力累積在該打印機之下。如此，該等突出部份上之力量係僅只藉由該打印機上方之壓力所決定，且被很好地控制，導致孔洞尺寸受很好的控制。該間隙防止抗蝕劑被完全汲取出任何一區域，且如此防止任何區域未覆蓋抗蝕劑。

該打印機可在其與該基材之接觸中脈動，反覆地變形該等壓凹之突出部份。數個脈動比單一下壓較佳地清除任何浮渣層，如藉由測量用於正常持續時間之正常蝕刻將蝕刻掉基材材料之程度的蝕刻測試比較所得到之結果。

三、英文發明摘要：

A method for imparting a pattern to a flowable resist material on a substrate entails providing a resist layer so thin that during a stamp wedging process, the resist never completely fills the space between the substrate and the bottom surface of a stamp between wedge protrusions, leaving a gap everywhere therebetween. A gap remains between the resist and the extended surface of the stamp. If the resist layer as deposited is somewhat thicker than the targeted amount, it will simply result in a smaller gap between resist and tool. The presence of a continuous gap assures that no pressure builds under the stamp. Thus, the force on the protrusions is determined only by the pressure above the stamp and is well controlled, resulting in well-controlled hole sizes. The gap prevents resist from being pumped entirely out of any one region, and thus prevents any regions from being uncovered of resist.

The stamp can be pulsed in its contact with the substrate, repeatedly deforming the indenting protrusions. Several

pulses clears away any scum layer better than does a single press, as measured by an etch test comparison of the degree to which a normal etch for a normal duration etches away substrate material.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

2011 年 9 月 23 日提出、標題為“使用包含未填滿以留下一間隙與脈動打印之打印機於基材上之軟材料的改良壓印技術”之美國臨時申請案第 61/538,489 號的利益係據此被主張，且其整個揭示內容係據此完全以引用的方式併入本文中。

同此，以伊曼紐爾 M.薩克斯等人之名義，指定美國之 PCT(專利合作條約)申請案正在相同之日期被提出申請，並藉由美國專利暨商標局電子存檔系統在代理人案號第 13-660073PCT 號之下所提出，標題為“用於操縱、加熱及冷卻一基材之方法與裝置，且於該基材上之圖案是由一工具以熱流動材料塗裝包含基材運送、工具安置、工具拉緊與工具收縮方式完成”，該 PCT 申請案對 2011 年 9 月 23 日提出、相同標題之美國臨時申請案第 61/538,542 號主張優先權。該 PCT 申請案在此中於下面被稱為該共同審理中之申請案，且係據此完全以引用的方式併入本文中。該優先權臨時申請案係亦據此完全以引用的方式併入本文中。

【先前技術】

某些處理方案及架構以伊曼紐爾 M.薩克斯及詹姆士 F.佈雷特及指定美國麻省理工學院之名義被揭示於 2008 年 2 月 15 日提出之專利合作條約申請案第 PCT/US2008/002058 號中、標題為“具有特定結構的表面之太陽能電池”，其國家階段係美國專利申請案第 12/526,439

號、在 2012 年 9 月 4 日發行作為美國專利第 8257998 號，且亦對二臨時美國申請案、即 2007 年 2 月 15 日提出之第 US 60/901,511 號與 2008 年 1 月 23 日提出之第 US 61/011,933 號主張優先權。所有該 PCT 申請案、該美國專利、專利申請案、及該二美國臨時申請案據此完全以引用的方式併入本文中。在這些申請案中所揭示之技術在此中被共同地稱為自准電池技術。

某些額外之處理方法及裝置被揭示在 2009 年 4 月 17 日以班傑明 F.鮑裡托、霍利 G.蓋茨、與伊曼紐爾 M.薩克斯、及指定美國麻省理工學院與 1366 工業公司之名義提出的專利合作條約申請案第 PCT/US2009/002423 號中、標題為“不規則表面之楔子壓印佈圖”，其國家階段係美國專利申請案第 12/937,810 號，且亦對二臨時美國申請案、即 2008 年 4 月 18 日提出之第 US 61/124,608 號與 2008 年 12 月 12 日提出之第 US 61/201,595 號主張優先權。所有該 PCT 申請案、該美國專利申請案、及該二美國臨時申請案據此完全以引用的方式併入本文中。在此段落中所論及之申請案中所揭示的技術在此中被共同地稱為楔子壓印技術或楔入技術，雖然於一些情況中，具有異於楔子之形狀的突出部份可被使用。該等相關申請案在下面被稱為該等楔入應用。

簡言之，此楔子壓印技術包含諸方法。具有指定用於光電伏特及其他應用之特定結構的被佈圖之基材被製成。如參考圖 1、2、3、4 及 5 與 6 所顯示，該等基材係藉由壓

印一可撓打印機 110 之突出部份 112 所製成，並壓印在蓋住一基材晶圓 204 的抗蝕劑材料 202 之薄層上。所使用之打印機工具係一足夠柔軟之材料(典型彈性的)，以致該工具在與該基材或晶圓 204 接觸時變形，而一抗蝕劑 202 之塗層已事先被塗至該基材或晶圓 204 上。圖 3 顯示該打印機 110 之突出部份 112 剛剛接觸該抗蝕劑 202 之表面 203。該抗蝕劑於加熱時變得柔軟，且在該等突出部份 112 於熱及壓力的條件之下由該等壓印之位置移走，顯露該基材毗連該突出部份之區域。該抗蝕劑可在該打印機接觸該抗蝕劑之前或之後、或在該打印機接觸該抗蝕劑之前或之後兩者、且甚至當該打印機接觸該抗蝕劑時被加熱。該基材接著被冷卻，並使該打印機 110 位在適當位置中，該打印機如在圖 5 中所顯示地被移除，而留下在孔洞 521 之下所暴露的基材之區域 522，且該抗蝕劑已由該等區域 522 移走。該基材係進一步遭受一些塑形製程、典型為一蝕刻製程。該基材之被暴露部份 522 係藉由諸如蝕刻法之作用所移除，且該基材之藉由該抗蝕劑所保護的部份保持原狀，如在圖 6 中分別於在 622(蝕刻掉部份)及 623(未蝕刻部份、或較少蝕刻部份)所顯示。

典型之基材為矽，且典型之抗蝕劑為蠟或蠟及樹脂之混合物。該打印機可被一再地使用。該打印機之突出部份可為離散、隔開的，諸如所顯示之角錐狀元件 112。或，它們可為延伸的、楔子形元件，諸如在該等楔入應用中所顯示。或，它們可為其一組合、或可造成該抗蝕劑材料由該

原來之覆蓋條件移走的任何另一合適之形狀。

如此，打印機被使用於佈圖一工件上之抗蝕劑層，該工件接著被遭受一不同的塑形步驟，以塑形該工件。該工件可接著被使用於光電伏特的應用、或其他應用。能被提供至該工件的特定結構包含延伸之溝槽、離散且隔開的凹處、及其組合、以及中間物。壓盤或以旋轉為基礎之技術可被使用於佈圖該工件。粗糙及不規則之工件基材可藉由使用延伸之打印機元件所容納，以確保該打印機之塑形部份接觸該工件的表面。該打印機可藉由任何合適之機制、諸如平移一壓盤、或較佳地係藉由將該打印機安裝在一可撓薄膜上而被帶至支承在該工件上，該可撓薄膜在一壓力差的影響之下平移越過該工件。該可撓薄膜可為囊袋的一部份被膨大。在該楔入應用中及上面所敘述之方法在此中被稱為楔子壓印或楔入。

於一楔入之方式中，如於圖 4 中所概要地顯示，足夠之抗蝕劑 402 被提供，以致在造成一壓印之製程期間，一體積之抗蝕劑 402 大體上完全填充該基材 204 及該打印機 110 在該等突出部份 112 之間的延伸表面 115 間之體積 418(在此中亦被稱為體積填充方法)。(請注意該圖 3 及 4 不是相同之比例)。當該打印機被移除時，如在圖 5 中所顯示，開口 522 保持原狀，該等突出部份 112 曾經存在此等開口。

其已被觀察到該填充式體積方法對於被施加至該晶圓之抗蝕劑層的厚度之均勻性係很敏感的。太小或太多之抗蝕劑造成不同的問題。

翻至另一主體，以楔入方法之一具體實施例，該打印機被載送在一可撓薄膜上，其藉由施加在該薄膜後方之壓力被下推於該以抗蝕劑覆蓋之基材上。該打印機能被與較寬面積之薄膜一體成形，或其可為一固定至薄膜之分開的元件。大致上，一旦抵靠著該抗蝕劑，該打印機被壓向該基材，其與該基材接觸一次，且其接著被縮回。

一問題有時候發生。有時候，很薄之抗蝕劑薄膜能留在該基材上，亦即未藉由柔軟之打印機清除，而留下儘管被覆蓋以最小範圍之基材。此所謂之浮渣覆蓋層可為非常薄，又可仍然有害地延遲蝕刻之開始、或甚至阻礙蝕刻。

【發明內容】

根據本發明之一態樣，該設計家提供一足夠薄的抗蝕劑層，以致在該楔入製程期間，該抗蝕劑絕不會完全地填充該基材及該打印機於該等突出部份之間的底部表面間之空間，而在它們之間到處留下一間隙。亦即，一間隙保留於該抗蝕劑及該打印機的延伸表面之間。如果如所沈積之抗蝕劑層係多少比該目標數量更厚，其將僅只於抗蝕劑及工具之間導致一較小間隙。一間隙之存在確保沒有壓力能在該工具之下累積。因而，在該等突出部份上之力量係僅只藉由該打印機上面之壓力所決定，且因此被很好地控制，導致適當地受控制之孔洞尺寸。

根據本發明之另一態樣，該打印機係在其與該基材接觸中脈動，例如施加至該打印機(及如此該基材)之壓力在一較高壓力及一較低壓力之間振盪，反覆地使該等壓凹之突

出部份變形。於一些案例中，數個脈動可清除該浮渣層，留下未覆蓋的基材，而比單純壓按更好，如藉由用於正常之持續時間的正常蝕刻將基材材料蝕刻掉的程度之蝕刻測試比較所測量，如在下面所討論。

【實施方式】

根據一個以上的具體實施例，施加及佈圖一抗蝕劑之方法被提供，其係對於施加至該基材之抗蝕劑層的厚度之均勻性不大敏感。根據一個以上的具體實施例，施加及佈圖一抗蝕劑之方法被提供，其能夠相當精確地決定多少壓力被施加在每一突出部份壓頭上，且於所需壓力中亦能夠有相當的均勻性，以致幾乎所有該等突出部份完全地向在該突出部份及該基材之間的所有抗蝕劑之旁邊推，且於該抗蝕劑中建立一均勻尺寸之孔洞。因為被捕集的空氣亦可造成亂真地不均勻壓力之位置，且如此，於該抗蝕劑中建立該等孔洞的尺寸中之不規則性，在其他具體實施例中，施加及佈圖一抗蝕劑之方法被提供，空氣在該方法中不被捕集於該抗蝕劑及該打印機工具之間。所揭示之方法及系統係可靠的及可複製的。

在本文件中，已在上面被稱為打印機之項目亦可被稱為一工具。突出及被使用來在該抗蝕劑材料中製成壓痕的打印機之元件通常被稱為突出部份。它們亦可被稱為壓頭、突出部份、楔子、及角錐體。該抗蝕劑材料被提供在其上、且接著被佈圖之基材典型被稱為一基材。其亦可被稱為一晶圓或一工件。被設在該基材上之材料可被稱為抗

蝕劑、或可流動材料、或僅只一材料。

賦予一圖案至基材上之抗蝕劑層的方法被提供，該方法移除足夠的、且較佳地係大體上所有在被標示位置中之抗蝕劑，以致於一可欣然接受地短期間的蝕刻時期期間適當之蝕刻法將在該等區域中發生，而該使用者已由該等區域位移該抗蝕劑。

討論移除該蝕刻抗蝕劑材料之概念係有幫助的。大致上，抗蝕劑之目的係提供一保護塗層，以防止存在有抗蝕劑的基材材料之蝕刻。佈圖該抗蝕劑之目的係僅只由該基材之想要蝕刻的區域移除抗蝕劑，而留下此等未覆蓋的區域。其已被令人驚訝地發現於一些案例中，甚至於一正常歷時之正常蝕刻製程期間，太薄而不能被白光光學輪廓儀所感受之抗蝕劑層可為仍然厚到足以阻礙適當之蝕刻。

抗蝕劑層移除(或由該基材表面之清除／位移)之充分性能使用一蝕刻測試被建立。如此，如果於此據說抗蝕劑材料被完全地移除、或據說被充分移除、或據說該基材未以抗蝕劑所覆蓋、或據說該打印機接觸該基材的說明書中，其係意指該抗蝕劑材料至少被移除達一程度，使得以正常之蝕刻化學藥品、用於一正常歷時的正常之蝕刻操作達成該放在下面的基材之可接受的蝕刻數量。如果其係可接受的蝕刻數量，則其被考慮該抗蝕劑材料係由該基材被移除、或由該基材清除、或該打印機在該地點接觸該基材、或該抗蝕劑移除之類似現象已經發生。

為著要決定抗蝕劑移除的充分性之目的，蝕刻被示範

在以下之標準蝕刻條件上。譬如，一合適之蝕刻化學組成係硝酸及氫氟酸之混合物的族群，如於該技藝中所熟知者。其他酸類及添加物可被加入，如於該技藝中亦被熟知者。一典型之蝕刻將被構成及一操作溫度被選擇，以致矽之蝕刻速率在於每分鐘 0.5-5.0 微米之範圍中。於一合適之蝕刻測試中，在蝕刻剛好 1 微米的矽所需之時間量內應有可看見的蝕刻。譬如，如果一蝕刻及溫度被使用，其導致每分鐘 2 微米之蝕刻速率，可看見的蝕刻將在 30 秒內發生，以便視為一未覆蓋以抗蝕劑之區域。蝕刻之發生能藉由數個機制所決定。於很多案例中，氣體之氣泡被形成為該蝕刻的一產物，且這些氣泡係可看見的。另一方法係在該標示時間之後(在該上面之範例中為 30 秒)停止該蝕刻，移除該抗蝕劑及極仔細地檢查該晶圓，以觀看是否每一蝕刻凹處已開始形成在與一壓頭對應的每一位址上。在一些地方，此抗蝕劑移除之測試在此中被稱為一“蝕刻測試”。

有許多影響該佈圖製程之品質及有效性的因素。該等有關因素為：該抗蝕劑材料的厚度；該突出部份對該抗蝕劑材料在溫度的條件之下的接觸持續時間，使得該抗蝕劑係可流動的(在下面被稱為接觸時間)；該抗蝕劑材料之黏性；該抗蝕劑材料及該突出部份材料之潤濕角度；該抗蝕劑材料的表面至該突出部份及該延伸表面 115 之間所形成的凹入角落 124 之鄰近度；該抗蝕劑材料的流動之速率；該蝕刻製程之持續時間；及對藉由不同厚度的抗蝕劑所提供之蝕刻的阻抗之程度。

亦如上面所大致上討論者，於討論在此中之方法及系統中，其為有幫助的是考慮一標準檢查程序狀態，其中當該打印機突出部份 112 被壓縮至該想要之程度，以達成該想要尺寸之孔洞 521 時，該基材晶圓 204 的頂部表面及該打印機 110 的延伸表面 115 之間的整個體積 418 係以抗蝕劑填充。如在下面所討論者，充分提供此一所謂之標準檢查程序厚度的抗蝕劑材料之數量在此中被稱為抗蝕劑的一標準檢查程序單位。

考慮一填充式體積方法之案例，在此多少比一標準檢查程序單位更多的抗蝕劑被施加，其範圍由大約 1 至(多少任意地)大約 1.3(或更多)標準檢查程序單位之抗蝕劑厚度。(僅只用於說明之目的，1.3 的上限被選擇。其係一合理之值，以說明該等問題，但係不基於剛性工程分析)。如果此太厚的抗蝕劑被均勻地施加，該等孔洞將為比想要的較小。如果此太厚的抗蝕劑係施加於局部區域中，那些區域中之孔洞將為比於其他區域中較小，且越過該晶圓將於孔洞尺寸中有變化。在過量抗蝕劑厚度的某一數量，全然沒有孔洞將被建立。由具有相對地更多材料的區域至具有相對地更少材料的區域，該抗蝕劑材料不會流動至拉平，因為在所涉及之溫度處，該材料係太黏以致不能行進所需之距離，該等距離係是大約數公分，於所需之大約數秒或數十秒的時間期間，尤其已知該材料必需流動經過的通道之高度係大約 10 微米。

其亦有幫助的是於多少比一標準檢查程序單位更少之

抗蝕劑被施加、例如由大約 1 至(再次多少任意地)大約 .8 標準檢查程序單位之抗蝕劑厚度的案例中，考慮一意圖，以達成一填充式體積。於此一案例中，由於在該等凹入角落 124 所建立之高毛細管吸入作用(圖 1 及 4)，有顯著區域可排出抗蝕劑的風險，在此該突出部份 112 與該打印機 110 之延伸表面 115 相交。於此區域中之抗蝕劑材料係藉由毛細管吸入作用所吸引及保留。此高毛細管吸入作用導致業已具有薄抗蝕劑的鄰接區域進一步排出，如在下面所說明。(僅只為說明目的，該下值 .8 單元被選擇。其係一合理之值，以說明該等問題，但未基於剛性工程分析)。

譬如，考慮一案例，在此抗蝕劑的一標準檢查程序單位數量係在大部份位置中越過該晶圓被施加，但非常小的抗蝕劑被以例如尺寸達數公分之斑點施加。於此案例中，遍及具有一標準檢查程序單位之抗蝕劑厚度的區域，該抗蝕劑填充該凹入角落 124，導致高毛細管吸入作用。此一區域將因此為相當難以排出抗蝕劑。然而，於具有少於抗蝕劑之一標準檢查程序單位厚度的斑點，該抗蝕劑不會抵達該等凹入角落 124，且如此，此一區域係相當易於排出抗蝕劑，局部地因為在此沒有過量之毛細管吸入作用抵抗排出。

一顯著之問題出現在第一區域與第二區域之間的邊界，而該第一區域被填充至該抗蝕劑高達該突出部份之面 131 的程度，並抵達直至該凹入角落 124，但不會完全地填滿一對、或一群突出部份之間的體積，且第二區域被填充至少於此之程度。在這些邊界處，該抗蝕劑係由最少填充

區域抽取朝向那些被填滿直至及超出該角落 124 的區域。該打印機之平坦延伸表面 115 的一部份係用於一段無抗蝕劑的時間。但，在該凹入角落 124 的毛細管吸入作用持續作用在鄰接於此之抗蝕劑的連續式體積上，其係與來自較接近該基材的鄰接位置之抗蝕劑液壓地相通。這造成由靠近該基材的抗蝕劑之來源、沿著該等突出部份之面 131、及沿著該打印機的延伸表面 115 之流動。最後，靠近此毛細管吸入作用之空間的體積可變得被填充。但，其變得被以由鄰接區域流動的抗蝕劑材料填充，該等區域不是完全填充的，且事實上，在該基材的各部份能變得被未覆蓋之處。

如此，局部地填充區域傾向於朝向一不穩定的狀態，在此該等最少填充區域持續排出抗蝕劑，直至該等其他區域被完全地填充，或直至該等最少填充區域被完全排空。於任一案例中，該基材的一些區域變得未覆蓋、或幾乎未覆蓋，僅只具有一很薄的層留下。

如果其係可能在該基材的表面之上到處提供抗蝕劑材料之標準檢查程序單位數量，該未覆蓋的問題將不會發生。但其典型地係不可能使用合理之作用力。為進一步了解該問題，及為什麼其係難以提供抗蝕劑材料的一標準檢查程序單位厚度，用於一完善地控制的製程，其有幫助的是考慮什麼將為抗蝕劑材料之標準檢查程序單位。

抗蝕劑之標準檢查程序單位可在蝕刻之後於該基材中藉由從想要結果之孔洞尺寸向後計算被決定。已知此尺寸，及用於一製程狀態將為最佳的蝕刻之持續時間，該設

計家能決定一用於該抗蝕劑在該基材中之開口的最佳尺寸。

此最佳尺寸係藉由接觸該基材之已變形的打印機突出部份之表面積及周邊所達成。如此，此一形狀之橫截面積、及該周邊之形狀與範圍可亦可被預先決定。如在此中所使用，該面積範圍一詞將被使用於意指該被壓縮之突出部份的一部份之面積的形狀或該周邊的形狀、或兩者，而該突出部份的該部份被帶入與該基材密切接觸。這是有幫助的，因為所施加之壓力及該等壓頭的接觸力量之間的力量平衡大多數接近地決定該等壓頭之橫截面積。然而，該隨後之蝕刻製程的某些態樣係亦接近地有關該抗蝕劑中之開口的範圍。

取四邊形角錐體當作一範例，其可為是該想要之開口尺寸係藉由使該角錐體變形所達成，以致大約在該尖部於其完整延伸的三分之一處，被壓扁，使得該孔洞係在離其尖部達該距離的三分之一處藉由該角錐體之橫截面的周邊及面積所界定，離其尖部達該距離的三分之一係亦等於離其基底達該距離的三分之二處。該抗蝕劑之標準檢查程序單位深度在理論上可為等於該突出部份之完整延伸長度的三分之二。當該打印機係變形，使得其尖部的三分之一被壓扁時，至該標準檢查程序深度的抗蝕劑將完全地填滿該打印機的延伸表面 115 及該基材之間的體積 418，而該等突出部份由該延伸表面延伸。其將構成用於填充式體積方法的一標準檢查程序單位。該打印機之表面 115 在此中被稱

為該打印機延伸表面，而該等突出部份由此表面延伸。用於一更具體的範例，使用稍微少於三分之一的壓縮，考慮一典型之情況，在此該打印機包含角錐狀突出部份之六角形陣列，而具有 20 微米的突出部份間之間距、14 微米的角錐體基底、與 9.9 微米角錐體高度。為在一側面上於該抗蝕劑中建立 4 微米的孔洞，該等角錐體之尖端必需被位移朝向該基底達大約 2.8 微米。填充該工具的延伸表面及該晶圓之間的空間所需之抗蝕劑的數量將為大約 7.1 微米厚度之一層。如此，於此特別範例中之標準檢查程序單位深度將為 7.1 微米。應注意的是抗蝕劑之此標準檢查程序單位不是沈積在一基材上之抗蝕劑的數量，該基材將接著被一工具所接觸及變形，因為吾人必需考慮將藉由該等侵入之突出部份所佔用的體積。抗蝕劑必需被沈積至一稍微較少之厚度。相反地，該標準檢查程序單位深度係該深度，在此該抗蝕劑材料將以該工具而在存在適當位置中，且該等突出部份尖端變形成與該基材造成接觸達所必需之程度，以達成該等想要尺寸之開口，已橫側地位移某一材料，藉此在鄰接該等壓頭的區域增加其深度。

但如上面所說明，如果僅只比此標準檢查程序單位數量稍微較少之抗蝕劑將被提供，該等未覆蓋基材之問題能發生。未覆蓋的能發生在大到如突出部份之數十個間距的區域之上。

即使抗蝕劑材料的一標準檢查程序單位數量將被提供，意圖填充該體積的另一問題係如果空氣被捕集於該打

印機 110 及該抗蝕劑之間，該空氣發現一逸出路徑係很困難的。再者，如果有被捕集的空氣，其可導致上面所述之不穩定性的狀態，在此來自一區域的抗蝕劑材料流動至填充無抗蝕劑之(諸如被捕集的空氣之)區域，藉此盡可能導致該等區域之未覆蓋，而該抗蝕劑已由該等區域流動。

在討論處理這些填充問題的本發明之前，其有幫助的考慮一可撓壓頭相對該基材之動作。該突出部份係藉由增加的壓力之施加至該打印機所壓縮。該等突出部份側壁往下滾動至該基材上。此滾動之動作推動在該等突出部份前面的抗蝕劑，而留下一寬敞的路徑供該抗蝕劑由該下降的突出部份及該基材之間的空間逸出。關於滾動，其係意指在作用時，在此該突出部份於該基材上沒有打滑。如果具有平坦之尖部的壓頭被使用，對於什麼能發生者能引出一對比。譬如，考慮一壓頭，其係一右圓形圓柱體之截頭錐。於此一案例中，小數量之抗蝕劑可被捕集在該壓頭之下，且防止藉由該壓頭的周邊及該基材間之接觸及密封的一環部所排除。

提供一間隙

上面所討論有關提供抗蝕劑的一填充、標準檢查程序數量之問題可被以本發明之有利方法所避免，其中該抗蝕劑厚度被選擇為少於一標準檢查程序單位，以於該打印製程期間，在該打印機之最大壓縮程度處於該打印機及該抗蝕劑之間提供一間隙。這是於一楔入製程中被舉例證明，如參考圖 7、8 及 9 所顯示。大致上，如上面所討論，當一

操作員嘗試提供抗蝕劑的一填充數量、但提供太少時，一問題發生。這造成一些基材區域之未覆蓋。本發明家已經發現該令人驚訝及意外之狀態，如果一方法被使用，有益之結果被獲得，在此甚至比有關提供太少材料以致不能填充該體積而造成上面所討論之毛細管吸入作用問題的數量更少之抗蝕劑材料被使用。此最近揭示之技術在此中被稱為一間隙方法、或間隙模式。

圖 7 及 8 顯示於一佈圖製程期間之打印機 710、抗蝕劑 702、及基材 704，以圖 7 顯示來自一組件之角落的視圖，且圖 8 由一側面顯示該相同組件。依據此方法，該設計家提供一如此薄之抗蝕劑層 702，以致於該楔入製程期間，該抗蝕劑大致上不會在任何位置完全地填充該基材 704 及該打印機於該等突出部份 712 之間的底部延伸表面 715 間之空間 718，而在其間留下一間隙。但，抗蝕劑最初及隨時確實蓋住該基材之整個表面。亦即，於該楔入操作期間，一間隙隨時保留於該抗蝕劑及該打印機的延伸表面之間。

建立一間隙之適當厚度的抗蝕劑材料係如上面所討論地遠少於一標準檢查程序單位之厚度，以充分地填充該體積。在被使用於該上面討論的相同標準檢查程序單位中，用於留下一間隙的方法之一目標抗蝕劑厚度將為在大約 .1 及大約 .7 標準檢查程序(充分地填充)單位之間，且更佳地係於大約 .2 及 .4 標準檢查程序單位之間。(關於該標準檢查程序單位，這是使該等突出部份在適當位置中及變形所致之抗蝕劑的厚度之測量)。一間隙維持方法之主要優點係其容

忍環繞此目標之抗蝕劑的數量中之偏差，包含超過及少於該目標兩者。

一間隙維持方法容忍抗蝕劑被沈積成比該目標更厚，直至大約.7標準檢查程序單位。譬如，如果該目標厚度係.3標準檢查程序單位，該抗蝕劑可為局部地如.7標準檢查程序單位一般厚，而沒有有害之效果。這是因為甚至在此深度，該抗蝕劑係足夠遠離該凹入角落 124(圖 1)、724(圖 7)，以致該抗蝕劑係不可能沿著該等突出面 131(圖 1)、831(圖 8)攀爬直至該等凹入角落 124、724。(於一些案例中，參考圖 1 提及這些項目係更有用的，圖 1 僅只於該打印機之立體視圖中顯示該等突出部份，且有時候更清楚的是參考圖 7 提及這些項目，圖 7 於一角落視圖中顯示該等突出部份，及圖 8 為一側視圖)。如此，具有一局部高毛細管吸入作用的狀態未被建立，其由其他區域排出抗蝕劑，如上面有關企圖填充該體積的一方法所討論者。所有發生者係該間隙多少於一些區域中為較薄的，其不會存在任何問題。

一間隙維持方法亦容忍一體積之抗蝕劑係比該目標較薄。譬如，如果該目標厚度為.3標準檢查程序單位，該抗蝕劑可為局部地薄到大約如.1標準檢查程序單位，而仍然於突出部份之間保留足夠的抗蝕劑厚度，以耐得住蝕刻。應注意的是在一適當地起作用之間隙維持方法的實施中，當該抗蝕劑之部份 833 部分地向上攀爬面 131(圖 1)、該突出部份 112(圖 1)之 831(圖 8)、712(圖 8)時，抗蝕劑之一些非常局部之遷移朝向該等突出部份確實發生。這導致突出

部份 112、712 之間的區域 835 中之抗蝕劑的多少薄化。藉由使該佈圖步驟之時間及溫度減至最小，任何此薄化應該被減至最小。然而，該攀爬的抗蝕劑 833 不會抵達該等凹入角落 124、724，且如此參考一企圖填充該體積的填充不滿方法所敘述之毛細管吸入作用不穩定性不會發生。

返回至圖 7，藉由在該打印機後方所施加之壓力，該打印機已被強迫往下抵靠著該經抗蝕劑塗附之基材。其結果是，該打印機上之角錐狀突出部份 712 的尖端 713 被壓扁抵靠著該基材 704。所建立之平坦面積的尺寸(周邊與表面積)及形狀界定在該基材表面的抗蝕劑層 702 中所形成之開口 921 的尺寸及形狀。該孔洞之尺寸不會視該抗蝕劑的厚度而定，只要其係厚到足以防止蝕刻，但不會厚到導致超過上面所討論之填充式方法的填充問題。抗蝕劑材料之數量、該等突出部份 712 之彈性、及施加至該打印機 710 的力量全部被平衡，以致一間隙 711 總是保留於該抗蝕劑材料 702 的表面及該等突出部份 712 間之打印機 710 的延伸表面 715 之間。用於該打印機之典型的彈性模數係於大約 .5 百萬帕斯卡(MPa)及大約 35 百萬帕斯卡之間，具有於大約 2 百萬帕斯卡及大約 15 百萬帕斯卡之間的較佳範圍。

一間隙 711 之存在亦確保沒有壓力能累積在該工具之下。因而，在該等突出部份上之力量係僅只藉由該打印機上方之壓力所決定，且係因此很好地受控制的，導致很好受控制的孔洞尺寸。壓縮該突出部份之力量係藉由來自該工具上方之壓力的力量在完全壓縮下平衡。

一主要挑戰係參考圖 8 被了解。此挑戰被簡短地在上面論及。

雖然當施加至該基材時，該抗蝕劑層以一平面式表面開始，諸如於圖 2 中在 203 所顯示，在楔入之後，該抗蝕劑之頂部表面(忽略該等孔洞)不再為平面式。由於沿著該突出部份 712 之面 831 的毛細管吸引力，該抗蝕劑 833 已經遷移朝向該打印機 710 接觸該抗蝕劑之突出部份 712。此遷移開始迅速地發生。如果該毛細管作用工作達足夠長久之時間，以致該抗蝕劑材料向上流動太高，額外之問題能發生。這造成該抗蝕劑 833 成為緊接毗連楔入打印機的最高點，而在此形成峰部。

已經沿著一面 831 向上遷移的抗蝕劑已經由其他區域 835 遷移朝向該面。這可離開該等材料已經遷移之區域，而具有太少或甚至無抗蝕劑，導致未能有效地耐得住蝕刻。此一未覆蓋的區域(在這些圖面中未顯示)能發生在一不希望得到的位置，留下被暴露來蝕刻之區域。典型地，以此一太少抗蝕劑之狀態，該未覆蓋的區域之範圍將為相當小，例如，遠離該(等)突出部份遍及僅只一些突出部份間距之距離，該等突出部份已經歷該流入遷移。當作一與企圖填充該空間之方法的填充不滿情況作比較，如上面所討論，該未覆蓋的區域能延伸數十或數百個突出部份間距之距離。(當維持一間隙時所遭遇之問題與上面所討論當填充該空間時所遭遇之問題顯著地不同，因為當維持一間隙時，該抗蝕劑之位準係如此低，無抗蝕劑曾經抵達該凹入

角落 724，且如此凹入角落之增加的毛細管吸入作用不會發生)。

然而，如上面所討論，儘管此以間隙方法遭受太少抗蝕劑材料之問題，有一高於及低於完美(間隙留下)數量的抗蝕劑厚度之範圍，其可被容忍，而未覆蓋任何基材。並非僅只防止完成未覆蓋，重要的是保留之抗蝕劑材料的數量為充分的，以致在該楔入製程之後，在該基材沒有任何蝕刻係想要之位置，保留足夠的抗蝕劑材料，以致蝕刻不會在該正常之蝕刻製程期間發生。

其重要的是遍及該晶圓之整個表面，在如上面所討論的容差之範圍內，該工具及該抗蝕劑間之間隙為一致的。在上面，其係討論該抗蝕劑被填充在約.1 及約.7 標準檢查程序單位之間。這意指該間隙之厚度將對應地於約.9 及約.3 標準檢查程序單位之間。

返回至圖 8，該抗蝕劑 833 朝向該等突出部份及至該等突出部份上的遷移之數量的某一控制程度，能藉由控制該抗蝕劑抵靠著該打印機之潤濕角度所控制。這是本發明之一態樣。如此，其想要的是使該抗蝕劑對該打印機之潤濕角度為盡可能地高(盡可能未潤濕)，且這樣一來，限制該抗蝕劑之毛細管上昇高達該突出部份的側面。於圖 8 中，該潤濕角度被顯示為大約 90 度。如果該潤濕角度係較小(亦即如果該潤濕係較佳)，該抗蝕劑將較高上昇高達該打印機 710 之突出部份 712 的面 831，該面 831 於所顯示之範例中為角錐狀。

然而，就這一點而言僅只可能有一受限之控制數量，因為基於滿足很多考量及很多合適之組合，該打印機及抗蝕劑材料顯示適當之潤濕行為。亦即，抗蝕劑材料及打印機之任何合適的組合可被發現為相當潤濕的，藉此使得其難以藉由僅只調整潤濕角度來限制該抗蝕劑材料的上昇高達該突出部份之面。再者，當該打印機磨損時，此潤濕角度可隨著時間而改變。例如，由於與來自先前運轉之抗蝕劑相互作用，該打印機之表面的化學成分可隨著時間而改變。另外，可源自磨損的表面之刮痕及其他機械式不平整亦可影響該潤濕角度，大致上降低該潤濕角度。

如此，除了藉由選擇該等材料之潤濕角度來控制該製程以外，其他態樣應被控制。於楔入期間精確地控制該抗蝕劑之流變學係本發明之一態樣。本發明之另一態樣係控制該抗蝕劑在該可流動階段中之時間的數量，且大致上使該抗蝕劑在該可流動階段中之時間的數量減至最小。該抗蝕劑必需為可足夠充分地流動，以允許該工具之突出部份在該等突出部份之下位移該抗蝕劑，並在該工具之下與該晶圓造成接觸，以在該突出部份處非常充分地移除該抗蝕劑，以致在正常的持續時間之正常蝕刻操作期間確實發生蝕刻。相反地，該抗蝕劑將不是可流動的，以致其過度地流動遠離該等突出部份間之區域至直接鄰接該等突出部份的區域，且沿著該等突出部份向上，因為這可導致未覆蓋區域具有太少抗蝕劑，以致不能於正常之蝕刻持續時間期間阻斷該蝕刻劑。該接觸之持續時間的控制係該等發明的

一部份，以致該抗蝕劑的遷移之範圍係於此相當狹窄之範圍中。當該抗蝕劑係可流動時，此遷移之範圍被了解為該接觸時間之函數，其係該打印機接觸該熱抗蝕劑的持續時間。相對而言，關於製程容差，該製程能被施行之接觸時間越短，則該抗蝕劑能具有一多少更可流動的狀態。粗略地說，給與約 1 至約 10 秒之接觸時間，其已被發現該抗蝕劑黏度可為於約 5,000 至大約 500,000 厘泊的範圍中。約 20,000 至約 200,000 厘泊之範圍係較佳的。(於一些案例中，其係可能使該接觸時間甚至為如 .5 秒般短。一較佳範圍係於約 1 及約 5 秒之間)

大致上，主要控制係基於黏度及該接觸時間。該設計家嘗試調整該黏度，使得於該接觸時間期間，該抗蝕劑不會具有該機會來向上沿著該等突出部份行進足夠遠，以未覆蓋、或不能接受地使該基材之區域變小。控制該潤濕角度，諸如經過材料選擇及打印機磨損、替換及表面處理，提供另一控制變數，但具有次要之效應。該潤濕角度影響該液體沿著該打印機之最大行進距離、以及此行進之速率。

其將被了解遍及此說明書，該黏度一詞被使用於將該抗蝕劑之流變學作為其特徵。該抗蝕劑可呈現牛頓、或非牛頓行為。再者，該抗蝕劑可具有一降伏應力。

其特別有利的是使用蠟，當作該抗蝕劑材料之至少一成份。蠟包含一寬廣範圍之聚合物，該等聚合物具有一般性質，該等一般性質具有一相當低的熔點及具有很低黏度之熔化物。蠟係有利的，因為該低熔點允許該楔入製程將

在典型低於攝氏 100 度之溫度下被施行。這依序減少該抗蝕劑及該打印機之間的化學相互作用，並開放用於該打印機之材料與該楔入設備的其他態樣之選擇的選項。此外，該相當低溫度的可能性意指用於楔入所需要之溫度循環可為快速的，且不會與在一較高溫度之製程般招致大的能量消耗。蠟熔化物之低黏度係有利的，因為該楔入可被以柔軟之工具-由橡膠所製成之打印機施行。再者，該低黏度允許該楔入將被迅速地施行，又僅只以低壓力施加至該打印機(且因此至該晶圓)。(關於此點，其將再次被重申的是甚至高達 200,000 或 500,000 之黏度被考慮為相當低的，因為這比較於用在聚合物熔化物之約 1 千萬的黏度。)

蠟係藉由充份利用蠟熔化之低黏度狀態來處理。譬如，於一些噴墨列印裝置中，蠟被用作所謂之固態墨水。然而，與蠟有關聯之低黏度熔化物的真正吸引力意指其係太過容易處於一狀況中，在此該抗蝕劑係太易變動的，且在楔入至抗蝕劑蝕刻之後於該等突出部份間之區域中導致不足之抗蝕劑厚度。本發明於此之一態樣係認知該蠟及含有蠟之混合物可為能控制地使用於黏度之想要範圍中。

為使用蠟及在該接觸持續時間期間將其維持於該想要之黏度範圍中，數個考量應被觀察。該以蠟為基礎之抗蝕劑應能夠容忍至少約攝氏 2 度及較佳地係約攝氏 5 度之溫度範圍，該黏度遍及此溫度範圍係於該想要之範圍中。這排除一些普通之蠟。譬如純石蠟由柔軟之固態移動至低黏度(典型少於 100 厘泊)熔化狀態太突然。其特別有利的是該

以蠟為基礎之抗蝕劑為二個以上不同成份之混合物，每一成份具有不同的流變性質，而當作溫度之函數。此一組合成份、譬如蠟、樹脂及松香，提供一相當寬廣之溫度範圍，而該想要之黏度範圍能遍及此溫度範圍被滿足。於該接觸時間期間之處理溫度應被保持低於該額定之熔化溫度。其同樣重要的是於該接觸時間期間越過該晶圓維持溫度之很精確的控制，具有 ± 1 攝氏度之較佳控制。

圖 9 顯示該打印機 710 由該基材 704 縮回。注意該等角錐狀突出部份 712 已返回至其具有尖端 713 之原始形狀。圖 9 亦顯示該被佈圖之抗蝕劑層 702，具有經過該抗蝕劑的大體上正方形之開口 921 及環繞該等開口之有尖端的邊界。於一隨後之步驟中，該基材 704 將被暴露至蝕刻劑，該蝕刻劑將蝕刻該被暴露之矽。雖然該被佈圖之孔洞 921 係顯示為大體上正方形，該突出部份角錐體之變形實際上在該等角落導致輕微圓形突出部(未示出)。圖 9 亦顯示鄰接該等孔洞 921，該抗蝕劑層 703 之表面 702 具有升高部份 927，在此該抗蝕劑 833(圖 8)已被沿著該等突出部份 712 之面 831 向上引出。該抗蝕劑於此升高結構中固化。

就打印機之情況而言，雖然該上面之敘述具有角錐狀突出部份，且該等角錐狀突出部份具有四個面，其他突出部份形狀係可能的，包含圓錐體及磨圓的鼻部、圓形之圓柱形突出部份-其之二者將導致該抗蝕劑中之圓形孔洞。用於該突出特色之另一有利的形狀係藉由拋物線之周轉所建立者。於此一形狀中，該壓頭在該基底具有其最大直徑，

在此其與該打印機之延伸表面相會，且接著在直徑中連續地減少朝向該壓頭之尖端。該尖端被製成圓形，以當該打印機後方的壓力係增加及該突出部份被壓縮抵靠著該基材時，提供用於抗蝕劑之逐出。再者，該突出部份之總是加寬的本體(由尖端移動至基底)，提供橫側穩定性及使該壓頭當其被壓縮時屈曲之機會減至最小。

於該壓印操作期間，該經抗蝕劑塗附之基材可被放置在一溫度受控制的夾頭上，且其可藉由真空之施加被固持抵靠著此夾頭。該夾頭溫度能藉由通過該夾頭之被加熱及冷卻流體所控制。一佈圖循環將接著包括在該夾頭上加熱該經抗蝕劑塗附之基材及強迫該打印機抵靠著該夾頭，典型藉由在該打印機後方的壓力之施加。該基材及抗蝕劑將接著被冷卻，使該打印機仍然在適當位置中。最後，該打印機將由該經抗蝕劑塗附之基材被移除，典型藉由剝離該可撓的打印機。該接觸時間係該打印機與該抗蝕劑及基材接觸之持續時間。總循環可為短到數秒。

該抗蝕劑中之孔洞的尺寸有利地係藉由該等突出部份712之變形量所決定。這依序係藉由每一個別突出部份上之力量所決定。該力量能藉由施加壓力至該打印機之背面所控制。因為該打印機係可撓的，這遍及突出部份之有用的局部區域導致平均力量之良好控制，甚至當該基材係不完全平坦時。

大致上，在一面積之上，於每一突出部份上之力量將為大約相等的，於每一橫側方向中，該面積橫跨一等於該

打印機之數個厚度的距離。其能被看見的是維持一間隙的方法之優點係該打印機上之力量能藉由僅只考慮被施加至該打印機之壓力、及藉由該等突出部份之壓縮達該習知數量所產生的彈簧力量被有規則地決定，在此沒有流體靜力的壓力累積在該流體中。沒有任何流體靜力的流體壓力，這些力量(壓力與彈簧)在該等突出部份之最大變形的地點平衡。如此，用於該抗蝕劑材料的厚度中之不平整、或該基材之平坦性或兩者之組合，其係與該打印機之數個厚度一樣大或在橫側範圍中比該打印機之數個厚度較大，在該不平整之面積內，於每一突出部份上之力量將為大約相等，且在如所討論之不平整的面積外側之充分大區域中，將亦為大約等於每一突出部份上之力量。在由不平整之區域過渡至鄰接區域的附近，於突出部份上之力量將不會如於剛才所討論之該等較大區域中均勻的。當作一範例，打印機可具有大約.3 毫米之整個厚度，使該突出部份大約為.01 毫米(典型在約 2 微米及約 20 微米間之範圍內)。此一打印機將於該等突出部份上遍及一區域經歷一均勻之力量，該區域於二正交方向之每一者中橫跨至少大約.7 毫米。用於比該寬廣區域較小之不平整，在此一不平整的突出部份上之力量將不會特別接近於其他、更均勻區域中的突出部份上之力量。該打印機能具有一分佈於約.05 毫米及約 1 毫米之間的整個厚度，具有一於約.1 至約.5 毫米之間的較佳範圍。較薄的打印機係能夠較佳地順應該基材中之表面不平整及粗糙度。薄與因此很有撓性之打印機、隨同施加

至該打印機的背面之流體靜力的壓力之組合提供一系統，其能在粗糙及起伏的表面上建立一高保真度圖案。

每一突出部份的施加力量及該彈性或硬度之組合決定該已變形的突出部份 712 及該基材 704 之間的接觸面積之尺寸。這依序決定該抗蝕劑中之開口 921 的尺寸。因為於該等突出部份 712 之間，在該抗蝕劑 702 及該打印機的延伸表面 715 之間總是有一間隙 711，空氣可在此間隙中自由地通過，且逸出該打印機之側面。其結果是，在該空氣中未累積任何壓力，且因此，該等突出部份的聚合上之淨力係僅只藉由施加在該打印機之背面的壓力所決定。

為保證該空氣能由該打印機及該抗蝕劑/基材之間逸出，該打印機至該基材之邊緣的密封應該被防止。

如與企圖填充該體積之方法作比較，在此中所揭示之方法有很多優點，並於該抗蝕劑層及該打印機表面之間提供一間隙。

該抗蝕劑層 702 之絕對厚度係重要的，但不是關鍵性的，只要其係在不太多抗蝕劑與不太少抗蝕劑之操作限制內，如上面所討論者。

在蝕刻之後，待提供的抗蝕劑之數量可為從該基材中之想要結果的孔洞尺寸藉由向後加工所決定。已知此尺寸，及用於一製程狀態將為最佳的蝕刻之持續時間，該設計家能決定用於該基材上之抗蝕劑中的開口之最佳尺寸。此最佳尺寸係藉由該已變形的打印機突出部份接觸該基材之面積範圍所達成(具有藉由蝕刻測試所界定之接觸)。例

如，取四邊形角錐體當作範例，其可為該想要之開口係藉由變形該角錐體所達成，以致在該尖端，其整個延伸部的三分之一被壓扁，使得在離其尖端之距離的三分之一處、離其基底之距離的三分之二處，該孔洞係藉由該角錐體之橫截面的周邊所界定。該抗蝕劑之深度必需顯著地少於該突出部份之整個延伸長度的三分之二。以別的方式，當該打印機已變形而使得其尖端的三分之一被壓扁成平坦的時，其將完全地填滿該打印機的主要本體及該基材之間的體積。這將蒙受所有該等上面所討論之企圖填充該整個體積的方法之問題。如此，用於維持一間隙之方法，在此必需有某一程度之填充不足，而當該突出部份被變形至需要對於該打印機接觸時間的持續期間達成該想要之孔洞尺寸的程度時，足以在大體上該抗蝕劑的整個表面之上留下一間隙。如上面所討論，此填充之程度係在約.1 及.7 標準檢查程序單位間之某處，其將填充該體積。本製程控制能力當然能夠避免高於.7 標準檢查程序單位之填充程度，該填充程度將造成一問題。

更精確地說，持續以上面有關企圖填充該體積的方法所提出之範例，當作標準檢查程序單位之測量，考慮一典型之案例，在此該打印機包括角錐狀突出部份之六角形陣列，具有 20 微米的突出部份間之間距、14 微米之角錐體基底、與 9.9 微米之角錐體高度。用一完全填充之體積，以於該抗蝕劑中建立孔洞，該等孔洞在一側面上為 4 微米，該等角錐體之尖端必需被位移朝向該基底達大約 2.8 微米。填

充該工具的延伸表面及該晶圓間之空間所需的抗蝕劑之數量將為大約 7.1 微米厚度的一層(當該壓頭已變形時)。如此，一標準檢查程序單位深度將為 7.1 微米。因此，用於本發明在此維持一間隙之方法，填充之程度係於 .1 及 .7 標準檢查程序單位之間，改變至 .7 及 5 微米間之抗蝕劑的深度。

突出部份能被分開達到在約 5 微米及約 100 微米之間，或甚至更視該最終產物之設計而定。其高度可為在約 2 微米至約 100 微米之間，或另外亦關於該最終產物之設計。典型地，較小之壓頭將更接近在一起地被隔開，雖然這不見得需要如此。

為摘要該近來之討論，提供用於維持一間隙之方法的抗蝕劑材料之適當數量係該數量，使得：當該打印機被壓下至該基材，且在某種程度上變形，使得該已變形的突出部份之面積範圍的適當數量接觸該基材，使得該抗蝕劑材料中之適當尺寸孔洞將在該抗蝕劑材料固化及該打印機被移除之後形成時，於該整個接觸時間期間，在該抗蝕劑之表面及該打印機的延伸表面之間留下一間隙。再者，該基材之整個面積於該接觸時間期間合意地保持被覆蓋。再者，基於一蝕刻測試，該抗蝕劑係存在於所有該等抗蝕劑覆蓋區域中達一耐得住蝕刻之深度。雖然不是絕對需要，一有用之導引部係提供於將填充該體積之抗蝕劑材料的約 .1 及約 .7 標準檢查程序單位之間，較佳地係於約 .2 及約 .4 標準檢查程序單位之間。

該抗蝕劑層 702 中之孔洞 921 的尺寸被精確地控制，

因為僅只該等突出部份上之力量抵消施加至該打印機的頂部上之壓力。亦即，於該抗蝕劑中沒有發展流體靜力的壓力，因為該抗蝕劑係未與該打印機之大部分接觸，例如在該等突出部份之間的延伸表面 715。

有一連續之通道，用於使空氣由該經抗蝕劑塗附的基材及該打印機之間逸出至包圍該打印機的環境。

比在企圖填充該體積之方法所將有者，在該抗蝕劑及該打印機之間有一較小的接觸面積，造成更易於剝離(該打印機由該壓凹痕位置縮回)。當該打印機被剝離時，在此亦有一用於空氣進入該打印機及該抗蝕劑層間之空間的路徑，藉此避免吸入之建立。

本發明於此維持一間隙之方法係在一相當低的溫度下進行。此相當低的溫度被使用，以致該抗蝕劑之黏度係高到足以防止過度之抗蝕劑遷移。如此，該打印機被暴露之溫度係受限制的，藉此提供長久的打印機使用壽命及允許大範圍之材料被使用於該打印機。

再者，必需被強加在該基材上之溫度變動的量值係受限制的，允許結構之材料與上下變動該溫度所需之可接受的低時間及能量的選擇中之彈性。

如此，以該抗蝕劑及該打印機的本體間之持續的間隙來操作一楔入製程解決很多問題，並提供可複製、經濟的結果。

應注意的是留下一間隙之大多數利益被保存，甚至當在晶圓基材之上的一些面積被填充著抗蝕劑時。換句話

說，該等利益發生，縱使一連續之間隙不會存在於該抗蝕劑的整個表面之上。譬如，考量 156x156 毫米矽晶圓基材，在此該抗蝕劑的百分之 10 已太大地被沈積在一厚度上，以致不能留下一間隙-亦即一導致填充條件之厚度。例如，抗蝕劑之這些更厚的面積可發生在分佈越過該晶圓的 1-5 毫米直徑之點中。這些點將導致已填充條件，而該晶圓之其餘部分可保留有一間隙。再者，該等被填充的點中之孔洞尺寸將為與該間隙區域中之孔洞尺寸相同或極接近該間隙區域中之孔洞尺寸。這是因為每一被填充區域之尺寸係足夠小，使得該抗蝕劑能橫側地流動，直至該抗蝕劑本身係不在該打印機上施加顯著之壓力，且該打印機之均衡係藉由施加至該打印機之背面的壓力與該等壓頭的變形間之平衡所決定。大致上，如果一間隙存在該工具的至少大多數表面積之上，其被相信該間隙方法之優點係可用的。

打印機脈動

本發明在此中所揭示之另一群組處理在上面所論及之關於在每一突出部份的位置消除所有該抗蝕劑之問題，以致在此無任何留下之浮渣層。如已被論及，藉由未留下任何抗蝕劑浮渣層，其係意指只有一數量將不會於正常之蝕刻操作期間妨礙蝕刻。這些發明包含反覆地變形該等壓凹之突出部份，以清除該浮渣層。這些發明大致上被稱為涉及脈動或出渣作用。

於一具體實施例中，如參考圖 10A、10B 及 10C 所概要地顯示，於該抗蝕劑中之最初壓印係藉由在該打印機 1010

隔膜後方施加壓力所作成之後，該壓力被減少，且接著在數個連續之脈動循環中增加。最初，在接觸之前，該突出部份 1012 具有一尖銳的尖端 1013，該尖端 1013 下壓穿過該抗蝕劑層 1002，以接觸該基材晶圓 1004 之表面。(其係未知的，如果該突出部份之尖端完全地接觸該基材，或事實上，如果非常薄的抗蝕劑材料層保持介入在其之間)。當壓力係增加時，該打印機突出部份 1012 變形至一大體上被壓扁之尖端組構 1022，如在圖 10B 中所顯示。當該突出部份變形時，其直接地滾動及推動抗蝕劑 1002 遠離在該被變形部份下方之位置。壓力接著被減少，且該突出部份返回至其尖銳的形狀。壓力係接著被再次施加，且該突出部份再次採取該被壓扁之尖端組構。於一脈動模式期間，此來自一變形狀態之鬆弛、及壓力之再次施加係至少被重複一次，且選擇性地重複三次或更多次(盡可能更多次)。

如此，如在此中所使用，一脈動循環被考慮，以在一狀態中開始，該突出部份在此狀態中被以一正壓力壓抵靠著該基材，且大致上成為被壓扁之尖端 1022。該脈動包括壓力至第二、較低壓力之鬆弛，且接著壓力之再次施加。於該脈動期間，該壓力不被減少至零，但反之被減少至其最大值的一小部分。在鬆弛至該第二、較低壓力、或至某一壓力之前，升高的壓力之再次施加可為返回至等於該最初施加之壓力。所有被需要者為返回至一升高壓力係至一大於該第二、較低壓力的壓力。

譬如，在該打印機上方所施加之壓力典型可為在約 .25

至約 2 大氣壓錶壓力(亦即在該打印機上方之絕對壓力係約 1.25 至約 3 大氣壓)的範圍中。採取在該打印機上方所施加之壓力為約 .5 大氣壓錶壓力的案例，一出渣循環將包括將此壓力減少至約 .1 大氣壓錶壓力，且接著回頭增加該壓力直至約 .5 大氣壓錶壓力。出渣循環能花費在約 0.1 及約 1 或 2 秒之間，視該設備能多快移除氣體及允許氣體進入而定，並可盡可能延伸至長達 10 秒。吾人相信低至 0.1 秒、及長到 10 秒之接觸持續時間可為有用的。在盡可能高之頻率下操作該設備使該接觸持續時間減至最小，且如此使該抗蝕劑材料向上沿著該突出部份之面的偏離減至最小，如上面所討論者。該第二、較低壓力可為在約 .1 大氣壓錶壓力及約 1 大氣壓錶壓力的範圍內。

以此方式，該突出部份 1012 保持與該基材晶圓 1004 接觸，亦即，當在該打印機後方的壓力被減少時，其不會完全地舉離該基材。於連續之壓力脈動時，如果數個突出部份將被舉離，所有突出部份將返回進入其原來之開口將為不可能的。(其係未得知多少突出部份能安然地被允許舉離，以致大體上所有突出部份返回至其原來之孔洞。然而其係已知這為一敏感的條件)。該等個別之角錐狀突出部份 1012 確實經歷某一彈回，如所顯示。(雖然，於圖 10C 中，空間 1017 被顯示於該突出部份 1012 的側表面 1023 及該抗蝕劑層 1002 之間，當該突出部份被壓縮及放鬆時，其未得知此一空間是否真正地成立，或該抗蝕劑層是否鄰接該突出部份尖端 1013 變薄，或在其間的某一組合)。

該全壓力接著被再次施加，且當該壓力增加時，吾人相信該壓扁之角錐體突出部份 1012 能推動更多之抗蝕劑 1002 偏離。此循環能被重複許多次。其已被發現三次重複係足以清除用於蝕刻的百分之 98 的孔洞，但如少到一次之重複或很多次之重複可被使用。藉由清除、或揭開，其大致上係意指減少留在該突出部份的位置之抗蝕劑的數量，使得於以該標準之蝕刻劑蝕刻達一合理之時間長度時，至少所論及之百分比 - 對應於一突出部份之位置的百分之 98，於該基材中導致可接受的蝕刻孔洞。

如已被論及，應注意的是白光顯微目視檢查係不足以決定清除，因目視地顯現為無任何浮渣層的一些區域確實對蝕刻呈現充分的阻抗，以致一孔洞係未充分地形成在該基材中。

如此，其未肯定地得知是否絕對所有該抗蝕劑層被移除，因可藉由比白光光學輪廓儀更靈敏的一些技術、甚至藉由脈動作用所決定。所已知者係以脈動，足夠用於蝕刻穿透的抗蝕劑中之較高百分比的孔洞被產生。於一些案例中，亦已知者係沒有脈動，在目視檢查時顯現為無任何浮渣層的抗蝕劑層中之顯著百分比的孔洞係未充分地清除以允許蝕刻。

亦應注意的是於最後脈動之結束時，壓力被保留，且接著影響該抗蝕劑的環境之溫度係減少，使得其在適當位置中冷卻。然後，該壓力被減少，且該打印機被剝離，於該被固化、或硬化的抗蝕劑中留下該孔洞。

於此方法之脈動階段期間，在所有該等突出部份 1012 間之空間的領域中，一間隙 1011 總是保持打開。

並非使用氣動壓力、諸如空氣或另一流體推進該工具朝向該基材，大致上如上面所述，該工具能使用一機械設備被推進，該機械設備強迫該工具朝向及抵靠著該基材。這是如此與關於脈動該工具之發明、及那些亦關於鄰接該抗蝕劑材料維持一間隙兩者有關。

此揭示內容敘述及揭示超過一個發明。該等發明係在此文件及相關文件之申請專利範圍中提出，不只如所提出申請者，而且亦如於任何專利申請案之實施期間基於此揭示內容所開發者。本發明家意圖主張所有各種本發明至藉由該先前技藝所允許之限制，事實上隨後決定。沒有在此中所敘述之任何特色係在此中所揭示之每一發明不可缺的。如此，本發明家意圖使在此中未敘述之特色、而且在基於此揭示內容之任何專利的任何特別申請專利範圍中所未主張者應被併入任何此申請專利範圍。

例如，在該抗蝕劑中作成該被壓印的圖案之前，該等有關留下一間隙及解決確保該抗蝕劑於該楔入製程充分地蓋住該基材之整個面積、避免未覆蓋的問題之發明，係與關於由該基材鄰接該等突出部份之面積充分地移除該抗蝕劑的發明無關，其想要的是由該等面積移除該抗蝕劑，以致蝕刻劑能移除該放在下面的基材材料。而且，維持一間隙及脈動之二方法可被以相同之基材一起實現。或，任一方法能沒有該另一方法被獨自實現。

再者，在每一群組內，有發明之可被獨自或組合地實現的獨立態樣。例如，以間隙維持方法，該抗蝕劑攀爬該突出部份之程度可藉由變更以下之任何一個或多個所控制：該材料組合之潤濕角度、或該抗蝕劑材料之黏度、接觸時間之持續時間、壓縮之溫度(其影響黏度)及程度。黏度可藉由調整該抗蝕劑之成分被調整。該等突出部份之尺寸及形狀、與其延伸構件之傾斜度亦可被變更，以調整該抗蝕劑沿著它們行進之程度。

硬體的一些組裝件、或步驟之群組在此中被稱為一發明。然而，這並未允許任何此等組裝件或群組必定是可專利性差異之發明，尤其當藉由關於發明的數目之法律及法規所考慮時，其將於一專利申請案、或發明單一性中被檢查。其係意欲為解說發明之具體實施例的捷徑。

一摘要係同此被提出。其被強調的是此摘要被提供至遵守需要一摘要之規則，該摘要將允許審查員及其他檢查者迅速地確定該技術揭示內容之主題。該摘要係以其將不被使用於解釋或限制該等申請專利之範圍或意義的理解被提出，如藉由該專利局之規則所許諾者。

該前面之討論應被了解為說明性及將不被考慮為限制在任何意義中。雖然該等發明已參考其較佳具體實施例被特別顯示及敘述，那些熟諳該技藝者將了解可在其中作成樣式及細節中之各種變化，而不會由本發明之精神及範圍脫離，如藉由該等申請專利範圍所界定者。

所有機構或步驟加上下面該等申請專利範圍中之功能

元件的對應結構、材料、作用、及同等項係意欲包含任何結構、材料、或作用，用於與其他被申請之元件組合地施行該等功能，如所特別申請者。

發明之態樣

本發明之以下態樣係意欲在此中被敘述，且此段落係確保它們被論及。它們被稱呼為態樣，且雖然它們類似於申請專利範圍般顯現，它們不是申請專利範圍。然而，將來在某一點，該等申請人保留於此申請案及任何相關申請案中主張任何及所有這些態樣的權力。

1.一種將材料之圖案賦予至基材的方法，包括以下步驟：

a.使基材及打印機設有經佈圖、可變形、隔開的部件，該等部件由該打印機之延伸表面突出，該等突出部份具有一長度；

b.在該基材之至少一區域中提供一材料，該材料於加熱至一流動溫度時變得可流動，該材料被提供至一少於該部件長度的深度；

c.使該等突出部件與該可流動材料接觸；

d.在某種程度上將第一壓力施加至該打印機相向於該等突出部件的一側面，使得：

i.該等突出部件貫穿該可流動材料；

ii.在與該基材接觸時，該等突出部件在該可流動材料及該打印機的延伸表面之間變形達一程度，使一間隙存在於該可流動材料的大部分表面之上；

e.將該可流動材料加熱至一足以允許該可流動材料流動之溫度；及

f.縮回該打印機，以顯露該基材之經佈圖材料覆蓋區域。

2.一種將材料之圖案賦予至基材的方法，包括以下步驟：

a.使基材及打印機設有可變形、隔開的部件，該等部件由該打印機之延伸表面突出，該等部件具有一長度；

b.在該基材之至少一區域中提供一材料，該材料於加熱至一流動溫度時變得可流動；

c.使該等突出部件與該可流動材料接觸；

d.在某種程度上將第一壓力施加至該打印機相向於該等突出部件的一側面，使得：

i.該等突出部件貫穿該可流動材料；及

ii.在與該基材接觸時，該等突出部件變形；及

e.在某種程度上施加少於該第一壓力之第二壓力，使得該突出部件之變形係減少；

f.施加壓力至該打印機相向於該等突出部件之側面，該壓力係大於該第二壓力；

g.在步驟 f 之前或於步驟 f 期間，將該可流動材料加熱至一足以允許該可流動材料流動之溫度；及

h.縮回該打印機，以顯露該基材之經佈圖材料覆蓋區域。

3.如態樣 1-2 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方

法，另包括冷卻該可流動材料之步驟。

4.如態樣 3 將材料之圖案賦予至基材的方法，進行冷卻之步驟，以致該可流動材料變得不流動。

5.如態樣 1-4 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力之步驟包括施加壓力，使得該打印機之部件的預定面積範圍被彈性變形成與該基材密切接觸。

6.如態樣 1-5 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，其經佈圖材料包含基材之未被可流動材料所覆蓋的至少一區域，該經佈圖材料事先被以可流動材料所覆蓋。

7.如態樣 6 將材料之圖案賦予至基材的方法，該未覆蓋區域不被覆蓋，如藉由蝕刻測試所決定者。

8.如態樣 1-7 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該未覆蓋區域對應於該打印機之突出部件。

9.如態樣 1-8 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該打印機具有少於大約 50 百萬帕斯卡、較佳地係在大約 5 百萬帕斯卡及大約 35 百萬帕斯卡之間、更佳地係在大約 2 百萬帕斯卡及 15 百萬帕斯卡之間的彈性模數。

10.如態樣 1-9 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括使該經佈圖基材遭受至一隨後之蝕刻處理步驟。

11.如態樣 1-10 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括蠟。

12.如態樣 1-11 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括樹脂。

13.如態樣 1-12 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方

法，變得可流動之材料包括松香。

14.如態樣 1-13 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該材料在少於大約攝氏 100 度之溫度變得可流動。

15.如態樣 1-14 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料在該流動溫度具有於約 5,000 及約 500,000 厘泊之間、且較佳地係在約 20,000 及約 200,000 厘泊之間的黏度。

16.如態樣 1-15 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料遍及至少約攝氏 2 度及較佳地係至少約攝氏 5 度的溫度範圍具有在該指定範圍內之黏度。

17.如態樣 1-16 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括至少二成份。

18.如態樣 1-17 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加相對壓力至該打印機之步驟被進行達到在約 .5 及約十秒之間、較佳地係在約 1 及約 5 秒之間的接觸時間。

19.如態樣 1-18 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件具有在大約 2 及大約 20 微米之間、較佳地係約 10 微米的長度。

20.如態樣 1-19 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，提供變得可流動之材料的步驟包括提供一深度少於約 5 微米之材料。

21.如態樣 1-19 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，提供材料之步驟包括提供一於約 .7 及約 5 微米之間、較佳地係少於約 3.5 微米的深度之可流動材料。

22.如態樣 1-21 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括具有一基底及一尖端之部件，在此該尖端被製成圓形，且該部件具有實質上圓形之橫截面，其半徑由該基底至該尖端地減少。

23.如態樣 1-22 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括具有一基底及一尖端之部件，在此該尖端於至少一態樣中具有一尖點。

24.如態樣 1-23 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括在至少一態樣中具有三角形橫截面的部件。

25.如態樣 1-23 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件在至少一態樣中具有梯形橫截面。

26.如態樣 1-25 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該打印機包括角錐狀尖銳的突出部件。

27.如態樣 1-26 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括處理該基材，以形成光伏打電池。

28.如態樣 1-27 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等步驟(d)、(e)及(f)界定為一脈動循環，並在每秒至少 1/2 脈動之頻率下進行。

29.如態樣 1-28 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力之步驟包括在約 .25 至約 2 大氣壓錶壓力之間施加，且施加第二壓力之步驟包括施加一於約 .1 大氣壓錶壓力及約 1 大氣壓錶壓力之間的壓力。

30.如態樣 2-29 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方

法，另包括至少額外兩次地重複該等步驟(e)及(f)。

31.如態樣 5-30 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括提供材料，使得遍及該表面之大部分的間隙具有於 .9 及 .3 標準檢查程序單位之間的範圍。

32.如態樣 5-30 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括遍及該表面之大部分提供材料達到在 .1 及 .7 標準檢查程序單位之間的深度。

已敘述在此中所揭示之發明，其主張者為：

【圖式簡單說明】

本發明在此中所揭示之這些及其他目的及態樣將參考該圖示、在上面所提出者及本討論之各圖面被較佳了解。

圖 1 概要地顯示一被使用於楔入之打印機(先前技藝)；

圖 2 概要地顯示圖 1 之打印機及一塗以抗蝕劑的基材，該基材將藉由該打印機(先前技藝)所佈圖；

圖 3 概要地顯示圖 2 之打印機及基材，使該打印機之突出部份的尖端剛好接觸該抗蝕劑(先前技藝)；

圖 4 顯示概要地一打印機及一基材，使該打印機之突出部份變形及壓抵靠著該基材，並使抗蝕劑大體上填充該基材及該打印機的本體之間的空間(先前技藝)；

圖 5 概要地顯示一打印機及一基材，在以該打印機楔

入之後具有一被佈圖抗蝕劑所塗佈的基材(先前技藝)；

圖 6 概要地顯示在蝕刻之後的一基材，具有如在圖 5 中所顯示之被佈圖的抗蝕劑遮罩；

圖 7 概要地顯示本發明之打印機及基材，該基材被塗以抗蝕劑，使該打印機之突出部份變形及壓抵靠著該基材，及使抗蝕劑未填充該基材及該打印機的本體之間的空間，並在其間留下間隙，且由該組裝件之角落所顯示地啣合於楔入狀態中；

圖 8 於該組裝件的一側視圖中概要地顯示圖 7 之打印機及基材；

圖 9 在楔入之後概要地顯示圖 7 之打印機及基材，使該等零組件被分開，顯露被佈圖、有尖端的抗蝕劑；

圖 10A 在開始一脈動之前概要地顯示一打印機及被塗附抗蝕劑的基材，使該打印機突出部份尖端稍後貫穿該抗蝕劑、接觸該基材、但未變形；

圖 10B 在開始一脈動之處概要地顯示圖 10A 之打印機及被塗附抗蝕劑的基材，使該打印機突出部份尖端貫穿該抗蝕劑層，且變形與壓扁抵靠著該基材；及

圖 10C 在一脈動結束之處概要地顯示圖 10A 及 10B 之打印機及被塗附抗蝕劑的基材，使該打印機突出部份尖端再次貫穿該抗蝕劑層而未變形。

【主要元件符號說明】

七、申請專利範圍：

1.一種將材料之圖案賦予至基材的方法，包括以下步驟：

a.使基材及打印機設有可變形、隔開的部件，該等部件由該打印機之延伸表面突出，該等部件具有一長度；

b.在該基材之至少一區域中提供一材料，該材料於加熱至一流動溫度時變得可流動，該材料被提供至一少於該部件長度的深度；

c.使該等突出部件與該可流動材料接觸；

d.在某種程度上將第一壓力施加至該打印機相向於該等突出部件的一側面，使得：

i.該等突出部件貫穿該可流動材料；及

ii.在與該基材接觸時，該等突出部件在該可流動材料及該打印機的延伸表面之間變形達一程度，使一間隙存在於該可流動材料的大部分表面之上；

e.將該可流動材料加熱至一足以允許該可流動材料流動之溫度；及

f.縮回該打印機，以顯露該基材之經佈圖材料覆蓋區域。

2.一種將材料之圖案賦予至基材的方法，包括以下步驟：

a.使基材及打印機設有可變形、隔開的部件，該等部件由該打印機之延伸表面突出，該等部件具有一長度；

b.在該基材之至少一區域中提供一材料，該材料於加熱

至一流動溫度時變得可流動；

c.使該等突出部件與該可流動材料接觸；

d.在某種程度上將第一壓力施加至該打印機相向於該等突出部件的一側面，使得：

i.該等突出部件貫穿該可流動材料；及

ii.在與該基材接觸時，該等突出部件變形；及

e.在某種程度上施加少於該第一壓力之第二壓力，使得該突出部件之變形係減少；

f.施加壓力至該打印機相向於該等突出部件之側面，該壓力係大於該第二壓力；

g.在步驟 f 之前或於步驟 f 期間，將該可流動材料加熱至一足以造成該可流動材料流動之溫度；及

h.縮回該打印機，以顯露該基材之經佈圖材料覆蓋區域。

3.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括冷卻該可流動材料之步驟。

4.如申請專利範圍第 3 項將材料之圖案賦予至基材的方法，進行冷卻之步驟，以致該可流動材料變得不流動。

5.如申請專利範圍第 2-4 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力之步驟包括施加壓力，使得該打印機之部件的預定面積範圍被彈性變形成與該基材密切接觸。

6.如申請專利範圍第 1-5 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，其經佈圖材料包含基材之未被可流動材料所

覆蓋的至少一區域，該經佈圖材料事先被以可流動材料所覆蓋。

7.如申請專利範圍第 6 項將材料之圖案賦予至基材的方法，該未覆蓋區域不被覆蓋，如藉由蝕刻測試所決定者。

8.如申請專利範圍第 6-7 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該未覆蓋區域對應於該打印機之突出部件。

9.如申請專利範圍第 1-8 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該打印機具有少於大約 50 百萬帕斯卡、較佳地係在大約 .5 百萬帕斯卡及大約 35 百萬帕斯卡之間、且更佳地係在約 2 百萬帕斯卡及 15 百萬帕斯卡之間的彈性模數。

10.如申請專利範圍第 1-9 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括使該經佈圖基材遭受至一隨後之蝕刻處理步驟。

11.如申請專利範圍第 1-10 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括蠟。

12.如申請專利範圍第 1-11 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括樹脂。

13.如申請專利範圍第 1-12 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括松香。

14.如申請專利範圍第 1-13 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該材料在少於大約攝氏 100 度之溫度變得可流動。

15.如申請專利範圍第 1-14 項任一項將材料之圖案賦予

至基材的方法，變得可流動之材料在該流動溫度具有於約 5,000 及約 500,000 厘泊之間、且較佳地係在約 20,000 及約 200,000 厘泊之間的黏度。

16.如申請專利範圍第 15 項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料遍及至少約攝氏 2 度及較佳地係至少約攝氏 5 度的溫度範圍具有在該指定範圍內之黏度。

17.如申請專利範圍第 1-16 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括至少二成份。

18.如申請專利範圍第 2-17 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力至該打印機之步驟係被實施在約 .5 及約十秒之間、較佳地係在約 1 及約 5 秒之間的接觸時間。

19.如申請專利範圍第 1-18 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件具有在大約 2 及大約 20 微米之間、較佳地係約 10 微米的長度。

20.如申請專利範圍第 1-19 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，提供變得可流動之材料的步驟包括提供一深度少於約 5 微米之材料。

21.如申請專利範圍第 1-19 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，提供變得可流動的材料之步驟包括提供一於約 .7 及約 5 微米之間、較佳地係少於約 3.5 微米的深度之材料。

22.如申請專利範圍第 1-21 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括具有一基底及一尖端之

部件，其中該尖端被製成圓形，且該部件具有大體上圓形之橫截面，其直徑由該基底至該尖端地減少。

23.如申請專利範圍第 1-22 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括具有一基底及一尖端之部件，其中該尖端於至少一態樣中具有一尖點。

24.如申請專利範圍第 1-23 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括在至少一態樣中具有三角形橫截面的部件。

25.如申請專利範圍第 1-23 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件在至少一態樣中具有梯形橫截面。

26.如申請專利範圍第 1-25 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該打印機包括角錐狀尖銳的突出部件。

27.如申請專利範圍第 1-26 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括處理該基材，以形成光伏打電池。

28.如申請專利範圍第 2-27 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等步驟(d)、(e)及(f)界定為一脈動循環，並在每秒至少 1/2 脈動之頻率下進行。

29.如申請專利範圍第 2-28 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力之步驟包括在約 .25 至約 2 大氣壓錶壓力之間施加，且施加第二壓力之步驟包括施加一於約 .1 大氣壓錶壓力及約 1 大氣壓錶壓力之間的壓力。

30.如申請專利範圍第 2-29 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括至少額外兩次地重複該等步驟(e)及

(f)。

31.如申請專利範圍第 1-30 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括提供材料，使得遍及該表面之大部分的間隙具有介於.9 及.3 標準檢查程序單位之間的範圍。

32.如申請專利範圍第 1-30 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括遍及該表面之大部分的提供材料達到在.1 及.7 標準檢查程序單位之間的深度。

八、圖式：

(如次頁)

(f)。

31.如申請專利範圍第 1-30 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括提供材料，使得遍及該表面之大部分的間隙具有介於.9 及.3 標準檢查程序單位之間的範圍。

32.如申請專利範圍第 1-30 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括遍及該表面之大部分的提供材料達到在.1 及.7 標準檢查程序單位之間的深度。

八、圖式：

(如次頁)

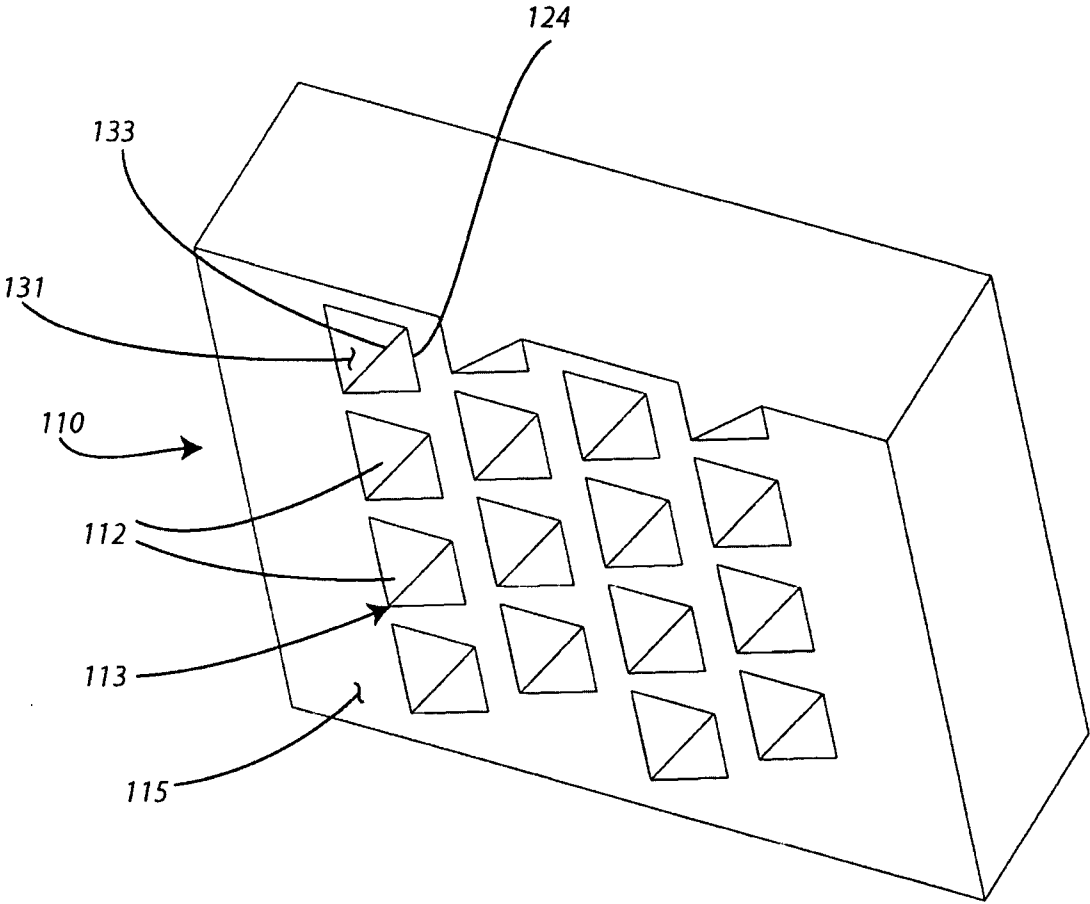


圖1（先前技藝）

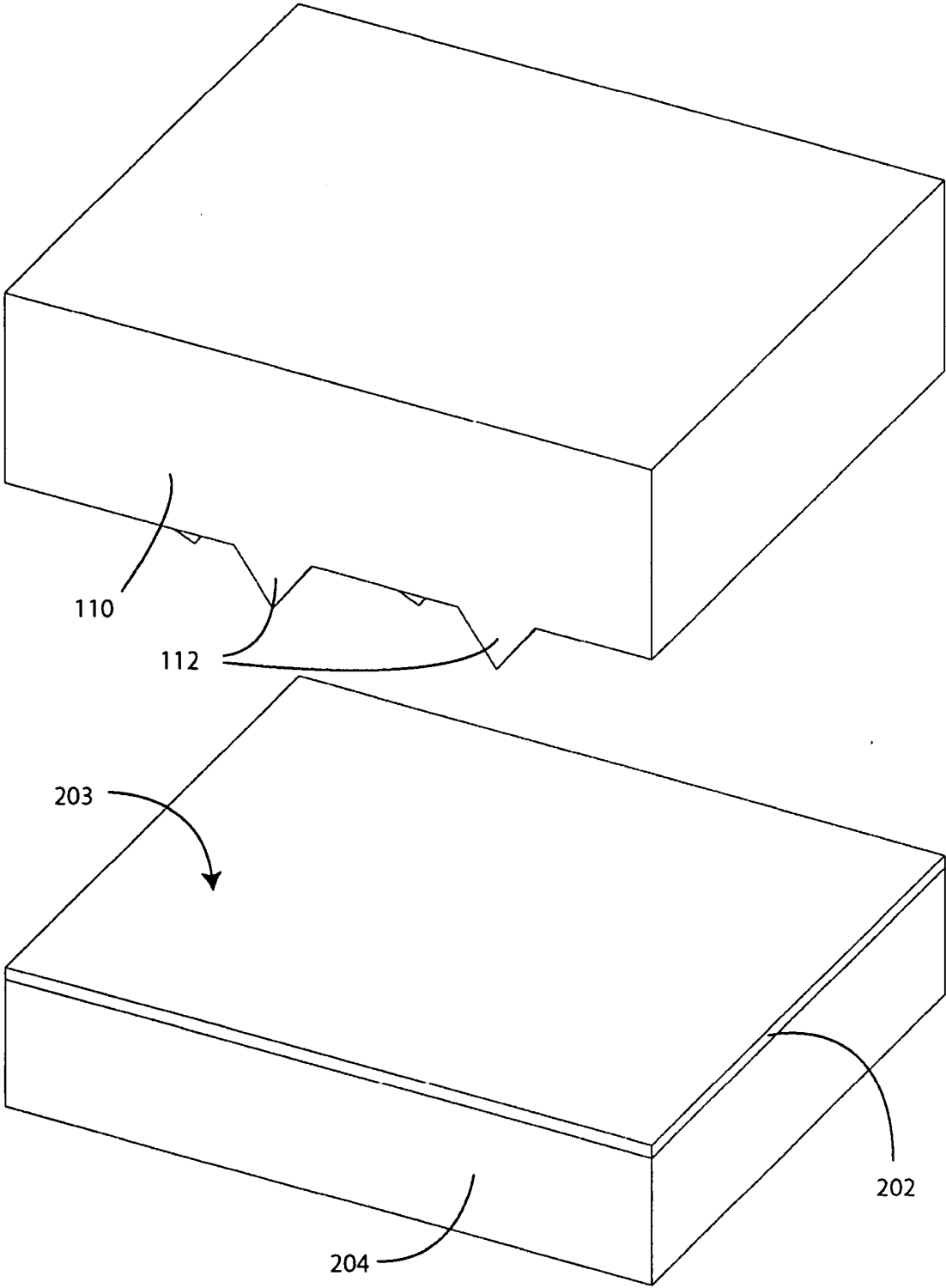


圖2（先前技藝）

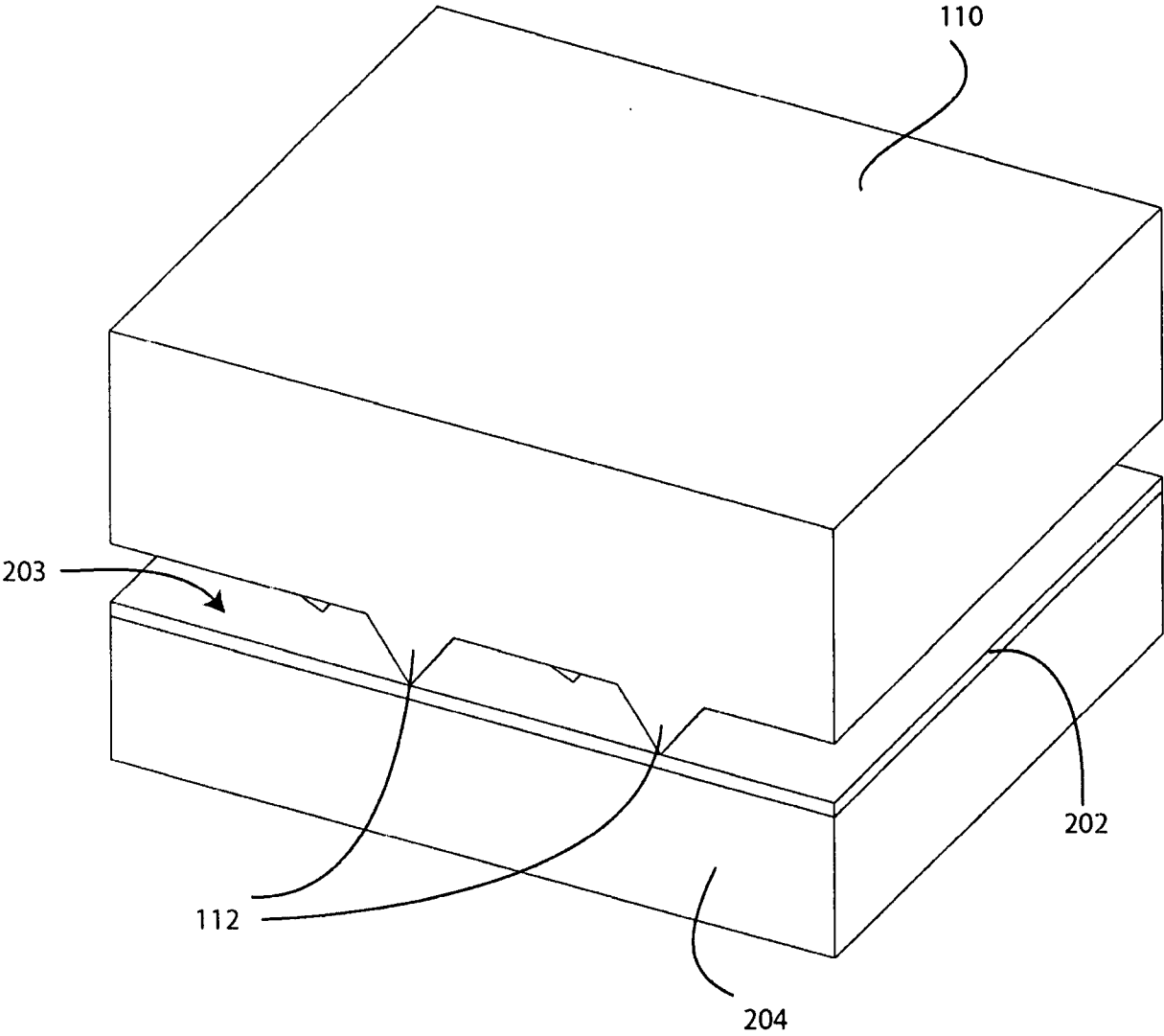


圖3（先前技藝）

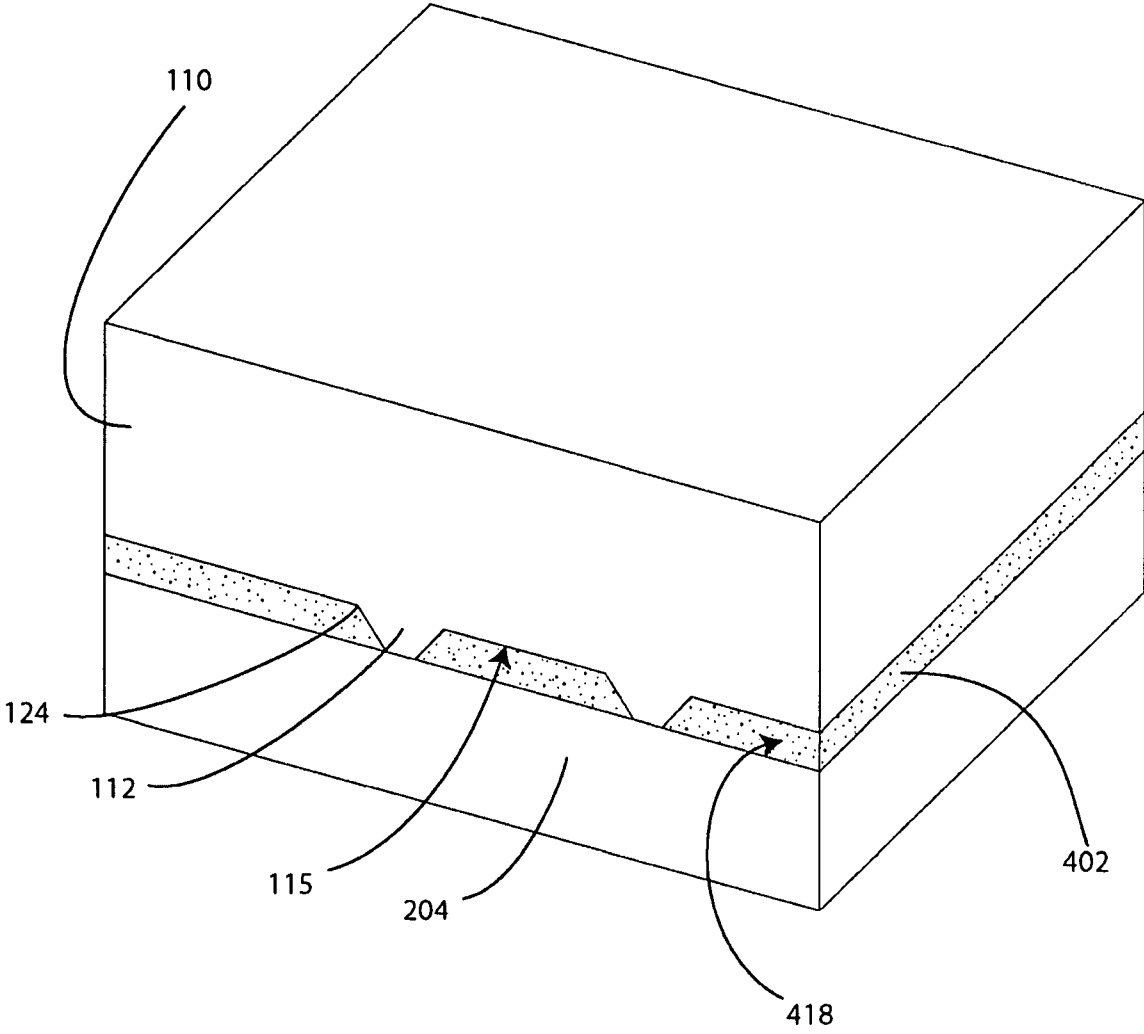


圖4（先前技藝）

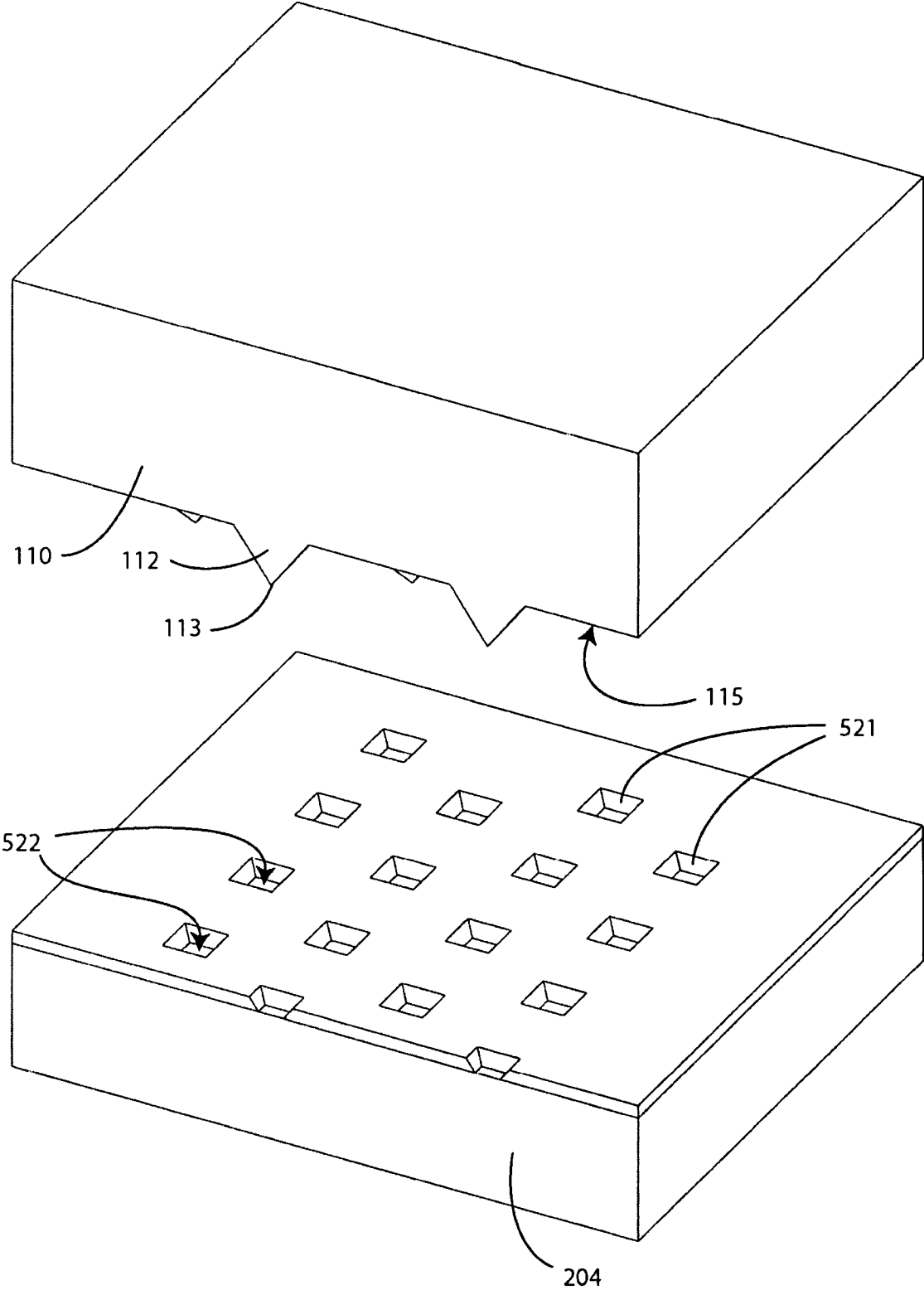


圖5（先前技藝）

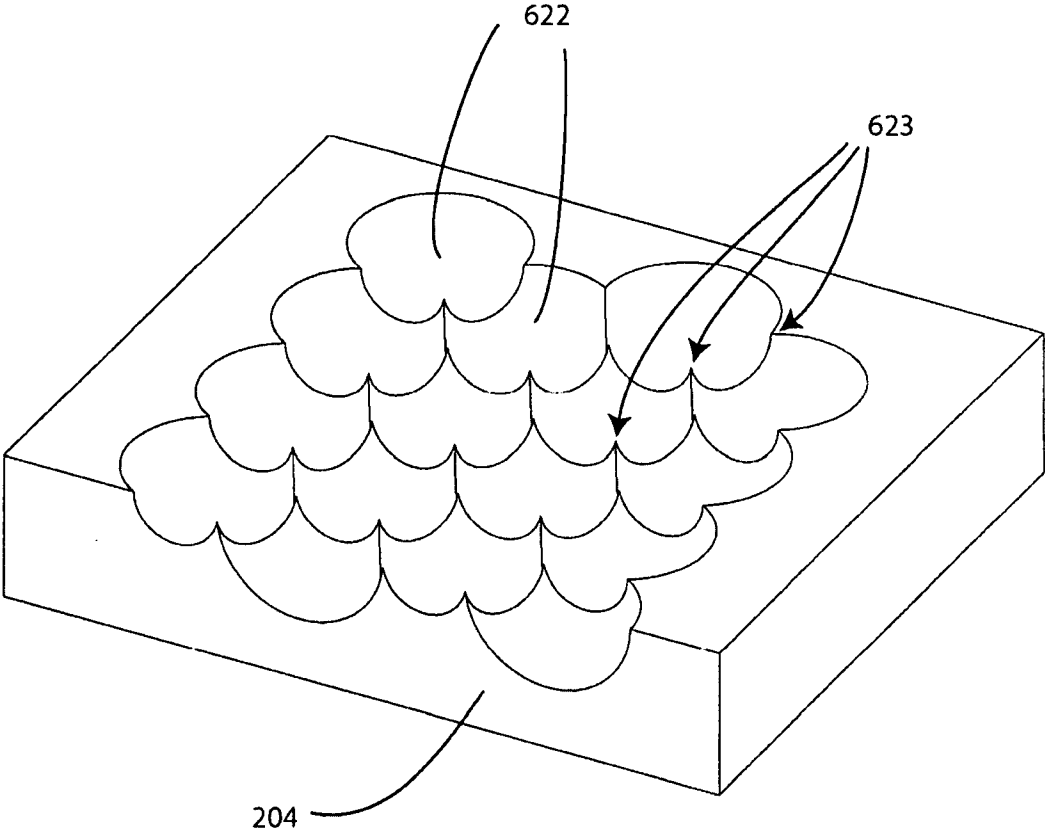


圖6（先前技藝）

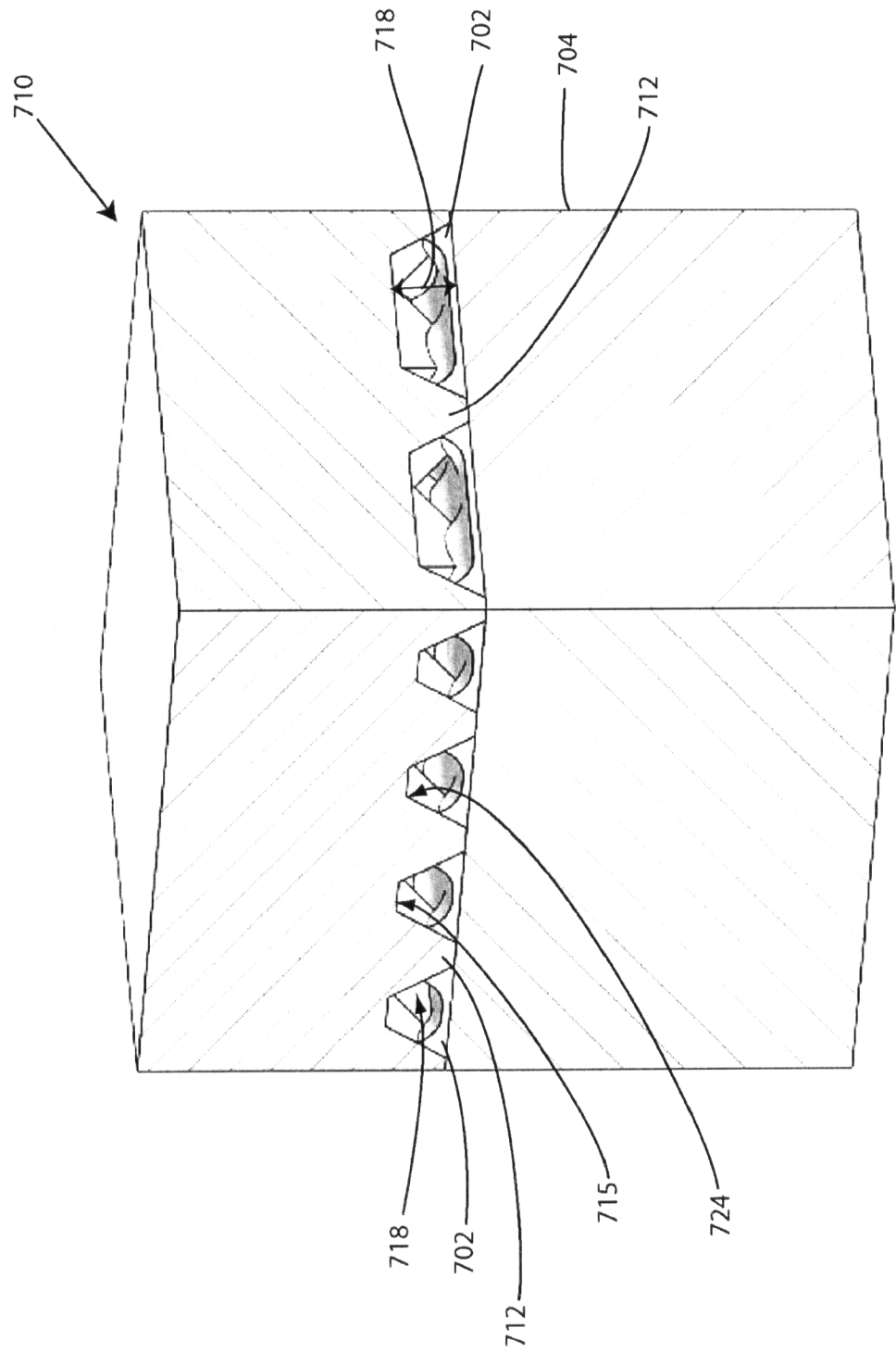


圖7

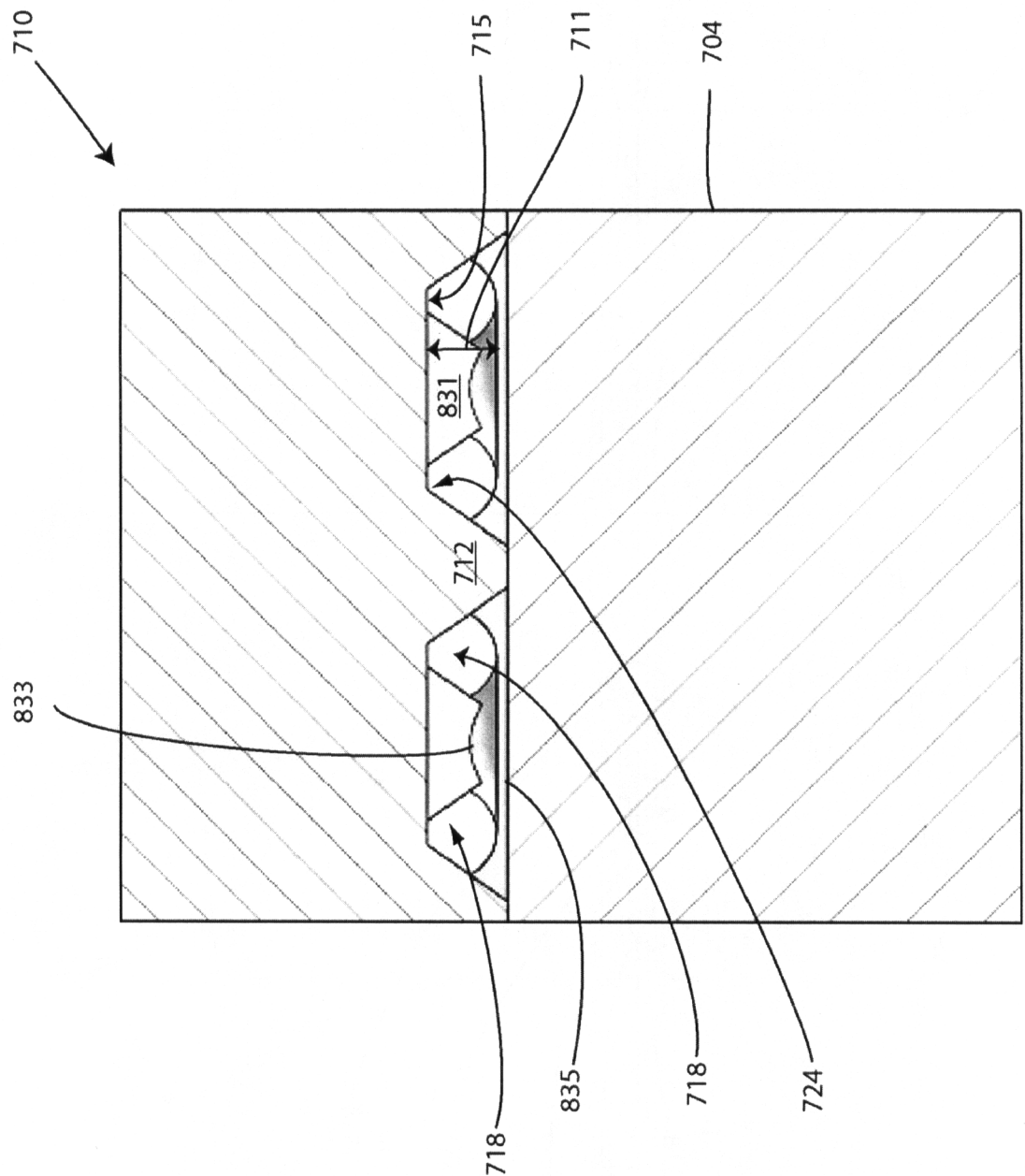


圖8

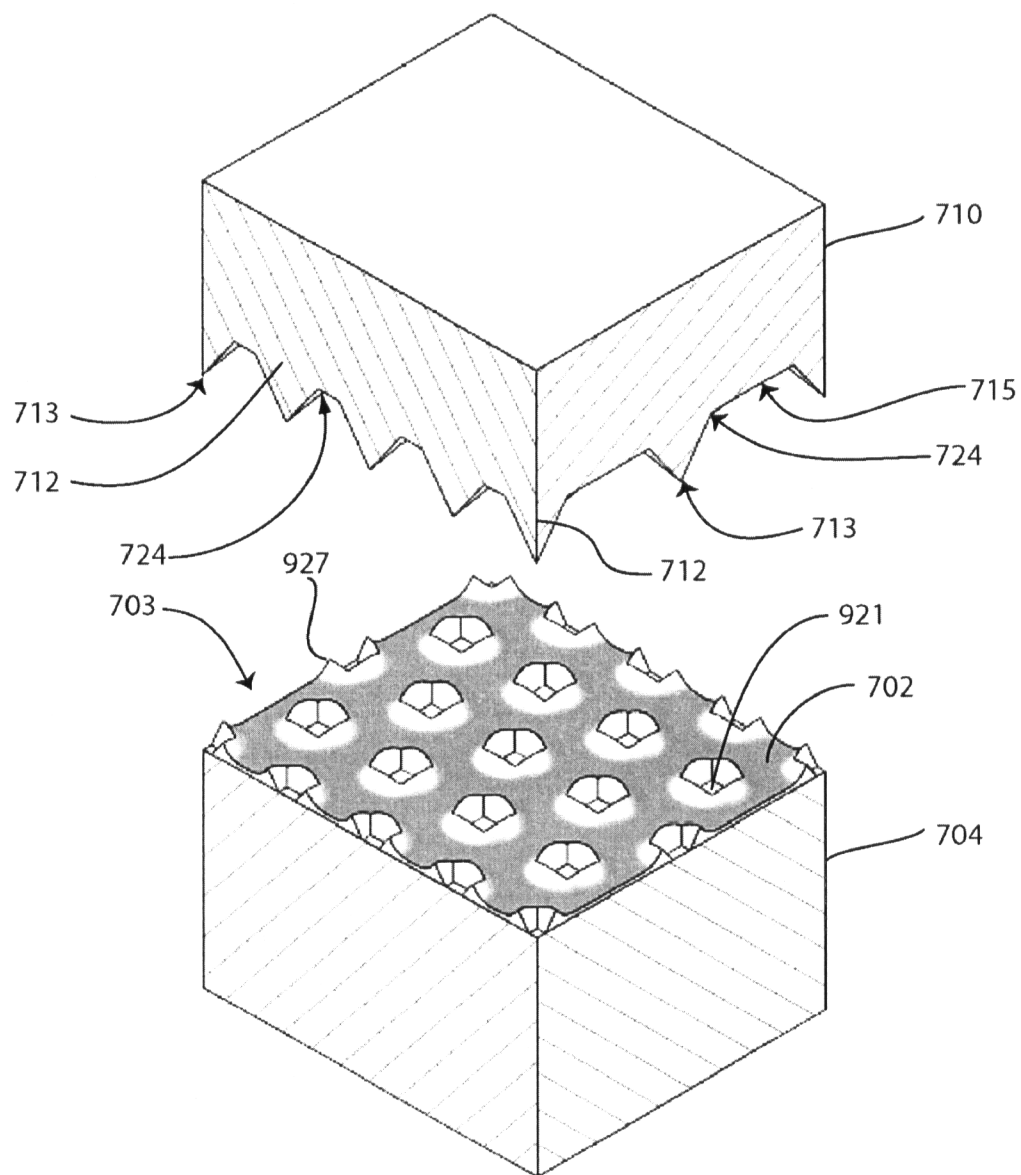


圖9

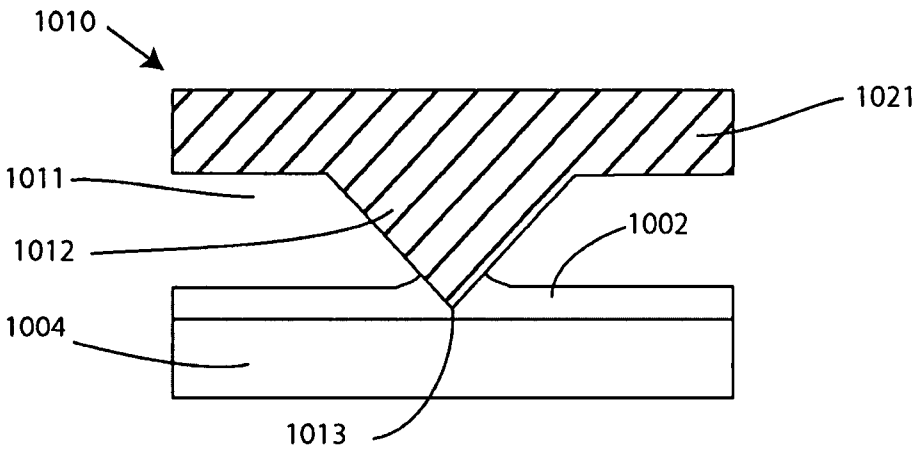


圖10A

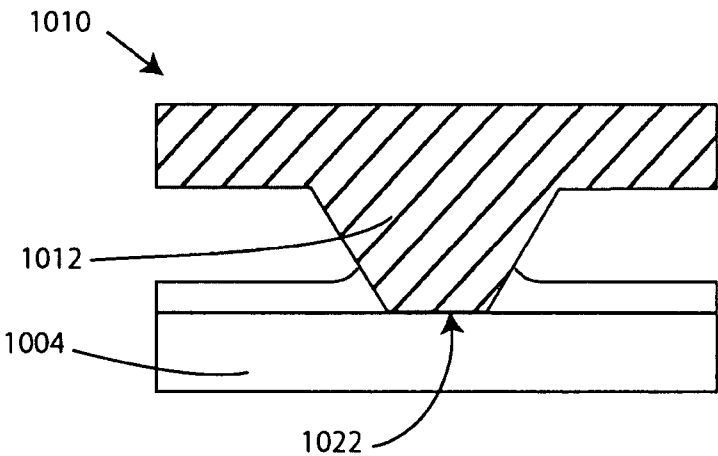


圖10B

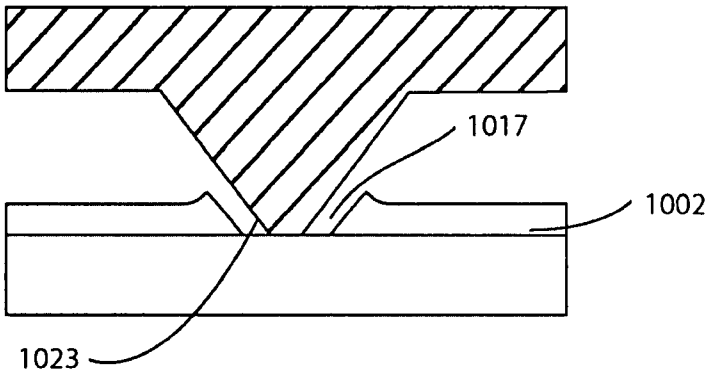


圖10C

pulses clears away any scum layer better than does a single press, as measured by an etch test comparison of the degree to which a normal etch for a normal duration etches away substrate material.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 7

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

702	抗蝕劑
704	基材
710	打印機
712	突出部份
715	底部延伸表面
718	空間
724	凹入角落

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於使用包含未填滿以留下一間隙與脈動打印之打印機於基材上之軟材料的壓印技術。

2011 年 9 月 23 日提出、標題為“使用包含未填滿以留下一間隙與脈動打印之打印機於基材上之軟材料的改良壓印技術”之美國臨時申請案第 61/538,489 號的利益係據此被主張，且其整個揭示內容係據此完全以引用的方式併入本文中。

同此，以伊曼紐爾 M.薩克斯等人之名義，指定美國之 PCT(專利合作條約)申請案正在相同之日期被提出申請，並藉由美國專利暨商標局電子存檔系統在代理人案號第 13-660073PCT 號之下所提出，標題為“用於操縱、加熱及冷卻一基材之方法與裝置，且於該基材上之圖案是由一工具以熱流動材料塗裝包含基材運送、工具安置、工具拉緊與工具收縮方式完成”，該 PCT 申請案對 2011 年 9 月 23 日提出、相同標題之美國臨時申請案第 61/538,542 號主張優先權。該 PCT 申請案在此中於下面被稱為該共同審理中之申請案，且係據此完全以引用的方式併入本文中。該優先權臨時申請案係亦據此完全以引用的方式併入本文中。

【先前技術】

某些處理方案及架構以伊曼紐爾 M.薩克斯及詹姆士 F.佈雷特及指定美國麻省理工學院之名義被揭示於 2008 年 2 月 15 日提出之專利合作條約申請案第 PCT/US2008/002058 號中、標題為“具有特定結構的表面之

太陽能電池”，其國家階段係美國專利申請案第 12/526,439 號、在 2012 年 9 月 4 日發行作為美國專利第 8257998 號，且亦對二臨時美國申請案、即 2007 年 2 月 15 日提出之第 US 60/901,511 號與 2008 年 1 月 23 日提出之第 US 61/011,933 號主張優先權。所有該 PCT 申請案、該美國專利、專利申請案、及該二美國臨時申請案據此完全以引用的方式併入本文中。在這些申請案中所揭示之技術在此中被共同地稱為自准電池技術。

某些額外之處理方法及裝置被揭示在 2009 年 4 月 17 日以班傑明 F.鮑裡托、霍利 G.蓋茨、與伊曼紐爾 M.薩克斯、及指定美國麻省理工學院與 1366 工業公司之名義提出的專利合作條約申請案第 PCT/US2009/002423 號中、標題為“不規則表面之楔子壓印佈圖”，其國家階段係美國專利申請案第 12/937,810 號，且亦對二臨時美國申請案、即 2008 年 4 月 18 日提出之第 US 61/124,608 號與 2008 年 12 月 12 日提出之第 US 61/201,595 號主張優先權。所有該 PCT 申請案、該美國專利申請案、及該二美國臨時申請案據此完全以引用的方式併入本文中。在此段落中所論及之申請案中所揭示的技術在此中被共同地稱為楔子壓印技術或楔入技術，雖然於一些情況中，具有異於楔子之形狀的突出部份可被使用。該等相關申請案在下面被稱為該等楔入應用。

簡言之，此楔子壓印技術包含諸方法。具有指定用於光電伏特及其他應用之特定結構的被佈圖之基材被製成。

如參考圖 1、2、3、4 及 5 與 6 所顯示，該等基材係藉由壓印一可撓打印機 110 之突出部份 112 所製成，並壓印在蓋住一基材晶圓 204 的抗蝕劑材料 202 之薄層上。所使用之打印機工具係一足夠柔軟之材料(典型彈性的)，以致該工具在與該基材或晶圓 204 接觸時變形，而一抗蝕劑 202 之塗層已事先被塗至該基材或晶圓 204 上。圖 3 顯示該打印機 110 之突出部份 112 剛剛接觸該抗蝕劑 202 之表面 203。該抗蝕劑於加熱時變得柔軟，且在該等突出部份 112 於熱及壓力的條件之下由該等壓印之位置移走，顯露該基材毗連該突出部份之區域。該抗蝕劑可在該打印機接觸該抗蝕劑之前或之後、或在該打印機接觸該抗蝕劑之前或之後兩者、且甚至當該打印機接觸該抗蝕劑時被加熱。該基材接著被冷卻，並使該打印機 110 位在適當位置中，該打印機如在圖 5 中所顯示地被移除，而留下在孔洞 521 之下所暴露的基材之區域 522，且該抗蝕劑已由該等區域 522 移走。該基材係進一步遭受一些塑形製程、典型為一蝕刻製程。該基材之被暴露部份 522 係藉由諸如蝕刻法之作用所移除，且該基材之藉由該抗蝕劑所保護的部份保持原狀，如在圖 6 中分別於在 622(蝕刻掉部份)及 623(未蝕刻部份、或較少蝕刻部份)所顯示。

典型之基材為矽，且典型之抗蝕劑為蠟或蠟及樹脂之混合物。該打印機可被一再地使用。該打印機之突出部份可為離散、隔開的，諸如所顯示之角錐狀元件 112。或，它們可為延伸的、楔子形元件，諸如在該等楔入應用中所顯

示。或，它們可為其一組合、或可造成該抗蝕劑材料由該原來之覆蓋條件移走的任何另一合適之形狀。

如此，打印機被使用於佈圖一工件上之抗蝕劑層，該工件接著被遭受一不同的塑形步驟，以塑形該工件。該工件可接著被使用於光電伏特的應用、或其他應用。能被提供至該工件的特定結構包含延伸之溝槽、離散且隔開的凹處、及其組合、以及中間物。壓盤或以旋轉為基礎之技術可被使用於佈圖該工件。粗糙及不規則之工件基材可藉由使用延伸之打印機元件所容納，以確保該打印機之塑形部份接觸該工件的表面。該打印機可藉由任何合適之機制、諸如平移一壓盤、或較佳地係藉由將該打印機安裝在一可撓薄膜上而被帶至支承在該工件上，該可撓薄膜在一壓力差的影響之下平移越過該工件。該可撓薄膜可為囊袋的一部份被膨大。在該楔入應用中及上面所敘述之方法在此中被稱為楔子壓印或楔入。

於一楔入之方式中，如於圖 4 中所概要地顯示，足夠之抗蝕劑 402 被提供，以致在造成一壓印之製程期間，一體積之抗蝕劑 402 大體上完全填充該基材 204 及該打印機 110 在該等突出部份 112 之間的延伸表面 115 間之體積 418(在此中亦被稱為體積填充方法)。(請注意該圖 3 及 4 不是相同之比例)。當該打印機被移除時，如在圖 5 中所顯示，開口 522 保持原狀，該等突出部份 112 曾經存在此等開口。

其已被觀察到該填充式體積方法對於被施加至該晶圓之抗蝕劑層的厚度之均勻性係很敏感的。太小或太多之抗

蝕劑造成不同的問題。

翻至另一主體，以楔入方法之一具體實施例，該打印機被載送在一可撓薄膜上，其藉由施加在該薄膜後方之壓力被下推於該以抗蝕劑覆蓋之基材上。該打印機能被與較寬面積之薄膜一體成形，或其可為一固定至薄膜之分開的元件。大致上，一旦抵靠著該抗蝕劑，該打印機被壓向該基材，其與該基材接觸一次，且其接著被縮回。

一問題有時候發生。有時候，很薄之抗蝕劑薄膜能留在該基材上，亦即未藉由柔軟之打印機清除，而留下儘管被覆蓋以最小範圍之基材。此所謂之浮渣覆蓋層可為非常薄，又可仍然有害地延遲蝕刻之開始、或甚至阻礙蝕刻。

【發明內容】

根據本發明之一態樣，該設計家提供一足夠薄的抗蝕劑層，以致在該楔入製程期間，該抗蝕劑絕不會完全地填充該基材及該打印機於該等突出部份之間的底部表面間之空間，而在它們之間到處留下一間隙。亦即，一間隙保留於該抗蝕劑及該打印機的延伸表面之間。如果如所沈積之抗蝕劑層係多少比該目標數量更厚，其將僅只於抗蝕劑及工具之間導致一較小間隙。一間隙之存在確保沒有壓力能在該工具之下累積。因而，在該等突出部份上之力量係僅只藉由該打印機上面之壓力所決定，且因此被很好地控制，導致適當地受控制之孔洞尺寸。

根據本發明之另一態樣，該打印機係在其與該基材接觸中脈動，例如施加至該打印機(及如此該基材)之壓力在一

較高壓力及一較低壓力之間振盪，反覆地使該等壓凹之突出部份變形。於一些案例中，數個脈動可清除該浮渣層，留下未覆蓋的基材，而比單純壓按更好，如藉由用於正常之持續時間的正常蝕刻將基材材料蝕刻掉的程度之蝕刻測試比較所測量，如在下面所討論。

【實施方式】

根據一個以上的具體實施例，施加及佈圖一抗蝕劑之方法被提供，其係對於施加至該基材之抗蝕劑層的厚度之均勻性不大敏感。根據一個以上的具體實施例，施加及佈圖一抗蝕劑之方法被提供，其能夠相當精確地決定多少壓力被施加在每一突出部份壓頭上，且於所需壓力中亦能夠有相當的均勻性，以致幾乎所有該等突出部份完全地向在該突出部份及該基材之間的所有抗蝕劑之旁邊推，且於該抗蝕劑中建立一均勻尺寸之孔洞。因為被捕集的空氣亦可造成亂真地不均勻壓力之位置，且如此，於該抗蝕劑中建立該等孔洞的尺寸中之不規則性，在其他具體實施例中，施加及佈圖一抗蝕劑之方法被提供，空氣在該方法中不被捕集於該抗蝕劑及該打印機工具之間。所揭示之方法及系統係可靠的及可複製的。

在本文件中，已在上面被稱為打印機之項目亦可被稱為一工具。突出及被使用來在該抗蝕劑材料中製成壓痕的打印機之元件通常被稱為突出部份。它們亦可被稱為壓頭、突出部份、楔子、及角錐體。該抗蝕劑材料被提供在其上、且接著被佈圖之基材典型被稱為一基材。其亦可被

稱為一晶圓或一工件。被設在該基材上之材料可被稱為抗蝕劑、或可流動材料、或僅只一材料。

賦予一圖案至基材上之抗蝕劑層的方法被提供，該方法移除足夠的、且較佳地係大體上所有在被標示位置中之抗蝕劑，以致於一可欣然接受地短期間的蝕刻時期期間適當之蝕刻法將在該等區域中發生，而該使用者已由該等區域位移該抗蝕劑。

討論移除該蝕刻抗蝕劑材料之概念係有幫助的。大致上，抗蝕劑之目的係提供一保護塗層，以防止存在有抗蝕劑的基材材料之蝕刻。佈圖該抗蝕劑之目的係僅只由該基材之想要蝕刻的區域移除抗蝕劑，而留下此等未覆蓋的區域。其已被令人驚訝地發現於一些案例中，甚至於一正常歷時之正常蝕刻製程期間，太薄而不能被白光光學輪廓儀所感受之抗蝕劑層可為仍然厚到足以阻礙適當之蝕刻。

抗蝕劑層移除(或由該基材表面之清除／位移)之充分性能使用一蝕刻測試被建立。如此，如果於此據說抗蝕劑材料被完全地移除、或據說被充分移除、或據說該基材未以抗蝕劑所覆蓋、或據說該打印機接觸該基材的說明書中，其係意指該抗蝕劑材料至少被移除達一程度，使得以正常之蝕刻化學藥品、用於一正常歷時的正常之蝕刻操作達成該放在下面的基材之可接受的蝕刻數量。如果其係可接受的蝕刻數量，則其被考慮該抗蝕劑材料係由該基材被移除、或由該基材清除、或該打印機在該地點接觸該基材、或該抗蝕劑移除之類似現象已經發生。

為著要決定抗蝕劑移除的充分性之目的，蝕刻被示範在以下之標準蝕刻條件上。譬如，一合適之蝕刻化學組成係硝酸及氫氟酸之混合物的族群，如於該技藝中所熟知者。其他酸類及添加物可被加入，如於該技藝中亦被熟知者。一典型之蝕刻將被構成及一操作溫度被選擇，以致矽之蝕刻速率在於每分鐘 0.5-5.0 微米之範圍中。於一合適之蝕刻測試中，在蝕刻剛好 1 微米的矽所需之時間量內應有可看見的蝕刻。譬如，如果一蝕刻及溫度被使用，其導致每分鐘 2 微米之蝕刻速率，可看見的蝕刻將在 30 秒內發生，以便視為一未覆蓋以抗蝕劑之區域。蝕刻之發生能藉由數個機制所決定。於很多案例中，氣體之氣泡被形成為該蝕刻的一產物，且這些氣泡係可看見的。另一方法係在該標示時間之後(在該上面之範例中為 30 秒)停止該蝕刻，移除該抗蝕劑及極仔細地檢查該晶圓，以觀看是否每一蝕刻凹處已開始形成在與一壓頭對應的每一位址上。在一些地方，此抗蝕劑移除之測試在此中被稱為一“蝕刻測試”。

有許多影響該佈圖製程之品質及有效性的因素。該等有關因素為：該抗蝕劑材料的厚度；該突出部份對該抗蝕劑材料在溫度的條件之下的接觸持續時間，使得該抗蝕劑係可流動的(在下面被稱為接觸時間)；該抗蝕劑材料之黏性；該抗蝕劑材料及該突出部份材料之潤濕角度；該抗蝕劑材料的表面至該突出部份及該延伸表面 115 之間所形成的凹入角落 124 之鄰近度；該抗蝕劑材料的流動之速率；該蝕刻製程之持續時間；及對藉由不同厚度的抗蝕劑所提

供之蝕刻的阻抗之程度。

亦如上面所大致上討論者，於討論在此中之方法及系統中，其為有幫助的是考慮一標準檢查程序狀態，其中當該打印機突出部份 112 被壓縮至該想要之程度，以達成該想要尺寸之孔洞 521 時，該基材晶圓 204 的頂部表面及該打印機 110 的延伸表面 115 之間的整個體積 418 係以抗蝕劑填充。如在下面所討論者，充分提供此一所謂之標準檢查程序厚度的抗蝕劑材料之數量在此中被稱為抗蝕劑的一標準檢查程序單位。

考慮一填充式體積方法之案例，在此多少比一標準檢查程序單位更多的抗蝕劑被施加，其範圍由大約 1 至(多少任意地)大約 1.3(或更多)標準檢查程序單位之抗蝕劑厚度。(僅只用於說明之目的，1.3 的上限被選擇。其係一合理之值，以說明該等問題，但係不基於剛性工程分析)。如果此太厚的抗蝕劑被均勻地施加，該等孔洞將為比想要的較小。如果此太厚的抗蝕劑係施加於局部區域中，那些區域中之孔洞將為比於其他區域中較小，且越過該晶圓將於孔洞尺寸中有變化。在過量抗蝕劑厚度的某一數量，全然沒有孔洞將被建立。由具有相對地更多材料的區域至具有相對地更少材料的區域，該抗蝕劑材料不會流動至拉平，因為在所涉及之溫度處，該材料係太黏以致不能行進所需之距離，該等距離係是大約數公分，於所需之大約數秒或數十秒的時間期間，尤其已知該材料必需流動經過的通道之高度係大約 10 微米。

其亦有幫助的是於多少比一標準檢查程序單位更少之抗蝕劑被施加、例如由大約 1 至(再次多少任意地)大約 .8 標準檢查程序單位之抗蝕劑厚度的案例中，考慮一意圖，以達成一填充式體積。於此一案例中，由於在該等凹入角落 124 所建立之高毛細管吸入作用(圖 1 及 4)，有顯著區域可排出抗蝕劑的風險，在此該突出部份 112 與該打印機 110 之延伸表面 115 相交。於此區域中之抗蝕劑材料係藉由毛細管吸入作用所吸引及保留。此高毛細管吸入作用導致業已具有薄抗蝕劑的鄰接區域進一步排出，如在下面所說明。(僅只為說明目的，該下值 .8 單元被選擇。其係一合理之值，以說明該等問題，但未基於剛性工程分析)。

譬如，考慮一案例，在此抗蝕劑的一標準檢查程序單位數量係在大部份位置中越過該晶圓被施加，但非常小的抗蝕劑被以例如尺寸達數公分之斑點施加。於此案例中，遍及具有一標準檢查程序單位之抗蝕劑厚度的區域，該抗蝕劑填充該凹入角落 124，導致高毛細管吸入作用。此一區域將因此為相當難以排出抗蝕劑。然而，於具有少於抗蝕劑之一標準檢查程序單位厚度的斑點，該抗蝕劑不會抵達該等凹入角落 124，且如此，此一區域係相當易於排出抗蝕劑，局部地因為在此沒有過量之毛細管吸入作用抵抗排出。

一顯著之問題出現在第一區域與第二區域之間的邊界，而該第一區域被填充至該抗蝕劑高達該突出部份之面 131 的程度，並抵達直至該凹入角落 124，但不會完全地填滿一對、或一群突出部份之間的體積，且第二區域被填充

至少於此之程度。在這些邊界處，該抗蝕劑係由最少填充區域抽取朝向那些被填滿直至及超出該角落 124 的區域。該打印機之平坦延伸表面 115 的一部份係用於一段無抗蝕劑的時間。但，在該凹入角落 124 的毛細管吸入作用持續作用在鄰接於此之抗蝕劑的連續式體積上，其係與來自較接近該基材的鄰接位置之抗蝕劑液壓地相通。這造成由靠近該基材的抗蝕劑之來源、沿著該等突出部份之面 131、及沿著該打印機的延伸表面 115 之流動。最後，靠近此毛細管吸入作用之空間的體積可變得被填充。但，其變得被以由鄰接區域流動的抗蝕劑材料填充，該等區域不是完全填充的，且事實上，在該基材的各部份能變得被未覆蓋之處。

如此，局部地填充區域傾向於朝向一不穩定的狀態，在此該等最少填充區域持續排出抗蝕劑，直至該等其他區域被完全地填充，或直至該等最少填充區域被完全排空。於任一案例中，該基材的一些區域變得未覆蓋、或幾乎未覆蓋，僅只具有一很薄的層留下。

如果其係可能在該基材的表面之上到處提供抗蝕劑材料之標準檢查程序單位數量，該未覆蓋的問題將不會發生。但其典型地係不可能使用合理之作用力。為進一步了解該問題，及為什麼其係難以提供抗蝕劑材料的一標準檢查程序單位厚度，用於一完善地控制的製程，其有幫助的是考慮什麼將為抗蝕劑材料之標準檢查程序單位。

抗蝕劑之標準檢查程序單位可在蝕刻之後於該基材中藉由從想要結果之孔洞尺寸向後計算被決定。已知此尺

寸，及用於一製程狀態將為最佳的蝕刻之持續時間，該設計家能決定一用於該抗蝕劑在該基材中之開口的最佳尺寸。

此最佳尺寸係藉由接觸該基材之已變形的打印機突出部份之表面積及周邊所達成。如此，此一形狀之橫截面積、及該周邊之形狀與範圍可亦可被預先決定。如在此中所使用，該面積範圍一詞將被使用於意指該被壓縮之突出部份的一部份之面積的形狀或該周邊的形狀、或兩者，而該突出部份的該部份被帶入與該基材密切接觸。這是有幫助的，因為所施加之壓力及該等壓頭的接觸力量之間的力量平衡大多數接近地決定該等壓頭之橫截面積。然而，該隨後之蝕刻製程的某些態樣係亦接近地有關該抗蝕劑中之開口的範圍。

取四邊形角錐體當作一範例，其可為是該想要之開口尺寸係藉由使該角錐體變形所達成，以致大約在該尖部於其完整延伸的三分之一處，被壓扁，使得該孔洞係在離其尖部達該距離的三分之一處藉由該角錐體之橫截面的周邊及面積所界定，離其尖部達該距離的三分之一係亦等於離其基底達該距離的三分之二處。該抗蝕劑之標準檢查程序單位深度在理論上可為等於該突出部份之完整延伸長度的三分之二。當該打印機係變形，使得其尖部的三分之一被壓扁時，至該標準檢查程序深度的抗蝕劑將完全地填滿該打印機的延伸表面 115 及該基材之間的體積 418，而該等突出部份由該延伸表面延伸。其將構成用於填充式體積方法

的一標準檢查程序單位。該打印機之表面 115 在此中被稱為該打印機延伸表面，而該等突出部份由此表面延伸。用於一更具體的範例，使用稍微少於三分之一的壓縮，考慮一典型之情況，在此該打印機包含角錐狀突出部份之六角形陣列，而具有 20 微米的突出部份間之间距、14 微米的角錐體基底、與 9.9 微米角錐體高度。為在一側面上於該抗蝕劑中建立 4 微米的孔洞，該等角錐體之尖端必需被位移朝向該基底達大約 2.8 微米。填充該工具的延伸表面及該晶圓之間的空間所需之抗蝕劑的數量將為大約 7.1 微米厚度之一層。如此，於此特別範例中之標準檢查程序單位深度將為 7.1 微米。應注意的是抗蝕劑之此標準檢查程序單位不是沈積在一基材上之抗蝕劑的數量，該基材將接著被一工具所接觸及變形，因為吾人必需考慮將藉由該等侵入之突出部份所佔用的體積。抗蝕劑必需被沈積至一稍微較少之厚度。相反地，該標準檢查程序單位深度係該深度，在此該抗蝕劑材料將以該工具而在存在適當位置中，且該等突出部份尖端變形成與該基材造成接觸達所必需之程度，以達成該等想要尺寸之開口，已橫側地位移某一材料，藉此在鄰接該等壓頭的區域增加其深度。

但如上面所說明，如果僅只比此標準檢查程序單位數量稍微較少之抗蝕劑將被提供，該等未覆蓋基材之問題能發生。未覆蓋的能發生在大到如突出部份之數十個間距的區域之上。

即使抗蝕劑材料的一標準檢查程序單位數量將被提

供，意圖填充該體積的另一問題係如果空氣被捕集於該打印機 110 及該抗蝕劑之間，該空氣發現一逸出路徑係很困難的。再者，如果有被捕集的空氣，其可導致上面所述之不穩定性的狀態，在此來自一區域的抗蝕劑材料流動至填充無抗蝕劑之(諸如被捕集的空氣之)區域，藉此盡可能導致該等區域之未覆蓋，而該抗蝕劑已由該等區域流動。

在討論處理這些填充問題的本發明之前，其有幫助的考慮一可撓壓頭相對該基材之動作。該突出部份係藉由增加的壓力之施加至該打印機所壓縮。該等突出部份側壁往下滾動至該基材上。此滾動之動作推動在該等突出部份前面的抗蝕劑，而留下一寬敞的路徑供該抗蝕劑由該下降的突出部份及該基材之間的空間逸出。關於滾動，其係意指在作用時，在此該突出部份於該基材上沒有打滑。如果具有平坦之尖部的壓頭被使用，對於什麼能發生者能引出一對比。譬如，考慮一壓頭，其係一右圓形圓柱體之截頭錐。於此一案例中，小數量之抗蝕劑可被捕集在該壓頭之下，且防止藉由該壓頭的周邊及該基材間之接觸及密封的一環部所排除。

提供一間隙

上面所討論有關提供抗蝕劑的一填充、標準檢查程序數量之問題可被以本發明之有利方法所避免，其中該抗蝕劑厚度被選擇為少於一標準檢查程序單位，以於該打印製程期間，在該打印機之最大壓縮程度處於該打印機及該抗蝕劑之間提供一間隙。這是於一楔入製程中被舉例證明，

如參考圖 7、8 及 9 所顯示。大致上，如上面所討論，當一操作員嘗試提供抗蝕劑的一填充數量、但提供太少時，一問題發生。這造成一些基材區域之未覆蓋。本發明家已經發現該令人驚訝及意外之狀態，如果一方法被使用，有益之結果被獲得，在此甚至比有關提供太少材料以致不能填充該體積而造成上面所討論之毛細管吸入作用問題的數量更少之抗蝕劑材料被使用。此最近揭示之技術在此中被稱為一間隙方法、或間隙模式。

圖 7 及 8 顯示於一佈圖製程期間之打印機 710、抗蝕劑 702、及基材 704，以圖 7 顯示來自一組件之角落的視圖，且圖 8 由一側面顯示該相同組件。依據此方法，該設計家提供一如此薄之抗蝕劑層 702，以致於該楔入製程期間，該抗蝕劑大致上不會在任何位置完全地填充該基材 704 及該打印機於該等突出部份 712 之間的底部延伸表面 715 間之空間 718，而在其間留下一間隙。但，抗蝕劑最初及隨時確實蓋住該基材之整個表面。亦即，於該楔入操作期間，一間隙隨時保留於該抗蝕劑及該打印機的延伸表面之間。

建立一間隙之適當厚度的抗蝕劑材料係如上面所討論地遠少於一標準檢查程序單位之厚度，以充分地填充該體積。在被使用於該上面討論的相同標準檢查程序單位中，用於留下一間隙的方法之一目標抗蝕劑厚度將為在大約 .1 及大約 .7 標準檢查程序(充分地填充)單位之間，且更佳地係於大約 .2 及 .4 標準檢查程序單位之間。(關於該標準檢查程序單位，這是使該等突出部份在適當位置中及變形所致之

抗蝕劑的厚度之測量)。一間隙維持方法之主要優點係其容忍環繞此目標之抗蝕劑的數量中之偏差，包含超過及少於該目標兩者。

一間隙維持方法容忍抗蝕劑被沈積成比該目標更厚，直至大約.7 標準檢查程序單位。譬如，如果該目標厚度係.3 標準檢查程序單位，該抗蝕劑可為局部地如.7 標準檢查程序單位一般厚，而沒有有害之效果。這是因為甚至在此深度，該抗蝕劑係足夠遠離該凹入角落 124(圖 1)、724(圖 7)，以致該抗蝕劑係不可能沿著該等突出面 131(圖 1)、831(圖 8)攀爬直至該等凹入角落 124、724。(於一些案例中，參考圖 1 提及這些項目係更有用的，圖 1 僅只於該打印機之立體視圖中顯示該等突出部份，且有時候更清楚的是參考圖 7 提及這些項目，圖 7 於一角落視圖中顯示該等突出部份，及圖 8 為一側視圖)。如此，具有一局部高毛細管吸入作用的狀態未被建立，其由其他區域排出抗蝕劑，如上面有關企圖填充該體積的一方法所討論者。所有發生者係該間隙多少於一些區域中為較薄的，其不會存在任何問題。

一間隙維持方法亦容忍一體積之抗蝕劑係比該目標較薄。譬如，如果該目標厚度為.3 標準檢查程序單位，該抗蝕劑可為局部地薄到大約如.1 標準檢查程序單位，而仍然於突出部份之間保留足夠的抗蝕劑厚度，以耐得住蝕刻。應注意的是在一適當地起作用之間隙維持方法的實施中，當該抗蝕劑 833 部分地向上攀爬面 131(圖 1)、該突出部份 112(圖 1)之 831(圖 8)、712(圖 8)時，抗蝕劑之一些非常局

部之遷移朝向該等突出部份確實發生。這導致突出部份 112、712 之間的區域 835 中之抗蝕劑的多少薄化。藉由使該佈圖步驟之時間及溫度減至最小，任何此薄化應該被減至最小。然而，該攀爬的抗蝕劑 833 不會抵達該等凹入角落 124、724，且如此參考一企圖填充該體積的填充不滿方法所敘述之毛細管吸入作用不穩定性不會發生。

返回至圖 7，藉由在該打印機後方所施加之壓力，該打印機已被強迫往下抵靠著該經抗蝕劑塗附之基材。其結果是，該打印機上之角錐狀突出部份 712 的尖端 713 被壓扁抵靠著該基材 704。所建立之平坦面積的尺寸(周邊與表面積)及形狀界定在該基材表面的抗蝕劑層 702 中所形成之開口 921 的尺寸及形狀。該孔洞之尺寸不會視該抗蝕劑的厚度而定，只要其係厚到足以防止蝕刻，但不會厚到導致超過上面所討論之填充式方法的填充問題。抗蝕劑材料之數量、該等突出部份 712 之彈性、及施加至該打印機 710 的力量全部被平衡，以致一間隙 711 總是保留於該抗蝕劑材料 702 的表面及該等突出部份 712 間之打印機 710 的延伸表面 715 之間。用於該打印機之典型的彈性模數係於大約 .5 百萬帕斯卡(MPa)及大約 35 百萬帕斯卡之間，具有於大約 2 百萬帕斯卡及大約 15 百萬帕斯卡之間的較佳範圍。

一間隙 711 之存在亦確保沒有壓力能累積在該工具之下。因而，在該等突出部份上之力量係僅只藉由該打印機上方之壓力所決定，且係因此很好地受控制的，導致很好受控制的孔洞尺寸。壓縮該突出部份之力量係藉由來自該

工具上方之壓力的力量在完全壓縮下平衡。

一主要挑戰係參考圖 8 被了解。此挑戰被簡短地在上面論及。

雖然當施加至該基材時，該抗蝕劑層以一平面式表面開始，諸如於圖 2 中在 203 所顯示，在楔入之後，該抗蝕劑之頂部表面(忽略該等孔洞)不再為平面式。由於沿著該突出部份 712 之面 831 的毛細管吸引力，該抗蝕劑 833 已經遷移朝向該打印機 710 接觸該抗蝕劑之突出部份 712。此遷移開始迅速地發生。如果該毛細管作用工作達足夠長久之時間，以致該抗蝕劑材料向上流動太高，額外之問題能發生。這造成該抗蝕劑 833 成為緊接毗連楔入打印機的最高點，而在此形成峰部。

已經沿著一面 831 向上遷移的抗蝕劑已經由其他區域 835 遷移朝向該面。這可離開該等材料已經遷移之區域，而具有太少或甚至無抗蝕劑，導致未能有效地耐得住蝕刻。此一未覆蓋的區域(在這些圖面中未顯示)能發生在一不希望得到的位置，留下被暴露來蝕刻之區域。典型地，以此一太少抗蝕劑之狀態，該未覆蓋的區域之範圍將為相當小，例如，遠離該(等)突出部份遍及僅只一些突出部份間距之距離，該等突出部份已經歷該流入遷移。當作一與企圖填充該空間之方法的填充不滿情況作比較，如上面所討論，該未覆蓋的區域能延伸數十或數百個突出部份間距之距離。(當維持一間隙時所遭遇之問題與上面所討論當填充該空間時所遭遇之問題顯著地不同，因為當維持一間隙

時，該抗蝕劑之位準係如此低，無抗蝕劑曾經抵達該凹入角落 724，且如此凹入角落之增加的毛細管吸入作用不會發生)。

然而，如上面所討論，儘管此以間隙方法遭受太少抗蝕劑材料之問題，有一高於及低於完美(間隙留下)數量的抗蝕劑厚度之範圍，其可被容忍，而未覆蓋任何基材。並非僅只防止完成未覆蓋，重要的是保留之抗蝕劑材料的數量為充分的，以致在該楔入製程之後，在該基材沒有任何蝕刻係想要之位置，保留足夠的抗蝕劑材料，以致蝕刻不會在該正常之蝕刻製程期間發生。

其重要的是遍及該晶圓之整個表面，在如上面所討論的容差之範圍內，該工具及該抗蝕劑間之間隙為一致的。在上面，其係討論該抗蝕劑被填充在約 .1 及約 .7 標準檢查程序單位之間。這意指該間隙之厚度將對應地於約 .9 及約 .3 標準檢查程序單位之間。

返回至圖 8，該抗蝕劑 833 朝向該等突出部份及至該等突出部份上的遷移之數量的某一控制程度，能藉由控制該抗蝕劑抵靠著該打印機之潤濕角度所控制。這是本發明之一態樣。如此，其想要的是使該抗蝕劑對該打印機之潤濕角度為盡可能地高(盡可能未潤濕)，且這樣一來，限制該抗蝕劑之毛細管上昇高達該突出部份的側面。於圖 8 中，該潤濕角度被顯示為大約 90 度。如果該潤濕角度係較小(亦即如果該潤濕係較佳)，該抗蝕劑將較高上昇高達該打印機 710 之突出部份 712 的面 831，該面 831 於所顯示之範例中

為角錐狀。

然而，就這一點而言僅只可能有一受限之控制數量，因為基於滿足很多考量及很多合適之組合，該打印機及抗蝕劑材料顯示適當之潤濕行為。亦即，抗蝕劑材料及打印機之任何合適的組合可被發現為相當潤濕的，藉此使得其難以藉由僅只調整潤濕角度來限制該抗蝕劑材料的上昇高達該突出部份之面。再者，當該打印機磨損時，此潤濕角度可隨著時間而改變。例如，由於與來自先前運轉之抗蝕劑相互作用，該打印機之表面的化學成分可隨著時間而改變。另外，可源自磨損的表面之刮痕及其他機械式不平整亦可影響該潤濕角度，大致上降低該潤濕角度。

如此，除了藉由選擇該等材料之潤濕角度來控制該製程以外，其他態樣應被控制。於楔入期間精確地控制該抗蝕劑之流變學係本發明之一態樣。本發明之另一態樣係控制該抗蝕劑在該可流動階段中之時間的數量，且大致上使該抗蝕劑在該可流動階段中之時間的數量減至最小。該抗蝕劑必需為可足夠充分地流動，以允許該工具之突出部份在該等突出部份之下位移該抗蝕劑，並在該工具之下與該晶圓造成接觸，以在該突出部份處非常充分地移除該抗蝕劑，以致在正常的持續時間之正常蝕刻操作期間確實發生蝕刻。相反地，該抗蝕劑將不是可流動的，以致其過度地流動遠離該等突出部份間之區域至直接鄰接該等突出部份的區域，且沿著該等突出部份向上，因為這可導致未覆蓋區域具有太少抗蝕劑，以致不能於正常之蝕刻持續時間期

間阻斷該蝕刻劑。該接觸之持續時間的控制係該等發明的一部份，以致該抗蝕劑的遷移之範圍係於此相當狹窄之範圍中。當該抗蝕劑係可流動時，此遷移之範圍被了解為該接觸時間之函數，其係該打印機接觸該熱抗蝕劑的持續時間。相對而言，關於製程容差，該製程能被施行之接觸時間越短，則該抗蝕劑能具有一多少更可流動的狀態。粗略地說，給與約 1 至約 10 秒之接觸時間，其已被發現該抗蝕劑黏度可為於約 5,000 至大約 500,000 厘泊的範圍中。約 20,000 至約 200,000 厘泊之範圍係較佳的。(於一些案例中，其係可能使該接觸時間甚至為如 .5 秒般短。一較佳範圍係於約 1 及約 5 秒之間)

大致上，主要控制係基於黏度及該接觸時間。該設計家嘗試調整該黏度，使得於該接觸時間期間，該抗蝕劑不會具有該機會來向上沿著該等突出部份行進足夠遠，以未覆蓋、或不能接受地使該基材之區域變小。控制該潤濕角度，諸如經過材料選擇及打印機磨損、替換及表面處理，提供另一控制變數，但具有次要之效應。該潤濕角度影響該液體沿著該打印機之最大行進距離、以及此行進之速率。

其將被了解遍及此說明書，該黏度一詞被使用於將該抗蝕劑之流變學作為其特徵。該抗蝕劑可呈現牛頓、或非牛頓行為。再者，該抗蝕劑可具有一降伏應力。

其特別有利的是使用蠟，當作該抗蝕劑材料之至少一成份。蠟包含一寬廣範圍之聚合物，該等聚合物具有一般性質，該等一般性質具有一相當低的熔點及具有很低黏度

之熔化物。蠟係有利的，因為該低熔點允許該楔入製程將在典型低於攝氏 100 度之溫度下被施行。這依序減少該抗蝕劑及該打印機之間的化學相互作用，並開放用於該打印機之材料與該楔入設備的其他態樣之選擇的選項。此外，該相當低溫度的可能性意指用於楔入所需要之溫度循環可為快速的，且不會與在一較高溫度之製程般招致大的能量消耗。蠟熔化物之低黏度係有利的，因為該楔入可被以柔軟之工具-由橡膠所製成之打印機施行。再者，該低黏度允許該楔入將被迅速地施行，又僅只以低壓力施加至該打印機(且因此至該晶圓)。(關於此點，其將再次被重申的是甚至高達 200,000 或 500,000 之黏度被考慮為相當低的，因為這比較於用在聚合物熔化物之約 1 千萬的黏度。)

蠟係藉由充份利用蠟熔化之低黏度狀態來處理。譬如，於一些噴墨列印裝置中，蠟被用作所謂之固態墨水。然而，與蠟有關聯之低黏度熔化物的真正吸引力意指其係太過容易處於一狀況中，在此該抗蝕劑係太易變動的，且在楔入至抗蝕劑蝕刻之後於該等突出部份間之區域中導致不足之抗蝕劑厚度。本發明於此之一態樣係認知該蠟及含有蠟之混合物可為能控制地使用於黏度之想要範圍中。

為使用蠟及在該接觸持續時間期間將其維持於該想要之黏度範圍中，數個考量應被觀察。該以蠟為基礎之抗蝕劑應能夠容忍至少約攝氏 2 度及較佳地係約攝氏 5 度之溫度範圍，該黏度遍及此溫度範圍係於該想要之範圍中。這排除一些普通之蠟。譬如純石蠟由柔軟之固態移動至低黏

度(典型少於 100 厘泊)熔化狀態太突然。其特別有利的是該以蠟為基礎之抗蝕劑為二個以上不同成份之混合物，每一成份具有不同的流變性質，而當作溫度之函數。此一組合成份、譬如蠟、樹脂及松香，提供一相當寬廣之溫度範圍，而該想要之黏度範圍能遍及此溫度範圍被滿足。於該接觸時間期間之處理溫度應被保持低於該額定之熔化溫度。其同樣重要的是於該接觸時間期間越過該晶圓維持溫度之很精確的控制，具有 ± 1 攝氏度之較佳控制。

圖 9 顯示該打印機 710 由該基材 704 縮回。注意該等角錐狀突出部份 712 已返回至其具有尖端 713 之原始形狀。圖 9 亦顯示該被佈圖之抗蝕劑層 702，具有經過該抗蝕劑的大體上正方形之開口 921 及環繞該等開口之有尖端的邊界。於一隨後之步驟中，該基材 704 將被暴露至蝕刻劑，該蝕刻劑將蝕刻該被暴露之矽。雖然該被佈圖之孔洞 921 係顯示為大體上正方形，該突出部份角錐體之變形實際上在該等角落導致輕微圓形突出部(未示出)。圖 9 亦顯示鄰接該等孔洞 921，該抗蝕劑層 703 之表面 702 具有升高部份 927，在此該抗蝕劑 833(圖 8)已被沿著該等突出部份 712 之面 831 向上引出。該抗蝕劑於此升高結構中固化。

就打印機之情況而言，雖然該上面之敘述具有角錐狀突出部份，且該等角錐狀突出部份具有四個面，其他突出部份形狀係可能的，包含圓錐體及磨圓的鼻部、圓形之圓柱形突出部份-其之二者將導致該抗蝕劑中之圓形孔洞。用於該突出特色之另一有利的形狀係藉由拋物線之周轉所建

立者。於此一形狀中，該壓頭在該基底具有其最大直徑，在此其與該打印機之延伸表面相會，且接著在直徑中連續地減少朝向該壓頭之尖端。該尖端被製成圓形，以當該打印機後方的壓力係增加及該突出部份被壓縮抵靠著該基材時，提供用於抗蝕劑之逐出。再者，該突出部份之總是加寬的本體(由尖端移動至基底)，提供橫側穩定性及使該壓頭當其被壓縮時屈曲之機會減至最小。

於該壓印操作期間，該經抗蝕劑塗附之基材可被放置在一溫度受控制的夾頭上，且其可藉由真空之施加被固持抵靠著此夾頭。該夾頭溫度能藉由通過該夾頭之被加熱及冷卻流體所控制。一佈圖循環將接著包括在該夾頭上加熱該經抗蝕劑塗附之基材及強迫該打印機抵靠著該夾頭，典型藉由在該打印機後方的壓力之施加。該基材及抗蝕劑將接著被冷卻，使該打印機仍然在適當位置中。最後，該打印機將由該經抗蝕劑塗附之基材被移除，典型藉由剝離該可撓的打印機。該接觸時間係該打印機與該抗蝕劑及基材接觸之持續時間。總循環可為短到數秒。

該抗蝕劑中之孔洞的尺寸有利地係藉由該等突出部份712之變形量所決定。這依序係藉由每一個別突出部份上之力量所決定。該力量能藉由施加壓力至該打印機之背面所控制。因為該打印機係可撓的，這遍及突出部份之有用的局部區域導致平均力量之良好控制，甚至當該基材係不完全平坦時。

大致上，在一面積之上，於每一突出部份上之力量將

為大約相等的，於每一橫側方向中，該面積橫跨一等於該打印機之數個厚度的距離。其能被看見的是維持一間隙的方法之優點係該打印機上之力量能藉由僅只考慮被施加至該打印機之壓力、及藉由該等突出部份之壓縮達該習知數量所產生的彈簧力量被有規則地決定，在此沒有流體靜力的壓力累積在該流體中。沒有任何流體靜力的流體壓力，這些力量(壓力與彈簧)在該等突出部份之最大變形的地點平衡。如此，用於該抗蝕劑材料的厚度中之不平整、或該基材之平坦性或兩者之組合，其係與該打印機之數個厚度一樣大或在橫側範圍中比該打印機之數個厚度較大，在該不平整之面積內，於每一突出部份上之力量將為大約相等，且在如所討論之不平整的面積外側之充分大區域中，將亦為大約等於每一突出部份上之力量。在由不平整之區域過渡至鄰接區域的附近，於突出部份上之力量將不會如於剛才所討論之該等較大區域中均勻的。當作一範例，打印機可具有大約.3 毫米之整個厚度，使該突出部份大約為.01 毫米(典型在約 2 微米及約 20 微米間之範圍內)。此一打印機將於該等突出部份上遍及一區域經歷一均勻之力量，該區域於二正交方向之每一者中橫跨至少大約.7 毫米。用於比該寬廣區域較小之不平整，在此一不平整的突出部份上之力量將不會特別接近於其他、更均勻區域中的突出部份上之力量。該打印機能具有一分佈於約.05 毫米及約 1 毫米之間的整個厚度，具有一於約.1 至約.5 毫米之間的較佳範圍。較薄的打印機係能夠較佳地順應該基材中之表面

不平整及粗糙度。薄與因此很有撓性之打印機、隨同施加至該打印機的背面之流體靜力的壓力之組合提供一系統，其能在粗糙及起伏的表面上建立一高保真度圖案。

每一突出部份的施加力量及該彈性或硬度之組合決定該已變形的突出部份 712 及該基材 704 之間的接觸面積之尺寸。這依序決定該抗蝕劑中之開口 921 的尺寸。因為於該等突出部份 712 之間，在該抗蝕劑 702 及該打印機的延伸表面 715 之間總是有一間隙 711，空氣可在此間隙中自由地通過，且逸出該打印機之側面。其結果是，在該空氣中未累積任何壓力，且因此，該等突出部份的聚合上之淨力係僅只藉由施加在該打印機之背面的壓力所決定。

為保證該空氣能由該打印機及該抗蝕劑/基材之間逸出，該打印機至該基材之邊緣的密封應該被防止。

如與企圖填充該體積之方法作比較，在此中所揭示之方法有很多優點，並於該抗蝕劑層及該打印機表面之間提供一間隙。

該抗蝕劑層 702 之絕對厚度係重要的，但不是關鍵性的，只要其係在不太多抗蝕劑與不太少抗蝕劑之操作限制內，如上面所討論者。

在蝕刻之後，待提供的抗蝕劑之數量可為從該基材中之想要結果的孔洞尺寸藉由向後加工所決定。已知此尺寸，及用於一製程狀態將為最佳的蝕刻之持續時間，該設計家能決定用於該基材上之抗蝕劑中的開口之最佳尺寸。此最佳尺寸係藉由該已變形的打印機突出部份接觸該基材

之面積範圍所達成(具有藉由蝕刻測試所界定之接觸)。例如，取四邊形角錐體當作範例，其可為該想要之開口係藉由變形該角錐體所達成，以致在該尖端，其整個延伸部的三分之一被壓扁，使得在離其尖端之距離的三分之一處、離其基底之距離的三分之二處，該孔洞係藉由該角錐體之橫截面的周邊所界定。該抗蝕劑之深度必需顯著地少於該突出部份之整個延伸長度的三分之二。以別的方式，當該打印機已變形而使得其尖端的三分之一被壓扁成平坦的時，其將完全地填滿該打印機的主要本體及該基材之間的體積。這將蒙受所有該等上面所討論之企圖填充該整個體積的方法之問題。如此，用於維持一間隙之方法，在此必需有某一程度之填充不足，而當該突出部份被變形至需要對於該打印機接觸時間的持續期間達成該想要之孔洞尺寸的程度時，足以在大體上該抗蝕劑的整個表面之上留下一間隙。如上面所討論，此填充之程度係在約.1 及.7 標準檢查程序單位間之某處，其將填充該體積。本製程控制能力當然能夠避免高於.7 標準檢查程序單位之填充程度，該填充程度將造成一問題。

更精確地說，持續以上面有關企圖填充該體積的方法所提出之範例，當作標準檢查程序單位之測量，考慮一典型之案例，在此該打印機包括角錐狀突出部份之六角形陣列，具有 20 微米的突出部份間之間距、14 微米之角錐體基底、與 9.9 微米之角錐體高度。用一完全填充之體積，以於該抗蝕劑中建立孔洞，該等孔洞在一側面上為 4 微米，該

等角錐體之尖端必需被位移朝向該基底達大約 2.8 微米。填充該工具的延伸表面及該晶圓間之空間所需的抗蝕劑之數量將為大約 7.1 微米厚度的一層(當該壓頭已變形時)。如此，一標準檢查程序單位深度將為 7.1 微米。因此，用於本發明在此維持一間隙之方法，填充之程度係於 .1 及 .7 標準檢查程序單位之間，改變至 .7 及 5 微米間之抗蝕劑的深度。

突出部份能被分開達到在約 5 微米及約 100 微米之間，或甚至更視該最終產物之設計而定。其高度可為在約 2 微米至約 100 微米之間，或另外亦關於該最終產物之設計。典型地，較小之壓頭將更接近在一起地被隔開，雖然這不見得需要如此。

為摘要該近來之討論，提供用於維持一間隙之方法的抗蝕劑材料之適當數量係該數量，使得：當該打印機被壓下至該基材，且在某種程度上變形，使得該已變形的突出部份之面積範圍的適當數量接觸該基材，使得該抗蝕劑材料中之適當尺寸孔洞將在該抗蝕劑材料固化及該打印機被移除之後形成時，於該整個接觸時間期間，在該抗蝕劑之表面及該打印機的延伸表面之間留下一間隙。再者，該基材之整個面積於該接觸時間期間合意地保持被覆蓋。再者，基於一蝕刻測試，該抗蝕劑係存在於所有該等抗蝕劑覆蓋區域中達一耐得住蝕刻之深度。雖然不是絕對需要，一有用之導引部係提供於將填充該體積之抗蝕劑材料的約 .1 及約 .7 標準檢查程序單位之間，較佳地係於約 .2 及約 .4 標準檢查程序單位之間。

該抗蝕劑層 702 中之孔洞 921 的尺寸被精確地控制，因為僅只該等突出部份上之力量抵消施加至該打印機的頂部上之壓力。亦即，於該抗蝕劑中沒有發展流體靜力的壓力，因為該抗蝕劑係未與該打印機之大部分接觸，例如在該等突出部份之間的延伸表面 715。

有一連續之通道，用於使空氣由該經抗蝕劑塗附的基材及該打印機之間逸出至包圍該打印機的環境。

比在企圖填充該體積之方法所將有者，在該抗蝕劑及該打印機之間有一較小的接觸面積，造成更易於剝離(該打印機由該壓凹痕位置縮回)。當該打印機被剝離時，在此亦有一用於空氣進入該打印機及該抗蝕劑層間之空間的路徑，藉此避免吸入之建立。

本發明於此維持一間隙之方法係在一相當低的溫度下進行。此相當低的溫度被使用，以致該抗蝕劑之黏度係高到足以防止過度之抗蝕劑遷移。如此，該打印機被暴露之溫度係受限制的，藉此提供長久的打印機使用壽命及允許大範圍之材料被使用於該打印機。

再者，必需被強加在該基材上之溫度變動的量值係受限制的，允許結構之材料與上下變動該溫度所需之可接受的低時間及能量的選擇中之彈性。

如此，以該抗蝕劑及該打印機的本體間之持續的間隙來操作一楔入製程解決很多問題，並提供可複製、經濟的結果。

應注意的是留下一間隙之大多數利益被保存，甚至當

在晶圓基材之上的一些面積被填充著抗蝕劑時。換句話說，該等利益發生，縱使一連續之間隙不會存在於該抗蝕劑的整個表面之上。譬如，考量 156x156 毫米矽晶圓基材，在此該抗蝕劑的百分之 10 已太大地被沈積在一厚度上，以致不能留下一間隙-亦即一導致填充條件之厚度。例如，抗蝕劑之這些更厚的面積可發生在分佈越過該晶圓的 1-5 毫米直徑之點中。這些點將導致已填充條件，而該晶圓之其餘部分可保留有一間隙。再者，該等被填充的點中之孔洞尺寸將為與該間隙區域中之孔洞尺寸相同或極接近該間隙區域中之孔洞尺寸。這是因為每一被填充區域之尺寸係足夠小，使得該抗蝕劑能橫側地流動，直至該抗蝕劑本身係不在該打印機上施加顯著之壓力，且該打印機之均衡係藉由施加至該打印機之背面的壓力與該等壓頭的變形間之平衡所決定。大致上，如果一間隙存在該工具的至少大多數表面積之上，其被相信該間隙方法之優點係可用的。

打印機脈動

本發明在此中所揭示之另一群組處理在上面所論及之關於在每一突出部份的位置消除所有該抗蝕劑之問題，以致在此無任何留下之浮渣層。如已被論及，藉由未留下任何抗蝕劑浮渣層，其係意指只有一數量將不會於正常之蝕刻操作期間妨礙蝕刻。這些發明包含反覆地變形該等壓凹之突出部份，以清除該浮渣層。這些發明大致上被稱為涉及脈動或出渣作用。

於一具體實施例中，如參考圖 10A、10B 及 10C 所概要

地顯示，於該抗蝕劑中之最初壓印係藉由在該打印機 1010 隔膜後方施加壓力所作成之後，該壓力被減少，且接著在數個連續之脈動循環中增加。最初，在接觸之前，該突出部份 1012 具有一尖銳的尖端 1013，該尖端 1013 下壓穿過該抗蝕劑層 1002，以接觸該基材晶圓 1004 之表面。(其係未知的，如果該突出部份之尖端完全地接觸該基材，或事實上，如果非常薄的抗蝕劑材料層保持介入在其之間)。當壓力係增加時，該打印機突出部份 1012 變形至一大體上被壓扁之尖端組構 1022，如在圖 10B 中所顯示。當該突出部份變形時，其直接地滾動及推動抗蝕劑 1002 遠離在該被變形部份下方之位置。壓力接著被減少，且該突出部份返回至其尖銳的形狀。壓力係接著被再次施加，且該突出部份再次採取該被壓扁之尖端組構。於一脈動模式期間，此來自一變形狀態之鬆弛、及壓力之再次施加係至少被重複一次，且選擇性地重複三次或更多次(盡可能更多次)。

如此，如在此中所使用，一脈動循環被考慮，以在一狀態中開始，該突出部份在此狀態中被以一正壓力壓抵靠著該基材，且大致上成為被壓扁之尖端 1022。該脈動包括壓力至第二、較低壓力之鬆弛，且接著壓力之再次施加。於該脈動期間，該壓力不被減少至零，但反之被減少至其最大值的一小部分。在鬆弛至該第二、較低壓力、或至某一壓力之前，升高的壓力之再次施加可為返回至等於該最初施加之壓力。所有被需要者為返回至一升高壓力係至一大於該第二、較低壓力的壓力。

譬如，在該打印機上方所施加之壓力典型可為在約 .25 至約 2 大氣壓錶壓力(亦即在該打印機上方之絕對壓力係約 1.25 至約 3 大氣壓)的範圍中。採取在該打印機上方所施加之壓力為約 .5 大氣壓錶壓力的案例，一出渣循環將包括將此壓力減少至約 .1 大氣壓錶壓力，且接著回頭增加該壓力直至約 .5 大氣壓錶壓力。出渣循環能花費在約 0.1 及約 1 或 2 秒之間，視該設備能多快移除氣體及允許氣體進入而定，並可盡可能延伸至長達 10 秒。吾人相信低至 0.1 秒、及長到 10 秒之接觸持續時間可為有用的。在盡可能高之頻率下操作該設備使該接觸持續時間減至最小，且如此使該抗蝕劑材料向上沿著該突出部份之面的偏離減至最小，如上面所討論者。該第二、較低壓力可為在約 .1 大氣壓錶壓力及約 1 大氣壓錶壓力的範圍內。

以此方式，該突出部份 1012 保持與該基材晶圓 1004 接觸，亦即，當在該打印機後方的壓力被減少時，其不會完全地舉離該基材。於連續之壓力脈動時，如果數個突出部份將被舉離，所有突出部份將返回進入其原來之開口將為不可能的。(其係未得知多少突出部份能安然地被允許舉離，以致大體上所有突出部份返回至其原來之孔洞。然而其係已知這為一敏感的條件)。該等個別之角錐狀突出部份 1012 確實經歷某一彈回，如所顯示。(雖然，於圖 10C 中，空間 1017 被顯示於該突出部份 1012 的側表面 1023 及該抗蝕劑層 1002 之間，當該突出部份被壓縮及放鬆時，其未得知此一空間是否真正地成立，或該抗蝕劑層是否鄰接該突

出部份尖端 1013 變薄，或在其間的某一組合)。

該全壓力接著被再次施加，且當該壓力增加時，吾人相信該壓扁之角錐體突出部份 1012 能推動更多之抗蝕劑 1002 偏離。此循環能被重複許多次。其已被發現三次重複係足以清除用於蝕刻的百分之 98 的孔洞，但如少到一次之重複或很多次之重複可被使用。藉由清除、或揭開，其大致上係意指減少留在該突出部份的位置之抗蝕劑的數量，使得於以該標準之蝕刻劑蝕刻達一合理之時間長度時，至少所論及之百分比-對應於一突出部份之位置的百分之 98，於該基材中導致可接受的蝕刻孔洞。

如已被論及，應注意的是白光顯微目視檢查係不足以決定清除，因目視地顯現為無任何浮渣層的一些區域確實對蝕刻呈現充分的阻抗，以致一孔洞係未充分地形成在該基材中。

如此，其未肯定地得知是否絕對所有該抗蝕劑層被移除，因可藉由比白光光學輪廓儀更靈敏的一些技術、甚至藉由脈動作用所決定。所已知者係以脈動，足夠用於蝕刻穿透的抗蝕劑中之較高百分比的孔洞被產生。於一些案例中，亦已知者係沒有脈動，在目視檢查時顯現為無任何浮渣層的抗蝕劑層中之顯著百分比的孔洞係未充分地清除以允許蝕刻。

亦應注意的是於最後脈動之結束時，壓力被保留，且接著影響該抗蝕劑的環境之溫度係減少，使得其在適當位置中冷卻。然後，該壓力被減少，且該打印機被剝離，於

該被固化、或硬化的抗蝕劑中留下該孔洞。

於此方法之脈動階段期間，在所有該等突出部份 1012 間之空間的領域中，一間隙 1011 總是保持打開。

並非使用氣動壓力、諸如空氣或另一流體推進該工具朝向該基材，大致上如上面所述，該工具能使用一機械設備被推進，該機械設備強迫該工具朝向及抵靠著該基材。這是如此與關於脈動該工具之發明、及那些亦關於鄰接該抗蝕劑材料維持一間隙兩者有關。

此揭示內容敘述及揭示超過一個發明。該等發明係在此文件及相關文件之申請專利範圍中提出，不只如所提出申請者，而且亦如於任何專利申請案之實施期間基於此揭示內容所開發者。本發明家意圖主張所有各種本發明至藉由該先前技藝所允許之限制，事實上隨後決定。沒有在此中所敘述之任何特色係在此中所揭示之每一發明不可缺的。如此，本發明家意圖使在此中未敘述之特色、而且在基於此揭示內容之任何專利的任何特別申請專利範圍中所未主張者應被併入任何此申請專利範圍。

例如，在該抗蝕劑中作成該被壓印的圖案之前，該等有關留下一間隙及解決確保該抗蝕劑於該楔入製程充分地蓋住該基材之整個面積、避免未覆蓋的問題之發明，係與關於由該基材鄰接該等突出部份之面積充分地移除該抗蝕劑的發明無關，其想要的是由該等面積移除該抗蝕劑，以致蝕刻劑能移除該放在下面的基材材料。而且，維持一間隙及脈動之二方法可被以相同之基材一起實現。或，任一

方法能沒有該另一方法被獨自實現。

再者，在每一群組內，有發明之可被獨自或組合地實現的獨立態樣。例如，以間隙維持方法，該抗蝕劑攀爬該突出部份之程度可藉由變更以下之任何一個或多個所控制：該材料組合之潤濕角度、或該抗蝕劑材料之黏度、接觸時間之持續時間、壓縮之溫度(其影響黏度)及程度。黏度可藉由調整該抗蝕劑之成分被調整。該等突出部份之尺寸及形狀、與其延伸構件之傾斜度亦可被變更，以調整該抗蝕劑沿著它們行進之程度。

硬體的一些組裝件、或步驟之群組在此中被稱為一發明。然而，這並未允許任何此等組裝件或群組必定是可專利性差異之發明，尤其當藉由關於發明的數目之法律及法規所考慮時，其將於一專利申請案、或發明單一性中被檢查。其係意欲為解說發明之具體實施例的捷徑。

一摘要係同此被提出。其被強調的是此摘要被提供至遵守需要一摘要之規則，該摘要將允許審查員及其他檢查者迅速地確定該技術揭示內容之主題。該摘要係以其將不被使用於解釋或限制該等申請專利之範圍或意義的理解被提出，如藉由該專利局之規則所許諾者。

該前面之討論應被了解為說明性及將不被考慮為限制在任何意義中。雖然該等發明已參考其較佳具體實施例被特別顯示及敘述，那些熟諳該技藝者將了解可在其中作成樣式及細節中之各種變化，而不會由本發明之精神及範圍脫離，如藉由該等申請專利範圍所界定者。

所有機構或步驟加上下面該等申請專利範圍中之功能元件的對應結構、材料、作用、及同等項係意欲包含任何結構、材料、或作用，用於與其他被申請之元件組合地施行該等功能，如所特別申請者。

發明之態樣

本發明之以下態樣係意欲在此中被敘述，且此段落係確保它們被論及。它們被稱呼為態樣，且雖然它們類似於申請專利範圍般顯現，它們不是申請專利範圍。然而，將來在某一點，該等申請人保留於此申請案及任何相關申請案中主張任何及所有這些態樣的權力。

1.一種將材料之圖案賦予至基材的方法，包括以下步驟：

a.使基材及打印機設有經佈圖、可變形、隔開的部件，該等部件由該打印機之延伸表面突出，該等突出部份具有一長度；

b.在該基材之至少一區域中提供一材料，該材料於加熱至一流動溫度時變得可流動，該材料被提供至一少於該部件長度的深度；

c.使該等突出部件與該可流動材料接觸；

d.在某種程度上將第一壓力施加至該打印機相向於該等突出部件的一側面，使得：

i.該等突出部件貫穿該可流動材料；

ii.在與該基材接觸時，該等突出部件在該可流動材料及該打印機的延伸表面之間變形達一程度，使一間隙存

在於該可流動材料的大部分表面之上；

e.將該可流動材料加熱至一足以允許該可流動材料流動之溫度；及

f.縮回該打印機，以顯露該基材之經佈圖材料覆蓋區域。

2.一種將材料之圖案賦予至基材的方法，包括以下步驟：

a.使基材及打印機設有可變形、隔開的部件，該等部件由該打印機之延伸表面突出，該等部件具有一長度；

b.在該基材之至少一區域中提供一材料，該材料於加熱至一流動溫度時變得可流動；

c.使該等突出部件與該可流動材料接觸；

d.在某種程度上將第一壓力施加至該打印機相向於該等突出部件的一側面，使得：

i.該等突出部件貫穿該可流動材料；及

ii.在與該基材接觸時，該等突出部件變形；及

e.在某種程度上施加少於該第一壓力之第二壓力，使得該突出部件之變形係減少；

f.施加壓力至該打印機相向於該等突出部件之側面，該壓力係大於該第二壓力；

g.在步驟 f 之前或於步驟 f 期間，將該可流動材料加熱至一足以允許該可流動材料流動之溫度；及

h.縮回該打印機，以顯露該基材之經佈圖材料覆蓋區域。

3.如態樣 1-2 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括冷卻該可流動材料之步驟。

4.如態樣 3 將材料之圖案賦予至基材的方法，進行冷卻之步驟，以致該可流動材料變得不流動。

5.如態樣 1-4 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力之步驟包括施加壓力，使得該打印機之部件的預定面積範圍被彈性變形成與該基材密切接觸。

6.如態樣 1-5 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，其經佈圖材料包含基材之未被可流動材料所覆蓋的至少一區域，該經佈圖材料事先被以可流動材料所覆蓋。

7.如態樣 6 將材料之圖案賦予至基材的方法，該未覆蓋區域不被覆蓋，如藉由蝕刻測試所決定者。

8.如態樣 1-7 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該未覆蓋區域對應於該打印機之突出部件。

9.如態樣 1-8 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該打印機具有少於大約 50 百萬帕斯卡、較佳地係在大約 .5 百萬帕斯卡及大約 35 百萬帕斯卡之間、更佳地係在大約 2 百萬帕斯卡及 15 百萬帕斯卡之間的彈性模數。

10.如態樣 1-9 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括使該經佈圖基材遭受至一隨後之蝕刻處理步驟。

11.如態樣 1-10 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括蠟。

12.如態樣 1-11 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括樹脂。

13.如態樣 1-12 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括松香。

14.如態樣 1-13 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該材料在少於大約攝氏 100 度之溫度變得可流動。

15.如態樣 1-14 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料在該流動溫度具有於約 5,000 及約 500,000 厘泊之間、且較佳地係在約 20,000 及約 200,000 厘泊之間的黏度。

16.如態樣 1-15 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料遍及至少約攝氏 2 度及較佳地係至少約攝氏 5 度的溫度範圍具有在該指定範圍內之黏度。

17.如態樣 1-16 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括至少二成份。

18.如態樣 1-17 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加相對壓力至該打印機之步驟被進行達到在約 .5 及約十秒之間、較佳地係在約 1 及約 5 秒之間的接觸時間。

19.如態樣 1-18 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件具有在大約 2 及大約 20 微米之間、較佳地係約 10 微米的長度。

20.如態樣 1-19 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，提供變得可流動之材料的步驟包括提供一深度少於約 5 微米之材料。

21.如態樣 1-19 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，提供材料之步驟包括提供一於約 .7 及約 5 微米之間、

較佳地係少於約 3.5 微米的深度之可流動材料。

22.如態樣 1-21 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括具有一基底及一尖端之部件，在此該尖端被製成圓形，且該部件具有實質上圓形之橫截面，其半徑由該基底至該尖端地減少。

23.如態樣 1-22 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括具有一基底及一尖端之部件，在此該尖端於至少一態樣中具有一尖點。

24.如態樣 1-23 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括在至少一態樣中具有三角形橫截面的部件。

25.如態樣 1-23 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件在至少一態樣中具有梯形橫截面。

26.如態樣 1-25 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該打印機包括角錐狀尖銳的突出部件。

27.如態樣 1-26 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括處理該基材，以形成光伏打電池。

28.如態樣 1-27 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等步驟(d)、(e)及(f)界定為一脈動循環，並在每秒至少 1/2 脈動之頻率下進行。

29.如態樣 1-28 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力之步驟包括在約 .25 至約 2 大氣壓錶壓力之間施加，且施加第二壓力之步驟包括施加一於約 .1 大氣壓錶壓力及約 1 大氣壓錶壓力之間的壓力。

30.如態樣 2-29 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括至少額外兩次地重複該等步驟(e)及(f)。

31.如態樣 5-30 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括提供材料，使得遍及該表面之大部分的間隙具有於.9 及.3 標準檢查程序單位之間的範圍。

32.如態樣 5-30 的任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括遍及該表面之大部分提供材料達到在.1 及.7 標準檢查程序單位之間的深度。

已敘述在此中所揭示之發明，其主張者為：

【圖式簡單說明】

本發明在此中所揭示之這些及其他目的及態樣將參考該圖示、在上面所提出者及本討論之各圖面被較佳了解。

圖 1 概要地顯示一被使用於楔入之打印機(先前技藝)；

圖 2 概要地顯示圖 1 之打印機及一塗以抗蝕劑的基材，該基材將藉由該打印機(先前技藝)所佈圖；

圖 3 概要地顯示圖 2 之打印機及基材，使該打印機之突出部份的尖端剛好接觸該抗蝕劑(先前技藝)；

圖 4 顯示概要地一打印機及一基材，使該打印機之突出部份變形及壓抵靠著該基材，並使抗蝕劑大體上填充該基材及該打印機的本體之間的空間(先前技藝)；

圖 5 概要地顯示一打印機及一基材，在以該打印機楔入之後具有一被佈圖抗蝕劑所塗佈的基材(先前技藝)；

圖 6 概要地顯示在蝕刻之後的一基材，具有如在圖 5 中所顯示之被佈圖的抗蝕劑遮罩；

圖 7 概要地顯示本發明之打印機及基材，該基材被塗以抗蝕劑，使該打印機之突出部份變形及壓抵靠著該基材，及使抗蝕劑未填充該基材及該打印機的本體之間的空間，並在其間留下間隙，且由該組裝件之角落所顯示地啮合於楔入狀態中；

圖 8 於該組裝件的一側視圖中概要地顯示圖 7 之打印機及基材；

圖 9 在楔入之後概要地顯示圖 7 之打印機及基材，使該等零組件被分開，顯露被佈圖、有尖端的抗蝕劑；

圖 10A 在開始一脈動之前概要地顯示一打印機及被塗附抗蝕劑的基材，使該打印機突出部份尖端稍後貫穿該抗蝕劑、接觸該基材、但未變形；

圖 10B 在開始一脈動之處概要地顯示圖 10A 之打印機及被塗附抗蝕劑的基材，使該打印機突出部份尖端貫穿該抗蝕劑層，且變形與壓扁抵靠著該基材；及

圖 10C 在一脈動結束之處概要地顯示圖 10A 及 10B 之打印機及被塗附抗蝕劑的基材，使該打印機突出部份尖端再次貫穿該抗蝕劑層而未變形。

【主要元件符號說明】

110 可撓打印機

- 112 突出部份
- 113 突出部分的尖端
- 115 延伸表面
- 124 凹入角落
- 131 面
- 133 突出部分的邊緣
- 202 抗蝕劑材料
- 203 表面
- 204 基材晶圓
- 402 抗蝕劑
- 418 體積
- 521 孔洞
- 522 區域
- 622 蝕刻掉部份
- 623 未蝕刻部份
- 702 抗蝕劑
- 703 抗蝕劑層
- 704 基材
- 710 打印機
- 711 間隙
- 712 突出部份
- 713 尖端
- 715 底部延伸表面
- 718 空間

724	凹入角落
831	面
833	攀爬的抗蝕劑
835	介於突出部分之區域
921	開口
927	抗蝕劑之升高部份
1002	抗蝕劑層
1004	基材晶圓
1010	打印機
1011	間隙
1012	突出部份
1013	尖端
1017	介於側表面與抗蝕劑之間的空間
1021	介於突出之間的打印部分
1022	尖端組構
1023	突出之側表面

七、申請專利範圍：

1.一種將材料之圖案賦予至基材的方法，包括以下步驟：

a.使基材及打印機設有可變形、隔開的部件，該等部件由該打印機之延伸表面突出，該等部件具有一長度；

b.在該基材之至少一區域中提供一材料，該材料於加熱至一流動溫度時變得可流動，該材料被提供至一少於該部件長度的深度；

c.使該等突出部件與該可流動材料接觸；

d.在某種程度上將第一壓力施加至該打印機相向於該等突出部件的一側面，使得：

i.該等突出部件貫穿該可流動材料；及

ii.在與該基材接觸時，該等突出部件在該可流動材料及該打印機的延伸表面之間變形達一程度，使一間隙存在於該可流動材料的大部分表面之上；

e.將該可流動材料加熱至一足以允許該可流動材料流動之溫度；及

f.縮回該打印機，以顯露該基材之經佈圖材料覆蓋區域。

2.一種將材料之圖案賦予至基材的方法，包括以下步驟：

a.使基材及打印機設有可變形、隔開的部件，該等部件由該打印機之延伸表面突出，該等部件具有一長度；

b.在該基材之至少一區域中提供一材料，該材料於加熱

至一流動溫度時變得可流動；

c.使該等突出部件與該可流動材料接觸；

d.在某種程度上將第一壓力施加至該打印機相向於該等突出部件的一側面，使得：

i.該等突出部件貫穿該可流動材料；及

ii.在與該基材接觸時，該等突出部件變形；及

e.在某種程度上施加少於該第一壓力之第二壓力，使得該突出部件之變形係減少；

f.施加壓力至該打印機相向於該等突出部件之側面，該壓力係大於該第二壓力；

g.在步驟 f 之前或於步驟 f 期間，將該可流動材料加熱至一足以造成該可流動材料流動之溫度；及

h.縮回該打印機，以顯露該基材之經佈圖材料覆蓋區域。

3.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括冷卻該可流動材料之步驟。

4.如申請專利範圍第 3 項將材料之圖案賦予至基材的方法，進行冷卻之步驟，以致該可流動材料變得不流動。

5.如申請專利範圍第 2 項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力之步驟包括施加壓力，使得該打印機之部件的預定面積範圍被彈性變形成與該基材密切接觸。

6.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，其經佈圖材料包含基材之未被可流動材料所覆蓋的至少一區域，該經佈圖材料事先被以可流動材料所

覆蓋。

7.如申請專利範圍第 6 項將材料之圖案賦予至基材的方法，該未覆蓋區域不被覆蓋，如藉由蝕刻測試所決定者。

8.如申請專利範圍第 6 項將材料之圖案賦予至基材的方法，該未覆蓋區域對應於該打印機之突出部件。

9.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該打印機具有少於大約 50 百萬帕斯卡、較佳地係在大約 .5 百萬帕斯卡及大約 35 百萬帕斯卡之間、且更佳地係在約 2 百萬帕斯卡及 15 百萬帕斯卡之間的彈性模數。

10.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括使該經佈圖基材遭受至一隨後之蝕刻處理步驟。

11.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括蠟。

12.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括樹脂。

13.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括松香。

14.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該材料在少於大約攝氏 100 度之溫度變得可流動。

15.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料在該流動溫度具有於約

5,000 及約 500,000 厘泊之間、且較佳地係在約 20,000 及約 200,000 厘泊之間的黏度。

16.如申請專利範圍第 15 項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料遍及至少約攝氏 2 度及較佳地係至少約攝氏 5 度的溫度範圍具有在該指定範圍內之黏度。

17.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，變得可流動之材料包括至少二成份。

18.如申請專利範圍第 2 項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力至該打印機之步驟係被實施在約 .5 及約十秒之間、較佳地係在約 1 及約 5 秒之間的接觸時間。

19.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件具有在大約 2 及大約 20 微米之間、較佳地係約 10 微米的長度。

20.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，提供變得可流動之材料的步驟包括提供一深度少於約 5 微米之材料。

21.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，提供變得可流動的材料之步驟包括提供一於約 .7 及約 5 微米之間、較佳地係少於約 3.5 微米的深度之材料。

22.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括具有一基底及一尖端之部件，其中該尖端被製成圓形，且該部件具有大體上圓形之橫截面，其直徑由該基底至該尖端地減少。

23.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括具有一基底及一尖端之部件，其中該尖端於至少一態樣中具有一尖點。

24.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件包括在至少一態樣中具有三角形橫截面的部件。

25.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等突出部件在至少一態樣中具有梯形橫截面。

26.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，該打印機包括角錐狀尖銳的突出部件。

27.如申請專利範圍第 2 項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括處理該基材，以形成光伏打電池。

28.如申請專利範圍第 2 項將材料之圖案賦予至基材的方法，該等步驟(d)、(e)及(f)界定為一脈動循環，並在每秒至少 1/2 脈動之頻率下進行。

29.如申請專利範圍第 2 項將材料之圖案賦予至基材的方法，施加第一壓力之步驟包括在約 .25 至約 2 大氣壓錶壓力之間施加，且施加第二壓力之步驟包括施加一於約 .1 大氣壓錶壓力及約 1 大氣壓錶壓力之間的壓力。

30.如申請專利範圍第 2 項將材料之圖案賦予至基材的方法，另包括至少額外兩次地重複該等步驟(e)及(f)。

31.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該

延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括提供材料，使得遍及該表面之大部分的間隙具有介於.9 及.3 標準檢查程序單位之間的範圍。

32.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括遍及該表面之大部分的提供材料達到在.1 及.7 標準檢查程序單位之間的深度。

八、圖式：

(如次頁)

延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括提供材料，使得遍及該表面之大部分的間隙具有介於.9 及.3 標準檢查程序單位之間的範圍。

32.如申請專利範圍第 1-2 項任一項將材料之圖案賦予至基材的方法，將導致沒有間隙存在於該可流動材料及該延伸表面之間的材料之深度被稱為材料的一標準檢查程序單位深度，再者，提供材料之步驟包括遍及該表面之大部分的提供材料達到在.1 及.7 標準檢查程序單位之間的深度。

八、圖式：

(如次頁)