



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I541125 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：102121927

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 26 日

(51)Int. Cl. : **B29C59/02 (2006.01)**

(30)優先權：2008/10/24 美國 61/108,131

2008/10/30 美國 61/109,557

(71)申請人：分子壓模公司 (美國) MOLECULAR IMPRINTS, INC. (US)

美國

(72)發明人：庫斯納迪諾夫 尼耶茲 KHUSNATDINOV, NIYAZ (US)；徐 法蘭克 Y XU, FRANK Y. (US)；梅索 馬力歐 J MEISSL, MARIO JOHANNES (AT)；米勒 麥可 N MILLER, MICHAEL N. (US)；湯普森 伊康 D THOMPSON, ECRON D. (US)；休密 葛拉德 M SCHMID, GERARD M. (US)；尼瑪卡耶拉 包溫 K NIMMAKAYALA, PAWAN KUMAR (IN)；盧曉明 LU, XIAOMING (CN)；崔炳鎮 CHOI, BYUNG-JIN (US)

(74)代理人：惲軼群；陳文郎

(56)參考文獻：

US 7150622B2 US 2006/0158647A1

US 2006/0172549A1 US 2006/0230959A1

US 2007/0190200A1

審查人員：羅玉山

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：12 共 32 頁

(54)名稱

在壓印製程之分離相期間的應變及動力學控制技術

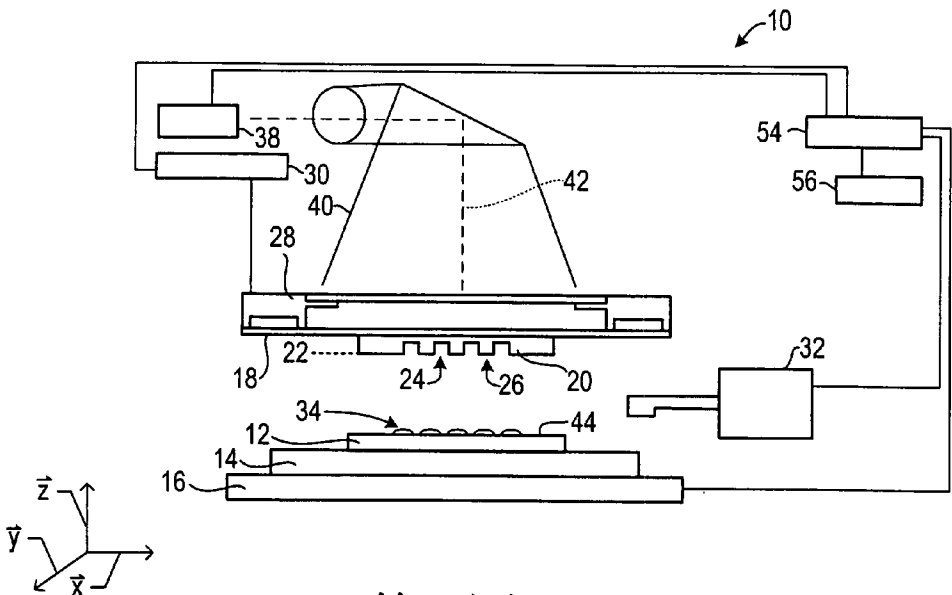
STRAIN AND KINETICS CONTROL DURING SEPARATION PHASE OF IMPRINT PROCESS

(57)摘要

本發明係描述用於改良壓印微影術製程的分離製程期間之強健的層分離之系統及方法。包括用於匹配一待壓印基材與模板之間的應變、改變或修改分離期間被施加至模板及/或基材的力、或是改變或修改分離製程的動力學之方法。

Systems and methods for improving robust layer separation during the separation process of an imprint lithography process are described. Included are methods of matching strains between a substrate to be imprinted and the template, varying or modifying the forces applied to the template and/or the substrate during separation, or varying or modifying the kinetics of the separation process.

指定代表圖：



第 1 圖

符號簡單說明：

- 10 . . . 微影性系統
- 12 . . . 基材
- 14 . . . 基材夾盤
- 16 . . . 階台
- 18 . . . 模板
- 20 . . . 台面，模具
- 22 . . . 圖案化表面
- 24 . . . 凹部
- 26 . . . 突件
- 28 . . . 夾盤
- 30 . . . 壓印頭
- 32 . . . 流體配送系統
- 34 . . . 可聚合化材料
- 38 . . . 能量供源
- 40 . . . 直接能量
- 42 . . . 路徑
- 44 . . . 基材 12 的表面
- 54 . . . 處理器
- 56 . . . 記憶體

發明摘要

※ 申請案號 :

102121927 (由98136139分案)

※ 申請日 :

98.10.26

※ IPC 分類 :

B29C 59/02 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

在壓印製程之分離相期間的應變及動力學控制技術

STRAIN AND KINETICS CONTROL DURING SEPARATION PHASE
OF IMPRINT PROCESS

【中文】

本發明係描述用於改良壓印微影術製程的分離製程期間之強健的層分離之系統及方法。包括用於匹配一待壓印基材與模板之間的應變、改變或修改分離期間被施加至模板及/或基材的力、或是改變或修改分離製程的動力學之方法。

【英文】

Systems and methods for improving robust layer separation during the separation process of an imprint lithography process are described. Included are methods of matching strains between a substrate to be imprinted and the template, varying or modifying the forces applied to the template and/or the substrate during separation, or varying or modifying the kinetics of the separation process.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|----------|------------|
| 10…微影性系統 | 30…壓印頭 |
| 12…基材 | 32…流體配送系統 |
| 14…基材夾盤 | 34…可聚合化材料 |
| 16…階台 | 38…能量供源 |
| 18…模板 | 40…直接能量 |
| 20…台面,模具 | 42…路徑 |
| 22…圖案化表面 | 44…基材12的表面 |
| 24…凹部 | 54…處理器 |
| 26…突件 | 56…記憶體 |
| 28…夾盤 | |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

在壓印製程之分離相期間的應變及動力學控制技術
STRAIN AND KINETICS CONTROL DURING SEPARATION
PHASE OF IMPRINT PROCESS

【技術領域】

發明領域

[0001]此專利申請案係對於2008年10月30日提申的美國臨時申請案No.61/109,557及2008年10月24日提申的美國臨時申請案No.61/108,131作權利主張，兩案被合併於本文中以供參考。

[0002]本發明係有關一在壓印製程之分離相期間的應變及動力學控制技術。

【先前技術】

發明背景

[0003]奈米製造係包括製造具有100奈米或更小級數的形貌體構造之很小結構。奈米製造已發揮顯著影響之一應用係在於積體電路的加工。半導體加工業不斷致力於更高的生產良率同時增加一基材上所形成之每單位面積的電路數；因此奈米製造變得益加重要。奈米製造係提供更大的製程控制，同時容許繼續降低所形成結構的最小值形貌體構造維度。已採用奈米製造的其他發展領域係包括生物科技、光學科技、機械系統及類似領域。

[0004]現今採用的一種示範性奈米製造技術常稱為壓

印微影術。示範性壓印微影術製程係詳述於眾多公開文件中，諸如美國專利案公告No.2004/0065976、美國專利案公告No.2004/0065252、及美國專利案No.6,936,194，其皆被合併於本文中以供參考。

[0005]上述各美國專利案公告及專利案所揭露的一壓印微影術技術係包括形成一浮雕圖案於一可成形液體(可聚合化液體)中及將一對應於該浮雕圖案之圖案轉移至一下屬基材中。基材可被耦合至一動作階段獲得一所想要定位以利圖案化製程。圖案化製程係使用一與基材分開之模板以及一施加於模板與基材之間的可成形液體。可成形液體係被固體化形成一剛性層(一經固體化層)，該剛性層係具有一符合於接觸到可成形液體的模板表面形狀之圖案。固體化之後，模板係自剛性層分離以使模板及基材分開。基材及經固體化層隨後接受額外製程以將一與經固體化層中的圖案呈現對應之浮雕影像轉移至基材中。

[0006]壓印技術中，在所產生的經壓印圖案中可能觀察到如剪切狀、拉出狀及撕裂狀形貌體構造等瑕疵。常由於分離期間模板及基材的應變不匹配而發生瑕疵。所產生的圖案狀形貌體構造可能呈傾斜及/或受損，最大的效應常位於最小的形貌體構造上。分離效應亦可能具有徑向依附性(radial dependence)。從高形貌體構造密度區轉折至低形貌體構造密度亦可能造成大量的壓印瑕疵，時常是模板與基材之間剪切不匹配的突然變化之結果。

[0007]現今的壓印方法常使用任意厚度及形狀的模板，

以及晶圓及碟片(基材)的任意厚度。並且，對於改良壓印品質而言，現今的壓印方法可能未考量到諸如下列因素：分離力、傾斜、模板及晶圓後方的壓力、真空位準等分離相壓印參數以及所有上述參數的動力學。

【發明內容】

發明概要

[0008]依據本發明之一實施例，係特地提供一種用於圖案化一基材之方法，包含：使該基材的應變性質匹配於一模板，該模板具有一第一浮雕圖案；與該模板上的該第一浮雕圖案呈現對應使一第二浮雕圖案轉移至該基材，該轉移係包含與該模板上的該第一浮雕圖案呈現對應在該基材與該模板之間於一可成形液體中形成該第二浮雕圖案，該可成形液體係形成一被沉積於該基材上之經固體化層；及使該模板自該經固體化層分離。

【圖式簡單說明】

[0009]參照圖中顯示的實施例以提供本發明實施例的描述，可藉此更詳盡瞭解本發明。然而，請注意圖式只示範本發明的典型實施例，因此不視為限制其範圍。

[0010]第1圖顯示根據本發明的一實施例之一微影性系統的簡化側視圖；

[0011]第2圖顯示其上設有一圖案狀層之第1圖所示的基材及模板之簡化側視圖；

[0012]第3A及3B圖顯示接觸區域在一分離事件期間的收縮；

[0013]第4圖示意性顯示一剛性圖案狀模板(頂部)與一撓性基材(底部)之間的一介面，其上具有一經複製層；

[0014]第5圖顯示一基材的簡化側視圖，其具有一在壓印製程前被添加至基材表面之勁化層；

[0015]第6圖顯示一晶圓及一SOG晶圓之間的比較，其中晶圓具有多重的分離瑕疵；

[0016]第7A及7B圖顯示依據模板形貌體構造密度而定之模板曲率及其表面的對應剪應變；

[0017]第8圖顯示分離力隨時間經過之圖形代表物；

[0018]第9圖顯示一可盡量降低剪及拉應力之使一模板自一圖案狀層分離的示範性方法之流程圖；

[0019]第10圖顯示第1圖所示的微影性系統部分之簡化側視圖，其包括基材及模板且其間設有一圖案狀層；

[0020]第11圖顯示一用於使一模板自一圖案狀層分離同時利用回饋、監測及追蹤來盡量減小剪及拉應力之示範性方法的流程圖；

[0021]第12圖顯示不同的假體充填圖案選項。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

[0022] 參照圖式且特別參照第1圖，其中顯示一用以形成一浮雕圖案於基材12上之微影性系統10。基材12可被耦合至基材夾盤14。如圖所示，基材夾盤14是一真空夾盤。然而，基材夾盤14可為任何夾盤，包括但不限於真空、銷型、溝槽型、電磁性、及/或類似物。示範性夾盤描述於美

國專利案No.6,873,087中，該案被合併於本文中以供參考。

[0023] 基材12及基材夾盤14可進一步被階台16支撐。階台16可提供沿x、y及z軸之動作。階台16、基材12及基材夾盤14亦可被定位於一基底(未圖示)上。

[0024] 一模板18與基材12分開。模板18概括包括一自其延伸朝向基材12之台面20，台面20上具有一圖案化表面22。並且，台面20可稱為模具20。模板18及/或模具20可由包括但不限於熔合矽土、石英、矽、有機聚合物、矽氧烷聚合物、硼矽酸鹽玻璃、氟碳聚合物、金屬、硬化藍寶石及/或類似物等材料形成。如圖所示，圖案化表面22包含由複數個分開的凹部24及/或突件26所界定之形貌體構造，但本發明的實施例不限於此等組態。圖案化表面22可界定任何原始圖案，其構成一將被形成於基材12上之圖案的基礎。

[0025] 模板18可被耦合至夾盤28。夾盤28可組構為但不限於真空、銷型、溝槽型、電磁性、及/或其他類似的夾盤類型。示範性夾盤進一步描述於美國專利案No.6,873,087中，該案被合併於本文中以供參考。並且，夾盤28可耦合至壓印頭30，使得夾盤28及/或壓印頭30可被組構為利於模板18的運動。

[0026] 系統10可進一步包含一流體配送系統32。流體配送系統32可用來沉積可聚合化材料34於基材12上。可聚合化材料34可利用諸如滴配送、旋塗、沾塗、化學氣相沉積(CVD)、物理氣相沉積(PVD)、薄膜沉積、厚膜沉積及

/或類似技術等技術被定位於基材12上。依據設計考量因素而定，可在模具20與基材12之間界定一所想要容積之前及/或之後，使可聚合化材料34配置於基材12上。可聚合化材料34可包含一單體，如美國專利案No.7,157,036及美國專利案公告No.2005/0187339所描述，其皆被合併於本文中以供參考。

[0027] 參照第1及2圖，系統10可進一步包含一沿著路徑42被耦合至直接能量40之能量供源38。壓印頭30及階台16可被組構為將模板18及基材12定位成疊置於路徑42。系統10係可藉由一與階台16、壓印頭30、流體配送系統32及/或供源38呈現導通之處理器54所調節，並可以記憶體56所儲存的一電腦可讀式程式進行運作。

[0028] 壓印頭30、階台16、或兩者係改變模具20與基材12之間的一距離以界定一位於其間由可聚合化材料34所充填之所想要容積。譬如，壓印頭30可施加一力至模板18以使模具20接觸到可聚合化材料34。可聚合化材料34充填所想要容積之後，供源38係產生譬如寬頻紫外輻射等能量40，造成可聚合化材料34符合於基材12的一表面44及圖案化表面22形狀而產生固體化及/或交聯，以界定一圖案狀層46於基材12上。圖案狀層(經固體化層)46可包含一殘留層48及複數個顯示為突件50與凹件52之形貌體構造，其中突件50具有厚度 h_1 而殘留層具有厚度 h_2 。

[0029] 上述系統及製程可進一步使用於美國專利案No.6,932,934、美國專利案公告No.2004/0124566、美國專

利 案 公 告 No.2004/0188381 及 美 國 專 利 案 公 告 No.2004/0211754所提及之壓印微影術製程及系統中，各案被合併於本文中以供參考。

強健的層分離

[0030] 再度參照第1及2圖，模板18及基材12中的應變差異係在一壓印製程之後於模板18及基材12分離期間導致經壓印形貌體構造的變形、拉出、線崩潰、及/或其他壓印瑕疵。應變及相關應力可以模板18及基材12的一幾何形狀、所施力量、及製程的動力學為基礎。一實施例中，應變及相關應力僅以模板18及基材12的一幾何形狀、所施力量、及製程的動力學為基礎。可將相關材料的勁度及楊氏模數(Young modulus)列入考慮。在一應變分析中應考慮壓印材料34與基材12之間、及壓印材料34與模板18之間的黏著力、暨分離期間在圖案化表面22與基材12上的所產生形貌體構造之間的摩擦。模板18的圖案化表面22上之形貌體構造密度的變異係在裂痕傳播動力作用上扮演重要角色並顯著地影響所產生的應變及壓印品質，包括強健的層分離。

匹配應變

[0031] 第3A及3B圖顯示在一分離製程期間之兩個時間瞬間 t_1 及 t_2 的一範例。為求簡單，考慮一撓性基材(晶圓)301及一較低撓性的模板302，其比起撓性基材301相對較厚。施加一恆定力 F 以分離模板302及基材301。第3A及3B圖的圖示中，接觸面積(顯示為 A_1 及 A_2)係為分離製程期間

基材301接觸於模板302之面積。如圖所示，在時間 t_1 之接觸面積為 A_1 ，而在時間 t_2 之接觸面積為 A_2 。模板302及基材301被拉動遠離彼此時， t_2 的接觸面積 A_2 小於 t_1 的接觸面積 A_1 (其中 $t_2 > t_1$)。若接觸面積從一較大面積 A_1 收縮至一較小面積 A_2 時所施力量 F 並未妥當減小，沿著接觸面積 A_2 周長在基材301中的應變將顯著地大於接觸面積 A_1 。這可能增大其局部應力，且對應地增大局部應變。

[0032] 沿著基材301表面的剪應力可能造成沿著其表面之表面應變、伸長或壓縮。若模板302在基材301上具有經壓印形貌體構造，則所產生的應變可能在分離期間自基材301剪去形貌體構造。

[0033] 第4圖示意性顯示一剛性圖案狀模板18及一撓性基材12之間的分離區域，其上具有一包含形貌體構造50之經複製層，典型的形貌體構造高度是100 nm。

[0034] 用於防止或盡量降低分離期間不平均應力及應變的效應之其中一種方式係藉由實質地匹配模板18及基材12中的應變。譬如，匹配應變可能包括匹配模板18及基材12的勁度(stiffness)。匹配勁度可能將模板18及基材12的幾何形狀、包括各者厚度列入考慮。一實施例中，基材12的厚度係匹配於模板18的厚度，使其具有實質相等的厚度。如同此應用中所使用，匹配可包括符合、調整、調適、修改、配合、調控或類似作用；使得應變性質合理地相等或均等，或當均等的力施加至各者時使得來自基材12的一響應與來自模板18的一響應相同或近似相同。亦可利用楊氏

模數、定向(傾斜)及其他因素來防止或盡量降低分離期間的不平均應力及應變之效應。

[0035] 一實施例(顯示於第2圖)中，可藉由增加殘留層48的厚度 h_2 達成模板18及基材12的勁度之匹配。殘留層48係為壓印製程期間將可聚合化材料34定位於基材12上之結果。額外的可聚合化材料34可在壓印製程期間被定位於基材12上以累積基材12的整體厚度，藉以改變基材12的整體幾何形狀及勁度形貌體，並在模板18及基材12分離期間降低拉應力及/或剪應力。一示範性實施例中，一預定量的可聚合化材料34被定位於基材12上，其經過計算可產生一所想要幾何形狀及/或所想要勁度及/或應力形貌體。

[0036] 第5圖所示的一實施例中，一勁化層100可在壓印製程前被添加至基材12的表面。譬如，勁化層100可為一有機層，諸如一旋覆玻璃(SOG)層、或類似物。勁化層100可在壓印製程前被添加至基材12的表面。藉由勁化層100的添加係改變基材12的整體幾何形狀及勁度形貌體。基材12性質的此變化係導致模板18(未圖示)及基材12分離期間降低的拉應力及/或剪應力。一示範性實施例中，一預定厚度的一勁化層100被添加至基材12的表面，其經過計算可產生一所想要幾何形狀及/或所想要勁度及/或應力形貌體。幾何形狀、勁度及/或應力形貌體的變化可能導致較強健的層分離，具有較少及/或較小的壓印分離瑕疵。

[0037] 譬如，第6圖為兩經壓印基材的圖示；第一基材602顯示壓印於一不含勁化層100之基材12上的結果，而

第二基材604顯示壓印於一含有一在壓印前所添加的勁化層100之基材12上的結果。如第6圖所示，不含勁化層100之普通晶圓(基材602)係顯示出分離製程所導致之位於630及632的分離瑕疵。然而，含有在壓印前被添加至基材12表面的勁化層100之晶圓(基材604)則顯示出沒有分離瑕疵。

改變所施加的力量之量值

[0038] 當一模板18具有呈現改變的形貌體構造密度之區域時，匹配應變將構成獨特挑戰。一示範性實施例中，可能改變或操縱在分離製程期間被施加至基材12及模板18的力以達成較強健的層分離。

[0039] 第7A及7B圖顯示依據模板形貌體構造密度而定之模板曲率及其表面的對應剪應變。相對曲率(以分離角 α 表示)係代表由於自模板18分離期間的應變所導致之基材12(未圖示)的撓曲。此處，比起一稀疏形貌體構造區域720及724中而言，因為在一密集形貌體構造區域722中需要一較大的力來克服一較大摩擦力(除了一黏著力外)以使模板18自基材12分離，故發生應變及曲率的一變化。此處，第7A圖中，分離角 α 在稀疏形貌體構造區域720及724中顯示為 α_1 ，在密集形貌體構造區域722中顯示為 α_2 。

[0040] 如第7B圖所示在分離進程中藉由形貌體構造的變化來改變施加至基材12及/或模板18之力將可改良強健的層分離。

[0041] 另一實施例中，如第8圖的圖形所示，模板18及基材12之間的分離可概括包含兩步驟。一步驟82中，模

板18之間的分離力 F_{SEP} 可增大至一峰值 P 。此增加可能造成壓印場域中的一初始裂痕。譬如，分離力 F_{SEP} 的增加可能造成壓印場域的一或多角落之一初始裂痕，而使模板18及基材12開始分離。一步驟84中，分離力 F_{SEP} 可鉅幅降低。譬如，分離力 F_{SEP} 可在一很短時間量中從一最大值降低至零、或極低。一實施例中，力降低時間約為10 ms。

[0042] 再度參照第4圖，一實施例係改變所施的力量以控制模板18在分離期間相對於基材12之側向動作，以使剪應力達到最小或予以降低。譬如，分離製程期間，模板18可在未分離區域440中符合於形貌體構造50。模板18及形貌體構造50之間的側向動作可能被模板18及形貌體構造50之間的摩擦力所拘限。然而，壓印頭30(如第1圖所示)亦可能被模板18及形貌體構造50之間的摩擦力所影響。譬如，壓印頭30可能在壓印製程期間被過度拘限，導致壓印頭30的一或多個彈性元件中儲存有部分能量。恰在模板18與基材12之間分離的最後瞬間前，模板18與形貌體構造50之間的摩擦力可能快速降低至零。壓印頭30內所儲存的位能可在此時被釋放，其可能導致模板18與基材12之間的相對xy動作。

[0043] 第9圖顯示一用於使模板18自基材12分離同時藉由限制側向位移來盡量降低剪及拉應力之示範性方法的一製程90(並參照第10圖)。一步驟92中，可由夾盤28施加一預定壓力至模板18。一步驟94中，可由壓印頭30施加分離力 F_{SEP} 以引發模板18及圖案狀層(經固體化層)46的分離。

一步驟96中，可針對一恆定拉應力監測壓印頭30所施加的分離力 F_{SEP} 。譬如，可在圖案狀層46分離朝向模板18中心時，監測被施加至壓印頭30的力。一步驟98中，夾盤28可降低被施加至模板18的預定壓力。一步驟100中，可使模板18自圖案狀層46分離。

[0044] 利用此途徑，接觸線60的曲率可被控制在可聚合化材料34及/或圖案狀層46的性質所能容忍之一位準，然後隨著降低的壓力而被逐漸減小至零。譬如，夾盤28施加至模板18的壓力可藉由模板18在分離期間彎折所造成的應力力量予以平衡。當壓力降低時，這些應力力量可使模板18自圖案狀層46分離。

[0045] 夾盤28所提供的壓力梯度可概括從高壓力被導引至低壓力(譬如從夾盤28內側朝向外側)，並可垂直於模板18的圖案化表面22。由於流體一般在靜態無法支撐剪力，分離力 F_{SEP} 可能保持實質對於圖案化表面22呈法向。因此，模板18自圖案狀層46分離的最終瞬間期間可能不需要來自壓印頭30的z動作。因此，藉由控制壓印頭30所施的力及夾盤28所施的壓力，可在模板18及圖案狀層46分離期間控制以側向位移為基礎之剪負荷。

[0046] 一替代性實施例中，由於已知在模板18及圖案狀層46引發分離之前夾盤28不需施加預定壓力至模板18，步驟92可被視為選用性步驟。因此，可利用部份真空壓力僅在分離的最終瞬間使模板18自圖案狀層46分離。利用此方法，接觸線60在分離的最終瞬間之動作可能係與壓印頭

30動作呈獨立無關。譬如，可藉由模板18及/或基材12壓力或真空追蹤控制來產生垂直分離動作。因此，可能具有因為z分離機構的平移或旋轉錯誤動作所導致之有限剪切瑕疵。可能藉由控制壓印頭30的位置及/或重新設置基材12來釋放長程分離動作所導致之剪應變。這可降低分離動作期間之實質精確度的要求。並且，模板18在分離的最終瞬間概括具有最小的偏向，故可盡量減少由於模板18曲率所可能造成的側向動作。

改變所施加力量的加速度及速度

[0047] 另一實施例中，可改變/或修改所施加力量的加速度及/或速度以達成模板18與基材12之強健的層分離。參考第10圖，壓印頭30可以高加速度比率將模板18自基材12拉離。由於模板18及基材12的慣性(其質量且亦包括接觸區域周圍的空氣慣性)，動態的模板18及基材12在加速度期間的應變將高於恆定速度時的應變。慣性效應將導致加速度期間儲存於模板18及基材12中的額外應變能量，類似於相似條件下在一彈簧中的儲存能量。當系統抵達恆定拉速度時，此“彈簧能”被轉換成動能。

[0048] 高加速度時增大的應變可能造成額外法向力，導致額外摩擦。雖然穩態動摩擦具有微弱的速度依附性，從靜摩擦力轉折到動摩擦力的過程係被描述為一種如同雪崩的過程，對於轉折速率(rate of transition)呈現敏感性。既立的動摩擦力一般係小於靜摩擦力。易言之，對於一段短時間，所產生的摩擦係數可能增大。並且，若企圖快速移

動模板18(從靜位置轉折至動作)則可能增加靜摩擦係數(所謂限制值)。因為其中使模板18及圖案狀層46彼此附接之接觸點並非全部同時分離，故發生此作用，因此導致需要額外的分離能量。譬如，可能在交錯指型或互鎖形貌體構造在一略微傾斜方向分離期間發生此作用。此額外的分離能量可能導致圖案損害、撕裂的形貌體構造、拉起及線崩潰。

[0049] 因為隨著較高加速度的運作而出現一增大摩擦力(及增大的應變)，可預期隨著一分離製程以恆定速度或較低加速度運作而使模板18及基材12中的應變減小。為了盡量減少壓印瑕疵數，可能以分離製程期間容許盡量降低摩擦力之方式來調整、修改或改變分離速度。一實施例中，當模板18及基材12的分離傳播經過具有不同形貌體構造密度的圖案狀區時，使分離速度產生改變。譬如，當從一具有密集形貌體構造圖案的區域轉折至一具有較不密集形貌體構造圖案的區域之時，裂痕(分離)的傳播速度可突然改變。反之亦成立。前者案例中，釋放一額外彈性能，因此導致裂痕速度(分離速度)的突然加速度。具有突然加速度的瞬間之暫態區較易產生壓印瑕疵。

[0050] 使轉折區盡量不會發生問題的其中一種方式係藉由減慢模板18與基材12之分離。譬如，若正常需耗費10至100 ms完成分離，減慢分離可能包含利用耗費兩倍時間亦即20至200 ms完成分離的方式來調整製程參數。可利用監測被施加至模板18的分離力以及刻意降低施力，藉以控制分離速度。因此，一實施例中，分離係減慢至一由使

用者決定的速率，故防止或降低模板18及/或基材12中的表面彎折及/或彈性能儲存。另一實施例中，分離的速度受到控制，而當裂痕移動經過形貌體構造圖案邊界之時維持一穩態分離速度。

監測及回饋

[0051] 參照第10圖，可分析接觸線60的動作及/或峰值P分離力 F_{SEP} 的偵測，藉以監測及/或追蹤模板18及基材12的分離。譬如，接觸線60的動作(例如，曲率及長度)可被成像系統66所擷取。成像系統66可能是任何能夠提供圖案狀層46的巨觀及/或微觀觀視之系統。成像系統66的部分範例可能包括一網路攝影機、視訊攝影機(卡帶、碟片或數位)、底片攝影機(靜態或動態)、超譜成像系統(頻譜干涉計)或類似物。成像系統66可能能夠提供靜態影像及/或活動影像以供對於圖案狀層46所產生的潛在議題進行分析。成像系統66亦可能能夠儲存及召回靜態影像及/或活動影像，或經由一通信系統予以發送。

[0052] 一實施例中，在一圖案狀層46上之分離接觸線60的追蹤係提供關於一給定時間之施力的量值或速度/加速度之回饋。譬如，可將相對於一所施加分離力 F_{SEP} 的一回饋控制迴路提供至一使用者及/或提供至一自動化系統。一接收此回饋的自動化系統係可自動地調整所施加的不同力，包括真空、壓力、拉力及類似物的量值、速度及加速度。並且，一接收此回饋的自動化系統係可對於壓印系統的物理組件作出調整，包括不同組件的傾斜、對準、旋轉、

角度及類似物。對於施力及物理組件的此控制係可能改良圖案狀層46內之強健的層分離。

[0053] 第11圖顯示一利用回饋來控制一時間期間所施加的分離力以改良強健的層分離之示範性方法110的流程圖。步驟112中，可施加一分離力以引發模板18與基材12之間的分離。譬如，壓印頭30可施加分離力 F_{SEP} 至模板18而使模板18自圖案狀層46分離。此分離力施加作用可能造成模板18與圖案狀層46之間的一初始裂痕。

[0054] 步驟114中，可監測及/或追蹤接觸線60的動作(譬如曲率及長度)及/或分離力的峰值 P 以供對於圖案狀層46所產生的潛在議題進行分析。可藉由不同成像系統66進行監測及追蹤。

[0055] 步驟116中，可以從監測及/或追蹤所收集的資料為基礎來分析基材及/或模板的應變性質。隨後可以監測及/或追蹤為基礎提供回饋，並進行分析。

[0056] 步驟118中，可利用來自接觸線60及/或峰值 P 的追蹤之回饋以調整、修改或改變所施加的分離力。一範例中，可監測接觸線60的曲率量。若曲率達到一預定位準或具有暗示一瑕疵機率之預定形貌體，則可減小、增大不同的分離力，或對於其速度、加速度、施加方向或類似物作改變。一示範性實施例中，可自動進行調整、修改或改變。

[0057] 步驟120中，可儲存及利用模板18與圖案狀層46之間分離之回饋資訊的結果，以形成一可供系統10中未

來使用及施加之演算法。

假體充填圖案

[0058] 如先前所討論，分離期間從一密集圖案狀區轉折至一稀疏圖案狀區則需予關切。已經觀察到由於剪力及內聚失效所導致之形貌體構造損害在轉折區係具有主導性，其中形貌體構造密度變異所導致之一分離速度變化係可能導致施加於細微形貌體構造上的一應力變化。

[0059] 許多案例中，積體電路(IC)製造的設計中可包含所謂“假體圖案(dummy patterns)”以等化蝕刻負載並改良化學機械拋光(CMP)。假體圖案係為一模板18上所包括之外來充填圖案，並被配置於模板18上之臨界或相干形貌體構造圖案的區域周圍。利用假體圖案可藉由消除或降低較高密度形貌體構造圖案與較低密度形貌體構造圖案區域之間轉折的發生、藉由外來圖案充填較低密度形貌體構造區域，以大幅改良強健的層分離。為了降低一壓印製程中的瑕疵，假體圖案佈局應將下列因素列入考量：對於相關臨界密集形貌體構造的緊鄰性、盡量降低分離期間可能經歷的彈性能跳躍所需要之尺寸及形狀、及一密切匹配於臨界圖案狀區域的形貌體構造圖案之充填因數。在該設計對於裝置功能性之拘束條件內，假體圖案可被放置成盡量接近相干密集圖案的場域。一實施例中，分離不大於數百奈米。

[0060] 第12圖顯示不同的假體充填選項。如圖所示，可考慮多種不同的假體圖案，譬如可使用區塊、格柵、破裂式格柵、交錯式長方形、雙向式長方形、及類似物。假

體圖案的充填因數或圖案密度可將被匹配的圖案列入考慮。一示範性的一般規則中，目標可能是一50%假體圖案充填。

[0061] 一實施例中，可藉由改變模板18的圖案密度來降低初始分離力。可利用一鋸齒狀或波狀圖案作為模板18的台面20部分上之一假體充填達成此作用。一般而言，台面20係沿著介面大部份邊長而實質與分離方向呈法向。因為沿著邊長的應變在各處皆近似相等，此定向導致需要較大的整體力量來引發分離。

[0062] 一實施例中，利用一鋸齒狀或波狀台面(具有如同一郵票或刀刃上的許多小鋸齒)以幫助引發模板18及基材12的分離。利用一鋸齒狀或波狀圖案作為模板18的台面20部分上之一假體充填，可藉由集中沿著小鋸齒的應力而容許使用一較小分離力來引發分離。利用一較小初始分離力，可能藉由如上述降低在分離製程期間所施加的峰值力 P 、或藉由對於分離製程全程所施加力量提供較大控制，而有利於改良強健的層分離。

夾盤銷移除

[0063] 另一實施例中，可修改或更改夾盤28裝備以改良強健的層分離。剛性模板18可被視為一具有多重支撐件的樑。支撐件並未隨著施力至模板18而改變，所以模板18應變係概括對於一所施加分離力呈現線性。相反地，基材12係在分離製程期間施加所施力量期間與不同的銷產生接觸及中斷接觸。並且，其上施加有真空之基材12的底下

“自由跨接”區係隨著對其施力而改變；因此，基材12應變將概括對於所施的力呈現非線性。

[0064] 若配合使用一無銷晶圓夾盤，則基材12應變可呈現較線性。藉由自夾盤28移除銷，將生成對於所施加的力具有較線性反應之區域。一實施例中，在臨界應力區域自夾盤28移除複數個預定的夾盤銷。一實施例中，預定的夾盤銷係為位居對於基材12的應變vs.應力具有最大非線性依附性之沿著基材12的位置者。另一實施例中，預定的夾盤銷係為分離期間位於基材12與模板18之間最後接觸點的區域中者。譬如，可在壓印的中心區域及/或接近基材12與模板18之間最後接觸點之處移除夾盤銷，藉以降低非線性應變-應力依附性。一較線性的分離係可增進強健的層分離，並可盡量降低分離時發生瑕疵的可能性。

【符號說明】

10…微影性系統	30…壓印頭
12…基材	32…流體配送系統
14…基材夾盤	34…可聚合化材料
16…階台	38…能量供源
18…模板	40…直接能量
20…台面,模具	42…路徑
22…圖案化表面	44…基材12的表面
24…凹部	46…圖案狀層,經固體化層
26…突件	48…殘留層
28…夾盤	50…突件,形貌體構造

52...凹件	630,632...分離瑕疵
54...處理器	720,724...稀疏形貌體構造區域
56...記憶體	722...密集形貌體構造區域
60...接觸線	A_1 ...時間 t_1 接觸面積
66...成像系統	A_2 ...時間 t_2 接觸面積
82,84,92,94,96,98,100,112,114,116,118,120...步驟	F ...恆定力
90...製程	F_{SEP} ...模板18之間的分離力
100...勁化層	h_1 ...突件50厚度
110...利用回饋來控制一時間期間中所施加的分離力以改良強健的層分離之示範性方法	h_2 ...殘留層48的厚度
301...撓性基材,晶圓	P ...峰值
302...較低撓性的模板	t_1, t_2 ...時間瞬間
440...未分離區域	α ...分離角
602...第一基材	α_1 ...稀疏形貌體構造區域的分離角
604...第二基材,晶圓	α_2 ...密集形貌體構造區域的分離角

申請專利範圍

1. 一種用於圖案化具有模板之基材以及使模板從基材分離之方法，該模板具有一第一浮雕圖案，該方法包含下列步驟：

使一第二浮雕圖案轉移至對應於該模板上的該第一浮雕圖案之該基材，該轉移包含在該基材與對應於該模板上的該第一浮雕圖案之該模板之間，於一可成形液體中形成該第二浮雕圖案，該可成形液體形成一沉積於該基材上之經固體化層；

將一預定壓力施加於該模板；

垂直於該經固體化層施加一分離力，以使該模板自該經固體化層分離；

在分離期間降低施加至該模板之該壓力；以及

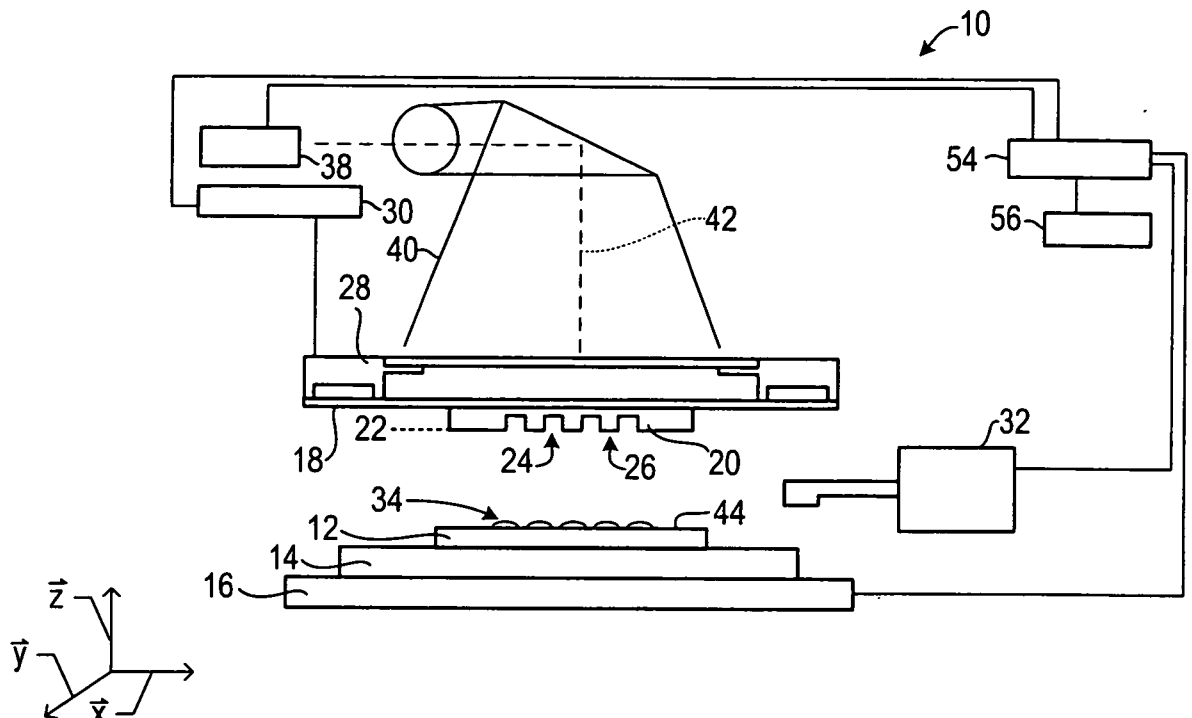
控制該所施加的分離力之大小，以於該模板自該經固體化層分離時維持一穩定分離裂痕速度。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包含在施加該分離力之前，施加一預定壓力至該基材及/或將該基材抽真空。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包含利用一影像系統監測該分離裂痕速度。
4. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該影像系統在分離期間追蹤該模板和該經固體化層之間的該分離裂痕之移動。

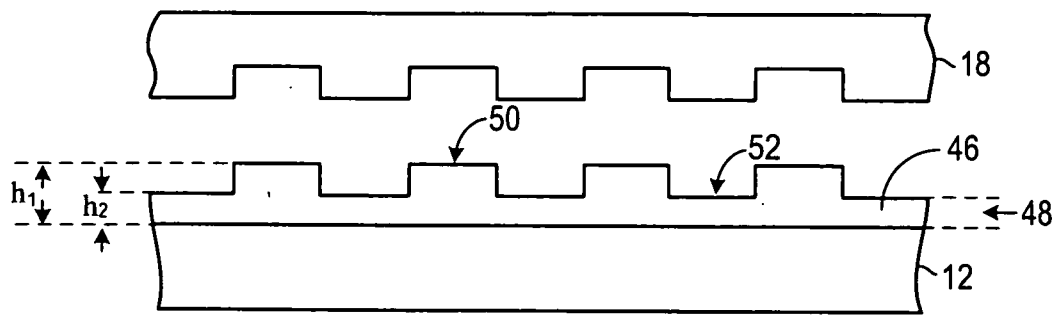
第 102121927 號專利申請案 申請專利範圍替換本 105 年 1 月 29 日

5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中控制該所施加的分離力之大小之該步驟進一步包含分析該分離裂痕之該移動，以及基於該分析，調整該所施加的分離力，以維持該穩定分離裂痕速度。
6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中控制該所施加的分離力之大小之該步驟進一步包含基於分離區域中的該第一浮雕圖案的形貌體密度，調整該所施加的分離力。

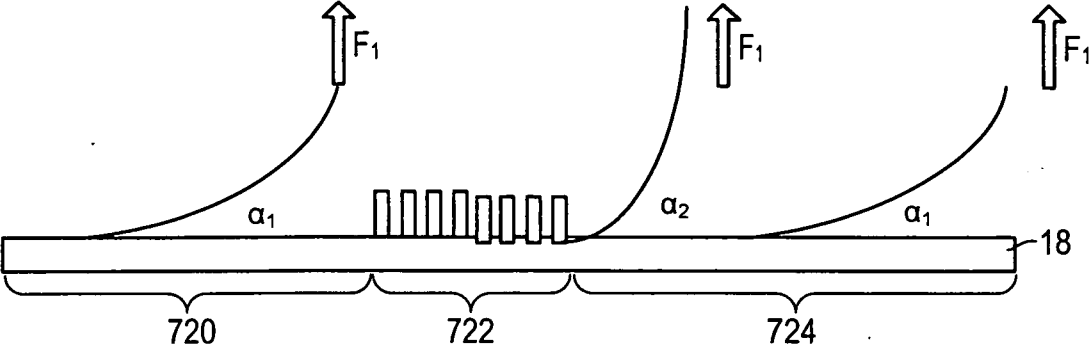
1/8



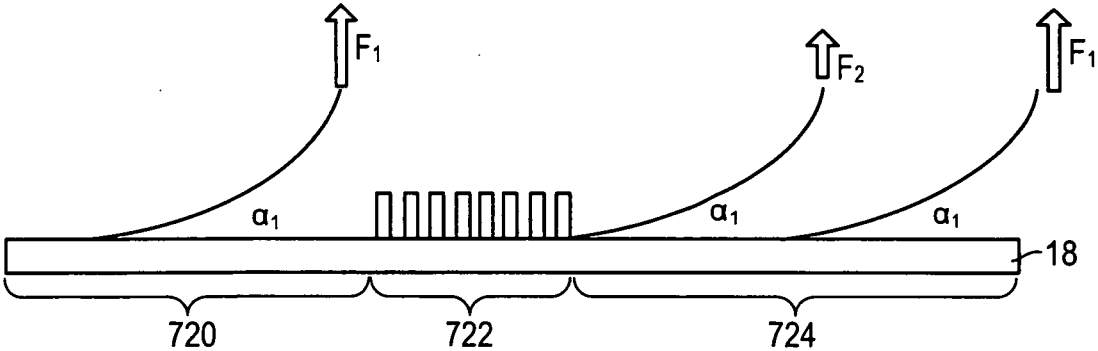
第 1 圖



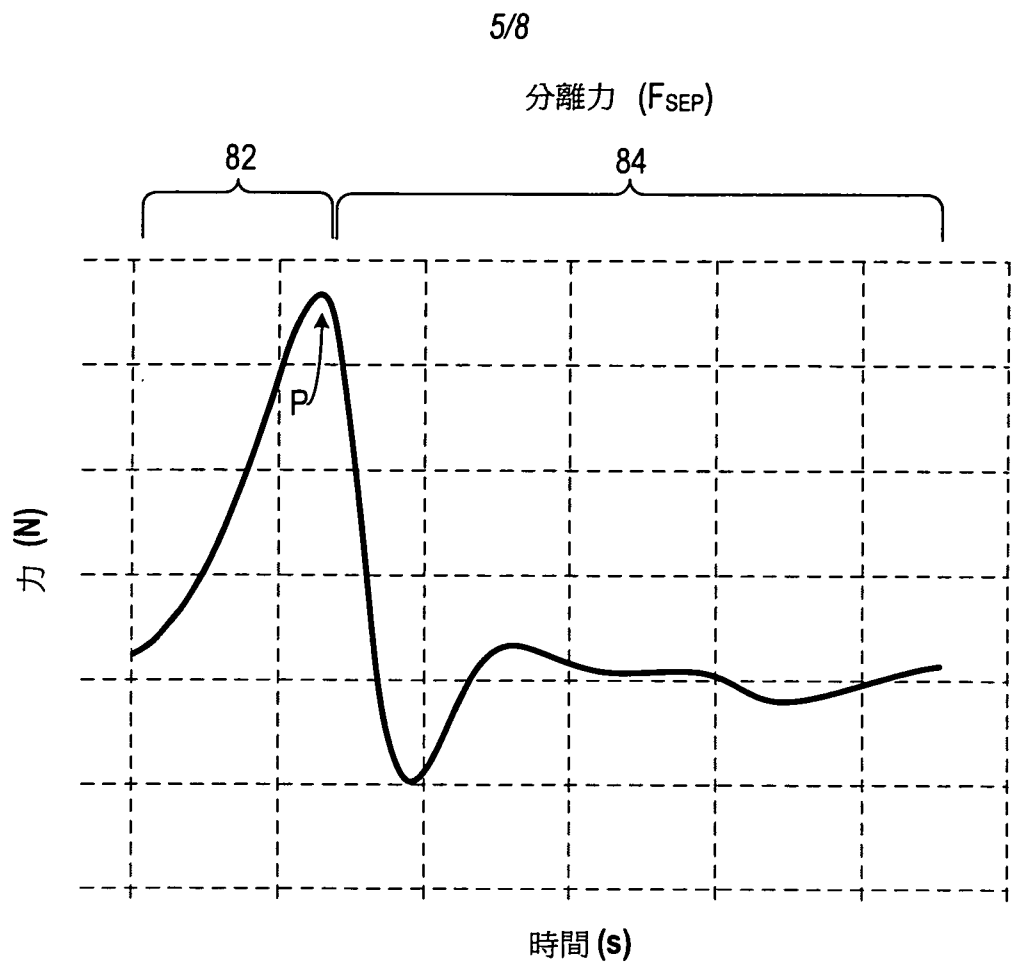
第 2 圖



第 7A 圖

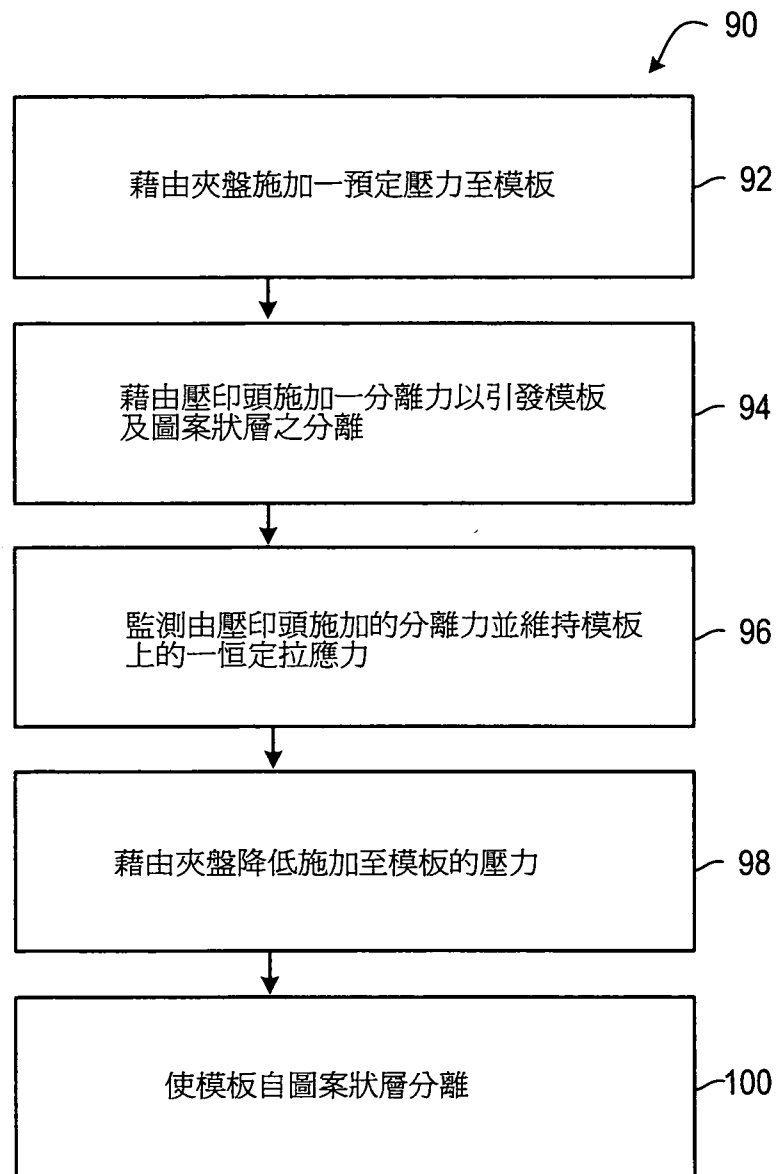


第 7B 圖

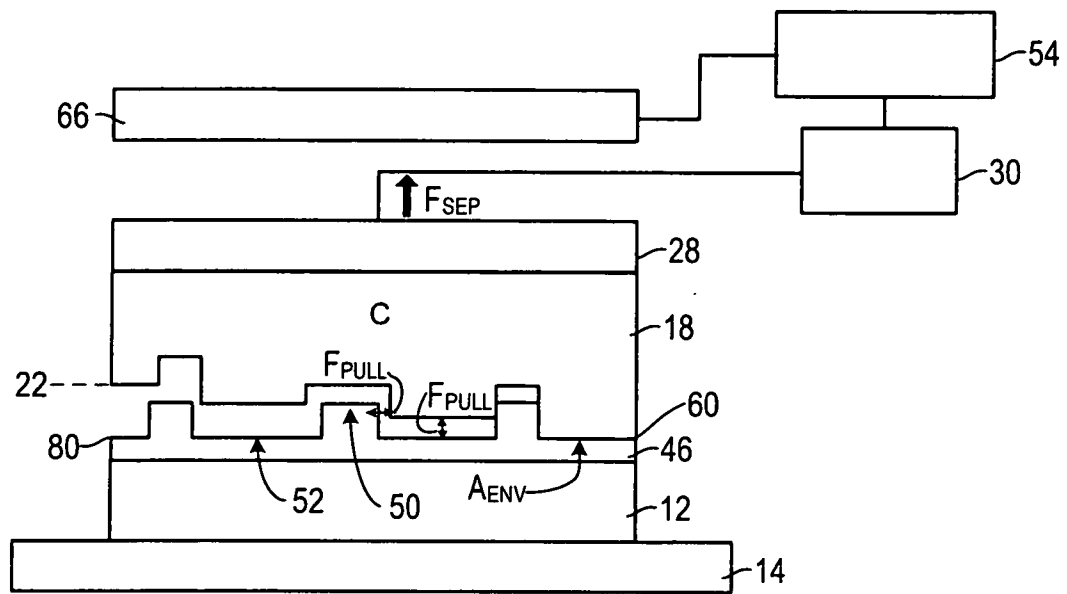


第 8 圖

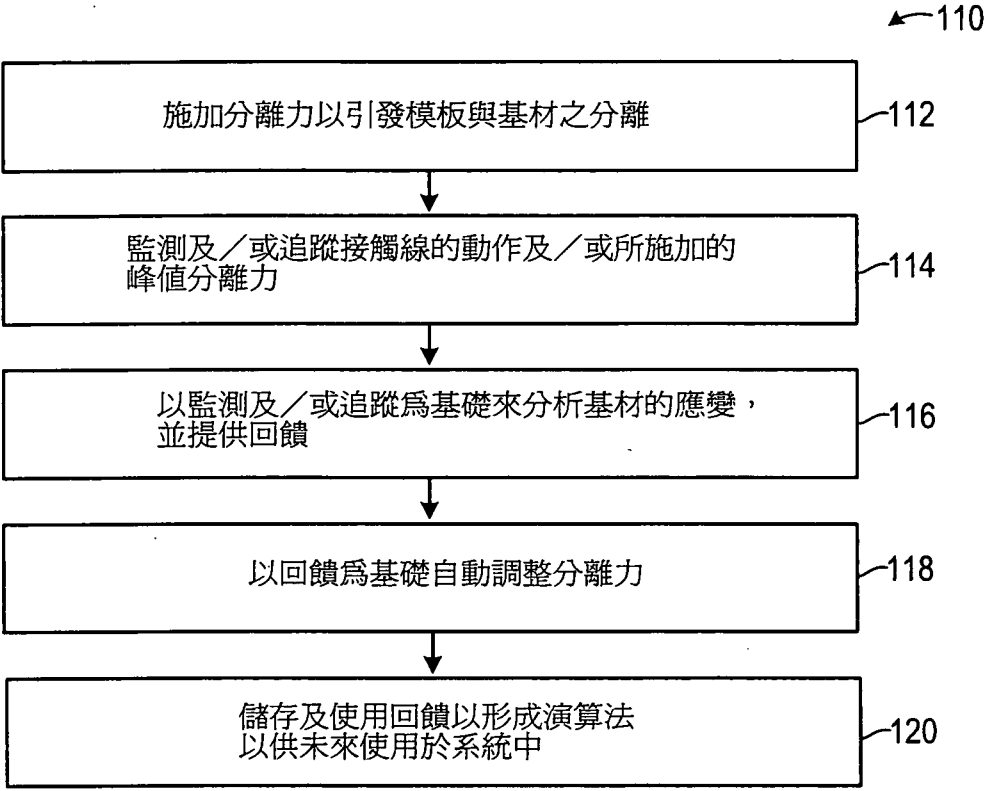
6/8



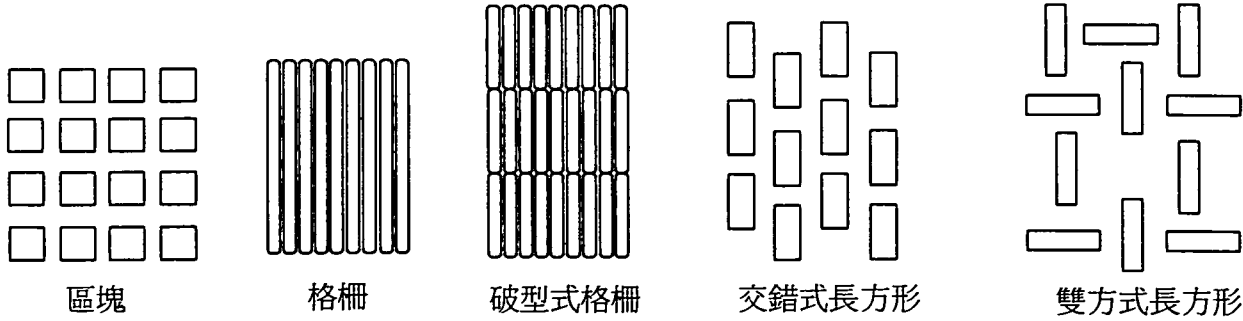
第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖