公告本

申請日期	91.9.12	IPC分類	H01L 21/027
申請案號	91120839		

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

579542

一、發明名稱	中文	併用前饋覆蓋資訊之控制微影覆蓋資訊控制方法及裝置
	英文	METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING PHOTOLITHOGRAPHY OVERLAY REGISTRATION INCORPORATING FEEDFORWARD OVERLAY INFORMATION
二、發明人(共2人)	姓名(中文)	1.克里斯多夫・A・巴帝 2.亞歷山大・J・帕沙丁
	姓名(英文)	1.CHRISTOPHER A. BODE 2.ALEXANDER J. PASADYN
	國籍(中英文)	1.美國 US 2.美國 US
	住居所(中文)	1.美國・德州78749・奧斯汀・史坦卓布拉許路#738 4700號 2.美國・德州78745・奧斯汀・蒲公英路8717號
	住居所(英文)	1.4700 STAGGERBRUSH ROAD #738, AUSTIN, TX 78749, U.S.A. 2.8717 DANDELION TRAIL, AUSTIN, TX 78745, U.S.A.
三、申請人(共1人)	名稱或姓名(中文)	1.高級微裝置公司
	名稱或姓名(英文)	1.ADVANCED MICRO DEVICES, INC.
	國籍(中英文)	1.美國 US
	住居所(營業所)(中文)	1.美國・加州94088-3453桑尼威・第1AMD區・M/S 68・郵政信箱3453號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所(營業所)(英文)	1.One AMD Place, M/S 68, P. O. Box 3453, Sunnyvale, CA 94088-3453, U.S.A.
	代表人(中文)	1.理查・J・諾迪
	代表人(英文)	1.RICHARD J. RODDY

一、本案已向

國家(地區)申請專利	申請日期	案號	主張專利法第二十四條第一項優先權
美國 US	2001/12/17	10/022,488	有

二、□主張專利法第二十五條之一第一項優先權:

申請案號:

日期:

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項□第一款但書或□第二款但書規定之期間

日期:

四、□有關微生物已寄存於國外:

寄存國家:

寄存機構:

寄存日期:

寄存號碼:

□有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構):

寄存機構:

寄存日期:

寄存號碼:

□熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。

五、發明說明 (1)

[發明所屬之技術領域]

本發明一般係關於半導體元件製造之領域，並且尤其係關於用於併入前饋覆蓋資訊之控制光學微影覆蓋標記之方法及裝置。

[先行技術]

在半導體工業中具有一種持續的驅動力以增加積體電路元件(例如微處理器、記憶體元件及類似的元件)之品質、可靠度及生產量。此一驅動力是由消費者對於更高品質的電腦及運作更具可靠度之電子元件之需求所支持。該需求已經造成在半導體元件(例如電晶體)之製造以及結合在此類電晶體之體電路元件之製造上不斷的改良。此外，減少在典型的電晶體之組件之製造上的缺陷亦降低每個電體之整體的成本以及結合此類電晶體之積體電路元件之成本。

基本的半導體加工機台之技術持續在最近的數年來已經引起更多的注意，而造成實質上的進步。然而，儘管在此領域中已達到提昇，但是很多目前可在商業上購得的加工機台仍存在某些的缺點。尤其，這類機台常常缺乏先進的數據監測能力，例如以使用者親和的格式提供過去的參數數據之能力，以及事件記錄、目前加工參數與整個行程之加工參數兩者之即時圖形顯示以及遠端(意即區域端及全域)監測。這些缺點可能逐漸形成關鍵加工參數之非最佳化控制，諸如生產量、精確度、穩定性及重複性、加工溫度、機械機台參數及類似的參數。此種變動表現本身成

五、發明說明（2）

為在行程內的不均勻性、行程對行程的不均勻性及機台對機台的不均勻性，不均勻性可能形成在產品品質及性能上之偏差，而對於此類的機台之理想的監測及診斷系統將提供監測此種變動之工具，並且提供用於關鍵參數之最佳化控制工具。

半導體元件由半導體材料之晶圓所製造。材料層在製造期間經由加入、移除及/或處理以產生組成該元件之電路。該製造本質上包括四個基本的操作。雖然只有四個基本的操作，但它們可以組合成數百個不同的方式，視該特定的製造程序而定。

通常使用於半導體元件之製造上之該四個操作為：

・層疊或加入由各種材料於晶圓上之薄層，半導體元件係製造於晶圓上；

・製圖案或移除加入層之選擇部分；

・透過在該加入層之開孔摻雜或置放特定數量的摻雜物於該晶圓表面上；以及

・熱處理或加熱及冷卻於該加工晶圓內之該材料，以產生所需的效果。

當技術進步至促使較小的關鍵尺寸能使用於半導體元件時，對於誤差減少之需要將急遽增加。在半導體元件內之次區段之適當的形成是確保該製造的半導體元件之適當性能的重要因素。次區段之關鍵尺寸對於半導體元件可以在可接收受的製造品質內而言通常必須在預定可接受的誤差之邊界內。

五、發明說明 (3)

半導體製造之一項重要的概念為覆蓋控制。覆蓋控制含有在半導體元件之表面上之二個連續的圖案層之間量測該對準失調。通常，對準失調誤差之縮小是重要的以確保該半導體元件之多重層是連接及具有功能的。當技術進步至促使較小的關鍵尺寸能使用於半導體元件時，對於對準失調誤差的減少之需求將急遽增加。

通常，一連串光學微影步驟使用一般稱為曝光機台或步進機之半導體製造機台而執行於一批晶圓上。該製造機台與加工模組之製造架構或網路通訊。該製造機台通常連接至設備介面。該設備介面連接至該步進機所連接之機器介面，藉以促使在該步進機及該製造架構之間產生通訊。該機器介面通常可以是部分先進的加工控制(advanced process control, APC)系統。該APC系統初始化控制描述語言，該控制描述語言為可以自動地取回執行製造程序所需的資料之軟體程式。控制該製造程序之該輸入參數以人為方式做週期性地修改。當較高的精密製造程序之需求產生時，則需要改良的方法以較為自動及有效率的方式來修正控制製造程序之輸入參數。

典型的覆蓋控制技術使用回饋控制方法，其中在圖案化光阻材料層之後，度量資料經由收集以量測在該光阻層及下方層膜之間之錯誤標記或覆蓋誤差。由該覆蓋誤差量測所產生之回饋可以提供給製程控制器而用於對後續的加工晶圓之光學微影機台更新該控制訊號。該覆蓋誤差亦可使用於錯誤偵測設計，而藉以具有覆蓋誤差超過預定的門

五、發明說明（4）

限值之晶圓將藉由移除該錯誤的光阻層及圖案化新的光阻層而修正。

回饋覆蓋技術假設在其上量測覆蓋誤差之晶圓與藉由光學微影機台所圖案化之後續的晶圓之間是同質性的。當晶圓加工技術從批次控制而至晶圓控制做改變時，此種假設變得有些不正確。特定的晶圓、整批或在整批內的子集晶圓相對於在下面的層膜可能不具有相等的覆蓋特性。在整批內的晶圓之加工期間可能必須採取某種控制動作以減少覆蓋誤差或改正錯誤情況（亦即修正）。因此，單獨基於回饋方法的數據而控制覆蓋參數可能無法造成覆蓋變動之適當的減少。

本發明直接克服或至少減少上文所提出之一個或一個以上之問題的影響。

[發明內容]

本發明之一個概念在於考量一種用於控制光學微影製程之方法。該方法包含形成第一層於選擇的晶圓上。測量結合該第一層之第一覆蓋誤誤差。在操作步驟內用於執行形成於該第一晶圓上之第二層上的光學微影製程之至少其中一項參數將基於至少該第一覆蓋誤差量測而決定。

本發明之另一個概念在於考量包含光學微影步進機、覆蓋量測機台及控制器之加工路線。該光學微影步進機經由配置而依據操作步驟以加工晶圓。該覆蓋量測機台經由配置以量測結合在該光學微影步進機內之晶圓之加工的覆蓋誤差。該控制器經由配置以接收結合形成第一層於選擇

五、發明說明 (5)

的晶圓上之第一覆蓋誤差量測並且基於至少該第一覆蓋誤差量測而決定在該操作步驟內用於執行形成於該選擇的晶圓上之第二層上的光學微影製程之至少其中一項參數。

[實施方式]

本發明之說明的實施例將於下文中描述。為了達到明確之目的，並非實際的實現之所有的特徵皆說明於此說明書中。當然將會瞭解的是在任何此類的實際實施例之發展中，各種特定實現的決定必須做到以達到該發展者的特定目標，諸如與系統相關及商業相關的限制相容，該限制將由一項實施例至另一項而改變。再者，將會瞭解的是此類發展的努力可能是複雜並且耗時的，但是儘管如此對於一般熟習此項技藝之人士在瞭解此揭露之益處後將是一項例行性的任務。

覆蓋控制為半導體製造之重要的概念。尤其，覆蓋控制含有在半導體層膜之間在製造加工期間之量測對準失調誤差。於覆蓋控制內之改善在半導體製造加工中從品質及效率方面而言可以導致本質上的加強。本發明對於覆蓋誤差之控制提供實現自動的誤差修正之方法。

參考第1圖，該圖提供依據本發明之一項說明的實施例之用於加工晶圓110之說明的加工路線100之簡化圖式。該加工線路100包含用於形成圖案於形成在該晶圓110上的光阻層內之光學微影機台120。該光學微影機台120包含連接至步進機124之循軌(track)122。該循軌122旋塗光阻材料於該晶圓110上並且預先烘烤該光阻層。該步進機124對

五、發明說明 (6)

該光阻層曝光以成圖案於該光阻層內。該循軌122接著執行曝光後烘烤(亦即，若對於所使用之光阻層的形式是必須的話)並且加入顯影溶液以移除該光阻層之曝光部分(亦即，對於正光阻材料形式)以產生圖案於該光阻層內。該光阻層通常使用作為提供後續的蝕刻製程來使用之遮罩以形成細微結構(features)於晶圓110上或作為提供執行植入製程之遮罩(例如用於摻雜基板以形成主動區域)。

加工路線100亦包含適用於判定由光學微影機台120所形成之在光阻圖案內之覆蓋誤差的覆蓋度量機台130。通常，該覆蓋度量機台130可以是能夠量測覆蓋誤差之任何形式的機台。例如，該覆蓋機台130可以包含光學檢視站，諸如由加利福尼亞州的聖荷西之KLA-Tencor公司所提供之5200XP覆蓋度量系統。該覆蓋度量機台130亦可使用散射測量法來量測覆蓋誤差，如同於美國專利申請案第09/894,546號，名稱為"用於控制光學微影覆蓋標記之方法及裝置"之描述，以J. Broc Stirton之名義申請，而讓渡給本專利申請案之受讓人，並且於此將併入成為全文之一部分。

控制器140經由提供而基於由覆蓋度量機台130所收集之前饋覆蓋度量資料以用於控制步進機124。在某些實施例中，該控制器140基於前饋及回饋覆蓋度量資料兩者可以控制該步進機124。資料儲存150視由該覆蓋度量機台130所量測之晶圓110而經由提供而用於儲存覆蓋度量資料。例如，該覆蓋度量資料可以藉由晶圓ID及/或批次ID

五、發明說明（7）

而儲存及標示，視可以獲得之粗細度而定。當然，該加工路線100可以包含收集覆蓋資料之多重的光學微影機台120及具有分享的或個別的控制器140之多重的覆蓋度量機台130。

控制器140調整步進機124之操作步驟以修正覆蓋誤差。在說明的實施例中，該控制器140為具有程式化軟體之電腦以實現所描述之功能。然而，對於一般熟習此項技藝之人士將會瞭解，設計用以實現該特定功能之硬體控制器亦可以使用。此外，該控制器140可以是獨立式控制器，該控制器可以整合至機台內，諸如該光學微影機台120或該覆蓋度量機台130，或者該控制器可以是在整合的電路製造設備內之部分系統控制器運作。

部分本發明及對應的詳細描述為藉由軟體或演算法及在電腦記憶體內部的資料位元上之運算的符號象徵來表示。這些描述及象徵為一般熟習此項技藝之人士藉由該描述及象徵有效地傳遞它們的任務之本質意義給一般熟習此項技藝之其它人士。演算法，如同在此所使用之術語，以及如同一般該名詞所使用的，乃認為是自我一致性的步驟順序而導引至所需要的結果。該步驟為物理數量上之所需要的物理操作。通常，雖然不是必須的，這些量採取能夠受到儲存、轉移、複合、比較及其它操作之光學的、電氣的或磁性的訊號之形式。已經瞭解在任何時刻為便利起見，原則上為了共同使用之理由，將稱呼這些訊號為位元、數值、元素、符號、字母、術語、數字或類似的名

五、發明說明 (8)

詞。

然而，需要注意的是所有這些及類似的術語是在於結合該適當的物理量並且僅僅為適用於這些數量之方便的標記。除非特別地聲明，否則由討論中將是顯而易見的，諸如"處理"或"運算"或"計算"或"判定"或"顯示"或類似之術語是意指電腦系統之行為及程序，或類似的電子運算元件，該元件將位在電腦系統的暫存器及記憶體中以物理的、電子的數量所表示之資料處理及轉換成為類似於在電腦系統的暫存器及記憶體或者其它此類的資料儲存、傳遞或顯示裝置中以物理的數量所表示之其它資料。

能夠適用於執行如同描述之控制器140的功能之例示性軟體系統為由KLA-Tencor公司所提供之Catalyst系統。該Catalyst系統使用國際半導體設備與材料公會(Semiconductor Equipment and Materials International，SEMI)電腦整合製造(Computer Integrated Manufacturing，CIM)架構相容系統技術並且基於先進製程控制(Advanced Process Control，APC)架構。CIM(SEMI E81-0699-用於CIM架構領域設施之臨時說明書)及APC(SEMI E93-0999-用於CIM架構先進製程控制組件之臨時說明書)說明書可以由SEMI公開取得。

晶圓110使用複數個控制輸入訊號於該步進機124內加工。在該說明的實施例中，用於編置該步進機124之控制輸入訊號包含x移位訊號、y移位訊號、x擴大晶圓尺度訊號、y擴大晶圓尺度訊號、光柵放大訊號、光柵旋轉訊

五、發明說明 (9)

號、晶圓旋轉訊號及晶圓非正交訊號。通常，結合該光柵放大訊號及該光柵旋轉訊號之誤差係與在該曝光機台內之該待加工的晶圓的表面上之特定的曝光製程有關。該控制器140基於由該覆蓋度量機台130在行程對行程(run-to-run)基礎上所執行之覆蓋誤差量測而適用於更新該控制輸入訊號。

當步進機124完成晶圓110之處理時，該晶圓110由該覆蓋度量機台130所檢測。該晶圓可以在該光阻層之顯影前做檢測(亦即，使用該潛在的光阻影像)或該顯影製程後做檢測(亦即，使用該光阻圖案)。該覆蓋度量機台130提供顯現於該上一個曝光步驟內之錯誤標記之量測。錯誤標記之數量係與在該光學微影製程中產生在形成於該晶圓上之兩個層膜之間的對準失調有關。

用於量測覆蓋誤差之測試結構對於熟習此項技蓋之人士而言是眾所周知的。例如，第2圖說明例示性的測試結構200。該測試結構200可以形成於該晶圓110通常未使用於形成元件之區域內(例如在其中識別碼通常所刻劃之周圍區域內或在產品晶粒之間的刻劃線內)。第一區塊210可以製圖案於下層的層膜中並且第二區塊220可以製圖案於由光學微影機台120所形成及製圖案之光阻層中。覆蓋誤差可以於X及Y方向上藉由量測在該區塊210、220之邊線之間的距離而測得。例如，欲量測在該X方向上之覆蓋誤差，在邊線211、221之間的距離可以與在邊線212、222之間的距離做比較。該覆蓋誤差為在該量測距離之間之差額

五、發明說明（10）

的一半。若在該邊線211、221之間的距離是0.005微米並且在該邊線212、222之間的距離是0.03微米，則在X方向上之該覆蓋誤差為（0.05-0.03）/2 = +0.01微米。對於每個邊線群組之0.04微米之距離將表示成零覆蓋誤差。類似的程序可以使用於決定在Y方向上之覆蓋誤差。

覆蓋度量機台130對於量測的晶圓110儲存覆蓋誤差於資料儲存150內。不同的覆蓋誤差量測對於形成於該晶圓110上之每個層膜可能產生。該覆蓋誤差度量資料可以藉由晶圓/批號ID及層膜來標示。

回到第1圖，將更詳細說明藉由控制器140用於對光學微影機台120決定控制動作所使用之程序。通常，當決定用於該步進機124對於目前的層膜之覆蓋設定時，該控制器140考量來自前一層的覆蓋誤差數據。前一個的覆蓋誤差量測之此項考量於此稱為前饋控制技術。視該特定的實現而定，該控制器140可決定用於個別的晶圓或用於整批晶圓之控制行為。若控制是執行於整批的位準上，該前饋覆蓋誤差數據可以聯合在該批次內受量測之一個或一個以上之晶圓。若控制是執行於晶圓的位準上，每個晶圓可具有聯合的前饋覆蓋誤差量測。當然不同程度的粗細度亦可以使用。例如，對於未能取得特定的前饋覆蓋誤差資料之晶圓，平均或插值技術亦可以使用。

在加工於光學微影機台120內之選擇的晶圓之前，控制器140存取資料儲存150以決定用於該前一加工層膜所量測之覆蓋誤差。在某些例子中，所有在批次內之晶圓可能

五、發明說明 (11)

未具有相同的覆蓋誤差，因為回饋控制動作在該批次之加工期間可能採用以減少該覆蓋誤差。同樣地，不同的批次加工於該相同的光學微影機台120上因為先前的回饋控制動作而可能不具有該相同的覆蓋誤差。當控制動作對於由該光學微影機台所欲形成之該目前的光阻層做出決定以計算這些晶圓對晶圓或批次對批次的覆蓋誤差變化時，該前饋覆蓋誤差將受到考量。

在簡單的控制例子中，前饋覆蓋誤差對於該回饋覆蓋決定將使用作為直接的偏移。例如，若加工後的回饋顯示第一晶圓對於目前的層膜在一個方向上具有+0.03微米之覆蓋誤差，典型的回饋控制動作可能試著調整該步進機124設定以減少對於第二晶圓之此項覆蓋誤差。然而，考量與該第一晶圓之下方層膜做比較，該第二晶圓具有+0.02微米之覆蓋誤差之下方層膜。若未採取控制動作於該第二晶圓上，由於對於該第一及第二晶圓在該下方層膜中於該覆蓋誤差之間的差異，於該目前的層膜上之覆蓋誤差將是+0.03 - + 0.02 = +0.01微米。若該控制動作是單獨基於來自該第一晶圓之回饋覆蓋誤差量測而在於調整該步進機124，則該結果覆蓋誤差(亦即，假設完全控制)將是0-+0.02 = -0.02微米。因此，在未併入來自該先前的層膜之前饋覆蓋誤差，該回饋誤差控制技術實際可能增加該覆蓋誤差。

控制器140基於對於目前的晶圓之前饋覆蓋誤差資料及對於該先前的晶圓之回饋覆蓋誤差資料可調整用於目前

五、發明說明 (12)

的晶圓以及用於後續的晶圓之步進機124的步驟。該控制器140可以經由配置而具有靜區範圍(deadband range)，其中該靜區範圍不需要做修正。該前饋及回饋覆蓋誤差可以與預定的門限參數組做比較。在一個實施例中，該靜區含有結合中心接近一組對應的預定目標值之控制輸入訊號之誤差值的範圍。若由該覆蓋度量機台130所擷取之該前饋及回饋覆蓋誤差為小於該誤差對應的預定門限值，則該特定誤差將認為是位於靜區內，並且該控制器140對於該覆蓋控制輸入不做改變。該靜區之主要的目的在於避免過度的控制動作造成該半導體製造程序過度地敏感。

當控制器140判斷對應的覆蓋控制輸入訊號之覆蓋誤差情況並未在靜區內時，前饋及回饋覆蓋誤差將使用於更新該覆蓋控制輸入訊號以提供光學微影製程執於該目前的晶圓、在該批貨內之後續晶圓或後續的批次晶圓上。該控制器140依據控制模組決定用於改變該覆蓋控制輸入訊號之數值的步進尺寸。下文之方程式1提供用於決定覆蓋控制輸入訊號改變之例示性控制方程式。

新的設定＝舊的設定－〔(權值1)＊(回饋覆蓋誤差值)〕－〔(權值2)＊(前饋覆蓋誤差值)〕　(1)

如同於方程式1所說明的，控制器140藉由將覆蓋控制輸入訊號之舊的設定之大小減去該權值及該回饋及前饋覆蓋誤差值之乘積而決定該覆蓋控制輸入訊號之新的設定。該權值為指定給特定的覆蓋控制輸入訊號之該誤差值之預定的增益參數。對於該權值之持定的值可以藉由控制模擬

五、發明說明 (13)

或實驗而決定。

雖然權值數值可以經由使用以部分控制於覆蓋控制輸入訊號設定中之改變的步進尺寸，該權值之數值可能仍然不足以避免過度大的步進尺寸。換言之，即使最佳的權值是在於指定給特定的誤差訊號，在該控制輸入訊號之設定中之改變的計算步進尺寸可能是過大的，使得該步進尺寸可能造成半導體製造機台之控制器以過於敏感方式執行。因此，該控制器140可以對該計算的步進尺寸與允許在該覆蓋控制輸入訊號之設定中的改變之預定最大步進尺寸做比較，並且因此限定該步進尺寸。

一種對於使用更新的覆蓋控制輸入訊號之方法為使用控制執行緒(control threads)來實現。控制執行緒可以藉由該控制器140而實現。控制執行緒為半導體製造機台，諸如該步進機124，之控制技術之重要的部分。每個控制執行緒運作像個別的控制器，並且隨著不同的製程條件而有區別。對於覆蓋控制，該控制執行緒藉由不同條件之組合而做區別，包含目前處理該晶圓批次之該半導體製造機台(例如步進機124)、該半導體產品、該半導體製造運作及加工該晶圓之前一層之半導體晶圓或批次之該半導體製造機台。

控制執行緒說明以不同的方式影響覆蓋誤差之不同的半導體製造情況。藉由分離每個該單一半導體製造加工條件之形成屬於本身對應的控制執行緒，該控制器更可以精確地評估後續的半導體晶圓批次在該控制執行緒內將會處

五、發明說明（14）

理之情況。由於該誤差量測是較具關聯性的，基於誤差之針對該覆蓋控制輸入訊號之改變將是較為適當的。藉由本發明所描述之該控制技術之實現可以導致於該覆蓋誤差之減少。

在加工晶圓之後，覆蓋度量機台130提供控制誤差之回饋量測。每個誤差量測對應其中一個覆蓋控制輸入訊號。控制器140基於用於該後續的晶圓之此項回饋量測及前饋覆蓋誤差資料，決定用於後續的晶圓之控制行為。當決定控制行為後，該控制器140可執行各種前處理或資料操控活動。其中一種此類的前處理活動為外部排除(outlier rejection)。外部排除是一種完全的誤差檢測，該檢測經由使用而依據該半導體製造加工之歷史效能以確保該量得的覆蓋誤差是合理的。此項步驟包含對每一個該回饋及前饋覆蓋誤差與對應的預定邊界參數做比較。在一個實施例中，即使其中一項預定的邊界是超過的，來自整個半導體晶圓或批次之該誤差資料將會排除。為了決定該外部排除邊界之界限，數以千計的實際半導體加工製造資料點將必須收集。接著計算對於在該資料收集內之每個誤差參數之標準差。該邊界門限值將選擇為多重標準差(亦即，正的或負的)。該外部排除邊界之選擇幫助確保只有顯著地位在該製程之標準操作條件外部之該等點將受到排除。

控制器140可以執行之第二預先處理功能為平滑化或過濾資料。覆蓋誤差量測受到某些量的隨機所支配。過濾

五、發明說明 (15)

該回饋覆蓋誤差資料造成該誤差於該覆蓋控制輸入訊號設定內之更精確評估。雖然其它過濾步驟亦可以使用，而在一個實施例中，該控制器140使用指數加權移動平均(Exponentially-Weighted Moving Average，EWMA)濾波器以平滑化該資料。對於EWMA濾波器之方程式說明於方程式2中。

新的平均值＝(權值)*〔(目前量測值)+(1-權值)*(上一個EWMA平均值)〕　　(2)

權值為可以用於控制過濾量及通常具有在0及1之間之數值之可調整的參數。該權值表示在目前的資料點之精確性內的可靠度。若該量測經由考量為準確的，則該權值應當接近1。若在製程中對於先前的加工行程具有顯著量的擾動，則接近零之數字將是適當的。新的平均值由該目前的量測、該權值及經由計算之該最後的平均所估算。該EWMA過濾程序可使用如同上文所描述之該先前的平均、該權值及該目前的量測，或者另外，只有某些資料(亦即，該最近的)可以使用以計算該平均值。

在半導體製造設備上之製造環境表示某些獨特的挑戰。該半導體晶圓批次透過機台，諸如該步進機124，所加工之情況可能不符合該覆蓋度量機台130在該情況下所量測之該覆蓋誤差。此類的情況可能導致資料點加入至脫序的EWMA平均值內。再者，晶圓可以一再地經由分析以確認該誤差量測。在未有資料保留下，兩者的讀數值將歸給該EWMA平均，該情況可能形成不如預期的特性。再者，某

五、發明說明 (16)

些控制執行緒可能具有低的容量，該情況可能造成先前的平均變成過時，使得該平均無法精確地表示在該覆蓋控制輸入訊號設定內之誤差。基於這些原因，該控制器140可存取儲存的資料以計算該EWMA過濾的誤差。半導體晶圓批次資料，包含該批次號碼、該批次於該步進機124上加工之時間及該多重的誤差計算，將儲存在該控制執行緒名稱下之資料儲存150內。當收集到新群集的覆蓋誤差資料時，該資料堆疊由資料儲存取回並且分析。該待加工之目前的半導體晶圓批次之該批次號碼與在該堆疊中之該資料做比較。若該批次號碼符合任何在該堆疊中所存在之資料時，該誤差量測將受到取代。否則，依據當該批貨透過該步進機124加工時的時間週期，該資料點將按照時間順序加入至該目前的堆疊中。在某些實施例中，資料點在預定的時間週期(例如48小時)後可以終止。

如同上文之描述，控制器140可以使用APC架構來實現。藉由本發明使用該APC架構所教導之該控制技術的部署可能需要許多軟體構件。除了在該APC架構內之構件外，對於每個半導體製造機台，電腦描述語言可以寫入而包含於該控制系統中，諸如該步進機124。當在該控制系統中之半導體製造機台啟動時，該機台通常初始化控制描述語言以完成由該控制器140所實現之行為。上文所描之該控制方法通常定義及執行於這些控制描述語言中。

控制器140對於步進機124可實現具有各種控制參數之控制技術，包含x－移位參數、y－移位參數、x－擴大

五、發明說明 (17)

晶圓尺度參數、y－擴大晶圓尺度參數、光柵放大參數、光柵旋轉參數、晶圓旋轉參數及晶圓非正交參數。該覆蓋控制模型可以使用一般習知的線性或非線性技術而依經驗發展。該控制模型依據如同上文所描述的模型(例如線性、指數、加權平均等等)可以是相對地簡單的方程式或較為複雜的模型，諸如類神經模型、主成分分析(principal component analysis，PCA)模型或投射至潛伏結構(projection to latent model，PLS)模型。該模型之特定的實現可以視該所選擇的模型技術而改變。

覆蓋模型可以藉由控制器140而產生，或者另外，該覆蓋模型可以藉由不同的處理資源(未顯示)而產生並且在經由開發後儲存在該控制器140上。該覆蓋模型可以使用步進機124或使用具有類似的運作特性之不同的機台(未顯示)來開發。為了便於說明之目的，基於由覆蓋度量機台130所量測之該步進機124之實際的性能，假設該覆蓋模型是藉由該控制器140或其它處理資源而產生並且更新。該覆蓋模型可以基於由步進機124之許多處理行程所收集之歷史資料而訓練。

第3圖為依據本發明之另一個說明的實施例之用於控制光學微影製程之方法之簡化的流程圖。在方塊300中，第一層膜形成於選擇的晶圓上。在方塊310中，測量結合該第一層之第一覆蓋誤差。在方塊320中，在操作步驟中用於在第一晶圓上形成第二層之至少其中一個參數將基於至少該第一覆蓋誤差量測而決定。

五、發明說明（18）

如同上文所描述，基於來自覆蓋度量機台130之回饋及前饋量測之控制覆蓋誤差具有許多優點。步進機124可以經由控制以減少所遭遇的變動量。降低變動減少元件可能降低品質或必須清除的可能性。因此，在加工路線100上生產之該元件之品質及該加工路線100之效率兩者皆可增加。

上文所揭示之該特定的實施例僅為說明之用，同時對於熟習此項技藝之人士在瞭解本教導之好處後顯而易見的是該發明可以以不同但均等的方式做修正並且執行。再者，本發明並非意在限定於此所顯示之結構或設計之細節，而該限定將於下文之申請專利範內描述。因此顯然地，上文所揭露之該特定的實施例可以改變或修正並且所有此類的變化皆應考量於本發明之範疇及精神內。因此，於此所請求之保護於下文之申請專利範圍中提出。

圖式簡單說明

[圖式之簡單說明]

本發明可藉由參考下列的描述並結合隨附的圖式而瞭解，其中相的圖式標號定義相同的元件，並且其中：

第1圖為依據本發明之說明的實施例之用於加工晶圓之描述加工路線之簡化圖式；

第2圖為適用於在第1圖之加工路線內量測覆蓋誤差之例示性測試結構之圖示；以及

第3圖為依據本發明之另一個說明的實施例之用於併入前饋覆蓋資訊之控制光學微影覆蓋標記之方法的簡化流程圖。

雖然本發明易於作各種的修飾及替代形式，但是本發之特定的實施例已經藉由於圖式中之例子所顯示並且於此詳細描述。然而，需要瞭解的是特定的實施例之於此描述並非意在限定該發明於所揭露之該特定的形式，而相反地，該發明是意在含括落在由該附加的申請專利範圍所定義之該發明之精神及範圍內之所有的修飾、等同以及替代。

[元件符號說明]

100	加工路線	110	加工晶圓
120	光學微影機台	122	循軌
124	步進機	130	覆蓋度量機台
140	控制器	150	資料儲存
200	測試結構	210	第一區塊
211	邊線	212	邊線

圖式簡單說明

220　第二區塊　221　邊線

222　邊線　300、310、320 方塊

四、中文發明摘要　（發明名稱：併用前饋覆蓋資訊之控制微影覆蓋資訊控制方法及裝置）

本發明提供包含形成第一層於選擇的晶圓上之用於控制光學微影製程之方法。該方法量測結合該第一層之第一覆蓋誤差。基於至少該第一覆蓋誤差量測，該方法將決定於操作步驟中用於執行光學微影製程於形成於第一晶圓上之第二層上的至少其中一項參數。加工路線包含光學微影步進機、覆蓋度量機台及控制器。該光學微影步進機依據操作步驟而經由配置以加工晶圓。該覆蓋度量機台經由配置以量測結合於該光學微影步進機中之晶圓加工的覆蓋誤差。該控制器經由配置以接收結合第一層於選擇的晶圓上之形成的第一覆蓋誤差量測並且基於至少該第一覆蓋誤差量測而決定於操作步驟中用於執行光學微影製程於形成在該選擇的晶圓上之第二層上的至少其中一項參數。

陸、英文發明摘要　（發明名稱：METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING PHOTOLITHOGRAPHY OVERLAY REGISTRATION INCORPORATING FEEDFORWARD OVERLAY INFORMATION）

A method for controlling a photolithography process includes forming a first layer on a selected wafer. A first overlay error associated with the first layer is measured. At least one parameter in an operating recipe for performing a photolithography process on a second layer formed on the first wafer is determined based on at least the first overlay error measurement. A processing

四、中文發明摘要　(發明名稱：併用前饋覆蓋資訊之控制微影覆蓋資訊控制方法及裝置)

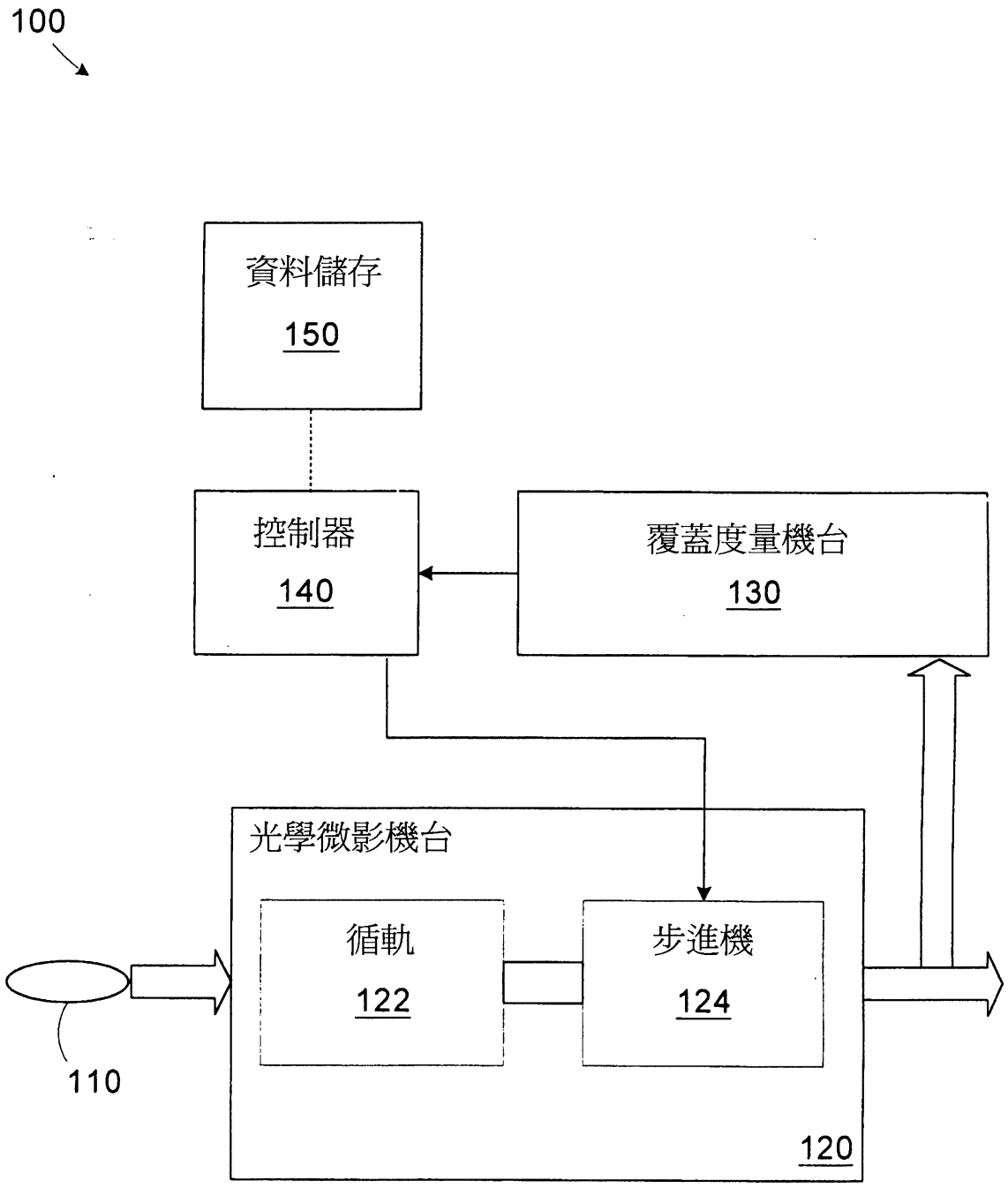
陸、英文發明摘要　(發明名稱：METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING PHOTOLITHOGRAPHY OVERLAY REGISTRATION INCORPORATING FEEDFORWARD OVERLAY INFORMATION)

line includes a photolithography stepper, and overlay metrology tool, and a controller. The photolithography stepper is configured to process wafers in accordance with an operating recipe. The overlay metrology tool is configured to measure overlay errors associated with the processing of the wafers in the photolithography stepper. The controller is configured to receive a first

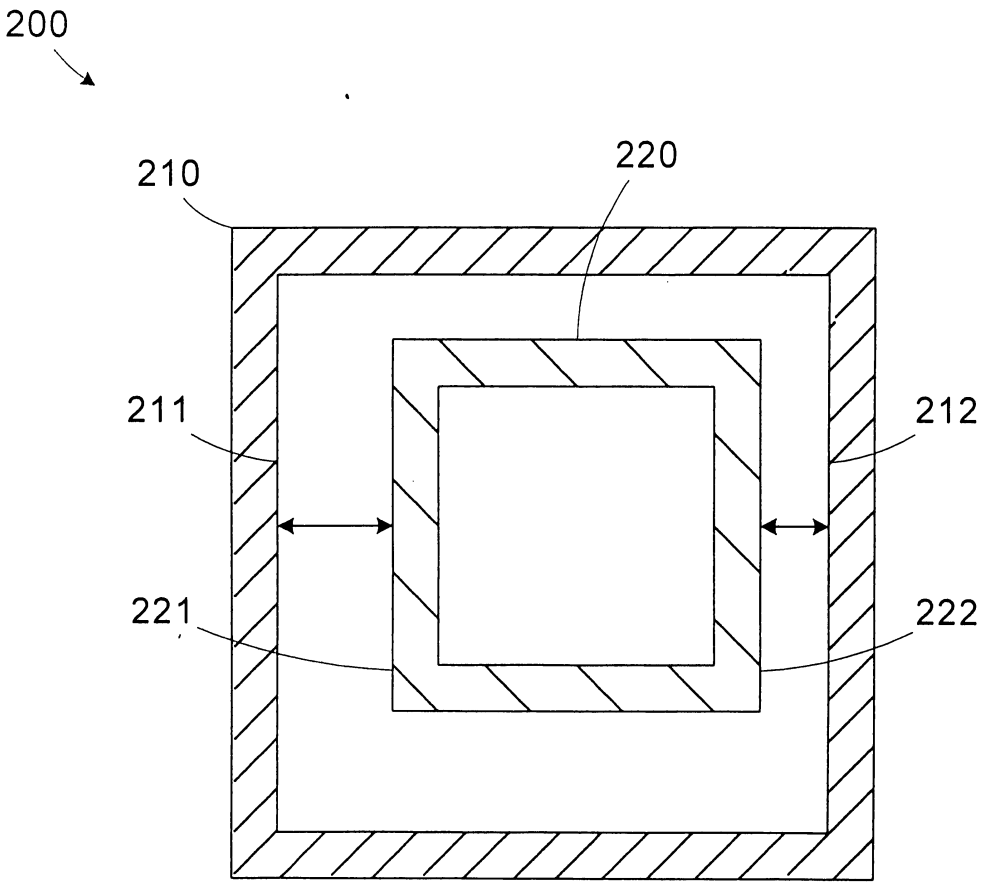
四、中文發明摘要　（發明名稱：併用前饋覆蓋資訊之控制微影覆蓋資訊控制方法及裝置）

陸、英文發明摘要　（發明名稱：METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING PHOTOLITHOGRAPHY OVERLAY REGISTRATION INCORPORATING FEEDFORWARD OVERLAY INFORMATION）

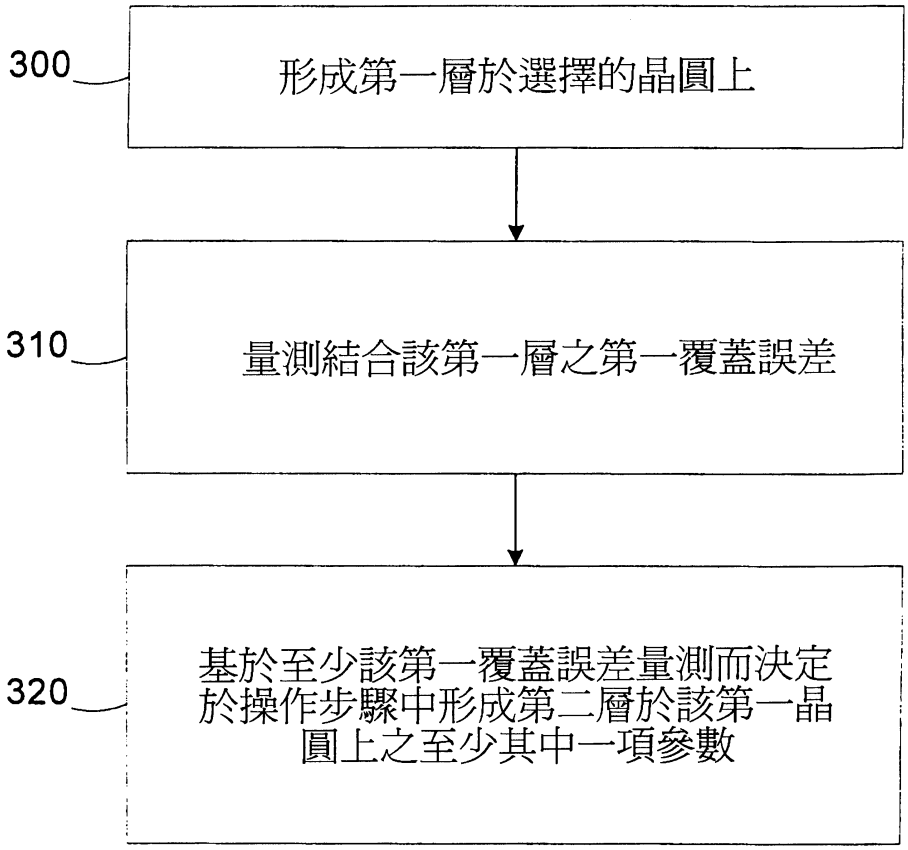
overlay error measurement associated with the formation of a first layer on a selected wafer and determine at least one parameter in the operating recipe for performing a photolithography process on a second layer formed on the selected wafer based on at least the first overlay error measurement.



第1圖



第 2 圖


300
形成第一層於選擇的晶圓上
310
量測結合該第一層之第一覆蓋誤差
320
基於至少該第一覆蓋誤差量測而決定於操作步驟中形成第二層於該第一晶圓上之至少其中一項參數

第3圖

六、申請專利範圍

1. 一種用於控制光學微影製程之方法，包括：

形成第一層於選擇的晶圓上；

量測結合該第一層之第一覆蓋誤差；

形成第二層於該選擇的晶圓上；以及

基於至少該第一覆蓋誤差量測，決定用於執行光學微影製程於該選擇的晶圓之該第二層上之操作步驟之至少一個參數。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，更包括基於該操作步驟執行該光學微影製程於該第二層上。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中決定於該操作步驟中之該至少一個參數更包括決定於光學微影機台之該操作步驟中之該至少其中一個參數。

4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中決定於該操作步驟中之該至少一個參數更包括實現結合執行該光學微影製程於該第二層上之控制執行緒。

5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中量測該第一覆蓋誤差更包括使用檢視站台量測該第一覆蓋誤差。

6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中量測該第一覆蓋誤差更包括使用散射儀機台量測該第一覆蓋誤差。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中決定於該操作步驟中之該至少一個參數更包括決定x－移位參數、y－移位參數、x－擴大晶圓尺度參數、y－擴大晶圓尺度參數、光柵放大參數、光柵旋轉參數、晶圓旋轉參數及晶圓非正交參數之至少其中一個。

六、申請專利範圍

8. 一種用於控制光學微影製程之方法，包括：

形成第一層於選擇的晶圓上；

量測結合該第一層之第一覆蓋誤差以產生前饋覆蓋誤差訊號；

量測結合用於執行光學微影製程於形成在複數個晶圓之第二層上之程序的複數個覆蓋誤差以產生回饋覆蓋誤差訊號；以及

基於該前饋覆蓋誤差訊號及該回饋覆蓋誤差訊號決定用於執行光學微影製程於形成在該選擇的晶圓之該第二層上之至少一個參數於操作步驟中。

9. 如申請專利範圍第8項之方法，更包括基於該操作步驟執行該光學微影製程於該選擇的晶圓之第二層上。

10. 如申請專利範圍第8項之方法，其中決定於該操作步驟中之該至少一個參數更包括決定於光學微影機台之該操作步驟中之至少其中一項參數。

11. 如申請專利範圍第8項之方法，其中決定於該操作步驟中之該至少一個參數更包括實現結合執行該光學微影製程於該第二層上之控制執行緒。

12. 如申請專利範圍第8項之方法，其中量測該第一覆蓋誤差更包括使用檢視站台量測該第一覆蓋誤差。

13. 如申請專利範圍第8項之方法，其中量測該第一覆蓋誤差更包括使用散射儀機台量測該第一覆蓋誤差。

14. 如申請專利範圍第8項之方法，其中量測結合用於形成該第二層之該製程之該複數個覆蓋誤差更包括使用檢

六、申請專利範圍

視站台量測該複數個覆蓋誤差。

15.如申請專利範圍第8項之方法，其中量測結合用於執行該光學微影製程於該第二層上之製程之該複數個覆蓋誤差更包括使用散射儀機台量測該複數個覆蓋誤差。

16.如申請專利範圍第8項之方法，其中決定於該操作步驟中之該至少一個參數更包括決定x-移位參數、y-移位參數、x-擴大晶圓尺度參數、y-擴大晶尺度參數、光柵放大參數及光柵旋轉參數之至少其中一個。

17.如申請專利範圍第9項之方法，其中該第二層包括曝光的光阻層，並且量測結合用於形成該第二層之該製程之該複數個覆蓋誤差更包括量測於該曝光的光阻層之該覆蓋誤差。

18.如申請專利範圍第9項之方法，其中該第二層包括顯影的光阻層，並且量測結合用於形成該第二層之該製程之該複數個覆蓋誤差更包括量測於該顯影的光阻層之該覆蓋誤差。

19.一種加工路線，包括：

經由配置以依據操作步驟加工晶圓的光學微影步進機；

經由配置以量測結合該晶圓於該光學微影步進機中之該加工之覆蓋誤差的覆蓋度量機台；以及

經由配置以接收結合第一層於選擇的晶圓上形成之第一覆蓋誤差量測的控制器，並且基於至少該第一覆蓋誤差量測決定於該操作步驟中用於執行光學微影

六、申請專利範圍

製程在形成於該選擇的晶圓之第二層上之至少一個參數。

20.如申請專利範圍第19項之加工路線，其中該光學微影機台基於該決定的操作步驟更經由配置以執行該光學微影製程於該選擇的晶圓之該第二層上。

21.如申請專利範圍第19項之加工路線，其中該控制器更經由配置以實現結合用於決定該至少一個參數之執行該光學微影製程於該第二層上的控制執行緒。

22.如申請專利範圍第19項之加工路線，其中該覆蓋度量機台更包括檢視站台。

23.如申請專利範圍第19項之加工路線，其中該覆蓋度量機台更包括散射儀機台。

24.如申請專利範圍第19項之加工路線，其中該至少一個參數更包括x－移位參數、y－移位參數、x－擴大晶圓尺度參數、y－擴大晶圓尺度參數、光柵線放大參數及光柵旋轉參數之至少其中一個。

25.一種加工路線，包括：

經由配置以依據操作步驟加工晶圓的光學微影步進機；

經由配置以量測結合該晶圓於該光學微影步進機中之該加工之覆蓋誤差的覆蓋度量機台；以及

控制器，經由配置以接收包含結合第一層於選擇的晶圓上形成之第一覆蓋誤差量測之前饋覆蓋誤差訊號，接收包含結合光學微影製程執行於複數個晶圓之

六、申請專利範圍

第二層上之複數個覆蓋誤差量測的回饋覆蓋誤差訊號，以及基於該前饋覆蓋誤差訊號和該回饋覆蓋誤差訊號決定於該操作步驟中用於執行光學微影製程於該選擇的晶圓之第二層上之至少一個參數。

26.如申請專利範圍第25項之加工路線，其中該光學微影機台更經由配置而基於該決定的操作步驟以執行該光學微影製程於該選擇的晶圓之第二層上。

27.如申請專利範圍第25項之加工路線，其中該控制器更經由配置以實現結合用於決定該至少一個參數之執行該光學微影製程於該第二層上的控制執行緒。

28.如申請專利範圍第25項之加工路線，其中該至少一個參數更包括x－移位參數、y－移位參數、x－擴大晶圓尺度參數、y－擴大晶圓尺度參數、光柵放大參數及光柵旋轉參數之至少其中一個。

29.如申請專利範圍第25項之加工路線，其中該覆蓋度量機台包括光學檢視站台。

30.如申請專利範圍第25項之加工路線，其中該覆蓋度量機台包括散射儀機台。

31.如申請專利範圍第25項之加工路線，其中該第二層包括光阻層。

32.如申請專利範圍第31項之加工路線，其中該光阻層包括已曝光的光阻層。

33.如申請專利範圍第31項之加工路線，其中該光阻層包括已顯影的光阻層。

六、申請專利範圍

34.一種加工路線，包括：

用於形成第一層於選擇的晶圓上之機構；

用於量測結合該第一層之第一覆蓋誤差之機構；以及

基於至少該第一覆蓋誤差量測而用於決定在操作步驟中用於在形成於該第一晶圓上的第二層上執行光學微影製程之至少一個參數之機構。

35.一種加工路線，包括：

用於形成第一層於選擇的晶圓上之機構；

用於量測結合該第一層之第一覆蓋誤差以產生前饋覆蓋誤差訊號之機構；

用於量測結合用於在形成於複數個晶圓上的第二層上執行光學微影製程之製程之複數個覆蓋誤差以產生回饋覆蓋誤差訊號之機構；以及

基於該前饋覆蓋誤差訊號及該回饋覆蓋誤差訊號而用於決定於操作步驟中用於形成該第二層於該選擇的晶圓上之至少一個參數之機構。