

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93122493

※申請日期：93.7.28

※IPC 分類：G06F 19/00

(2011.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

適應性度量取樣方法

ADAPTIVE METROLOGY SAMPLING METHODS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

高級微裝置公司

ADVANCED MICRO DEVICES, INC.

代表人：(中文/英文) 德瑞克 保羅 S / DRAKE, PAUL S.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國·加州 94088-3453·桑尼威·第 1AMD 區·M/S 68·郵政信箱 3453 號

One AMD Place, M/S 68, P. O. Box 3453, Sunnyvale, CA 94088-3453,

U. S. A.

國籍：(中文/英文) 美國 / U. S. A.

三、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

普迪 A 馬太 / PURDY, MATTHEW A.

國籍：(中文/英文)

美國 / U. S. A.

四、聲明事項：

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

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2003 年 08 月 04 日；10/634, 013（主張優先權）

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體上係有關於適應性度量取樣技術之領域，且尤關於可應用於監控各製程中之用於適應性度量取樣計畫之多種方法以及系統。

【先前技術】

所有的製程環境事實上皆需要取得度量資料以確保各種製程皆依期望與需要操作。在理想控制的情況下，所有的工件或材料製程皆需要度量。然而，於現實中，此種詳盡的度量取樣計畫並不實際。度量資料的增加沒有為工件或材料製程增添任何價值。不僅如此，度量資料的增加造成時間的浪費而且必須使用昂貴的度量工具和珍貴的度量技術人員或工程師。如此，基於商業的需求必須將取樣數限制在最小層級(minimum level)，以提供實用的資訊來監視和控制各種製程。

在整個半導體製程操作中，度量取樣的執行就如同對晶圓批次(lots of wafers)取樣的固定獨立規則一般。舉例來說，先前的取樣系統大部分牽涉到以下的取樣基礎：以經過工具或製程操作之工件(或多批次(lots))的固定百分比做取樣，如：20%；或以預設之圖案(pre-set pattern)做取樣，如：每隔一批次(X-X-X)；或每四批次對其第一批次做測量(X---X---)。此外，於工程部門的考量下有時也會做出特定取樣決定，造成於特定工具或工具組中提高了取樣層級。在如此多重的影響下，不協調的取樣輸入會造

成生產線的超取樣(over-sampling)。

為降低超取樣的風險，一般的處理方式是減低取樣規則並將之以低比率讓關鍵製程工具(key process tools)使用。藉此種處理方式，來自於特定決定或其他來源所造成的額外取樣就不會使度量工具和人員的製程量超載。然而，此種取樣方式造成了風險，即其可能因為缺乏對非關鍵製程工具的特定取樣規則而造成該非關鍵製程工具的問題繼續存在而未被偵測出來。

舉例來說，於整個半導體製程操作中，需要設定度量取樣規則以調查潛在的蝕刻缺陷。造成此種缺陷的衝擊可能來自於四個蝕刻工具和五個溶劑槽(用於蝕刻製程執行後除去光阻遮罩材料)等製程工具。典型的取樣規則係指定通過各該四個蝕刻工具製程之批次需有 30%接受度量測試。然而，實際的度量測試會一直到該確認之批次通過一個蝕刻工具和五個溶劑槽之一後才開始執行。為採用此種處理方式，因為隨機的關係，必須假設該溶劑槽工具也同時有適當地取樣。然而，實際上，此種度量可能無法對非關鍵製程工具提供適當的取樣，如：該溶劑槽。此即，因為隨機選擇，這些於蝕刻工具中加工後之批次當他們順流進入溶劑槽中處理時無法平均的予以分配。如此一來，有些溶劑槽工具可能會超取樣，而其他的溶液槽工具可能會取樣不足。

此種假設所有需要之工具皆被適當取樣的度量取樣計畫，很多製程都不能接受。依靠此種假設可能會導致特定

製程工具並未產生可接受的結果但在一段時間內沒有被偵測出來。如此一來，製程花費會提高而製程效率和產品良率將會降低。一般來說，這裡所需要的是一種度量取樣方法論，可以使工件之取樣數達到最小，且依然對需取樣之製程工具和操作做適當的取樣，其中該工件可例如為：批次、晶圓。

【發明內容】

本發明係有關用於適應性度量取樣計畫之多種方法以及系統，係可應用於監控多種製程中。於一揭露實施例中，此方法包含：產生多個度量取樣規則、分配取樣加權值 (weight value) 於各該度量取樣規則、確認至少一個工件滿足至少一個該度量取樣規則、將各滿足度量取樣規則之取樣加權值與該確認滿足規則之工件做聯繫，且當該取樣加權值總合累積至至少等於預設觸發值時，指示應予執行之度量運作。

於另一揭露實施例中，此方法包含：產生多個度量取樣規則、分配取樣加權值於各取樣規則、確認至少一個工件滿足至少一個該度量取樣規則、將各滿足度量取樣規則之取樣加權值與該確認滿足規則之工件做聯繫，當該度量取樣加權規則之一的取樣加權值總合累積至至少等於預設觸發值時，指示應予執行之度量運作。

於更進一步揭露之實施例中，此方法包含：產生多個度量取樣規則、分配取樣加權值於各該度量取樣規則、確認至少一個工件滿足至少一個該度量取樣規則、將各滿足

度量取樣規則之取樣加權值與該確認滿足規則之工件做聯繫，當該工件之一的取樣加權值總合累積至至少等於預設觸發值時，指示應予執行度量運作。

【實施方式】

本發明之說明實施例係如下之敘述。為求明晰，並非所有的實際達成之特點皆於本說明書中敘述。在此必然要理解，任何這種實際實施例之發展中，必須進行許多特定實作決定以達成開發者的特定目標，如：順從系統相關和商業相關的限制，其會因不同的實作而有不同的決定。此外，還必須知道此種開發成就可能是既複雜且耗時的，然而卻仍為該擁有此揭示益處之相關領域技術人員所做之例行公事。

本說明書所用之字彙與專有名詞和與此相關領域之技術人員所認知之意義和說明皆為一致。在此使用之專業術語和專有名詞皆為前後一致且沒有特殊的定義，意即相同於該相關領域之技術人員所認知之普通和常用的意義。至於專業用語或專有名詞有特殊涵義之部分，意即與相關領域之技術人員所認知之意義有不同者，將於特別置於說明書前，以定義的方式直接且明確地提供該專業用詞或專業術語之特殊定義。

以下之敘述僅做舉例說明之用，本發明將對產生適應性取樣計畫之過程與積體電路裝置之所謂“金屬(metal one)”層之特性結構做關聯性的討論。典型地，於實際半導體裝置上會形成多數個導電接點(conductive contacts)

以提供電連接 (electrical connection)，如：溝槽 (trench)。於積體電路裝置中，導電互連 (conductive interconnection) 的金屬層 (metal one level) 一般是指與先前形成之導電接點耦合之導電線路之第一層級。在一些應用中，於金屬層形成此種特徵係包含以下步驟：形成金屬層；以步進器 (stepper tool) 於該金屬層上形成光阻 (photoresist) (光罩 (photomask)) 圖案層；以蝕刻工具於此金屬層上執行蝕刻製程；以及，使用溶劑移除 (solvent-strip) 工具於蝕刻製程之後移除剩餘之光阻遮罩。一般來說，關係到製程執行之該特徵 (features，意指電路結構) 的關鍵尺寸 (critical dimension，意指電路間隔距離) 及 / 或微粒缺陷 (particle defects) 的數目為度量運作的主要對象，用以決定該製程之效力和產生出的特徵之接受度。然而，與此相關領域之技術人員閱讀完本應用之後，將理解本發明並非限制於特定討論範例。當然，本發明可用於各種不同的製程操作、工具和裝置中。因此，本發明不應該被認為是限制於任何特定製程運作或半導體製程操作中，除非此種限制被明確地界定於所附之申請專利範圍中。

表 1 至 6 係用於描述如何利用本發明之方法的一種實施例。度量取樣可理解成兩個構成要素——一組邏輯敘述 (logical statement) 描述何時實施取樣規則以及當該取樣規則需要使用時該做些什麼。為求方便，規則編號和規則名稱將與各規則相關聯以使其容易參照不同之取樣規

則。表 1 描述 7 個已編號的規則和他們相關的規則名稱。此邏輯敘述描述何時實施該取樣規則以作為匹配規則組。各規則之該匹配規則組置於表 1 的後部。

表 1

規則編號	規則名稱	度量操作	匹配規則組
1	E40M1CD	5305	實體 = ET40 於操作 = 5230
2	E40M1FI	5315	實體 = ET40 於操作 = 5230
3	E39M1CD	5305	實體 = ET39 於操作 = 5230
4	E39M1FI	5315	實體 = ET39 於操作 = 5230
5	STP64M1CD	5305	實體 = STP64 於操作 = 5170
6	R02DM1CD	5305	產品 = 98R02D
7	My Rule	5305	(產品 = 98M16B) 及 (實體 = STP64 於操作 = 5170) 及 (實體 = ET38 於操作 = 5230)

表 2

規則編號	規則名稱	度量操作	取樣加權
1	E40M1CD	5305	10
2	E40M1FI	5315	5
3	E39M1CD	5305	15
4	E39M1FI	5315	5
5	STP64M1CD	5305	10
6	R02DM1CD	5305	10
7	My Rule	5305	15

表 3

批次	產品	5170 實體	5230 實體
J10	98R02D	STP65	ET39
J20	98R02D	STP65	ET40
J30	98R02D	STP65	ET39
J40	98M16D	STP64	ET40
J50	98R02D	STP64	ET39
J60	98R02D	STP65	ET40
J70	98M16D	STP65	ET39
J80	98R02D	STP65	ET40

表 4

批次	E40M1CD	E39M1CD	STP64M1CD	R02M1CD	我的規則
J10	—	15	—	10	—
J20	10	—	—	20	—
J30	—	30	—	30	—
J40	20	—	10	—	—
J50	—	45	20	40	—
J60	30	—	—	50	—
J70	—	60	—	—	—
J80	40	—	—	60	—

表 5

操作	觸發值
5305	50
5315	60

批次	第1項規則 E40M1CD	第3項規則 E39M1CD	第5項規則 STP64M1CD	第6項規則 R02M1CD	第7項規則 我的規則	取樣?
J10	—	15	—	10	—	否
J20	10	—	—	20	—	否
J30	—	30	—	30	—	否
J40	20	—	10	—	—	否
J50	—	45	20	40	—	否
J60	30	—	—	50	—	是
J70	—	60	—	—	—	是
J80	40	—	—	60	—	是

表 6

批次	第1項規則 E40M1CD	第3項規則 E39M1CD	第5項規則 STP64M1CD	第6項規則 R02M1CD	第7項規則 我的規則	取樣?
J10	—	15	—	10	—	否
J20	10	—	—	20	—	否
J30	—	30	—	30	—	否
J40	20	—	10	—	—	否
J50	—	45	20	40	—	否
J60	30/0	—	—	50/0	—	是
J70	—	60/10	—	—	—	是
J80	10	—	—	10	—	否

當決定某一批次是否應該標記或標示起來以做取樣時，在這就出現了關於該批次(如：路線、運作、產品等)的訊息，一般將其理解成批次過程訊息(lot context information)。此外，此批次將依照慣例擁有製程歷史，例如：製程歷史於特定製程操作時用於處理該批次之實體，其中，該實體即製程工具，該特定製程操作如：蝕刻操作、遮罩操作(masking operation)、光阻移除操作(photoresist strip operation)等。在一些情況中，於匹配規則組中的邏輯敘述可能將這些來源的訊息結合。若於此匹配規則組中之所有邏輯敘述皆滿足，意即為真(true)，則此規則適用於該批次。

此匹配規則組可能是相單簡單也可能是相當複雜，完

全視所需規則以及待分析之製程或產品而定。如上所述，表 1 描述一些匹配規則組的簡單例式。該前五項為依據歷史訊息所定義之規則組範例，歷史訊息亦即於先前操作中曾使用之實體。第 6 項規則以該批次的過程訊息做根據，意即於該批次中製造出何種產品。第 7 項規則以批次過程和批次歷史訊息之結合做根據。

前述表 1 中特定之程式和規則名稱係為簡單之範例。實際上，這種特定程式和名稱可依特定應用量身訂做或作修改。舉例來說，該第一條規則之規則名稱(E40M1CD)係與該第一金屬層之關鍵尺寸(M1CD)度量製程(操作 5305)和該蝕刻工具編號 40(ET40)相關連。若實體為於金屬蝕刻製程(操作 5230)之蝕刻工具編號 40(ET40)則滿足該匹配規則組。相似的敘述命名也應用於其他規則中。例如，第 2 項規則(E40M1FI)表示該最後檢視(FI)度量製程。此最後檢視度量製程係於蝕刻製程完成且光罩移除後執行。該操作 5315 表示最後檢視度量操作。於表 1 中，該名稱編號之字首為“39”者係關於蝕刻工具編號 39。於規則編號 5 之字首為“STP64”係關係於步進器編號 64 和該操作 5170(於相關規則組中)表示該金屬遮罩操作。因此，當步進器編號 64 用於該金屬遮罩層製程(5170)時則滿足該規則編號 5 之規則組。該第 6 項規則(R02DM1CD)係針對特定產品(98R02D)，且當確認產品於該製程批次中則滿足該規則組。

第 7 項規則(我的規則(My Rule))係包含批次過程和批次歷史訊息之結合。當製造出產品 98M16B、於金屬遮罩製

程(操作 5170)使用步進器 64 以及於金屬蝕刻製程(操作 5230)時使用蝕刻工具 38，則滿足例示的第 7 項規則之規則組。可能會由各種不同的邏輯敘述結合而達成一組特定規則組。例如：包含到其他比較而造成的複雜敘述皆可與規則組定義相結合，該比較可例如：小於等於(\leq)、大於等於(\geq)；額外的邏輯算符，如：或(OR)、互斥或(XOR)、非(NOT)等；或是通配符(wild cards)，如：98R02*。此外，該規則組可應用於不止一個度量操作，如：金屬關鍵尺寸度量(操作 5305)和金屬層二個關鍵尺寸度量(操作 6585)。

在各規則組定義之後，各規則皆分配到一個取樣加權，如表 2 所示。此取樣加權並非取樣百分比或取樣圖案。雖然可能會有此種狀況外的情況發生，但幾乎每個規則都可能有關聯的加權。取樣加權為正數。取樣加權越大，批次因該規則而被標記來取樣的機率就越高。

本發明的另一局面係關於該取樣規則之“狀態(state)”。此狀態涉及批次應該要取樣的累積機率。只要批次滿足取樣規則之匹配規則組，該規則的加權就會累加至規則狀態。表 3 與表 4 提供本發明之局面的簡化例式。表 3 表示多種批次的該製程歷史。例如：批次 J10 包含產品 98R02D 和當金屬蝕刻製程(5230)透過蝕刻工具 39(ET39)執行時由步進器編號 65(STP65)所執行之金屬遮罩操作(5170)。表 4 描述當表 3 中所確認之批次依序處理後多種規則的狀態。為求簡明以及容易解釋，在此只敘述金屬關鍵尺寸度量製程(操作 5305)的規則。於表 4(規則狀態的表)

中的破折號(“—”)表示該規則之匹配規則組並不適於所分析之批次。基本上，表 4 為累積的加權計數(counter)，敘述從度量取樣製程執行於滿足給定規則之匹配規則的批次上共經過多少時間。

此於表 4 中所描述的規則狀態於是拿來與度量觸發值做比較，以決定是否應該標示或標記來做度量取樣。各度量操作皆給定一個數字形式的觸發值，用於與該規則狀態做比較。若該規則狀態大於或等於該度量觸發值，則該標記該批次以做取樣。表 5 描述各度量操作之觸發值並指出度量取樣是否應該依不同規則狀態(來自表 4)執行。如表所示，因為該規則狀態超過用以指定金屬層關鍵尺寸度量製程之觸發值，度量取樣指示應該對 J60、J70 和 J80 做取樣。因為第 6 項規則(R02M1CD)之狀態(60)等於觸發值 50，而應該對批次 J60 做取樣，因為第 3 項規則(E39M1CD)之狀態(60)超過觸發值 50，而對該批次 J70 做取樣。因為該第 6 項規則(R02M1CD)之狀態(60)超過觸發值 50，而對該批次 J80 做取樣。

將個別規則狀態與觸發值做比較的替代方法可以用於將全部規則的總合對度量觸發值做比較。舉例來說，在此方法下，將會對批次 J30 做標示以做為取樣之用，因為其兩個適用的規則狀態：第 3 項規則(E29M1CD)為 30 以及第 6 項規則(R02M1CD)為 30，其總合為 60，大於觸發值 50。此種方法將會有好處，即所選取來度量取樣的批次將會典型地為滿足大量的取樣規則。然而，因為決定適當的觸發

值時有相當的困難度而導致這種方法可能難以執行。於所有的狀態都加在一起且與觸發值做比較的方法下，加入任何額外規則將影響性的減低先前所述的觸發值。例如，依據額外的實體型態定義額外的規則將加於蝕刻器和步進器所定義之狀態。只要新規則一加入，所有可能受影響的度量觸發值將需要重新評估。因此，於本發明之實施例中，各規則狀態皆獨立與度量觸發值做比較，以定義是否准許度量取樣。

本發明的另一個局面係關於重置該規則狀態。當對批次做標式以為取樣之用時，每個滿足匹配規則組之規則狀態皆被重置。於此重置過程中，該規則的狀態將減少一個等於觸發值的數，最小減至零。於重置過程中，實際上，將取樣決定從一個規則分配至所有規則。表 6 表示於度量取樣決定後之規則狀態。其中，對批次做標示以做度量取樣之用，提供了兩個規則狀態(粗體字部分)。該第一值為先於取樣決定前之規則狀態，而第二個值為重置過程後之規則狀態。

在此規則中還需注意者，係第 1 項和第 6 項規則的批次 J80 值同時也被降至 10。這反應了特定規則，如：第 6 項規則，於重置過程中被重置為零(因為 J60)。因此，下一次批次 J80 滿足第 6 項規則時，就給定一個取樣加權值 10。類似的情況發生於批次 J80 和第 1 項規定。

還有許多可行的方法能夠重置觸發值。例如：只有狀態值超過度量取樣觸發值的規則能夠受到重置。然而，於

此方法下，不同的規則將獨立的分派且可能導致超取樣或不適當的定義規則組，以確保對所有的工具型態做取樣。另一個方法可能代替減去觸發值而將所有適用的規則狀態重置至零。此種方法有效地淘汰與取樣率“ $1/n$ ”不同的所有取樣率， $1/n$ 如： $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ 等。不僅如此，規則狀態超過了該觸發值的總額表示該取樣“逾期(overdue)”的總額。此資訊保存於前述的方法中。另一個可能的替代方式為從該規則狀態減去觸發值且不設定最低限制為零。然而，這種方法可能潛在地產生一種狀況，造成比預期更多的未取樣材料通過製程。

於此敘述的方法和系統相當具有彈性且可用於各種不同規則形式。例如，本發明可使用一般規則、絕對規則和/或暫時規則。標準規則可能為依據該批次過程和/或批次製程歷史所做之度量取樣決定。例如：這種規則可能依據所欲取樣的製程工具或產品某個百分比做取樣。這種標準規則並未限制於工具的形式，其可包括任何系統可用的資訊—設備辨識、產品名稱、線路、批次特性值或這些訊息項目的結合。這種標準規則將包括：匹配規則組和取樣加權。此同時也需要度量取樣的絕對規則，例如：特定產品的每批次都必須測量、所有通過定操作的批次皆須測量、有某種優先權的每個批次永遠都不需測量等等。因此種絕對規則不具有其所屬之取樣加權，他們應該併於系統中，如此一來其他適於該批次的規則狀態將可適當地做更新。絕對規則可能合併於系統中，因其肇因於絕對規則的批次測量

可能同時滿足標準規則。舉例來說，絕對規則可能界定每個通過遮罩操作(5170)中步進器 STP67 的批次應該做標記以便於操作 5305 之度量。這些批次將通過一些蝕刻工具(如：ET40)於金屬蝕刻操作(5230)的製程。若忽略所有肇因於絕對規則的批次，則某些於蝕刻工具 ET40(第 1 項規則)製程的批次將被忽略。此將導致該蝕刻工具 40 於第 1 項規則下的取樣率超過預期。然而，若此絕對規則併入更新，則第 1 項規則將會更為適當。

於某些情況下，希望加入一些本質上為暫時性的規則。例如：希望對 24 小時時間內所有製程的批次標記以做測量。此種暫時性規則不一定能有關於該規則的取樣加權。從以上敘述應該要清楚了解，本發明所用之各種規則示範鑑別並非僅有所列之範圍。因此，本發明不應只限於任何特定的規則形式，除非此種限制明確地記載於所附之申請專利範圍中。

本發明的另一個局面係關於取樣決定的時機。於一實施例中，執行度量取樣的決定特別被盡可能地延長，因為該取樣規則可能是依據歷史訊息做決定。更實際的說法即批次是否應該做取樣的決定應該要正好延遲至該批次將移入度量操作前。於任何其他時間內，可能沒有足夠的資訊來決定所有可能實行的規則。

將取樣決定做此延長可能帶來其他的問題。於現行取樣系統中，當批次於製程工具上處理時被標記以做取樣，製程工具可例如蝕刻工具或步進器。此方法確保批次於製

程時在同樣的順序下做取樣決定。例如，經過特定蝕刻器製程的每十個批次中的其中一個將被標示以做取樣。於本發明中，通過度量操作製程的批次與通過製程操作的批次將會有不同的順序。有可能會定義出類似的規則以確保每十個通過特定製程工具處理的批次其中之一會被標記以做取樣，但其不同點在於可能是每十個進入該度量操作的批次之一取代每十個離開該製程工具的批次之一。此將可以批次處理之順序保持於各工具製程之批次清單。此訊息可用於改組用於取樣決定之製程順序。

為維持存取的彈性與容易度，大部分的系統訊息，如：規則定義、觸發值等，會維持於資料庫中。此資料庫應允許對此系統中之任何零件和數值做手動或自動更新的介面。例如：其需要為特定度量操作做觸發值更新。或者，自動控制應用可用於更新給定規則之取樣加權以適當地做多些或少些的取樣。此資料庫之實際結構和相關的介面可為不同的形態。

此系統的好處之一係藉由更新觸發值可相當輕易地移動百分比或取樣形式至加權和觸發以修改取樣率。大部分現行的系統有效地以取樣形式或百分比，如：70%，來定義觸發值。這些觸發值不容易改變。為了於操作中改變取樣率，每一個獨立的規則必須更新。於此系統中，可改變單一的觸發值以調整該取樣率。舉例來說，若此現行取樣觸發設於 100，將其改變至 200 將有效地降低取樣率至一半。未來的工作可自動依據工廠的可用度量容量來調整觸發

值。例如：若微距量測掃描式電子顯微鏡(CD-SEM)之度量工具之一從生產線上移除，此觸發值將自動為 CD-SEM 度量操作做調整以確保工件不會使剩餘的工具超載。

此系統的加權和觸發值同時也可做為調度佇列中優先批次之要素。批次之最高規則狀態與度量步驟之觸發值的比率可做為優先權的指示。此比率越高，此取樣越需要滿足取樣規則。舉例來說，若兩個批次皆被標記以做取樣。該第一批次於觸發值 100 的操作中有累積加權 150，該第二批次於觸發值 200 的操作中有累積加權 210。第一批次的比率為 1.5 而第二批次的比率為 1.05。其於的條件皆相同，該第一批次應於此調度佇列中有較高之優先權。

第 1 圖為例示製程操作 10 之概要描述，其中使用多個製程工具 12。於第 1 圖中概要地描述一個或多個控制器 14 之其中一個，可控制執行於製程工具 12 中一個局面以上的各種製程及 / 或執行適當的取樣計畫和此處所提及之方法。在此必須了解一點，於第 1 圖中所描述之該製程工具 12 係做為例示之用，實際上其可表現為可用於執行任何製程之任何工具形式。當然，此製程工具 12 可各自執行不同型態的製程。不僅如此，工件可於任何順序中通過工具 12 之製程，且某些工具 12 可以執行一些必須先於其他工具 12 所執行之製程操作。於此半導體製程操作中之過程中，該通稱的製程工具 12 可為步進器、蝕刻工具、沉積工具、離子植入工具、爐等工具之組合。

第 1 圖中同時也敘述多個例示用之度量工具 16。實際

上度量工具 16 可表現為可用於執行任何度量製程之任何工具形式。此度量工具 16 可取得與一個以上之製程工具 12 的產品或由工具 12 所產生之產品或特徵的產品相關之度量資料。於此半導體製程操作之過程中，此度量工具 16 可取得與步進器曝光製程、蝕刻製程、沉積製程、化學機械研磨製程、離子步植製程或退火製程之影響相關之關鍵尺寸、厚度、微粒缺陷、電子性能、微影覆蓋測量 (photolithography overlay measurement)、薄膜沉積性質 (如：電阻性、應力、光學性質)、表面顯影 (surface profile) 等資料。於此例示中，用於半導體製程操作之度量工具 16 包括穿遂式電子顯微鏡、橢圓偏光計、測表面計 (profilometers)、四點探針、覆蓋工具等，此為舉例實際上並非僅限於此。

控制器 18 可有效地耦合於離子植入工具 10 且可為任何可執行命令之裝置形式。於某些實施例中，該控制器 18 可為微處理器或電腦。該控制器 18 可存在於離子植入工具 10 上，其可為獨立裝置，或為整體電腦系統之某部分，此電腦系統係用以控制執行於積體電路製程設備中之一個局面以上之操作。此控制器 18 可用於執行此述之各種功能。此由控制器 18 所執行之功能可由多計算資源執行。

本發明之部分和相關細節之描述於電腦記憶體中之資料位元上以軟體或演算法以及操作之符號圖像表現。這些描述和圖像對於該相關領域中熟此技藝之人員能對與此相關領域中其他相關人員有效地傳達他們工作的要義。如同

在此使用且一般常用之演算法，其被視為有條理的序列步驟能導引至所需之結果。此步驟需要物理量的物理控制。通常，雖非必要，這些量以光學或電磁學訊號之形式儲存、傳送、結合、比較、以及其他方面的運作。其已被證實對於一般用法有時候在理論上將其參照為位元、數值、元素、符號、性質、專有名詞、數字或其他類似之物是方便的。

然而，在此需謹記，這些和相似專有名詞係關聯於適當之物理量且只是用於這些量的方便符號。除非特別聲明，或如討論中顯而易見，專有名詞像是“製程 (processing)”、“計算 (computing)”、“估算 (calculating)”、“確認 (determining)”、“顯示 (displaying)”或其他指稱電腦系統或類似電子計算裝置之行為和處理等相似之詞，於電腦暫存器和記憶體中執行和轉換以物理或電子量形式表現的資料成為於電腦記憶體或暫存器中或其他此類資料儲存、傳送或顯示裝置中其他類似以物理量表現之資料。

適於製程系統 10 之示範性資訊交流以及製程控制架構為先進製程控制 (APC) 架構，其可由美國科磊公司 (KLA-Tencor, Inc.) 所提供之「觸媒」系統 (Catalyst system) 執行。此觸媒系統使用半導體設備與材料協會 (SEMI) 電腦整合製造 (CIM) 架構相容系統技術並且以 APC 架構為基礎。CIM (SEMI E81-0699-對 CIM 架構域結構之臨時說明書) 以及 APC (SEMI E93-0999-對 CIM 架構先進製程控制零件之臨時說明書) 說明書可由總部位於加州山景區

之 SEMI 公開取得。

本發明係針對各種用於監控各製程之方法與系統給予適應性度量取樣計畫。於一實施例中，此方法包含：產生多個度量取樣規則；分配取樣加權值於各該度量取樣規則，確認至少一個工件滿足至少一個該度量規則，將各滿足度量取樣規則之取樣加權值與該確認滿足規則之工件做聯繫，且當該取樣加權值總合累積至至少等於預設觸發值時，指示應予執行之度量運作。於另一實施例中，此方法包含：當該取樣加權規則之一的取樣加權值總合累積至至少等於預設觸發值時，指示應予執行之度量運作。又另一實施例中，此方法包含：當該工件之一的取樣加權值總合累積至至少等於預設觸發值時，指示應予執行之度量運作。於半導體製程操作的過程中，此工件為半導體晶圓批次。

上述揭露之特定實施例僅為例示之用，從上述教示而獲得益處之相關領域技術人員明顯地可以不同但等效之方法做修改和施行。舉例來說，上述之製程可以不同之順序執行。再者，此處結構與設計之詳述並非意圖限制本發明於與後述之申請專利範圍相異之處。換言之，上述揭露之特定實施例可於本發明之領域與精神下作各種等效之改變及修改。因此，本發明之權利範圍係界定於後述之專利申請範圍中。

【圖式簡單說明】

藉由參照所附之圖示可更了解本發明上述之說明，圖

示中類似元件標有類似的參考符號，且其中：

表 1 至 6 描述本發明所揭露之一種實施例；以及

第 1 圖係為本發明之系統的應用示意圖。

本發明容許各種修改和替代的形式，在此，於圖式中呈現之特定的實施例和詳細之敘述僅做為舉例之用。然而，在此應該要了解，特定實施例的描述並非意圖限制本發明於特定揭露之形式中，也就是說，其意圖在於涵蓋在附加之專利申請範圍之精神與領域中所做的修改、等效替換。

【主要元件符號說明】

10	例示製程操作	12	製程工具
14	控制器	16	度量工具
18	控制器		

五、中文發明摘要：

本發明係有關用於適應性度量取樣計畫之多種方法以及系統，係可應用於監控多種製程中。例如，此方法包含：產生多個度量取樣規則，分配取樣加權值於各該度量取樣規則，確認至少一個工件滿足至少一個該度量取樣規則，當確認之工件滿足該規則時將該取樣加權值分配給各該滿足之度量取樣規則，以及當該取樣加權值總合累積至至少等於預設觸發值時指示應予執行之度量運作。於進一步實施例中，此方法包含當該取樣加權規則之一的取樣加權值總合累積至至少等於預設觸發值時，指示應予執行之度量運作，或當該工件之一的取樣加權總合累積至至少等於預設觸發值時，指示應予執行之度量運作。

六、英文發明摘要：

The present invention is generally directed to various methods and systems for adaptive metrology sampling plans that may be employed to monitor various manufacturing processes. In one example, the method comprises creating a plurality of metrology sampling rules, assigning each of the metrology sampling rules a sampling weight value, identifying at least one workpiece that satisfies at least one of the metrology sampling rules, assigning the sampling weight value for each of the satisfied metrology sampling rules with the identified workpieces that satisfy the rules, and indicating a metrology operation should be performed when a cumulative total of the sampling weight values is at least equal to a pre-established trigger value. In further embodiments, the method involves indicating a metrology operation should be performed when a cumulative total of the sampling weight values for one of the metrology sampling rules is at least equal to a pre-established trigger value or indicating a metrology operation should be performed when a cumulative total of the sampling weight values for one of the workpieces is at least equal to a pre-established trigger value.

十、申請專利範圍：

1. 一種適應性度量取樣方法，包括下列步驟：

產生多個度量取樣規則；

分配取樣加權值給該多個度量取樣規則之每一個度量取樣規則；

確認至少一個工件滿足該多個度量取樣規則中之至少一個度量取樣規則；

將各該滿足之度量取樣規則之該取樣加權值與滿足該規則之該確認之工件產生關聯；以及

當該取樣加權值之累積總合至少等於預定之觸發值時，指示應予執行度量操作。

2. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，其中，該多個度量取樣規則有不同之取樣加權值。
3. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，其中，至少該多個度量取樣規則中之一些度量取樣規則有相同之取樣加權值。
4. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，其中，該工件為半導體晶圓之批次。
5. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，其中，該度量操作為關鍵尺寸測量操作以及缺陷審查度量操作中之至少一者。
6. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，其中，該至少一個工件於半導體製程設備中予以處理。
7. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，其中，

指示應予執行度量操作包括：

當該多個度量取樣規則之一的該取樣加權值之累積總合至少等於預定之觸發值時，指示應予執行度量操作。

8. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，其中，指示應予執行度量操作包括：

當該工件之一的該取樣加權值之累積總合至少等於預定之觸發值時，指示應予執行度量操作。

9. 如專利申請範圍第 4 項之適應性度量取樣方法，其中，該多個度量取樣規則係依據批次過程訊息以及批次歷史訊息中之至少一者。

10. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，進一步包括：

當有指示該度量操作應予執行時，將該取樣加權之該累積總合減去該觸發值之值。

11. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，進一步包括：

當有指示該度量操作應予執行時，將該取樣加權之該累積總合減去該觸發值之值至零的最小值。

12. 如申請專利範圍第 1 項之適應性度量取樣方法，進一步包括：執行該指示之度量操作。

13. 一種適應性度量取樣方法，包括下列步驟：

產生多個度量取樣規則；

分配取樣加權值給該多個度量取樣規則之每一個

度量取樣規則；

確認至少一個工件滿足該多個度量取樣規則中之至少一個度量取樣規則；

將各該滿足之度量取樣規則之該取樣加權值與滿足該規則之該確認之工件產生關聯；以及

當該多個度量取樣規則之一的該取樣加權值之累積總合至少等於預定之觸發值時，指示應予執行度量操作。

14. 如申請專利範圍第 13 項之適應性度量取樣方法，其中，該多個度量取樣規則有不同的取樣加權值。
15. 如申請專利範圍第 13 項之適應性度量取樣方法，其中，至少該多個度量取樣規則中的一些度量取樣規則有相同之取樣加權值。
16. 如申請專利範圍第 13 項之適應性度量取樣方法，其中，該工件為半導體晶圓之批次。
17. 如申請專利範圍第 13 項之適應性度量取樣方法，其中，該度量操作為關鍵尺寸測量操作以及缺陷審查度量操作中之至少一者。
18. 如申請專利範圍第 13 項之適應性度量取樣方法，其中，該至少一個工件係於半導體製程設備中予以處理。
19. 如申請專利範圍第 16 項之適應性度量取樣方法，其中，該多個度量取樣規則係依據批次過程資料和批次歷史資料中之至少一者。
20. 如申請專利範圍第 13 項之適應性度量取樣方法，進一

步包括：

當有指示該度量操作應予執行時，將該取樣加權之該累積總合減去該觸發值之值。

21. 如申請專利範圍第 13 項之適應性度量取樣方法，進一步包括：

當有指示該度量操作應予執行時，將該取樣加權之該累積總合減去該觸發值之值至零的最小值。

22. 如申請專利範圍第 13 項之適應性度量取樣方法，進一步包括：

執行該指示之度量操作。

23. 一種適應性度量取樣方法，包括下列步驟：

產生多個度量取樣規則；

分配取樣加權值給該多個度量取樣規則之每一個度量取樣規則；

確認至少一個工件滿足該多個度量取樣規則中之至少一個度量取樣規則；

將各該滿足度量取樣規則之該取樣加權值與滿足該規則之該確認之工件產生關聯；以及

當該工件之一的該取樣加權值之累積總合至少等於預定之觸發值時，指示應予執行度量操作。

24. 如申請專利範圍第 23 項之適應性度量取樣方法，其中，該多個度量取樣規則有不同的取樣加權值。

25. 如申請專利範圍第 23 項之適應性度量取樣方法，其中，至少該多個度量取樣規則中之一些度量取樣規則有

相同之取樣加權值。

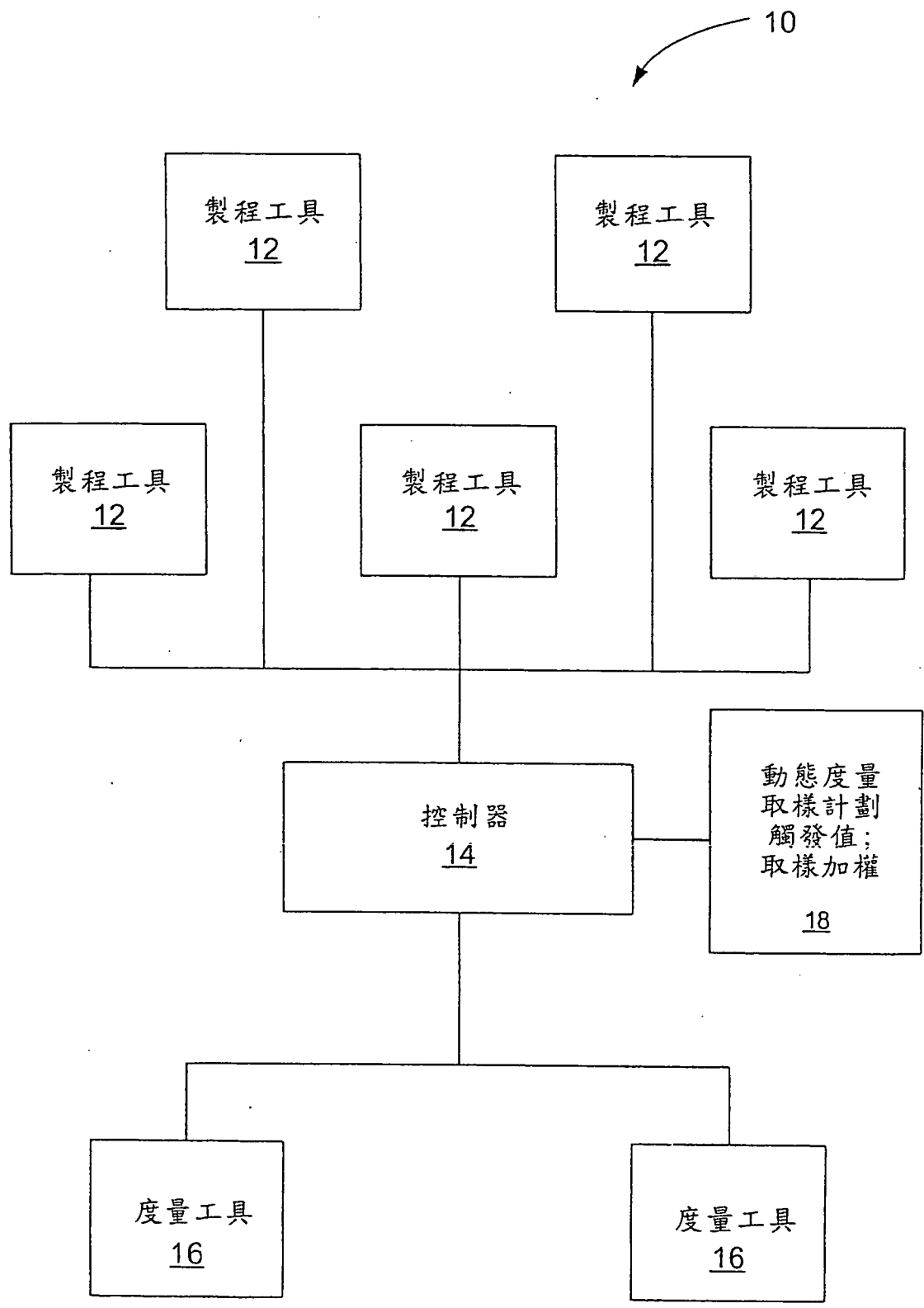
26. 如申請專利範圍第 23 項之適應性度量取樣方法，其中，該工件為半導體晶圓之批次。
27. 如申請專利範圍第 23 項之適應性度量取樣方法，其中，該度量操作為關鍵尺寸測量操作以及缺陷審查度量操作中之至少一者。
28. 如申請專利範圍第 23 項之適應性度量取樣方法，其中，該至少一個工件係於半導體製程設備中予以處理。
29. 如申請專利範圍第 26 項之適應性度量取樣方法，其中，該多個度量取樣規則係依據批次過程資料和批次歷史資料中之至少一者。
30. 如申請專利範圍第 23 項之適應性度量取樣方法，進一步包括：

當有指示該度量操作應予執行時，將該取樣加權之該累積總合減去該觸發值之值。
31. 如申請專利範圍第 23 項之適應性度量取樣方法，進一步包括：

當有指示該度量操作應予執行時，將該取樣加權之該累積總合減去該觸發值之值至零的最小值。
32. 如申請專利範圍第 23 項之適應性度量取樣方法，進一步包括：

執行該指示之度量操作。

93122493



第1圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	例示製程操作	12	製程工具
14	控制器	16	度量工具
18	控制器		

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式。