

申請日期	91 7 10
案號	91115367
類別	H01L21/02 21/66

A4  
C4

546697

(以上各欄由本局填註)

<u>發明</u> 專利說明書		
一、 <u>發明</u> <u>名稱</u>	中 文	具量度資料反饋及前送能力之半導體處理模組
	英 文	SEMICONDUCTOR PROCESSING MODULE WITH INTEGRATED FEEDBACK/FEED FORWARD METROLOGY
二、 <u>發明</u> <u>創作</u>	姓 名	1.凱文 P. 菲爾貝恩 Kevin P. Fairbairn 2.蘇波 Bo Su
	國 籍	1.英國 2.美國
	住、居所	1.美國加州洛斯佳圖斯肯尼迪庭園 106 號 106 Kennedy Court, Los Gatos, California 95032, U.S.A. 2.美國加州聖荷西市巫德里奇大道 1101 號 1101 Wunderlich Drive, San Jose, CA 95129, U.S.A.
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·應用材料股份有限公司 APPLIED MATERIALS, INC.
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號 3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.
	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼 Joseph J. Sweeney

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝 訂

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6  
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： 有 無主張優先權

本案已向美國申請專利；申請日：2001年7月10日 案號：09/901,462號

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明( )

### 發明領域：

本發明係關於一種用於監視及控制一半導體基材上執行之處理過程的方法及設備，並特別係關於透過在特徵結構之處理檢視期間所採集得資料之反饋及前送、用以控制半導體基材上形成之特徵結構的臨界尺寸(CD)的方法及設備。本發明特別適用於具次微米特徵結構之高密度半導體元件製造期間之半導體晶圓的同軸檢視。

### 發明背景：

在要求次微米特徵結構之極大型積體電路中，對高密度及執行效能的目前要求為要有增進的電晶體及電路速度和增加可靠性。此種要求需要在形成元件特徵結構時具有高精密度及均勻度，並依序需要小心的過程監視，包括頻繁和詳細的元件檢視，而他們仍是半導體晶圓的形式。

要求小心檢視的一個重要過程是微影，其中使用光罩藉以將電路圖案轉移至半導體晶圓中。一般來說，在預調順序中使用一連串的光罩。各微影光罩包括一複雜安置的幾何圖案，其對應於要整合至晶圓上之電路元件。連串中的各光罩係用於將其之對應圖案轉移到一感光層(亦即光阻層)上，而感光層已預先被覆蓋於一層上，例如形成於矽晶圓上之多晶矽或金屬層。傳統上，係經由一曝光工具例如掃描器或步進機，來執行將光罩圖案轉移到光阻層的過程，其會導引光或其他放射線透過光罩來使光阻曝光。隨後，使光阻顯影以形成一光阻罩幕，然後依照此罩幕選

## 五、發明說明( )

擇性蝕刻下層多晶矽或金屬層，以形成特徵結構例如導線或閘極。

罩幕的製造是遵循由處理過程及設計限制所設定的一連串預定設計規則。這些設計規則定義元件與內連線間的間隔和導線本身的寬度，以確保元件或導線不會在非預期狀況中重疊或彼此影響。設計規則限制相當於臨界尺寸("CD")，定義為在元件製造中所容許之導線的最小寬度或兩導線間的最小間隔。大部分極大型積體電路應用的 CD 是在一小微米的水準上。

若設計規則減少及處理窗(亦即，處理中的錯誤限度)變的更小，則表面特徵結構之 CD 的檢視及測量和其之剖面形狀("輪廓")會變的格外重要。特徵結構之 CD 與輪廓和設計尺寸的偏差，可能會相反影響到最後半導體元件的執行效能。此外，特徵結構之 CD 與輪廓的測量結果可顯示出一些處理問題，例如步進機散焦或因過度曝光造成之光阻損失。

因此，CD 和輪廓值，及特徵結構 CD 與設計尺寸的變量，都是光阻及蝕刻過程之準確度和穩定性的重要指標，而"CD 控制"以降低此變量是半導體處理時的一個重要部分。CD 控制必須包含監視及調整微影及蝕刻過程，以指出晶圓內之場-場(FTF)、晶圓-晶圓(WTW)及批-批(LTL)的 CD 變量。在 FTF、WTW 及 LTL 變量之間，FTF 及 LTL 都是顯著的變量單元，而 WTW 一般是在小於整個 CD 變量的 10% 內。FTF 變量一般是由製程工具的執行效

## 五、發明說明( )

能來確定，例如光阻塗蓋及烘烤均勻度、步進機或掃描器階段測平，及微負載均勻度。另一方面，LTL變量一般是由製程穩定性來確定，包括製程設備穩定性。

由於目前CD極小型，故用於測量和檢視由微影製程產生之表面特徵結構的選擇手段為掃描電子顯微鏡(SEM)，如習知的"臨界尺寸掃描電子顯微鏡"(CD-SEM)。雖然傳統的SEM係用於測量CD，但其一般不提供立即的反饋至微影製程中以降低LTL變量。SEM測量結果是"離線式地"執行，此乃因其是相對較慢，且通常需要在分離的檢視站中來執行。因此，傳統SEM的檢視結果通常不會用於調整後續的蝕刻製程，換言之，特定晶圓之CD測量結果無法用於決定應該要使用何種蝕刻法來處理此晶圓。因此，由CD-SEM測量結果所採集到的資料不會用於將幫助改善產量之最大範圍中。晶圓的附加影響未必會發生在實質分開的工具中，晶圓必須傳送至工具中及從工具傳送出來以執行每一個檢視動作。如此將使晶圓暴露在週遭環境中，而可能造成晶圓表面之多餘氧化作用或使外來微粒沉積在表面上，因而導致產量降低。

而與CD關係重大的一個相關過程為習知的"光阻削減"。如熟習此項技藝者所知，利用光來使光阻層上之次微米特徵結構曝光的微影製程是很昂貴及複雜的。因此，已發展出的技術為，使用微影設備來使特徵結構曝光，但其會比預期還要大，接著於曝光結構上執行稱為"光阻削減"之過程，"縮減"此暴露出的特徵結構以達到其最後尺

## 五、發明說明( )

寸。特別的是，在暴露出太大的特徵結構及光阻顯影之後，晶圓會被傳送至蝕刻室中，然後執行一設計好的"光阻蝕刻步驟"，一般是等向性蝕刻步驟，以縮減顯影後光阻特徵結構的大小。隨後，蝕刻實際的特徵結構(例如，多晶矽閘極或金屬線)，一般是在相同或不同的蝕刻室中使用不同的蝕刻法。

一種監視及修正有關光阻削減過程之 CD 變量的方法，如 Toprac 等人之美國專利 5,926,690 所示。Toprac 指出，從一批晶圓中選擇一或數個測試晶圓，其之光阻已曝光且已顯影而形成大於預期特徵結構，然後例如使用 CD-SEM，從測試晶圓中測量一代表性光阻特徵結構 CD。接著，透過一光阻蝕刻步驟及一閘極蝕刻步驟來處理晶圓，然後測量蝕刻後特徵結構的 CD。接著，使用起始和最後的 CD 測量結果來調整蝕刻法，並用於該批之殘留晶圓上，以使其之 CD 達到目標值。類似於其他傳統的 CD 監視技術，Toprac 指出以 SEM 離線式地測量樣本晶圓之 CD(亦即，最初測量形成於晶圓上之光阻特徵結構，然後測量閘極)，但晶圓上之特定特徵結構的 CD 無法決定要處理晶圓該使用何種蝕刻法。

一個能夠快速及有意義的確認和修正 CD 變量，而不會明顯降低生產率或產量之簡單、成本效率的方法是有需要的。而一種能夠準確執行光阻削減操作之堅固及有效率的設備和方法也是有需要的。

## 五、發明說明( )

### 發明目的及概述：

本發明的優點，係利用在晶圓之處理檢視期間所採集到的資料，達到降低半導體晶圓中之 CD 變量而不會減少生產率或產量的能力。

依照本發明，為達到上述和其他優點，提供一種用於處理一半導體晶圓的設備，包括一測量裝置，用於使晶圓成像，以獲得代表晶圓上之一目標特徵結構之 CD 的資料組；一儲存媒體，儲存有複數個參考資料組，各參考資料組代表一參考特徵結構 CD 且伴隨一不同已知組的第一製程參數值；一處理器，用於確認最接近符合目標特徵結構資料組之參考資料組，以獲得用於在晶圓上執行第一製程之第一製程參數值；一第一處理裝置，用於使用第一組製程參數值，在晶圓上執行第一製程；一傳送機構，用於在測量裝置與第一處理裝置之間傳送晶圓；及一反應室，用於包圍傳送機構，並使傳送機構、測量裝置與第一處理裝置間之傳遞能在一潔淨及控制化環境中進行。

本發明的另一觀點，更提供一處理器，用於根據目標特徵結構 CD 的成像結果，選擇一第二組製程參數值，及提供第二組製程參數值至一先前經過的處理裝置中。

熟習此項技藝者，將可由往後的詳細說明中，更能清楚明瞭本發明的附加優點，其中僅顯示及描述出本發明的示範實施例，然可以有各種模式來用於實踐本發明。將可以了解的是，本發明能夠是其他和不同的實施例，在不脫離本發明之範圍內，當可對各種明顯細節作

## 五、發明說明( )

任何之更動。因此，所顯示出的圖式和敘述僅是用作為說明之用，並非用作為限制。

### 圖式簡單說明：

在附加圖式中，其中具相同參考符號的元件代表類似的元件，而其中：

第1圖為用於實踐本發明一實施例之聚焦曝光矩陣的一部份；

第2A及2B圖為用於實踐本發明一實施例之參考資料庫的概念圖；

第3圖為依照本發明一實施例之檢視裝置的方塊圖；

第4A及4B圖為依照本發明實施例之方法各步驟的流程圖；

第5圖為本發明一實施例的方塊圖；

第6A圖為使用本發明之方法來檢視特徵結構的輪廓圖；

第6B及6C圖為用於實踐本發明一實施例之波形的圖解代表；

第6D圖為依照本發明一實施例之方法各步驟的流程圖；

第7圖為依照本發明一實施例之測量裝置的方塊圖；

第8圖為依照本發明一實施例之方法各步驟的流程圖；

第9A-9C圖為依照本發明實施例之處理模組的示意圖；及

第10圖為依照本發明實施例之方法各步驟的流程圖。

### 圖號對照說明：

## 五、發明說明( )

101	矩陣	300	處理線
310	成像器	320	處理器
330	監視器	340	記憶裝置
350	電腦軟體執行資料庫系統		
360	光元件	370	蝕刻器
502	匯流排	504	中央處理器
506	主記憶體	508	唯讀記憶體
510	儲存裝置	514	輸入裝置
516	游標控制器	901	主機
902	蝕刻處理器	903	傳送室
904,907	機械手臂	905,905a,905b	工廠介面
906,906a	測量裝置	908	晶圓匣
909	灰燼剝除處理器	910	整合式微粒監視器
911	濕式清理模組		

發明詳細說明：

在處理過程中檢視形成於半導體晶圓表面上之特徵結構的傳統方法，並無法由設計規則中分析 CD 及(或)輪廓偏差，以充分提供導致缺陷來源之早期明白確認或使製程控制能降低尺寸變化的資料。本發明處理 CD 控制的問題，係將晶圓檢視期間(例如，在光阻顯影之後)所採集到的資料，經減少 CD 變量後，反饋至將進行微影製程之下一批次中，然後將資料前送，以調整此檢視後晶圓即將進行的下一製程(例如，蝕刻製程)。在本發明之實際實施例

## 五、發明說明( )

中，CD 測量、蝕刻處理及蝕刻後清洗過程都是在一控制環境之單一模組中執行，藉以增加產率及提升產量。

依照本發明之方法，進行微影製程(例如，在步進機中進行曝光，然後進行光阻顯影過程)，在"光元件(photo cell)"中形成一特徵結構例如積體電路圖案於一批或一組半導體晶圓上之後，選擇該批次中之一或數個晶圓進行檢視，然後使特徵結構成像，一般是在幾個地點中對各晶圓進行檢視，例如使用 CD-SEM 或光學檢視裝置，以測量其 CD 及其他敏感參數例如邊緣寬度及輪廓等級，藉以獲得一檢視波形。這些測量參數會被連接至微影製程可調式參數中，例如步進機聚焦及曝光設定值。因此，假如此測量參數脫離設計尺寸，則聚焦和曝光上的連接資料會被反饋至光元件中來調整步進機，而不論是自動化或是經使用者決定，藉以修正後面批次的偏差。此外，測量參數也會被連接至蝕刻製程可調式參數中，例如用於不同過度蝕刻及(或)蝕刻化學的蝕刻法。因此，假如此測量參數脫離預期數值，則用以修正錯誤之一連接蝕刻法會被前送至蝕刻器中，而蝕刻法可自動化或經使用者決定來執行，以處理該檢視批次中的晶圓。因此，本發明之反饋及前送機構，可在光阻顯影後之檢視及最後檢視中，提升批次對批次的 CD 控制能力。

量過的特徵結構參數、微影可調式參數及蝕刻可調式參數間的關係，可透過"資料庫建立"來完成。特別是，在本發明之一實施例中，可在光元件中，使用用於產生檢視

## 五、發明說明( )

用之特徵結構的線網，經由使形成於測試晶圓上之複數個參考特徵結構成像，以製造出參考波形之"資料庫"，例如傳統的 SEM 波形。各參考特徵結構是使用不同的製程參數來形成，例如不同的步進機聚焦及曝光設定值。在製造出參考 SEM 波形之後，使各參考特徵結構之輪廓成像，若有需要，例如經由一橫截面 FIB-SEM。因此，各參考 SEM 波形結合已知的步進機設定值及選擇性的已知輪廓。此外，當使用參考特徵結構時，蝕刻法將使最後特徵結構具有連接各參考波形之一預期 CD。換句話說，蝕刻法將補償連接各參考特徵結構之參考特徵結構中的偏差。隨後，選擇結合具最佳 CD、輪廓及(或)其他特性之特定橫截面 SEM 波形之參考波形，並定義為"黃金波形"。

傳統上，係以 SEM 使未知 CD 之特徵結構成像，然後將結果波形和黃金波形做比較。假如特徵結構的波形無法實質符合黃金波形，則和參考特徵結構波形做比較，以找出最接近相配的參考波形。相配的參考波形之輪廓和步進機設定值(其對應於檢視中之特徵結構的輪廓和步進機設定值)可接著和結合黃金波形之對應者做比較，然後反饋至光元件中，以做自動或人工過程調整。再者，相配的參考波形之蝕刻法可被前送至蝕刻器中，藉以在檢視中調整由蝕刻製程所造成之批次中晶圓上之特徵結構的 CDs。因此，經由獲得各特徵結構的 SEM 波形及和參考特徵結構波形的波形做比較，可精準指出在檢視中來自批次之樣本特徵結構的步進機聚焦和曝光設定值，並可確定出用於批

## 五、發明說明( )

次的最佳蝕刻法，藉以能夠反饋至光元件及前送至蝕刻器中來調整製程參數，以降低批次對批次的 CD 變量。

在本發明之一實施例中，形成於測試晶圓上之參考波形之資料庫係作為一聚焦曝光矩陣("FEM")，其是一種用於當產生新光罩時或在改變製造法後獲得最佳曝光/聚焦結合之傳統技術，亦即，經由找出在晶圓上造成最佳解決方案之步進機聚焦和曝光的結合者，而利用製程以維持在要求的 CD。FEM 步驟一般包括使具光罩圖案之測試晶圓的一連串地區曝光，而曝光和聚焦值會由一曝光位置改變至下一位置而增加。特別是，測試晶圓會在步進機中曝光，而聚焦值是沿著一軸線變化，且曝光值是沿著另一軸線變化。因此，可在曝光後晶圓上獲得特徵結構的矩陣，其中各曝光地點或晶粒具有一不同的聚焦-曝光設定值。

第 1 圖為聚焦-曝光矩陣的一部份。矩陣 101 係經由使用光或其他放射線穿過光罩來使晶圓表面圖案化而形成。單一晶圓可根據大小而包括有數十或數百個晶粒，各晶粒對應於一個曝光區，或"記憶胞"，如第 1 圖所示。為了方便說明，僅顯示出一小量的晶粒。矩陣之各記憶胞具有比任何周圍記憶胞之一增量式不同的曝光值  $E$  及(或)具有一增量式不同的聚焦值  $f$ ，在圖中係以  $f_n E_m$  表示。在此形成的矩陣中，聚焦值是沿著一軸線變化，而曝光值是沿著另一軸線變化。

在晶圓曝光之後，使個別的曝光地點顯影，然後以傳統 CD-SEM 掃描檢查，以測量特徵結構的 CD，並儲存最

## 五、發明說明( )

後的檢視波形，以獲得用於各地點之一參考波形。當然，可使用一光檢視裝置來獲得此檢視波形。此種裝置的一個範例如 Conrad 之美國專利 5,963,329 所述。光檢視裝置也可利用擴散測量法或反射測量法技術。使用擴散測量法的檢視裝置揭露於 Raymond 之 "Angle-resolved scatterometry for semiconductor manufacturing", *Microlithography World*, Winter 2000。使用反射測量法的檢視裝置揭露於 Lee 之 "Analysis of Reflectometry and Ellipsometry Data from Patterned Structures", *Characterization and Metrology for ULSI technology : 1998 International Conference*, The American Institute of Physics 1998。

若如預期，可使用原子能顯微鏡 (AFM) 來使曝光地點成像，或使用橫截面 FIB-SEM 來使曝光地點被分割或成像，以確定其之個別輪廓。執行 CD、橫截面輪廓影像及其他量出的參數之評估動作，以確定可產生最佳特徵結構特性之聚焦和曝光設定值的結合者。接著，將可產生最佳特性之對應步進機聚焦和曝光設定值之結合者的參考波形 (亦即，SEM 波形或光波形) 指定為黃金波形。各參考波形會額外結合實驗上確定為最佳方法之蝕刻法，以產生具有極接近設計尺寸之一 CD 之一最後特徵結構 (在蝕刻之後)，而提供參考特徵結構之量出的 CD 和其他特性。

本發明之參考資料庫的構想如第 2A 與 2B 圖所示。在第 2A 圖中，其是根據第 1 圖之 FEM，利用的製程狀況是以記憶胞標示為 "x" 表示。所有的不同記憶胞最好是覆蓋

## 五、發明說明( )

製程變量之一合理範圍，或"製程窗"，其中  $\Delta f_n$  及  $\Delta E_m$  是由記憶胞  $x$  測量出作為差數；換言之， $\Delta f$  及  $\Delta E$  在記憶胞  $x$  中都是 0，而其他記憶胞之  $\Delta f$  及  $\Delta E$  是關於最佳曝光及聚焦之曝光量和聚焦設定值。各曝光行 A-E 代表一不同的蝕刻法。在這個示範實施例中若蝕刻法調整提供給 CD，則蝕刻法分配會對準曝光行。第 2B 圖為第 2A 圖之各記憶胞的擴張圖。量過的 CD 值(例如，在長方形 I)及檢視波形(例如，在長方形 II)於記憶胞內連結  $\Delta f_n$   $\Delta E_m$ (例如，在長方形 III)、連結蝕刻法(例如，在長方形 IV)及連結檢視特徵結構之輪廓的橫截面或影像(例如，在長方形 V)。

本發明之一示範實施例是在處理線 300 中使用一檢查裝置來實行，如第 3 圖所示，包括一成像器 310，例如，CD-SEM 例如 Applied Materials of Santa Clara, California 提供之 VeraSEM™，或如美國專利 5,963,329 所述之光成像器。處理線 300 更包括一處理器 320，其最好是於此處執行電性分析，及一監視器 330 用於顯示處理器 320 之分析結果。處理器 320 可連接一記憶裝置 340，例如半導體記憶體，及一電腦軟體執行資料庫系統 350，如傳統上用於儲存製程資料之已知的"製造執行系統"(MES)。處理器 320 也可連接先前所述之光元件 360 及蝕刻器 370。

第 4A 圖為依照本發明一實施例之製程控制之主要步驟的流程圖，實行結合檢視一特徵結構(以下稱為"目標特徵結構")例如在光元件 360 中形成於半導體晶圓 W 上之電

## 五、發明說明( )

晶體閘極。在步驟 410 中，創造一參考資料庫，包括 SEM 或光波形型式之參考 CDs 及波形，並局部儲存於處理器 320 或 MES 350 中。結合各參考波形及適當蝕刻法之步進機設定值會和波形被一起儲存。若使用者有需要，也可以儲存輪廓影像。參考資料庫對要檢視的各層僅被創造一次，例如當一連串的製程步驟時，例如光元件 360，創造使用者確定必須要檢視的一"臨界層"。在步驟 420 中選擇黃金波形，亦即結合呈現最佳 CD 及(或)其他特性之參考特徵結構之波形。

具未知 CD 和其他特性之特徵結構之晶圓 W 會由光元件 360 被帶到成像器 310 中，在步驟 430，目標特徵結構會經成像器 310 而被成像，並將其之波形儲存作為目標波形。在步驟 440，將目標波形和已存的黃金波形做比較。假如目標波形和黃金波形符合於預定限制內，則目標特徵結構之 CD 和表示目標波形和黃金波形之偏差數的"符合得分"，將會經由監視器 330 上的顯示器而通知給使用者(參照步驟 441)。檢視的結果(即資料)接著被送至 MES 350 中，而晶圓 W 會被送至蝕刻器 370 中以進行額外處理。

假如目標波形不符合黃金波形，則目標波形會和資料庫中的各參考波形做比較，以確認參考波形非常符合目標波形(參照步驟 450)。在步驟 460，將通知的步進機設定值和結合黃金波形之輪廓做比較，以確定用於產生黃金波形之設定值與用於產生目標波形之設定值間的差異 dEdF；例如，確定出結合黃金波形之聚焦設定值與結合目標波形

## 五、發明說明( )

之聚焦設定值間的差異，及確定出結合黃金波形之曝光設定值與結合目標波形之曝光設定值間的差異。接著，將此資料送至光元件 360 中，藉以修正步進機設定值，以使步進機中的"飄移現象"達到最小，而經指示所要求的調整量和需做到的特定調整(亦即聚焦或曝光，或兩者)至步進機中，其將會在後續處理晶圓中造成 CD 變化。

接著，在步驟 470，將 dE 與 dF 和預定臨界值做比較。假如 dE 與 dF 都不大於預定臨界值，則在步驟 471 中通知目標特徵結構之 CD 和符合得分，然後將檢視出的資料送至 MES 350，並將晶圓 W 送至蝕刻器 370。另一方面，假如 dE 與 dF 都大於預定臨界值，則在步驟 480 中通知目標特徵結構之 CD 和符合得分和 dE 與 dF 和伴隨的蝕刻法，然後將其送至蝕刻器 370 以調整(或"更新")蝕刻法，以修正晶圓 W 上之最後特徵結構的 CD 偏差。蝕刻法一般可調整在大約 10% 或更小範圍內的 CD。

步驟 460 與 480 之反饋與前送可以人工或自動完成。在"人工模式"中，使用者取得通知的製程修正資料，並以人工執行其於光元件 360 及(或)蝕刻器 370。這可由使用者熟練輸入，以決定製程調整的需求。在"自動模式"中，製程修正資料會自動地被送至光元件 360 之步進機或蝕刻器 370 中，以透過方法更新來完成修正。這種模式可經由允許介於處理器 320 與蝕刻器 370 間及介於處理器 320 與光元件 360 間之通訊的軟體界面來完成。步驟 470 之預定臨界測試結果可用作為敏感度過濾器，以確定是否需要進

## 五、發明說明( )

行更新。因其能夠快速反饋及一貫性，故自動模式是有好處的。

本發明之上述實施例係描述有關於一種"黃金波形"技術。然而，必須知道的是，能夠使度量例如 CD 測量和蝕刻法和特徵結構輪廓及(或)橫截面相關聯的任何 CD 測量技術都可以用來實現本發明。此種技術的一個範例，揭露於"An Inverse Scattering Approach to SEM Line Width Measurements", Mark P. Davidson and Andras E. Vladar, Proceedings of SPIE, Vol 3677 (1999)，且其之全部內容併入此處做參考。在這個特定技術中，SEM 波形都符合 Monte Carlo 模擬之資料庫，以預測特徵結構之側壁形狀與尺寸(亦即，特徵結構輪廓)。

大體上，此示範方法是在光元件 360 處理許多晶圓之後執行，例如大約 25 個晶圓。依照使用者的偏好，由批次中選擇要檢視的晶圓量。舉例來說，當製造微處理器時，通常是選擇 1-3 個晶圓來檢視；然而，當製造記憶元件例如 DRAMs 時，每一批次通常只選擇一個晶圓來檢視。本方法通常於各選擇晶圓 W 上檢視一定數量的的地點(亦即，在步驟 430 作為目標特徵結構)，例如每晶圓 W 大約 9-17 個地點。

當要檢視一批次中之一或數個晶圓 W 之一定數量目標特徵結構，以確定在步驟 480 中要執行何種蝕刻法時，可平均該批次中之所有目標特徵結構的 CDs，而此蝕刻法結合用於調整該批次之蝕刻處理的平均 CD。當要檢視一

## 五、發明說明( )

批次中之一定數量目標特徵結構，以確定在步驟 460 中反饋至光元件 360 中之步進機聚焦及曝光資料(dEdF) 以調整後續批次之微影製程時，使用者可使用先前收集到的製程資料，以決定要檢視晶圓 W 上的哪個地點，接著決定要使用哪個檢視後特徵結構的資料來調整光元件 360。

這如第 4B 圖所示，其為本發明一實施例的流程圖。在步驟 490，使用者在檢視之前，使用本方法繪製一定數量晶圓之場對場的 CD 變量。這是由實際上所有晶圓製造者執行的一個標準製程控制技術。其會指出晶圓的哪些地區具有比設計值還小的 CD 變量，及晶圓的哪些地區通常具有一較大的 CD 變量。舉例來說，一些晶圓處理設備(例如光元件 360)可於晶圓中心製造具有較小 CD 變量及於週邊製造具有較大 CD 變量之晶圓。其他種設備可於晶圓中心附近製造具有較大 CD 變量及於中心周圍製造具有較小 CD 變量之晶圓。在繪製 CD 變量之後，在步驟 491，使用者確認呈現較差 CD 變量之晶圓之一地區或一些地區。

接著，使用者選擇使用者希望收集之代表最小 CD 偏差之一臨界 CD 變量(參照步驟 492)。接著，在步驟 493，使用本發明的方法(例如，上述之步驟 430 及以下等等)來檢視目標特徵結構。在步驟 491，選擇目標特徵結構，以確認代表晶圓之較差部分的場區。假如該檢視特徵結構之場對場變量小於預定臨界值(參照步驟 494)，則結合任一目標特徵結構之 dEdF 可被反饋至光元件 360，以調整後續批次的處理過程(步驟 495)，這是因為他們彼此都相對

## 五、發明說明( )

接近。另一方面，假如該檢視特徵結構之場對場變量大於步驟492中所選擇的預定臨界值，則由步驟491中來自預定較差地點之結合一檢視特徵結構之dEdF會被反饋至光元件360(參照步驟496)。因此，較差的CD變量會在後續批次中收集。

在步驟497，平均該檢視特徵結構之CDs，然後在步驟498，將結合平均CD之蝕刻法前送至蝕刻器370，以調整(或"更新")蝕刻法，藉以收集該檢視批次中之晶圓上之特徵結構的CD偏差。因此，本發明之此實施例可讓使用者能使用資料，例如場對場CD變量地圖，其可採集作為一個路線物質而獨立實行本發明，以降低批次對批次的變量，並具有最小的附加成本及檢視時間。

在本發明之另一實施例中，比較目標波形和黃金波形的步驟(參照第4A圖，步驟440)及搭配目標波形和參考波形其中之一的步驟(步驟450)，包括僅比較目標波形之選擇部分和代表檢視下輪廓之一明顯特徵結構之參考/黃金波形。經由僅分析含大多數相關資料之波形的一部分，可降低處理時間。第6A圖顯示一種傳統的特徵結構輪廓，第6B圖顯示第6A圖之特徵結構之對應檢視波形，而第6C圖為第6B圖之波形之第一導數的圖示代表。部分601a與603a是要進行檢視之特徵結構輪廓的最重要地區，並對應於第6B圖之波形的區段601b與603b及第6C圖顯示出之第一導數的區段601c與603c，其可利於使目標和參考波形之第一導數的區段601c或603c相匹配。

## 五、發明說明( )

在本發明之另一實施例中，如第 6D 圖之流程圖所示，假如在第 4A 圖之流程圖之步驟 440 中，目標波形不符合黃金波形，則獲取目標和參考波形之第一導數(步驟 610)，並在步驟 620 將之分成數個區段，例如第 6C 圖之區段 601c, 602c 與 603c。接著，目標波形之導數之各區段 601c, 602c 與 603c 會各自搭配參考波形之導數之一對應區段(參照步驟 630, 640, 650)，其結合部分的已知輪廓(例如第 6A 圖之部分 601a, 602a, 603a)。因此，經組合相配區段之"建立區塊"(步驟 660)，可預測出目標特徵結構之輪廓。檢查該預測輪廓將可指出輪廓的哪些部分脫離設計標準，而熟習此項技藝者可使用此資料來找出微影處理過程的問題，例如聚焦及曝光問題。

在本發明之附加實施例中，比較目標波形和黃金波形的步驟(步驟 440)及搭配目標波形和參考波形其中之一的步驟(步驟 450)，包括使用一演算法對目標和參考波形"提供一曲線"例如第 6B 圖所示；換言之，以獲得各波形之形狀的數學函數或"公式"代表。接著，比較表示目標和參考波形之數學函數的對應明顯要素，以確定哪一個參考影像最接近符合目標影像。舉例來說，假如目標和參考波形是以函數  $y=F(x, a, b)$  表示，此參考波形之數值  $x, a$  與  $b$  最接近符合目標波形之數值  $x, a$  與  $b$  的是最接近符合目標波形(其中  $a$  及(或) $b$  可以是常數或指數  $x$ )之參考波形。

在本發明之附加實施例中，比較目標波形和黃金波形的步驟(步驟 440)及搭配目標波形和參考波形其中之一的

## 五、發明說明( )

步驟(步驟 450)，包括使用目標和參考波形，以產生目標特徵結構和參考特徵結構的影像，然後比較此產生的影像。換句話說，使用傳統電腦繪圖技術來操縱第 6B 圖所示之波形，以產生第 6A 圖所示之波形。接著，使產生的影像相配，例如使用習知的圖案辨識技術例如邊界分析及灰度分析。

在本發明之附加實施例中，提供一種處理半導體晶圓的設備，其中係由晶圓匣中取出晶圓，然後測量晶圓表面上之特徵結構的尺寸，例如特徵結構 CD 及使用光測量裝置。接著，使用根據 CD 測量結果選擇出的一組製程參數值，例如蝕刻法，而於晶圓上執行一製程例如蝕刻製程，然後將晶圓送回晶圓匣中。在一些實施例中，在晶圓被送回晶圓匣之前，經此設備執行後續蝕刻過程，例如灰燼剝除、濕式清理及(或)額外 CD 測量。經設備執行的所有傳送及處理步驟都是在一潔淨環境中執行，以避免在步驟期間暴露晶圓於環境下而造成可能的污染，藉以增加產量。

此外，本發明之這些實施例，依照其 CD 測量結果，提供每一個晶圓之預蝕刻 CD 測量及提供每一個晶圓之蝕刻法調整，以收集先前歷經裝置之製程變量，例如在光元件中之曝光及聚焦變量。這和習知方法有顯著不同，其一般是在蝕刻處理前及(或)在蝕刻處理後測量樣本晶圓之 CD，並使用此資料用於處理下一批晶圓。本發明經由執行即時的測量每一個晶圓及調整用於每一個晶圓的蝕刻法，故可增加產量。

## 五、發明說明( )

依照本發明之用於處理半導體晶圓的設備，將配合第9A圖說明於下。此設備包括一反應室或"主機"901，例如由 Applied Materials of Santa Clara, CA 提供之 Centura™ 處理系統，用於安裝複數個處理室，例如傳統的蝕刻處理器 902，及一或數個傳送室 903，也稱為"負載閘"。主機 901 能夠在其內部維持一真空環境。機械手臂 904 用以在處理室 902 與傳送室 903 之間傳送晶圓。

傳送室 903 連接至一工廠介面 905，如習知的"迷你環境"，用於維持一控制化環境。使用擴散法或反射法技術之 CD 測量裝置 906 例如光測量裝置是被安裝在工廠介面 905 內部。可用作為測量裝置 906 之裝置的一個範例為上述之成像器 310(參照第 3 及 4A 圖)，其可包括如美國專利 5,963,329 所述之 CD 測量裝置。根據晶圓 CD 測量結果來提供蝕刻法給蝕刻器 902 之處理器(亦即，對應處理器 320 之處理器)，其可以是蝕刻器 902 或主機 901 的一部份。一或數個機械手臂 907 或一循軌機械手臂也被安裝於工廠介面 905 內部，用於在傳送室 903、測量裝置 906 與標準晶圓匣 908 之間傳送晶圓，晶圓匣 908 是可移式附加於工廠介面 905 中。主機 901、傳送室 903、工廠介面 905 和機械手臂 904, 907 都是傳統處理系統的所有零件，例如上述之 Applied Materials Centura™，且彼此相互連接而維持一個潔淨、控制化環境。此種傳統的處理系統更包括一處理器例如電腦(未顯示)，用於電性控制系統之操作，包括由系統的一部份將晶圓傳送至另一部份。

## 五、發明說明( )

依照本發明這個實施例之此設備的操作，將配合第 10 圖之流程圖說明於下。在處理裝置中處理複數個晶圓之後，例如上述之光元件 360，其會被負載至一晶圓匣 908 中，而在步驟 1010，將晶圓匣傳送至工廠介面 905。接著，從晶圓匣 908 將晶圓卸下，然後經由機械手臂 907 將晶圓傳送至測量裝置 906(步驟 1020)，之後在步驟 1030，測量形成於晶圓表面上之一特徵結構或數個特徵結構的 CD。在本發明之實際實施例中，晶圓也會在測量裝置 906 中被光學對準；換言之，晶圓之凹槽會被擺放到一預定位置中。舉例來說，測量裝置 906 可對準晶圓，執行其之 CD 測量，若有需要(在檢視期間若晶圓有移動到)，接著重新對準晶圓，以確保晶圓凹槽是位在機械手臂於後續處理時之適當位置中。

在步驟 1040，根據晶圓的 CD 測量結果，選擇用於晶圓的一種蝕刻法。舉例來說，依照第 3 圖和第 4A-4B 圖之本發明的實施例，可對晶圓的 CD 測量資料完成"特徵分析"，如上所述，其中來自 CD 測量結果的資料會和來自資料庫的參考資料作比較以找出變量，接著確定其參數(亦即，轉換成蝕刻製程參數)。當然，可執行根偶合波分析(RCWA)，其中可經由計算得到對應特定波形之 CD，例如經由光檢視裝置中的處理器。RCWA 揭露於 Chateau 之 "Algorithm for rigorous couple-wave analysis of grating diffraction", *Journal of the Optical Society of America*, Vol. 11, No.4(April 1994) 及 Moharam 之 "Stable

## 五、發明說明( )

implementation of the rigorous coupled-wave analysis for surface-relief gratings : enhanced transmittance matrix approach", *Journal of the Optical Society of America*, Vol. 12, No.3(May 1995)。亦如第 3, 4A 與 4B 圖之實施例中所述，這個分析結果也可被反饋至光元件 360，以選擇變更過的步進機設定值。

在步驟 1050，使用機械手臂 907 將晶圓由測量裝置 906 傳送至蝕刻器 902，以移動晶圓至傳送室 903 中，並使用機械手臂 904 移動晶圓至蝕刻器 902 中。接著，蝕刻晶圓(步驟 1060)。這個蝕刻步驟可以是光阻削減步驟、特徵結構形成步驟(例如多晶矽開極蝕刻)，或兩者。然後，在本發明之一實施例中，經由機械手臂 904, 907 和傳送室 903，將晶圓送回晶圓匣 908(步驟 1090)。

當然，在晶圓被負載至晶圓匣 908 之前，晶圓可先被傳送回測量裝置 906 中，以做後續蝕刻 CD 測量(步驟 1070 與 1080)。由測量裝置 906 獲得的資料可和來自先前處理晶圓之後續蝕刻資料作比較，假如從正常後續資料中觀察到一明顯變量，接著可將晶圓傳送回晶圓匣 908，然後，在一檢查裝置中進行清理和檢查，例如 CD-SEM。因此，測量裝置 906 是用作為製程監視器，用以指出何時需要進行檢查。

在本發明之附加實施例中，如第 9B 圖所示，傳統的灰爐剝除處理器 909(稱為"ASPs")是和蝕刻器 902 被安裝在主機 901 上。ASPs 909 用於在蝕刻過程之後，由晶圓移

## 五、發明說明( )

除光阻聚合物及其他殘餘物。工廠介面 905a 具有安裝於其中之一 CD 測量裝置 906a(替代位於第 9A 圖之實施例內部之測量裝置)和一整合式微粒監視器 910(稱為 "IPM")，例如由 Applied Materials of Santa Clara, CA 提供之 Excite™。IPM 910 係用於偵測外來微粒及晶圓表面上之其他缺陷。

第 9B 圖之設備係依照上述第 10 圖之流程圖來操作，除了在步驟 1060 中蝕刻晶圓之後以外，其會在步驟 1070 中被傳送至測量裝置 906a 前於 ASP 909 中進行清理，用於後續蝕刻 CD 測量(步驟 1080)。接著，晶圓會在步驟 1090 中被送回晶圓匣 908 之前經過 IPM 910。

在本發明之附加實施例中，如第 9C 圖所示，濕式清理模組 911 例如美國專利申請案 09/603,792 所述，會和測量裝置 906a 與 IPM 910 被安裝於工廠介面 905b 上。第 9C 圖之設備係依照上述第 10 圖之流程圖來操作，除了在步驟 1060 中蝕刻晶圓之後以外，其會在步驟 1070 中被傳送至測量裝置 906a 前於 ASP 909 和濕式清理模組 911 中進行清理，用於後續蝕刻 CD 測量(步驟 1080)。接著，晶圓會在步驟 1090 中被送回晶圓匣 908 之前經過 IPM 910。

如第 9A-C 圖所示之本發明實施例，提供完全在控制化環境狀況下之預蝕刻 CD 測量、蝕刻、清理及後續蝕刻 CD 測量。經由提供蝕刻、清理及測量裝置於主機及(或)工廠介面上，使得晶圓可以在被送回晶圓匣之前進行蝕刻、清理及檢視，藉以降低處理時間及成本。而且，第 9A-C

## 五、發明說明( )

圖之實施例對每一個晶圓提供即時的 CD 測量資料之反饋及前送能力，藉以對每一個晶圓的蝕刻處理過程能夠定型化，以增加產量。因此，相較於習知系統來說，本發明可增加產量及降低生產成本，其中對每一個晶圓而言，來自 CD 測量結果的反饋是在批次對批次的基準上，且晶圓在測量、蝕刻及清理步驟間必須暴露於大氣環境中。

本發明之附加示範實施例，其可使用第 9A-9C 圖之設備來實行，現將配合第 7 圖和第 8 圖之流程圖說明於下。在本發明之這些實施例中，係在控制化環境狀況下，使用即時的 CD 測量之反饋及前送能力，嚴格控制光阻削減及特徵結構蝕刻製程(例如開極蝕刻、淺溝渠隔離(STI)溝渠蝕刻、介層窗蝕刻、接觸窗孔洞蝕刻、金屬線蝕刻等等)之 CD。

請參照第 7 圖和第 9A 圖，係在一處理裝置中以傳統方法來處理複數個晶圓，例如上述之光元件 360，以曝光及顯影光阻層，而在光阻上形成圖案。如前述的實施例，將晶圓負載到晶圓匣 908 中，將晶圓匣傳送至工廠介面 905，接著從晶圓匣 908 中卸下晶圓並經由機械手臂 907 將晶圓傳送至測量裝置 906，之後對準晶圓，然後在步驟 720 中測量光阻圖案之 CD("PRCD In")。

在步驟 730，根據光阻圖案的 CD 測量結果，選擇一個用於光阻的削減法。舉例來說，可對圖案的 CD 測量資料完成如上述之特徵分析或 RCWA，然後前送這個分析結果，以更新用於對晶圓調整削減法之製程模型 M1。

## 五、發明說明( )

使用機械手臂 907 將晶圓由測量裝置 906 傳送至蝕刻器 902，以移動晶圓至傳送室 903，並使用機械手臂 904 移動晶圓至蝕刻器 902 中。接著，蝕刻光阻圖案(步驟 740)，以削減或縮減光阻圖案成一目標大小。光阻削減一般是等向性蝕刻步驟。然後，將晶圓送回測量裝置 906，用於在步驟 750 之後續削減 CD 測量。反饋 PRCD Out，以更新製程模型 M1，藉以調整用於後續處理晶圓之削減法。

接著，經由機械手臂 904，將晶圓傳送至相同或另一個蝕刻室 902 中，在步驟 760，使用削減化光阻圖案作為罩幕，蝕刻光阻下層，以形成預期大小之特徵結構例如電晶體閘極、溝渠、介層窗等。在本發明之一實施例中，在晶圓被送回晶圓匣 908 之前，在步驟 770，將晶圓送回測量裝置 906 以做後續蝕刻 CD 測量("Feature CD")。在步驟 780，將由測量裝置 906 獲得的資料和來自先前處理晶圓之後續蝕刻資料作比較。假如觀察到和正常後續蝕刻資料的一個明顯變量，則將晶圓送回晶圓匣 908，接著在檢查裝置中進行清理及檢查，例如 CD-SEM。因此，測量裝置 906 係用作為製程監視器，用以指出何時需要檢查。

在第 8 圖所示之本發明附加實施例中，執行相同於上述第 7 圖之過程，而除了在步驟 770 中測量蝕刻化特徵結構的 CD 以外，將資料反饋以更新製程模型 M2，而在步驟 880，選擇用於後續處理晶圓之蝕刻法。在本發明之附加實施例中，在步驟 770 中獲得的特徵結構 CD 資料也會被

## 五、發明說明( )

反饋，以更新製程模型 M1，藉以調整步驟 730 中用於後續處理晶圓的削減法。

為方便起見，雖然第 7 圖和第 8 圖之實施例係配合第 9A 圖之設備來描述；必須知道的是，這些實施例可以在第 9B 圖和第 9C 圖之設備中實行。當然，上述清理及(或)附加檢視步驟可適當及(或)預期在第 9B 圖和第 9C 圖之設備中執行。

第 5 圖為本發明一實施例的方塊圖。依照本實施例，如第 5 圖所示之處理器 320 包括一匯流排 502 或其他通訊機構，用於傳遞資料，及一中央處理器 504，耦接匯流排 502，用於處理資料。處理器 320 也包括一主記憶體 506，例如隨機存取記憶體(RAM)或其他動態儲存裝置，並耦接匯流排 502，用於儲存經 CPU 504 執行的資料與指令。主記憶體 506 也可用於儲存 CPU 執行指令期間之暫時變量或其他中間資料。處理器 320 更包括一唯讀記憶體(ROM)508 或其他靜態儲存裝置，並耦接匯流排 502，用於儲存用於 CPU 504 之靜態資料及指令。提供一儲存裝置 510 例如磁碟或光碟，並耦接匯流排 502，用於儲存資料和指令。儲存裝置 510 也可作為第 3 圖中的記憶體 340。

處理器 320 可經由匯流排 520 耦接至監視器 330，例如陰極射線管(CRT)，用於顯示資料給電腦使用者。輸入裝置 514 包括字母與數字和其他按鍵，並耦接匯流排 502，用於傳遞資料及命令選擇至 CPU 504。另一種形式的使用者輸入裝置是游標控制器 516，例如滑鼠、軌跡球

## 五、發明說明( )

或游標方向按鍵用於傳遞方向資料和命令選擇給 CPU 504 及用於控制監視器上的游標運動。

成像器 310(第 3 圖)用於輸入代表檢視下之半導體晶圓之特徵結構的資料至匯流排 502，如上所述。此種資料可被儲存在主記憶體 506 及(或)儲存裝置 510 中，並且可經 CPU 504 使用作為執行指令。成像器 310 也可透過匯流排 502 接收來自 CPU 504 的指令。

本發明係有關於處理器 320 的使用，用於檢視形成於半導體晶圓表面上之特徵結構及控制晶圓之處理過程。依照本發明之一實施例，處理器 320 可用於檢視晶圓表面及晶圓製程控制，以回應 CPU 504 執行主記憶體 506 中內含之一或數個指令之一或數個步驟。此種指令可由另一個電腦可讀取媒體中讀至主記憶體 506 內，例如儲存裝置 510。執行主記憶體 506 中內含的指令步驟，可使 CPU 504 執行上述之製程步驟。也可以使用多處理佈置中之一或數個處理器來執行主記憶體 506 中內含的指令步驟。在替換實施例中，可使用固定式電路系統取代或結合軟體指令來實現本發明。因此，本發明之實施例並不限制在硬體電路及軟體之任何特定結合者。熟習此項技藝者經利用第 4 圖之流程圖將可輕易地完成設備之程式設計。

此處所使用之名詞"電腦可讀取媒體"相當於可提供指令給 CPU 504 來執行的任何媒體。此種媒體可以是許多種類，包括但不限制在非揮發性媒體、揮發性媒體及傳輸媒體。非揮發性媒體包括例如光碟或磁碟，例如儲存裝置

## 五、發明說明( )

510。揮發性媒體包括動態記憶體，例如主記憶體 506。傳輸媒體包括同軸電纜、銅線及光纖，包括含匯流排 502 之線路。傳輸媒體也可以是聲音或光波的形式，例如在射頻 (RF) 及紅外線 (IR) 資料傳輸期間產生的種類。一般形式的電腦可讀取媒體包括例如磁碟、彈性磁碟、硬碟、磁帶、任何其他種類的磁性媒體、CD-ROM、DVD、任何其他種類的光學媒體、穿孔卡片、紙帶、具孔洞圖樣之任何其他種類的實質媒體、RAM、PROM、EPROM、FLASH-EPROM、任何其他種類的記憶晶片或帶匣、或由電腦可讀取之任何其他種類的媒體。

各種形式的電腦可讀取媒體可伴隨 CPU 504 之執行來完成一或數個指令之一或數個步驟。舉例來說，指令可一開始就存在於遠端電腦之磁碟上。遠端電腦可載入指令其動態記憶體中，並使用數據機於電話線上傳送指令。局部連接處理器 320 之數據機可接收電話線上的資料，並使用一紅外線傳送器將資料轉換成。耦接匯流排 502 之紅外線偵測器可接收紅外線信號中負載的資料，並將資料放置在匯流排 502 上。匯流排 502 會將由 CPU 504 取回及執行指令的資料運送至主記憶體 506 中。主記憶體 506 接收到的指令可選擇性地被儲存在儲存裝置 510 上，在 CPU 504 執行之前或之後皆然。

在經由使用檢視過程期間所採集到的資料來調整微影及蝕刻製程參數的條件下，本發明的製程控制技術可降低批次對批次的 CD 變量，且不會明顯降低生產率。本發

## 五、發明說明( )

明的方法經由比較其之 SEM 波形和由形成一生產前的 FEM 所獲得之參考特徵結構之資料庫的波形，可確定出一檢視特徵結構之步進機設定值及最佳蝕刻法。因此，本發明特別適用於生產線之開始及操作期間。

本發明可用於製造各種形式的半導體元件，特別是具有大約  $0.18 \mu\text{m}$  及更小之一設計規則的高密度半導體元件。

本發明可使用傳統的材料、方法及設備來實踐。因此，這種材料、設備及方法的細節於此將不再贅述。在先前說明中，所提出的各種特定細節，例如特定材料、結構、化學物質、製程等，係提供為了能更徹底理解本發明。然而，必須知道的是，本發明可以不需依靠上述特定說明來實踐之。在其他情況中，已知的處理結構未詳細說明，並非用以隱藏本發明。

在本說明書中，已詳細揭露出本發明的較佳實施例及其之多用途的少數範例。但可以知道的是，本發明能夠使用在各種其他不同的結合及環境中，並且在不脫離本發明之範圍內，當可作各種之更動與潤飾。

四、中文發明摘要(發明之名稱: )

## 具量度資料反饋及前送能力之半導體處理模組

一種可降低 CD 變量之用於處理半導體晶圓的方法及設備，係將晶圓檢視期間所採集到的資料反饋至先前經過的處理裝置中，並前送資料以調整將要經過之晶圓的下個製程。檢視和處理過程是在單一處理模組中執行，而不會使晶圓暴露在週遭環境狀況中。實施例包括，由晶圓匣移除晶圓，然後使用光測量裝置，測量晶圓表面上之特徵結構的尺寸，例如特徵結構的 CD。接著，使用一組製程參數值，例如根據 CD 測量結果所選擇出的一種蝕刻法，於晶圓上執行一過程例如蝕刻製程，然後將晶圓送回晶圓匣

英文發明摘要(發明之名稱: )

SEMICONDUCTOR PROCESSING MODULE WITH  
INTEGRATED FEEDBACK/FEED FORWARD  
METROLOGY

A method and apparatus for processing a semiconductor wafer to reduce CD variation feeds back information gathered during inspection of the wafer to a previously visited processing tool and feeds forward information to adjust the next process the wafer will undergo. The inspection and processing are performed at a single processing module without exposing the wafer to ambient atmospheric conditions. Embodiments include removing a wafer from a wafer cassette, and measuring a dimension of a feature on the surface of the wafer, such as the feature's CD using an optical measuring tool. A process, such as an etch process, is then performed on the wafer using a set of process parameter values, such as an etch recipe, selected based on the CD measurement, and the wafer is returned to a cassette.

## 四、中文發明摘要(發明之名稱: )

中。CD 測量結果也會連結至微影可調式參數中，例如步進機聚焦和曝光設定值。將連結後的聚焦和曝光資料反饋至先前經過的光元件中，以自動化或經使用者來調整步進機，以修正後面批次的偏差。在一些實施例中，在晶圓被送回晶圓匣之前，經此模組執行後續蝕刻過程，例如灰燼剝除、濕式清理及(或)額外 CD 測量。經此模組執行的所有傳送及處理步驟都是在一潔淨環境中執行，以避免在步驟期間暴露晶圓於環境下而造成可能的污染，藉以增加產量。這種反饋和前送機構，係根據晶圓的量出 CD，調整每一個晶圓的製程參數，來改善 CD 控制能力。

## 英文發明摘要(發明之名稱: )

The CD measurements are also linked to photolithography adjustable parameters such as stepper focus and exposure settings. The linked information on focus and exposure is fed back to the previously visited photo cell so the stepper can be adjusted, either automatically or at the user's discretion, to correct the deviation in following lots. In some embodiments, post-etch processing, such as ash stripping, wet cleaning and/or further CD measurement, are performed by the module before the wafer is returned to a cassette. All of the transfer and processing steps performed by the module are performed in a clean environment, thereby increasing yield by avoiding exposing the wafer to the atmosphere and possible contamination between steps. This feedback and feed-forward mechanism improves CD control by adjusting processing parameters for every wafer based on the wafer's measured CD.

## 六、申請專利範圍

1. 一種用於處理一半導體晶圓的設備，其至少包括：

一測量裝置，用於測量該晶圓上之一結構的一尺寸；

一第一處理裝置，用於使用一第一組製程參數值，於該晶圓上執行一第一製程；

一傳送機構，用於在該測量裝置與該第一處理裝置之間傳送該晶圓；

一反應室，用於包圍該傳送機構，並使該傳送機構、該測量裝置與該第一處理裝置間之傳遞能在一潔淨環境中進行；及

一處理器，用於根據該尺寸的測量結果，選擇該第一組製程參數值。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中該處理器更可用於：

根據該晶圓尺寸的測量結果，選擇一第二組製程參數值；及

提供該第二組製程參數值至一先前經過的處理裝置中。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中該測量裝置係用於測量該晶圓上之一目標特徵結構的一臨界尺寸(CD)。

## 六、申請專利範圍

- 4.如申請專利範圍第3項所述之設備，其中該測量裝置係光學性地測量該目標特徵結構之該CD。
- 5.如申請專利範圍第4項所述之設備，其中該目標特徵結構CD係使用擴散測量法或反射測量法來測量出。
- 6.如申請專利範圍第3項所述之設備，其中該反應室至少包括：
- 一主機，用於安裝複數個處理裝置，並包括該第一處理裝置；
  - 一工廠介面，用於收藏該測量裝置及用於安裝一晶圓匣；及
  - 一傳送室，介於及連接於該主機與該工廠介面間；
- 其中，該傳送機構包括一第一機械手臂，用於在該測量裝置、該傳送室與該晶圓匣之間傳送該晶圓，及一第二機械手臂，用於在該傳送室與該第一處理裝置之間傳送該晶圓。
- 7.如申請專利範圍第3項所述之設備，其中該第一處理裝置至少包括一蝕刻器，而該第一製程參數值至少包括一蝕刻處理參數。
- 8.如申請專利範圍第3項所述之設備，其中該測量裝置係用於對準該晶圓。

## 六、申請專利範圍

9.如申請專利範圍第1項所述之設備，其中該處理器係用於：

在該晶圓上執行該第一製程之後，控制該傳送機構將該晶圓由該第一處理裝置傳送至該測量裝置中；及控制該測量裝置，以重新測量該晶圓的尺寸。

10.如申請專利範圍第7項所述之設備，其中該反應室至少包括一裝設有該蝕刻器之主機、一安裝有該測量裝置與一晶圓匣之工廠介面、及一位於該主機與該工廠介面間之傳送室；

其中，該傳送機構包括一機械手臂，用於在該測量裝置、該傳送室與該晶圓匣之間傳送該晶圓。

11.如申請專利範圍第10項所述之設備，其中更包括一灰燼剝除處理單元，係安裝於該主機中，用於在該晶圓上執行該第一製程之後，由該晶圓移除殘餘物。

12.如申請專利範圍第10項所述之設備，其中更包括一清理模組，係安裝於該工廠介面中，用於清理該晶圓；

其中該處理器係用於控制該傳送機構將該晶圓由該晶圓匣傳送至該測量裝置，在測量出該目標特徵結構的CD之後，將該晶圓由該測量裝置傳送至該第一處理裝置，在該晶圓上執行該第一製程之後，將該晶圓由該第一處理裝置傳送至該清理模組，及在清理該晶圓之後，

## 六、申請專利範圍

將該晶圓由該清理模組傳送至該晶圓匣中。

13.一種處理一半導體晶圓的方法，其至少包括下列步驟：

(a)由一晶圓匣移除該晶圓；

(b)在一測量裝置中，測量該晶圓上之一結構的一尺寸；

(c)根據該尺寸的測量結果，使用一組製程參數值，並在一處理裝置中，於該晶圓上執行一製程；

(d)重新測量該尺寸；及

(e)將該晶圓送回該晶圓匣；

其中，步驟(a)-(e)是在一相鄰的潔淨環境中執行。

14.如申請專利範圍第13項所述之方法，其中更包括使用該尺寸之該重新測量結果而選擇該組製程參數值、以用於一後續處理晶圓中的步驟。

15.如申請專利範圍第13項所述之方法，其中更包括在該晶圓上執行一蝕刻製程的步驟。

16.如申請專利範圍第15項所述之方法，其中包括在執行該蝕刻製程之後並在將該晶圓送回該晶圓匣之前清理該晶圓的步驟。

17.如申請專利範圍第1項所述之設備，其中該反應室至少

## 六、申請專利範圍

包括一主機，用於安裝複數個處理裝置；

其中，該第一處理裝置係安裝於該主機中；及

其中，該傳送機構包括一機械手臂。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之設備，其中該測量裝置係安裝於該主機中。

19.如申請專利範圍第 10 項所述之設備，其中更包括一微粒監視器，安裝於該工廠介面中，並連接該傳送機構。

20.一種用於處理一半導體晶圓的設備，其至少包括：

一測量裝置，用於使該晶圓成像，以獲得代表該晶圓上之一目標特徵結構之一 CD 之一波形；

一儲存媒體，儲存有複數個參考波形，各參考波形代表一參考特徵結構 CD 且伴隨一不同已知組的第一製程參數值；及

一處理器，用於確認最接近符合該目標特徵結構波形之該參考波形，以獲得用於在該晶圓上執行一第一製程之該第一製程參數值。

21.如申請專利範圍第 20 項所述之設備，其中更包括：

一第一處理裝置，用於在該晶圓上執行該第一製程；

一傳送機構，用於在該測量裝置與該第一處理裝置

## 六、申請專利範圍

之間傳送該晶圓；及

一反應室，用於包圍該傳送機構，並使該傳送機構、該測量裝置與該第一處理裝置間之傳遞能在一潔淨環境中進行；

其中，該處理器更用於使用該第一組製程參數值，控制該第一處理裝置於該晶圓上執行該第一製程。

22.如申請專利範圍第 21 項所述之設備，其中該處理器更可用於：

根據該目標特徵結構 CD 的成像結果，選擇一第二組製程參數值；及

提供該第二組製程參數值至一先前經過的處理裝置中。

23.如申請專利範圍第 21 項所述之設備，其中該測量裝置係光學性地使該目標特徵結構 CD 成像。

24.如申請專利範圍第 21 項所述之設備，其中該第一處理裝置至少包括一蝕刻器，而該第一製程參數值包括一蝕刻法。

25.如申請專利範圍第 21 項所述之設備，其中該處理器係用於：

在該晶圓上執行該第一製程之後，控制該傳送機構

## 六、申請專利範圍

將該晶圓由該第一處理裝置傳送至該測量裝置中；及  
控制該測量裝置，以重新測量該晶圓的尺寸。

26.如申請專利範圍第21項所述之設備，其中該反應室至少包括：

一主機，用於安裝複數個處理裝置，包括該第一處理裝置；

一工廠介面，用於收藏該測量裝置及用於安裝一晶圓匣；及

一傳送室，介於及連接於該主機與該工廠介面間；

其中，該傳送機構包括一第一機械手臂，用於在該測量裝置、該傳送室與該晶圓匣之間傳送該晶圓，及一第二機械手臂，用於在該傳送室與該第一處理裝置之間傳送該晶圓。

27.如申請專利範圍第21項所述之設備，其中該反應室至少包括安裝有該蝕刻器之一主機、安裝有該測量裝置與一晶圓匣之一工廠介面，及位於該主機與該工廠介面間之一傳送室；及

其中，該傳送機構包括一機械手臂，用於在該測量裝置、該傳送室與該晶圓匣之間傳送該晶圓。

28.如申請專利範圍第20項所述之設備，其中至少包括：

選擇該參考波形其中之一作為一黃金波形；

## 六、申請專利範圍

比較該目標特徵結構波形和該黃金波形；及

當該目標特徵結構波形脫離該黃金波形而大於一預定臨界量時，比較該目標特徵結構波型和該資料庫中的其他參考波形，以確認最接近符合該目標特徵結構波形之該參考波形。

29.如申請專利範圍第 22 項所述之設備，其中該先前經過的處理裝置是一微影處理裝置，而該第二組製程參數值至少包括步進機聚焦和曝光設定值。

30.如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中該晶圓上之該結構是位於一光阻層中之一圖案，該第一處理裝置是一第一蝕刻器，而該第一製程參數值包括用於削減該光阻層中之該圖案之一第一蝕刻法；

其中，該處理器更用於：

在該晶圓上執行該第一製程之後，控制該傳送機構將該晶圓由該第一蝕刻器傳送至該測量裝置中；

控制該測量裝置，以重新測量該光阻圖案的尺寸；

在重新測量出該光阻圖案的尺寸之後，控制該傳送機構將該晶圓由該測量裝置傳送至一第二蝕刻器中；

使用一第二蝕刻法，控制該第二蝕刻器於該光

## 六、申請專利範圍

阻圖案下面之該晶圓之一層上執行一第二製程，以形成一蝕刻化特徵結構；及

使用該光阻圖案之尺寸的重新測量結果，選擇該第一組製程參數值用於一後續處理晶圓中。

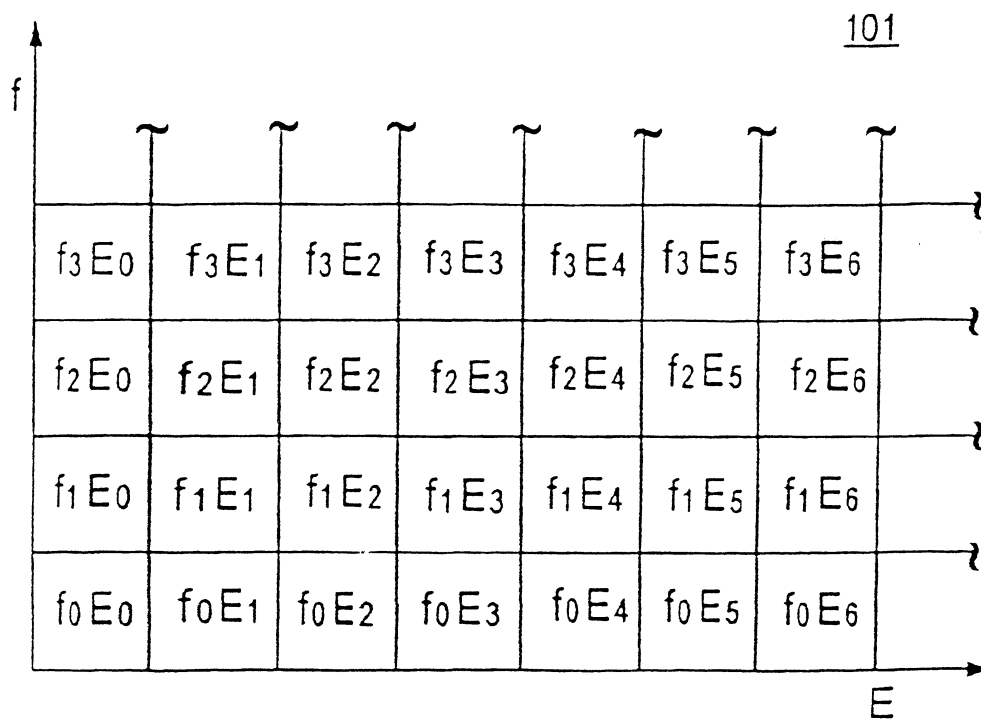
31.如申請專利範圍第30項所述之設備，其中該處理器更用於：

在執行該第二製程之後，控制該傳送機構將該晶圓由該第二蝕刻器傳送至該測量裝置中；及

控制該測量裝置，以測量該蝕刻化特徵結構的尺寸。

32.如申請專利範圍第31項所述之設備，其中該處理器更用於使用該蝕刻化特徵結構之尺寸的測量結果，選擇該第二組製程參數值用於一後續處理晶圓中。

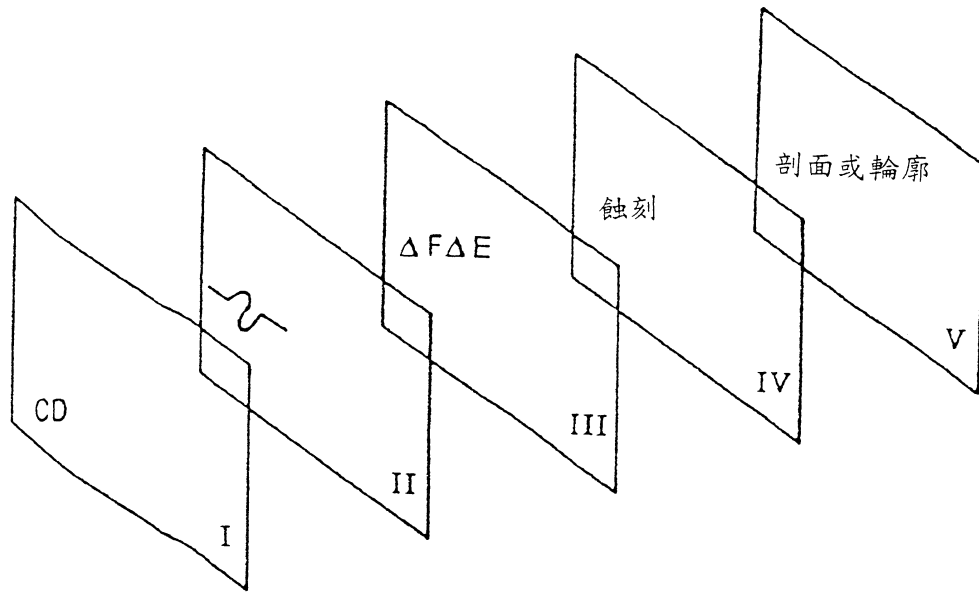
33.如申請專利範圍第32項所述之設備，其中該處理器更用於使用該蝕刻化特徵結構之尺寸的測量結果，選擇該第一組製程參數值用於一後續處理晶圓中。



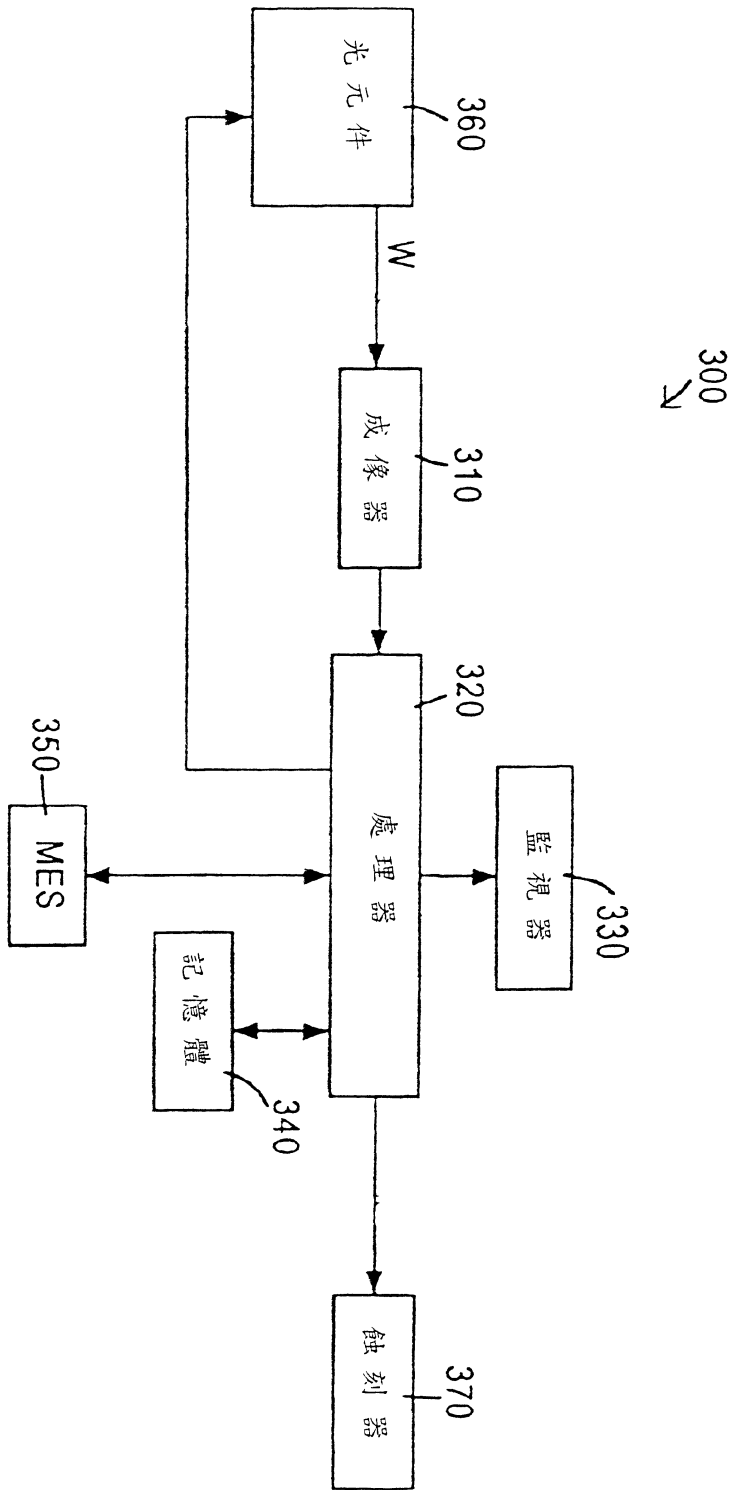
第 1 圖

	A	B	C	D	E
$\Delta f_4 \Delta E_0$	$\Delta f_4 \Delta E_0$	$\Delta f_4 \Delta E_1$	$\Delta f_4 \Delta E_2$	$\Delta f_4 \Delta E_3$	$\Delta f_4 \Delta E_4$
$\Delta f_3 \Delta E_0$	$\Delta f_3 \Delta E_0$	$\Delta f_3 \Delta E_1$	$\Delta f_3 \Delta E_2$	$\Delta f_3 \Delta E_3$	$\Delta f_3 \Delta E_4$
$\Delta f_2 \Delta E_0$	$\Delta f_2 \Delta E_0$	$\Delta f_2 \Delta E_1$	X	$\Delta f_2 \Delta E_3$	$\Delta f_2 \Delta E_4$
$\Delta f_1 \Delta E_0$	$\Delta f_1 \Delta E_0$	$\Delta f_1 \Delta E_1$	$\Delta f_1 \Delta E_2$	$\Delta f_1 \Delta E_3$	$\Delta f_1 \Delta E_4$
$\Delta f_0 \Delta E_0$	$\Delta f_0 \Delta E_0$	$\Delta f_0 \Delta E_1$	$\Delta f_0 \Delta E_2$	$\Delta f_0 \Delta E_3$	$\Delta f_0 \Delta E_4$
	A	B	C	D	E

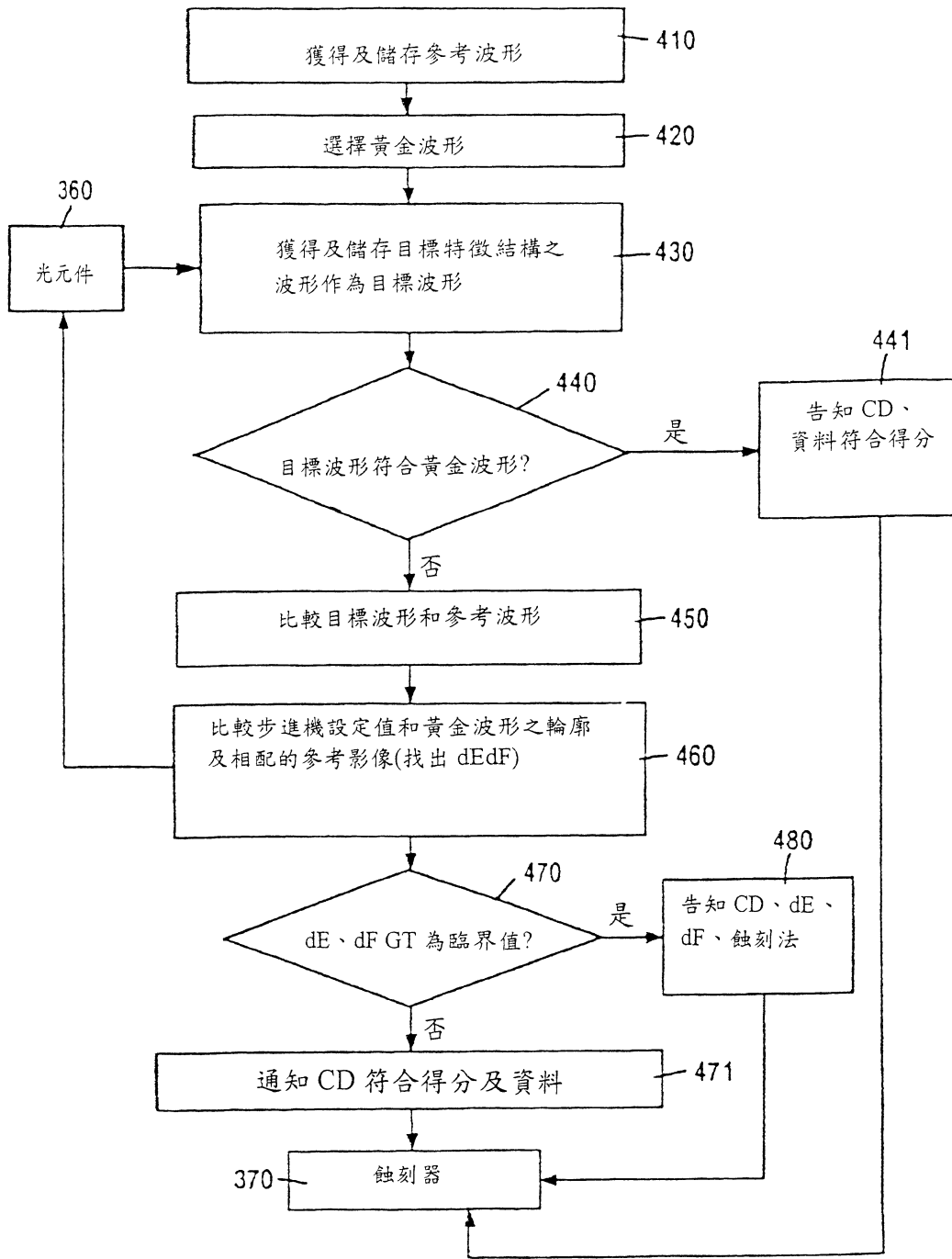
第 2A 圖



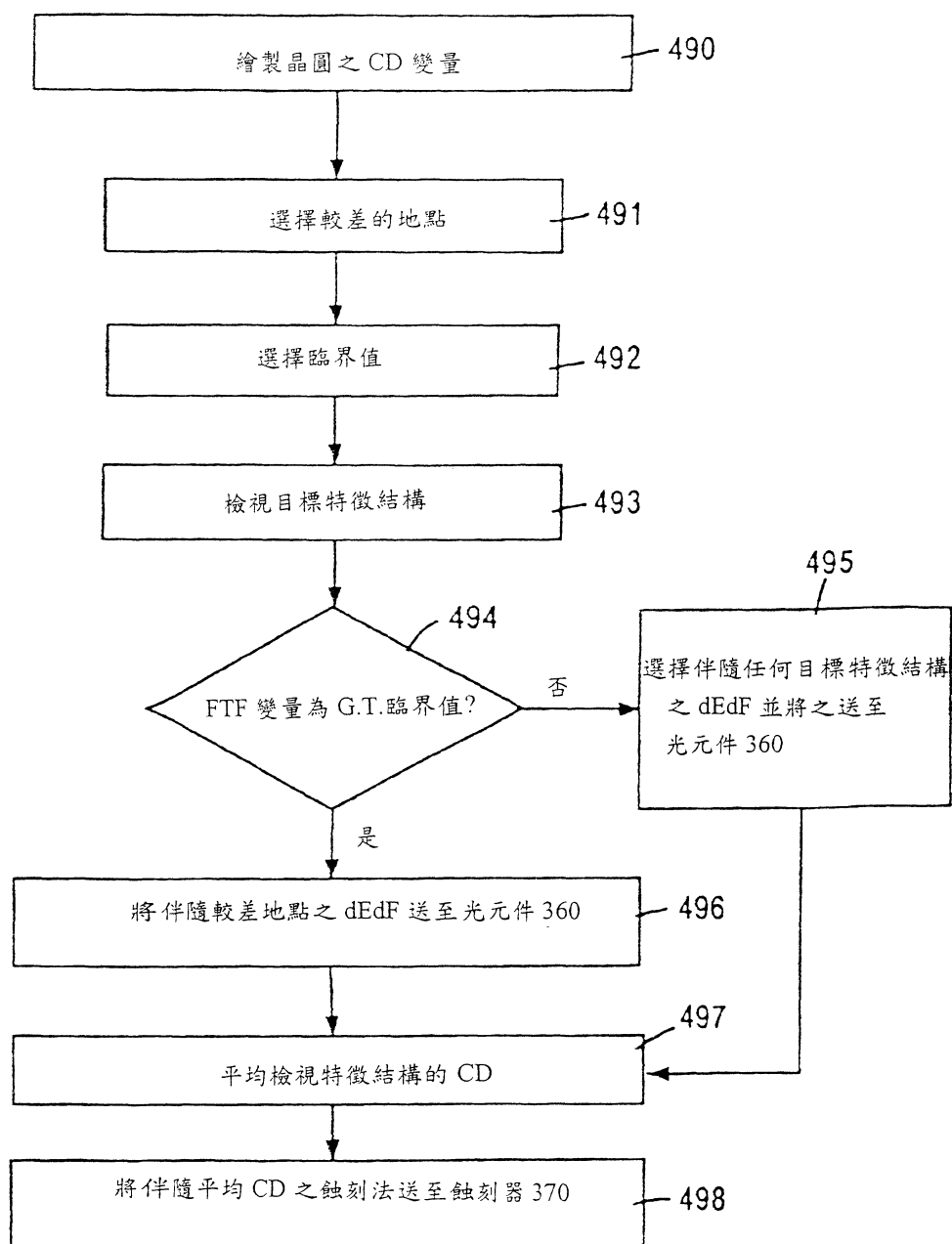
第 2B 圖



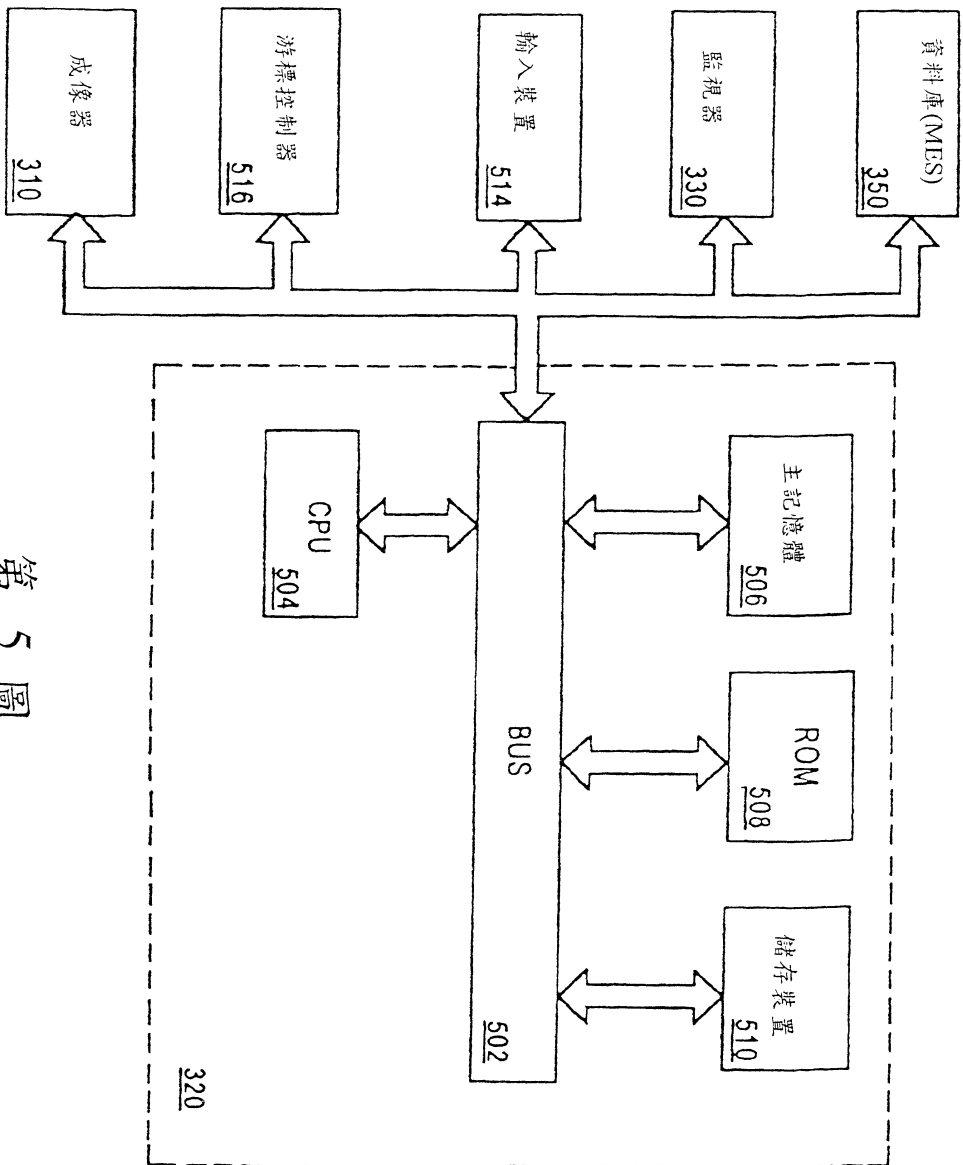
第 3 圖



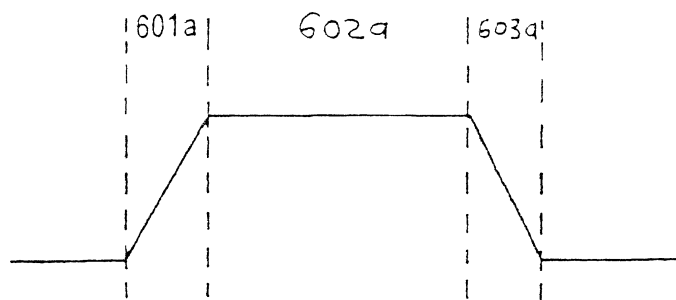
第 4A 圖



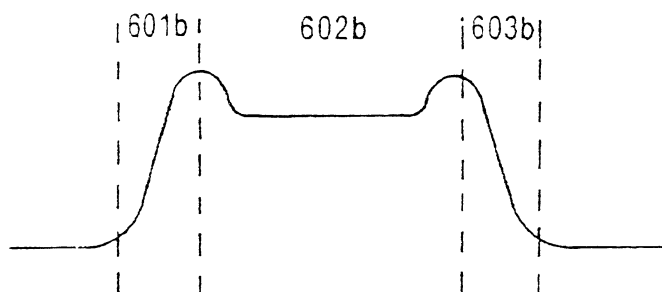
第 4B 圖



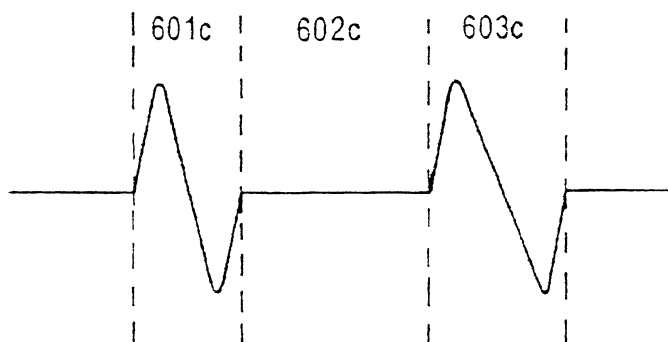
第 5 圖



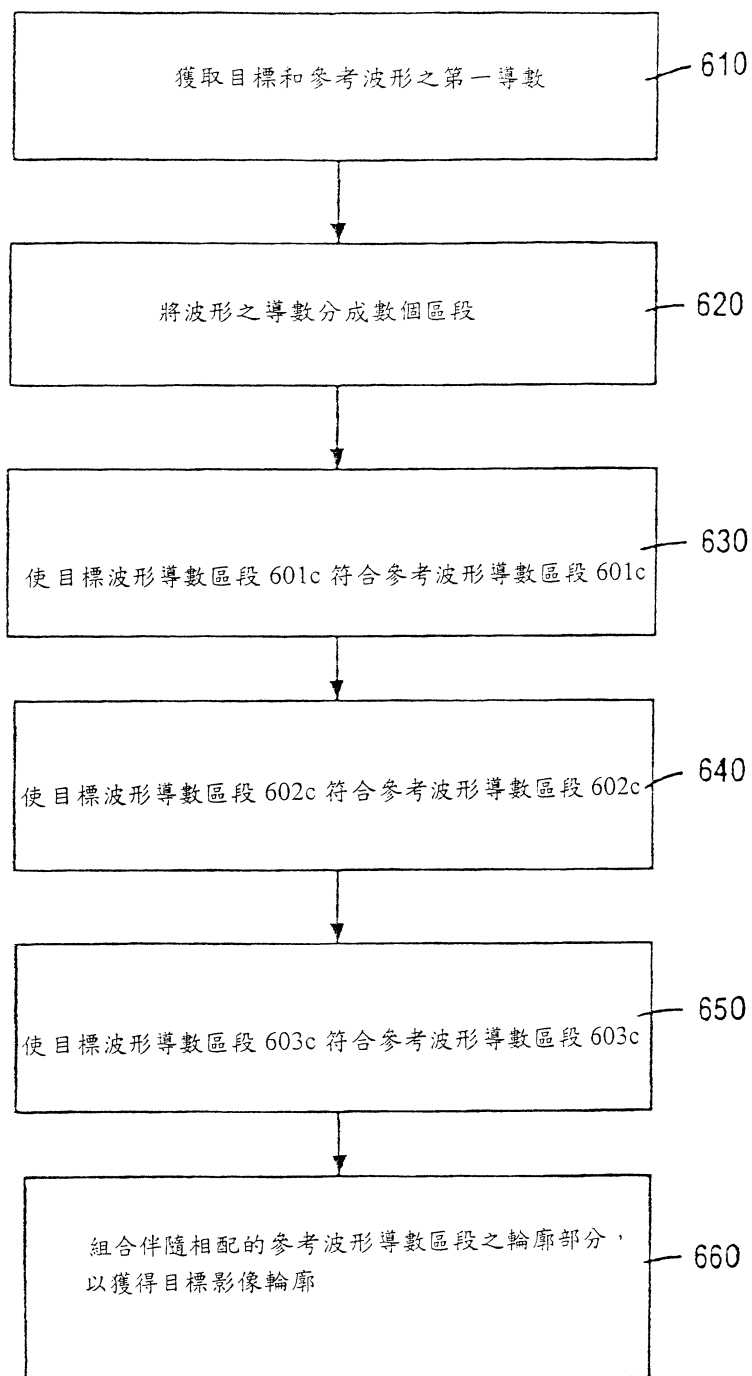
第 6A 圖



第 6B 圖

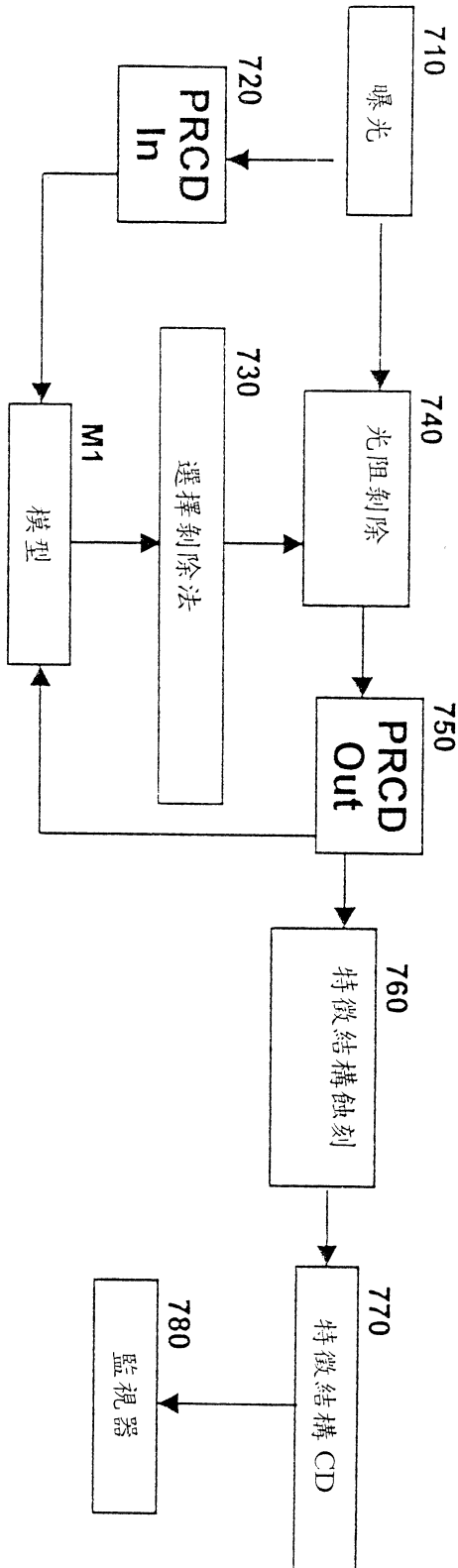


第 6C 圖

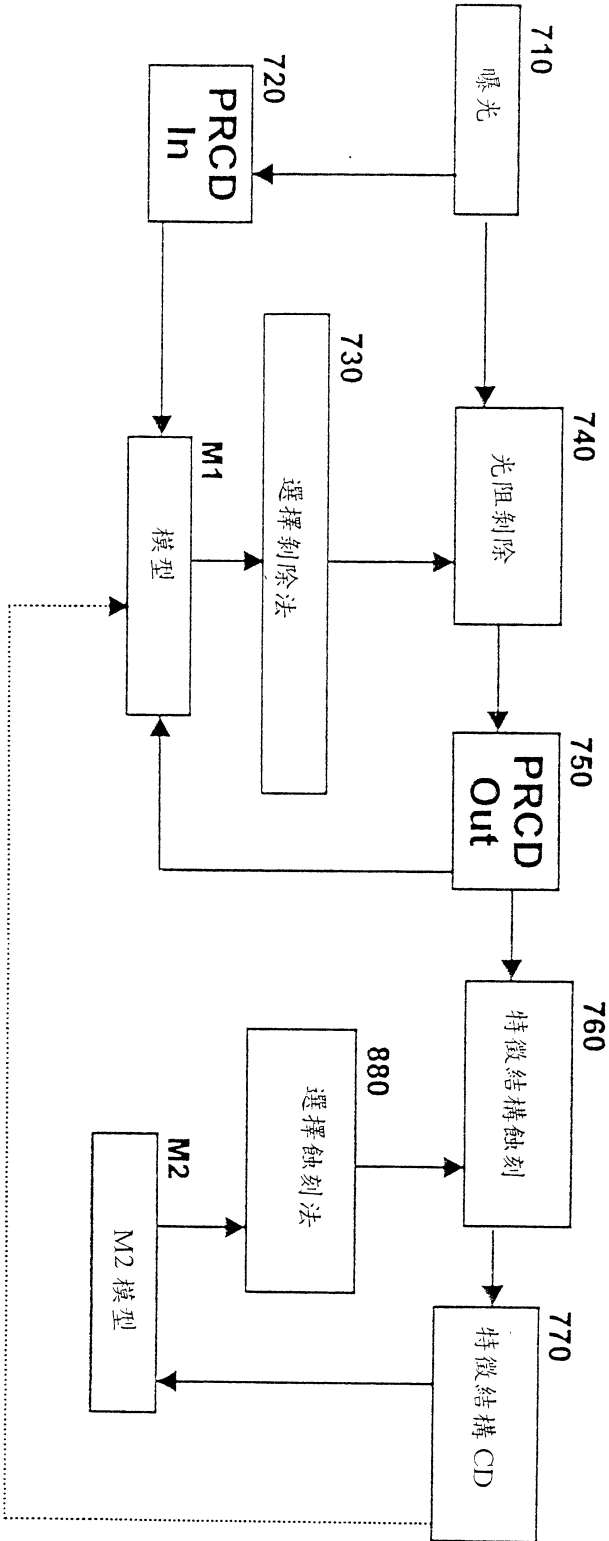


第 6D 圖

第 7 圖



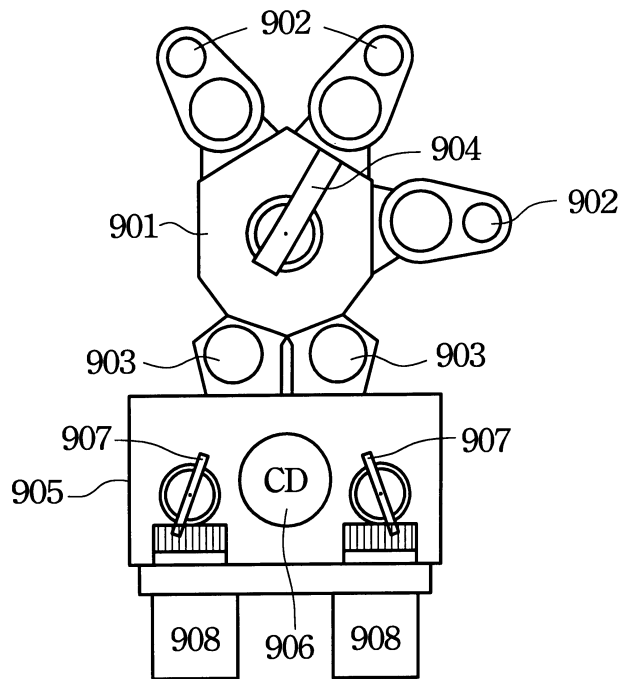
第 8 圖



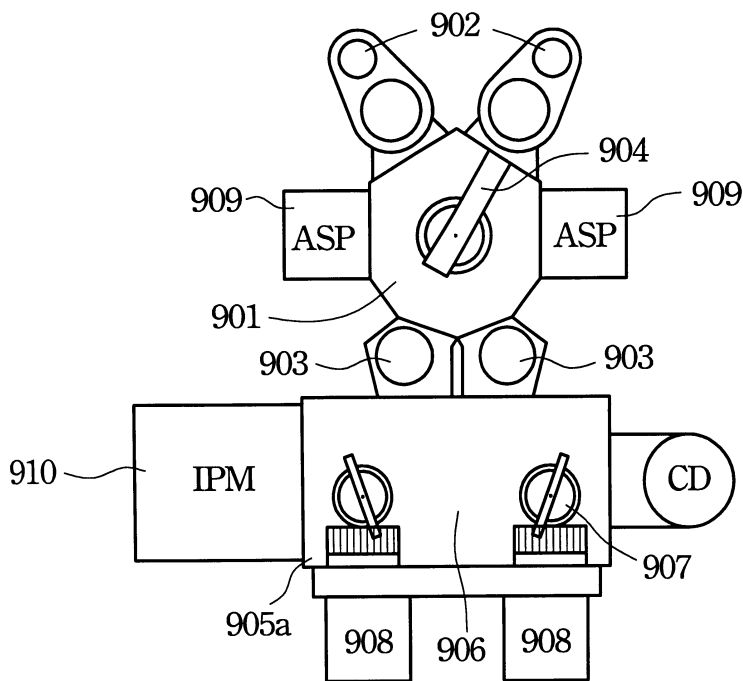
546697

92年6月11日

修正  
補充



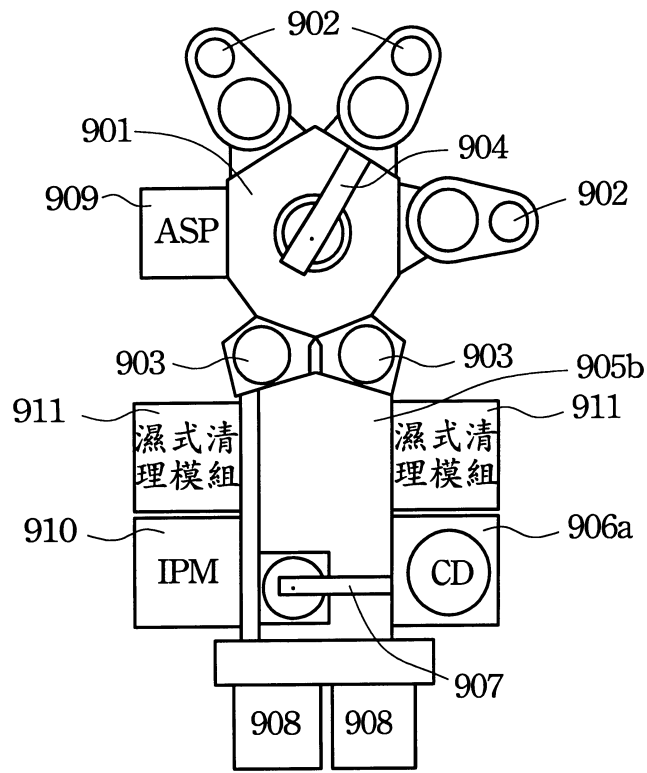
第 9A 圖



第 9B 圖

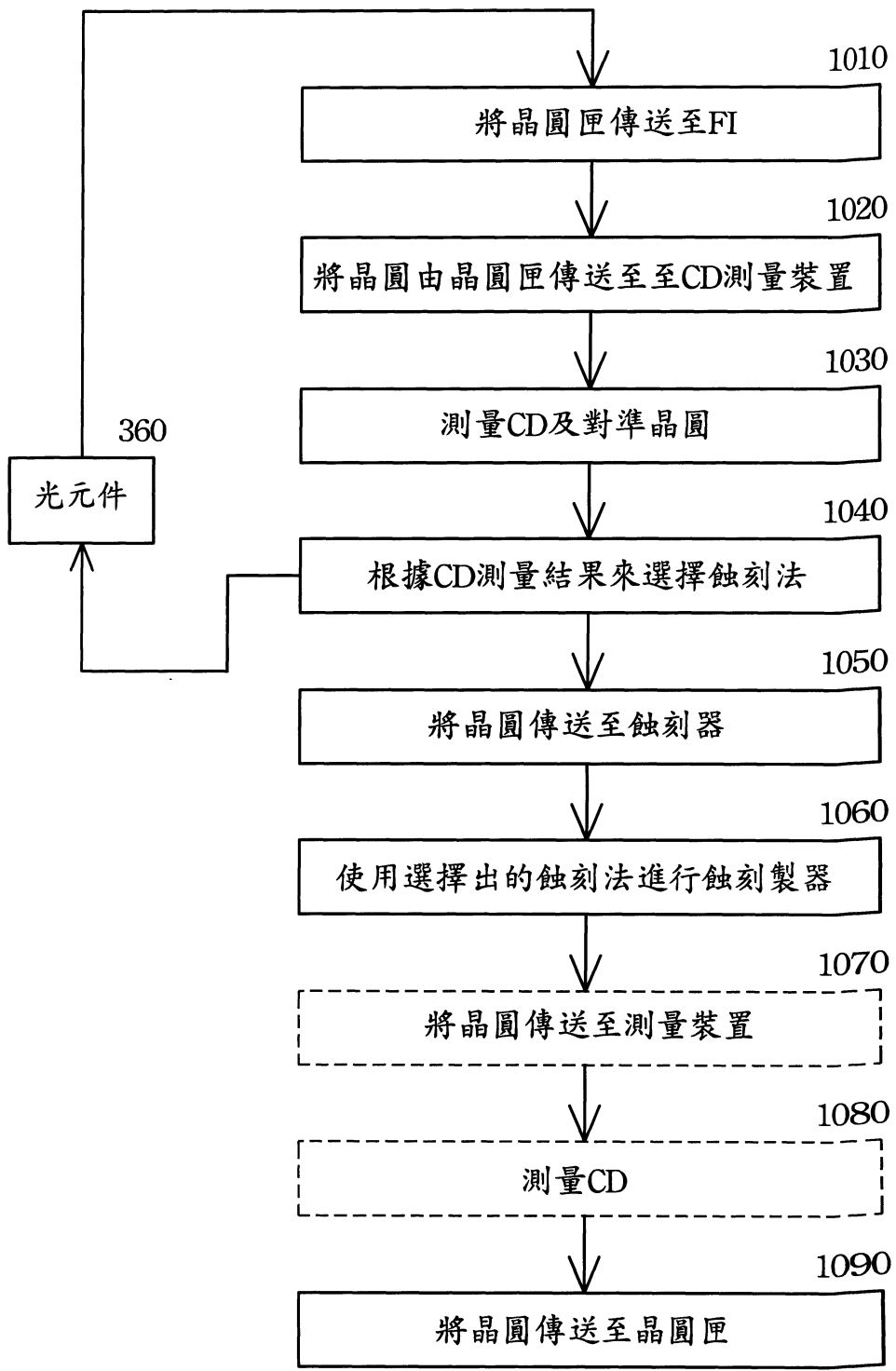
546697

修正  
B年6月11日  
補充



第 9C 圖

修正  
補充  
9月6日



第 10 圖