

公告本

申請日期	88.11.7
案 號	8812352
類 別	B24B3/04, 37/04, H01L21/304

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

458855

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	化學機械研磨的可適性終點偵測法
	英 文	ADAPTIVE ENDPOINT DETECTION FOR CHEMICAL MECHANICAL POLISHING
二、發明人 創作	姓 名	1. 曼伍卻爾拜藍 2. 柏格斯勞史威克
	國 籍	1. 美國 2. 波蘭
	住、居所	1. 美國加州洛杉蓋圖歐斯菲爾山脈路 18836 號 2. 美國加州聖荷西市柳湖巷 1649 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·應用材料股份有限公司
	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
	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼

裝

訂

線

45 885 5

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC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：2000年1月28日 案號：09/493,859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)

裝

訂

線

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：

本發明是有關於基底的化學機械研磨，且特別有關於一種在化學機械研磨操作期間用於偵測研磨終點的方法及裝置。

發明背景：

藉由在矽晶圓上連續的金屬、半導體或絕緣層的沉積，在基底上形成一般的積體電路。

一種製造方法係在圖案化的停止層上沉積一層填入層，並且平坦化填入層直到暴露出停止層。例如，可在圖案化絕緣停止層上沉積導電填入層，填入停止層中的溝渠或孔洞。在平坦化之後，部分導電層殘留在絕緣層的凸起圖案之間，形成介層窗、插塞以及導線，提供在基底上之薄膜電路的導電路徑。

化學機械研磨(CMP)是平坦化的可接受方法之一。此平坦化方法一般需要將基底固定在負載器或研磨頭。基底的暴露表面放置在對應於旋轉的研磨碟狀墊或帶狀墊。研磨墊可以是"標準的"墊子或是固定有研磨物的墊子。標準墊子具有耐用的粗糙表面，固定有研磨物的墊子具有容納媒體儲存的研磨顆粒。負載頭提供可控制的負載(即壓力)在基底上，以將其推向研磨墊。若是使用標準墊子，供應研漿(包括至少一種化學反應劑)與研磨物到研磨墊的表面。

CMP 的問題之一是決定研磨製程是否完成，即基

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

底層是否研磨到所需的平坦度或厚度。基底層具有各種的起始厚度，研漿的組成，研磨墊的狀態，研磨墊與基底之間的相對速度，以及在基底上的負載均會造成材料移除速率的改變。這些改變導致到達研磨終點所需的時間改變。因此，研磨終點無法經由研磨時間函數來決定。

一種決定研磨終點的方法是從研磨表面移開基底並且進行測試。例如，基底可轉移到量度站，比如使用輪廓儀或阻抗量測，量測基底層的厚度。若不符合所需的規格，再次將基底載入 CMP 裝置中進一步研磨。這是消耗時間的製程，會降低 CMP 裝置的產能。相對地，量測結果可能顯示過多的材料被移除，使得基底無法使用。

近來，為了偵測研磨終點，已使用原處 (in-situ) 光學監測基底，例如使用干涉儀或反射儀。

不幸地是，由光學監測系統產生的訊號雜音可能使得其難以決定適當的終點。

發明目的及概述：

在其中之一觀點，本發明提供一種用於化學機械研磨操作之電腦實行終點偵測法。在此方法中，儲存一第一終點基準，用於第一終點基準之一第一時間窗口以及一第二終點基準。從一研磨偵測系統接收一訊號，並且監測用於第一終點基準之訊號。若在第一時

五、發明說明()

間窗口未偵測到第一終點基準，在一預設的研磨時間停止研磨。另一方面，若在第一時間窗口偵測到第一終點基準，監測用於第二終點基準之訊號，並且若偵測到第二終點基準則停止研磨。

本發明之實施可包括一個或多個下列特徵。可儲存用於第二終點基準之第二時間窗口，若在第二時間窗口之前偵測到第二終點基準，可在預定研磨時間停止研磨。若未偵測到第二終點基準，可在第二時間窗口終點停止研磨。可儲存一第三終點基準與用於第三終點基準之一第三時間窗口。第三時間窗口可位在第三時間窗口之前。若在第三時間窗口中未偵測到第三終點基準，可在預定的研磨時間停止研磨。可儲存在第一或第二終點基準偵測到的偵測時間。若在第二時間窗口中偵測到第二時間基準，可修改預定研磨時間。若在第一時間窗口偵測到第一終點基準，可修改第一時間窗口。終點偵測系統可光學性地監測基底。研磨操作可研磨在基底上的金屬或介電層。對於複數個連續的基底，在第一時間窗口中偵測到第一終點基準且在第二時間窗口中偵測到第二終點基準之後，可執行終點偵測方法。

在另一個觀點中，本發明提供一種用於化學機械研磨操作之電腦實行終點偵測法。在此方法中，儲存一系列的 N 個終點基準，每個終點基準對應一個時間窗口， N 等於或大於 2。從一研磨終點偵測系統接收

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

一訊號，並且監測用於此系列之終點基準之訊號。在對應的時間窗口中決定是否偵測到一終點基準，且若在對應的時間窗口中偵測到終點基準，監測系列中用於下一個終點基準的訊號。反覆疊代決定於監測步驟，直到對應的時間窗口中未偵測到研磨基準之一或在對應的時間窗口中偵測到最後的終點基準。若是前者，在預定研磨時間停止研磨。若是後者，根據最後終點基準偵測停止研磨。

在另一個觀點中，本發明提供一種化學機械研磨的方法。在此方法中，攜帶一基底與一研磨表面接觸，並且在基底與研磨表面之間造成相對移動。儲存一第一終點基準，用於第一終點基準之一第一時間窗口，以及一第二終點基準。從一光學監測系統接收一訊號，並且監測用於第一終點基準之訊號。若在第一時間窗口未偵測到第一終點基準，在一預定研磨時間停止研磨。另一方面，若在第一時間窗口中偵測到第一終點基準，監測用於第二終點基準之訊號且當偵測到第二終點基準時停止研磨。

在另一個觀點中，本發明提供一種化學機械研磨方法。在此方法中，攜帶一基底與一研磨表面接觸，並且在基底與研磨表面之間造成相對移動。儲存複數個終點基準，複數個時間窗口，以及一預定研磨時間。每個終點基準對應於時間窗口之一。監測來自用於終點基準之一終點偵測系統之一訊號。儲存偵測到

五、發明說明()

終點基準的次數。在預定研磨時間之一或偵測到最後一個終點基準之後停止研磨。根據至少偵測到的終點基準次數的其中之一，調整至少預定研磨時間與時間窗口之一。

本發明之實施可包括一個或多個下列特徵。調整步驟可包括設定預定研磨時間等於最後一個終點基準偵測到的時間。調整步驟可包括設定預定研磨時間等於複數個基底中最後一個終點基準偵測到的時間的平均值。調整步驟可包括根據相對於時間窗口之一終點基準之一偵測時間設定一時間窗口。設定步驟可包括從偵測時間與一邊界值計算一起始時間與終點時間。邊界值可為一預設的百分比或是由兩個終點基準之偵測時間之一差值決定。對於複數個連續基底，調整步驟在相對時間窗口中所偵測到的每一個終點基準之後執行。

在另一個觀點中，本發明提供一種化學機械研磨系統。此系統具有一研磨表面；一負載頭，握住一基底與該研磨表面接觸；一馬達，耦接到研磨表面與負載頭之一，產生研磨表面與基底之間的相對移動；一終點監測系統；以及一控制器。架構控制器用以儲存一第一終點基準，用於第一終點基準之一第一時間窗口以及一第二終點基準；用以從監測系統接收一訊號；用以監測用於第一終點基準之訊號；若在第一時間窗口中未偵測到第一終點基準，用在一預定研磨時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

間停止研磨；以及若在第一時間窗口中偵測到第一終點基準，用以監測用於第二終點基準之訊號並且當偵測到第二終點基準時停止研磨。

本發明之實施可包括一個或多個下列特徵。終點監測系統可在研磨期間導引光束撞擊基底表面。架構控制器來儲存用於第二終點基準之第二時間窗口。若在第二時間窗口之前偵測到第二終點基準，架構控制器在預定研磨時間停止研磨。若未偵測到第二終點基準，架構控制器在第二時間窗口之終點停止研磨。

在另一個觀點中，本發明提供一種用於化學機械研磨操作之電腦實行終點偵測法。在此方法中，儲存一第一基準，用於第一基準之一第一時間窗口以及一第二基準。從一研磨偵測系統接收一訊號，並且監測用於第一基準之該訊號。若在第一時間窗口未偵測到第一基準，在一預定研磨時間改變化學機械研磨操作之一研磨參數。若在第一時間窗口偵測到第一基準，監測用於第二基準之訊號，並且若偵測到第二基準則改變研磨參數。

在另一個觀點中，本發明提供一種用於化學機械研磨操作之電腦實行終點偵測法。儲存一終點基準與用於終點基準之一時間窗口。從一研磨終點偵測系統接收一訊號，並且監測用於終點基準之訊號。若在時間窗口之前偵測到終點基準，在一預定研磨時間停止研磨。若在時間窗口中偵測到終點基準，當偵測到該

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

點基準時停止研磨。

本發明之實施可包括下列特徵。若在時間窗口終點之前未偵測到終點基準，更包括在時間窗口終點停止研磨。

本發明之實施可包括一個或多個下列可能優點。終點偵測可能更堅固且不易失敗。若光學終點偵測器失效，可在合理的精確度下停止研磨。終點偵測技術可同時應用到金屬與氧化物研磨。可降低基底過度研磨，並且增加產能。

本發明之其他特徵與優點顯見於下列敘述，包括圖示與專利申請範圍。

圖式簡單說明：

在下列詳細敘述中配合相關圖示以完全了解本發明。強調的是，基於一般的訓練，圖示的各個特徵並未依比例繪製。相反地，為了清楚任意地擴大或縮小各個特徵的尺寸。圖示包括下列各圖：

第 1 圖為化學機械研磨裝置的爆炸透視圖。

第 2 圖為化學機械研磨裝置具有光學反射量測器之側視圖。

第 3 圖為處理中晶圓的側視剖面示意圖，簡單繪示雷射光束撞擊且從基底反射。

第 4 圖繪示負載投下雷射的路徑。

第 5 圖為任意強度單位下從光學監視系統量測強度之

五、發明說明 ()

示意圖。

第 6 圖為基底之反射強度軌跡與時間的關係圖。

第 7 圖繪示由終點偵測系統執行之起始製程的流程圖。

第 8 圖為一種藉由終點偵測系統執行之可適性終點偵測法的流程圖。

第 9 圖為另一種藉由終點偵測系統執行之可適性終點偵測法的流程圖。

圖號對照說明：

10	基底	12	下層絕緣層
14	下層	16	層
20	CMP 裝置	22	研磨站
23	傳送站	24	臺板
25	中心轉軸	26	孔洞
28	調節裝置	30	研磨墊
32	底層	34	覆蓋層
36	透明窗口	38	研漿
39	手臂	40	光學監測系統
42	光束	44	光源
46	偵測器	48	電腦
49	輸出元件	56	光束
60	旋轉裝置	62	中心支柱
64	旋轉裝置軸	66	支撐盤

五、發明說明()

68	蓋子	70	負載頭系統
74	負載器驅動軸	76	轉動馬達
80	負載頭	81	中心軸
82	彈性薄膜	84	護環
86	反應室	88	反射下表面
120	掠過路徑		
160	位置感測器	162	標籤

發明詳細說明：

請參照第 1 圖與第 2 圖，可藉由 CMP 裝置 20 研磨一個或多個基底 10。類似的研磨裝置 20 的敘述可在美國專利第 5,738,574 號發現，並且在此包含於本文中。研磨裝置包括一系列的研磨站 22 與傳送站 23。傳送站 23 傳送在負載頭與負載裝置之間的基底。

每個研磨站包括可轉動臺板 24，其上放置有研磨墊 30。第一與第二站可包括一個雙層研磨墊，其具有堅硬耐磨的外部表面，或是具有嵌入研磨顆粒之固定研磨物的墊子。最後的研磨站可包括相對較軟的墊子。每個研磨站亦可包括一研磨墊調節裝置 28，維持研磨墊的調節，使其能夠有效地研磨基底。

雙層研磨墊 30 通常具有底層 32，鄰接於臺板 24 的表面，以及用於研磨基底 10 的覆蓋層 34。覆蓋層 34 通常比底層 32 硬。然而，某些墊子只具有覆蓋層

五、發明說明()

且沒有底層。覆蓋層 34 可由開口的細胞海綿狀的胺基甲酸酯或是具有溝槽的片狀胺基甲酸酯所構成。底層 32 可由濾去胺基甲酸酯之壓酸的毛布纖維所構成。雙層研磨墊(具有 IC-1000 構成的覆蓋層與 SUBA-4 構成的底層)可由 Rodel, Inc., of Newark, Delaware 獲得(IC-1000 與 SUBA-4 為 Rodel, Inc. 的產品名)。

可旋轉的多頭旋轉裝置(carousel)60 由中心支柱 62 所支撐，且藉由旋轉裝置馬達組(未顯示)依旋轉裝置軸 64 在其上旋轉。中心支柱 62 支撐旋轉裝置支撐盤 62 與蓋子 68。旋轉裝置 60 包括四個負載頭系統 70。中心支撐 62 允許旋轉裝置馬達轉動旋轉裝置支撐盤 66，且運轉負載頭系統以及依旋轉裝置軸 64 附加的基底。三個負載頭系統接收且握住基底，且藉由將其壓向研磨墊來進行研磨。此時，負載頭系統之一接收基底並且遞送基底到傳送站 23。每個負載頭系統包括一個負載器或是負載頭 80。負載器驅動軸 74 連接負載頭轉動馬達 76(由移除四分之一的蓋子 68 顯示)到每個負載頭 80，使得每個負載頭可以獨立地依照其轉軸進行旋轉。此外，每個負載頭 80 獨立地在形成於旋轉裝置支撐盤 66 中的輻射狹槽側面震盪。負載頭 80 執行數個機械功能。通常，負載頭握住基底向研磨墊，甚至傳遞向下壓力經過基底的背部表面，從驅動軸傳送力矩到基底，並且確定基底在研磨操作期間不會從負載頭下滑出。

五、發明說明 ()

負載頭可包括有彈性的薄膜，提供用於基底 10 的固定表面，以及護環 84 以保持基底在固定表面下。反應室 86 的施壓由彈性薄膜 82 在基底對研磨墊施力的大小來定義。護環 84 可由高反射性材質形成，或是其可塗佈反射層以提供反射下表面 88。類似的負載頭 80 之敘述可在 U.S. Patent Application Serial No. 28/861,260, filed May 21, 1997 中發現，並且於此包含於本文中。可藉由研漿供應部件或是結合研漿/沖洗手臂 39 供應含有反應劑(例如用於氧化物研磨的去離子水)之研漿 38 以及化學反應觸媒(例如用於氧化物研磨的氫氧化鉀)可到研磨墊 30 表面。若研磨墊 30 為標準墊，研漿 38 亦可包括研磨顆粒(例如用於氧化物研磨的二氧化矽)。

在操作中，臺板依其中心轉軸 25 旋轉，且負載頭依其中心軸 81 旋轉並且側面移動越過研磨墊的表面。

孔洞 26 形成在臺板 24 中，且在部分研磨墊 30 中形成透明窗口 36 位在孔洞之上。透明窗口 36 的構成可參考 U.S. Patent Application Serial No. 18/689,930, filed August 26, 1996，並於此包括於本文中。放置孔洞 26 與透明窗口 36 使得臺板轉動部分期間，不論負載頭的轉動位置，其可以看到基底 10。

光學監測系統 40，其作用如同反射儀或干涉儀，固定在臺板 24，通常在孔洞 26 下方，並且隨臺板旋

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

轉。光學監測系統包括光源 44 以及偵測器 46。光源產生光束 42，穿過透明窗口 36 以及研漿 38(見第 3 圖)，撞擊到基底 10 的暴露表面。例如，光源 44 可以是雷射光，且光束 42 可以是準直的雷射光束。雷射光束 42 可以從雷射 44 以相對於基底 10 表面垂直軸的角度 α 投射，即以相對於軸 25 與 81 的角度 α 。此外，若延長孔洞 26 與窗口 36，可在光束路徑中配置光擴大器(未繪示)，沿著窗口的延長軸擴大光束。可連續地操作光束 44。可替代地，當孔洞 26 鄰近於基底 10 時，在一段時間中，雷射啟動產生雷射光束 42。

CMP 裝置 20 可包括位置感測器 160，比如光遮斷器，當窗口 36 接近基底時進行感測。例如光學遮斷器可以固定在負載頭 80 的相對固定位置。標籤 162 附著於臺板的週緣。選擇標籤 162 的附著點與長度，當窗口 36 掠過基底 10 下方，使其遮斷感測器 160 的光學訊號。在窗口掠過負載頭 80 下方一段時間之前或之後，標籤 162 亦可遮斷光學訊號。

操作時，CMP 裝置 20 使用光學監測系統 40 決定從基底表面移除材料的量，或是決定基底何時變得平坦。可連接一般程式化數位電腦 48 到雷射 44、偵測器 46 以及感測器 160。可對電腦 48 進行編程，藉以當基底約略在窗口上時啟動雷射，從偵測器儲存量測強度，在輸出元件 49 上顯示量測強度，排序量測強

五、發明說明 ()

度到輻射範圍中，以及應用終點偵測邏輯到量測訊號以偵測研磨終點。

請參照第 3 圖，基底 10 可包括矽晶圓 12，以及半導體、導電或絕緣層 16 位在圖案化的下層 14 之上，下層 14 可以是半導體、導體或是絕緣層，其具有不同的折射率或反射率。當研磨具有不同反射率或折射率之基底的不同部分時，從偵測器 46 的輸出訊號會隨時間改變。例如，若是磨掉金屬層暴露出氧化層或氮化層，從頂部與底部表面的反射可產生變化的干涉訊號。偵測器中隨時間改變的輸出訊號可參照為原處反射量測軌跡(或更簡單稱為反射軌跡)。如下討論，可使用此反射軌跡決定金屬層研磨操作的終點。

請參照第 4 圖，結合臺板的轉動與負載頭的線性掃過，導致窗口 36(以及雷射光束 42)以掠過路徑 120 掠過負載頭 80 的底部表面。請參照第 5 圖，當雷射光束掠過基底，光學監測系統 50 產生一系列的量測強度 I_1 、 I_2 、 I_3 、...、 I_N (數字 N 隨每次掠過而改變)。光學監測系統 40 的樣品速率 F (產生量測強度的速率)可約為 500 至 2000 赫茲(Hz)，或是更高，對應於取樣週期約在 0.5 與 2 毫秒之間。

每次窗口掠過基底下，電腦 48 從一系列的量測強度 I_1 、 I_2 、 I_3 、...、 I_N 中獲得一個或多個數值。例如，可平均此系列量測強度，產生平均強度 I_{MEAN} 。可替代地，電腦可從系列中獲得最小強度 I_{MIN} ，或是

五、發明說明 ()

最大強度 I_{MAX} 。此外，電腦可產生強度差值 I_{DIF} 等於最大與最小強度之間的差值，即 $I_{MAX}-I_{MIN}$ 。

用於一系列掠過由電腦獲得的一系列數值可儲存在記憶體或是非揮發儲存。請參照第 6 圖，此系列獲得的數值(每次掠過獲得的一個或多個數值)可組成及顯示為量測時間的函數，提供基底之反射率對時間改變的軌跡 60。亦可過濾此時間改變軌跡 60 以移除雜訊。

為了偵測研磨終點，電腦 48 搜尋在時間改變軌跡中一系列的終點基準 62、64 與 66。雖然是繪示三個終點基準，三個亦可調整為一個或二個終點基準，或是四個或多個終點基準。每個終點基準可包括一個或多個終點條件。可能的終點條件包括局部最大值或最小值，斜率的改變，或是強度或斜率中的臨界值，或是其結合。通常藉由研磨機台的操作，經由實驗、來自測試晶圓之終點軌跡的分析以及光學模擬，設定終點基準。例如，當研磨氧化物期間監測反射率軌跡，若電腦 48 偵測到第一最大值 62、最小值 64 以及隨後的第二最大值 66，操作者可指示研磨機台終止研磨。通常，當偵測到最後的終點基準時，停止研磨操作。可替代地，在偵測到最後的終點基準之後，持續研磨一段預設的時間，然後才停止。

不幸地是，在某些情況下，對於電腦 48 偵測終點基準，來自光學偵測器的訊號可能太弱或是雜訊過

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

多。此外，過弱或是吵雜的訊號可能導致終點基準的錯誤偵測(假的訊號)。而且，因為研漿濃度改變，有缺陷的晶圓，或是類似情況，使此研磨操作無法進行。結果，從光學偵測器獲得的訊號不同於期望的反射軌跡，使終點基準無法正比與基底的研磨。在這些情況下，電腦 48 會無視於終點基準，並且依照總預定研磨時間取代終點研磨。終點研磨步驟 100 的詳細敘述將參照下列在第 7 圖與第 8 圖中的流程圖。首先，在電腦記憶體或非揮發性儲存裝置中儲存一系列的終點基準(例如，區域最小或最大，斜率的改變，臨界值)。此外，每個終點基準對應有一個時間窗口。例如，終點基準 62 對應於第一時間窗口 T_{start1} 到 T_{end1} ，終點基準 64 對應於第二時間窗口 T_{start2} 到 T_{end2} ，且終點基準 66 對應於第三時間窗口 T_{start3} 到 T_{end3} (見第 6 圖)。時間窗口開始可經由實驗或理論分析設定，假設正常研磨操作下，何時發生終點基準。

請參照第 7 圖，終點偵測步驟可包括起始步驟 100。簡單地說，起始步驟需要一連串連續設定數字的基底，例如五個或多個基底，以成功地使用光學監測系統研磨。直到起始步驟完成，根據成功的光學監測系統或是最大研磨時間停止研磨。在完成起始步驟之後，啟動適當的終點偵測步驟。

在起始步驟 100 中，啟動記數器 m (步驟 102)，且將第一終點基準及對應的時間窗口 T_{start1} 與 T_{end1} 載

五、發明說明()

入電腦 48 中(步驟 104)。開始研磨基底(步驟 106)，並且電腦啟動計時器，量測對基底總共經過的研磨時間。在研磨期間，設定電腦偵測載入的終點基準或是研磨窗口的終點。若在起始時間窗口 $T_{start}(n)$ 之前，電腦偵測終點基準，或是在終點基準之前，若計時器到達時間窗口的終點 $T_{end}(n)$ ，電腦切換到計時研磨並且停止依照光學監測系統停止研磨(步驟 112)。若電腦在時間窗口中偵測到終點基準，載入下一個終點基準(步驟 114)。若光學監測系統在對應的時間窗口中偵測到每一個終點基準，當偵測到最後一個研磨基準時停止研磨操作(步驟 116)，並且增加記數器 m (步驟 108)。另一方面，若未偵測到任何終點基準，在最大研磨時間 T_{max} 停止研磨(步驟 120)，並且重設計數器 m 為零(步驟 122)。在另一情況，然後進行下一個基底研磨(步驟 124)。當記數器到達預定的數字(步驟 126)，例如，五個或多個，啟動下列適合的終點偵測步驟 150(步驟 128)。

第 8 圖繪示適當的終點偵測步驟 150。首先，將第一終點偵測與對應的時間窗口 $T_{start}(1)$ 與 $T_{end}(1)$ 載入電腦 48(步驟 152)。預定的研磨時間 $T_{default}$ 亦載入電腦中。開始研磨基底(步驟 154)，並且電腦開啟計時器，量測對基底總共經過的研磨時間。在研磨期間，設定電腦偵測載入的終點基準或是用於終點基準之時間窗口的終點 $T_{end}(n)$ 。

五、發明說明 ()

若在時間窗口期間偵測到終點基準，即在起始時間 $T_{start}(n)$ 之後(步驟 156)，但在終點時間 $T_{end}(n)$ 之前(步驟 160)，然後終點基準偵測到的時間 $T_{detect}(n)$ 可儲存在電腦中，稍後用於調整時間窗口(步驟 162)。若在系列中留有終點基準，然後將下一個終點基準以及對應的時間窗口載入電腦中(步驟 166)，並且設定電腦偵測新的載入終點基準或是終點時間 $T_{end}(n)$ (回到步驟 156)。另一方面，若此為系列中最後的終點基準，電腦停止研磨操作(步驟 168)。在此情況，最後的偵測時間 T_{detect} 呈現用於基底之總共的研磨時間。

若在對應的時間窗口的起始 $T_{start}(n)$ 之前偵測到終點基準，電腦切換到計時研磨模式(步驟 176)，並且不會依靠光學監測系統。在此模式下，當計時器顯示到達預定的研磨時間 $T_{default}$ ，電腦停止研磨操作(步驟 178 與 174)。

若在終點基準偵測到之前停止時間窗口，然後電腦決定此是否為序列中最後的偵測終點(步驟 172)。若其為序列中最後的基準，由於已經到達最大研磨時間 T_{max} ，然後停止研磨(步驟 174)。若其不是最後的基準，電腦切換到計時研磨模式(步驟 176)，並且依照光學監測系統停止研磨。

假設依照計時研磨模式或是最後時間窗口終點 $T_{end}(n)$ 停止研磨操作，然後重設計數器 m 為零，並且以起始步驟 100 開始研磨下一個基底(步驟 184)。

五、發明說明 ()

另一方面，假設研磨操作成功地根據光學偵測終點停止，可調整預定研磨時間 T_{default} 且/或用於終點基準的時間窗口(步驟 180)。在一個實例中，可預定研磨時間等於從最後成功終點終點偵測步驟中總共的研磨時間。

可替代地，電腦可計算成功偵測偵測步驟終止，用於預定數目(例如五個到十個)之研磨操作的運作平均時間。在此情況下，電腦可設定預定研磨時間等於此運作平均時間。此允許預定研磨時間根據成功的終點偵測步驟調整研磨參數的改變，例如研磨墊的磨損以及是否使用研漿。然後下一個基底可以依照適當的終點偵測步驟 150 進行研磨(步驟 102)。

用於終點基準的時間窗口亦可以調整。新的時間窗口可根據先前一個或多個成功的終點偵測步驟之偵測時間來計算。例如起始與終點時間的計算可從偵測時間 T_{detect} 加上或減去一個邊界值，例如 10%。可預設此邊界值或是使用偵測時間之間的差值改變此邊界值。例如，若差值 $T_{\text{detect}1} - T_{\text{detect}2}$ 增加，可增加邊界值，使得起始與終點時間之間的窗口亦增加。

請參照第 9 圖，其繪示一種替代適用的終點偵測步驟 200。此終點偵測步驟類似適合的終點偵測步驟 150，但是其持續搜尋光學監測系統之終點，甚至是在光學監測系統失效之後。若研磨情況相對地穩定且監測系統的基本困難為不明顯的雜訊，則此終點偵測

五、發明說明 ()

步驟為適當的。

首先，將第一終點基準以及對應的時間窗口 $T_{start}(1)$ 與 $T_{end}(1)$ 載入電腦 48 中 (步驟 152')。預定研磨時間 $T_{default}$ 亦載入電腦中。開始基底研磨 (步驟 154')，並且電腦啟動計時器以量測用於基底總共經過的研磨時間。在研磨期間，依照預定研磨時間 $T_{default}$ ，或是用於終點基準之時間窗口終點 $T_{end}(n)$ ，設定電腦以偵測載入的終點基準 (步驟 202)，以及若此非最後終點基準 (步驟 204)，然後載入最後終點基準 (步驟 166')。若此為最後終點基準，將此研磨系統切換到計時研磨模式以偵測預定時間 $T_{default}$ (步驟 206)，並且根據預定時間 $T_{default}$ 的到達而停止研磨 (步驟 174')。若在起始時間 $T_{start}(n)$ 之前未偵測到終點基準，但是在偵測到終點基準之前偵測到預定時間 $T_{default}$ (步驟 208)，然後根據預定研磨時間 $T_{default}$ 停止研磨 (步驟 174')。若在偵測到終點基準之前到達時間窗口的終點 $T_{end}(n)$ (步驟 212)，且若此不是最後終點基準 (步驟 214)，然後載入下一個終點基準 (步驟 166')。若在偵測到終點基準之前到達時間窗口的終點 $T_{end}(n)$ ，且此為最後的終點基準，根據最後時間 $T_{end}(n)$ 停止研磨 (步驟 174')。若在研磨窗口中偵測到研磨終點 (步驟 218)，然後儲存偵測到終點的時間 T_{detect} (步驟 168')，並且可調整研磨窗口的起始與終點時間 $T_{start}(n)$ 與 $T_{end}(n)$ 以及預定的研磨時間 (步驟

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

180')。若此為最後終點基準(步驟 220)，然後停止研磨。當研磨停止，可使用適合的終點偵測步驟 200 或是起始步驟 100，開始處理新的基底(步驟 182'與 184')。

在發明概述中，藉由使用此終點偵測方法，在正常的研磨情況以及使用良好的反射率訊號下，正常藉由光學偵測系統觸發終點。然而，或任何終點基準不落在期望的時間範圍中，此顯示研磨操作為不正常或是光學監測系統失效，例如因為訊號太弱或是太多雜訊。在此情況下，在預定研磨時間下觸發終點。由於預定終點時間可根據成功的終點偵測操作的研磨時間調整，終點偵測方法可補足 CMP 裝置隨時間在研磨條件上的改變。事實上，在適當的終點偵測步驟 150 中，通常只有在基底需要過度研磨的情況下，除了最後的終點基準，所有的終點基準都會成功地偵測。在此情況下，研磨操作在最大研磨時間 T_{max} 停止。

當然，還有多種可能的演算法執行第 4-6 圖之流程圖中的邏輯。例如可以不同的順序執行步驟，若光學監測系統失效無法偵測終點基準之一，其最後結果在預定的研磨時間觸發終點(不同於簡單的最大研磨時間)。再次計算預定時間或是時間窗口並不需要馬上執行，可以延遲，例如直到其他基底研磨完之後。

給定平均、最小、最大以及不同的強度軌跡，可實行終點偵測演算之多種組合變化。對於每一種軌跡

五、發明說明 ()

可形成各別的終點基準(例如根據區域最小或最大、斜率或是臨界值),且用於各種軌跡之終點情況可以結合布魯克林邏輯(Boolean logic)。對於複數個在基底上之輻射範圍亦可行成強度軌跡。用於複數個輻射範圍之強度軌跡的產生在 U.S. Application Serial No. 09,184,767, filed November 2, 1998 中亦有討論,並於此包含於本文中。

亦可使用終點基準觸發在研磨參數上的改變。例如,當光學監測系統偵測到第二終點基準, CMP 裝置可改變研漿組成(例如,從高選擇性研漿到低選擇性研漿)。在此實施中,可能有對應於每個終點基準之預定時間 $T_{\text{default}}(n)$, 其研磨參數會改變。這些預定時間 $T_{\text{default}}(n)$ 作用如同用於研磨終點之預定時間 T_{default} 。特別是,在正常操作下,依照對應的終點基準觸發研磨參數的改變。然而,若光學研磨系統失效,在對應的預定時間 $T_{\text{default}}(n)$ 可觸發研磨參數的改變。接著上述的實例,若在第一時間窗口未偵測到第一終點基準,或若在第二時間窗口之前未偵測到第二終點基準,然後在預定時間 $T_{\text{default}}(2)$ 可觸發研漿組成的改變。若正常偵測到第一終點基準,但卻未偵測到第二終點基準,可在第二時間窗口之終點 $T_{\text{end}}(2)$ 觸發研漿組成的改變。然而,若在個別的時間窗口中分別偵測到第一與第二終點基準,在第二終點基準的偵測將觸發研磨參數的改變。

五、發明說明()

雖然已經敘述一種用於氧化物研磨操作之干涉訊號的實例，終點偵測製程亦可應用在其他的研磨操作，比如金屬研磨，以及其他的光學監測技術，比如反射儀、分光計以及橢圓儀(ellipsometry)。此外，雖然本發明已敘述一種光學監測系統，本發明之原理亦可亦用至其他化學機械研磨終點監測系統，比如電容、馬達電流或是摩擦監測系統。

本發明已敘述一個較佳實施例。然而，本發明並不限定於實施例中所述。甚至，本發明之範圍依申請專利範圍所界定。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

化學機械研磨的可適性終點偵測法

攜帶一基底的表面與一研磨墊接觸之一種裝置及其方法。藉由光學終點偵測系統導引光束撞擊基底的表面。監測從光學終點偵測系統之一訊號，且若在第一時間窗口中未偵測到第一終點基準，在預定研磨時間停止研磨。若在第一時間窗口偵測到第一終點基準，監測用於第二終點基準之訊號，若偵測到第二終點基準時停止研磨。

英文發明摘要(發明之名稱:)

ADAPTIVE ENDPOINT DETECTION
FOR CHEMICAL MECHANICAL POLISHING

An apparatus, as well as a method, brings a surface of a substrate into contact with a polishing pad. A light beam is directed by an optical endpoint detection system to impinge the surface of the substrate. A signal from the optical endpoint detection system is monitored, and if a first endpoint criterion is not detected within a first time window, polishing is stopped at a default polishing time. If the first endpoint criterion is detected within the first time window, the signal is monitored for the second endpoint criterion, and polishing stops if the second endpoint criterion is detected.

六、申請專利範圍

1. 一種用於化學機械研磨操作之電腦實行終點偵測法，至少包含下列步驟：

儲存一第一終點基準，用於該第一終點基準之一第一時間窗口以及一第二終點基準；

從一研磨偵測系統接收一訊號；

監測用於該第一終點基準之該訊號；

若在該第一時間窗口未偵測到該第一終點基準，在一預設的研磨時間停止研磨；以及

若在該第一時間窗口偵測到該第一終點基準，監測用於該第二終點基準之該訊號，並且若偵測到該第二終點基準則停止研磨。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包括儲存用於該第二終點基準之一第二時間窗口。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中若再該第二時間窗口之前偵測到該第二研磨基準，在一預定研磨時間停止研磨。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中若該第二終點基準未被偵測，在該第二時間窗口的終點停止研磨。

5. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，更包括儲存一

六、申請專利範圍

第三終點基準，以及用於該第三終點基準之一第三時間窗口，該第三時間窗口位在該第一時間窗口之前。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之方法，其中若在該第三時間窗口未偵測到該第三終點基準，在一預定研磨時間停止研磨。
7. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，在偵測到該第二終點基準時更包括儲存一偵測時間。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，若在該第二時間窗口中偵測到該第二終點基準，更包括修改該預定研磨時間。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，在偵測到該第一終點基準時更包括儲存一偵測時間。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之方法，若在該第一時間窗口偵測到該第一終點基準，更包括修改該第一時間窗口。
11. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中終點偵測系統光學性監測一基底。

六、申請專利範圍

12.如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其中該研磨操作研磨在該基底上之一金屬層。

13.如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其中該研磨操作研磨在該基底上之一屈電層。

14.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中對於複數個連續的基底，在該第一時間窗口偵測到該第一終點基準且在該第二時間窗口偵測到該第二終點基準之後，執行該終點偵測方法。

15.一種用於化學機械研磨操作之電腦實行終點偵測法，至少包含下列步驟：

a)儲存一系列的 N 個終點基準，每個終點基準對應一個時間窗口，N 等於或大於 2；

b)從一研磨終點偵測系統接收一訊號；

c)監測用於該系列之終點基準之該訊號；

d)在該對應的時間窗口中決定是否偵測到一終點基準；

e)若在該對應的時間窗口中偵測到該終點基準，監測在該序列中用於下一終點基準之該訊號；以及

f)反覆步驟(d)與(e)，直到

i)在該對應的時間窗口中未偵測到該終點基準之一，並且在一預定研磨時間停止研磨，或

六、申請專利範圍

ii) 在該對應的時間窗口中偵測到最後的終點基準，根據該最後終點基準的偵測停止研磨。

16. 一種化學機械研磨的方法，至少包含下列步驟：

攜帶一基底與一研磨表面接觸；

在該基底與該研磨表面之間造成相對移動；

儲存一第一終點基準，用於該第一終點基準之一第一時間窗口，以及一第二終點基準；

從一光學監測系統接收一訊號，該光學監測系統導引一光束撞擊被研磨之該基底之一表面；

監測用於該第一終點基準之該訊號；

若在該第一時間窗口未偵測到該第一終點基準，在一預定研磨時間停止研磨；以及

若在該第一時間窗口中偵測到該第一終點基準，監測用於該第二終點基準之該訊號且當偵測到該第二終點基準時停止研磨。

17. 一種化學機械研磨方法，至少包含下列步驟：

攜帶一基底與一研磨表面接觸；

在該基底與該研磨表面之間造成相對移動；

儲存複數個終點基準，複數個時間窗口，每個終點基準對應於該些時間窗口之一，以及一預定研磨時間；

監測來自用於該終點基準之一終點偵測系統之

六、申請專利範圍

一 訊號；

儲存偵測到該終點基準的次數；

在該預定研磨時間之一或偵測到最後一個終點基準之後停止研磨；以及

根據至少偵測到的終點基準次數的其中之一，調整至少該預定研磨時間與該時間窗口之一。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中若在每個相對的時間窗口偵測到該終點基準則進行該調整步驟。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該調整步驟包括設定該預定研磨時間等於該最後一個終點基準偵測到的時間。

20.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該調整步驟包括設定該預定研磨時間等於複數個基底中該最後一個終點基準偵測到的時間的平均值。

21.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中該調整步驟包括根據相對於時間窗口之一終點基準之一偵測時間設定一時間窗口。

22.如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其中該設定

六、申請專利範圍

步驟包括從該偵測時間與一邊界值計算一起始時間與終點時間。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之方法，其中該邊界值為一預設的百分比。

24. 如申請專利範圍第 22 項所述之方法，其中該邊界值由兩個終點基準之偵測時間之一差值決定。

25. 如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中對於複數個連續基底，調整步驟在相對時間窗口中所偵測到的每一個終點基準之後執行。

26. 一種化學機械研磨系統，至少包含：

- a) 一研磨表面；
- b) 一負載頭，握住一基底與該研磨表面接觸；
- c) 一馬達，耦接到該研磨表面與負載頭之一，產生該研磨表面與基底之間的相對移動；
- d) 一終點監測系統；以及
- e) 一控制器，架構有
 - i) 儲存一第一終點基準，用於該第一終點基準之一第一時間窗口以及一第二終點基準；
 - ii) 從該監測系統接收一訊號；
 - iii) 監測用於該第一終點基準之該訊號；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

iv)若在該第一時間窗口中未偵測到該第一終點基準，在一預定研磨時間停止研磨；以及

v)若在該第一時間窗口中偵測到該第一終點基準，監測用於該第二終點基準之該訊號並且當偵測到該第二終點基準時停止研磨。

27.如申請專利範圍第 26 項所述之裝置，其中該終點監測系統在研磨期間導引一光束撞擊該基底之一表面。

28.如申請專利範圍第 26 項所述之裝置，其中架構該控制器儲存用於該第二終點基準之一第二時間窗口。

29.如申請專利範圍第 28 項所述之方法，其中若在該第二時間窗口之前偵測到該第二終點基準，架構該控制器在一預定研磨時間停止研磨。

30.如申請專利範圍第 28 項所述之方法，其中若未偵測到該第二終點基準，架構該控制器在該第二時間窗口之終點停止研磨。

31.一種用於化學機械研磨操作之電腦實行終點偵測法，至少包含：

六、申請專利範圍

儲存一第一基準，用於該第一基準之一第一時間窗口以及一第二基準；

從一研磨偵測系統接收一訊號；

監測用於該第一基準之該訊號；

若在該第一時間窗口未偵測到該第一基準，在一預定研磨時間改變該化學機械研磨操作之一研磨參數；以及

若在該第一時間窗口偵測到該第一基準，監測用於該第二基準之該訊號，並且若偵測到該第二基準則改變該研磨參數。

一種用於化學機械研磨操作之電腦實行終點偵測至少包含下列步驟：

儲存一終點基準與用於該終點基準之一時間窗口；

從一研磨終點偵測系統接收一訊號；

監測用於該終點基準之該訊號；

若在該時間窗口之前偵測到該終點基準，在一預定研磨時間停止研磨；以及

若在該時間窗口中偵測到該終點基準，當偵測到該終點基準時停止研磨。

如申請專利範圍第 3 項所述之終點偵測方法，若在時間窗口終點之前未偵測到該終點基準，更包

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

括在該時間窗口終點停止研磨。

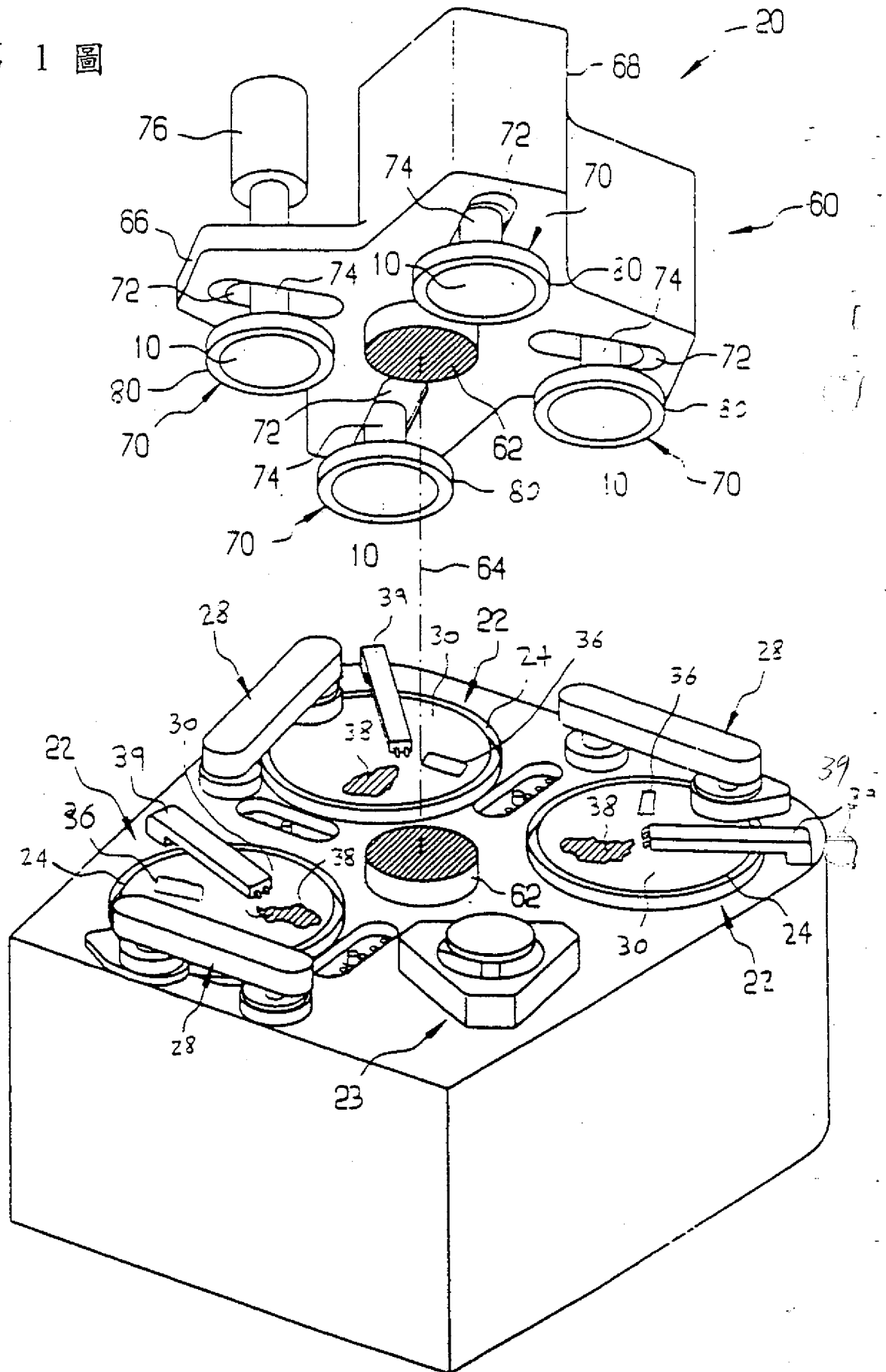
(請先閱讀背面之注意事項，填寫本頁)

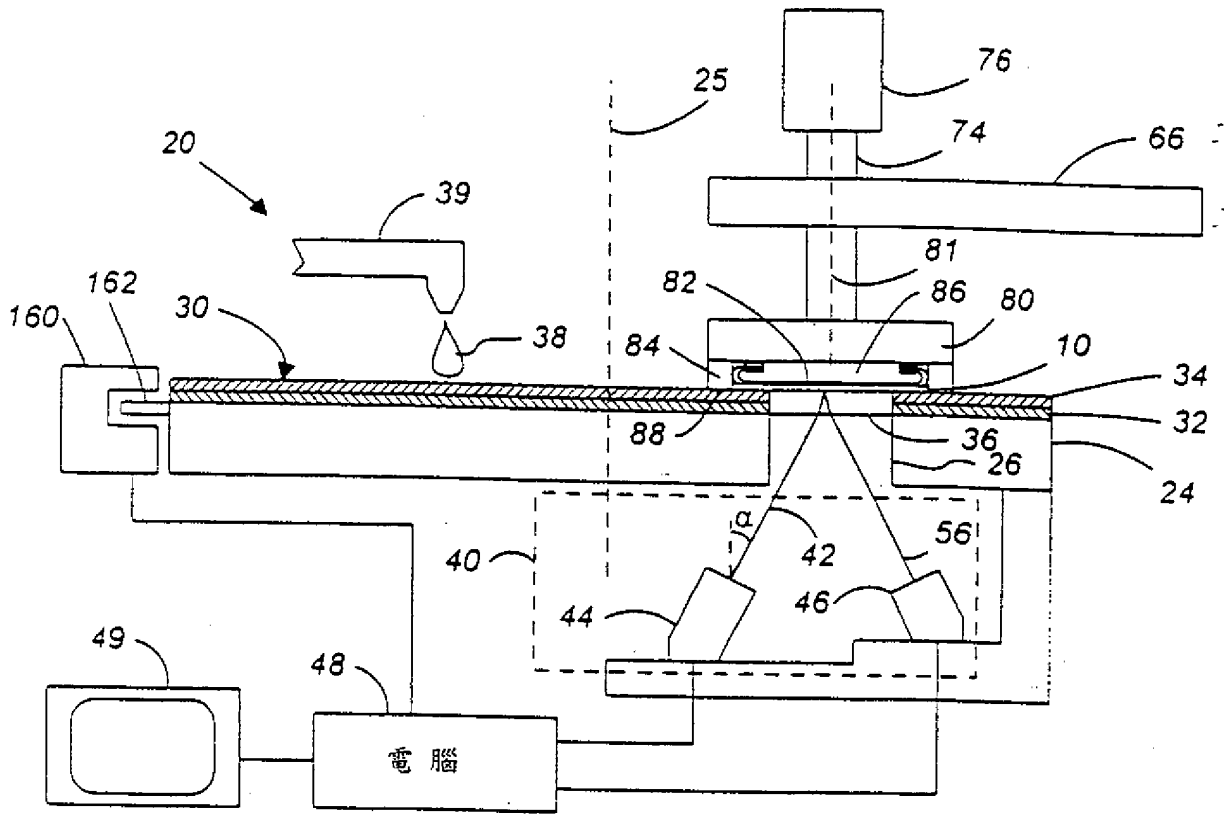
裝

訂

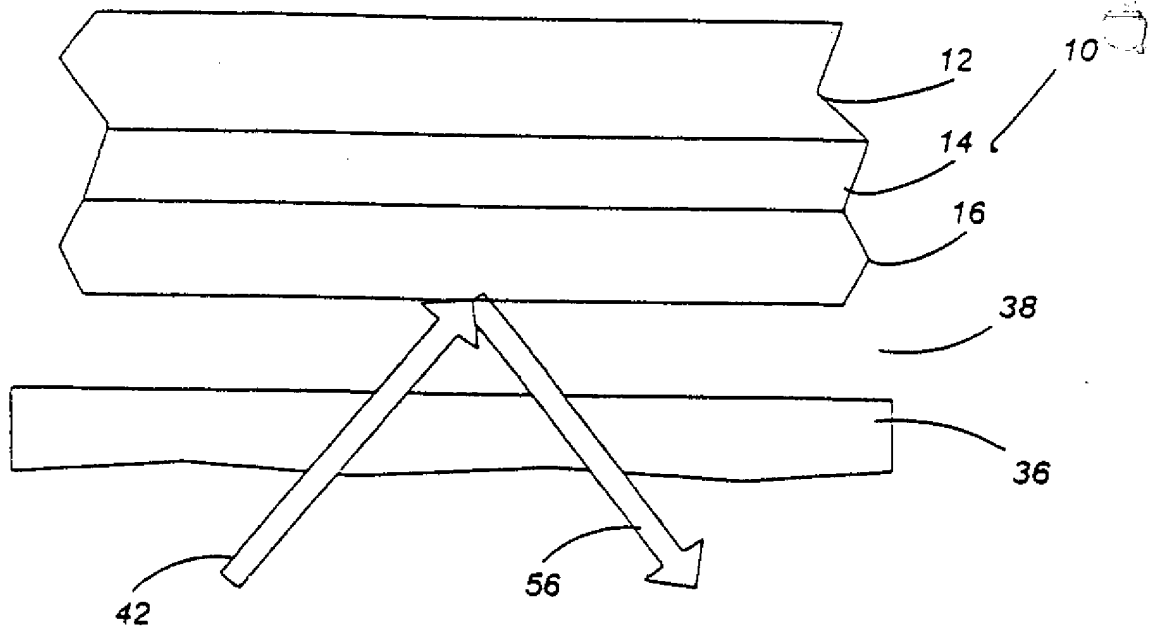
線

第 1 圖

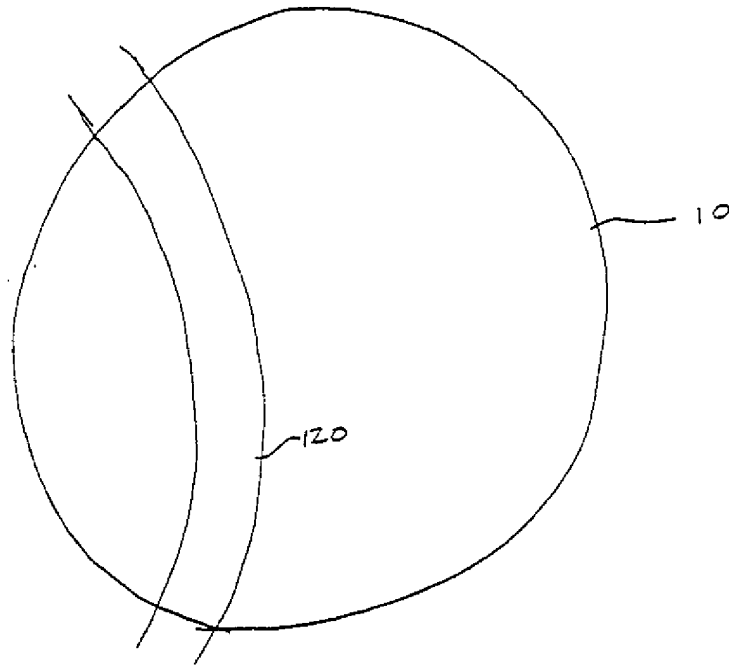




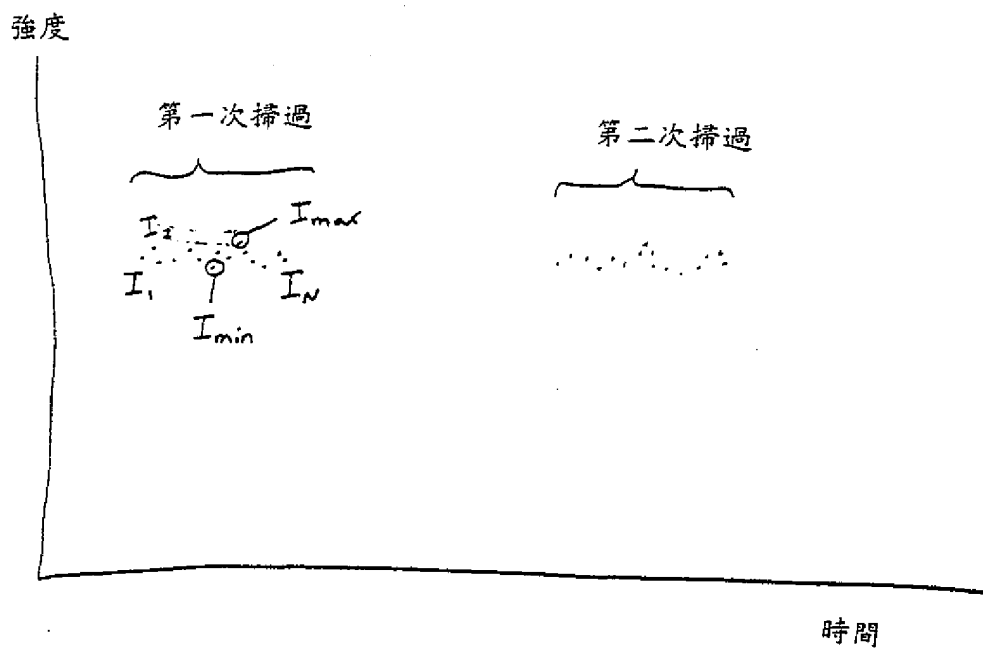
第 2 圖



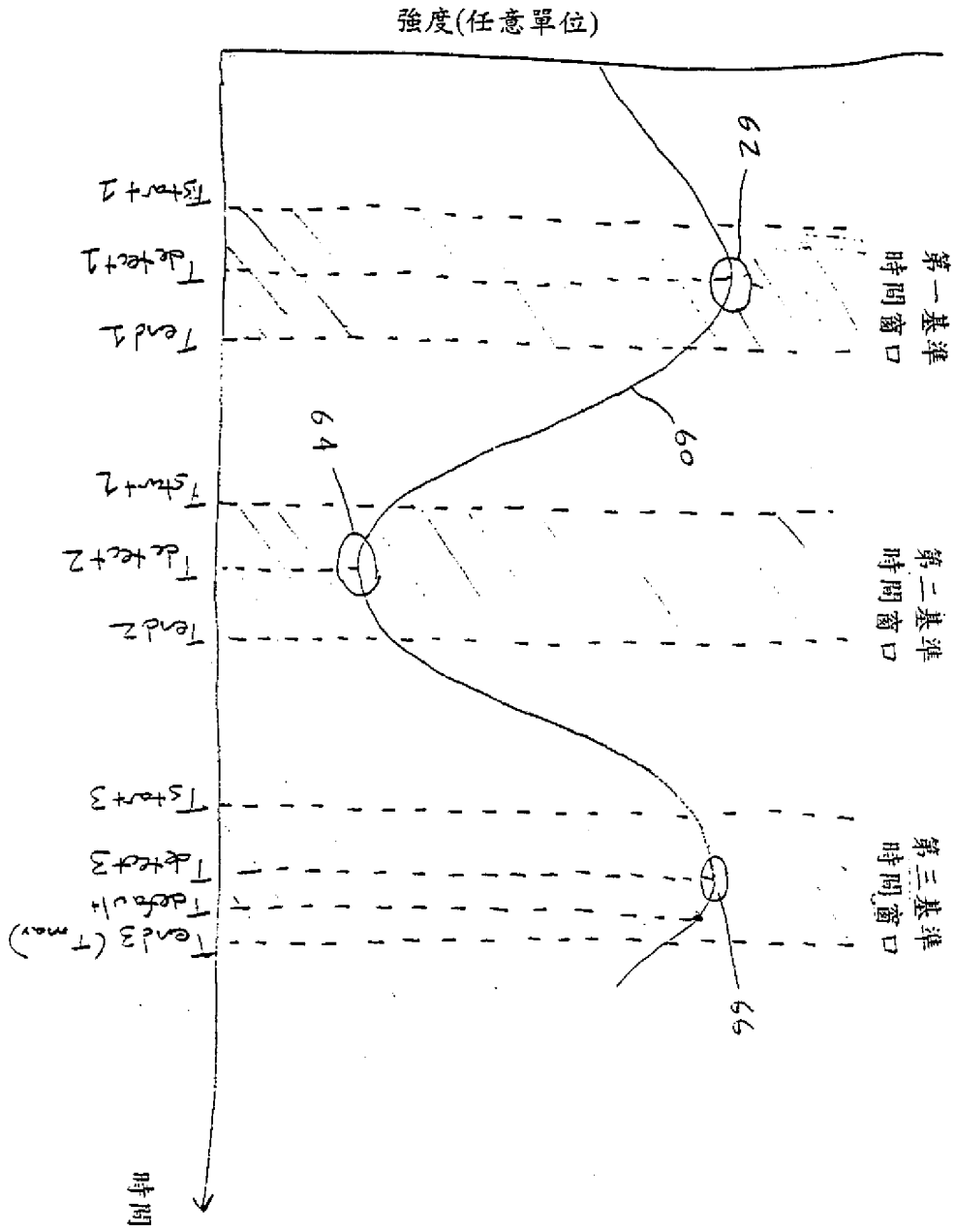
第 3 圖



第 4 圖

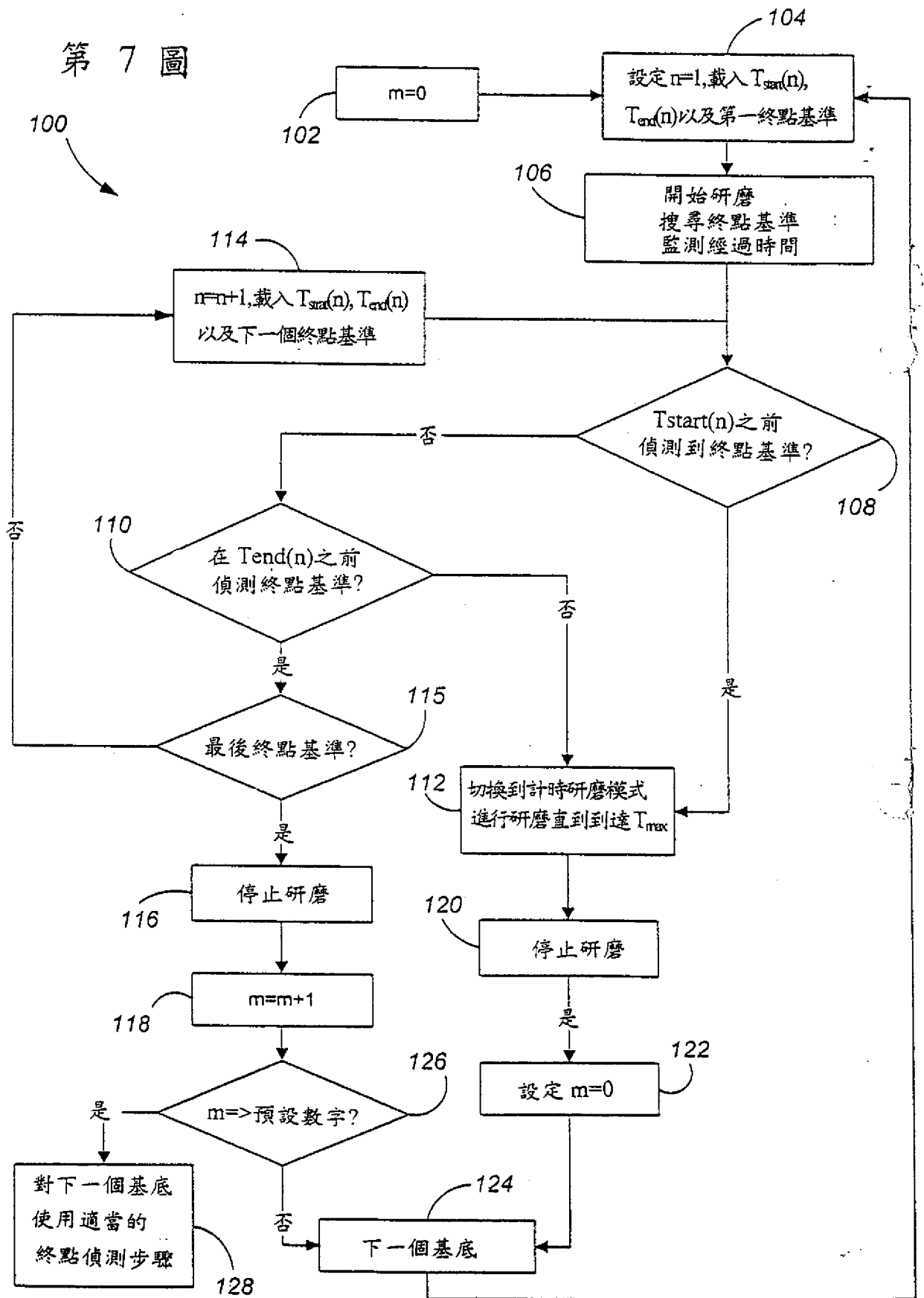


第 5 圖

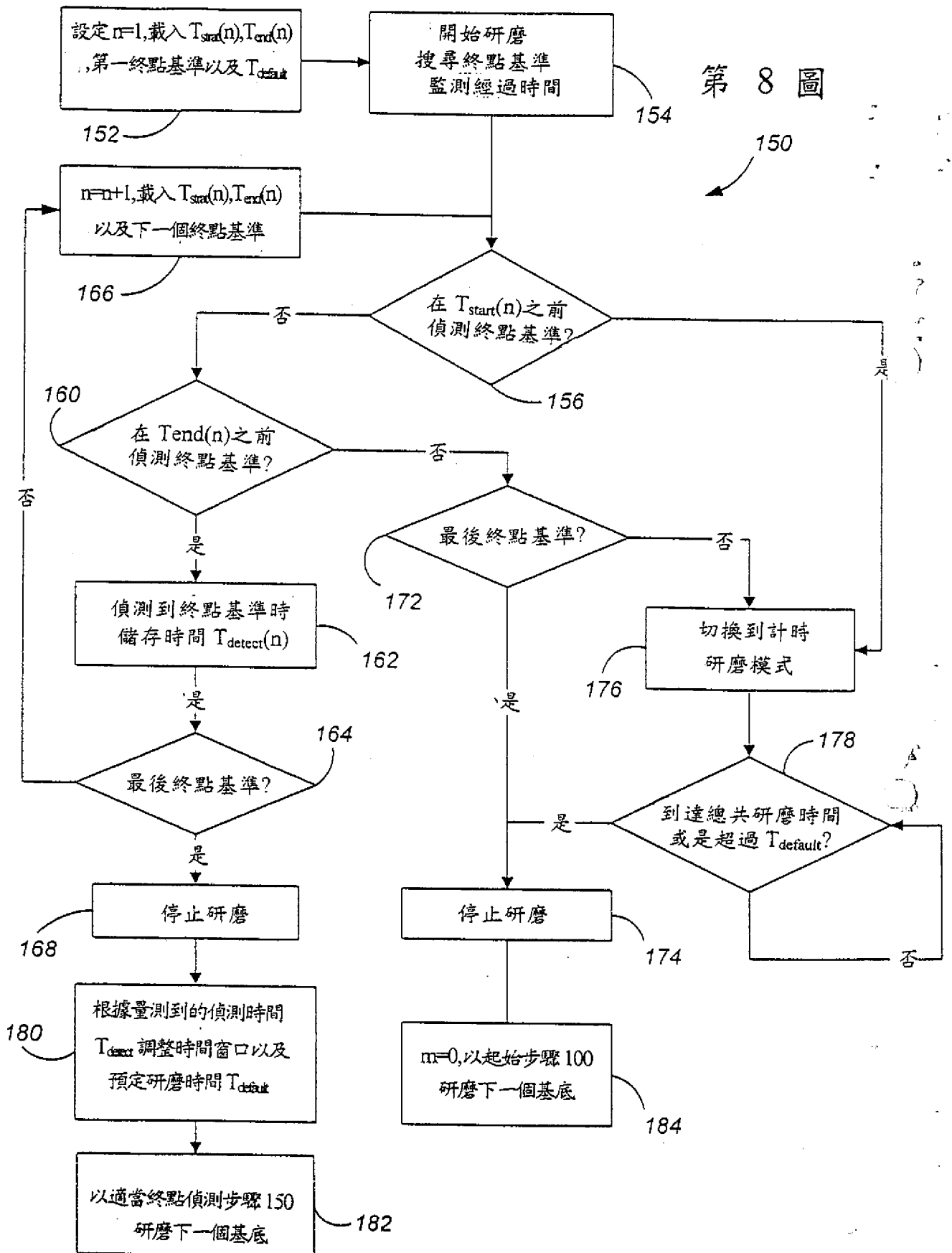


第 6 圖

第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖

