

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：92114567

※申請日期：92-05-29

※IPC 分類：H01L21/02

壹、發明名稱：(中文/英文)

藉由光學發射而決定腔室的乾燥狀態的方法和系統

METHOD AND SYSTEM OF DETERMINING CHAMBER SEASONING
CONDITION BY OPTICAL EMISSION

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商東京威力科創有限公司

TOKYO ELECTRON LIMITED

代表人：(中文/英文)

東 哲郎

TETSURO HIGASHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都港區赤坂五丁目3番6號

3-6, AKASAKA 5-CHOME, MINATO-KU, TOKYO 107-8481 JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

參、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 修 A. 連

HIEU A. LAM

2. 鴻育 于

HONGYU YUE

3. 約翰 舒林納

JOHN SHRINER

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國德州理查森市阿賓頓大道 5808 號

5808 ABINGDON DRIVE, RICHARDSON, TX 75082, U.S.A.

2. 美國德州奧斯汀市加納比爾路 5705 號

5705 JANABYRD LANE, AUSTIN, TX 78479, U.S.A.

3. 美國德州艾倫市羅蒙圓環 1420 號

1420 LOMOND CT. ALLEN, TX 75013, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.

2. 中國 PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

3. 美國 U.S.A.

肆、聲明事項：

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，其日期為： 年 月 日。

本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 美國；2002年05月29日；60/383,603

2.

3.

4.

5.

主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2002年05月29日；60/383,603

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種電漿處理，且更明確地說，係關於一種用以決定一電漿處理系統之乾燥狀態的方法。

【先前技術】

半導體製造業中之積體電路(IC)的生產通常運用電漿以於一電漿反應器之內產生及輔助表面化學反應，該表面化學反應對於自一基板移除材料及沈積材料至一基板是必需的。總而言之，藉由以一所供應之製程氣體將電子加熱至足以維持電離碰撞之能量，於真空狀態下在該電漿反應器之內形成電漿。此外，該等加熱電子可具有足以維持分裂碰撞之能量，且因此，選擇預先確定的狀態(譬如，腔室壓力、氣體流率等)下的氣體之特定集合以產生充電物質及化學反應性物質之集合，該充電物質及化學反應性物質之集合適用於在該腔室之內進行的該特殊製程(譬如，用於從該基板移除材料之蝕刻製程，或用於將材料添加至該基板之沈積製程)。

通常，在電漿處理期間，諸如(舉例而言)在蝕刻應用期間，必需在處理系統維護(意即，腔室清潔、製程工具置換等)之後“乾燥”該電漿處理系統。於開始生產之前，藉由該電漿處理系統來處理若干基板(通常大約一百片晶圓)，以於該腔室內部形成一“乾燥”薄膜，並因此促進接著進行該等基板之可重複製程操作。一般而言，選定要執行該處理之基板的數量為任意高的數量以確保適當“乾燥”；但

是，習慣作法可導致超額成本及時間消耗。

【發明內容】

本發明提供一種電漿處理系統，該系統包括一處理腔室、一電漿源及一偵測系統，其中該偵測系統包括一光偵測裝置及一控制器。該控制器可用於決定該電漿處理系統之乾燥狀態。

本發明另外提供一種決定一電漿處理系統之該乾燥狀態之方法，該方法包括以下步驟：利用該電漿源於該處理腔室中形成一第一電漿；使用該光偵測裝置量測一與自該第一電漿發射之光相關之第一訊號，並使用該控制器儲存該第一訊號；利用該電漿源於該處理腔室中形成一第二電漿；使用該光偵測裝置量測一與自該第二電漿發射之光相關之第二訊號，並使用該控制器儲存該第二訊號；及使該第一訊號和該第二訊號間之改變與該電漿處理系統之乾燥狀態相關聯。

本發明之一目的係，該形成該第一電漿相對應於一第一基板，且該形成該第二電漿之該形成相對應於一第二基板。

本發明之另一目的係，該形成該第一電漿相對應於處理一基板期間的第一段時間，且該形成該第二電漿相對應於處理一基板期間的第二段時間。

本發明之另一目的係，該第一電漿與該第二電漿相同。

本發明另外提供一種用於決定電漿處理系統之乾燥狀態的替代方法，該替代方法包括以下步驟：裝載一基板至該電漿處理系統中；形成一電漿以促進該基板之處理；量測

一與自該電漿發射之光相關之訊號；比較該訊號與一所決定之電漿處理系統目標訊號；及自該訊號與該目標訊號之比較結果來決定該電漿處理系統之乾燥狀態。

本發明另外提供一種用於決定電漿處理系統之乾燥狀態的替代方法，該替代方法包括以下步驟：裝載一第一基板至該電漿處理系統中；形成一電漿以促進該第一基板之處理；量測一與自該電漿發射之光相關之第一訊號，並使用該控制器儲存該第一訊號；卸載該第一基板；裝載一第二基板至該電漿處理系統中；形成一電漿以促進該第二基板之處理；量測一與自該電漿發射之光相關之第二訊號，並使用該控制器儲存該第二訊號；自該第二訊號與該第一訊號來決定一差異訊號；比較該差異訊號與一目標訊號；及自該差異訊號與該目標訊號之比較結果來決定該電漿處理系統之乾燥狀態。

【實施方式】

根據本發明之一實施例，圖1描述一種電漿處理系統1，其包括：一電漿反應器10，其中該電漿反應器包含電漿源12及處理腔室14；及一偵測系統100，其中該偵測系統100包括一光偵測裝置50及一控制器55。將該控制器55耦接至該光偵測裝置50以量測一與自形成於電漿反應器10中之電漿發射之光相關的訊號。此外，該控制器55能夠執行一種用於決定該電漿處理系統1之乾燥狀態的方法，即將對該方法進行說明。

在該圖解實施例中，於圖1描述之電漿處理系統1利用一

用於材料處理的電漿。較佳地，電漿處理系統1包括一蝕刻腔室。或者，電漿處理系統1包括一沈積腔室，諸如(舉例而言)一化學氣體沈積(CVD)系統或一物理氣體沈積(PVD)系統。

根據於圖2描述之本發明之該圖解實施例，電漿處理系統1可包括製程反應器10，該製程反應器具有處理腔室16、基板固持器20(可將一所處理之基板25固定於其上)、注氣系統40及一真空泵系統52。基板25可為(舉例而言)一半導體基板、一晶圓或一液晶顯示器(LCD)。舉例而言，可組態處理腔室16以促進在相鄰於基板25之一表面的處理區域45中產生電漿，其中會藉由所加熱之電子與可電離之氣體間的碰撞來形成電漿。藉由注氣系統40導入一可電離氣體或氣體混合物，並調整該製程壓力。舉例而言，可使用一控制器55來調整該真空泵系統52。較佳地，利用電漿來形成一預先確定之材料製程所特有的材料，並輔助材料沈積至基板25或自基板25之暴露表面移除材料。

舉例而言，可藉由一機械基板傳送系統將基板25穿過一槽閘(未圖示)及腔室饋通器(未圖示)傳送而得以進出處理腔室16，在該機械基板傳送系統中會藉由容納於基板固持器20之內的基板起模頂桿(未圖示)接收基板，並藉由容納於其中的裝置機械地平移基板。一旦自該機械基板傳送系統接收基板25，即將其降至基板固持器20之一上表面。

較佳地(舉例而言)可藉由一靜電箝位系統28將該基板25固定至該基板固持器20。此外，基板固持器20可另外包含

一冷卻系統，該冷卻系統包含一再循環冷卻液流，該再循環冷卻液流自基板固持器20接收熱量並將熱量傳送至一熱交換器系統(未圖示)，或當加熱時，自該熱交換器系統傳送熱量。此外，可藉由一後側氣體系統26將氣體傳遞至該基板之後側，以改良基板25與基板固持器20之間的氣隙熱傳導。當需以升溫或降溫方式來控制該基板之溫度時可利用此一系統。舉例而言，該基板之溫度控制於超過該穩態溫度下有用，由於自該電漿傳遞至該基板25的該熱流通量與藉由傳導至該基板固持器20而自基板25移除的該熱流通量之間的平衡達成該穩態溫度。在其他實施例中，可包含加熱元件，諸如電阻加熱元件、或熱電加熱器/冷卻器。

於圖2中展示，在該圖解實施例中，基板固持器20可(舉例而言)另外當作一電極，藉由該電極將RF(射頻)功率耦接至在處理區域45中之電漿。舉例而言，藉由自RF產生器30之RF功率的傳輸(其穿過阻抗匹配網路32至基板固持器20)，於一RF電壓下向基板固持器20用電力加偏壓。該RF偏壓可用以加熱電子及藉此形成且維持電漿。在該組態中，該系統可如一反應性離子蝕刻(RIE)反應器運轉，其中該腔室及上注氣電極(未圖示)充當地表面。該RF偏壓之一典型頻率的範圍可自1兆赫至100兆赫，且較佳係13.56兆赫。熟悉此項技術者已熟知用於電漿處理之RF系統。

或者，以多頻率將RF功率施加至該基板固持器電極。此外，阻抗匹配網路32用途為藉由最小化該反射功率而得以最大化傳送RF功率到處理室10中之電漿。熟悉此項技術者

已熟知匹配網路拓撲(譬如，L-式， π -式，T-式，等)與自動控制方法。

繼續參考圖2，舉例而言，可透過注氣系統40將製程氣體導入處理區域45。製程氣體可(舉例而言)包含諸如適用於氧化蝕刻應用的氫、 CF_4 及 O_2 ，或氫、 C_4F_8 及 O_2 之氣體混合物，或諸如(舉例而言) $\text{O}_2/\text{CO}/\text{Ar}/\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{O}_2/\text{CO}/\text{Ar}/\text{C}_5\text{F}_8$ 、 $\text{O}_2/\text{CO}/\text{Ar}/\text{C}_4\text{F}_6$ 、 $\text{O}_2/\text{Ar}/\text{C}_4\text{F}_6$ 、 N_2/H_2 之其他化學物質。注氣系統40可包括：一噴頭，其中透過一注氣增壓(未圖示)將製程氣體自一氣體傳遞系統(未圖示)供應至該處理區域45；一系列隔板(未圖示)；及一多孔噴頭注氣板(未圖示)。熟悉此項技術者已熟知注氣系統。

如圖1所述，將一光偵測裝置50耦接至處理腔室16以監測自處理區域45中之該電漿所發射的光。該光偵測裝置50可包含一偵測器，諸如(舉例而言)一(矽)光電二極體或一光電倍增管(PMT)，用以量測自該電漿發射的總光強度。其可另外包括一光學濾波器，諸如(舉例而言)一窄帶干擾濾波器。在一替代實施例中，光偵測裝置50可包括一線性CCD(電荷耦合裝置)或CID(電荷注入裝置)陣列及一散光裝置，諸如(舉例而言)一光柵或一稜鏡。另外，光偵測裝置50可能是一用於量測一給定波長光的單色器(光柵/偵測器系統)或一用於量測該光譜的分光計(其具有一旋轉光柵)，諸如(舉例而言)於美國專利第5,888,337號中所述之裝置。相似地，光偵測裝置50可能是(舉例而言)來自峰感應器系統之一高解析度OES感應器。此一OES感應器具有一跨越該紫外線(UV)、

可見(VIS)及近紅外線(NIR)光譜之較廣光譜。該解析度係約1.4埃，意即，該感應器能夠收集自240至1000奈米的5550種波長。該感應器裝備有高靈敏度微型光纖UV-VIS-NIR分光計，該等分光計依次與2048像素線性CCD陣列整合。該等分光計透過單一或成束光纖來接收所傳輸之光，其中使用一固定光柵將自該光纖輸出之光分散於整個線性CCD陣列。相似於前述組態，藉由一凸球鏡將發射穿過一光學真空窗口之光聚焦於該等光纖之該輸入端。三個分光計(其分別被調諧為一給定光譜範圍(UV、VIS及NIR))形成一處理腔室之感應器。各分光計都包含一獨立A/D轉換器。最後，視該感應器之利用率而定，可每隔0.1至1.0秒記錄一完整發射光譜。

真空泵系統52可(舉例而言)包含一泵速可高達5000升/秒(以上)之渦輪分子真空泵(TMP)及一用於節流調節該腔室壓力之閘閥。在用於乾式電漿蝕刻之習知電漿處理裝置中，通常運用一1000至3000升/秒之TMP。TMP對於低壓處理(其通常低於50毫托)有用。於更高壓力下，該TMP泵速顯著下降。對於高壓處理(意即，高於100毫托)，可使用一機械增壓泵及乾式低真空泵。此外，將一用以監測腔室壓力的裝置(未圖示)耦接至該處理腔室16。該壓力量測裝置可為(舉例而言)628B式Baratron絕對電容壓力計，其可自MKS儀器公司(馬薩諸塞州，安杜佛)購得。

控制器55包括一微處理器、記憶體及一數位I/O埠，其能夠產生足以傳達及啟動到電漿處理系統1的輸入並監測自

電漿處理系統1的輸出之控制電壓。此外，控制器55被耦接至RF產生器30、阻抗匹配網路32、注氣系統40、真空泵系統52、後側氣體傳遞系統26、靜電箝位系統28及光偵測裝置50，並與彼等交換資訊。根據一儲存的製程配方，利用一儲存於該記憶體中之程式來啟動一材料處理系統1之該等前述組件的輸入。控制器55的一個實例係一DELL PRECISION WORKSTATION 530™，其可自得克薩斯州奧斯汀的戴爾公司購得。

於圖3所示之圖解實施例中，該電漿處理系統1除了包括關於圖1與圖2描述之該等組件外，可(舉例而言)另外包括一機械或電力旋轉磁場系統60，以潛在的增加電漿密度及/或改良電漿處理均勻度。此外，將控制器55以通信方式耦接至旋轉磁場60，而得以調節該旋轉速度及磁場強度。熟悉此項技術者已熟知一旋轉磁場之該設計及實施例。

於圖4所示之圖解實施例中，圖1與圖2之該電漿處理系統可(舉例而言)另外包括一上電極70，藉由阻抗匹配網路74可將RF功率自RF產生器72耦接至該上電極70。用於將RF功率施加至該上電極的典型頻率範圍可為自10兆赫至200兆赫，且較佳係60兆赫。另外，用於將功率施加至該低電極的典型頻率範圍可為自0.1兆赫至30兆赫，且較佳係2兆赫。此外，將控制器55耦接至RF產生器72及阻抗匹配網路74，而得以控制將RF功率施加至該上電極70。熟悉此項技術者已熟知一上電極之該設計及實施。

於圖5所示之圖解實施例中，圖1之該電漿處理系統可(舉

例而言)另外包括一感應線圈80，藉由阻抗匹配網路84可將RF功率經過RF產生器82耦接至該感應線圈80。將RF功率自感應線圈80穿過介電窗口(未圖示)感應耦接至電漿處理區域45。用於將RF功率施加至該感應線圈80的典型頻率範圍可為自10兆赫至100兆赫，且較佳係13.56兆赫。相似地，用於將功率施加至該夾頭電極的典型頻率範圍可為自0.1兆赫至30兆赫，且較佳係13.56兆赫。另外，可運用一開槽法拉第遮罩(未圖示)以減少該感應線圈80與電漿之間的電容耦合。此外，將控制器55耦接至RF產生器82及阻抗匹配網路84，而得以控制將功率施加至感應線圈80。在一替代實施例中，當於一變壓器耦合電漿(TCP)反應器中時，感應線圈80可為一與自前述之該電漿處理區域聯繫的“螺旋”線圈或“盤形”線圈。熟悉此項技術者已熟知一誘導耦合電漿(ICP)源及/或變壓器耦合電漿(TCP)源之該設計及實施。

或者，可使用電子迴旋加速器諧振源(ECR)形成該電漿。在另一實施例中，該電漿係形成自一螺旋(Helicon)波的發射。在另一實施例中，該電漿係形成自一擴散表面波。熟悉此項技術者已熟知前述之各電漿源。

使用一如圖1所述之電漿處理系統1，於圖6中覆蓋自二十五(25)次基板運轉之發射光譜，其中該等二十五次基板運轉跟隨一先於該第一基板之腔室清潔進行。各光譜代表一分鐘蝕刻製程之總體平均發射光譜。在該一分鐘蝕刻製程中，每隔三秒鐘取樣發射光譜，直至獲得二十個樣本光譜，

其後，將其依次計算總體平均。一般而言，對在一分鐘蝕刻製程中之發射光譜的目測顯示很少變化。此外，觀測到該運轉到運轉間的變化亦很小，如圖6所示。

但是，對於一些波長而言，可觀測到於發射強度中之實質運轉到運轉間的變化。舉例而言，圖7A至7C分別展示254.21奈米、389.88奈米及519.17奈米之波長下作為一基板數量之函數的發射強度。在各狀況下，該光強度隨基板數量之增加而衰減，並於晶圓數量15與25之間逐漸“變緩”(見圖7A與7B)。如前所述，按照每個應用選擇一特定製程化學物。其中，吾人已知各種化學物類存在，並且可推論所要觀察的發射光譜點，而得以決定一用於決定一電漿處理系統之該乾燥狀態之訊號。一般而言，熟悉光學診斷學及化學者所做之相當乏味之工作可識別令吾人感興趣之光譜區域。但是，另外亦可能利用實驗設計(DOE)技術以建立一用於譯碼之“良好”訊號。

可利用若干準則來決定何時該電漿處理系統1適當的“被乾燥”。舉例而言，當：(1)該所量測之光學訊號降至低於一預先確定之目標訊號之值，或(2)自運轉到運轉間之該所被量測之光學訊號的斜率降至低於某個預先確定值或降至離零斜率之一特定間距之內時，就可決定該電漿處理系統1之乾燥完成。利用於圖7A與7B中展示之該等標準及資料，可得出結論：圖1之該電漿處理系統1於約十五至二十次基板運轉之後“被乾燥”。

但是，在一些狀況下，在該所觀測之訊號中會有無法識

別的改變，因而需要一加強方法以識別一“乾燥”光學訊號。當遇到包含許多變量的資料之大型集合時，常應用多變量分析(MVA)。舉例而言，一種此類MVA技術包含主成份分析(PCA)。在PCA中，可組裝一模型以自大型資料集合擷取一於該多維變量空間中呈現最大變量之訊號。

舉例而言，可組裝於圖6展示之該二十五次基板運轉之一PCA模型。各基板運轉之各光譜包括於在該UV-VIS-NIR光譜(其係使用前述之OES感應器)中的1024種離散波長下之該總體平均發射強度。將一給定基板運轉之各總體平均發射光譜儲存作為一矩陣 \bar{X} 中之一列，且因此，一旦組裝完該矩陣 \bar{X} ，各列代表一不同基板數量，且各行代表一給定波長之一不同發射強度。因此，在該實例中，矩陣 \bar{X} 係一尺寸為 25×1024 ，或更通常為 $m \times n$ 之矩形矩陣。若需要，一旦該資料被儲存於該矩陣中，較佳平均中心及/或標準化該資料。平均中心儲存於一矩陣行中之該資料的製程包含計算出該行元素之平均值並自各元素減去該平均值。此外，可藉由決定該行中之該資料的標準偏差，標準化位於該矩陣之一行中的該資料。

使用該PCA技術，藉由使矩陣 \bar{X} 近似於一更小尺寸之矩陣乘積 $(\bar{T}\bar{P}^T)$ 與一誤差矩陣 \bar{E} 之和來決定矩陣 \bar{X} 內之相關結構，即

$$\bar{X} = \bar{T}\bar{P}^T + \bar{E} \quad (1)$$

其中 \bar{T} 係一概括該等 \bar{X} 變量之計分($m \times p$)矩陣， \bar{P} 係一展示該等變量之影響的負載($n \times p$ ，其中 $p \leq n$)矩陣。

一般而言，可展示該負載矩陣 \bar{P} 為包括 \bar{X} 之協方差矩陣的固有向量，其中可展示該協方差矩陣 \bar{S} 為

$$\bar{S} = \bar{X}^T \bar{X} \quad (2)$$

該協方差矩陣 \bar{S} 係一真實、對稱矩陣，因此可描述其為

$$\bar{S} = \bar{U} \bar{\Lambda} \bar{U}^T \quad (3)$$

其中該真實、對稱固有向量矩陣 \bar{U} 包括作為行之該等標準化固有向量， $\bar{\Lambda}$ 係一包括與沿著該對角線之各固有向量相對應之固有值的對角矩陣。使用等式(1)與(3)(對於 $p=n$ 之滿矩陣而言；意即無誤差矩陣)，可展示

$$\bar{P} = \bar{U} \quad (4)$$

及

$$\bar{T}^T \bar{T} = \bar{\Lambda} \quad (5)$$

前述固有分析的結果係各固有值代表與在 n 維空間內對應固有向量之方向一致的該資料之方差。因此，該最大之固有值對應於在該 n 維空間內之該資料中的該最大方差，而該最小固有值代表該資料中之最小方差。根據定義，所有固有向量為正交固有向量，因此，該第二大固有值對應於與該對應固有向量方向(理所當然地，其垂直於該第一固有向量之方向)一致的在該資料中之第二大方差。一般而言，對於該分析，選定前三至四個最大固有值以求得該資料之近似值，且由於該近似值導致導入一誤差 \bar{E} 到等式(1)的表示中。總而言之，一旦決定固有值及其對應固有向量之集合，即可選定該等最大固有值之集合，且可決定等式(1)之該誤差矩陣 \bar{E} 。

一項支援PCA模型化之可購得之軟體的實例係SIMCA-P 8.0；另外之細節，可參見該用戶手冊(「SIMCA-P 8.0用戶指南：多變量資料分析中之新標準」，Umetrics AB，8.0版，1999年9月)。該手冊之內容以引用的方式併入本文中。舉例而言，結合圖6之資料，使用SIMCA-P 8.0，吾人可決定該計分矩陣 \bar{T} 及該負載矩陣 \bar{P} ，及一關於各成份之能力的額外資訊以藉由一成份描述 \bar{X} 中之各變量及 \bar{X} 中之各變量的總變化。

圖8展示於圖6之示範資料中提供之在t(1)，t(2)空間中的各空間成份之計分，圖9展示於圖6之示範資料中提供之在p(1)，p(2)空間中的各變量之負載。在圖8之t(1)-t(2)空間中的該資料，藉由對來自該資料中心的分散之量測來顯示該資料可變性，詳言之，其中展示了來自基板數量1至10的發射資料係位於一實質上不同於來自剩餘基板運轉之資料的空間。該結果預示吾人應使用該等基板運轉之後一部分進行研究以，建置一PCA模型來描述一“被乾燥”腔室；意即，該處理系統之化學狀態於前5至10次基板運轉期間實質上發生改變。自圖9，吾人可決定該發射光譜之哪些區域展示可被利用以監測該電漿處理系統1之該乾燥狀態的明顯變化。

於圖8中，吾人可決定該電漿處理系統1在第十五次基板運轉後“被乾燥”。因此，該等剩餘十次基板運轉可為一“被乾燥”電漿處理系統之表示，且因此被用於使用SIMCA-P組裝一乾燥模型(或PCA模型)。相反地，前十五次

基板運轉可為一“未被乾燥”電漿處理系統之表示。按照前述討論，可使用自後十次基板運轉之光譜來組合該資料矩陣 \bar{X} 。完成後，可如於圖8及圖9中所討論來計算該等主成份及計分。選擇三至四個最大固有值及對應固有向量，吾人可自該等主成份(意即，固有向量)組裝該乾燥模型(或PCA模型)。使用該等主成份，可將自一基板運轉所確定之各光譜投影於其上以決定一“被量測”之計分(參見等式(1))。自該等被量測計分及模型計分，可計算出與該模型之間距。在SIMCA-P中，可輸出一名為‘DModXPS’之參數，其係該樣本及計分間距(該(等)新計分到該模型之該正常計分範圍的間距，若該(等)計分在該範圍之外)之該剩餘標準偏差的綜合量測。

圖10展示一與自該電漿處理系統之光學發射相關之訊號，自該PCA模型決定該訊號為一基板數量函數。在該種狀況下，藉由自SIMCA-P輸出之該參數DModXPS來表示該訊號。明顯地，該訊號展示在該第十五次基板運轉以後，行為中的明顯改變。使用前述之至少一項標準，可決定當電漿處理系統1達成一被乾燥狀態時之該基板。

此外，控制器55能夠控制一電漿處理系統1之乾燥狀態。控制乾燥狀態之方法可包括執行一乾燥製程配方及/或執行一系列乾燥基板中的至少一項。在一前述之實施例中，利用一諸如(舉例而言)一標準蝕刻製程配方之乾燥製程配方於該電漿處理系統之內執行一系列乾燥基板，諸如(舉例而言)已塗佈一光阻層之多個空基板。在一替代實施例中，

可藉由執行一無晶圓乾燥製程配方來控制該乾燥狀態。舉例而言，一無晶圓乾燥製程配方包括一包含含氟氣體及含碳氣體之調節氣體，該無晶圓乾燥製程配方描述於科林研發股份有限公司(Lam Research Corporation)申請之美國專利第6,350,697號。

現在參考圖11，其中展示一種用於決定一電漿處理系統之該乾燥狀態的方法。描述該方法之流程圖500以步驟510開始，其中於一電漿處理系統之該處理區域形成電漿。在步驟520中，使用一光偵測裝置量測一與自該電漿發射之光相關之第一訊號，並且使用一控制器來儲存該第一訊號。該訊號可包括一光強度、一光譜、一光譜光強度、光強度之一線性結合、光強度之一非線性結合、光譜光強度之一線性結合、光譜光強度之一非線性結合、諸如(舉例而言)自一PCA模型之輸出的自一MVA模型之輸出中的至少一項。

在步驟530中，形成一第二電漿，及在步驟540中，使用該光偵測裝置量測一與自該電漿發射之光相關之第二訊號，並且使用該控制器來儲存該第二訊號。同前，該訊號可包括前述光強度中的任何一項、或其數學變換。

在一實施例中，於一第一基板之處理期間形成該第一電漿，及於一第二基板之處理期間形成該第二電漿。在一替代實施例中，於一基板之處理期間之第一時間形成該第一電漿，及於一基板之處理期間之第二時間形成該第二電漿。在一替代實施例中，該第一與第二電漿係相同電漿。

在步驟540中，決定於該第一訊號及該第二訊號中之改變，且該改變與該電漿處理系統1之乾燥狀態相關聯。舉例而言，於該第一訊號及該第二訊號中之該改變可提供一差值，當訊號中之該差值足夠小時，該電漿處理系統1被乾燥。此外，訊號中之該差值可為一斜率，一旦該斜率變得小於一預先確定之值或變得十分接近於零斜率時(參見圖10)，決定該電漿處理系統被乾燥並為生產基板做好了準備。

現在參考圖12，其中展示一種用於決定一電漿處理系統之乾燥狀態的替代方法。一描述該方法之流程圖600以步驟610開始，其中將一基板(意即，半導體晶圓、LCD等)裝載入該電漿處理系統中以進行腔室乾燥。一旦該基板被裝載，在步驟620中，形成一電漿，且處理該基板。在步驟630中，量測與自該電漿發射之光相關之至少一訊號，並使用該控制器儲存該至少一訊號。該訊號可包括一光強度、一光譜、一光譜光強度、光強度之一線性結合、光強度之一非線性結合、光譜光強度之一線性結合、光譜光強度之一非線性結合、諸如(舉例而言)自一PCA模型之輸出的自一MVA模型之輸出中的至少一項。

在步驟640中，卸載該基板，及在步驟650中，或先於、或後於該操作，或與該操作並行地將該至少一訊號與一預先確定之目標訊號相比較。使用收集之資料(譬如，圖7A至7C及圖10之資料)，當該訊號變得小於該預先確定之目標訊號時，決定該電漿處理系統被乾燥。舉例而言，參考圖10，

當該訊號DModXPS變為小於二之值時，其後該電漿處理系統被乾燥。在步驟660中，若該電漿處理系統被乾燥，其後在步驟670中，一操作者被告知該電漿處理系統之狀態。在步驟660中，若該電漿處理系統未被乾燥，其後在步驟610中裝載另一基板，且重複步驟620至660。

現在參考圖13，其中展示一種用於決定一電漿處理系統之乾燥狀態的替代方法。一描述該方法之流程圖700以步驟710開始，其中在維護該電漿處理系統(譬如，腔室清潔、製程工具置換)之後，將一第一基板(譬如，半導體晶圓、LCD)裝載入該電漿處理系統之內以進行腔室乾燥。一旦該第一基板被裝載，在步驟720中，形成一電漿，且該基板被處理。在步驟730中，量測與自該電漿發射之光相關之至少一訊號，並使用該控制器儲存該至少一訊號。該訊號可包括一光強度、一光譜、一光譜光強度、光強度之一線性結合、光強度之一非線性結合、光譜光強度之一線性結合、光譜光強度之一非線性結合、諸如(舉例而言)自一PCA模型之輸出的自一MVA模型之輸出中的至少一項。在該製程完成之後，在步驟740中，卸載該第一基板。

在步驟750中，將一第N基板裝載入該電漿處理系統之內。該第N個基板表示依序的下一基板，意即第二、第三、第四、……第N。一旦該第一基板被裝載，在步驟760中，形成一電漿，且該基板被處理。在步驟770中，量測與自該電漿發射之光相關之至少一訊號，並使用該控制器儲存該至少一訊號。

在步驟780中，卸載該基板，及在步驟790中，或先於、或後於步驟780之該操作，或與步驟780之該操作並行地將來自該當前(意即，該第N)基板之該至少一訊號與來自至少一先前基板(譬如，該第N-1)之該至少一訊號相比較以形成至少一差異訊號。在步驟790中，其後將該差異訊號與一預先確定之目標訊號相比較。舉例而言，該差異訊號可為一諸如(譬如)如圖10中所展示之該DModXPS資料之一背向差斜率的斜率，即

$$\text{SLOPE} = \frac{\Delta(\text{DModXPS})}{\Delta N} = \frac{(\text{DModXPS})_N - (\text{DModXPS})_{N-1}}{1}, \quad (6)$$

其中 ΔN 係在基板數量中之改變。當(舉例而言)參考圖10時，該SLOPE(等式6中)變為小於一諸如(譬如)二之值，其後該電漿處理系統被乾燥。在步驟800中，若該電漿處理系統被乾燥，其後在步驟810中，一操作者被告知該電漿處理系統之條件。在步驟800中，若該電漿處理系統未被乾燥，其後在步驟750中裝載另一基板，且重複步驟760至800。

儘管以上僅詳細描述了本發明之某些示範實施例，熟悉此項技術者應可理解在該等示範實施例中可有未實質上背離本發明之示教及優點的許多修正類型。因此，所有該等修正類型係包含於本發明之範疇之內。

【圖式簡單說明】

自以下連同所附圖式對本發明之該等示範實施例的詳細說明，本發明之該等及其它優點將變得更明顯，且更容易為吾人所理解。

圖1展示一種根據本發明之一較佳實施例之電漿處理系

統；

圖2展示一種根據本發明之一替代實施例之電漿處理系統；

圖3展示一種根據本發明之另一實施例之電漿處理系統；

圖4展示一種根據本發明之另一實施例之電漿處理系統；

圖5展示一種根據本發明之一另外實施例之電漿處理系統；

圖6展示自於一如圖1所述之電漿處理系統中被處理之若干基板的典型光學發射光譜之集合。

圖7A展示一與於一第一波長下之光強度相關之訊號作為一基板數量函數；

圖7B展示一與於一第二波長下之光強度相關之訊號作為一基板數量函數；

圖7C展示一與於一第三波長下之光強度相關之訊號作為一基板數量函數；

圖8展示於圖6之示範資料中提供的對應於 $t(1)$ ， $t(2)$ 空間中的各空間成份之計分；

圖9展示於圖6之示範資料中提供的 $p(1)$ ， $p(2)$ 空間中各變量之負載；

圖10展示用於決定於圖1中之該電漿處理系統之乾燥狀態的一隨晶圓數量之模擬訊號的變化；

圖11展示一種根據本發明之一實施例決定圖1之該電漿處理系統之乾燥狀態的方法；

圖12展示一種根據本發明之另一實施例決定圖1之該電

漿處理系統之乾燥狀態的方法；及

圖 13 展示一種根據本發明之另一實施例決定圖 1 之該電漿處理系統之乾燥狀態的方法。

【圖式代表符號說明】

1	電漿處理系統
10	電漿反應器
12	電漿源
14, 16	處理腔室
20	基板固持器
25	基板
26	後側氣體系統
28	靜電箝位系統
30, 72, 82	RF產生器
32, 74, 84	阻抗匹配網路
40	注氣系統
45	處理區域
50	光偵測裝置
52	真空泵系統
55	控制器
60	旋轉磁場
70	上電極
80	感應線圈
100	偵測系統

伍、中文發明摘要：

一種電漿處理系統，其包括一處理腔室、一電漿源、一光偵測裝置及一控制器。該控制器可用於決定該電漿處理系統之乾燥狀態。本發明另外提供一種決定該電漿處理系統之一乾燥狀態的方法，該方法包括以下步驟：利用該電漿源於該處理腔室中形成一第一電漿；使用該光偵測裝置量測一與自該第一電漿發射之光相關之第一訊號，並使用該控制器儲存該第一訊號；利用該電漿源於該處理腔室中形成一第二電漿；使用該光偵測裝置量測一與自該第二電漿發射之光相關之第二訊號，並使用該控制器儲存該第二訊號；及使該第一訊號和該第二訊號間之改變與該電漿處理系統之乾燥狀態相關聯。

陸、英文發明摘要：

A plasma processing system that comprises a process chamber, a plasma source, a light detection device and a controller. The controller is useful for determining a seasoning state of the plasma processing system. The present invention further provides a method of determining the seasoning state of a plasma processing system comprising the steps of forming a first plasma in the process chamber utilizing the plasma source; measuring a first signal related to light emitted from the first plasma using the light detection device and storing the first signal using the controller; forming a second plasma in the process chamber utilizing the plasma source; measuring a second signal related to light emitted from the second plasma using the light detection device and storing the second signal using the controller; and correlating a change between the first signal and the second signal with a seasoning state of the plasma processing system.

拾、申請專利範圍：

1. 一種電漿處理系統，其包括：
 - 一電漿反應器；
 - 一光偵測裝置，其被耦接至該電漿反應器，而得以接收自一於該電漿反應器內形成之電漿所發射之光；及
 - 一控制器，其被耦接至該光偵測裝置，組態該控制器以量測一與藉由該光偵測裝置偵測到之所接收之光相關的訊號，且使該所量測之訊號與一目標訊號之間的改變與該電漿反應器之乾燥狀態相關聯。
2. 如申請專利範圍第1項之電漿處理系統，其中該光偵測裝置包括一光電偵測器。
3. 如申請專利範圍第2項之電漿處理系統，其中該光偵測裝置另外包括一光學濾波器及一光柵中的至少一項。
4. 如申請專利範圍第1項之電漿處理系統，其中該光偵測裝置包括一分光計及一單色儀中的至少一項。
5. 如申請專利範圍第1項之電漿處理系統，其中與該所接收之光相關之該所量測之訊號包括一光強度、一光譜光強度、及一光譜中的至少一項。
6. 如申請專利範圍第1項之電漿處理系統，其中該電漿反應器之該乾燥狀態包括該電漿反應器是否被乾燥。
7. 如申請專利範圍第1項之電漿處理系統，其中該訊號與一目標訊號之間的改變包括當該訊號具有一小於該目標訊號之值時，該控制器決定該電漿反應器之該乾燥狀態相對應於一被乾燥之電漿反應器。

8. 如申請專利範圍第1項之電漿處理系統，其中與該所接收之光相關之該所量測之訊號係多變量分析之結果。
9. 如申請專利範圍第8項之電漿處理系統，其中該多變量分析包括主成份分析。
10. 如申請專利範圍第9項之電漿處理系統，其中該主成份分析之結果係一計分之集合。
11. 如申請專利範圍第10項之電漿處理系統，其中該控制器另外包括一相關器，組態該相關器以決定該所量測之訊號的該計分之集合與該目標訊號的一計分之集合之間的一差異訊號，而得以決定該電漿反應器之該乾燥狀態。
12. 如申請專利範圍第11項之電漿處理系統，其中當該差異訊號大體上接近於零之值時，該乾燥狀態相對應於一被乾燥之電漿反應器。
13. 如申請專利範圍第1項之電漿處理系統，其中該控制器另外包括一乾燥狀態控制器。
14. 如申請專利範圍第13項之電漿處理系統，其中該乾燥狀態控制器包括一控制器，組態該控制器以使用一乾燥製程配方及一乾燥基板中的至少一項。
15. 一種用於決定一電漿處理系統之乾燥狀態的方法，其中該電漿處理系統包括一處理腔室、一電漿源、一光偵測裝置及一控制器，該方法包括：
 - 利用該電漿源於該處理腔室中形成一第一電漿；
 - 使用該光偵測裝置量測一與自該第一電漿發射之光相關之第一訊號，且儲存該第一訊號；

利用該電漿源於該處理腔室形成一第二電漿；

使用該光偵測裝置量測一與自該第二電漿發射之光相關之第二訊號，且使用該控制器儲存該第二訊號；及

使該第一訊號與該第二訊號之間的改變與該電漿處理系統之乾燥狀態相關聯。

16. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該形成該第一電漿相對應於一第一基板，且該形成該第二電漿之該形成相對應於一第二基板。
17. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該形成該第一電漿相對應於處理一基板期間的第一段時間，且該形成該第二電漿相對應於處理一基板期間的第二段時間。
18. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該第一訊號及該第二訊號具有一光強度、一光譜光強度及一光譜中的至少一項。
19. 如申請專利範圍第15項之方法，其中使該第一訊號與該第二訊號之間的該改變與該電漿處理系統之該乾燥狀態的該相關聯包括，自該第一訊號及該第二訊號形成一差異訊號，且自該差異訊號之大小來決定該電漿處理系統之該乾燥狀態。
20. 如申請專利範圍第19項之方法，其中當該差異訊號之該大小小於一時，該電漿處理系統被乾燥。
21. 一種用於決定一電漿處理系統之乾燥狀態的方法，其中該電漿處理系統包括一處理腔室、一電漿源、一光偵測裝置及一控制器，該方法包括：

利用該電漿源於該處理腔室中形成一電漿；

使用該光偵測裝置量測一與自該電漿發射之光相關之第一訊號，且儲存該第一訊號；

使用該光偵測裝置量測一與自該電漿發射之光相關之第二訊號，且使用該控制器儲存該第二訊號；及

使該第一訊號與該第二訊號之間的改變與該電漿處理系統之乾燥狀態相關聯。

22. 一種用於決定一電漿處理系統之乾燥狀態的方法，其中該電漿處理系統包括一處理腔室、一電漿源、一光偵測裝置及一控制器，該方法包括：

裝載一基板到該電漿處理系統中；

形成一電漿以促進處理該基板；

量測一與自該電漿發射之光相關之訊號；

比較該所量測之訊號與一所決定之電漿處理系統目標訊號；及

自一該所量測之訊號與該目標訊號之該比較結果來決定該電漿處理系統之乾燥狀態。

23. 如申請專利範圍第22項之方法，其中該所量測之訊號具有一光強度、一光譜光強度及一光譜中的至少一項。

24. 如申請專利範圍第22項之方法，其中該電漿處理系統之該乾燥狀態包括該電漿處理系統是否被乾燥。

25. 如申請專利範圍第22項之方法，其中該所量測之訊號係多變量分析之結果。

26. 如申請專利範圍第25項之方法，其中該多變量分析包括

主成份分析。

27. 如申請專利範圍第26項之方法，其中該主成份分析之結果係一計分之集合。
28. 如申請專利範圍第25項之方法，其中該所量測之訊號與一目標訊號之該比較包括，決定該所量測之訊號的該計分之集合與該目標訊號的一計分之集合之間的一差異訊號。
29. 如申請專利範圍第28項之方法，其中該電漿乾燥系統之該乾燥狀態之該決定包括，當該差異訊號大體上接近零之值時，決定該電漿處理系統被乾燥。
30. 如申請專利範圍第22項之方法，其中該電漿處理系統之該乾燥狀態之該決定包括，當該所量測之訊號小於該目標訊號時，決定該電漿處理系統被乾燥。
31. 一種用於決定一電漿處理系統之乾燥狀態的方法，其中該電漿處理系統包括一處理腔室、一電漿源、一光偵測裝置及一控制器，該方法包括：
 - 裝載一第一基板到該電漿處理系統中；
 - 形成一第一電漿以促進處理該第一基板；
 - 量測一與自該第一電漿發射之光相關之第一訊號，且使用該控制器儲存該第一訊號；
 - 卸載該第一基板；
 - 裝載一第二基板到該電漿處理系統中；
 - 形成一第二電漿以促進處理該第二基板；
 - 量測一與自該第二電漿發射之光相關之第二訊號，且使用該控制器儲存該第二訊號；

自該第二訊號與該第一訊號決定一差異訊號；

比較該差異訊號與一目標訊號；及

自該差異訊號與該目標訊號之該比較結果來決定該電漿處理系統之乾燥狀態。

32. 如申請專利範圍第31項之方法，其中該第一基板之該裝載在於該電漿處理系統執行之維修操作之後進行。
33. 如申請專利範圍第31項之方法，其中該第二基板係自於該電漿處理系統執行之一最後的維修操作之後，裝載到該電漿處理系統中的一第N基板。
34. 如申請專利範圍第31項之方法，其中該第一訊號與該第二訊號具有一光強度、一光譜光強度、一光譜中的至少一項。
35. 如申請專利範圍第31項之方法，其中該第一訊號與該第二訊號係多變量分析之一結果。
36. 如申請專利範圍第35項之方法，其中該多變量分析包括主成份分析。
37. 如申請專利範圍第36項之方法，其中該主成份分析之一結果包含一與該第一訊號有關的計分之集合及一與該第二訊號有關的計分之集合。
38. 如申請專利範圍第37項之方法，其中該第一訊號係介於與該第一訊號有關的該計分之集合和一預期的計分之集合之間的一間距，及該第二訊號係介於與該第二訊號有關的該計分之集合和一預期的計分集合之間的一間距。
39. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該電漿處理系統之

該乾燥狀態之該決定包括當該差異訊號大體上接近於零之值時，決定該電漿處理系統被乾燥。

40. 一種偵測系統，其包括：

一光偵測裝置，組態該光偵測裝置以耦接至一電漿處理系統，而得以接收自一電漿發射之光；及

一控制器，其被耦接至該光偵測裝置，組態該控制器以量測一與該所接收之光相關之訊號，且使該訊號與一目標訊號之間的改變與該電漿處理系統之乾燥狀態相關聯。

41. 一種用於建構一電漿處理系統之乾燥模型的方法，該方法包括：

量測複數個光學訊號；

決定該等複數個光學訊號中相對應於一未被乾燥之電漿處理系統之一第一集合；

藉由刪除該等複數個光學訊號之該第一集合來形成該等複數個光學訊號之一第二集合；及

針對該等複數個光學訊號之該第二集合執行主成份分析，其中該主成份分析之一輸出包括該乾燥模型。

42. 如申請專利範圍第41項之乾燥模型建構方法，其中該等複數個光學訊號相對應於複數個基板。

43. 如申請專利範圍第41項之乾燥模型建構方法，其中該乾燥模型包括主成份分析及模型計分之一集合。

44. 如申請專利範圍第41項之乾燥模型建構方法，其中決定該等複數個光學訊號中相對應於一未被乾燥之電漿處理系統之一第一集合包括執行主成份分析。

拾壹、圖式：

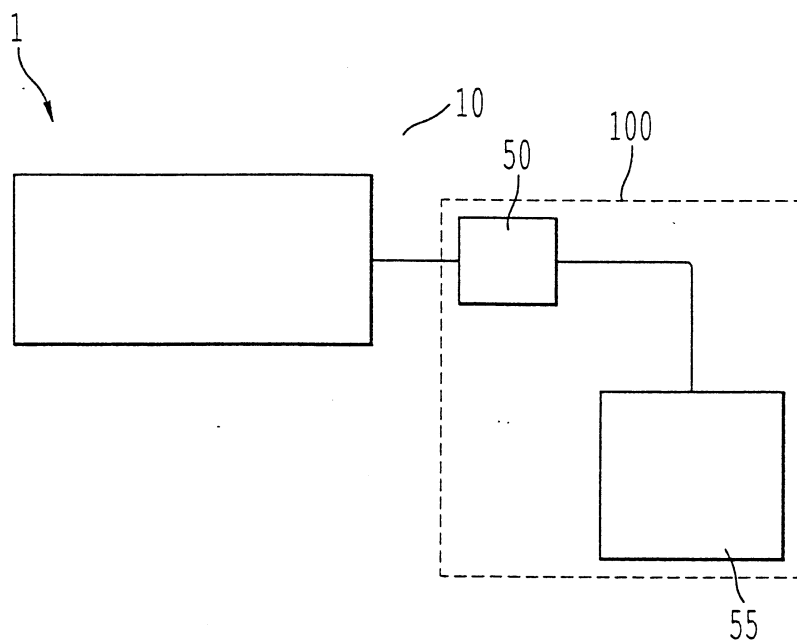


圖1

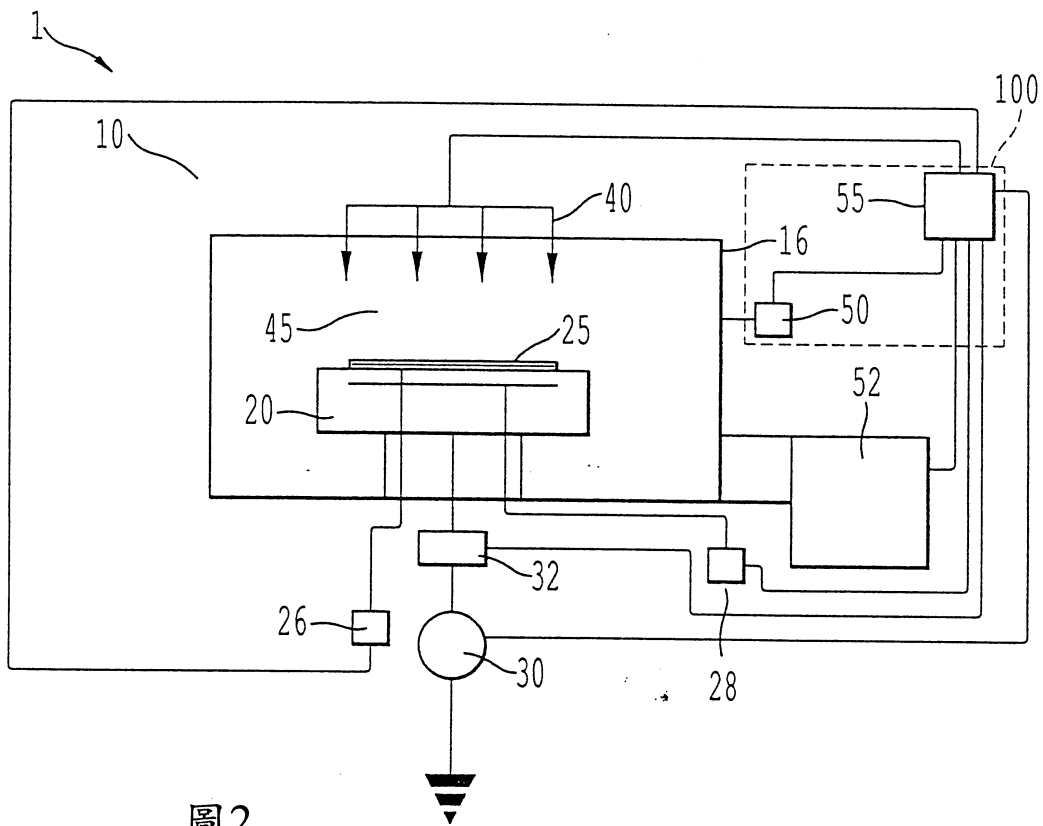


圖2

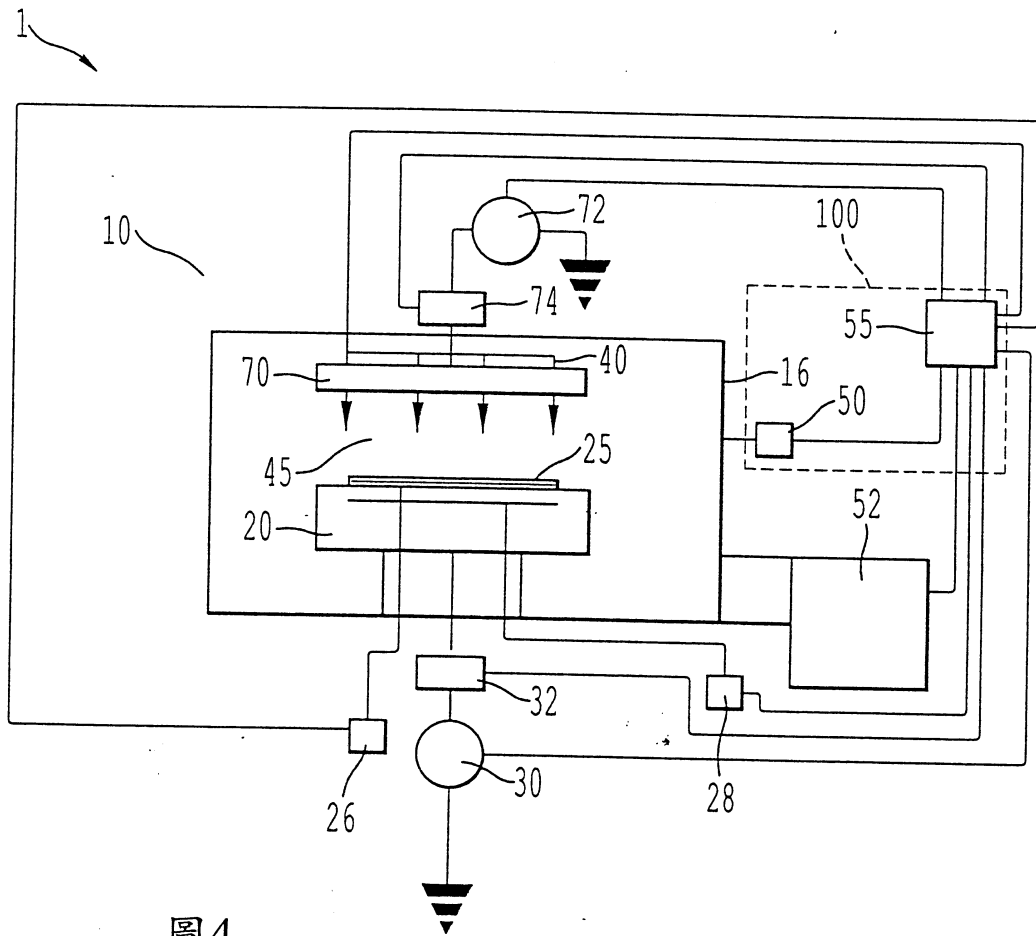


圖4

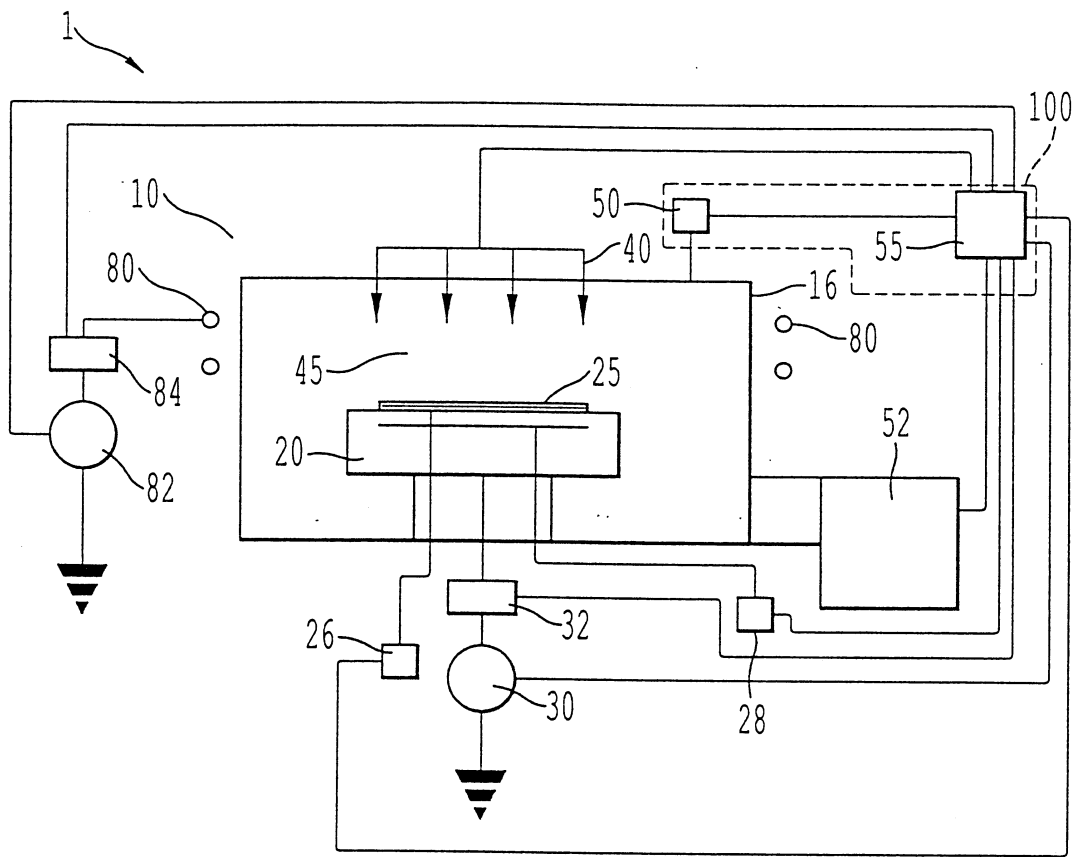


圖5

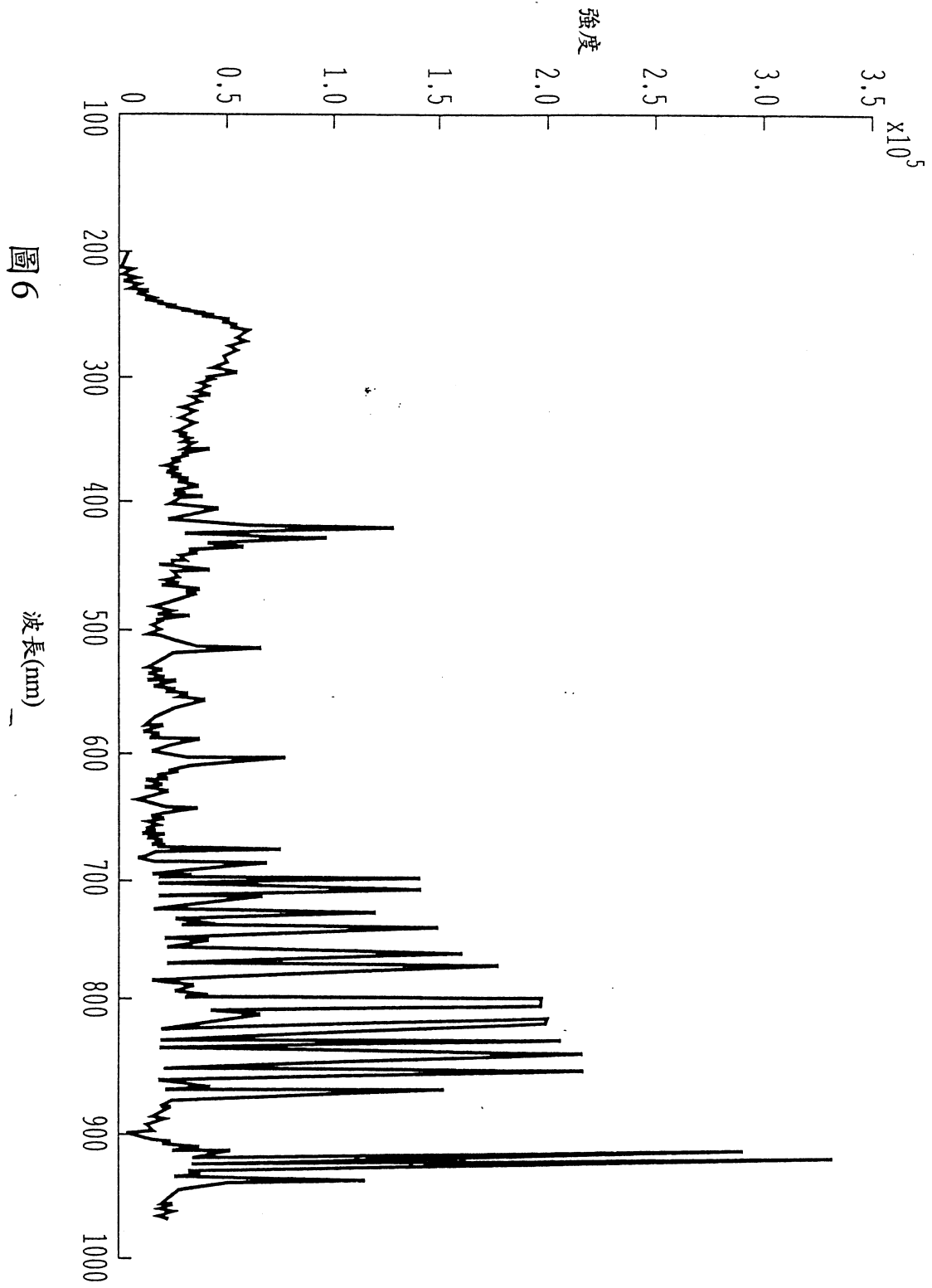


圖 6

波長(mm)

圖 7A

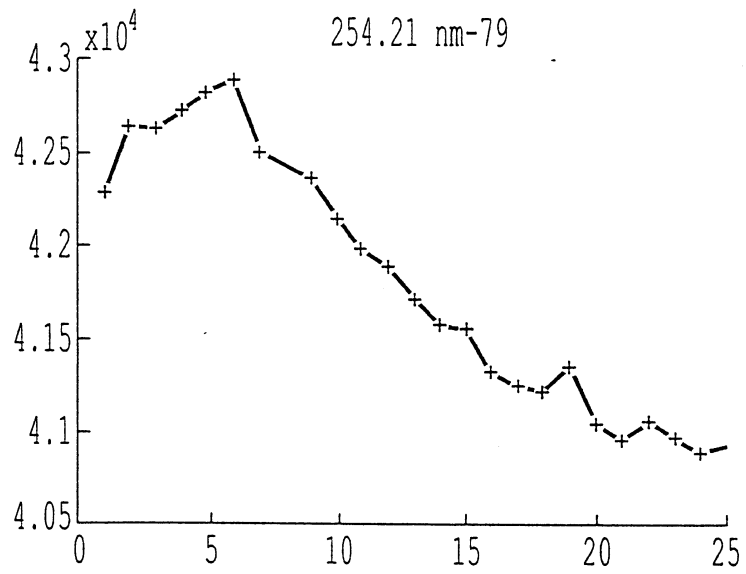


圖 7B

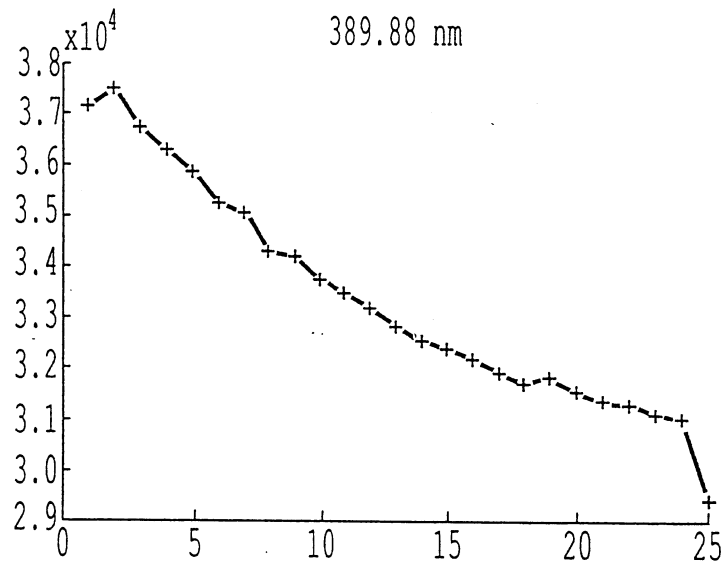
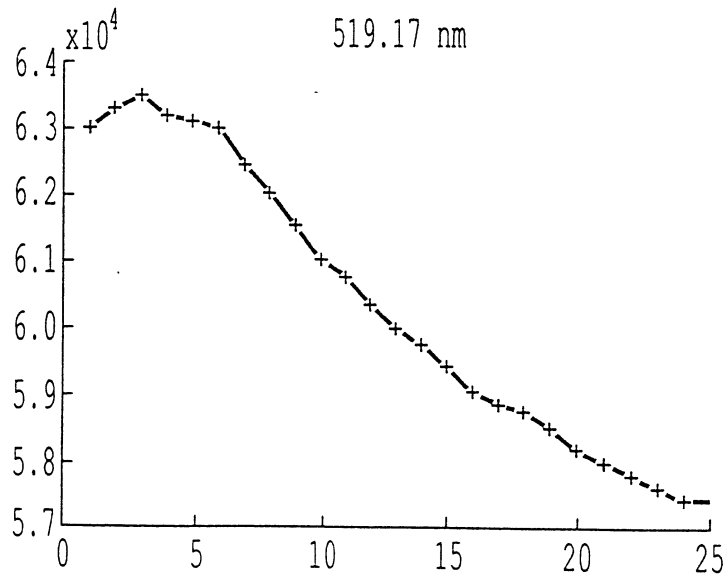


圖 7C



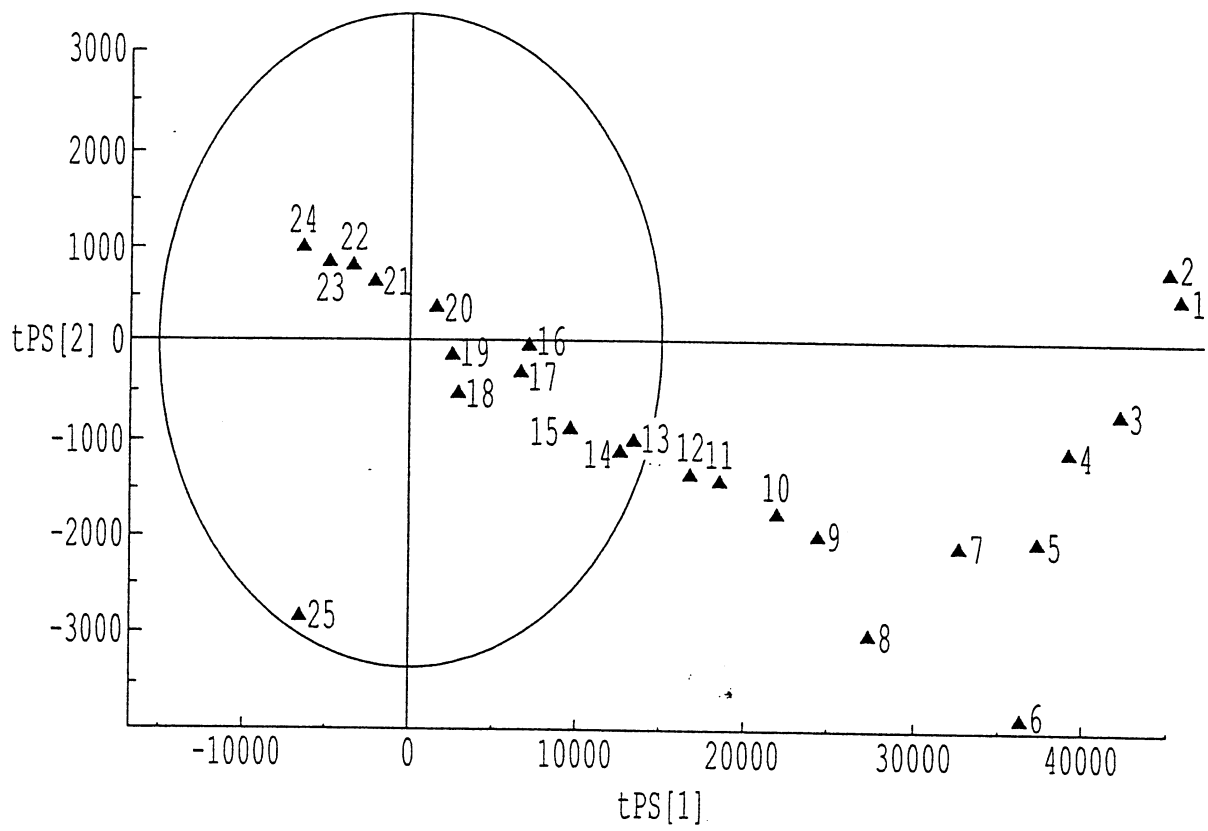


圖8

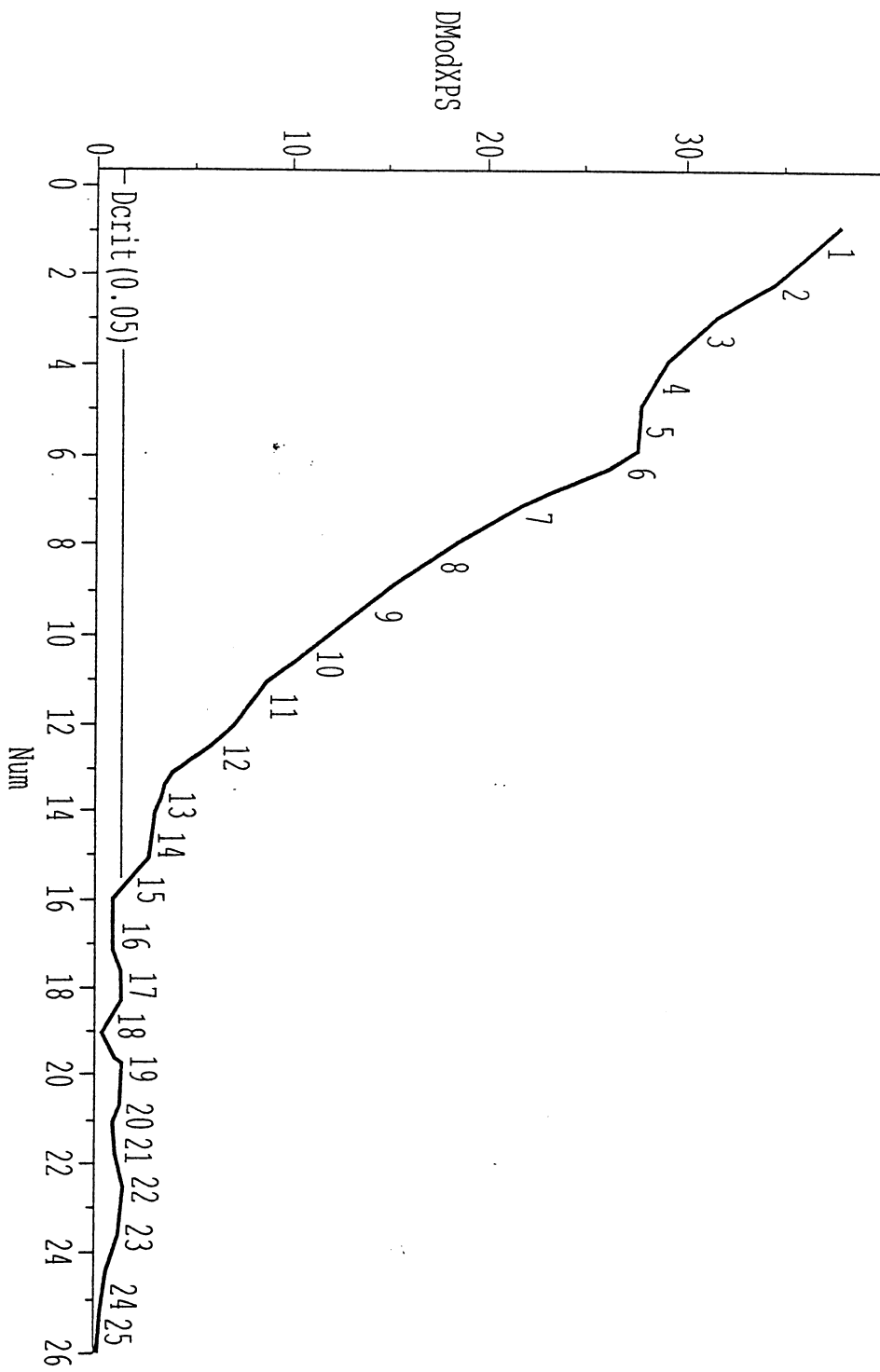


圖 10

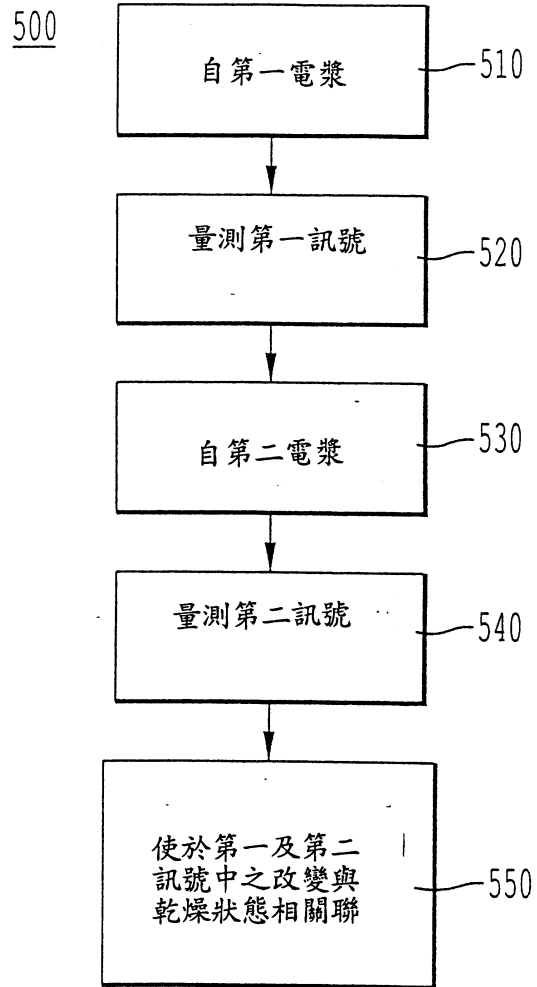


圖 11

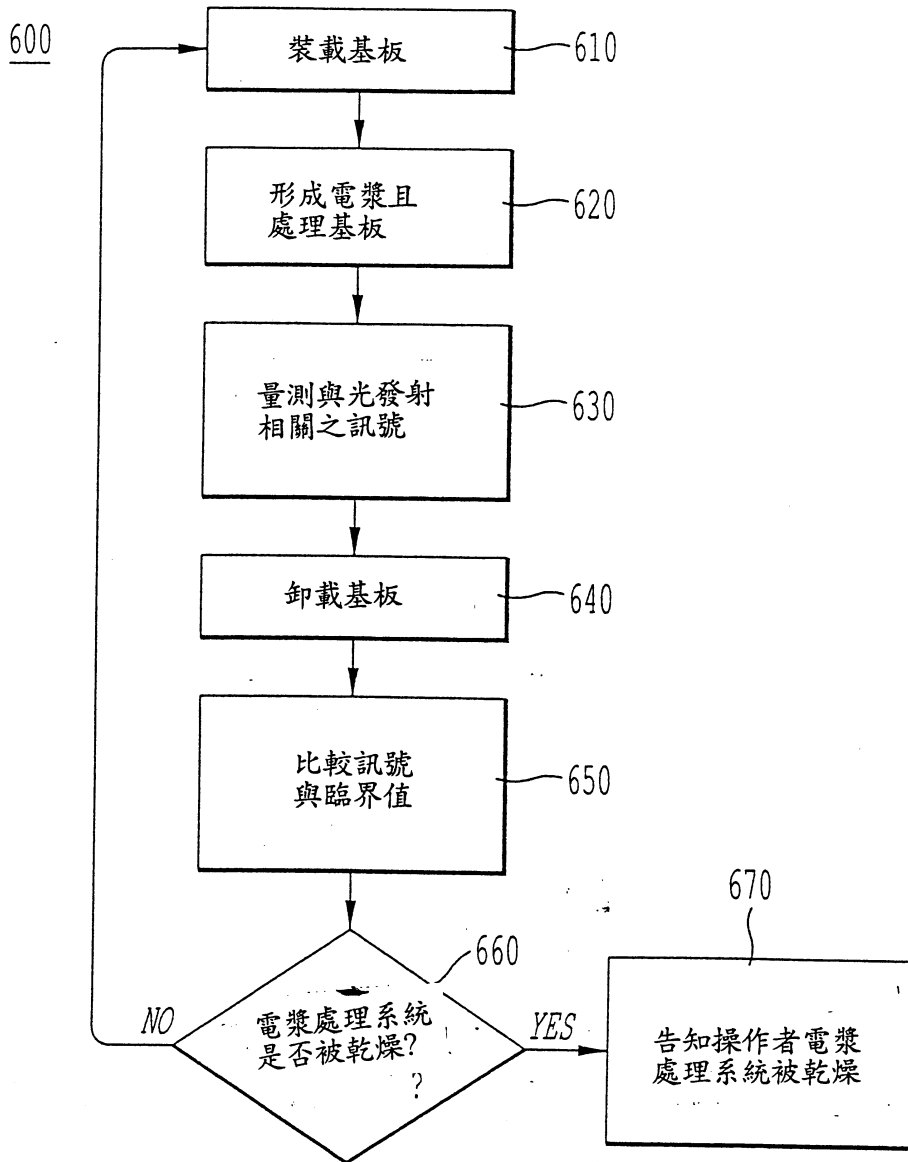


圖12

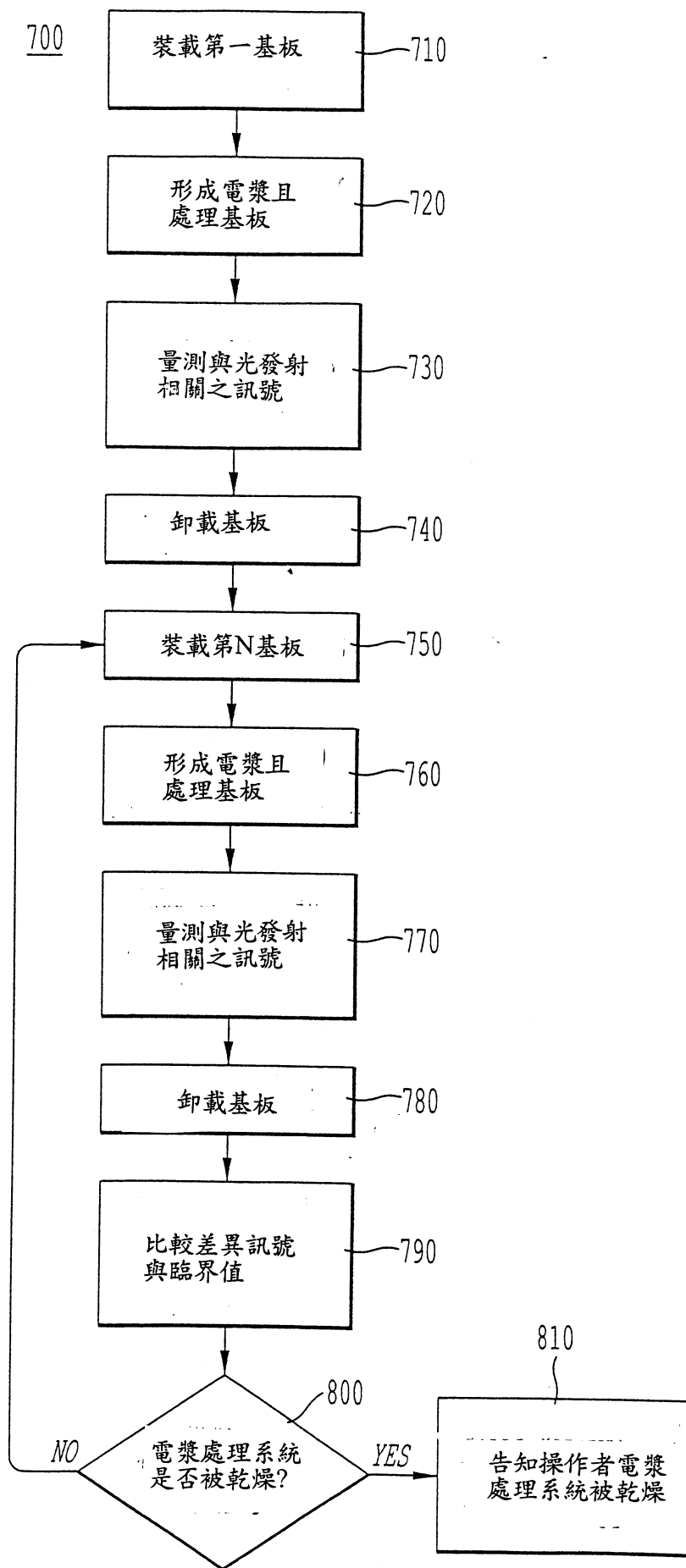


圖 13

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	電漿處理系統
10	電漿反應器
50	光偵測裝置
55	控制器
100	偵測系統

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：