

公告本

申請日期	89 11 4
案 號	89 1 23 265
類 別	H01L 21/00

A4
C4

483081

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	用於終點偵測之最佳化光學系統設計
	英 文	OPTIMIZED OPTICAL SYSTEM DESIGN FOR ENDPOINT DETECTION
二、發明 創作人	姓 名	1.艾倫 查爾斯 傑諾斯 2.安卓 吉爾 卡多索 3.丹尼爾 布萊恩 理查森
	國 籍	1.3.美國 2.葡萄牙
	住、居所	1.美國,馬里蘭州 20874,達恩鎮,先鋒丘巷 15804 號 2.美國,馬里蘭州 20723,月桂,史特伯林路 E 棟 9190 號 3.美國,馬里蘭州 21158,西教堂,韁繩路 3316 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	艾克塞利斯科技公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國,麻薩諸塞州 01915,比佛利市,櫻桃丘道 55 號
	代 表 人 姓 名	布萊恩 R.貝克曼

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6
B6

本案已向：

美國（地區）申請專利，申請日期：1999.11.24. 案號：09/449,338，☒有 ☐無主張優先權

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 (1)

發明之領域

本發明係有關於積體電路製造之光學監測之領域。

發明背景

相關先前技術之說明

在製造積體電路時，用於該積體電路之特定層所欲之電路圖案係蝕刻入介電質薄膜而得。為實現此方法，係在該介電質薄膜不欲蝕刻之區域上放置光阻材料。在電漿內係產生與該介電質材料起化學反應但與該光阻較不起化學反應的蝕刻氣體。接著，將電漿供應至欲蝕刻之介電質之表面，以使得該蝕刻氣體擴散入該介電質之表面。該蝕刻氣體係與該介電質薄膜起化學反應以形成揮發性副產品。接著，該揮發性副產品係從該介電質薄膜之表面釋出，並擴散入該蝕刻氣體內。

在圖案已蝕刻入該介電質層後，需移除在該介電質層上用以定義該金屬電路圖案的光阻。包含側壁聚合物沉積的任何蝕刻後殘餘物亦需完全地移除或從其下方層剝除。清除係一種已知用以從該介電質層剝除光阻及光阻殘餘物的乾式製程。清除製程係類似於蝕刻製程。然而，用於清除之氣體與光阻較與介電質更能起化學反應。該清除氣體係與該光阻起化學反應以形成揮發性副產品。該揮發性副產品係擴散入該清除氣體內。在完成該清除製程後，該蝕刻圖案係以銅或其它導電物質填充之。

光放射光譜學已於先前用於藉由提供關於該蝕刻氣體以及該蝕刻氣體及該介電質材料之副產品的資訊而用以決

五、發明說明 (3)

定該蝕刻製程之終點。該技術係根據從在電漿內該介電質副產品而來之特徵光輻射之放射強度的改變。當電子從較高之能量狀態鬆弛至較低之能量狀態時，受激之原子或分子將放射光線。不同化學化合物之原子或分子係放射出一連串獨特之光譜線。在該電漿內每種化學化合物之放射強度係依照在該電漿內該化學化合物之相對濃度而定。典型之光放射光譜學裝置的操作係測量該反應蝕刻氣體以及該蝕刻氣體及該介電質之副產品的放射強度。該副產品之放射將會遞減，且最後在抵達終點時停止。該光放射光譜學裝置將偵測該副產品漸衰之放射強度以決定此終點。

準確地決定用於半導體元件之晶圓的剝除、蝕刻或殘餘物移除製程之終點係非常地重要。準確之終點偵測可改善生產能力，並將對其它層之傷害最小化。清除過度及清除不足將在積體電路晶圓中產生不必要之圖案。因用於半導體晶圓製造之處理腔係提供非常少可供診斷之通道，故準確地決定終點係很困難的。光放射光譜學 (O E S) 已用以決定終點測量，但因至該晶圓區域的不良之光學接取，故不準確。若使用輻射晶圓加熱燈以促進該清除製程，則用以加熱該晶圓之光線將干擾在該晶圓表面放射之用以決定終點的光線。

在輻射加熱晶圓處理腔中，用以加熱該晶圓之燈泡將放射寬頻之黑體輻射光。該寬頻黑體輻射燈放射的強度可能較被偵測以決定終點而由該塗層及電漿之反應副產品放射的強度高上數個數量級。當該燈泡以最大功率開啓時，

五、發明說明 (4)

在斜面相位之寬頻黑體輻射光係最強烈的。在斜面相位時，從該燈泡而來之漫射光成為關鍵性之問題。在光譜儀外部但與導引入該光譜儀之光學組件相關的漫射光以及進入光譜儀的漫射光兩者均使得監測該反應副產品以決定終點變得更為困難。在該清除製程中，因沉積在該光學組件上之灰塵及塗層薄膜使得漫射光進入該光學組件監測系統內，而該光學組件內之缺陷亦散射漫射光進入該光譜儀內。此外，遠方之器壁將反射及放射漫射光進入該光學組件之視野內。由該揮發性副產品放射之光線部份係藉由該光學組件上之塗層及該光學組件內之缺陷而反射且散射離開該光譜儀之視野外。不必要之燈光部份係藉由該光學組件上之塗層及灰塵以及該光學組件內之缺陷而轉向入該光譜儀之視野內。該光學組件上之塗層及灰塵將減少抵達該光譜儀輸入之副產品之光線，並散射燈泡光線至該光譜儀之輸入。進入該光譜儀內的燈泡光線之增加以及揮發性副產品光線之降低將導致減少訊號雜訊比或訊號背景比，其將降低該光學偵測系統之效能。

光譜儀係設計成導引光線至用於測量每種波長的特定路線。為達成此目的，光譜儀係包含複數個內部表面，其使得光線反射、折射或穿透。這些內部表面係具有表面缺陷且變得骯髒，使得進入該光譜儀內之比例微小的燈泡光線擴散地散射。當燈泡係用以輻射加熱該晶圓時，少部份之高亮度燈泡光線導致適度之大量之隨意散射光進入該光譜儀內。雖然燈泡光線之波長與副產品放射之光線波長不

五、發明說明 (4)

同，但部份之燈泡光線進入該光譜儀內設計成測量由該揮發性副產品放射之光線的波長通道內。該光譜儀內部之漫射光係在該光譜儀之不完美內部表面散射的背景光或雜訊。在該光譜儀內之漫射光將導致訊號雜訊比或訊號背景比之減少。

當考慮到可獲得之 O E S 訊號數量以及由該清除及蝕刻反應所產生之最大訊號之接取量時，下游之處理腔內亦有特殊之問題。通常，從該輻射加熱燈以及在該清除及蝕刻製程中變動之電漿本身兩者均放射寬頻光，其使得測量由該晶圓放射之光線更為困難。在低清除速率製程之特殊情況中，其導致微弱之訊號，亦使得終點偵測更為困難。

從兩方面來說，標準蝕刻器之設計係與下游之清除器之設計不同。第一，配合蝕刻器之壓力係低很多。蝕刻器之較低之壓力係使得反應副產品之特定分子自由地環繞著處理腔移動，並在許多腔壁上彈跳許多次的分子流在該反應腔內產生大致上均勻之副產品分佈。第二，電漿將注入該處理腔，並存留於該處理腔內。因該兩項原因，通常可從該蝕刻器內之反應副產品得到近似均勻之訊號強度。

在下游之電漿清除器內之壓力係增加的。申請人已觀察到因壓力之增加而稍微在該晶圓表面上方的層狀黏滯流之轉變區域。被移除之塗層之反應副產品及電漿係由該層狀流控制在該晶圓表面附近。被監測之副產品係形成在該晶圓表面之上方或附近，且係限制在該電漿之層狀流之區域內。在監測副產品訊號時有用的下游電漿清除器之區域

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (5)

係從該晶圓表面延伸至稍高於該晶圓表面的區域。

發明概要

本發明係關於光學晶圓監測製造系統，其包含晶圓處理腔、晶圓處理裝置以及接收光學組件。該晶圓處理腔係包含用於放置一或多片晶圓之支撐。該晶圓處理裝置係包含用於安排例如電漿之晶圓處理材料進入該處理腔之路線的裝置，以用於從一或多片晶圓移除塗層。該接收光學組件係安裝在該處理腔上可監測該塗層之反應副產品以及在該晶圓表面上或其上方之晶圓處理材料之濃度的位置上。該光學組件係測量副產品所集中之該晶圓表面上或其上方的反應副產品。

該光學監測晶圓處理系統可包含觀看入口。該觀看入口可安裝在該晶圓處理腔之內部或在該晶圓處理腔之外部鄰近窗戶之位置。在本發明之一個實施例中，該觀看入口可包含在該腔內壁上相對於該光學組件的狹窄埠或狹縫，一黑色箱蓋以及在箱內之鑽石形散光器。該黑箱以及散光器截斷在該電漿反應腔內之背景光。該觀看入口可增加由該晶圓處理系統所產生之訊號的訊號背景比以及訊號雜訊比。從該晶圓處理腔而來之不必要之光線係被該觀看入口所吸收，而不會被該光學監測系統所偵測。

在本發明之一個實施例中，可在該晶圓處理腔上安裝極化器，以過濾掉由該塗層以及該晶圓處理材料之反應副產品所放射之訊號。該極化器移除背景光，且移除掉該副

五、發明說明 (6)

產品之訊號光至較低之程度。雖然該極化器會降低所欲之訊號，但其具有增加訊號背景比以及訊號雜訊比的優點，因移除掉更高之比例的背景光及雜訊。

該光學監測晶圓處理系統之接收光學組件可配置成線性陣列。將該接收光學組件配置成線性陣列係使得該陣列之每根光纖放置在該晶圓之表面附近，並收集該晶圓表面附近之上方點的光線。在此結構中，每根光纖之所有視線係在該晶圓表面附近。將該接收光學組件配置成線性陣列可將所欲之訊號最大化，因每根光纖之視線係延伸通過所欲之訊號集中且背景光及雜訊最小化的區域。

在該較佳實施例中，該光學監測系統係包含一低通濾波器。該低通濾波器係放置在該透鏡之前、該透鏡及光纖之間或光纖以及光譜儀之間。該低通濾波器可選擇性地避免光線經由其通過透鏡、光纖或光譜儀。該低通濾波器可選擇可避免除該塗層以及電漿之副產品所放射之光波長以外的波長。

該接收光學組件亦可配置成扇形陣列。在該線性陣列中，每根光纖係放置在該晶圓表面附近，並收集從該晶圓表面附近點而來之光線。在該扇形陣列中，該接收光學組件之視線係涵蓋住該晶圓上方較大之區域。藉由監測該晶圓上方較大之區域，可收集到統計上更準確之訊號。

該接收光學組件亦可配置成可監測該晶圓表面上均勻分佈之點。該接收光學組件可藉由具有孔洞之支撐區塊所支撐，而將每根光纖放置在離開接收透鏡適當的距離及角

五、發明說明 (7)

度下，以定義對著該晶圓表面均勻分佈之焦點。

從接下來配合附圖說明之示範實施例之詳細說明，將可更加瞭解本發明的這些及其它優點及特點。

圖式簡單說明

圖 1 係描繪本發明之用於終點偵測之光學系統的示意平面圖；

圖 2 係描繪本發明之用於終點偵測之光學系統的示意前視圖；

圖 3 係微波電漿清除器的立體圖；

圖 4 係微波電漿清除器的前視剖面圖；

圖 5 係該微波電漿清除器之處理腔的示意前視圖；

圖 6 係該微波電漿清除器之處理腔的平面圖；

圖 7 係該處理腔包含附著於該處理腔之光學組件埠部份的放大剖面圖；

圖 8 係該處理腔包含附著於該處理腔之光學組件埠的剖面圖；

圖 9 係具有光學埠以及觀看入口之處理腔的前視剖面圖；

圖 1 0 係表示晶圓上方距離以及特定波長光之訊號強度之間關係的曲線圖；

圖 1 1 係該微波電漿清除器的示意圖，其描繪在該處理腔內之電漿之流動；

圖 1 2 A 係具有視線延伸至晶圓上方之光學組件的示

五、發明說明 (8)

意圖；

圖 1 2 B 係未聚焦之光學組件以及晶圓的示意圖；

圖 1 2 C 係聚焦成用於觀看晶圓表面上方之區域之光學組件的示意圖；

圖 1 2 D 係聚焦在晶圓表面上之光學組件的示意圖；

圖 1 3 A 係聚焦在晶圓表面上方之光學組件的示意圖；

圖 1 3 B 及 3 C 係聚焦在晶圓表面上方之光學組件的示意圖，其焦距係短於圖 1 2 C 及 1 2 D 之焦距；

圖 1 4 係表示對兩種不同之反應腔而言的 3 0 9 奈米光之強度以及時間之間關係的圖形；以及

圖 1 5 係觀看入口的放大立體剖面圖。

元件符號說明

- 2 0 . . . 微波電漿清除器
- 2 1 . . . 電漿產生腔
- 2 2 . . . 電漿反應腔
- 2 4 . . . 微波防護
- 3 2 . . . 電漿管
- 3 4 . . . 外部管
- 4 6 . . . 微波捕捉器
- 4 8 . . . 微波捕捉器
- 5 6 . . . 磁電管
- 5 8 . . . 耦合器

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (9)

- 6 0 . . . 區段
- 6 2 . . . 區段
- 7 0 . . . 端點蓋
- 7 4 . . . 接頭配件
- 7 8 . . . 端點構件
- 9 0 . . . 晶圓支撐接頭
- 9 2 . . . 晶圓支撐接頭
- 9 8 . . . 半導體晶圓
- 1 1 0 . . . 光學偵測系統
- 1 1 2 . . . 光學監測系統
- 1 1 4 . . . 電漿
- 1 1 6 . . . 透鏡
- 1 1 7 . . . 低通濾波器
- 1 1 8 . . . 線性陣列
- 1 2 2 . . . 極化器
- 1 2 4 . . . 外側邊緣
- 1 2 6 . . . 光通路埠
- 1 2 7 . . . 觀看入口埠
- 1 2 8 . . . 觀看入口
- 1 3 0 . . . 焦點
- 1 3 1 . . . 光譜儀
- 1 3 2 . . . 輸入狹縫
- 1 3 3 . . . 光柵
- 1 3 6 . . . 暴露表面

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (10)

- 1 3 8 . . . 光纖
- 1 4 0 . . . 接收光學組件
- 1 4 2 . . . 遠端內壁
- 1 4 4 . . . 鎢絲鹵素燈陣列
- 1 4 8 . . . 觀看光束
- 1 5 0 . . . 窗戶
- 1 5 2 . . . 光束軸
- 1 5 4 . . . 視線
- 1 5 5 . . . 路線長度
- 1 6 0 . . . 光纖觀看端
- 1 6 2 . . . 習知技術之訊號
- 1 6 6 . . . 本發明之訊號
- 1 7 0 . . . 光線捕捉元件
- 1 7 6 . . . 黑箱
- 1 8 0 . . . 黑色蓋

較佳實施例之詳細說明

現在參考圖 3 及圖 4，其係描繪一種微波電漿清除器，其通常係設計成參考圖號 2 0 且係適用於實施藉由電漿處理以移除光阻及／或蝕刻後殘餘物的方法。該示範之電漿清除器 2 0 係包含電漿產生腔 2 1 以及電漿反應腔 2 2。該電漿產生腔係包含微波防護 2 4。該微波防護 2 4 係長方形盒，其係分割成具有電漿管 3 2 通過於其中的縱長之區段。每段分割係具有使電漿管通過之開口。每個區段

五、發明說明 (11)

係以微波能量注入。因此，每個區段對輸入之微波能量而言係相當短之空腔，以促進具有方位角以及軸向均勻性之模態的形成。外部管 3 4 係圍繞住在該空腔內部之電漿管。該外部管係與該電漿管稍微分離，且係以正壓力之空氣注入在該兩管之間以提供該電漿管有效之冷卻。管 3 4 最好係由藍寶石所製成。亦可使用例如石英或氧化鋁塗層之石英的其它電漿管材料。

虹膜板覆蓋住該微波結構之開口側，且係有效地注入微波能量至鄰近之區段。該板係具有虹膜之平面金屬板，該微波能量係經由其注入。

在端點係提供微波捕捉器 4 6 及 4 8 以避免微波穿透。此種捕捉器可能係揭示在美國專利編號 5,498,308 中的形式，此處係將其納入以作為參考。並提供用於容許冷卻氣體進入並將其注入入該集中管之間之空間的密封／方向性填充器。

磁電管 5 6 係提供微波能量，其係經由耦合器 5 8 注入至具有相互垂直區段 6 0 及 6 2 之導波管內以供應 T E₀ 模態。導波管區段 6 2 之長度係能以可動活塞而調整。在導波管區段 6 2 之底部板係虹膜板，其耦合微波能量至經由該電漿管 3 2 延伸之分割微波結構 2 4 內；因此，電漿係在通過該電漿管之氣體流內激發。

再次參考圖 3，可看到端點蓋 7 0 鄰接微波捕捉器 4 8 以及具有中心孔以用於容許氣體進入延伸至該端點蓋之電漿管的接頭配件 7 4。氣體之供應係藉由外部流體盒（

五、發明說明 (12)

未顯示出) 所調節。

該電漿管係在其端點藉由在該端點蓋之 O 型環所支撐。該外部管 3 4 係在其端點藉由鄰接之微波捕捉器 4 6 及 4 8 所支撐。隔片係用以提供與該處理腔之間適當之間隔。該電漿管之另一端係位在端點構件 7 8，且具有用於排出進入該處理腔內之氣體的孔口。

該電漿反應腔 2 2 係包含晶圓支撐接頭 9 0 及 9 2，其係支撐欲處理之晶圓 9 8。或者可使用卡盤(未顯示出)。可藉由位在該晶圓下方之鎢絲鹵素燈 1 4 4 陣列而實現加熱。在清除時，該基板最好係從約 8 0 °C 加熱至約 3 5 0 °C。該基板若藉由逐漸增加之溫度而逐步地加熱則更佳。已發現加熱可增加電漿與光阻及／或蝕刻後殘餘物之反應速率，且因此可增加生產能力。在該晶圓上方可提供一或多個阻擋板以促使電漿至該表面的均勻之分佈。此外，該反應腔亦包含光學偵測系統 1 1 0。該光學偵測系統 1 1 0 可選擇性地偵測放射峰值，其係具有對應至在該電漿以及該光阻之間之反應副產品的特定之波長範圍。

圖 4 係描繪該電漿清除器 2 0 之外部概要圖的剖面圖。在圖 4 中之參考圖號係對應至用於其它圖中之參考圖號。

該微波防護 2 4 之尺寸最好係可支撐長方形 T M₁₁₀ 模態，且該微波防護 2 4 可具有正方形截面之區段。該截面區段之尺寸係使得該 T M₁₁₀ 模態可共振。每個區段之長度係小於 $\lambda_g / 2$ ，其中 λ_g 係在該空腔內之 T E₁₀₄ 模

五、發明說明 (1)

態的導波長度。

在操作時，具有光阻及／或蝕刻後殘餘物於其上之半導體晶圓 9 8 係放置入該反應腔 2 2 之晶圓支撐接頭 9 0 及 9 2 上。該晶圓最好係加熱以加速該光阻及／或蝕刻後殘餘物與該電漿之反應。在該反應腔內之壓力係降低之。該壓力最好係維持在約 1 托至約 5 托之間。例如氫運送氣體以及氟運送氣體之可激發氣體混合物的晶圓處理氣體係透過氣體入口注入至該電漿產生腔 2 1 之電漿管 3 2。該氟運送氣體最好係小於總氣體組成的 1 0 個百分比。每個區段係以微波能量注入以激發在該電漿管內之電漿，該電漿係包含電中性以及帶電之顆粒。在該電漿進入該反應腔之前，該帶電顆粒係被選擇性地移除。被激發或高能之氟原子（單原子氟）以及氫原子（單原子氫）係注入該反應腔內並與光阻及／或蝕刻後殘餘物反應。

反應副產品將逐漸發展且係藉由該光學偵測系統 1 1 0 進行光學監測。該反應副產品氣體係藉由在該反應腔內之氣體掃除器而連續地掃除。光學偵測系統 1 1 0（圖 1 及圖 2）係偵測該副產品之放射峰值。一但該放射峰值達到下臨界值時，則完成光阻及／或蝕刻後殘餘物之移除，並關閉電漿。或者，該電漿可運作預定之時間。已發現到此方式在用於從蝕刻後殘餘極微小之光阻的基板上移除蝕刻後殘餘物時係特別地有用。已發現到若光阻量不足時，則不易偵測到放射峰值。一般相信可偵測之放射峰值主要係從電漿以及光阻之間的反應而來。接著，係釋放真空，

五、發明說明 (14)

並從該反應腔移除處理之晶圓。一但移開晶圓後，接著係使用去離子水清洗劑以移除在該剝除晶圓上的任何剩餘之殘餘物。

本發明之一種示範實施例係直接關於一種例如電漿清除器 20 之晶圓處理系統，其具有電漿反應腔 22、電漿源 21 以及光學監測系統 112。該晶圓反應腔 22 係包含具有接頭 90、92 之支撐，其係用於在該反應腔 22 之內部區域放置晶圓。該電漿源 21 係發送晶圓處理材料進入該反應腔 22 內，並從該晶圓 98 之暴露表面 136 上移除塗層。該監測系統 112 係具有接收光學組件 140，其係具有聚焦在該晶圓表面上或稍微上方的透鏡 116。該透鏡 116 係安裝至該反應腔 22，以用於監測該塗層以及該晶圓處理材料之反應副產品的濃度。

在該示範實施例中，該透鏡 116 係從該反應腔 22 傳送光線至使得個別之光纖在線性陣列 118 的光纖纜線結構中。典型之陣列係具有 60 個直徑 0.010 英吋之光纖。理想上，該線性陣列可分散成扇形，或配置成可觀看從對著整片晶圓表面之間隔區域而來的光線。該透鏡 116 可能係雙凸透鏡，其係放置於該腔之外部或在該腔之凹入埠 126 內。在該透鏡 116 兩面之曲率半徑係相同的，而在本發明之示範實施例中，該透鏡隻直徑係 1.5 英吋，且具有 29.8 毫米之曲率半徑。該透鏡可能係由 C V I L a s e r 公司或 E s c o P r o d u c t s 所製造。在該透鏡以及光纖之間係放置低通濾波器 117，以隔絕

五、發明說明 (15)

非該副產品訊號之波長的不必要之光波長。在該處理腔之光通路埠 1 2 6 應為長方形，其寬度大於其高度。該光通路埠 1 2 6 應容納該光學組件，以避免其變得骯髒或被副產品塗層。

該光學偵測系統之較佳之光纖陣列 1 3 8 係石英光纖纜線 1 3 8，其係耦合至具有輸入狹縫 1 3 2 的光譜儀 1 3 1。在該光學監測系統 1 1 2 之視野內之光線係通過該透鏡 1 1 6 且進入該光纖陣列 1 1 8 內。被接收之光線通過該光纖至該光譜儀輸入狹縫 1 3 2。在通過該輸入狹縫 1 3 2 後，該光線係藉由該光譜儀 1 3 1 內部之光柵 1 3 3 而分離成為其波長組成。該光譜儀係包含分類訊號之電荷耦合元件，故該光譜儀可分析該光線之每種分離之波長組成，以決定從該光學監測系統 1 1 2 之視線 1 5 2 而來的光線之特性。參考圖 1 2 A。兩種適合之光譜儀係可從 Ocean Optics 獲得之型號 # P C 2 0 0 0 光譜儀，以及可從 Verity Instruments 公司獲得之型號 # S D 1 0 2 4 光譜儀。

在相對於該光學監測系統 1 1 2 之反應腔 2 2 遠端上的觀看入口埠 1 2 7 係容許觀看入口 1 2 8 安裝在該反應腔凹入處內或該反應腔外部。該觀看入口埠之尺寸、形狀及位置係使得所有可能從該遠端內壁放射或反射並進入該光學監測系統的不必要之光線能進入該觀看入口埠 1 2 7。該觀看入口 1 2 8 之尺寸係可截斷任何可能進入該光學監測系統 1 1 2 的光線。

五、發明說明 (16)

由該揮發性副產品放射之訊號之測量係藉由仔細地選擇該光學監測系統 1 1 2 之焦點 1 3 0 而最佳化。電漿 1 1 4 與該塗層之表面 1 3 6 反應以形成放射訊號之揮發性副產品。揮發性副產品之分佈僅存在於該晶圓 9 8 上，其可藉由光放射光譜學 (O E S) 測量以決定何時清除完成。該揮發性副產品放射分佈係集中在該晶圓表面 1 3 6 附近。該監測之揮發性副產品訊號之最大化係藉由將該光學監測系統 1 1 2 聚焦在該表面附近靠近該晶圓之遠端邊緣的點上，並將該光學監測系統放置在使其整個視線 1 5 4 係在該集中之揮發性副產品分佈內。除了監測該焦點附近之區域外，結果線積分或視線平均法亦可取樣從該透鏡 1 1 6 延伸至該焦點 1 3 0 並從該焦點延伸至觀看入口埠 1 2 7 的該晶圓上方之弦線。

圖 1 0 係顯示因該電漿及該塗層之揮發性副產品放射之訊號所產生之 3 0 9 奈米線的強度。該強度最大之峰值正在該晶圓 9 8 上方 0.1 英吋。在圖 1 1 中係描繪該電漿流之黏滯層狀流特性導致平緩流動之輪廓圖，其使得該塗層及電漿之副產品限制住僅在該晶圓表面 1 3 6 之上方且峰值在該表面附近。因用於該觀看光學積分之視線係沿著該晶圓上方的事實，故該副產品分佈之峰值並非直接在該表面上，而係高於該表面約 0.1 英吋。藉由放置並聚焦該光學監測系統，則除了該焦點附近所產生之副產品外，亦可監測沿著該光學監測系統之所有視線的副產品。

該訊號強度並非僅依照位於該晶圓 9 8 之上方的焦點

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (1)

1 3 0 而定，亦與該晶圓上方之路線長度相關。因 O E S 係沿著部份路線長度之積分測量，該訊號強度隨著該路線長度 1 5 6 之增加而增加。

圖 1 2 B - 1 2 D 係顯示如何藉由相對於該透鏡 1 1 6 適當地放置該光纖 1 3 8 而能將原先未聚焦之光學監測系統 1 1 2 最佳化。圖 1 2 B 係描繪未聚焦之光學監測系統，其光纖 1 1 8 之觀看端 1 6 0 係位在未聚焦之位置上。藉由調整透鏡以及光纖端點 1 6 0 之間水平距離 d_h 可定義焦點，如圖 1 2 C 所示。從焦點 1 3 0 至透鏡 1 1 6 之距離可藉由改變該水平距離 d_h 而調整。參考圖 1 2 D，可藉由從該透鏡 1 1 6 之觀看光束軸 1 5 2 移動該光纖端 1 6 0 垂直之距離 d_v 而使焦點 1 3 0 之位置靠近該晶圓表面 1 3 6。最佳之焦點係僅在該晶圓之上方且在該晶圓之遠端的位置上。藉由將該光學監測系統之焦點 1 3 0 最佳化，該放射訊號幾可倍增。

在光纖纜線內之光纖 1 3 8 之陣列 1 1 8 係容許對該晶圓 9 8 更完整之取樣。本發明係使用線性光纖陣列 1 1 8 觀看該晶圓區域。舉例來說，使用 6 0 根光纖而每根光纖之直徑正常為 9 - 1 0 微米之單層線性陣列可從最初為圓形包覆之此種光纖而製成。其它種線性陣列可使用產生長方形樣式包覆的 N 列及 M 行之光纖而構成。長方形樣式包覆將接收之光纖集中在最大放射強度發生的晶圓上方之位置上。

圓形光纖陣列可觀看在該反應腔 2 2 內的大型圓形圖

五、發明說明 (8)

案。在圓形包覆光纖的情況中，該觀看光纖不僅可觀看到該晶圓 9 8 及該晶圓上方之區域，亦可看到如圖 1 1 所示的阻擋板之下側。使用圓形包覆光纖係具有減弱訊號強度的結果，因其並非觀看到該反應腔 2 2 內副產品訊號最強烈的區域。該圓形包覆亦觀看到雜訊及背景光源，其終將使該訊號之處理更為困難。

使用線性光纖陣列 1 1 8 除了觀看集中之所欲副產品訊號外尚具有優點。該線性光纖陣列可取樣該晶圓較大之範圍，且因此對完全移除塗層提供較佳之保證，以確保對辨識蝕刻或清除結束的重現性。線性光纖陣列之視野的形狀係配合該觀看入口 1 2 8 。

線性光纖陣列之額外優點係可大幅減少用於光學監測系統埠 1 2 6 所需之垂直延伸。當觀看入口 1 2 8 係配合線性光纖陣列使用時，亦可減少該觀看入口埠 1 2 7 之垂直延伸。這些埠所減少之尺寸將導致對該電漿反應腔 2 2 之內部幾何構造干擾之減少。通過該反應腔 2 2 之動態電漿流之可能效應亦減少，其可改善該晶圓表面 1 3 6 之清除製程的均勻性。該延長之埠之幾何構造係垂直該電漿流。因該埠之延伸在該電漿流動之方向上係很小的，故該埠之短延伸幾何構造亦導致更對稱之電漿流。

在該示範實施例中，可使用扇形分佈之光纖 1 3 8 替代該線性陣列，以進一步增強該晶圓之取樣。該光纖可散佈成扇形陣列而非平行之光纖結構，故可取樣更多之副產品訊號集中之區域。若該陣列係正確地成扇形散開並具有

五、發明說明 (9)

適當數量之光纖，則能取樣該晶圓表面 1 3 6 之所有二維區域。完全移除塗層之確認係藉由取樣該晶圓表面 1 3 6 之主要部分而獲得。此外，因晶圓 9 8 通常以軸對稱之方式清除，該扇形光纖陣列在該晶圓 9 8 之外側邊緣 1 2 4 最後清除的情況中將較靈敏。而傳統之光學觀看反應腔 2 2 之方法對晶圓邊緣最後清除的情況係非常地不靈敏。

藉由取樣該晶圓較大之區域，可增加完全移除該塗層之確認性。扇形光纖陣列之視野之形狀亦與觀看入口相符。

在本發明另一種實施例中，該晶圓表面實際之二維取樣可藉由將該光纖陣列配置成為分離取樣晶圓而獲得。光纖陣列 1 1 8 可配置成聚焦並分離取樣該晶圓 9 8 上之位置，而非使用測量該晶圓上方不同弦線的線積分或視線平均法。實際之二維取樣可藉由決定用於每根光纖之接收端所需之確切位置以取樣覆蓋住該晶圓之二維表面的均勻分佈之點陣列而完成。每根光纖之正確位置可藉由支撐區塊而維持。該支撐區塊係製成可容納光纖，其係在每根光纖離該透鏡 1 1 6 適當之角度及距離下的每根光纖之位置上鑽出狹長之孔洞。藉由使用實際之二維取樣，該光纖可取樣該晶圓具代表性的較大之範圍，且因此對完全移除塗層提供較佳之保證，以確保對辨識蝕刻或清除結束的重現性。配置成用於二維取樣的光纖陣列之視野形狀係與使用之觀看入口相符。

在該示範實施例中，低通濾波器 1 1 7 可避免不必要

五、發明說明 (30)

之波長進入光纖 1 3 8。由該電漿及塗層之副產品放射之光線波長係從約 3 0 0 奈米至 4 5 0 奈米的範圍。該輻射加熱燈 1 4 4 係依照功率階度而能產生從稍微低於 3 0 0 奈米至遠高於 1 0 0 0 奈米之波長範圍的光線。較佳之低通濾波器 1 1 7 僅允許在 3 0 0 - 4 5 0 奈米範圍內的光線通過。該低通濾波器 1 1 7 可能係寬頻帶低通濾波器。可使用避免波長大於 4 5 0 奈米之光線通過的低通濾波器，因低於 3 0 0 奈米之放射非常少。該低通濾波器可避免大量的不必要之燈光進入該光譜儀 1 3 1 並散射進入在該光譜儀 1 3 1 之輸出端的偵測器。該低通濾波器係容許具有副產品光之波長的低振幅光線進入該光譜儀且被處理。

該低通濾波器 1 1 7 可能係後約 3 英吋且具有約略相等之直徑的薄玻璃圓盤。該低通濾波器係正好插入在光纖導光入該光譜儀 1 3 1 之前的光路線內。該低通濾波器亦可正好插在該光譜儀之前，或正好在該透鏡 1 1 6 之前。

該低通濾波器 1 1 7 係藉由在玻璃圓盤表面上沉積複數層薄膜層以獲得所欲之傳透及反射特性。舉例來說，可在 B G 3 玻璃之玻璃基板上覆蓋約 7 0 層之介電質及金屬薄膜以達成所欲之頻寬。

在該示範實施例中，觀看入口 1 2 8 係用以減少背景光及訊號雜訊。該觀看入口可避免從該電漿反應腔 2 2 之遠端內壁 1 4 2 放射以及從該遠端內壁 1 4 2 反射的光線進入該光學監測系統內。即使當該光學監測系統 1 1 2 聚焦在該晶圓表面 1 3 6 上時，光束仍可從該遠方內壁 1 4

五、發明說明 (21)

2 開始，通過該焦點 1 3 0，且終止在該光纖 1 3 8 內。若該內壁係稍微以塗層以及從前次或本次蝕刻及清除製程所產生之塗層副產品覆蓋時，則不必要之光線可能係從該內壁開始。不必要之光線亦可能由該內部反射，且進入該光學監測系統之視野內。在使用燈泡加熱該晶圓 9 8 之輻射加熱系統內，不必要及反射之光線係特別地充足。

由相對於該光學監測系統 1 1 2 之腔內壁放射及反射的光線將減少訊號對背景光比，且因此增加對硬體及軟體處理系統的需求以處理具有高振幅解析度之大量的動態範圍之訊號。圖 (1 4) 係顯示用於第一處理腔以及本發明之處理腔在整個製程中之 3 0 9 奈米訊號的時間演化圖。在第一腔中監測之訊號的圖形係以 1 6 2 表示，而本創新腔監測之訊號係以 1 6 6 表示。第一個高放射訊號階度係因該燈泡光線在高燈泡功率斜面相位，而第二個 (不一般高) 高階度係因在微波操作相位下清除。在約 1 0 0 秒後可看到殘餘之不必要的光訊號。該殘餘訊號係因燈泡 1 4 4、從內壁 1 4 2 而來之清除訊號或電漿光。圖 (1 4) 係顯示聚焦在靠近該晶圓之遠端邊緣附近的點上，在該清除製程完成後係具有殘餘之訊號，其係因從該處理腔之遠端內壁 1 4 2 放射而來之訊號。

大量之燈泡光線係在該處理腔 2 2 之內壁 1 4 2 上擴散地散射。雖然在該遠端內壁 1 4 2 上散射入視野的入射光比例係相當微小，但該燈泡光線非常強烈，故該光學組件可觀看到大量之燈泡光線且被該光譜儀 1 3 1 所測量到

五、發明說明 (7)

。在該清除器運作時，從該晶圓 9 8 而來之塗層可沉積在該遠端內壁 1 4 2 上。隨後之清除製程將移除在該內壁上之沉積物以及在該晶圓上之塗層，其導致從該遠端內壁上放射出副產品訊號。電漿與在該遠端內壁上之塗層的反應將導致該內壁之反射率隨時間而改變。該觀看入口可避免大部份由該遠端內壁 1 4 2 放射及反射之光線進入視野 1 5 5，而進入之光線將由該光學監測系統所積分。

該觀看入口 1 2 8 可避免由該遠端內壁 1 4 2 散射之光線進入該光學組件 1 4 0 之視野 1 5 5。該觀看入口係藉由區域地移動該遠端內壁而運作，故在該遠端內壁上可藉由該光學監測系統觀看之區域不會沉積塗層，並可捕捉進入該觀看入口 1 2 8 之光線以使其不會被該光學監測系統 1 1 2 觀看到。依照該觀看入口 1 4 2 保留部分之設計，從該遠端內壁移除之埠 1 2 7 或狹縫可能會或可能不會通往該腔之外部。該觀看入口埠 1 2 7 最好係不具有灰塵及塗層可累積的複雜之幾何構造。

藉由使用觀看入口 1 2 8，進入該光學監測系統之燈光係減小至原始值之 1.6 %。該入口 1 2 8 係寬頻元件，其可消除寬頻之燈光以及電漿光以改善整個電荷耦合元件偵測器或所使用之其它光譜儀的訊號對背景光比。該觀看入口 1 2 8 可減少對硬體及軟體之需求，使得相關訊號之擷取更為容易。該觀看入口 1 2 8 係作為該光學監測系統在該晶圓 9 8 之另一側的“黑洞”。

該觀看入口 1 2 8 可由任何可避免光線從該遠端內壁

五、發明說明 (21)

1 4 2 放射出的材料所製成。一種觀看入口係將刀片焊接在一起的堆積。可使用由不鏽鋼製成之標準工具之刀片以製造用於該入射光具有大角度之有效性的有效之觀看入口 1 2 8。該刀片係純不鏽鋼，故無需塗層或塗佈該刀片。該刀片製成之觀看入口 1 2 8 可提交光線吸收表面。當從垂直該觀看入口之前方至從法線超過 6 0 之角度的角度範圍內觀看時，該觀看入口 1 2 8 係顯現黑色。該觀看入口 1 2 8 未吸收的殘餘之不必要之光訊號係因從支撐該窗戶之埠 1 2 6 散射而來的光線或從該晶圓 9 8 之表面擴散地散射而來的光線。

在該示範實施例中，該觀看入口 1 2 8 係包含在該反應腔 2 2 之遠端內壁之狹縫或埠 1 2 7，黑箱 1 7 6 蓋，以及可能為鑽石形且具反射性之反射性光線捕捉元件 1 7 0。在該示範實施例中，一或多個觀看入口零件係被電鍍過的。該觀看入口零件最好係電鍍成例如黑色之深色。可能進入該光學監測系統 1 1 2 視線內之光線將通過該埠或狹縫以進入該黑箱 1 7 6 內。藉由該光線捕捉元件 1 7 0 可避免曾在該觀看入口之光線重新進入該反應腔 2 2 內。該示範之觀看入口亦可能具有在該觀看入口埠 1 2 7 前面之黑色窗戶以及黑色蓋 1 8 0。該窗戶以及該蓋可避免塗層附著於其它觀看入口零件上。該觀看入口亦可能係任何具有黑色蓋之窗戶、黑色蓋、黑色入口箱、具有光線捕捉元件之黑色入口箱、具有刀片入口之窗戶以及刀片入口的組合。

五、發明說明 (4)

熟知此技術者將瞭解到，有數種用於安裝該觀看入口 1 2 8 的選擇。一種較佳之方法係將該觀看入口 1 2 8 安裝於該反應腔內觀看入口埠 1 2 7 或埠延伸物之區域內。另一種選擇係將該入口 1 2 8 安裝於該反應腔之外部，並將窗戶放在該觀看入口以及該反應腔 2 2 之間。將該入口 1 2 8 安裝於該腔之外部係具有保持該入口乾淨之優點，並使其不會參與任何反應。該刀片式觀看入口的優點其中之一係該入口刀片之表面條件不會影響該入口 1 2 8 之效能。即使當該入口變髒或被塗層或塗層殘餘物覆蓋時，該入口之光線吸收特性將不會退化。當由反射性純不鏽鋼製成之觀看入口 1 2 8 因灰塵或腐蝕降低其反射性時，將變得更為有效。

較佳之觀看入口埠 1 2 7 或狹縫係很小的，以減少電漿流動之干擾。例如，與該線性光纖光學組件陣列 1 1 8 配合之狹縫可使用高度為在該遠端內壁 1 4 2 之觀看光束 1 4 8 之高度兩倍的狹縫。高度為在該遠端內壁 1 4 2 之觀看光束 1 4 8 之高度兩倍的狹縫係容許誤差之邊限。舉例來說，高度 3 英吋之觀看入口埠 1 2 7 係可用於觀看在遠端內壁為 1 / 8 高之帶寬的光纖陣列。較大之狹縫將導致邊限較佳之光學結果，但無法調整該電漿額外之擾動。使用狹縫埠之觀看入口係容許該觀看入口之光學零件長時間維持在無沉積之表面。

在該示範實施例中，係使用雙凸式透鏡以將從該處理腔而來之光線耦合並聚焦至該光纖內或直接至該光譜儀內

五、發明說明 (ㄨ)

。若未使用保護性窗戶時，則該光學組件最外層之表面可能係在該透鏡之前的窗戶。在該透鏡位置後方之透鏡 1 1 6 或窗戶 1 5 0 係嵌壁在離開該處理腔 2 2 內部的位置上。當該光學組件 1 4 0 之外部表面變髒時，由該副產品放射之光線將不會進入該光學組件內，而不必要之燈泡光線將因灰塵或塗層之繞射或折射而進入該光學組件內，其導致訊號背景比以及訊號雜訊比之降低。該嵌壁式透鏡或窗戶係較不易被灰塵或塗層所覆蓋。再者，該光學組件 1 4 0 觀看該處理腔所經過之埠係使用狹窄埠以減少塗層及其它污染物將覆蓋住該光學監測系統 1 1 2 之最外層光學表面的類似問題。嵌壁該光學組件 1 4 0 之最外層表面基本上可減少附著於該窗戶或透鏡之塗層量。該訊號雜訊比以及訊號背景比係藉由嵌壁該光學組件 1 4 0 而增加，因所欲之產品光係容許進入該光學組件內，而不必要之燈泡光線則不會進入。此外，藉由嵌壁該光學組件，基本上可減少該外部透鏡或窗戶需要清潔之間的時間。

可使用圓柱形透鏡代替雙凸透鏡以散佈水平跨過該晶圓 9 8 之視線，故可取樣該晶圓上方之濃度更多的區域。使用圓柱形透鏡可增加該終點偵測之重現性。可使用圓束形光纖或線性光纖陣列配合圓柱形透鏡之使用。

本發明之示範實施例係使用極化器 1 2 2 配合透鏡 1 1 6 以減少背景光及雜訊。在用於蝕刻及清除製程之相關波長（例如，3 0 9 奈米）中，該薄膜極化器通常係具有相當大之吸收率，其導致訊號強度之減少。然而，若訊號

五、發明說明 (16)

強度足以使部份之訊號被犧牲時，則可使用薄膜極化器。若該極化器 1 2 2 係薄膜極化器，則可插入該透鏡及窗戶之間。若無法犧牲該訊號強度，則可使用不同形式之極化器，其將沿著該光軸佔據較多之空間但不會明顯地降低訊號。舉例來說，可使用寬頻極化分光立方體或其它使用塊狀之零件。若該極化器 1 2 2 較大時，其能放置在該透鏡 1 1 6 以及該光纖陣列 1 1 8 之間。

在該示範實施例中，觀看光學組件 1 4 0 係聚焦在該晶圓表面上。藉由以一定之角度將該光學組件 1 4 0 聚焦在該晶圓之表面上，以使得整條視線 1 5 4 係在該副產品之集中區域內，則可改善訊號強度。該光學組件以及該晶圓表面之間的距離係依照數項參數而定，例如，該焦點 1 3 0 之最小光點尺寸、相對於該晶圓表面之平面的觀看角度、該焦點 1 3 0 以及該晶圓之邊緣 1 2 4 之間的距離、經過該處理腔之氣體的流動速率以及欲實施之特定製程。

參考圖 1 4，係繪製在該清除器整個運作時間內藉由該光譜儀所測量的訊號強度圖。習知技術之訊號係以 1 6 2 標示，而本發明之訊號係標示為 1 6 6。該圖形係顯示，藉由實施本發明可大幅地減少在斜面相位時的不必要之漫散光。該圖形亦顯示，藉由實施本發明可大幅地增強所欲之副產品訊號。

參考圖 1 0，對於直徑 0.1 英吋之典型之焦點光點尺寸而言，若該焦點係在該晶圓表面之 0.4 英吋內則可獲得較強之副產品訊號。在該晶圓表面 0.2 英吋內可獲得峰值

五、發明說明 (27)

強度。該訊號隨著靠近晶圓表面而降低。在表面附近之訊號強度的減少係因該觀看光學組件係幾乎對該晶圓表面之切線觀看且該光線係沿著該切線之視線積分。藉由電漿之層狀流動，副產品係沿著該晶圓表面之上方放射狀地向外掃動。因在該晶圓表面上層狀流之黏滯性的拖動，故在稍高於該晶圓表面上方的副產品線積分之濃度係較高的。

該光學監測系統 1 1 2 最好係從對應於製造該晶圓之材料的 B r e w s t e r 角觀看該晶圓 9 8。對於例如矽之典型晶圓材料而言，該觀看光學組件以及在該晶圓表面上之聚焦區域之間的角度應為 1 6.2 度。理想上，該光學監測系統係聚焦在相對於該光學監測系統 1 1 2 之晶圓 9 8 遠方側 1 2 4 的晶圓表面 1 3 6 上。以 B r e w s t e r 角觀看該晶圓之可行性係依照該反應腔 2 2 之方向比而定。舉例來說，對於特定之腔而言，該反應腔 2 2 之垂直尺寸可能太小，使得該透鏡 1 1 6 無法以 B r e w s t e r 角聚焦在該晶圓之遠方側。

在較佳實施例中，進入該光學監測系統 1 1 2 之光線係極化光，以增加訊號雜訊比以及訊號背景比。用於半導體製造工具之晶圓 9 8 一般係由例如矽之介電質材料所製成。該介電質材料之性質決定入射光反射之角度。該反射性質係依照該入射光之極化方向而定。此現象係用以改善該光學偵測系統 1 1 0 之訊號背景比。

當剩餘塗層之薄層接近終點時係移除地相當快速。因此，考慮到反射性質時所需監測的唯一材料係該晶圓 9 8

五、發明說明 (28)

本身之介電質材料。無需考慮各種塗層材料之介電常數。

對於典型之矽晶圓而言，反射率係相當地高。然而，該反射光可藉由調整觀看角至 B r e w s t e r 角 Θ_B 而極化。對於特定之材料而言，該 B r e w s t e r 角 Θ_B 係定義成：

$$\Theta_B = \tan^{-1} (n_2 / n_1)$$

Θ_B 係相對於該表面之法線的入射角。 n_2 係入射光線來源之實際上為該處理腔之真空的材料之折射率，。 n_1 係光線入射之矽或其它晶圓材料的材料之折射率。在 B r e w s t e r 角時，所有具有入射平面之電場的極化光線係完全的傳送至該第二材料，而無反射成分。該入射平面係定義為包含該入射光及反射光兩者或折射光的平面。

在其中一種實施例中，該光學監測系統係從 B r e w s t e r 角 Θ_B 觀看該晶圓。任何由該光學監測系統所監測而從該晶圓反射之光線僅包含一種極化。極化器 1 2 2 係包含在該光學監測系統 1 1 2 內以移除該反射光剩餘之極化成分。該晶圓材料將移除掉入射至該晶圓上之光線的一種成分，而該極化器 1 2 2 則移除剩餘之成分。在所有之塗層被移除的終點時，該光譜儀測量不到光線，因從該 B r e w s t e r 角 Θ_B 觀看之晶圓移除掉在晶圓反射之光線的一種成分而該極化器則移除剩餘之成分。雖然該極化系統亦減少從該副產品而來之所欲訊號，但背景光減少更高之比例，結果係增加訊號背景比。

對矽晶圓而言，所計算之最佳角度約為 $\Theta_B = 73.8$

五、發明說明 (29)

，其轉換至該光學組件以及晶圓表面之角度為 1 6 . 2 度，其導致該焦點 1 3 0 以及光學監測系統 1 1 2 之間的水平及垂直距離比為 3 . 4 4 比 1 。 3 . 4 4 比 1 之方向比係與典型之反應腔 2 2 的構造相符合。

圖 1 3 A - 1 3 C 係顯示所選擇之透鏡如何影響到該光學監測系統 1 1 2 之觀看光束 1 4 8 。藉由選擇短焦距長度之透鏡，該觀看光束係較窄，使得光線僅沿著放射訊號最強之路徑。因觀看光束 1 4 8 較窄，故使用短焦距長度之透鏡將減小訊號強度。然而，因被較窄之光束監測到之背景光量亦減少，故訊號背景比係增加。圖 1 3 C 係顯示短焦距長度執行之結果。

圖 1 3 A 係顯示原來之結構，該透鏡 1 1 6 及光纖 1 1 8 係在左側，而晶圓係放置在該圖之底部。圖示之晶圓係稍微低於描述該觀看光束 1 4 8 之射線的下方。在圖 1 3 A 中，可看出該觀看光束軸線需位在遠高於該晶圓之位置，以使得該晶圓之邊緣 1 2 4 附近之光線不會被切除。在圖 1 3 B 及 1 3 C 中係顯示較短之焦距長度。具有較短之焦距長度的透鏡係使得光線在散得過開之前重新導向，其使得該觀看光束 1 4 8 維持在像光束的品質。較窄之觀看光束可再降低以靠近該晶圓表面 1 3 6 ，並藉此接收從恰巧高於該晶圓表面 1 3 6 上方副產品訊號最強之區域而來的光線。

應瞭解到，雖然已詳細地說明本發明，但本發明係包含所有在附加之申請專利範圍之精神或範疇內所揭示之設

五、發明說明 (30)

計的修正。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：)

用於終點偵測之最佳化光學系統設計

一種用於在終點偵測所使用之光放射光譜學之光學偵測系統 1 1 0 的最佳化。該光學偵測系統 1 1 0 可滿足輻射加熱晶圓系統在下游之處理腔 2 2 環境中的需求。該光學偵測系統使用非常小之診斷入口，收集從終點處理之最強烈之光放射區域而來的光線，僅以一個診斷入口埠 1 2 6 收集整個晶圓代表性部份而來的光線以確保完成終點，並消除從其它非晶圓 9 8 之光源而來的光訊號，而將從相關反應而來之訊號光最大化以及訊號雜訊比及訊號背景比最大化。

英文發明摘要 (發明之名稱：OPTIMIZED OPTICAL SYSTEM DESIGN FOR
ENDPOINT DETECTION)

An optimization of the optical detection system 110 for the use of optical emission spectroscopy in end-point detection. The optical detection system 110 addresses the needs of a radiant heated wafer system in a downstream process chamber 22 environment. The optical detection system maximizes signal light from relevant reactions, maximizes signal-to noise and signal-to-background ratios, utilizes very small diagnostics access, collects light from the region of most intense light emission from endpoint processes, collects light from representative parts of an entire wafer with just one diagnostic access port 126 to ensure complete end-point, and eliminates light signals from sources other than the wafer 98.

六、申請專利範圍

1. 一種晶圓處理系統 20，其包含：
 - a) 一晶圓處理腔 22，其包含用於放置至少一片晶圓 98 於該腔 22 之內部區域的支撐 90、92；
 - b) 晶圓處理裝置 21，其包含用於安排晶圓處理材料 114 進入該處理腔 22 之路線的裝置，以用於從該至少一片晶圓 98 之暴露表面上移除塗層；以及
 - c) 接收光學組件 140，其係安裝在該腔 22 上並聚焦在該至少一片晶圓之表面附近，以用於監測該塗層以及該晶圓處理材料之反應產品的濃度。
2. 如申請專利範圍第 1 項之晶圓處理系統，其更包含一觀看入口 128，其係安裝在該晶圓處理腔 22 上，以吸收在該腔內部之光線。
3. 如申請專利範圍第 2 項之晶圓處理系統，其中，該觀看入口 128 係安裝在該晶圓處理腔 22 之內部的該接收光學組件之視野內。
4. 如申請專利範圍第 2 項之晶圓處理系統，其中，該晶圓處理腔 22 係具有延伸至該晶圓處理腔之側壁的狹縫，且其中，該觀看入口 128 係安裝在該晶圓處理腔靠近該狹縫處。
5. 如申請專利範圍第 2 項之晶圓處理系統，其中，該觀看入口 128 係包含箱 176 以及反射性光線捕捉元件 170。
6. 如申請專利範圍第 1 項之晶圓處理系統，其更包含濾波器 117，其係安裝在該腔上，以用於過濾從該晶

六、申請專利範圍

圓處理腔之內部區域放射之訊號。

7．一種晶圓處理系統 2 0，其包含：

a) 一晶圓處理腔 2 2，其包含用於放置至少一片晶圓 9 8 於該晶圓處理腔 2 2 之內部區域的支撐 9 0、9 2；

b) 晶圓處理裝置 2 1，其包含用於安排晶圓處理材料 1 1 4 進入該晶圓處理腔 2 2 之路線的裝置，以用於從該至少一片晶圓 9 8 之暴露表面上移除塗層；以及

c) 接收光學組件 1 4 0，其係安裝在該腔 2 2 上靠近該晶圓之第一邊緣，並藉由監測從該至少一片晶圓 9 8 而來之光放射訊號而監測該塗層以及該晶圓處理材料之反應產品的濃度。

8．如申請專利範圍第 7 項之晶圓處理系統，其中，該接收光學組件 1 4 0 係包含裝配成線性陣列 1 1 8 之光纖 1 3 8。

9．如申請專利範圍第 7 項之晶圓處理系統，其更包含安裝在該晶圓處理腔 2 2 之一觀看入口 1 2 8。

1 0．如申請專利範圍第 7 項之晶圓處理系統，其中，該接收光學組件 1 4 0 係嵌壁在該晶圓處理腔 2 2 之內部區域內。

1 1．如申請專利範圍第 9 項之晶圓處理系統，其中，該晶圓處理腔 2 2 係具有延伸至該晶圓處理腔之側壁的狹縫，且其中，該觀看入口 1 2 8 係安裝在該晶圓處理腔靠近該狹縫處。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

衣

訂

線

六、申請專利範圍

1 2 . 如申請專利範圍第 9 項之晶圓處理系統，其中，該觀看入口 1 2 8 係包含一箱 1 7 6 以及一光線捕捉元件 1 7 0 。

1 3 . 如申請專利範圍第 7 項之晶圓處理系統，其更包含一濾波器 1 1 7，其係安裝在該腔上，以用於過濾從該晶圓處理腔之內部區域放射之訊號。

1 4 . 如申請專利範圍第 7 項之晶圓處理系統，其中，該接收光學組件 1 4 0 係包含複數根輸入端配置成扇形陣列的光纖 1 3 8 。

1 5 . 一種晶圓處理系統 2 0，其包含：

a) 一晶圓處理腔 2 2，其包含用於放置至少一片晶圓 9 8 的支撐 9 0、9 2；

b) 晶圓處理裝置 2 1，其包含用於安排晶圓處理材料 1 1 4 進入該處理腔 2 2 之路線的裝置，以用於從該至少一片晶圓 9 8 移除塗層；以及

c) 接收光學組件 1 4 0，其係安裝在該腔 2 2 上，每個該接收光學組件係被定位，以監測該至少一片晶圓之表面 1 3 6 上之該塗層以及該晶圓處理材料之反應產品的局部濃度，以使得該光學組件監測該表面上代表性之分佈點。

1 6 . 如申請專利範圍第 1 5 項之晶圓處理系統，其更包含裝在該晶圓處理腔之一觀看入口 1 2 8 。

1 7 . 一種晶圓處理系統 2 0，其包含：

a) 一晶圓處理腔 2 2，其包含用於放置至少一片晶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

六、申請專利範圍

圖 9 8 於該晶圓處理腔之內部區域的支撐 9 0、9 2；

b) 晶圓處理裝置 2 1，其包含用於安排晶圓處理材料 1 1 4 進入該處理腔 2 2 之路線的裝置，以用於從該至少一片晶圓 9 8 之暴露表面上移除塗層；

c) 接收光學組件 1 4 0，其係配置成平面陣列 1 1 8 且安裝在該腔 2 2 靠近該晶圓之第一邊緣處，以藉由監測從該至少一片或更多片晶圓之表面 1 3 6 而來之光放射頻譜而監測該塗層以及該晶圓處理材料之反應產品的濃度，該接收光學組件係包含一雙凸透鏡；

d) 一觀看入口 1 2 8，其包含安裝在該晶圓處理腔上之一箱 1 7 6 以及一鑽石形反射性構件，以避免不必要之訊號進入該接收光學組件 1 4 0 內；以及

e) 一低通濾波器 1 1 7，其係安裝在該腔上，以用於過濾從該塗層及該晶圓處理材料之反應產品之該濃度放射的訊號。

1 8 . 一種監測晶圓處理製程之方法，其包含下列步驟：

a) 提供具有塗層於暴露表面 1 3 6 上的晶圓 9 8；

b) 供應晶圓處理材料 1 1 4 至該表面以移除該塗層；以及

c) 以光學組件 1 4 0 監測在從該表面延伸之聚焦區域內的該塗層以及該電漿之反應產品之濃度，該光學組件 1 4 0 使用光放射光譜訊號決定在該聚焦區域內之該濃度。

1 9 . 如申請專利範圍第 1 8 項之方法，其更包含以一觀

六、申請專利範圍

看入口 1 2 8 吸收不必要之訊號的步驟，以避免不必要之訊號被該光學組件所監測。

2 0 . 如申請專利範圍第 1 8 項之方法，其更包含極化從該表面反射之訊號的步驟。

2 1 . 如申請專利範圍第 1 8 項之方法，其更包含過濾掉由該塗層以及該晶圓處理材料之反應產品之該濃度放射之訊號的步驟。

2 2 . 一種監測晶圓處理製程之方法，其包含下列步驟：

- a) 提供具有塗層於暴露表面 1 3 6 上的晶圓 9 8 ；
- b) 供應晶圓處理材料 1 1 4 至該表面以移除該塗層；以及
- c) 藉由監測在該晶圓上方區域內該反應產品而來之光放射頻譜而監測該塗層以及該晶圓處理材料之反應產品之濃度。

2 3 . 如申請專利範圍第 2 2 項之方法，其中，該光學組件係包含配置成一般平面陣列的光纖 1 3 8 。

2 4 . 如申請專利範圍第 2 2 項之方法，其中，該光學組件係包含配置成線性陣列 1 1 8 的光纖 1 3 8 。

2 5 . 如申請專利範圍第 2 2 項之方法，其中，該光學組件係包含配置成扇形陣列的光纖 1 3 8 。

2 6 . 如申請專利範圍第 2 2 項之方法，其更包含以觀看入口 1 2 8 吸收不必要之訊號的步驟，以避免不必要之訊號被該光學組件所監測。

2 7 . 如申請專利範圍第 2 2 項之方法，其更包含極化該

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

六、申請專利範圍

塗層以及該晶圓處理材料之反應產品之該濃度放射之訊號的步驟。

2 8 . 如申請專利範圍第 2 2 項之方法，其更包含過濾掉由該塗層以及該晶圓處理材料之反應產品之該濃度放射之訊號的步驟。

2 9 . 一種監測晶圓處理製程之方法，其包含：

- a) 提供具有塗層於暴露表面 1 3 6 上的晶圓 9 8 ；
- b) 供應具有電漿形式之晶圓處理材料 1 1 4 至該表面以移除該塗層； 以及
- c) 藉由聚焦該光學組件在該表面 1 3 6 上代表性之分佈點而監測該塗層以及該電漿之反應產品的濃度，以觀看在該分佈點之反應產品而來之光訊號。

3 0 . 如申請專利範圍第 2 8 項之方法，其更包含以觀看入口 1 2 8 吸收不必要之訊號的步驟，以避免不必要之訊號被該光學組件所監測。

3 1 . 如申請專利範圍第 2 8 項之方法，其中，該光學組件係可嵌壁的。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

不

訂

線

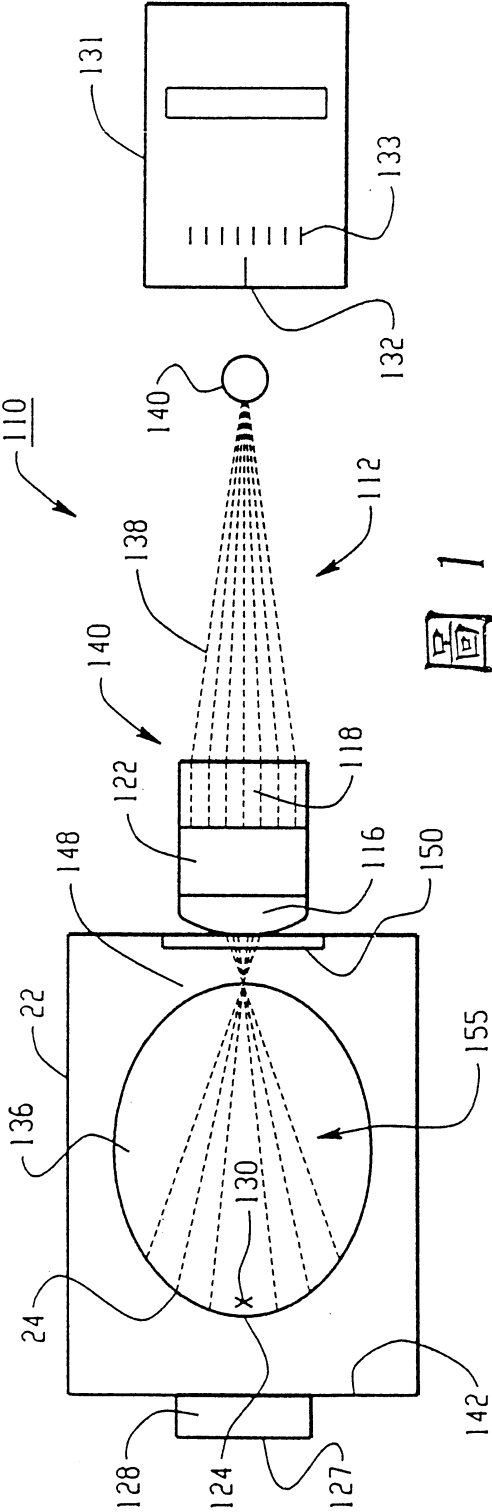


圖 1

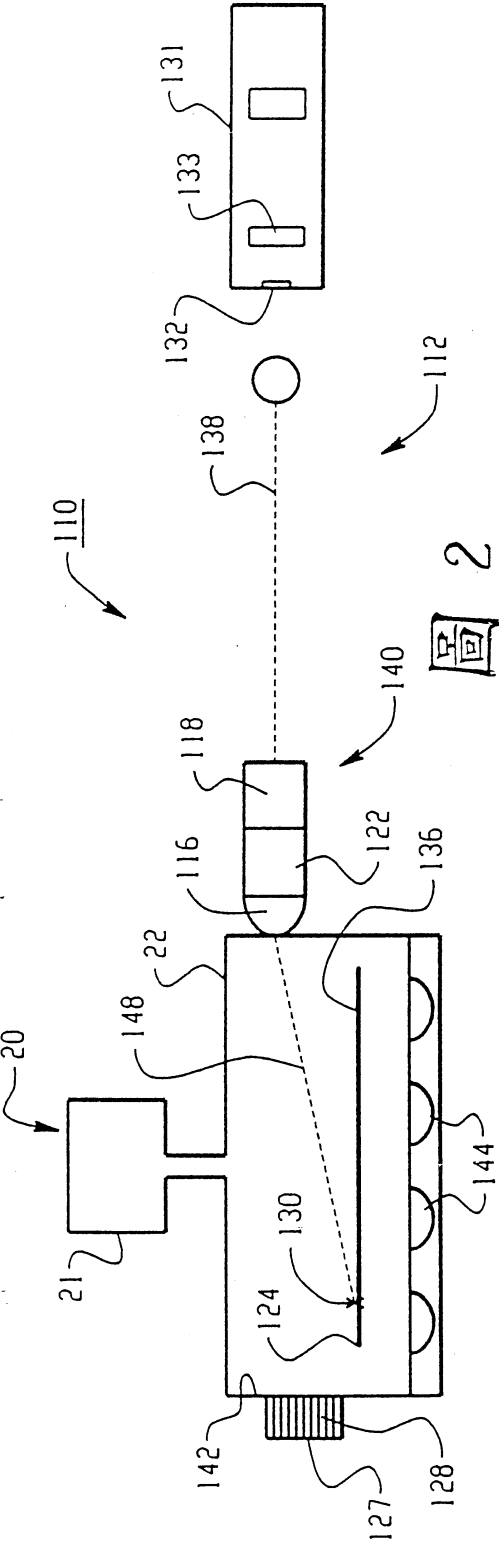


圖 2

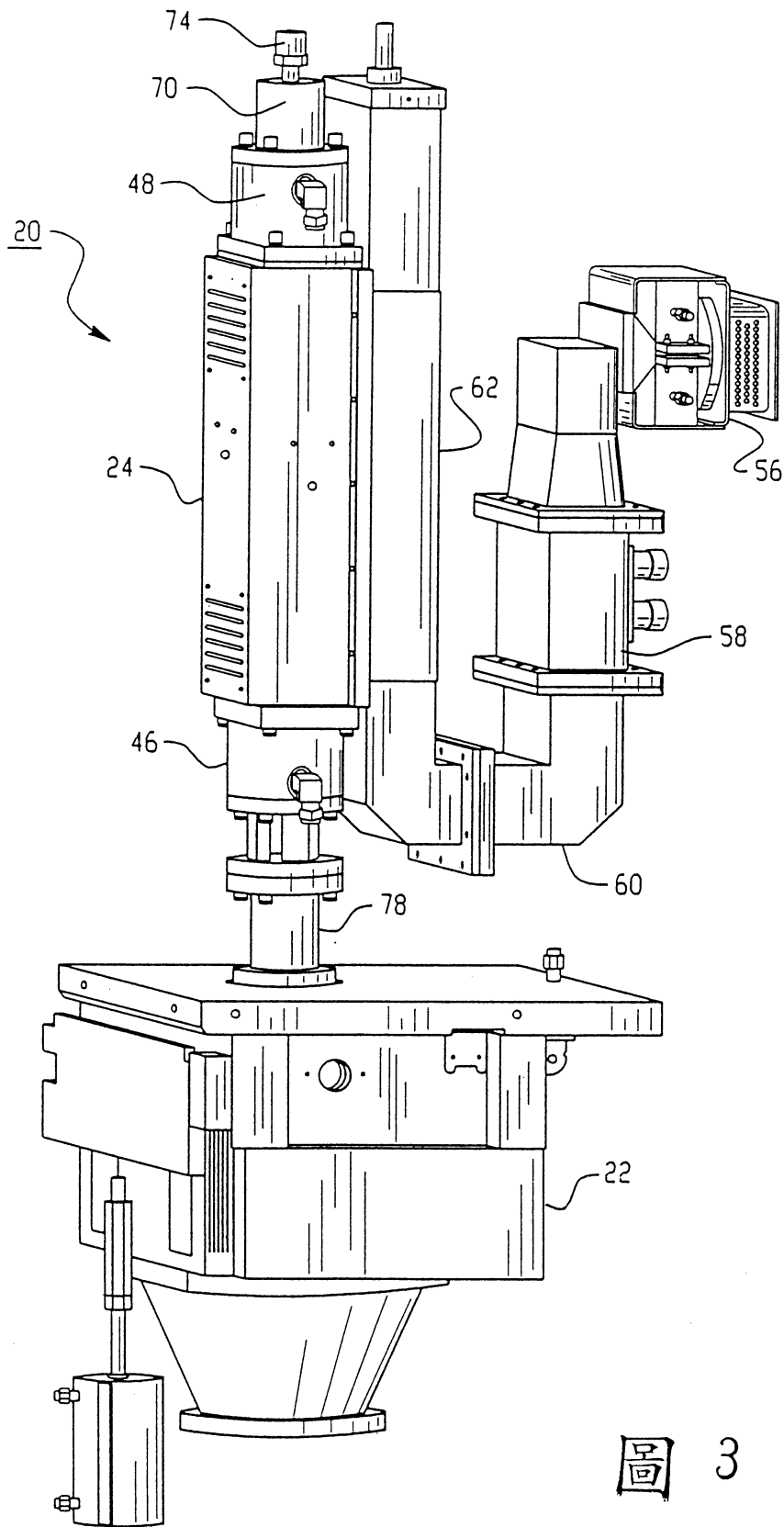


圖 3

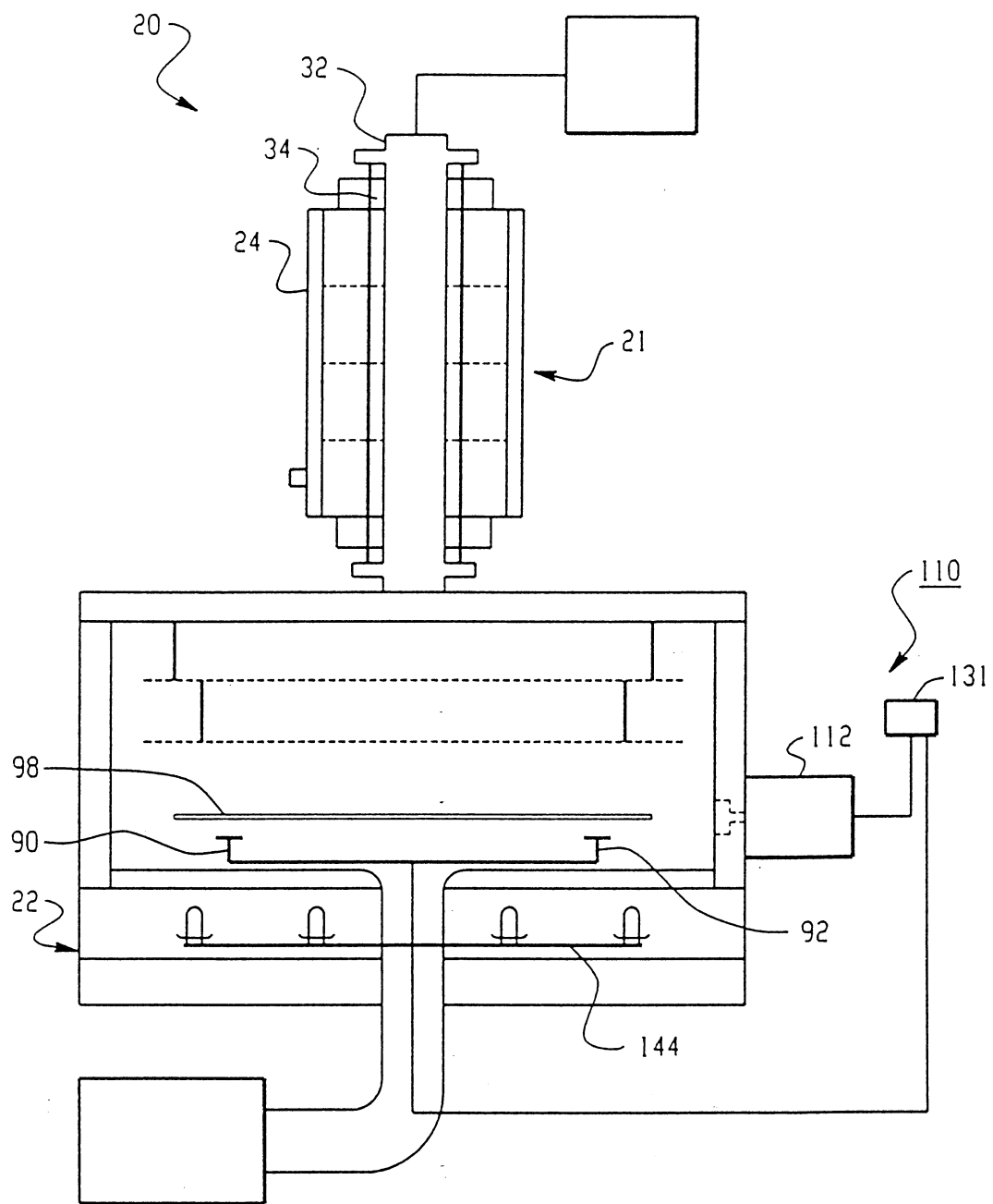


圖 4

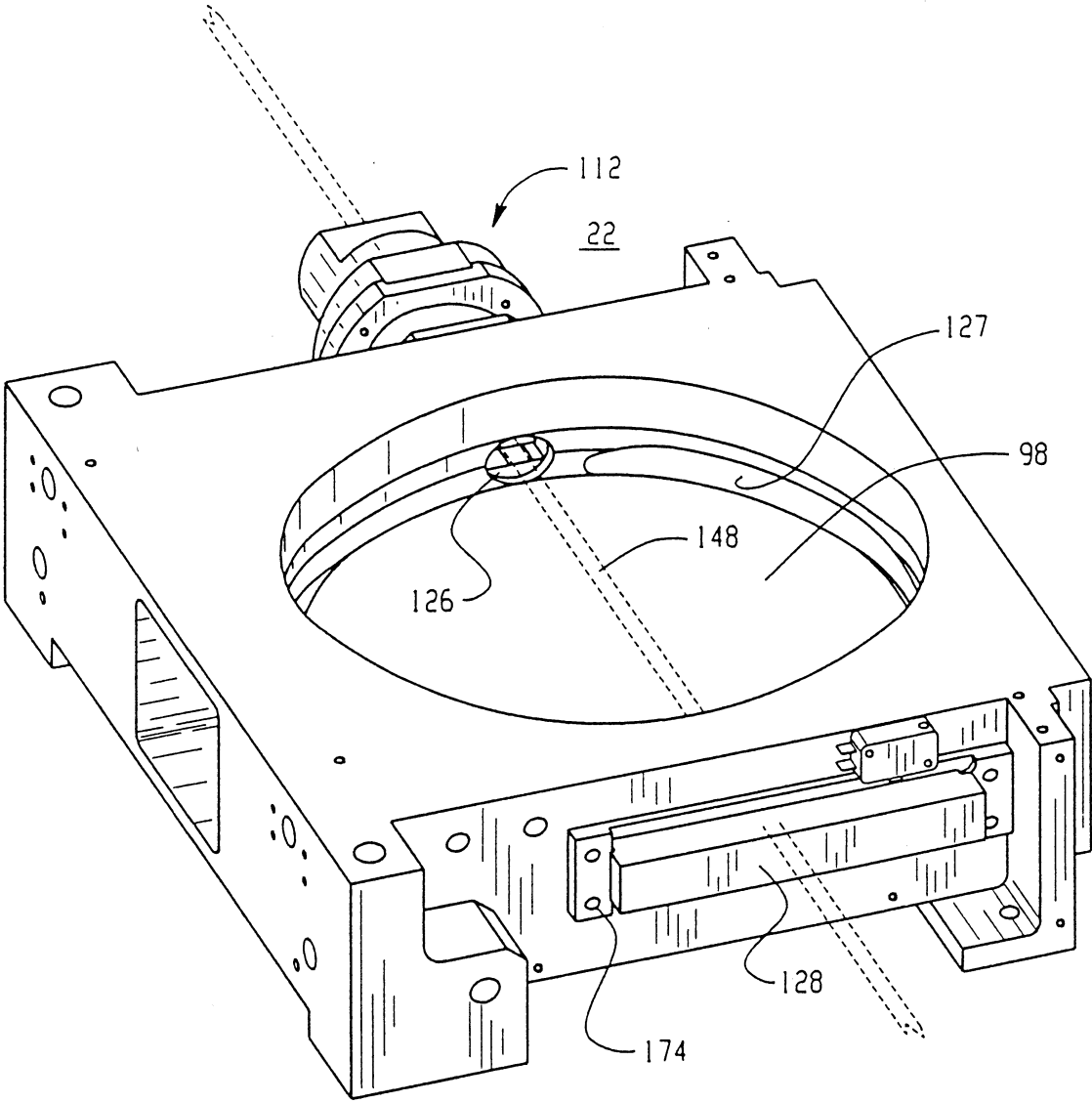


圖 5

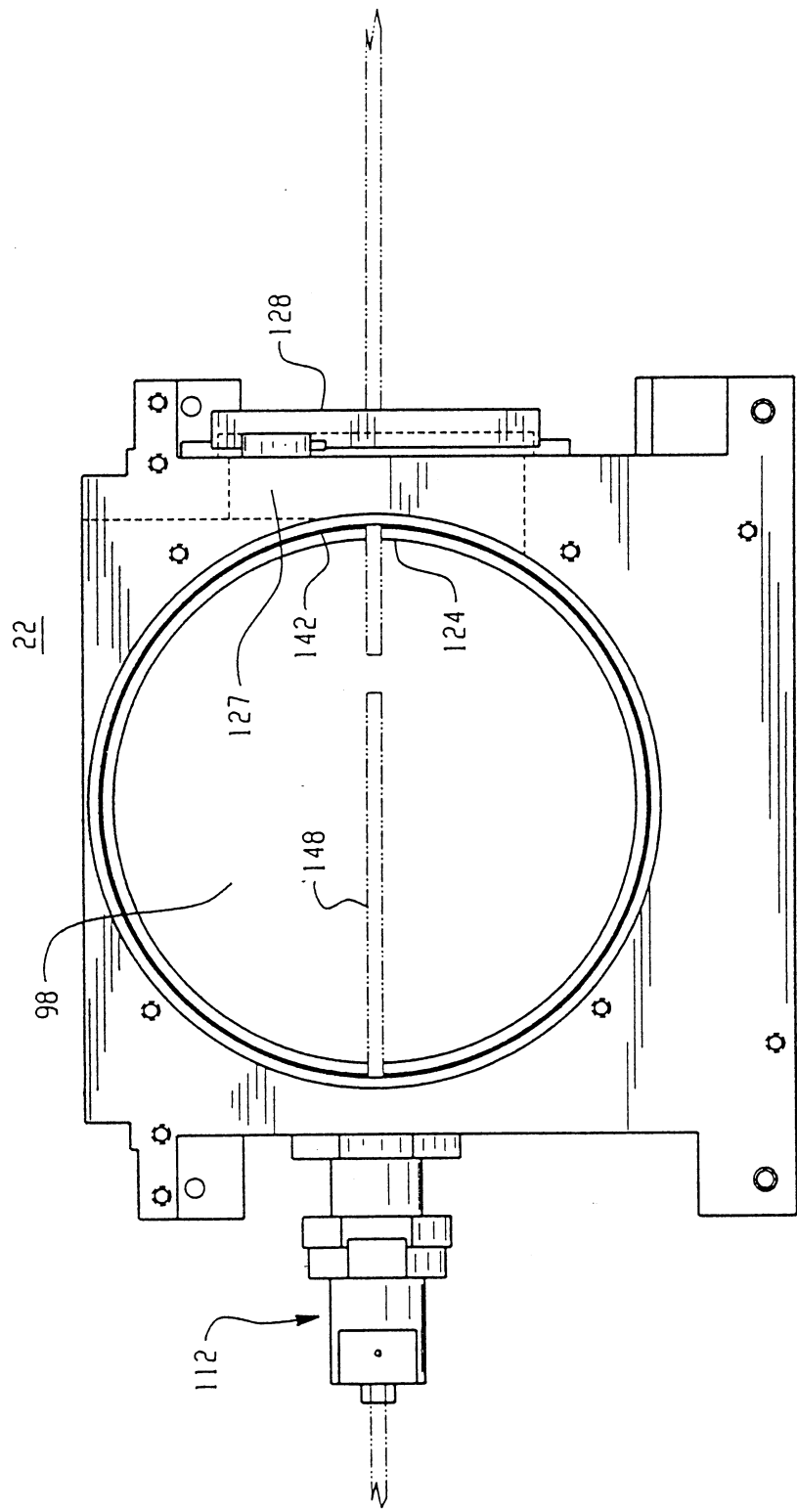


圖 6

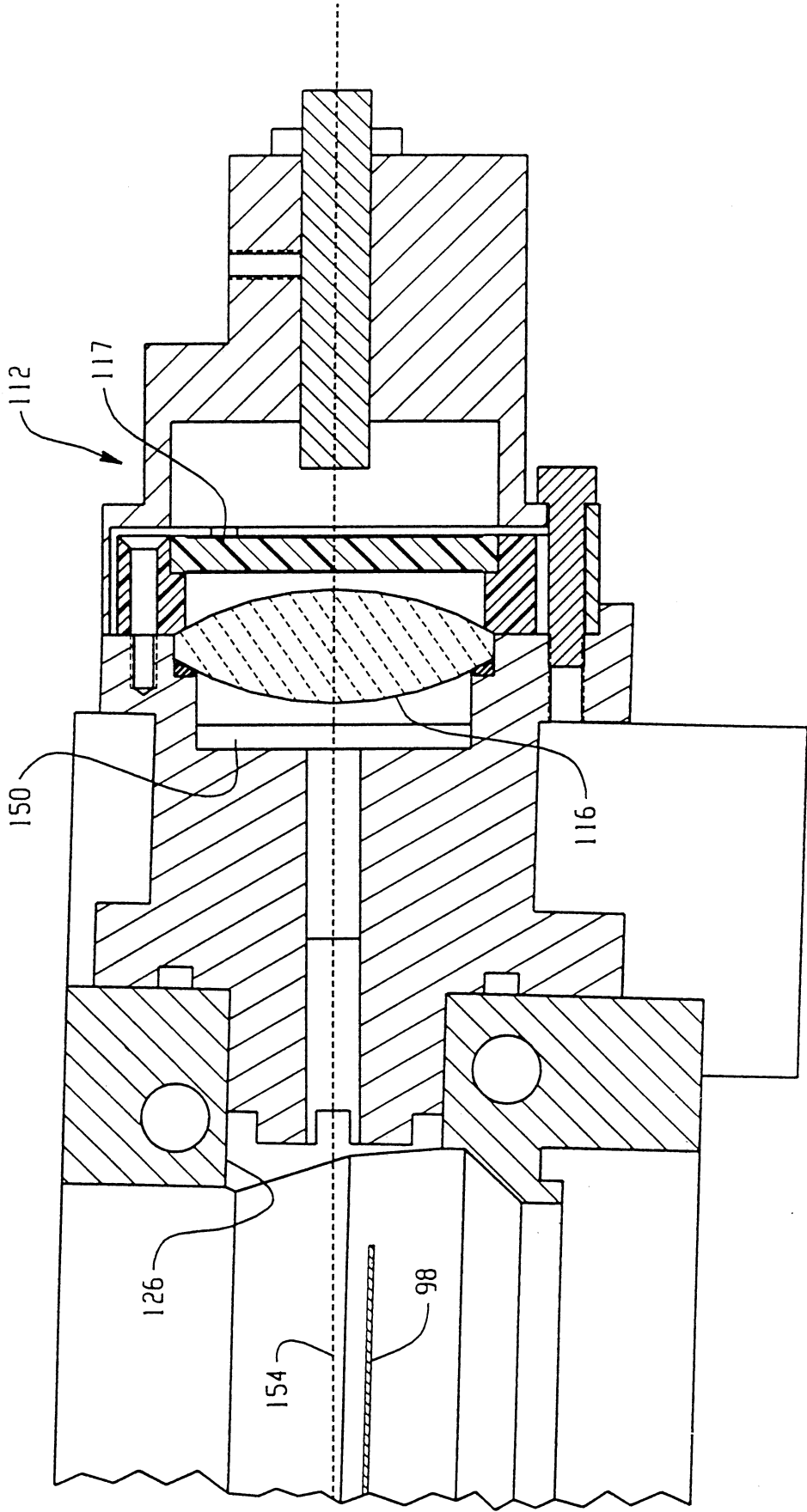


圖 2

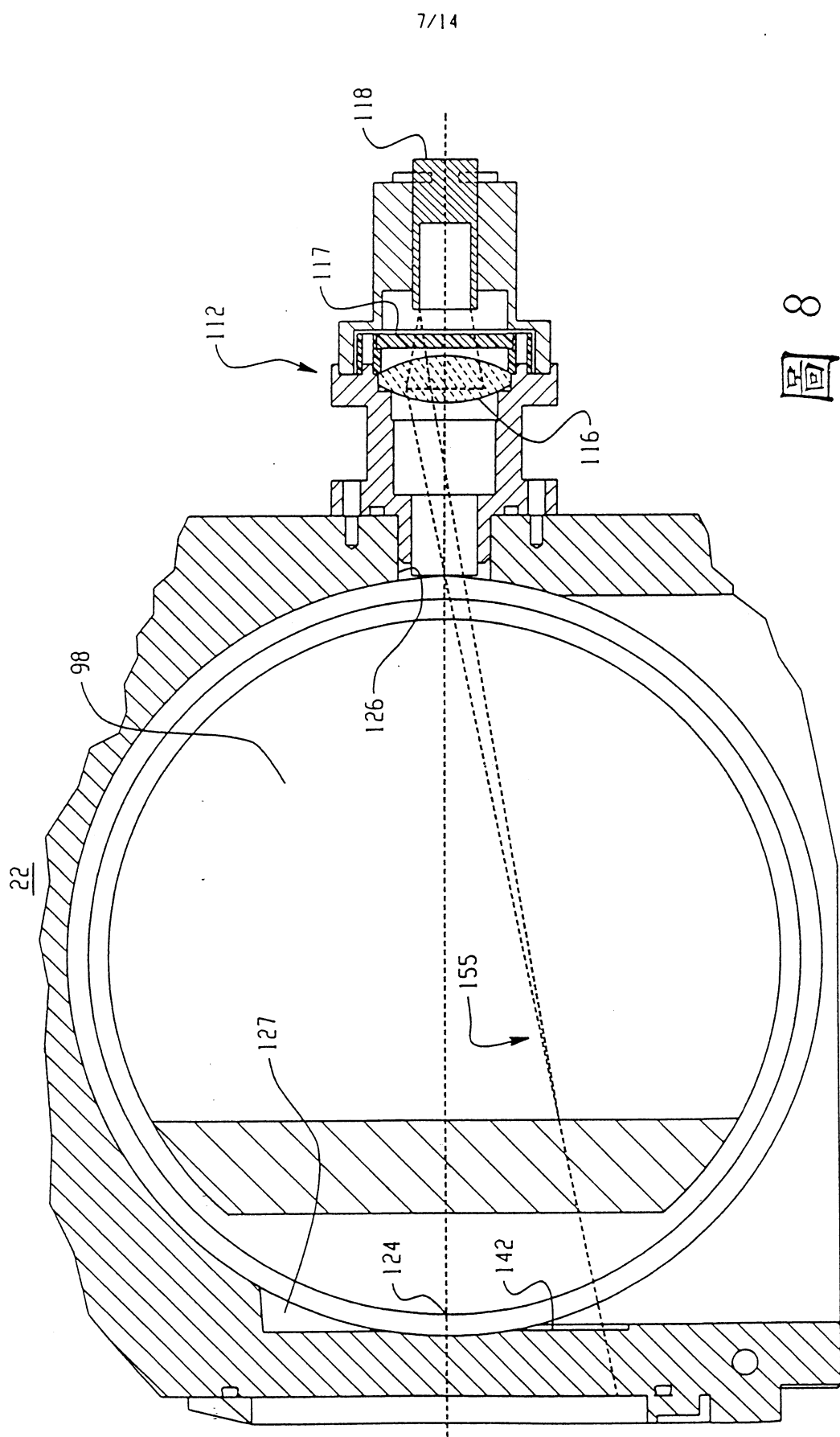


圖 8

8/14

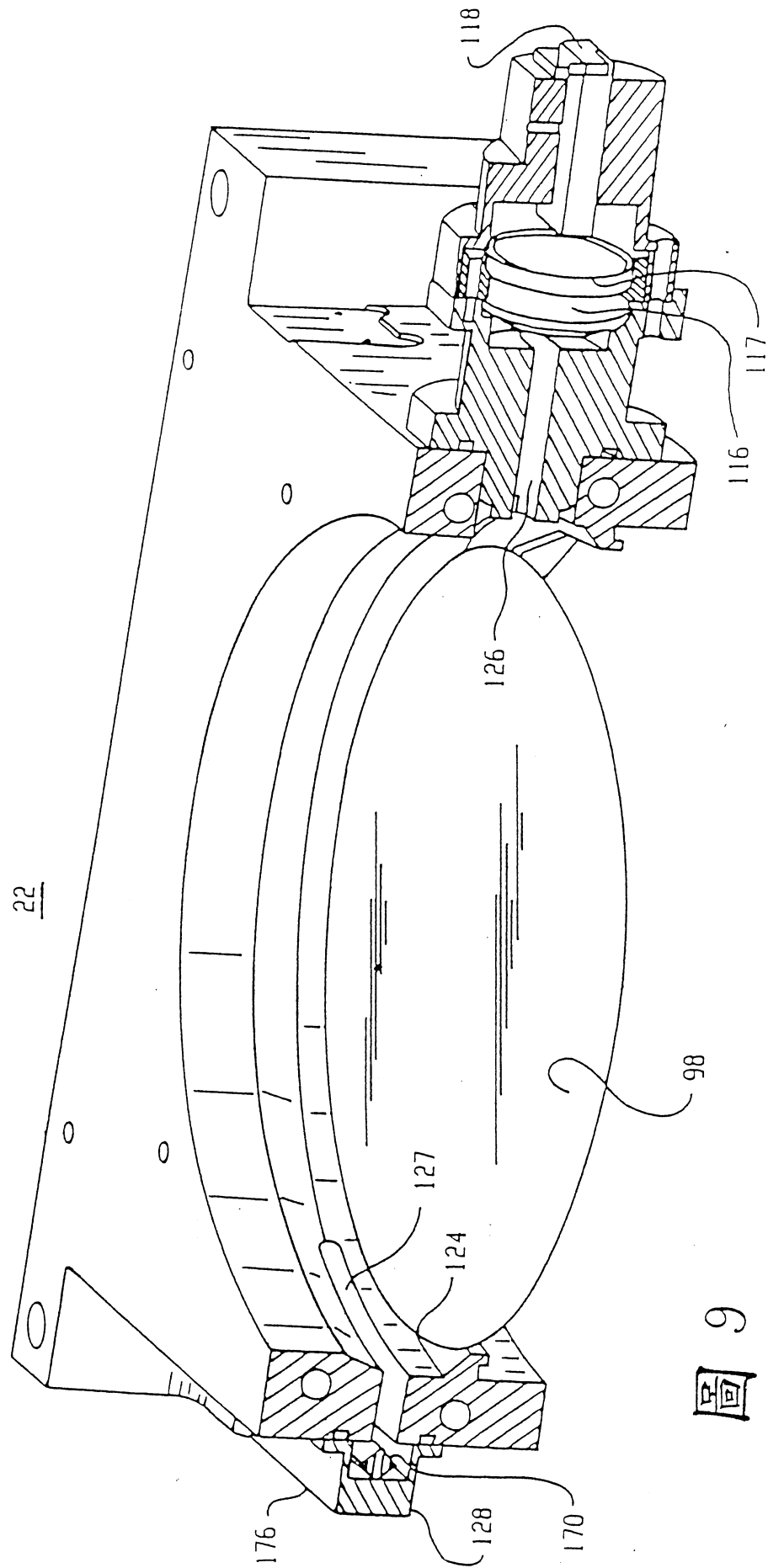


圖 9

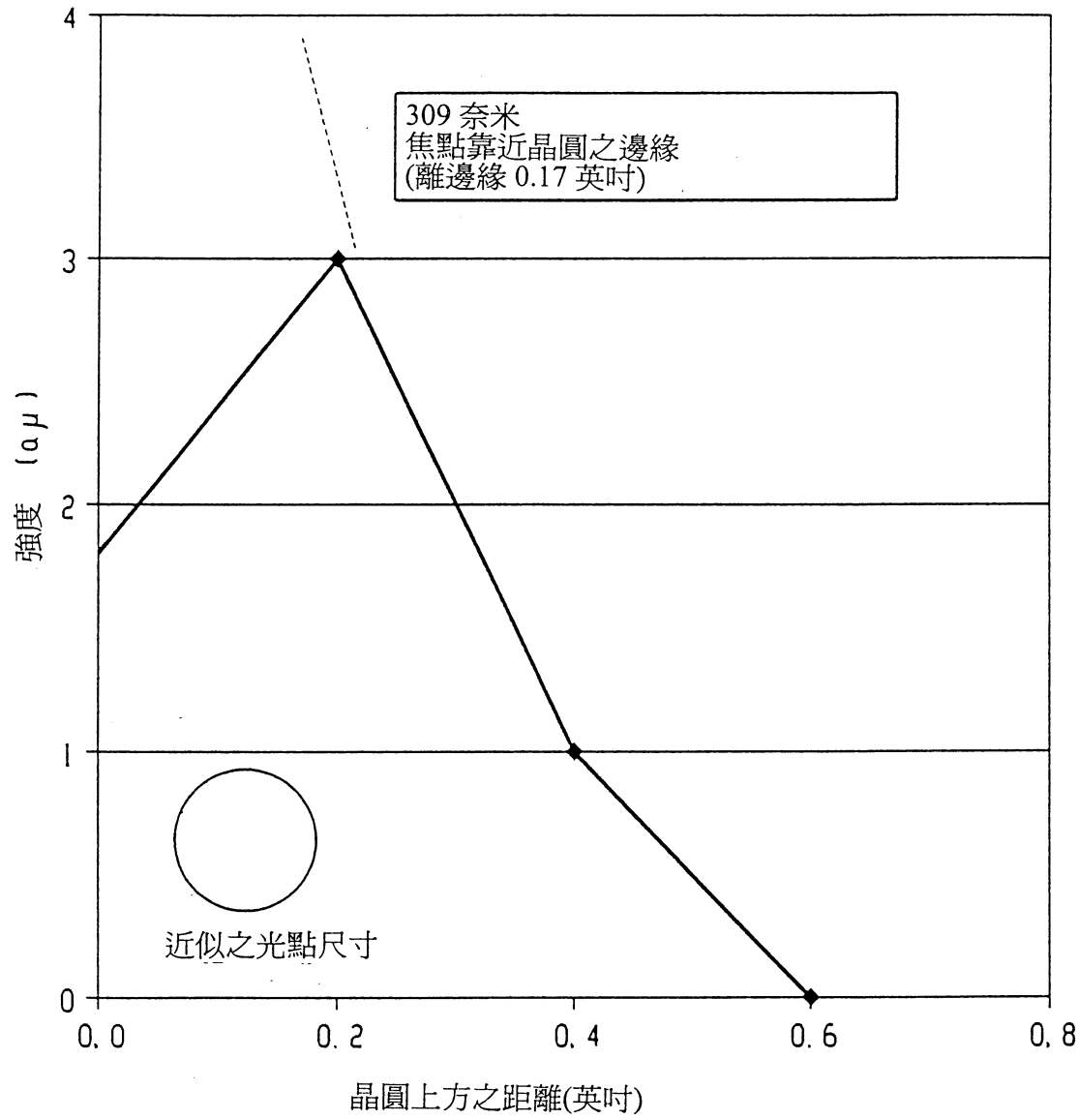


圖 10

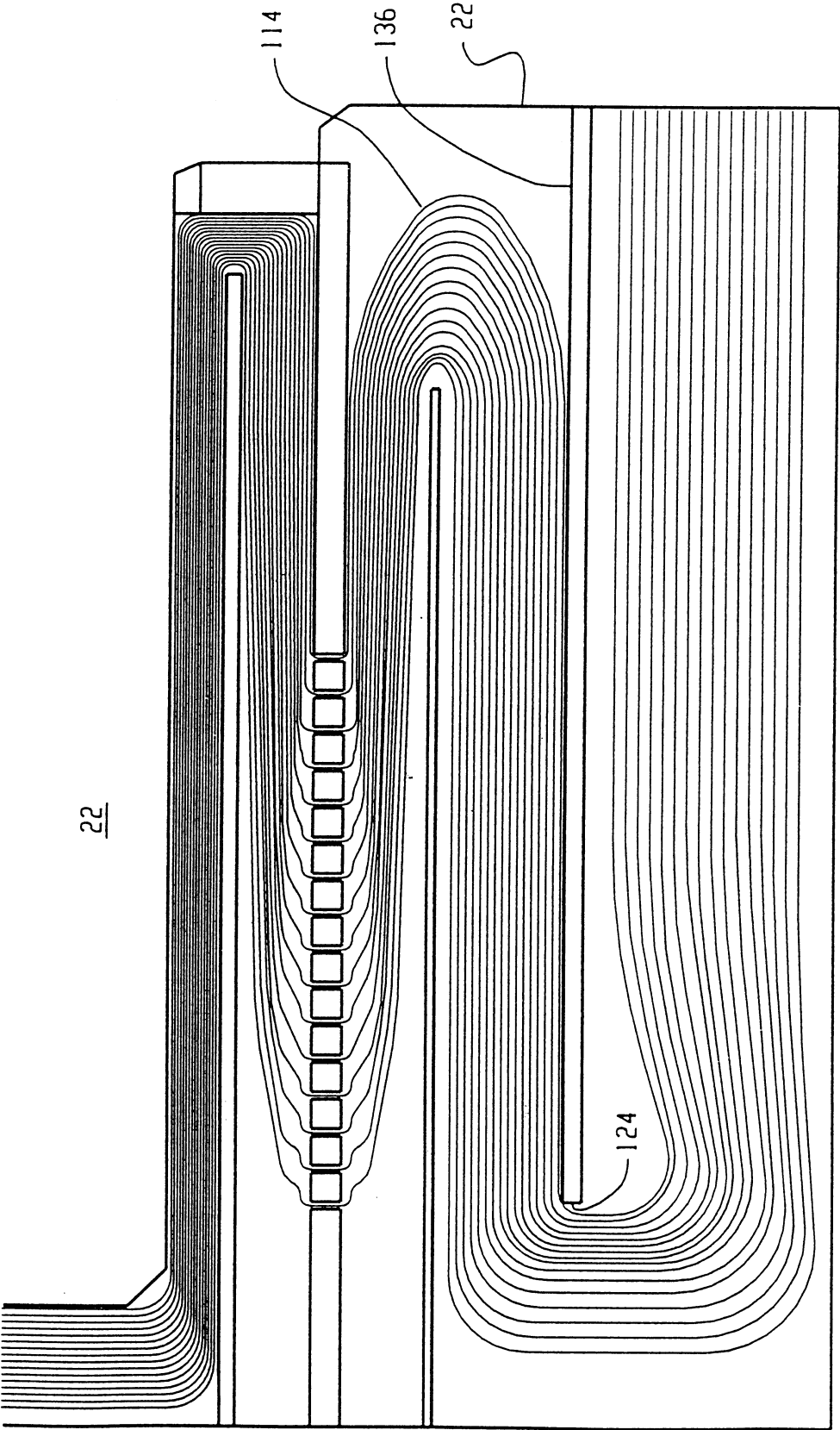


圖 11

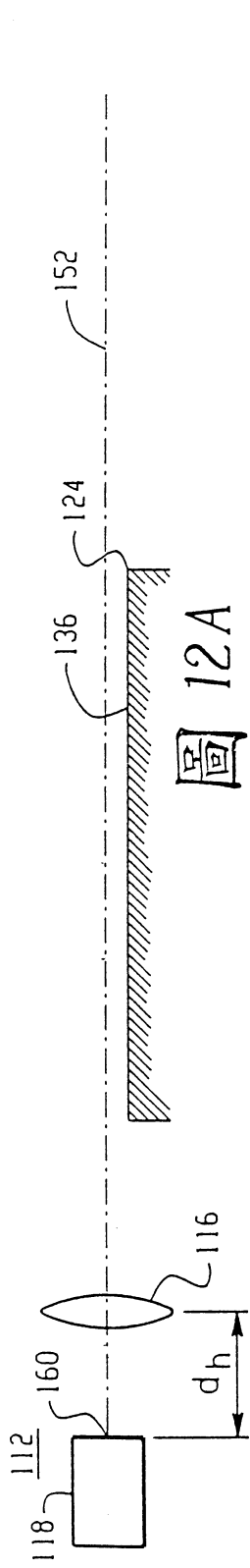


圖 12A

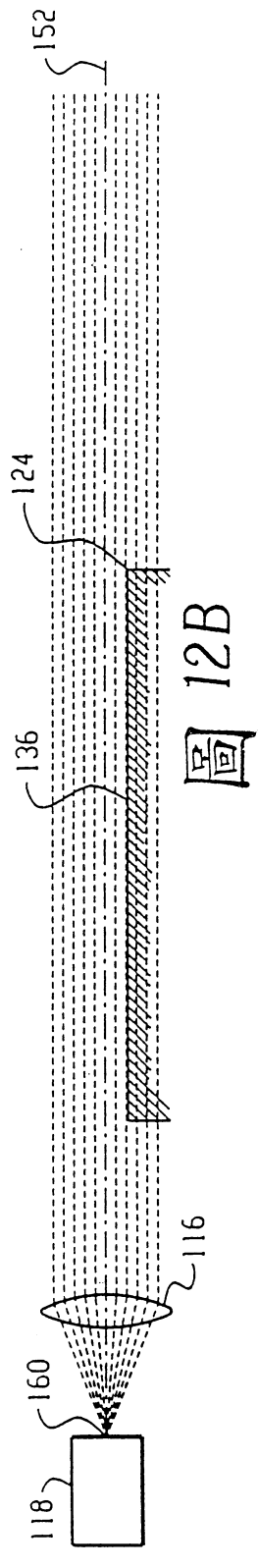


圖 12B

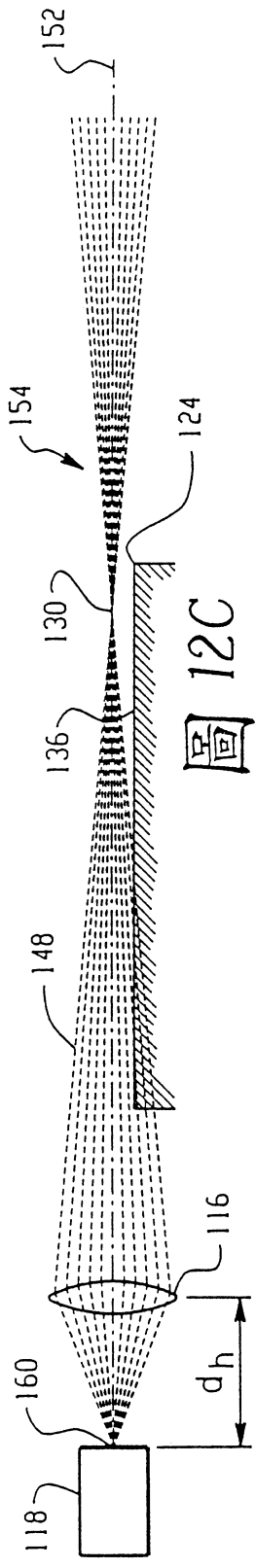


圖 12C

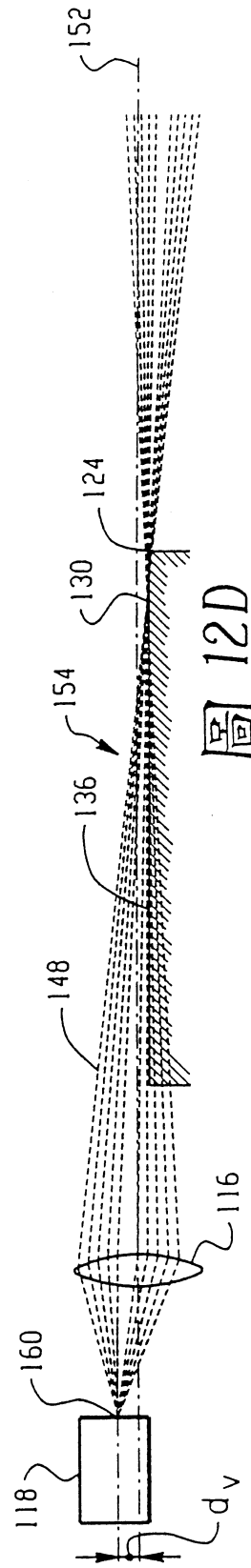
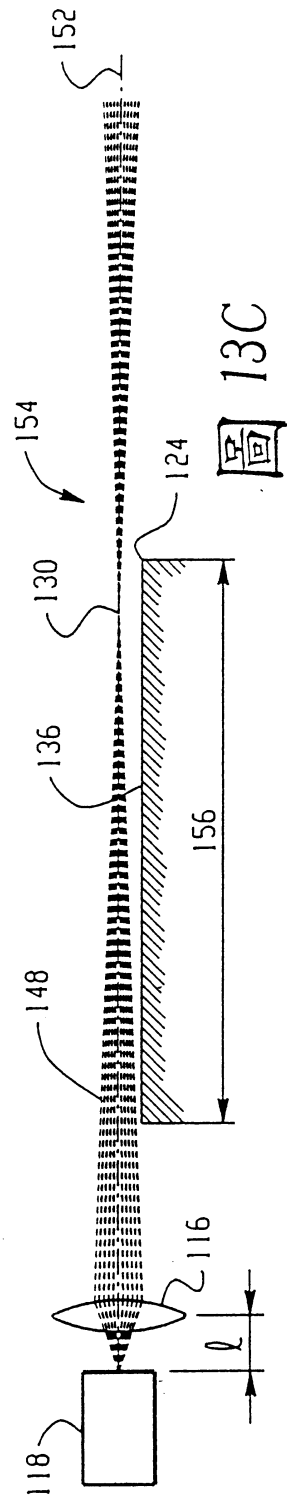
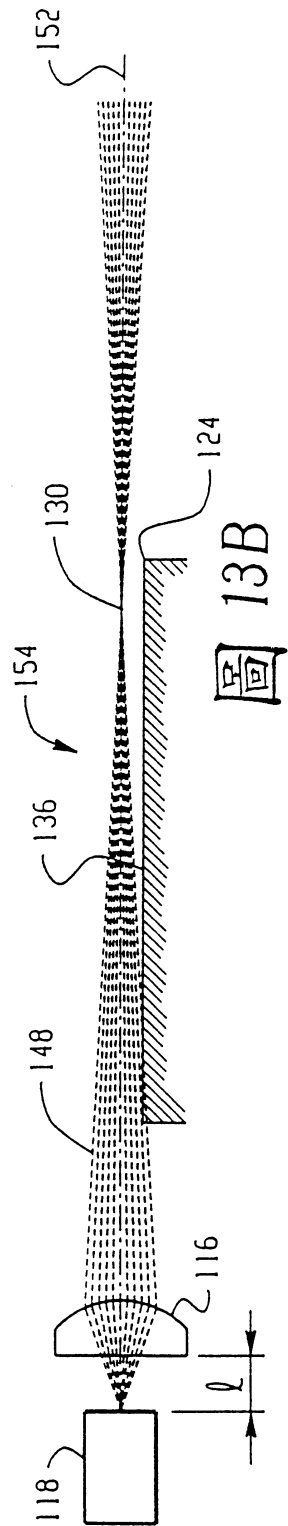
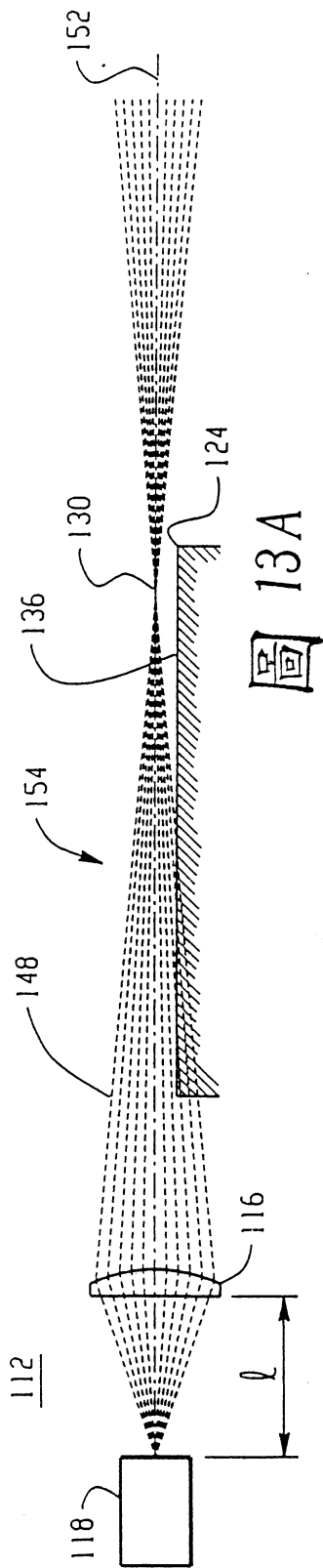


圖 12D



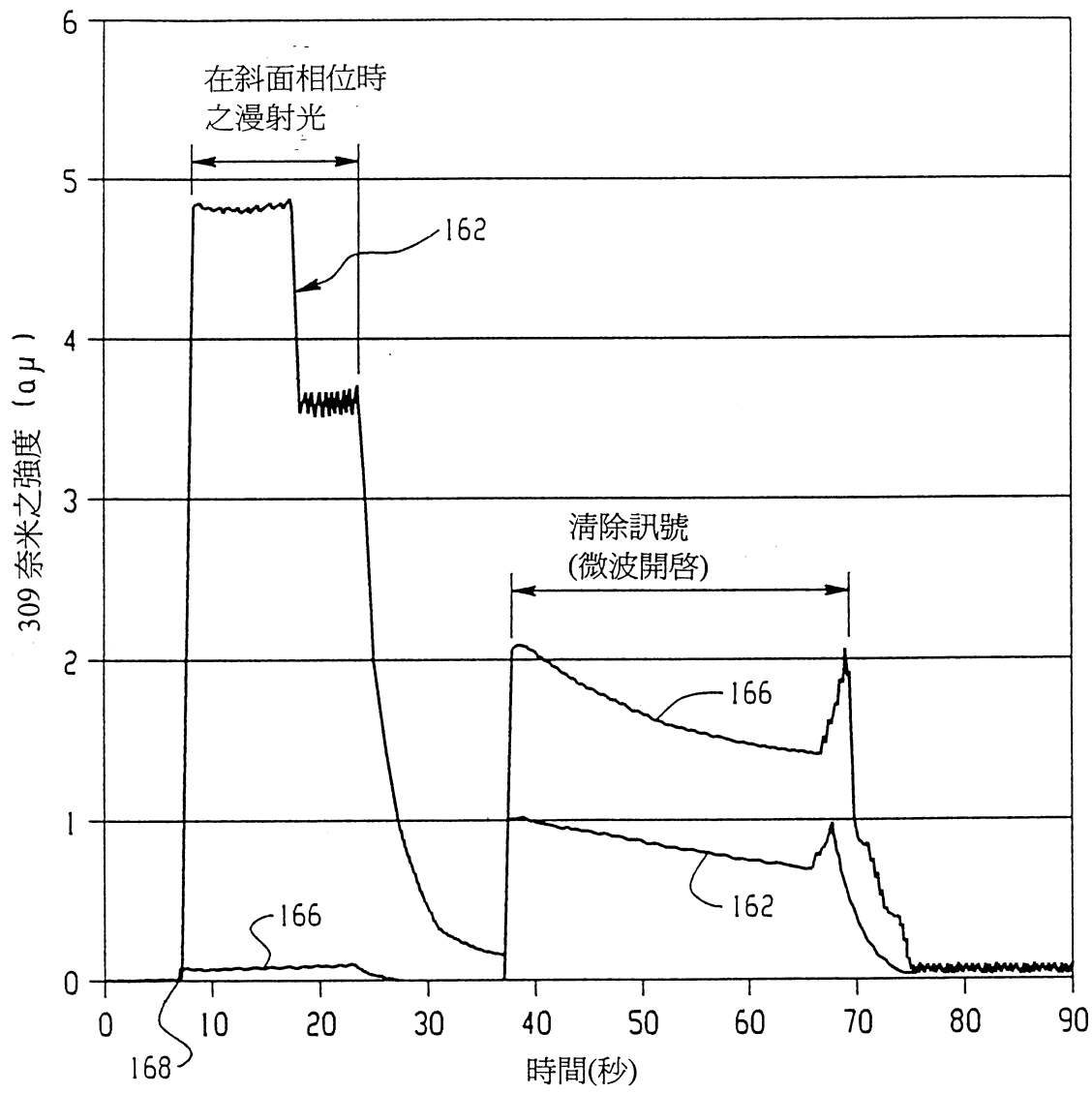


圖 14

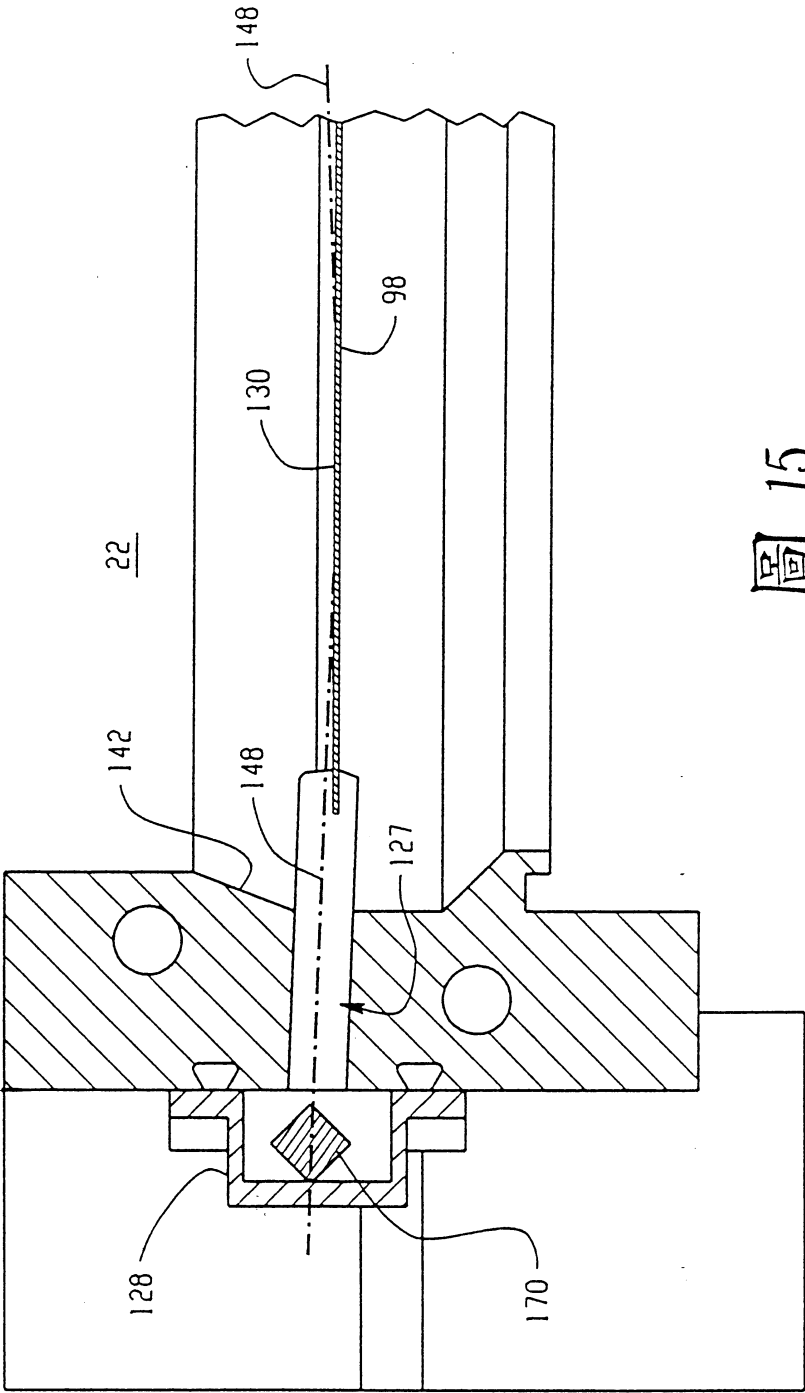


圖 15