

三、發明人：(共 8 人)

姓 名：(中文/英文)

1.多爾夫 葛那

GRUNER, TORALF

2.丹尼爾 卡艾麥

KRAEHMER, DANIEL

3.麥可 徒寨克

TOTZECK, MICHAEL

4.瓊那司 汪勒

WANGLER, JOHANNES

5.馬克司 伯塞克

BROTSACK, MARKUS

6.尼勒司 黛克曼

DIECKMANN, NILS

7.艾塞爾 果尼麥

GOEHNERMEIER, AKSEL

8.馬克司 戌瓦

SCHWAB, MARKUS

國 籍：(中文/英文)

1.-8.均德國 GERMANY

四、聲明事項：

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

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 德國；2003年09月26日；10346203.1

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種用於照明一基板之照明方法，該基板係利用一光罩圖案之至少一影像而配置於一投影物鏡之一影像平面區域內，該光罩則配置於投影物鏡之一物體平面區域內，及關於一種實施此方法之投影照明系統。

【先前技術】

微微影照明方法及投影照明系統係用於半導體組件及其他精細結構組件之製造，其用於將光罩或刻度式主光罩之圖案，在文後概略稱為光罩或主光罩，投影至一塗佈以輻射敏感層之基板上，例如一塗佈以光阻劑之半導體晶圓，且使用一極高解析度及一縮小比例。

一用於微微影之投影照明系統包含一照明系統，係以照明輻射做光罩之照明，以及一投影物鏡，其位於光罩之後且用於成像投影物鏡之影像平面內之光罩圖案。在此例子中，已由光罩改變之輻射係通過投影物鏡，以利於產生朝向基板之輸出輻射且其特徵決定影像生成之品質。在此例子中，輸出偏光狀態，亦即自投影物鏡放射且朝向基板之輸出輻射之偏光狀態，其在減小波長及增加數值孔徑上扮演一日益重要之角色。

當使用一般微影物鏡，且具有不會過高之影像側數值孔徑NA，而該物鏡具有單純折射(折射型)形式及常態下以248 nm以上波長之非偏光線操作時，輸出偏光狀態在大部分例子中即非關緊要。而對於以偏光線操作之系統，例如有一

偏光選擇性實體分束器(分束器立方體BSC)之反射折射型投影物鏡，輸出偏光狀態反而為一重要變數。

人造石英玻璃之雙折射效應即使是在大約193 nm之操作波長下仍極顯著，當使用氟化物結晶材料以避免壓縮及/或用於顏色誤差之修正時，例如氟化鈣，則應注意諸材料有偏光-光學性效應。由於應力引發式及/或內部雙折射，其可能在通過之光線上造成偏光變化效應。

此時，僅有氟化鈣可用在大約157 nm以下操作波長之透鏡材料所需之品質及數量，在此短操作波長時，內部雙折射之影響係比193 nm波長時強數倍，應力式雙折射同樣時常可看出有一紊亂程度。

另應注意的是偏折面鏡係用於投影照明系統之許多光學系統中，其可用一傾斜之輻射入射光操作且因而可產生一偏光效應。例如，一或多個偏折面鏡可提供於照明光束路徑中，亦即在光源與照明系統之出口之間，以利減少照明單元之實質長度。由於來自光源之輻射之s偏光與p偏光場成分之不同折射程度，其例如可用於由初期非偏光輻射產生之局部偏光照明輻射。若使用線性偏光之雷射光，則線性偏光之方向可以改變，或者一橢圓形偏光狀態可利用一適當之相位效應產生。在反射折射系統之例子中，斜向照射之偏折面鏡同樣經常提供於投影物鏡區內，其可具有一偏光變化效應，且因而影響輸出偏光狀態。

針對高數值孔徑，例如NA值=0.85或更大，影像產生電場之向量性質本身亦日漸引人注意，例如，電場之s偏光成

分，亦即在垂直於由入射方向跨過之入射平面與基板表面法向變動之成分，其比在與之垂直處變動之p偏光成分做較佳干涉且產生較佳對比。對比之下，p偏光線大體上較為耦合於光阻劑。因此曾有人提議以特定偏光之輸出輻射操作，例如利用切線方向偏光或放射方向偏光，此取決於高孔徑之使用。有時候，甚至圓形偏光或非偏光之輸出輻射亦有其必要。

不利的是偏光狀態會導致成像結構在其方向上之寬度變化，此具有所需影像方向獨立性之干涉經常稱為HV差異或臨界尺寸變化(CD變化)，通過場之成像結構寬度變化亦可看出。再者，不必要之非線性關係可能發生於欲成像之結構尺寸與成像結構尺寸之間。此外，不利的偏光狀態可能引發遠距誤差，此則會導致不同調整平面之間之不必要扭曲。不少的是，在以偏光操作之系統中，可能因偏光元件漏傳所致之寄生偏光輻射例如可具有一對比減小效應。

歐洲專利申請案EP 0 937 999 A1揭露一微微影投影物鏡，其含有一或多個光學元件，可造成偏光在通過一光束截面時之分布紊亂，此偏光分布紊亂至少有一部分係利用一偏光補償器補償，偏光補償器包含至少一雙折射光學元件，其厚度為沿著其截面而呈不規則變化。偏光補償器具有一固定之預定空間性變化效應功能，其依據偏光-光學性量測資料而單獨地製成"偏光圓形鏡片"形式，該資料則記錄在完成組裝與調整之系統上，且偏光補償器係由製造商永久性安裝於系統內。

EP 964 282 A2案解決了當光通過備有偏折面鏡之反射折射投影系統時所發生之較佳偏光方向問題，其令偏折面鏡具有二或多個塗層，即具有不同偏折程度以用於s偏光線及p偏光線。因此，在主光罩平面中仍為非偏光之光線即在影像平面中呈部分偏光，換言之導致成像特徵之方向依存性。此效應係藉由在照明系統中產生具有預定殘留偏光度之部分偏光線而抵銷，以利於預定產生一偏光，而由投影光學元件補償，使非偏光之光線在其輸出處放射。

EP 0 602 923 B1案(相當於US-A 5,715,084案)揭露一反射折射型投影物鏡，其係以線性偏光線操作且具有一偏光分束器，其中一用於改變所通過光線之偏光狀態的裝置係提供於分束器立方體與影像平面之間，以利於將入射之線性偏光線轉換成圓形偏光線(等同於非偏光線)，此欲確定成像結構無關於結構方向。一相對應之提議亦出現於EP 0 608 572案(相當於US-A 5,537,260案)內。

US 5,673,103專利揭露一用於主光罩結構之投影照明方法，主光罩結構具有至少二不同結構方向，可供利用偏光線以一較佳偏光方向成像。一可旋轉之偏光控制裝置用於對準照明輻射之較佳偏光方向，以做為各結構方向，其係較佳地利用相關於結構方向之旋轉。

US 5,922,513專利揭露一以橢圓形偏光線操作之投影照明方法，在理論性考量之基礎上，此專利提出將橢圓度與橢圓角設定為主光罩結構之函數，以利產生較佳之對比。

【發明內容】

本發明係根據提供一微微影照明方法及一適於使用此方法之投影照明系統，且在大約193 nm或更短操作波長下仍有良好成像性能之目的，其中一特定目標在於減少投影照明系統整個壽命上之偏光-依存性成像誤差，另一目標在於簡化投影照明系統之調整。

為了達成此目的，本發明提供一種具有如請求項1之特性的照明方法，以及一種具有如請求項17之特性的投影照明系統。

優益之事實係載明於文後之請求項內，所有請求項之語法皆包括在供做參考之說明內文中。

在文初所述之本發明照明方法中，光罩之圖案係利用來自一照明系統之照明輻射照射，因而產生可由圖案改變之輻射。此輻射通過投影物鏡，而產生朝向基板且具有一輸出偏光狀態之輸出輻射，藉由至少一偏光操作裝置而可變地調整輸出偏光狀態，以令輸出偏光狀態趨近於一用於照明之公稱輸出偏光狀態，其用於相對應之照明，且在程度上匹配於由照明過程所指定之偏光敏感性成像誤差公差。

本發明可以有效修正偏光像差，亦即相關於電場向量性質之效應。本發明之一主要優點在於輸出偏光狀態之變化調整亦使其可以控制及減小僅在投影照明系統之操作期間發生之成像誤差，例如在半導體組件製造商之前提下。此係因為有必要考慮到一微影物鏡之光學元件之殘餘吸收會導致加熱之事實，且其本身導致機械性應力，由此而在同樣可能性之材料中導致雙折射效應之產生或變化。在此例

子中，加熱之空間性圖案通常為特定施加且因此不必在投影照明系統之最佳化設計上一直加以考量。投影照明系統之壽命期間之偏光效應之進一步變化可由輻射引發式及污染引發式層老化、產生偏光效應之元件之位置變化所致之應力釋放或其他者造成，例如利用移位及傾斜。由於在本發明之投影照明系統例子中可以利用適當之偏光操作而變化地設定輸出偏光狀態，其可在短時間反應於此偏光變化，以保持成像性能在預定規格內。

特別是，照明系統及/或投影物鏡含有至少一光學元件，其可對一光束截面上之偏光分布造成紊亂，及輸出偏光狀態係經調整使得此紊亂或干涉至少有一部分可獲補償。用於此目的之一或多個偏光操作裝置可依此構形，或者可調適地構形，成為一局部或全部補償此紊亂之補償器。

本發明輸出偏光狀態之調整因而可在投影照明系統之操作期間以較佳型式實施，特別是在其使用時。

一調整過程亦可在非使用時實施，例如在製造商之前提下，例如初次使用前之調整工作及/或在維修工作期間。可觀之調整與維修時間與成本之優越性可由本發明達成。

為了本申請案，一"偏光操作裝置"係一具有一或多個組件之裝置，其具有一偏光-光學性效應，可以依一可用界定方式預定之方式改變入射輻射之偏光狀態，及其在文後另可稱為"偏光元件"，且可一體成型或由二或多個組件構成。在此例子中，一偏光操作裝置亦稱為一偏光操作件，且具有至少二不同構形，其對應於不同之偏光-光學性效應

功能。

可行之偏光狀態變化特別包括在一輻射束截面上之偏光狀態之謹慎位置-依存性調整，具有一位置依存性效應之偏光元件亦在文後稱為"位置變化性"或"空間變化性"。再者，偏光元件可有一取決於輻射入射角之效應，此亦在文後稱為"角度變化性"。具有一偏光-光學性效應之組件或偏光元件亦有一取決於入射角與位置二者之效應，在此例子中其中一依存性為主要者。例如，角度依存性偏光效應係由內部雙折射及層傳送或等向性層內之反射發生，而對於一位置依存性效應而言，例如可使用沿橫向建構之元件，亦即在其截面上者，且此可在一繞射或晶體-光學元件之基礎上達成。一位置依存性效應同樣可由非等向性層上之傳送或反射達成。最後，一位置變化性效應亦可由一具有應力-光學性效應之材料內之機械性應力之位置分布達成，此位置分布係謹慎設定且可變化。

以上所引証二種偏光元件之偏光-光學性效應係取決於各別光學系統內之安裝位置。當定位於一光瞳平面附近或上時，一位置變化性元件即作用在光瞳上，而一角度變化性元件即作用在場上。當定位接近於場時，換言之為在一場平面上或附近，則相反之。在此例子中，一位置變化性元件即作用在場上，而一角度變化性元件即作用在光瞳上，場上及光瞳上之偏光狀態因而至少大致上分別受到安裝位置及適當組合之影響。

在一項事實中，輸出偏光狀態之調整包含必要時將至少

一具備預定效應功能之組件在一預定安裝位置插入一相關聯於照明系統之光源與投影物鏡之影像平面之間之光束路徑，該組件具有一預定之位置變化性及/或角度變化性效應。輸出偏光狀態因而可藉由將此一偏光元件插入光束路徑、或藉由將其移離光束路徑而改變。

特別有利的是一具備偏光-光學性效應且具有第一效應功能之第一組件，以更換於一具備偏光-光學性效應且具有第二效應功能之第二組件，且第二效應功能不同於第一者，因此，可在安裝時組合以偏光元件之移除，則可在二、三或多項不同選項之間選擇或切換，以影響偏光狀態。

變換地或除此之外，可利用至少一可調整式組件之效應功能之步進或連續性變化以達成輸出偏光狀態之調整，其可永久性安裝於系統內，但是同樣可更換成可調整之偏光元件。

若一偏光操作裝置提供於照明系統內，則落在光罩上之照明輻射之偏光狀態可做謹慎調整，以利於光罩平面內提供例如實質上或完全非偏光或圓形偏光線、或大幅線性偏光線。照明輻射之任何操作亦影響到輸出偏光狀態，且可用對應方式予以最佳化。

成像可利用投影物鏡之物體平面與影像平面之間之一或多個偏光操作裝置而影響之，在此例子中，一偏光操作裝置可配置於投影物鏡外，亦即物體平面與物鏡入口之間，或物鏡出口與影像平面之間，其優點在於可避免插入投影物鏡內。在許多實施例中，至少一偏光操作裝置提供於投

影物鏡上或內。

偏光操作裝置可為一更換裝置，藉此使適當之偏光元件可以選擇性地插入或移出照明光束路徑或成像光束路徑，或者可更換成具有不同偏光變化效應之偏光元件。用於設在光束路徑內之可調整式偏光元件之效應功能之步進或連續性變化而不更換之裝置亦可行，例如，在一延遲裝置上之當地不同延遲效應之位置-解析式(空間解析式)調整即可用於改變偏光元件截面上之偏光-光學性效應之當地分布，例如，在可預定之位置分布基礎上利用適當之致動器調整一由應力-雙折射材料組成之組件之應力狀態。一或多個偏光元件之效應功能亦可藉由改變其位置而改變，例如，藉由旋轉、偏離中心或傾斜一或多個雙折射元件。

在許多例子中，經發現其特別有用於在量測偏光-光學性變數之基礎上實施之偏光操作。據此，在一項事實中，輸出偏光狀態係利用至少一偏光量測裝置量測，以產生至少一代表實際輸出偏光狀態之實際信號。偏光所需之修正可藉由比較於具有所需公稱輸出偏光狀態之實際輸出偏光狀態而決定。根據實際信號，產生至少一調整信號，接著利用至少一偏光操作裝置調整輸出偏光狀態，以接近於公稱之輸出偏光狀態。

實際信號例如可利用位於場平面區域內之一角度解析式及/或位置解析式量測而產生，特別是在投影物鏡之影像平面區域內。存在於一光瞳平面區域內之偏光狀態之一位置解析式量測亦可行。

此可提供一控制迴路，以用於輸出偏光狀態之即時控制。需實施偏光控制之光學性及/或電子性組件可為一晶圓步進機或一晶圓掃描器之一部分，因此偏光控制可用在投影照明系統之操作期間。例如，可實施量測且投影物鏡及/或照明系統可在各照明過程之間之生產停止期間利用適當之偏光操作而予以最佳化。

亦可在一事先提供之預設功能基礎上產生一或多個調整信號，以用於一偏光操作裝置，例如一設定表或類此者，此容許投影照明系統之前向修正，以利於在一製程指定基礎上將用於一指定類型照明過程之輸出偏光狀態最佳化。理論上，用於預設功能之資料可在模型計算基礎上、及/或依經驗而決定。

上述及其他特性不僅可從請求項中明瞭，亦可從圖式說明得知，其中各例子之特性係在本發明實施例及其他領域中以獨自或二種次組合以上之組合方式實施，且其可代表優異性實施例及可獨自申請專利之實施例。

【實施方式】

圖1揭示一種用於積體電路與其他精細結構組件之微微影製造的投影照明系統1範例，且解析度小到1 μm 。設備1包含一用於一光罩5之照明的照明系統2，且該光罩被配置於照明系統之出口或影像平面4處，以及一投影物鏡6，其將配置於物體平面4中之光罩之圖案以較小比例成像於投影物鏡之影像平面7上。一塗佈以一光敏性層之半導體晶圓被定位於例如該影像平面7上。

一雷射8被使用做為照明系統2之光源，例如一使用於深紫外線帶(DUV)內之準直分子雷射，且具有一為248 nm、193 nm或157 nm之操作波長。在被發射之光束內的光主要為呈線性偏光的。一下游光學裝置9形成光源之光且將之傳送至一下游光混合裝置10。在所示之例子中，光學裝置9包含一擴束器，其被配置於雷射8之下游處，且被用以降低凝聚並將光束形成一長方形之束截面，使其側面長度之長寬比 x/y 較大於整體者。一設於擴束器下游處之第一繞射光柵元件係位於一下游處變焦軸向物體之物體平面上，而在其光瞳平面上則備有一第二繞射光柵元件。諸裝置使照明系統可被切換於不同照明模式之間，例如在具有可變凝聚度之習知照明、環場照明、及雙極或四極式照明之間。光隨後進入輸入光學元件，其將光傳送至光混合裝置之入口表面11。光係利用光混合裝置10內之多重內部反射而被予混合及均質化，且在光混合裝置之出口12處出現，而大部分均已被均質化。緊鄰於光混合裝置之出口者為一中場平面，在此配置一主光罩遮蔽系統(REMA)13，即一可調整之場孔。下游處之物鏡14亦稱為一REMA物鏡，其具有二或多個透鏡群、一光瞳平面15及一偏折面鏡16，且將主光罩遮蔽系統之中場平面成像於主光罩或光罩5。

相關於此技術之一照明系統之結構及操作方法之進一步詳細內容例如可見於EP 0 747 772 A1號案，其內文在此納入本申請案以供作參考，而無光混合裝置之實施例亦可行。

在一晶圓步進機之例子中，對應於一晶片之整體結構表

面係概呈長方形且在高度與寬度之間有任意所需之長寬比，例如1:1至1:2，其盡可能地被均勻照射，且在主光罩5上之角度越陡越好。在上述之一晶圓掃描器例子中，一典型上有1:2至1:8長寬比之長方形窄條係照射於主光罩5上，且一晶片之整體結構區域係藉由在一方向中掃描，而以連續形式照射，該方向則相當於照明系統之y方向。同樣在此例子中，照明被設計成極為均勻及至少在垂直於掃描方向之方向中提供陡峭之緣部，亦即x方向。

在特別之例子中，主光罩5上之其他形式照射表面亦可，主光罩遮蔽系統13之開孔及光混合裝置10之光出口12之截面形狀係精準地匹配於所需之場形式。在此例子中，x方向中之寬度係二或多倍於y方向(掃描方向)中之整體高度。

一用於固持及操作光罩5之裝置20係配置於照明系統後方，使光罩位於投影物鏡之物體平面4中，且可在一背離方向(y方向)中之掃描器操作下利用此平面中之一掃描驅動器移動。

投影物鏡6緊鄰於光罩平面4之後，其做為一縮小物鏡，且將一配置於光罩上之圖案影像依例如1:4或1:5之縮小比例而成像於一晶圓21上，晶圓上塗佈一光阻層且配置於縮小物鏡之影像平面7上。其他縮小比例亦可行，例如1:20或1:200。晶圓21係由一裝置22固持，其包含一掃描器驅動器，以利移動晶圓且同步於或平行於光罩5。

一偏光量測裝置30配置於晶圓平面7後方之光束方向

中，且其使投影照明系統之輸出偏光狀態可供量測，亦即朝向晶圓之輸出輻射之偏光狀態。在舉例之系統中，可進行晶圓平面7內之場之位置解析度與角度解析度量測，而其他實施例則設計用於投影物鏡6之出口光瞳16之位置解析度量測，此相當於投影物鏡之出口處之角度解析度。來自偏光量測裝置之量測信號係由一控制裝置31處理，控制裝置連接於此且利用偏光量測值以產生控制信號，該信號用於配置在投影照明系統之光束路徑中之選定安裝位置處之一或多個偏光操作裝置40、50、60、70、80。

在所示之實施例中，一偏光操作裝置40提供於一安裝位置，其接近於物鏡14入口處之桿狀積合器出口處之中場平面附近之場，及一偏光操作裝置50提供於物鏡14之光瞳平面15區域中，以供入射於主光罩平面4上之照明輻射做偏光狀態調整。一偏光操作裝置60接近於該場且在物鏡之入口處，一偏光操作裝置70接近於光瞳且在接近於影像場之投影物鏡之光瞳16區域內，及又一偏光操作裝置80接近於該場且在影像平面附近，亦即接近於該場，諸裝置皆提供用於投影物鏡6。在大部分實施例中，其僅提供一部分之諸偏光操作裝置，且其亦可配置於照明系統或投影物鏡內之其他安裝位置，或在光學系統外之場平面附近，例如緊鄰於主光罩平面4前方或後方，或直接在晶圓平面7上。

圖2揭示一投影物鏡106之實施例，其係呈一反射折射投影物鏡形式，且有偏光選擇性之實質分束。此具有一設於其物體平面(光罩平面104)與其影像平面(晶圓平面107)之

間之反射折射物鏡組件125，及一設於後方之單純折射物鏡組件126，反射折射物鏡組件包含一凹面鏡127及一光束偏折裝置128，且產生一中間實像，此可設於分束器(129)之區域中內或遠離之。光束偏折裝置包含一實體之分束器129且備有一偏光選擇性之分束器層130，其係相關於與物體平面呈直角之光學軸線131部分而呈傾斜。光束偏折裝置亦包含一偏折面鏡132，其係配置緊鄰於分束器後方之光路徑中，且相關聯於分束器層上之反射，以令物體平面與影像平面平行地配置，故可簡化掃描器之操作。由於產生一個且僅有一個中間實像，因此二個互為光學性共軛之光瞳平面係位於物體平面與影像平面之間，亦即一光瞳平面135在凹面鏡附近，而一光瞳平面136接近於影像且在折射物鏡組件內。光瞳平面大體上並非完全平坦，故其亦可視為光瞳表面。

在此例子中，照明系統係設計成放射出線性偏光之照明光線，惟，為了簡化結構-方向非依存性成像，主光罩應該以圓形偏光之光線照射。為了達成此目的，一例如 $\lambda/4$ 板140形式之裝置即配置於照明系統之出口與主光罩平面之間，以利於將線性偏光線轉換成圓形偏光線。投影物鏡本身則設計成可操作圓形偏光線，且具有一例如 $\lambda/4$ 板141形式之裝置，其配置於物體平面與分束器之間，以供圓形偏光線轉換成相關於分束器層130而呈s偏光線，且依此將其反射。一偏光旋轉裝置142配置於分束器層130與凹面鏡127之間，其做為一 $\lambda/4$ 板且當光通二次時其即依此旋轉 90° 而

產生一較佳之偏光方向，因此從凹面鏡經過返回路徑到達分束器層之光係相關於此而呈p偏光，且依此傳送出去。在折射物鏡部分中，做為一 $\lambda/4$ 板之另一延遲裝置143提供於偏折面鏡132與影像平面之間之光瞳平面136附近，且將入射之線性偏光線轉換成圓形偏光線，如同未偏光之光線。

若p偏光線其餘成分之漏失傳送發生於分束器層130，此光線即陷於光捕捉器145內。

場內之強度非均一性可在本實施例中利用延遲裝置140、141之延遲效應修正，延遲裝置係在位置解析度之基礎上配置接近於該場，使延遲效應可在當地呈現不同於公稱值 $\lambda/4$ 。延遲裝置141後方之光係在諸空間性拘限位置呈現橢圓形偏光，因此光不會全反射在分束器層130上，而是其一部分通過到達光捕捉器145。公稱值 $\lambda/4$ 之差異應加以選擇，使欲修正之干涉大幅獲得補償。

光瞳內之強度非均一性同樣可利用不同位置於公稱值 $\lambda/4$ 處之延遲裝置142之延遲效應而修正，在諸點處，延遲裝置142後方之光路徑中之光並非單純為p偏光，而是橢圓形偏光，因此光線並未全部傳送至分束器層130，其一部分係經反射。公稱值 $\lambda/4$ 之差異再次加以選擇，使欲修正之干涉大幅獲得補償。

延遲裝置140、141、142、143因而各可使用做為一可調整之偏光操作裝置，藉此使晶圓側之輸出偏光狀態可用變化方式調整。一可行性之設計結構將參考圖3說明於後。

圖3將用於參考說明一偏光操作裝置150之實施例，其可

供於一延遲裝置上做不同位置延遲效應之位置解析度調整，及可用變化方式調整，使偏光元件之效應功能之位置解析度變化可利用偏光-光學延遲效應在偏光元件截面上之當地或空間性分布變化而成為可行。偏光操作裝置150包含一由氟化鈣構成之平面平行板151，其結晶 $\langle 100 \rangle$ 軸線係以直角對齊於板之平面，且在安裝狀態中，其易定位平行於光學軸線。可以個別電致動之多列致動器152係在各例子中裝設於長方形板周緣之相對立縱向側上，且例如可為校準式壓電元件、馬達驅動式微米螺絲或遞降式步進馬達。由於氟化物晶體材料之應力-雙折射特徵，一機械式預應力會產生於板151上，使適當厚度之氟化鈣板可均一地在整個截面上有 $\lambda/4$ 板之效果。相關於具有一預定均一延遲效應且由應力式氟化鈣構成之偏光元件設計之詳細內容例如可見於US 6,324,003 B1號專利，具有由石英玻璃構成之應力-雙折射式平板之實施例則例如可見於申請人之US 6,141,148號專利(EP 0 942 300)，諸案之揭露內文在此納入本案以供作參考。

對比於習知裝置，在本發明之偏光操作裝置例子中則可依據一延遲構型而產生當地不同之延遲效應，該延遲構型可利用延遲板151上之壓力產生式致動器152之謹慎致動而預先決定，以容許可個別匹配於瞬間系統狀態之位置解析度修正。時間變化性修正功能亦可透過從動之致動器而設定，使其可在延遲效應之不同空間分布之間實施連續性變化。在此例子中，位置解析度可透過致動器152之數量、

場 153 之形狀及一對應偏光操作裝置與一相鄰場平面之間之距離而調整，且其取決於板材料之材料特徵。

當使用上述類型之一晶圓掃描器時，基本因數在於掃描縫隙上均分之延遲，此係簡示於圖 4 中。在此例子中，實線表示做為 x 位置函數之掃描方向 (y 方向) 上均分之延遲 V_M 之場構型，其係藉由調整致動器 152 產生於板上之應力，而在位置解析度之基礎上設定，使一平均強度構型 I_M 模擬於場上 (以虛線表示)，且依上述對應方式修正，故可局部或實際地完全補償於場上之強度非均一性。光瞳區域中對應之位置解析度修正則利用光瞳附近之此偏光操作裝置之適當配置而成為可行。

在上述類型之投影物鏡例子中，即提供 $\lambda/4$ 板或可比較之延遲裝置者，此偏光操作之變化型式可在不需要額外光學元件下實施，因為現有之延遲元件可更換成本發明之偏光操作裝置。極端之修正範圍是可行的，因為根據延遲則修正可假設為 0% 與 100% 之間之任意值，而位置函數可為任意所需且大致上不對稱之構型。

延遲裝置 140、141、142、143 各可依上述或類似方式設計成偏光操作裝置，且具有一或二個適當定位之操作件大致上即已足夠。上述類型之偏光操作裝置亦可安裝於具有幾何形分束之反射折射式投影物鏡、單純折射式投影物鏡、或一照明系統內。具有不同延遲效應之元件，例如 $\lambda/2$ 板，其亦可依類似方式使用於特定延遲效應之位置解析、可變或設定。

為了具有偏光板之穩定性控制，在一些實施例中提供可導入壓力以供校準之元件、及/或導入之壓力及/或其欲監視之位置。另者或此外，用於選定之偏光狀態的量測過程可提供用於此目的，以供延遲元件之謹慎修飾。特別是在應力式長方形板之例子中，其適合設計成可旋轉，以利針對不同應用而提供一變化之雙折射軸線位置。

針對長方形板之變換型式，亦可提供圓形應力式雙折射碟片，而其周緣上則配置二或多個沿放射方向動作之致動器，以利謹慎產生特定之放射方向或長方形雙折射構型。

另有多種方式可提供備有一可謹慎調整偏光-光學效應之偏光操作裝置，且若有需要，其亦可改變安裝狀態。例如，一延遲裝置(阻滯件)可以旋轉性地安裝，特別是為了容許相關於光學軸線而旋轉。在此例子中一平面平行板之旋轉並不會在純量光學效應中有所變化，儘管此應力會導致波前之變形，惟，若板之厚度足夠則變形可保持於較小，或者其效應可利用純量方式修正。此外，一非均一應力式平面平行板之軸向移動僅在偏光狀態中顯著，在純量波前中則否。可由應力或應力式透鏡影響之偏光層亦屬可行，該透鏡在理論上可旋轉而無任何純量光學效應。再者，楔形件之旋轉及/或軸向移動亦可行，楔形件之至少一者係由雙折射材料構成，例如應力式氟化鈣，或例如氟化鎂，其皆可用於此目的，若有需要時後者可以絞在一氟化鈣基板上，或以其他方式固定。可旋轉之繞射性次波長光柵亦可行，此元件之操作原理將詳述於後。除了相關於光學軸線

而旋轉及相關於此而橫向偏離中心，亦可將適當之偏光元件傾斜，以供偏光操作。

利用投影照明系統之偏光-光學特徵變化所做之輸出偏光狀態調整亦可藉由將具有一固定式預定偏光光學效應之偏光元件依需要而插入或移離光束路徑達成，或利用適當之更換裝置而換成具有一不同效應功能之偏光元件，此較佳做為偏光-光學量測資料之函數，以利輸出偏光狀態近似於一所需之要求值。

角度變化性偏光元件之例子將參考圖5說明於後，而圖6揭示(主要為)位置變化性(空間變化性)偏光元件之例子，如圖5(a)所示且由應力式氟化鈣構成之平板201形成一角度變化性偏光元件200，且具有一取決於入射角之延遲效應。在此例子中，若入射光束202平行於光學軸線，一光學路徑長度差 OPD_1 係產生於電場向量之相互垂直成分之間，其取決於雙折射範圍及供光束以適當方向通過之材料之厚度。在光束203係以對光學路徑呈一角度之方向行進之例子中，供光束通過之光學材料之長度較大，且雙折射範圍亦可不同於當光束沿軸向通過時者。整體而言，此對場成分造成一光學路徑長度差 OPD_2 ，且 OPD_2 不同於 OPD_1 ，其依據入射角而造成一延遲效應。圖5(b)中之角度變化性偏光元件210包含一透明基板211，一具有等向性雙折射效應之介電性多層系統212則施加在其入口側上。相似於雙折射板的是，此造成取決於入射角之延遲效應，且在該層系統內有不同之光學路徑長度差 OPD_1 、 OPD_2 。

特別是此一層系統可為一具有大量個別層之多層系統，且二或多或所有之個別層具有一比照明輻射之操作波長者小之光學層厚度，此造成所謂之雙折射。

圖 6(a)至(c)揭示主要為位置變化性之偏光元件例子，其可具有一例如沿放射方向呈對稱或旋轉對稱之對稱性空間效應功能，或一非對稱性空間效應功能。偏光元件 220 具有一平面平行透明板 221，一繞射結構 222 施加在其入口側，以利謹慎產生一位置依存性雙折射分布，此結構可產生結構引發性雙折射(結構性雙折射)，其在結構之週期性長度較小於其所用之操作波長(次波長或次 λ 結構)時尤其顯著。在次 λ 結構之例子中，並無干涉性之較高階繞射產生。在某些狀況中，此諸層可以同時具有一抗反射效應。在舉例之系統中，具有不同光柵常數 g_1 、 g_2 與結構寬度 b_1 、 b_2 之線性光柵係彼此並列地配置，其產生依據於入射位置之光學路徑長度差 OPD_1 、 OPD_2 。

次 λ 光柵之操作方法將相關於圖 7 而詳述於後，其簡示一線性次光柵之本徵偏光。對於小光柵常數而言，分別平行於及垂直於光柵槽道之本徵偏光 E_{\parallel} 、 E_{\perp} 可以依有效介質模型而計算如下：

$$E_{\parallel}: n_{TM}^2 = Fn^2 + (1-F)n_0^2$$

$$E_{\perp}: n_{TE}^2 = \frac{n^2 n_0^2}{Fn_0^2 + (1-F)n^2}$$

在此例子中， F 為填充因數，其依據以下公式而取自光柵常數 g 及結構寬度 b ：

$$F = \frac{b}{g}$$

n 係介質之折射指數及 n_0 係環境之折射指數，例如，若 $n=1.58$ 及 $n_0=1$ ，在0與大約0.13之間強度之光學路徑長度差與雙折射 $OPD=n_{TM}-n_{TE}$ 可以依據填充因數取得，且 $F=0.5$ 時應有之光柵深度為 $10 \text{ nm}/0.1272=78.6 \text{ nm}$ ，以利取得10 nm之雙折射。除了舉例說明之線性雙折射分布，放射方向或切線方向之雙折射分布亦屬可行，其利用適當之圓形次 λ 光柵，或者一般雙折射分布如非對稱性雙折射分布亦可行，其利用較一般性光柵。

由於可取得之光學路徑長度差典型上為幾奈米大小，故次 λ 結構主要適用在一光束截面上對小光學路徑長度差之補償。否則，欲提供之次光柵之所需長寬比將應該大一些。此例如可藉由使用二或多個元件(一前一後地配置)之組合而克服。容積性雙折射(應力式雙折射及/或內在雙折射)之組合亦可行，例如在此例子中可使用一繞射結構以用於雙折射晶體殘餘偏光誤差之補償。較大之光柵週期已在前文中提及，但是其效應不再可於有效介質理論之基礎上計算。最後，繞射結構可併合於一高折射指數塗層或一高折射指數基層內。此容許較大之雙折射(光學路徑長度差)有較低之長寬比。具有二或多個次波長結構且呈一前一後設置之偏光元件將配合圖8而詳述於後。

圖6(b)及(c)揭示主要為位置變化性偏光元件之其他可行性。在此例子中，圖6(b)中之偏光元件320具有一平面平行透明基板321，由於不同厚度且因而具有不同雙折射

OPD₁、OPD₂之延遲板322、323係分別並列地被施加於其入口側上。此容許一雙折射效應在一偏光元件截面上有任意所需之位置分布(如圖11)。一對等效應亦可由圖6(c)所示之非等向性塗層類型達成。基於此目的，一非等向性塗層342被施加於一透明基板341(其可具有一平面平行形式，或可為楔形或透鏡形式)，且具有分別呈不同雙折射OPD₁、OPD₂之並列區域343、344，以利達到雙折射效應之一所需位置分布。

最後所述之偏光元件係在其截面上有一固定式預定角度變化性及/或位置變化性效應。這些可藉由將一或多個此偏光元件依需要插入光學系統之光束路徑中或自此光束路徑中予以移除，而被用於設定所需之偏光狀態。基於此目的，偏光操作裝置可以被設計成更換裝置，如同圖1所示操作件40、50、60、70、80之方式。大體上，此可更換之偏光元件可被併合於光學系統內之任意處。特別是，在此例子中光瞳附近區域或場附近區域可以為了設計目的而自由選擇性。在此例子中，光圈附近之位置(例如圖1中之光瞳16區域內)係特別有利的。另一方面，可以從外界自由通達之位置亦較有利。此將可導到在更換性能上最少的硬體複雜性。在單純折射投影物鏡之例子中，其例如為物鏡之末端處，亦即最接近於主光罩或晶圓處之諸元件(如圖1中之元件60、80)。圖1中之偏光元件80例如可為一可更換之圍封板，其在圖5或6中係一偏光元件之形式。凹面鏡之區域則在一反射折射系統中被添加於此(如圖2中之偏光元件142)。鄰近

於周邊之一光學系統最終邊界表面例如可被子塗佈及/或於其上設置次 λ 結構。

關於可更換性，光罩及晶圓本身亦可使用做為偏光元件之位置，例如偏光濾光片可裝設在一接近於主光罩之俗稱"硬薄膜"上，亦可塗佈光罩(主光罩)或將其覆蓋以一由微結構或定向面鏡構成之光柵，以利取得匹配於各主光罩結構之優異偏光。舉例而言，圖5(b)或6(c)中所示之偏光濾光片類型可以藉由適當地塗佈於光敏性層上(頂面抗反射層)而提供於一晶圓上。大體上，主光罩或晶圓上之偏光元件之優點在於其所需滿足之嚴格壽命要求較小於光學系統內之諸元件。

此外，照明系統內之偏光-光學效應取決於一偏光元件之位置，理論上，雖然照明光學元件內之所有位置皆可用於可更換之偏光元件，但是除了成像物鏡14(圖1中之偏光操作裝置50)之光瞳15區域外，此投影物鏡(例如圖1中之偏光操作裝置40)或輸入群9之末端亦適用於此元件。再者，主光罩之後正面亦可使用。

具有結構引發性雙折射之繞射元件可用於產生多數個偏光轉換，而將具有任意所需橢圓度之輸入輻射轉換成圓形偏光線係微影光學元件領域中之特別重要技術，其可由"繞射假-去偏光元件"達成。在本文中，此係指具有Jones矩陣 J 之繞射元件，其可依據以下等式而將具有橢圓度 >0 之偏光輻射轉換成圓形偏光輻射：

$$\begin{pmatrix} J_{xx} & J_{xy} \\ J_{yx} & J_{yy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \exp(i\alpha) \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i \\ 1 \end{pmatrix}$$

針對一角度為 φ 之線性雙折射結構而言，Jones矩陣變成：

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} J_{xx} & J_{xy} \\ J_{yx} & J_{yy} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \cos\varphi & \sin\varphi \\ -\sin\varphi & \cos\varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \exp(i\Delta\psi) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\varphi & -\sin\varphi \\ \sin\varphi & \cos\varphi \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} \cos^2\varphi + \exp(i\Delta\psi)\sin^2\varphi & \cos\varphi\sin\varphi(1 - \exp(i\Delta\psi)) \\ \cos\varphi\sin\varphi(1 - \exp(i\Delta\psi)) & \sin^2\varphi + \exp(i\Delta\psi)\cos^2\varphi \end{pmatrix} \end{aligned}$$

為了找到適用於一預定輸入偏光狀態之偏光元件，上述 Jones矩陣可代入上述等式，而找出角度 φ 或 $\Delta\psi$ 之答案。

對於線性偏光之輸入輻射，其答案為適度旋轉之 $\lambda/4$ 阻滯件。由於輸入輻射變成較為橢圓形，所需之延遲變得較短，且沿著角度方位之最小值變得較寬廣。在任一例子中，用所說明輸入偏光之二變數 a 及 α 為雙折射元件之二相反未知數 φ (角度方位)及 $\Delta\psi$ (延遲)。

一般偏光轉換係利用偏光操作裝置以達成之，其包含至少一延遲群，延遲群具有一第一延遲效應之第一延遲裝置及至少一第二延遲效應之第二延遲裝置，且後者不同於第一者。例如，圖8(a)揭示一偏光操作裝置400，其包含二延遲板401、402，二者係在光傳送路徑中一前一後地配置，且各施加以不同方位及/或結構參數(光柵常數、結構寬度)之不同尺寸之次波長結構403、404。當使用繞射結構以產生延遲時，其亦可如圖8(b)所示地提供偏光操作裝置450，其中二或多個不同方位及/或尺寸之繞射結構452、453設置於一共同基板451上。

在具有不同效應之至少二延遲裝置(阻滯件)之延遲群例

子中，將Jones矩陣之已知分析使用於"基礎矩陣"之積，故可將任意所需之Jones矩陣表示成二相互旋轉之 $\lambda/4$ 阻滯件與一 $\lambda/2$ 阻滯件之積(例如請參閱以下論文，V. Bagini R. Borghi, F. Gori, F. Frezza, G. Schettini, G.S: Spagnolo, "The Simon Mukunda polarization gadget", Eur. J. Phys. 17 (1996) pages 279-284)，因此其亦可在本發明之範圍內使用做為一偏光操作裝置，而延遲群中依序提供一具有 $\lambda/4$ 延遲效應之第一延遲裝置、一具有 $\lambda/2$ 延遲效應之第二延遲裝置、及一具有 $\lambda/4$ 延遲效應之第三延遲裝置。在此例子中，個別之延遲裝置可由次波長結構、塗層基板或其他適當阻滯件提供，例如由適當厚度之雙折射材料構成之板。

在此例子中一延遲裝置可在整個有效截面上具有相同延遲效應，在截面上包含大量個別延遲元件且配置成光柵形式以主要填充區域之延遲裝置亦可使用。在此例子中個別延遲元件之絕對強度(λ/x)及/或其軸向方位(雙折射材料之結晶主軸線之方位)不同，具有此型延遲群之偏光操作裝置之多項實施例將參考圖9至11闡釋於後。

圖9簡示一偏光元件500，入射輻射之任意所需偏光狀態可藉此而在一位置解析度基礎上轉換成輸出輻射之任意其他所需偏光狀態。偏光元件係一具有三個延遲裝置501、502、503之延遲群，三者係在光傳送路徑中一前一後地配置，其各為板之形式，且各在其照射截面上包含大量單獨之六邊形延遲元件510、511、520、521、530、531，各延遲裝置係相鄰地配置，主要用於填充表面。在光傳送方向

中一前一後地配置之延遲元件511、521、531或510、520、530各具有雙折射材料之(雙箭頭符號所示)光學軸線之不同方位，且其整體上形成大量光學通道，而各通道具有一界定之偏光變化效應。具有 $\lambda/4$ 延遲效應之第一延遲元件510、511、具有 $\lambda/2$ 延遲效應之第二延遲元件520、521、及具有 $\lambda/4$ 延遲效應之第三延遲元件530、531皆在各光學通道中依此順序配置。如圖8所闡釋，二個 $\lambda/4$ 阻滯件與一個 $\lambda/2$ 阻滯件之組合且呈 $\lambda/4$ - $\lambda/2$ - $\lambda/4$ 之順序可得自具有任意所需偏光狀態任意所需輸出偏光狀態之輸出輻射，甚至是一完全偏光之輸出偏光狀態。為了取得充分精細之位置解析度，超過4個、超過10個、或超過50個單獨延遲元件之光柵配置及/或區段或小平面配置係提供於較佳實施例中，且其結晶軸線可依需要而彼此相關地旋轉。用於板狀單獨延遲裝置結構之可行方式例如可見於EP 0 764 858，而相關於此之揭露內容即包括在本文內。單獨延遲元件亦可由具有次波長結構之塗佈基板及/或基板構成。

實施此延遲群之二優異性可行方式將參考圖10說明於後，其中一可行性(圖10(a))係將一例如平面平行板形式之分離式透明基板601、602、603使用於各光柵延遲裝置，以將單獨延遲元件610、611、612絞在基板之一正面上，使其填充於表面，或者以其他光學中性方式將之固定。圖10(b)所示之偏光元件650亦可行，其中三個相同形狀但是不同結晶軸線方位之延遲元件651、652、653係直接相互上下絞合以用於各光學通道，且此三明治式配置方式絞在一透明基

板660上。

一偏光元件700之實施例將參考圖11說明於後，特別是其容許將入射光之一線性偏光狀態轉換成輸出光之任意所需橢圓形偏光狀態，反之亦然。在此光柵式偏光元件中，具有例如六邊形狀之大量單獨式雙折射延遲元件702係配置於一平面平行透明基板701上，以填充於表面。在此例子中各界定出一單獨式光學通道之相鄰延遲元件702、703會在所取得之延遲絕對強度與結晶軸線方位二項有所不同。對於入射之線性偏光線而言，各通道中之橢圓形偏光輸出輻射之橢圓形方位在此例子中係由阻滯件軸線之方位決定，且橢圓形範圍係由延遲之絕對強度或強度決定。延遲之範圍，亦即所產生之光學路徑長度差異，其在此例子中可由 λ/x 表示，其中 x 較佳為 >1 ，特別是 ≥ 2 。

圖11揭示具有分開產生之不同厚度延遲元件702、703的 λ/x 阻滯件，延遲元件絞在一基板上，另者，其亦可產生"單元"，即從一體成型之初始材料去除材料而具有不同強度之延遲，例如利用蝕刻。亦可使用類似於圖6(a)者之繞射結構。

圖9-11中所示偏光變化之光學組件類型例如可用於一投影照明系統之照明系統內，以利預防或事後補償於由系統組件造成之光源光線偏光狀態之不必要變化，特別是，其可在具有線性偏光源之系統內修正一光混合桿10之偏光效應。例如，圖9或10中所示之位置解析式阻滯件類型可用於光源8與桿入口11之間之光瞳平面區域內，以利將一線性輸

入偏光轉換成一橢圓形輸出偏光，使一線性偏光狀態再次生成於照明系統之光瞳平面15上。在照明系統組件之偏光效應之事後修正例子中，似此之一位置解析式偏光元件亦可用於光瞳平面15之區域內，以利將此光瞳平面區域內之一橢圓形偏光狀態再次轉換成照明系統輸出處之一線性偏光狀態。

具有一固定預定位置解析式及/或角度解析式偏光變化效應之文內所述所有偏光元件皆可使用做為可更換之偏光元件，其可利用適當之更換裝置而選擇性地插入光束路徑或移出，以利依一界定方式設定投影照明系統之輸出偏光狀態。

上述偏光元件皆可用於本發明之偏光操作裝置內容中，本申請案中所述具有一角度變化性及/或位置變化性之所有偏光元件及偏光變化光學組件亦可有利地使用，而無關於其在照明系統或微微影投影照明系統之投影光學元件內，或其他領域內之更換能力，例如其他投影系統領域或顯微鏡領域，此亦將一可變化調整式偏光變化效應施加於上述偏光元件，例如圖2-4所示之可調整式延遲系統。

【圖式簡單說明】

圖1揭示本發明之一投影照明系統實施例之簡示圖；

圖2揭示本發明實施例之一反射折射型投影物鏡之簡示圖；

圖3揭示一具有一延遲板之偏光操作裝置實施例之簡示圖，其延遲效應可在一位置解析度基礎上做變化調整；

圖4揭示一示意圖，說明一在延遲元件之截面上呈不均一之延遲；

圖5揭示角度變化性偏光元件之不同實施例；

圖6揭示主要為位置變化性偏光元件之不同實施例；

圖7揭示一示意圖，說明在次波長光柵中產生結構引發性雙折射；

圖8揭示具有不同結構性次波長光柵之偏光元件實施例；

圖9揭示一用於將任意所需偏光狀態以之位置解析式轉換成任意其他所需偏光狀態之偏光元件之變化型式，且具有串聯之 $\lambda/4$ 與 $\lambda/2$ 延遲裝置；

圖10揭示圖9所示偏光元件類型之不同實施例；及

圖11揭示一用於將線性偏光線轉換成任意所需橢圓形偏光線或反之亦然之偏光元件(λ/x 阻滯件)。

【主要元件符號說明】

1	投影照明系統
2	照明系統
4、104	光罩平面
5	光罩
6、106	投影物鏡
7、107	晶圓平面
8	雷射
9	光學裝置
10	光混合裝置
11	入口表面

12	出口
13	主光罩遮蔽系統(REMA)
14	物鏡
15、135、136	光瞳平面
16、132	偏折面鏡
20、22	裝置
21	晶圓
30	偏光量測裝置
31	控制裝置
40、50、60、70、 80、150、400、450	偏光操作裝置
125	反射折射物鏡組件
126	折射物鏡組件
127	凹面鏡
128	光束偏折裝置
129	分束器
130	分束器層
131	光學軸線
140、141	$\lambda/4$ 板
142	偏光旋轉裝置
143、501、502、503	延遲裝置
145	光捕捉器
151	平面平行板
152	致動器

153	場
200、210	角度變化性偏光元件
201	平面板
202	入射光束
203	光束
211、341、601、 602、603、660	透明基板
212	介電性多層系統
220、320、340、 500、650、700	偏光元件
221、321、701	平面平行透明板
222、452、453	繞射結構
322、323	入口側延遲小板
342	非等向性塗料
343、344	區域
401、402	延遲板
403、404	次波長板
451	共同基板
510、511、520、521、 530、531、610、611、 612、651、652、653、 702、703	延遲元件

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種用於照明一基板之照明方法，該基板被配置於一投影物鏡之一影像平面區域內；以及一種實施該方法之投影照明系統，其產生朝向基板且具有一輸出偏光狀態之輸出輻射。藉由以至少一偏光操作裝置而可變地調整輸出偏光狀態，該輸出偏光狀態可被形成以趨近一公稱輸出偏光狀態。偏光操作可基於偏光-光學性量測資料而在一控制迴路內被予實施。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

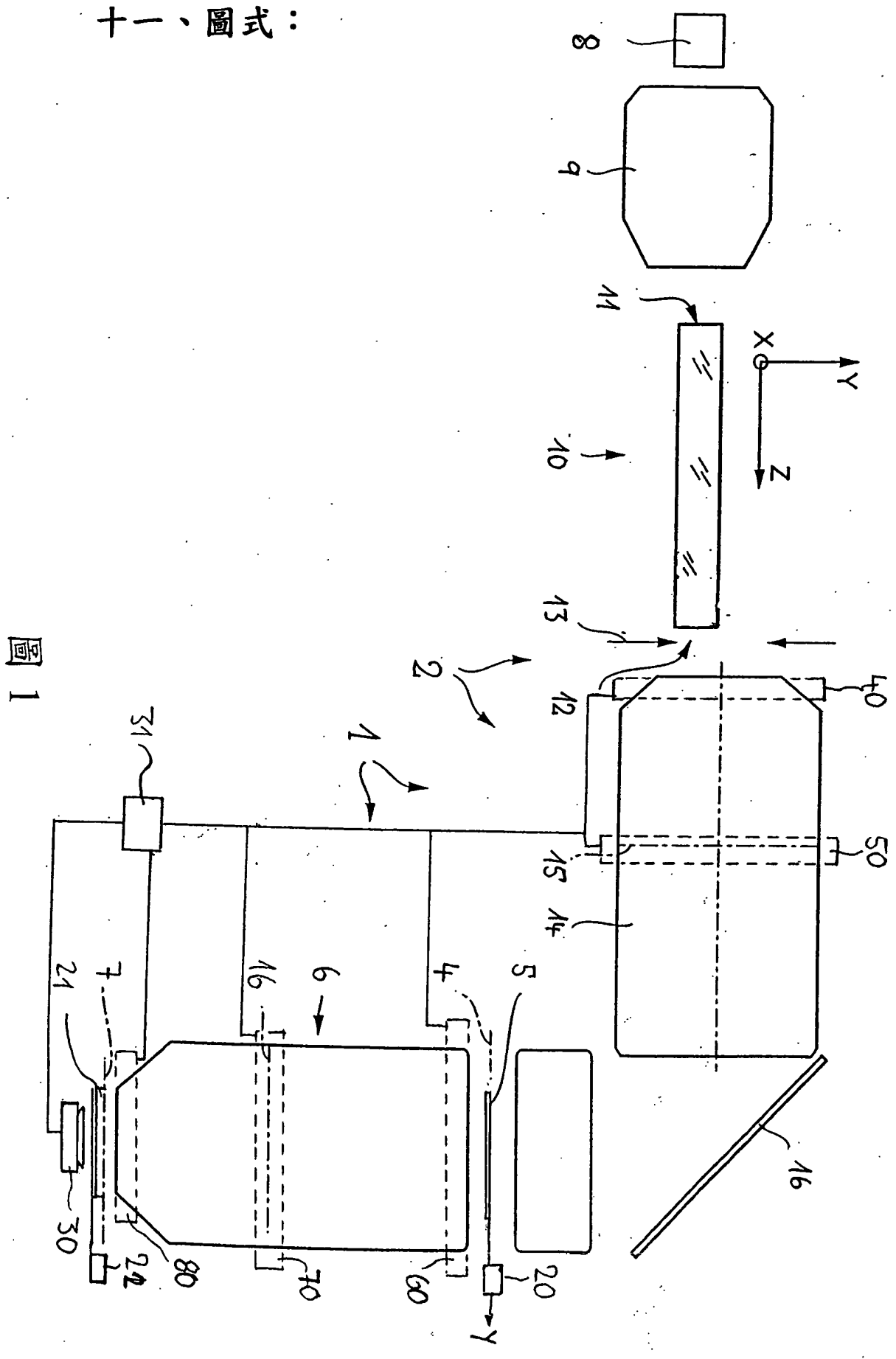


圖 1

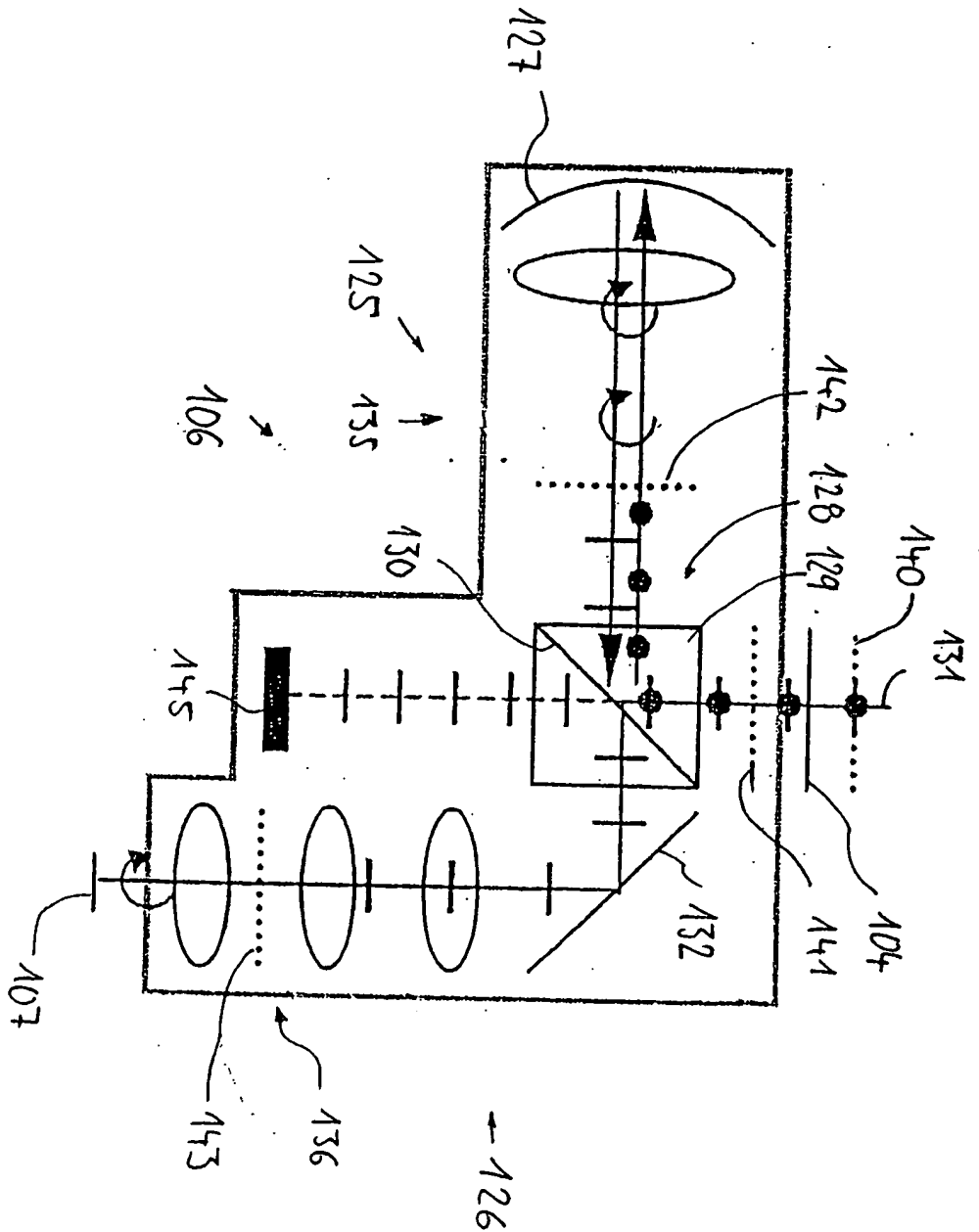


圖 2

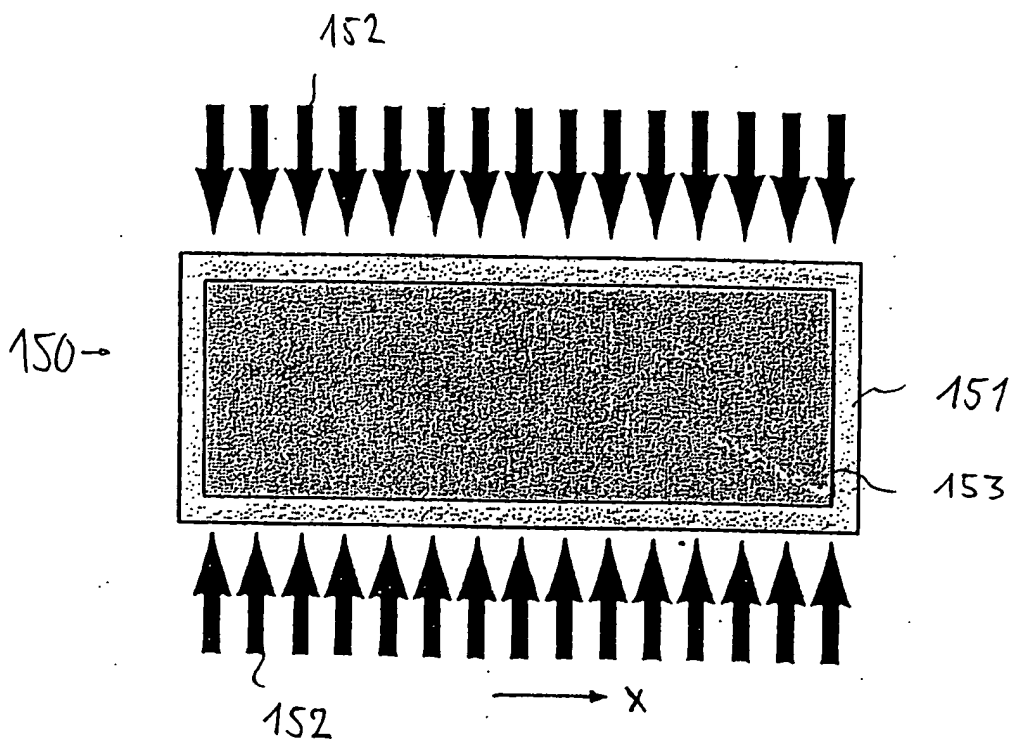


圖 3

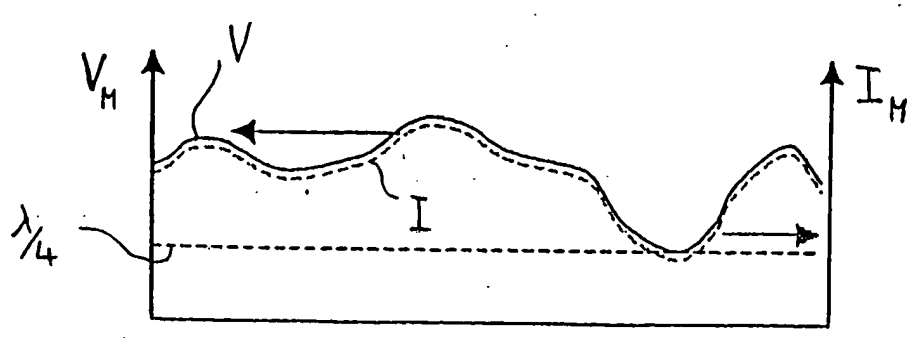


圖 4

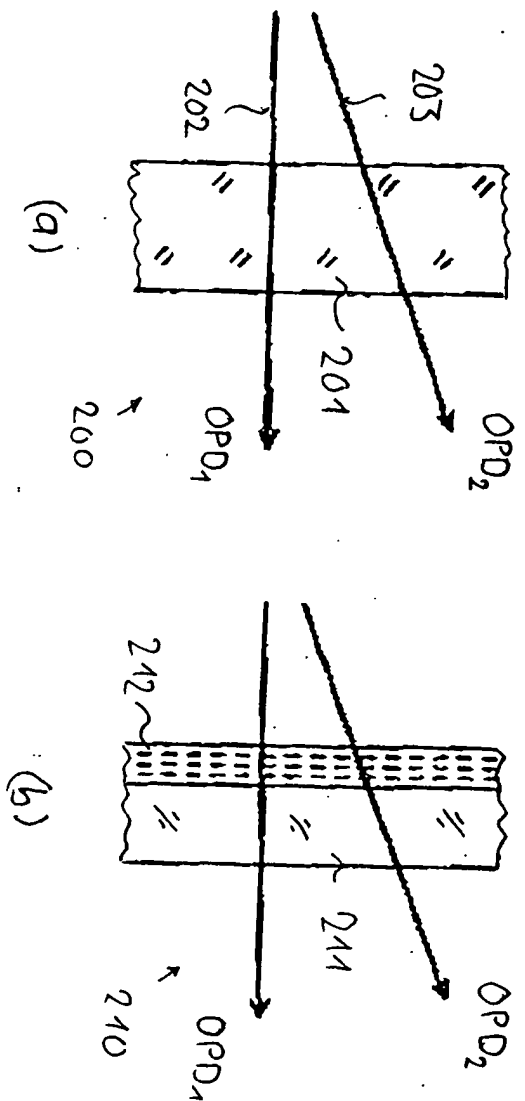


圖 5

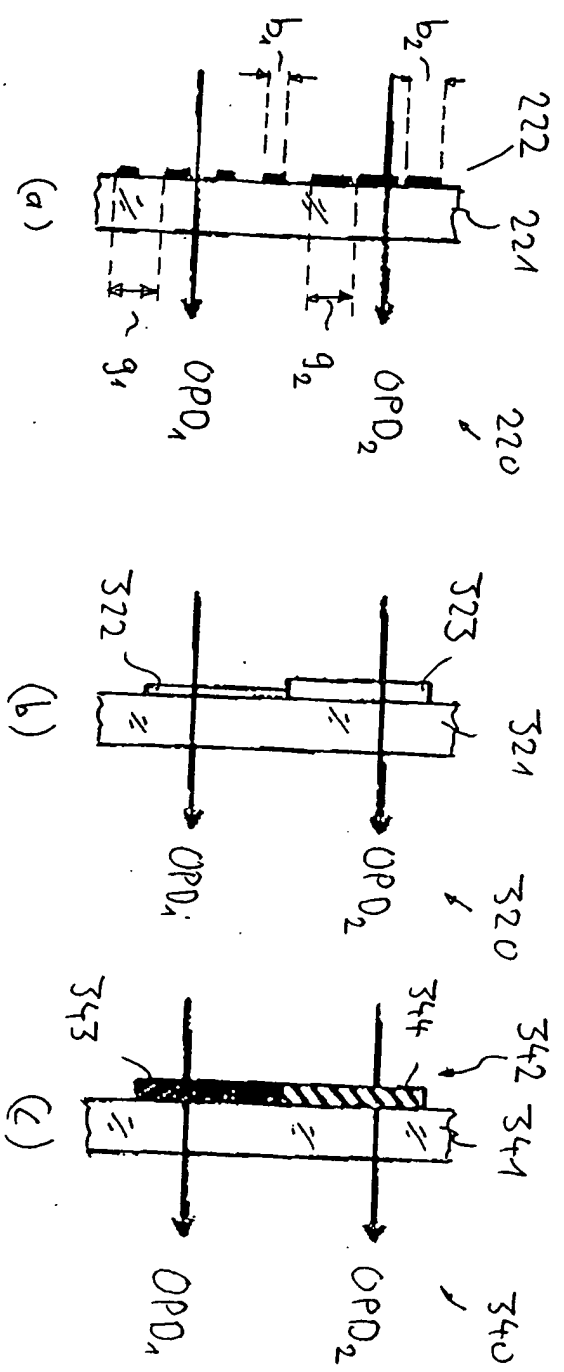


圖 6

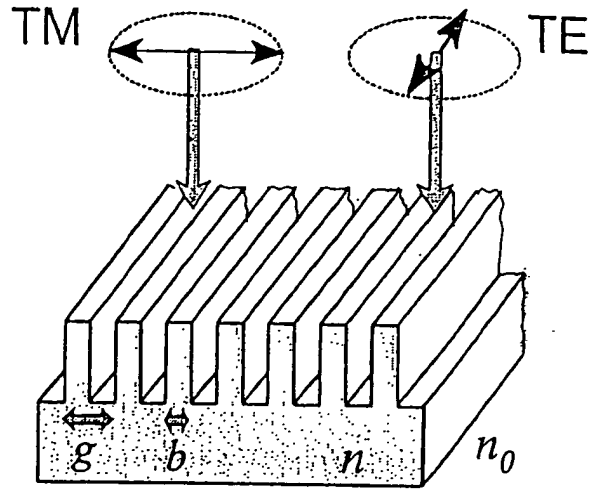


圖 7

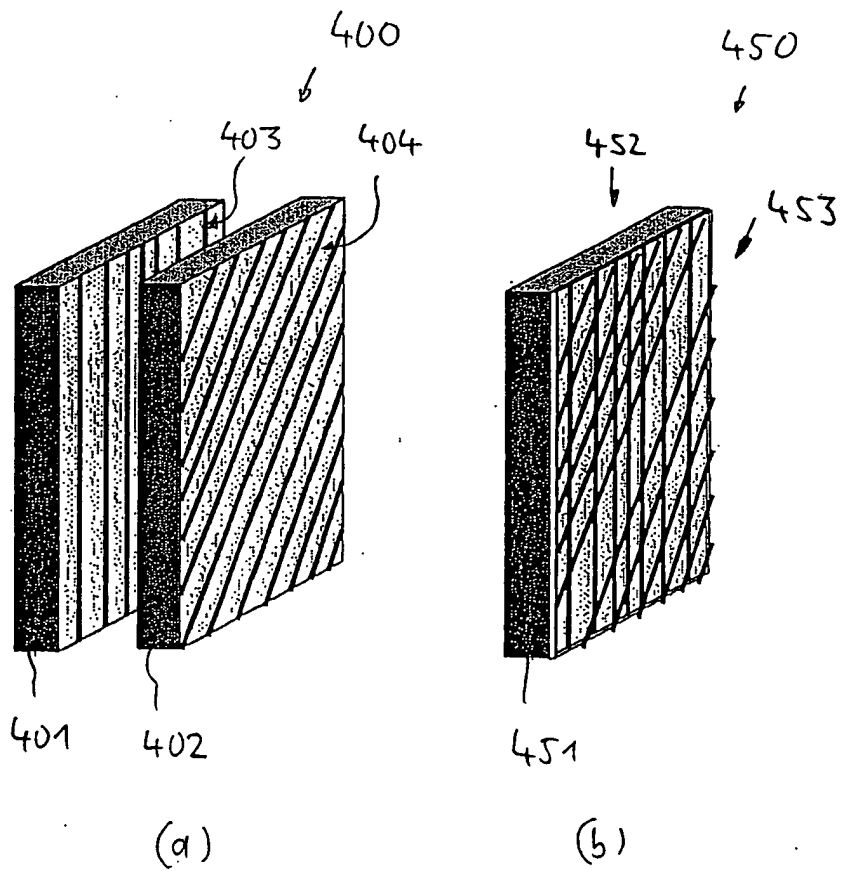


圖 8

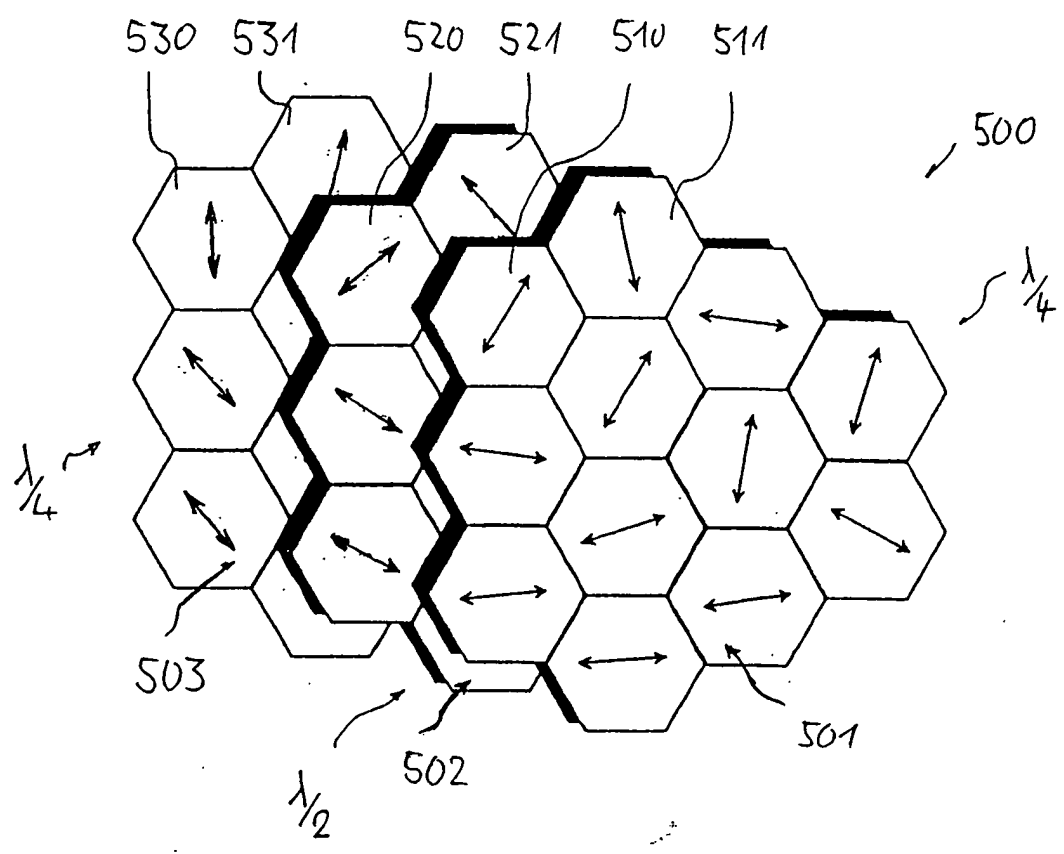


圖 9

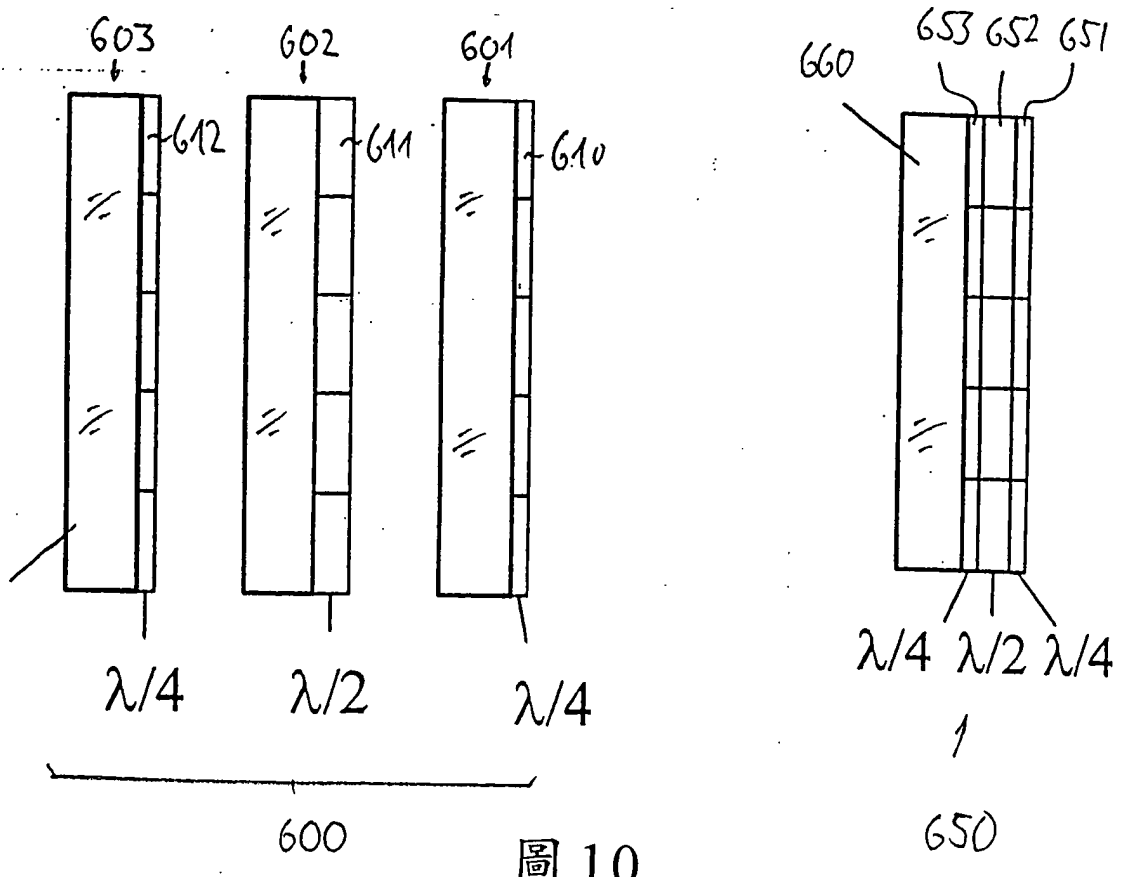


圖 10

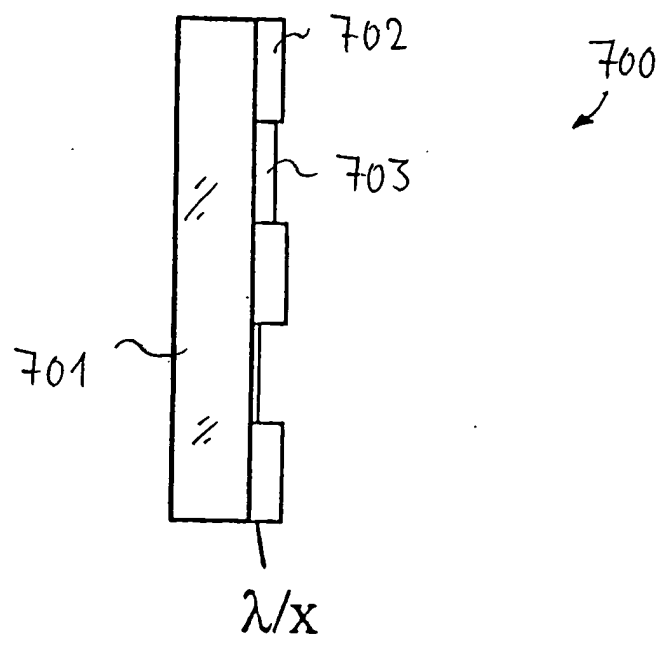


圖 11

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	投影照明系統
2	照明系統
4、7	影像平面
5	光罩
6	投影物鏡
8	雷射
9	光學裝置
10	光混合裝置
11	入口表面
12	出口
13	主光罩遮蔽系統(REMA)
14	物鏡
15	光瞳平面
16	偏折面鏡
20、22	裝置
21	晶圓
30	偏光量測裝置
31	控制裝置
40、50、60、70、80	偏光操作裝置

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

發明專利說明書

100年3月31日修正替換頁

(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：93126580

※ 申請日期：93年09月02日

※IPC 分類：G03F7/20 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

微微影照明方法及使用此方法之投影照明系統

MICROLITHOGRAPHIC ILLUMINATION METHOD AS WELL AS A
PROJECTION ILLUMINATION SYSTEM FOR CARRYING OUT THE
METHOD

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

卡爾蔡司 SMT 有限公司

CARL ZEISS SMT GMBH

代表人：(中文/英文)

1. 喬瑟夫 法圖 / FATUM, JOSEPH

2. 克里斯汀 馬汀 / MARTIN, CHRISTIAN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

德國奧柏柯程魯道夫艾伯街2號

Rudolf-Eber-Straße 2, D-73447 Oberkochen, Germany

國籍：(中文/英文)

德國/DE

十、申請專利範圍：

1. 一種用於使一基板曝光之曝光方法，該基板係利用一光罩圖案之至少一影像而被配置於一投影曝光系統之一投影物鏡之一影像平面區域內，該光罩則被配置於投影物鏡之一物體平面區域內，其包括：

利用來自一照明系統之照明輻射而照明該圖案，以供產生可由該圖案改變之輻射；

將已由該圖案所改變之輻射通過該投影物鏡，以便可產生朝向該基板且具有一輸出偏光狀態之輸出輻射；

藉助於至少一產生代表目前實際偏光狀態之實際訊號的偏光量測裝置，量測該輸出偏光狀態；

藉助於至少一偏光操作裝置，而可變地調整該輸出偏光狀態作為由該實際訊號推導出調整訊號之函數，以便使該輸出偏光狀態趨近於一用於曝光之公稱輸出偏光狀態。

2. 如請求項1之曝光方法，其中該輸出偏光狀態之量測包含位於該投影物鏡之一場平面區域內之角度解析及位置解析量測裝置的至少一種；或

其中該輸出偏光狀態之量測包含位於該投影物鏡之一光瞳平面區域內之一偏光狀態之位置解析量測裝置。

3. 如請求項1或2之曝光方法，其中於該投影曝光系統被配置於使用位置處，用以於操作該投影曝光系統的期間，調整該輸出偏光狀態。

4. 如請求項1或2之曝光方法，其中該偏光操作裝置包含了

- 至少一經配置於一安裝位置之偏光元件，該安裝位置位於一光學系統之一光瞳平面之附近或之內。
5. 如請求項1或2之曝光方法，其中該偏光操作裝置包含了至少一經配置於一安裝位置之偏光元件，該安裝位置位於一光學系統之一場平面之附近或之內。
 6. 如請求項1或2之曝光方法，其中該照明系統及投影物鏡中的至少一個含有至少一光學元件，其可對一輻射束之截面上之一偏光分布造成紊亂，且其中該輸出偏光狀態被調整成可使得該紊亂至少部分地可獲得補償。
 7. 如請求項1或2之曝光方法，其中調整該輸出偏光狀態包含選擇地將至少一具備一預定效應功能之偏光元件在一預定安裝位置處被插入一相關聯於該照明系統之光源與該投影物鏡之影像平面間之該光束路徑中。
 8. 如請求項1或2之曝光方法，其中調整該輸出偏光狀態包含利用至少一具備一第二效應功能之第二偏光元件以更換一具備一第一效應功能之第一偏光元件，該第二效應功能不同於該第一效應功能。
 9. 如請求項1或2之曝光方法，其中調整該輸出偏光狀態包含該被配置於該光束路徑中之至少一可調整式偏光元件之效應功能之步進式或連續性變化；
其中該效應功能之變化包含局部性不同延遲效應之位置解析調整。
 10. 如請求項1或2之曝光方法，進一步包含：
產生至少一調整信號，提供給以一預設的函數為基礎

的至少一偏光操作裝置；

調整該輸出偏光狀態，以做為該調整信號之函數。

11. 如請求項1或2之曝光方法，其中該投影曝光系統的數個該等偏光狀態，基本上在該場及該光瞳上係實質互不受彼此影響的。
12. 如請求項1或2之曝光方法，其中一位於該照明系統之輸出之偏光狀態經最佳化，以便使位於橫越光罩上之該照明場之一該偏光狀態之變化被最小化。
13. 如請求項1或2之曝光方法，其中一位於該照明輸出系統之偏光狀態經最佳化，以便使介於一將光罩至於其上的場平面中兩相對場點的偏光線性程度的差額的絕對值(P_{LIN})不超過10%。
14. 一種用於曝光一基板之投影曝光系統，該基板以一具有一光罩圖案之至少一影像而被配置於一投影物鏡之一影像平面區域內，該光罩則被配置於投影物鏡之一物體平面區域內，該系統具有：
 - 一照明系統，該照明系統利用照明輻射對該圖案照明；
 - 一投影物鏡，藉助於照向該基板及具有一輸出偏光狀態之輸出輻射，該投影物鏡於該影像平面區域產生一圖案影像；
 - 至少一偏光操作裝置，用以可變地調整該輸出偏光狀態；
 - 至少一用於量測該輸出偏光狀態之偏光量測裝置；及
 - 一控制裝置，該控制裝置自該偏光量測裝置取得量測

- 訊號作為函數用於控制該至少一偏光操作裝置。
15. 如請求項14之投影曝光系統，其中提供一用於對輸出偏光狀態進行即時控制之控制迴路，該控制迴路包含：
- 該至少一個偏光量測裝置；
 - 一被連接到該偏光控制裝置之控制單元；及
 - 至少一偏光操作裝置，該至少一偏光操作裝置被連結到控制單元。
16. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中該偏光量測裝置被設計為可在該投影物鏡之該影像平面區域內用，進行位置解析或角度解析之至少一種偏光狀態量測。
17. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中該偏光量測裝置被設計為可在該投影物鏡之該光瞳平面區域內用，進行位置解析偏光狀態量測。
18. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置被配置於該投影曝光系統一場平面之附近或之內。
19. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置被配置於該投影曝光系統一光瞳平面附近或之內。
20. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中該照明系統及該投影物鏡中的至少一個含有至少一光學元件，該光學元件對一輻射束之截面上之一偏光分布造成紊亂，且其中該偏光操作裝置經配置成一補償器，對該紊亂提供至少一部分之補償。
21. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置為一可置換型裝置，藉由該可置換型裝置一或多個

- 偏光元件可選擇地被插入或移出一照明光束路徑。
22. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置為一可置換型裝置，藉由該可置換型裝置一或多個偏光元件可選擇地被插入或移出一影像光束路徑。
 23. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置呈一更換裝置形式，該更換裝置關聯於具有不同效應功能之至少兩偏光元件，且使得該更換裝置可為一可供更換具有一不同功能之偏光元件的更換裝置。
 24. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置係呈一可用於步進地或連續變化一可調整式偏光元件之效應功能之裝置形式，該可調整式偏光元件被配置於該投影照明系統之該光束路徑中。
 25. 如請求項24之投影曝光系統，其中該可調整式偏光元件具有一相關聯之延遲裝置，該裝置具備有至少一由應力雙折射材料所構成之延遲元件，其具有可供變化性地調整一應力狀態之相關聯制動器，而該調整可依據一可預定之位置分布而予以預定。
 26. 如請求項25之投影曝光系統，其中該延遲裝置經配置可依一變化方式被調整，以致使一對於偏光元件之效應功能的位置解析式變化，可藉由該延遲裝置之截面上之延遲效應的位置分佈變化而予以實施。
 27. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置包含至少一被可移動地安裝之延遲裝置。
 28. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作

- 裝置包含至少一被可旋轉地安裝之延遲裝置。
29. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置包含至少一偏光元件，該偏光元件經配置可相對於依光學軸線沿橫向偏離中心及傾斜。
 30. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中致使腰偏光操作裝置包含一偏光元件，該偏光元件包含一基板，至少一等向性或非等向性塗層塗覆該基板上。
 31. 如請求項30之投影曝光系統，其中該偏光元件具有相關聯裝置，該相關連裝置可用於機械性支撐含有該塗料之該偏光元件。
 32. 如請求項30之投影曝光系統，其中該塗層係一具有大量單獨層之多層系統，且二單獨層、多單獨層或所有單獨層具有一較小於該照明輻射之操作波長之光學層厚度。
 33. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置包含至少一繞射性偏光元件，其具有至少一雙折射次波長結構，以供產生結構引發式雙折射。
 34. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置包含一偏光元件，且其中具有不同次波長結構之不同區域係彼此被並列地配置，以供產生該偏光元件之一位置變化效應功能。
 35. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置包含至少一延遲群組，該群組具有至少一具備一第一延遲效應之第一延遲裝置，即具有至少一具備一第二延遲效應之第二延遲裝置，該第二延遲效應不同於第一

延遲效應。

36. 如請求項35之投影曝光系統，其中該延遲群組中之至少一延遲裝置，具有在其整個有效截面上皆相同之延遲效應。
37. 如請求項35之投影曝光系統，其中該延遲群組中之至少一延遲裝置，包含大量單獨之延遲元件，該等延遲元件係被分布於該延遲裝置之截面上且呈一光柵配置，並實質地填充表面區域。
38. 如請求項37之投影曝光系統，其中就延遲效應之絕對強度(λ/X)及結晶軸線之方向而言，該等呈一光柵配置之延遲元件具有差異。
39. 如請求項35之投影曝光系統，其中該延遲群組依序包含一具有 $\lambda/4$ 延遲效應之第一延遲裝置、一具有 $\lambda/2$ 延遲效應之第二延遲裝置及一具有 $\lambda/4$ 延遲效應之第三延遲裝置。
40. 如請求項14或15之投影曝光系統，其中至少一偏光操作裝置包含至少一偏光元件，及其中相異個別的該等延遲元件彼此被並列地配置，該等延遲元件具有不同延遲效應(λ/X)。