



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I595273 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：101144400

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 27 日

(51)Int. Cl. : G02B5/30 (2006.01)

G02B27/28 (2006.01)

(30)優先權：2011/11/28 美國

61/564,172

(71)申請人：3 M新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72)發明人：卡爾斯 喬瑟夫 克拉克 CARLS, JOSEPH CLARK (US)；李城垞 LEE, SEONG
TAEK (KR)；張耀龍 TEO, YEOW LENG (SG)；曾錦昇 CHAN, KIN SHENG
(SG)；程曉輝 CHENG, XIAOHUI (CN)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200530640A

JP 2006-313827A

JP 2007-101866A

US 2009/0015795A1

審查人員：賴建宏

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：5 共 34 頁

(54)名稱

製造提供高解析度影像之偏極化分光鏡的方法及使用此等分光鏡之系統

METHOD OF MAKING POLARIZING BEAM SPLITTERS PROVIDING HIGH RESOLUTION
IMAGES AND SYSTEMS UTILIZING SUCH BEAM SPLITTERS

(57)摘要

本發明描述偏極化分光鏡、製造此等偏極化分光鏡之方法及併有此等偏極化分光鏡之系統。更特定言之，描述偏極化分光鏡、製造此等偏極化分光鏡之方法及具有此等分光鏡之系統，此等分光鏡併有多層光學薄膜且以高有效解析度朝向一檢視者或檢視螢幕反射成像光。

Polarizing beam splitters, methods of making such beam splitters, and systems incorporating such beam splitters are described. More specifically, polarizing beam splitters, methods of making such beams splitters, and systems with such beam splitters that incorporate multilayer optical films and reflect imaged light towards a viewer or viewing screen with high effective resolution are described.

指定代表圖：

符號簡單說明：

410 . . . 多層光學薄膜/層

420 . . . 基板/層

425 . . . 平坦基板之表面

430 . . . 溶液

435 . . . 壓力施加器具

440 . . . 多層光學薄膜之底表面/薄膜之第一表面

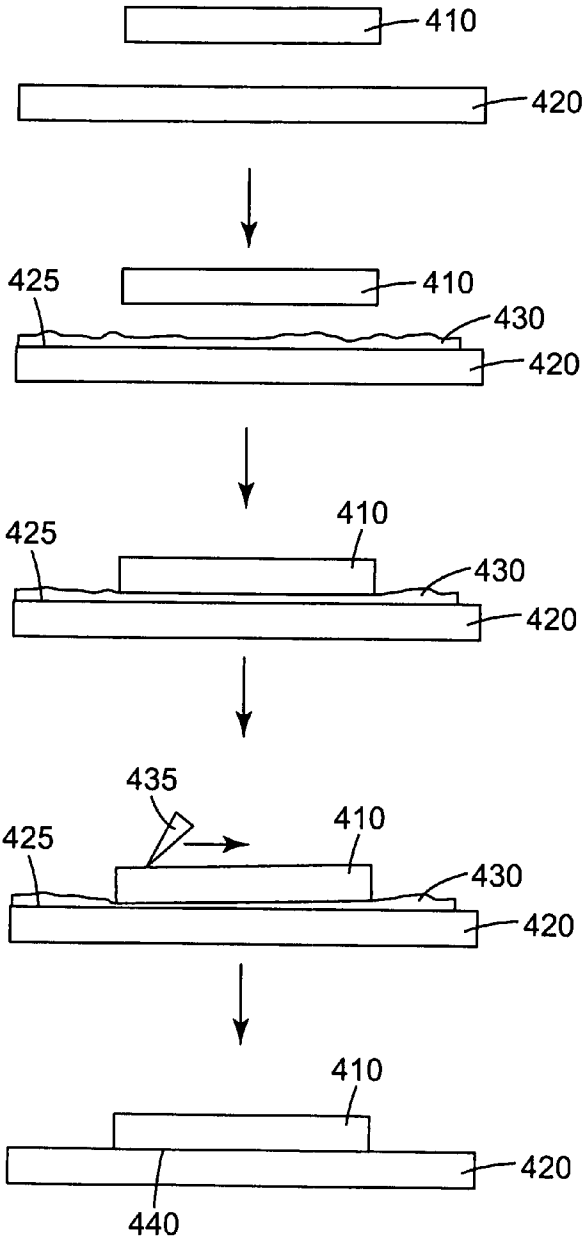
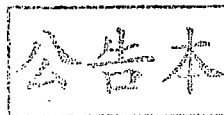


圖 4



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：101144400

※ 申請日：101.11.27

※IPC 分類：G02B 5/30 (2006.01)

G 02 B 27/28 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

製造提供高解析度影像之偏極化分光鏡的方法及使用此等分光鏡之系統

METHOD OF MAKING POLARIZING BEAM SPLITTERS
PROVIDING HIGH RESOLUTION IMAGES AND SYSTEMS
UTILIZING SUCH BEAM SPLITTERS

二、中文發明摘要：

本發明描述偏極化分光鏡、製造此等偏極化分光鏡之方法及併有此等偏極化分光鏡之系統。更特定言之，描述偏極化分光鏡、製造此等偏極化分光鏡之方法及具有此等分光鏡之系統，此等分光鏡併有多層光學薄膜且以高有效解析度朝向一檢視者或檢視螢幕反射成像光。

三、英文發明摘要：

Polarizing beam splitters, methods of making such beam splitters, and systems incorporating such beam splitters are described. More specifically, polarizing beam splitters, methods of making such beam splitters, and systems with such beam splitters that incorporate multilayer optical films and reflect imaged light towards a viewer or viewing screen with high effective resolution are described.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

410 多層光學薄膜/層

420 基板/層

425 平坦基板之表面

430 溶液

435 壓力施加器具

440 多層光學薄膜之底表面/薄膜之第一表面

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本描述係關於偏極化分光鏡、併有此等分光鏡之系統及製造此等分光鏡及系統之方法。更特定言之，本發明係關於偏極化分光鏡、製造偏極化分光鏡之方法及具有此等分光鏡之系統，此等分光鏡併有多層光學薄膜且按高有效解析度朝向檢視者或檢視螢幕反射成像之光。

題為「POLARIZING BEAM SPLITTERS PROVIDING HIGH RESOLUTION IMAGES AND SYSTEMS UTILIZING SUCH BEAM SPLITTERS」的共同擁有且同在申請中之美國專利申請案第61/564161號以引用的方式併入本文中。

【先前技術】

併有偏極化分光鏡(PBS)之照明系統用以在諸如投影顯示器之檢視螢幕上形成影像。典型的顯示影像併有一照明源，其經配置以使得來自該照明源之光線反射離開含有待投影之所要影像之影像形成裝置(亦即，成像器)。該系統摺疊此等光線，使得來自該照明源之光線及所投影影像之光線共用在PBS與成像器之間的同一實體空間。PBS將傳入之照明光與來自成像器的經偏極化旋轉之光分開。歸因於對PBS之新需求，部分歸因於其在諸如三維投影及成像之應用中的新用途，許多新的問題已發生。本申請案提供解決此等問題之物品。

【發明內容】

在一態樣中，本描述係關於一種生產一平坦薄膜之方

法。該方法包括以下步驟：提供一多層光學薄膜；提供一暫時平坦基板；將該多層光學薄膜之一第一表面可釋放地附著至該暫時平坦基板；提供一永久基板；將該多層光學薄膜之一第二表面附著至該永久基板；及自該暫時平坦基板移除該多層光學薄膜。在至少一些實施例中，將該多層光學薄膜之該第一表面可釋放地附著至該暫時平坦基板之該步驟包括以下子步驟：藉由一潤濕劑將該基板之該表面潤濕以產生該暫時平坦基板之一濕表面；將該多層光學薄膜施加於該暫時平坦基板之該表面上；輥壓該暫時平坦基板之該表面上的該多層光學薄膜；及允許該多層光學薄膜、該暫時平坦基板及該潤濕劑乾燥。在一些實施例中，將藉由將該潤濕劑噴灑至該第一平坦基板上來將該基板之該表面潤濕。允許該多層光學薄膜、平坦基板及溶液乾燥使多層光學薄膜之表面與暫時平坦基板貼合，其係部分地藉由以毛細作用將溶液帶至邊緣，從而造成真空密封。在一些實施例中，永久基板可為第一稜鏡或PBS蓋。在此等實施例中，本描述亦係關於一種生產一偏極化分光鏡之方法，其包括將一黏著劑在與該第一稜鏡相對之一表面上塗覆於藉由以上描述之方法生產的該薄膜上及抵靠該黏著劑施加一第二稜鏡。在施加兩個稜鏡之情況下，可對準主軸線及次軸線。此外，可藉由諸如UV固化之適當方法來固化黏著劑。

在另一態樣中，本描述係關於一種產生一光學平坦偏極化分光鏡之方法。該方法包括以下步驟：提供一多層光學

薄膜反射偏極化器；將一壓敏黏著劑層施加至該多層光學薄膜之一第一表面；在與該多層光學薄膜相對之側上抵靠該壓敏黏著劑層施加一稜鏡；及將真空施加至該壓敏黏著劑、該多層光學薄膜及該稜鏡。在一些實施例中，該方法亦可包括將一第二黏著劑層施加至該多層光學薄膜之與該第一表面相對的一第二表面；及將一第二稜鏡施加至該第二黏著劑層之與該多層光學薄膜相對之側。亦可將真空施加至第二黏著劑層、多層光學薄膜及稜鏡(在包括此步驟之情況下)。在施加真空之情況下，其可藉由將構造置放於真空室中來發生。另外，在施加兩個稜鏡之情況下，可對準兩個稜鏡之主軸線及次軸線。

【實施方式】

高效能PBS對於產生用於使用矽上液晶(LCOS)成像器之投影儀的可行光學引擎係必要的。此外，當需要此等成像器處置經偏極化之光時，對於標稱未偏極化之成像器(諸如，DLP成像器)，可能更需要PBS。通常，PBS將透射標稱p偏極化之光，且反射標稱s偏極化之光。已使用許多不同類型之PBS，包括MacNeille型PBS及線柵偏極化器。然而，基於多層光學薄膜之PBS已證明為對於與在投影系統中之光處置(包括在一定範圍的波長及入射角上有效偏極化之能力)及與在反射及透射中皆具有高效率相關聯的問題之最有效的偏極化分光鏡中之一者。此等多層光學薄膜由3M Company製造，如在頒予Jonza等人之美國專利第5,882,774號及頒予Weber等人之美國專利第6,609,795號中

所描述。

隨著包括(例如)三維投影及成像之許多新成像及投影應用之出現，新的挑戰已發生。特定言之，在至少一些三維成像應用中，可能需要PBS不僅當透射穿過反射偏極化薄膜時且亦當由反射偏極化薄膜反射時皆提供具有高有效解析度(如下所定義)的成像光。遺憾地，基於多層光學薄膜之偏極化器儘管有其其他的主要優勢，但可能難以製出必需的平度以按高解析度反射成像光。相反，在使用此等多層薄膜反射偏極化器反射成像光的情況下，可能使反射之影像失真。然而，仍必須解決有效地偏極化寬陣列的入射光之角度及入射光之波長之關注問題。因此，將高度需要提供一種具有含有多層光學薄膜之PBS的益處同時亦達成對於離開PBS朝向檢視者或螢幕反射的成像光之提昇的有效解析度之偏極化分光鏡。本描述提供此種解析方案。

圖1提供根據本描述的一偏極化子系統之說明。偏極化子系統包括一第一成像器102。在許多實施例(諸如，在圖1中說明之實施例)中，成像器將為適當反射成像器。通常，在投影系統中使用之成像器通常為偏極化旋轉、影像形成裝置(諸如，液晶顯示成像器)，其藉由旋轉光之偏極化以產生對應於數位視訊信號之影像來操作。此等成像器當在投影子系統中使用時通常依賴於偏極化器將光分成一對正交偏極化狀態(例如， s 偏極化及 p 偏極化)。可在圖1中展示之實施例中使用的兩個普通成像器包括矽上液晶(LCOS)成像器或數位光處理(DLP)成像器。熟習此項技術

者將認識到，DLP系統將需要對照明幾何形狀以及旋轉偏極化之外部構件(諸如，延遲器板)的一些修改以便使用圖1中展示之PBS組態。偏極化子系統亦包括一偏極化分光鏡(PBS)104。來自光源110之光112朝向PBS 104行進。在PBS 104內為反射偏極化器106。該反射偏極化器可為多層光學薄膜，諸如可購自3M Company (St. Paul, MN)且在(例如)頒予Jonza等人之美國專利第5,882,774號及頒予Weber等人之美國專利第6,609,795號中所描述的多層光學薄膜，此等專利中之每一者在此以引用的方式全部併入。當光112入射於薄膜106上時，入射光之一正交偏極化狀態(諸如，p偏極化狀態)將透射穿過薄膜，且退出PBS作為接著入射於成像器102上之光120。入射光之正交偏極化狀態(在此情況下，s偏極化之光)將由反射偏極化器106在不同方向上反射為單獨的光束118，此處與光束120成直角。

具有給定偏極化狀態之未成像光120入射於成像器102上。該光接著經成像且朝向PBS 104及併入之反射偏極化器106反射回。在成像器102為LCOS成像器之情況下且對於在「開」狀態下之彼等像素，光114亦經轉換至正交偏極化狀態。在此情況下，p偏極化之入射光雖然尚未經成像，但作為s偏極化的成像光被反射。當s偏極化之光入射於偏極化分光鏡104(且特定言之，多層光學薄膜反射偏極化器106)上時，該光作為s偏極化之光束116朝向檢視者或檢視螢幕130反射。

在先前技術之許多實施例中，可定位成像器，例如，定

位於光束118行進所朝向之方向上。在該實施例中，成像光將透射穿過偏極化分光鏡104，而非在偏極化分光鏡104中反射。使成像光透射穿過偏極化分光鏡允許影像之較少失真，且因此允許較高的有效解析度。然而，如將進一步解釋，在許多實施例中，可能需要包括如在圖1中定位之成像器102。此可(例如)允許不同偏極化之影像重疊。儘管多層光學薄膜作為反射偏極化器存在許多益處，但習知地，其一直難以達成針對反射離開此等薄膜的成像光之有效解析度。

由元件產生的影像或光之有效解析度為有用的定量量測，此係因為其幫助預測可可靠地解析像素之大小。多數當前成像器(LCOS及DLP)具有範圍自約12.5 μm 向下至大約5 μm 之像素大小。因此，為了適用於反射成像情形，反射器必須能夠向下解析至至少約12.5 μm ，且理想地，比12.5 μm 更佳。因此，PBS之有效解析度必須不大於約12.5 μm ，且較佳更低。此將被視為高有效解析度。

使用在本說明書中描述之技術，吾人可事實上提供用於在PBS 104中使用之多層光學薄膜，其可按非常高的解析度來反射成像光。事實上，參看圖1，成像光116可按小於12微米之有效像素解析度自偏極化分光鏡104朝向檢視者或檢視螢幕130反射。事實上，在一些實施例中，成像光116可按小於11微米、小於10微米、小於9微米、小於8微米、小於7微米或潛在地甚至小於6微米之有效像素解析度自偏極化分光鏡104朝向檢視者或檢視螢幕130反射。

如所論述，在至少一些實施例中，偏極化子系統100可包括一第二成像器108。第二成像器108可大體具有與第一成像器102相同類型之成像器，例如，LCOS或DLP。具有一偏極化狀態之光(諸如，s偏極化之光)可自PBS 104(且特定言之，自PBS之反射偏極化器106)朝向第二成像器反射。其可接著經成像且朝向PBS 104反射回。再次，如同第一成像器102，反射離開第二成像器108之光經偏極化轉換，使得在s偏極化之未成像光118入射於成像器108上之情況下，p偏極化的成像光122自成像器108改向回朝向PBS 104。自成像器102反射之光114具有第一偏極化狀態(例如，s偏極化)且因此朝向檢視者或檢視螢幕130反射離開PBS 104，而反射離開成像器108之光(例如，光122)具有第二偏極化(例如，p偏極化)，且因此朝向檢視者或檢視螢幕130透射穿過PBS 104。如可自圖1看出，兩個成像器位於PBS 104之不同側，使得PBS在第一面126處自第一成像器102接收成像光114，且在與第一面不同之第二面124處自第二成像器108接收成像光122。

一旦成像光116及潛在地光122退出PBS 104，則其朝向檢視者或檢視螢幕130改向。為了最佳地將光引導至檢視者且適當地按比例調整影像，可使光穿過投影透鏡128或某一類投影透鏡系統。雖然僅藉由單元件投影透鏡128說明，但偏極化轉換系統100可按需要包括額外成像光學器件。舉例而言，投影透鏡128可事實上為複數個透鏡，諸如，共同擁有且受讓之美國專利第7,901,083號之透鏡群

250。注意，在不使用可選成像器108之情況下，輸入光112可經預偏極化以具有與光束120相同之偏極化狀態。此可(例如)藉由使用偏極化轉換系統(PCS)、加成或反射性或吸收性線性偏極化器或用於增強輸入光流112之偏極化純度的其他該種器件來實現。該技術可改良系統之總效率。

除了反射偏極化器106之外，PBS 104可亦包括其他元件。舉例而言，圖1說明亦包括第一蓋132及第二蓋134之PBS 104。反射偏極化器106定位於第一蓋132與第二蓋134之間，使得其由此等蓋保護且適當定位。第一蓋132及第二蓋134可由此項技術中已知之任何適當材料(諸如，玻璃、塑膠或潛在地其他適當材料)製成。應理解，額外材料及構造可應用於(例如)PBS之面，或鄰近於反射偏極化器且與反射偏極化器實質上共同延伸。此等其他材料或構造可包括額外偏極化器、二向色濾光器/反射器、延遲器板、抗反射塗層、模製及/或結合至蓋之表面的透鏡，及其類似者。

自不同成像器發射光之投影或偏極化子系統(其中成像光具有不同偏極化)可尤其可用作三維影像投影儀之部分，如(例如)在美國專利第7,690,796號(Bin等人)中所描述。使用基於PBS之兩個成像器系統之獨特優勢在於，不需要時間定序或偏極化定序。此意謂，兩個成像器始終在操作，從而有效地使投影儀之光輸出加倍。如所論述，反射偏極化器106平坦，使得反射離開偏極化器的成像光116不失真且具有高有效解析度係高度重要的。平度可由標準

粗糙度參數Ra(表面自中值之垂直偏差的絕對值之平均值)、Rq(表面自中值之垂直偏差的均方根平均值)及Rz(在每一取樣長度上最高峰值與最低谷值之間的平均距離)來量化。特定言之，反射偏極化器較佳具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq，且更佳具有小於40 nm之表面粗糙度Ra或小於70 nm之表面粗糙度Rq，且甚至更佳具有小於35 nm之表面粗糙度Ra或小於55 nm之表面粗糙度Rq。量測薄膜之表面粗糙度或平度之一例示性方法提供於以下「實例」段落中。

在另一態樣中，本描述係關於一種偏極化分光鏡。一個該偏極化分光鏡200說明於圖2中。偏極化分光鏡200包括定位於第一蓋232與第二蓋234之間的反射偏極化器206。如同圖1之反射偏極化器106，圖2之反射偏極化器206為諸如以上描述之多層光學薄膜的多層光學薄膜。偏極化分光鏡200能夠朝向檢視者或表面230反射成像光216。朝向檢視者或表面引導的成像光216之有效像素解析度小於12微米，且可能小於11微米、小於10微米、小於9微米、小於8微米、小於7微米或潛在地甚至小於6微米。

如同圖1之蓋，PBS 200之第一蓋232及第二蓋234可由在該領域中使用之任何數目種適當材料(諸如，玻璃或光學塑膠以及其他材料)製成。此外，可藉由許多不同方式將第一蓋232及第二蓋234各自附著至反射偏極化器206。舉例而言，在一實施例中，可使用壓敏黏著劑層240將第一蓋232附著至反射偏極化器206。合適的壓敏黏著劑為

3MTM光學透明黏著劑8141(可購自3M Company, St. Paul, MN)。類似地，可使用壓敏黏著劑層242將第二蓋234附著至反射偏極化器。在其他實施例中，可針對層240及242使用不同黏著劑類型將第一蓋及第二蓋附著至反射偏極化器206。舉例而言，層240及242可由可固化光學黏著劑組成。合適的光學黏著劑可包括來自Norland Products Inc.(Cranbury, NJ)之光學黏著劑，諸如，NOA73、NOA75、NOA76或NOA78，此等光學黏著劑描述於共同擁有且受讓之美國專利公開案第2006/0221447號(頒予DiZio等人)及共同擁有且受讓之美國專利公開案第2008/0079903號(頒予DiZio等人)中，此等專利公開案中之每一者在此以引用的方式併入。亦可使用UV可固化黏著劑。應理解，額外材料及構造可應用於(例如)PBS之面，或鄰近於反射偏極化器且與反射偏極化器實質上共同延伸。此等其他材料或構造可包括額外偏極化器、二向色濾光器/反射器、延遲器板、抗反射塗層，及其類似者。如同在圖1中描述之PBS，圖2之反射偏極化器206必須非常平坦以最有效地反射成像光216，而不使其失真。各別偏極化器可具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。藉由諸如在美國7,234,816 B2(Bruzzzone等人)中所描述之壓敏黏著劑的典型塗覆程序，未達成各別偏極化器之所需表面平度。已發現，某些類型之後處理允許達成所需表面平度。

在又一態樣中，本發明係關於一種投影子系統。一個該

投影子系統說明於圖3中。投影子系統300包括一光源310。光源310可為通常在投影系統中使用之任何數目個適當光源。舉例而言，光源310可為固態發射器，諸如，雷射或發射諸如紅光、綠光或藍光之特定色彩之光的發光二極體(LED)。光源310亦可包括吸收來自發射源之光且按其他(通常，更長)波長重新發射光之磷光體或其他光轉換材料。合適的磷光體包括熟知無機磷光體，諸如，摻雜Ce之YAG、硫代鎳酸鋁及經摻雜之矽酸鹽及SiAlON型材料。其他光轉換材料包括III-V及II-VI半導體、量子點及有機螢光染料。或者，光源可由複數個光源(諸如，藍、綠及紅LED)組成，其中此等LED可一起或依序啟動。光源310亦可為雷射光源，或潛在地為傳統UHP燈。應理解，諸如色輪、二向色濾光器或反射器及其類似者之輔助組件可另外包含光源310。

投影子系統300進一步包括一偏極化分光鏡304。偏極化分光鏡304經定位，使得其自光源接收光312。此入射光312可通常部分地由兩個正交偏極化狀態組成，例如，部分s偏極化之光及部分p偏極化之光。在偏極化分光鏡內為反射偏極化器306，再次，在此情況下為諸如關於反射偏極化器106描述之多層光學薄膜的多層光學薄膜。光312入射於反射偏極化器306上，且透射穿過一第一偏極化之光(例如，p偏極化之光)作為光320，同時反射第二正交偏極化之光(例如，s偏極化之光)作為光318。

透射穿過反射偏極化器306的第一偏極化之光320朝向鄰

近於PBS 304而定位之第一成像器302行進。該光在第一成像器302處成像且按經轉換的光之偏極化朝向PBS 304反射回。經轉換的成像光314接著在PBS 304處作為光316朝向影像平面350反射。光316反射離開PBS之反射偏極化器306且到達影像平面350，其中有效解析度小於12微米，且可能小於11微米、小於10微米、小於9微米、小於8微米、小於7微米或潛在地甚至小於6微米。各別偏極化器306通常具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。

一開始由PBS 304之反射偏極化器反射的第二偏極化之光(例如，s偏極化之光)作為光318朝向第二成像器308行進。第二成像器308亦鄰近於PBS 304而定位，如同第一成像器302，但第二成像器定位於PBS之不同側上。入射光318經成像且朝向PBS 304反射回。在自成像器反射時，此光之偏極化亦旋轉90度(例如，自s偏極化之光旋轉至p偏極化之光)。成像光322透射穿過PBS 304至影像平面350。第一成像器302及第二成像器308可為任何適當類型之反射成像器，諸如，以上關於圖1之元件102及108描述之反射成像器。

如所論述，為了達成對於反射離開本文中之PBS的成像光之高有效解析度，PBS之反射偏極化器必須格外地光學平坦。本描述現在提供生產為多層光學薄膜的光學平坦反射偏極化器之方法及/或生產光學平坦偏極化分光鏡之方法。

一種該方法說明於圖4之流程圖中。該方法開始於提供一多層光學薄膜410，且提供一平坦基板420。多層光學薄膜410可類似於關於以上物品描述之多層光學薄膜。平坦基板可為任何數目種適當材料，諸如，丙烯酸、玻璃或其他適當塑膠。最重要地，基板420必須擁有與在偏極化分光鏡中所需的至少相同程度的光學平度，且必須允許潤濕溶液散佈於其表面上。因此，其他塑膠、無機玻璃、陶瓷、半導體、金屬或聚合物可為適當材料。另外，基板稍具可撓性為有用的。

在下一個步驟中，平坦基板之表面425可釋放地附著至多層光學薄膜之第一表面。在至少一實施例中，為了產生可釋放附著，平坦基板之表面425或多層光學薄膜之第一表面或兩者皆藉由潤濕劑潤濕，從而導致溶液430之薄層。合適的潤濕劑應具有足夠低之表面能以使得其將使基板或薄膜濕透，且具有足夠高之蒸氣壓力以使得其可在室溫下蒸發。在一些實施例中，將異丙醇用作潤濕劑。在至少一些實施例中，潤濕劑將為含有至少少量界面活性劑(例如，體積小於1%)之水溶液。界面活性劑可為常見市售工業潤濕劑或甚至諸如洗碗用清潔劑之家用材料。其他實施例可為在蒸發後不留下殘餘物的化合物之水混合物(諸如，氨、醋或乙醇)。可藉由包括噴灑(例如，自噴灑瓶)之許多適當方法來塗覆潤濕劑。在下一個步驟中，將多層光學薄膜施加至基板之表面425，使得溶液430夾入於薄膜與基板之間。通常，亦將潤濕劑塗覆至多層光學薄膜之接觸

表面。接著拖動壓力施加器具435(諸如，壓輥)穿越多層光學薄膜410之頂部，從而使光學薄膜410緊密地變平至基板420之表面425，且僅留下溶液430之相當均勻之薄層將兩者分開。在至少一些實施例中，可首先在與施加至基板420之表面440相對的側上將保護層施加至多層光學薄膜。此時，使該構造允許溶液430蒸發。輥壓製程推動殘餘水經過多層光學薄膜之邊緣，使得僅有少量剩餘。接下來，允許多層光學薄膜、平坦基板及潤濕劑乾燥。隨著時間推移，潤濕溶液之所有揮發性組分經由層410或420或藉由沿著層410與420之間的空間以毛細作用帶至蒸發可發生的層410之邊緣來蒸發。當此製程發生時，拖動多層光學薄膜410愈來愈靠近基板420，直至層410與表面425緊密貼合。結果展示於圖4之下一個步驟中，此時乾燥將薄膜410緊密拖動至基板420且有效地使多層光學薄膜之底表面440變平。一旦已達成此平度，則多層光學薄膜410保持穩定地平坦，但可釋放地附著至基板。此時，可將永久基板黏附至薄膜410的曝露之表面。

圖5說明可在提供偏極化分光鏡之最終構造中採取之另外步驟。舉例而言，可將黏著劑550塗覆於薄膜410的變平之表面440上。黏著劑可為不會不利地影響PBS之光學或機械效能的任何適當黏著劑。在一些實施例中，黏著劑可為可固化光學黏著劑，諸如，來自 Norland Products Inc.(Cranbury, NJ)之NOA73、NOA75、NOA76或NOA78。在其他實施例中，可使用光學環氧樹脂。在一些實施例

中，黏著劑可為壓敏黏著劑。接下來，吾人可提供永久第二基板。在一實施例中，永久第二基板可為稜鏡。如在圖5中所示，抵靠黏著劑550施加稜鏡560，且適當時，使該構造固化。現在可自基板420移除薄膜410。在至少一實施例中，將薄膜410剝離基板420，典型地，藉由使基板420稍撓曲以允許薄膜410自基板420釋放。對於諸如UV黏著劑或環氧樹脂之固化黏著劑，薄膜的新曝露之底表面440保留基板420之平度。對於壓敏黏著劑，薄膜之底表面440可保留基板420之平度，或可能需要額外處理以維持平度。一旦已達成平坦薄膜表面440，則可將第二黏著劑層570施加至薄膜410之底表面575，且可將第二稜鏡或其他永久基板580施加至黏著劑。再次，可按需要使構造固化，從而導致完整的偏極化分光鏡。

製造光學平坦偏極化分光鏡之另一方法包括使用(特定言之)壓敏黏著劑。藉由適當技術，可使多層光學薄膜與稜鏡之平坦表面緊密地貼合。可包括下列步驟。首先，提供多層光學薄膜。該多層光學薄膜將充當反射偏極化器。此可類似於圖5之反射偏極化器光學薄膜410，例外情況為，表面440可能尚不能經由圖4中展示之步驟實質上變平。可將壓敏黏著劑層(此處，對應於黏著劑層550)施加至多層光學薄膜之第一表面440。接下來，可在與多層光學薄膜410相對之側上抵靠壓敏黏著劑層施加稜鏡560。該方法亦可包括在薄膜之與第一表面440相對的第二表面575上施加第二黏著劑層(例如，層570)。接著可將第二

稜鏡580施加至層570之與薄膜410相對的側。本方法提供對此方法之改良，其進一步增強反射偏極化器/稜鏡界面之平度，使得離開PBS的成像反射具有增強之解析度。在將壓敏黏著劑550塗覆於稜鏡560與多層光學薄膜410之間後，使構造經受真空。此可(例如)藉由將該構造置放於裝備有習知真空泵之真空室中來發生。可將真空室降低至給定壓力，且可將樣本保持在彼壓力下達給定時間量(例如，5至20分鐘)。當將空氣再次引入至真空室時，空氣壓力將稜鏡560與多層光學薄膜410推動至一起。在亦施加第二黏著劑層及第二稜鏡之情況下，可視情況針對第二界面(例如，在層570處)重複經受該室中之真空。將真空施加至稜鏡/MOF總成導致當將成像光反射離開PBS時提供提昇的有效解析度之PBS。代替真空處理或與真空處理一起，亦可使用熱/壓力處理。將該處理進行一次以上可為有利的。

實例

貫穿各實例參照以下材料清單及其來源。若未另外指定，則材料可購自Aldrich Chemical(Milwaukee, WI)。通常根據在(例如)U.S. 6,179,948(Merrill等人)、6,827,886(Neavin等人)、2006/0084780(Hebrink等人)、2006/0226561(Merrill等人)及2007/0047080(Stover等人)中描述之方法製備多層光學薄膜(MOF)。

粗糙度量測方法

將稜鏡置放於模型化黏土上，且使用柱塞調平器來調

平。藉由Wyko[®] 9800光學干涉計(可購自Veeco Metrology, Inc., Tucson, AZ)量測地形圖，該光學干涉計具有10倍物透鏡及0.5倍場透鏡，且具有下列設定：VSI偵測；使用6列且5行個別圖拼合之4 mm×4 mm掃描區，2196×2196個像素，伴有1.82 μm之取樣；使用傾斜及球面校正；30至60微米向後掃描長度，及60-100向前掃描長度；具有調變偵測臨限值2%。在10 μm後掃描長度之情況下，在95%時致能自動掃描偵測(此短的後掃描長度避免了資料收集中之表面下反射)。

量測每一稜鏡之弦面之中心區域中的4 mm×4 mm區。特定言之，量測、標繪每一區域之地形，且計算粗糙度參數Ra、Rq及Rz。每個稜鏡獲得一量測區。在每一情況下量測三個稜鏡樣本，且判定粗糙度參數之平均偏差及標準偏差。

實例1：濕式塗覆方法

按以下方式將反射偏極化多層光學薄膜(MOF)可釋放地安置於光學平坦基板上。首先，將含有約0.5%溫和洗碗用清潔劑於水中之潤濕溶液置放至噴灑瓶內。獲得一片大致6 mm高光澤丙稀酸，且在清潔罩中自一側移除保護層。用潤濕溶液來噴灑曝露之丙稀酸表面，使得整個表面被潤濕。單獨獲得一片MOF，且在清潔罩中移除其表層中之一者。用潤濕溶液來噴灑MOF的曝露之表面，且使MOF之濕表面與丙稀酸薄片之濕表面接觸。將重的離型襯墊施加至MOF之表面以防止對MOF之損壞，且使用3MTM PA-1塗覆

器(可購自 3M Company, St. Paul, MN)向下輥壓 MOF 至丙稀酸之表面。此導致大部分潤濕溶液被自兩個變濕之表面之間驅逐。在進行此之後，自 MOF 移除第二表層。對經塗覆之 MOF 的檢測展示，MOF 表面比丙稀酸之表面不規則得多。在 24 小時後之再次檢測時，觀測到 MOF 表面在平度上與丙稀酸薄片相當。此觀測到的隨時間推移之變平與自兩個表面之間蒸發的殘餘潤濕溶液一致，從而允許 MOF 與丙稀酸之表面緊密貼合。即使 MOF 緊密且穩定地與丙稀酸之表面貼合，仍可能易於藉由自丙稀酸之表面剝離 MOF 來將其移除。

藉由將少量 Norland 光學黏著劑 73(可購自 Norland Products, Cranbury, NJ)置放至 MOF 之表面上來製備成像 PBS。緩慢地使 10 mm 45° BK7 經拋光玻璃稜鏡的弦與黏著劑接觸，以使得黏著劑中不夾帶氣泡。黏著劑之量經選擇以使得當將稜鏡置放至黏著劑上時，存在足夠的黏著劑流出稜鏡之邊緣，但不會有過多的黏著劑而造成黏著劑實質上溢流出稜鏡之周邊。結果為，稜鏡實質上平行於 MOF 之表面且由大致均勻厚度之黏著劑層分開。

使用 UV 固化燈來經由稜鏡使黏著劑層固化。在固化後，自丙稀酸基板剝離 MOF 之大於稜鏡且含有稜鏡的一段。藉由使丙稀酸板彎曲，藉此允許剛性稜鏡與 MOF 複合物更易於與丙稀酸板分開來促進移除。對稜鏡/MOF 複合物之檢測展示 MOF 儘管自丙稀酸板移除，但仍保留其平度。

接著如在「粗糙度量測方法」下所描述來量測MOF之粗糙度參數，且報告於下表中。

	平均值	標準偏差
Ra (nm)	34	12
Rq (nm)	51	30
Rz (μm)	6.7	8.5

將少量Norland光學黏著劑塗覆至稜鏡/MOF複合物上之MOF表面。將第二10 mm 45°稜鏡預固化，且使其弦與黏著劑接觸。對準第二稜鏡，使得其主軸線及次軸線實質上平行於第一稜鏡之主軸線及次軸線，且兩個弦表面實質上共同延伸。使用UV固化燈使黏著劑層固化，以使得將第二45°稜鏡結合至稜鏡/MOF複合物。所得組態為偏極化分光鏡。

實例2：使用熱量及壓力之PSA方法

藉由採用3MTM光學透明黏著劑8141(可購自3M Company, St. Paul, MN)之樣本且使用輥層壓製程將其層壓至反射偏極化MOF來形成黏著劑構造。將一件此黏著劑構造黏附至玻璃稜鏡(類似於在實例1中使用之玻璃稜鏡)之弦。將所得MOF/稜鏡複合物置放至高壓爐內且在60°C及550 kPa(80 psi)下處理達兩個小時。移除樣本，且將少量熱可固化光學環氧樹脂塗覆至MOF/稜鏡複合物之MOF表面。如在實例1中對準稜鏡。接著將樣本返回至爐，且再次在60°C及550 kPa(80 psi)下處理，此次處理達24小時。所得組態為偏極化分光鏡。

實例2A：自使用熱量及壓力之PSA方法產生之粗糙度

如下判定使用實例2之方法產生的MOF之粗糙度。使用手輓將量測為17 mm×17 mm之一件MOF層壓至具有17 mm之寬度的玻璃立方體。該玻璃立方體具有約0.25 λ 之平度，其中 λ 等於632.80 nm(光之參考波長)。在高壓爐中，在60°C及550 kPa(80 psi)下使經輓層壓之MOF退火達兩個小時。使用Zygo干涉計(可購自Zygo Corporation, Middlefield CT)量測經輓層壓之MOF的平度(使用具有 $\lambda=632.80$ nm之波長的光)。Zygo干涉計報告峰值對谷值粗糙度，其中使用傾斜校正且不施加球面校正。將在17 mm×17 mm區上量測之峰值對谷值粗糙度判定為1.475 λ 或約933 nm。

實例3：使用真空之PSA方法

按類似於實例2中之方式的方式將實例2之一件黏著劑構造黏附至玻璃稜鏡。將所得稜鏡/MOF複合物置放至裝備有習知真空泵之真空室內。將該室抽空至大約71 cm(28吋)Hg，且將樣本保持在真空下達約15分鐘。

自真空室移除該樣本，且如在「粗糙度量測方法」下所描述來量測MOF之粗糙度參數，且量測之值報告於下表中。

	平均值	標準偏差
Ra (nm)	32	3
Rq (nm)	40	5
Rz (μ m)	1.2	0.7

使用該技術及實例1之UV光學黏著劑將第二稜鏡附著至稜鏡/MOF複合物。所得組態為偏極化分光鏡。

比較實例 C-1

根據 U.S. 7,234,816 (Bruzzone 等人) 產生偏極化分光鏡組態。使用手輓將實例 2 之一件黏著劑構造黏附至玻璃稜鏡，藉此形成 MOF/稜鏡複合物。

接著如在「粗糙度量測方法」下所描述來量測 MOF 之粗糙度參數，且報告於下表中。

	平均值	標準偏差
Ra (nm)	65	20
Rq (nm)	100	18
Rz (μm)	8.6	5.1

使用該技術及實例 1 之 UV 光學黏著劑將第二稜鏡附著至稜鏡/MOF 複合物。所得組態為偏極化分光鏡。

效能評價

使用解析度測試投影儀對實例 1、實例 2、實例 3 及比較實例 C-1 之偏極化分光鏡針對其反射影像之能力進行評價。由在其他實例中使用的 45° 稜鏡中之一者組成且作為全內反射 (TIR) 反射器操作之參考反射器用以建立用於測試投影儀之最佳可能效能。

藉由弧光燈光源對具有 24 倍減小之測試目標進行背部照明。附著至測試目標之前表面的為 45° 稜鏡，其與在較早實例中使用之稜鏡相同 (且本文中叫作照明稜鏡)。自來源水平行進穿過測試目標的來自測試目標之光進入照明稜鏡之一面，反射離開弦 (經由 TIR)，且退出稜鏡之第二面。稜鏡之第二面經定向，使得退出光經垂直地引導。將來自此等實例之各種 PBS 以及參考稜鏡置放於照明稜鏡之第二

面之上。PBS中之反射表面(MOF)以及來自參考稜鏡之弦經定向，使得自MOF反射之光或參考稜鏡之弦經向前且水平引導。將自3MTM SCP 712數位投影儀(可購自3M Company, St. Paul, MN)獲得之F/2.4投影透鏡置放於PBS或參考稜鏡之退出表面處，且聚焦回至測試目標上，從而形成一種「潛望鏡」佈局。

接著使用此光學系統評價每一不同PBS在於反射模式下操作的同時解析測試目標之能力。在該系統中，將測試目標之大致5 mm×5 mm部分投影至約150 cm(60吋)對角線。在測試目標之此區內為解析影像之多個重複。評價在所投影影像之不同位置中的測試目標之五個不同相同重複：頂部左側、底部左側、中心、頂部右側及底部右側。評價每一測試目標以判定經清晰地解析之最高解析度。根據該協定，需要解析出最大解析度，且所有解析度皆在彼等級之下。即使解析出較高解析度(在稍不同位置中)，但仍存在區域化之失真使較低解析度不被解析之情況。此選擇之原因為，為使PBS有效地在反射模式下發揮作用，必須解析出全場而非僅小的區。

測試每一實例之多個樣本。一旦針對每一PBS上之每一位置建立最大解析度，則針對每一類型之稜鏡(亦即，例如，實例1至實例3、比較實例C-1及參考稜鏡)計算出平均及標準偏差。將「有效解析度」定義為平均值減兩個標準偏差。此量度係自「線對數/mm」(lp/mm)中之資料判定，且接著按最小可解析像素之大小(將其判定為按lp/mm表達

的有效解析度之倒數之 $\frac{1}{2}$)來表達。此定義考量以下事實：該解析度僅與跨場之最小解析度一樣好。有效解析度表示可期望特定PBS集合可靠地(跨95%之影像)解析之最大解析度。

表1展示在本發明內的不同實例之量測之結果，且表2展示所得有效解析度。如可看出，參考樣本可解析5 μm 像素。來自實例1之PBS亦可解析非常接近5 μm 之像素。實例2能夠向下解析至至少12 μm ，且來自實例3之PBS可向下解析至7 μm 。所有此等構造應足夠用於至少一些反射成像應用。另一方面，來自比較實例C-1之PBS限於解析大約18微米像素，且將可能並非用於反射成像構造之穩健選擇。

表1：在樣本之五個位置處的線對數/mm

實例	樣本	頂部右側 (lp/mm)	底部右側 (lp/mm)	中心 (lp/mm)	底部左側 (lp/mm)	頂部左側 (lp/mm)
參考	A	170.4	170.4	108.0	192.0	170.4
1	B	151.2	170.4	120.0	151.2	120.0
1	C	151.2	151.2	108.0	120.0	151.2
1	D	151.2	151.2	108.0	134.4	120.0
2	E	151.2	134.4	60.0	108.0	86.4
2	F	134.4	134.4	67.2	96.0	96.0
2	G	134.4	134.4	96.0	60.0	76.8
3	H	134.4	134.4	96.0	86.4	120.0
3	I	134.4	151.2	108.0	96.0	96.0
C-1	J	151.2	134.4	48.0	60.0	76.8
C-1	K	120.0	134.4	60.0	96.0	60.0
C-1	L	120.0	120.0	60.0	86.4	86.4
C-1	M	134.4	120.0	60.0	60.0	86.4

表 2：例示性薄膜之有效解析度

實例	平均值 (lp/mm)	標準偏差 (lp/mm)	有效解析度 (lp/mm)	有效解析度(μm)
參考	162.2	31.7	98.8	5.06
1	137.3	19.6	98.1	5.10
2	104.6	30.9	42.9	11.65
3	115.7	22.1	71.4	7.00
C-1	93.7	32.8	28.2	17.74

本發明不應被視為限於上述特定實例及實施例，此係因為詳細描述此等實施例以促進解釋本發明之各種態樣。相反地，應將本發明理解為涵蓋本發明之所有態樣，包括屬於如由隨附申請專利範圍界定的本發明之精神及範疇之各種修改、等效製程及替代器件。

【圖式簡單說明】

圖 1 為根據本描述之一偏極化轉換系統。

圖 2 為根據本描述之一偏極化分光鏡。

圖 3 為根據本描述之一投影子系統。

圖 4 為說明製造平坦多層光學薄膜以供用於 PBS 中之方法之流程圖。

圖 5 說明用於使用一多層光學薄膜產生偏極化分光鏡之方法。

【主要元件符號說明】

- 100 偏極化子系統
- 102 第一成像器
- 104 偏極化分光鏡(PBS)
- 106 反射偏極化器

108	第二成像器
110	光源
112	光/輸入光流
114	光/成像光
116	s偏極化之光束/成像光
118	光束/s偏極化之未成像光
120	未成像光/光束
122	p偏極化的成像光
124	第二面
126	第一面
128	投影透鏡
130	檢視者或檢視螢幕
132	第一蓋
134	第二蓋
206	反射偏極化器
216	成像之光
230	檢視者或檢視螢幕
232	第一蓋
234	第二蓋
240	壓敏黏著劑層
242	壓敏黏著劑層
300	投影子系統
302	第一成像器
304	偏極化分光鏡

306	反射偏極化器
308	第二成像器
310	光源
312	光
314	經轉換的成像光
316	光
320	光/第一偏極化之光
322	成像光
350	影像平面
410	多層光學薄膜/層
420	基板/層
425	平坦基板之表面
430	溶液
435	壓力施加器具
440	多層光學薄膜之底表面/薄膜之第一表面
550	黏著劑/黏著劑層
560	稜鏡
570	第二黏著劑層
575	第二表面
580	第二稜鏡或其他永久基板

七、申請專利範圍：

1. 一種生產一平坦薄膜之方法，其包含：
提供一多層光學薄膜；
提供一暫時平坦基板，該暫時平坦基板包含一濕表面；
將該多層光學薄膜之一第一表面可釋放地附著至該暫時平坦基板之該濕表面；
提供一永久基板；
將該多層光學薄膜之一第二表面附著至該永久基板；及
自該暫時平坦基板移除該多層光學薄膜。
2. 如請求項1之方法，其中將該多層光學薄膜之該第一表面可釋放地附著至該暫時平坦基板之該濕表面之該步驟包含：
藉由一潤濕劑將該暫時平坦基板之一表面潤濕以產生該暫時平坦基板之該濕表面；
將該多層光學薄膜之該第一表面施加於該暫時平坦基板之該濕表面上；
將該多層光學薄膜輥壓於該暫時平坦基板之該濕表面上；及
允許該多層光學薄膜、該暫時平坦基板及該潤濕劑乾燥。
3. 如請求項1之方法，其中藉由將一潤濕劑噴灑至該暫時平坦基板上而將該暫時平坦基板之該濕表面潤濕。
4. 如請求項3之方法，其中該潤濕劑為一溫和清潔劑溶

液。

5. 如請求項4之方法，其中該溫和清潔劑溶液包含於一水溶液中小於1%之清潔劑。
6. 如請求項2之方法，其中允許該多層光學薄膜、該暫時平坦基板及該潤濕劑乾燥使該多層光學薄膜之該第一表面貼合至該暫時平坦基板。
7. 如請求項6之方法，其中毛細作用將該多層光學薄膜與該暫時平坦基板之間的該潤濕劑拖至該多層光學薄膜之邊緣，該潤濕劑在此處蒸發，從而造成該多層光學薄膜與該暫時平坦基板之間的真空密封。
8. 如請求項2之方法，其中將一保護層施加至在與在輥壓前施加至該第二表面之該多層光學薄膜。
9. 如請求項1之方法，其中自該暫時平坦基板移除該多層光學薄膜包含自該暫時平坦基板剝離該多層光學薄膜。
10. 如請求項1之方法，其中該暫時平坦基板包含丙烯酸玻璃。
11. 如請求項1之方法，其中該永久基板包含一第一稜鏡。
12. 一種生產一偏極化分光鏡之方法，其包含在藉由如請求項11之方法生產的該平坦薄膜之與第一稜鏡相對之側上將一黏著劑塗覆於該平坦薄膜上，及在該黏著劑上施加一第二稜鏡。
13. 如請求項12之方法，其進一步包含使該黏著劑固化。
14. 如請求項13之方法，其進一步包含在使該黏著劑固化前對準該第一稜鏡與該第二稜鏡之主軸線及次軸線。

15. 如請求項13之方法，其中該固化包含紫外線(ultraviolet)固化。
16. 如請求項12之方法，其中該黏著劑包含一光學黏著劑。
17. 如請求項1之方法，其中在自該暫時平坦基板移除該多層光學薄膜後，該多層光學薄膜之該第一表面具有小於45 nm之一表面粗糙度Ra或小於80 nm之一表面粗糙度Rq。
18. 一種產生一光學平坦偏極化分光鏡之方法，其包含：
提供一多層光學薄膜反射偏極化器；
將一壓敏黏著劑層施加至該多層光學薄膜之一第一表面；
在與該多層光學薄膜相對之側上抵靠該壓敏黏著劑層施加一稜鏡；及
將真空施加至該壓敏黏著劑、該多層光學薄膜及該稜鏡。
19. 如請求項18之方法，其進一步包含將一第二黏著劑層施加至該多層光學薄膜之與該第一表面相對的一第二表面，及將一第二稜鏡施加至該第二黏著劑層之與該多層光學薄膜相對之側。
20. 如請求項19之方法，其進一步包含將真空施加至該第二黏著劑層、該多層光學薄膜及該稜鏡。
21. 如請求項19之方法，其進一步包含在施加該第二稜鏡前對準該第一稜鏡與該第二稜鏡之主軸線及次軸線。
22. 如請求項18之方法，其中藉由將該壓敏黏著劑層、該多層光學薄膜及該稜鏡置放於一真空室中而施加該真空。

八、圖式：

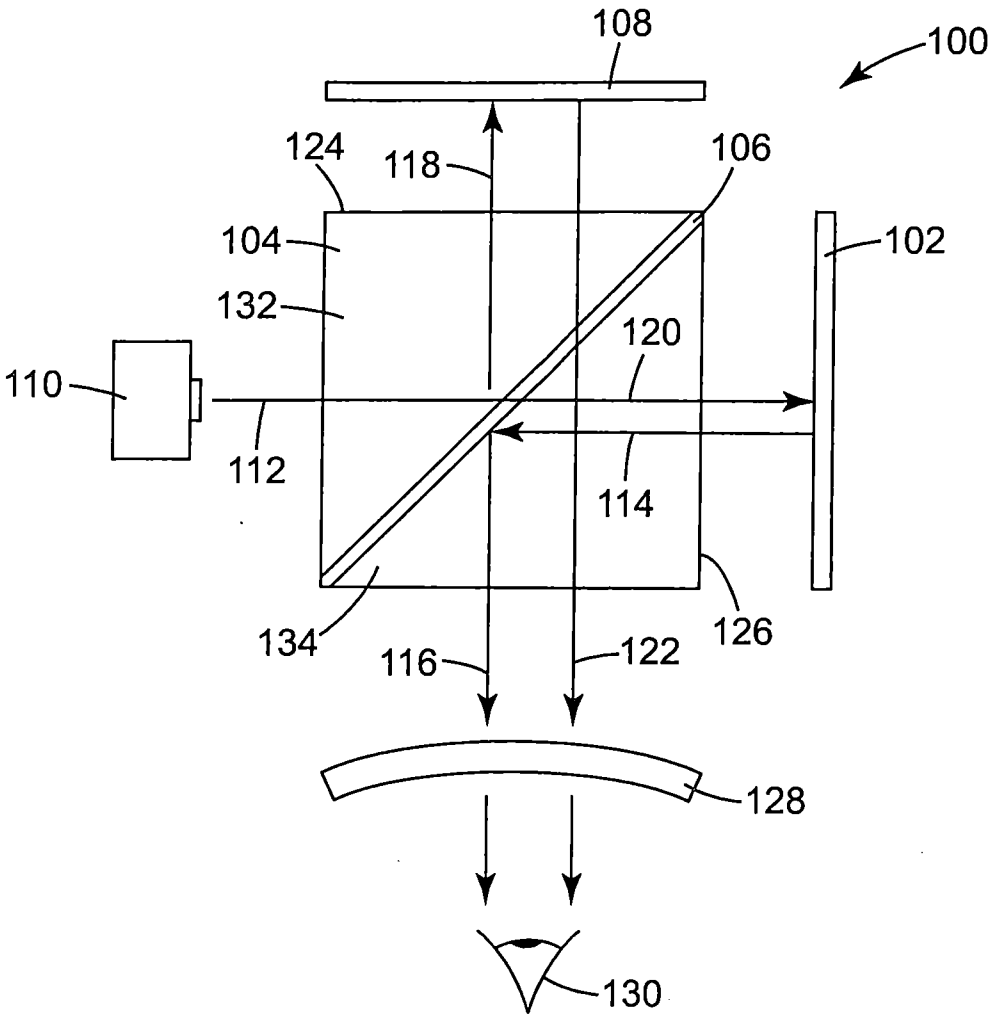


圖 1

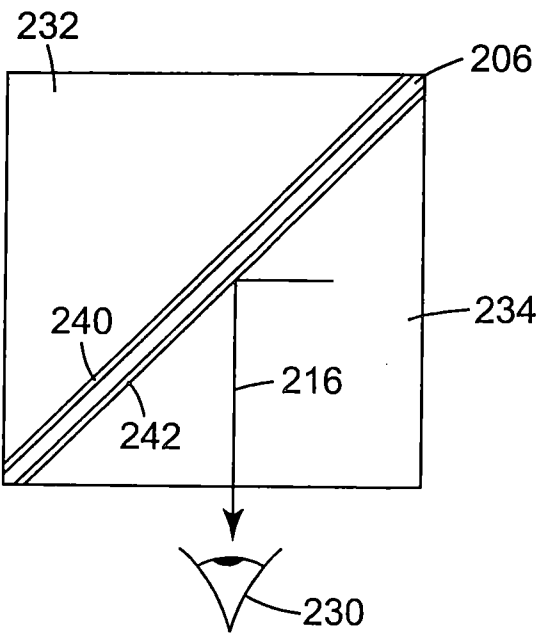


圖 2

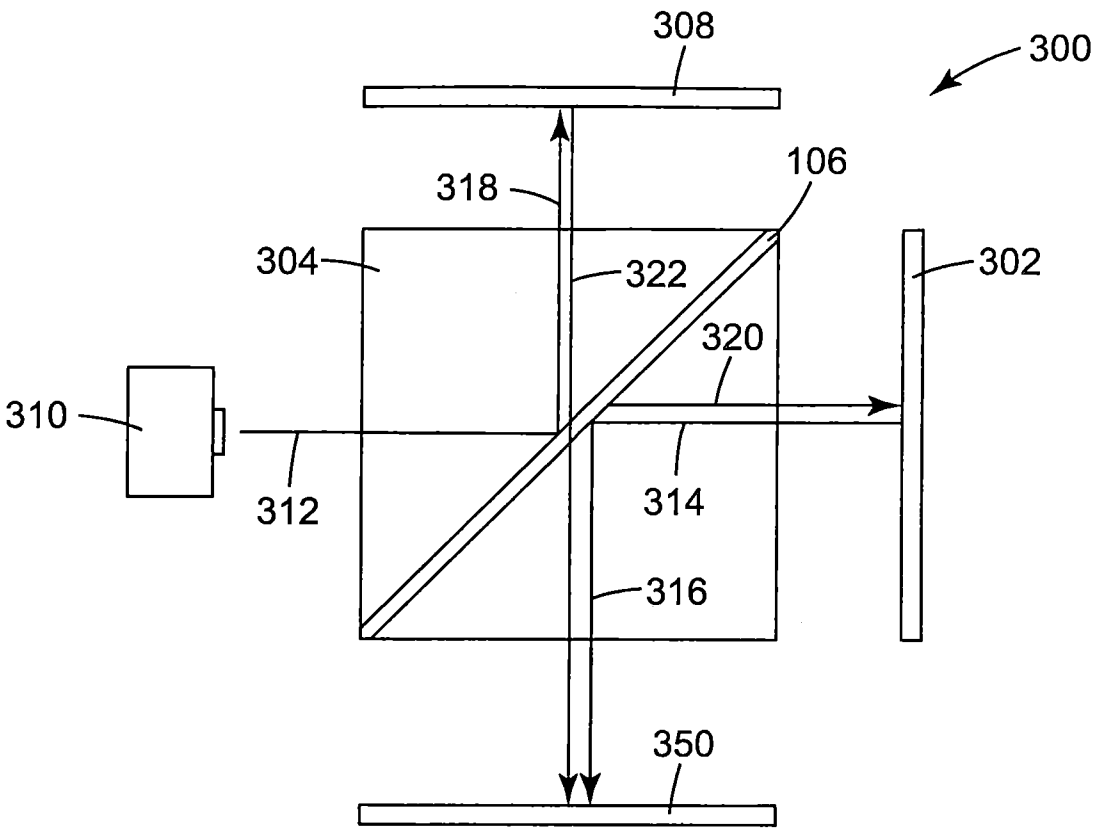


圖3

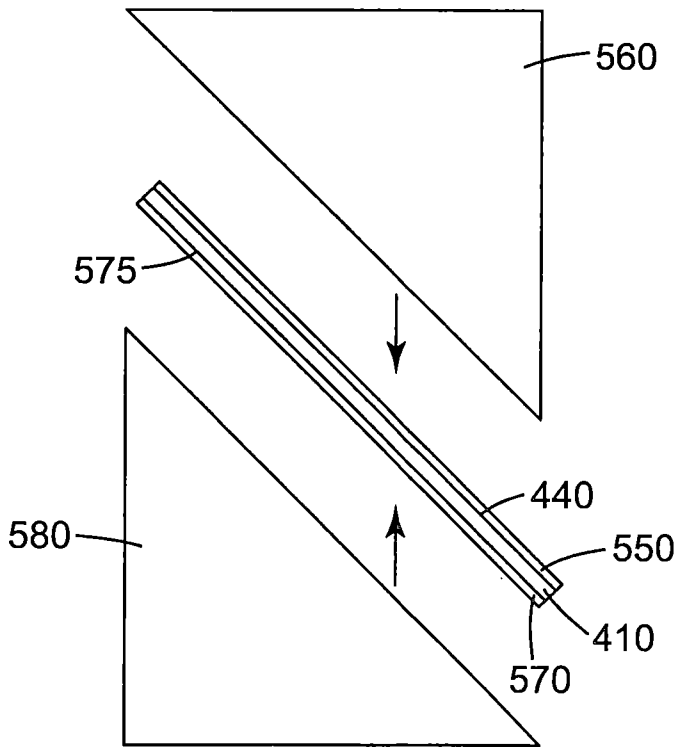


圖5

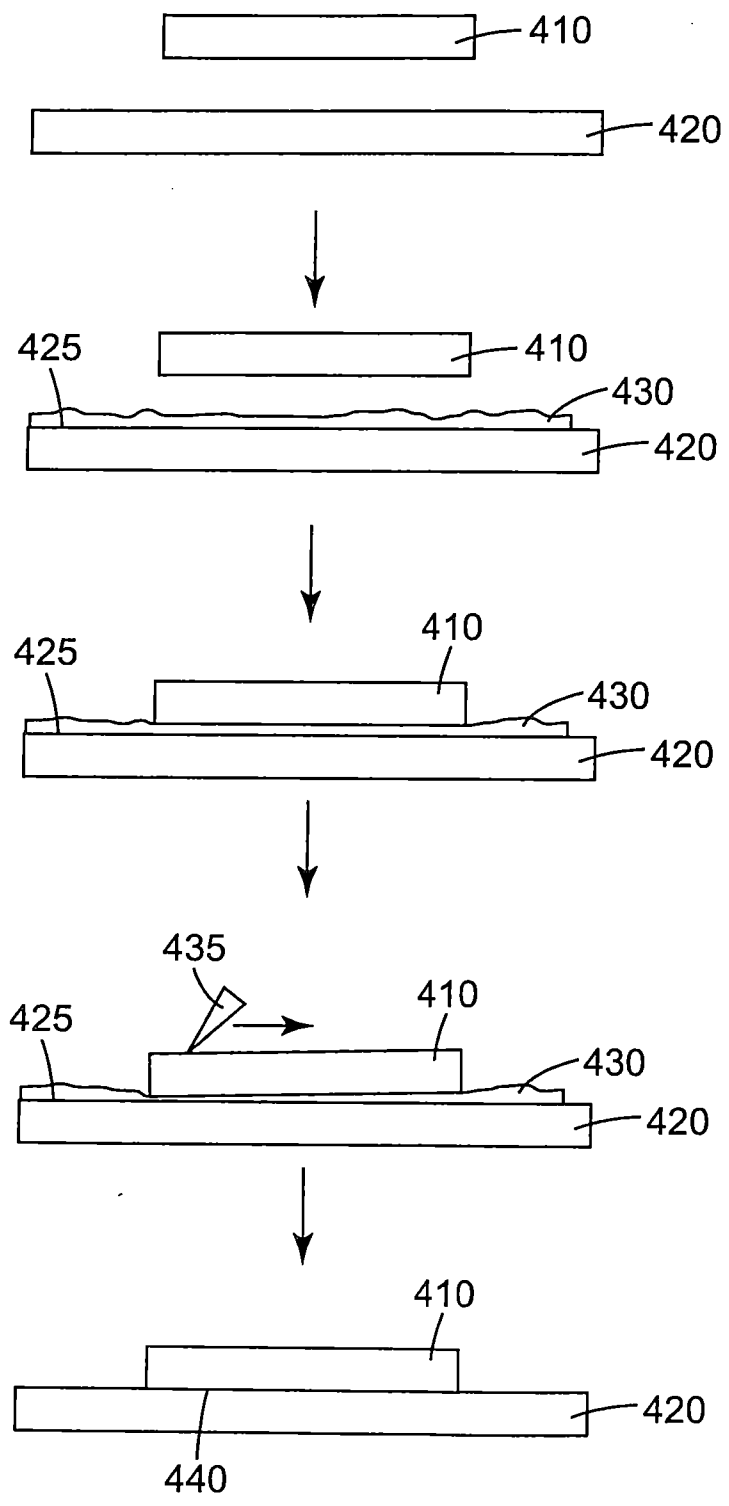


圖 4