



(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 I632398 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：102129190

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 14 日

(51)Int. Cl. : G02B27/28 (2006.01)

G03B21/14 (2006.01)

G02B27/26 (2006.01)

(30)優先權：2012/08/15 美國

61/683,390

(71)申請人：美商 3M 新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72)發明人：奧德奇爾克 安卓 約翰 OUDERKIRK, ANDREW JOHN (US)；卡爾斯 喬瑟夫
克拉克 CARLS, JOSEPH CLARK (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2010/0277786A1

審查人員：蔡志明

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 46 頁

(54)名稱

提供高解析度影像之偏極化分光鏡板及使用此等偏極化分光鏡板之系統

POLARIZING BEAM SPLITTER PLATES PROVIDING HIGH RESOLUTION IMAGES AND
SYSTEMS UTILIZING SUCH POLARIZING BEAM SPLITTER PLATES

(57)摘要

本發明描述偏極化分光鏡板及併入該等分光鏡板之系統。該偏極化分光鏡板包括一第一基板及一安置於該第一基板上的多層光學膜反射性偏極片。該偏極化分光鏡板包括一第一最外層主要表面及一與該第一最外層主要表面成小於約 20 度之角的對置第二最外層主要表面。該偏極化分光鏡板經調適成將自一成像器接收之成像光朝向一觀察者或螢幕反射，其中該反射之成像光的有效像素解析度小於 12 微米。

Polarizing beam splitter plates and systems incorporating such beam splitter plates are described. The polarizing beam splitter plate includes a first substrate and a multilayer optical film reflective polarizer that is disposed on the first substrate. The polarizing beam splitter plate includes a first outermost major surface and an opposing second outermost major surface that makes an angle of less than about 20 degrees with the first outermost major surface. The polarizing beam splitter plate is adapted to reflect an imaged light received from an imager towards a viewer or screen with the reflected imaged light having an effective pixel resolution of less than 12 microns.

指定代表圖：

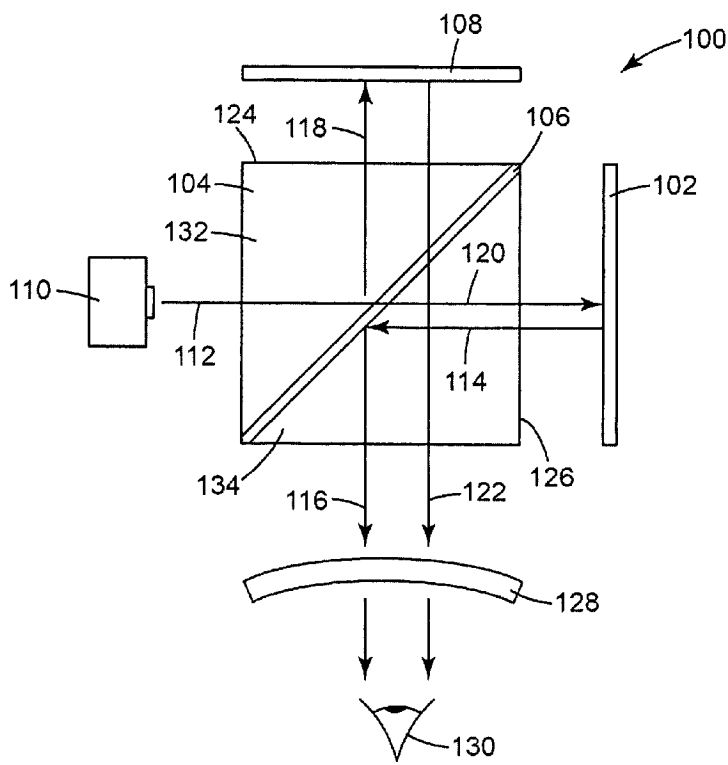


圖1

- 符號簡單說明：
- 100 . . . 偏極化子系統
 - 102 . . . 第一成像器
 - 104 . . . PBS
 - 106 . . . 反射性偏極片
 - 108 . . . 第二成像器
 - 110 . . . 光源
 - 112 . . . 光
 - 114 . . . 光
 - 116 . . . s-偏極化光束
 - 118 . . . s-偏極化未成像光/光束
 - 120 . . . 光
 - 122 . . . p-偏極化成像光
 - 124 . . . 第二面
 - 126 . . . 第一面
 - 128 . . . 投影透鏡
 - 130 . . . 觀察者或觀察螢幕
 - 132 . . . 第一蓋子
 - 134 . . . 第二蓋子

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

提供高解析度影像之偏極化分光鏡板及使用此等偏極化分光鏡板之系統

POLARIZING BEAM SPLITTER PLATES PROVIDING HIGH RESOLUTION IMAGES AND SYSTEMS UTILIZING SUCH POLARIZING BEAM SPLITTER PLATES

相關申請案之交叉引用

本申請案係關於2011年11月28日申請之申請中之美國專利申請案第61/564161號，「Polarizing Beam Splitters Providing High Resolution Images and Systems Utilizing Such Beam Splitters」，(代理人案號67895US002)；及2011年11月28日申請之申請中之美國專利申請案第61/564172號，「Method of Making Polarizing Beam Splitters Providing High Resolution Images and Systems Utilizing Such Beam Splitters」，(代理人案號68016US002)，其以全文引用之方式併入本文中。

【技術領域】

本說明書係關於偏極化分光鏡板及併入該等分光鏡板之系統。更特定言之，本說明書係關於偏極化分光鏡板及具有該等分光鏡板之系統，該等分光鏡板併入多層光學膜且將成像光朝向觀察者或具有高有效解析度之觀察螢幕反射。

【先前技術】

併入偏極化分光鏡(PBS)之照明系統用於在觀察螢幕(諸如投影顯示器)上形成影像。典型顯示器影像併入照明源，該照明源經排列使得來自照明源之光線由含有待投影之所要影像的影像形成裝置(亦即

成像器)反射。該系統摺疊光線，使得來自照明源之光線以及經投影影像之光線在PBS與成像器之間共用同一物理空間。PBS分隔入射照明光與來自成像器之偏極化-旋轉光。由於對PBS之新需求，部分由於其在諸如三維投影及成像之應用中的新用途，已產生許多新問題。本申請案提供解決該等問題之物品。

【發明內容】

在一個態樣中，本說明書係關於偏極化子系統。偏極化子系統包括第一成像器及偏極化分光鏡。在一些實施例中，成像器可為LCOS成像器。偏極化分光鏡部分地由反射性偏極片構成且自成像器接收成像光。反射性偏極片可為多層光學膜。在一些實施例中，反射性偏極片將具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。偏極化分光鏡將成像光朝向觀察者或螢幕反射，其中有效像素解析度小於12微米。在一些實施例中，偏極化分光鏡可將成像光朝向觀察者或螢幕反射，其中有效像素解析度小於9微米或小於6微米。偏極化子系統可包括第二成像器，其中偏極化分光鏡在與自第一成像器接收光之面不同的面自第二成像器接收成像光。偏極化子系統亦可包括投影透鏡，其將來自偏極化分光鏡之光朝向觀察者或螢幕投影。在一些情形中，偏極化子系統可為三維影像投影儀之一部分。

在另一態樣中，本說明書係關於偏極化分光鏡。偏極化分光鏡包括位於第一蓋子與第二蓋子之間的反射性偏極片。反射性偏極片可為多層光學膜。偏極化分光鏡能夠將成像光朝向觀察者或螢幕反射，其中有效像素解析度小於12微米且潛在地小於9微米或小於6微米。偏極化分光鏡之第一及/或第二蓋子可至少部分由玻璃或適合光學塑膠製成。第一及/或第二蓋子可藉由適合光學黏附劑使用額外加工(諸如曝露於真空)附接於反射性偏極片，以實現多層光學膜的所要平坦度。反射性偏極片可具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之

表面粗糙度 R_q 。

在另一態樣中，本說明書係關於投影子系統。該投影子系統包括光源、偏極化分光鏡、至少一第一成像器及潛在地第二成像器。偏極化分光鏡自光源接收光且包括由多層光學膜製成之反射性偏極片。第一成像器鄰近於偏極化分光鏡定位。第二成像器在偏極化分光鏡上與第一成像器不同之側相鄰於偏極化分光鏡定位。來自光源之光入射至偏極化分光鏡上，且入射光之第一偏極化經反射性偏極片透射，而與第一偏極化狀態正交之入射光之第二偏極化經反射性偏極片反射。第二偏極化之光自偏極化分光鏡行進至第二成像器，且成像，且朝向偏極化分光鏡反射回來。自第二成像器反射之光經偏極化分光鏡透射至影像平面。第一偏極化之光經偏極化分光鏡透射至第一成像器，且成像，且朝向偏極化分光鏡反射回來。自第一成像器反射之光在偏極化分光鏡處朝向影像平面反射，其中有效像素解析度小於12微米。在至少一些實施例中，自第一成像器反射之光在偏極化分光鏡處朝向影像平面反射，其中有效解析度小於9微米或小於6微米。反射性偏極片可具有小於45 nm之表面粗糙度 R_a 或小於80 nm之表面粗糙度 R_q 。投影子系統之光源可為任何適合光源，諸如弧燈或一LED或多個LED。

在另一態樣中，本說明書係關於偏極化子系統。偏極化子系統包括第一成像器及偏極化分光鏡。偏極化分光鏡部分地由反射性偏極片構成且自成像器接收成像光。反射性偏極片可為多層光學膜。偏極化分光鏡將成像光朝向觀察者或螢幕反射。在一些實施例中，反射性偏極片具有小於45 nm之表面粗糙度 R_a 或小於80 nm之表面粗糙度 R_q 。在一些實施例中，反射性偏極片具有小於40 nm之表面粗糙度 R_a 或小於70 nm之表面粗糙度 R_q 。在一些實施例中，反射性偏極片具有小於35 nm之表面粗糙度 R_a 或小於55 nm之表面粗糙度 R_q 。

在另一態樣中，偏極化子系統包括第一成像器以及經調適成自

成像器接收成像光的偏極化分光鏡板。偏極化分光鏡板包括第一基板、安置於第一基板上之多層光學膜反射性偏極片、第一最外層主要表面以及與第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面。該偏極化分光鏡板將所接收之成像光朝向觀察者或螢幕反射，其中反射之成像光的有效像素解析度小於12微米。

在另一態樣中，偏極化分光鏡板包括第一基板、第二基板、安置於第一與第二基板之間且黏附於第一及第二基板的多層光學膜反射性偏極片、第一最外層主要表面以及與第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面。該偏極化分光鏡板經調適成將成像光朝向觀察者或螢幕反射，其中反射之成像光的有效像素解析度小於12微米。

在另一態樣中，投影子系統包括光源、使自光源接收之光成影像的第一成像器，及自第一成像器接收成像光的偏極化分光鏡板，且該偏極化分光鏡板包括多層光學膜反射性偏極片、第一最外層主要表面及與第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面。該偏極化分光鏡板將所接收之成像光朝向影像平面反射，其中有效像素解析度小於12微米。

在另一態樣中，偏極化子系統包括第一成像器，及自該成像器接收成像光之偏極化分光鏡板，且該偏極化分光鏡板包括多層光學膜反射性偏極片、第一最外層主要表面及與第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面。偏極化分光鏡板將所接收之成像光朝向觀察者或螢幕反射。多層光學膜反射性偏極片具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。

在另一態樣中，製造平坦膜之方法包括以下步驟：提供多層光學膜，提供臨時平坦基板，使多層光學膜之第一表面以可釋放方式附接於臨時平坦基板，及提供永久基板，其中該永久基板包括第一最外

層主要表面及與該第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面。該方法另外包括以下步驟：使多層光學膜之第二表面附接於永久基板，及自臨時平坦基板移除多層光學膜。

在另一態樣中，形成光學平坦偏極化分光鏡板之方法包括以下步驟：提供多層光學膜反射性偏極片，向多層光學膜之第一表面施加壓敏黏附劑層，在與多層光學膜對置之側抵靠壓敏黏附劑層施加第一基板，其中第一基板包括第一最外層主要表面及與第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面，及向壓敏黏附劑、多層光學膜及第一基板施加真空。

【圖式簡單說明】

圖1為本說明書之偏極化轉化系統。

圖2為本說明書之偏極化分光鏡。

圖3為本說明書之投影子系統。

圖4為說明製備用於PBS中之平坦多層光學膜之方法的流程圖。

圖5說明使用多層光學膜形成偏極化分光鏡之方法。

圖6為偏極化子系統之示意圖。

圖7為偏極化分光鏡板之最外層表面之示意圖。

圖8為反射型成像系統之示意圖。

圖9為透射型成像系統之示意圖。

圖10為反射-透射型成像系統之示意圖。

【實施方式】

高效能PBS對形成用於使用矽上液晶(LCOS)成像器之投影儀的可行光學引擎必不可少。此外，當需要標稱未偏極化成像器(諸如DLP成像器)處理偏極化光時，該等成像器甚至可能亦需要PBS。通常，PBS將透射標稱p偏極化光且反射標稱s偏極化光。已使用許多不同類型之PBS，包括MacNeille型PBS及線柵偏極片。然而，已證實基於多

層光學膜之PBS為對與投影系統中之光處理相關之問題最有效的偏極化分光鏡之一，包括在一定波長及入射角度範圍上有效偏極化之能力以及反射及透射皆高效。該等多層光學膜由3M Company製造，如Jonza等人之美國專利第5,882,774號及Weber等人之美國專利第6,609,795號中所述。

隨著許多新的成像及投影應用(包括例如三維投影及成像)出現，已產生新挑戰。特定言之，在至少一些三維成像應用中，不僅當經反射性偏極化膜透射時，而且當經反射性偏極化膜反射時，可能需要PBS提供具有高有效解析度之成像光(如下文所定義)。不幸地，儘管基於多層光學膜之偏極片具有其他主要優勢，但其可能難以依必需之平坦度制定以在高解析度下反射成像光。更確切地，當使用該等多層膜反射性偏極片反射成像光時，反射之影像可能失真。然而，有效偏極化一系列廣泛入射光角度及入射光波長的問題仍須解決。因此將非常需要提供具有含有多層光學膜之PBS之益處，同時亦實現自PBS朝向觀察者或螢幕反射之成像光的加強之有效解析度的偏極化分光鏡。本說明書提供該解決方案。

圖1提供本發明之一個偏極化子系統之說明。偏極化子系統包括第一成像器102。在許多實施例中，諸如圖1中所說明之實施例中，成像器將為適當反射性成像器。通常，投影系統中所用之成像器通常為偏極化-旋轉影像形成裝置(諸如液晶顯示器成像器)，其藉由旋轉光的偏極化產生與數位視訊信號對應的影像來操作。當用於投影系統中時，該等成像器通常依賴於偏極片將光分離成一對正交偏極化狀態(例如*s*-偏極化及*p*-偏極化)。圖1中所示之實施例中可使用之兩種常見成像器包括矽上液晶(LCOS)成像器或數位光加工(DLP)成像器。熟習此項技術者將瞭解DLP系統將需要對照明幾何結構以及旋轉偏極化之外部構件(諸如延遲板)作出一些修改，以便利用圖1中所示之PBS組

態。偏極化子系統亦包括偏極化分光鏡(PBS) 104。來自光源110之光112朝向PBS 104行進。在PBS 104內為反射性偏極片106。反射性偏極片可為多層光學膜，諸如購自3M Company (St. Paul, MN)且描述於例如Jonza等人之美國專利第5,882,774號以及Weber等人之美國專利第6,609,795號(其各自以全文引用的方式併入本文中)中者。當光112入射至膜106上時，入射光之一個正交偏極化狀態(諸如p-偏極化狀態)將經膜透射且作為光120離開PBS，光120接著入射至成像器102上。入射光之正交偏極化狀態(在此情形中，s偏極化光)將由反射性偏極片106以各別光束118形式在不同方向中反射，此處與光束120成直角。

既定偏極化狀態120之非成像光入射至成像器102上。光接著成像且朝向PBS 104反射回來且併入反射性偏極片106中。在成像器102為LCOS成像器時，且對於呈「開啓」狀態之彼等像素，光114亦轉化成正交偏極化狀態。在此情形中，p-偏極化入射光(未成像)以s-偏極化之成像光形式反射。當s-偏極化光入射至偏極化分光鏡104(且特定言之多層光學膜反射性偏極片106)上時，光以s-偏極化光束116形式朝向觀察者或觀察螢幕130反射。成像器102可為應用中可能需要的任何類型之成像器。舉例而言，成像器102可為LCOS成像器、OLED成像器、微型機電系統(MEMS)成像器或數位微鏡裝置(DMD)成像器(諸如DLP成像器)。

在先前技術的許多實施例中，成像器可位於例如光束118行進之方向中。在該實施例中，成像光將經偏極化分光鏡104透射而非在偏極化分光鏡104中反射。經偏極化分光鏡透射成像光允許影像較少失真，且因此具有較高有效解析度。然而，如將進一步解釋，在許多實施例中可能需要包括成像器102，如圖1中所定位。此可能例如允許重疊不同偏極化之影像。儘管多層光學膜用作反射性偏極片有許多益處，但該等膜反射之成像光習知難以實現高有效解析度。

元件產生之影像或光的有效解析度為有用定量量度，因為其幫助預測能可靠解析哪種尺寸之像素。最通用成像器(LCOS及DLP)具有約12.5 μm 至約5 μm 之像素尺寸範圍。因此，為了適用於反射性成像情形，反射器必須能夠解析至至少約12.5 μm ，且理想地更佳。因此，PBS之有效解析度必須不超過約12.5 μm ，且較佳更低。此將被視為高有效解析度。

使用說明書中所述之技術，可實際上提供用於可在極高解析度下反射成像光的PBS 104中之多層光學膜。實際上，參看圖1，成像光116可自偏極化分光鏡104朝向觀察者或觀察螢幕130反射，有效像素解析度小於12微米。實際上，在一些實施例中，成像光116可自偏極化分光鏡104朝向觀察者或觀察螢幕130反射，有效像素解析度小於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。

如所論述，在至少一些實施例中，偏極化子系統100可包括第二成像器108。第二成像器108一般可為與第一成像器106相同類型之成像器，例如LCOS或DLP。一個偏極化狀態之光(諸如s-偏極化光)可自PBS 104且特定言之自PBS之反射性偏極片106朝向第二成像器反射。其接著可成像且朝向PBS 104反射回來。此外，與第一成像器104一樣，自第二成像器108反射之光經偏極化轉化，使得在s-偏極化未成像光118入射至成像器108上時，p-偏極化成像光122自成像器108返回朝向PBS 104重定向。鑒於自成像器102反射之光114具有第一偏極化狀態(例如s-pol)且因此自PBS 104朝向觀察者或觀察螢幕130反射，自成像器108反射之光(例如光122)具有第二偏極化(例如p-pol.)且因此經PBS 104朝向觀察者或觀察螢幕130透射。如自圖1可見，兩個成像器位於PBS 104之不同側，使得PBS在第一面126上自第一成像器102接收成像光114且在不同于第一面之第二面124上自第二成像器108接收

成像光122。

成像光116及潛在地光122離開PBS 104後，其朝向觀察者或觀察螢幕130定向。爲了將光最佳定向至觀察者且適當衡量影像，光可通過投影透鏡128或某種投影透鏡系統。僅以單元件投影透鏡128說明時，偏極化轉化系統100可根據需要包括額外成像光學器件。舉例而言，投影透鏡128實際上可爲複數個透鏡，諸如共同擁有及讓渡之美國專利第7,901,083號的透鏡群250。應注意在未使用視情況存在之成像器108的情形中，輸入光112可經預先偏極化以具有與光束120相同的偏極化狀態。此舉可例如藉由使用偏極化轉化系統(PCS)、添加反射性或吸收性線性偏極片或用於增強輸入光流112之偏極化純度的其他所述裝置來實現。該技術可改良系統的整體效率。

除反射性偏極片106之外，PBS 104可包括其他元件。舉例而言，圖1說明亦包括第一蓋子132及第二蓋子134的PBS 104。反射性偏極片106位於第一蓋子132與第二蓋子134之間，使得其由該等蓋子同時保護及適當定位。第一蓋子132及第二蓋子134可由此項技術中已知的任何適當材料製成，諸如玻璃、塑膠或潛在地其他適當材料。應理解，額外材料及構造可施加於例如PBS之面，或鄰近於反射性偏極片且實質上與其共延施加。該等其他材料或構造可包括模製及/或黏合於蓋子及其類似物之表面的額外偏極片、二向色濾光片/反射器、延遲板、抗反射塗層、透鏡。

自成像光具有不同偏極化之不同成像器發射光的投影或偏極化子系統尤其可適用作三維影像投影儀的一部分，例如美國專利第7,690,796號(Bin等人)所述。使用基於兩個成像器之系統之PBS的獨特優勢在於無需時間排序或偏極化排序。此意謂兩個成像器一直操作，使投影儀之光輸出有效加倍。如所論述，非常重要是反射性偏極片106爲平坦的，使得自偏極片反射之成像光116不失真且具有高有效解

析度。平坦度可由標準粗糙度參數 R_a (表面與平均數之垂直偏差的絕對值之平均值)、 R_q (表面與平均數之垂直偏差的均方根平均值)及 R_z (各抽樣長度中最高峰值與最低谷值之間的平均距離)定量。特定言之，反射性偏極片較佳具有小於45 nm之表面粗糙度 R_a 或小於80 nm之表面粗糙度 R_q ，且更佳具有小於40 nm之表面粗糙度 R_a 或小於70 nm之表面粗糙度 R_q ，且甚至更佳具有小於35 nm之表面粗糙度 R_a 或小於55 nm之表面粗糙度 R_q 。下文實例部分中提供一種量測膜之表面粗糙度或平坦度的例示性方法。

在另一態樣中，本說明書係關於偏極化分光鏡。圖2中說明一種所述偏極化分光鏡200。偏極化分光鏡200包括位於第一蓋子232與第二蓋子234之間的反射性偏極片206。與圖1之反射性偏極片106一樣，圖2之反射性偏極片206為多層光學膜，諸如上文所述之多層光學膜。偏極化分光鏡200能夠朝向觀察者或表面230反射成像光216。朝向觀察者或表面定向之成像光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。

與圖1之蓋子一樣，PBS 200之第一蓋子232及第二蓋子234可由此項領域中所用之許多適當材料製成，尤其諸如玻璃或光學塑膠。此外，第一蓋子232及第二蓋子234可各自藉由許多不同構件附接於反射性偏極片206。舉例而言，在一個實施例中，第一蓋子232可使用壓敏黏附劑層240附接於反射性偏極片206。適合壓敏黏附劑為3M™ Optically Clear Adhesive 8141 (購自3M Company, St. Paul, MN)。類似地，第二蓋子234可使用壓敏黏附劑層242附接於反射性偏極片。在其他實施例中，第一及第二蓋子可針對層240及242使用不同黏附劑類型附接於反射性偏極片206。舉例而言，層240及242可由可固化光學黏附劑製成。適合光學黏附劑可包括來自Norland Products Inc.

(Cranbury, NJ)之光學黏附劑，諸如NOA73、NOA75、NOA76或NOA78；各自以引用之方式併入本文中之共同擁有及讓渡之美國專利公開案第2006/0221447號(DiZio等人)及共同擁有及讓渡之美國專利公開案第2008/0079903號(DiZio等人)中所述之光學黏附劑。亦可使用UV可固化黏附劑。應理解額外材料及構造可施加於例如PBS之面，或鄰近於反射性偏極片且實質上與其共延施加。該等其他材料或構造可包括額外偏極片、二向色濾光片/反射器、延遲板、抗反射塗層及其類似物。與圖1中所述之PBS一樣，圖2之反射性偏極片206必須極平坦以最有效反射成像光216而不使其失真。反射性偏極片可具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。使用諸如US 7,234,816 B2 (Bruzzzone等人)中所述之壓敏黏附劑之典型應用程序未實現反射性偏極片之所需表面平坦度。已發現某些類型之後加工允許實現所需表面平坦度。

在另一態樣中，本說明書係關於投影子系統。圖3中說明一種所述投影子系統。投影子系統300包括光源310。光源310可為許多通常用於投影系統中之適當光源。舉例而言，光源310可為固態發射極，諸如發射具有特定顏色之光(諸如紅光、綠光或藍光)的雷射發射二極體或發光二極體(LED)。光源310亦可包括自發射源吸收光且再發射其他波長(一般較長)之光的磷光體或其他光轉化材料。適合磷光體包括熟知無機磷光體，諸如摻Ce之YAG、硫代鎳酸鋁及經摻雜矽酸鹽以及SiAlON型材料。其他光轉化材料包括III-V及II-VI半導體、量子點及有機螢光染料。或者，光源可由複數種光源製成，諸如紅色、綠色及藍色LED，其中該等LED可一起或依序激活。光源310亦可為雷射光源或潛在地傳統UHP燈。應理解輔助組件(諸如色輪、二向色濾光片或反射片及其類似物)可另外包含光源310。

投影子系統300另外包括偏極化分光鏡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312一般可部分由兩種正交偏極化狀態構成，例如部分s-偏極化光及部分p-偏極化光。偏極化分光鏡內有反射性偏極片306，在此情形中又有多層光學膜，諸如關於反射性偏極片106所述之多層光學膜。光312入射在反射性偏極片306上，且一個第一偏極化之光(例如p-偏極化光)作為光320透射，而第二正交偏極化之光(例如s-偏極化光)作為光318反射。

經反射性偏極片306透射的第一偏極化之光320朝向鄰近於PBS 304定位之第一成像器302行進。光成像且在第一成像器302處朝向PBS 304反射回來，使光之偏極化轉化。經轉化成像光314接著在PBS 304處作為光316朝向影像平面350反射。光316自PBS之反射性偏極片306反射且到達影像平面350，有效解析度小於12微米，且潛在地小於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。反射性偏極片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。

最初由PBS 304之反射性偏極片反射的第二偏極化(例如s-偏極化)光之光作為光318朝向第二成像器308行進。與第一成像器302一樣，第二成像器308亦鄰近於PBS 304定位，但第二成像器位於PBS之不同側。入射光318成像且朝向PBS 304反射回來。自成像器反射時，此光之偏極化亦旋轉90度(例如自s-偏極化光旋轉為p-偏極化光)。成像光322經PBS 304透射至影像平面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性成像器，諸如上文關於圖1之元件102及108所述者。

如所論述，為了實現自本文之PBS反射之成像光的高有效解析度，PBS之反射性偏極片必須格外光學平坦。本說明書現提供製造光學平坦反射性偏極片(即多層光學膜)之方法及/或製造光學平坦偏極化分光鏡之方法。

圖4之流程圖中說明一種所述方法。該方法以提供多層光學膜410及提供平坦基板420開始。多層光學膜410可類似於關於以上物品所述之多層光學膜。平坦基板可為許多適當材料，諸如丙烯酸樹脂(acrylic)、玻璃或其他適當塑膠。最重要地，基板420至少必須具有偏極化分光鏡中所需之相同光學平坦程度，且必須允許濕潤溶液在其表面上延展。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。此外，基板適合略具可撓性。

在下一步驟中，平坦基板之表面425以可釋放方式附接於多層光學膜之第一表面。在至少一個實施例中，為了形成可釋放附接，平坦基板之表面425或多層光學膜之第一表面中任一者或兩者以濕潤劑濕潤，形成溶液薄層430。適合濕潤劑應具有足夠低以使其濕潤基板或膜之表面能以及足夠高從而使其可在室溫下蒸發之蒸氣壓。在一些實施例中，異丙醇用作濕潤劑。在至少一些實施例中，濕潤劑將為含有至少少量界面活性劑(例如低於1體積%)的水溶液。界面活性劑可為常見市售工業濕潤劑，或甚至諸如餐具清潔劑之家居材料。其他實施例可為蒸發時不會留下殘餘物之化合物(諸如氨、醋或酒精)的水性混合物。濕潤劑可藉由許多適當方法(包括例如自噴霧瓶噴霧)施用。在下一步驟中，向基板425之表面施加多層光學膜，使得溶液430夾在膜與基板中間。通常，亦向多層光學膜的接觸表面施加濕潤劑。接著將壓力施加工具435(諸如壓輥)在多層光學膜410之頂部拉過，使光學膜410緊密平貼於基板420之表面425，且僅留下相當均勻之溶液薄層430來分隔兩者。在至少一些實施例中，可首先向多層光學膜上與施加於基板420之表面440對置之側施加保護層。此時，留下構造以使溶液430蒸發。輥壓加工將殘餘水推過多層光學膜之邊緣，使得僅少量剩餘。接著，使多層光學膜、平坦基板及濕潤劑乾燥。隨著時間推移，濕潤溶液之所有揮發性組分經層410或420蒸發，或沿層410與420之間

的空間浸潤至層410之邊緣，此處可發生蒸發。隨著此過程進行，多層光學膜410被拉至愈來愈靠近基板420直至層410與表面425緊密貼合。結果顯示於圖4之下一步驟中，即乾燥將膜410緊密拉向基板420，且有效平坦化多層光學膜之底部表面440。實現此平坦度之後，多層光學膜410仍穩定平坦，但以可釋放方式附接於基板。此時，永久基板可黏附於膜410之曝露表面。

圖5說明可用於提供偏極化分光鏡之最終構造的其他步驟。舉例而言，黏附劑550可施加於膜410之平坦表面450上。黏附劑可為不會不利影響PBS之光學或機械效能的任何適當黏附劑。在一些實施例中，黏附劑可為可固化光學黏附劑，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，黏附劑可為壓敏黏附劑。接著，可提供永久第二基板。在一個實施例中，永久第二基板可為稜鏡。如圖5中所示，抵靠黏附劑550施加稜鏡560且在適當時固化構造。現在可自基板420移除膜410。在至少一個實施例中，通常藉由使基板420略微撓曲以使膜410自基板420釋放來自基板420剝離膜410。對於固化黏附劑(諸如UV黏附劑或環氧樹脂)，膜的新近曝露之底部表面440保留基板420之平坦度。對於壓敏黏附劑，膜之底部表面440可保留基板420之平坦度或可能需要額外加工以保留平坦度。一旦實現平坦膜表面440，則可向膜之底部表面440施加第二黏附劑層570，且可向黏附劑施加第二稜鏡或其他永久基板580。構造又可根據需要固化，產生完整偏極化分光鏡。

製造光學平坦偏極化分光鏡之另一方法特定言之包括使用壓敏黏附劑。使用適當技術，可使多層光學膜與稜鏡之平坦表面緊密貼合。可能包括以下步驟。首先，提供多層光學膜。多層光學膜將用作反射性偏極片。此可能類似於圖5之反射性偏極片光學膜410，但經由

圖4中所示之步驟，表面440可能未實質上平坦化。可向多層光學膜之第一表面440施加壓敏黏附劑層(此處對應於黏附劑層550)。接著，可抵靠壓敏黏附劑層在與多層光學膜410對置之側施加稜鏡560。該方法亦可包括在膜與第一表面440對置之第二表面575上施加第二黏附劑層(例如層570)。第二稜鏡580接著可施加於層570與膜410對置之側。本發明方法提供優於此方法之改良，其進一步增強反射性偏極片/稜鏡界面的平坦度，使得自PBS反射之成像光具有增強之解析度。在稜鏡560與多層光學膜410之間施加壓敏黏附劑550之後，對構造施加真空。此可例如藉由將構造置於裝備有習知真空泵之真空腔室中進行。可將真空腔室降低至既定壓力，且可將樣品固持於彼壓力下持續既定時間，例如5至20分鐘。當再將空氣引入真空腔室中時，氣壓將稜鏡560與多層光學膜410推在一起。當亦施加第二黏附劑層與第二稜鏡時，第二界面(例如在層570處)可視情況重複在腔室內經受真空。向稜鏡/MOF總成施加真空會產生如下PBS，當成像光自PBS反射時，該PBS提供加強之有效解析度。亦可使用熱/壓力處理代替真空處理或與真空處理結合。宜進行一次以上加工。

實例

實例中提及以下材料及其來源之清單。除非另有說明，否則材料可獲自Aldrich Chemical (Milwaukee, WI)。多層光學膜(MOF)一般根據例如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)中所述之方法製備。

粗糙度量測法

將稜鏡置於制模黏土上且使用活塞調平器調平。使用Wyko® 9800光學干涉計(可獲自Veeco Metrology, Inc., Tucson, AZ)量測地形圖，該干涉計具有10×物鏡及0.5×場透鏡且具有以下設定：VSI偵測；

使用個別地圖之6列及5行縫合4 mm × 4 mm掃描區域，2196 × 2196個像素，1.82 μm取樣；使用傾斜及球形校正；30-60微米逆向掃描長度以及60-100正向掃描長度；調節偵測臨限值2%。使得能夠在95%下以10 μm掃描後長度(此短掃描後長度避免資料收集中的子表面反射)進行自動掃描偵測。

量測各稜鏡之斜邊面的中心區域中之4 mm × 4 mm區域。特定言之，量測各區域中之地形，繪圖且計算粗糙度參數Ra、Rq及Rz。每個稜鏡獲得一個量測區域。在各情形中量測三個稜鏡樣品且測定粗糙度參數之平均值及標準差。

實例1：濕式施加法

反射性偏極化多層光學膜(MOF)依以下方式以可釋放方式安置於光學平坦基板上。首先將包含含約0.5%溫和餐具清潔劑之水的濕潤溶液置於噴霧瓶中。在潔淨風櫃中獲得約6 mm高光澤丙烯酸樹脂之薄片且自一側移除保護層。以濕潤溶液噴霧經曝露丙烯酸樹脂表面，使得整個表面濕潤。單獨獲得一塊MOF且在潔淨風櫃中移除其一個表層。以濕潤溶液噴霧MOF之經曝露表面，且MOF之濕潤表面與丙烯酸樹脂薄片之濕潤表面接觸。向MOF之表面施加重釋放襯裡以防止破壞MOF，且使用3M™ PA-1施用器(可獲自3M Company, St. Paul, MN)將MOF輥壓至丙烯酸樹脂之表面。此導致大多數濕潤溶液自兩個濕潤表面之間經驅逐出來。在此完成後，自MOF移除第二表層。對所施加MOF之檢查顯示MOF表面比丙烯酸樹脂表面不規則得多。在24小時後再次檢查時，觀測到MOF表面的平坦度與丙烯酸樹脂薄片相當。此觀測到的隨時間之平坦化與兩個表面之間蒸發的殘餘濕潤溶液一致，使MOF與丙烯酸樹脂之表面緊密貼合。儘管MOF與丙烯酸樹脂之表面緊密且穩定貼合，但其可容易藉由自丙烯酸樹脂之表面剝離MOF來移除。

藉由將少量Norland Optical Adhesive 73 (可獲自Norland Products, Cranbury, NJ)置於MOF表面上來製備成像PBS。緩慢置放10 mm 45° BK7拋光玻璃稜鏡之斜邊使其與黏附劑接觸，使得黏附劑中未夾帶氣泡。選擇黏附劑之量使得在將稜鏡置於黏附劑上時，有足夠黏附劑流向稜鏡邊緣，但黏附劑並未多到使黏附劑實質上溢出至稜鏡周邊外。結果為稜鏡實質上與MOF之表面平行且由大致均勻厚度之黏附劑層分隔。

使用UV固化燈經稜鏡固化黏附劑層。固化後，自丙烯酸樹脂基板剝離大於稜鏡且含有稜鏡之MOF區段。藉由彎曲丙烯酸樹脂板促進移除，藉此使剛性稜鏡與MOF複合物更容易與丙烯酸樹脂板分離。對稜鏡/MOF複合物之檢查顯示MOF儘管自丙烯酸樹脂板移除但仍保留其平坦度。

接著如在「粗糙度量測法」下所述量測MOF之粗糙度參數且報導於下表中。

	平均值	stdev
Ra (nm)	34	12
Rq (nm)	51	30
Rz (μm)	6.7	8.5

向稜鏡/MOF複合物上的MOF表面施加少量Norland光學黏附劑。獲得第二10 mm 45°稜鏡且其斜邊與黏附劑接觸置放。對準第二稜鏡使得其主軸及副軸與第一稜鏡之主軸及副軸實質上平行，且兩個斜邊表面實質上共同延伸。使用UV固化燈來固化黏附劑層使得第二45°稜鏡黏合於稜鏡/MOF複合物。所得構造為偏極化分光鏡。

實例2：使用加熱及壓力之PSA方法

藉由對3M™ Optically Clear Adhesive 8141 (可獲自3M Company, St. Paul, MN)取樣且使用輥筒層壓法將其層壓至反射性偏極化MOF形成黏附劑構造。將一塊此黏附劑構造黏附於類似於實例1中所用稜鏡

之玻璃稜鏡的斜邊。將所得MOF/稜鏡複合物置於高壓釜烘箱中且在60℃及550 kPa (80 psi)下加工2小時。移除樣品且向MOF/稜鏡複合物之MOF表面施加少量熱固化光學環氧樹脂。稜鏡如實例1中對準。接著使樣品返回到烘箱中且在60℃及550 kPa (80 psi)下再加工，此次持續24小時。所得組態為偏極化分光鏡。

實例2A：使用加熱及壓力之PSA方法產生的粗糙度

如下測定使用實例2之方法製造的MOF之粗糙度。使用手壓滾筒將一塊量測為17 mm × 17 mm的MOF層壓至寬度為17 mm之玻璃立方體。玻璃立方體之平坦度為約0.25 λ，其中λ等於632.80 nm (參考光波長)。將輥筒層壓之MOF於高壓釜烘箱中在60℃及550 kPa (80 psi)下退火2小時。使用Zygo干涉計(可獲自Zygo Corporation, Middlefield CT)，使用波長λ = 632.80 nm的光量測輥筒層壓之MOF的平坦度。Zygo干涉計報導峰值比谷值粗糙度，其中使用傾斜校正且未應用球形校正。測得在17 mm × 17 mm區域上量測之峰值比谷值粗糙度為1.475 λ或約933 nm。

實例3：使用真空之PSA方法

以與實例2類似之方式，將實例2之一塊黏附劑構造黏附於玻璃稜鏡。將所得稜鏡/MOF複合物置於裝備有習知真空泵的真空腔室中。將腔室抽真空至約71 cm (28吋) Hg，且將樣品固持於真空下持續約15分鐘。

自真空腔室移除樣品且如「粗糙度量測法」下所述量測MOF之粗糙度參數，且量測值報導於下表中。

	平均值	stdev
Ra (nm)	32	3
Rq (nm)	40	5
Rz (μm)	1.2	0.7

使用實例1之技術及UV光學黏附劑將第二稜鏡附接於稜鏡/MOF

複合物。所得組態為偏極化分光鏡。

實例4：

將實例3之膜黏合於具有7 mm寬度、10 mm長度及181微米厚度的透明玻璃基板。使用3M™ Optically Clear Adhesive 8141 (可獲自3M Company, St. Paul, MN)將膜黏附於玻璃基板。黏附劑厚度為12.5微米。使玻璃基板與膜之層壓物通過滾筒夾持點。接著，使層壓物以45度角黏合於基板，使得反射之偏極化與基板平行，且透射之偏極化具有45度之標稱入射角。調節MPro 120微型投影儀(亦可獲自3M Company)，使得來自投影儀照明源之光徑直通過層壓物到達投影儀之LCoS成像器，其中層壓物之膜側面向LCOS成像器，且成像器選擇之光以90度角反射。

比較實例C-1

根據U.S. 7,234,816 (Bruzzzone等人)形成偏極化分光鏡組態。使用手壓滾筒將實例2之一塊黏附劑構造黏附於玻璃稜鏡，藉此形成MOF/稜鏡複合物。

接著如「粗糙度量測法」下所述量測MOF之粗糙度參數且報導於下表中。

	平均值	stdev
Ra (nm)	65	20
Rq (nm)	100	18
Rz (μm)	8.6	5.1

使用實例1之技術及UV光學黏附劑將第二稜鏡附接於稜鏡/MOF複合物。所得組態為偏極化分光鏡。

效能評估

使用解析度測試投影儀評估實例1、2、3及比較實例C-1之偏極化分光鏡反射影像之能力。參考反射器由其他實例中所用之45°稜鏡中之一者組成且與全內反射(total internal reflection；TIR)反射器一樣

操作，其用於建立測試投影儀之最佳可能效能。

以弧燈光源對24×減少之測試目標背光照明。與測試目標之前表面相接的是45°稜鏡，與先前實例中所用者相同(且本文稱為照明稜鏡)。來自測試目標之光自光源水平行進通過測試目標，進入照明稜鏡的一個面，自斜邊(經TIR)反射且離開稜鏡之第二面。定向稜鏡之第二面，使得離開之光垂直定向。將來自實例之各種PBS以及參考稜鏡置於照明稜鏡之第二面頂部。定向PBS中之反射表面(MOF)以及參考稜鏡之斜邊，使得自參考稜鏡之MOF或斜邊反射的光正向且水平定向。自3M™ SCP 712數位投影儀(可獲自3M Company, St. Paul, MN)獲得的F/2.4投影透鏡置於PBS或參考稜鏡之離開表面且聚焦回測試目標，形成一種「潛望鏡」佈局。

接著使用此光學系統評估各不同PBS解析測試目標同時以反射模式操作的能力。在系統中，測試目標的適當5 mm × 5 mm部分投影成約150 cm (60吋)對角線。在測試目標之此區域內為解析度影像的多個重複。在投影影像之不同位置評估測試目標的5個不同同一重複：頂部左側、底部左側、中心、頂部右側及底部右側。評估各測試目標以判斷清楚解析之最高解析度。根據該方案，需要解析最大解析度以及所有解析度均低於彼程度。存在如下情形，其中局部失真導致較低解析度不能解析，即使解析出了較高解析度(在略微不同的位置)。此選擇之原因在於必須解析全場而非僅僅小區域以使PBS以反射性模式有效起作用。

對各實例之多個樣品進行測試。在各PBS上之各位置形成最大解析度後，針對各類型之稜鏡(亦即實例1-3、比較實例C-1及參考稜鏡)計算平均值及標準差。「有效解析度」定義為平均值減去兩個標準差。此度規自「線對/mm」(lp/mm)中之資料測定，接著根據最小可解析像素的尺寸表示，該最小可解析像素的尺寸以lp/mm表述之有效

解析度之倒數的 $\frac{1}{2}$ 測定。此定義說明以下實情，即解析度僅實際上等於全場的最小解析度。有效解析度表示預期特定PBS設定能可靠地(95%影像上)解析的最大解析度。

表1顯示本發明中不同實例之量測結果且表2顯示所得有效解析度。可以看出，參考樣品可解析5 μm 像素。實例1之PBS亦可解析幾乎5 μm 像素。實例2能夠解析至少12 μm 且實例3之PBS可解析7 μm 。所有此等構造應適用於至少一些反射性成像應用。另一方面，比較實例C-1之PBS限於解析約18微米像素，且可能將不會成為反射性成像構造的堅定選擇。

表1：樣品在5個位置處的線對/mm

實例	樣品	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：例示性膜之有效解析度

實例	平均值 (lp/mm)	Std. Dev. (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

在一些情形中，偏極化分光鏡呈具有對置平行或幾乎平行主要

表面的板形式。該等分光鏡板為薄的且具有平坦最外層及內部主要表面，該等主要表面可導致在向觀察者播放及/或顯示的影像上投影高對比度及高解析度影像。偏極化分光鏡包括與一或多個薄光學透明基板黏合的多層光學膜反射性偏極片。透明基板可為無機材料，諸如玻璃，或有機材料，諸如聚合物，或無機材料與有機材料的組合。

圖6為偏極化子系統600之示意圖，該子系統包括光源605、第一成像器610及偏極化分光鏡板620。光源605發射照明且由第一成像器610接收之光625。第一成像器610調節所接收之光且發射由偏極化分光鏡板620接收的成像光615。偏極化分光鏡板使所接收之成像光以反射光695之形式朝向觀察者680或螢幕690反射。偏極化分光鏡板620包括第一基板630、安置於該第一基板上的多層光學膜反射性偏極片640以及安置於多層光學膜反射性偏極片640上的第二基板650，使得多層光學膜反射性偏極片640安置於第一基板630與第二基板650之間。多層光學膜反射性偏極片640經各別黏附劑層660及670黏合或黏附於第一基板630及第二基板650，其中兩個黏附劑層可各自為或包括本文揭示之任何黏附劑。舉例而言，在一些情形中，一個或兩個黏附劑層660及670可為或包括壓敏黏附劑、UV固化黏附劑或光學環氧樹脂。偏極化分光鏡板620包括第一最外層主要表面622及與主要表面622成角度 θ 的對置第二最外層主要表面624，其中角度 θ 小於約20度，或小於約15度，或小於約10度，或小於約7度，或小於約5度，或小於約3度，或小於約2度，或小於約1度。

朝向觀察者680或螢幕690傳播之反射光695具有小於15微米，或小於12微米，或小於10微米，或小於9微米，或小於8微米，或小於7微米，或小於6微米，或小於5微米，或小於4微米的有效像素解析度。在一些情形中，偏極化分光鏡板620為薄的。在該等情形中，第一最外層主要表面622與第二最外層主要表面624之間的最大間隔 d 小

於約2 mm，或小於約1.75 mm，或小於約1.5 mm，或小於約1.25 mm，或小於約1 mm，或小於約0.75 mm，或小於約0.5 mm。在一些情形中，第一最外層主要表面622及第二最外層主要表面624為平面的。在一些情形中，第一最外層主要表面622及第二最外層主要表面624中至少一者為非平面的。舉例而言，在一些情形中，第一最外層主要表面622及第二最外層主要表面624中至少一者包括彎曲部分，或為凹面，或凸面，一般如圖7中示意性展示。在一些情形中，第一最外層主要表面622及第二最外層主要表面624中至少一者遠離或朝向偏極化分光鏡板620彎曲。

基板630及650各自可為應用中所需的任何類型之基板。舉例而言，基板630及650可包括玻璃或聚合物。基板630及650可各自為單層，意謂在基板內不存在包埋或內部主要界面。在一些情形中，第一基板630及第二基板650中至少一者可包括兩個或兩個以上層。在一些情形中，基板630及650為光學各向同性的，意謂該等基板沿三個相互正交方向具有實質上相等的折射率。在一些情形中，基板630及650具有極低光散射特性。舉例而言，在該等情形中，基板630及650各自具有小於約5%，或小於約4%，或小於約3%，或小於約2%，或小於約1%，或小於約0.5%的漫透射。如本文所用，漫透射係指在準直正射光入射的2度半角錐外透射的光。

第一成像器605可為本文揭示的可能合乎應用需要的任何第一成像器。舉例而言，在一些情形中，第一成像器605可包括或可為LCOS成像器。在一些情形中，偏極化子系統600包括在光成像後自偏極化分光鏡板620接收光且將其作為光695朝向觀察者或螢幕投影的投影透鏡675。在一些情形中，多層光學膜反射性偏極片620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，或小於40 nm之表面粗糙度Ra或小於70 nm之表面粗糙度Rq，或小於35 nm之表面粗糙度Ra

或小於55 nm之表面粗糙度 R_q 。

偏極化子系統600可併入應用中可能需要的任何系統中。舉例而言，在一些情形中，三維影像投影儀包括偏極化子系統600。光源605可為或包括本文揭示之任何類型之光源。在一些情形中，光源605包括一或多個LED。在一些情形中，投影系統包括投影子系統600且第一成像器610經像素化且包括複數個像素。該等像素可形成規則像素陣列，該陣列形成像素列及行。投影系統將複數個像素中之像素的影像投影至螢幕上。各像素具有螢幕上之預期位置、螢幕上之預期面積、螢幕上之實際位置及螢幕上之實際面積。在一些情形中，螢幕上各像素之實際位置在以像素之預期位置為中心的圓形內且實際面積比預期像素面積小100倍，或小75倍，或小50倍，或小25倍，或小15倍，或小10倍，或小5倍，或小2倍。在一些情形中，螢幕上投影像素之實際面積比螢幕上投影像素之預期面積小10倍，或小7倍，或小5倍，或小3倍，或小2倍。

圖8為反射型成像系統800之示意圖，其中光源605發射之光625經偏極化分光鏡板620朝向成像器610透射且作為成像光615由成像器朝向分光鏡板反射，該板將成像光作為反射光695朝向觀察者680反射。因為多層光學膜反射性偏極片640實質上平坦，所以反射之成像光695具有極大改良之有效像素解析度。圖9為透射型成像系統900之示意圖，其中光源605發射之光625由偏極化分光鏡板620朝向成像器610反射且作為成像光615由成像器朝向分光鏡板反射，該板將成像光作為透射光695朝向螢幕690（或觀察者680，類似於圖8中之系統800）透射。因為多層光學膜反射性偏極片640實質上平坦，所以分光鏡板朝向成像器反射之光以極大改良之均勻性照明成像器。圖10為反射-透射型成像系統1000之示意圖，其中成像光源1005發射之成像光615由偏極化分光鏡板620朝向觀察者680反射。觀察者680亦可觀察由環

境光1020攜帶且由分光鏡板620透射之環境影像。

偏極化分光鏡板620可使用本文揭示之任何製程或方法製造。舉例而言，偏極化分光鏡板620可使用關於圖4及圖5揭示之製程構造或製造，但稜鏡560及580置換為基板630及650。

以下為本發明之條目清單：

條目1為偏極化子系統，其包含：

第一成像器；及

偏極化分光鏡板，其用於自成像器接收成像光且包含：

第一基板；

安置於第一基板上的多層光學膜反射性偏極片；

第一最外層主要表面；及

對置第二最外層主要表面，其與第一最外層主要表面成小於約20度的角，

其中偏極化分光鏡板將所接收之成像光朝向觀察者或螢幕反射，其中該反射之成像光的有效像素解析度小於12微米。

條目2為條目1之偏極化子系統，其中該第二最外層主要表面與第一最外層主要表面成小於約15度之角。

條目3為條目1之偏極化子系統，其中該第二最外層主要表面與第一最外層主要表面成小於約10度之角。

條目4為條目1之偏極化子系統，其中該第二最外層主要表面與第一最外層主要表面成小於約5度之角。

條目5為條目1之偏極化子系統，其中該第二最外層主要表面與第一最外層主要表面成小於約2度之角。

條目6為條目1之偏極化子系統，其中第一及第二最外層主要表面之間的最大間隔小於約1.5 mm。

條目7為條目1之偏極化子系統，其中第一及第二最外層主要表

面之間的最大間隔小於約1 mm。

條目8爲條目1之偏極化子系統，其中第一及第二最外層主要表面之間的最大間隔小於約0.75 mm。

條目9爲條目1之偏極化子系統，其中第一及第二最外層主要表面之間的最大間隔小於約0.5 mm。

條目10爲條目1之偏極化子系統，其中第一及第二最外層主要表面中至少一者包含彎曲部分。

條目11爲條目1之偏極化子系統，其中第一及第二最外層主要表面中至少一者爲凹面。

條目12爲條目1之偏極化子系統，其中第一及第二最外層主要表面中至少一者遠離偏極化分光鏡板彎曲。

條目13爲條目1之偏極化子系統，其中第一及第二最外層主要表面中至少一者爲凸面。

條目14爲條目1之偏極化子系統，其中第一及第二最外層主要表面中至少一者朝向偏極化分光鏡板彎曲。

條目15爲條目1之偏極化子系統，其中該多層光學膜反射性偏極片藉由黏附劑黏附於第一基板。

條目16爲條目1之偏極化子系統，其中該第一基板包含玻璃。

條目17爲條目1之偏極化子系統，其中該第一基板包含聚合物。

條目18爲條目1之偏極化子系統，其另外包含第二基板，該多層光學膜反射性偏極片安置於第一及第二基板之間。

條目19爲條目18之偏極化子系統，其中該多層光學膜反射性偏極片藉由黏附劑黏附於第一及第二基板。

條目20爲條目1之偏極化子系統，其中該偏極化分光鏡板使所接收之成像光朝向觀察者或螢幕反射，其中該反射之成像光的有效像素解析度小於9微米。

條目21為條目1之偏極化子系統，其中該偏極化分光鏡板使所接收之成像光朝向觀察者或螢幕反射，其中該反射之成像光的有效像素解析度小於6微米。

條目22為條目1之偏極化子系統，其中該第一成像器包含LCOS成像器。

條目23為條目1之偏極化子系統，其另外包含投影透鏡，該透鏡在光成像後自偏極化分光鏡板接收光且將其朝向觀察者或螢幕投影。

條目24為條目1之偏極化子系統，其中該多層光學膜反射性偏極片具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。

條目25為三維影像投影儀，其包含條目1之偏極化子系統。

條目26為偏極化分光鏡板，其包含：

第一基板；

第二基板；

多層光學膜反射性偏極片，其安置於第一及第二基板之間且黏附於第一及第二基板；

第一最外層主要表面；及

對置第二最外層主要表面，其與第一最外層主要表面成小於約20度之角，其中該偏極化分光鏡板經調適成將成像光朝向觀察者或螢幕反射，該反射之成像光的有效像素解析度小於12微米。

條目27為條目26之偏極化分光鏡板，其中該偏極化分光鏡板經調適成將成像光朝向觀察者或螢幕反射，該反射之成像光的有效像素解析度小於9微米。

條目28為條目26之偏極化分光鏡板，其中該偏極化分光鏡板經調適成將成像光朝向觀察者或螢幕反射，該反射之成像光的有效像素解析度小於6微米。

條目29為條目26之偏極化分光鏡板，其中該第一基板包含玻璃

或聚合物。

條目30爲條目26之偏極化分光鏡板，其中該第二基板包含玻璃或聚合物。

條目31爲條目26之偏極化分光鏡板，其中該多層光學膜反射性偏極片用壓敏黏附劑、UV固化黏附劑或光學環氧樹脂黏附於第一及第二基板。

條目32爲條目26之偏極化分光鏡板，其中該多層光學膜反射性偏極片具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。

條目33爲條目26之偏極化分光鏡板，其中第一及第二基板中至少一者具有小於約2%之漫透射。

條目34爲條目26之偏極化分光鏡板，其中第一及第二基板中至少一者具有小於約1%之漫透射。

條目35爲投影子系統，其包含：

光源；

第一成像器，其使自該光源接收之光成像；及

偏極化分光鏡板，其自第一成像器接收成像光且包含：

多層光學膜反射性偏極片；

第一最外層主要表面；及

對置第二最外層主要表面，其與第一最外層主要表面成小於約20度的角；

其中該偏極化分光鏡板使所接收之成像光朝向影像平面反射，其中有效像素解析度小於12微米。

條目36爲條目35之投影子系統，其中該偏極化分光鏡板使所接收之成像光朝向影像平面反射，其中有效像素解析度小於9微米。

條目37爲條目35之投影子系統，其中該偏極化分光鏡板使所接

收之成像光朝向影像平面反射，其中有效像素解析度小於6微米。

條目38爲條目35之投影子系統，其中光源包含LED。

條目39爲條目35之投影子系統，其中該多層光學膜反射性偏極片具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。

條目40爲投影系統，其包含條目35之投影子系統，第一成像器經像素化且包含複數個像素，該投影系統將複數個像素中之像素的影像投影於螢幕上，各像素具有螢幕上之預期位置及面積，各像素在螢幕上之實際位置處於以該像素之預期位置爲中心的圓內且面積比該像素之預期面積小50倍。

條目41爲投影系統，其包含條目35之投影子系統，第一成像器經像素化且包含複數個像素，該投影系統將複數個像素中之像素的影像投影於螢幕上，各像素具有螢幕上之預期位置及面積，各像素在螢幕上之實際位置處於以該像素之預期位置爲中心的圓內且面積比該像素之預期面積小10倍。

條目42爲投影系統，其包含條目35之投影子系統，第一成像器經像素化且包含複數個像素，該投影系統將複數個像素中之像素的影像投影於螢幕上，各像素具有螢幕上之預期位置及面積，各像素在螢幕上之實際位置處於以該像素之預期位置爲中心的圓內且面積比該像素之預期面積小5倍。

條目43爲投影系統，其包含條目35之投影子系統，第一成像器經像素化且包含複數個像素，該投影系統將複數個像素中之像素的影像投影於螢幕上，各像素具有螢幕上之預期面積及螢幕上之實際面積，各投影像素在螢幕上之實際面積比投影像素在螢幕上之預期面積小5倍。

條目44爲投影系統，其包含條目35之投影子系統，第一成像器經像素化且包含複數個像素，該投影系統將複數個像素中之像素的影

像投影於螢幕上，各像素具有螢幕上之預期面積及螢幕上之實際面積，各投影像素在螢幕上之實際面積比投影像素在螢幕上之預期面積小2倍。

條目45為偏極化子系統，其包含：

第一成像器；及

偏極化分光鏡板，其自該成像器接收成像光且包含：

多層光學膜反射性偏極片；

第一最外層主要表面；及

對置第二最外層主要表面，其與第一最外層主要表面成小於約20度的角；

其中該偏極化分光鏡板使所接收之成像光朝向觀察者或螢幕反射，且其中該多層光學膜反射性偏極片具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。

條目46為條目45之投影子系統，其中該多層光學膜反射性偏極片具有小於40 nm之表面粗糙度Ra或小於70 nm之表面粗糙度Rq。

條目47為條目45之投影子系統，其中該多層光學膜反射性偏極片具有小於35 nm之表面粗糙度Ra或小於55 nm之表面粗糙度Rq。

條目48為製造平坦膜之方法，其包含：

提供多層光學膜；

提供臨時平坦基板；

使多層光學膜之第一表面以可釋放方式附接於臨時平坦基板；

提供永久基板，該永久基板包含第一最外層主要表面及與該第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面；

使多層光學膜之第二表面附接於永久基板；及

自臨時平坦基板移除多層光學膜。

條目49為條目48之方法，其中使多層光學膜之第一表面以可釋

放方式附接於臨時平坦基板的步驟包含：

以濕潤劑濕潤臨時平坦基板之表面以形成臨時平坦基板之濕潤表面；

在臨時平坦基板之表面上施加多層光學膜；

在臨時平坦基板之表面上輥壓多層光學膜；及

使多層光學膜、臨時平坦基板及濕潤劑乾燥。

條目50為條目49之方法，其中藉由向基板上噴灑濕潤劑來濕潤基板之表面。

條目51為條目49之方法，其中濕潤劑為溫和清潔劑溶液。

條目52為條目51之方法，其中溫和清潔劑溶液包含水溶液中低於1%之清潔劑。

條目53為條目49之方法，其中使多層光學膜、臨時平坦基板及濕潤劑乾燥的步驟使多層光學膜之表面與臨時平坦基板貼合。

條目54為條目49之方法，其中使多層光學膜、臨時平坦基板及濕潤劑乾燥之步驟包含使濕潤劑在光學膜與平坦基板之間浸潤至多層光學膜之邊緣以使濕潤劑蒸發且在多層光學膜與臨時平坦基板之間形成真空密封。

條目55為條目49之方法，其中在輥壓之前向多層光學膜上與施加於平坦基板之表面對置之側施加保護層。

條目56為條目48之方法，其中自臨時平坦基板移除多層光學膜之步驟包含自基板剝離多層光學膜。

條目57為條目48之方法，其中臨時平坦基板包含丙烯酸玻璃。

條目58為製造偏極化分光鏡板之方法，其包含：

在藉由條目48之方法製造的膜上與永久基板對置之側向膜施加黏附劑；及

抵靠黏附劑施加第二永久基板。

條目59爲條目58之方法，其另外包含固化該構造。

條目60爲條目59之方法，其中固化包含UV固化。

條目61爲條目58之方法，其中黏附劑包含光學黏附劑。

條目62爲條目48之方法，其中先前面向臨時平坦基板之多層光學膜之表面具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。

條目63爲形成光學平坦偏極化分光鏡板之方法，其包含：

提供多層光學膜反射性偏極片；

向多層光學膜之第一表面施加壓敏黏附劑層；

在與多層光學膜對置之側抵靠壓敏黏附劑層施加第一基板，該第一基板包含第一最外層主要表面及與該第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面；及

向壓敏黏附劑、多層光學膜及第一基板施加真空。

條目64爲條目63之方法，其另外包含：

向多層光學膜上與第一表面對置之第二表面施加第二黏附劑層；及

向多層光學膜上第二黏附劑層之對置側施加第二基板，第二基板包含第一最外層主要表面及與第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面。

條目65爲條目64之方法，其另外包含向第二黏附劑層、多層光學膜及第二基板施加真空。

條目66爲條目65之方法，其中藉由將構造置於真空腔室中向該構造施加真空。

本發明不應視爲限於上文所述之特定實例及實施例，因爲該等實施例經詳細描述以便於解釋本發明多個態樣。更確切地，本發明應理解爲涵蓋所有本發明態樣，包括在隨附申請專利範圍所定義的本發

明精神及範疇內的各種修改、等效方法及替代裝置。

【符號說明】

100	偏極化子系統
102	第一成像器
104	PBS
106	反射性偏極片
108	第二成像器
110	光源
112	光
114	光
116	s-偏極化光束
118	s-偏極化未成像光/光束
120	光
122	p-偏極化成像光
124	第二面
126	第一面
128	投影透鏡
130	觀察者或觀察螢幕
132	第一蓋子
134	第二蓋子
206	反射性偏極片
216	成像光
230	觀察者或表面
232	第一蓋子
234	第二蓋子
240	壓敏黏附劑層

242	壓敏黏附劑層
300	投影子系統
302	第一成像器
304	偏極化分光鏡
308	第二成像器
310	光源
312	光/入射光
314	經轉化成像光
316	光
320	光
322	成像光
350	影像平面
410	多層光學膜
420	平坦基板
425	平坦基板之表面
430	溶液薄層
435	壓力施加工具
440	平坦膜表面/膜之底部表面/第一表面
550	黏附劑/黏附劑層
560	稜鏡
570	第二黏附劑層
575	第二表面
580	永久基板/第二稜鏡
600	偏極化子系統
605	光源
610	第一成像器

615	成像光
620	偏極化分光鏡板
622	第一最外層主要表面
624	對置第二最外層主要表面
625	光
630	第一基板
640	多層光學膜反射性偏極片
650	第二基板
660	黏附劑層
670	黏附劑層
675	投影透鏡
680	觀察者
690	螢幕
695	反射光
800	反射型成像系統
900	透射型成像系統
1000	反射-透射型成像系統
1005	成像光源
1020	環境光

※ 申請案號：

10212190

G02B 27/28 (2006.01)

※ 申請日：

102.8.14

G03B 21/14 (2006.01)

※IPC 分類：G02B 27/26 (2006.01)

【發明名稱】

提供高解析度影像之偏極化分光鏡板及使用此等偏極化分光鏡板之系統

POLARIZING BEAM SPLITTER PLATES PROVIDING HIGH
RESOLUTION IMAGES AND SYSTEMS UTILIZING SUCH
POLARIZING BEAM SPLITTER PLATES

【中文】

本發明描述偏極化分光鏡板及併入該等分光鏡板之系統。該偏極化分光鏡板包括一第一基板及一安置於該第一基板上的多層光學膜反射性偏極片。該偏極化分光鏡板包括一第一最外層主要表面及一與該第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面。該偏極化分光鏡板經調適成將自一成像器接收之成像光朝向一觀者或螢幕反射，其中該反射之成像光的有效像素解析度小於12微米。

【英文】

Polarizing beam splitter plates and systems incorporating such beam splitter plates are described. The polarizing beam splitter plate includes a first substrate and a multilayer optical film reflective polarizer that is disposed on the first substrate. The polarizing beam splitter plate includes a first outermost major surface and an opposing second outermost major surface that makes an angle of less than about 20 degrees with the first outermost major surface. The polarizing beam splitter plate is adapted to reflect an imaged light received from an imager towards a viewer or screen with the reflected imaged light having an effective pixel resolution of less than 12 microns.

圖式

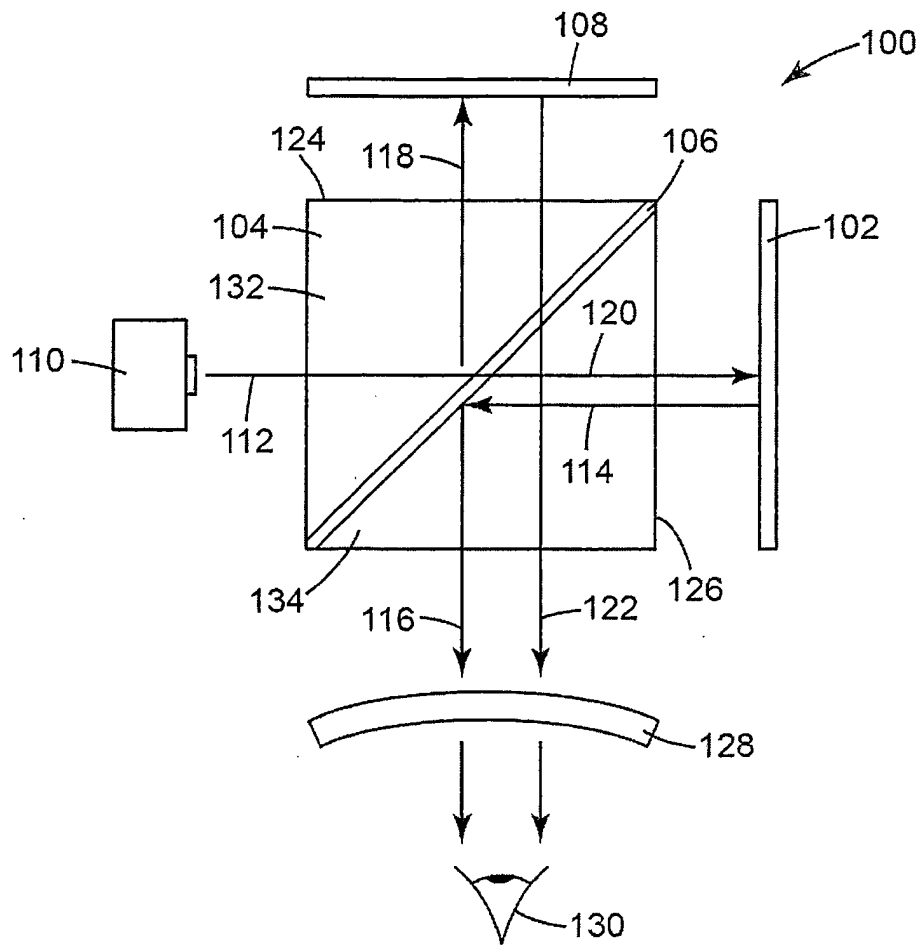


圖1

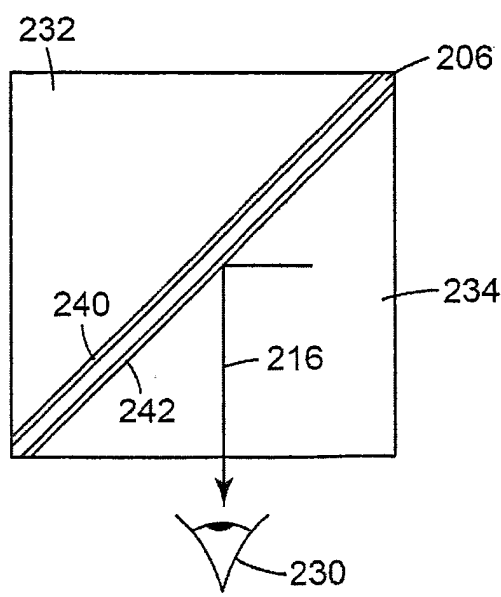


圖2

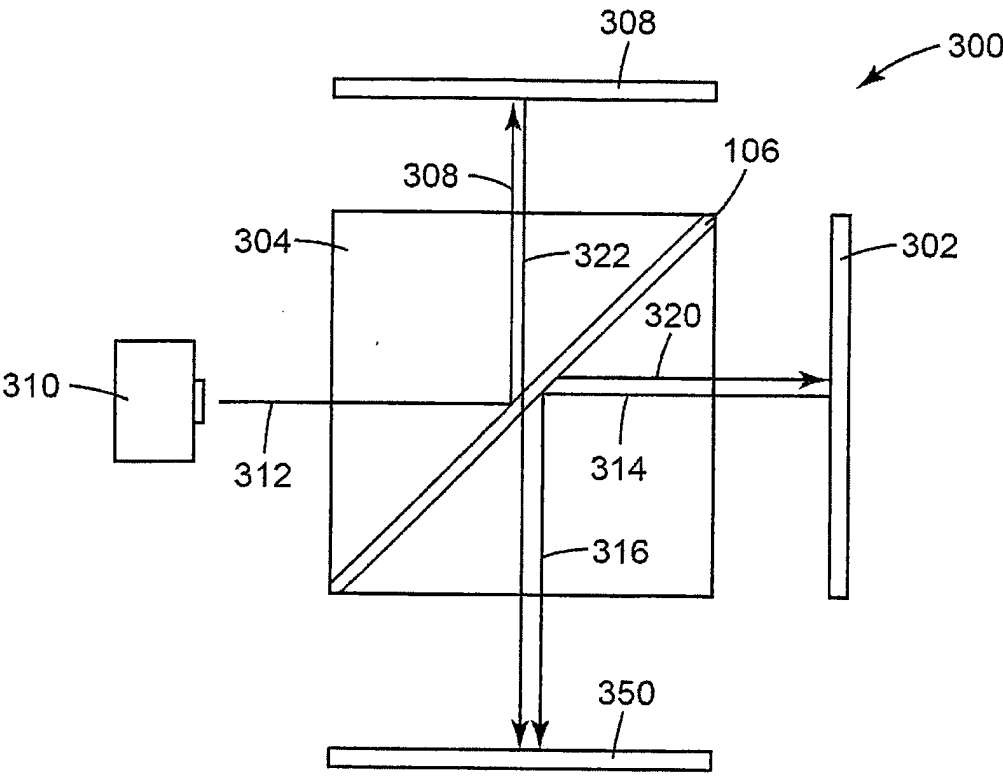


圖3

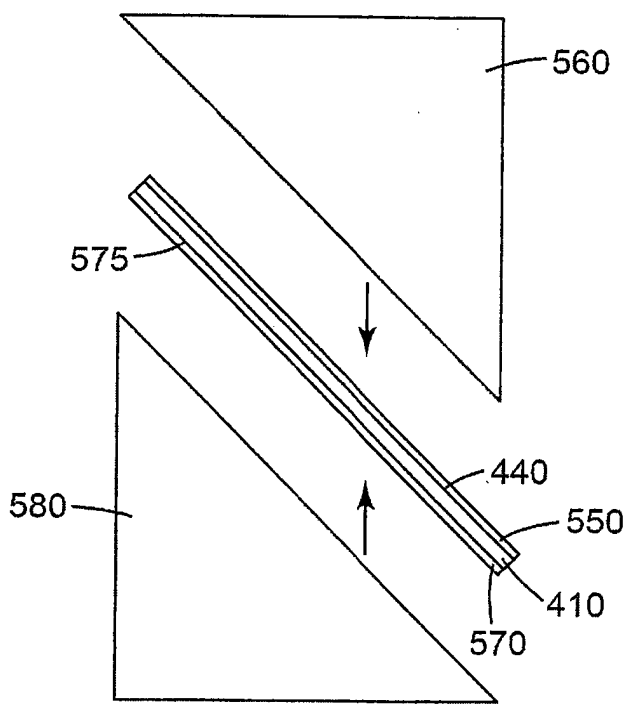


圖5

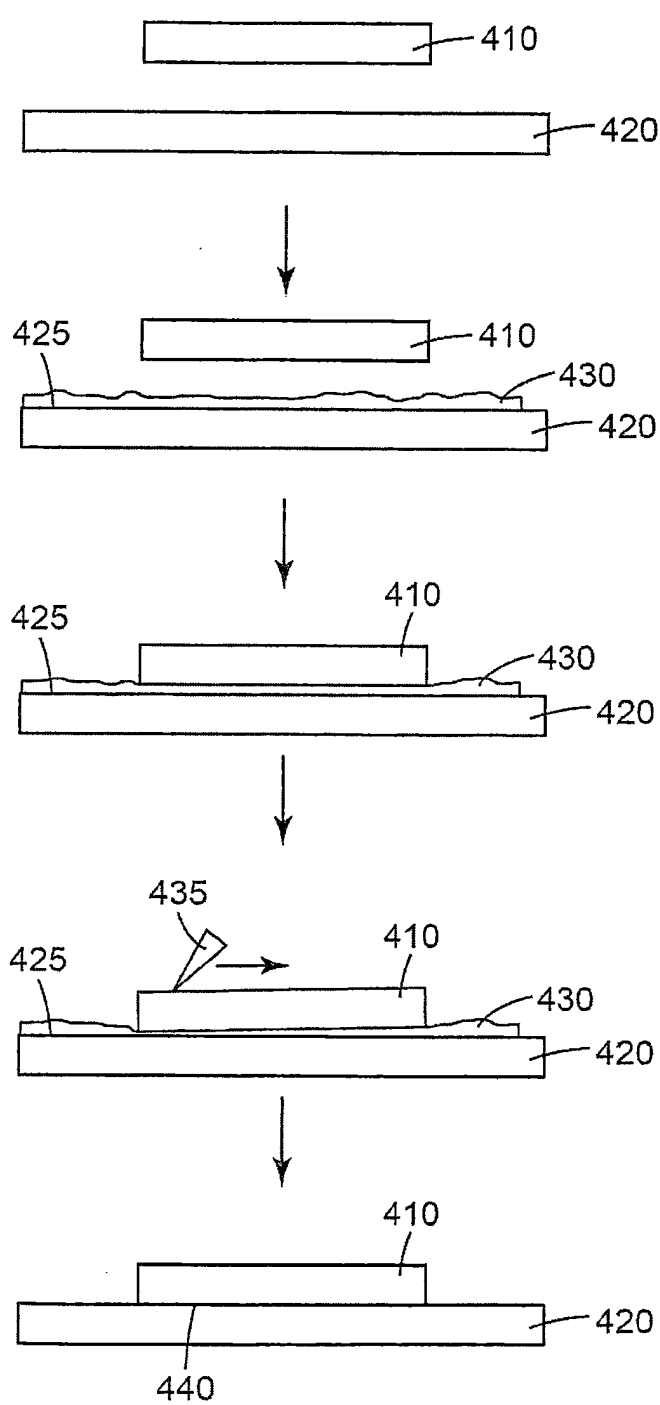


圖4

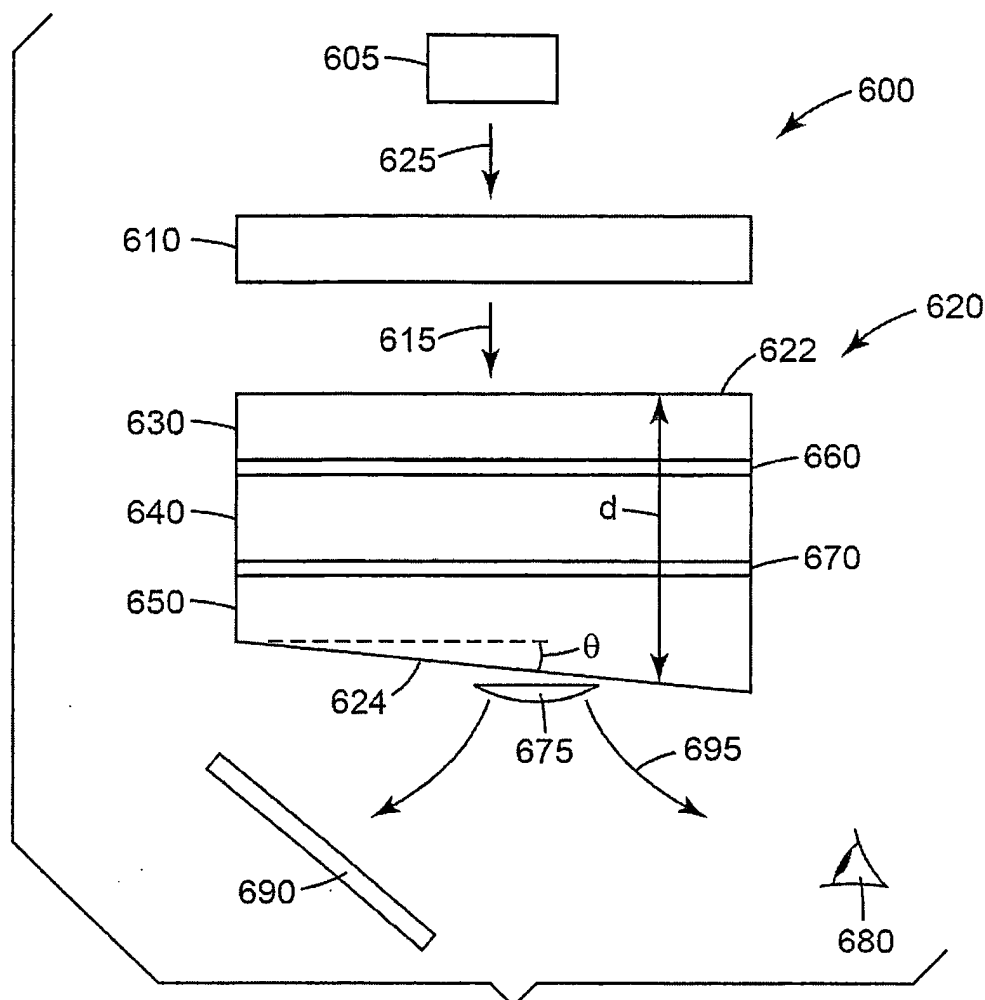


圖6

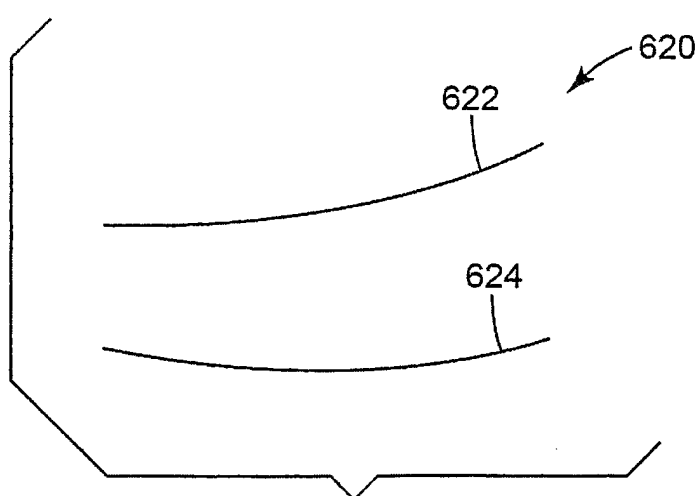


圖7

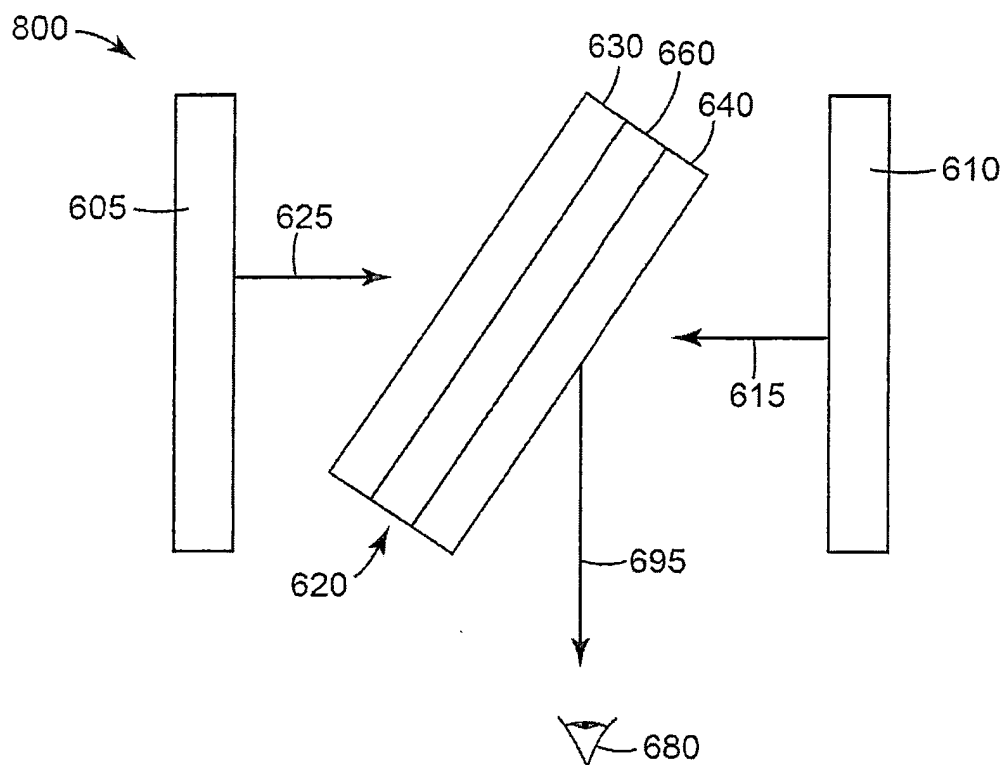


圖8

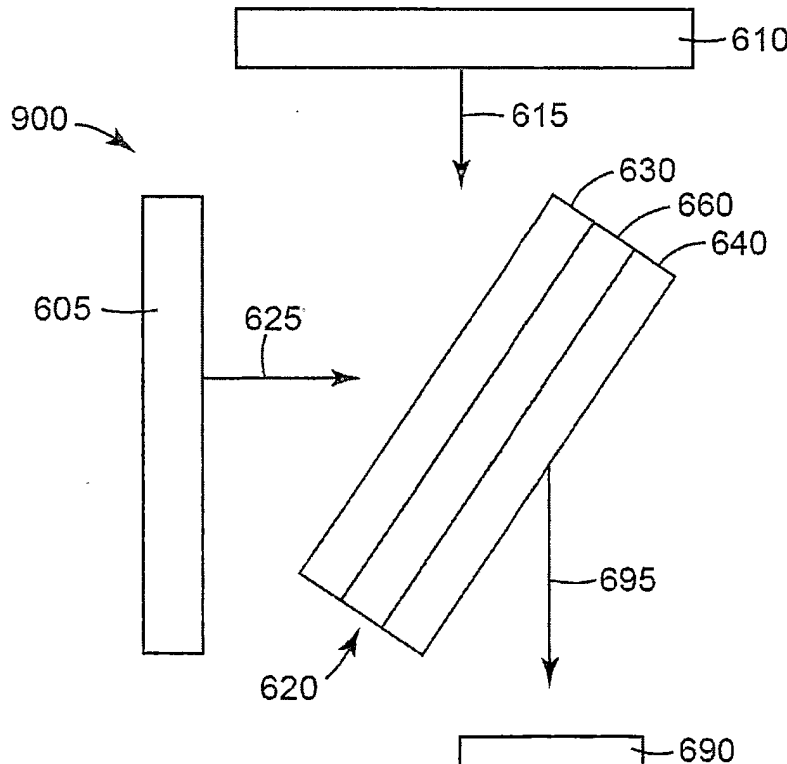


圖9

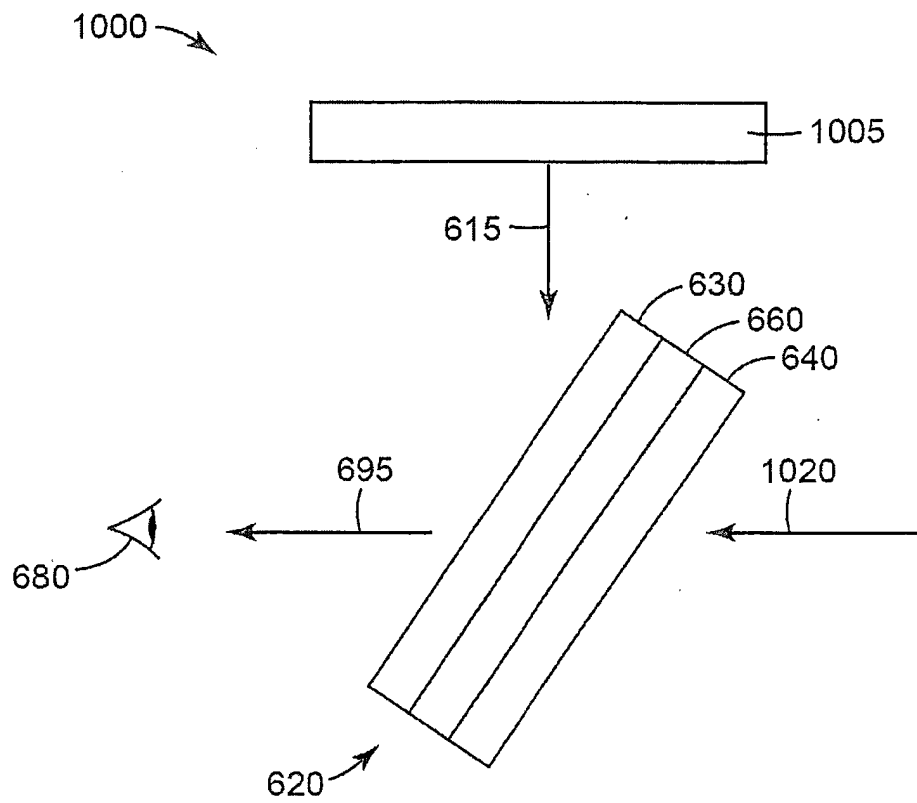


圖10

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	偏極化子系統
102	第一成像器
104	PBS
106	反射性偏極片
108	第二成像器
110	光源
112	光
114	光
116	s-偏極化光束
118	s-偏極化未成像光/光束
120	光
122	p-偏極化成像光
124	第二面
126	第一面
128	投影透鏡
130	觀察者或觀察螢幕
132	第一蓋子
134	第二蓋子

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

申請專利範圍

1. 一種偏極化子系統，其包含：
 - 一第一成像器；及
 - 一偏極化分光鏡板，其用於自該成像器接收成像光且包含：
 - 一第一基板；
 - 一安置於該第一基板上的多層光學膜反射性偏極片；
 - 一第一最外層主要表面；及
 - 一對置第二最外層主要表面，其與該第一最外層主要表面成小於約20度的角，

其中該偏極化分光鏡板使所接收之成像光朝向一觀察者或螢幕反射，其中該反射之成像光的有效像素解析度小於12微米。
2. 如請求項1之偏極化子系統，其中該第一最外層主要表面與該第二最外層主要表面之間的最大間隔小於約1.5 mm。
3. 如請求項1之偏極化子系統，其中該多層光學膜反射性偏極片藉由一黏附劑黏附於該第一基板。
4. 如請求項1之偏極化子系統，其中該多層光學膜反射性偏極片具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。
5. 一種偏極化分光鏡板，其包含：
 - 一第一基板；
 - 一第二基板；
 - 一多層光學膜反射性偏極片，其安置於該第一基板與該第二基板之間且黏附於該第一基板及該第二基板；
 - 一第一最外層主要表面；及
 - 一對置第二最外層主要表面，其與該第一最外層主要表面成小於約20度之角，其中該偏極化分光鏡板經調適成將成像光朝

向一觀察者或螢幕反射，該反射之成像光的有效像素解析度小於12微米。

6. 一種投影子系統，其包含：

一光源；

一第一成像器，其使自該光源接收之光成像；及

一偏極化分光鏡板，其自該第一成像器接收該成像光且包含：

一多層光學膜反射性偏極片；

一第一最外層主要表面；及

一對置第二最外層主要表面，其與該第一最外層主要表面成小於約20度的角；

其中該偏極化分光鏡板使所接收之成像光朝向一影像平面反射，其中有效像素解析度小於12微米。

7. 一種投影系統，其包含如請求項6之投影子系統，該第一成像器經像素化且包含複數個像素，該投影系統將該複數個像素中之像素的影像投影於一螢幕上，各像素具有該螢幕上之預期位置及面積，各像素在該螢幕上之實際位置處於以該像素之預期位置為中心的圓內且面積比該像素之預期面積小50倍。

8. 一種偏極化子系統，其包含：

一第一成像器；及

一偏極化分光鏡板，其自該成像器接收成像光且包含：

一多層光學膜反射性偏極片；

一第一最外層主要表面；及

一對置第二最外層主要表面，其與該第一最外層主要表面成小於約20度的角；

其中該偏極化分光鏡板使所接收之成像光朝向一觀察者或螢

幕反射，且其中該多層光學膜反射性偏極片具有小於45 nm之表面粗糙度Ra或小於80 nm之表面粗糙度Rq。

9. 一種製造一平坦膜之方法，其包含：

提供一多層光學膜；

提供一臨時平坦基板，其塗佈有一水溶液；

使該多層光學膜之一第一表面以可釋放方式附接於該臨時平坦基板之該水溶液側；

提供一永久基板，該永久基板包含一第一最外層主要表面及一與該第一最外層主要表面成小於約20度之角的對置第二最外層主要表面；

使該多層光學膜之一第二表面附接於該永久基板；及

自該臨時平坦基板移除該多層光學膜。

10. 如請求項9之方法，在使該多層光學膜之該第一表面以可釋放方式附接於該臨時平坦基板之該水溶液側之後及在自該臨時平坦基板移除該多層光學膜之前，進一步包含蒸發該水溶液之步驟。