



(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 I480584 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：102110107

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 21 日

(51)Int. Cl. : G02B27/10 (2006.01)

(30)優先權：2012/03/21 美國

13/426,251

(71)申請人：咕果公司(美國) GOOGLE INC. (US)

美國

(72)發明人：葛塔 安奴雷格 GUPTA, ANURAG (IN)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 5886822

US 5982541

US 7057814B2

US 2005/0058386A1

US 2010/0135038A1

審查人員：黃同慶

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：9 共 30 頁

(54)名稱

分離極化光束之方法、廣角寬帶極化光束分離器及抬頭顯示器

PROCESS FOR SPLITTING POLARIZING BEAM, WIDE-ANGLE WIDE BAND POLARIZING BEAM SPLITTER, AND HEADS-UP DISPLAY

(57)摘要

本發明揭示一種光束分離器，該光束分離器包含：一第一稜鏡，其包含一輸入面、一輸出面及一傾斜面；及一第二稜鏡，其包含一輸出面及一傾斜面，該第二稜鏡之該傾斜面耦合至該第一稜鏡之該傾斜面。一極化塗層夾在該第一稜鏡之該傾斜面與該第二稜鏡之該傾斜面之間，且一線性極化器耦合至該第一稜鏡之該輸出面及該第二稜鏡之該輸出面中之至少一者。

A beamsplitter that includes a first prism including an input face, an output face and an oblique face and a second prism including an output face and an oblique face, the oblique face of the second prism being coupled to the oblique face of the first prism. A polarizing coating is sandwiched between the oblique face of the first prism and the oblique face of the second prism, and a linear polarizer coupled to at least one of the output face of the first prism and the output face of the second prism.

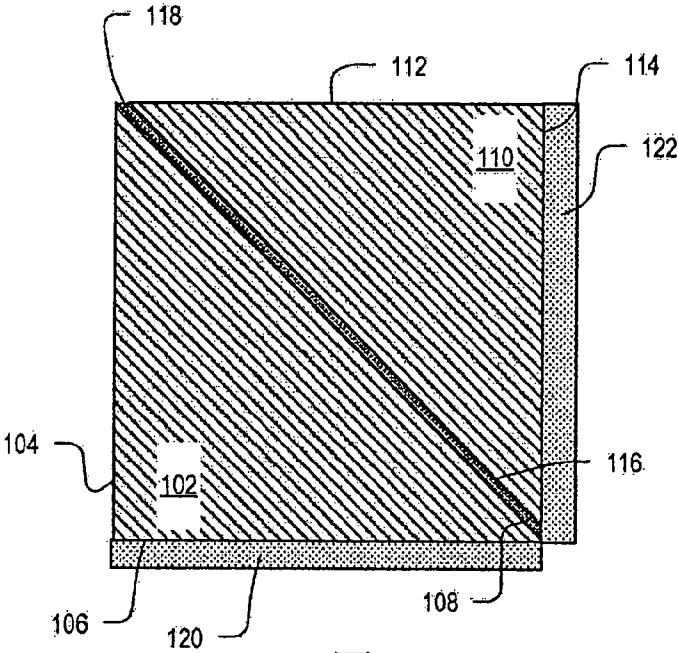


圖 1

- 100 . . . 極化光束分離器
- 102 . . . 第一稜鏡
- 104 . . . 輸入面
- 106 . . . 輸出面
- 108 . . . 傾斜面
- 110 . . . 第二稜鏡
- 112 . . . 面
- 114 . . . 輸出面
- 116 . . . 傾斜面
- 118 . . . 極化塗層/
極化層/多層極化塗層
- 120 . . . 線性極化器
- 122 . . . 極化塗層/
線性極化器/第二線性
極化器

發明摘要

公告本

※ 申請案號：102110107

※ 申請日：102年3月21日

※IPC 分類：G02B 27/10 (2006.01)

【發明名稱】

分離極化光束之方法、廣角寬帶極化光束分離器及抬頭顯示器

PROCESS FOR SPLITTING POLARIZING BEAM, WIDE-ANGLE

WIDE BAND POLARIZING BEAM SPLITTER, AND HEADS-UP

DISPLAY

【中文】

本發明揭示一種光束分離器，該光束分離器包含：一第一稜鏡，其包含一輸入面、一輸出面及一傾斜面；及一第二稜鏡，其包含一輸出面及一傾斜面，該第二稜鏡之該傾斜面耦合至該第一稜鏡之該傾斜面。一極化塗層夾在該第一稜鏡之該傾斜面與該第二稜鏡之該傾斜面之間，且一線性極化器耦合至該第一稜鏡之該輸出面及該第二稜鏡之該輸出面中之至少一者。

【英文】

A beamsplitter that includes a first prism including an input face, an output face and an oblique face and a second prism including an output face and an oblique face, the oblique face of the second prism being coupled to the oblique face of the first prism. A polarizing coating is sandwiched between the oblique face of the first prism and the oblique face of the second prism, and a linear polarizer coupled to at least one of the output face of the first prism and the output face of the second prism.

【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	極化光束分離器
102	第一稜鏡
104	輸入面
106	輸出面
108	傾斜面
110	第二稜鏡
112	面
114	輸出面
116	傾斜面
118	極化塗層/極化層/多層極化塗層
120	線性極化器
122	極化塗層/線性極化器/第二線性極化器

【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

係 P.1-14.

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

分離極化光束之方法、廣角寬帶極化光束分離器及抬頭顯示器

PROCESS FOR SPLITTING POLARIZING BEAM, WIDE-ANGLE
WIDE BAND POLARIZING BEAM SPLITTER, AND HEADS-UP
DISPLAY**【技術領域】**

本發明大體而言係關於光束分離器，且特定而言(但非排他地)係關於一種由低折射率材料製成之廣角寬帶極化光束分離器。

【先前技術】

一光束分離器係在諸多類型之光學裝置中找到之一光學組件。如其名稱暗示，一光束分離器將一輸入光束分離成兩個或兩個以上輸出光束。極化光束分離器(PBS)係可基於極化而將一輸入光束分離成兩個或兩個以上輸出光束以使得每一輸出光束具有一不同極化之一特定類型之光束分離器。舉例而言，一PBS可接收具有p極化光及s極化光兩者之一輸入光束並將其分離成兩個單獨輸出光束——一者p極化，另一者s極化。在已p極化或s極化之一輸入光束之情況下，一PBS亦可用以選擇性地使經極化輸入光束通過或將其反射。在諸多現有PBS中，輸出光束具有低對比度——亦即，在每一輸出光束中，不期望之極化對期望之極化之比率高於期望之比率。換言之，低對比度意指輸出光束具有過少期望之極化。

雖然存在高對比度PBS，但其遭受數個缺點。高對比度PBS必須由具有一極高折射率(例如，大於1.7)之光學材料製成；在一項實例中，可使用具有1.78之一折射率之SF11玻璃。但諸如SF11之高折射率

材料昂貴且由於密度與折射率成比例而沉重，此意指所得光束分離器以及使用此等光束分離器之光學裝置亦昂貴且沉重。此外，存在很少可用以連結以良好接合強度構成PBS之高折射率材料之折射率匹配光學黏合劑，此意指難以製造堅固且耐久之高對比度PBS。最後，針對跨越一波長帶之僅一極窄入射角而最佳化現有高對比度PBS。舉例而言，在某些PBS中，高對比度輸出(舉例而言，小於不期望之極化之0.5%)僅針對跨越自450 nm至650 nm之一波長帶之入射角之一窄範圍(小於 1°)係可能的。諸多高對比度PBS亦展現角度相依分離，此導致跨越輸出之視野之色彩不均勻性。

【圖式簡單說明】

參考以下各圖闡述本發明之非限制性及非窮盡性實施例，其中除非另有規定，否則在所有各個視圖中相同元件符號指代相同部件。除非另有說明，否則圖並非按比例繪製。

圖1係一光束分離器之一實施例之一剖面圖。

圖2A係可用於諸如圖1中所展示之光束分離器之一光束分離器中之一極化塗層之一實施例之一剖面圖。

圖2B係諸如圖2A中所展示之極化塗層之一極化塗層之一實施例之一細節表。

圖3A至圖3B係圖1中所展示之一光束分離器之實施例之操作之一實施例之剖面圖。

圖3C係圖解說明圖1中所展示之光束分離器之操作之一實施例之一圖表。

圖4係一光束分離器之另一實施例之一剖面圖。

圖5係一光束分離器之另一實施例之一剖面圖。

圖6係一光束分離器之另一實施例之一剖面圖。

圖7A至圖7F係用於製造圖1中所展示之一光束分離器之實施例之

程序之一實施例之剖面圖。

圖8係使用圖1及圖4之光束分離器實施例之一抬頭顯示器之一實施例之一剖面圖。

圖9係一抬頭顯示器之一實施例之一俯視剖面圖。

【實施方式】

本發明闡述用於由低折射率玻璃製成之一廣角寬帶光束分離器之一設備、系統及方法之實施例。闡述眾多特定細節以提供對該等實施例之一透徹理解，但熟習相關技術者應認識到，可在無該等特定細節中之一或多者之情形下或藉助其他方法、組件、材料等實踐本發明。在某些例項中，雖然並未詳細展示或闡述眾所周知之結構、材料或操作，但儘管如此其仍囊括於本發明之範疇內。

在本說明書通篇中所提及之「一項實施例」或「一實施例」意指與該實施例一起闡述之一特定特徵、結構或特性包含於至少一項所闡述實施例中。因此，本說明書中出現之片語「在一項實施例中」或「在一實施例中」未必全部指代同一實施例。此外，該等特定特徵、結構或特性可以任何適合方式組合於一或多項實施例中。

圖1圖解說明一極化光束分離器(PBS) 100之一實施例。PBS 100係具有一正方形剖面之一體積形狀且包含耦合至一第二稜鏡110之一第一稜鏡102。第一稜鏡102具有一輸入面104、一輸出面106及一傾斜面108，而第二稜鏡110具有一面112、一輸出面114及一傾斜面116。一極化塗層118夾在第一稜鏡102之傾斜面108與第二稜鏡110之傾斜面116之間。一線性極化器120耦合至第一稜鏡102之輸出面106，且一極化塗層122耦合至第二稜鏡110之輸出面114。

在所圖解說明之實施例中，第一稜鏡102及第二稜鏡110具有呈一90/45/45等腰直角三角形(其中對向直角之稜鏡面長度相等且三角形之三個角係實質上90度、45度及45度)之形狀之剖面，但在其他實施例

中，可使用諸如90/60/30之其他直角三角形組態。其他實施例亦可使用非直角三角形之三角形，且又一些實施例可使用除三角形外之剖面形狀。

在一項實施例中，第一稜鏡102及第二稜鏡110可由在550 nm之一波長下具有1.52之一折射率之一低折射率玻璃(諸如BK7)製成，但在其他玻璃實施例中，可使用其他類型之玻璃。在另一實施例中，第一稜鏡102及第二稜鏡110可由一塑膠材料製成。可使用之塑膠材料之實例包含聚碳酸酯、光學級丙烯酸、Zeonex-E48R及聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)。在所圖解說明之實施例中，第一稜鏡102及第二稜鏡110由相同材料製成，但在其他實施例中其無需如此，只要其折射率可在所關注波長範圍中匹配即可。第一稜鏡102使用放置於極化塗層118與傾斜面116之間的一折射率匹配光學黏合劑耦合至第二稜鏡110，以使得極化塗層118夾在傾斜面108與傾斜面116之間。一特定實施例中所使用之確切光學黏合劑將取決於彼實施例中製成稜鏡之材料。

極化塗層118形成於第一稜鏡102之傾斜面108上。在一項實施例中，極化層118係經設計以在一寬波帶(亦即，一波長帶，舉例而言，在一項實施例中，450 nm至650 nm，但其他實施例可使用不同波長範圍)內及在廣於當前可得之入射角 θ 之一範圍(在一項實施例中， $45^\circ \pm 8^\circ$ ，但其他實施例可具有不同角度範圍)內產生高對比度極化分離之一多層塗層。在其他實施例中，替代極化塗層118，可使用其他類型之極化器，諸如一線柵極化器或基於諸如購自明尼蘇達州明尼亞波利(Minneapolis, Minnesota)之3M公司之APF膜之雙折射材料層的市售線性極化器。下文與圖2A至圖2B一起論述一多層極化塗層118之實施例的細節。

線性極化器120耦合至第一稜鏡102之輸出面106，且經定向以使期望之極化通過，同時濾除不期望之極化；在其中PBS 100係一s反射

p通過光束分離器之一實施例中，線性極化器120將經定向以使s極化光通過，同時濾除p極化光。線性極化器122類似地耦合至第二稜鏡110之輸出面114，且經定向以使期望之極化通過同時濾除不期望之極化；在一s反射p通過光束分離器中，線性極化器122將經定向以使p極化光通過，同時濾除s極化光。在一項實施例中，線性極化器120及線性極化器122可係相同材料之線性極化器，但可經不同定向以濾除不同極化。舉例而言，在一項實施例中，第一線性極化器120及第二線性極化器122可係一線性極化塗層，諸如由日本之三立(Sanritz)公司製成之一線性極化塗層。然而，在其他實施例中，線性極化器120可係不同於線性極化器122之一材料。可使用一光學黏合劑將線性極化器120及122耦合至其各別的輸出面。

圖2A至圖2B圖解說明一極化塗層118之實施例。極化層118係一多層塗層，其經設計以在廣於當前可得之入射角 θ 之一範圍內產生p極化光之波長獨立透射及s極化光之波長獨立反射。因此，極化光束分離器之效率(s極化光之反射及p極化光之透射之產物)針對期望之入射角 θ 係跨越波帶實質上平坦。藉由折衷分離光束中之高極化對比度及極化光束分離器效率來達成此效能。藉由使用一高消光線性極化器來使反射及透射中之主導極化通過來恢復高對比度。亦即，極化塗層118經設計而以適當極化對比度來分離入射光束，但在某些實施例中，在較高入射角 θ 下，可容許分離時之次於最佳的極化對比度，此乃因當經分離(經透射及經反射)之光束通過其各別線性極化器時，可恢復實質量的對比度。折衷之淨效應係PBS 100在一寬波長帶(在一項實施例中，450 nm至650 nm，但其他實施例可使用不同波長範圍)內及在廣於當前可得之入射角 θ 之一範圍(在一項實施例中，高達 $45^\circ \pm 8^\circ$ ，但其他實施例可使用不同角度範圍)內提供均勻高對比度極化光束分離。

極化塗層118具有一總體厚度 Δ 且包含一第一材料之 N 個層202及一第二材料之 M 個層204。第一材料之每一層202具有一厚度 δ ，而第二材料之每一層204具有一厚度 ε ；因此，層202-1具有厚度 δ_1 且層204-1具有厚度 ε_1 ，層202-2具有厚度 δ_2 且層204-2具有厚度 ε_2 ，等等。在一項實施例中，第一材料之所有層202可具有相同厚度 δ 且第二材料之所有層204可具有相同厚度 ε ，但在其他實施例中，不同層202可具有不同厚度，不同層204亦可。最後，第一材料層202之厚度 δ 可(但無需)與第二材料層204之厚度 ε 相同。

在所圖解說明之實施例中，每一材料之層之數目相等($N=M$)，但在其他實施例中，每一材料之層之數目無需相等，以使得 N 無需等於 M 。此外，在所圖解說明之實施例中，層202及層204規則交替，但在其他實施例中，其他層配置亦係可能的，包含其中不同材料層不規則交替之配置或其中不同材料層在極化塗層之僅部分中規則或不規則交替之配置。

在一項實施例中，第一材料可係氧化矽(標稱 SiO_2)，而第二材料可係氧化鉭(標稱 Ta_2O_5)，但在其他實施例中可使用其他材料，舉例而言，氧化鋯(標稱 ZrO_2)。雖然所圖解說明之實施例使用兩種不同材料，但其他實施例可使用更大或更小數目種不同材料，包含此處未列示之材料。

圖2B係圖解說明包含氧化矽及氧化鋯之交替層之極化層118之一實施例之構造之一表。該表中所闡述之實施例具有37個層及3513.04 nm或大約3.5微米之一總體厚度 Δ 。 ZrO_2 層之數目大於 SiO_2 層之數目以使得 $N \neq M$ ，且不同 ZrO_2 層具有不同厚度 δ 而不同 SiO_2 層具有不同厚度 ε 。

圖3A至圖3B圖解說明PBS 100之操作之一實施例。在一項實施例中，PBS 100可係一s反射p通過光束分離器，此意指其反射s極化光但

透射p極化光(使其通過)。在另一實施例中，PBS 100可係一s通過p反射光束分離器，此意指其透射s極化光(使其通過)但反射p極化光。所圖解說明之光學路徑係用於一s反射p通過PBS，但一s通過p反射PBS中之光學路徑將係類似的，其中調換p極化光束與s極化光束。

在操作中，具有p極化及s極化兩者之光束302以相對於輸入面104之一法線之一入射角 θ 入射於PBS 100之輸入面104上。在遇到輸入面104之後，光線302旋即根據司乃耳定律(Snell's law)折射且朝向極化塗層118經引導穿過第一稜鏡102，光線302將以一入射角 β 入射於極化塗層118上。在遇到極化塗層118之後，光束302旋即分離成兩個單獨光束：s極化光束304及p極化光束306。在某些實施例中，在較高入射角 θ 下，可容許s極化光束304及p極化光束306中之次於最佳之極化對比度，此乃因當此等光束通過其各別線性極化器時可恢復實質量之對比度。

s極化光束304藉由極化塗層118朝向輸出面106反射穿過第一稜鏡102。在遇到輸出面106之後，s極化光束304旋即經折射以使得其以使得其實質上平行於輸入光束302之一角 θ 射出輸出面106。在射出輸出面106之後，s極化光束304旋即由線性極化器120過濾以自光束移除p極化，此意指具有實質上較高對比度之光束自PBS 100顯現。可容許在針對在一波帶內之高入射角之於極化塗層118處之分離之後s極化光束304中之次於最佳之極化對比度之折衷，此乃因在線性極化器120處可恢復實質量之對比度。淨結果係在射出線性極化器120之後，s極化光束304在一寬波長帶(在一項實施例中，450 nm至650 nm，但其他實施例可使用不同波長範圍)內及在入射角 θ 之一較廣範圍(在一項實施例中，繞光學軸高達 $45^\circ \pm 8^\circ$ ，但其他實施例可具有不同角度範圍)內具有高對比度。

在於極化塗層118處自輸入光束302分離開之後，p極化光束306透

射穿過極化塗層118及第二稜鏡110直至其到達輸出面114為止，光束在輸出面114處折射以使得其以使得其實質上平行於輸入光線302之一角自輸出面114射出。在射出輸出面114之後，經p極化光束306由線性極化器122濾光過濾以移除s極化，此意指具有實質上較高對比度之經p極化光束306自PBS 100生出顯現。可容許在針對一波帶內之高入射角 θ 於極化塗層118處之分離之後p極化光束306中之次於最佳之極化對比度之折衷，此乃因在線性極化器122處可恢復實質量之對比度。淨結果係在射出線性極化器122之後，p極化光束306在一寬波長帶(在一項實施例中，450 nm至650 nm，但其他實施例可使用不同波長範圍)內及在入射角 θ 之一較廣範圍(在一項實施例中，高達 $45^\circ \pm 8^\circ$ ，但其他實施例可具有不同角度範圍)內具有高對比度。圖3B圖解說明針對其中入射角 θ 係實質上零之特殊情形的光束之光學路徑。

圖3C展示極化光束分離器100之效率(s極化光之反射及p極化光之透射之產物)。該效率針對在 37° 至 53° 之範圍中之入射角 θ 在期望之波帶(在此實施例中，450 nm至650 nm，但其他實施例可使用一不同波帶)內實質上平坦。為增加效能(高對比度以及波帶內之實質上平坦效率)之角度範圍，可進一步折衷極化光束效率同時維持極化對比度折衷且藉助使用線性極化器來恢復極化對比度。

由於其操作，PBS 100在入射角 θ 之一實質上較大範圍下及在一波長範圍內提供透射及反射兩者中之色彩獨立高對比度輸出。舉例而言，在一項實施例中，PBS 100可在一項實施例中高達 $45^\circ \pm 8^\circ$ 之入射角 θ 下在450 nm至650 nm之一波長範圍(但其他實施例可具有不同角度範圍及/或不同波長範圍)內提供小於不期望之極化之0.1%之色彩獨立輸出對比度。由於PBS 100由低折射率材料(諸如，在一項玻璃實施例中，BK7)製造，因此可用諸多折射率匹配光學黏合劑且可廉價且容易地製造一堅固耐久PBS 100。此外，低折射率玻璃及塑膠材料比

一高折射率材料(如SF11)輕數倍，此意指其產生一較輕PBS且減輕其中使用該PBS之任何裝置。PBS 100亦不遭受由於在角度上可變分離所致之色彩失真。

圖4圖解說明一PBS 400之另一實施例。PBS 400在大多數方面類似於PBS 100。PBS 400與PBS 100之間的主要差異在於PBS 400省略了線性極化器120且僅具有線性極化器122。在其中PBS 400係一p通過s反射PBS之一實施例中，PBS 400可用於其中僅在p極化輸出中需要高對比度之應用中。

圖5圖解說明一PBS 500之另一實施例。PBS 500在大多數方面類似於PBS 100。PBS 500與PBS 100之間的主要差異在於PBS 500省略了線性極化器122且僅具有線性極化器120。在其中PBS 500係一p通過s反射PBS之一實施例中，PBS 500可用於其中僅在s極化輸出中需要高對比度的應用中。

圖6圖解說明一PBS 600之另一實施例。PBS 600與PBS 100共有諸多特徵。PBS 600與PBS 100之間的主要差異在於PBS 600在其面中之一或多者上包含抗反射塗層。在所圖解說明之實施例中，抗反射塗層602形成於輸入面104上，抗反射塗層604形成於輸出面106上，抗反射塗層606形成於面112上，且抗反射塗層608形成於輸出面114上。在抗反射塗層604及608之特定情況中，抗反射塗層夾在各別輸出面與線性極化器之間。雖然所圖解說明之實施例在所有面上展示抗反射膜，但其他實施例可在少於所有面上包含抗反射塗層，且又一些實施例可根本不包含抗反射塗層。

圖7A至圖7F圖解說明用於組裝PBS 100之一程序之一實施例，但對於其他所揭示PBS組裝程序將係類似的。該程序在圖7A處開始，其中第一稜鏡102具有傾斜面108。在圖7B中，在傾斜面108上形成極化塗層118，且在圖7C中，藉由使用一折射率匹配光學黏合劑將傾斜面

116耦合至極化塗層118而將第二稜鏡110耦合至第一稜鏡102，以使得極化塗層118夾在傾斜面108與傾斜面116之間。在圖7D中，使用光學黏合劑將線性極化器120附接至輸出面106，且在圖7E中，亦使用光學黏合劑將線性極化器122附接至輸出面114。圖7F圖解說明程序之結束，其係一完成之PBS 100。

圖8係圖解說明包含一輸入耦合PBS 805及輸出耦合PBS 810之一抬頭顯示器800之一剖面圖。輸入耦合PBS 805可使用圖5中所圖解說明之PBS 500之實施例來實施，且輸出耦合PBS 810可使用圖1中所圖解說明之PBS 100之實施例來實施。抬頭顯示器800之所圖解說明之實施例包含輸入耦合PBS 805、一照射源815、一顯示面板820及一目鏡825。目鏡825之所圖解說明之實施例包含一波導830、輸出耦合PBS 810、一半波板延遲器835、一個四分之一波板延遲器840及端反射器845。

照射源815產生用以照射顯示面板820之燈光，顯示面板820將影像資料模組化至燈光上以產生影像光或電腦產生影像光。由照射源815產生之燈光發射至輸入耦合PBS 805中。在一項實施例中，輸入耦合PBS 805係一p通過s反射PBS。由照射源815發射之光可係預極化(例如，p極化)光或未經極化光。在任一情形中，p極化組件通過輸入耦合PBS 805以照射顯示面板820而任何其餘s極化部分中之大多數往回反射(例如，朝向圖8中之左側)。

顯示面板820 (例如，矽上液晶面板、數位微鏡顯示器等)藉由一反射式像素陣列經由選擇性反射將影像資料賦予至燈光上。在使用一LCOS面板之一實施例中，藉由顯示面板820之反射使入射燈光之極化旋轉達90度。在入射燈光之反射之後，影像光(其已經極化旋轉達90度以待(舉例而言)s極化)旋即透過一成像表面855經往回引導至輸入耦合PBS 805中。現在s極化影像光由輸入耦合PBS 805反射且進入至波

導830中。

影像光沿著一正向傳播路徑朝向輸出耦合PBS 810在波導830下傳播。波導830之長度可基於普通成人之太陽穴-眼睛分離來選擇且以使得端反射器845之焦平面與對應於顯示面板820之發射孔徑之成像表面855實質上重合。為達成與顯示面板820之發射孔徑之焦平面對準，波導830之長度及端反射器845之曲率半徑可彼此一起來選擇。

在所圖解說明之實施例中，波導830包含在影像光之正向傳播路徑內之一半波板延遲器835。半波板延遲器835使影像光之極化旋轉達90度(例如，其將s極化光往回轉換成p極化光)。

在所圖解說明之實施例中，輸出耦合PBS 810將沿著正向傳播路徑傳播之影像光傳遞至四分之一波板延遲器840。在通過四分之一波板延遲器840之後，影像光沿著一反向傳播路徑往回朝向輸出耦合PBS 810往回反射。因此，影像光在其兩次通過四分之一波板延遲器840期間在極化上旋轉總共90度且等到其撞擊反向傳播路徑上之輸出耦合PBS 810內之多層極化塗層時經s極化。

在一項實施例中，端反射器845既反射影像光又使影像光準直以使得使沿著反向傳播路徑行進之影像光實質上準直。使影像光準直(或接近準直)有助於使影像聚焦以用於近眼式組態(例如，放置於距一眼睛10 cm內且通常距一眼睛不足5 cm內之目鏡825)。朝向使用者之眼睛890將影像光引導出眼部側880。

輸出耦合PBS 810對透過外部場景側885接收之外部光部分透明，此乃因其使一個線性極化分量通過。在一項實施例中，抬頭顯示器800促進其中影像光疊加於外部場景光上方之一擴增實境(AR)。在另一實施例中，目鏡825可實質上不透明或選擇性不透明，此促進使使用者沉浸於由影像光顯示之虛擬環境中或提供較大影像對比度之一虛擬實境(VR)。

圖9圖解說明實施為其中眼鏡鏡片充當光導之一副眼鏡之一抬頭顯示器900之一實施例。抬頭顯示器900包含一對目鏡901，該對目鏡中之每一者可係諸如抬頭顯示器900之抬頭顯示器。目鏡901安裝至一鏡架總成，該鏡架總成包含一鼻樑總成(nose assembly) 905、一左耳臂910及一右耳臂915。雖然該圖圖解說明一雙目實施例(兩個目鏡)，但抬頭顯示器900亦可實施為一獨目(一個目鏡)實施例。

目鏡901緊固至可佩戴在一使用者之頭上之一眼鏡配置中。左耳臂910及右耳臂915安放於使用者之耳朵上而鼻樑總成905安放於使用者之鼻子上。鏡架總成經定形且經定大小以將輸出耦合PBS定位於使用者之一對應眼睛920之前方。當然，可使用具有其他形狀之其他鏡架總成(例如，具有耳臂及一鼻樑支撐件之一遮陽板、一單一連續耳機部件、一頭帶或護目鏡型眼鏡等)。

包含發明摘要中所闡述內容之本發明之所圖解說明之實施例之上述說明並非意欲係窮盡性的或將本發明限於所揭示之精確形式。儘管出於圖解說明性目的而在本文中闡述本發明之特定實施例及實例，但如熟習相關技術者將認識到，可在本發明之範疇內做出各種等效修改。可根據以上詳細說明對本發明做出此等修改。

以下申請專利範圍中所使用之術語不應理解為將本發明限於說明書及申請專利範圍中所揭示之特定實施例。相反，本發明之範疇將完全由以下申請專利範圍來判定，該等申請專利範圍將根據所創建之請求項解釋原則來加以理解。

【符號說明】

100	極化光束分離器
102	第一稜鏡
104	輸入面
106	輸出面

108	傾斜面
110	第二稜鏡
112	面
114	輸出面
116	傾斜面
118	極化塗層/極化層/多層極化塗層
120	線性極化器
122	極化塗層/線性極化器/第二線性極化器
202-1至202-N	層
204-1至204-M	層
302	光束/光線/輸入光束
304	s極化光束
306	p極化光束
400	極化光束分離器
500	極化光束分離器
600	極化光束分離器
602	抗反射塗層
604	抗反射塗層
606	抗反射塗層
608	抗反射塗層
800	抬頭顯示器
805	輸入耦合極化光束分離器
810	輸出耦合極化光束分離器
815	照射源
820	顯示面板
825	目鏡

830	波導
835	半波板延遲器
840	四分之一波板延遲器
845	端反射器
855	成像表面
880	眼部側
885	外部場景側
890	眼睛
900	抬頭顯示器
901	目鏡
905	鼻樑總成
910	左耳臂
915	右耳臂
920	眼睛
β	入射角
θ	入射角/角
δ_1	厚度
ε_1	厚度

申請專利範圍

係 P.1-5

1. 一種利用一極化光束分離器分離光之方法，其包括：

透過該極化光束分離器之一輸入面來接收該光，其中該光在一選定波帶中，且以一非零(non-zero)入射角入射於該輸入面上；

將該所接收光分離成具有實質上一第一極化之一第一光束及具有實質上一第二極化之一第二光束，其中分離該所接收光包括對照針對該等入射角之一增加之範圍之該波帶內之一實質上平坦的效率來折衷該第一光束及該第二光束中的高極化對比度與極化光束分離器效率；

將該第一光束引導至該極化光束分離器之一第一輸出面，且將該第二光束引導至該極化光束分離器之一第二輸出面；

使該第一及第二光束之至少一者通過一抗反射塗層，該抗反射塗層位於該第一輸出面及該第二輸出面中之一者或兩者上；及

藉由使該第一及第二光束之一者或兩者在通過位於該第一輸出面及該第二輸出面中之一者或兩者上之一線性極化器，而在該第一及第二光束之至少一者中增加極化對比度。

2. 如請求項1之方法，其中自該第一光束過濾具有該第二極化之光包括：引導該第一光束穿過耦合至該第一輸出面且經定向以僅使該第一極化通過之一線性極化器。
3. 如請求項1之方法，進一步包括：在該第二輸出面處，自該第二光束過濾具有該第一極化之光。
4. 如請求項3之方法，其中自該第二光束過濾具有該第一極化之光包括：引導該第二光束穿過耦合至該第二輸出面且經定向以僅

使該第二極化通過之一線性極化器。

5. 如請求項4之方法，其中該第一極化係s極化，且該第二極化係p極化。
6. 如請求項4之方法，其中該極化光束分離器包括：
 - 一第一稜鏡，其包含該輸入面、該第一輸出面及一傾斜面；
 - 一第二稜鏡，其包含該第二輸出面及一傾斜面，該第二稜鏡之該傾斜面耦合至該第一稜鏡之該傾斜面；及
 - 一極化塗層，其夾在該第一稜鏡之該傾斜面與該第二稜鏡之該傾斜面之間。
7. 如請求項6之方法，其中該極化塗層係包括複數個層之一多層塗層。
8. 如請求項7之方法，其中該複數個塗佈層包含至少兩個不同塗層之層。
9. 如請求項8之方法，其中該至少兩個不同塗層包括選自由以下各項組成之一群組之至少兩個塗層：氧化矽、氧化鋁及氧化鋅。
10. 如請求項1之方法，進一步包括：使用該輸入面、該第一輸出面及該第二輸出面中之至少一者上之一抗反射塗層來減小或消除反射。
11. 一種光束分離器，其包括：
 - 一第一稜鏡，其包含一輸入面、一輸出面及一傾斜面；
 - 一第二稜鏡，其包含一輸出面及一傾斜面，該第二稜鏡之該傾斜面耦合至該第一稜鏡之該傾斜面；
 - 一極化塗層，其夾在該第一稜鏡之該傾斜面與該第二稜鏡之該傾斜面之間；
 - 一線性極化器，其耦合至該第一稜鏡之該輸出面及該第二稜鏡之該輸出面中之至少一者；及

一抗反射塗層，其位於該第一稜鏡之該輸出面及該第二稜鏡之該輸出面之一者或兩者上；

其中透過該輸入面在一選定波帶中接收且以一非零入射角入射於該輸入面上的光係藉由該極化塗層而分離成兩個光束，其中在極化對比度在該兩個光束中之至少一者通過該線性極化器時增加。

12. 如請求項11之光束分離器，其中該線性極化器包括：

一第一線性極化器，其耦合至該第一稜鏡之該輸出面，且經定向以使s極化光通過；及

一第二線性極化器，其耦合至該第二稜鏡之該輸出面，且經定向以使p極化光通過。

13. 如請求項11之光束分離器，其中耦合至該第一稜鏡之該輸出面之該線性極化器係與耦合至該第二稜鏡之該輸出面之該線性極化器相同的材料。

14. 如請求項11之光束分離器，其中該極化塗層係包括複數個塗佈層之一多層塗層。

15. 如請求項14之光束分離器，其中該複數個塗佈層包含至少兩個不同塗層之層。

16. 如請求項15之光束分離器，其中該至少兩個不同塗層包括選自由以下各項組成之一群組之至少兩個塗層：氧化矽、氧化鋁及氧化鋅。

17. 如請求項11之光束分離器，其中該第一稜鏡及該第二稜鏡係由玻璃形成。

18. 如請求項11之光束分離器，其中該第一稜鏡及該第二稜鏡係由塑膠形成。

19. 如請求項11之光束分離器，其中該第一稜鏡之至少該輸入面塗佈

有一抗反射塗層。

20. 一種抬頭顯示器，其包括：

一第一極化光束分離器，其包含：

一第一稜鏡，其包含一輸入面、一輸出面及一傾斜面，

一第二稜鏡，其包含一輸出面及一傾斜面，該第二稜鏡之該傾斜面耦合至該第一稜鏡之該傾斜面，

一極化塗層，其夾在該第一稜鏡之該傾斜面與該第二稜鏡之該傾斜面之間，及

一線性極化器，其耦合至該第一稜鏡之該輸出面及該第二稜鏡之該輸出面中之至少一者，

其中透過該輸入面在一選定波帶中接收且以一入射角入射於該輸入面上之光藉由該極化塗層而分離成兩個光束，使得在該兩個光束中之至少一者通過該線性極化器時在該兩個光束中之該至少一者中恢復分離時損失的對比度(contrast lost at splitting)；

一顯示器，其光學耦合至該第一極化光束分離器，其中該顯示器可將影像光引導至該第一極化光束分離器；及

一目鏡，其光學耦合至該第一極化光束分離器以接收該影像光，且當一使用者佩戴該抬頭顯示器時將該影像光遞送至一眼睛，其中該目鏡包括：

一波導，其耦合至該第一極化光束分離器以接收自該第一極化光束分離器進入至該波導之該影像光，且沿著該波導內之一正向光學路徑傳遞該影像光；

一輸出耦合光束分離器，其光學耦合至該第一極化光束分離器且位於與該第一極化光束分離器對置的該波導之一端處；及

一端反射器，其位於以沿著一反向光學路徑朝向該輸出耦合光束分離器將該影像光往回反射，其中該影像光之至少一第一部分沿著該正向光學路徑通過該輸出耦合光束分離器，且至少一第二部分沿著該反向光學路徑被重新引導出該目鏡。

21. 如請求項20之抬頭顯示器，其中該目鏡進一步包括：

一半波板延遲器，其定位於該第一極化光束分離器與該輸出耦合光束分離器之間之該正向光學路徑中；及

一個四分之一波板延遲器，其定位於該輸出耦合光束分離器與該端反射器之間之該等正向及反向光學路徑中。

22. 如請求項21之抬頭顯示器，其中該輸出耦合光束分離器包括一第二極化光束分離器，該第二極化光束分離器包含：

一第一稜鏡，其包含一輸入面、一輸出面及一傾斜面；

一第二稜鏡，其包含一輸出面及一傾斜面，該第二稜鏡之該傾斜面耦合至該第一稜鏡之該傾斜面；

一極化塗層，其夾在該第一稜鏡之該傾斜面與該第二稜鏡之該傾斜面之間；及

一線性極化器，其耦合至該第一稜鏡之該輸出面及該第二稜鏡之該輸出面中之至少一者。

23. 如請求項20之抬頭顯示器，其中該顯示器包括：

一照射源，用以產生燈光，其係安裝至該第一極化光束分離器；及

一顯示面板，用以將一影像調變至該燈光上以產生該影像光，該顯示面板係安裝至該第一極化光束分離器。

圖式

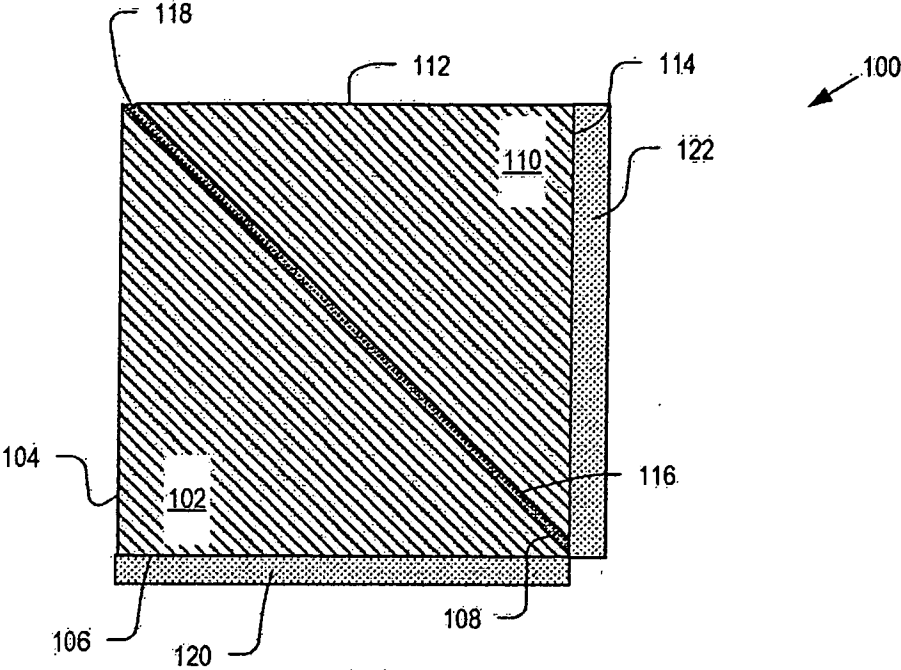


圖 1

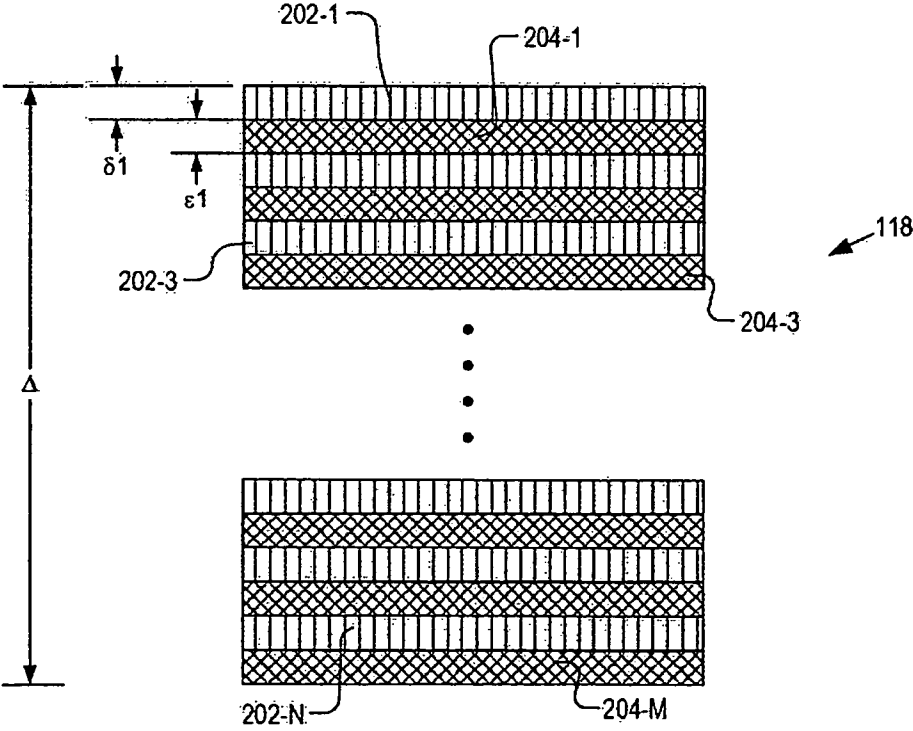


圖 2A

	層	材料	折射率	物理厚度 (nm)
	稜鏡	BK 7	1.51854	
	1	ZrO2	2.05731	134.69
	2	SiO2	1.45992	150.27
	3	ZrO2	2.05731	121.87
	4	SiO2	1.45992	138.37
	5	ZrO2	2.05731	97.99
	6	SiO2	1.45992	170.99
	7	ZrO2	2.05731	87.53
	8	SiO2	1.45992	134.83
	9	ZrO2	2.05731	89.30
	10	SiO2	1.45992	181.43
	11	ZrO2	2.05731	73.89
	12	SiO2	1.45992	69.56
	13	ZrO2	2.05731	51.92
	14	SiO2	1.45992	99.24
	15	ZrO2	2.05731	103.42
	16	SiO2	1.45992	179.42
	17	ZrO2	2.05731	57.20
	18	SiO2	1.45992	79.43
	19	ZrO2	2.05731	54.05
	20	SiO2	1.45992	101.71
	21	ZrO2	2.05731	63.11
	22	SiO2	1.45992	97.31
	23	ZrO2	2.05731	51.13
	24	SiO2	1.45992	86.31
	25	ZrO2	2.05731	56.60
	26	SiO2	1.45992	97.55
	27	ZrO2	2.05731	49.88
	28	SiO2	1.45992	78.52
	29	ZrO2	2.05731	53.55
	30	SiO2	1.45992	98.72
	31	ZrO2	2.05731	48.13
	32	SiO2	1.45992	61.36
	33	ZrO2	2.05731	56.42
	34	SiO2	1.45992	302.99
	35	ZrO2	2.05731	44.96
	36	SiO2	1.45992	59.68
	37	ZrO2	2.05731	29.71
	稜鏡	BK7	1.51854	
		總計:		3513.04

圖 2B

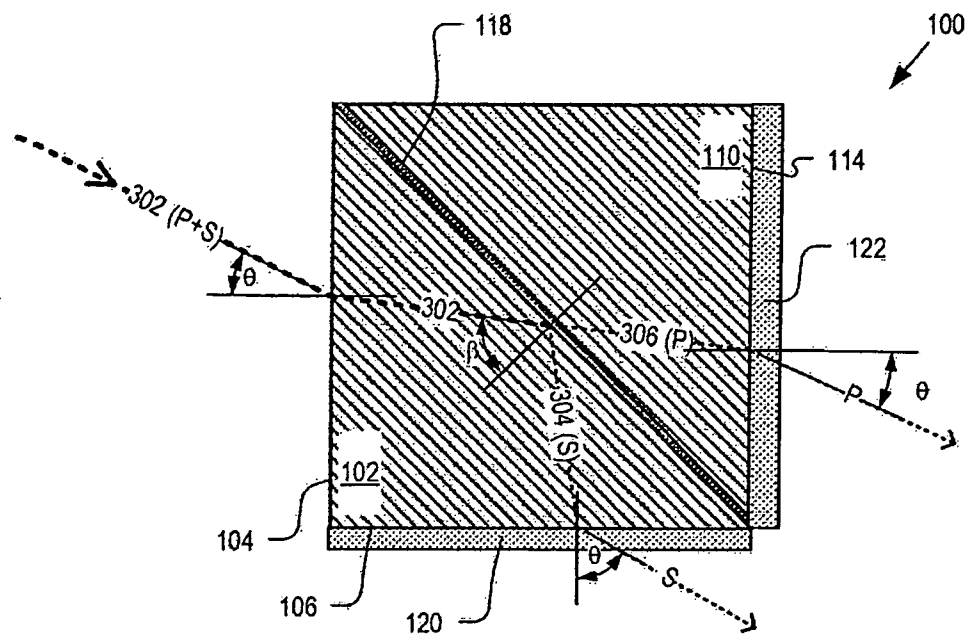


圖 3A

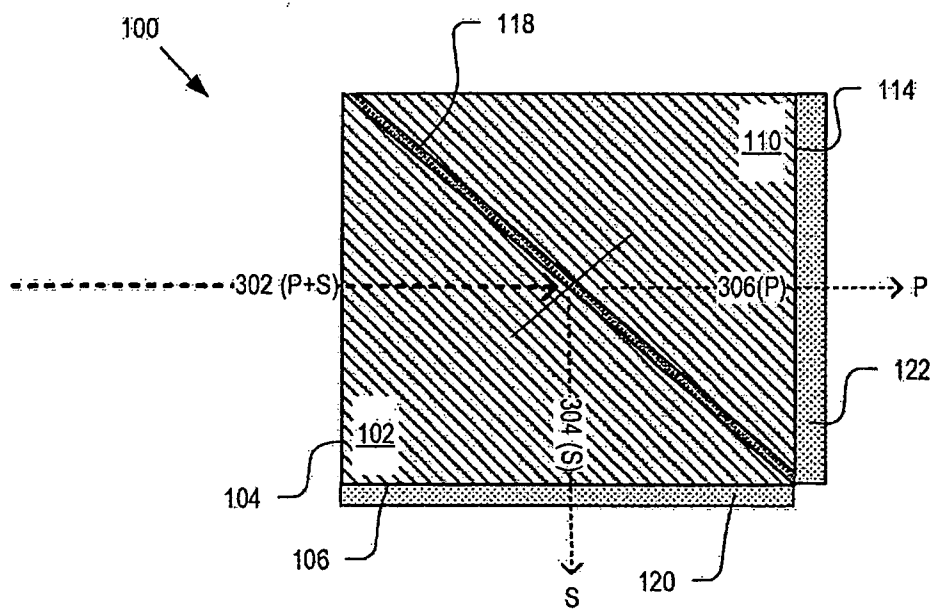


圖 3B

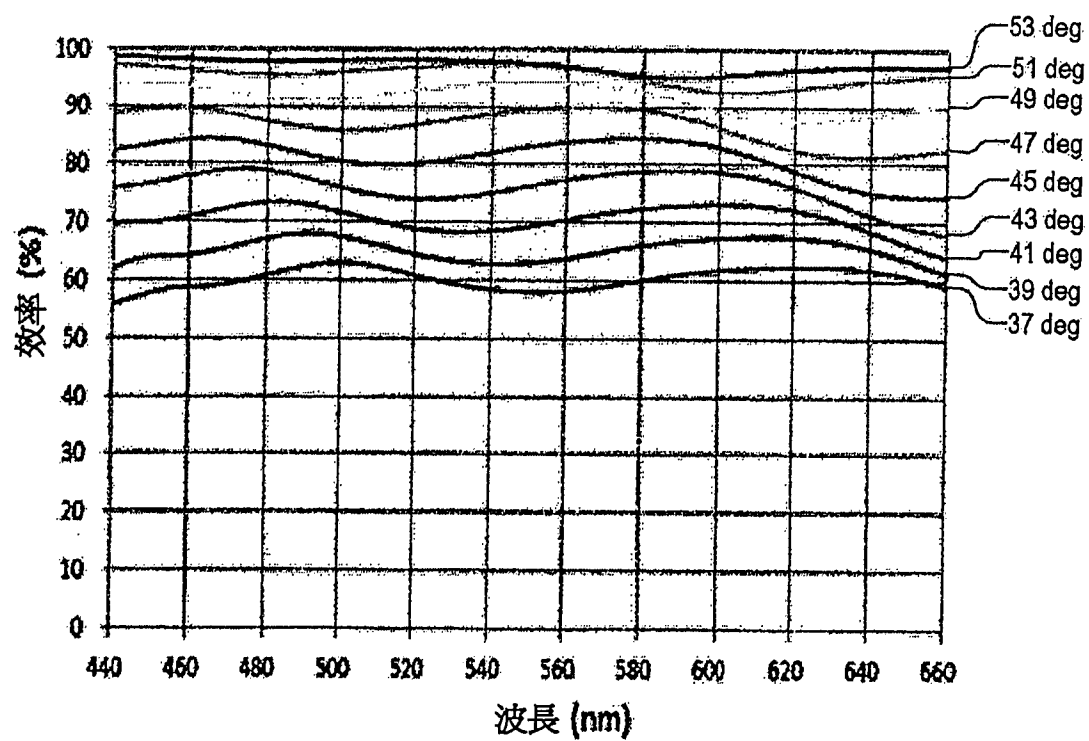
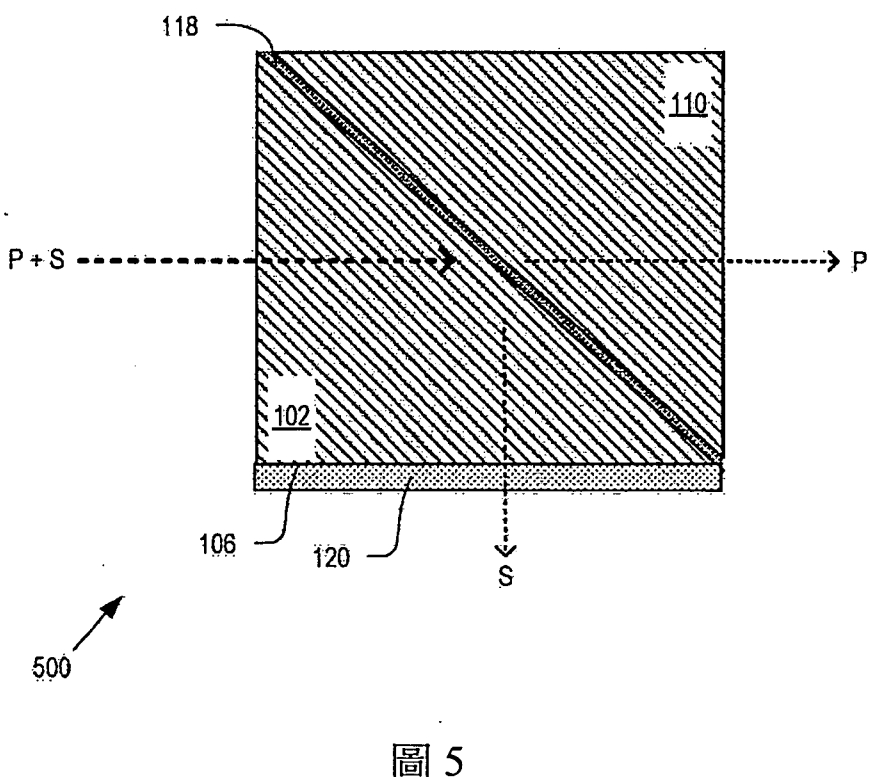
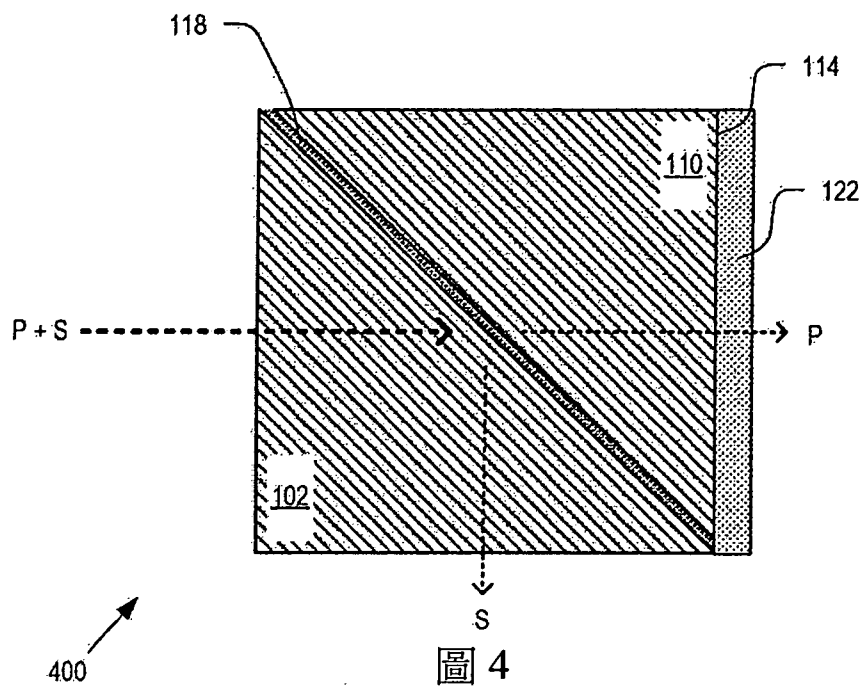


圖 3C



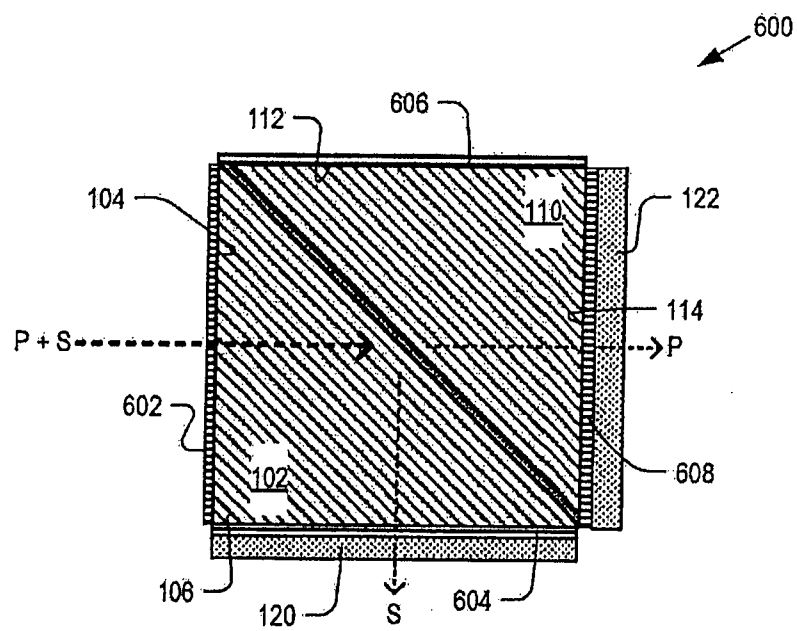


圖 6

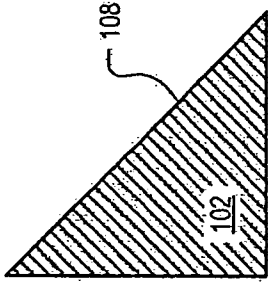


圖 7A

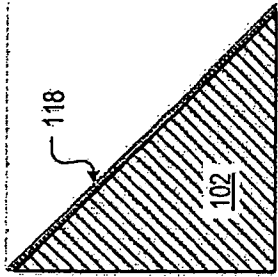


圖 7B

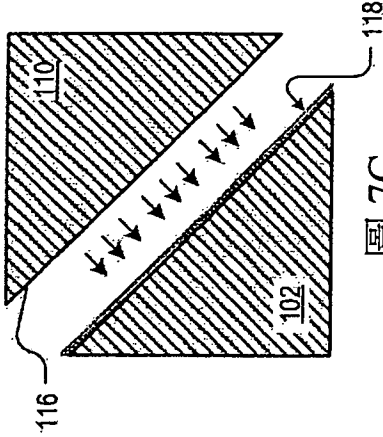


圖 7C

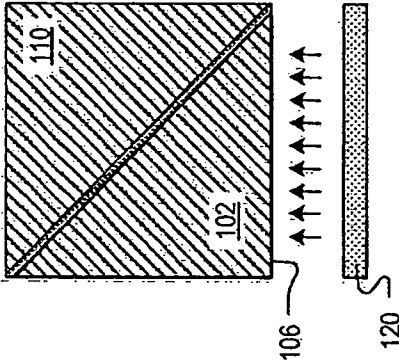


圖 7D

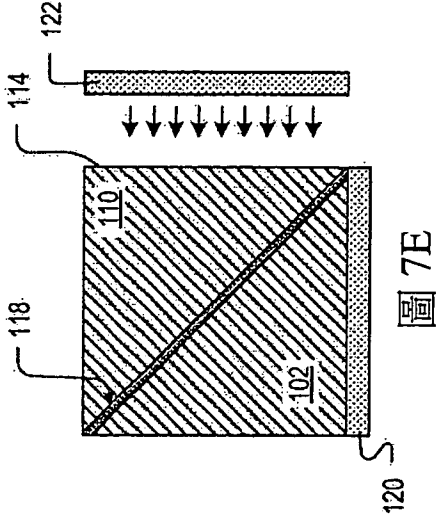


圖 7E

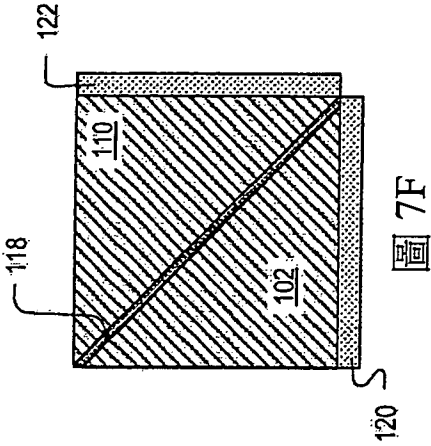


圖 7F

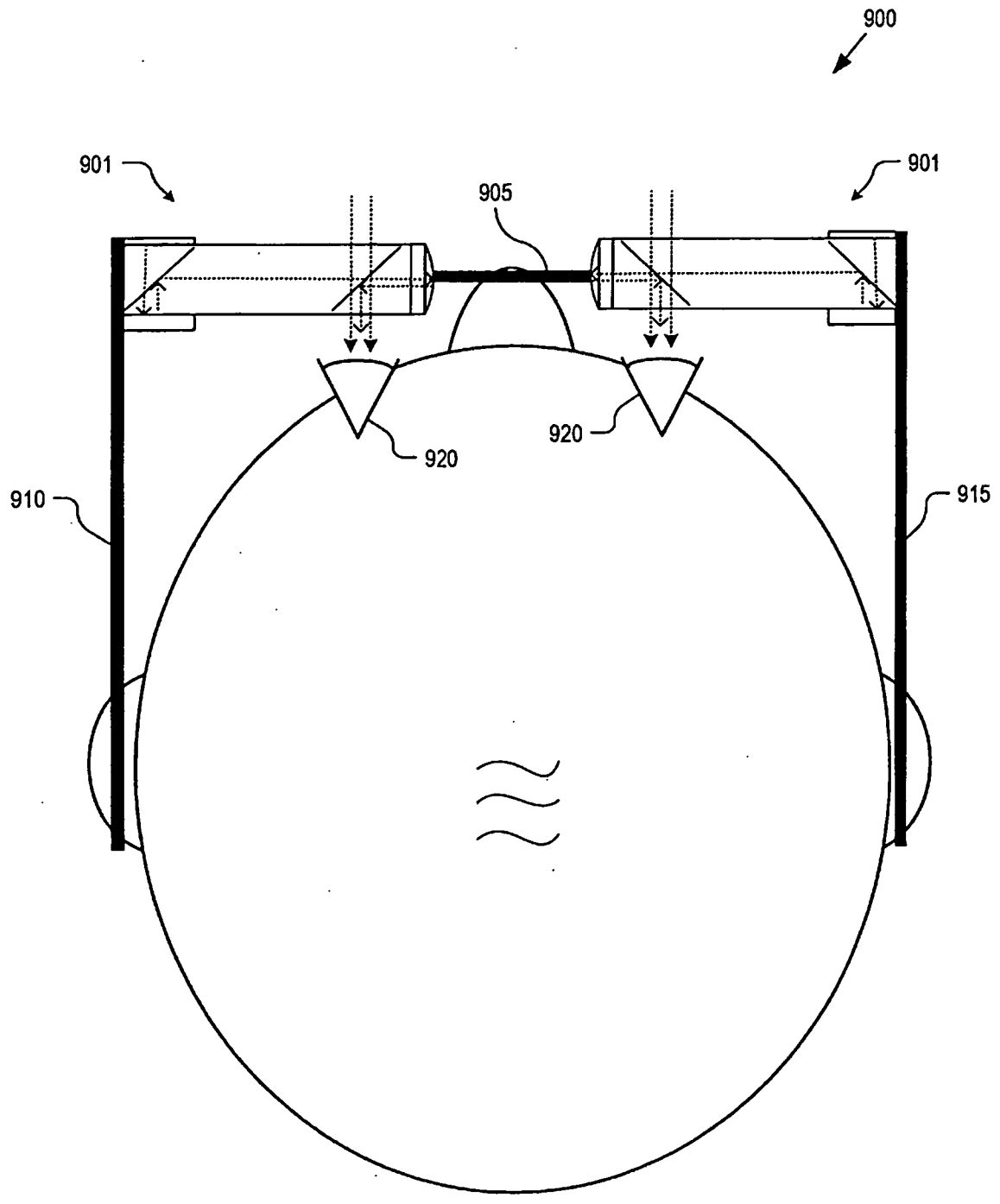


圖 9