

圖式

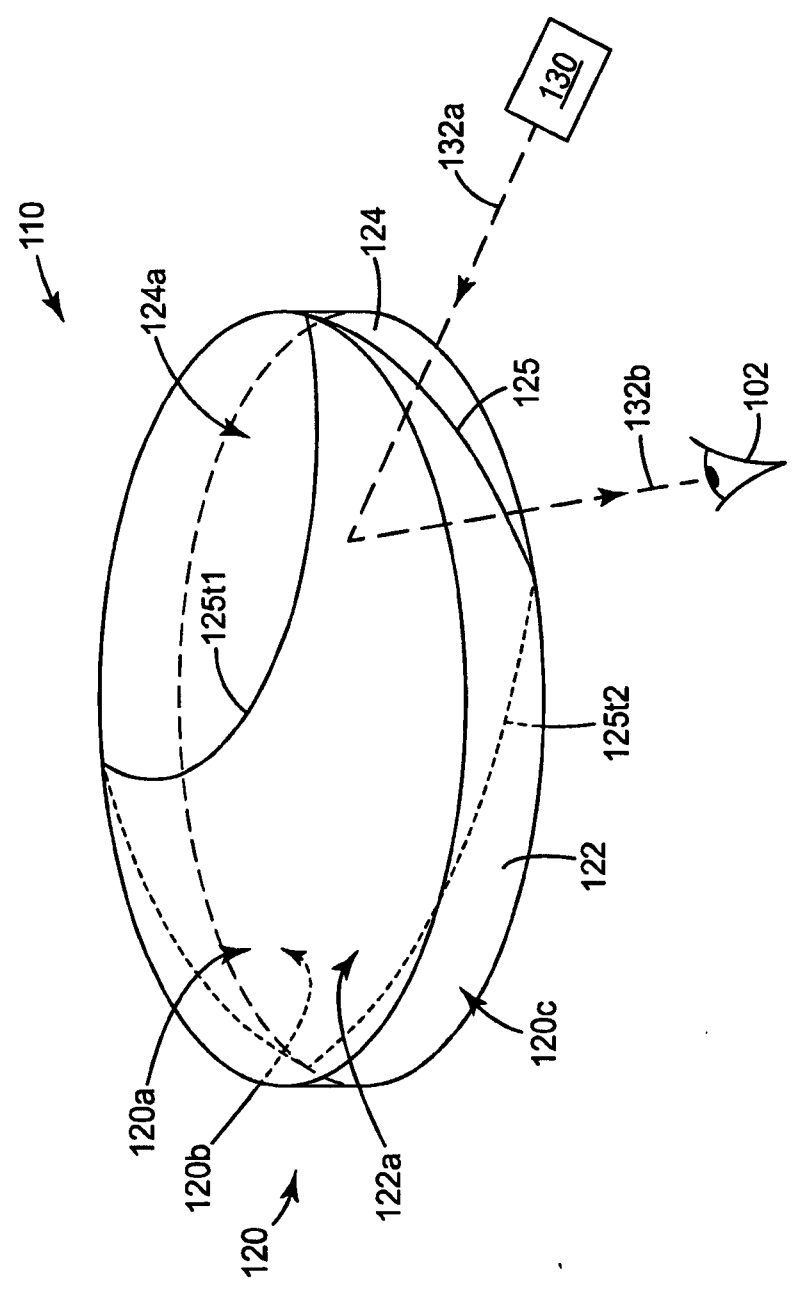


圖1

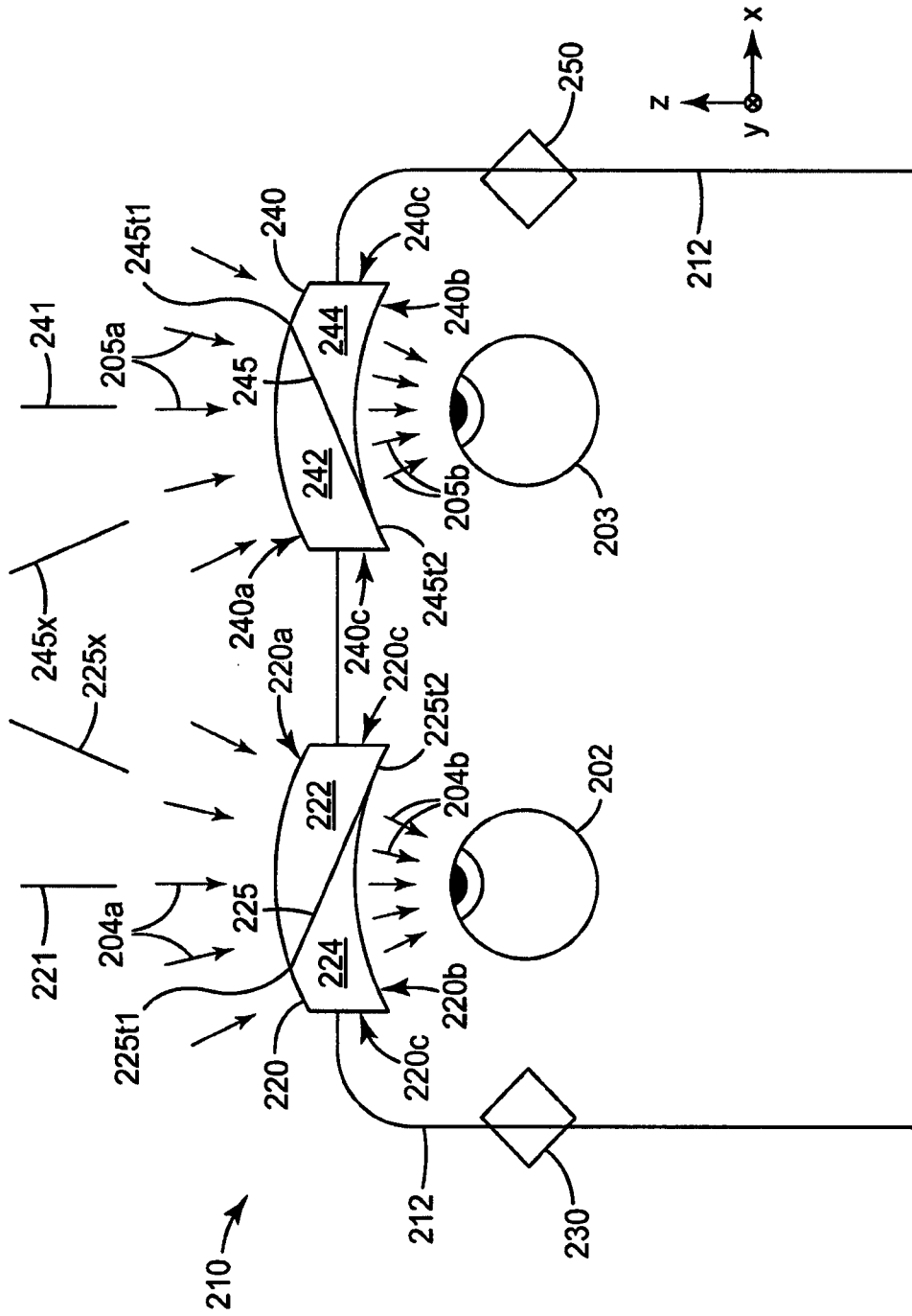


圖2A

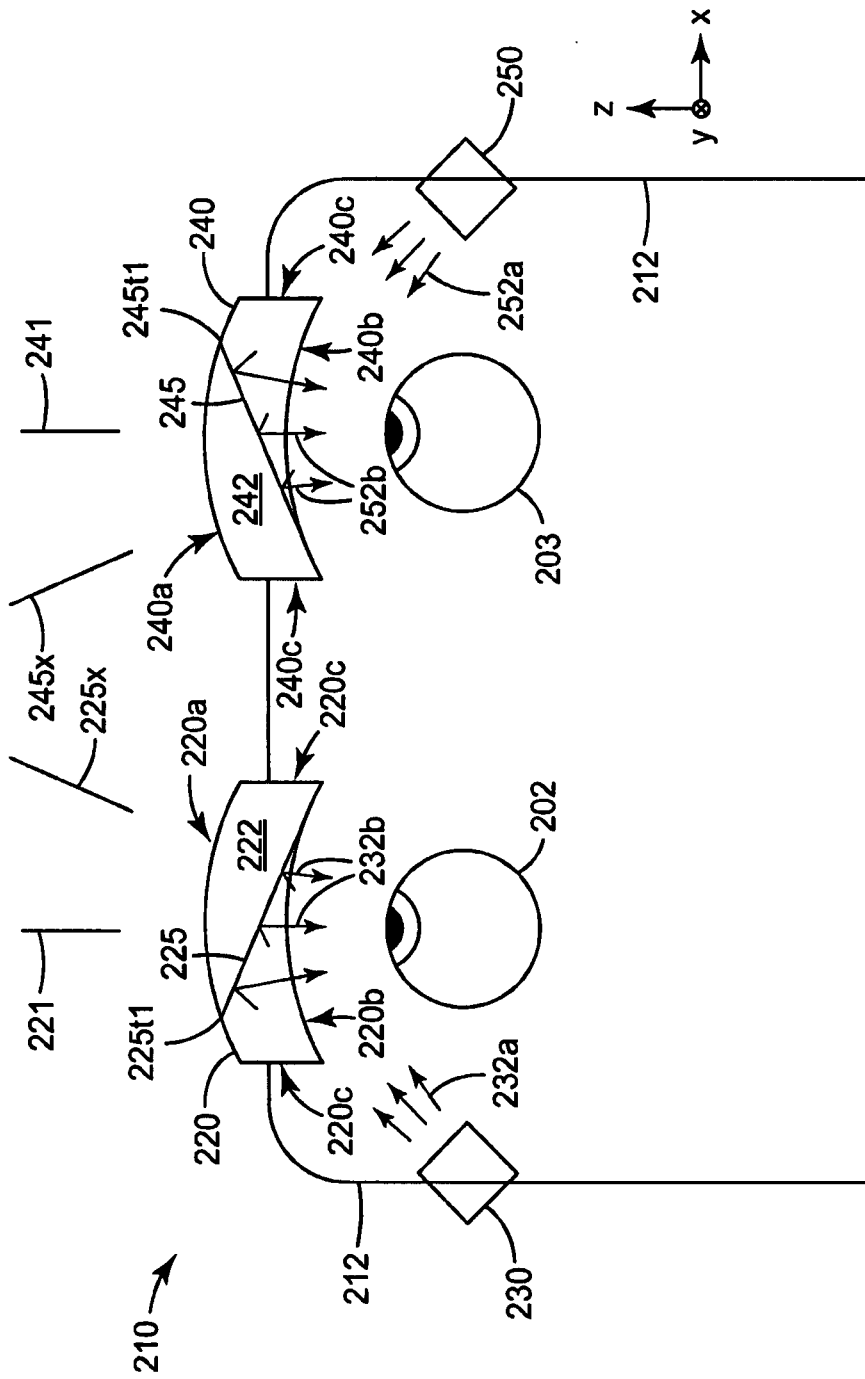


圖2B

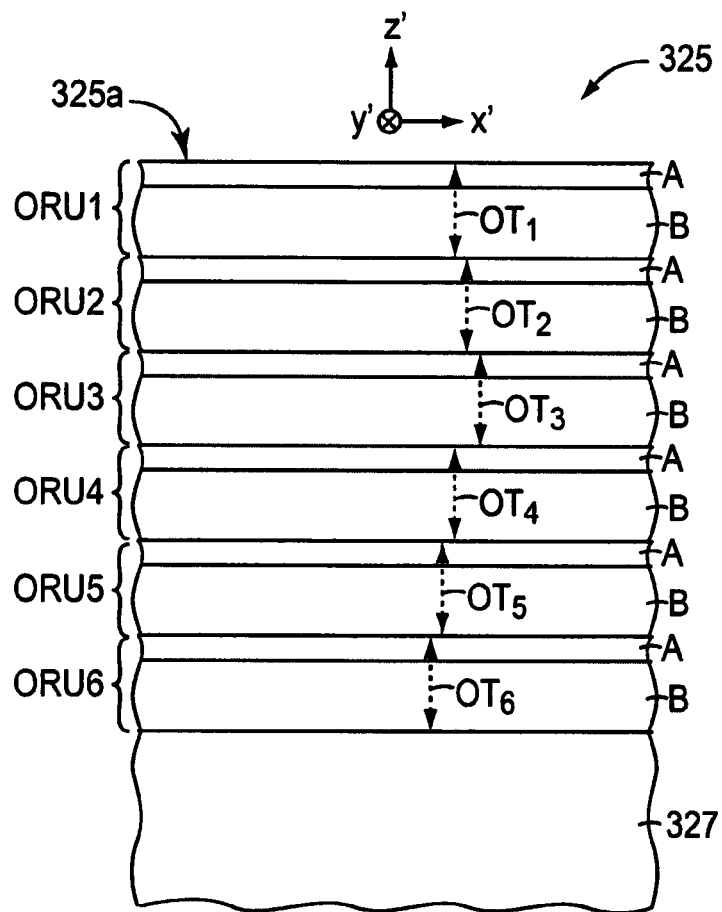


圖3

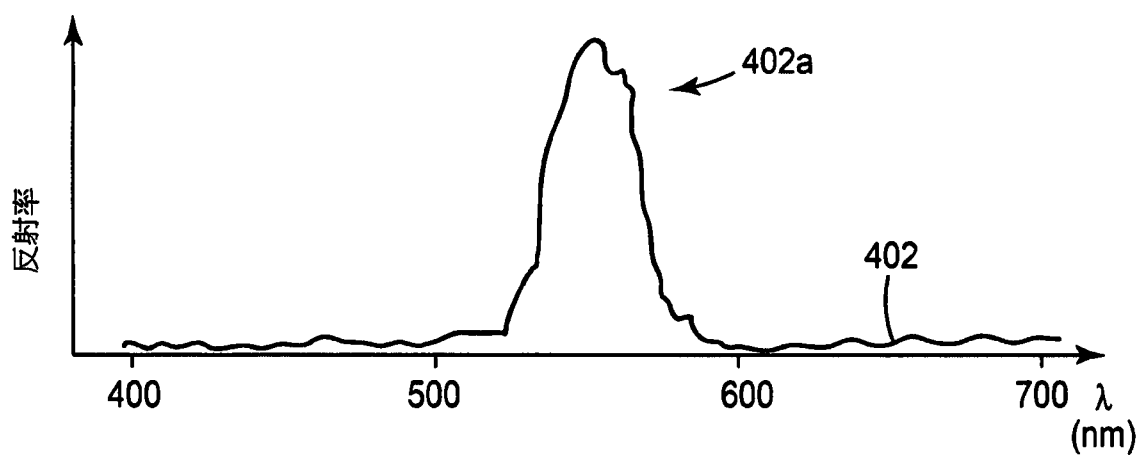


圖4A

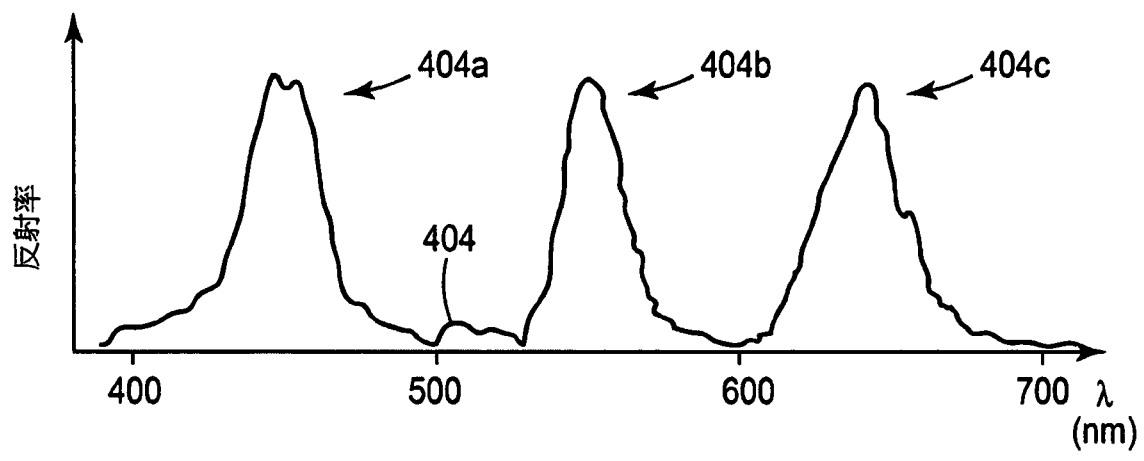


圖4B

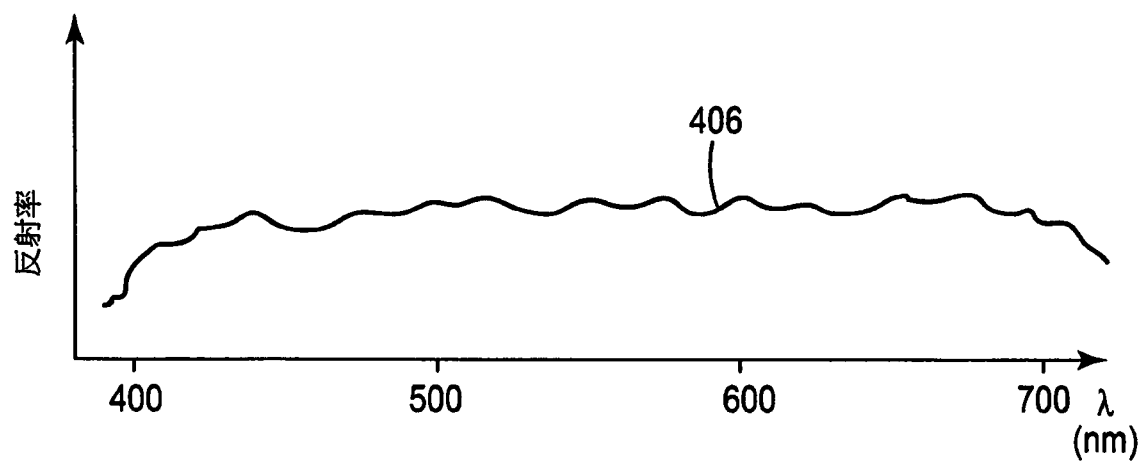


圖4C

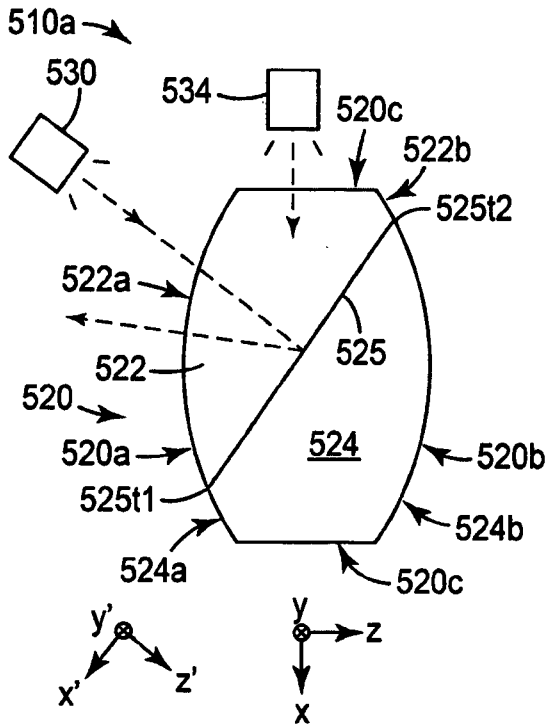


圖5A

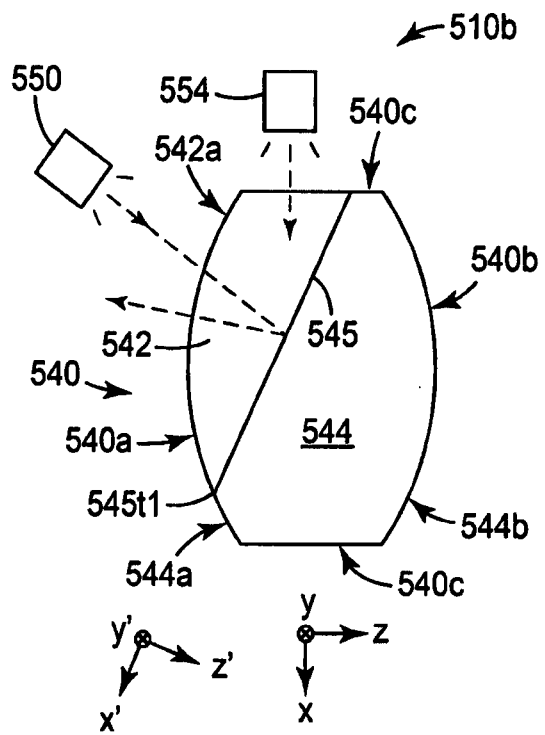


圖5B

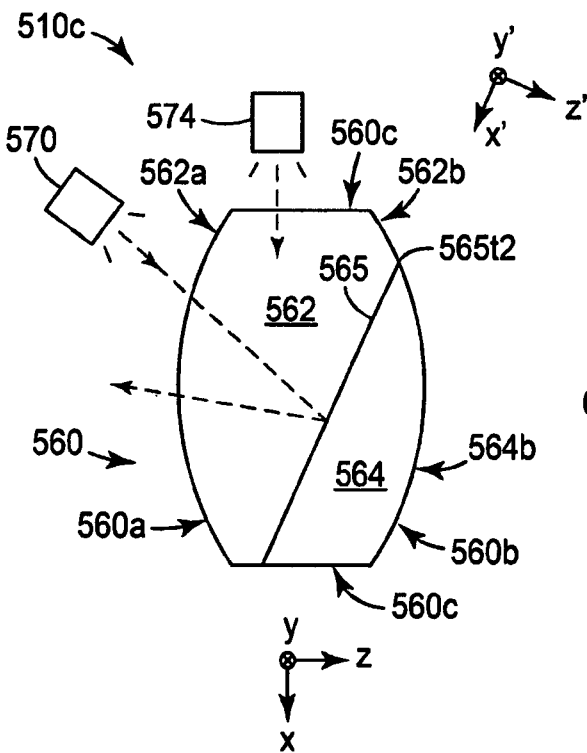


圖5C

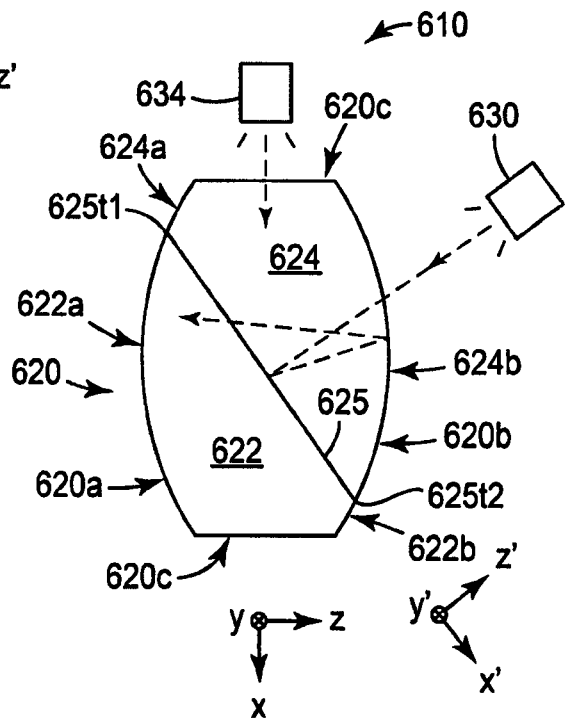


圖6

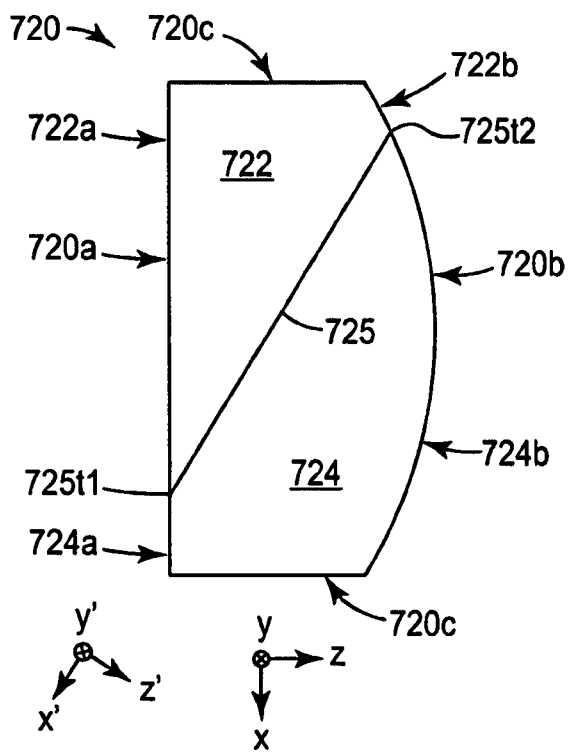


圖7

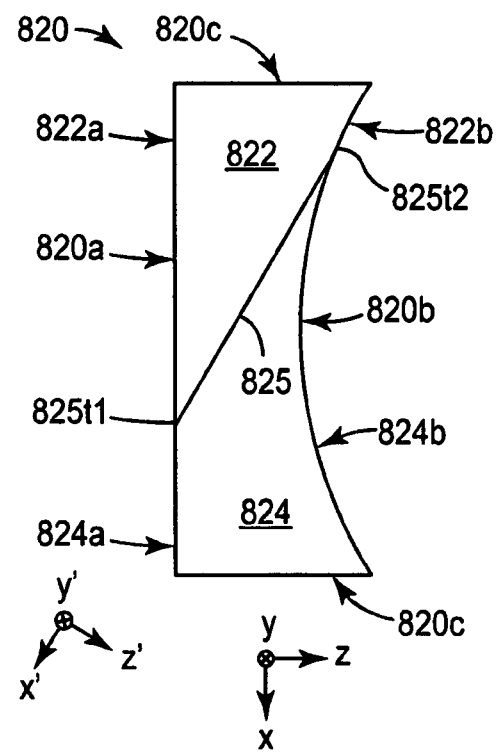


圖8

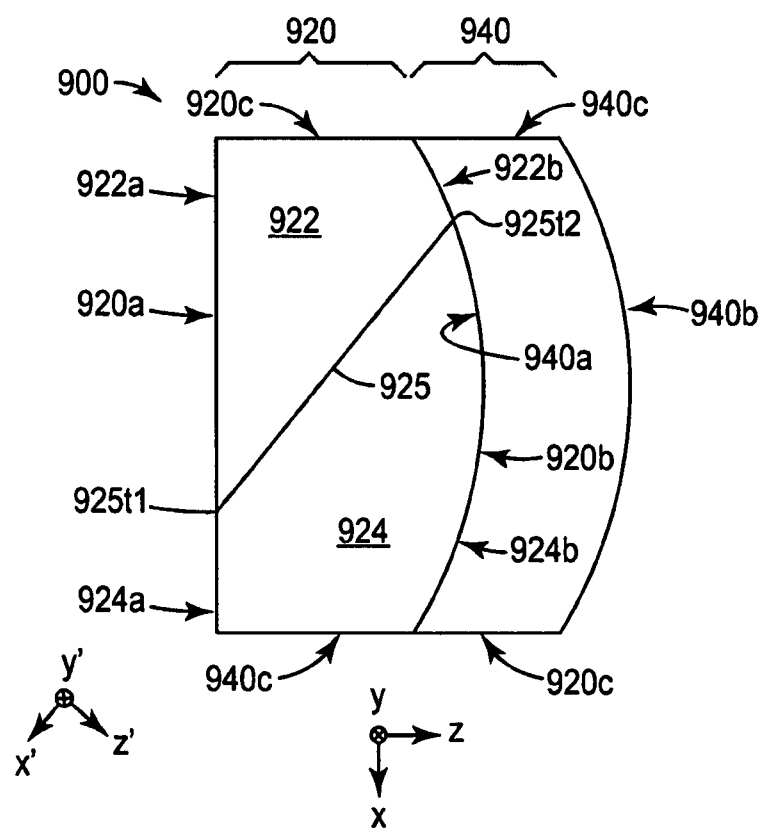


圖9

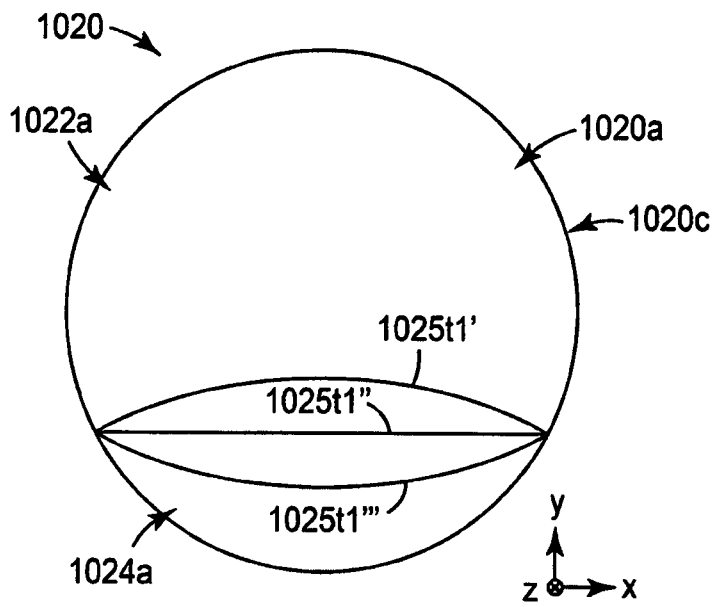


圖10

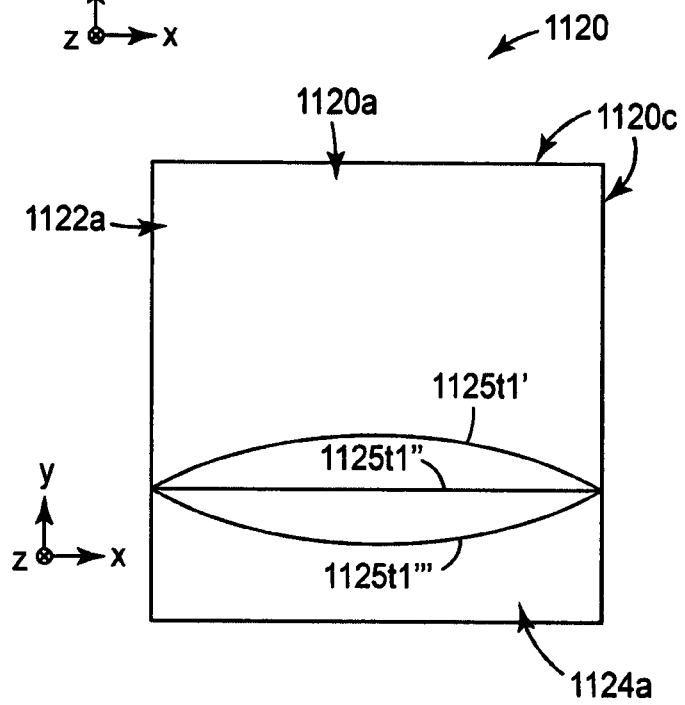


圖11

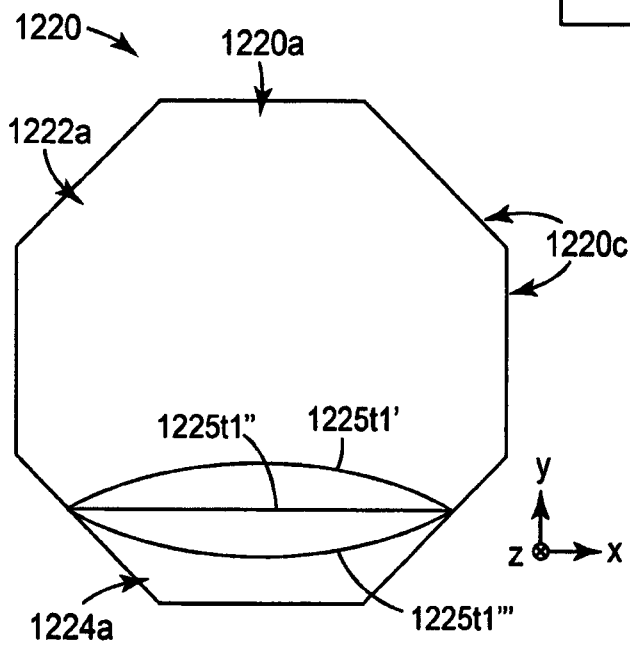


圖12

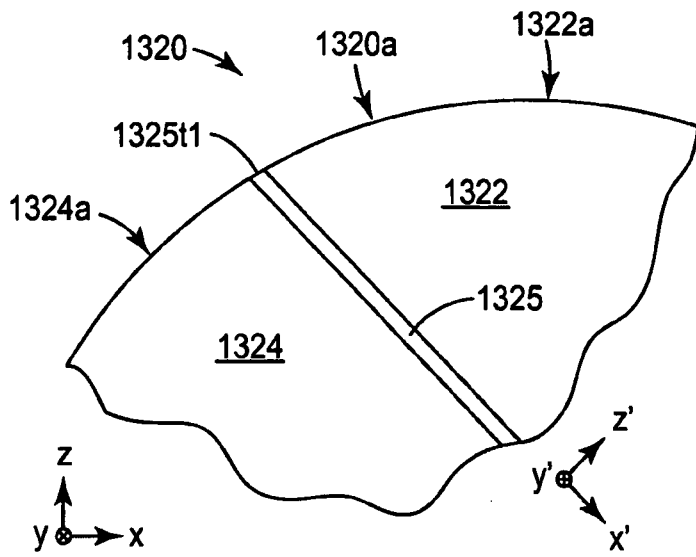


圖13

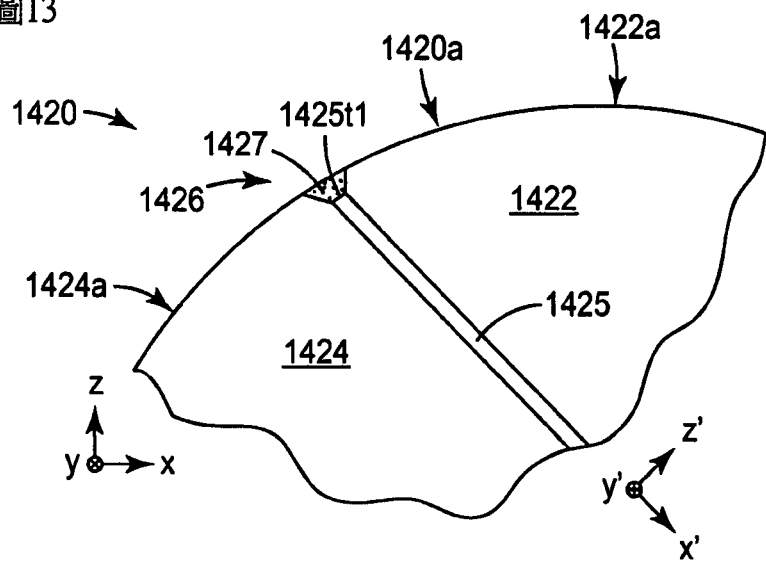


圖14

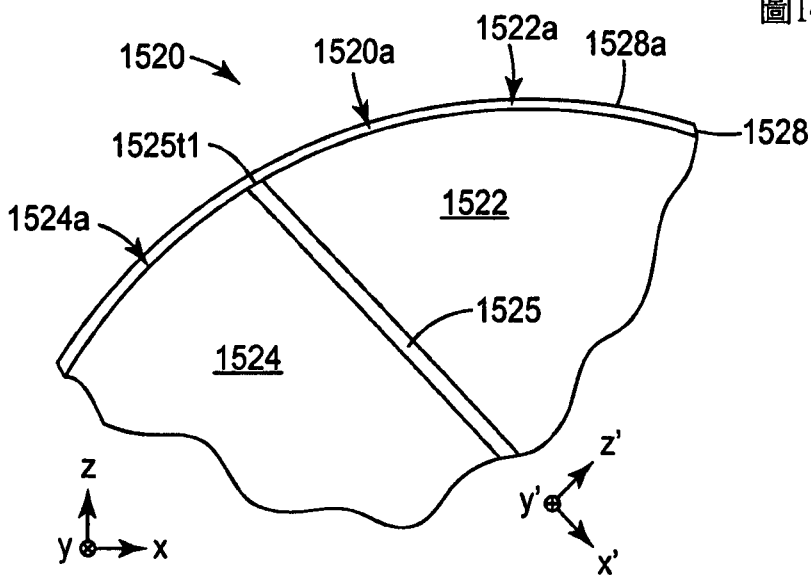


圖15

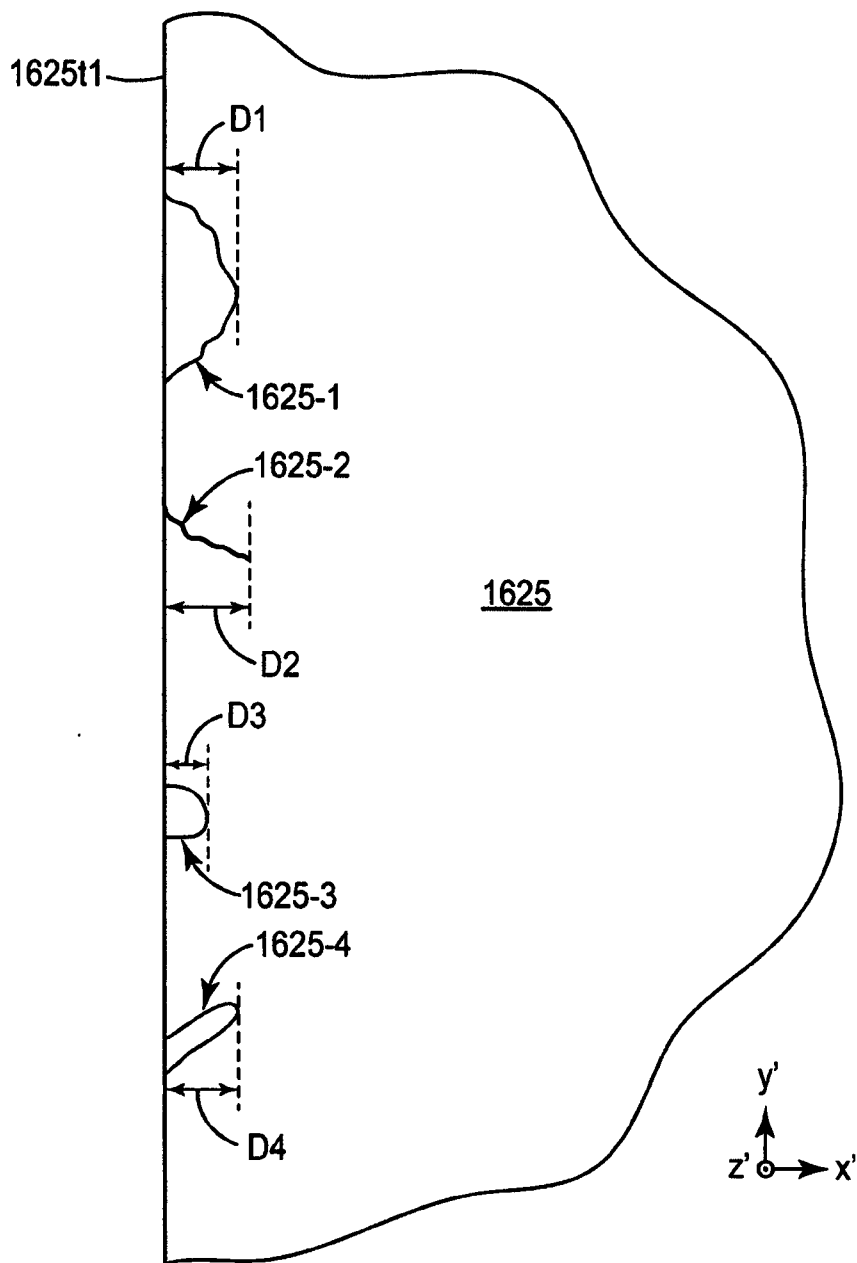


圖16

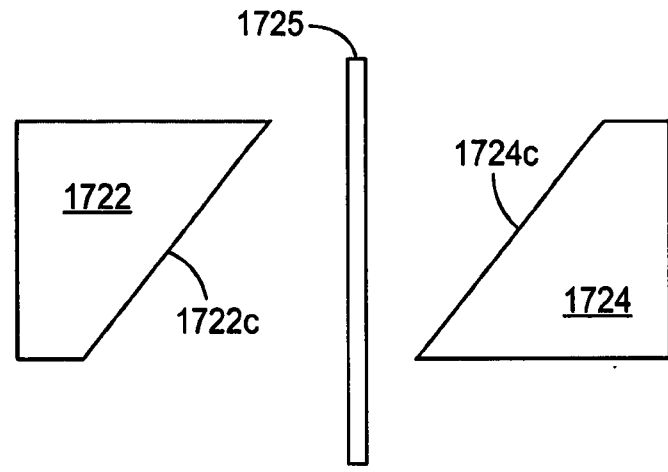


圖17A

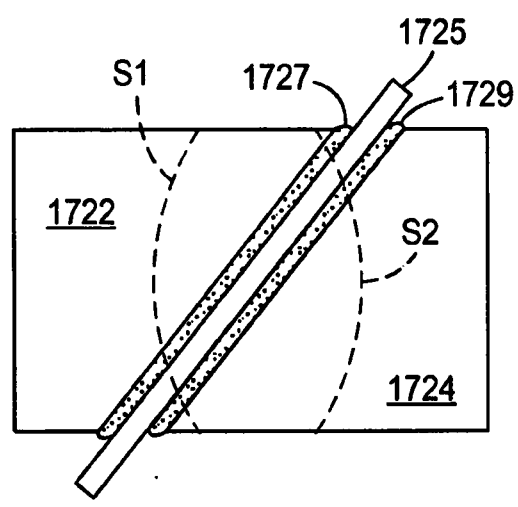


圖17B

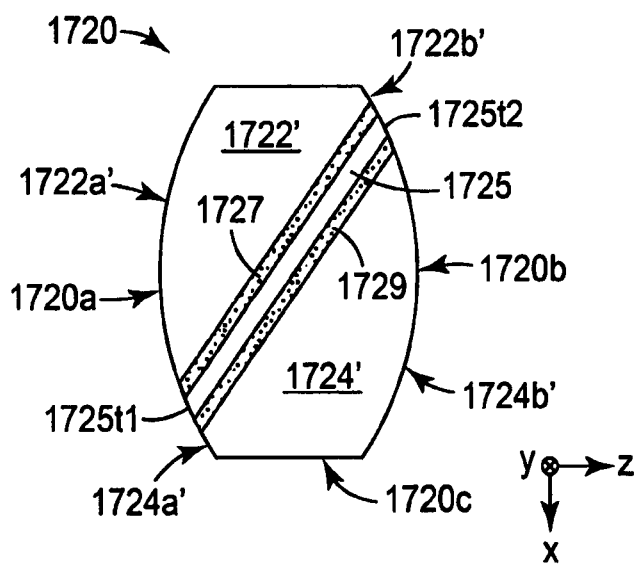


圖17C

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】 用於近眼式顯示系統之具有嵌入式多層光學薄膜的透鏡及光學組件及含彼之顯示系統

LENS AND OPTICAL COMPONENTS WITH
EMBEDDED MULTILAYER OPTICAL FILM FOR
NEAR-EYE DISPLAY SYSTEMS AND DISPLAY
SYSTEMS COMPRISING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明大致上係關於透鏡及相關光學組件，具體應用於為分束(beamsplitting)而包括部分反射元件的透鏡。本發明亦關於相關聯的物件、系統及方法。

【先前技術】

【0002】 光學分束器屬於已知技術。某些分束器係藉由將兩個稜鏡黏接在一起且兩者之間具有一反射薄膜而製成。反射薄膜一般是在分束器的對邊之間延伸。請參照例如美國專利第 7,329,006 號 (Aastuen 等人)。

【0003】 包括複合透鏡 (其中二或更多個單透鏡黏接在一起) 之透鏡亦屬於已知技術。美國專利第 5,654,827 號 (Reichert) 論述透鏡，在其中透鏡係藉由一分束器區分成兩個零件。

【0004】 抬頭顯示器或頭戴式顯示器 (在本文中統稱為 HUD) 可投射佔據一使用者全部或部分視野的一影像。某些 HUD 使用一組合器光學器件 (combiner optic)，其整合投影影像與外界環境之普通影像。在某些情況中，HUD 是一近眼式顯示器 (Near-Eye Display, NED)，其可具有與眼鏡類似的一外觀尺寸。請參照例如美國專利第 6,353,503 號 (Spitzer 等人)。

【發明內容】

【0005】 在近眼式顯示器及類似系統中，眼鏡的透鏡部分期望結合現實(world)及擴增（投射）視界，提供帶有最少假影的高品質光學效能，並且亦具有足以耐受眼鏡典型之正常拿取及使用的穩固性。

【0006】 包括經組態成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光之聚合物層堆疊的多層光學薄膜，目前已在各種需要高品質光學效能（帶有最少假影）的應用中使用多年，例如供膝上型電腦用的背光顯示器應用。然而，將此類薄膜嵌入於透鏡中當作分束器使用，具體而言指將分束器設計成相對於透鏡光軸為離軸，亦指堆疊中至少某些聚合物層具有雙折射性的情況，會造成某種設計上的挑戰性，並且絕非簡單的事情。若透鏡光軸與光學薄膜定向之間的未對準程度夠大，則光學薄膜可能與透鏡的光學表面交切或相交。此相交導致光學表面產生分叉(bifurcation)，其中多層光學薄膜之一緣邊在已分叉光學表面的兩個部分之間形成一條分離線。具有雙折射性之聚合物層傾向比各向同性之聚合物層更易脆，並且相較於不含雙折射層之替代薄膜，含有雙折射聚合物層之一多層光學薄膜的緣邊會因此傾向於在此緣邊處具有更多破碎、裂痕及/或剝離。此類破碎、裂痕及其他緣邊缺陷若是出現在薄膜的緣邊，則有可能明顯降低透鏡的光學效能，具體來說是因為其等位於透鏡光學表面處或附近，直接就在入射光射線的路徑上，並且是在光學系統的通光孔徑(clear aperture)內。

【0007】 我們已發現含有雙折射聚合物層的多層光學薄膜可成功嵌入於透鏡中，用以提供可適用於近眼式顯示器及類似應用的分束功

能。若透鏡光軸與多層光學薄膜定向之間未對準的程度使得透鏡之光學表面因薄膜而分叉，則可注意要確保在已分叉光學表面之若干部分之間形成一條分離線的多層光學薄膜緣邊沒有例如破碎、裂痕、或剝離等過多缺陷，因此使透鏡能具有高品質光學效能。確保薄膜緣邊具有最少緣邊缺陷亦可或替代地在產品製造、安裝、或使用期間，藉由在透鏡中可能出現的應力存在下，降低透鏡在薄膜緣邊破裂（例如因遍及薄膜各處的緣邊剝離所致）的或然率，而增進產品穩固性。

【0008】 因此，所揭示的透鏡中，透鏡係由至少兩個區段或主體（其等經塑形成互相嵌合）所構成，並且在該兩個區段之間包夾一多層光學薄膜。各區段之若干平滑表面組合以提供透鏡的第一光學表面，例如內凹、外凸、或平坦的光學表面。多層光學薄膜包括一聚合物層堆疊，其組態成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光，聚合物層之至少一些具有雙折射性。多層光學薄膜因而可以是或包含（例如）反射偏光器及/或窄頻帶或其他之陷波反射器(notched reflector)。多層光學薄膜具有一延伸緣邊或終端，其使得該兩個區段的平滑表面分離。任何可能沿著延伸終端存在的緣邊缺陷（例如，裂痕或剝離），其特徵皆在於不大於 100 微米或 50 微米之平均缺陷距離。

【0009】 我們在本文中尤其亦描述透鏡，其具有藉由一圓周表面連接之對置的第一及第二光學表面，此一透鏡亦包括一第一與第二透鏡區段及一多層光學薄膜（其嵌入於第一與第二透鏡區段之間的透鏡中）。第一透鏡區段具有一第一平滑表面及一側表面，並且第二透鏡區段具有一第一平滑表面、一第二平滑表面及一側表面。多層光學薄膜

包括複數個聚合物層，其等組態成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光，聚合物層之至少一些具有雙折射性。透鏡的第一光學表面包括第一透鏡區段之第一平滑表面及第二透鏡區段之第一平滑表面。第二光學表面包括第二透鏡區段之第二平滑表面。多層光學薄膜包括一第一延伸終端，其使得第一透鏡區段之第一平滑表面與第二透鏡區段之第一平滑表面分離。

【0010】 圓周表面可包括第一透鏡區段之側表面及第二透鏡區段之側表面。在某些情況中，第一光學表面可包括第一延伸終端。在某些情況中，第一延伸終端可設置於一第一延伸凹口中，第一延伸凹口使得第一透鏡區段之第一平滑表面與第二透鏡區段之第一平滑表面分離，並且第一延伸凹口之深度可不大於 250 微米。

【0011】 倘若多層光學薄膜沿著第一延伸終端具有任何緣邊缺陷，此類緣邊缺陷之特徵可在於不大於 100 微米、或不大於 50 微米之一第一平均缺陷距離。

【0012】 第一光學表面可為彎曲，並且第一延伸終端可為弧形。反之，第一光學表面可為平坦，並且第一延伸終端可呈直線。

【0013】 第一透鏡區段亦可具有一第二平滑表面，並且第二光學表面可包括第一透鏡區段之第二平滑表面及第二透鏡區段之第二平滑表面，且多層光學薄膜可包括一第二延伸終端，其使得第一透鏡區段之第二平滑表面與第二透鏡區段之第二平滑表面分離。在此類情況中，第二光學表面亦可包括第二延伸終端。第二延伸終端可替代地設置於一第二延伸凹口中，第二延伸凹口使得第一透鏡區段之第二平滑

表面與第二透鏡區段之第二平滑表面分離。倘若多層光學薄膜沿著第二延伸終端可能具有任何緣邊缺陷，此類緣邊缺陷之特徵可在於不大於 100 微米、或不大於 50 微米之一第二平均缺陷距離。

【0014】 多層光學薄膜可組態為對於垂直入射光之至少一可見波長之一反射偏光器。此外或替代地，多層光學薄膜可組態為對於垂直入射光之至少一偏振狀態之一陷波濾波器。在此類情況中，多層光學薄膜亦可組態為對於垂直入射光之至少一可見波長之一反射偏光器。

【0015】 透鏡亦可包括一保護塗層，其覆蓋第一透鏡區段之第一平滑表面、第二透鏡區段之第一平滑表面及第一延伸終端。透鏡亦可包括覆蓋第一光學表面或第二光學表面之一吸收層，並且該吸收層可以是或包括一吸收偏光器。透鏡亦可黏結至一第二透鏡以提供一複合透鏡。透鏡亦可為一系統之部分，該系統亦包括設置成將成像光引導朝向多層光學薄膜之一成像裝置。多層光學薄膜可組態成用以選擇性地反射具有一第一特性之可見光，並且選擇性地透射具有一第二特性之可見光，且成像光可包含第一特性。第一及第二特性分別可為正交的第一及第二偏振狀態，並且透鏡可進一步包括一吸收偏光器，其組態成用以吸收第二偏振狀態之光。該系統可以是或包括眼鏡。

【0016】 亦揭示光學組件，其等具有藉由一圓周表面連接之對置的第一及第二光學表面，此一光學組件包括一第一區段、一第二區段、及嵌入於介於第一區段與第二區段之間之光學組件中的一多層光學薄膜。第一區段可具有一第一平滑表面及一側表面，並且第二區段可具有一第一平滑表面、一第二平滑表面、及一側表面，且第二區段

可經塑形成用以與第一區段嵌合。多層光學薄膜可包括複數個聚合物層，其等配置成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光，聚合物層之至少一些具有雙折射性。第一光學表面可包括第一區段之第一平滑表面及第二區段之第一平滑表面，並且第二光學表面可包括第二區段之第二平滑表面，且多層光學薄膜可包括一第一延伸終端，其使得第一區段之第一平滑表面與第二區段之第一平滑表面分離。在某些情況中，第一及第二光學表面都可呈平坦。

【0017】 亦揭示製作透鏡的方法，此類方法包括：提供一第一光學體及一第二光學體，第二光學體經塑形成用以與第一光學體嵌合；提供一多層光學薄膜，多層光學薄膜包括複數個聚合物層，其等組態成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光，聚合物層之至少一些具有雙折射性；將第一及第二光學體黏結在一起且使多層光學薄膜包夾於兩者之間以形成一複合光學體；在複合光學體中成形一第一光學表面，該成形經實施以賦予一第一平滑表面給第一光學體並賦予一第二平滑表面給第二光學體，第一及第二平滑表面是第一光學表面之部分，光學體亦具有（或係製作成具有）與第一光學表面對置的一第二光學表面、及連接第一與第二光學表面之一圓周表面；以及沿著使第一平滑表面與第二平滑表面分離之一延伸終端，終止多層光學薄膜。

【0018】 該終止可經實施以避免沿著延伸終端在多層光學薄膜中出現緣邊缺陷，其中任何此類緣邊缺陷的特徵皆在於不大於 100 微米、或不大於 50 微米之一第一平均缺陷距離。該終止可包括拋光多層光學薄膜之一端，並且該成形可包括拋光第一及第二光學體。

【0019】 亦論述相關方法、系統及物件。

【0020】 從下文實施方式將可容易明白本申請案之此等及其他態樣。然而，以上發明內容絕不應該解讀為所主張標的之限制，該標的僅由所附申請專利範圍界定，其可在審查(prosecution)期間修正。

【圖式簡單說明】

【0021】

圖 1 是系統之示意透視圖，系統包括具有嵌入式多層光學薄膜之一透鏡；

圖 2A 及圖 2B 是眼鏡的示意俯視圖，其併入具有嵌入式多層光學薄膜之透鏡及成像裝置；

圖 3 是一多層光學薄膜之一部分之示意側視或剖視圖；

圖 4A、圖 4B 及圖 4C 是多層光學薄膜之各項可行實施例之反射率對波長的理想、假想圖；

圖 5A 至圖 5C 是系統的示意側視或剖視圖，其中一成像裝置將成像光注入於具有嵌入式多層光學薄膜之一透鏡中；

圖 6 是另一系統的示意側視或剖視圖，其中一成像裝置將成像光注入於具有嵌入式多層光學薄膜之一透鏡中；

圖 7 及圖 8 是更多具有嵌入式多層光學薄膜之透鏡的示意側視或剖視圖；

圖 9 是一複合透鏡之示意側視或剖視圖，其中複合透鏡之一者具有一嵌入式多層光學薄膜；

圖 10 是具有嵌入式多層光學薄膜之一透鏡的示意正視圖，該多層光學薄膜具有設置於透鏡一光學表面處或附近之一延伸終端；

圖 11 及圖 12 是具有替代的周圍形狀之透鏡的示意正視圖；

圖 13、圖 14 及圖 15 是部分透鏡的示意剖視圖，其中一多層光學薄膜包夾於兩個透鏡區段之間，並且多層光學薄膜之一終端設置於透鏡之一彎曲光學表面處或附近；

圖 16 是一多層光學薄膜之示意平面或剖視圖，其沿著薄膜之延伸終端，具有各種理想化的緣邊缺陷；以及

圖 17A 至圖 17C 是顯示一多層光學薄膜要如何與兩個光學體組合才能製造具有嵌入式多層光學薄膜之一透鏡的示意側視或剖視圖。

【0022】 圖式中，相似元件符號指代相似元件。

【實施方式】

【0023】 如上述，我們已開發出由至少兩個區段或主體（其等經塑形成互相嵌合）所構成、並且在該兩個區段之間包夾一多層光學薄膜的透鏡。多層光學薄膜為部分透射且部分反射，以使透鏡具有一分束能力。部分透射及反射可主要依據垂直入射光之偏振狀態而變化（正如寬頻帶反射偏光器）、或可主要依據光波長而變化（正如陷波濾波器）、或可為上述的組合，及/或與其他特性組合。多層光學薄膜在透鏡內經定向，使得薄膜之一緣邊或終端與透鏡之一光學表面相交。終端使該兩個透鏡區段每一者之若干平滑表面分離，此些平滑表面結合提供透鏡之一光學表面。可沿著薄膜終端存在的任何緣邊缺陷（例

如，裂痕或剝離)，其特徵皆可在於不大於 100 微米或 50 微米之平均缺陷距離。

【0024】 請參照圖 1，圖中繪示一系統 110 之示意圖，系統 110 包括具有嵌入式多層光學薄膜 125 之一透鏡 120。例如，系統 110 可以是或包括一抬頭顯示器、一頭戴式顯示器、或一近眼式顯示器。薄膜 125 提供具有分束能力之透鏡 120，使得一觀測者可（經由完全透射通過透鏡 120 之光）觀視存在於透鏡對置側之物體（我們將其稱為現實視界(world view)），並且亦可（經由薄膜 125 反射並至少部分透射通過透鏡 120 的光）觀視一成像裝置 130 所產生的影像（我們稱其為投射視界）。圖式中所示的眼睛 102 代表觀測者的一隻眼睛。箭號 132a 代表成像裝置 130 所發射的光，且箭號 132b 代表已由多層光學薄膜 125 反射之出自成像裝置 130 之光。

【0025】 透鏡 120 具有一第一光學表面 120a 及對置於第一光學表面 120a 的一第二光學表面 120b。在所繪示的實施例中，這些光學表面各具有一圓形孔徑及一圓形緣周。第一光學表面 120a 背對觀測者並面向遠離觀測者之物體，而第二光學表面 120b 則面向觀測者並背對遠端物體。光學表面 120a、120b 主要係平滑的，使得光能以一可預測方式於該等表面折射，而僅有極少或不具有表面散射。表面 120a、120b 係假設曝露於空氣或真空，但在其他情況中，其等可曝露於一不同透光介質，或其等可經外塗(overcoated)，並且在某些情況中經黏接至其他光學組件，如下文進一步論述者。為了要成為一合格透鏡，光學表面 120a、120b 至少一者呈現彎曲，例如外凸或內凹，而不是平

坦。曲率可呈球面，亦即，曲率在實質上整個光學表面上可具有一恆定的曲率半徑，或曲率可呈非球面而具有在光學表面上變動的一曲率半徑，通常是以一漸進且連續的方式變動。曲率提供透鏡 120 一非零光學功率，例如，會聚透鏡的情況中光學功率為正，發散透鏡的情況中光學功率為負，除非兩個光學表面的曲率相同，在這種情況中，透鏡 120 可具有一零光學功率，並且可不會聚也不發散。無論是球面或非球面，透鏡 120 呈彎曲之光學表面一般具有繞著一軸（例如，與透鏡 120 光軸重合之一軸）之一旋轉對稱。

【0026】 第一光學表面 120a 與第二光學表面 120b 係藉由一圓周表面 120c 互相連接。在繪示的實施例中，圓周表面 120c 為透鏡 120 之環狀側表面。

【0027】 從機械構造的觀點，透鏡 120 係由一第一透鏡區段 122、一第二透鏡區段 124 及一多層光學薄膜 125 所構成。區段 122、124 經調整大小且經塑形成互相嵌合，而薄膜 125 係插置於兩者的嵌合表面之間。例如藉由使用光學透明黏著劑、光學接合劑、或藉由其他適當手段，而使區段透過薄膜 125 互相黏結。薄膜 125 亦可設計成當其加熱時，其外層可熔融，但不至熔融或破壞提供薄膜部分反射性之內部微層（下文論述），並且熔融的外層接著可使薄膜 125 黏結至透鏡區段 122、124。薄膜 125 可（例如）具有由聚合物材料製成之光學厚外表層，其熔融溫度、軟化溫度及/或玻璃轉移溫度低於薄膜中的微層及/或比薄膜 125 的相變溫度(clearing temperature)還低，其中相變溫度係指薄膜 125 因過度曝熱而使其反射性顯著改變且不可逆的溫

度。薄膜 125 因此包夾於第一與第二透鏡區段之間並且嵌入於透鏡中，但可曝露於外部環境之薄膜 125 最外緣除外。

【0028】 第一及第二透鏡區段各具有一平滑表面，其形成部分第一光學表面 120a。換言之，第一透鏡區段 122 具有一平滑表面 122a，並且第二透鏡區段 124 具有一平滑表面 124a。這些平滑表面 122a、124a 不是隨機或任意經塑形、或相對於彼此而定向。反之，平滑表面係互相配合以遵循一相同輪廓形狀，此形狀為第一光學表面 120a 的形狀，例如，以一給定曲率或曲率分布內凹、或以一給定曲率或曲率分布外凸、或平坦。審視圖 1 可得知，平滑表面 122a、124a 確實並未互相交切或觸碰，而是由於透鏡區段 122、124 之間有多層光學薄膜 125 存在而藉由薄膜 125 之延伸終端或緣邊 125t1 分離。延伸終端存在於第一光學表面 120a 處或附近，係位於透鏡 120 的通光孔徑內，並且直接位於入射光射線的路徑上。這是因為光學薄膜 125 係相對於透鏡 120 之光軸，以一實質斜角定向。為了圖 1 的目的，薄膜 125 係假設為平面（或近似平面），並且第一光學表面 120a 係假設為外凸，其導致在沿著透鏡 120 的光軸觀視延伸終端 125t1 時呈弧形。

【0029】 透鏡區段 122、124 可由任何適當的透光光學材料製成，例如，光學透明聚合物（例如聚碳酸酯）、丙烯酸酯（例如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)）、環聚烯烴共聚物及/或環聚烯烴聚合物、或聚矽氧、或光學玻璃或陶瓷（例如鈉鈣玻璃）、硼矽玻璃、矽石、或藍寶石。一般來說，區段 122、124 係由相同或類似光學材料組成，並且具有相同或類似折射率。然而，在某些情況中，區段 122、124 係由實質

上不同光學材料構成，並且可具有與某些材料組合物實質上不同之折射率、或實質上相同之折射率。各區段的折射率一般為各向同性而不是雙折射。

【0030】 多層光學薄膜 125 包括複數個聚合物層，其等之光學厚度足夠小，其等之折射率沿著至少一軸有足夠的差異，並且其等配置成一或多個層堆疊或層封包，而使得其等互相配合以藉由相長或相消干涉選擇性地反射光。此選擇性反射讓某些光（例如，來自成像裝置 130 的可見光）得以反射，使用者因而可察覺投射視界，同時又讓其他光（例如，來自透鏡對置側遠端物體呈互補光譜或互補偏振狀態之可見光）得以透射，使用者因而可察覺現實視界。下文進一步提供更多適當多層光學薄膜的描述，但亦值得注意的是，一或多個層堆疊或層封包內的聚合物層之至少一些（且在某些情況中為全部或實質上全部）為雙折射。此雙折射一般係起因於一分層擠壓物在澆注後，依薄膜之一或兩個面內方向拉伸或以其他方式定向。

【0031】 多層光學薄膜 125 在透鏡 120 的外邊界或表面處或附近終止。由於薄膜之定向相對於透鏡 120 或其光軸歪斜或傾斜，薄膜 125 在第一光學表面 120a 的一緣邊或終端 125t1 終止。終端 125t1 使得平滑表面 122a 與平滑表面 124a 分離。於第二光學表面 120b，薄膜 125 亦可在一緣邊或終端 125t2 終止。終端 125t2 使區段 122 的另一平滑表面與區段 124 的另一平滑表面分離。終端 125t1、125t2、或其至少大部分係位於各別光學表面 120a、120b 的作用區域或孔徑內，且其等因而有可能實質上扭曲或以其他方式降低透鏡 120 的光學效能。任

何沿著薄膜終端之缺陷（在本文中稱為緣邊缺陷），例如薄膜破碎、薄膜裂痕、或薄膜剝離等，皆會使光折射或以其他方式重導向成依著不同於可由未扭曲或未擾動之光學表面所賦予之方向的方向傳播，因此扭曲或降低光學效能，例如在現實視界中引入一延伸的失真線，如透過透鏡 120 所看見者。由於透鏡 120 對多層光學薄膜之緣邊缺陷的敏感性，薄膜 125 可經切削、拋光及/或以其他方式處理，所採用的方式能減少此類緣邊缺陷之數量，並且確保缺陷（若有的話）實際上小到足以令任何光學降級或失真保持在可控制的程度。多層光學薄膜 125 的這種態樣亦在下文進一步論述。

【0032】 成像裝置 130 可以是或包含一 OLED 顯示器、一透射液晶顯示器、一反射 LC 顯示器（例如，矽基液晶(LCoS)顯示器等）、或一掃描式雷射裝置。裝置 130 及多層光學薄膜 125 可經過設計或選擇，使得其等具有用以增進系統效率之匹配或實質上匹配的光學特性，亦即，以致使薄膜 125 提供自裝置 130 高反射性之光，同時仍提供自遠端物體高透射性之光。因此，裝置 130 可發射偏極光，而薄膜 125 接著可經調適成對該偏振狀態具有高反射性，並且對正交偏振狀態之光具有低反射性（及高透射性）。替代地或此外，裝置 130 可選擇性地發射一或多個窄頻帶內的光（舉例而言，其可僅發射一窄頻帶內的光，例如光譜之紅色、綠色或藍色區域，或其可發射兩個或三個此類實質上未重疊之窄頻帶的光），並且薄膜可接著調適成僅在裝置 130 所發射的該一或多個窄頻帶具有高反射性。

【0033】 例如圖 1 所示之類的透鏡及成像裝置可併入至如以上論述之近眼式顯示器或類似光學系統中。此一系統之一實例係示意地顯示於圖 2A 及圖 2B。在圖中，眼鏡 210 併入一左透鏡 220 及一右透鏡 240，其等可相同於或類似於圖 1 之透鏡 120。眼鏡 210 提供亦容許使用者在一現實視界中看到遠端物體的近眼式顯示器（投射視界）。透鏡 220、240 係藉由一眼鏡架 212，分別在使用者眼睛 202、203 前方固持於定位。鏡架 212 亦可分別為左及右成像裝置 230、250 提供一嵌裝結構，其等可經通電以將成像光分別朝向左及右透鏡引導，成像光係藉由相關聯的多層光學薄膜反射，以對左及右眼睛提供投射視界。眼鏡 210 是在笛卡兒 x - y - z 座標系統的背景下顯示，其中使用者的眼睛是假設沿著與 x 軸平行的一軸而置，並且透鏡是假設定向成使得其光軸各平行於 z 軸延伸。

【0034】 各透鏡皆具有藉由一圓周表面連接之對置的第一及第二光學表面。因此，左透鏡 220 分別具有藉由一圓周表面 220c 連接之對置的第一及第二光學表面 220a、220b，並且右透鏡 240 分別具有藉由一圓周表面 240c 連接之對置的第一及第二光學表面 240a、240b。光學表面之曲率連同透鏡材料的折射率，決定透鏡的光學功率。亦假設各透鏡具有一光軸（參看透鏡 220、240 分別的軸 221、241），透鏡之光學表面可繞該光軸具有旋轉對稱。

【0035】 各透鏡 220、240 皆包含一嵌入式多層光學薄膜，其運作為一分束器，正如關於透鏡 120 所論述者。各透鏡亦都具有一種兩部分構造，其具有兩個經塑形成互相嵌合之不同透鏡區段，其中多層

光學薄膜係嵌入於其等之間。因此，透鏡 220 係由一第一透鏡區段 222、一第二透鏡區段 224 及一多層光學薄膜 225 所構成。區段 222、224 經調整尺寸並經塑形成互相嵌合，但將薄膜 225 插置於其等嵌合表面之間，並且使區段透過薄膜 225 互相黏結。透鏡 240 同樣係由一第一透鏡區段 242、一第二透鏡區段 244 及一多層光學薄膜 245 所構成。區段 242、244 經調整尺寸並經塑形成互相嵌合，但將薄膜 245 插置於其等嵌合表面之間，並且使區段透過薄膜 245 互相黏結。由於成像裝置係離軸置放，多層光學薄膜 225、245 為了將成像光適當引導至使用者的各別眼睛，係相對於其各別透鏡之光軸歪斜或傾斜。在圖式中，法線（正交）軸 225x 係垂直於多層光學薄膜 225 的平面，並且法線（正交）軸 245x 係垂直於多層光學薄膜 245 的平面。這些軸係相對於其各別透鏡之光軸傾斜，如圖式所示。

【0036】 關於左透鏡 220，第一及第二透鏡區段 222、224 具有平滑的外表面，該等表面經塑形並組態成共同遵循一相同輪廓形狀，此形狀為第一光學表面 220a 的形狀。在本實施例中，第一光學表面 220a 為外凸。由於法線軸 225x 與透鏡光軸 221 之間的傾斜量，多層光學薄膜 225 具有一延伸終端 225t1，其存在於第一光學表面 220a 處或附近，並且使透鏡區段 222、224 的平滑外表面分離。第一及第二透鏡區段 222、224 亦具有平滑的內表面，其等經塑形並組態成共同遵循一相同輪廓形狀，此形狀為第二光學表面 220b 的形狀。在本實施例中，第二光學表面 220b 為內凹。多層光學薄膜 225 具有一延伸終端 225t2，其存在於第二光學表面 220b 處或附近，並且使透鏡區段

222、224 平滑的內表面分離。第二光學表面 220b 與第一光學表面 220a 之曲率可相同或不同；若相同，則透鏡 220 可具有零光學功率。

【0037】 右透鏡 240 之構造可為左透鏡 220 之一確切或近似的鏡像。若其等為互相近似的鏡像，則其等各別光學表面可具有不同光學功率及不同曲率，正如習用眼鏡中的透鏡經常具有不同光學功率以補償使用者左右兩眼光學處方(optical prescription)的差異。

【0038】 因此右透鏡 240 之第一及第二透鏡區段 242、244 具有平滑的外表面，其等經塑形並組態成共同遵循一相同輪廓形狀，此形狀為第一光學表面 240a 的形狀。在本實施例中，第一光學表面 240a 為外凸。多層光學薄膜 245 具有一延伸終端 245t1，其存在於第一光學表面 240a 處或附近，並且使透鏡區段 242、244 的平滑外表面分離。第一及第二透鏡區段 242、244 亦具有平滑的內表面，其等經塑形並組態成共同遵循一相同輪廓形狀，此形狀為第二光學表面 240b 的形狀。在本實施例中，第二光學表面 240b 為內凹。多層光學薄膜 245 具有一延伸終端 245t2，其存在於第二光學表面 240b 處或附近，並且使透鏡區段 242、244 平滑的內表面分離。第二光學表面 240b 與第一光學表面 240a 之曲率可相同或不同；若光學表面之曲率相同，則透鏡 240 可具有零光學功率。

【0039】 成像裝置 230、250 可相同於或類似於先前所述用以最大化或增進系統效率之成像裝置 130。成像裝置可經調適或選定成匹配或實質上匹配其等各別多層光學薄膜 225、245 之光學特性（例如偏光及/或波長特性）。

【0040】 在提供使用者現實視界（圖 2A）之光及提供使用者投射視界（圖 2B）之光的情境中展示眼鏡 210。在圖 2A 中，來自一遠端物體之光 204a 照射在左透鏡 220 上，而照於第一光學表面 220a。此光有部分通過透鏡，出射第二光學表面 220b，並且以光 204b 進入眼睛 202。通過透鏡 220 的光至少某部分被多層光學薄膜 225 透射，但至少某部分光可不通過薄膜 225，而是可完全避開薄膜 225，但藉由遵循一條路徑而通過透鏡 220，該條路徑從第一光學表面 220a 指引至第二光學表面 220b 而未橫穿薄膜 225。請注意，光 204a 有部分可在第一光學表面 220a 經歷菲涅耳(Fresnel)反射，並且某部分可被多層光學薄膜 225 反射，而不是透射。右透鏡 240 可按照類似於左透鏡 220 的方式操作。因此，來自遠端物體之光 205a 照射在右透鏡 240 上，而照於第一光學表面 240a。此光有部分通過透鏡，出射第二光學表面 240b，並且以光 205b 進入眼睛 203。通過透鏡 240 的光至少某部分被多層光學薄膜 245 透射，但至少某部分可不通過薄膜 245，而是可完全避開薄膜 245，但藉由遵循一條路徑而通過透鏡 240，該條路徑從第一光學表面 240a 指引至第二光學表面 240b 而未橫穿薄膜 245。光 205a 有部分可在第一光學表面 240a 經歷菲涅耳反射，並且某部分可被多層光學薄膜 245 反射，而不是透射。

【0041】 在圖 2B 中，在光為使用者提供疊加在現實視界上的投射視界情境中展示眼鏡 210。此處，成像裝置 230、250 係通電並控制以分別朝向透鏡 220、240 分別發射成像光 232a、252a。此光至少有一部分透過第二光學表面（參照表面 220b 及 240b）進入透鏡，並且被

多層光學薄膜（薄膜 225 及薄膜 245）反射，但未抵達第一光學表面（參照表面 220a 及 240a），於是，光透過第二光學表面（參照表面 220b 及 240b）出射透鏡，並且分別以光 232b 及 252b 進入眼睛（參照眼睛 202 及眼睛 203）。

【0042】 如上述，本文所揭示透鏡中的嵌入式多層光學薄膜包括複數個聚合物層，其光學厚度足夠小，其折射率沿著至少一軸有足夠的差異，並且其配置成一或多個層堆疊或層封包，使得其互相配合以藉由相長或相消干涉選擇性地反射光。可在下列文獻中找到適當或潛在適當的多層光學薄膜之相關資訊：美國專利第 5,486,949 號（Schrenk 等人）「Birefringent Interference Polarizer」；美國專利第 5,882,774（Jonza 等人）「Optical Film」；美國專利第 6,045,894 號（Jonza 等人）「Clear to Colored Security Film」；美國專利第 6,179,948 號（Merrill 等人）「Optical Film and Process for Manufacture Thereof」；美國專利第 6,531,230 號（Weber 等人）「Color Shifting Film」；美國專利第 6,939,499 號（Merrill 等人）「Processes and Apparatus for Making Transversely Drawn Films with Substantially Uniaxial Character」；美國專利第 7,256,936 號（Hebrink 等人）「Optical Polarizing Films with Designed Color Shifts」；美國專利第 7,316,558（Merrill 等人）「Devices for Stretching Polymer Films」；PCT 公告第 WO 2008/144136 A1 號（Nevitt 等人）「Lamp-Hiding Assembly for a Direct Lit Backlight」；PCT 公告第 WO 2008/144656 A2 號（Weber 等人）「Backlight and

Display System Using Same」。為了簡便起見，我們搭配圖 3 及圖 4 概述適當多層光學薄膜的一些相關態樣，其等可在所揭示的透鏡中使用。

【0043】 圖 3 展示一典型多層光學薄膜 325 有關其自身笛卡兒 $x'-y'-z'$ 座標系統的示意圖，其中薄膜 325 平行於 x' 軸及 y' 軸延伸，而且 z' 軸係與薄膜及其組成層垂直，並且與薄膜之一厚度軸平行。薄膜 325 不需完全平坦，而是可為彎曲或呈其他形狀而偏離一平面，且甚至在薄膜中有任意的小部分或區域可與一局部笛卡兒座標系統相關聯之情況中亦然，如圖所示。

【0044】 多層光學薄膜 325 係部分反射且部分透光。當然，一般來說，透射(T)加反射(R)加吸收(A)等於百分之百，或 $T + R + A = 100\%$ 。在例示性實施例中，薄膜 325 完全係由在受關注的波長光譜內（例如，可見光譜內）具有低吸收性的材料所組成。在此類情況中，因為 $T + R = 100\% - A$ ，所以彼光譜範圍內的反射及透射呈現互補關係，並且由於 A 小，因此 $T + R \approx 100\%$ 。此類薄膜的高反射性（例如，於一給定波長下，或就一給定偏振狀態而言）係與低透射相關聯，並且低反射性係與高透射性相關聯。

【0045】 多層光學薄膜包括具有不同折射率之個別層，以至於有部分光在介於相鄰層之間的界面處反射。這些層有時稱為「微層」，其薄到足以令複數個界面處反射之光經歷相長或相消干涉，以賦予所欲的反射或透射性質給多層光學薄膜。對於設計成反射紫外光、可見光或近紅外線波長的光的多層光學膜來說，其各微層通常具有小於約 1

μm 的光學厚度（實體厚度乘上折射率）。然而，還可包括較厚層，例如在多層光學薄膜之外表面處的表層、或設置於多層光學薄膜內之保護邊界層(PBL)，用以分離微層的相聯接群組（稱為「堆疊」或「封包(packet)」)。在圖 3 中，微層係以「A」或「B」標示，「A」層係由一種材料構成，而「B」層則係由一不同材料構成，這些層係依交替配置予以堆疊，以形成光學重複單元或單元格(unit cell)ORU 1、ORU 2、... ORU 6，如圖所示。一般來說，若所欲為高反射性，則完全由聚合材料構成之多層光學薄膜會包括遠超過 6 個光學重複單元。圖式底部處實質上較厚的層 327 可代表一外表層、或將圖式中所示之微層堆疊與另一微層堆疊或微層封包（圖未示）分離的一 PBL。若需要，可例如以一或多個厚黏著層、或利用壓力、熱、或用以形成一層板或複合薄膜之其他方法，將二或更多個分離的多層光學薄膜層壓在一起。

【0046】 關於一多層光學薄膜堆疊內相鄰的微層，我們稱微層其中一者（例如，圖 3 中的「A」層）對於沿著主 x' 、 y' 及 z' 軸（例如圖 3 所示者）偏極化之光的折射率分別為： n_{1x} 、 n_{1y} 及 n_{1z} 。我們稱相鄰微層（例如，圖 3 中的「B」層）沿著相同軸的折射率分別為： n_{2x} 、 n_{2y} 、 n_{2z} 。一層多層光學薄膜 325、或任何材料，若在一關注的波長範圍內（例如，光譜在紫外線、可見光及/或紅外線部分中選定的波長或頻帶）具有一各向異性介質張量，則視為「具有雙折射性」。換言之，若一材料或層之主折射率（例如， n_{1x} 、 n_{1y} 、 n_{1z} ）並非全部相同，則視為「具有雙折射性」。多層光學薄膜 325 之至少一封包中至

少某些微層具有雙折射性，並且在某些情況中，薄膜 325 中或其封包中的全部或實質上全部微層都可具有雙折射性。關於一封包中任兩個相鄰微層（任一者或兩者皆可具有雙折射性或可不具有雙折射性），我們稱其各別折射率之差異為：沿著 x' 方向是 $\Delta n_x (= n_{1x} - n_{2x})$ 、沿著 y' 方向是 $\Delta n_y (= n_{1y} - n_{2y})$ ，及沿著 z' 方向是 $\Delta n_z (= n_{1z} - n_{2z})$ 。這些折射率差異的本質，結合薄膜中（或給定薄膜堆疊中）微層的數目及其厚度分布，控制了一給定區域中薄膜（或給定薄膜堆疊）的反射及透射特性。

【0047】 例如，如果相鄰微層沿著一面內方向之折射率失配大（ Δn_x 大），而沿著正交面內方向之折射率失配小（ $\Delta n_y \approx 0$ ），則薄膜或封包可作用為垂直入射光之反射偏光器。或者，如果相鄰微層沿著兩個面內軸的折射率失配都大（ Δn_x 大且 Δn_y 也大），則薄膜或封包可作用為正軸鏡(on-axis mirror)。藉由調適微層堆疊的層厚梯度來調適（多個）光波長帶，反射偏光器或鏡在此範圍內反射垂直入射光。對於傾斜入射光，相鄰微層之間各界面的反射性，係受到微層沿著 z' 軸（亦即：沿著薄膜 325 之厚度軸）的折射率所影響。藉由選擇適合的微層材料，相鄰微層可製作成沿著 z 軸呈現折射率匹配($\Delta n_z \approx 0$)或失配（ Δn_z 大），並且在某些情況中，此失配 Δn_z 可與（多個）面內折射率失配之極性或正負號相同，而在其他情況中，此失配 Δn_z 可與（多個）面內折射率失配之極性或正負號相反。無論傾斜入射光之 p 偏光分量的反射率隨著入射角增大而增大、減小、或維持不變，此調適 Δn_z 都扮演關鍵角色。

【0048】 在某些情況中，微層可具有對應於 $\frac{1}{4}$ 波堆疊之厚度及折射率值，亦即，配置於各具有兩個相等光學厚度之相鄰微層的光學重複單元中（ f 比值 = 50%， f 比值為一組成層「A」之光學厚度對完整光學重複單元之光學厚度的比率），此光學重複單元在藉由波長 λ 為光學重複單元之總光學厚度的兩倍之相長干涉光進行反射方面有成效。在其他情況中，光學重複單元中微層的光學厚度可互相不同，因此 f 比值大於或小於 50%。在圖 3 的實施例中，「A」層係概括地繪示成比「B」層還薄。各繪示的光學重複單元（ORU 1、ORU 2 等）皆具有一等於其「A」及「B」組成層光學厚度總和的光學厚度（ OT_1 、 OT_2 等），並且各光學重複單元皆反射波長 λ 為其總光學厚度兩倍之光。

【0049】 在某些實施例中，一層堆疊中光學重複單位之光學厚度可全部彼此相等，以提供窄反射頻帶之高反射率（係置中於等於各光學重複單元光學厚度兩倍的波長）。圖 4A 的理想圖中展示此敘述，其中曲線 402 是一多層光學薄膜或其微層封包之反射率光譜，此光譜在可見波長光譜的綠區中具有一強、窄反射頻帶 402a。圖 4B 中展示含有此三種封包（其平均層厚度不同）之薄膜的一反射光譜，其中曲線 404 是在可見光譜之紅色（頻帶 404c）、綠色（頻帶 404b）及藍色（頻帶 404a）區域中具有強、窄反射頻帶之理想化反射率光譜。

【0050】 在其他實施例中，光學重複單元之光學厚度可根據沿著 z 軸或薄膜厚度方向之厚度梯度而不相同，藉此光學重複單元之光學厚度隨著一者從堆疊之一側（例如，頂部）行進至堆疊之另一側（例如，底部）而增大、減小、或遵循某種其他函數關係。此類厚度梯度

可用於提供加寬之反射頻帶，以在關注的延伸波長帶內且亦在關注的角度上，提供實質上光譜平坦的光之透射及反射。圖 4C 的理想圖中展示此敘述，其中曲線 406 在可見波長光譜內寬廣延伸。在此方法的變化例中，層厚度剖面可經調適以在寬波長範圍內提供高反射率，但在一或多個窄透射頻帶中（例如紅色、綠色及/或藍色區域之可見光譜中）提供低反射率及高透射率。提供一或多個此種窄透射頻帶、或一或多個窄反射頻帶之多層光學薄膜（參照圖 4A 及圖 4B）在本文中係稱為陷波反射器(notched reflector)或陷波濾波器(notched filter)。

【0051】 前文中所述的光譜反射率特性（包括圖 4A 至圖 4C 中所展示者）可為反射所有偏振之多層光學薄膜之特徵、或反射一種偏振狀態並透射正交偏振狀態之多層光學薄膜之特徵。例如，一陷波濾波器可對偏振實質上不敏感，從而在（多個）反射頻帶內以正交入射或以一設計入射角反射兩種正交偏振狀態，或其可對偏振敏感，從而在（多個）反射頻帶內反射僅一個偏振狀態並透射正交偏振狀態。

【0052】 亦可使用經調適以令高反射與高透射之間波長轉變處之頻帶緣邊銳化的厚度梯度，如美國專利第 6,157,490 號（Wheatley 等人）「Optical Film With Sharpened Bandedge」中所論述者。對於聚合多層光學薄膜，反射頻帶可設計成具有銳化的頻帶緣邊及「平坦頂部」之反射頻帶，其中的反射性質在應用波長範圍內基本上恆定。亦考量其他層配置，例如具有 2 個微層光學重複單元之多層光學薄膜（其 f 比值不為 50%）、或其光學重複單元包括多於兩個微層之薄膜。這些替代性光學重複單元設計可組態成用以減弱或激發特定較高階反

射，其可實用於所欲反射頻帶存在於或延伸至近紅外線波長的情況。參照（例如）下列美國專利：第 5,103,337 號（Schrenk 等人）之「Infrared Reflective Optical Interference Film」、第 5,360,659 號（Arends 等人）之「Two Component Infrared Reflecting Film」、第 6,207,260 號（Wheatley 等人）之「Multicomponent Optical Body」及第 7,019,905 號(Weber)之「Multi-layer Reflector With Suppression of High Order Reflections」。

【0053】 例示性多層光學薄膜 325 係由聚合物材料構成，並且可使用共擠出、澆注及定向程序加以製造。請參閱美國專利第 5,882,774 號（Jonza 等人）之「Optical Film」、美國專利第 6,179,948 號（Merrill 等人）之「Optical Film and Process for Manufacture Thereof」及第 6,783,349 號（Neavin 等人）之「Apparatus for Making Multilayer Optical Films」。可藉由共擠出聚合物來形成多層光學薄膜，如任一前述參考文獻所述。較佳地，選擇各種層的聚合物以具有類似的流變性質（例如，熔融黏度），使得可將聚合物共擠壓但無顯著的流量擾動。選擇擠壓條件以依持續且穩定的方式適當地進料、熔融、混合及泵送各別聚合物來作為進料流或熔融流。用於形成並保持各熔融流之溫度可選擇成在一範圍內，其避免溫度範圍低端出現的凍結、結晶、或不當高壓力降，並且避免此範圍高端出現的材料劣化。

【0054】 簡短摘要而言，本製造方法可包含：(a)提供對應於待於成品薄膜中使用的第一及第二聚合物的至少一第一及一第二樹脂

流；(b)使用適當的分流器(feedblock)，將第一及第二流分成複數層，該分流器例如包含下列者：(i)包含第一及第二流道之一梯度板，其中第一流道具有沿著流道從一第一位置改變至一第二位置之一截面積，(ii)一進料器管板，其具有與第一流道流體連通之第一複數個導管及與第二流道流體連通之第二複數個導管，各導管皆給料予其本身的各別狹縫模具，各導管皆具有一第一端及一第二端，導管的第一端與流道流體連通，並且導管的第二端與狹縫模具流體連通，以及(iii)選擇性地，置於該等導管近端處的一軸桿加熱器；(c)透過一擠壓模具遞送複合流以形成一多層卷材，其中各層皆大致上平行於相鄰層的主表面；以及(d)將多層卷材澆注到一冷卻輥（有時稱為澆注輪(casting wheel)或澆注滾筒(casting drum)）上，以形成一澆注多層膜。此澆注膜具有的層數可相同於成品薄膜，但澆注膜之層一般比成品薄膜的層厚很多。再者，澆注膜之層一般全屬於各向同性。

【0055】 亦可使用製造澆注多層卷材的許多替代方法。美國專利第 5,389,324 號（Lewis 等人）中描述一種亦利用聚合物共擠壓之一種此類替代方法。

【0056】 多層卷材在冷卻之後，可延展或拉伸以產生接近完成的多層光學薄膜，其詳細內容可在以上列舉的文獻中查到。此延展或拉伸達成兩個目的：其將層薄化至所欲的最終厚度，且將層定向成使得至少一些層變為具有雙折射性。可沿著橫幅方向（例如，經由一拉幅機）、沿著順幅方向（例如，經由一長度定向機）、或任何以上組合而完成定向或拉伸，無論同時或循序。若僅沿著一方向拉伸，此拉伸可

為「不受約束」(其中薄膜能依垂直於拉伸方向之面內方向放寬尺寸)、或「受約束」(其中薄膜受到約束，因此不能依垂直於拉伸方向之面內方向放寬尺寸)。若是沿著面內方向兩者拉伸，則此拉伸可為對稱(亦即，均等地沿著正交之面內方向)、或不對稱。或者，可在批次製程中拉伸薄膜。在任何情況中，亦可對薄膜應用後續或並行的延展減縮、應力或應變均衡、熱定型及其他處理作業。

【0057】 多層光學薄膜 325 亦可包括額外層及塗層、及就其光學、機械及/或化學性質選定之其他添加物。例如，紫外線吸收層可附加於薄膜之一或兩個主要外表面。請參見如美國專利第 6,368,699 號 (Gilbert 等人)。

【0058】 多層光學薄膜 325 提供的選擇性反射讓某些光(例如，來自成像裝置的可見光)得以反射，以致使用者可察覺投射視界，同時又讓其他光(例如，來自透鏡對置側之遠端物體呈互補光譜或互補偏振狀態之可見光)得以透射，以致使用者可察覺現實視界。

【0059】 本文中所述的透鏡及系統可具有各式各樣的組態及特徵。圖 5A 至圖 15 示意地描述某些此等組態及特徵。

【0060】 圖 5A 至圖 5C 繪示各種系統，其中成像裝置將成像光注入於具有嵌入式多層光學薄膜之一透鏡中。在這些圖式中，展示兩個成像裝置，以圖解闡釋成像裝置相對於透鏡之不同可能置放或定向。除非另有註明，否則透鏡的設計態樣可相同於或類似於圖 1 之透鏡 120，且除非另有註明，成像裝置的設計態樣可相同於或類似於圖 1 之成像裝置 130。

【0061】 在圖 5A 中，一系統 510a 包括一透鏡 520 以及成像裝置 530、534。透鏡 520 具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡具有對置的第一光學表面 520a 與第二光學表面 520b 及連接光學表面之一圓周表面 520c。透鏡 520 亦包括一第一透鏡區段 522、一第二透鏡區段 524 及一多層光學薄膜 525。薄膜 525 包夾於透鏡區段 522、524 的嵌合表面之間，其可透過薄膜 525 互相附接。第一透鏡區段 522 具有第一平滑表面 522a 及第二平滑表面 522b，且第二透鏡區段 524 具有第一平滑表面 524a 及第二平滑表面 524b。透鏡的第一光學表面 520a 為外凸，並且包括第一平滑表面 522a、524a。透鏡的第二光學表面 520b 亦為外凸，並且包括第二平滑表面 522b、524b。多層光學薄膜 525 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統之 x' - y' 平面中，該 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統相對於 x - y - z 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 525 與第一光學表面 520a 及第二光學表面 520b 兩者相交。於第一光學表面，薄膜 525 沿著一延伸終端 525t1 終止，其使得第一平滑表面 522a 與第一平滑表面 524a 分離。於第二光學表面，薄膜 525 沿著一延伸終端 525t2 終止，其使得第二平滑表面 522b 與第二平滑表面 524b 分離。成像裝置可定位成透過第一光學表面 520a 將成像光入射至透鏡（參見成像裝置 530），或其可定位成透過圓周表面 520c 入射成像光（參見成像裝置 534）。在任一情況中，多層光學薄膜 525 皆透過第一光學表面 520a 反射出成像光之某些至使用者之一眼睛。

【0062】 在圖 5B 中，一系統 510b 包括一透鏡 540 以及成像裝置 550、554。透鏡 540 具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡具有對置的第一光學表面 540a 與第二光學表面 540b 及連接光學表面之一圓周表面 540c。透鏡 540 亦包括一第一透鏡區段 542、一第二透鏡區段 544 及一多層光學薄膜 545。薄膜 545 包夾於透鏡區段 542、544 的嵌合表面之間，其可透過薄膜 545 互相附接。第一透鏡區段 542 具有一第一平滑表面 542a，且第二透鏡區段 544 具有第一平滑表面 544a 及第二平滑表面 544b。透鏡的第一光學表面 540a 為外凸，且包括第一平滑表面 542a、544a。透鏡的第二光學表面 540b 亦為外凸，且與第二平滑表面 544b 重合。多層光學薄膜 545 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統之 x' - y' 平面中，該 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統相對於 x - y - z 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 545 與第一光學表面 540a 及圓周表面 540c 相交，但未與第二光學表面 540b 相交。於第一光學表面，薄膜 545 沿著一延伸終端 545t1 終止，其使得第一平滑表面 542a 與第一平滑表面 544a 分離。成像裝置可定位成透過第一光學表面 540a 將成像光入射至透鏡（參見成像裝置 550），或其可定位成透過圓周表面 540c 入射成像光（參見成像裝置 554）。在任一情況中，多層光學薄膜 545 皆透過第一光學表面 540a 反射出成像光之某些至使用者之一眼睛。

【0063】 在圖 5C 中，一系統 510c 包括一透鏡 560 以及成像裝置 570、574。透鏡 560 具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡具有對置的第一光學表面 560a 與第二光學表面 560b 及連接

光學表面之一圓周表面 560c。透鏡 560 亦包括一第一透鏡區段 562、一第二透鏡區段 564 及一多層光學薄膜 565。薄膜 565 包夾於透鏡區段 562、564 的嵌合表面之間，其可透過薄膜 565 互相附接。第一透鏡區段 562 具有第一平滑表面 562a 及第二平滑表面 562b，且第二透鏡區段 564 具有一第二平滑表面 564b。透鏡的第一光學表面 560a 為外凸，並且與第一平滑表面 562a 重合。透鏡的第二光學表面 560b 亦為外凸，並且包括第二平滑表面 562b、564b。多層光學薄膜 565 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統之 $x'-y'$ 平面中，該 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統相對於 $x-y-z$ 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 565 與第二光學表面 560b 及圓周表面 560c 兩者相交，但未與第一光學表面 560a 相交。於第二光學表面，薄膜 565 沿著一延伸終端 565t2 終止，其使得第二平滑表面 562b 與第二平滑表面 564b 分離。成像裝置可定位成透過第一光學表面 560a 將成像光入射至透鏡（參見成像裝置 570），或其可定位成透過圓周表面 560c 入射成像光（參見成像裝置 574）。在任一情況中，多層光學薄膜 565 皆透過第一光學表面 560a 反射出成像光之某些至使用者之一眼睛。

【0064】 圖 6 繪示針對成像光使用一摺疊光徑之系統。在此圖式中，一系統 610a 包括一透鏡 620 以及成像裝置 630、634。透鏡 620 具有平行於 $x-y-z$ 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡具有對置的第一光學表面 620a 與第二光學表面 620b 及連接光學表面之一圓周表面 620c。透鏡 620 亦包括一第一透鏡區段 622、一第二透鏡區段 624 及一多層光學薄膜 625。薄膜 625 包夾於透鏡區段 622、624 的嵌合表面

之間，其可透過薄膜 625 互相附接。第一透鏡區段 622 具有第一平滑表面 622a 及第二平滑表面 622b，且第二透鏡區段 624 具有第一平滑表面 624a 及第二平滑表面 624b。透鏡的第一光學表面 620a 為外凸，並且包括第一平滑表面 622a、624a。透鏡的第二光學表面 620b 亦為外凸，並且包括第二平滑表面 622b、624b。多層光學薄膜 625 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統之 $x'-y'$ 平面中，該 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統相對於 $x-y-z$ 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 625 與第一光學表面 620a 及第二光學表面 620b 兩者相交。於第一光學表面，薄膜 625 沿著一延伸終端 625t1 終止，其使得第一平滑表面 622a 與第一平滑表面 624a 分離。於第二光學表面，薄膜 625 沿著一延伸終端 625t2 終止，其使得第二平滑表面 622b 與第二平滑表面 624b 分離。成像裝置可定位成透過第二光學表面 620b 將成像光入射至透鏡（參見成像裝置 630），或其可定位成透過圓周表面 620c 入射成像光（參見成像裝置 634）。在任一情況中，多層光學薄膜 625 係定向成用以反射某些成像光至第二光學表面 620b（此處成像光被部分反射），接著透過薄膜 625 部分透射回去，並且透過第一光學表面 620a 出射透鏡 620 至使用者之一眼睛。若需要，一部分反射器（例如一薄型部分透明金屬層）、一介電層（具有不同於環境介質之折射率）及/或一部分反射介質堆疊（包含多層高及低折射率材料）可設置於至少一部分第二光學表面 620b 上，用以提高成像光之反射率，同時亦讓來自遠端物體之光通過透鏡 620。

【0065】 圖 7 至圖 9 展示更多透鏡組態。在圖 7 中，一透鏡 720 具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡具有對置的第一光學表面 720a 與第二光學表面 720b 及連接光學表面之一圓周表面 720c。透鏡 720 亦包括一第一透鏡區段 722、一第二透鏡區段 724 及一多層光學薄膜 725。薄膜 725 包夾於透鏡區段 722、724 的嵌合表面之間，其可透過薄膜 725 互相附接。第一透鏡區段 722 具有第一平滑表面 722a 及第二平滑表面 722b，並且第二透鏡區段 724 具有第一平滑表面 724a 及第二平滑表面 724b。透鏡的第一光學表面 720a 為平坦，並且包括第一平滑表面 722a、724a。透鏡的第二光學表面 720b 為外凸，並且包括第二平滑表面 722b、724b。多層光學薄膜 725 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統之 x' - y' 平面中，該 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統相對於 x - y - z 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 725 與第一光學表面 720a 及第二光學表面 720b 兩者相交。於第一光學表面，薄膜 725 沿著一延伸終端 725t1 終止，其使得第一平滑表面 722a 與第一平滑表面 724a 分離。於第二光學表面，薄膜 725 沿著一延伸終端 725t2 終止，其使得第二平滑表面 722b 與第二平滑表面 724b 分離。一成像裝置（圖未示）可定位成透過第一光學表面 720a 將成像光入射至透鏡，或其可定位成透過圓周表面 720c 入射成像光。在任一情況中，多層光學薄膜 725 皆透過第一光學表面 720a 反射出成像光之某些至使用者之一眼睛。

【0066】 在圖 8 中，一透鏡 820 具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡具有對置的第一光學表面 820a 與第二光學表面

820b 及連接光學表面之一圓周表面 820c。透鏡 820 亦包括一第一透鏡區段 822、一第二透鏡區段 824 及一多層光學薄膜 825。薄膜 825 包夾於透鏡區段 822、824 的嵌合表面之間，其可透過薄膜 825 互相附接。第一透鏡區段 822 具有第一平滑表面 822a 及第二平滑表面 824b，並且第二透鏡區段 824 具有第一平滑表面 824a 及第二平滑表面 822b。透鏡的第一光學表面 820a 為平坦，並且包括第一平滑表面 822a、824a。透鏡的第二光學表面 820b 係內凹，並且包括第二平滑表面 822b、824b。多層光學薄膜 825 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統之 $x'-y'$ 平面中，該 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統相對於 $x-y-z$ 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 825 與第一光學表面 820a 及第二光學表面 820b 兩者相交。於第一光學表面，薄膜 825 沿著一延伸終端 825t1 終止，其使得第一平滑表面 822a 與第一平滑表面 824a 分離。於第二光學表面，薄膜 825 沿著一延伸終端 825t2 終止，其使得第二平滑表面 822b 與第二平滑表面 824b 分離。一成像裝置（圖未示）可定位成透過第一光學表面 820a 將成像光入射至透鏡，或其可定位成透過圓周表面 820c 入射成像光。在任一情況中，多層光學薄膜 825 皆透過第一光學表面 820a 反射出成像光之某些至使用者之一眼睛。

【0067】 在圖 9 中，一複合透鏡 900 包括黏接或以其他方式結合至另一透鏡 940 之一透鏡 920。透鏡 920 及複合透鏡 900 及另一個透鏡 940 具有平行於 $x-y-z$ 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡 920 具有對置的第一光學表面 920a 與第二光學表面 920b 及連接光學表面之

一圓周表面 920c。(類似的是，透鏡 940 具有對置的第一光學表面 940a 與第二光學表面 940b 及連接光學表面之一圓周表面 940c。透鏡 940 之第一光學表面 940a 經塑形成與透鏡 920 之第二光學表面 920b 嵌合。)透鏡 920 包括一第一透鏡區段 922、一第二透鏡區段 924 及一多層光學薄膜 925。薄膜 925 包夾於透鏡區段 922、924 的嵌合表面之間，其可透過薄膜 925 互相附接。第一透鏡區段 922 具有第一平滑表面 922a 及第二平滑表面 924b，並且第二透鏡區段 924 具有第一平滑表面 924a 及第二平滑表面 922b。透鏡 920 的第一光學表面 920a 為平坦，並且包括第一平滑表面 922a、924a。透鏡 920 的第二光學表面 920b 為外凸，並且包括第二平滑表面 922b、924b。多層光學薄膜 925 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統之 $x'-y'$ 平面中，該 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統相對於 $x-y-z$ 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 925 與第一光學表面 920a 及第二光學表面 920b 兩者相交。於第一光學表面，薄膜 925 沿著一延伸終端 925t1 終止，其使得第一平滑表面 922a 與第一平滑表面 924a 分離。於第二光學表面，薄膜 925 沿著一延伸終端 925t2 終止，其使得第二平滑表面 922b 與第二平滑表面 924b 分離。一成像裝置(圖未示)可定位成透過第一光學表面 920a 將成像光入射至透鏡，或其可定位成透過圓周表面 920c 入射成像光。在任一情況中，多層光學薄膜 925 皆透過第一光學表面 920a 反射出成像光之某些至使用者之一眼睛。

【0068】 圖 10 至圖 12 繪示代表性透鏡之正視圖或平面圖，使得可進一步理解並且論述多層光學薄膜之延伸終端的不同可能形狀及透

鏡的外緣周或外周長。在圖 10 中，一透鏡 1020 可相同於或類似於本文他處論述之透鏡。透鏡 1020 具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡 1020 具有一第一光學表面 1020a、一對置的第二光學表面及連接光學表面之一圓周表面 1020c。圓周表面 1020c 呈實質上圓形。透鏡 1020 包括一第一透鏡區段、一第二透鏡區段及包夾於透鏡區段的嵌合表面之間的一多層光學薄膜。第一透鏡區段具有一第一平滑表面 1022a，並且第二透鏡區段亦具有一第一平滑表面 1024a。第一光學表面 1020a 包括第一平滑表面 1022a、1024a。多層光學薄膜如上述部分反射並且部分透射光，並且落於相對於 x - y 平面旋轉或傾斜之平面中。傾斜或旋轉量係使得薄膜至少與第一光學表面 1020a 相交。於第一光學表面，薄膜沿著一延伸終端終止，其使得第一平滑表面 1022a 與第一平滑表面 1024a 分離。延伸終端的形狀及外觀取決於多層光學薄膜的形狀（例如不論其呈平坦且平面或彎曲或另外之非平坦形狀），而且取決於第一光學表面 1020a 的形狀（例如其不論呈平坦、內凹，或外凸）。圖式中針對多層光學薄膜呈平坦的情況，展示三種替代延伸終端：弧形延伸終端 1025t1' 是用於第一光學表面 1020a 內凹的情況，直線形延伸終端 1025t1'' 是用於第一光學表面 1020a 平坦的情況，並且弧形延伸終端 1025t1''' 是用於第一光學表面 1020a 外凸的情況。在多層光學薄膜形狀偏離一平坦平面的情況中，延伸終端的平面圖形狀將偏離圖 10 繪示者。

【0069】 圖 11 繪示一可與圖 10 所示相同或類似的透鏡 1120，差別在於透鏡的外緣周或外周長呈實質上方形或矩形。因此，透鏡

1120 具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡 1120 亦具有一第一光學表面 1120a、一對置的第二光學表面及連接光學表面之一圓周表面 1120c。圓周表面 1120c 的形狀呈實質上方形。透鏡 1120 包括一第一透鏡區段、一第二透鏡區段及包夾於透鏡區段的嵌合表面之間的一多層光學薄膜。第一透鏡區段具有一第一平滑表面 1122a，並且第二透鏡區段亦具有一第一平滑表面 1124a。第一光學表面 1120a 包括第一平滑表面 1122a、1124a。多層光學薄膜如上述部分反射並且部分透射光，而且落於相對於 x - y 平面旋轉或傾斜之平面中。傾斜或旋轉量係使得薄膜至少與第一光學表面 1120a 相交。於第一光學表面，薄膜沿著一延伸終端終止，其使得第一平滑表面 1122a 與第一平滑表面 1124a 分離。延伸終端的形狀及外觀取決於多層光學薄膜的形狀（例如不論其呈平坦且平面或彎曲或另外之非平坦形狀），而且取決於第一光學表面 1120a 的形狀（例如其不論呈平坦、內凹，或外凸）。圖式中針對多層光學薄膜呈平坦的情況，展示三種替代延伸終端：弧形延伸終端 1125t1' 是用於第一光學表面 1120a 內凹的情況，直線形延伸終端 1125t1'' 是用於第一光學表面 1120a 平坦的情況，並且弧形延伸終端 1125t1''' 是用於第一光學表面 1120a 外凸的情況。在多層光學薄膜形狀偏離一平坦平面的情況中，延伸終端的平面圖形狀將偏離圖 11 繪示者。

【0070】 圖 12 繪示一可與圖 10 及圖 11 所示相同或類似的透鏡 1220，差別在於透鏡的外緣周或外周長呈實質上八角形。因此，透鏡 1220 具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡 1220 亦具

有一第一光學表面、一對置的第二光學表面及連接光學表面之一圓周表面 1220c。圓周表面 1220c 的形狀呈實質上八角形。透鏡 1220 包括一第一透鏡區段、一第二透鏡區段及包夾於透鏡區段的嵌合表面之間的一多層光學薄膜。第一透鏡區段具有一第一平滑表面 1222a，並且第二透鏡區段亦具有一第一平滑表面 1224a。第一光學表面 1220a 包括第一平滑表面 1222a、1224a。多層光學薄膜如上述部分反射並且部分透射光，並且落於相對於 x-y 平面旋轉或傾斜之平面中。傾斜或旋轉量係使得薄膜至少與第一光學表面 1220a 相交。於第一光學表面，薄膜沿著一延伸終端終止，其使得第一平滑表面 1222a 與第一平滑表面 1224a 分離。延伸終端的形狀及外觀取決於多層光學薄膜的形狀（例如不論其呈平坦且平面或彎曲或另外之非平坦形狀），而且取決於第一光學表面 1220a 的形狀（例如其不論呈平坦、內凹，或外凸）。圖式中針對多層光學薄膜呈平坦的情況，展示三種替代延伸終端：弧形延伸終端 1225t1' 是用於第一光學表面 1220a 內凹的情況，直線形延伸終端 1225t1'' 是用於第一光學表面 1220a 平坦的情況，並且弧形延伸終端 1225t1''' 是用於第一光學表面 1220a 外凸的情況。在多層光學薄膜形狀偏離一平坦平面的情況中，延伸終端的平面圖形狀將偏離圖 12 繪示者。

【0071】 圖 13 至圖 15 是示意剖視圖，其係經過放大或擴大，用以展示嵌入式多層光學薄膜之延伸終端的鄰近處，透鏡之光學表面的細節。透鏡的光學表面係展示成外凸，但其或可呈平坦、或內凹。在圖 13 中，一透鏡 1320 可相同於或類似於本文他處論述之透鏡。透鏡

1320 具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡具有一第一光學表面 1320a，其係藉由一圓周表面連接至一對置的第二光學表面。透鏡 1320 亦包括一第一透鏡區段 1322、一第二透鏡區段 1324 及一多層光學薄膜 1325。薄膜 1325 包夾於透鏡區段 1322、1324 的嵌合表面之間。第一透鏡區段 1322 具有一第一平滑表面 1322a，並且第二透鏡區段 1324 具有一第一平滑表面 1324a。透鏡的第一光學表面 1320a 為外凸，並且包括第一平滑表面 1322a、1324a。多層光學薄膜 1325 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統之 x' - y' 平面中，該 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統相對於 x - y - z 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 1325 至少與第一光學表面 1320a 相交。於第一光學表面，薄膜 1325 沿著一延伸終端 1325t1 終止，其使得第一平滑表面 1322a 與第一平滑表面 1324a 分離。

【0072】 多層光學薄膜 1325 之緣邊或終端 1325t1 可切削並且機械拋光以形成一平滑表面，該平滑表面設置成與平滑表面 1322a、1324a 實質上對齊，使得終端 1325t1 亦形成部分光學表面 1320a。小心地實施切削及拋光以避免破壞薄膜 1325 的緣邊，因此降低可能在薄膜之終端處或附近形成破碎、裂痕、剝離、或其他緣邊缺陷的或然率。

【0073】 在圖 14 中，一透鏡 1420 可相同於或類似於圖 13 的透鏡，差別在於多層光學薄膜的終端是落在光學表面附近之一凹口或凹槽中。透鏡 1420 因此具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡具有一第一光學表面 1420a，其係藉由一圓周表面連接至一

對置的第二光學表面。透鏡 1420 亦包括一第一透鏡區段 1422、一第二透鏡區段 1424 及一多層光學薄膜 1425。薄膜 1425 包夾於透鏡區段 1422、1424 的嵌合表面之間。第一透鏡區段 1422 具有一第一平滑表面 1422a，並且第二透鏡區段 1424 具有一第一平滑表面 1424a。透鏡的第一光學表面 1420a 為外凸，並且包括第一平滑表面 1422a、1424a。多層光學薄膜 1425 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統之 $x'-y'$ 平面中，該 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統相對於 $x-y-z$ 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 1425 至少與第一光學表面 1420a 相交。於第一光學表面附近，薄膜 1425 沿著一延伸終端 1425t1 終止，其落於一延伸凹口或凹槽 1426 中，並且使第一平滑表面 1422a 與第一平滑表面 1424a 分離。凹口 1426 一般係不大於 250 微米深、或不大於 100 微米深，並且可具有範圍為 100 微米至 250 微米之寬度，但這些值應理解為屬於闡釋性而非不當限制。為了降低薄膜終端處的機械應力，凹口 1426 可利用一種有韌性、清透的填充材料 1427 加以填充，例如一種硬塗層材料或其他適當的聚合物或其他固態材料。為了減少與凹口 1426 相關聯的光學假影，填充材料 1427 可具有與透鏡區段 1422、1424 之折射率匹配或實質上匹配的折射率。填充材料 1427 之外表面可為平滑，並且經塑形成與平滑表面 1422a、1424a 實質上對齊，使得填充材料 1427 之外表面亦形成部分光學表面 1420a。儘管填充材料 1427 係設於凹口 1426 中，仍期望處理多層光學薄膜 1425 以避免破壞薄膜緣邊，因此降低薄膜終端處或附近形成破碎、裂痕、剝離、或其他緣邊缺陷的或然率。

【0074】 在圖 15 中，一透鏡 1520 可相同於或類似於圖 13 的透鏡，差別在於一保護塗層係設於透鏡的光學表面上。透鏡 1520 因此具有平行於 x - y - z 笛卡兒座標系統之 z 軸的光軸。透鏡具有一第一光學表面 1520a，其係藉由一圓周表面連接至一對置的第二光學表面。透鏡 1520 亦包括一第一透鏡區段 1522、一第二透鏡區段 1524 及一多層光學薄膜 1525。薄膜 1525 包夾於透鏡區段 1522、1524 的嵌合表面之間。第一透鏡區段 1522 具有一第一平滑表面 1522a，並且第二透鏡區段 1524 具有一第一平滑表面 1524a。透鏡的第一光學表面 1520a 為外凸，並且包括第一平滑表面 1522a、1524a。多層光學薄膜 1525 如上述部分反射且部分透射光，並且落在 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統之 x' - y' 平面中，該 x' - y' - z' 笛卡兒座標系統相對於 x - y - z 座標系統旋轉或傾斜。傾斜或旋轉量係使得薄膜 1525 至少與第一光學表面 1520a 相交。於第一光學表面，薄膜 1525 沿著一延伸終端 1525t1 終止，其使得第一平滑表面 1522a 與第一平滑表面 1524a 分離。多層光學薄膜 1525 之緣邊或終端 1525t1 可切削並且機械拋光以形成一平滑表面，該平滑表面設置成與平滑表面 1522a、1524a 實質上對齊，使得終端 1525t1 亦形成部分光學表面 1520a。小心地實施切削及拋光以避免破壞薄膜 1525 的緣邊，因此降低可能在薄膜之終端處或附近形成破碎、裂痕、剝離、或其他緣邊缺陷的或然率。一保護塗層 1528（例如硬塗層或其他適當的聚合物或其他固態材料）係設於終端 1525t1 及平滑表面 1522a、1524a 上。若塗層 1528 係以液體形態塗敷至光學表面 1520a 並接著固化成一固體層，則其可滲透入任何可能在終端 1525t1 出現的

破碎，裂痕、剝離、或其他緣邊缺陷，並且就一光學效能的觀點來看，因此至少可部分修補此類緣邊缺陷。

【0075】 圖 16 展示一多層光學薄膜在其延伸緣邊或終端鄰近處一部分之示意放大圖。在該圖式中，一多層光學薄膜 1625 可相同於或類似於本文所論述的其他光學薄膜。薄膜 1625 已經切削、拋光及/或以其他方式處理成具有一延伸終端 1625t1，這個終端期望是置於一透鏡之一光學表面處或附近。薄膜 1625 係假設落於 $x'-y'-z'$ 笛卡兒座標系統之 $x'-y'$ 平面中，該座標系統相對於與透鏡光軸對準的座標系統旋轉或傾斜。圖式中展示數個理想化緣邊缺陷 1625-1、1625-2、1625-3 及 1625-4，該些缺陷可以是或包括多層光學薄膜 1625 之破碎、裂痕、或剝離。各缺陷之特徵可在於缺陷距離，其係在薄膜 1625 的平面中測量，與終端 1625t1 垂直。因此，緣邊缺陷 1625-1 之特徵在於缺陷距離 D1，緣邊缺陷 1625-2 之特徵在於缺陷距離 D2，緣邊缺陷 1625-3 之特徵在於缺陷距離 D3，並且緣邊缺陷 1625-4 之特徵在於缺陷距離 D4。這些缺陷距離可平均起來以針對終端 1625t1 或其一部分提供平均缺陷距離。為了要確保薄膜 1625 嵌入於其內之透鏡之高品質光學效能，終端 1625t1 之平均缺陷距離係控制為不大於 100 微米、或不大於 50 微米。

【0076】 圖 17A 至圖 17C 提供一種組合一多層光學薄膜與兩個光學體以製造一透鏡（例如，本文所論述的任何透鏡）之方式的示意圖。這些圖式所說明的製造技術不應解讀為不當限制，而應解讀為屬於闡釋性。在圖 17A 中，提供的是一第一光學體 1722、一第二光學體

1724 及一多層光學薄膜 1725。主體 1722、1724 分別具有嵌合表面 1722c、1724c。在圖 17B 中，一複合光學體係藉由將主體 1722、1724 與包夾於其間的多層光學薄膜 1725 黏結在一起而成形。也可包括透光黏結層 1727、1729（其可以是或包含光學透明之光學黏著劑、光學接合劑、或類似材料）以確保黏結度強且構造穩固。複合光學體接著可沿著關注的表面 S1 及 S2 切削並拋光或以其他方式成形，表面 S1 及 S2 經塑形成提供一所欲透鏡之對置的光學表面。如圖 17C 所示，實行光學表面之成形以對第一光學體（現在標示為 1722' 以與原始未切削主體 1722 區別）提供一平滑表面 1722a' 及對第二光學體（現在標示為 1724' 以與原始未切削主體 1724 區別）提供一平滑表面 1724a'。這些平滑表面 1722a'、1724a' 是因黏結及成形而製成之透鏡 1720 之一第一光學表面 1720a 的部分。此成形亦可將一平滑表面 1722b' 提供給第一光學體 1722'，並且將一平滑表面 1724b' 提供給第二光學體 1724'，而且這些平滑表面 1722b'、1724b' 可以是透鏡 1720 之一第二光學表面 1720b 的部分。一圓周表面 1720c 可連接第一與第二光學表面。作為成形之一部分，多層光學薄膜 1725 亦可分別在光學表面 1720a、1720b 處或附近終止以提供延伸終端 1725t1、1725t2，終端 1725t1 使平滑表面 1722a' 與平滑表面 1724a' 分離，並且終端 1725t2 使平滑表面 1722b' 與平滑表面 1724b' 分離。薄膜 1725 係按照可避免沿著延伸終端在多層光學薄膜 1725 中出現緣邊缺陷之一方式終止，任何此類緣邊缺陷之特徵皆在於不大於 100 微米、或不大於 50 微米之平均缺陷距離。

【0077】 前述教示可以有許多修改。在一種此類修改中，所揭示的設計及技術亦可應用於透鏡以外的光學組件。此類其他光學組件可相同於或類似於任何所揭示具有嵌入式多層光學薄膜之透鏡，差別在於對置的光學表面兩者都可製作成平坦狀，亦即對置的光學表面皆非彎曲。此一光學組件可包括：一第一區段，其具有一第一平滑表面及一側表面；一第二區段，其具有一第一平滑表面、一第二平滑表面及一側表面，該第二區段經塑形成與該第一區段嵌合；及一多層光學薄膜，其嵌入於介於該第一區段與該第二區段之間的光學組件中。此組件的第一光學表面可包含第一區段之第一平滑表面及第二區段之第一平滑表面，並且組件的第二光學表面可包含第二區段之第二平滑表面。多層光學薄膜可包含一第一延伸終端，其使得該第一區段之該第一平滑表面與該第二區段之該第一平滑表面分離。此類光學組件在某些情況中，可用作分束窗，並且與可適用於近眼式顯示器及類似應用之眼鏡中的一或多個成像裝置組合。

【0078】 除非另有指明，說明書及申請專利範圍中所有用以表達數量、性質測量等等的數字皆應理解為以用語「約(about)」修飾。因此，除非另有相反指示，在說明書以及申請專利範圍中所提出的數值參數是約略值，其可依據所屬技術領域中具有通常知識者運用本申請書的教導所欲獲致之所要特性而有所不同。至少應鑑於有效位數的個數，並且藉由套用普通捨入技術，詮釋各數值參數，但意圖不在於限制申請專利範圍範疇之均等論之應用。儘管陳述本發明範疇之數值範圍及參數為約略值，本文中所述特定實例中陳述的任何數值就一定程度

度而言，係儘可能合理地精確描述。然而，任何數值皆可能含有與試驗或測量限制有關的誤差。

【0079】 所屬技術領域中具有通常知識者將輕易明白本發明之各種不脫離本發明之精神及範疇的修改及變化，並且應明白本發明不限於本文提及之闡釋性實施例。除非另有指示，讀者應假設一項揭示之實施例的特徵亦可應用於全部其他揭示之實施例。本文中參照的所有美國專利、專利申請公開案及其他專利與非專利文件皆是在未抵觸前述揭露的條件下，以引用方式併入本文。

【0080】 本申請案揭示各種與透鏡相關且與具有部分反射元件之光學組件相關的項目。這些包括（但不限於）下文以數字標示之項目。

【0081】 項目 1 是一種透鏡，其具有藉由一圓周表面連接之對置的第一及第二光學表面，該透鏡包含：

一第一透鏡區段，其具有一第一平滑表面及一側表面；

一第二透鏡區段，其具有一第一平滑表面、一第二平滑表面及一側表面；以及

一多層光學薄膜，其嵌入於介於該第一透鏡區段與該第二透鏡區段之間的該透鏡中，該多層光學薄膜包含經組態成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光之複數個聚合物層，該等聚合物層之至少一些具有雙折射性；

其中該第一光學表面包含該第一透鏡區段之該第一平滑表面及該第二透鏡區段之該第一平滑表面；

其中該第二光學表面包含該第二透鏡區段之該第二平滑表面；以及

其中該多層光學薄膜包含一第一延伸終端，其使得該第一透鏡區段之該第一平滑表面與該第二透鏡區段之該第一平滑表面分離。

【0082】 項目 2 是如項目 1 之透鏡，其中該圓周表面包含該第一透鏡區段之該側表面及該第二透鏡區段之該側表面。

【0083】 項目 3 是如任何前述項目之透鏡，其中該第一光學表面亦包含該第一延伸終端。

【0084】 項目 4 是如項目 1 或項目 2 之透鏡，其中該第一延伸終端設置於一第一延伸凹口中，該第一延伸凹口使得該第一透鏡區段之該第一平滑表面與該第二透鏡區段之該第一平滑表面分離。

【0085】 項目 5 是如項目 4 之透鏡，其中該第一延伸凹口不大於 250 微米深。

【0086】 項目 6 是如任何前述項目之透鏡，其中倘若該多層光學薄膜沿著該第一延伸終端具有任何緣邊缺陷，該等緣邊缺陷之特徵在於不大於 100 微米之第一平均缺陷距離。

【0087】 項目 7 是如項目 6 之透鏡，其中該第一平均缺陷距離不大於 50 微米。

【0088】 項目 8 是如任何前述項目之透鏡，其中該第一光學表面呈彎曲，並且該第一延伸終端呈弧形。

【0089】 項目 9 是如項目 1 至 7 中任一項目之透鏡，其中該第一光學表面呈平坦，並且該第一延伸終端呈直線。

【0090】 項目 10 是如任何前述項目之透鏡，其中該第一透鏡區段亦具有一第二平滑表面，其中該第二光學表面包含該第一透鏡區段之該第二平滑表面及該第二透鏡區段之該第二平滑表面，且其中該多層光學薄膜包含一第二延伸終端，該第二延伸終端使得該第一透鏡區段之該第二平滑表面與該第二透鏡區段之該第二平滑表面分離。

【0091】 項目 11 是如項目 10 之透鏡，其中該第二光學表面亦包含該第二延伸終端。

【0092】 項目 12 是如項目 10 之透鏡，其中該第二延伸終端設置於一第二延伸凹口中，該第二延伸凹口使得該第一透鏡區段之該第二平滑表面與該第二透鏡區段之該第二平滑表面分離。

【0093】 項目 13 是如項目 10 至 12 中任一項目之透鏡，其中倘若該多層光學薄膜沿著該第二延伸終端具有任何緣邊缺陷，該等緣邊缺陷之特徵在於不大於 100 微米之第二平均缺陷距離。

【0094】 項目 14 是如項目 13 之透鏡，其中該第二平均缺陷距離不大於 50 微米。

【0095】 項目 15 是如任何前述項目之透鏡，其中對於垂直入射光之至少一可見波長、或以另一設計入射角，該多層光學薄膜經組態為一反射偏光器。

【0096】 項目 16 是如任何前述項目之透鏡，其中對於垂直入射光之至少一偏振狀態、或以另一設計入射角，該多層光學薄膜經組態為一陷波濾波器。

【0097】 項目 17 是項目 16 之透鏡，其中對於垂直入射光之至少一可見波長、或以另一設計入射角，該多層光學薄膜經組態為一反射偏光器。

【0098】 項目 18 是如任何前述項目之透鏡，其進一步包含一保護塗層，該保護塗層覆蓋該第一透鏡區段之該第一平滑表面，該第二透鏡區段之該第一平滑表面、及該第一延伸終端。

【0099】 項目 19 是如任何前述項目之透鏡，其進一步包含覆蓋該第一光學表面或該第二光學表面之一吸收層。

【0100】 項目 20 是如項目 19 之透鏡，其中該吸收層包含一吸收偏光器。

【0101】 項目 21 是一種複合透鏡，其包含：

如任何前述項目之透鏡；以及

經黏結至如任何前述項目之透鏡之一第二透鏡。

【0102】 項目 22 是一種系統，其包含：

如任何前述項目之透鏡；以及

一成像裝置，其設置成將成像光引導朝向該多層光學薄膜。

【0103】 項目 23 是如項目 22 之系統，其中該多層光學薄膜經組態以選擇性地反射一第一特性之可見光及選擇性地透射一第二特性之可見光，且其中該成像光包含該第一特性。

【0104】 項目 24 是如項目 23 之系統，其中該第一特性及該第二特性分別為正交的第一偏振狀態及第二偏振狀態，且其中該透鏡進一步包含一吸收偏光器，該吸收偏光器經組態以吸收該第二偏振狀態之光。

【0105】 項目 25 是如項目 22 至 24 中任一項目之系統，其中該系統包含眼鏡。

【0106】 項目 26 是一種光學組件，其具有藉由一圓周表面連接之對置的第一光學表面及第二光學表面，該光學組件包含：

一第一區段，其具有一第一平滑表面及一側表面；

一第二區段，其具有一第一平滑表面、一第二平滑表面及一側表面，該第二區段經塑形成與該第一區段嵌合；以及

一多層光學薄膜，其嵌入於介於該第一區段與該第二區段之間的該光學組件中，該多層光學薄膜包含經配置成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光之複數個聚合物層，該等聚合物層之至少一些具有雙折射性；

其中該第一光學表面包含該第一區段之該第一平滑表面及該第二區段之該第一平滑表面；

其中該第二光學表面包含該第二區段之該第二平滑表面；以及

其中該多層光學薄膜包含一第一延伸終端，該第一延伸終端使得該第一區段之該第一平滑表面與該第二區段之該第一平滑表面分離。

【0107】 項目 27 是如項目 26 之光學組件，其中該第一光學表面及該第二光學表面兩者皆呈平坦。

【0108】 項目 28 是一種製作一透鏡的方法，其包含：

提供一第一光學體及一第二光學體，該第二光學體經塑形成與該第一光學體嵌合；

提供一多層光學薄膜，該多層光學薄膜包含複數個聚合物層，該複數個聚合物層經組態成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光，該等聚合物層之至少一些具有雙折射性；

將該第一光學體及該第二光學體黏結在一起並使該多層光學薄膜包夾於兩者之間以形成一複合光學體；

使一第一光學表面在該複合光學體中成形，實行該成形以賦予一第一平滑表面給該第一光學體並賦予一第二平滑表面給該第二光學體，該第一平滑表面及該第二平滑表面是該第一光學表面之部分，該光學體亦具有或係經製成具有與該第一光學表面對置的一第二光學表面、及連接該第一光學表面與該第二光學表面之一圓周表面；以及

沿著使該第一平滑表面與該第二平滑表面分離之一延伸終端，終止該多層光學薄膜。

【0109】 項目 29 是如項目 28 之方法，其中實行該終止以避免沿著該延伸終端在該多層光學薄膜中出現緣邊缺陷，其中任何該等緣邊缺陷之特徵皆在於不大於 100 微米之第一平均缺陷距離。

【0110】 項目 30 是如項目 29 之方法，其中該終止包含拋光該多層光學薄膜之一端，且其中該成形包含拋光該第一光學體及該第二光學體。

【0111】 項目 31 是如項目 28 至 30 中任一項目之方法，其進一步包含：

在該第一光學表面中形成一延伸凹口，使得該延伸終端設置於該延伸凹口中。

【0112】 項目 32 是如項目 28 至 31 中任一項目之方法，其進一步包含：

在全部、或實質上全部、或一部分的該第一光學表面上形成一保護塗層。

【符號說明】

【0113】

110...系統

102...眼睛

120...透鏡

120a...第一光學表面

120b...第二光學表面

120c...周圍表面

122...區段(第一透鏡區段之簡稱)

122a...平滑表面

124...區段(第二透鏡區段之簡稱)

- 124a...平滑表面
- 125...薄膜(多層光學薄膜或光學薄膜之簡稱)
- 125t1 延伸終端或緣邊
- 125t2 緣邊或終端
- 130...裝置(成像裝置之簡稱)
- 132a...光
- 132b...光
- 202...眼睛
- 203...眼睛
- 204a...光
- 204b...光
- 205a...光
- 205b...光
- 210...眼鏡
- 212...眼鏡架
- 220...左透鏡
- 220a...第一光學表面
- 220b...第二光學表面
- 220c...周圍表面
- 221...透鏡光軸
- 222...第一透鏡區段
- 224...第二透鏡區段

- 225...多層光學薄膜
- 225t1...延伸終端
- 225t2...延伸終端
- 225x...法線軸
- 230...成像裝置
- 232a...成像光
- 232b...光
- 240...右透鏡
- 240a...光學表面
- 240b...光學表面
- 240c...周圍表面
- 241...光軸
- 242...第一透鏡區段
- 244...第二透鏡區段
- 245...多層光學薄膜
- 245t1...延伸終端
- 245t2...延伸終端
- 245x...法線（正交）軸
- 250...成像裝置
- 252a...成像光
- 252b...光
- 325...多層光學薄膜

- 327...實質上較厚的層
- 402...曲線
- 402a...強、窄反射頻帶
- 404...曲線
- 404a...頻帶
- 404b...頻帶
- 404c...頻帶
- 406...曲線
- 510a...系統
- 510b...系統
- 510c...系統
- 520...透鏡
- 520a...光學表面
- 520b...光學表面
- 520c...周圍表面
- 522...第一透鏡區段
- 522a...平滑表面
- 522b...平滑表面
- 524...第二透鏡區段
- 524a...平滑表面
- 524b...平滑表面
- 525...多層光學薄膜

- 525t1...延伸終端
- 525t2...延伸終端
- 530...成像裝置
- 534...成像裝置
- 540...透鏡
- 540a...光學表面
- 540b...光學表面
- 540c...周圍表面
- 542...第一透鏡區段
- 542a...第一平滑表面
- 544...第二透鏡區段
- 544a...平滑表面
- 544b...平滑表面
- 545...多層光學薄膜
- 550...成像裝置
- 554...成像裝置
- 560...透鏡
- 560a...光學表面
- 560b...光學表面
- 560c...周圍表面
- 562...第一透鏡區段
- 562a...平滑表面

562b...平滑表面

564...第二透鏡區段

564b...第二平滑表面

565...多層光學薄膜

565t2...延伸終端

570...成像裝置

574...成像裝置

610...系統

620...透鏡

620a...光學表面

620b...光學表面

620c...周圍表面

622...第一透鏡區段

622a...平滑表面

622b...平滑表面

624...第二透鏡區段

624a...平滑表面

624b...平滑表面

625...多層光學薄膜

625t1...延伸終端

625t2...延伸終端

630...成像裝置

634...成像裝置

720...透鏡

720a...光學表面

720b...光學表面

720c...周圍表面

722...第一透鏡區段

722a...平滑表面

722b...平滑表面

724...第二透鏡區段

724a...平滑表面

724b...平滑表面

725...多層光學薄膜

725t1...延伸終端

725t2...延伸終端

820...透鏡

820a...光學表面

820b...光學表面

820c...周圍表面

822...第一透鏡區段

822a...平滑表面

822b...平滑表面

824...第二透鏡區段

824a...平滑表面

824b...平滑表面

825...多層光學薄膜

825t1...延伸終端

825t2...延伸終端

900...複合透鏡

920...透鏡

920a...光學表面

920b...光學表面

920c...周圍表面

922...第一透鏡區段

922a...平滑表面

922b...平滑表面

924...第二透鏡區段

924a...平滑表面

924b...平滑表面

925...多層光學薄膜

925t1...延伸終端

925t2...延伸終端

940...透鏡

940a...光學表面

940c...光學表面

1020...透鏡

1020a...第一光學表面

1020c...周圍表面

1022a...第一平滑表面

1024a...第一平滑表面

1025t1'...弧形延伸終端

1025t1''...直線形延伸終端

1025t1'''...弧形延伸終端

1120...透鏡

1120a...第一光學表面

1120c...周圍表面

1122a...第一平滑表面

1124a...第一平滑表面

1125t1'...弧形延伸終端

1125t1''...直線形延伸終端

1125t1'''...弧形延伸終端

1220...透鏡

1220a...第一光學表面

1220c...周圍表面

1222a...第一平滑表面

1224a...第一平滑表面

1225t1'...弧形延伸終端

1225t1''...直線形延伸終端

1225t1'''...弧形延伸終端

1320...透鏡

1320a...第一光學表面

1322...第一透鏡區段

1322a...第一平滑表面

1324...第二透鏡區段

1324a...第一平滑表面

1325...多層光學薄膜

1325t1...延伸終端

1420...透鏡

1420a...第一光學表面

1422...第一透鏡區段

1422a...第一平滑表面

1424...第二透鏡區段

1424a...第一平滑表面

1425...多層光學薄膜

1425t1...延伸終端

1426...延伸凹口或凹槽

1427...清透的填充材料

1520...透鏡

1520a...第一光學表面

- 1522...第一透鏡區段
- 1522a...第一平滑表面
- 1524...第二透鏡區段
- 1524a...第一平滑表面
- 1525...多層光學薄膜
- 1525t1...緣邊或終端
- 1528...保護膜
- 1625...多層光學薄膜
- 1625-1...理想化緣邊缺陷
- 1625-2...理想化緣邊缺陷
- 1625-3...理想化緣邊缺陷
- 1625-4...理想化緣邊缺陷
- 1625t1...延伸終端
- 1720...透鏡
- 1720a...第一光學表面
- 1720b...第二光學表面
- 1720c...周圍表面
- 1722...第一光學體
- 1722'...第一光學體
- 1722a'...平滑表面
- 1722b'...平滑表面
- 1722c...嵌合面

1724...第二光學體

1724'...第二光學體

1724a'...平滑表面

1724b'...平滑表面

1724c...嵌合面

1725...多層光學薄膜

1725t1...延伸終端

1725t2...延伸終端

1727...光透射黏結層

1729...光透射黏結層

A...微層

B...微層

D1...缺陷距離

D2...缺陷距離

D3...缺陷距離

D4...缺陷距離

S1...關注的表面

S2...關注的表面

公告本

I653468

發明摘要※ 申請案號：**103146359**
 ※ 申請日：**103/12/30** ※IPC 分類：
G02B 27/01 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)
G02B 27/10 (2006.01)
G02B 27/28 (2006.01)

【發明名稱】 用於近眼式顯示系統之具有嵌入式多層光學薄膜的透鏡及光學組件及含彼之顯示系統

LENS AND OPTICAL COMPONENTS WITH
 EMBEDDED MULTILAYER OPTICAL FILM FOR
 NEAR-EYE DISPLAY SYSTEMS AND DISPLAY
 SYSTEMS COMPRISING THE SAME

【中文】

一透鏡係由經塑形成互相嵌合之至少兩個區段或主體及包夾於該兩個區段之間的一多層光學薄膜所構成。各區段之平滑表面組合成用以提供透鏡的第一光學表面，例如內凹、外凸、或平坦的光學表面。多層光學薄膜包括一聚合物層堆疊，其經組態成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光，聚合物層之至少一些具有雙折射性。多層光學薄膜因而可以是或包含（例如）反射偏光器及/或窄頻帶或其他之陷波反射器(notched reflector)。多層光學薄膜具有一延伸終端，該延伸終端使得該兩個區段的平滑表面分離。可能沿著延伸終端存在的任何緣邊缺陷（例如，裂痕或剝離），其特徵皆在於不大於 100 微米或 50 微米之平均缺陷距離。

【英文】

A lens is formed from at least two sections or bodies that are shaped to mate with each other, and a multilayer optical film is sandwiched

between these two sections. Smooth surfaces of each section combine to provide a first optical surface of the lens, e.g., a concave, convex, or flat optical surface. The multilayer optical film includes a stack of polymer layers configured to selectively reflect light by constructive or destructive interference, at least some of the polymer layers being birefringent. The multilayer optical film may thus be or comprise e.g. a reflective polarizer and/or a narrow band or otherwise notched reflector. The multilayer optical film has an extended terminus that separates the smooth surfaces of the two sections. Any edge defects such as cracks or delaminations that may exist along the extended terminus are characterized by an average defect distance of no more than 100 or 50 microns.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 110 系統
- 102 眼睛
- 120 透鏡
- 120a 第一光學表面
- 120b 第二光學表面
- 120c 周圍表面
- 122 第一透鏡區段
- 122a 平滑表面
- 124 第二透鏡區段
- 124a 平滑表面
- 125 嵌入式多層光學薄膜
- 125t1 延伸終端或緣邊
- 125t2 緣邊或終端
- 130 成像裝置
- 132a 光
- 132b 光

【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. 一種透鏡，其具有藉由圓周表面連接之對置的第一光學表面及第二光學表面，該透鏡包含：
 - 第一透鏡區段，其具有第一平滑表面及側表面；
 - 第二透鏡區段，其具有第一平滑表面、第二平滑表面、及側表面；以及
 - 多層光學薄膜，其嵌入於介於該第一透鏡區段與該第二透鏡區段之間的該透鏡中，該多層光學薄膜包含經組態成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光之複數個聚合物層，該等聚合物層之至少一些具有雙折射性；其中該第一光學表面包含該第一透鏡區段之該第一平滑表面及該第二透鏡區段之該第一平滑表面；
 - 其中該第二光學表面包含該第二透鏡區段之該第二平滑表面；且
 - 其中該多層光學薄膜包含第一延伸終端，該第一延伸終端使得該第一透鏡區段之該第一平滑表面與該第二透鏡區段之該第一平滑表面分離。
2. 如請求項1之透鏡，其中該圓周表面包含該第一透鏡區段之該側表面及該第二透鏡區段之該側表面。
3. 如請求項1之透鏡，其中該第一光學表面亦包含該第一延伸終端。
4. 如請求項1之透鏡，其中該第一延伸終端設置於第一延伸凹口中，該第一延伸凹口使得該第一透鏡區段之該第一平滑表面與該第二透鏡區段之該第一平滑表面分離。
5. 如請求項1之透鏡，其中該第一透鏡區段亦具有第二平滑表面，其中該第二光學表面包含該第一透鏡區段之該第二平滑表面及該第二透鏡區段之該第二平滑表面，且其中該多層光學薄膜包含第二延伸終端，

該第二延伸終端使得該第一透鏡區段之該第二平滑表面與該第二透鏡區段之該第二平滑表面分離。

6. 如請求項5之透鏡，其中該第二延伸終端設置於第二延伸凹口中，該第二延伸凹口使得該第一透鏡區段之該第二平滑表面與該第二透鏡區段之該第二平滑表面分離。
7. 如請求項1之透鏡，其中，對於垂直入射光之至少一可見波長，該多層光學薄膜係組態為反射偏光器。
8. 一種顯示系統，其包含：
 - 如請求項1之透鏡；以及
 - 成像裝置，其設置成將成像光引導朝向該多層光學薄膜。
9. 如請求項8之顯示系統，其中該顯示系統包含眼鏡。
10. 一種光學組件，其具有藉由圓周表面連接之對置的第一光學表面及第二光學表面，該光學組件包含：
 - 第一區段，其具有第一平滑表面及側表面；
 - 第二區段，其具有第一平滑表面、第二平滑表面、及側表面，該第二區段經塑形成與該第一區段配適；以及
 - 多層光學薄膜，其嵌入於介於該第一區段與該第二區段之間的該光學組件中，該多層光學薄膜包含經配置成藉由相長或相消干涉選擇性地反射光之複數個聚合物層，該等聚合物層之至少一些具有雙折射性；
 - 其中該第一光學表面包含該第一區段之該第一平滑表面及該第二區段之該第一平滑表面；
 - 其中該第二光學表面包含該第二區段之該第二平滑表面；且
 - 其中該多層光學薄膜包含第一延伸終端，該第一延伸終端使得該第一區段之該第一平滑表面與該第二區段之該第一平滑表面分離。