I887147

(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 I887147 B

(45)公告日： 中華民國 114 (2025) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：113141614 (22)申請日： 中華民國 109 (2020) 年 12 月 07 日

(51)Int. Cl.： *G02B27/00 (2006.01)* *G02B27/01 (2006.01)* *G02B6/10 (2006.01)*

(30)優先權：2019/12/08 美國 62/945,165

(71)申請人：以色列商魯姆斯有限公司 (以色列) LUMUS LTD. (IL)
以色列

(72)發明人：格林斯坦 科比 GREENSTEIN, KOBI (IL)；艾森菲爾德 齊翁 EISENFELD, TSION (IL)；戈爾茨坦 內塔內爾 GOLDSTEIN, NETANEL (IL)

(74)代理人：廖俊龍

(56)參考文獻：

CN	107329273A	US	2013/0250430A1
US	2018/0067315A1	US	2019/0033598A1
WO	2019/124769A1		

審查人員：洪紹軒

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：36 共 99 頁

(54)名稱

具有緊湊型圖像投影儀的光學系統

(57)摘要

提供了一種光學系統，包括：用於產生與圖像對應的光波的圖像投影儀，其包括：發射顯示裝置、光學元件、透光基板和板；透光基板具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於主外表面的邊緣，其通過主外表面之間的內反射引導光；板包括第一主外表面和第二主外表面以及一對邊緣，板的第一主外表面疊加在透光基板的邊緣，透射圖像光以使其入射到板的第二主外表面，板的第二主外表面包括與圖像投影儀相關聯的光學耦入構造以將入射光反射回穿過板的第一主外表面，將圖像光耦合到透光基板中，以通過透光基板的主外表面之間的內反射進行引導，至少一個板的邊緣邊緣包括吸收體，以基本上防止源自圖像投影儀的圖像光被板的邊緣中的至少一個邊緣反射。

指定代表圖：

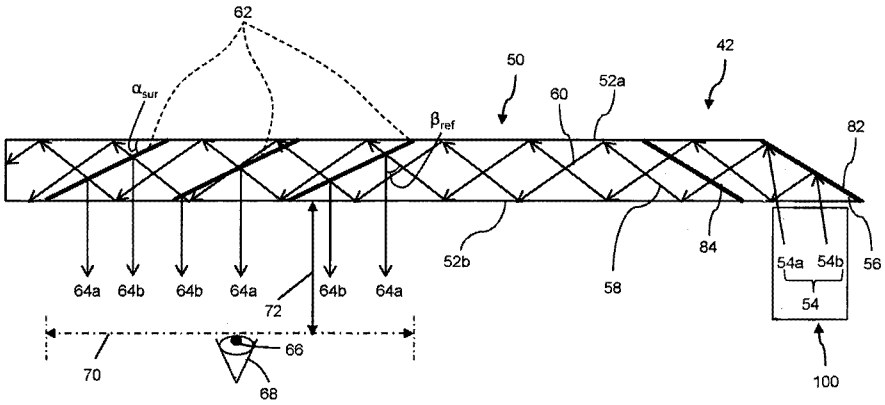

圖 35

符號簡單說明：

50:導光光學元件(LOE)，基板

52a,52b:主外表面(面)

54a,54b:樣本光線(光線)

56:傾斜邊緣(邊緣，表面)

42:光學耦入構造(棱鏡，楔形件)

64a,64b:光線

62:光學耦出構造，部分反射表面

66:瞳孔

68:觀看者的眼睛

72:出瞳距離(ER)

54:圖像，照射光束

58,60:反射光線

70:眼動盒(EMB)，板，透光基板

84,82:表面

100:圖像投影光學佈置(圖像投影儀)

α_{sur}:傾斜角

β_{ref}:角度

114年03月24日 所提修正

I887147

發明摘要

※ 申請案號：113141614(由109143093分割)

※ 申請日：109年12月7日 ※IPC分類：*G02B 27/00* (2006.01)
G02B 27/01 (2006.01)
G02B 6/10 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

具有緊湊型圖像投影儀的光學系統

【中文】

提供了一種光學系統，包括：用於產生與圖像對應的光波的圖像投影儀，其包括：發射顯示裝置、光學元件、透光基板和板；透光基板具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於主外表面的邊緣，其通過主外表面之間的內反射引導光；板包括第一主外表面和第二主外表面以及一對邊緣，板的第一主外表面疊加在透光基板的邊緣，透射圖像光以使其入射到板的第二主外表面，板的第二主外表面包括與圖像投影儀相關聯的光學耦入構造以將入射光反射回穿過板的第一主外表面，將圖像光耦合到透光基板中，以通過透光基板的主外表面之間的內反射進行引導，至少一個板的邊緣邊緣包括吸收體，以基本上防止源自圖像投影儀的圖像光被板的邊緣中的至少一個邊緣反射。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖35。

【本代表圖之符號簡單說明】：

50:導光光學元件（LOE）,基板

52a,52b:主外表面（面）

54a,54b:樣本光線（光線）

56:傾斜邊緣（邊緣,表面）

42:光學耦入構造（棱鏡,楔形件）

64a,64b:光線

62:光學耦出構造,部分反射表面

66:瞳孔

68:觀看者的眼睛

72:出瞳距離（ER）

54:圖像,照射光束

58,60:反射光線

70:眼動盒（EMB）,板,透光基板

84, 82:表面

100:圖像投影光學佈置（圖像投影儀）

α_{sur}:傾斜角

β_{ref}:角度

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】（中文/英文）

具有緊湊型圖像投影儀的光學系統

【技術領域】

【0001】本發明為於 2020 年 12 月 7 日提交、申請號為 109143093、發明名稱為“具有緊湊型圖像投影儀的光學系統”的臺灣專利申請的分案申請。

【0002】本發明要求於 2019 年 12 月 8 日提交的美國臨時專利申請第 62/945,165 號的優先權，其全部公開內容通過引用併入本文。

【0003】本發明涉及具有圖像投影儀和孔徑擴大光波導的光學系統和裝置。

【先前技術】

【0004】用於近眼顯示器（near eye display，NED）、頭戴式顯示器（head mounted display，HMD）和平視顯示器（head up display，HUD）的光學佈置需要較大的孔徑來覆蓋觀看者眼睛所在的區域（通常稱為眼動盒（eye motion box）或 EMB）。為了實現緊湊的裝置，要投影到觀看者眼睛中的圖像是由具有小孔徑的小型光學圖像生成器（投影儀）生成的，該小孔徑被倍增以生成大孔徑。

【0005】已經基於使圖像通過內反射在其內傳播的透明材料的平行面平板開發了在一個維度上進行孔徑倍增的方法。通過使用成傾斜角度的部分反射器或者通過在平板的一個表面上使用衍射光學元件，將圖像波前的一部分耦出平板。在本文中將這種平板稱為導光光學元件（light-guide optical element，LOE）、導光基板、透光基板或波導。在圖 1 中示意性地示出了這種孔徑倍增的原理，圖 1 示出了導光光學元件 10，該導光光學元件 10 具有用於通過內反射（優選地為全內反射）來導光的一對平行的主外表面（面）12a、12b。（示意性地表示為矩形的）圖像投影儀 11 生成投影圖像 14，投影圖像 14 在這裡由包括跨越光束的樣本光線 14a 和 14b 的

照射光束 14 示意性地表示。投影圖像 14 由光學耦入構造 16 耦合到導光光學元件 10 中（光學耦入構造 16 在這裡由棱鏡 16（可互換地稱為“楔形件”）示意性地示出），以生成反射光線 18，該反射光線 18 通過內反射而被捕獲在基板內，從而還生成光線 20。這裡，楔形件 16 包括三個主表面即主表面 17a、主表面 17b 和主表面 17c，其中主表面 17c 位於 LOE 10 的傾斜邊緣 15 附近（或與 LOE 的傾斜邊緣 15 相同）（其中邊緣 15 與面 12a、面 12b 成傾斜角 α_{edge}）。投影圖像 14 通過主表面 17a 進入楔形件 16，然後經由主表面 17c 和傾斜邊緣 15 耦合到 LOE 10 中。

【0006】耦入的圖像通過來自面 12a、面 12b 的重複內反射而沿著基板 10 傳播，撞擊在光學耦出構造 22 上，光學耦出構造 22 在此處由與平行面 12a、平行面 12b 成傾斜角（α_{sur}）的一系列部分反射表面 22 示意性地示出，在部分反射表面 22 處，圖像強度的一部分被反射，作為光線 24a 和 24b 朝向位於 EMB 28 處的觀看者的眼睛 26 的瞳孔 25 從基板耦出，EMB 28 在距表面 12b 出瞳距離（eye relief，ER）30 處。為了使可能引起重影的不需要的反射最小化，部分反射表面 22 優選地被施加，以在第一入射角範圍內具有較低的反射率，而在第二入射角範圍內具有所需的部分反射率，其中將相對於部分反射表面 22 的法線具有小的傾斜（在此表示為角度 β_{ref}）的光線被分離以生成用於耦出的反射光線，而（相對於法線）具有高傾斜的光線被以可忽略的反射進行傳輸。

【0007】投影圖像 14 是準直圖像，即，其中每個像素由對應角度的平行光束表示，相當於來自遠離觀看者的場景的光（準直圖像被稱為“準直到無限遠”）。在此，圖像用與圖像中的單個點（通常是圖像的質心）對應的光線來簡單表示，但實際上圖像包括相對於該中心光束的每一側的角度範圍，該圖像以對應角度範圍耦入基板並且類似地以對應角度耦出，從而創建與以不同方向到達觀看者的眼睛 26 的圖像部分對應的視場。

【0008】先前設想的幾種光學架構採用下述圖像投影儀，這些圖像投影儀使用被實現為反射型顯示裝置或透射型顯示裝置的微顯示器，這些顯示裝置（例如矽基液晶（liquid crystal on silicon）——LCoS 和液晶顯示器

（liquid crystal display）——LCD）回應於偏振照射結合楔形耦入構造而發出偏振光。這些光學架構能夠利用來自圖像投影儀的光波填充 LOE，從而覆蓋大的視場（field of view，FOV），因為圖像投影儀與 LOE 之間的角度通常由楔形件確定，並且可以設計成能夠填充 LOE（在圖 1 中，該角度是表面 12a、12b 與主表面 17a 的法線之間的角度）。然而，採用反射型顯示裝置（例如，LCoS）或透射型顯示裝置（例如，LCD）的圖像投影儀需要以下部件：照射部件，用於以偏振照射來照射顯示裝置，以生成偏振圖像光波；以及光學部件，用於將偏振光引導至顯示裝置並且輸出偏振圖像照射（在某些情況下使偏振圖像照射去偏振）以注入到 LOE 中。照射部件包括例如一個或更多個發光二極體（light emitting diode，LED）、雷射二極體、光束組合器、光纖等。光學部件包括例如一個或更多個偏振選擇分束器、偏振器、耦合到偏振選擇分束器的準直光學器件。這些照射部件和光學部件通常具有相對高的製造成本，並且還導致圖像投影儀和整個光學系統更重且體積更大，這在光學系統被佈置成近眼顯示器（near eye display，NED）裝置或頭戴式顯示器（HMD）裝置的一部分的情況下，特別是在光學系統以眼鏡形狀參數實現時可能是不期望的。另外，將楔型光學耦入構造與利用發射顯示裝置的圖像投影儀一起使用可能會引入重影圖像和/或色差，從而降低從 LOE 耦出的圖像的品質。

【發明內容】

【0009】 本發明是具有導光光學元件和緊湊型圖像投影儀的光學系統，以及用於構造該緊湊型圖像投影儀的方法。根據本發明的一個方面的某些優選實施方式，通過利用發射顯示裝置以及在中空機械體（即，殼體）內以堆疊佈置的光學部件，提供了緊湊且輕量的圖像投影儀。光學部件優選地通過利用專門設計的模具並且使用例如鑄造、注入模制技術或者任何其他相關的模制過程以塑膠、玻璃或聚合物材料來製成。用於製造光學部件的模具限定了光學部件的接合構造，該接合構造促進了堆疊的相鄰光學部件之間的機械互鎖接合。根據本發明的另一個方面的其他實施方式提供了光學耦入構造，該光學耦入構造減少了由光學系統輸出的圖像中的重影圖

像。在本發明的又一方面中，可以通過修改圖像投影儀的光學部件（和/或容納/保持光學部件的機械體）的側壁來減少可能由圖像投影儀的部件引起的重影圖像。根據本發明又一方面的其他實施方式提供了下述圖像投影儀，該圖像投影儀包括光學部件，該光學部件補償由導光光學元件和/或光學耦入構造引入的色差的影響。

【0010】根據本發明的教導的實施方式，還提供了下述光學系統。該光學系統包括：圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光波，所述圖像投影儀包括：發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；透光基板，所述透光基板具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於所述主外表面的邊緣，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及板，所述板包括第一主外表面和第二主外表面以及一對邊緣，所述板的第一主外表面疊加在所述透光基板的所述邊緣上，並配置為透射從所述圖像投影儀輸出的所述圖像光，以使得所述圖像光入射到所述板的第二主外表面，所述板的第二主外表面包括光學耦入構造，所述光學耦入構造與所述圖像投影儀相關聯並且被配置成將入射光反射回穿過所述板的第一主外表面，從而將來自所述圖像投影儀的所述圖像光耦合到所述透光基板中，以使得所述圖像光通過所述透光基板的主外表面之間的內反射進行引導，並且所述板的所述邊緣中的至少一個邊緣包括吸收體，以基本上防止源自所述圖像投影儀的圖像光被所述板的所述邊緣中的所述至少一個邊緣反射。

【0011】根據本發明的實施方式的教導，提供了下述光學系統。該光學系統包括：圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光波，所述圖像投影儀包括：發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；平板型的透光基板，所述透光基板具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於所述主外表面的邊緣，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及光

學耦入構造，所述光學耦入構造與所述圖像投影儀相關聯並且被配置成將來自所述圖像投影儀的圖像光耦合到所述透光基板中，所述光學耦入構造包括：角度選擇性反射表面，所述角度選擇性反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內，所述角度選擇性反射表面被配置成：透射以第一入射角範圍入射到所述角度選擇性反射表面的光，使得所透射的光由所述透光基板的主外表面之間的內反射來引導，並且反射以第二入射角範圍入射到所述角度選擇性反射表面的光，以及反射表面，所述反射表面被佈置在所述透光基板的邊緣處，所述反射表面用於將來自所述圖像投影儀的光朝向所述角度選擇性反射表面反射。

【0012】根據本發明的實施方式的教導，提供了下述光學系統。該光學系統包括：圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光波，所述圖像投影儀包括：發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；透光基板，所述透光基板具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於所述主外表面的邊緣，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及板，所述板包括第一主外表面、第二主外表面和一對邊緣，所述板的第一主外表面疊加在所述透光基板的所述邊緣上，所述板的第二主外表面包括光學耦入構造，所述光學耦入構造與所述圖像投影儀相關聯並且被配置成將來自所述圖像投影儀的所述圖像光耦合到所述透光基板中，並且所述板的至少一個所述邊緣包括吸收體，以基本上防止源自所述圖像投影儀的圖像光被所述板的邊緣中的至少一個邊緣反射，其中基本上被防止被所述板的邊緣反射的圖像光包括由所述光學耦入構造反射的光。

【0013】根據本發明的實施方式的教導，提供了下述光學系統。該光學系統包括：中空機械體，其包括第一端和第二端；光學元件，其包括以堆疊構造佈置的多個光學部件，光學部件中的每一個包括一組接合構造，並且對於堆疊構造中的每對相鄰光學部件，該對中的第一光學部件的至少一些接合構造被配置成與該對中的第二光學部件的至少一些接合構造接合，

並且在堆疊構造的第一端處的光學部件的一些接合構造被配置成與在中空機械體的第一端處的中空機械體的對應接合構造接合，以將堆疊構造的其他光學部件定位在中空機械體內；以及發射顯示裝置，其被佈置在中空機械體的第二端處。

【0014】可選地，在堆疊構造的第一端處的光學部件的接合構造包括至少一對向外突出凸緣，並且中空機械體的第一端處的接合構造包括一對通道，所述一對通道被配置成容納該突出凸緣。

【0015】可選地，中空機械體還包括內側壁構造，並且光學部件中的至少一個包括至少一個旋轉限制構造，並且旋轉限制構造和內側壁構造協作以限制光學元件繞一個或更多個旋轉軸的旋轉量。

【0016】可選地，中空機械體的第二端包括：用於容納發射顯示裝置的容納部；以及向外突出側壁構造。

【0017】可選地，光學系統還包括：蓋構件，其被佈置在中空機械體的第二端的向外突出側壁構造處。

【0018】可選地，中空機械體從第一端到第二端逐漸變細。

【0019】可選地，光學部件之一具有基本楔形的截面。

【0020】可選地，多個光學部件包括一組透鏡。

【0021】可選地，該一組透鏡包括恰好四個透鏡。

【0022】可選地，該一組透鏡包括少於四個的透鏡。

【0023】可選地，該一組透鏡包括多於四個的透鏡。

【0024】可選地，發射顯示裝置包括有機發光二極體顯示器。

【0025】可選地，發射顯示裝置包括微型發光二極體顯示器。

【0026】可選地，堆疊構造的第一端處的光學部件被黏附地附接到中空機械體的第一端。

【0027】可選地，堆疊構造的第一端處的光學部件的接合構造將其他光學部件保持在中空機械體內，而無需使用施加到其他光學部件中的任何光學部件的黏合劑。

【0028】可選地，其他光學部件被同軸地定位在中空機械體內。

【0029】 可選地，光學元件的至少一個光學部件由塑膠材料構造。

【0030】 可選地，光學元件的所有光學部件由塑膠材料構造。

【0031】 可選地，中空機械體由塑膠材料構造。

【0032】 可選地，發射顯示裝置被配置成生成與圖像對應的光，並且光學元件被配置成接收來自發射顯示裝置的光並且輸出用於耦合到透光基板中的圖像光。

【0033】 可選地，光學系統還包括：導光基板，導光基板具有彼此平行的至少兩個主表面以及光波輸入孔徑，該光波輸入孔徑經由光學耦入構造光學耦合到光學部件中的第一光學部件。

【0034】 可選地，光學部件中的第一光學部件具有棱柱形的截面，並且被配置成在來自發射顯示裝置的圖像光到達光學耦入構造之前修改圖像光，以至少部分地補償色差。

【0035】 可選地，中空機械體還包括內側壁構造，內側壁構造被配置成減少由光學部件透射的光被中空機械體的內部部分的反射。

【0036】 根據本發明的教導的實施方式，還提供了下述光學系統。該光學系統包括：中空機械體，其包括第一端和第二端；光學元件，其包括以堆疊構造佈置的基部光學元件和多個透鏡光學元件，基部光學元件在堆疊構造的第一端處，並且透鏡光學元件被佈置在中空機械體內，光學元件的光學元件中的每一個包括一組接合構造，對於堆疊構造中的每對相鄰光學元件，該對中的第一光學元件的至少一些接合構造被配置成與該對中的第二光學元件的至少一些接合構造接合，並且基部光學元件的一些接合構造被配置成與中空機械體的第一端處的對應接合構造接合，以將透鏡光學元件定位在中空機械體內；以及發射顯示裝置，其被佈置在中空機械體的第二端處，發射顯示裝置被配置成生成用於傳播通過光學元件的與圖像對應的光。

【0037】 可選地，光學系統還包括：導光基板，導光基板具有彼此平行的至少兩個主表面和光學耦合區域，基部光學元件光學耦合到光學耦合區域並且耦合到光學耦入構造，光學耦入構造被配置成將來自光學部件的

圖像光耦合到導光基板中。

【0038】可選地，基部光學元件具有棱柱形的截面，並且被配置成在來自發射顯示裝置的圖像光到達光學耦入構造之前修改圖像光，以至少部分地補償色差。

【0039】根據本發明的教導的實施方式，還提供了用於構造光學系統的方法。該方法包括：獲得包括第一端和第二端的中空機械體，第一端具有一組接合構造；使用限定光學部件的形狀的對應的多個模具來模制多個光學部件，每個形狀包括一組接合構造；以堆疊構造佈置光學部件，其中，堆疊構造的至少一部分在中空機械體內，其中，對於堆疊構造中的每對相鄰的光學部件，該對中的第一光學部件的至少一部分接合構造與該對中的第二光學部件的至少一些接合構造接合，並且其中，堆疊構造的第一端處的光學部件的一些接合構造與中空機械體的第一端處的接合構造接合，以將堆疊的部分保持在中空機械體內；以及在中空機械體的第二端處佈置發射顯示裝置。

【0040】可選地，模制包括：將塑膠材料澆鑄或注入到模具中。

【0041】可選地，獲得中空機械體包括：獲得限定中空機械體的形狀的模具；以及將材料澆鑄或注入到限定中空機械體的形狀的模具中。

【0042】可選地，方法還包括：在堆疊構造的第一端處的光學部件與第一端處的至少一部分之間施加黏合劑。

【0043】可選地，中空機械體從第一端到第二端逐漸變細。

【0044】可選地，中空機械體的第二端包括用於容納發射顯示裝置的容納部以及向外突出側壁構造，方法還包括：在中空機械體的第二端的向外突出側壁構造處佈置蓋構件。

【0045】可選地，堆疊構造的第一端處的光學部件與蓋構件協作以密封中空機械體，以基本上防止環境碎片接觸佈置在中空機械體內的光學部件。

【0046】可選地，方法還包括：將安裝適配器黏附地附接到發射顯示裝置；以及將安裝適配器黏附地附接到中空機械體的第二端的一部分。

【0047】可選地，方法還包括：在將安裝適配器黏附地附接到中空機械體的第二端的部分之前，將發射顯示裝置與光學部件對準。

【0048】可選地，模具具有分型線，分型線產生相應光學部件的側壁幾何形狀，側壁幾何形狀減少由光學部件透射的光被中空機械體的內部部分的反射。

【0049】可選地，中空機械體還包括內側壁構造，內側壁構造被配置成減少由光學部件透射的光被中空機械體的內部部分的反射。

【0050】根據本發明的教導的實施方式，還提供了下述光學系統。該光學系統包括：圖像投影儀，其用於產生與圖像對應的光波，該圖像投影儀包括：發射顯示裝置，其被配置成生成與圖像對應的光，以及光學元件，其被配置成接收來自發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；透光基板，其具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於主外表面的邊緣，該透光基板被配置成通過主外表面之間的內反射來引導光；以及板，板包括第一主外表面和第二主外表面以及一對邊緣，板的第一主外表面疊加在透光基板的邊緣上，板的第二主外表面包括光學耦入構造，光學耦入構造與圖像投影儀相關聯並且被配置成將來自圖像投影儀的圖像光耦合到透光基板中，並且板的至少一個邊緣包括吸收體，以基本上防止源自圖像投影儀的光被板的至少一個邊緣反射。

【0051】可選地，板的第二表面是形成光學耦入構造的反射表面。

【0052】可選地，反射表面是通過將反射塗層施加到板的第二表面形成的。

【0053】可選地，反射表面是通過將介電塗層施加到板的第二表面形成的。

【0054】可選地，反射表面是通過將金屬塗層施加到板的第二表面形成的。

【0055】可選地，基本上防止被板的邊緣反射的光包括由光學耦入構造反射的光。

【0056】可選地，光學系統還包括：與透光基板相關聯的光學耦出構

造，光學耦出構造被配置成將在透光基板的主外表面之間引導的光的一部分耦出。

【0057】可選地，光學耦出構造包括相對於透光基板的主外表面傾斜地佈置在透光基板內的多個部分反射表面。

【0058】可選地，光學耦出構造包括與透光基板的主外表面之一相關聯的衍射元件。

【0059】根據本發明的教導的實施方式，還提供了下述光學系統。該光學系統包括：圖像投影儀，其用於產生與圖像對應的光波，該圖像投影儀包括：發射顯示裝置，其被配置成生成與圖像對應的光，以及光學元件，其被配置成接收來自發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；透光基板，其具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於主外表面的邊緣，該透光基板被配置成通過主外表面之間的內反射來引導光；以及光學耦入構造，其與圖像投影儀相關聯並且被配置成將來自圖像投影儀的圖像光耦合到透光基板中，光學耦入構造包括：反射表面，其被佈置在透光基板的邊緣處，以及角度選擇性反射表面，其相對於透光基板的主外表面傾斜地佈置在透光基板內，該角度選擇性反射表面被配置成：透射以第一入射角範圍入射到角度選擇性反射表面的光，使得所透射的光被透光基板的主外表面之間的內反射引導，並且反射以第二入射角範圍入射到角度選擇性反射表面的光。

【0060】可選地，角度選擇性反射表面平行於反射表面。

【0061】可選地，反射表面是通過將反射塗層施加到透光基板的邊緣形成的。

【0062】可選地，角度選擇性反射表面是通過將介電塗層施加到透光基板內的表面形成的。

【0063】可選地，光學系統還包括：與透光基板相關聯的光學耦出構造，光學耦出構造被配置成將在透光基板的主外表面之間引導的光的一部分耦出。

【0064】可選地，光學耦出構造包括相對於透光基板的主外表面傾斜

地佈置在透光基板內的多個相互平行的部分反射表面。

【0065】可選地，角度選擇性反射表面與部分反射表面不平行。

【0066】可選地，光學耦出構造包括與透光基板的主外表面之一相關聯的衍射元件。

【0067】根據本發明的教導的實施方式，還提供了下述光學系統。該光學系統包括：圖像投影儀，其用於生成與圖像對應的光波，圖像投影儀包括：發射顯示裝置，其被配置成生成與圖像對應的光，以及光學元件，其被配置成接收來自發射顯示裝置的光並且輸出圖像光，光學部件包括以堆疊構造佈置的基部光學元件和多個透鏡光學元件；透光基板，其具有包括至少一對主外表面的多個表面，透光基板被配置成通過主外表面之間的內反射來引導光；以及光學耦入構造，其與基部光學元件以及透光基板的耦入區域相關聯，並且被配置成將來自圖像投影儀的圖像光耦合到透光基板中，基部光學元件具有棱柱形的截面，並且被配置成在圖像光到達光學耦入構造之前修改圖像光，以至少部分地補償色差。

【0068】可選地，透光基板的多個表面還包括與主外表面不平行的邊緣，光學系統還包括板，板包括第一主外表面和第二主外表面以及一對邊緣，板的第一主外表面疊加在透光基板的邊緣上，光學耦入構造包括佈置在板的第二主外表面處的反射表面，並且板的至少一個邊緣包括吸收體，以基本上防止來自圖像投影儀的光被板的至少一個邊緣反射。

【0069】可選地，透光基板的多個表面還包括與主外表面不平行的邊緣，並且光學耦入構造包括：佈置在透光基板的邊緣處的反射表面；以及角度選擇性反射表面，其相對於透光基板的主外表面傾斜地佈置在透光基板內，角度選擇性反射表面被配置成：透射以第一入射角範圍入射到角度選擇性反射表面的光，使得所透射的光被透光基板的主外表面之間的內反射引導，並且反射以第二入射角範圍入射到角度選擇性反射表面的光。

【0070】可選地，光學系統還包括：與透光基板相關聯的光學耦出構造，光學耦出構造被配置成將在透光基板的主外表面之間引導光的一部分耦出。

【0071】 可選地，光學耦出構造包括相對於透光基板的主外表面傾斜地佈置在透光基板內的多個部分反射表面。

【0072】 可選地，光學耦出構造包括與透光基板的主外表面之一相關聯的衍射元件。

【0073】 根據本發明的教導的實施方式，還提供了下述光學系統。該光學系統包括：圖像投影儀，其用於產生與圖像對應的光波，圖像投影儀包括：發射顯示裝置，其被配置成生成與圖像對應的光，以及光學元件，其被配置成接收來自發射顯示裝置的光並且輸出圖像光，光學部件包括以堆疊構造佈置的多個光學部件，並且在光學部件的每對相鄰光學部件之間具有機械互鎖接合；透光基板，其具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於主外表面的邊緣，透光基板被配置成通過主外表面之間的內反射來引導光；以及光學耦入構造，其與圖像投影儀相關聯，光學耦入構造被配置成將來自圖像投影儀的圖像光耦合到透光基板中。

【0074】 可選地，光學系統還包括：與透光基板相關聯的光學耦出構造，光學耦出構造被配置成將在透光基板的主外表面之間引導光的一部分耦出。

【0075】 可選地，光學耦出構造包括相對於透光基板的主外表面傾斜地佈置在透光基板內的多個部分反射表面。

【0076】 可選地，光學耦出構造包括與透光基板的主外表面之一相關聯的衍射元件。

【0077】 在本說明書和申請專利範圍中使用的術語“透光基板”是指由透明材料形成的任何透光體，優選地為透光固體，在本文中可互換地稱為“導光光學元件”、“光導”或“光波導”。

【0078】 除非本文另有定義，否則本文使用的所有技術和/或科學術語具有與本發明所屬領域的普通技術人員通常理解的含義相同的含義。儘管與本文描述的方法和材料類似或等同的方法和材料可以在本發明的實施方式的實踐或測試中使用，但是下文描述了示例性方法和/或材料。在存在

衝突的情況下，應以專利說明書（包括定義）為準。另外，材料、方法和示例僅是說明性的，並且不旨在必然限制。

【圖式簡單說明】

【0079】

本文參照圖式以僅示例的方式描述了本發明的一些實施方式。在具體詳細地參照圖式的情況下，要強調的是，所示的細節是作為示例並且出於說明性討論本發明的實施方式的目的。在這方面，結合圖式進行的描述使得本領域技術人員清楚如何實踐本發明的實施方式。

現在將注意力轉向圖式，其中相同的圖式標記或字元表示對應的或相同的部件。在圖式中：

圖 1 是如上所述的用於近眼顯示器的、採用部分反射表面的、習知技術的導光光學元件的示意性側視圖；

圖 2 是根據本發明的實施方式的具有圖像投影儀的光學系統的示意性側視圖，該圖像投影儀生成由光學耦入構造耦合到導光光學元件中的圖像光；

圖 3 和圖 4 是示出根據本發明的實施方式構造和操作的圖像投影儀的等距視圖；

圖 5 和圖 6 分別是與圖 3 和圖 4 對應的等距視圖，圖 5 和圖 6 以透明的方式示出了圖像投影儀的中空機械體，以示出佈置在該中空機械體內的圖像投影儀的光學部件；

圖 7 和圖 8 是分別與圖 3 和圖 4 對應的等距分解圖，圖 7 和圖 8 示出了圖像投影儀的部件；

圖 9 是圖 3 的圖像投影儀的光學部件的第一側視圖，圖 9 示出了光學部件的部件之間的接合；

圖 10 是與圖 9 對應的分解圖，圖 10 示出了光學部件的部件；

圖 11 是與圖 9 對應的第二側視圖；

圖 12 是與圖 11 對應的分解圖，圖 12 示出了光學部件的部件；

圖 13 是圖像投影儀的組裝的光學部件的俯視圖；

圖 14 是與圖 5 對應的俯視圖，圖 14 示出了在中空機械體內佈置的組裝的光學部件；

圖 15 和圖 16 分別是通過圖 3 的圖像投影儀截取的中心豎直平面和中心水平平面的剖視圖；

圖 17 是根據本發明的實施方式的圖 3 和圖 4 的圖像投影儀的俯視圖，圖 3 和圖 4 的圖像投影儀光學耦合到導光光學元件和被實現為板的光學耦入構造；

圖 18 是與圖 17 對應的仰視圖；

圖 19 是發射圖像光和光學部件的光學部件的光學功率施加部分的微型顯示裝置的剖視圖，並且示意性地示出了來自微型顯示裝置的光穿過光學部件的光學部件的行進；

圖 20 和圖 21 是分別從第一透鏡的前側和後側截取的、示出根據圖像投影儀的非限制性實施方式的光學部件的第一透鏡的等距視圖；

圖 22 和圖 23 是分別從第二透鏡的前側和後側截取的、示出根據圖像投影儀的非限制性實施方式的光學部件的第二透鏡的等距視圖；

圖 24 和圖 25 是分別從第三透鏡的前側和後側截取的、示出根據圖像投影儀的非限制性實施方式的光學部件的第三透鏡的等距視圖；

圖 26 和圖 27 是分別從第四透鏡的前側和後側截取的、示出根據圖像投影儀的非限制性實施方式的光學部件的第四透鏡的等距視圖；

圖 28 和圖 29 是分別從基本光學部件的前側和後側截取的、示出根據圖像投影儀的非限制性實施方式的光學部件的基本光學部件的等距視圖；

圖 30 和圖 31 是分別從中空機械體的前部和後部截取的、示出用於保持根據圖像投影儀的非限制性實施方式的光學部件的中空機械體的等距視圖；

圖 32 是從中空機械體的寬端截取的、與圖 31 對應的平面圖；

圖 33 是根據本發明的實施方式的具有圖像投影儀的光學系統的示意性側視圖，該圖像投影儀生成由光學耦入構造耦合到導光光學元件中的圖像光，該光學耦入構造被實現為具有用於減少重影圖像的反射表面的板；

圖 34 是圖 33 的一部分的放大圖，圖 34 示出一些圖像光線從板的反射表面反射從而被耦合到導光光學元件中，並且一些圖像光線被板的邊緣吸收；

圖 35 是根據本發明的實施方式的具有圖像投影儀的光學系統的示意性側視圖，該圖像投影儀生成由光學耦入構造耦合到導光光學元件中的圖像光，該光學耦入構造被實現為用於減少重影的反射表面和部分反射表面；以及

圖 36 是圖 35 的一部分的放大圖，圖 36 示出一些圖像光線被部分反射表面透射從而被耦合到導光光學元件中，而一些圖像光線被部分反射表面反射從而耦出導光光學元件。

【實施方式】

【0080】 本發明是具有導光光學元件和緊湊型圖像投影儀的光學系統以及用於構造緊湊型圖像投影儀的方法。

【0081】 參照說明書圖式，可以更好地理解根據本發明的光學系統和方法的原理和操作。

【0082】 在詳細說明本發明的至少一個實施方式之前，應理解，本發明不一定將其應用限於以下描述中闡述的和/或在圖式和/或示例中示出的部件和/或方法的構造和佈置的細節。本發明能夠具有其他實施方式或者能夠以各種方式實踐或執行。首先，遍及本文獻，對例如諸如頂和底、上和下、前和後等的方向進行參考。這些方向性參考是示例性的，僅用於說明本發明及其實施方式。

【0083】 現在參照圖式，圖 2 示出了根據本發明的實施方式構造和操作的光學系統，該光學系統總體上由圖式標記 40 標記。一般而言，光學系統 40 包括：LOE 50；與 LOE 50 的耦入區域相關聯的光學耦入構造 42；以及與光學耦入構造 42 和 LOE 50 相關聯的圖像投影光學佈置（在下文中稱為圖像投影儀）100。在更詳細地描述光學系統 40 及其各種部件和子部件的結構和操作之前，首先要注意的是，本發明涵蓋了本身各自具有創新意義的許多不同的方面。本發明的一個方面涉及圖像投影儀 100 的部件的

結構，並且涉及圖像投影儀 100 的構造（製造）。本發明的另一個方面涉及用於減少重影圖像和/或雜散光線的出現的圖像投影儀 100 的光學部件的設計（並且在某些實施方式中涉及保持光學部件的中空機械體的設計）。本發明的另一個方面涉及具有反射型光學耦入構造的圖像投影儀 100 的使用，其減少了重影圖像和/或雜散光線的出現。本發明的另一個方面涉及圖像投影儀的特定部件，當該特定部件與反射型光學耦入構造結合使用時，補償由 LOE 50 和/或光學耦入構造引入的色差的影響。在根據本發明的一個或更多個方面的某些實施方式中，圖像投影儀 100 還可以與 LOE 50 的一部分相關聯。本文提出的本發明的各個方面具有獨立的效用，並且相信當本發明的某些方面彼此結合使用時，具有特定的協同作用。

【0084】 現在轉到圖 2 所示的 LOE 50 的結構細節，注意到 LOE 50 總體類似於圖 1 的 LOE 10。LOE 50 由透明材料製成（即，LOE 為透光基板），並且具有用於通過內反射（優選地為全內反射）來引導光的一對平面的平行的面（可互換地稱為“主外表面”）52a、面 52b。LOE 50 被佈置成平行面之一 52b 與眼睛 68 面對，其中眼睛 68 位於與表面 52b 相距 ER 72 處的 EMB 70 中。圖像 54（在這裡由包括跨越光束的樣本光線 54a 和樣本光線 54b 的照射光束 54 示意性地表示）通過來自面 52a、面 52b 的重複內反射而沿著基板傳播，從而入射在與 LOE 50 相關聯的光學耦出構造上，該光學耦出構造被實現為以與平行的面 52a、面 52b 成傾斜角度佈置在 LOE 50 內的一系列平行的部分反射表面 62，其中圖像強度的一部分被反射，從而以光線 64a 和 64b 朝向眼睛 68 的瞳孔 66 耦出 LOE 50（基板）。注意，部分反射表面 62 僅示出了適用於 LOE 50 的一個非限制性光學耦出構造，並且其他光學耦合構造可以用於將圖像光耦出 LOE 50。光學耦出構造可以是使通過內反射在 LOE 50 內傳播的圖像的一部分偏轉到一定角度以使偏轉的圖像的一部分離開 LOE 50 的任何光學耦合佈置。這種合適的光學耦合佈置的其他示例包括但不限於佈置在面 52a、面 52b 中的任何一個上的一個或更多個衍射光學元件。

【0085】圖像 54 由圖像投影儀 100 生成，並且由光學耦入構造 42 注入（耦合）到 LOE 50 中。與通常採用反射型顯示裝置（例如，LCoS）或者透射型顯示裝置（例如，LCD）來生成圖像光的圖 1 的圖像投影儀 11 相比，本發明的圖像投影儀 100 採用用於生成要耦合到 LOE 50 中的圖像光的發射顯示裝置。在優選實施方式中，耦入光學構造 42 利用反射表面將圖像光波耦合到 LOE 50 中。在圖 2 中，反射表面可以被實現為施加到 LOE 50 的傾斜於主表面 52a、52b 的傾斜邊緣（表面）56 的反射塗層。如將進一步詳細討論的，根據本發明的一個方面的某些實施方式將反射型耦入光學構造用於圖像投影儀 100，以減少重影圖像從而改進耦出 LOE 50 的圖像品質。然而，本發明的圖像投影儀 100 可以與楔型耦入光學構造（例如圖 1 的楔形件 16）一起佈置。

【0086】現在共同地轉向圖 3 至圖 32，圖 3 至圖 32 示出了根據本發明的某些方面的實施方式的圖像投影儀 100（在光學系統中或者本身也是光學系統）及其對應部件的各種視圖。一般而言，圖像投影儀 100 包括：中空機械體 102（由於其通常的筒狀形狀，也被稱為“筒”）；佈置在筒 102 內的光學元件 160；微型顯示裝置 136；以及蓋構件 146。圖 3 和圖 4 是示出組裝的圖像投影儀 100 的不同等距視圖，圖 5、圖 6 和圖 14 是示出組裝的圖像投影儀 100 的各種視圖，其中筒 102 被示出為透明的，以更清楚地示出光學元件 160 在筒 102 內的佈置。

【0087】特別地參照圖 7、圖 8 和圖 30 至圖 32，筒 102 具有相對的開口端 104、開口端 106，其中一端 104 的開口通常大於另一端 106 的開口。這些端 104、端 106 可以互換地稱為寬端 104 和窄端 106。筒 102 包括多個表面，所述多個表面包括一對彎曲的外表面 108a、外表面 108b（分別稱為上外表面和下外表面）以及一對相對的平面（或接近平面）的外表面 110a、外表面 110b。在某些非限制性實施方式中，表面 110a、表面 110b 彼此平行。在其他非限制性實施方式中，表面 110a、表面 110b 彼此不平行並且在從窄端 106 向寬端 104 移動時逐漸變細。第五表面 118 被形成在窄端 106 處，並且形成容納部 120 的一部分，該容納部 120 被配置成

容納微型顯示裝置 136。在某些優選但非限制性的實施方式中，筒 102 由對於由微型顯示裝置 136 發射的光波不透明的材料構造而成。

【0088】微型顯示裝置 136 是包括發射顯示器 138 的發射顯示裝置，微型顯示裝置 136 可以被實現為例如有機發光二極體（organic light emitting diode，OLED）顯示裝置、微型 LED 顯示裝置或者可以在不使用諸如背燈或前燈之類的外部光源的情況下生成圖像光的任何其他自身發光的微型顯示裝置。儘管在圖式中未示出，但是微型顯示裝置 136 可以包括偏振器作為發射顯示器 138 的一部分，以產生偏振圖像光波。在某些實施方式中，電子介面元件 142 在其一端處電連接到發射顯示器 138，並且從發射顯示器 138 橫向延伸。電子介面元件 142 包括電連接器或者可以用於提供到電連接器的電子介面，該電連接器例如被實現為電纜或線束（例如，帶狀電纜）或者能夠在電子部件之間提供電子和/或資料連接從而在發射顯示器 138 與一個或更多個電子元件之間提供電連接的任何其他類型的連接器，所述一個或更多個電子元件包括但不限於電源裝置、顯示驅動器電子裝置、一個或更多個電腦存儲裝置（例如，諸如易失性或非易失性記憶體的記憶體）和/或一個或更多個電腦處理器，所述處理器例如被實現為微處理器、微控制器、現場可程式邏輯閘陣列（field-programmable gate array，FPGA）、數位訊號處理器（digital signal processor，DSP）、專用積體電路（application-specific integrated circuit，ASIC）、現場可程式邏輯陣列（field-programmable logic array，FPLA）等。

【0089】外表面 108a、外表面 108b 通常是傾斜的或彎曲的，使得筒 102 沿著外表面 108a、外表面 108b 從寬端 104 至窄端 106 逐漸變細。另外，由於在端 104、端 106 處的開口尺寸的差異，表面 110a、表面 110b 通常也從寬端 104 至窄端 106 逐漸變細。筒 102 的內（即，內部）側壁的部分形成內側壁構造 128，該內側壁構造 128 包括多個區域，包括在筒 102 的與上外表面 108a 相對的內部部分上的兩個上區域 130a、上區域 132a 以及在筒 102 的與下外表面 108b 相對的內部部分上的兩個下區域 130b、下區域 132b。區域 132a、區域 132b 的斜率（曲率）大於區域 130a、區域 130b 的

斜率（曲率），以對應於筒 102 在區域 132a、區域 132b 處逐漸變細的程度。筒 102 還包括與外表面 110a、外表面 110b 相對的內側壁 134a、內側壁 134b。

【0090】現在轉到圖 7 至圖 12，光學元件 160 包括多個光學部件（也稱為光學元件），所述光學部件包括一組透鏡光學元件（即，透鏡）即透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 和基部光學元件 600（可互換地稱為“基部”）。儘管在此示出了四個透鏡，但是圖像投影儀 100 的使用少於四個的透鏡或者多於四個的透鏡的其他配置是可能的。如將要討論的，透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 協作以執行各種光學功能，包括減少色差和/或球差、減少圖像尺寸、準直等。

【0091】如圖 5、圖 6、圖 9、圖 10 和圖 13 至圖 16 所示，光學元件 160 的光學部件 200、光學部件 300、光學部件 400、光學部件 500、光學部件 600 以堆疊構造佈置。堆疊構造被佈置成使得光學部件 200、光學部件 300、光學部件 400、光學部件 500 被定位在筒 102 的中空部分（即內側）內，如圖 5、圖 6 以及圖 14 至圖 16 所示，並且透鏡 200 被定位在堆疊構造的在筒 102 的窄端 106 處或附近的一端處，並且基部 600 被定位在堆疊構造的在筒 102 的寬端 104 處或附近的另一端處。基部 600 也被佈置在筒 102 的中空部分內。

【0092】如以下將更詳細討論的，光學元件 160 的光學部件 200、光學部件 300、光學部件 400、光學部件 500、光學部件 600 中的每一個具有一組接合構造，該接合構造由一個或更多個表面、凹槽、傾斜凹槽、邊緣、傾斜邊緣、表面區段或者或其他類似類型的機械結構的佈置形成。在本實施方式中，一些光學部件具有一組兩個接合構造，而其他光學部件具有一組四個接合構造。特別地，在堆疊構造的一端處的光學部件 200 具有佈置在光學部件的後側上的一對接合構造。在堆疊構造的另一端處的光學部件 600 具有佈置在光學部件的前側上的第一對接合構造以及從光學部件的相應的上表面和下表面向上和向下突出的第二對接合構造。堆疊構造中的其餘光學部件（即，定位在堆疊構造的兩端處的光學部件 200、光學部件

600 之間的光學部件 300、光學部件 400、光學部件 500）均具有佈置在堆疊構造的前側上的第一對接合構造以及佈置在光學部件的後側上的第二對接合構造。對於堆疊構造中的每對相鄰光學部件，該對中的每個光學部件的至少一些接合構造被對應地配置成彼此接合。換言之，該對中的第一光學部件的至少一些接合構造被配置成與該對中的第二光學部件的至少一些接合構造接合，並且該對中的第二光學部件的至少一些接合構造被配置成與該對中的第一光學部件的至少一些接合構造接合。成對的相鄰光學部件的這些接合構造被對應地構造，並且彼此接合以促進相鄰光學部件之間的互鎖接合。相鄰光學部件之間的互鎖接合是機械接合，這意味著在光學部件之間不使用黏合劑來使光學元件 160 的光學部件互連。

【0093】基部光學元件 600 由對由微型顯示裝置 136 發出的光波透明的材料形成（即，基部 600 是透光的）。基部 600 既執行光學功能又執行機械功能，特別地，基部 600 的一些接合構造還被配置成與堆疊構造中的相鄰光學部件（例如，光學部件 500）接合，而基部 600 的其餘接合構造被配置成與筒 102 的位於寬端 104 處的對應接合構造接合。基部 600 與筒 102 之間的接合使得基部 600 能夠將透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 保持在筒 102 內。將在本發明內容的後續部分中詳細描述由基部 600 執行的光學功能。

【0094】現在將首先參照圖 7 至圖 12 以及圖 20 至圖 29 更詳細地描述光學元件 160 的光學部件的結構和一般光學功能。通常，透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 中的每一個被形成為單個整體構件，其包括由兩個部分：向入射光施加光功率的透鏡部分，該透鏡部分為一對光學表面以及光學表面之間（即由光學表面界定）的光學區域的形式；以及用於將透鏡與基部 600 相連和附接在一起的一個或更多個附接部分（具有接合構造）。基部 600 還被形成為包括以下兩個部分的單個整體構件：用於改變入射光的行進角度（對於每個波長略有不同）的光功率施加部分（為一對光學表面以及光學表面之間（即由光學表面界定）的光學區域的形式）；

以及用於將透鏡 500 與筒 102 接合並且將光學元件 160 附接到 LOE 50 和/或光學耦入構造 42 的附接部分（具有接合構造）。

【0095】如將要討論的，對於光學元件 160 的每個光學部件，該光學部件的光學表面位於光學部件的被稱為前側和後側的相對側上。在本文獻的上下文中，光學元件 160 的光學部件的前側通常是指光學部件的最靠近筒 102 的窄端 106（並且等效地，最靠近微型顯示裝置 136，距筒 102 的寬端 104 最遠，並且距 LOE 50 的主表面 52b 最遠）的一側。同樣在本文獻的上下文中，光學元件 160 的光學部件的後側（也稱為"尾側"）通常是指光學部件的最靠近筒 102 的寬端 104（並且等效地，最靠近 LOE 50 的主表面 52b，距筒 102 的窄端 106 最遠，並且距微型顯示裝置 136 最遠）的一側。

【0096】繼續參照圖 7 至圖 12 以及圖 20 至圖 29，特別地參照圖 20 和圖 21，透鏡 200 包括分別在透鏡 200 的前側和後側上的兩個大致相對的光學表面即光學表面 202、光學表面 204。在該非限制性示例實施方式中，表面 202 是凹面並且表面 204 是凸面，並且表面 202、表面 204 二者的表面輪廓都是非球面的。本文考慮了其他表面輪廓，包括例如球形。透鏡的表面輪廓可以取決於各種因素，包括例如圖像投影儀的特定應用、光學元件中的透鏡數目以及製造透鏡的材料。表面 202 相對於透鏡 200 的前側上的大體上平坦的表面 210 是凹入的。表面 210 包括上表面部分 212a 和下表面部分 212b。表面 202、表面 204 與一對側表面即側表面 206、側表面 208 的一部分一起總體上限定了透鏡 200 的將光功率施加到來自微型顯示裝置 136 的入射光的透鏡部分。當作為圖像投影儀 100 的一部分佈置時，表面 202 與微型顯示裝置 136 成相對關係。透鏡 200 通常被配置成物鏡，其執行各種光學功能，包括用於減少由微型顯示裝置 136 生成的圖像的尺寸和/或抵消場彎曲像差的影響的功能。

【0097】透鏡 200 具有一對腿即腿 214a、腿 214b（或"分支"），腿朝向透鏡 200 的後側延伸並且從透鏡 200 的相對週邊部分向外延伸。在圖式所示的光學元件 160 的非限制性取向中，腿 214a、腿 214b 從透鏡 200

的相應的上週邊部分和下週邊部分延伸（因此在本上下文中可以稱為“上腿”214a 和“下腿”214b）。腿 214a、腿 214b 通常在圖 20 和圖 21 的取向上沿著豎直軸從透鏡 200 的中心向外張開，從而大體上對應於筒 102 的內側壁構造 128 的區域 132a、區域 132b 的曲率或斜率，如圖 15 所示的截面視圖所示。腿 214a、腿 214b 通常是襟翼型結構，具有從透鏡 200 的上週邊部和下週邊部切向向外延伸的主彎曲表面 216a、主彎曲表面 216b。側表面 206、側表面 208 通常在圖 20 和圖 21 的取向上沿著水平軸從透鏡 200 的中心向外張開，使得表面 216a、表面 216b 在透鏡 200 的俯視（和底視）圖中形成等腰梯形形狀，如圖 13 和圖 14 所示。

【0098】腿 214a、腿 214b 在透鏡 200 後側的上部和下部處的對應的終止區域 218a、終止區域 218b 處終止。終止區域 218a、終止區域 218b 的部分形成透鏡 200 的相應的上接合構造 226a 和下接合構造 226b。終止區域 218a、終止區域 218b 包括對應的傾斜邊緣 220a、傾斜邊緣 220b。傾斜邊緣 220a 由一對（優選地為共面的）表面 222a、表面 224a 形成，並且傾斜邊緣 220b 由一對表面 222b、表面 224b 形成。注意，表面 224a 也與腿 214a 的主上彎曲表面 216a 形成邊緣，並且表面 224b 也與腿 214b 的主下彎曲表面 216b 形成邊緣。傾斜邊緣 220a、傾斜邊緣 220b（以及形成傾斜邊緣 220a、傾斜邊緣 220b 的表面 222a、表面 224a 和表面 222b、表面 224b）形成透鏡 200 的上接合構造 226a、下接合構造 226b，並且被配置成與透鏡 300 的對應接合構造接合。彎曲表面 216a、彎曲表面 216b 在至少一個維度上，特別是在跨越側表面 206、表面 208 之間的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。傾斜邊緣 220a、傾斜邊緣 220b 在與表面 216a、表面 216b 的弧形輪廓相同的維度上也具有弧形輪廓。因此，（分別形成傾斜邊緣 220a 和傾斜邊緣 220b 的）表面 222a、表面 224a 和表面 222b、表面 224b 在與傾斜邊緣 220a、傾斜邊緣 220b 的弧形輪廓相同維度上也具有弧形輪廓。

【0099】當被插入筒 102 中時，透鏡 200 被佈置成使得共面的上表面部分 212a 和下表面部分 212b 接觸（或緊鄰）筒 102 的內側壁（表面）126，該內側壁 126 通常與外表面 118 相對。

【0100】透鏡 200 還包括分別由圖式標記 131 和圖式標記 133 標記的一對側邊緣。邊緣 131 由表面 206、表面 210 相交形成，邊緣 133 由表面 208、表面 210 相交形成。邊緣 131、邊緣 133 在相對的端部處被表面 216a、表面 216b 終止，以形成相應的終止角區域。在某些實施方式中，邊緣 131、邊緣 133（和/或終止角區域）可以用於約束或限制透鏡 200（和光學元件 160 的其他透鏡）在筒 102 內的旋轉。

【0101】繼續參照圖 7 至圖 12 以及圖 20 至圖 29，特別地參照圖 22 和圖 23，透鏡 300 包括分別在透鏡 300 的前側和後側的兩個大致相對的光學表面 302、光學表面 304。透鏡 300 被佈置成表面 302 與透鏡 200 的表面 204 成面對關係。表面 302、表面 304 連同一對側表面 306、側表面 308 一起大體限定了透鏡 300 的將光功率施加到入射光的透鏡部分。在該非限制性示例實施方式中，透鏡 300 是雙凸透鏡，並且表面 302、表面 304 兩者的表面輪廓都是非球面的。然而，可以看出，表面 304 的曲率度明顯大於表面 302 的曲率度。如將要討論的，透鏡 300 與透鏡 400 一起操作以像消色差雙合透鏡那樣起作用，從而減少色差的影響。

【0102】透鏡 300 具有從透鏡 300 的相對的週邊部分向外延伸的一對腿 310a、腿 310b（或“分支”）。在圖中所示的光學元件 160 的非限制性取向中，腿 310a、310b 從透鏡 300 的相應的上週邊部分和下週邊部分延伸（因此可以在該上下文中稱為“上腿”310a 和“下腿”310b）。腿 310a 和腿 310b 通常是襟翼型結構，具有從透鏡 300 的上週邊部分和下週邊部分切向向外延伸的主彎曲表面 312a、主彎曲表面 312b。側表面 306、側表面 308 通常在圖 22 和圖 23 的取向上沿水平軸從透鏡 300 的中心向外張開，使得表面 312a、表面 312b 在透鏡 300 的俯視圖（和仰視圖）中形成等腰梯形形狀，如圖 13 和圖 14 所示。

【0103】腿 310a 通常在兩個相對的方向上延伸（一個朝向透鏡 200，另一個朝向透鏡 400），並且在兩個終止區域即終止區域 314a、終止區域 324a 處終止。類似地，腿 310b 通常在兩個相對的方向上延伸（一個朝向透鏡 200，另一個朝向透鏡 400），並且在兩個終止區域即終止區域 314b、終止區域 324b 處終止。終止區域 314a、終止區域 314b 被形成在透鏡 300 的前側的相應的上部和下部上，終止區域 324a、終止區域 324b 被形成在透鏡 300 的後側的相應的上部和下部上。

【0104】終止區域 314a、終止區域 314b 的一部分形成透鏡 300 的相應的上第一接合構造 336a 和下第一接合構造 336b，這些接合構造被配置成與透鏡 200 的對應接合構造 226a、接合構造 226b 接合。終止區域 314a、終止區域 314b 包括對應的傾斜凹槽 316a、傾斜凹槽 316b。傾斜凹槽 316a 由形成在透鏡 300 的前側上的一對表面 318a、表面 320a 形成，並且傾斜凹槽 316b 由一對表面 318b、表面 320b 形成。表面 318a、表面 318b 優選地為共面的表面。傾斜凹槽 316a、傾斜凹槽 316b 在至少一個維度上，特別是在跨越表面 306、表面 308 之間的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。因此，（分別形成傾斜凹槽 316a 和傾斜凹槽 316b 的）表面 318a、表面 320a 和表面 318b、表面 320b 在與傾斜凹槽 316a、傾斜凹槽 316b 的弧形輪廓相同的維度上也具有弧形輪廓。

【0105】傾斜凹槽 316a、傾斜凹槽 316b（以及形成傾斜凹槽 316a、傾斜凹槽 316b 的表面 318a、表面 320a、表面 318b、表面 320b）形成透鏡 300 的上第一接合構造 336a 和下第一接合構造 336b，並且配置成與透鏡 200 的對應的接合構造 226a、接合構造 226b 接合。特別地，傾斜凹槽 316a 的弧形輪廓與傾斜邊緣 220a 的弧形輪廓匹配，並且傾斜邊緣 220a 被配置成裝配在傾斜凹槽 316a 中，使得表面 222a 和表面 224a 的部分分別接觸表面 318a 和表面 320a 的部分。同樣地，傾斜凹槽 316b 的弧形輪廓與傾斜邊緣 220b 的弧形輪廓匹配，並且傾斜邊緣 220b 被配置成裝配在傾斜凹槽 316b 中，使得表面 222b 和表面 224b 的部分分別接觸表面 318b 和表面 320b 的部分。在本文獻的上下文中，如果兩個表面的部分彼此齊平放置，

則稱這些部分是接觸的。兩個表面之間的這種接觸也可以被認為是彼此抵接的兩個表面。這些表面彼此接觸的區域在本文中稱為介面區域。

【0106】注意，在該非限制性示例配置中，終止區域 314a、終止區域 314b 中的每一個包括分別由圖式標記 322a、圖式標記 332a 和圖式標記 322b、圖式標記 332b 來標記的兩對邊緣。邊緣 322a 由表面 328a、表面 306 相交形成，並且邊緣 332a 由表面 328a、表面 308 相交形成。表面 328a 是具有弧形輪廓的大體上平坦的表面，其與表面 320a 和表面 312a 二者共用邊緣。類似地，邊緣 322b 由表面 328b、表面 306 相交形成，並且邊緣 332b 由表面 328b、表面 308 相交形成。表面 328b 是具有弧形輪廓的大體上平坦的表面（與表面 328a 共面），其與表面 320b 和表面 312b 二者共用邊緣。

【0107】邊緣 322a、邊緣 332a 在上端處被表面 312a 終止以形成相應的終止角區域。類似地，邊緣 322b、邊緣 332b 在下端處由表面 312b 終止以形成相應的終止角區域。在某些實施方式中，邊緣 322a、邊緣 332a、邊緣 322b、邊緣 332b（和/或終止角區域）可以用於約束或限制透鏡 300（和光學元件 160 的其他透鏡）在筒 102 內的旋轉。

【0108】終止區域 324a、終止區域 324b 的部分形成透鏡 300 的相應的上第二接合構造 338a 和下第二接合構造 338b，這些接合構造被配置成與透鏡 400 的對應接合構造接合。終止區域 324a、終止區域 324b 包括對應的傾斜邊緣 326a、傾斜邊緣 326b。傾斜邊緣 326a 由一對表面 330a、表面 334a 形成，並且傾斜邊緣 326b 由一對表面 330b、表面 334b 形成。表面 330a、表面 330b 優選地為共面的表面，並且被形成在透鏡 300 的後側上。傾斜邊緣 326a、傾斜邊緣 326b（以及形成傾斜邊緣 326a、傾斜邊緣 326b 的表面 330a、表面 334a、表面 330b、表面 334b）形成透鏡 300 的上第二接合構造 338a 和下第二接合構造 338b，並且被配置成與透鏡 400 的對應接合構造接合。傾斜邊緣 326a、傾斜邊緣 326b 在至少一個維度上，特別是在跨越表面 306、表面 308 之間的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。因此，（分別形成傾斜邊緣 326a 和傾斜邊緣 326b 的）表面

330a、表面 334a 和表面 330b、表面 334b 在與傾斜邊緣 326a、傾斜邊緣 326b 的弧形輪廓相同的維度上也具有弧形輪廓。注意，在該非限制性示例配置中，表面 334a 也與腿 310a 的主上表面形成邊緣（傾斜邊緣），並且表面 334b 也與腿 310b 的主下表面形成邊緣（傾斜邊緣）。

【0109】繼續參照圖 7 至圖 12 以及圖 20 至圖 29，特別是參照圖 24 和圖 25，透鏡 400 包括分別在透鏡 400 的前側和後側上的兩個大致相對的光學表面 402、光學表面 404。透鏡 400 被佈置成表面 402 與透鏡 300 的表面 304 成面對關係。表面 402、表面 404 與一對側表面 406、側表面 408 一起總體限定了透鏡 400 的將光功率施加到入射光的透鏡部分。在該非限制性示例實施方式中，透鏡 400 是凹凸的（即，表面 402 是凹的，並且表面 404 是凸的），並且表面 402 和表面 404 的表面輪廓分別是非球面和球面。如所提及的，在本示例中，透鏡 400 與透鏡 300 一起工作以像消色差雙合透鏡那樣起作用，從而減少色差的影響。優選地，表面 304、表面 402 雖然不是彼此相同的倒置版本，但是通常被對應地配置成使得表面 304 通常裝配在由表面 402 產生的凹陷內。

【0110】透鏡 400 具有從透鏡 400 的相對週邊部分向外延伸的一對腿 410a、腿 410b（或“分支”）。在圖中所示的光學元件 160 的非限制性取向中，腿 410a、腿 410b 從透鏡 400 的相應的上週邊部分和下週邊部分延伸（因此可以在本上下文中稱為“上腿”410a 和“下腿”410b）。腿 410a、腿 410b 總體上是襟翼型結構，具有從透鏡 400 的上週邊部分和下週邊部分切向向外延伸的主彎曲表面 412a、主彎曲表面 412b。彎曲表面 412a、彎曲表面 412b 在至少一個維度上，特別是在表面 406、408 之間的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。側表面 406、側表面 408 通常在圖 24 和圖 25 的取向上沿著水平軸從透鏡 400 的中心向外張開，使得表面 412a、表面 412b 在透鏡 400 的俯視圖（和仰視圖）中形成等腰梯形形狀，如圖 13 和圖 14 所示。

【0111】腿 410a 通常在兩個相對的方向上延伸（一個朝向透鏡 300，另一個朝向透鏡 500），並且在兩個終止區域即終止區域 414a、終止區域

428a 處終止。類似地，腿 410b 通常在兩個相對的方向上延伸（一個朝向透鏡 300，另一個朝向透鏡 500），並且在兩個終止區域即終止區域 414b、終止區域 428b 處終止。在圖像投影儀 100 的本非限制性示例配置中，腿 410a、腿 410b 在朝向透鏡 500 的方向上比在朝向透鏡 300 的方向上延伸地更遠。終止區域 414a、終止區域 414b 被形成在透鏡 400 的前側的相應的上部和下部上，並且終止區域 428a、終止區域 428b 被形成在透鏡 400 的後側的相應的上部和下部上。

【0112】終止區域 414a、終止區域 414b 的部分形成透鏡 400 的對應的上第一接合構造 436a 和下第一接合構造 436b，這些接合構造被配置成與透鏡 300 的對應的上第二接合構造 338a、下第二接合構造 338b 接合。終止區域 414a、終止區域 414b 包括對應的傾斜凹槽 416a、傾斜凹槽 416b。傾斜凹槽 416a 由一對表面 418a、表面 420a 形成，並且傾斜凹槽 416b 由一對表面 418b、表面 420b 形成。表面 418a、表面 418b 優選地為共面的表面，並且被形成在透鏡 400 的前側上。傾斜凹槽 416a、傾斜凹槽 416b 在至少一個維度上，特別是在跨越表面 406、408 的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。因此，（分別形成傾斜凹槽 416a 和傾斜凹槽 416b 的）表面 418a、表面 420a 和表面 418b、表面 420b 在與傾斜凹槽 416a、傾斜凹槽 416b 的弧形輪廓相同的相同維度上也具有弧形輪廓。

【0113】傾斜凹槽 416a、傾斜凹槽 416b（以及形成傾斜凹槽 416a、傾斜凹槽 416b 的表面 418a、表面 420a、表面 418b、表面 420b）形成透鏡 400 的上第一接合構造 436a、下第一接合構造 436b，並且被配置成與透鏡 300 的對應的上第二接合構造 338a、下第二接合構造 338b 接合。特別地，傾斜凹槽 416a 的弧形輪廓與傾斜邊緣 326a 的弧形輪廓匹配，並且傾斜邊緣 326a 被配置成裝配在傾斜凹槽 416a 中，使得表面 330a 和表面 334a 的一部分分別接觸表面 418a 和表面 420a 的一部分。同樣地，傾斜凹槽 416b 的弧形輪廓與傾斜邊緣 326b 的弧形輪廓匹配，並且傾斜邊緣 326b 被配置成裝配在傾斜凹槽 416b 中，使得表面 330b 和表面 334b 的一部分分別接觸表面 418b 和表面 420b 的一部分。

【0114】注意，在該非限制性示例配置中，每個終止區域 414a、終止區域 414b 包括分別由圖式標記 422a、圖式標記 424a 和圖式標記 422b、圖式標記 424b 標記的兩對邊緣。邊緣 422a 由表面 426a、表面 406 相交形成，並且邊緣 424a 由表面 426a、表面 408 相交形成。表面 426a 是終止區域 414a 的與表面 420a 形成邊緣（傾斜邊緣）的另一表面。類似地，邊緣 422b 由表面 426b、表面 406 相交形成，邊緣 424b 由表面 426b、表面 408 相交形成。表面 426b 是終止區域 414b 的與表面 420b 形成邊緣（傾斜邊緣）的另一表面。表面 426a、表面 426b 優選地為共面的表面，並且被形成在透鏡 400 的前側上。

【0115】邊緣 422a、邊緣 424a 在上端處被表面 412a 終止，以形成相應的終止角區域。類似地，邊緣 422b、邊緣 424b 在下端處被表面 412b 終止，以形成相應的終止角區域。在某些實施方式中，邊緣 422a、邊緣 424a、邊緣 422b、邊緣 424b（和/或終止角區域）可以用於約束或限制透鏡 400（和光學元件 160 的其他透鏡）在筒 102 內的旋轉。

【0116】終止區域 428a、終止區域 428b 的部分形成透鏡 400 的相應的上第二接合構造 438a 和下第二接合構造 438b，這些接合構造被配置成與透鏡 500 的對應接合構造接合。終止區域 428a、終止區域 428b 包括對應的傾斜邊緣 430a、傾斜邊緣 430b。傾斜邊緣 430a、傾斜邊緣 430b 由對應的成對的表面 432a、表面 434a 和表面 432b、表面 434b 形成。表面 432a、表面 432b 優選地為共面的表面，並且被形成在透鏡 400 的後側上。傾斜邊緣 430a、傾斜邊緣 430b（以及形成傾斜邊緣 430a、傾斜邊緣 430b 的表面 432a、表面 434a、表面 432b、表面 434b）形成透鏡 400 的上第二接合構造 438a 和下第二接合構造 438b，並且被配置成與透鏡 500 的對應的接合構造接合。傾斜邊緣 430a、傾斜邊緣 430b 在至少一個維度上，特別是在跨越表面 406、表面 408 之間的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。因此，（分別形成傾斜邊緣 430a 和傾斜邊緣 430b 的）表面 432a、表面 434a 和表面 432b、表面 434b 在與傾斜邊緣 430a、傾斜邊緣 430b 的弧形輪廓相同的維度上也具有弧形輪廓。

【0117】繼續參照圖 7 至圖 12 以及圖 20 至圖 29，並且特別地參照圖 26 和圖 27，透鏡 500 包括分別在透鏡 500 的前側和後側上的兩個大致相對的光學表面 502、504。透鏡 500 被佈置成表面 502 與透鏡 400 的表面 404 面對。表面 502、504 與一對側表面 506、508 一起總體上限定了透鏡 500 的將光功率施加到入射光的透鏡部分。在該非限制性示例實施方式中，透鏡 500 是雙凸的，並且表面 502 和 504 的表面輪廓分別是非球面和球面。透鏡 200 通常被配置成準直透鏡，並且通過對由微型顯示裝置 136 產生的圖像光進行準直來執行光學部件 160 的主要準直功能。

【0118】透鏡 500 具有從透鏡 500 的相對週邊部分向外延伸的一對腿 510a、510b（或“分支”）。在圖中所示的光學部件 160 的非限制性取向中，腿 510a、510b 從透鏡 500 的相應的上週邊部分和下週邊部分延伸（因此可以在本上下文中稱為“上腿”510a 和“下腿”510b）。腿 510a、510b 通常是襟翼型結構，具有從透鏡 500 的上週邊部分和下週邊部分切向向外延伸的主彎曲表面 512a、512b。主彎曲表面 512a、512b 在至少一個維度上，特別是在跨越表面 506、508 之間的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。側面 506、508 通常沿圖 26 和圖 27 的取向從透鏡 500 的中心沿著水平軸向外張開，使得表面 512a、512b 在透鏡 500 的俯視圖（和仰視圖）中形成等腰梯形形狀，如圖 13 和圖 14 所示。

【0119】腿 510a 通常在兩個相對的方向上延伸（一個朝向透鏡 400，另一個朝向基部 600），並且在兩個終止區域即終止區域 514a、終止區域 524a 處終止。類似地，腿 510b 通常在兩個相對的方向上延伸（一個朝向透鏡 400，另一個朝向基部 600），並且在兩個終止區域即終止區域 514b、終止區域 524b 處終止。在圖像投影儀 100 的本非限制性示例配置中，腿 510a、腿 510b 在朝向基部 600 的方向上比在朝向透鏡 400 的方向上延伸地更遠。終止區域 514a、終止區域 514b 被形成在透鏡 500 的前側的相應的上部分和下部分上，並且終止區域 524a、分別 524b 被形成在透鏡 500 的後側的相應的上部分和下部分上。

【0120】終止區域 514a、終止區域 514b 的部分形成透鏡 500 的相應的上第一接合構造 536a 和下第一接合構造 536b，這些接合構造被配置成與透鏡 400 的對應的上第二接合構造 438a、下第二接合構造 438b 接合。終止區域 514a、終止區域 514b 包括對應的傾斜凹槽 516a、傾斜凹槽 516b。傾斜凹槽 516a 由一對表面 518a、表面 520a 形成，並且傾斜凹槽 516b 由一對表面 518b、表面 520b 形成。表面 518a、表面 518b 優選地為共面的表面，並且被形成在透鏡 500 的前側上。傾斜凹槽 516a、傾斜凹槽 516b 在至少一個維度上，特別是在跨越表面 506、表面 508 之間的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。因此，（分別形成傾斜凹槽 516a 和傾斜凹槽 516b 的）表面 518a、表面 520a 和表面 518b、表面 520b 在與傾斜凹槽 516a、傾斜凹槽 516b 的弧形輪廓相同的維度上也具有弧形輪廓。

【0121】傾斜凹槽 516a、傾斜凹槽 516b（以及形成傾斜凹槽 516a、傾斜凹槽 516b 的表面 518a、表面 520a、表面 518b、表面 520b）形成透鏡 500 的上第一接合構造 536a、下第一接合構造 536b，並且被配置成與透鏡 400 的對應的上第二接合構造 438a、下第二接合構造 438b 接合。特別地，傾斜凹槽 516a 的弧形輪廓與傾斜邊緣 430a 的弧形輪廓匹配，並且傾斜邊緣 430a 被配置成裝配在傾斜凹槽 516a 中，使得表面 432a 和表面 434a 的一部分分別接觸表面 518a 和表面 520a 的一部分。同樣地，傾斜凹槽 516b 的弧形輪廓與傾斜邊緣 430b 的弧形輪廓匹配，並且傾斜邊緣 430b 被配置成裝配在傾斜凹槽 516b 中，使得表面 432b 和表面 432b 的一部分分別接觸表面 518b 和表面 520b 的一部分。

【0122】注意，在該非限制性示例配置中，終止區域 514a、終止區域 514b 中的每一個包括分別由圖式標記 522a、圖式標記 526a 和圖式標記 522b、圖式標記 526b 標記的兩對邊緣。邊緣 522a 由表面 532a、表面 506 相交形成，並且邊緣 526a 由表面 532a、表面 508 相交形成。表面 532a 是形成在透鏡 500 的前側上的大體上平坦的表面，並且具有與表面 520a 和表面 512a 共用邊緣的弧形輪廓。類似地，邊緣 522b 由表面 532b、表面 506 相交形成，並且邊緣 526b 由表面 532b、表面 508 相交形成。表面 532b 是

形成在透鏡 500 的前側上的大體上平坦的表面（與表面 532a 共面），並且具有與表面 520b 和表面 512b 二者共用邊緣的弧形輪廓。

【0123】 邊緣 522a、邊緣 526a 在上端處由表面 512a 終止以形成相應的終止角區域。類似地，邊緣 522b、邊緣 526b 在下端處由表面 512b 終止以形成終止角區域。在某些實施方式中，邊緣 522a、邊緣 526a、邊緣 522b、邊緣 526b（和/或終止角區域）可以用於約束或限制透鏡 500（和光學元件 160 的其他透鏡）在筒 102 內的旋轉。

【0124】 終止區域 524a、終止區域 524b 的一部分形成透鏡 500 的相應的上第二接合構造 538a 和下第二接合構造 538b，這些接合構造被配置成與基部 600 的對應接合構造接合。終止區域 524a、終止區域 524b 包括對應的傾斜邊緣 528a、傾斜邊緣 528b。傾斜邊緣 528a、傾斜邊緣 528b 由相應的成對的表面 530a、表面 534a 和表面 530b、表面 534b 形成。表面 534a、表面 534b 優選地為共面的，並且被形成在透鏡 500 的後側上。傾斜邊緣 528a、傾斜邊緣 528b（以及形成傾斜邊緣 528a、傾斜邊緣 528b 的表面 530a、表面 534a、表面 530b、表面 534b）形成透鏡 500 的第二接合構造，並且被配置成與基部 600 的對應的接合構造接合。傾斜邊緣 528a、傾斜邊緣 528b 在至少一個維度上，特別是在跨越表面 506、表面 508 之間的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。因此，（分別形成傾斜邊緣 528a 和傾斜邊緣 528b 的）表面 530a、表面 534a 和表面 530b、表面 534b 在與傾斜邊緣 528a、傾斜邊緣 528b 的弧形輪廓相同的維度上也具有弧形輪廓。

【0125】 如在圖 5、圖 6、圖 9、圖 10 以及圖 13 至圖 15 中可以看到的，光學部件 200、光學部件 300、光學部件 400、光學部件 500、光學部件 600 從前到後以堆疊構造佈置，這意味著給定光學部件的前側或後側與堆疊中的相鄰光學部件的前側或後側成面對關係。另外，透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 以嵌套構造佈置。圖 13 和圖 14 示出了嵌套配置的特定特徵，其中表面 206、表面 306、表面 406、表面 506 和表面 208、表面 308、表面 408、表面 508 位於兩組平行平面中（即，表面 206、表面

306、表面 406、表面 506 彼此平行，並且表面 208、表面 308、表面 408、表面 508 彼此平行，並且傾斜於表面 206、表面 306、表面 406、表面 506 的平面）。圖 5、圖 6、圖 9、圖 10 和圖 15 示出了嵌套構造的另一特定特徵，其中，在從筒 102 的窄端 106 向寬端 104 移動時，透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 的腿通常逐漸向外擴展（即，透鏡 500 的腿 510a、腿 510b 擴展得比透鏡 400 的腿 410a、腿 410b 寬，透鏡 400 的腿 410a、腿 410b 擴展得比透鏡 300 的腿 310a、腿 310b 寬，透鏡 300 的腿 310a、腿 310b 擴展得比透鏡 200 的腿 214a、腿 214b 寬）。作為副產物，透鏡 200 的相關終止區域的一部分裝配在透鏡 300 的相關終止區域的內部，透鏡 300 的相關終止區域的一部分裝配在透鏡 400 的相關終止區域的內部，透鏡 400 的相關終止區域的一部分裝配在透鏡 500 的相關終止區域的內部。透鏡的腿的向外擴張程度的逐漸增加以及終止區域的各部分之間的裝配促進光學元件 160 的透鏡的主彎曲表面 216a、主彎曲表面 216b、主彎曲表面 312a、主彎曲表面 312b、主彎曲表面 412a、主彎曲表面 412b、主彎曲表面 512a、主彎曲表面 512b 處的整體輪廓，該總體輪廓通常對應於筒 102 的內部部分的輪廓（即，上區域 130a、下區域 130b、上區域 132a、下區域 132b）。

【0126】在某些優選實施方式中，透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 中的每一個均關於光學元件 160 的中心光軸對稱。在圖 13 中，光軸是以透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 為中心的豎直軸（即，垂直於上表面部分 212a、下表面部分 212b、表面 328a、表面 328b、表面 426a、表面 426b、表面 532a、表面 532b 並且穿過透鏡 200、300、400、500 中的每一個的中心的軸）。觀察在（圖 16 所示的）平行於光軸的平面中截取的圖像投影儀 100 的截面，透鏡 200、300、400、500 是具有關於光軸的雙重對稱性的平面截斷透鏡。觀察在（圖 15 所示的）垂直於光軸的平面中截取的圖像投影儀 100 的截面，可以看出，透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 不具有這種關於軸的對稱性。實際上，如上所述，透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 中的每一個的成對的光學表面是不

相同的（並且在大多數情況下具有不同的表面輪廓），這排除了具有這種對稱性。透鏡的光學表面的幾何形狀的變化導致每個透鏡的縱橫比顯著不同於整體。在本文獻的上下文中，透鏡的縱橫比通常被定義為透鏡寬度與透鏡長度的比率，其中，長度被測量為大致透鏡的腿之間的距離，而寬度被測量為大致透鏡的一對側面之間的距離。已經發現在圖像投影儀 100 的輸出處提供良好圖像均勻性的特別合適的縱橫比的範圍對於透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 分別為 0.3 至 0.5、0.1 至 0.3、0.3 至 0.5、0.1 至 0.35。

【0127】 繼續參照圖 7 至圖 12 以及圖 20 至圖 29，並且特別參照圖 28 和圖 29，基部 600 包括分別在基部 600 的前側和後側上的兩個平面光學表面即光學表面 602、光學表面 604。基部 600 被佈置為表面 602 與透鏡 500 的表面 504 成面對關係，並且表面 604 與 LOE 50 的主外表面之一 52b 成面對關係。表面 602 優選地相對於（透鏡 200 的）表面 210 和（筒 102 的）表面 126 具有傾斜角。

【0128】 基部 600 執行用於補償或抵消由根據本發明的另一個方面的 LOE 50 和光學耦入構造 42（例如，當被實現為反射型光學耦入構造時）引入的色差的光學功能，以及用於將光學元件 160 的透鏡保持在筒 102 內的機械功能。

【0129】 將在此簡要地討論並且將在本發明內容的後續部分中更詳細地討論根據本發明的該方面的光學功能。作為介紹，色差是光學元件（例如棱鏡）無法將所有顏色的光導向同一點的效應。光學元件的折射率相對於光的波長而變化，使得當白光撞擊到光學元件上時，白光的各個顏色成分的波長被分散，從而使成分顏色在空間上分離。

【0130】 當佈置 LOE 和光學耦入構造（例如，作為 NED 或 HMD 裝置的一部分）時，LOE 和光學耦入構造可以被定位成相對於觀看者的眼睛具有傾斜角。在圖 1 中可以部分地看出這一點，其中（耦合棱鏡 16 和 LOE 10 的）主表面 17c 和表面 15 相對於 EMB 28 具有傾斜角。儘管從圖 1 中沒有清楚地看出，但是主外表面 12b 也可以被定位成傾斜於 EMB 28

（俗稱“面曲線”的現象）。在這種情況下，LOE 和光學耦入構造展現出棱鏡特性，可能會導致色差，從而由於 FOV 的非對稱的耦入和耦出角度而使（通過光學耦出構造例如部分反射表面從 LOE 耦出的）圖像失真。另外，從圖像投影儀發出的耦入 LOE 並且朝向眼睛耦出的光波具有了色差。為了抵消色差，基部 600 的截面被設計為棱鏡（或楔形）。這在圖 16 和圖 19 中示出，其中可以看到，表面 604 相對於表面 602 是傾斜的。在這種構造中，表面 604 被佈置成平行於 LOE 50 的主表面 52b，並且表面 604（相對於表面 602）的傾斜角（部分地）限定了圖像投影儀 100 相對於 LOE 50 佈置的總角度。該圖像投影儀的佈置角度（在圖 17 中由圖式標記 θ_{proj} 來標記）被測量為光學元件 160 的透鏡的中心光軸（在圖 17 中是豎直軸，並且通常沿著微型顯示裝置 136 的平面的法線）與主外表面 52b 的平面之間的夾角。下面將更詳細地描述基部 600 的用於抵消色差的光學功能的細節。通常要注意的是，與表面 602、表面 604 相關聯的前述傾斜角是相對於 LOE 50 設計的。

【0131】現在繼續對基部 600 的結構進行描述，一對平坦的側面（側壁）606、側面 608 在表面 602、表面 604 之間界定並且延伸。由於表面 604 相對於表面 602 的傾斜，側面 606 通常比側面 608 更寬（或更寬闊）。因此，表面 606 和表面 608 可以分別可互換地稱為寬表面和窄表面。

【0132】基部 600 通常包括位於基部 600 的相對端處的上週邊部分 610a 和下週邊部分 610b。彎曲表面 612a、彎曲表面 612b 形成上週邊部分 610a、下週邊部分 610b 的外表面。這些彎曲表面 612a、彎曲表面 612b 被稱為“上彎曲表面”612a 和“下彎曲表面”612b。彎曲表面 612a、彎曲表面 612b 的曲率通常對應於筒 102 的上區域 130a、下區域 130b 的曲率。平坦表面 614a、平坦表面 614b（優選地為共面的表面）被形成在上週邊部分 610a、下週邊部分 610b 的前側上。

【0133】一對突起 616a、突起 616b 從表面 614a、表面 614b 向外延伸（在組裝光學元件 160 時朝向透鏡 500 的方向）。突起 616a、突起 616b 可互換地稱為“上突起”616a 和“下突起”616b。突起 616a、突起 616b 的一

部分與表面 614a、表面 614b 一起形成基部 600 的對應的上第一接合構造 638a 和下第一接合構造 638b，這些接合構造被配置成與透鏡 500 的對應的上第二接合構造 538a、下第二接合構造 538b 接合。

【0134】突起 616a 和突起 616b 分別由成對的表面 618a、表面 622a 和表面 618b、表面 622b 形成。一對傾斜凹槽 620a 和傾斜凹槽 620b 分別由成對的表面 614a、表面 618a 和表面 614b、表面 618b 形成。傾斜凹槽 620a、傾斜凹槽 620b 在至少一個維度上，特別是在跨越表面 606、表面 608 之間的維度上具有弧形輪廓（即，具有弧形形狀）。因此，（分別形成傾斜凹槽 620a 和傾斜凹槽 620b 的）表面 614a、表面 618a 和表面 614b、表面 618b 在與傾斜凹槽 620a、傾斜凹槽 620b 的弧形輪廓相同的維度上也具有弧形輪廓。

【0135】傾斜凹槽 620a、傾斜凹槽 620b（以及形成傾斜凹槽 620a、傾斜凹槽 620b 的表面 614a、表面 618a、表面 614b、表面 618b）形成基部 600 的上第一接合構造 638a 和下第一接合構造 638b，並且被配置成與透鏡 500 的對應的上第二接合構造 538a、下第二接合構造 538b 接合。特別地，傾斜凹槽 620a 的弧形輪廓與傾斜邊緣 528a 的弧形輪廓匹配，並且傾斜邊緣 528a 被配置成裝配在傾斜凹槽 620a 中，使得表面 530a 和表面 534a 的一部分分別接觸表面 618a 和表面 614a 的一部分。同樣地，傾斜凹槽 620b 的弧形輪廓與傾斜邊緣 528b 的弧形輪廓匹配，並且傾斜邊緣 528b 被配置成裝配在傾斜凹槽 620b 中，使得表面 530b 和表面 534b 的一部分分別接觸表面 618b 和表面 614b 的一部分。

【0136】凸緣 624a 從彎曲表面 612a 的中心區域向上突出。凸緣 616a 配置成與筒 102 的寬端 104 的容納部 112 的上部中的通道 114a 可滑動地接合。在圖式中，通道 114a 被示出為向內延伸一定量並且由外表面 108a 中的側壁 116a 終止的端 104 的上部中的狹縫或狹槽。凸緣 624a 和通道 114a 被對應地配置成促進凸緣 624a 與通道 114a 之間的互鎖接合。

【0137】類似地，凸緣 624b 從彎曲表面 612b 的中心區域向下突出。凸緣 624b 配置成與筒 102 的寬端 104 的容納部 112 的下部中的通道 114b

可滑動地接合。在圖式中，通道 114b 被示出為向內延伸一定量並且由外表面 108b 中的側壁 116b 終止的端 104 的下部中的狹縫或狹槽。凸緣 624b 和通道 114b 被對應地配置成促進凸緣 624b 與通道 114b 之間的互鎖接合。凸緣 624a、凸緣 624b 形成基部 600 的相應的上第二接合構造 640a 和下第二接合構造 640b 的一部分，並且通道 114a、通道 114b 形成筒 102 的一組接合構造 117a、接合構造 117b 的一部分。

【0138】凸緣 624a、凸緣 624b 包括被形成在基部 600 的前側上的對應的前（優選地為共面的）表面 626a、前表面 626b，該前表面 626a、前表面 626b 與平坦表面 614a、平坦表面 614b 形成相應的鄰接表面。基部 600 被配置成在容納部 112 處與筒 102 接合，使得凸緣 624a、凸緣 624b 可滑動地接合對應的通道 114a、通道 114b，所述通道 114a、通道 114b 形成筒 102 的接合構造 117a、接合構造 117b 的一部分。當基部 600 與容納部 112 接合時，將凸緣 624a、凸緣 624b 的表面插入通道 114a、通道 114b 中，使得前表面 626a、前表面 626b 的一部分分別接觸相應的側壁 116a、側壁 116b（這約束了基部 600 進一步向筒 102 的內部移動。另外，彎曲表面 612a、區域 612b 的一部分與內側壁構造 128 的相應的上區域 130a、下區域 130b 的一部分接近（即，近距離接觸，或者在某些情況下接觸）。

【0139】注意，凸緣 624a、凸緣 624b 和通道 114a、通道 114b 的尺寸被對應地確定，以促進凸緣 624a、凸緣 624b 與通道 114a、通道 114b 之間的對應構造，這使得能夠在凸緣 624a、凸緣 624b 與通道 114a、通道 114b 之間互鎖地滑動接合。凸緣 624a、凸緣 624b 與通道 114a、通道 114b 之間的對應構造雖然不一定是固定的互鎖接合，但是使得當凸緣 624a、凸緣 624b 被通道 114a、通道 114b 容納時，基部 600 被保持在接容納部 112 中。優選地，通過在基部 600 的一部分與容納部 112 的一部分之間施加黏合劑來實現固定接合，如下所述。在某些非限制性實施方式中，凸緣 624a、凸緣 624b 和通道 114a、通道 114b 的尺寸被對應地確定，使得形成卡扣式接合，從而促進基部 600 與容納部 112 之間的更牢固的互鎖接合。

【0140】基部 600 還包括形成在基部 600 的後側上的耦合構造 628，該耦合構造 628 呈側壁構造的形式，該側壁構造從表面 604 的週邊向外突出，以在所有側面上限制表面 604。耦合構造 628 被配置成用於將圖像投影儀 100 可操作地耦合到 LOE 50 和/或光學耦入構造 42，從而形成單個光學系統 40。在 LOE 50 與反射型光學耦入構造 42 相關聯的某些非限制性實現方式中，耦合構造 628 的一部分在 LOE 50 的"光學耦入區域"的一部分處在主外表面 52b 處光學耦合到 LOE 50。在一些這樣的實現方式中，耦合構造 628 的一部分也光學耦合到光學耦入構造，例如如圖 17 和圖 18 所示。

【0141】在圖式中示出的特定非限制性實現方式中，耦合構造 628 包括具有與彎曲表面 612a 接合的表面的上部 630a 以及具有與彎曲表面 612b 接合的表面的下部 630b。上部 630a 和下部 630b 光學耦合到 LOE 50 的光學耦合區域。耦合構造 628 還包括在部分 630a、部分 630b 之間延伸的側部 632（從而部分 630a、部分 630b、側部 632 形成連續的表面）。側部 632 與側面 606 接合。在本非限制性實現方式中，耦合構造 628 還包括大體上與側部 632 相對的長形部分 634，該長形部分 634 沿著基部 600 的週邊在上部 630a 與下部 630b 之間延伸。側部 632 包括被定位在長形部分 634 的上端或下端處或者在長形部分 634 的上端或下端附近的一對耦合構造 636a、耦合構造 636b。在某些特別優選的實現方式中，例如，在其中將光學耦入構造實現為佈置在 LOE 50 的邊緣 56 上的具有規定厚度的透明板（將參照圖 33 和圖 34 進行描述）的實現方式中，這些耦合構造 636a、耦合構造 636b 被配置成將基部 600 光學耦合到光學耦入構造。在這種非限制性實現方式中，耦合構造 636a、耦合構造 636b 被配置成將基部 600 光學耦合到透明板的邊緣。在某些優選但非限制性的實現方式中，通過將耦合構造 628 機械附接到 LOE 50 和耦入構造，能夠實現前述的光學耦合。

【0142】注意，在使用楔形件基部光學耦入構造的實現方式中，耦合構造 628 包括被配置成將基部 600 機械地耦合到楔形件的外表面的表面，從而提供基部 600 與楔形件之間的光學耦合。

【0143】耦合構造 628 與 LOE 和/或光學耦入構造之間的光學耦合可以以各種方式實現。光學耦合的一個非限制性示例是使用黏合劑技術（即，光學膠合劑）的直接耦合。另一個非限制性示例是機械耦合，在機械耦合中，圖像投影儀 100 被機械地定位以經由機械模組或機械元件將部分 630a、部分 630b、部分 632、部分 634 放置在相對於 LOE 和/或光學耦入構造的必要位置處。

【0144】以下段落描述了根據本發明內容的實施方式的用於組裝圖像投影儀 100 的過程，該過程是在構造（即，製造）圖像投影儀 100 的過程中的子過程。組裝過程包括一系列步驟，這些步驟中的許多步驟可以以與本文描述的特定順序不同的循序執行。

【0145】光學元件 160 的光學部件以堆疊構造佈置，由此每個光學部件的接合構造與堆疊中的相鄰光學部件的接合構造接合，所有這些如上所述。通常，透鏡 200 的上接合構造 226a、下接合構造 226b 與透鏡 300 的上第一接合構造 336a、下第一接合構造 336b 彼此接合。透鏡 300 的上第二接合構造 338a、下第二接合構造 338b 與透鏡 400 的上第一接合構造 436a、下第一接合構造 436b 彼此接合。透鏡 400 的上第二接合構造 438a、下第二接合構造 438b 與透鏡 500 的上第一接合構造 536a、下第一接合構造 536b 彼此接合。透鏡 500 的上第二接合構造 538a、下第二接合構造 538b 與基部 600 的上第一接合構造 638a、下第一接合構造 638b 彼此接合。

【0146】在某些非限制性構造方法中，可以首先在筒 102 的外部形成堆疊構造。然後，可以經由筒 102 的寬端 104 處的容納部 112 將堆疊插入筒 102 的中空開口中。表面 210 的上表面部分 212a、下表面部分 212b 與筒 102 的內側壁（表面）126 接觸，這限制了堆疊向筒 102 的內部進一步移動。同時，基部 600 的上第二接合構造 640a、下第二接合構造 640b 在容納部 112 處與接合構造 117a、接合構造 117b 接合（即，凸緣 616a、凸緣 616b 與通道 114a、通道 114b 可滑動地接合），以將堆疊的一部分保持在筒 102 內。

【0147】在優選的非限制性構造方法中，光學部件在筒 102 的內部逐一堆疊。例如，可以首先將透鏡 200 插入筒 102 中（使得上表面部分 212a、下表面部分 212b 與內側壁（表面）126 接觸）。然後可以將透鏡 300 插入筒 102 中，使得透鏡 200 的上接合構造 226a、下接合構造 226b 與透鏡 300 的上第一接合構造 336a、下第一接合構造 336b 彼此接合。然後可以將透鏡 400 插入筒 102 中，使得透鏡 300 的上第二接合構造 338a、下第二接合構造 338b 與透鏡 400 的上第一接合構造 436a、下第一接合構造 436b 彼此接合。然後可以將透鏡 500 插入筒 102 中，使得透鏡 400 的第二接合構造上 438a、下第二接合構造 438b 與透鏡 500 的上第一接合構造 536a、下第一接合構造 536b 彼此接合。然後，可以使基部 600 與筒 102 的容納部 112 接合，使得透鏡 500 的上第二接合構造 538a、下第二接合構造 538b 與基部 600 的上第一接合構造 638a、下第一接合構造 638b 彼此接合，並且使得基部 600 的上第二接合構造 640a、下第二接合構造 640b 在容納部 112 處與接合構造 117a、接合構造 117b 彼此接合，以將堆疊的一部分保持在筒 102 內。當基部 600 與筒 102 接合時（即，當上第二接合構造 640a、下第二接合構造 640b、接合構造 117a、接合構造 117b 彼此接合時），表面 606、表面 608 的（靠近基部 600 的前側的）一部分被定位在筒 102 內（在圖 3 和圖 4 中可以看出）。表面 602 也完全保持在由筒 102 和基部 600 的外部部分限定的殼體內。

【0148】（通過相鄰光學部件的對應構造的接合構造之間的協作）相鄰光學部件之間的機械互鎖接合以及基部 600 與容納部 112 的互鎖接合使得能夠將光學元件 160 的透鏡佈置成使得透鏡被精確地同軸地定位（即，相對於彼此居中並且同軸地對準），並且還使得能夠佈置成使得透鏡被保持在筒 102 內而無需在透鏡之間使用任何黏合劑（例如，光學膠合劑）。另外，凸緣 624a、凸緣 624b 和通道 114a、通道 114b 的接合通常限制了基部 600 繞光學元件 160 的光軸的旋轉。由於光學元件 160 的光學部件（通過前述的接合構造）互鎖，因此整個光學元件 160 的光學部件的同軸旋轉受到基部 600 與容納部 112 的接合的限制。可以通過透鏡的一個或更多個

部分與（形成內側壁構造 128 的旋轉限制構造的）內側壁構造 128 的區域 132a、132b 之間的協作進一步限制整個光學元件 160 的光學部件的同軸旋轉。

【0149】在某些優選但非限制性的實施方式中，邊緣 131、邊緣 133、邊緣 322a、邊緣 332a、邊緣 322b、邊緣 332b、邊緣 422a、邊緣 424a、邊緣 422b、邊緣 424b、邊緣 522a、邊緣 526a、邊緣 522b、邊緣 526b 中的一個或更多個（單獨或者與其各自的終止角區域中的一個或更多個組合）形成透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 的旋轉限制構造。這些旋轉限制構造與由內側壁構造 128 的上區域 132a、下區域 132b 的對應部分形成的旋轉限制構造協作，以限制邊緣 131、邊緣 133、邊緣 322a、邊緣 332a、邊緣 322b、邊緣 332b、邊緣 422a、邊緣 424a、邊緣 422b、邊緣 424b、邊緣 522a、邊緣 526a、邊緣 522b、邊緣 526b（和/或角區域）中的一個或更多個的移動，從而限制對應的透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 和整個光學元件 160 的旋轉。結果，通過旋轉限制構造，光學元件 160 的透鏡繞三個主軸（光軸以及垂直於光軸的兩個軸）的旋轉量被限制為可接受的小的旋轉度（即在可接受的公差內）。

【0150】在某些實施方式中，為了將堆疊的相關部分（即，透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500）更牢固地保持（並且在某些情況下，固定地保持）在筒 102 內，使用黏合劑（例如，光學膠合劑）將基部 600 附接到端 104。例如，可以將一層黏合劑施加到凸緣 624a、凸緣 624b 的與通道 114a、通道 114b 接合的部分。可以在表面 606、表面 608 的可以接觸上區域 130a、下區域 130b 的部分的各個部分處施加附加的黏合劑。黏合劑的量優選地為最小，以防止過量的黏合劑洩漏到筒 102 的內部部分，從而防止黏合劑進入光學元件 160 的光路並且防止不利地影響通過光學元件 160 傳播的光線的軌跡。

【0151】在（通過將基部 600 膠合到筒 102 的寬端 104）將光學元件 160 牢固地保持在筒 102 的內部之後，可以將微型顯示裝置 136 佈置在筒 102 的窄端 106 處的容納部 120 中。優選地，用於佈置微型顯示裝置 136

的過程中的一部分包括：將微型顯示裝置 136 與光學元件 160 對準（主動對準）。可以使用任何公知的對準技術和過程來執行對準，通常利用光學測試台設備，例如自動準直儀裝置、圖像捕獲裝置等。使用這些對準技術和過程以確保根據一個或更多個圖像品質指標和光學系統設計規範，由微型顯示裝置 136 生成的、通過光學元件 160（以及通過 LOE 50）傳播的圖像的品質具有足夠的品質。對準可以包括例如在分析由圖像捕獲裝置（例如攝像裝置）捕獲的輸出圖像（在圖像投影儀 100 的輸出處和/或在 LOE 50 的輸出處）時，使微型顯示裝置 136 在容納部 120 內（繞一個或更多個旋轉軸）的旋轉、橫向定位、前後定位或者任何其他調整。

【0152】微型顯示裝置 136 被佈置成發射顯示器 138 的圖像發射表面 140a 在容納部 120 中，使得圖像發射表面 140a 的一部分（例如邊緣部分）接觸（或幾乎接觸）與表面 118 的一部分共面或者形成表面 118 的一部分的平坦表面 119 的一部分。平坦表面 119 在一側上與內側壁 134b 形成邊緣，並且在與該邊緣相對的一側上由突出側壁 122（即，突出的邊沿或脊）界定，突出側壁 122 從表面 119 向外突出以與表面 119 形成臺階。表面 119 在其其餘側上由突出側壁構造 124 界定。在優選實施方式中，通過將（具有矩形孔徑的六邊形形狀的）安裝適配器元件 144 黏合地附接到與圖像發射表面 140a 相對的表面 140b，來實現微型顯示裝置 136 的佈置。一層（或多層）黏合劑可以被施加到安裝適配器 144 的週邊部分，以將安裝適配器 144（與發射顯示器 138）黏合地附接到容納部 120。安裝適配器 144 可以優選地被附接到突出側壁構造 124 的壁上。在示出的實施方式中，突出側壁構造 124 被實現為從表面 118 向外突出的三邊結構，並且該三邊結構包括兩個平行的側壁 125a、側壁 125b 以及第三側壁 125c，第三側壁 125c 垂直於兩個側壁 125a、側壁 125b 並且在平行的側壁 125a、側壁 125b 的端部處在兩個平行側壁 125a、側壁 125b 之間延伸。第三側壁 125c 可以形成內側壁 134a 的一部分。突出側壁構造 124 的兩個平行的側壁 125a、側壁 125b 也界定了突出側壁 122，該突出側壁 122 在與突出側壁構造 124 的第三側壁 125c 相對的端部處在兩個平行側壁之間延伸。還應注意，突出

側壁構造 124 比突出側壁 122 更向外突出。安裝適配器 144 可以黏合地附接到側壁 125a、側壁 125b、第三側壁 125c。側壁 125a、側壁 125b、第三側壁 125c 在各自的共面表面 127a、表面 127b、表面 127c 處終止。

【0153】優選地，在將發射顯示器 138 附接到筒 102 的容納部 120 之後，將蓋構件 146（例如，實現為基本矩形的板）附接到突出側壁構造 124。在示出的實施方式中，蓋構件 146 包括主（矩形）體 148 和凸緣 150，該凸緣 150 從主體 148 的側面之一沿垂直於主體 148 的方向突出。凸緣 150 僅部分地延伸跨過主體 148 的凸緣 150 從其突出的一側的長度。另外，蓋構件 146 和突出側壁構造 124 被對應地構造，這意味著由主體 148 與突出側壁構造 124 在二維平面中的投影形成的幾何形狀是相同的（或者幾乎相同，在小的裕量內）。當蓋構件 146 被附接到筒 102 時，主體 148 被安置在突出側壁構造 124 的三個表面即表面 127a、表面 127b、表面 127c 上，並且凸緣 150 通過形成在突出側壁構造 124 的兩個平行側壁 125a、125c 之間的間隙向內延伸，並且與突出側壁 122 對準。在凸緣 150 的終止表面與突出側壁 122 之間形成間隙（或開口），該間隙具有足夠的尺寸以允許（在一端處連接到發射顯示器 138 的）電子介面元件 142 穿過該間隙並且離開容納部 120 從而（在其另一端處）連接到一個或更多個電子元件（例如電源，顯示驅動電子器件、電腦化存儲裝置、電腦化處理器等）。

【0154】將基部 600 和蓋構件 146 附接到筒 102 的相對端 104、106 提供了相應的密封接合，該密封接合將發射顯示器 138 和光學元件 160 的光學元件密封在筒 102 內，從而防止環境碎屑和/或污染物進入筒 102 的中空內部部分並且接觸光學元件 160 的元件。結果是模組化且輕量的圖像投影儀 100，該圖像投影儀 100 可以附接（即光學耦合）到如上所述的光學系統 40 的其餘部件（即，LOE 50 和/或光學耦入構造 42）。

【0155】根據特別優選但非限制性的實現方式，圖像投影儀 100 的幾個部件由塑膠材料構造而成，以提供輕量的光學圖像投影儀 100。在優選的實現方式中，筒 102 和光學元件 160 的光學部件由塑膠材料構造而成（每個部件可以由相同的塑膠材料構造，或者可以使用不同的塑膠材料構

造不同的部件）。在另一非限制性實現方式中，光學元件 160 的一個或更多個光學部件由玻璃構造而成。在一個非限制性示例中，光學元件 160 的所有部件由玻璃構造而成。在優選但非限制性的實現方式中，光學元件 160 的光學部件（特別是光學元件 160 的透鏡）由具有相似熱膨脹係數的材料（或多種材料）構造而成，以減少光學元件 160 的熱應力，從而減少（並且優選地完全防止）圖像投影儀 100 的部件破裂或變形的可能性。

【0156】作為構造根據本發明的實施方式的圖像投影儀 100 的過程的一部分，優選地獲得與筒 102 和光學元件 160 的光學部件對應的多個模具。獲得模具可以包括：生產（即，製造）模具。模具限定筒 102 和光學部件的形狀，其中每種形狀還包括相關的接合構造及其部分（例如，腿、突起、終止區域、傾斜凹槽、傾斜邊緣、表面等）。然後使用相應的模具，通過將塑膠、玻璃或聚合物材料澆鑄或注入到模具中，例如以塑膠、玻璃或聚合物材料來製造部件（即，筒 102 和光學元件 160 的光學部件）。使注入或鑄造的模具凝固，然後從模具中去除（彈出）筒 102 和光學部件。然後可以如上所述地將光學部件佈置（即堆疊）在筒 102 中。

【0157】儘管到目前為止描述的接合構造的非限制性實施方式涉及了特定的機械結構，例如傾斜凹槽、傾斜邊緣和表面，但是這些構造僅是示例性的。可以使用其他構造，包括非傾斜的邊緣和凹槽（儘管傾斜可以減少邊緣/凹槽處的應力，從而防止光學部件在邊緣/凹槽處破裂/破碎）。此外，儘管在所描述的非限制性實施方式中的接合構造涉及了特定數目的對應構造的傾斜邊緣和凹槽，但是還可以包括附加的邊緣和凹槽（傾斜的或非傾斜的）以形成光學部件的一個或更多個接合構造的一部分。

【0158】此外，儘管所描述的非限制性實施方式涉及了具有包括四個透鏡的光學元件的圖像投影儀，但是如前所述，佈置少於四個的透鏡或者多於四個的透鏡的其他實施方式也是可能的。通常，筒的尺寸，特別是筒的中空內部應被設計成容納光學元件的所有透鏡。例如，當佈置使用五個透鏡的光學元件時，筒的尺寸應大於圖式中所示的筒 102 的尺寸。

【0159】此外，儘管到目前為止描述的實施方式涉及了透鏡的特定表面輪廓（例如，非球形、球形），但是可以考慮其他表面輪廓和表面輪廓的組合。在某些情況下，用於製造透鏡的材料可以（至少部分地）有助於應使用的透鏡的表面輪廓的類型。例如，當由玻璃材料構造透鏡時，表面 202、表面 204、表面 302、表面 304、表面 402、表面 404、表面 502、表面 504 的表面輪廓可以被選擇為球形表面。

【0160】以下段落描述來自微型顯示裝置 136 的光通過光學元件 160 的每個光學部件的傳播。參照圖 16 至圖 19，要注意的是，基部 600 的存在允許圖像投影儀 100 的透鏡的中心光軸（從微型顯示裝置 136 的中心延伸穿過光學元件 160 的每個透鏡的中心）被定位成相對於 LOE 50 的主表面成傾斜的角度（至少部分地由於表面 604 相對於表面 602 的傾斜定位）。在圖 16 至圖 19 所示的構造（以及本發明的許多其他構造）中，來自圖像投影儀 100 的照射以相對淺的角度（高入射角）耦合到 LOE 50 中，並且近乎垂直於表面 52b 地從 LOE 50 出射（即，耦出 LOE 50）。這樣的構造固有地傾向於產生色差。通過在圖像照射到達光學耦入構造之前修改圖像照射，基部 600 的截面棱柱形狀至少部分地補償了色差效應。

【0161】特別參照圖 19，圖 19 示出了來自微型顯示裝置 136 的光穿過光學部件行進的示意圖。由微型顯示裝置 136 發射的光波（由與從微型顯示裝置 136 的三個不同區域發射的光對應的三組光線即光線 80A、光線 82A、光線 84A、光線 86A、光線 88A、光線 90A 示意性表示）被透鏡 200 的表面 202、表面 204 透射（折射），此後撞擊在透鏡對即透鏡 300、透鏡 400 上，此後被透鏡 300、透鏡 400 的表面 302、表面 304、表面 402、表面 404 透射（折射），然後撞擊在準直透鏡 500 上，並且被透鏡 500 的表面 502、表面 504 透射（折射）以形成三組平行光線即 80B、光線 82B、光線 84B、光線 86B、光線 88B、光線 90B（即，光線 80B、光線 82B 是平行的，光線 84B、光線 86B 是平行的，並且光線 88B、光線 90B 是平行的。結果，（由於透鏡 500 的準直），從微型顯示裝置 136 的相同區域（對應於相似的顏色）發出的光線通常彼此平行。然而，一組的平行光線

可以不必與其他組的光線平行（即，光線 80B、光線 82B 不必與光線 84B、光線 86B 平行）。

【0162】準直光波（由三組平行光線即光線 80B、光線 82B、光線 84B、光線 86B、光線 88B、光線 90B 示意性表示）撞擊在基部 600 上（在水平截面上形成為楔形/棱柱）。準直光波被基部 600 折射兩次（表面 602、表面 604 中的每一個一次），並且作為圖像光波（由三組平行光線即光線 80C、光線 82C、光線 84C、光線 86C、光線 88C、光線 90C 示意性地表示，即光線 80C、光線 82C 是平行的，光線 84C、光線 86C 是平行的，光線 88C、光線 90C 是平行的）離開圖像投影儀 100（即，通過表面 604 從基部 600 透射出去）。

【0163】由圖像投影儀 100 輸出的圖像光波撞擊在光學耦入構造 42 上（在圖 17 和圖 18 中被實現為反射型光學耦入構造）。由於基部 600 的棱柱形狀（即，表面 602、表面 604 之間的傾斜角），行進穿過基部 600 的表面 602、表面 604 的（來自微型顯示裝置 136 的）圖像光的不同波長被分離（即，分散），使得基部 600 至少部分地補償由耦入（到 LOE 50）和（從 LOE 50）耦出引入的色差。

【0164】現在轉向本發明的另一個方面，現在將特別地參照圖 33 至圖 36 來討論減少重影圖像（和雜散光線）的出現的光學耦入構造的各種實現方式。作為介紹，當與圖像的一部分對應的光線以不期望的角度從 LOE 耦出時，可能會出現重影圖像。當將光學耦入構造 42 實現為佈置在 LOE 50 的傾斜邊緣 56 處的反射表面（例如，鏡子）（如圖 2 所示）時，（從圖像投影儀 100 發出的）光線在反射表面處（即，在傾斜邊緣 56 處）的多次反射可能導致以這種不期望的角度將圖像光線從 LOE 50 耦出。

【0165】首先參照圖 33，圖 33 示出了根據本發明的實施方式的減少了重影圖像和雜散光線的光學耦入構造 42。光學耦入構造 42 包括由透明材料形成的板 70（即，板 70 是透光基板），板 70 具有平行的外表面（面）72a、外表面 72b 以及外表面（也稱為“邊緣”）74a、外表面 74b。在圖式所示的非限制性實現方式中，表面/邊緣 74a、表面/邊緣 74b 也是平行的，

使得兩對平行的外表面即外表面 72a、外表面 72b、外表面 74a、外表面 74b 形成矩形截面。然而，應注意，表面 74a、表面 74b 不必然平行。例如，表面 72b 的長度可以小於表面 72a 的長度，使得表面 74a、表面 74b 不平行。板 70 在傾斜邊緣 56 處佈置有表面 72a，使得表面 72a 被置於傾斜邊緣 56 上並且與傾斜邊緣 56 一致。在某些優選但非限制性的實施方式中，耦合構造 636a、耦合構造 636b 被配置成（通過黏合劑（或機械附接）將基部 600 光學耦合到邊緣表面 74b 的部分。圖 17 和圖 18 分別是示出與表面 74b 的相應部分接觸的耦合構造 636a、耦合構造 636b 的俯視圖和仰視圖。

【0166】在某些實施方式中，板 70 通過黏合劑附接（例如通過在表面 72a 與邊緣 56 之間施加一層光學膠合劑）光學地耦合到 LOE 50。在其他實施方式中，板 70 與 LOE 50 之間的光學耦合通過將板 70 定位在傾斜邊緣 56 附近（優選在表面 72a 與傾斜邊緣 56 之間沒有氣隙）的機械模組或機械元件來機械地實現。板 70 和 LOE 50 優選地由相同類型的材料構造，以確保板 70 和 LOE 50 具有相同的折射率。當使用黏合劑將板 70 光學地附接到 LOE 50 時，黏合劑優選是折射率匹配的材料。

【0167】表面 72b 是反射表面（例如，鏡子），該反射表面可以由板 70 的塗有一層或更多層塗層的表面形成。在某些實施方式中，塗層是諸如介電塗層或金屬塗層（其中反射表面 72b 被實現為“銀鏡”）的反射塗層，該反射塗層反射由圖像投影儀 100 發射的光波。在其他實施方式中，塗層可以是角度選擇性塗層，使得表面 72b 僅反射來自圖像投影儀 100 的、以指定的入射角範圍入射在表面 72b 上的光。在另一個實施方式中，可以在板 70 外部的表面 72b 處佈置簡單的鏡子。

【0168】為了防止雜散光線（在 LOE 的輸出端可能表現為重影圖像）進入 LOE 50，優選地在板 70 的表面（邊緣）74a 處佈置吸光材料。吸光材料也可以被佈置在另一表面 74b 處，然而，吸光材料在表面 74a 處的佈置對防止雜散光線進入 LOE 50 具有最顯著的效果。這些雜散光線包括如果不存在板 70 則將被傾斜邊緣 56 反射兩次並且耦合到 LOE 50 中的光線。

然而，在存在板 70 的情況下，本來將會被傾斜邊緣 56 反射兩次的光線反被吸光材料吸收。吸光材料被配置成吸收由圖像投影儀 100 發射的光的光譜中的大部分強度（即，可見光譜）。吸光材料在本領域中是公知的，並且很容易商購。

【0169】 圖 34 示出了圖 33 的一部分的放大圖，以示出具有吸光材料的板 70 對由圖像投影儀 100 注入（引入）的光線的影響。如所期望的，樣本光線 54a 和 54b（跨越光束 54 的光線中的兩條）被表面 72b 反射並且進入 LOE 50。另一樣本光線 54c（其為跨越光束 54 的光線中的另一條）表示在不存在板 70 的情況下會進入 LOE 50 的不需要的光。在不存在板 70 的情況下，光線 54c 撞擊在傾斜邊緣 56 上（類似於圖 2）。光線 54c 被傾斜邊緣 56（其充當光學耦入構造，被實現為反射表面）反射，生成反射光線 55c（由虛線箭頭表示）。反射光線 55c 撞擊在 LOE 50 的表面 52b 上，在此處光線 55c 經歷來自表面 52b 的內反射，從而生成反射光線 55d。反射光線 55d 然後被傾斜邊緣 56 反射，生成反射光線 55e，反射光線 55e 由光學耦出構造 62 最終耦出為朝向觀看者的眼睛 68 的重影光線。注意，光線 55e 可以在經歷被表面 52a、52b 進一步內反射之前耦出 LOE 50，或者可以在由光學耦出構造 62 耦出 LOE 50 之前經歷來自表面 52a、表面 52b 的一個或更多個內反射。

【0170】 然而，在存在板 70 的情況下，光線 54c 被傾斜邊緣 56 和表面 72a 透射，並且撞擊在表面 72b 上。光線 54c 被表面 72b 反射，生成反射光線 57c。反射光線 57c 被表面 72a、傾斜邊緣 56 透射並且入射在 LOE 50 的表面 52b 上，在此處光線 57c 經歷被表面 52b 內反射，從而生成反射光線 57d。反射光線 57d 被傾斜邊緣 56、表面 72a 透射，並且撞擊在（由於吸光材料而）吸收光線 57d 的表面 74a 上，從而消除了潛在的重影光線。由於存在具有吸收材料的板 70，因此光線 54c 最終沒有耦合到 LOE 50 中，因此沒有（由光學耦出構造 62）從 LOE 50 朝向觀看者的眼睛 68 耦出。

【0171】 要指定的板 70 的厚度（測量為表面 74a、表面 74b 之間的距離）可以通過對光學設計和製造過程執行分析來確定。例如，可以通過

對基於傾斜邊緣 56 的角度和入射照射光束 54 的入射角而發生的重影光線的數目執行定量分析來計算優選的指定厚度。然而，製造考慮可能支援或者也可能不支援通過定量分析確定的優選厚度。在某些非限制性實現方式中，指定的厚度是 LOE 50 的厚度的分數，例如不超過 LOE 厚度的一半。

【0172】應注意，在替選實施方式中，可以在表面 74a 處佈置漫射元件（例如，光漫射器）來替代吸光材料。漫射元件散射入射到表面 74a 的光（例如，光線 57d），使得散射光經由表面 74a 離開板 70。然而，應注意，某些散射光可能會反射回來並且進入 LOE 50。

【0173】現在參照圖 35，圖 35 示出了根據本發明的另一實施方式的用於減少重影圖像和雜散光線的光學耦入構造 42。在該實施方式中，光學耦入構造 42 包括一對優選（但不是必須）的平行的表面 82、表面 84。表面 82 是反射表面（例如，鏡子），表面 82 在優選實施方式中由施加有一層或更多層金屬塗層的表面形成。在這樣的實施方式中，表面 82 優選地為銀鏡。佈置在表面 82 與光學耦出構造 62 之間的光路上的表面 84 是選擇性反射（也選擇性透射）的表面，優選地為角度選擇性反射表面。在優選實施方式中，表面 84 由施加有一層或更多層介電塗層的表面形成。介電塗層被設計成使得表面 84 反射以淺角度（相對於表面 84 的法線測量的大入射角）撞擊在表面 84 上的光，並且透射以陡峭的角度（相對於表面 84 的法線測量的小入射角）撞擊在該表面上的光。結果，來自圖像投影儀 100 的、從表面 82 反射的、以淺角度範圍撞擊在表面 84 上的光被表面 82 反射。優選地，這些反射光線以小於通過全內反射在表面 52a、表面 52b 之間捕獲光所需的臨界角撞擊在 LOE 50 的表面 52a 上，使得反射光線離開 LOE 50（因此不會通過來自表面 52a、表面 52b 的內反射傳播，因此，光線不會由光學耦出構造 62 耦出 LOE 50）。來自圖像投影儀 100 的、從表面 82 反射、並且以陡峭的角度撞擊在表面 84 上的光由表面 82 透射。這些透射光線以一定的軌跡進入 LOE 50，其中光線撞擊在表面 52a、表面 52b 上的入射角大於通過全內反射在表面 52a、表面 52b 之間捕獲光所需的

臨界角。結果，這些光線通過內反射傳播通過 LOE 50，並且最終由光學耦出構造 62 耦出 LOE 50。

【0174】在某些非限制性實施方式中，LOE 50 的傾斜邊緣 56 可以施加有塗層以形成表面 82。在這種實現方式中，佈置在相對於表面 82 的下游並且相對於光學耦出構造 62 的上游的 LOE 50 中的附加表面施加有介電塗層以形成表面 84。在另一非限制性實現方式中，LOE 50 的傾斜邊緣 56 可以施加有介電塗層以形成表面 84。在這樣的實現方式中，可以在傾斜邊緣 56 處將透光材料塊（被形成為平行四邊形並且在尺寸上設計成具有與 LOE 50 的厚度相似的厚度）光學附接（例如，經由光學膠合劑或者經由機械模組）到 LOE 50。透光材料塊的平行於傾斜邊緣 56 的表面可以施加有金屬塗層以形成表面 82。在另一非限制性實現方式中，透光材料塊（被形成為平行四邊形並且在尺寸上具有與 LOE 50 的厚度相似的厚度）可以在平行表面上設置有介電塗層和金屬塗層，從而分別形成表面 82 和表面 84。然後可以將透光材料塊光學附接（例如，經由光學膠合劑或者經由機械模組）至 LOE 50，使得表面 82 膠合至傾斜邊緣 56 或者被定位成鄰近傾斜邊緣 56。

【0175】如上所述，基部 600 的截面楔形/棱柱幾何形狀使得圖像投影儀 100 相對於 LOE 50 以角度 θ_{proj} 放置。光學系統的主要部件（即，光學耦入構造 42、LOE 50 和圖像投影儀 100）被設計成具有佈置角 θ_{proj}，使得由圖像投影儀 100 發出的光線（在到達光學耦入構造 42 之前）以傾斜角入射在主外表面 52b 上（例如，如圖 33 至圖 36 所示）。當根據參照圖 35 描述的實施方式實現光學耦入構造時，在設計用於形成表面 84 的介電塗層時，應考慮佈置角 θ_{proj} 和傾斜邊緣 56 的角度（α_{edge}）。對於 θ_{proj}= 120°和 α_{edge}= 72°的非限制性情況，發現對減少重影圖像特別有效的介電塗層分別反射光和透射光的入射角範圍（垂直於表面 84 測量）為 51°至 66°以及 15°至 30°。

【0176】圖 36 示出了圖 35 的一部分的放大圖，以示出表面 82、表面 84 對由圖像投影儀 100 注入（引入）的光線的影響。樣本光線 54a 和樣

本光線 54b（其為跨越光束 54 的光線中的兩條）被表面 82 反射成為光線 59a 和光線 59b。光線 59b 在表面 52b 處經歷內反射，從而生成反射光線 61b。反射光線 61b 在表面 52a 處經歷內反射，從而生成反射光線 63b。光線 59a 和光線 63b 二者都以入射角範圍（例如 15°至 30°）內的入射角入射到表面 84，使得光線 59a 和光線 63b 如預期的那樣被表面 84 透射並且進入 LOE 50（此處光線 59a 和光線 63b 通過內反射繼續傳播並且由光學耦出構造 62 耦出）。

【0177】另一條樣本光線 54c（其為跨越光束 54 的另一條光線）代表在不存在表面 84 的情況下會進入 LOE 50 的不需要的光。光線 54c 被表面 82 反射成為為反射光線 59c。光線 59c 在表面 52b 處經歷內反射，從而生成反射光線 61c。反射光線 61c 被表面 82 反射，從而生成反射光線 63c。反射光線 63c 以在反射角範圍（例如 51°至 66°）內的入射角撞擊在表面 84 上，使得光線 63c 被表面 84 反射成為朝向 LOE 50 的主表面 52a 的反射光線 65c。反射光線 65c 以小於維持全內反射條件所需的臨界角的角度撞擊在表面 52a 上，並且因此經由表面 52a 從 LOE 50 透射出去。

【0178】到目前為止所描述的用於消除重影圖像和雜散光線的技術依賴於光學耦入構造設計方法，該方法防止由圖像投影儀 100 發出的光以不期望的角度耦合到 LOE 50 中。可以與上述方法結合使用或替代上述方法的其他方法是可能的，所述其他方法依賴於對圖像投影儀 100 的部件進行設計，使得減少圖像投影儀 100 以可能會在 LOE 輸出處表現為重影圖像的不期望的角度輸出的光的量。已經發現，來自光學元件 160 的光學部件（特別是透鏡）的側壁和/或筒 102 的內側壁的不期望的反射可能有助於以不期望的角度從圖像投影儀 100 輸出光的效果。由於光學部件（和筒）是使用（如上所述的）專門設計的模具製造的，因此可以設計模具，使得減少或完全防止這些不期望的反射。處理不期望的反射的一種方法是設計透鏡（透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500）模具，該模具在優選的指定側壁角度處，具有特別定位的分型線。

【0179】特別參照圖 13、圖 14 和圖 16，可以看到，側面 206、側面 208、側面 306、側面 308、側面 406、側面 408、側面 506、側面 508 向內逐漸變細，以分別限定透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 的側面角度 $\theta_{Lens200}$、$\theta_{Lens300}$、$\theta_{Lens400}$、$\theta_{Lens500}$。在該特定的非限制性示例中，用於製造透鏡 200、透鏡 300、透鏡 400、透鏡 500 的模具具有下分型線（在該上下文中，“下”是指更靠近透鏡的遠離基部 600 的光學表面），側面角度約為 8°。側壁角度 $\theta_{Lens200}$、$\theta_{Lens300}$、$\theta_{Lens400}$、$\theta_{Lens500}$ 被測量為側面（例如側面 206、側面 208、側面 306、側面 308、側面 406、側面 408、側面 506、側面 508）與平行於透鏡的共用中心光軸的線（在圖 13 中是豎直軸，並且沿著微型顯示裝置 136 的平面的法線）之間的角度。下分型線和相對較小的側表面角度使所製造的透鏡能夠以通常容易的方式從模具中取出。另外，已經發現，模具的這種特定的分型線和側壁角度構造與替選分型線和側壁角度構造相比顯著減少了被側面 206、側面 208、側面 306、側面 308、側面 406、側面 408、側面 506、側面 508 反射的次數。

【0180】本文中考慮的模具的一種這樣的替選分型線和側壁角度構造是具有中心分型線的構造，該構造導致每個透鏡具有由一對區段形成的側壁表面。在該構造中，側面區段形成大約 2°的側壁角度。儘管該替選構造具有可以容易地將透鏡從模具中取出的優點（由於中心分型線和較小的側壁角度），但是透鏡的側面區段會產生大量的不期望的反射，從而產生可觀量的雜散光線。

【0181】在某些情況下，入射到光學部件 160 的一個（或更多個）透鏡的光強度的一部分可以通過透鏡的側面（或透鏡的上部或下部）透射出透鏡從而離開透鏡（並且離開光學部件 160）。離開透鏡的側面的光入射在內側壁 134a、134b 或者接近透鏡的光射出側面的區域 130a、132a、130b、132b 上。入射光可以被內側壁 134a、134b 或區域 130a、132a、130b、132b 反射回透鏡，並且重新進入光學部件 160 成為雜散光線，從而導致要注入 LOE 50 的圖像失真。為了防止來自內側壁 134a、134b 或區域

130a、132a、130b、132b 的不期望的反射，筒 102 本身也可以被設計成具有用於減少來自筒 102 的內側壁部分的不期望的反射的專門的內側壁。

【0182】在某些實施方式中，內側壁 134a、134b 或區域 130a、132a、130b、132b 中的一個或更多個施加有吸光塗層，該塗層防止光重新穿過透鏡 200、300、400、500 中的一個或更多個的側面。除了塗層之外，或者代替塗層，內側壁 134a、134b 或者區域 130a、132a、130b、132b 中的一個或更多個可以設置有諸如波紋狀圖案的圖案。（例如鋸齒形圖案），以防止產生不期望的反射。可以通過利用特殊設計的模具將圖案設置在筒 102 的前述側壁或區域上，該模具具有筒 102 的對應形狀和圖案區段，以製造筒 102，以製造筒 102。由於從透鏡 200、300、400、500 中的一個或更多個的側面射出的光可能以一定角度入射在圖案化的表面/區域的一部分上，從而以防止反射光通過透鏡 200、300、400、500 中的一個或更多個的側面重新進入的角度反射光。優選地，側壁 134a、134b 處的鋸齒形圖案對應於（以上參照圖 15 描述的）透鏡 200、300、400、500 的嵌套構造的總體輪廓形狀。透鏡 200、300、400、500，使得鋸齒形圖案通常遵循腿 310a、310b、410a、410b、510a、510b 的形狀。這防止了光通過表面 312a、312b、412a、412b、512a、512b 重新進入透鏡。

【0183】應當注意，在本發明內容全文中，凡是被稱為通過內反射將光捕獲在 LOE 內的地方，內反射可以是全內反射的形式，從而在基板（LOE）的主外表面 52a、52b 處以大於臨界角的角度入射的傳播圖像照射導致照射在主外表面 52a、52b 上的反射。替選地，內反射可以通過施加到主外表面 52a、52b 的反射塗層（例如，角度選擇性反射塗層）來實現，使得在由塗層限定的給定角度範圍內入射到主外表面的傳播的圖像照射在主外表面 52a、52b 處被反射。

【0184】儘管在大多數圖式中僅示出了圖像投影儀、LOE 和光學耦入構造的結構，但是應當理解，根據本發明的實施方式的光學系統旨在用作顯示器的一部分，該顯示器通常是平視顯示器，優選地為近眼顯示器，例如頭戴式顯示器或眼鏡框架支援的顯示器（即，眼鏡的形狀因子）。在

特別優選的實施方式中，光學系統被實現為眼鏡框架支援的顯示器的一部分。在這樣的實現方式中，光學部件的透鏡的幾何形狀使得圖像投影儀100 能夠有利地被附接到眼鏡框架，從而被安裝到眼鏡框架的顳部，從而為使用者提供舒適的可佩戴頭戴式緊湊型光學裝置。

【0185】 本發明內容的各種實施方式的描述已經出於說明的目的被呈現，但是不旨在窮舉或者限於所公開的實施方式。在不脫離本發明的範圍和精神的情況下，許多修改和變型對於本領域的普通技術人員將會是明顯的。選擇本文使用的術語是為了優選地地解釋實施方式的原理、實際應用或對市場中發現的技術的技術改進，或者使本領域其他技術人員能夠理解本文公開的實施方式。

【0186】 除非上下文另有明確規定，否則如本文所使用，無量詞修飾包括複數指代。

【0187】 在本文中使用詞語"示例性"來表示"用作示例、實例或說明"。被描述為“示例性”的任何實施方式不必然被解釋為比其他實施方式優選或有利以及/或者排除並且入來自其他實施方式的特徵。

【0188】 應理解，為清楚起見，在分開的實施方式的上下文中描述的本發明的某些特徵也可以在單個實施方式中組合地提供。反之，為簡化起見，在單個實施方式的上下文中描述的本發明的各個特徵也可以單獨地提供或以任何合適的子組合提供，或者適用於本發明的任何其他描述的實施方式。在各種實施方式的上下文中描述的某些特徵不被認為是這些實施方式的必要特徵，除非該實施方式在沒有這些元件的情況下不起作用。

【0189】 就在沒有多項引用的情況下撰寫所附申請專利範圍來說，這樣做僅是為了適應不允許這樣的多項引用的司法管轄區的形式要求。應當注意，通過使請求項多項引用而隱含的特徵的所有可能組合被明確地設想並且應該被認為是本發明的一部分。

【0190】 儘管已結合本發明的特定的實施方式描述了本發明，但是對於本領域普通技術人員來說，許多替選、修改及變型是明顯的。因此，本

發明旨在涵蓋落入所附申請專利範圍的精神和寬範圍內的所有這樣的替選、修改和變型。

【0191】關於包括以上實施例的實施方式，還公開下述的技術方案：

方案 1. 一種光學系統，包括：

中空機械體，所述中空機械體包括第一端和第二端；

光學元件，所述光學元件包括以堆疊構造佈置的多個光學部件，所述光學部件中的每一個包括一組接合構造，其中，對於所述堆疊構造中的每對相鄰光學部件，所述對中的第一光學部件的至少一些接合構造被配置成與所述對中的第二光學部件的至少一些接合構造接合，並且其中，在所述堆疊構造的第一端處的所述光學部件的一些接合構造被配置成與在所述中空機械體的第一端處的所述中空機械體的對應接合構造接合，以將所述堆疊構造的其他光學部件定位在所述中空機械體內；以及

發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被佈置在所述中空機械體的第二端處。

2. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述堆疊構造的第一端處的所述光學部件的接合構造包括至少一對向外突出凸緣，並且其中，所述中空機械體的第一端處的接合構造包括一對通道，所述一對通道被配置成容納所述突出凸緣。

3. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述中空機械體還包括內側壁構造，並且其中，所述光學部件中的至少一個包括至少一個旋轉限制構造，其中，所述旋轉限制構造和所述內側壁構造協作以限制所述光學元件繞一個或更多個旋轉軸的旋轉量。

4. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述中空機械體的第二端包括：用於容納所述發射顯示裝置的容納部；以及向外突出側壁構造。

5. 如方案 1 所述的光學系統，還包括：蓋構件，所述蓋構件被佈置在所述中空機械體的第二端的所述向外突出側壁構造處。

6. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述中空機械體從所述第一端到所述第二端逐漸變細。

7. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述光學部件中的一個具有基本楔形的截面。

8. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述多個光學部件包括一組透鏡。

9. 如方案 8 所述的光學系統，其中，所述一組透鏡包括恰好四個透鏡。

10. 如方案 8 所述的光學系統，其中，所述一組透鏡包括少於四個的透鏡。

11. 如方案 8 所述的光學系統，其中，所述一組透鏡包括多於四個的透鏡。

12. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述發射顯示裝置包括有機發光二極體顯示器。

13. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述發射顯示裝置包括微型發光二極體顯示器。

14. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述堆疊構造的第一端處的光學部件被黏附地附接到所述中空機械體的第一端。

15. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述堆疊構造的第一端處的所述光學部件的接合構造將所述其他光學部件保持在所述中空機械體內，而無需使用施加到所述其他光學部件中的任何光學部件的黏合劑。

16. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述其他光學部件被同軸地定位在所述中空機械體內。

17. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述光學元件的所述光學部件中的至少一個光學部件由塑膠材料構造。

18. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述光學元件的所有光學部件由塑膠材料構造。

19. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述中空機械體由塑膠材料構造。

20. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述發射顯示裝置被配置成生成與圖像對應的光，並且其中，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出用於耦合到透光基板中的圖像光。

21. 如方案 1 所述的光學系統，還包括：導光基板，所述導光基板具有彼此平行的至少兩個主表面以及光波輸入孔徑，所述光波輸入孔徑經由光學耦入構造光學耦合到所述光學部件中的第一光學部件。

22. 如方案 21 所述的光學系統，其中，所述光學部件中的第一光學部件具有棱柱形的截面，並且被配置成在來自所述發射顯示裝置的圖像光到達所述光學耦入構造之前修改所述圖像光，以至少部分地補償色差。

23. 如方案 1 所述的光學系統，其中，所述中空機械體還包括內側壁構造，所述內側壁構造被配置成減少由所述光學部件透射的光被所述中空機械體的內部部分的反射。

24. 一種光學系統，包括：

中空機械體，所述中空機械體包括第一端和第二端；

光學元件，所述光學元件包括以堆疊構造佈置的基部光學元件和多個透鏡光學元件，其中，所述基部光學元件在所述堆疊構造的第一端處，並且所述透鏡光學元件被佈置在所述中空機械體內，所述光學元件的每個光學元件包括一組接合構造，其中，對於所述堆疊構造中的每對相鄰光學元件，所述對中的第一光學元件的至少一些所述接合構造被配置成與所述對中的第二光學元件的至少一些所述接合構造接合，並且其中，所述基部光學元件的一些所述接合構造被配置成與所述中空機械體的第一端處的對應接合構造接合，以將所述透鏡光學元件定位在所述中空機械體內；以及

發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被佈置在所述中空機械體的第二端處，所述發射顯示裝置被配置成生成用於傳播通過所述光學元件的與圖像對應的光。

25. 如方案 24 所述的光學系統，還包括：導光基板，所述導光基板具有彼此平行的至少兩個主表面和光學耦合區域，其中，所述基部光學元件光學耦合到所述光學耦合區域並且耦合到光學耦入構造，所述光學耦入構造被配置成將來自所述光學元件的圖像光耦合到所述導光基板中。

26. 如方案 25 所述的光學系統，其中，所述基部光學元件具有棱柱形的截面，並且被配置成在來自所述發射顯示裝置的圖像光到達所述光學耦入構造之前修改所述圖像光，以至少部分地補償色差。

27. 一種用於構造光學系統的方法，所述方法包括：

獲得中空機械體，所述中空機械體包括第一端和第二端，所述第一端具有一組接合構造；

將多個光學部件使用對應的多個模具來模制，所述多個模具限定了所述光學部件的形狀，每個形狀包括一組接合構造；

以堆疊構造來佈置所述光學部件，其中，所述堆疊構造的至少一部分在所述中空機械體內，其中，對於所述堆疊構造中的每對相鄰光學部件，所述對中的第一光學部件的至少一些所述接合構造與所述對中的第二光學部件的至少一些所述接合構造接合，並且其中，所述堆疊構造的第一端處的所述光學部件的一些所述接合構造與所述中空機械體的第一端處的所述接合構造接合，以將所述堆疊的所述部分保持在所述中空機械體內；以及

在所述中空機械體的第二端處佈置發射顯示裝置。

28. 如方案 27 所述的方法，其中，所述模制包括：將塑膠材料澆鑄或注入到所述模具中。

29. 如方案 27 所述的方法，其中，獲得所述中空機械體包括：獲得限定所述中空機械體的形狀的模具；以及將材料澆鑄或注入到限定所述中空機械體的形狀的所述模具中。

30. 如方案 27 所述的方法，還包括：在所述堆疊構造的所述第一端處的所述光學部件與所述第一端處的至少一部分之間施加黏合劑。

31. 如方案 27 所述的方法，其中，所述中空機械體從所述第一端到所述第二端逐漸變細。

32. 如方案 27 所述的方法，其中，所述中空機械體的第二端包括用於容納所述發射顯示裝置的容納部以及向外突出側壁構造，所述方法還包括：在所述中空機械體的第二端的所述向外突出側壁構造處佈置蓋構件。

33. 如方案 32 所述的方法，其中，所述堆疊構造的第一端處的所述光學部件與所述蓋構件協作以密封所述中空機械體，以基本上防止環境碎片接觸佈置在所述中空機械體內的所述光學部件。

34. 如方案 27 所述的方法，還包括：將安裝適配器黏附地附接到所述發射顯示裝置；以及將所述安裝適配器黏附地附接到所述中空機械體的第二端的一部分。

35. 如方案 34 所述的方法，還包括：在將所述安裝適配器黏附地附接到所述中空機械體的第二端的所述部分之前，將所述發射顯示裝置與所述光學部件對準。

36. 如方案 27 所述的方法，其中，所述模具具有分型線，所述分型線產生相應光學部件的側壁幾何形狀，所述側壁幾何形狀減少由所述光學部件透射的光被所述中空機械體的內部部分的反射。

37. 如方案 27 所述的方法，其中，所述中空機械體還包括內側壁構造，所述內側壁構造被配置成減少由所述光學部件透射的光被所述中空機械體的內部部分的反射。

38. 一種光學系統，包括：

圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光波，所述圖像投影儀包括：

發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及

光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；

透光基板，所述透光基板具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於所述主外表面的邊緣，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及

板，所述板包括第一主外表面和第二主外表面以及一對邊緣，所述板的第一主外表面疊加在所述透光基板的所述邊緣上，所述板的第二主外表面包括光學耦入構造，所述光學耦入構造與所述圖像投影儀相關聯並且被

配置成將來自所述圖像投影儀的圖像光耦合到所述透光基板中，並且所述板的所述邊緣中的至少一個邊緣包括吸收體，以基本上防止源自所述圖像投影儀的光被所述板的所述邊緣中的所述至少一個邊緣反射。

39. 如方案 38 所述的光學系統，其中，所述板的第二表面是形成所述光學耦入構造的反射表面。

40. 如方案 39 所述的光學系統，其中，所述反射表面是通過將反射塗層施加到所述板的第二表面形成的。

41. 如方案 39 所述的光學系統，其中，所述反射表面是通過將介電塗層施加到所述板的第二表面形成的。

42. 如方案 39 所述的光學系統，其中，所述反射表面是通過將金屬塗層施加到所述板的第二表面形成的。

43. 如方案 38 所述的光學系統，其中，被基本上防止被所述板的所述邊緣反射的光包括由所述光學耦入構造反射的光。

44. 如方案 38 所述的光學系統，還包括：光學耦出構造，所述光學耦出構造與所述透光基板相關聯，所述光學耦出構造被配置成將在所述透光基板的主外表面之間引導的光的一部分耦出。

45. 如方案 44 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括多個部分反射表面，所述多個部分反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內。

46. 如方案 44 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括與所述透光基板的所述主外表面中的一個相關聯的衍射元件。

47. 一種光學系統，包括：

圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光波，所述圖像投影儀包括：

發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及

光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；

透光基板，所述透光基板具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於所述主外表面的邊緣，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及

光學耦入構造，所述光學耦入構造與所述圖像投影儀相關聯並且被配置成將來自所述圖像投影儀的圖像光耦合到所述透光基板中，所述光學耦入構造包括：

反射表面，所述反射表面被佈置在所述透光基板的邊緣處，以及

角度選擇性反射表面，所述角度選擇性反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內，所述角度選擇性反射表面被配置成：

透射以第一入射角範圍入射到所述角度選擇性反射表面的光，使得所透射的光由所述透光基板的主外表面之間的內反射來引導，並且

反射以第二入射角範圍入射到所述角度選擇性反射表面的光。

48. 如方案 47 所述的光學系統，其中，所述角度選擇性反射表面平行於所述反射表面。

49. 如方案 47 所述的光學系統，其中，所述反射表面是通過將反射塗層施加到所述透光基板的邊緣形成的。

50. 如方案 47 所述的光學系統，其中，所述角度選擇性反射表面是通過將介電塗層施加到所述透光基板內的表面形成的。

51. 如方案 47 所述的光學系統，還包括：光學耦出構造，所述光學耦出構造與所述透光基板相關聯，所述光學耦出構造被配置成將在所述透光基板的主外表面之間引導的光的一部分耦出。

52. 如方案 51 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括多個相互平行的部分反射表面，所述多個相互平行的部分反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內。

53. 如方案 52 所述的光學系統，其中，所述角度選擇性反射表面與所述部分反射表面不平行。

54. 如方案 51 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括與所述透光基板的主外表面中的一個相關聯的衍射元件。

55. 一種光學系統，包括：

圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光波，所述圖像投影儀包括：

發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及

光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光，所述光學元件包括以堆疊構造佈置的基部光學元件和多個透鏡光學元件；

透光基板，所述透光基板具有包括至少一對主外表面的多個表面，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及

光學耦入構造，所述光學耦入構造與所述基部光學元件以及所述透光基板的耦入區域相關聯，並且所述光學耦入構造被配置成將來自所述圖像投影儀的圖像光耦合到所述透光基板中，

其中，所述基部光學元件具有棱柱形的截面，並且所述基部光學元件被配置成在所述圖像光到達所述光學耦入構造之前修改所述圖像光，以至少部分地補償色差。

56. 如方案 55 所述的光學系統，其中，所述透光基板的所述多個表面還包括與所述主外表面不平行的邊緣，所述光學系統還包括板，所述板包括第一主外表面和第二主外表面以及一對邊緣，所述板的第一主外表面疊加在所述透光基板的所述邊緣上，所述光學耦入構造包括佈置在所述板的第二主外表面處的反射表面，並且所述板的所述邊緣中的至少一個邊緣包括吸收體，以基本上防止源自所述圖像投影儀的光被所述板的所述邊緣中的至少一個邊緣反射。

57. 如方案 55 所述的光學系統，其中，所述透光基板的所述多個表面還包括與所述主外表面不平行的邊緣，並且其中，所述光學耦入構造包括：反射表面，所述反射表面佈置在所述透光基板的所述邊緣處；以及角度選

擇性反射表面，所述角度選擇性反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內，所述角度選擇性反射表面被配置成：透射以第一入射角範圍入射到所述角度選擇性反射表面的光，使得所透射的光由所述透光基板的主外表面之間的內反射來引導，並且反射以第二入射角範圍入射到所述角度選擇性反射表面的光。

58. 如方案 55 所述的光學系統，還包括：與所述透光基板相關聯的光學耦出構造，所述光學耦出構造被配置成將在所述透光基板的主外表面之間引導的光的一部分耦出。

59. 如方案 58 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括多個部分反射表面，所述多個部分反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內。

60. 如方案 58 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括與所述透光基板的主外表面中的一個相關聯的衍射元件。

61. 一種光學系統，包括：

圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光波，所述圖像投影儀包括：

發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及

光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光，所述光學元件包括以堆疊構造佈置的多個光學部件，並且在所述光學元件的每對相鄰光學部件之間具有機械互鎖接合；

透光基板，所述透光基板具有包括兩個平行的主外表面的多個表面以及不平行於所述主外表面的邊緣，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及

光學耦入構造，所述光學耦入構造與所述圖像投影儀相關聯，並且所述光學耦入構造被配置成將來自所述圖像投影儀的圖像光耦合到所述透光基板中。

62. 如方案 61 所述的光學系統，還包括：與所述透光基板相關聯的光學耦出構造，所述光學耦出構造被配置成將在所述透光基板的主外表面之間引導的光的一部分耦出。

63. 如方案 62 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括多個部分反射表面，所述多個部分反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內。

64. 如方案 62 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括與所述透光基板的主外表面中的一個相關聯的衍射元件

【符號說明】

【0192】

10,50:導光光學元件（LOE）,基板

11:圖像投影儀

12a,12b,52a,52b:主外表面（面）

14:投影圖像,照射光束

14a,14b,54a,54b,54c:樣本光線（光線）

15,56,220a,220b,326a,326b,430a,430b,528a,528b:傾斜邊緣（邊緣,表面）

16,42:光學耦入構造（棱鏡,楔形件）

17a,17b,17c:主表面

18,55c,55d,55e,57c,57d,59c,61b,61c,63b,63c,65c:反射光線（光線）

20,24a,24b,59a,59b,64a,64b,80A,80B,80C,82A,82B,82C,84A,84B,84C,86A,86B,86C,88A,88B,88C,90A,90B,90C:光線

22,62:光學耦出構造,部分反射表面

25,66:瞳孔

26,68:觀看者的眼睛

28:眼動盒（EMB）

30,72:出瞳距離（ER）

40:光學系統

54:圖像,照射光束,跨越光束

58,60:反射光線

70:眼動盒（EMB）,板,透光基板

72a,72b,74a,74b:外表面（面）,邊緣

82,84,127a,127b,127c,140b,210,222a,222b,224a,224b,318a,318b,320a,320b,328a,328b,330a,330b,334a,334b,418a,418b,420a,420b,426a,426b,432a,432b,434a,434b,518a,518b,520a,520b,530a,530b,532a,532b,534a,534b,618a,618b,622a,622b:表面

100:圖像投影光學佈置（圖像投影儀）

102:中空機械體（筒）

104,106:開口端（端）

108a,108b,110a,110b:外表面（表面）

112,120:容納部

114a,114b:通道

116a,116b,125a,125b,606,608:側面,側壁（表面）

117a,117b:接合構造

118:第五表面,外表面（表面）

119,614a,614b:平坦表面（表面）

122:突出側壁

124:突出側壁構造

125c:第三側壁

126:內側壁（表面）

128:內側壁構造

130a,132a:上區域

130b,132b:下區域

131,133,322a,322b,332a,332b,422a,422b,424a,424b,522a,522b,526a,526b:邊緣

134a,134b:內側壁

136:微型顯示裝置

138:發射顯示器

140a:圖像發射表面

142:電子介面元件

144:安裝適配器

146:蓋構件

148:主（矩形）體

150,624a,624b:凸緣

160:光學元件

200,300,400,500:透鏡（光學部件,光學元件）

202,204,302,304,402,404,502,504,602,604:光學表面（表面）

206,208,306,308,406,408,506,508:側表面（表面）

212a:上表面部分

212b:下表面部分

214a,214b,310a,310b,410a,410b,510a,510b:腿（分支）

216a,216b,312a,312b,412a,412b,512a,512b:主彎曲表面（表面）

218a,218b,314a,314b,324a,324b,414a,414b,428a,428b,514a,514b,524a,524b:終止區域

226a:上接合構造

226b:下接合構造

316a,316b,416a,416b,516a,516b,620a,620b:傾斜凹槽

336a,436a,536a,638a:上第一接合構造

336b,436b,536b,638b:下第一接合構造

338a,438a,538a,640a:上第二接合構造

338b,438b,538b,640b:下第二接合構造

600:基部光學元件（基部,光學部件,光學元件）

610a:上週邊部分

610b:下週邊部分

612a,612b:彎曲表面

616a,616b:突起,凸緣

626a,626b:前表面

628,636a,636b:耦合構造

630a:上部（部分）

630b:下部（部分）

632:側部（部分）

634:長形部分（部分）

α_{edge},α_{sur}:傾斜角

β_{ref}:角度

$\theta_{Lens200}$,$\theta_{Lens300}$,$\theta_{Lens400}$,$\theta_{Lens500}$:側面角度,側壁角度

θ_{proj}:佈置角度

114年03月24日 所提修正

申請專利範圍

【請求項1】 一種光學系統，包括：

圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光，所述圖像投影儀包括：

發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及

光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；

透光基板，所述透光基板具有包括兩個平行的主外表面以及不平行於所述主外表面的邊緣的多個表面，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及

板，所述板包括第一主外表面和第二主外表面以及一對邊緣，所述板的第一主外表面疊加在所述透光基板的所述邊緣上，並配置為透射從所述圖像投影儀輸出的所述圖像光，以使得所述圖像光入射到所述板的第二主外表面，所述板的第二主外表面包括光學耦入構造，所述光學耦入構造與所述圖像投影儀相關聯並且被配置成將入射光反射回穿過所述板的第一主外表面，從而將來自所述圖像投影儀的所述圖像光耦合到所述透光基板中，以使得所述圖像光通過所述透光基板的主外表面之間的內反射進行引導，並且所述板的所述邊緣中的至少一個邊緣包括吸收體，以基本上防止源自所述圖像投影儀的圖像光被所述板的所述邊緣中的所述至少一個邊緣反射。

【請求項2】 如請求項 1 所述的光學系統，其中，所述板的第二主外表面是形成所述光學耦入構造的反射表面。

【請求項3】 如請求項 2 所述的光學系統，其中，所述反射表面是通過將反射塗層施加到所述板的第二主外表面形成的。

【請求項4】 如請求項 2 所述的光學系統，其中，所述反射表面是通過將介電塗層施加到所述板的第二主外表面形成的。

【請求項5】 如請求項 2 所述的光學系統，其中，所述反射表面是通過將金屬塗層施加到所述板的第二主外表面形成的。

【請求項6】 如請求項 1 所述的光學系統，其中，基本上被防止被所述板的所述邊緣反射的光包括由所述光學耦入構造反射的光。

【請求項7】 如請求項 1 所述的光學系統，還包括：光學耦出構造，所述光學耦出構造與所述透光基板相關聯，所述光學耦出構造被配置成將在所述透光基板的主外表面之間引導的光的一部分耦出。

【請求項8】 如請求項 7 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括多個部分反射表面，所述多個部分反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內。

【請求項9】 如請求項 7 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括與所述透光基板的所述主外表面中的一個相關聯的衍射元件。

【請求項10】 一種光學系統，包括：

圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光，所述圖像投影儀包括：

發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及

光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；

平板型的透光基板，所述透光基板具有包括兩個平行的主外表面以及不平行於所述主外表面的邊緣的多個表面，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及

光學耦入構造，所述光學耦入構造與所述圖像投影儀相關聯並且被配置成將來自所述圖像投影儀的圖像光耦合到所述透光基板中，所述光學耦入構造包括：

角度選擇性反射表面，所述角度選擇性反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內，所述角度選擇性反射表面被配置成：

透射以第一入射角範圍入射到所述角度選擇性反射表面的光，使得所透射的光由所述透光基板的主外表面之間的內反射來引導，並且

反射以第二入射角範圍入射到所述角度選擇性反射表面的光，以及

反射表面，所述反射表面被佈置在所述透光基板的邊緣處，所述反射表面用於將來自所述圖像投影儀的光朝向所述角度選擇性反射表面反射。

【請求項11】 如請求項 10 所述的光學系統，其中，所述角度選擇性反射表面平行於所述反射表面。

【請求項12】 如請求項 10 所述的光學系統，其中，所述反射表面是通過將反射塗層施加到所述透光基板的邊緣形成的。

【請求項13】 如請求項 10 所述的光學系統，其中，所述角度選擇性反射表面是通過將介電塗層施加到所述透光基板內的表面形成的。

【請求項14】 如請求項 10 所述的光學系統，還包括：光學耦出構造，所述光學耦出構造與所述透光基板相關聯，所述光學耦出構造被配置成將在所述透光基板的主外表面之間引導的光的一部分耦出。

【請求項15】 如請求項 14 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括多個相互平行的部分反射表面，所述多個相互平行的部分反射表面相對於所述透光基板的主外表面傾斜地佈置在所述透光基板內。

【請求項16】 如請求項 15 所述的光學系統，其中，所述角度選擇性反射表面與所述部分反射表面不平行。

【請求項17】 如請求項 14 所述的光學系統，其中，所述光學耦出構造包括與所述透光基板的主外表面中的一個相關聯的衍射元件。

【請求項18】一種光學系統，包括：

圖像投影儀，所述圖像投影儀用於產生與圖像對應的光，所述圖像投影儀包括：

發射顯示裝置，所述發射顯示裝置被配置成生成與所述圖像對應的光，以及

光學元件，所述光學元件被配置成接收來自所述發射顯示裝置的光並且輸出圖像光；

透光基板，所述透光基板具有包括兩個平行的主外表面以及不平行於所述主外表面的邊緣的多個表面，所述透光基板被配置成通過所述主外表面之間的內反射來引導光；以及

板，所述板包括第一主外表面、第二主外表面和一對邊緣，所述板的第一主外表面疊加在所述透光基板的所述邊緣上，所述板的第二主外表面包括光學耦入構造，所述光學耦入構造與所述圖像投影儀相關聯並且被配置成將來自所述圖像投影儀的所述圖像光耦合到所述透光基板中，並且所述板的至少一個所述邊緣包括吸收體，以基本上防止源自所述圖像投影儀的圖像光被所述板的邊緣中的至少一個邊緣反射，其中基本上被防止被所述板的邊緣反射的圖像光包括由所述光學耦入構造反射的光。

圖式

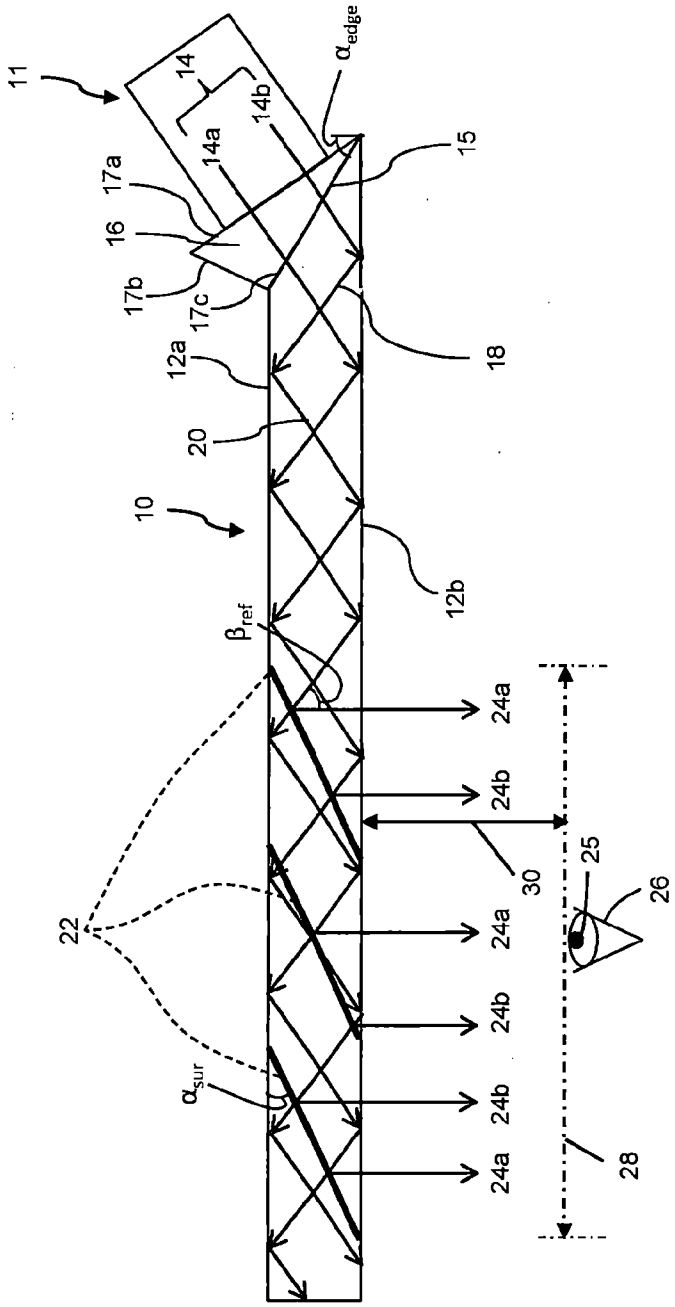
11
14
14a
14b
α_{edge}
15
17a
16
17b
17c
18
12a
20
10
12b
β_{ref}
24a
24b
22
30
25
26
α_{sur}
28

圖 1（習知技術）

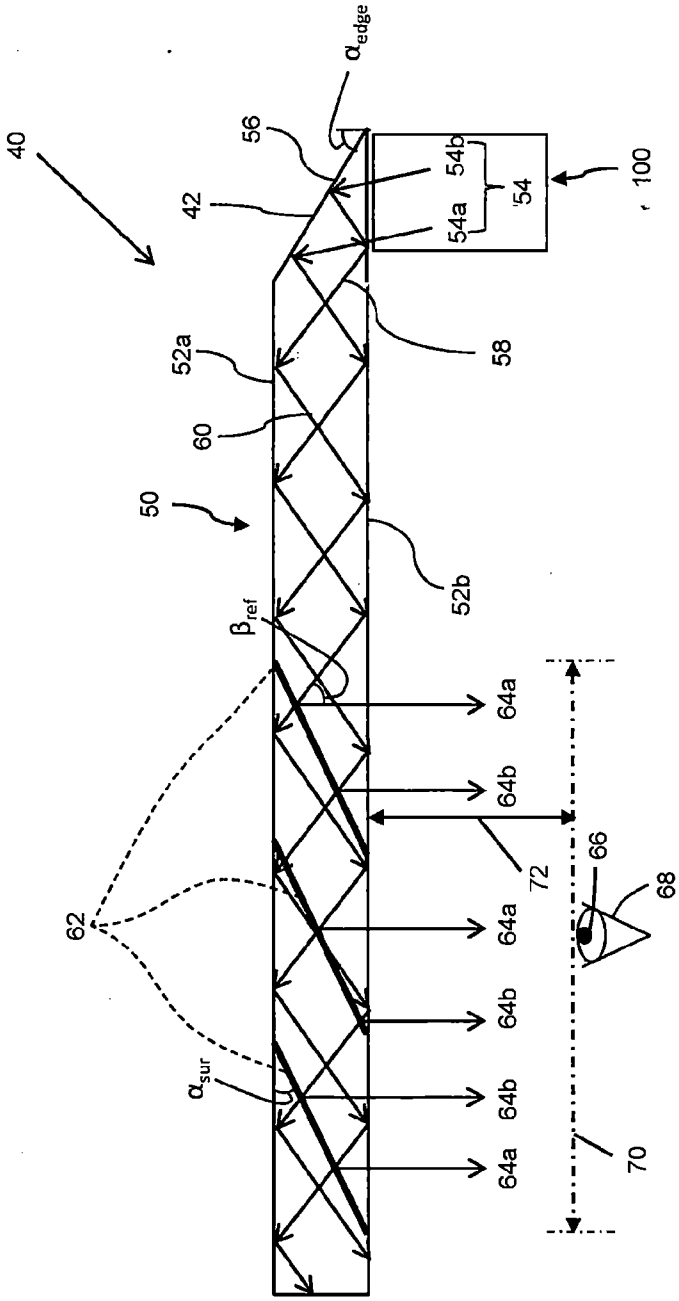
40
42
56
α_{edge}
54b
54
54a
100
58
52a
60
50
52b
β_{ref}
62
α_{sur}
64a
64b
64a
64b
64b
64a
72
66
68
70

圖 2

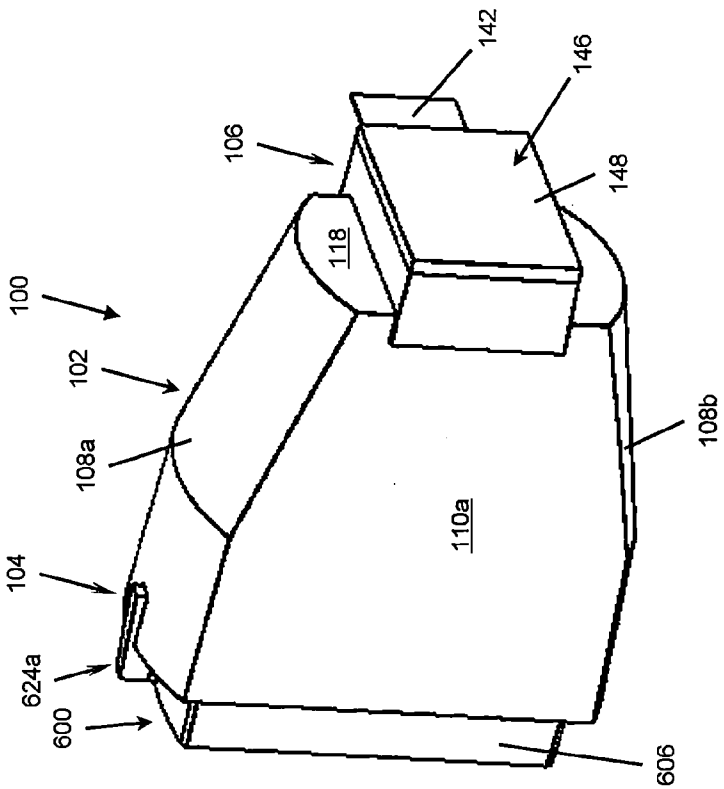
100
102
104
108a
624a
600
106
118
110a
142
146
148
108b
606

圖 3

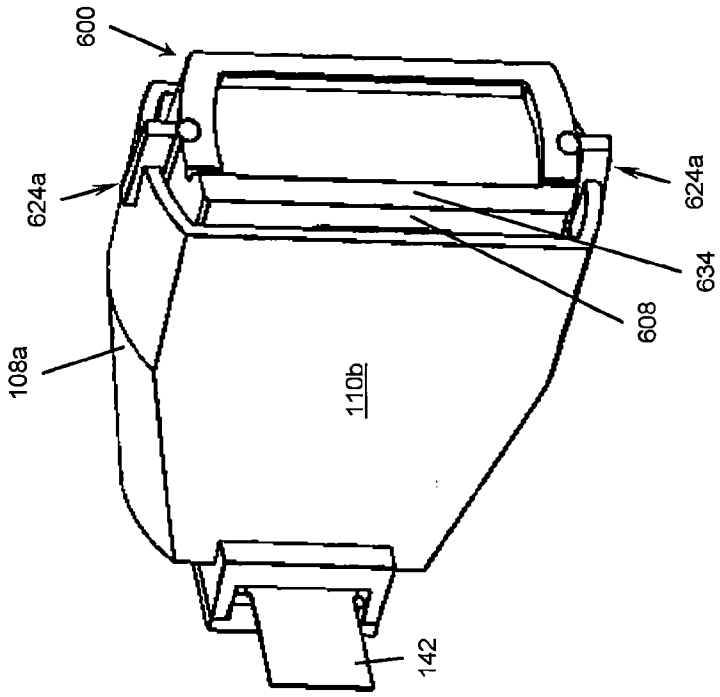
600
624a
108a
110b
142
608
634
624a

圖 4

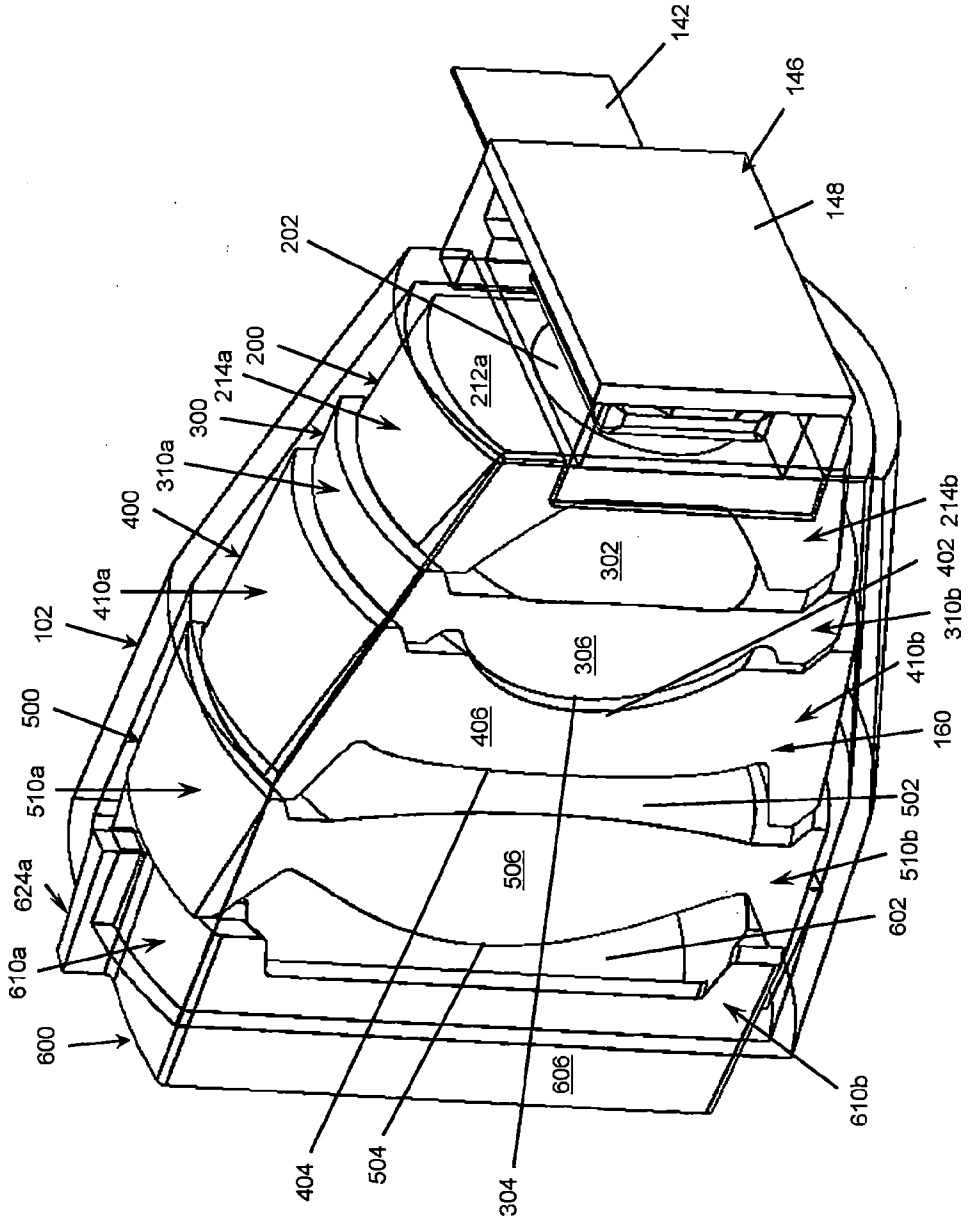
142
146
148
202
200
214a
300
310a
400
410a
102
500
510a
624a
610a
600
212a
302
306
406
506
606
404
504
304
214b
402
310b
410b
160
502
510b
602
610b

圖 5

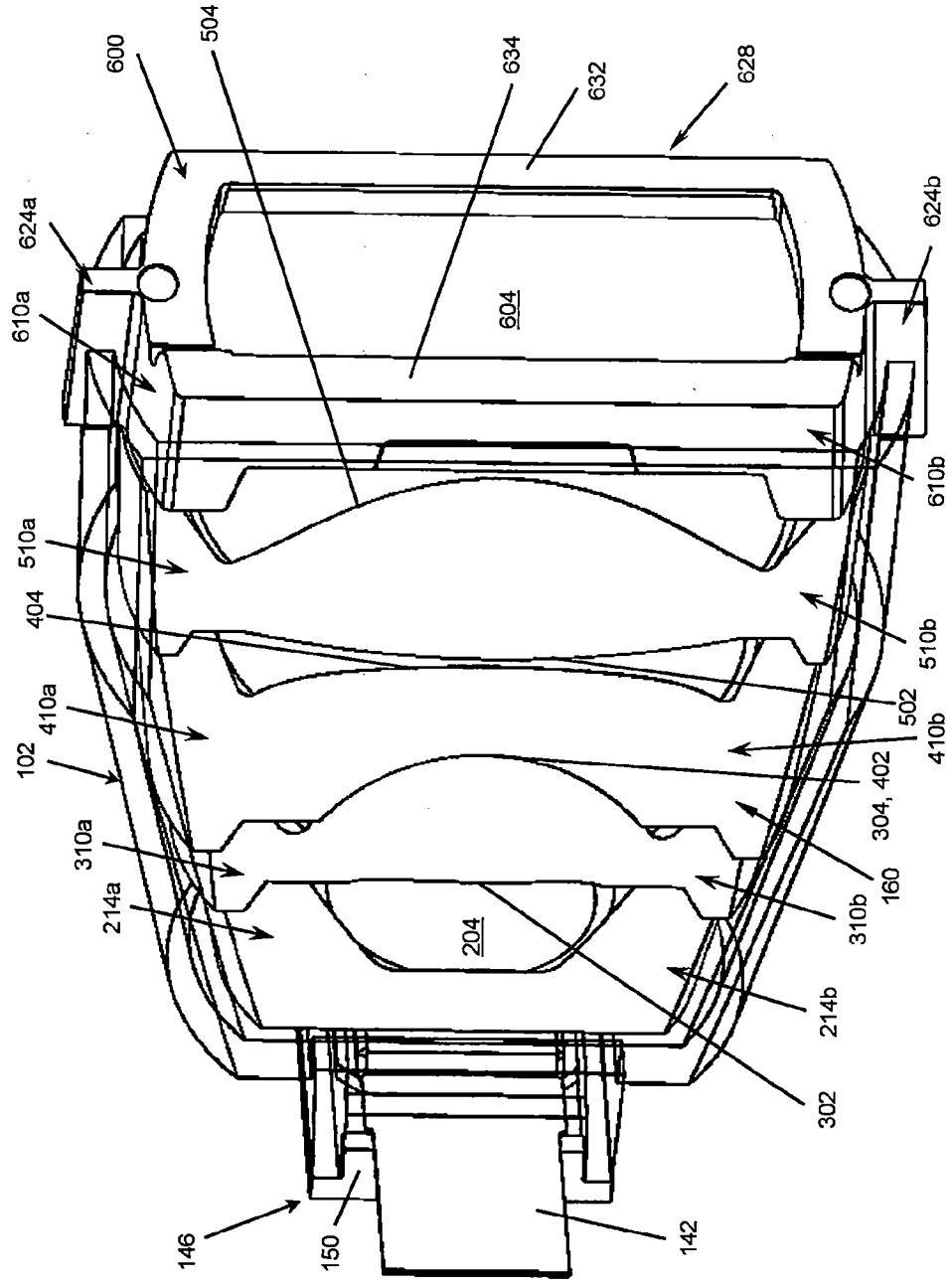
600
504
634
632
628
624a
624b
610a
604
610b
510a
404
510b
502
410a
410b
102
304, 402
310a
160
214a
310b
204
214b
302
146
150
142

圖 6

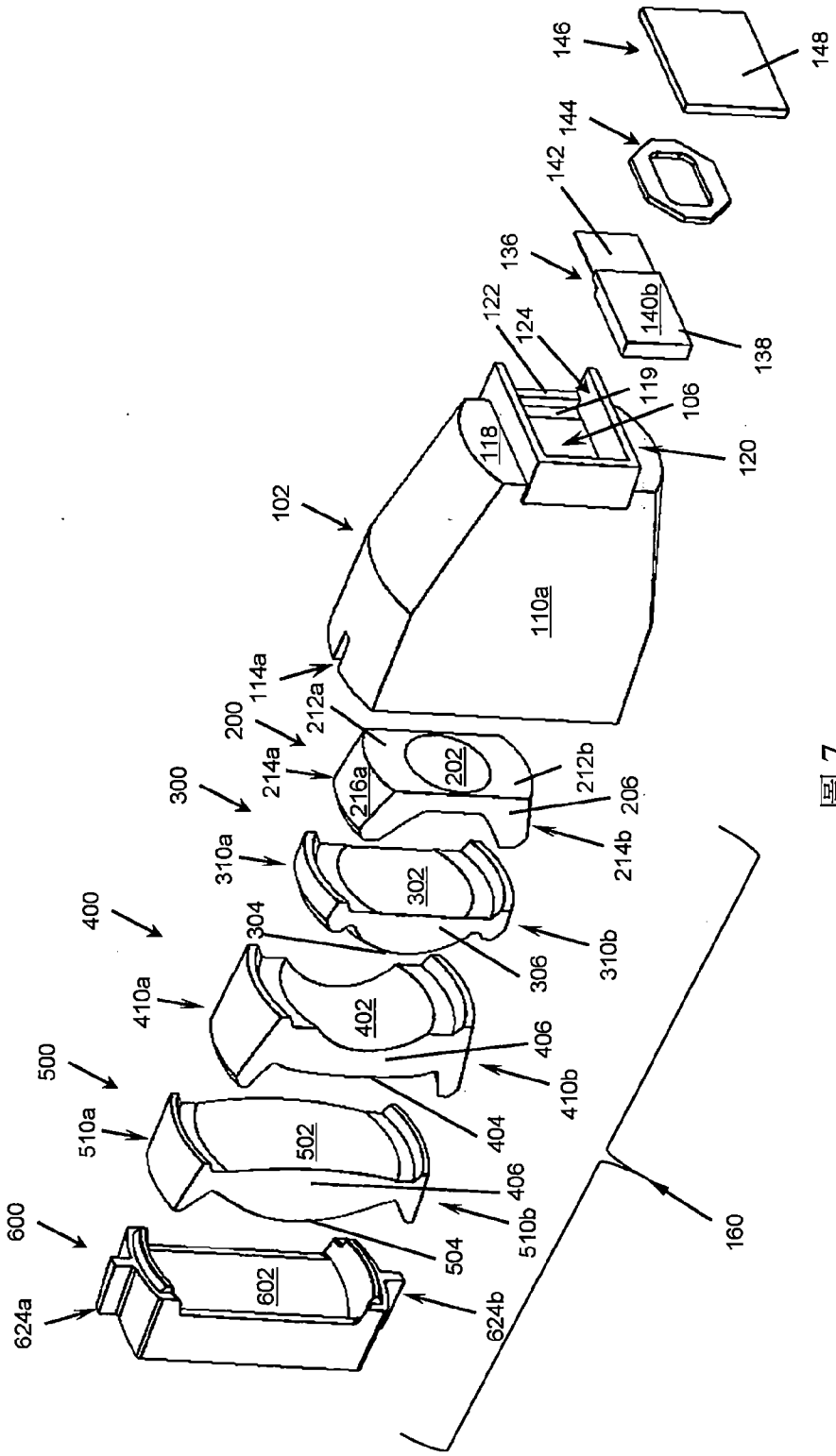
146
148
144
142
136
140b
138
122
124
119
106
120
118
102
110a
114a
212a
200
214a
216a
202
212b
206
214b
300
310a
302
310b
304
306
400
410a
402
406
410b
404
500
510a
502
406
510b
504
600
624a
602
624b
160

圖 7

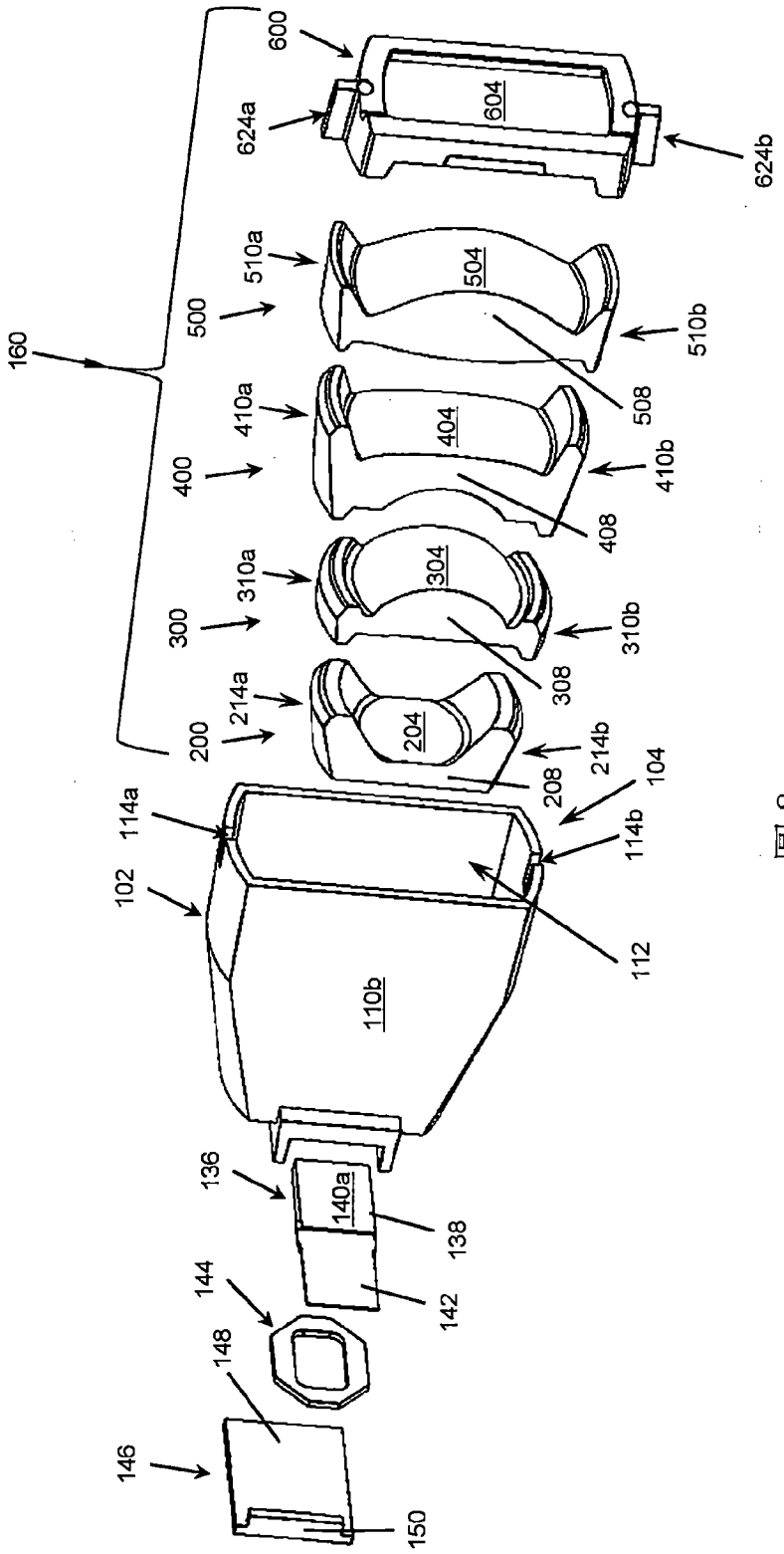
160
600
624a
604
624b
500
510a
504
510b
508
400
410a
404
410b
408
300
310a
304
310b
308
200
214a
204
214b
208
104
114a
114b
102
112
110b
136
140a
138
144
142
148
146
150

圖8

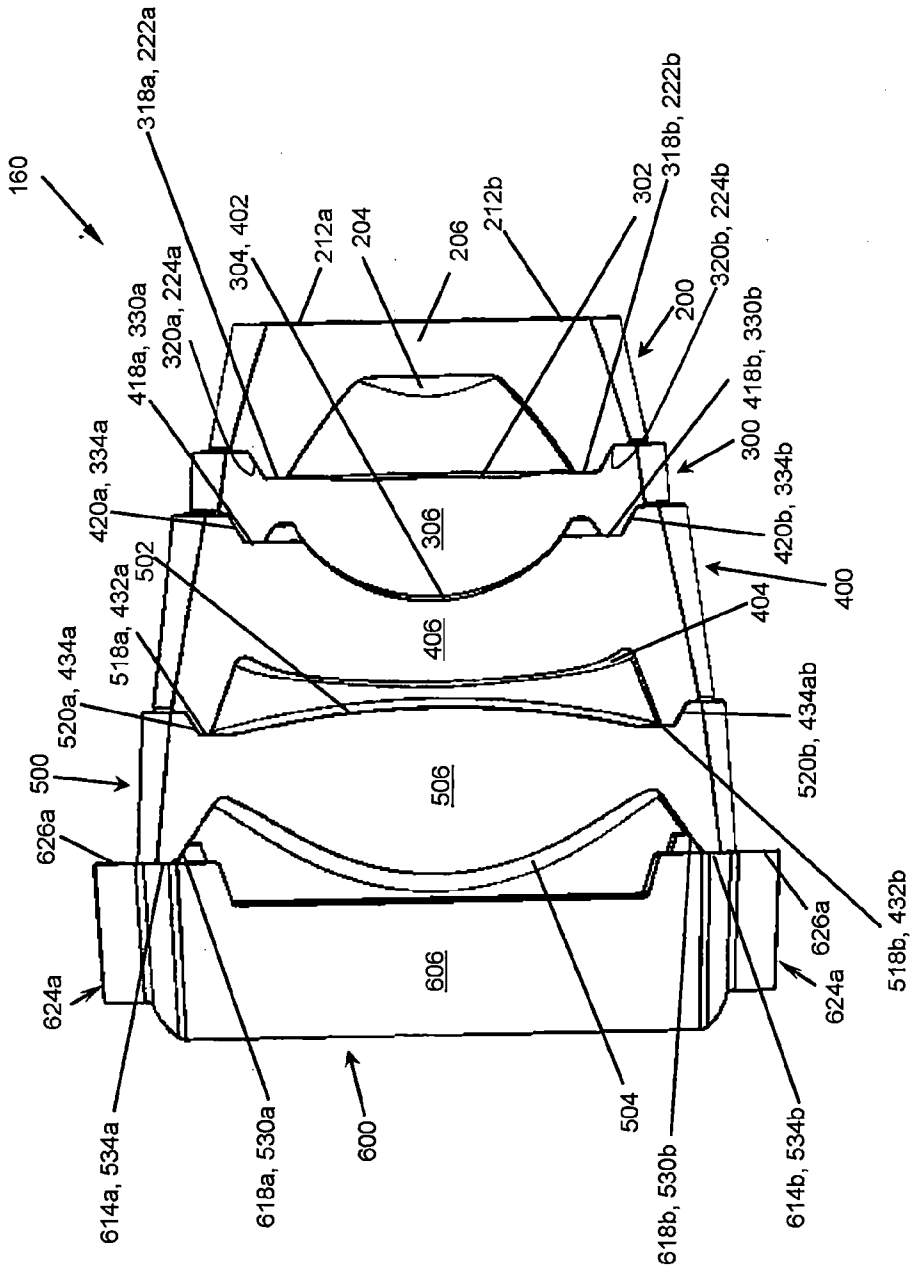
160
318a, 222a
304, 402
212a
204
206
212b
302
318b, 222b
320b, 224b
200
418a, 330a
320a, 224a
418b, 330b
300
420a, 334a
420b, 334b
306
400
502
404
406
518a, 432a
520a, 434a
520b, 434ab
500
506
626a
626a
518b, 432b
624a
624a
606
614a, 534a
618a, 530a
600
504
618b, 530b
614b, 534b

圖 9

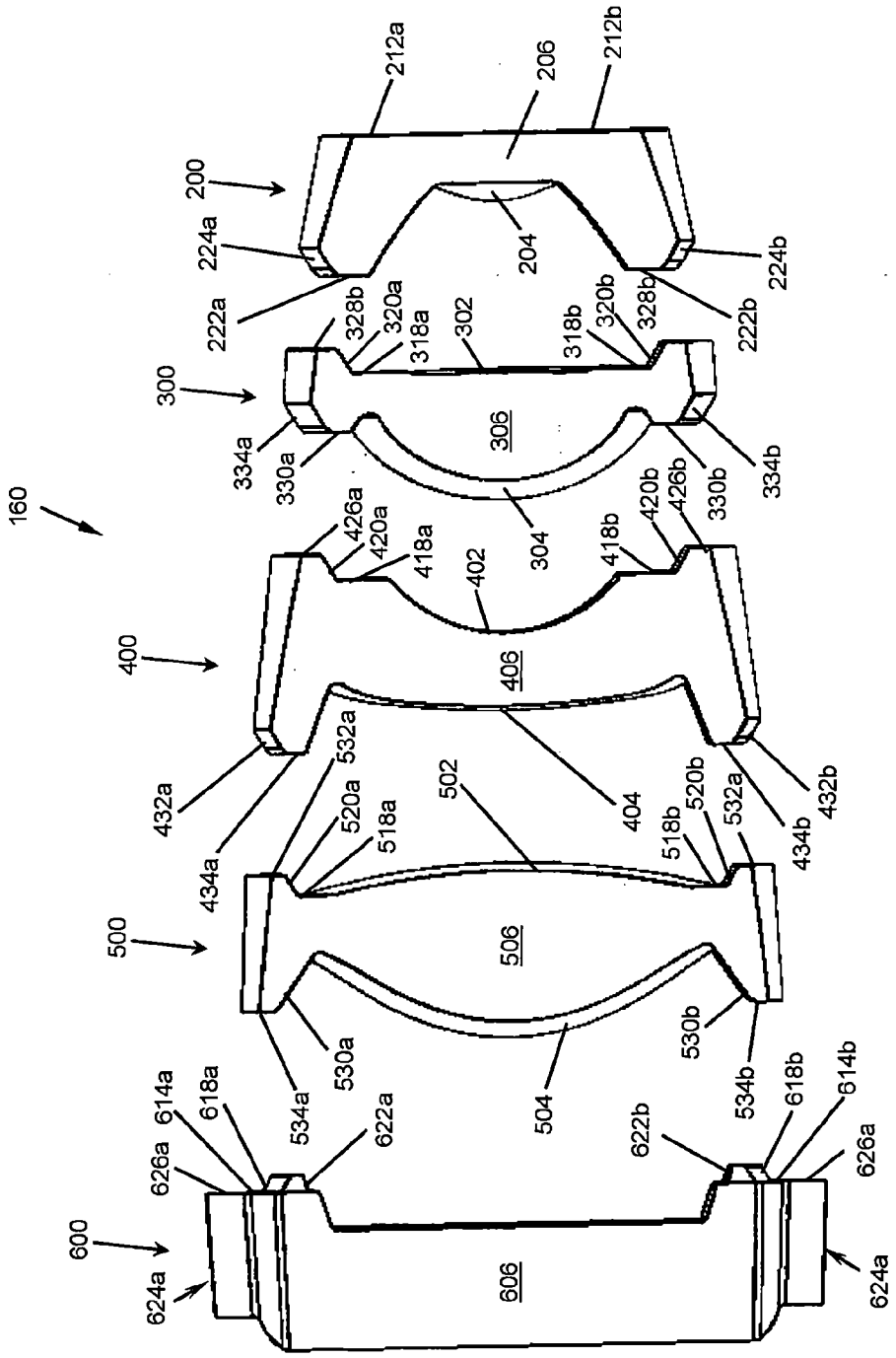
160
200
212a
206
212b
224a
204
224b
222a
222b
328b
320a
318a
302
318b
320b
328b
300
306
334a
330a
330b
334b
426a
420a
418a
402
304
418b
420b
426b
400
406
432a
532a
520a
518a
502
404
520b
532a
432b
434a
518b
434b
500
506
530a
504
530b
534a
534b
614a
618a
622a
622b
618b
614b
626a
626a
600
606
624a
624a

圖 10

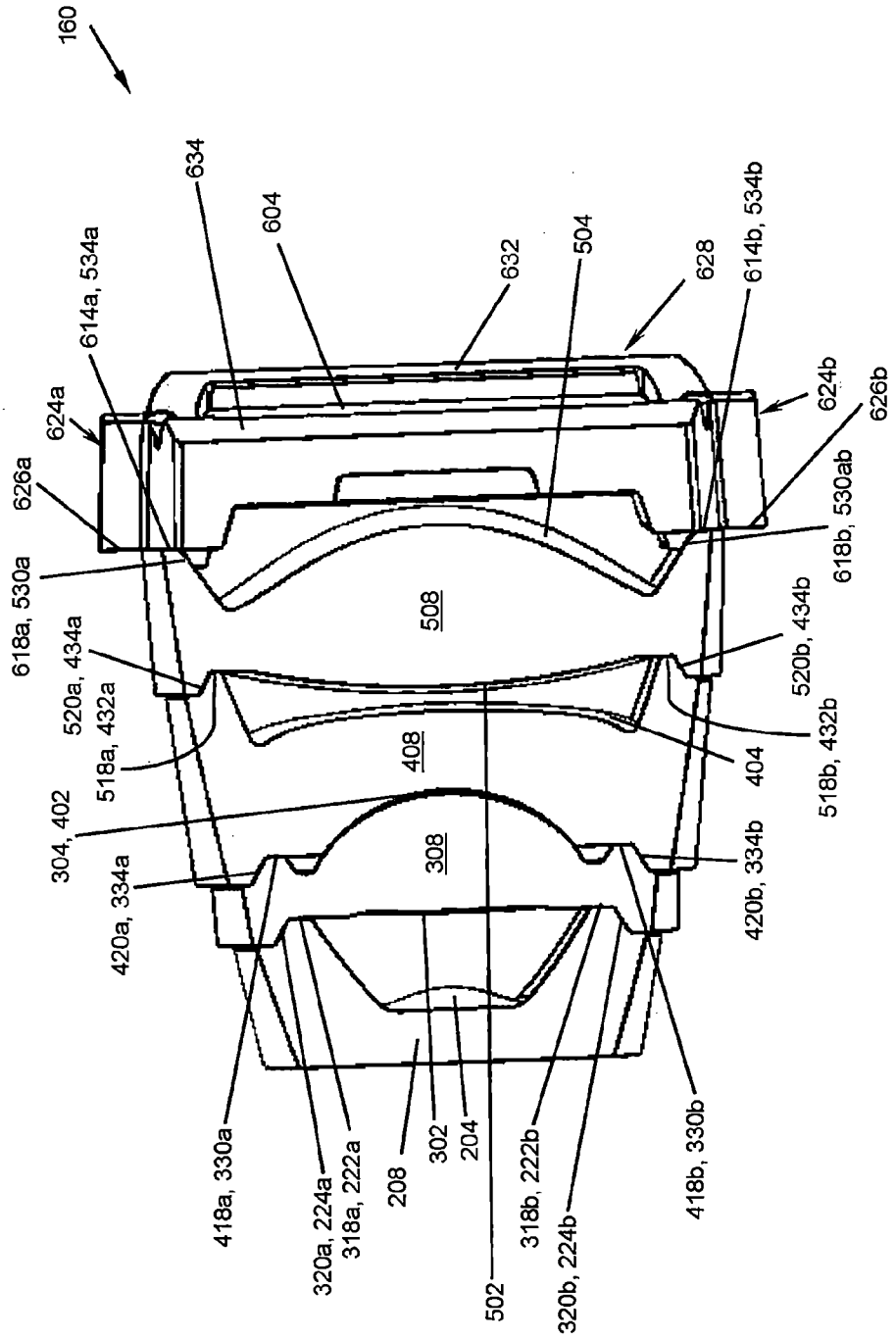
160
634
604
632
504
628
614b, 534b
614a, 534a
624a
624b
626a
626b
618a, 530a
618b, 530ab
508
618a, 434a
520a, 434a
520b, 434b
518a, 432a
518b, 432b
404
408
304, 402
308
420a, 334a
420b, 334b
418a, 330a
418b, 330b
320a, 224a
318a, 222a
208
302
204
502
318b, 222b
320b, 224b

圖 11

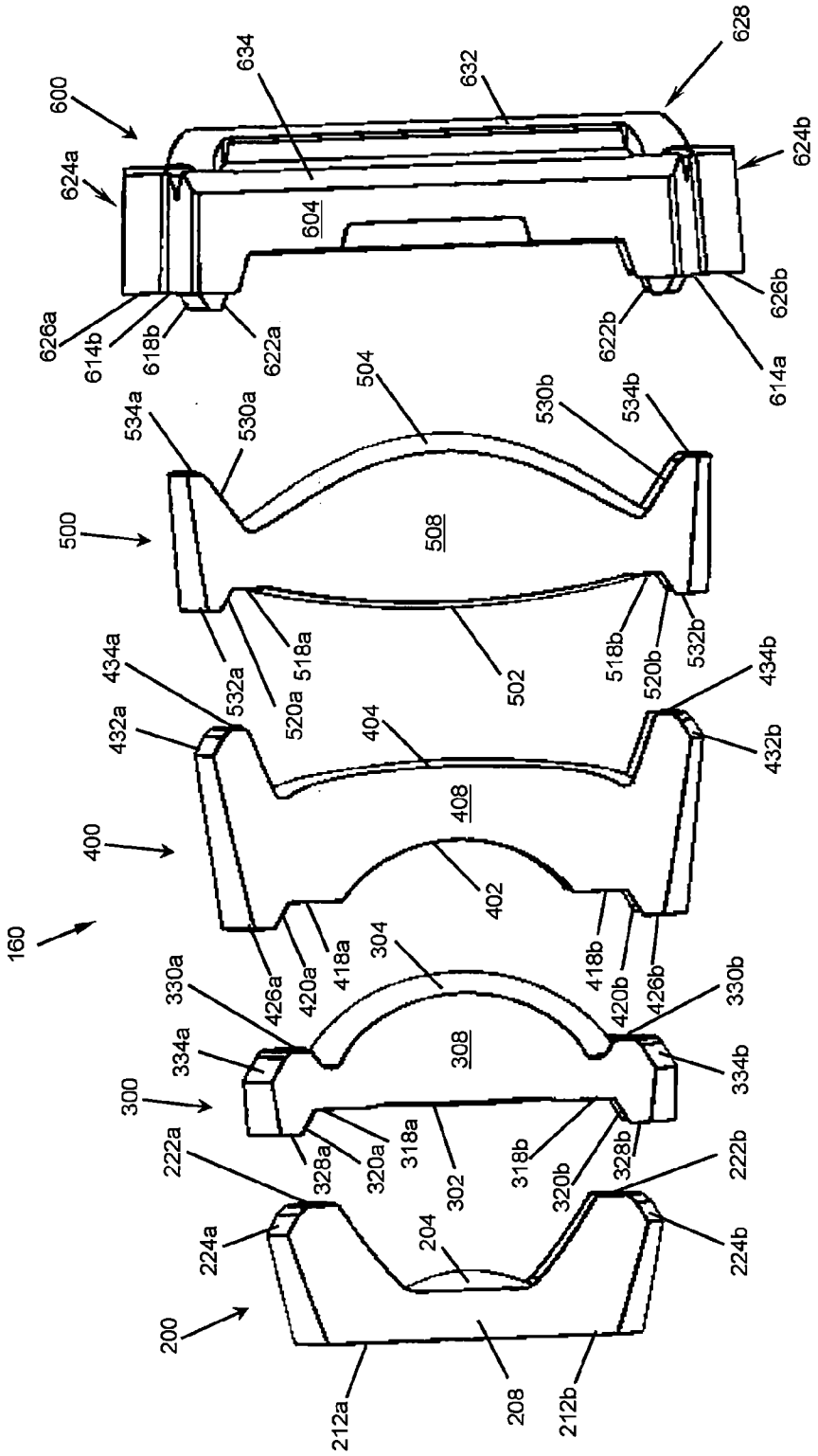
600
624a
626a
614b
618b
622a
634
604
632
628
624b
626b
622b
614a
500
534a
530a
504
508
530b
534b
532a
520a
518a
502
518b
520b
532b
400
432a
434a
404
408
402
434b
432b
160
426a
420a
418a
304
418b
420b
426b
300
330a
334a
308
330b
334b
222a
328a
320a
318a
302
318b
320b
328b
222b
224a
204
224b
200
212a
208
212b

圖 12

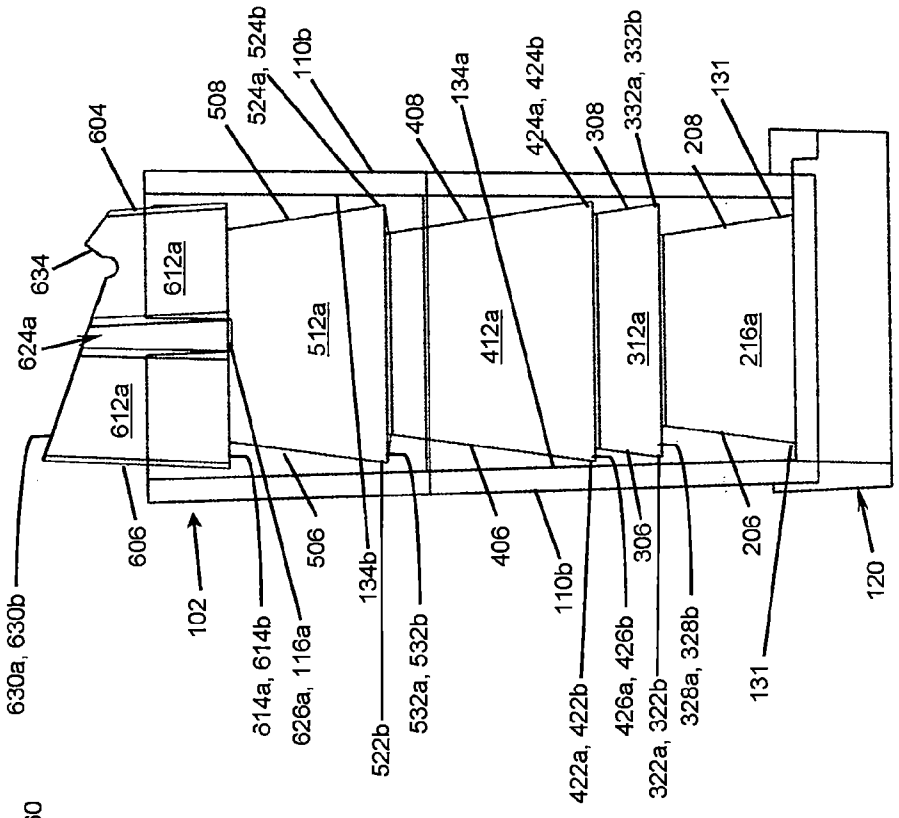
630a, 630b
606
624a
634
604
612a
612a
102
614a, 614b
626a, 116a
506
508
524a, 524b
110b
512a
134b
522b
532a, 532b
408
134a
412a
406
110b
422a, 422b
424a, 424b
306
426a, 426b
308
322a, 322b
332a, 332b
312a
328a, 328b
206
208
216a
131
131
120

圖 14

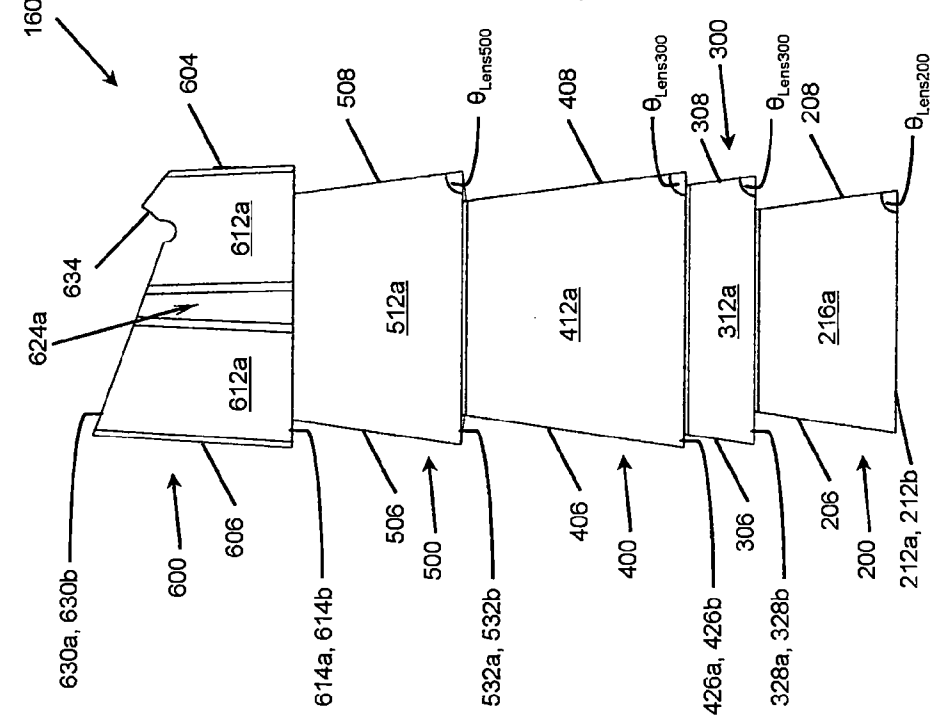
160
630a, 630b
600
606
624a
634
604
612a
612a
614a, 614b
506
508
500
512a
532a, 532b
θLens500
406
408
400
412a
426a, 426b
θLens300
306
308
300
312a
328a, 328b
θLens300
206
208
200
216a
212a, 212b
θLens200

圖 13

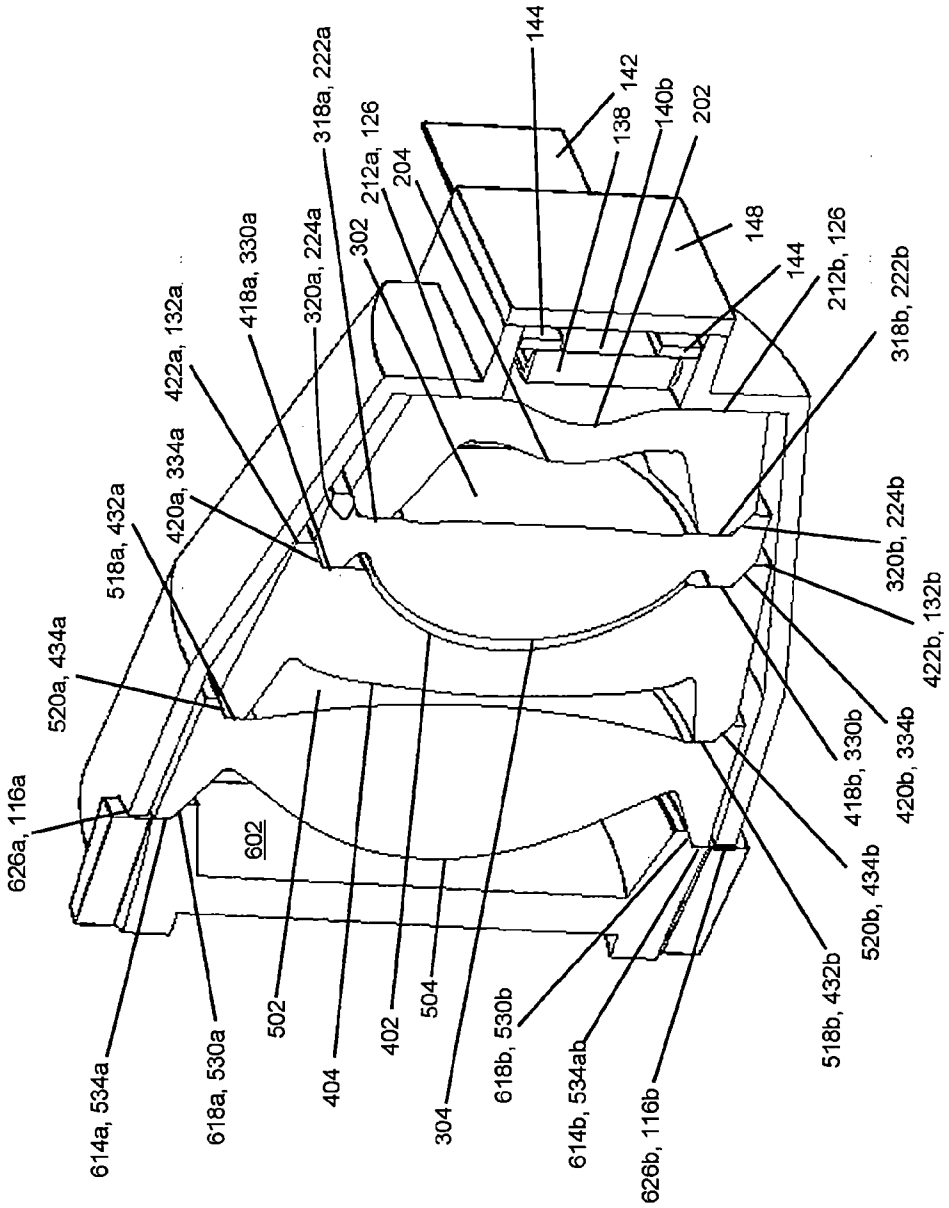
626a, 116a
520a, 434a
518a, 432a
420a, 334a
422a, 132a
418a, 330a
320a, 224a
318a, 222a
302
212a, 126
204
144
142
138
140b
202
148
144
212b, 126
318b, 222b
320b, 224b
422b, 132b
420b, 334b
418b, 330b
520b, 434b
518b, 432b
626b, 116b
614b, 534ab
618b, 530b
304
504
402
404
502
618a, 530a
614a, 534a
602

圖 15

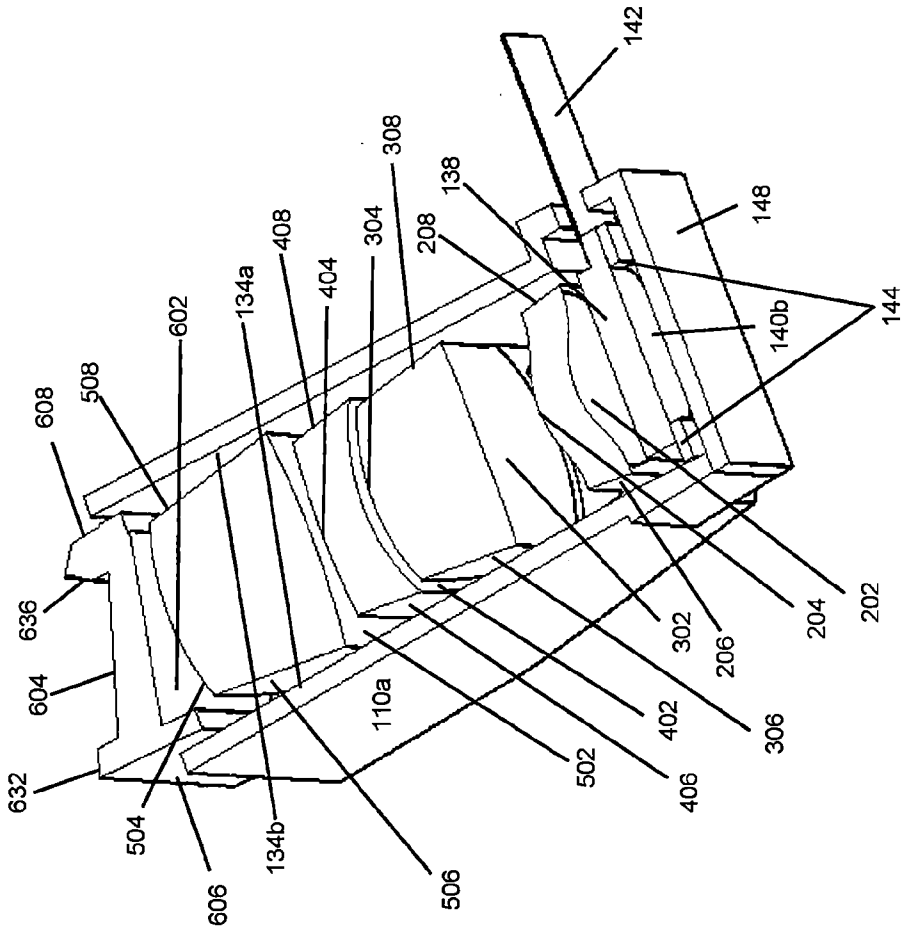
142
308
138
148
408
304
208
134a
404
602
144
140b
608
508
636
604
632
504
606
134b
506
110a
502
406
402
306
302
206
204
202

圖 16

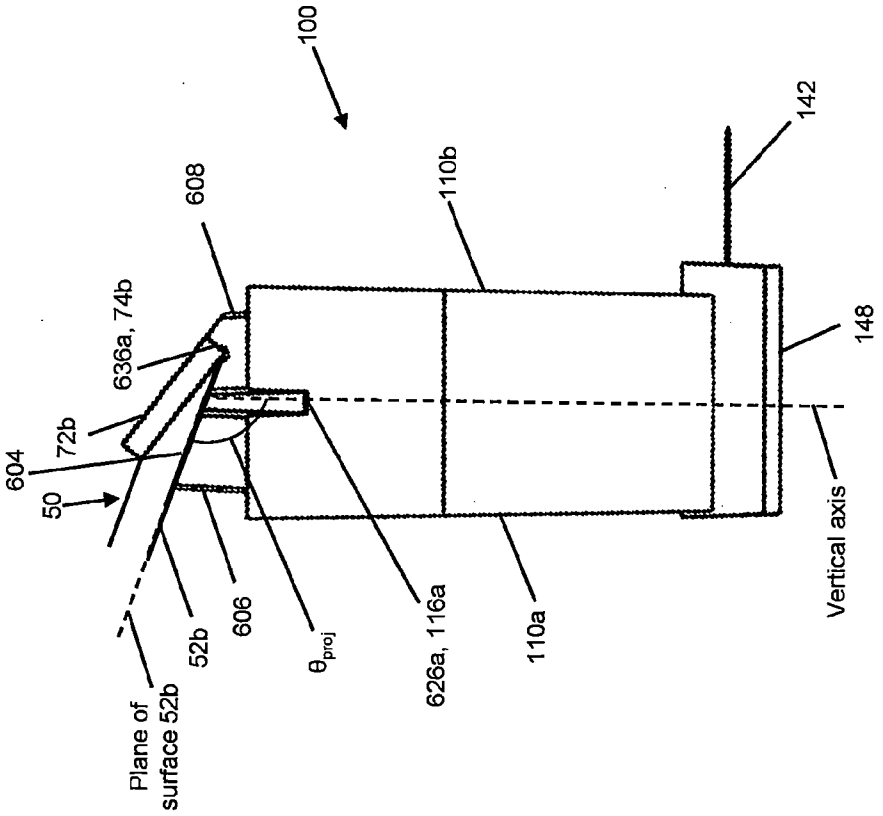
100
50
604
72b
636a, 74b
608
606
52b
Plane of surface 52b
θ_{proj}
626a, 116a
110a
110b
142
148
Vertical axis

圖 17

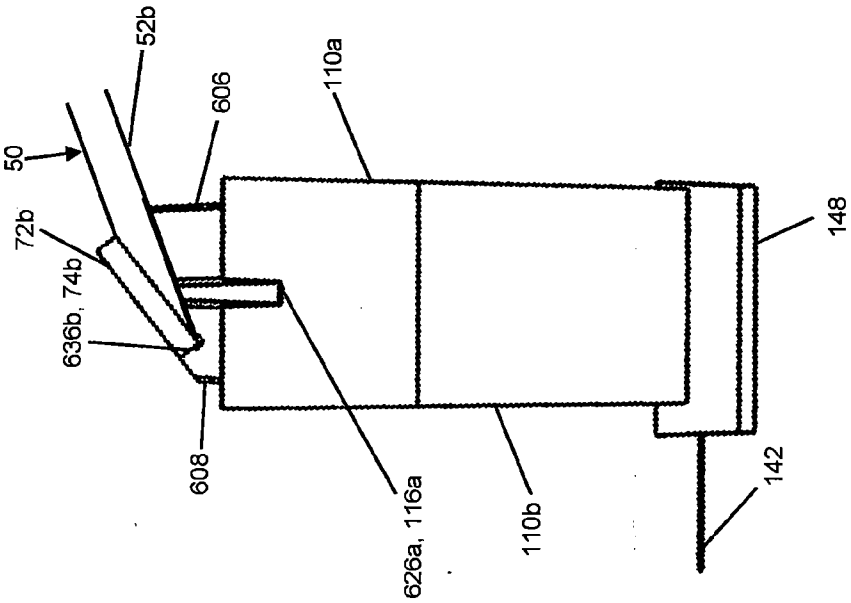
50
72b
636b, 74b
608
606
52b
626a, 116a
110a
110b
142
148

圖 18

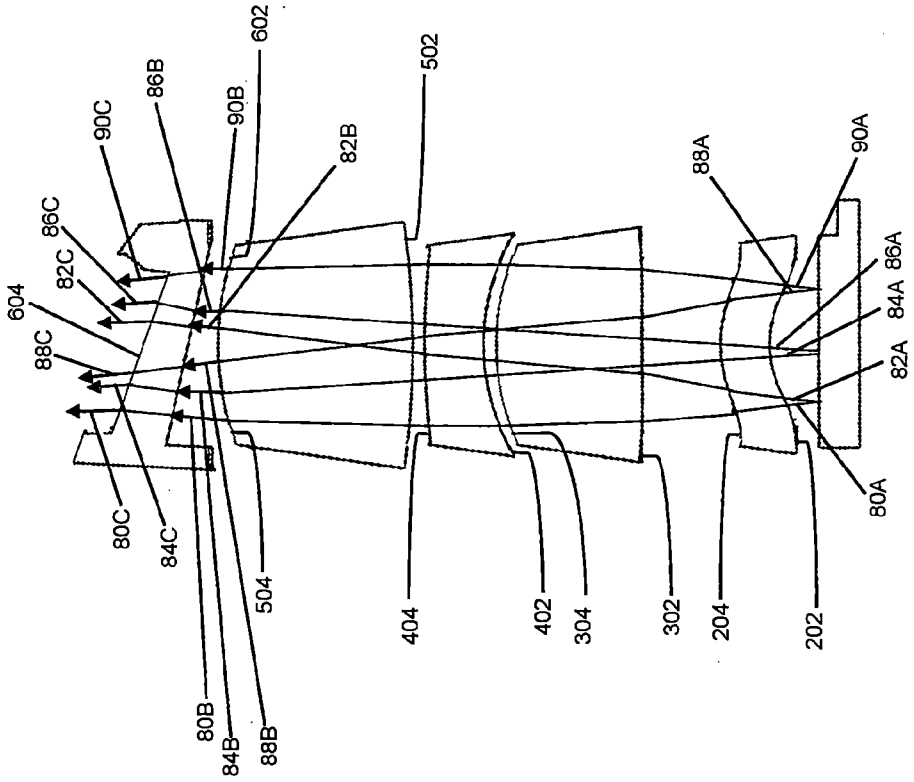
604
88C
86C
82C
90C
80C
84C
86B
90B
602
82B
504
80B
84B
88B
502
404
402
304
302
88A
90A
86A
84A
82A
80A
204
202

圖 19

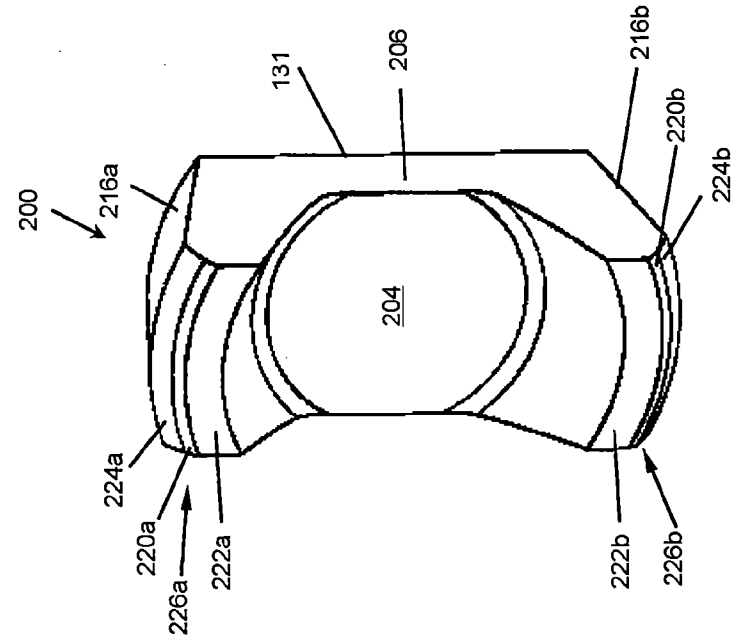
200
216a
131
206
216b
220b
224b
204
224a
220a
226a
222a
222b
226b

圖 21

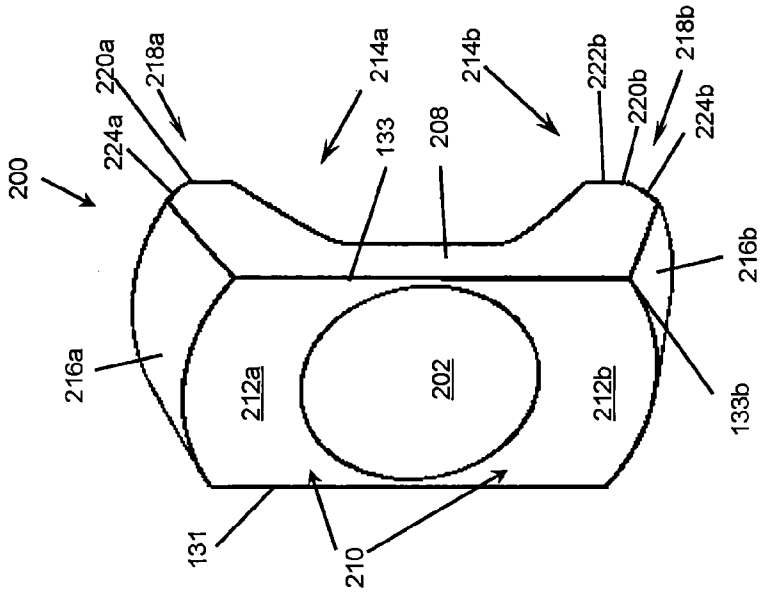
200
224a
220a
218a
214a
133
208
214b
222b
220b
218b
224b
216a
212a
202
212b
216b
133b
131
210

圖 20

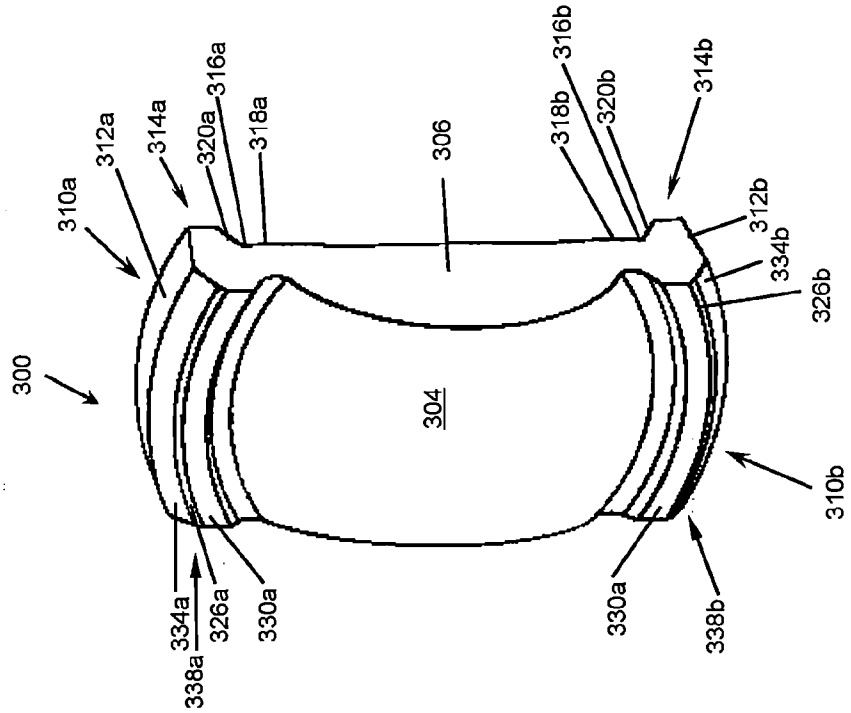
300
310a
312a
314a
320a
316a
318a
306
318b
316b
320b
314b
312b
334b
326b
304
310b
334a
326a
330a
338a
330a
338b

圖 23

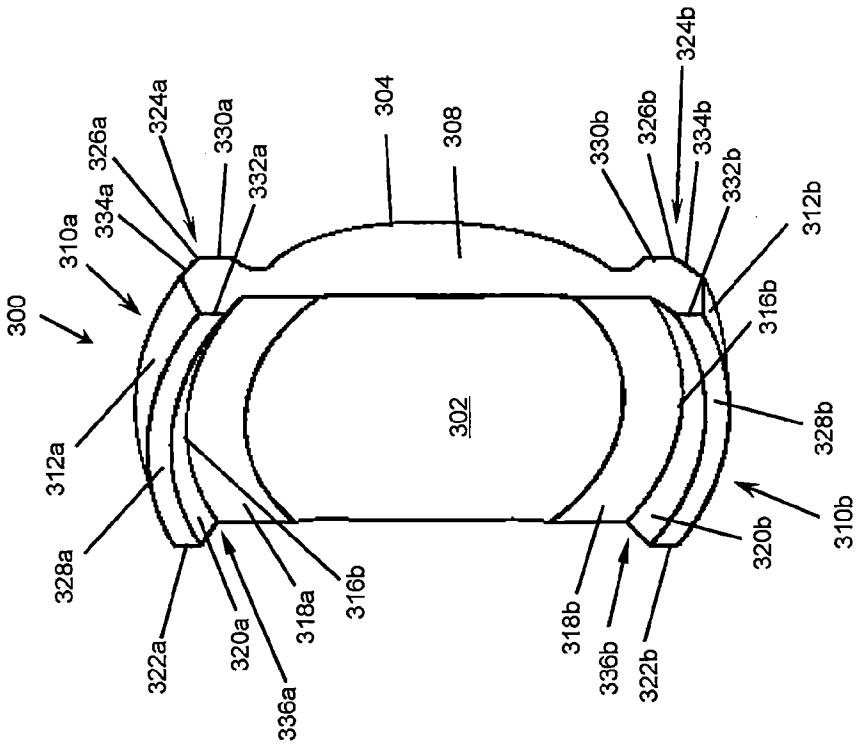
300
310a
334a
326a
324a
330a
332a
304
308
330b
326b
324b
334b
332b
312b
316b
328b
310b
320b
318b
336b
322b
302
312a
328a
322a
320a
336a
318a
316b

圖 22

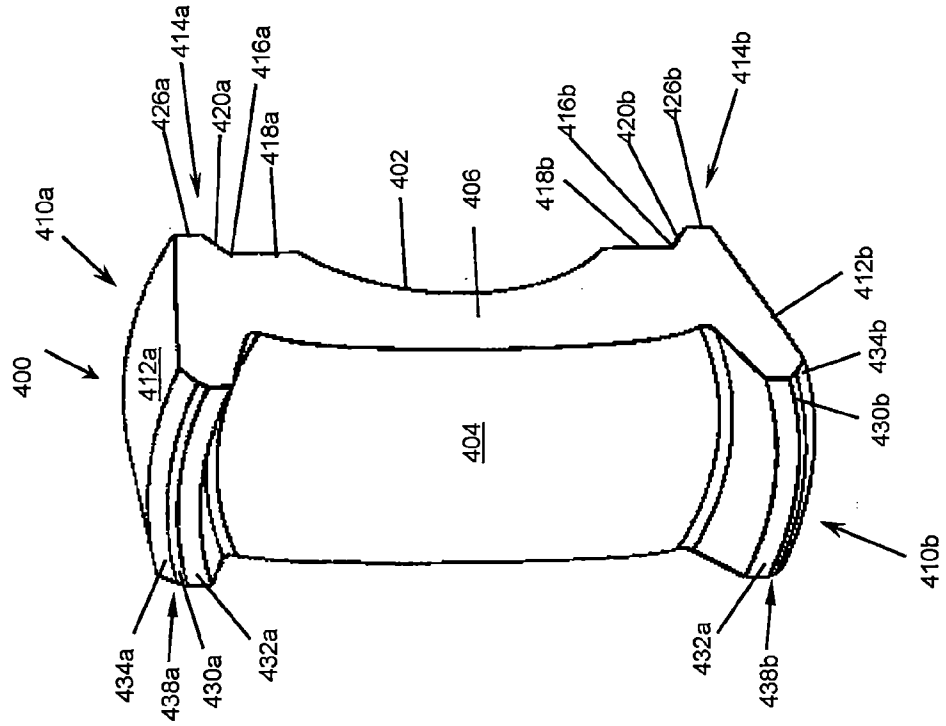
400
410a
412a
404
402
406
414a
426a
420a
416a
418a
418b
416b
420b
426b
414b
412b
434b
430b
410b
434a
438a
430a
432a
432a
438b

圖 25

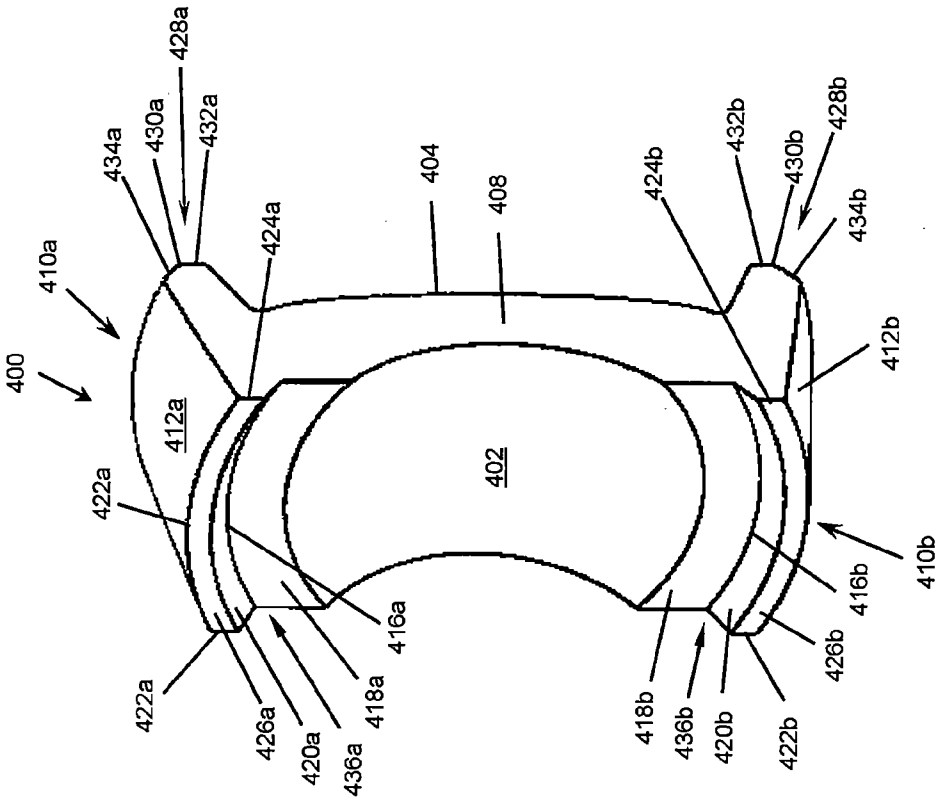
400
410a
412a
402
404
408
428a
434a
430a
432a
424a
424b
432b
430b
428b
434b
412b
410b
422a
422a
426a
420a
436a
418a
416a
418b
436b
420b
422b
426b
416b

圖 24

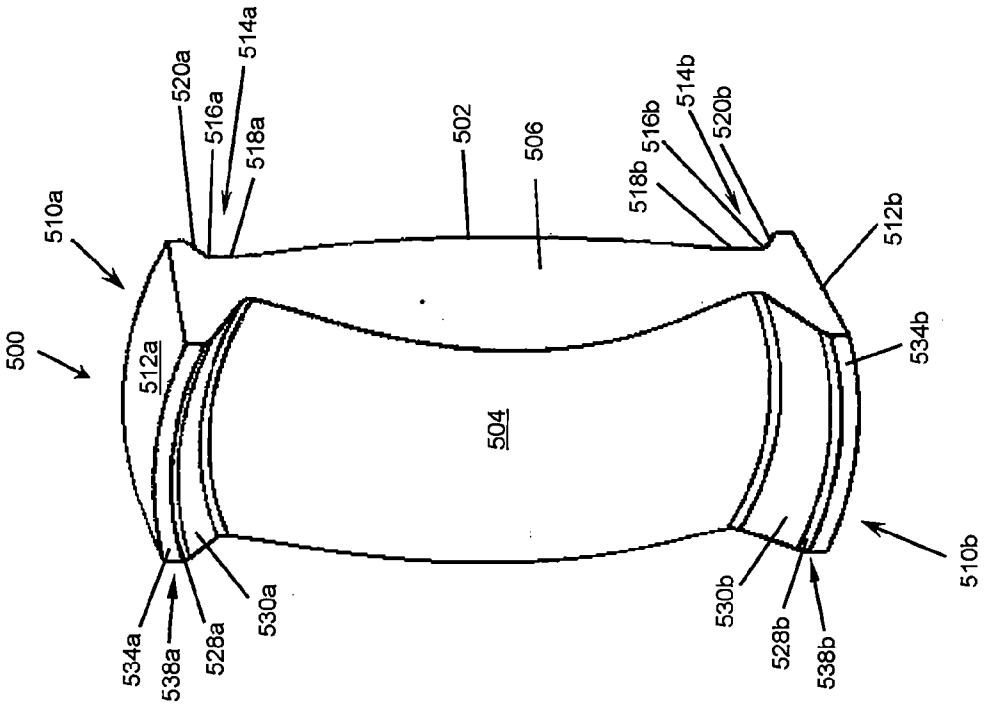
500
510a
512a
520a
516a
514a
518a
502
506
518b
516b
514b
520b
512b
534b
504
510b
530b
528b
538b
534a
538a
528a
530a

圖 27

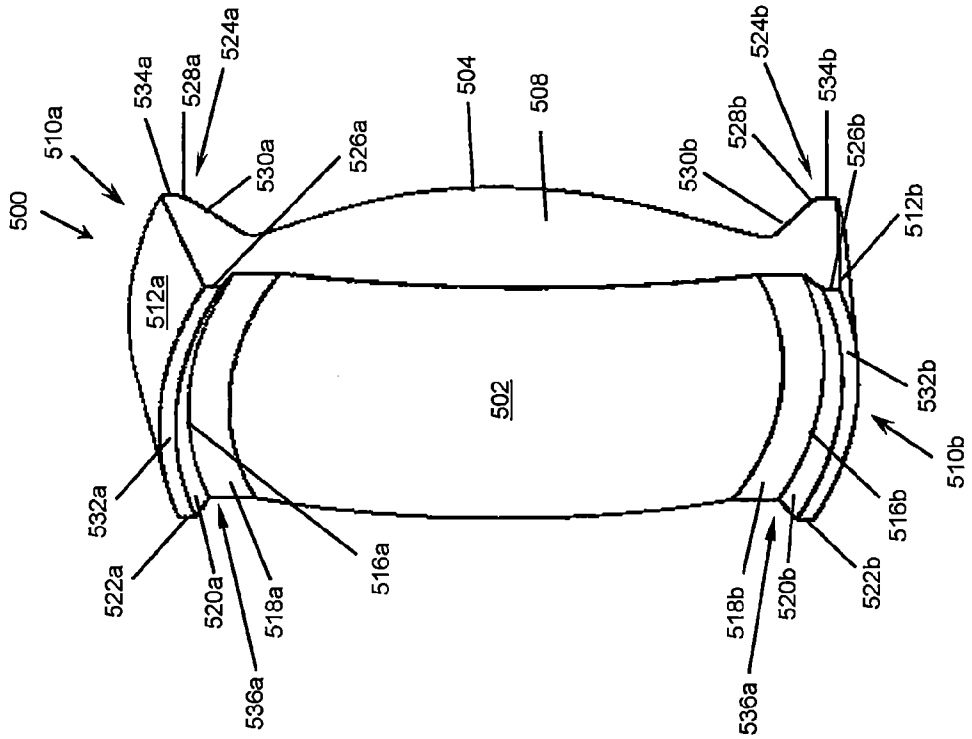
500
510a
512a
534a
528a
524a
530a
526a
504
508
530b
528b
524b
534b
526b
512b
532b
510b
502
532a
522a
520a
518a
536a
516a
518b
520b
536a
516b
522b

圖 26

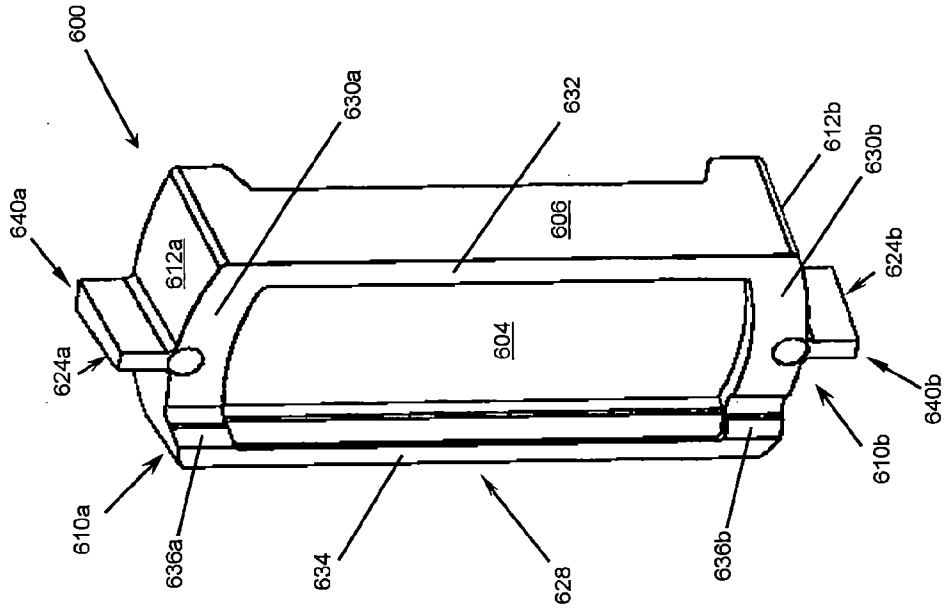
600
640a
624a
610a
636a
634
628
636b
610b
640b
624b
630b
612b
630a
632
612a
606
604

圖 29

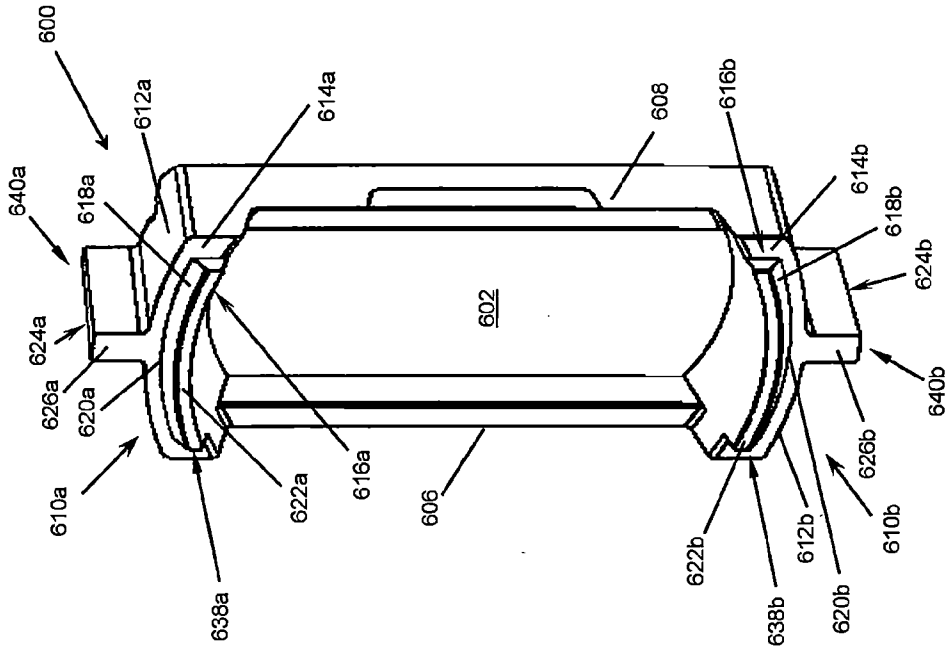
600
640a
624a
626a
620a
610a
638a
622a
616a
606
608
616b
614b
618b
624b
640b
626b
610b
620b
612b
638b
622b
602
612a
618a
614a

圖 28

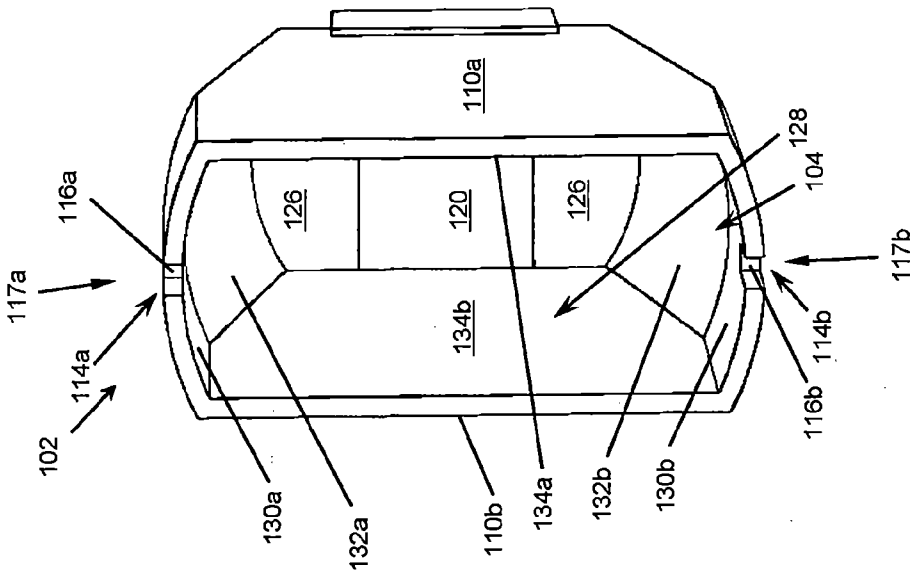
102
114a
117a
116a
130a
132a
110b
134a
132b
130b
116b
114b
117b
104
128
134b
126
120
126
110a

圖 31

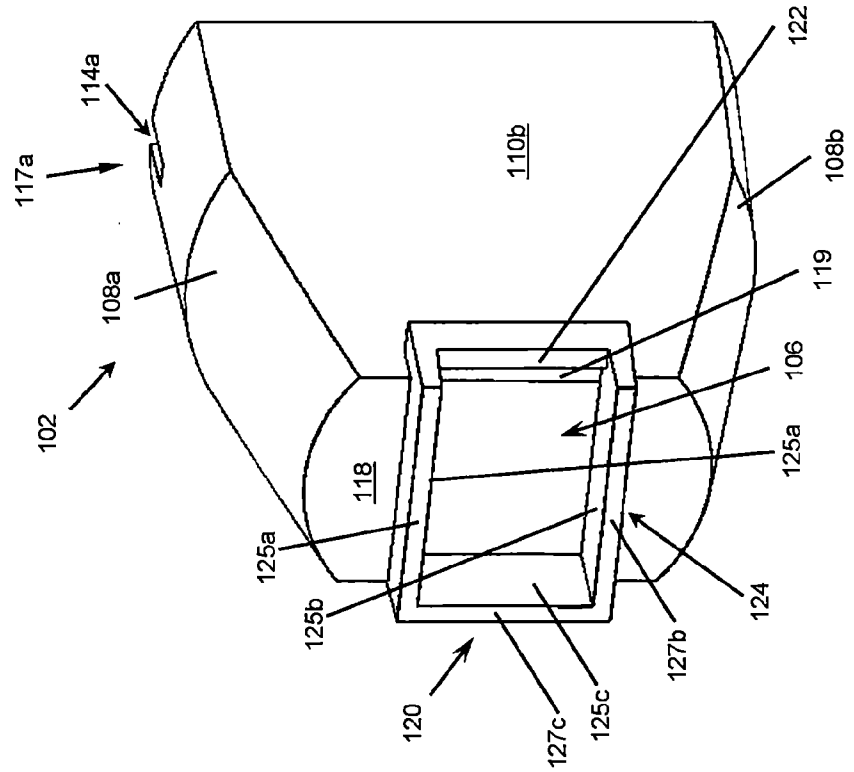
102
117a
114a
108a
118
125a
125b
120
127c
125c
127b
124
125a
106
119
108b
122
110b

圖 30

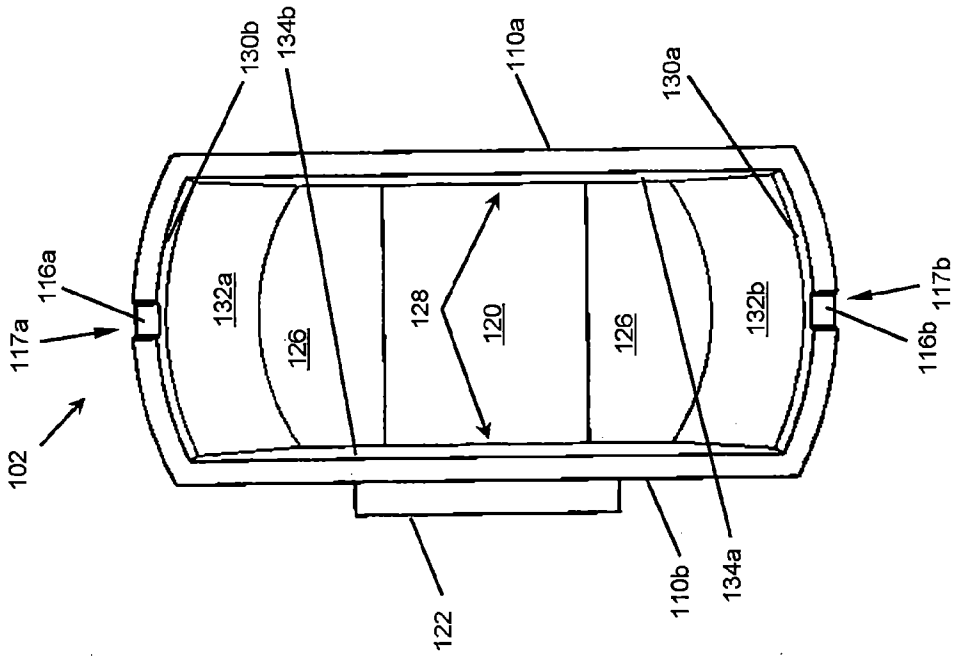
102
117a
116a
130b
134b
132a
126
128
120
126
110a
130a
132b
117b
116b
122
110b
134a

圖 32

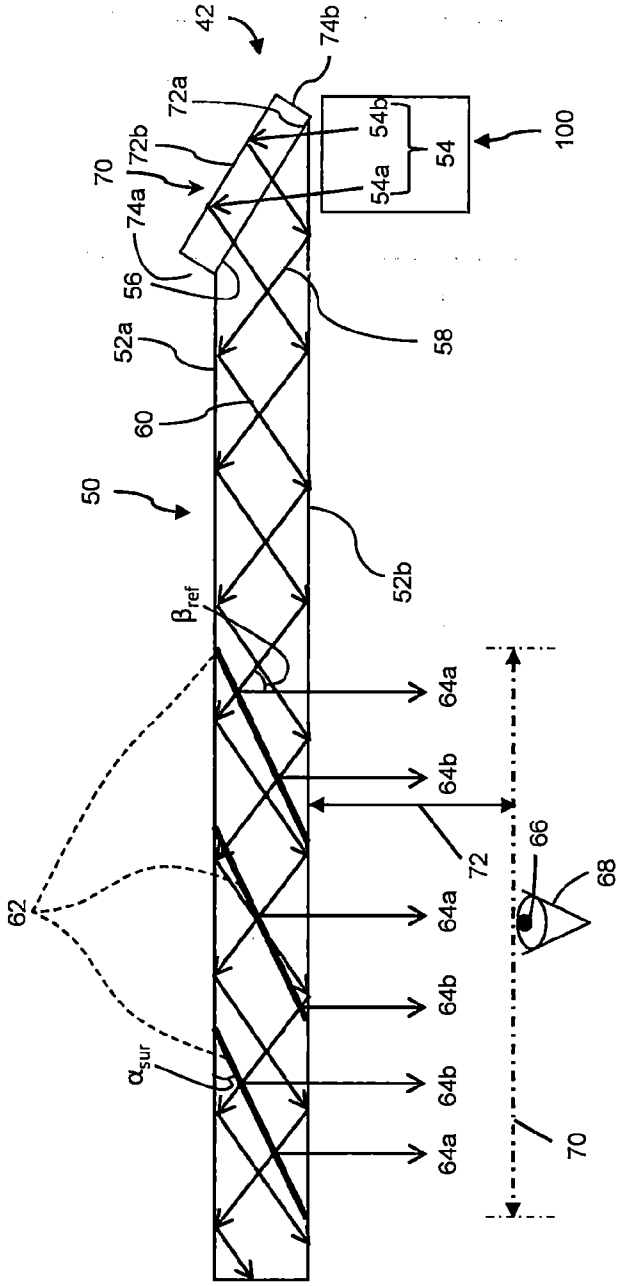
42
74b
72a
72b
70
74a
56
52a
60
50
β_{ref}
62
α_{sur}
54b
54a
54
100
58
52b
64a
64b
64a
64b
64b
64a
72
66
68
70

圖 33

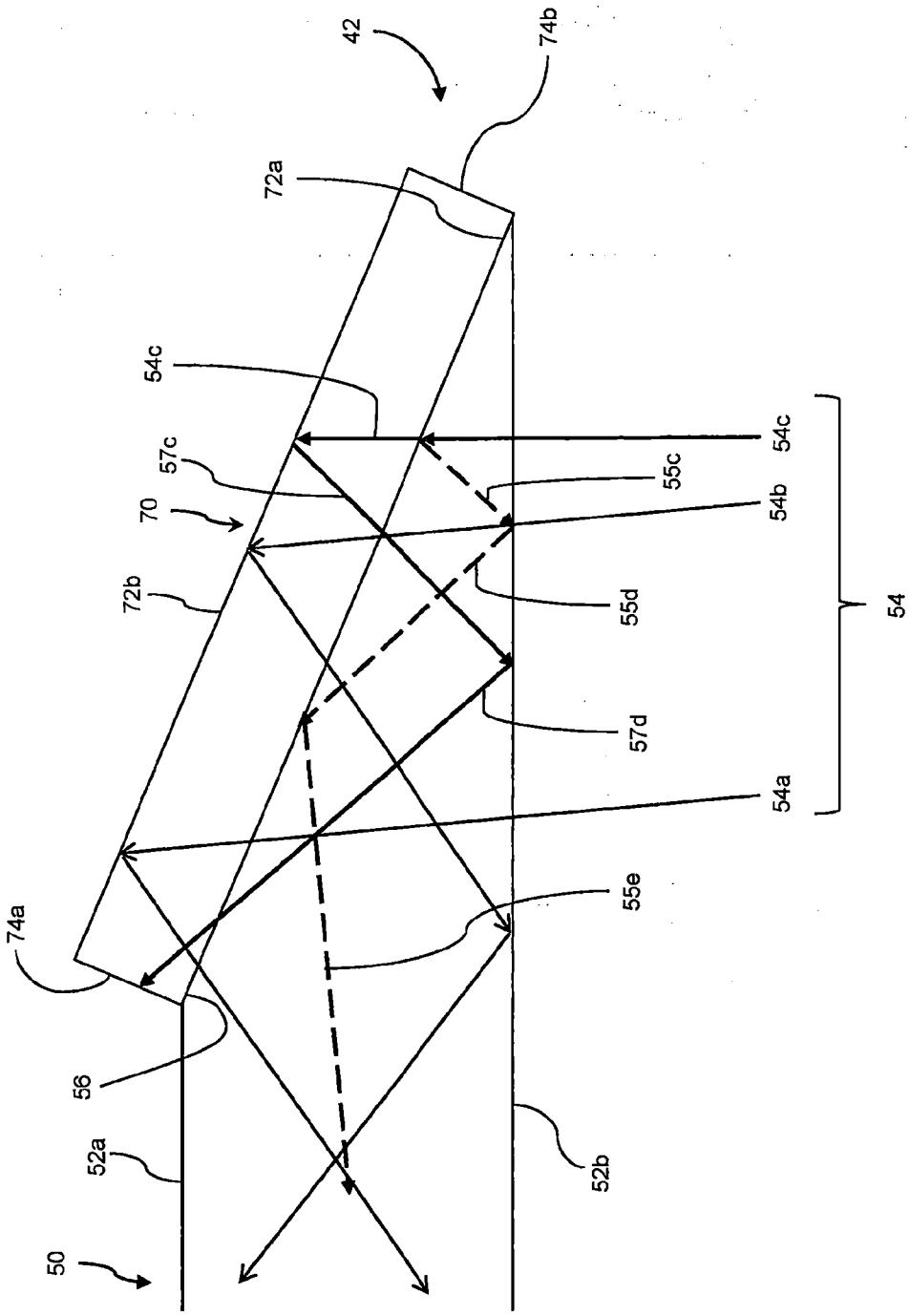
42
74b
72a
54c
57c
70
72b
74a
56
52a
50
54c
55c
54b
55d
54
57d
54a
55e
52b

圖 34

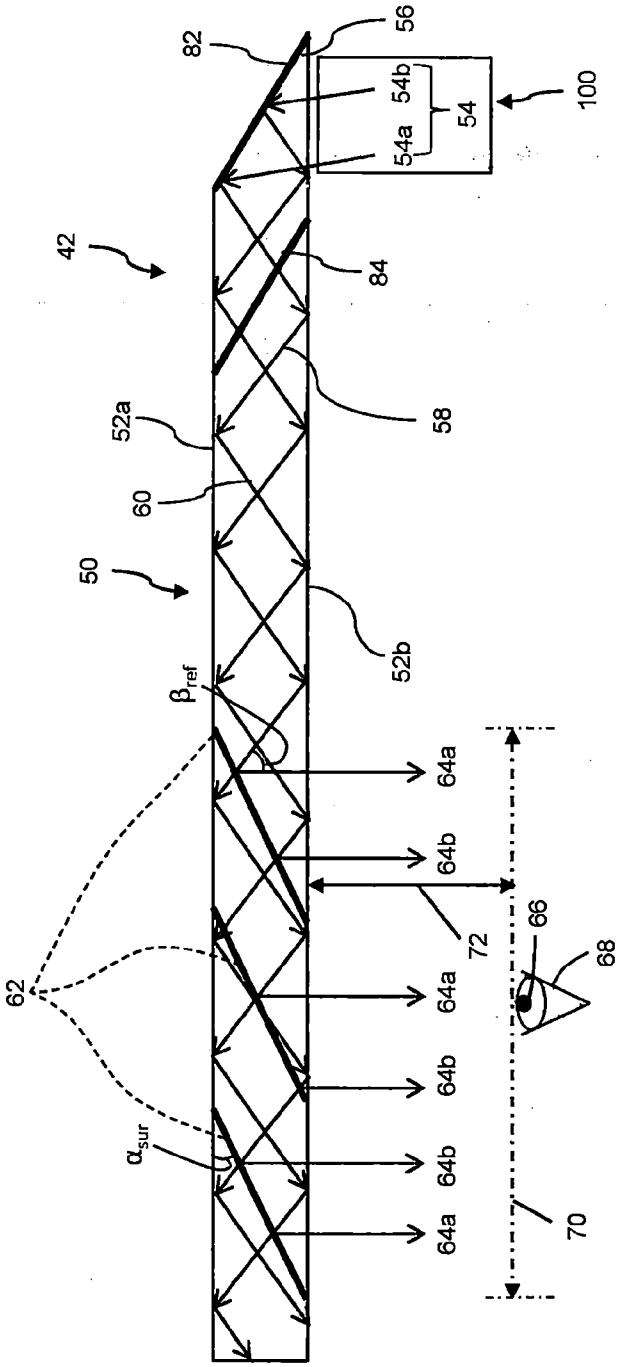
82
56
54b
54
54a
100
42
84
58
52a
60
50
52b
β_{ref}
64a
64b
72
66
68
62
64a
64b
α_{sur}
64b
64a
70

圖35

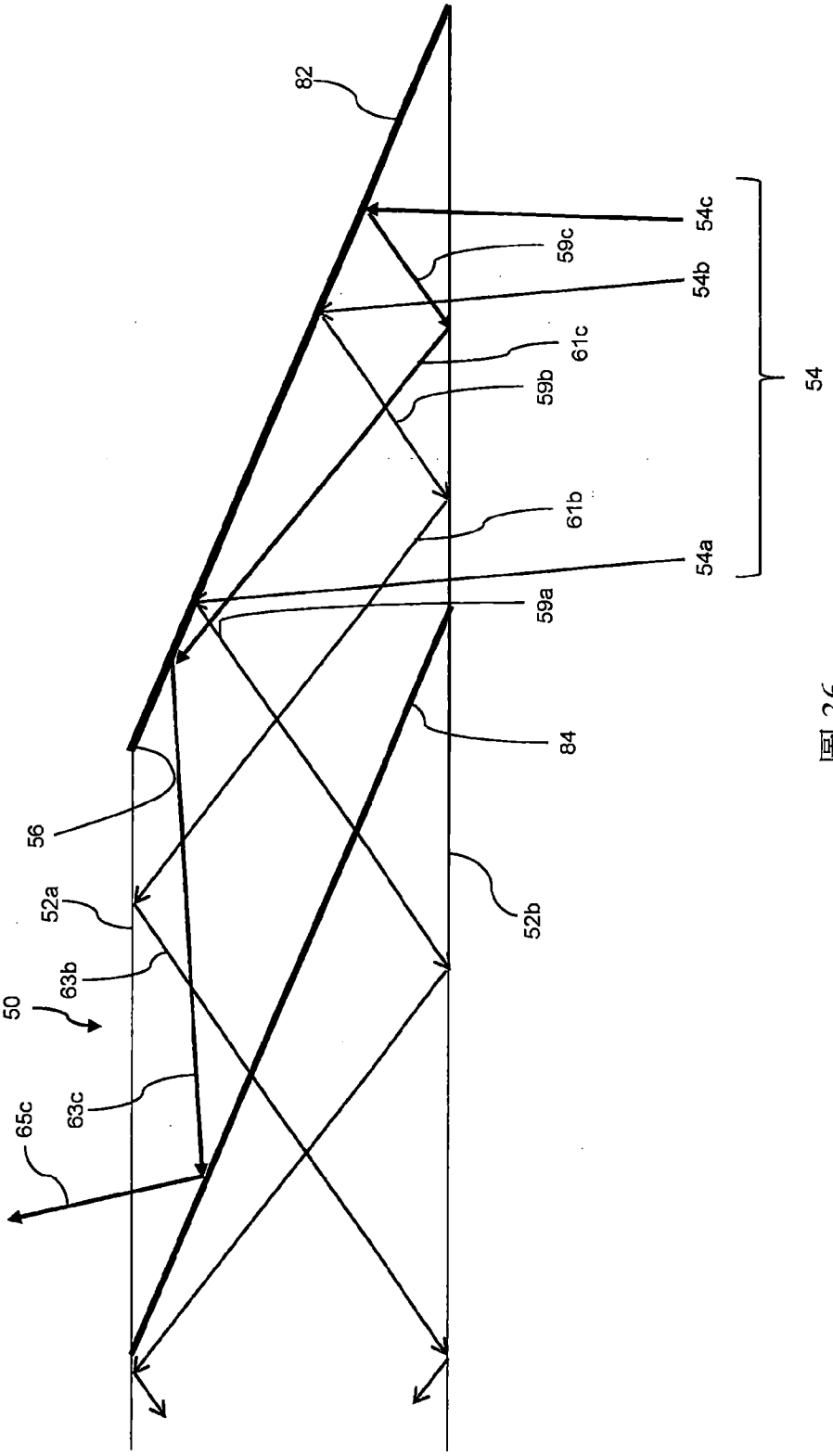

圖 36