

(21) 申請案號：101150811

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 28 日

(51) Int. Cl. : G02B27/22 (2006.01)

(71) 申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72) 發明人：陳長營 CHEN, CHANG YING (TW)；蔡朝旭 TSAI, CHAO HSU (TW)；吳昌碩 WU, CHANG SHUO (TW)

(74) 代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：9 共 49 頁

(54) 名稱

立體顯示系統

STEREO DISPLAY SYSTEM

(57) 摘要

一種立體顯示系統，包括多個投影裝置以及一屏幕模組。投影裝置用以分別投射出多個影像光束。屏幕模組配置於這些投影裝置前方，其中這些影像光束朝向屏幕模組傳遞。屏幕模組包括一光擴散層以及一分光層。光擴散層具有至少一擴散方向，光擴散層適於將這些影像光束沿著擴散方向以對應擴散方向的一擴散角度擴散。光擴散層配置於分光層與這些投影裝置之間，其中被光擴散層擴散的每一影像光束通過分光層之後被分為多個子影像光束，且每一影像光束之這些子影像光束以不同的角度傳遞，以使這些影像光束於通過屏幕模組之後形成多個立體影像視域區。

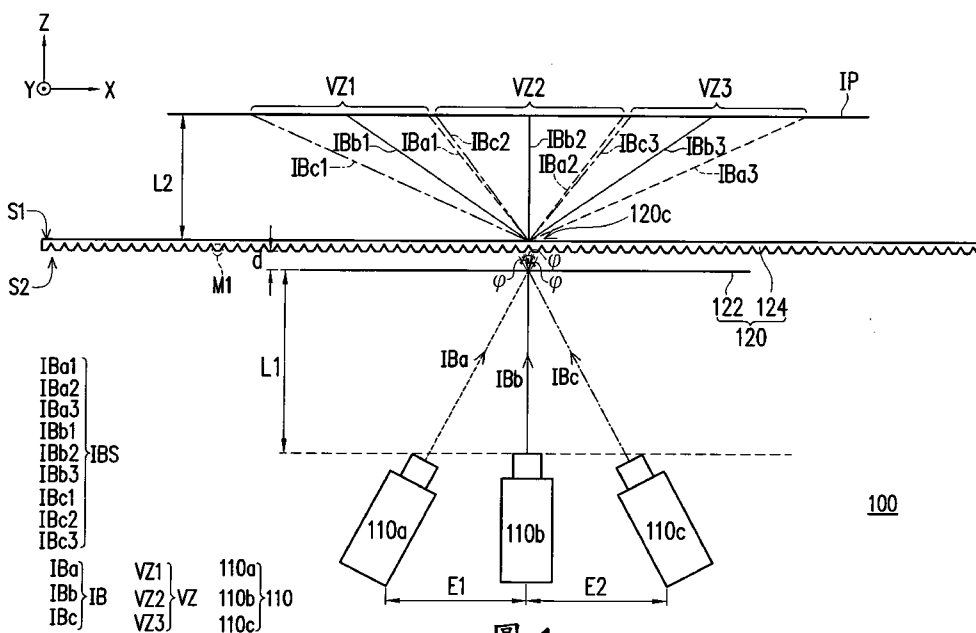


圖 1

100：立體顯示系統

110：投影裝置

110a：投影裝置

110b：投影裝置

110c：投影裝置

120：屏幕模組

120c：屏幕中心

122：光擴散層

124：分光層

d：距離

E1：間隔

E2：間隔

IB：影像光束

IBa：影像光束

IBa1：子影像光束

IBa2：子影像光束

IBa3：子影像光束
IBb：影像光束
IBb1：子影像光束
IBb2：子影像光束
IBb3：子影像光束
IBc：影像光束
IBc1：子影像光束
IBc2：子影像光束
IBc3：子影像光束
IBS：子影像光束
IP：觀察面
L1：投影距離
L2：觀賞距離
M1：第一分光微結構
S1：第一表面
S2：第二表面
VZ：立體影像視域區
VZ1：第一立體影像
視域區
VZ2：第二立體影像
視域區
VZ3：第三立體影像
視域區
 ψ ：擴散角度

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101150811

※申請日：101.12.28

※IPC 分類：G02B 27/22 (2006.1)

一、發明名稱：

立體顯示系統/ STEREO DISPLAY SYSTEM

二、中文發明摘要：

一種立體顯示系統，包括多個投影裝置以及一屏幕模組。投影裝置用以分別投射出多個影像光束。屏幕模組配置於這些投影裝置前方，其中這些影像光束朝向屏幕模組傳遞。屏幕模組包括一光擴散層以及一分光層。光擴散層具有至少一擴散方向，光擴散層適於將這些影像光束沿著擴散方向以對應擴散方向的一擴散角度擴散。光擴散層配置於分光層與這些投影裝置之間，其中被光擴散層擴散的每一影像光束通過分光層之後被分為多個子影像光束，且每一影像光束之這些子影像光束以不同的角度傳遞，以使這些影像光束於通過屏幕模組之後形成多個立體影像視域區。

三、英文發明摘要：

A stereo display system including a plurality of projecting apparatuses and a screen module is provided. The projecting apparatuses are adopted for projecting a

plurality of image beams. The screen module is disposed in front of the projecting apparatuses, wherein the image beams are propagated toward the screen module. The screen module includes a light diffusing layer and a beam splitting layer. The light diffusing layer has at least one diffusing direction, and the light diffusing layer is adopted for diffusing the image beams along the diffusing direction with a diffusing angle corresponding to the diffusing direction. The light diffusing layer is disposed between the beam splitting layer and the projecting apparatuses, wherein each of the image beams diffused by the light diffusing layer is divided into a plurality of sub image beams after passing through the beam splitting layer, and the sub image beams of each image beam are propagated with different angles, such that the image beams form a plurality of stereo viewing zones after passing through the screen module.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100：立體顯示系統

110、110a、110b、110c：投影裝置

120：屏幕模組

120c：屏幕中心

122：光擴散層

124：分光層

d：距離

E1、E2：間隔

IB、IBa、IBb、IBc：影像光束

IBS、IBa1、IBb1、IBc1、IBa2、IBb2、IBc2、IBa3、
IBb3、IBc3：子影像光束

IP：觀察面

L1：投影距離

L2：觀賞距離

M1：第一分光微結構

S1：第一表面

S2：第二表面

VZ：立體影像視域區

VZ1：第一立體影像視域區

VZ2：第二立體影像視域區

VZ3：第三立體影像視域區

ϕ ：擴散角度

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種投影系統，且特別是有關於一種立體投影系統。

【先前技術】

隨著近年來顯示科技以及各項科技工藝的進步，各種顯示裝置被發明，例如從精巧的手持型顯示器到高畫質的顯示螢幕甚至於幾乎可以假亂真的立體顯示器，其栩栩如生的影像顯示品質，使人類天馬行空的想像力得以馳騁於其中。其中，立體顯示技術的突飛猛進與消費需求的大量增加，使得在 2010 年立體顯示器的出貨量已達百萬之數，並隨著價格快速下降及內容逐漸普及，未來幾年立體顯示產業更將快速發展。然而，目前市面上的立體顯示器絕大多數需要戴著特製眼鏡才能看到立體影像，如常見的偏振式立體顯示眼鏡或色差式立體顯示眼鏡，其與自然視覺的訴求背道而馳，因此，裸視立體顯示技術必將成為下世代顯示器之重要發展方向已是業界的共識。

目前市面上已有少數裸視立體顯示技術產品，但均有視角小與解析度低等缺點，難以應用在需要高影像品質與高觀賞自由度的場合，為因應市場上的需求，發展兼具高解析度、大視角、與具自然影像感的立體顯示器已成為當前亟待解決的課題之一。

【發明內容】

本發明提出一種立體顯示系統，包括多個投影裝置以及一屏幕模組。投影裝置用以分別投射出多個影像光束。屏幕模組配置於這些投影裝置前方，其中這些影像光束朝向屏幕模組傳遞。屏幕模組包括一光擴散層以及一分光層。光擴散層具有至少一擴散方向，光擴散層適於將這些影像光束沿著擴散方向以對應擴散方向的一擴散角度擴散。光擴散層配置於分光層與這些投影裝置之間，其中被光擴散層擴散的每一影像光束通過分光層之後被分為多個子影像光束，且每一影像光束之這些子影像光束以不同的角度傳遞，以使這些影像光束於通過屏幕模組之後形成多個立體影像視域區。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 1 是本發明之一實施例中的立體顯示裝置，請參照圖 1，在本實施例中，立體顯示系統 100 包括多個投影裝置 110 以及一屏幕模組 120。投影裝置 110 用以分別投射出多個影像光束 IB。屏幕模組 120 配置於這些投影裝置 110 前方，其中這些影像光束 IB 朝向屏幕模組 120 傳遞。屏幕模組 120 包括一光擴散層 122 以及一分光層 124。在本實施例中，光擴散層 122 與分光層 124 的距離 d 例如為 100 微米，然本發明不以此為限。光擴散層 122 具有至少一擴

散方向，光擴散層 122 適於將這些影像光束 IB 沿著擴散方向以對應擴散方向的一擴散角度 ϕ 擴散，在本實施例中，擴散方向例如是沿著圖 1 中的 Y 軸方向擴散。一般而言，光擴散層 122 配置於分光層 124 與這些投影裝置 110 之間，其中被光擴散層 122 擴散的每一影像光束 IB 在通過分光層 124 之後被分為多個子影像光束 IBS，且每一影像光束 IB 之這些子影像光束 IBS 以不同的角度傳遞，以使這些影像光束 IB 於通過屏幕模組 120 之後形成多個立體影像視域區 VZ。舉例而言，如圖 1 中所繪示，投影裝置 110 例如可包括三個投影裝置 110a、110b 與 110c 並分別投射出影像光束 IBa(以虛線表示)、IBb(以實線表示)、IBc(以鏈線表示)，並且投影裝置 110a 與投影裝置 110b 的間隔 E1 在本實施例中例如為 300 毫米，投影裝置 110b 與投影裝置 110c 的間隔 E2 在本實施例中例如為 280 毫米，然本發明亦不以此為限。其中，這些影像光束 IBa、IBb 與 IBc 在通過光擴散層 122 後會分別以原行進方向擴散一角度 ϕ (為延著 Y 軸方向的擴散角度)而朝向分光層 124 傳遞，在本實施例中，角度 ϕ 在 Y 軸方向上的擴散角度約為 40 度，然而，實際上的光擴散層 122 除了在 Y 軸方向上有擴散角度外，在 X 軸方向上亦會有極小的擴散角度，在本實施例中，光擴散層在 X 軸方向上的擴散角度例如為 0.1 度，然本發明不以此為限。在通過分光層 124 後，影像光束 IBa 例如可被分為子影像光束 IBa1、IBa2 與 IBa3，影像光束 IBb 例如可被分為子影像光束 IBb1、IBb2 與 IBb3，且影像

光束 IBc 例如可被分為子影像光束 IBc1、IBc2 與 IBc3。其中，子影像光束 IBa1、IBb1 與 IBb1 在通過分光層 124 後朝向第一立體影像視域區 VZ1 傳遞，子影像光束 IBa2、IBb2 與 IBb2 在通過分光層 124 後朝向第二立體影像視域區 VZ2 傳遞，子影像光束 IBa3、IBb3 與 IBb3 在通過分光層 124 後朝向第三立體影像視域區 VZ3 傳遞。換言之，在本實施例中，觀賞者可分別在第一立體影像視域區 VZ1、第二立體影像視域區 VZ2 與第三立體影像視域區 VZ3 觀賞到投影裝置 110a、110b 與 110c 所投影出的畫面。換言之，分光層 124 可將這些投影裝置 110 所發出的影像光束 IB 複製到多個到多個視域 VZ 內以供觀賞，在本實施中，投影距離 L1 可設定在這些投影裝置 110 的投影距離上，且在本實施例中例如為 1710 毫米，而觀賞距離 L2 可依照實際需求而制定之，在本實施例中例如為 1500 毫米，然本發明不以此為限。當這些投影裝置 110 所顯示的是立體影像時，觀賞者可在多個立體影像視域區 VZ 觀賞到立體影像，可避免隨著觀賞者的移動而使得觀賞者觀賞到的立體影像產生變化甚至無法觀賞的情況。同時，亦可避免當面對投影螢幕正中央的觀賞者會有看不到投影螢幕邊緣位置影像的現象，換言之，分光層 124 除了可將投影螢幕正中央的影像分配至觀賞者位置的邊緣位置，同樣亦可將邊緣位置的影像導向至觀賞者位置的中央，藉此可使得觀賞者即使在螢幕前移動，亦不致錯過完整的立體影像。並且，由於這些立體影像視域區 VZ 都帶有相同的資訊，而非樣

牲空間解析度而產生，亦即，立體投影裝置 100 可在不減少影像解析度的情況下利用分光層 124 增加多個立體影像視域區 VZ。值得注意的是，上述的投影裝置 110 與影像光束 IB 與子影像光束 IBS 的數量僅用於輔助說明本實施例，可依據實際需求設計而有所不同，例如當投影裝置 110 的數量增加時，立體投影裝置 100 的影像光束 IB 會隨之增加，並且可使得各立體影像視域區 VZ 內的子影像光束 IBS 數量增加，因此立體影像視域區 VZ 亦可隨之增加，然而本發明不以此為限。藉此，立體投影裝置 100 可提供大視角與高解析度的立體影像。有關投影裝置 110 的排列方式與分光層 124 的詳細敘述將於後續舉例說明。

詳細而言，圖 2A 是依照圖 1 實施例中的分光層的局部放大的立體示意圖，圖 2B 到圖 2D 繪示出圖 2A 實施例中的各種光路的示意圖，請參照圖 1 至圖 2D，在本實施例中，分光層 124 具有一第一表面 S1 與配置於第一表面 S1 上並週期性排列的多個第一分光微結構 M1，每一第一分光微結構 M1 包括具有不同斜率的多個表面 P。在本實施例中，這些投影裝置 110 可沿著一第一方向(亦即圖 1 及圖 2A 中的三維立體座標的 X 軸方向)排列，並且這些第一分光微結構 M1 與這些立體影像視域區 VZ 亦沿著平行於第一方向之方向排列。並且，在本實施例中，這些第一分光微結構 M1 可為多邊形柱面透鏡，並且該些第一分光微結構 M1 的延伸方向平行於一第二方向(亦即 Y 軸方向)，且這些影像光束 IB 可沿著 Z 軸方向朝向分光層 124 傳遞。

在本實施例中，這些表面 P 的數量例如是 3 個，換言之，在本實施例中所繪示的第一分光微結構 M1 例如為多個梯形分光微結構，然本發明不以此為限，在其他實施例中可依據實際需求而改變表面 P 的數量與所配置的斜率關係，本發明不以此為限。值得注意的是，在本說明書中所述之第一方向與第二方向分別對應至圖示中的三維立體直角座標中的 X 軸與 Y 軸，並且投影裝置、光擴散層與屏幕模組沿著 Z 軸方向排列，然而本發明不以此為限。

詳細而言，請先參照圖 2B，在本實施例中，當由投影裝置 110a 發出的影像光束 IBa 通過分光層 124 時，可被分光層上的第一分光微結構 M1 折射而分光並分別朝向不同方向傳遞。舉例而言，圖 2B 中每一個第一分光微結構 M1 包括具有不同斜率的 3 個表面 P1、P2 與 P3，表面 P1 可將投影裝置 110a 發出的影像光束 IBa 中的子影像光束 IBa1 折射至立體影像視域區 VZ1，表面 P2 可將投影裝置 110a 發出的影像光束 IBa 中的子影像光束 IBa2 折射至立體影像視域區 VZ2，表面 P3 可將投影裝置 110a 發出的影像光束 IBa 中的子影像光束 IBa3 折射至立體影像視域區 VZ3。依此類推，圖 2C 中由投影裝置 110b 所發出的影像光束 IBb 的子影像光束 IBb1、IBb2 與 IBb3 亦可被第一分光微結構 M1 的 3 個表面 P1、P2 與 P3 分別折射至立體影像視域區 VZ1、立體影像視域區 VZ2 與立體影像視域區 VZ3。圖 2D 中由投影裝置 110c 所發出的影像光束 IBc 的子影像光束 IBc1、IBc2 與 IBc3 亦可被第一分光微結構 M1

的 3 個表面 P1、P2 與 P3 分別折射至立體影像視域區 VZ1、立體影像視域區 VZ2 與立體影像視域區 VZ3。更進一步而言，在其他實施例中，當每一第一分光微結構 M1 之這些表面 P 的數目為 M 個，影像光束 IB 可被複製為 M 組，亦即，這些立體影像視域區 VZ 的數量可為 M 個。藉此，分光層 124 可將影像光束 IBa、IBb 與 IBc 複製至多個立體影像視域區 VZ，除了可增進立體顯示系統 100 的可觀賞視角以外，亦不致影響每一個立體影像視域區 VZ 中投影畫面的解析度。然而，值得注意的是，第一分光微結構 M1 之這些表面 P 在設計上需考慮由投影裝置 110 入射的影像光束 IB 的入射角需小於第一分光微結構 M1 上這些表面 P 的臨界角，以避免產生內全反射而造成部分影像遺失的情形。並且，這些第一分光微結構 M1 的尺寸需小於欲投影的影像像素大小，以避免影像間有部分或完全重疊的現象產生。

圖 3A、圖 3C 與圖 3E 分別繪示出圖 1 實施例中的立體顯示系統的局部示意圖，圖 3B、圖 3D 與圖 3F 分別繪示出圖 3A、圖 3C 與圖 3E 的第一分光微結構的局部放大示意圖，請參照圖 1、圖 3A 至圖 3F，在本實施例中，屏幕模組 120 可具有一屏幕中心 120c，並且在分光層 124 中的這些第一分光微結構 M1 中，靠近屏幕中心 120c 的區域之側並與第一表面 S1 接觸的一表面 P1 的斜率的絕對值大於遠離屏幕中心 120c 的區域之側並與第一表面 S1 接觸的另一表面 P3 的斜率的絕對值。舉例而言，請先參照圖 3A，

在本實施例中，為了使影像光束 IB 在每個立體影像視域區 VZ 中維持對稱的影像分布(亦即可避免每一個立體影像視域區 VZ 的差距太同而使得觀賞者在不同立體影像視域區 VZ 看到的影響會有明顯差異的情形)，分光層 124 中對應靠近屏幕模組 120 的區域內的這些第一分光微結構 M1 的表面 P1 與 P3 可具有不同的斜率以調整這些立體影像視域區 VZ 的位置。在圖 3A 中，影像光束 IBb 以垂直於屏幕模組 120 的方向傳遞至觀察面 IP，且影像光束 IBb 通過屏幕模組 120 的屏幕中心 120c 的稍右處，影像光束 IBa 與影像光束 IBb 的夾角 α 約為 -9.3 度，而影像光束 IBc 與影像光束 IBb 的夾角 β 約為 9.95 度。因此，為了維持對稱的立體影像視域區 VZ 影像分布，靠近屏幕中心 120c 的表面 P1 的斜率絕對值可設計大於表面 P3 的斜率絕對值。

詳細而言，在圖 3A 與圖 3B 中，由於表面 P1 與表面 P3 皆很靠近屏幕中心 120c，因此表面 P1 與表面 P3 的斜率很靠近。在本實施例中，表面 P1 與表面 P3 的夾角 $\phi 2$ 約為 111 度，而表面 P1 與第一表面 S1 的夾角 $\phi 1$ 約為 34.55 度，表面 P3 與第一表面 S1 的夾角 $\phi 3$ 約為 34.45 度。藉此，可使立體影像視域區 VZ1 與立體影像視域區 VZ2 的距離 J12(在圖 3A 中例如為 17 毫米)以及立體影像視域區 VZ2 與立體影像視域區 VZ3 的距離 J23(在圖 3A 中例如為 18 毫米)。其中，立體影像視域區 VZ1(例如為 529 毫米)、立體影像視域區 VZ2(例如為 510 毫米)與立體影像視域區 VZ3(例如為 519 毫米)在觀察面 IP 上的寬度 W1、W2 與

W3 相近，可使得位於各立體影像視域區 VZ 的觀賞者觀賞到完整的立體影像，且在此範圍內不會看到無影像顯示的黑帶，或是因過度重疊而產生亮紋。值得注意的是，上述之夾角 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 與 $\phi 3$ 以及各立體影像視域區 VZ 的大小與間距是以第一分光微結構 M1 的寬度 WD 為 300 微米且第一分光微結構 M1 間的彼此間格 U 為 150 微米，並且投影裝置 110 與屏幕模組 120 的距離 L1 例如為 1710 毫米，並且觀察面 IP 與屏幕模組 120 的距離 L2 為 1500 毫米時所推算的數值，本發明不以此為限，在其他實施例中，亦可依照實際情況而有所變化，而仍不脫離本發明之範疇。且，在上述之數值計算中，是以符合人眼舒適觀賞影像的範圍，即每一個立體影像視域區 VZ 包含 20 度角度範圍為例加以計算(例如是以 30 台投影裝置 110 投影，而每台投影裝置 110 涵蓋 0.7 度角度範圍)，並且分光層 124 的折射率以 1.5 為例，並且光擴散層 122 與分光層 124 的距離為 100 微米為例，然而在其他實施例中，亦可依據實際需求而有所變化，本發明不以此為限。

進一步而言，請參照圖 3C 與圖 3D，與圖 3A 相似，然而圖 3C 中的這些第一分光微結構 M1 距離屏幕中心 120c 距離稍遠，在圖 3C 中，影像光束 IBb 與垂直於屏幕模組 120 的方向(即圖 3C 中的鉛直線)夾一角度 γ 且角度 γ 約為 8 度，影像光束 IBa 與垂直於屏幕模組 120 的方向夾一角度 α 且角度 α 約為 -2 度，而影像光束 IBc 與垂直於屏幕模組 120 的方向夾一角度 β 且角度 β 約為 17 度。在圖

3C 中，由於此區域偏離屏幕中心 120c，因此表面 P1 與表面 P3 的斜率差異相較於圖 3B 中表面 P1 與表面 P3 的斜率差異較大始能達成與圖 3A 中實施例相近之效果。在本實施例中，表面 P1 與表面 P3 的夾角 ϕ_2 約為 111 度，而表面 P1 與第一表面 S1 的夾角 ϕ_1 約為 37.1 度，表面 P3 與第一表面 S1 的夾角 ϕ_3 約為 31.9 度。藉此，可使立體影像視域區 VZ1 與立體影像視域區 VZ2 的距離 J12(在圖 3A 中例如為 42 毫米)以及立體影像視域區 VZ2 與立體影像視域區 VZ3 的距離 J23(在圖 3A 中例如為 17 毫米)。其中，立體影像視域區 VZ1(641 毫米)、立體影像視域區 VZ2(510.7 毫米)與立體影像視域區 VZ3(446 毫米)在觀察面 IP 上的寬度 W1、W2 與 W3 相近，藉此可達成與圖 3A 實施例相似之功效。

更進一步而言，請參照圖 3E 與圖 3F，與圖 3A 及圖 3C 相似，然而圖 3E 中的這些第一分光微結構 M1 距離屏幕中心 120c 距離較圖 3C 中更遠，在圖 3C 中，影像光束 IBb 與垂直於屏幕模組 120 的方向(即 Z 軸方向)夾一角度 γ 且角度 γ 約為 15 度，影像光束 IBa 與垂直於屏幕模組 120 的方向夾一角度 α 且角度 α 約為 6 度，而影像光束 IBc 與垂直於屏幕模組 120 的方向夾一角度 β 且角度 β 約為 24 度。在圖 3E 中，由於此區域更偏離屏幕中心 120c，因此表面 P1 與表面 P3 的斜率差異相較於圖 3C 中表面 P1 與表面 P3 的斜率差異更大始能達成與圖 3C 中實施例相近之效果。在本實施例中，表面 P1 與表面 P3 的夾角 ϕ_2 約為 111

度，而表面 P1 與第一表面 S1 的夾角 ϕ_1 約為 40.9 度，表面 P3 與第一表面 S1 的夾角 ϕ_3 約為 28.1 度。藉此，可使立體影像視域區 VZ1 與立體影像視域區 VZ2 的距離 J12(在圖 3E 中例如為 14.7 毫米)以及立體影像視域區 VZ2 與立體影像視域區 VZ3 的距離 J23(在圖 3E 中例如為 16 毫米)。藉此，立體影像視域區 VZ1(860 毫米)、立體影像視域區 VZ2(509 毫米)與立體影像視域區 VZ3(384 毫米)在觀察面 IP 上的寬度 W1、W2 與 W3 差異仍可達成與圖 3A 實施例相似之功效，在此不再贅述。值得注意的是，在圖 3A 至圖 3F 實施例中所述的數據是假設影像光 IB 本身具有 0.1 度的擴散角度，藉此可使得觀察者在觀察面 IP 上觀察到足夠大的影像，例如影像光 IB 具有 0.1 度的擴散角度並在經由光擴散層 122 後對應到觀察面 IP 上的影像約為 30 毫米，而能符合觀賞之需求。

圖 4A 繪示出圖 1 實施例中的分光層的一種變化，圖 4B 繪示出圖 1 實施例中的分光層的另一種變化，請參照圖 1 至圖 4B，在本實施例中，第一分光微結構 M1 例如可區分為更多表面 P，如圖 4A 中的五個表面 P，藉此可在不犧牲投影解析度的情況下將影像光束 IB 複製至 5 個不同的立體影像視域區 VZ，其中，相關的詳細敘述可參照圖 3A 中所述，在此不再贅述。此外，在圖 4B 中，分光層 124 可更包括相對於第一表面 S1 的一第二表面 S2 以及配置於第二表面 S2 上並週期性排列的多個第二分光微結構 M2，每一第二分光微結構 M2 包括具有不同斜率的多個表面 P。

詳細而言，這些第二分光微結構 M2 可沿著平行於第一方向(如圖 4A 與圖 1)之方向排列。並且，第一分光微結構 M1 所包括的這些表面的數量為 M，且這些第二分光微結構 M2 所包括的這些表面的數量為 N，並且這些立體影像視域區 VZ 在沿著第一方向上的數量為 $M \times N$ 個。

舉例而言，在本實施例中，第一分光微結構 M1 與第二分光微結構 M2 為具有 3 個表面 P，亦即為圖 4B 中繪示的梯形分光微結構，然本發明不以此為限，在其他實施例中，亦可第一分光微結構 M1 與第二分光微結構 M2 可分別具有不同數量的表面 P，且每一個第一分光微結構 M1 的寬度 D1 與每一個第二分光微結構 M2 的寬度 D2 可相同或不相同，並且每一個第一分光微結構 M1 間的時間隔與每一個第二分光微結構 M2 間的時間隔可相同或不相同。藉此，在本實施例中，影像光束 IB 可先被第一分光微結構 M1 複製為投影至不同立體影像視域區 VZ 的三份子影像光束 IBS，而每一個子影像光束 IBS 可被第二分光微結構 M2 再次地分為投影至不同立體影像視域區 VZ 的三份子影像光束 IBS'。換言之，影像光束 IB 在通過第一分光微結構 M1 與第二分光微結構 M2 後會被分為 $3 \times 3 = 9$ 份的子影像光束 IBS 以投射至 9 個立體影像視域區 VZ。藉此，分光層 124 可更進一步地藉由第一分光微結構 M1 與第二分光微結構 M2 增加立體影像視域區 VZ 的數量，並同時可維持投影影像的解析度。

然而，圖 1 實施例中所述之立體投影系統 100 僅可提

供單一維度上的顯示，換言之，僅可提供在 X 軸方向上具有兩眼視差的影像，而在 Y 軸方向上則無。可提供 X 軸與 Y 軸二維立體顯示的立體投影系統可利用透鏡陣列(lens array)實施，並將於後續詳述之。

圖 5 是本發明之另一實施例中的立體投影系統的示意圖，請參照圖 1 與圖 5，與圖 1 之實施例相似，然而在本實施例中，投影裝置 510 可更沿著垂直於第一方向的一第二方向排列，且這些第一分光微結構 M1 亦沿著平行於第二方向之方向排列，並且分光層 524 包括第一分光微結構 M1 在第一方向與第二方向上排列所形成的一分光陣列 MA1，其中這些第一分光微結構 M1 在第一方向與第二方向上的縱切面所包括的這些具有不同斜率的表面 P 的數量皆為 M，這些立體影像視域區 VZ 在第一方向上的數量為 M 個，且這些立體影像視域區 VZ 在第二方向上的數量亦為 M 個。舉例而言，請參照圖 5，在本實施例中，第一分光微結構 M1 可如圖 5 中繪示之立體梯形並具有四個腰與一個頂面，然此形狀僅用於舉例說明本實施例，本發明不以此為限。第一分光微結構 M1 在第一方向上的縱切面所包括的這些表面 P 的數量為 3 個，且第一分光微結構 M1 在第二方向上的縱切面所包括的這些表面 P 的數量亦為 3 個，然本發明不以此為限。藉此，二維的投影裝置 510 所投影出的影像光束 IB 可被二維的第一分光微結構 M1 在觀察面 IP 投射為 $M \times M$ 個立體影像視域區 VZ，觀賞者可在這些二維排列的立體影像視域區 VZ 分別觀看到影像光束

IB 所攜帶的完整的影像內容，藉此，立體顯示系統 500 可應用於大型電影院及大型播放器等播放場合，以滿足位於各個立體影像視域區與各個角度的觀賞者同時觀賞影片。

圖 6 是依照圖 5 實施例中的分光層的一種變化，請參照圖 1、圖 5 及圖 6，與圖 5 中所繪示的分光層 524 相似，然而在本實施例中，分光層 624 包括第一分光微結構 M1 與第二分光微結構 M2 分別在第一方向與第二方向上排列所形成的一分光陣列 MA1 與分光陣列 MA2，其中這些第一分光微結構 M1 在第一方向與第二方向上的縱切面所包括的這些表面 P 的數量皆為 M，這些第二分光微結構 M2 在第一方向與第二方向上的縱切面所包括的這些表面 P 的數量皆為 N，並且這些立體影像視域區 VZ 在沿著第一方向上的數量為 $M \times N$ 個，這些立體影像視域區 VZ 在沿著第二方向上的數量亦為 $M \times N$ 個。舉例而言，圖 6 中的第一分光微結構 M1 與第二分光微結構 M2 例如為立體梯形並具有四個腰與一個頂面。其中，第一分光微結構 M1 在第一方向上與第二方向上的縱切面所包括的這些表面 P 的數量分別為 3 個，且第二分光微結構 M2 在第一方向上與第二方向上的縱切面所包括的這些表面 P 的數量亦分別為 3 個。藉此，分光層 624 可更進一步地將影像光束 IB 在第一方向上分為 $3 \times 3 = 9$ 個立體影像視域區 VZ，並在第二方向上亦分為 $3 \times 3 = 9$ 個立體影像視域區 VZ，換言之，分光層 624 可將影像光束 IB 分為 $9 \times 9 = 81$ 個立體影像視域區 VZ，並且可在不犧牲影像解析度的情況下，增加立體顯示系統

600 的立體影像視域區 VZ 數量，以滿足觀賞需求。值得注意的是，上述之第一分光微結構 M1 與第二分光微結構 M2 在第一方向與第二方向上的大小可相同或不相同，並且每個第一分光微結構 M1 與每個第二分光微結構 M2 在第一方向與第二方向上的間隔可相同或不相同，圖 6 中所繪示的分光層 624 僅用於舉例說明本實施例，然而本發明不以此為限。

圖 7A 是本發明之另一實施例中未配置調光層的光擴散層擴散光的示意圖，圖 7B 繪示出圖 7A 中影像光束被光擴散層擴散後的光形示意圖，圖 7C 是本發明之又一實施例中配置有調光層的光擴散層擴散光的示意圖，圖 7D 繪示出圖 7C 中影像光束被光擴散層擴散後的光形示意圖，請先參照圖 7A 與圖 7B，在圖 7A 的實施例中，光擴散層 722 的至少一擴散方向包括一第一擴散方向 F1 與一第二擴散方向 F2。這些影像光束 IB 以對應第一擴散方向 F1 的一第一擴散角度 $\theta 1$ 擴散，且影像光束 IB 以對應第二擴散方向 F2 的一第二擴散角度 $\theta 2$ 擴散，並且第一擴散角度 $\theta 1$ 大於第二擴散角度 $\theta 2$ 。在本實施例中，第一擴散角度 $\theta 1$ 例如為 40 度第二擴散角度 $\theta 2$ 例如為 0.2 度，並且第一擴散方向 F1 可與第一方向垂直，且第二擴散方向 F2 與第一方向平行，其中第一擴散方向 F1 與第二擴散方向 F2 位於平行於光擴散層 724 的一參考表面 RP 上。舉例而言，在圖 7A 之實施例中，參考表面 RP 為靠近這些立體影像視域區 VZ 的表面，而投影裝置 710a、710b 與 710c 可沿著第

一方向排列並朝向光擴散層 722 傳遞影像光束 IB，其中，光擴散層 722 在本實施例中例如為光學擴散薄膜，並且光擴散層 722 的第一擴散方向 F1 垂直於第一方向，而光擴散層 722 的第二擴散方向 F2 平行於第一方向，這些傳遞至光擴散層 722 的影像光束 IB 可沿著垂直於第一方向的方向擴散而在平行於第二方向的方向上幾乎不擴散，簡言之，影像光束 IB 在通過光擴散層 722 後在沿著 Y 軸方向上的擴散角度遠大於沿著 X 軸方向上的擴散角度，如圖 1 實施例中所述，進而可使觀賞者在第一方向上觀賞到立體的影像。然而，請參照圖 7A 與圖 7B，由於投影裝置 710a、710b 與 710c 所投影出來的影像光束 IB 為高斯光束 (Gaussian beam)，因此在影像光束 IB 通過光擴散層 722 後的一參考線 RL 上容易產生影像光束重疊的情形，如圖 7B 中所繪示的波形重疊，甚至產生暗區 (black band) 的情形 (如圖 7B 中所繪示之黑帶 BB) 而造成影像有雲彩紋 (morie) 的現象，或是立體影像有鬼影 (crosstalk) 的情況，而影響顯示影像的畫面品質。

然而，在圖 7C 與圖 7D 之實施例中，可藉由配置於光擴散層 722 與這些立體影像視域區 VZ 之間的調光層 726 改變出光的光形以改善高斯光束之間的彼此重疊而產生的黑帶現象。其中，調光層 726 可包括多個調光微結構 CL，且調光層 726 可藉著改變這些影像光束 IB 的光形，以使這些影像光束 IB 在這些立體影像視域區 VZ 上的投影彼此實質上相鄰且不重疊，如圖 7D 中的方波光形彼此緊鄰並且

不重疊，藉此可黑帶現象。詳細而言，這些調光微結構 CL 為週期排列的多個調光柱面透鏡 CL'，並且這些調光柱面透鏡 CL' 的排列方向平行於第一方向。在本實施例中，調光柱面透鏡 CL' 可為張角角度極小(在本實施例中約為 0.5 度)的圓柱面，然而本發明不以此為限。

圖 8A 是本發明之另一實施例中未配置調光層的光擴散層擴散光的示意圖，圖 8B 繪示出圖 8A 中影像光束被光擴散層擴散後的光形示意圖，圖 8C 是本發明之又一實施例中配置有調光層的光擴散層擴散光的示意圖，圖 8D 繪示出圖 8C 中影像光束被光擴散層擴散後的光形示意圖，請先參照圖 8A 及圖 8B，與圖 7A 及圖 7B 相似，然而不同之處在於，在本實施例中，光擴散層 822 包括結構週期排列的多個擴散柱面透鏡 DL，這些擴散柱面透鏡 DL 的排列方向垂直於第一方向。藉此，可與圖 7A 及圖 7B 實施例中所述之光擴散薄膜有相似之功效，在此不再贅述。更進一步而言，在圖 8C 之實施例中，光擴散層 822 的這些結構週期排列的多個擴散柱面透鏡 DL 與這些調光柱面透鏡 CL' 的排列方向垂直。藉此亦可達到與圖 7C 及圖 7D 相似之功效，在此亦不再贅述。其中，這些擴散柱面透鏡 DL 例如可利用曲率半徑很大的微圓柱透鏡黏貼於光擴散層 822 上，亦或是，這些擴散柱面透鏡 DL 例如可利用一般角度較大的微圓柱透鏡黏貼於光擴散層 822 上再利用折射率略大或略小於或等於微圓柱透鏡的材質以填平光擴散層 822，而可具有相似之功效。

圖 9A 是本發明之再一實施例的立體顯示系統的示意圖，圖 9B 繪示出圖 9A 中的立體顯示系統在已配置光學匯聚層時的光路示意圖，圖 9C 繪示出圖 9A 中的立體顯示系統在未配置光學匯聚層時的光路示意圖，請參照圖 5、圖 9A 製圖 9C，與圖 5 之實施例中的立體顯示系統 500 相似，然而不同之處在於，立體顯示系統 900 可更包括一光學匯聚層 950，配置於這些投影裝置 910 與光擴散層 922 之間，這些影像光束 IB 在通過光學匯聚層 950 後，每一影像光束 IB 中的這些子影像光束 IBS 在至少一截面上彼此實質上平行。詳細而言，在本實施例中，光學匯聚層 950 為一光學匯聚鏡片，例如為凸透鏡或菲涅耳透鏡(Fresnel lens)，並且光學匯聚鏡片的焦點實質上在立體顯示系統 900 的投影位置，亦即觀察面 IP 上。舉例而言，在本實施例中，圖 9B 所繪示的投影裝置 910a 所發出的子影像光束 IBa1 與 IBa2 在通過光學匯聚層 950 後彼此實質上平行，投影裝置 910b 所發出的子影像光束 IBb1 與 IBb2 在通過光學匯聚層 950 後彼此實質上平行，投影裝置 910c 所發出的子影像光束 IBc1 與 IBc2 在通過光學匯聚層 950 後彼此實質上平行，藉此，光學匯聚層 950 可使這些子影像光束 IBS 收斂而向觀察面 IP 傳遞。藉此，立體顯示系統 900 除了可提供一個維度(如 X 軸)上的正投影(orthographic- perspective)影像外，亦可在二個維度方向(如 X-Y 軸)上提供正投影(orthographic - orthographic)的影像。此外，光學匯聚層 950 之焦距亦可小於投影距離，藉此子影像光束 IBS 的投射方

向可由彼此平行轉變為收斂(converge)。因此，立體顯示系統 900 亦可提供一個維度(如 X 軸)上的透視 (perspective – perspective) 投影。

此外，在本實施例中，分光層 924 中的這些第一分光微結構 M1 可為沿著垂直於第一方向上的一第二方向排列的二維矩陣。然而，在其他實施例中，分光層 924 亦可具有如圖 6 實施例中的第一分光結構 M1 與第二分光結構 M2，本發明不以此為限。此外，在本實施例中，這些調光微結構 CL 為多個調光透鏡 CL”，並且這些調光透鏡 CL”可分別沿著第一方向與第二方向排列。如圖 9A 中所繪示支圓形透鏡陣列，然而，在其他實施例中亦可為其他適於匯聚光束的透鏡形狀本發明不以此為限。

綜上所述，本發明之一實施例利用分光層將被光擴散層擴散的每一影像光束分為以不同的分光角度朝向多個立體影像視域區傳遞的多個子影像光束，可增加立體投影系統的立體影像視域區數量，可便於使用者由不同位置觀賞立體影像。其中，分光層所包含的多個分光微結構可為一維排列或為二維矩陣，藉此可更進一步地增加立體影像視域區的數量，同時仍可維持良好的影像解析度。並且，本發明之一實施例亦利用調光層改變這些影像光束的光形，以使這些影像光束在這些立體影像視域區上的投影彼此實質上相鄰且不重疊，藉此可避免投影畫面不連續或是因為影像重疊而產生的鬼影。此外，本發明之一實施例可藉由利用光學匯聚層使每一影像光束中的這些子影像光束在一

參考截面上彼此實質上平行，增加影像光束在投影畫面上的匯聚程度，藉此可應用在積成式立體影像(orthographic-perspective)的影像顯示上。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 是本發明之一實施例中的立體顯示裝置。

圖 2A 是依照圖 1 實施例中的分光層的局部放大的立體示意圖。

圖 2B 到圖 2D 繪示出圖 2A 實施例中的各種光路的示意圖。

圖 3A、圖 3C 與圖 3E 分別繪示出圖 1 實施例中的立體顯示系統的局部示意圖。

圖 3B、圖 3D 與圖 3F 分別繪示出圖 3A、圖 3C 與圖 3E 的第一分光微結構的局部放大示意圖。

圖 4A 繪示出圖 1 實施例中的分光層的一種變化。

圖 4B 繪示出圖 1 實施例中的分光層的另一種變化。

圖 5 是本發明之另一實施例中的立體投影系統的示意圖。

圖 6 是依照圖 5 實施例中的分光層的一種變化。

圖 7A 是本發明之另一實施例中未配置調光層的光擴

散層擴散光的示意圖。

圖 7B 繪示出圖 7A 中影像光束被光擴散層擴散後的光形示意圖。

圖 7C 是本發明之又一實施例中配置有調光層的光擴散層擴散光的示意圖。

圖 7D 繪示出圖 7C 中影像光束被光擴散層擴散後的光形示意圖。

圖 8A 是本發明之另一實施例中未配置調光層的光擴散層擴散光的示意圖。

圖 8B 繪示出圖 8A 中影像光束被光擴散層擴散後的光形示意圖。

圖 8C 是本發明之又一實施例中配置有調光層的光擴散層擴散光的示意圖。

圖 8D 繪示出圖 8C 中影像光束被光擴散層擴散後的光形示意圖。

圖 9A 是本發明之再一實施例的立體顯示系統的示意圖。

圖 9B 繪示出圖 9A 中的立體顯示系統在已配置光學匯聚層時的光路示意圖。

圖 9C 繪示出圖 9A 中的立體顯示系統在未配置光學匯聚層時的光路示意圖。

【主要元件符號說明】

100、500、600、900：立體顯示系統

- 110、110a、110b、110c、510、710a、710b、710c、
910、910a、910b、910c：投影裝置
- 120：屏幕模組
- 120c：屏幕中心
- 122、722、822、922：光擴散層
- 124、524、624：分光層
- 726：調光層
- 950：光學匯聚層
- BB：黑帶
- CL：調光微結構
- CL'：調光柱面透鏡
- CL''：調光透鏡
- D1、D2、WD、W1、W2、W3：寬度
- DL：擴散柱面透鏡
- D、L1、L2、J12、J23：距離
- E1、E2、U：間隔
- F1：第一擴散方向
- F2：第二擴散方向
- IB、IBa、IBb、IBc：影像光束
- IBS、IBS'、ISB''、IBa1、IBb1、IBc1、IBa2、IBb2、
IBc2、IBa3、IBb3、IBc3：子影像光束
- IP：觀察面
- M1：第一分光微結構
- M2：第二分光微結構

MA1、MA2：分光陣列

P、P1、P2、P3：表面

RL：參考線

RP：參考表面

S1：第一表面

S2：第二表面

VZ：立體影像視域區

VZ1：第一立體影像視域區

VZ2：第二立體影像視域區

VZ3：第三立體影像視域區

$\theta 1$ ：第一擴散角度

$\theta 2$ ：第二擴散角度

ϕ ：擴散角度

$\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 3$ 、 α 、 β 、 γ ：夾角

七、申請專利範圍：

1. 一種立體顯示系統，包括：

多個投影裝置，用以分別投射出多個影像光束；以及一屏幕模組，配置於該些投影裝置前方，其中該些影像光束朝向該屏幕模組傳遞，該屏幕模組包括：

一光擴散層，具有至少一擴散方向，該光擴散層適於將該些影像光束沿著該擴散方向以對應該擴散方向的一擴散角度擴散；以及

一分光層，其中光擴散層配置於該分光層與該些投影裝置之間，被該光擴散層擴散的每一影像光束通過該分光層之後被分為多個子影像光束，且每一影像光束之該些子影像光束以不同的角度傳遞，以使得該些影像光束於通過該屏幕模組之後形成多個立體影像視域區。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之立體顯示系統，其中該分光層具有一第一表面與配置於該第一表面上並週期性排列的多個第一分光微結構，每一第一分光微結構包括具有不同斜率的多個表面。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之立體顯示系統，其中該些投影裝置沿著一第一方向排列，並且該些第一分光微結構與該些立體影像視域區亦沿著平行於該第一方向之方向排列。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之立體顯示系統，其中每一第一分光微結構之該些表面的數目為 M 個，並且該些立體影像視域區的數量為 M 個。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之立體顯示系統，其中該屏幕模組具有一屏幕中心，並且在該分光層中的該些第一分光微結構中，靠近該屏幕中心的區域之側並與該第一表面接觸的該平面的斜率的絕對值大於遠離該屏幕中心的區域之側並與該第一表面接觸的另一表面的斜率的絕對值。

6. 如申請專利範圍第 3 項所述之立體顯示系統，其中：

該些投影裝置更沿著垂直於該第一方向的一第二方向排列；

該些第一分光微結構沿著該第二方向排列；

該分光層之該些第一分光微結構在該第一方向與該第二方向上排列成一分光陣列；以及

每一第一分光微結構在該第一方向與該第二方向上的縱切面所包括的該些表面的數量皆為 M ，該些立體影像視域區在該第一方向上的數量為 M 個，且該些立體影像視域區在該第二方向上的數量亦為 M 個。

7. 如申請專利範圍第 3 項所述之立體顯示系統，其中該分光層更包括相對於該第一表面的一第二表面以及配置於該第二表面上並週期性排列的多個第二分光微結構，且每一第二分光微結構包括具有不同斜率的多個表面。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之立體顯示系統，其中該些第二分光微結構沿著該第一方向之方向排列。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之立體顯示系統，其中

每一第一分光微結構所包括的具有不同斜率的該些表面的數量為 M ，且該些第二分光微結構所包括的具有不同斜率的該些表面的數量為 N ，並且該些立體影像視域區在該第一方向上的數量為 $M \times N$ 個。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之立體顯示系統，其中：

該些投影裝置更沿著垂直於該第一方向的一第二方向排列；

該些第一分光微結構與該些第二分光微結構亦沿著該第二方向排列；

該分光層之該第一分光微結構與該第二分光微結構在該第一方向與該第二方向上分別排列成一分光陣列；以及

該些第一分光微結構在該第一方向與該第二方向上的縱切面所包括的該些表面的數量皆為 M ，該些第二分光微結構在該第一方向與該第二方向上的縱切面所包括的該些表面的數量皆為 N ，並且該些立體影像視域區在沿著該第一方向上的數量為 $M \times N$ 個，且該些立體影像視域區在沿著該第二方向上的數量亦為 $M \times N$ 個。

11. 如申請專利範圍第 3 項所述之立體顯示系統，其中該光擴散層的至少一擴散方向包括一第一擴散方向與一第二擴散方向，該些影像光束以對應該第一擴散方向的一第一擴散角度擴散，且該影像光束以對應該第二擴散方向的一第二擴散角度擴散，並且該第一擴散角度大於該第二

擴散角度。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之立體顯示系統，其中該第一擴散方向與該第一方向垂直，且該第二擴散方向與該第一方向平行，其中該第一擴散方向與該第二擴散方向位於平行於該光擴散層的一參考表面上。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之立體顯示系統，其中該光擴散層包括結構週期排列的多個擴散柱面透鏡，該些擴散柱面透鏡的排列方向垂直於該第一方向。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述之立體顯示系統，其中該光擴散層為一光擴散膜。

15. 如申請專利範圍第 2 項所述之立體顯示系統，更包括一調光層，配置於該光擴散層與該些立體影像視域區之間，其中該調光層包括多個調光微結構，且該調光層改變該些影像光束的光形，以使該些影像光束在該些立體影像視域區上的投影彼此實質上相鄰且不重疊。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之立體顯示系統，其中該些調光微結構為週期排列的多個調光柱面透鏡，並且該些調光柱面透鏡的排列方向平行於該第一方向。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之立體顯示系統，其中該光擴散層包括結構週期排列的多個擴散柱面透鏡，該些擴散柱面透鏡的排列方向與該些調光柱面透鏡的排列方向垂直。

18. 如申請專利範圍第 15 項所述之立體顯示系統，其中該些第一分光微結構更沿著垂直於該第一方向上的一第

二方向排列，且該些調光微結構為多個調光透鏡，並且該些調光透鏡分別沿著該第一方向與該第二方向排列。

19. 如申請專利範圍第 1 項所述之立體顯示系統，更包括一光學匯聚層，配置於該些投影裝置與該光擴散層之間，該些影像光束在通過該光學匯聚層後，每一影像光束中的該些子影像光束在至少一截面上彼此實質上平行。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之立體顯示系統，其中該光學匯聚層為一光學匯聚鏡片，並且該光學匯聚鏡片的焦點實質上在該立體顯示系統的投影位置。

21. 如申請專利範圍第 19 項所述之立體顯示系統，每一影像光束在至少一截面上彼此實質上匯聚。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述之立體顯示系統，該光學匯聚鏡片的焦點實質上位於匯聚鏡片及投影機陣列之間。

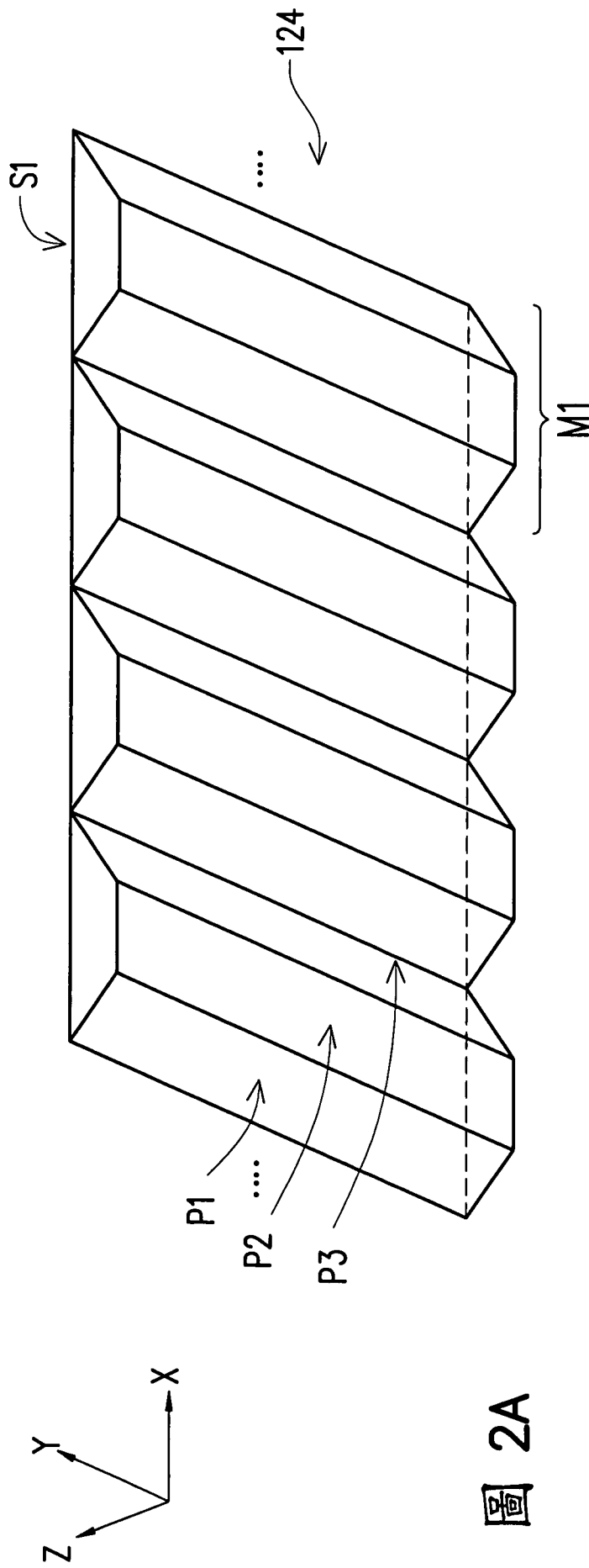


圖 2A

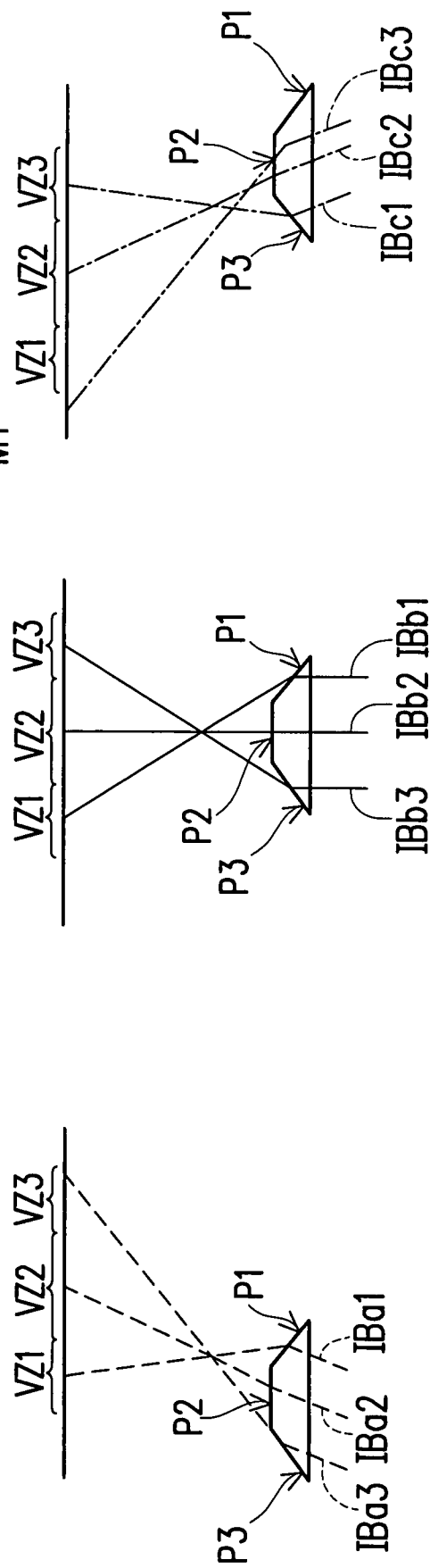


圖 2B

圖 2C

圖 2D

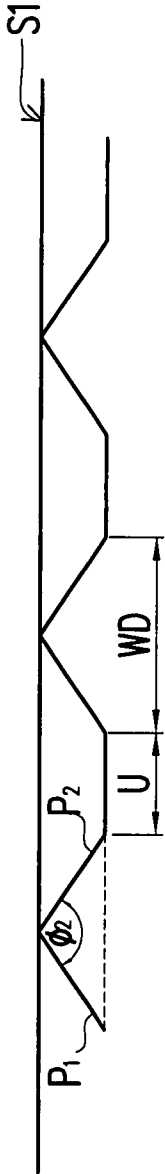


圖 3B

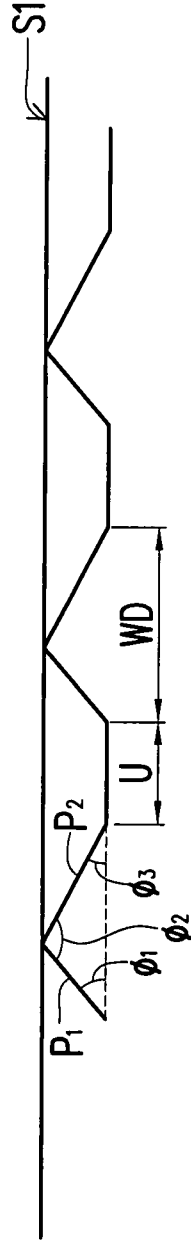


圖 3F

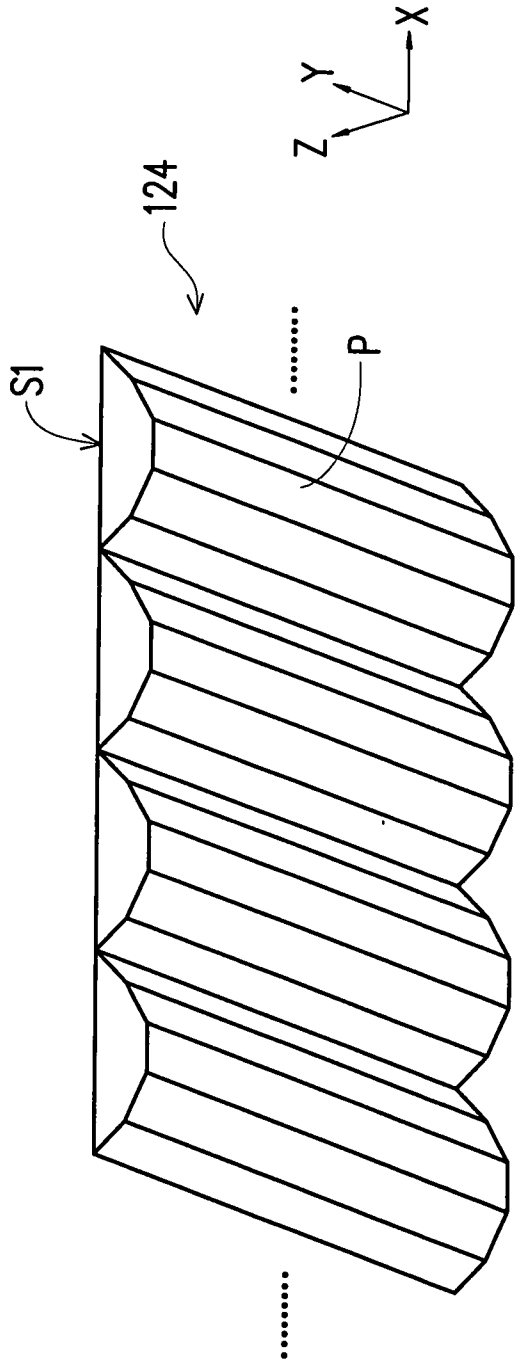


圖 4A

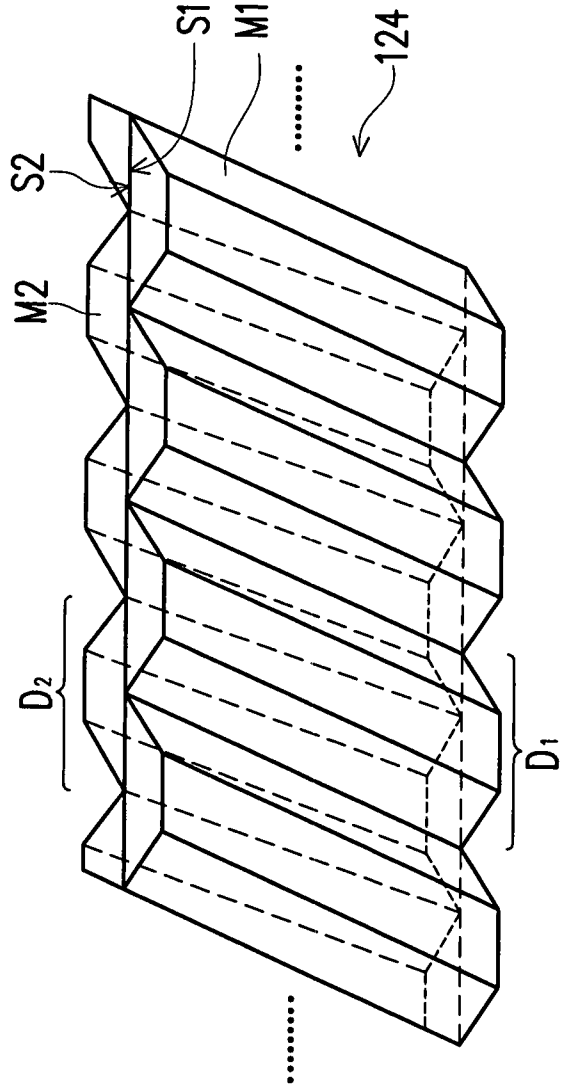


圖 4B

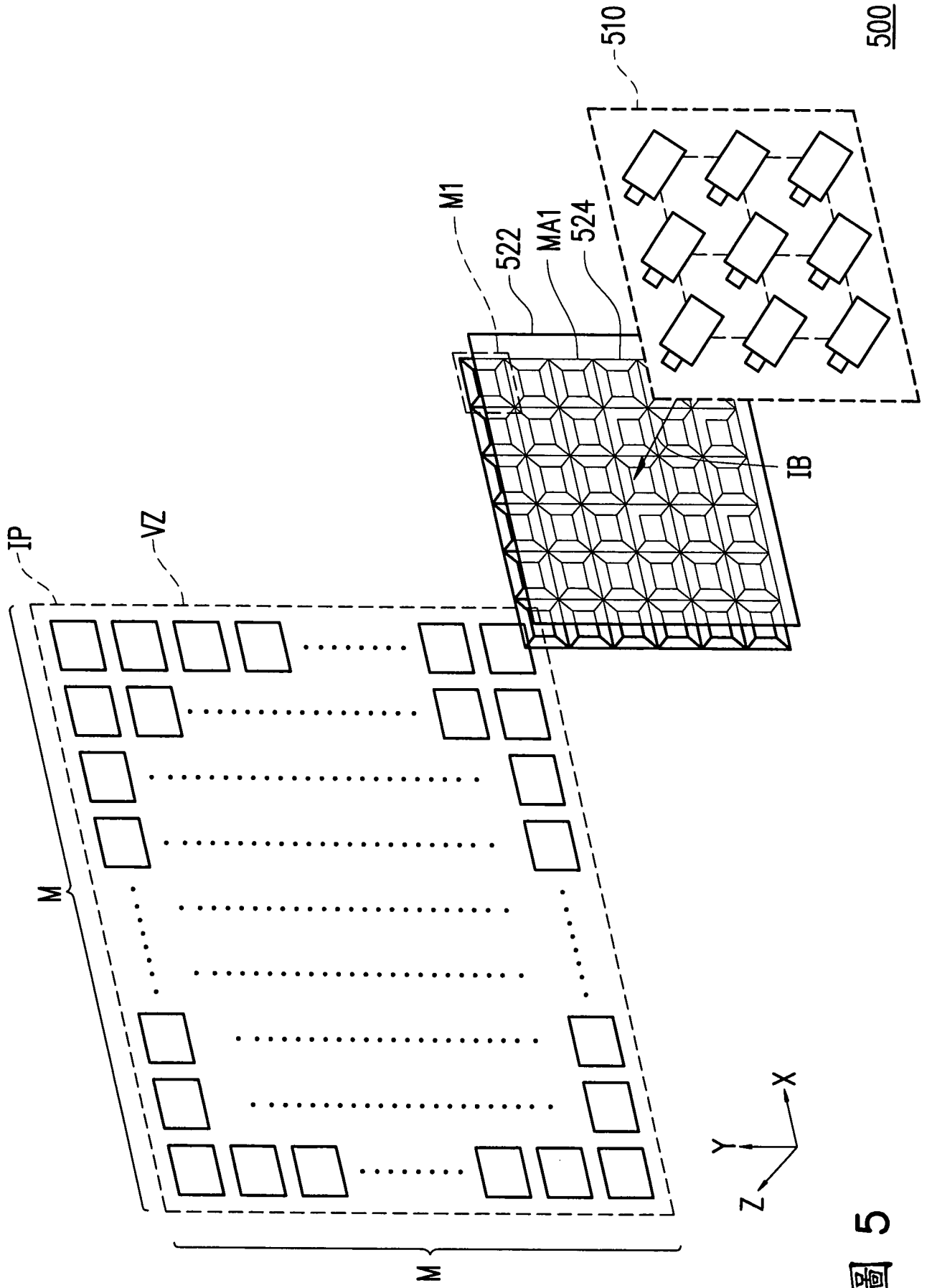


圖 5

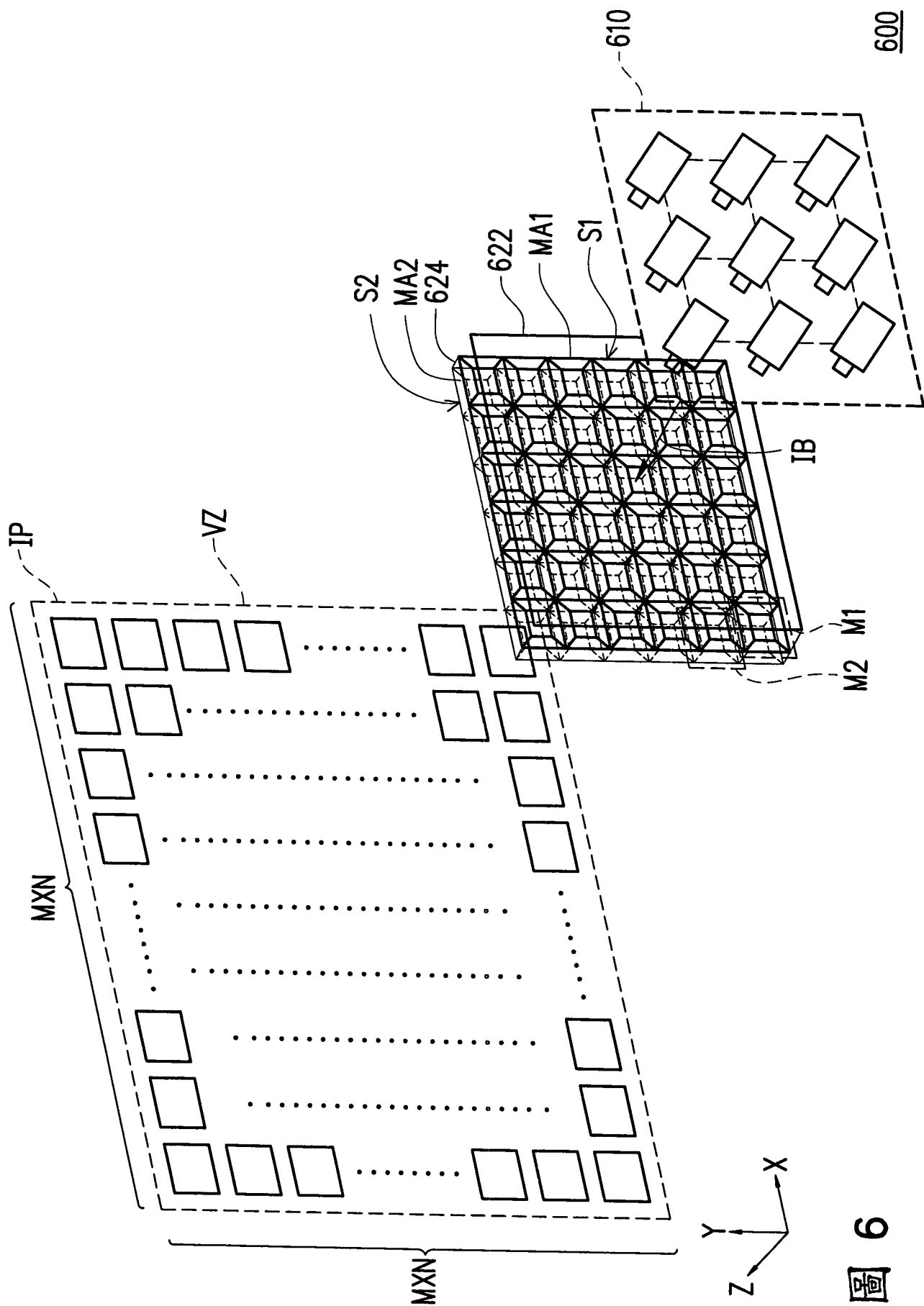


圖 6

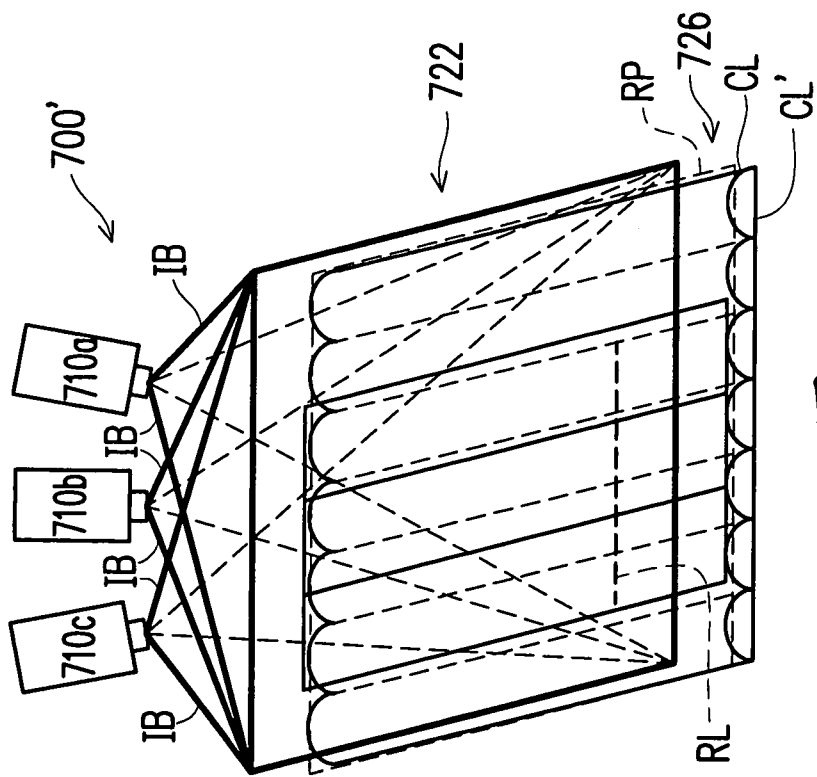


圖 7A

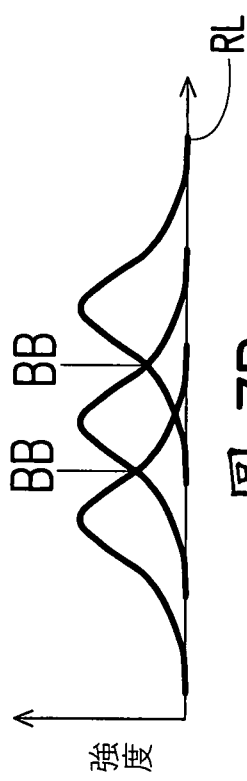


圖 7B

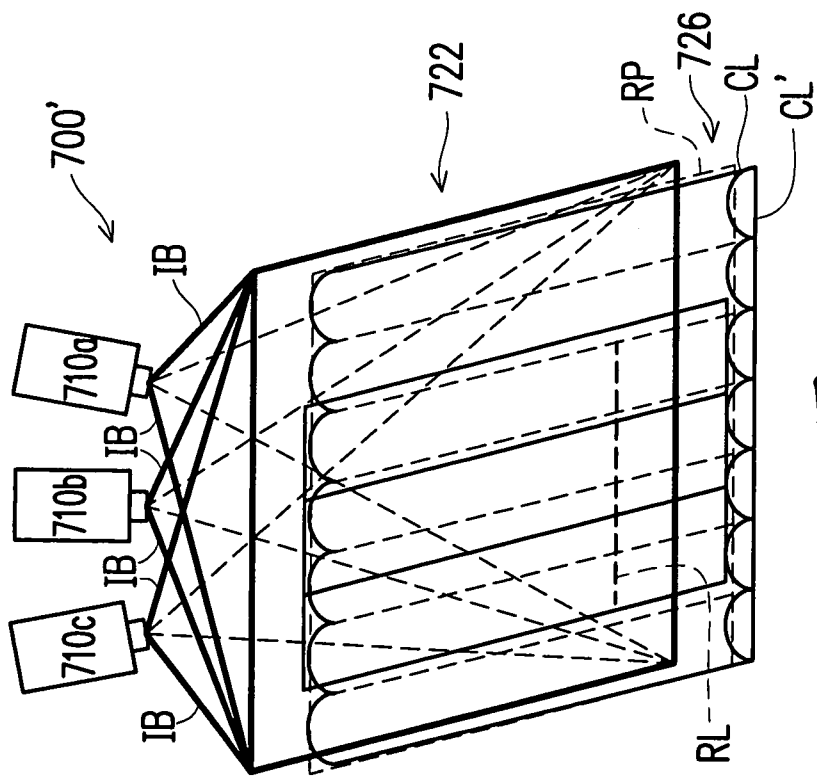


圖 7C

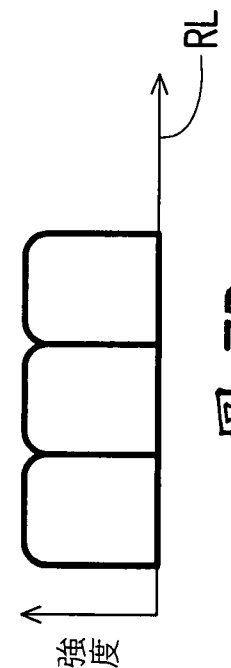


圖 7D

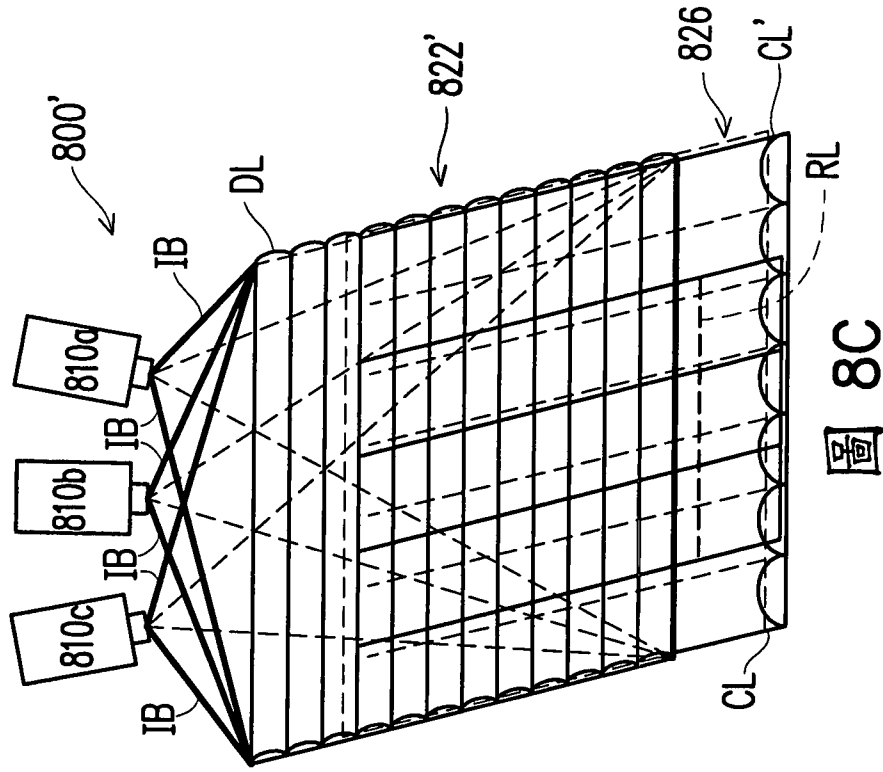


圖 8C

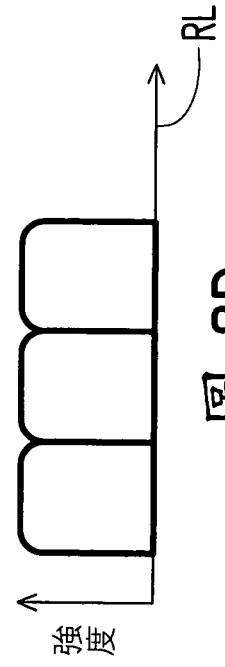


圖 8D

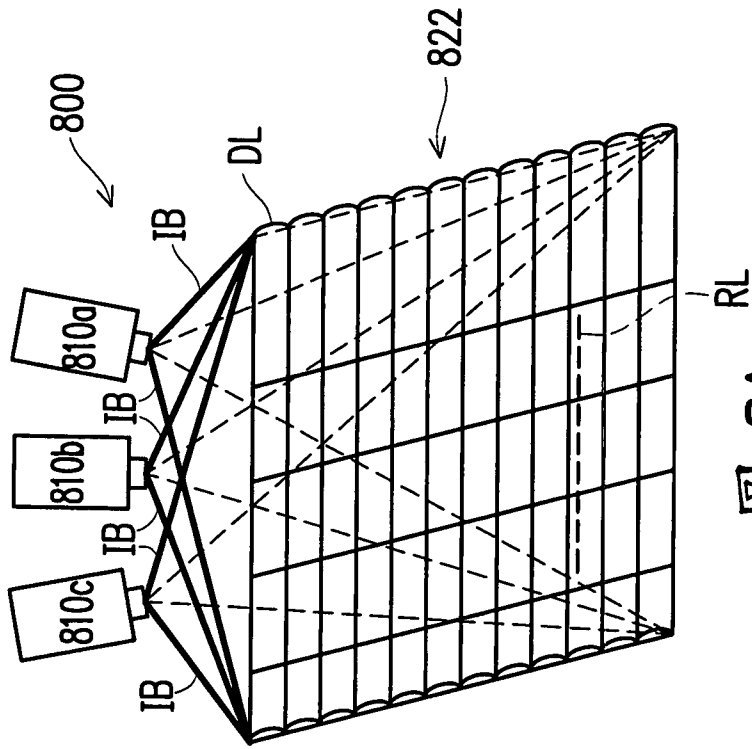


圖 8A

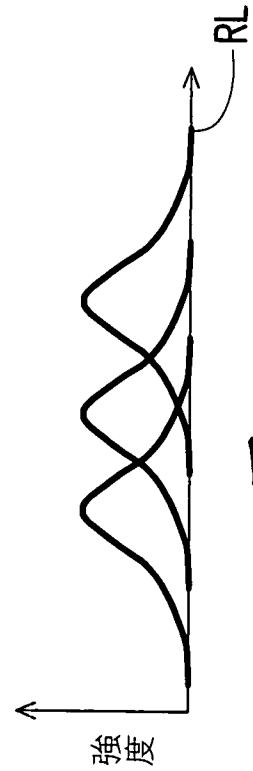


圖 8B

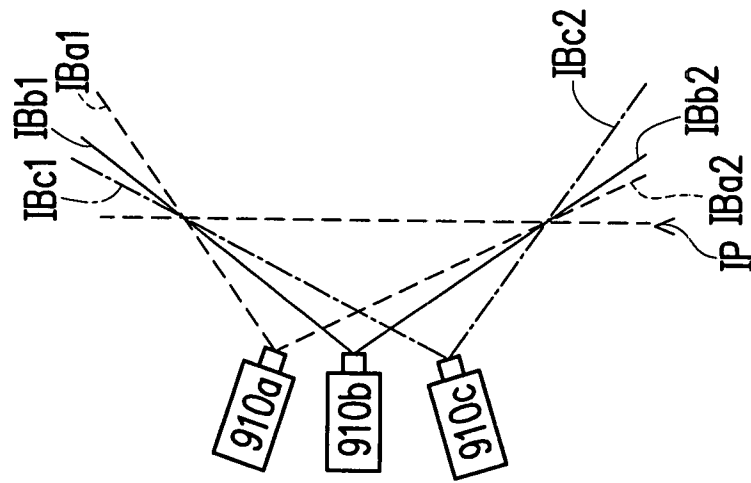


圖 9B

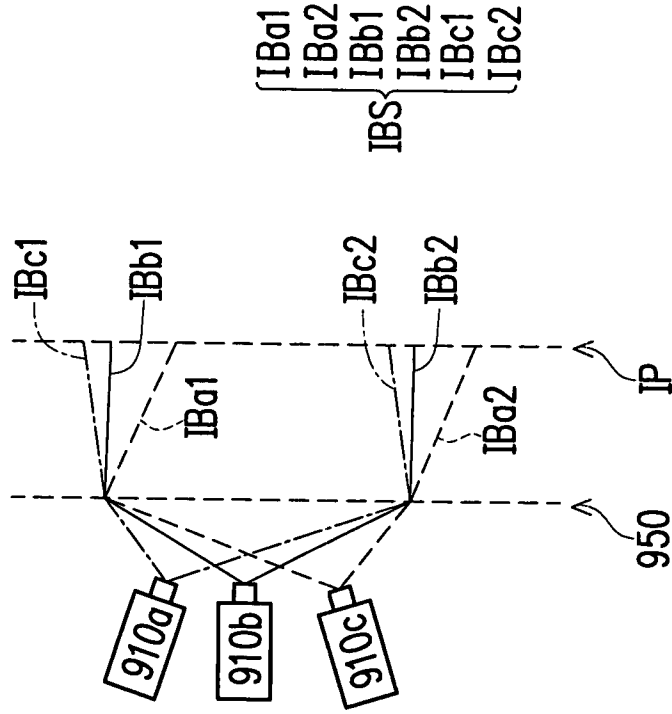


圖 9C