

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 96118649

※申請日期： 96.5.25

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

具有增加集光率之數位電影投射系統

H04N 9/31 (2006.01)

G02B 21/14 (2006.01)

G02B 27/28 (2006.01)

G02B 5/30 (2006.01)

DIGITAL CINEMA PROJECTION SYSTEM WITH INCREASED
ETENDUE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商柯達公司

EASTMAN KODAK COMPANY

代表人：(中文/英文)

馬克 G 波克伽帝

BOCCHETTI, MARK G.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約州羅徹斯特市史谷特街 343 號

343 STATE STREET ROCHESTER, N.Y. 14650, U. S. A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：（共 3 人）

姓 名：（中文/英文）

1. 貝瑞 D 席渥斯坦
SILVERSTEIN, BARRY D.
2. 詹姆斯 R 克區
KIRCHER, JAMES R.
3. 約瑟芬 R 拜崔
BIETRY, JOSEPH R.

國 籍：（中文/英文）

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.
3. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006年05月26日；60/808,813

2. 美國；2007年04月25日；11/739,783

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係關於電子投射，更特定言之，係關於一種使用多個透射式光調變器面板來形成一全彩投射影像之電子投射裝置。

【先前技術】

隨著數位電影及相關電子成像機會的出現，已很大程度地關注電子投射裝置之開發。為了提供傳統電影品質影片投射機之競爭性替代物，數位投射裝置必須滿足高性能標準，提供高解析度(2048x1080個像素或更高)、寬色域、高亮度(5000流明或更大)、及超過1,500:1之框順序對比率。

已成功利用液晶(LC)技術來服務許多顯示器應用(從單色文數顯示面板到膝上型電腦，甚至到大型全彩顯示器)。如所熟知，LC器件藉由選擇性調變每一對應像素之入射光之偏振狀態而作為一像素陣列形成一影像。LC技術之持續改良已提供較低成本、改良良率與可靠性、及減小功率消耗與具有穩定改良成像特徵(例如解析度、速度及色彩)之優點。

雖然已開發許多不同類型的像素化LC器件，但任何特定LC器件均係依據兩種基本架構之一進行構造：

微顯示器架構提供一基於高密度顯微蝕刻(其係與針對半導體晶圓上所製造之積體電路器件所使用之顯微蝕刻類似)之像素控制結構。此包括LCOS(矽上液晶)與HTPS(高溫多晶矽)透射式LCD，其中像素結構係小於50 um，通常

為約8至20 μm 。

直視TFT(薄膜電晶體)架構，其中像素控制結構係形成於一透明基板(一般為非晶矽(玻璃))上且像素尺寸係眼睛看得見的(大約為50 μm)。

在該第一基本LC架構中，LCOS利用微型化且採用顯微蝕刻技術以製造高度密集空間光調變器，在該等空間光調變器中倚靠矽電路之結構化背板來密封液晶光調變材料。本質上，LCOS製造將LC設計技術與互補式金氧半導體(CMOS)製程組合。

LCOS LCD用作高品質數位電影投射系統之空間光調變器看似具有某些優點。此等優點包括可管理器件尺寸(對角線最大為大約1.7")、像素間小間隙及較佳器件良率。使用LCOS技術，通常小於一平方英吋之成像面積的LC晶片能夠形成具有幾百萬個像素之影像。矽蝕刻技術之相對成熟位準已證明有利於展現高速度與優良解析度之LCOS器件之快速發展。在諸如背投射電視及企業投射裝置之應用中，LCOS器件已用作空間光調變器。

參考圖1A，其顯示一使用LCOS LCD器件之傳統電子投射裝置10之簡化方塊圖。各色彩路徑(r=紅，g=綠，b=藍)使用類似用於形成已調變光束之組件。恰當地採用隨附r、g或b為每一路徑內之個別組件作標記。沿著紅色路徑，一紅光源20r提供未調變光，其係藉由均勻化光學元件22r而加以調節以提供一均勻照明。極光偏光器24r將具有恰當偏振狀態之光引導至空間光調變器30r，其選擇性

調變入射於一像素位置陣列上之紅光之偏振狀態。空間光調變器 30r 之動作形成全彩影像之紅成分。將來自此影像沿一光學軸 O_r 透射而穿過極光偏光器 24r 之已調變光引導至一二向色組合器 26 (通常為 X-cube 或 Philips 稜鏡)。二向色組合器 26 將來自分離光學軸 $O_r/O_g/O_b$ 之紅、綠及藍已調變影像加以組合以形成一組合多色彩影像，以便投射透鏡 32 沿一共用光學軸 O 投射至一顯示表面 40 (例如投射螢幕) 上。藍及綠光調變之光學路徑係類似的。來自綠光源 20g 之綠光經均勻化光學元件 22g 調節後，透過極光偏光器 24g 將其引導至空間光調變器 30g。將來自此影像沿光學軸 O_g 透射之已調變光引導至二向色組合器 26。同樣地，來自藍光源 20b 之藍光經均勻化光學元件 22b 調節後，透過極光偏光器 24b 將其引導至空間光調變器 30b。將來自此影像沿光學軸 O_r 所透射之已調變光引導至二向色組合器 26。

使用 LCOS LCD 空間光調變器具有與圖 1A 之電子投射裝置類似之配置的電子投射裝置範例包括以下專利中所揭示之電子投射裝置：美國專利第 5,808,795 號 (Shimomura 等人)；美國專利第 5,798,819 號 (Hattori 等人)；美國專利第 5,918,961 號 (Ueda)；美國專利第 6,010,221 號 (Maki 等人)；美國專利第 6,062,694 號 (Oikawa 等人)；美國專利第 6,113,239 號 (Sampsel 等人)；及美國專利第 6,231,192 號 (Konno 等人)。

在尺度標度方面與 LCOS 器件之空間光調變器 LC 技術類似的相關空間光調變器 LC 技術係透射式 LCD 微顯示器。此

技術之一範例係最近發佈來自 Seiko Epson 之高溫多晶矽 (HTPS) TFT 器件 (一 2048 x 1080 個像素對角線為 1.6" 之器件)。使用與以下用於傳統 LCOS 器件製造之方法類似的方法，在石英晶圓上藉由微影蝕刻形成 HTPS 調變器。

通常用於膝上型電腦及較大顯示器件的第二類型基本 LC 架構係所謂 "直視" LCD 面板，在該面板中，一液晶層係夾置於兩片玻璃或其他透明材料之薄片之間。結合該面板使用背光裝配件。該背光裝配件通常係由照明源 (例如，冷陰極螢光管或發光二極體) 外加一光學組件與光學膜之串列 (用以改善均勻性、偏振狀態及輸送至透射式面板之光之角分佈) 組成。薄膜電晶體 (TFT) 技術之持續改良已證明有利於直視 LCD 面板，使得可將日漸密集電晶體封裝於一單一玻璃面板之面積內。此外，已開發新 LC 材料，其可使層更薄及回應時間更快。此進而有助於提供具有改良解析度及增加速度之直視 LCD 面板。因此，正在設計具有改良解析度與色彩之更大更快 LCD 面板且成功將其用於顯示器成像。此等發展主要指向桌上型監視器與家庭電視市場中之改良性能之目標。

以上引用之專利顯示，動畫品質投射裝置之開發者主要將其注意力與精力集中在使用 LCOS LCD 技術之第一架構上，而不是使用以 TFT 為主直視 LC 面板之第二架構上。對此存在許多清楚明顯的原因。例如，製造儘可能緊湊投射裝置之需要支持佈署微型化組件，包括微型化空間光調變器 (例如 LCOS LCD)，或其他類型微顯示器器件 (例如數位

微鏡器件(DMD))。其高緊湊性像素配置(像素尺寸通常在8至20微米之範圍內)使一單一LCOS LCD可針對大投射螢幕提供充足解析度，大投射螢幕需要在2048x1080或4096x2160個像素範圍內之影像或更好之影像，如用於數位電影投射之SMPTE(動畫與電視工程師協會)規範中所要求。對LCOS LCD之關注超過其直視LCD面板對應物的其他原因係關於目前可用LCOS組件之性能屬性(諸如小於4ms之回應速度、更大色域、以及2000:1及更高之對比率之屬性)。此外，反射式LCOS組件可提供更高功率密度(在具有散熱功能時)、具有高於70%之孔徑比及通常不採用濾色器陣列或背光單元。

傾向於使投射機開發工作偏向於微型化器件的另一因素係關於待取代膜之尺度特徵。即，LCOS LCD空間光調變器(或其數位微鏡器件(DMD)對應物)之影像形成面積之尺寸係可與自動畫列印膜所投射之影像框之面積尺寸相比擬。此可稍微簡化投射光學元件設計之某些部分，包括以膜為基礎之成像中的適應性現有設計。不過，此對LCOS LCD或DMD器件之關注亦起因於設計者的一假設：更小尺度下之影像形成將為最佳的。因此，基於意識到的原因且與傳統推理及預期一致，開發者已假設微型化LCOS LCD或DMD針對高品質數位電影投射提供最可行影像形成組件。

雖然緊湊尺寸與較佳回應速度係以晶圓為基礎之LCD器件架構所提供的優點，但此等相同器件具有某些固有缺

點，該等缺點會使其在大型電影投射應用中之使用複雜化。使用微型化LCD與DMD空間光調變器固有的一問題係關於亮度與效率。如熟習成像技術者所熟知，任何光學系統皆受幾何考量約束，採用集光率或替代地採用格拉朗日不變數(即，光學系統中任何給定平面處之接受立體角與孔徑尺寸之乘積)表示幾何考量。在系統相匹配且對稱之情況下，格拉朗日與集光率係相同的。在不相匹配或不對稱之光學系統中，集光率係光可穿過系統的最小值。(參考Michael G. Robinson、Jianmin Chen、Gary D. Sharp編寫英國之John Wiley & Sons Ltd於2005年所出版的Polarization Engineering for LCD Projection第41頁)。

集光率及系理推論(格拉朗日不變數)提供一用以量化直觀原理之方法：自某一尺寸之面積上可提供僅如此多的光。格拉朗日不變數顯示，發射區域小時，需要大發射光角度以便獲得某一亮度位準。增加複雜性及成本係由處理更大角度照明之需要引起。在共同讓渡美國專利第6,758,565號(標題為"Projection Apparatus Using Telecentric Optics"，頒予Cobb等人)；第6,808,269號(標題為"Projection Apparatus Using Spatial Light Modulator"，頒予Cobb)；及第6,676,260號(標題為"Projection Apparatus Using Spatial Light Modulator with Relay Lens and Dichroic Combiner"，頒予Cobb等人)中針對高密度LCOS器件論述此問題並加以解決。此等專利揭示一種電子投射裝置設計，其在空間光調變器處使用更高數值孔徑以便獲

得必需光同時減小該系統中其他位置處之角要求。

與LCD相關的其他問題係關於所需要的高調變光角度。當入射照明具有高角度時，LCD器件中用於影像形成之機制，及LCD本身之固有雙折射會限制此等器件可提供之對比度與色彩品質。為了提供合適對比度位準，在LCD系統中經常必須使用一或多個補償器器件。不過，此進一步增加投射系統之複雜性與成本。此之範例係在共同讓渡美國專利第 6,831,722 號（標題為 "Compensation Films for LCDs"，頒予 Ishikawa 等人）中加以揭示，該專利揭示針對線格柵偏振器及LCD器件之角度偏振效應使用補償器之內容。基於此等原因，應明白，微顯示器 LCOS、HTPS LCD 及 DMD 解決方案面臨固有與組件尺寸及光路徑幾何形狀相關的限制。

除面積與光角度考量之外，一相關考量係影像形成組件亦具有能量密度之限制。關於微型化空間光調變器，尤其關於 LCD，組件級上可容許僅如此多的能量密度。即，超過某一臨限位準的亮度位準會損傷器件本身。通常，對於具有無機對齊層之 LCOS LCD，超過大約 $15\text{W}/\text{cm}^2$ 之能量密度即過度。此進而將使用直徑為 1.3 英吋之 LCOS LCD 時的可用亮度限制為不超過大約 15,000 流明。亦必須防止熱累積，因為此會造成影像不均勻及色差，且可能縮短光調變器及其支援組件之壽命。例如，熱累積可能會嚴重影響吸收性偏振組件之行為。此需要用於空間光調變器本身之實質上冷卻機制且需要對支援性光學組件進行認真工程考

量。同樣地，此使光學系統設計之成本及複雜性增加。

加重此問題的係晶圓器件之製造技術之持續進一步微型化之趨勢，其係為了獲得更高良率及改良製造效率。很明顯，LCD空間光調變器之當前發展正在遵循此相同趨勢，朝更高緊湊性與微型化發展。已開發對角線接近0.5英吋之光調變器，使此等器件之尺寸明顯減小(前一代器件之對角線為1.3英吋)。不過，先前所述集光率(或，同樣地，格拉朗日不變數)與能量密度之考量顯示進一步微型化會阻礙使用LCD器件之大型影院品質投射裝置之發展，因為採用越來越小光調變器件提供所需亮度變得越來越難。另一問題係關於相對缺陷尺寸及製造良率。隨著像素變得越來越小(例如在8至20微米之範圍內)，尺寸中僅1或2微米之小缺陷就會嚴重影響顯示器品質。具有更大像素之器件上之相同尺寸缺陷對應地對影像品質有較小影響。

除集光率限制之外，對於任何LC器件，亦必須考量固有對孔徑比之限制。一般而言，藉由"黑矩陣"圖案為每一像素提供一孔徑，以便阻斷入射光而避免負面影響控制電晶體(其可為光敏型)，導致對比度受損。此孔徑減小器件之有效透射，導致HTPS LC器件之孔徑比為60%或更小(與LCOS大約90%之孔徑比不同)。採用一實質上更大透射式面板(因而具有一更大像素區域)，此一相對較小孔徑比仍可提供可接受亮度。不過，對於微顯示器(例如HTPS器件)之小像素尺寸，如此低的孔徑比具有一特定缺點。就影像品質而言，此孔徑比在放大為典型影院所需要之顯示螢幕

尺寸(其寬度為大約40英尺或更寬)時可能會造成可見"螢幕門"人工產物。此外，在HTPS陣列之規模級上的微顯示器中，器件作用區域仍相對較小，且自強光源之此光吸收孔徑的熱散逸會進一步負面影響光調變器之性能或其支援性光學組件之性能。因此，雖然此器件類型可能適合於更小場所中(例如放映室中或用於企業簡報)之數位投射應用，不過其看上去並不足夠用於處理典型電影螢幕環境中(在該等環境中平均螢幕尺寸一般需要最小10,000流明且最大電影顯示螢幕可能需要60,000流明以上之光數量)所需要之光數量。不針對熱補償及其他會實質上提高投射系統之可能成本之因素採取特殊措施之情況下，此高要求係大大高於LCD微顯示器器件(即，對角線小於2英吋之HTPS與LCOS器件)在其實體限制下能夠提供之光數量。

在投射機設計中使用傳統光學方法，可使朝分色及調變組件加以引導之照明光束聚集以便其具有與可獲得光束寬度一樣窄的光束寬度。此策略較佳，因為其提供透鏡、濾光器、偏振器及其他個別光學組件之較佳尺寸且提供用以調節、分離、調變及重新組合光之整個光學系統之緊湊封裝。在圖1A之傳統LCOS具體實施例中，需要一窄照明光束以便使光聚集於小LCOS空間光調變器本身之上。

因此，使用LCOS器件之傳統設計方法之一重大限制係關於亮度。如先前針對格拉朗日不變數所述，在窄角度下自給定寬度(即給定兩維區域)之光束僅可獲得某一數量的光。增加光束之角度會使使用二向色分離器及組合器時所

獲得之影像品質降低，因為二向色塗層會使其頻譜邊緣(與角度成函數關係)偏移。使光學路徑之任何部分上之光束聚集或擴展均需要插入透鏡或其他光調節光學組件。因此，使照明及每一色彩通道中之已調變光束收縮或擴展之任務會使光學設計之成本及複雜性增加。圖1B顯示一先前具體實施例，在該具體實施例中，LCOS器件處之入射光角度較陡以增加收集效率，不過其前後會減小以降低塗層之頻譜偏移效應，以及光學組件之速度。針對該問題採用傳統光學設計實施方案時，提供高光輸出之電子彩色投射裝置設計已顯示特別有挑戰性，因為該系統中之每一額外光學組件傾向於減小光輸出及引入影像品質與光輸出間之折衷。傳統解決方案會限制光輸出位準及總影像品質。

低端以LCOS為基礎之電子投射設計已成功商業化而用於家庭之背投射電視(輸送大約1000流明)及用於企業簡報市場(其中低成本情況下之適中數量之光學效率與亮度以及相當好影像品質即適合)。不過，為了滿足可與以膜為基礎投射裝置競爭之更高亮度與改良影像品質投射機輸出之要求，看似必須進行大量折衷。為補償小於10%之光學效率，傳統以LC為基礎之電子成像裝置必須採用非常亮的光源。例如，Sanyo PLVHD20(一具有1.6"對角線之Seiko-Epson LC晶片的HTPS LCD微顯示器投射機)使用四個300W UHP燈，不過僅輸送7000流明。在此情況下，使用多個較低瓦特數之燈來增加輸出而無需像使用一單一高瓦特數之燈那樣多地放大集光率，因為燈之弧光間隙在尺寸

(照明集光率)方面比可用瓦特數增加得快。同樣地，具有1.55" LCOS微顯示器之Sony SRX-R110使用兩個以上昂貴2.0 kW之燈，以輸送10,000流明。在此等兩種情況下，燈輸出均不足以與LC空間光調變器相匹配，伴隨有對熱、成本及燈壽命之影響。為經受所需高能量密度位準以使亮度最佳化，在照明及已調變光路徑中必須使用更高成本之組件。例如，在許多設計中，採用更高成本之線格柵偏振器來取代較低成本之吸收性偏振器。因此，在致力於在輸出處獲得每一可用流明之過程中，傳統設計採用昂貴低可靠性方法，其使用高成本高性能光學組件或多個較低成本較低性能之組件。

在電子投射裝置中，獨立調變每一成分色彩(或頻帶)之光；接著，通常將成分色彩通道之已調變光重新組合以提供全彩影像。在每一色彩通道中使用獨立投射光學元件時可直接在已投射表面上執行已調變光之重新組合；或者，可將已調變成成分色彩加以重新組合以便自一單一投射透鏡裝配件投射。當針對一單一投射透鏡裝配件重新組合色彩時，一目標係在每一色彩通道中提供相等長度光學路徑。在頒予McKechnie等人之美國專利第4,864,390號(標題為"Display System with Equal Path Lengths")及頒予Tiao等人之美國專利第6,431,709號(標題為"Triple-Lens Type Projection Display with Uniform Optical Path Lengths for Different Color Components")中提供某些傳統用於等化光學路徑長度之解決方案。

鑒於實質上挑戰係使用微顯示器LCD器件(例如HTPS與LCOS)建立一高流明投射機，所以採用大面板"直視"型LC面板建立一投射機看似合需要。此等"直視"LC面板已明顯改善其解析度、對比度及速度，使得其非但為最初察覺之合需要面板，尤其為微顯示器之替代物。不過，目前所製造用於平面面板應用中之"直視"面板並不非常適合用於高流明投射機中。例如，使用可直接附著於TFT LCD面板之吸收性偏振器(因為共同製造此等器件)對影像品質不利。此等偏振器中之光吸收所產生之熱(其通常超過光能之大約20%)造成隨後加熱LCD材料，可能導致對比度及橫跨面板之對比度均勻性受損。

同樣地，專用於桌上型顯示器及電視之高速高對比度LC面板通常在面板之結構內包含濾色器陣列(CFA)以提供此等應用所需要之色彩性能。此等吸收性濾色器陣列不適合用於高流明投射機中，其同樣係因為熱吸收會導致形成非均勻影像人工產物且會損傷器件。雖然已製造用於醫學產業之高解析度單色面板，但此等面板通常具有低回應時間，因為通常使用該等面板來觀看靜止放射照相影像。正在開發具有更快回應時間之更新面板技術，以便獲得改良視訊性能。最重要的係一稱為光學補償彎曲模式(OCB)之面板技術，其提供約2ms之速度。正在將此模式推行到平面面板產業中以使場順序彩色照明可在消除昂貴CFA之情況下提供"直視"背光成本及下部面板成本之降低。OCB模式將合乎理想地適合於高流明數位投射系統。

已提出各種使用該等替代性直視TFT LC面板之投射裝置解決方案。不過，在大多數情況下，針對專門應用提出此等裝置，且其並非意欲用在高端數位電影應用中。例如，美國專利第5,889,614號(Cobben等人)揭示將TFT LC面板器件用作一管理投射裝置之影像來源之內容。美國專利第6,637,888號(Haven)揭示一背螢幕TV顯示器，該顯示器使用一單一再分具有紅、綠及藍色來源之TFT LC面板，針對每一色彩路徑使用獨立投射光學元件。共同讓渡美國專利第6,505,940號(Gotham等人)揭示一低成本數位投射機，其具有一封裝於亭式配置中以減小垂直空間需要之大面板LC器件。雖然此等範例均針對影像調變使用一更大LC面板，但此等設計均非意欲用於高解析度之動畫投射。先前範例不具有足夠高的亮度位準，不具有可與傳統動畫影片之色彩相比擬的色彩、不具有可接受對比度，亦不具有高位準之總電影影像品質。因此，此等提出之解決方案均不為適於與傳統動畫投射裝置競爭之候選。

頒予Ogino等人之美國專利第5,758,940號(標題為Liquid Crystal Projection Display)揭示一嘗試提供使用TFT LC面板之投射裝置之方案。在Ogino等人之'940裝置中，使用一或多個菲涅耳透鏡將準直照明提供給LC面板；另一菲涅耳透鏡接著用作一聚光器以將光提供給投射光學元件。因為其在一寬區域上提供一成像光束(具有一已校正照明均勻性)，所以，基於上述格拉朗日不變數之考量，Ogino等人之'940裝置因其相對較高光輸出而較佳。應注意，Ogino等

人之'940亦說明使用一單一面板來調變全部三個原色RGB(紅、綠及藍)。不過，對於單色LC面板之照明，以快速序列提供色彩。此系統不會有效地產生色彩，其亦不會以快得足以防止運動人工產物之方式調變連續色框。因此，雖然其可能在某一程度上有希望用於TV尺寸之投射裝置及小型投射機，不過Ogino等人之'940揭示內容所提出之序列色彩解決方案仍達不到高解析度投射系統(其提供具有5,000流明及更高位準之高強度的成像光輸出)所必需之性能位準。

在頒予Clifton等人之美國專利第6,924,849號(標題為"Image Projection System With Multiple Arc Lamps and Flyseye Lens Array Light Homogenizer Directing Polychromatic Light on a Liquid Crystal Display")中揭示另一新近嘗試針對指令與控制中心市場之投射使用直視TFT LC面板之方案。在Clifton之'849裝置中，將一具有濾色器之15" TFT LC面板用作對角線為67"之投射系統之光調變器。Clifton之'849揭示內容中所提出之解決方案將藉由使用組合於一反射式表面配置中之多個光源形成一小型有效光源來增加亮度(無對比度損失)。在Clifton之'849裝置之照明部分中，使用一針輪狀鏡配置來組合來自多個燈之光。此配置有助於按低入射角(幾乎垂直於較佳LC最佳對比度方向)照明LC面板，因而有助於改善不使用補償膜之投射裝置之對比率。Clifton等人之'849專利中所說明之方法亦包括修改直視LCD面板以獲得增加對比度，移除傳統上結合面板所

提供之廣視角膜。另一對比度增加係藉由按一偏離垂直之角度重定向穿過LCD面板之照明以利用LC材料之固有光調變特性而獲得。LCD之輸出光側上之一菲涅耳透鏡接著補償LCD之輸入側上之照明之重定向。

不過，儘管在Clifton之'849解決方案中已採取某些重要措施，但所得投射機裝置之效率仍相對較低。此外，雖然在Clifton等人之'849揭示內容之裝置中可改善對比度，但該裝置仍達不到數位電影投射之亮度需要。重要的係，Clifton等人之'849設計所提出的解決方案在使用大LC面板尺寸時無法利用增加集光率。Clifton等人所提出之'849揭示內容之組件中的某些可能會負面影響影像品質。例如，在LC面板前面使用一輸出菲涅耳透鏡可能為所述裝置之SXGA解析度位準所接受，不過，當用於一最少具有2048x1080個像素及5000流明之投射系統中時，可能會造成大量對比度及影像人工產物。即使在使用對角線為2英吋之LC面板之情況下，使用具有最多7 mm之弧光間隙的燈也不會提供高效率。無論使用普通吸收性色彩濾光器陣列(其會在高流明系統中造成問題)還是使用序列色彩(其會造成運動人工產物)，Clifton等人之'849專利中所說明之單一面板色彩或單色組態對彩色光均無效。此外，LCD面板設計之持續改良(包括改良總對比率)可能會消除膜移除以獲得高對比度或照明重定向解決方案之需要，此等兩種解決方案均在Clifton等人之'849揭示內容中提出。

因此，可明白，儘管在將LCOS LCD用於影像形成上已

預期某些數位電影投射裝置解決方案，但當基於此目的使用微型化LCOS LCD組件時存在固有亮度與效率限制。另一方面，直視TFT LC面板解決方案具有提供優於LCOS解決方案之增強亮度位準之可能性，因為其不具有與LCOS器件相同的集光率相關限制。不過，雖然已揭示使用TFT LC面板之投射裝置，但此等投射裝置已展現令人失望效率位準且並不非常適合於所需亮度位準以及動畫與電視工程師協會針對認證數位電影投射機所指定的對比率、色彩均勻性、色域及解析度之額外要求。

動畫與電視工程師協會(SMPTE)目前正在建立一組關於認證數位電影投射設備之標準。一動畫工作室協會(稱為數位電影創始機構(DCI))創建此等基本要求。DCI製定嚴格性能參數，其包括對比率、像素解析度、螢幕處之光位準、ANSI對比度，以及色域與人工產物容許量。除一般競爭性市場之外，此等標準要求數位電影投射機具有約2000:1之順序對比度(不具有色移)、大約10,000流明或更高(對於大多數螢幕)及2048x1080或4096x2160之像素計數。

影院呈現動畫之事務與家庭或傳統企業環境中之投射事務係實質上不同。傳統做法係，影院已圍繞影片之使用、影片投射設備及一收益分享流(其中不同工作室將內容提供給影院，最為回報獲得電影票售價之一部分)建立其企業。通常將影院設備之成本分攤在十至三十年中，在此週期期間技術極少變化。極少維修，機械零件偶爾出現故

障，週期性更換燈。贏取利潤傾向於達到投射機之燈本身之瓦特數為影響償付能力之重大成本因素的程度。

數位投射實質上改變此企業模型，不過會冒風險針對影院場所創建稍微更高成本基礎架構。使用高成本高性能組件所建立的傳統以微顯示器為基礎投射機之成本可為影片投射設備之成本的三倍。此外，現代數位投射設備之預期壽命係未知的。由電子元件產業中其他標竿性事物(例如數位電視、電腦及電信設備)之歷史判斷，此壽命可能小於傳統影片投射裝置之壽命，可能在五至十年之範圍內。傳統電子投射裝置之計劃報廢與組件故障會使贏利性影響因素增多。不具有成本有效性、光輸出及光學效率方面之重大提高，數位電影不可能作好在不久的將來與以影片為基礎之投射競爭的準備。

因此，可明白，需要一種數位電影性能位準之全彩投射裝置，其以較佳成本、具有增加光學效率及總光輸出之方式利用LC器件技術。

【發明內容】

依據本發明之一具體實施例藉由提供一種數位電影投射裝置來解決上述需要，該數位電影投射裝置包括：一照明源，其具有一第一集光率值，用於提供偏振多色光；一第一透鏡元件，其係位於該偏振多色光之路徑中，用於形成一實質上遠心偏振多色光束；一分色器，其係用於將該遠心偏振多色光束分離成至少兩條遠心彩色光束；至少兩個透射式空間光調變器，其調變該兩條遠心彩色光束並形成

至少兩條已調變彩色光束，其中存在與每一空間光調變器相關的一集光率值，且其中該集光率值係在與該照明源相對應之該第一集光率值之15%範圍內或大於該第一集光率值；一色彩組合器，其係用於沿一共用光學軸組合該等已調變彩色光束，藉此形成一多色彩已調變光束；及一投射透鏡，其係用於朝一顯示表面引導該多色彩已調變光束。

本發明之一特徵為，與目前使用微型化LCOS或LCD器件之方法不同，本發明之裝置在意欲用於高端電子成像應用之投射裝置中使用大TFT LCD面板進行成像，需要

本發明之一優點係，其針對投射影像提供至少5000流明之增加亮度。可使用各種類型的光源。

熟習此項技術者結合圖式閱讀以下詳細說明可明白本發明之此等及其他特徵與優點，其中顯示並說明本發明之一解說性具體實施例。

【實施方式】

特定言之，本說明係關於形成依據本發明之裝置之部分(或與該裝置更直接配合)的元件。應明白，未特別顯示或說明之元件可採取熟習此項技術者所熟知的各種形式。

動畫與電視工程師協會(SMPTE)目前正在建立一組關於認證數位電影投射設備之標準。一動畫工作室協會(稱為數位電影創始機構(DCI))創建此等基本要求。DCI建立嚴格性能參數，其包括對比率、像素解析度、螢幕處之光位準、ANSI對比度，以及色域與人工產物容許量。除一般競爭性市場之外，此等標準要求數位電影投射機具有約

2000:1之順序對比度(不具有色移)、大約10,000流明或更高(對於大多數螢幕)及2048x1080或4096x2160之像素計數。

本發明提供一種具有高亮度位準使用大型TFT光調變器面板進行光調變之數位電影投射裝置。或者，本發明亦可使用其他類型大透射式面板，例如以磁光偏振切換為基礎之顯示面板器件(來自Panorama Labs Inc.)，其係稱為磁性光子晶體(MPC)器件。與使用傳統微型化LCOS LC或透射式LCD器件之傳統數位電影投射機設計不同，本發明採用大透射式器件(例如LC或MPC器件)，其係形成為面板且具有至少大約5英吋之對角線。大尺寸LC或MPC面板可接受一更大區域上所提供之光，因此，依據先前技術部分中所說明之集光率或格拉朗日不變數原理，會增加可提供的可用光。較佳地，本發明在光路徑中僅需要少量相對較慢透鏡、鏡或其他組件。在照明及已調變光路徑中均提供一相對較寬光束，可使亮度最大化(通常與高亮度投射裝置相關的二向色表面性能與快速複雜光學元件間之平衡不會伴隨發生)。與使用微顯示器器件(例如LCOS LC器件)之設計不同，該等LC調變器之每一個(或一大型MPC調變器)之集光率可與照明源之集光率非常匹配或超過照明源之集光率。

參考圖2，顯示依據本發明之一具體實施例針對大型高亮度投射應用所設計之一投射裝置50之一具體實施例。與以上提供之先前技術部分中所說明之傳統投射裝置相比，

投射裝置50具有最小數目之光學組件，不過能夠提供超過採用微顯示器(例如LCOS LC調變器或其他類型LC透射式面板設計)之更複雜投射器件之亮度的高亮度。例如，先前系統(例如頒予Cobb等人之美國專利第6,758,565號中進行說明且於圖1B中加以顯示之系統)需要一中繼透鏡以自微顯示器器件創建一中間影像以便允許採用一相對簡單投射透鏡，或需要長工作距離低f#投射透鏡。在任一情況下，此等解決方案均需要複雜且極高成本之透鏡。色彩分離與偏振光學元件也必須能夠處理高角度下相對較高能量之光(不會造成偏振不均勻性)。傳統上，此可能需要使用高成本專門玻璃，以及線格柵偏振器。此外，先前解決方案需要實質上冷卻微顯示器器件及偏振元件中的至少某些偏振元件，以便處理高能量密度。

在圖2所示具體實施例中，投射裝置50具有一照明源28、一分色器76、一色彩調變區段90、一色彩組合器92及一投射透鏡70。照明源28具有一多色光源20，其提供一偏振均勻化光；及一遠心透鏡62，其係用於調節該偏振均勻化光以提供一遠心偏振多色光束作為用於調變及顯示之照明體。冷鏡52係用以使光學路徑折疊並將遠心偏振多色光束引導至分色器76。

分色器76具有一用於多色光之頻譜分離的第一二向色表面54，其朝一第一空間光調變器60b反射一第一頻帶(作為一在此具體實施例中用於藍光調變之遠心彩色光束)，並透射其他光。透射光行進至一用於進一步頻譜分離之第二

二向色表面56，其朝一第二空間光調變器60g(其在此具體實施例中係用於綠光調變)反射一第二頻帶作為一遠心彩色光束並透射其他光。一反射式表面58(其亦可為二向色表面)接著朝一第三頻譜光調變器60r引導一第三頻帶。來自每一空間光調變器60r、60b及60g之已調變彩色光束傳播至色彩組合器92。在色彩組合器92中，使用二向色表面68與72組合來自每一已調變彩色光束之光，並沿著一共用光學軸O朝投射透鏡70(其係與該共用光學軸同軸)引導該光。鏡64、66係用以將光學路徑朝二向色表面68與72之組合式光學元件折疊。針對圖8與9中之一具體實施例所顯示的投射透鏡70將已調變組合多色彩光束引導至顯示表面40(圖2未顯示，不過在圖1與8中進行顯示)上。

圖3之方塊圖視圖與圖4之透視圖顯示適用於圖2之投射裝置50之尺度與空間關係。如圖4所示，可選折疊鏡102可較佳地用於照明路徑中。

有益的係應注意，除菲涅耳場透鏡(其鄰接面板、在光學路徑中具有光學功率、在照明源28之遠心透鏡62與投射透鏡70間延伸)之外，使用圖2至4之配置的投射裝置50之設計可能不需要插入光學元件。可提供孔徑以使雜散光最小化。不過，在此具體實施例中，在透鏡62與投射透鏡70間之光學元件路徑中不需要額外透鏡。此設計簡化導致相對較低製造成本且使得可構造用於高亮度投射之輕型器件。

效率與集光率考量

如之前於先前技術部分中所述，採用 LCOS 微顯示器組件之傳統電子投射裝置具有低效率（通常小於最好值 10%）。其光學幾何形狀（如採用集光率所表示）限制此等傳統系統之效率，因此嘗試增加亮度（例如使用具有增加瓦特數之燈）之方案對光輸出沒有多大影響。

集光率之簡單計算有助於顯示使用微顯示器之裝置之此限制。作為一第一範例，採用 f/2 處的一光錐照明一對角線為 1.2" (30.48 mm) 之矩形微顯示器 SLM (空間光調變器) 面板（假設採用 1.9:1 之標準數位電影格式）。依據第 244 頁等式 11.3 之 "投射顯示器"，使用以下等式計算集光率：

$$E = \frac{\pi A}{4(f/\#)^2} \quad (1)$$

其中：

E 係面板之集光率

A 係面板之面積

f/# 係照明錐

對於此範例中所給定之值，集光率 E = .12 平方英吋-立體弧度 (公制：75 mm²-立體弧度)。此表示來自投射裝置中之光源的最大可用集光率。實務上，f/2 照明錐非常快，實際設計會使用一比大約 f/2.3 不會快很多之值。此外，如隨後之範例所顯示，就系統效率而言也必須考慮到孔徑比所引起之損失。此值（其對於微顯示器而言通常係在 0.60 至 0.90 之範圍內）會減小面積 A，因此會成正比地減小集光率。例如，對於以上計算出的 75 mm² sr 之值，考慮孔徑比時的實際集光率通常係大約 45 至 53 mm² sr。

藉由繪製理論輸出效率相對於SLM對角線之輪廓，可觀察到此類微顯示器與更大直視TFT LC或MPC型器件間之明顯輸出差異。圖14之曲線圖顯示輸出效率與SLM對角線(在大約1.3英吋至20英吋之範圍上)之函數關係。顯示四個曲線，各曲線分別對應於F/2、F/4、F/6及F/8光學系統。如先前所述，F/2光學元件在大多數情況下係不切實際的。亦可使用具有比F/8光學元件慢之光學元件(例如具有F/16光學元件)的系統，結果係在圖14所示一般圖案的後面。垂直點線(及其右側之區域)指示使用本發明之方法時用於LC TFT器件之區域。一般而言，此包括對角線為5英吋或更大的SLM器件。低於此等尺度時，輸出效率相對較低，使用較慢光學元件時會明顯下降。在較佳尺度範圍(對角線高於大約5英吋)上，即使採用相對較慢(F/8)光學元件，亦可獲得70%或更好的輸出效率。

使用較慢f/#可大大簡化先前技術中提及的色移(二向色元件中)與對比率之角度變化問題。視薄膜堆疊設計而定，二向色塗層使其頻譜邊緣對比入射角偏移。雖然此變化之幅度不同，但其通常每變化一度即下降大約2nm。同樣地，在先前技術中經常使用二向色塗層來製造偏振組件，例如分光器。因此，組件之對比率亦隨角度增加而減小。此外，在某些實例中，可藉由將f/#從F/8減至一更小的值來增加面板處之集光率(即，從燈中獲取更多光以在螢幕處產生更大亮度)。

為了獲得一高效率投射裝置，需要與光源處之集光率相

匹配，以使其接近或小於空間光調變器處之集光率。應注意，對於微顯示器裝置，如此做需要一具有極小光源之照明系統。此需要進而會對可用光輸出量(即，到達螢幕之流明數)設定限制。在傳統弧光燈中，需要較大弧光間隙以便提供較高燈輸出，不過，此較大間隙同時也會增加照明集光率。因此，在照明端處，大多數嘗試增加流明輸出之方案也必然會增加集光率而高於LC調變器處可使用之集光率位準。因此，使用微顯示器器件之傳統設計之結果係一集光率受限制的系統，其效率極低、浪費功率且產生可能尤其會損傷小電光組件之熱。

本發明之裝置及方法提供一能夠使用透射式單色直視TFT LC或MPC型器件以提供更高集光率之投射裝置。此等空間光調變器器件比傳統上用於投射器件之替代性微顯示器LC器件大數倍，不僅提供更高流明輸出位準，而且提供組件上之更低能量密度、簡化光學元件、及分色與重新組合組件所產生之改良光處理的優點。

投射裝置50提供高亮度及增加效率，而同時採用最小數目的光學組件。圖3提供的一具體實施例顯示光學元件路徑中兩個集光率實質上相等的位置，使得設計具有高效率，遠遠超過使用傳統LCOS LC器件時可獲得之效率。針對圖3，此係實質上滿足以下關係之設計：

照明集光率=調變集光率

其他具體實施例可進一步增加調變器之集光率。雖然不會進一步增加流明輸出，但可獲得組件上之更低能量密

度。此外，對於一給定解析度，調變器處之像素尺度會更大，提供隨後說明的其他優點。

圖 19A、19B、19C 及 19D 針對 1.5 kW 與 2.4 kW 之 CERMAX[®] 氙弧燈以及在複合反射器配置中之 1.9 kW 泡泡燈顯示最佳可能焦點位置處光之強度與角分佈。使用此資料，可使用先前提供之等式 (1) 來計算使用一 2.4 kW CERMAX[®] 氙弧燈 (使用圖 19A 中最左上部之正規化強度對焦點位置曲線圖中大約在 $1/e^2$ 點處之值) 與一 $f/1.3$ 反射器情況下之照明集光率，PerkinElmer Inc. (Wellesley, MA) 提供該氙弧燈且其具有 1.9 mm 之弧光間隙並提供直徑為 20 mm 之來源。此設置將提供以下典型透鏡 62 處之集光率值： $E=146 \text{ mm}^2\text{-sr}$ (假設無光學損失)。

若使用偏振還原，則燈系統之有效集光率加倍為 $292 \text{ mm}^2\text{-sr}$ 。應注意，此燈提供一比較極端之情況，因為此燈由於其提供更高氣體壓力之陶瓷結構而針對此一小弧光間隙提供最高瓦特數等級。更典型燈 (例如，2 kW 之 Osram 氙泡燈) 具有 5 mm 之弧光間隙。

LC 空間光調變器處之調變集光率可近似等於或高於此照明集光率值。可再次使用等式 (1) 計算 TFT 具體實施例之調變集光率以決定與照明及調變器集光率非常匹配之面板尺寸與 $f\#$ 之組合。下表顯示針對先前所述具有及不具有偏振還原之 CERMAX 燈系統之此計算：

	集光率=	集光率=
器件	146	292
對角線		
英吋	f/#	f/#
5	6.0	4.2
10	12.0	8.5
15	17.9	12.7
20	23.9	16.9

當照明系統與調變系統之集光率相匹配時，整個系統具有儘可能高之效率。使用更大的LC調變器面板或光學系統不會明顯改變投射機之光學輸出。儘管面板尺寸可更大，但面板尺寸會受其他系統考量限制。以最好方式組態系統，使得，最少收集集光率之大部分，且面板尺寸變為一依據面板成本(材料成本與製造容易度)與加電光學元件成本(材料成本與製造容易度)所決定之折衷參數。

藉由解說，可有助於區別現有使用LCOS LCD技術之高流明微顯示器投射機之集光率與使用本發明之裝置所獲得之集光率之失配。作為一範例，一製造商已引入一10,000流明數位電影投射機，其使用一對角線為1.55"之LCOS調變器與兩個2 kW之燈。數位電影應用需要最小5,000流明以恰當地照明最小真電影場所。10,000流明位準係非常大的，因為此係美國恰當照明電影螢幕之大約80%所需要之光數量。此外，商業上所展示之最大LCD晶片之對角線係1.7"(4:3)，不過市場上還未出現使用此晶片之投射機。

使用該第一範例之裝置，當照明光學元件處於F/2.3處時

(在一更極端範例中，因為範例性投射機在光學性能方面更慢)，調變系統之集光率將為 $95 \text{ mm}^2\text{-sr}$ 。對於此器件內之照明，使用兩個氙泡燈，在照明系統內提供偏振還原。同樣針對極端比較，假設使用先前所引用具有 $1.9/\text{mm}$ 弧光間隙之 CERMAX 燈。若不存在由於兩個燈之組合或照明系統中之偏振還原 (PCS) 而產生之集光率增加，則照明集光率 ($146 \text{ mm}^2\text{-sr}$) 與調變集光率間之失配將為 54%。此在採用偏振還原 (PCS) 的情況下將變為超過 200%，且在因多個燈而存在集光率增加時會產生更大失配。

圖 20A 與 20B 顯示使用具偏振還原之氙泡燈之具體實施例的點重疊與能量密度輪廓特徵。如圖 20A 所示，可看到兩點 206 稍微重疊。如圖 20B 所示，其強度曲線 208 也會展現些許空間重疊(均勻化光學元件之前所測量的位置處)。

對此同一投射系統之再檢視可有助於強化此失配狀況之比較。為此，參考 "Projection Display Throughput: Efficiency of Optical Transmission and Light Source Collection" (F. E. Doany 等人，IBM J. 研究發展期刊，第 42 卷，第 3/4 號，1998 年 5 月 / 7 月) 中之資料。在此文章中 (圖 6，第 394 頁)，F. E. Doany 等人對比一類似於集光率 (即，數值孔徑 (NA) 乘以調變器對角線) 之參數顯示可自具有不同弧光間隙之弧光燈收集多少總功率。為了決定弧光間隙為 5 mm 之燈之集光率幅度，在操作 $f/\#$ 之範圍內考量微顯示器投射機之兩種情況。此總功率值實際上係調變器集光率與照明集光率間之失配的一優質因數。可依據先前引用 F. E. Doany 等人

之文件中之測量藉由獲得感測器集光率除以系統效率之比來計算照明集光率之粗略估計。f/#發生變化係由於照明在空間及角度上確實不均勻且其性質實際上更傾向於高士型，如圖19最左上部針對在複合反射器配置中之1.9 kW ORC氙泡燈之曲線圖所示。以下等式給出估計照明集光率之計算：

對於f/2.3：

$$NA \cdot D_{SLM}(mm) = 8.56 \text{ 或 } 4.28 \text{ (具有PCS)}$$

對於f/4：

$$NA \cdot D_{SLM}(mm) = 4.92 \text{ 或 } 2.46 \text{ (具有PCS)}$$

對於具有5 mm弧光間隙之來源，從先前引用F. E. Doany之文章中之圖6所獲得的具有PCS之f/2.3系統之收集功率為大約22%。對於具有PCS之f/4系統，其為大約11%。如上所述，此假設可藉由使用感測器集光率與獲得之百分比來計算燈之集光率。因此，間隙為5 mm之燈之集光率(採用f/2.3資訊進行計算)係 $94.950/.22=431.59 \text{ mm}^2$ -立體弧度。採用f/4資料進行計算時，其為 $31.393/.11=285.39 \text{ mm}^2$ -立體弧度。因此，採用此基於無關測量之新估計，可使照明系統與調變系統進一步失配以便獲得高流明投射機。雖然此係實際使用之照明集光率之估計，但使用f/#值之一保守假設(假設不會由於組合兩個燈而使集光率有明顯增加)。因此，可明白，高流明數位電影投射機之普通微顯示器解決方案會由於集光率失配而具有重大光損失。

相比較而言，採用本發明之裝置，可使調變集光率與照

明集光率相匹配(在20%範圍內)或超過照明集光率。此與現有以微顯示器為基礎之裝置完全不同，對於現有以微顯示器為基礎之裝置，輸出與調變之集光率值彼此之差別通常可達大約50%或更大。

圖13顯示一替代性具體實施例，其使用圖2所示相同基本配置，不過組件定向有變化以便可更好地進行封裝。在圖13中，例如，空間光調變器60b相對於圖2中其原始位置旋轉90度。圖26顯示在一適合於數位電影之影院工作室操作之組態中封裝有三個大直視TFT LC空間光調變器及之後三個投射透鏡的一具體實施例。

照明源與光學元件

圖2至4所示設計之另一優點係關於光源20。光源20可為若干類型燈或其他發射組件中的任一個。應明白，選擇一市售組件作為光源20以利用源自高製造量之低成本與可用性尤佳。在一具體實施例中，使用PerkinElmer Inc. (Wellesley, MA)提供的傳統CERMAX™氙弧燈。CERMAX氙燈係由於更高壓力封裝而較佳，與傳統泡泡燈相比，CERMAX氙燈提供更小弧光間隙。此更小弧光間隙係以微顯示器為基礎之系統所需要的，因為其可使系統之受限制集光率利用更多光。不過，此等燈傾向於具有更高成本，因為其製造數量小於傳統氙泡燈之製造數量。由於其更高集光率，大面板LC更容易適合於傳統氙泡燈，具有更大弧光間隙尺度，同時仍保持高系統效率。當使用更大尺寸之TFT LC器件時，使用此類普通現成器件之能力尤佳。

氙泡燈可組態成將有效集光率減至低於影片投射機中常用之最便宜橢圓形反射器之集光率的配置。此等配置可變化，不過經常使用複合反射器系統，例如GE Taleria設計之複合反射器系統。所使用的其他組態包括來自波希米亞EELE(NY)之方法，其中自弧光間隙本身之矩形側輪廓產生一矩形點，而且藉由其他方法可獲得更多精巧組態。此等組態通常可使有效照明集光率減至大約為CERMAX設計所提供之類似位準。(參考圖19各曲線圖，其比較1.5 kW Cermax及在複合反射器配置中之1.9 kW ORC泡泡燈之曲線圖)。其亦實質上增加照明系統之成本與複雜性。EELE方法之簡化配置實際上可能為將光耦合至較佳具體實施例的最低成本且最有效之方法。其中，從該側使普通氙泡燈成像以便弧光間隙影像與面板影像之寬度大體相匹配且執行偏振還原以使高度與縱橫比相匹配；且隨後跟隨有均勻化光學元件(例如小透鏡陣列)。

圖21A顯示泡泡燈180之平面圖，該燈具有一弧光間隙182且係容置於反射器184內。圖21B以側視圖形式顯示此照明配置，具有一焦點186。圖21C顯示當使用偏振還原影像進入均勻化光學元件時，弧光間隙182之電漿之影像188。此配置係較佳的，因為均勻化程序中存在較少損失，因而可將兩個圓點轉換成一矩形以與影像比例更好地相匹配。

同樣地，使用多個燈系統以利用更小弧光間隙，進而利用更低集光率。由於照明點及角度之形式大體為高士型，

所以將若干燈之多個高士分佈加以組合以僅利用高士分佈之峰值，覆蓋尾部區域中的函數以增加總輸出。亦可結合較佳具體實施例使用此方法，同時仍獲取尾部區域之照明之一重大部分。此與使用更小微顯示器組件完全不同，該等組件通常需要此等更慣用光源解決方案中的一或多個以提供所需輸出。

其他替代性光源包括高功率LED，其可分佈於一具有偏振還原之陣列中，如圖22A與22B所示。LED陣列190具有一形成於晶片基板198上之LED 200配置。LED陣列190具有一散熱器196或其他用於冷卻之支援裝置。每一LED 200均具有一位於極光偏光器陣列192中之對應極光偏光器202。半波板194提供偏振還原，如先前所述。

圖23顯示一針對數位電影使用大面板LCD具有個別LED陣列190r、190g、190b的具體實施例，針對色彩通道250r、250g、250b中的每一原色(RGB)、針對顯示面板中的各顯示面板使用一LED陣列。結合每一LED陣列190r、190g、190b使用若干均勻化元件22及一照明中繼器204。圖22A與22B所示一範例將用以製造一單一頻帶LED之區域陣列且提供一用於該陣列之偏振還原構件(例如針對每一LED使用分光器及半波板)。可使用小透鏡或其他技術均勻化此照明且接著將其中繼至該等顯示面板之一。同樣地，每一面板將具有其自己的頻譜專用LED陣列。

另一選項係使用(例如)超高壓汞燈。LED方法可為氙燈之直接取代方法，在該方法中，將LED組合以提供一均勻

化且分離之白光源。新近LED功率之發展(例如Lumiled公司之Luxeon系列高功率LED晶片、Luminus公司之PhlatLight™系列高功率LED晶片或Osram之Ostar™系列高功率LED晶片)目前可視色彩而輸送200至400mW/mm²之功率。LED較佳係由於可選擇波長以輸送特定所需色域而無需過濾光輸出，因此可提供增加效率。不過，作為來源，此等器件均相對較大，一單一晶片係大約為4 mm²。因此，此等器件具有大集光率。因此，與微顯示器相比，所提出之具體實施例因使用LED作為照明源而較佳。

圖5顯示用於提供遠心偏振多色光束之照明源28在一具體實施例中之配置。光源20提供未偏振多色(白光)準直照明。可藉由使用一組合有準直光學元件之拋物面鏡或藉由使用橢圓面鏡來準直照明。光源20將準直照明引導至寬頻波長偏振器34以便提供一實質上偏振照明光束38。偏振器34透射具有p偏振之光。極光偏光器36透射具有p偏振之光並反射具有s偏振之光。反射式偏振敏感塗層44接著引導具有s偏振之光穿過半波板42。半波板42將此入射光轉換成p偏振。以此方式，完全偏振照明光束具有相同偏振狀態。隨後可藉由本質上維持光之偏振狀態的方法(例如小透鏡陣列，圖式中未顯示)來均勻化此偏振光。因此，將來自光源20之實質上全部光輸出轉換成相同偏振狀態之遠心均勻多色光。此方法可在一更寬區域上提供光且可結合更大透射式LC面板(例如本發明之裝置中所使用之LC面板)使用此方法。雖然傳統LCOS LCD投射系統使用如此之偏

振還原方案，但其本質上會因集光率限制而更大程度地受限制，因此其無法充分利用此類型擴展光輸出。

在此偏振還原方法之一具體實施例中，極光偏光器36使用一線格柵偏振器，例如頒予Hansen等人之美國專利第6,452,724號(標題為"Polarizer Apparatus for Producing a Generally Polarized Beam of Light")中所揭示之偏振器類型。Moxtek, Inc.(Orem, Utah)以市售方式提供各種類型的線格柵偏振器。將線格柵型偏振器用於處理高位準光強度尤佳，且其對角度相對不敏感(與傳統型薄膜分光器不同)。在此具體實施例中，較佳地放置此線格柵偏振器使得其位於線表面側上之線元件面向系統之成像路徑。此特定組態可減小熱造成之雙折射，如頒予Kurtz等人之共同讓渡美國專利第6,585,378號(標題為"Digital Cinema Projector")所揭示。或者，極光偏光器36可為一傳統稜鏡偏振器，例如，為熟習電子成像技術者所熟悉的MacNeille偏振器。

結合燈及偏振還原系統，大TFT LC投射使用均勻化光學元件12以從光源20提供均勻照明。均勻化光學元件12調節來自光源20之輸出以提供一均勻亮度照明光束供調變。在一具體實施例中，一整合條形結構提供均勻化光學元件12。替代性具體實施例包括使用小透鏡陣列或某一小透鏡組合及其他整合組件。

偏振

重要的係嘗試維持至空間光調變器之光之偏振狀態之品

質以便獲得所需1500:1或更好的高對比率。偏振還原方案、均勻化光學元件或遠心透鏡62之後可使用一額外偏振器以便進一步增加照明之偏振比。在能量密度較高或偏振器處之角度要求相當嚴格之情況下，較佳地使用非吸收性偏振器(例如線格柵偏振器，線與調變器面對)。在能量密度較低且空間區域較高之情況下，由於成本或組件可用性，可較佳地使用以膜為基礎之偏振器，例如吸收性染料，或碘偏振器，或複雜偏振結構(像稱為擴散反射式偏振器膜之DBEFTM膜)。在任一情況下，重要的係注意照明位準對光學組件之影響。

在該較佳具體實施例中，若遠心透鏡62之後需要額外偏振控制，則可在LCD面板之前放置(不過較佳與LCD面板間隔開加以放置)一偏振器。

補償

本發明之一優點係，可不需要補償器或至少可使補償器之需要最小化。如此項技術中所熟知，存在若干基本類型的補償器膜。其光學軸平行於膜平面的單軸膜係稱為A板。其光學軸垂直於膜平面的單軸膜係稱為C板。沿全部三個尺度之折射率均不同的雙軸膜通常係稱為O板。或者，可將A板描述為在補償器平面內提供XY雙折射(一具有XY延遲之各向異性介質)，而C板在光束穿過補償器之傳播方向上沿光學軸提供Z雙折射。 n_e 大於 n_o 之單軸材料係稱為正雙折射。同樣地， n_e 小於 n_o 之單軸材料係稱為負雙折射。A板與C板均可視其 n_e 與 n_o 之值而為正或負雙折

射。如此項技術中所熟知，可藉由使用單軸壓縮聚合物或鑄造乙酸纖維素來製造C板，而A板可採用拉伸聚合物膜(例如聚乙烯醇或聚碳酸酯)來製造。本發明可最小化或消除C板補償器之需要，因為使用更大LC面板作為調變器面板60r、60b、60g導致減小角度敏感性。同樣地，可使用雙軸膜，其中x、y及z平面中之折射率不同以提供所需延遲進而使系統對比度最佳化。

首先，照明之實質上線性偏振光必須與LC材料之較佳偏振軸相匹配。在LC之定向係沿與系統中之折疊平行或垂直之方向的情況下(例如處於一垂直對齊配置中)，可能僅需要少量A板補償以精調偏振匹配。在面板為TN之情況下，該偏振通常係相對於照明偏振旋轉45度。此需要近半波板延遲以校正偏振狀態。最後，可能需要C板補償以處理進入面板中之小錐角(其通常為12度或小於12度)。雖然無C板補償時減小至LC之輸入錐角會改善對比度，但合適補償已商業化；例如LG Philips LCD具有一具1600:1之對比率且在100"展示LCD面板上展現3000:1對比度之監視器。

在需要光學補償之情況下，需要將光學補償組件放置於此"淨化"預偏振器之後或剛好放置於LCD面板之後及第一偏振分析器之前。在一具體實施例中，藉由緊接在LCD面板之前及緊接在LCD面板之後之組件組合實現補償。

能量密度

使用大面板TFT LC器件而非微顯示器的一重大優點係

關於光調變器處及光路徑中其他組件處之能量密度。能量密度係採用微顯示器器件設計時的一重要因素，主要係由於光吸收所產生之熱量可能會有破壞性。因為能量密度至關重要，所以使用微顯示器之高亮度投射裝置必須使用更昂貴組件、更健壯且可經受更高熱位準，或必須提供精巧冷卻裝置。例如，在強能量光束中不可以使用薄吸收性偏振膜；而是，必須使用更耐熱線格柵器件。

相比較而言，對於像圖2至4之具體實施例中所顯示之應用，即使提供高得多的輸出，空間光調變器60r、60b及60g處之能量密度也必須比高亮度微顯示器設計所需要之能量密度小很多。例如，對於使用對角線為1.3英吋之LCD微顯示器器件且在輸出處提供大約10,000至15,000流明的投射裝置，內部光調變與偏振組件之能量密度係在大約6 W/cm²之範圍內，而組件(例如LCD器件)限制具有一大約15 W/cm²之損傷限定值，最終將光數量限制為不超過大約20,000流明。相比較而言，當使用以對角線為15英吋之大面板LCD為基礎之系統(其在輸出處提供70,000流明)時，內部光調變與偏振組件之能量密度小得多，在大約1 W/cm²之範圍內。此更低強度表示，先前由於高強度熱之影響而不可使用的較低成本支援性光學組件(例如薄膜吸收性偏振器)現在可用於提供高光輸出之電子投射裝置中。而更高光輸出能力表示，可照射更大尺度之顯示螢幕。以此及類似方式，本發明之使用高集光率設計之裝置及方法可在更低成本下獲得更高性能。

作為一相關能量密度重要因素，對遠心透鏡62之材料加以選擇以具有低光吸收性或低應力雙折射係數以便減小熱造成之雙折射之影響。通常使用丙烯酸類材料(其具有相當高耐熱位準及高透射性)製造品質模製菲涅耳透鏡。使用壓縮模製所製造之丙烯酸類材料之零件因源自此程序之較低固有雙折射而較佳。或者，玻璃或更耐用聚合物(例如來自 Zeon Chemicals(Louisville, KY)之 Zeonex)亦可用於此遠心透鏡62。

遠心透鏡

返回參考圖2，遠心透鏡62調節照明以提供遠心行為。透鏡可在物體空間、影像空間或兩種空間中均為遠心式。採用遠心光，可準直橫跨物體或影像之全部點之主光線而使其平行於光學軸。實際上，遠心透鏡之入射光瞳與出射光瞳係在無限遠處，因此穿過透鏡之光之角分佈相當均勻。不過，在圖2之具體實施例中，僅出射光瞳在無限遠處。此處，其僅在影像空間中(靠近LCD面板)為遠心式；因此經由出射光瞳而投射至無限遠處。遠心性在此應用中很重要，因為來自空間光調變器之不同像素包含不同角度空間時，來自獨立色彩照明通道及可變面板角度之色彩人工產物會造成最後影像中之色彩不均勻。此係多面板投射系統中的一重要問題。遠心透鏡62可為球面或非球面透鏡。在一具體實施例中，遠心透鏡62係菲涅耳透鏡。使用菲涅耳透鏡作為遠心透鏡62的一替代性方法係使用至少一反射式元件。反射式元件不會引起橫向色差或因結構而引

起之疊紋且可更容易製造，例如藉由模製一大塑膠元件。雖然透鏡62之遠心性對此方法很重要，但稍微偏離理想遠心性也係可接受的且需要該偏離以作為折衷允許較小光束穿過二向色分光器。在此情況下，亦可使用光束擴展器以便恰當調整顯示面板處照明之尺寸。

如圖2之具體實施例所示，自照明源28輸出之遠心偏振多色光束行進至分色器76且分成兩個或更多頻帶。對於全彩操作，分色器76形成至少三個分離頻帶，其通常為紅、綠及藍。較佳地，多色照明之主體之入射角係在受限制範圍內，可使角度引起之頻譜偏移效應最小化。

對於本發明之裝置，遠心透鏡62可相當大，其尺度與任一空間光調變器60r、60g或60b之作用區域之尺度大約相同。使用相對較大直徑之透鏡元件時的一可能問題係關於橫向色差，其造成不同色彩通道形成尺度稍微不同之影像。參考圖6之平面圖，其顯示分別為紅、藍及綠色通道之重疊影像14r、14g、14b之相對尺寸。由於橫向色差，紅通道之影像14r係稍微大於分別為綠與藍通道之影像14g與14b。藍色通道之影像(影像14b)之尺度最小。圖15之曲線圖顯示橫向色差相對於空間光調變器60r、60g或60b之對角線尺度之增加。

可藉由在照明路徑中使用一可選校正透鏡來獲得橫向色差之校正。在一具體實施例中，可在一或多個色彩通道中添加一菲涅耳透鏡以校正橫向色差。可結合遠心透鏡62，或沿著透鏡62與LCD面板間之光學路徑來放置此等透鏡。

一補償橫向色差之替代性方法係在遠心透鏡62之前使用一可選色散元件以便在光學路徑中引入相等但具有相反幅度之橫向色差。一方法係設計具有最佳中心頻帶(例如，綠波長)性能之遠心透鏡62，且使橫向色差出現在紅及藍通道中。接著可將可選橫向色差引入透鏡設計成具有補償遠心透鏡62中固有之橫向色差的色散特性。

在任何情況下，重要的係設計照明路徑使得照明位準及均勻性(包括每一頻譜通道之邊緣滾落)與相鄰通道之位準及均勻性最大程度地相匹配，以便光學效率不會損失在因獲得橫跨螢幕之均勻性而執行之色彩平衡中。

一般而言，針對每一色彩通道在成像路徑(顯示面板與透射透鏡間)中實現相等光學路徑長度為佳，(例如)先前引用'390 McKechnie等人及'709 Tiao等人之專利中對此加以揭示。不過，已顯示，使用更大尺寸TFT LCD面板時調整照明路徑中之光學路徑長度會有利於投射裝置50，如本發明之具體實施例中所述。採用本發明之特定配置，光沿照明光學路徑之聚焦變得不及傳統設計那樣關鍵。此表示，例如，沿光學軸O調整空間光調變器60r、60g、60b之一之相對位置時無需將該調變器剛好定位於遠心透鏡62之焦點處。此使調整可針對對已匹配路徑長度更敏感之成像側光學元件等化路徑長度。

疊紋補償

疊紋係一可能人工產物，其係因結合重複性結構(例如大面板LCD)使用菲涅耳透鏡84(如圖17所示)而產生。一用

於減小疊紋效應之可能策略係使照明光以足以減小菲涅耳透鏡之成像特性之方式充分散焦以便不出現強度差拍。一替代性策略係使用已旋轉合適角度之交叉柱面透鏡以便兩個空間圖案間之頻率差拍得以減小或消除。參考圖25，可使用可選擴散層146中之極小角度擴散來移除殘留結構。此外，藉由遠離LCD面板移動菲涅耳場透鏡84，疊紋圖案會減少且最終在視覺上消失。

一校正此問題之方法係放大照射在場透鏡84上之遠心光束之尺寸使得，即使場透鏡與LCD面板分離某一距離量，會聚光束仍大得足以填充整個面板。存在至少兩個可實現此結果之技術。一技術係修改遠心透鏡(在照明二向色分光器之前的某一位置處)使得自其出射之光束比LCD面板之寬度寬。另一技術係在光束穿過二向色分光器之後藉由添加一負透鏡來放大光束，使遠心入射光束作為一發散光束出射。之後，場透鏡84攔截放大光束並將其重定向至投射透鏡光瞳。

在該較佳具體實施例中，菲涅耳場透鏡84係在LCD面板之照明側上。雖然此具有優點，不過其亦表示，照射在LCD面板上之光並非遠心光。此需要面板具有良好角度偏振補償(C板在大約12度場上)。而對比率將朝器件邊緣下降。一替代性具體實施例係將菲涅耳場透鏡84移至LCD調變器面板前面(即，在成像側上)的一位置。此需要相對良好影像品質且需要藉由替代性構件校正疊紋。在以上方法之外或結合該等方法，可在遠心透鏡62與偏振器間之面板之前

為吸收性偏振器添加一擴散層以進一步減小疊紋。

空間光調變器 60r、60g、60b之組態

對於圖 2 至 4 之具體實施例，空間光調變器面板 60r、60g、60b 係透射式 TFT LC 面板，其各具有 5 英吋或更大之對角線。對於諸如數位電影之應用，高解析度面板組件 (2048 x 1080 或 4096 x 2160 個像素) 尤佳。在圖 2 至 4 之具體實施例中，LC 調變器面板 60r、60g、60b 係由傳統上用作 "直視" 面板之面板修改及簡化而成，供在投射應用中使用。首先參考圖 7A，其顯示製造商所提供用於顯示用途的一傳統 LC 調變器面板 118。在此傳統配置中，LC 材料 120 及其控制電極 (包括 ITO 層 124 與薄膜電晶體 122) 連同濾色器陣列 132 一起夾置於玻璃板 126 之間。前面與背面之偏振器 128 係吸收性薄片，其性能係受高熱位準影響。吸收性質可為自損傷、降低對比度與頻譜透射，以及因傳熱而影響液晶層之性能。最終，高熱位準導致可變對比度及影像不均勻性。亦提供一補償膜 130 用於增強對比度，尤其在嘗試增加顯示器之視角之方案中。通常將此等補償膜設計成保持直視者 (其可能正在二維上以全 180 度方式使用器件) 可接受之對比度位準。在許多器件中，使用其他增強膜 (不過未顯示)，例如擴散層、有助於再循環偏振之層、及整平來自背光之照明之層。接著將該面板與一背光單元組合，該背光單元通常組合饋送至一全內反射光學組件 (即，光導) (其可使光相對均勻地朝面板發射) 內之冷陰極螢光管。

圖 7B 顯示本發明所使用之 LC 空間光調變器 60r、60g、60b 面板之簡化配置。LC 面板包括一像素化結構，其具有位於圍繞透射區域之邊界內之電晶體。該電晶體係受一黑矩陣保護，不過，用於色彩及濾色器陣列之子像素並不需要。LC 材料係夾置於兩片透射式基板之間，該等基板具有至少某一剛性。該等基板較佳具有介電質抗反射塗層(此可提供於一獨立膜基底上)，不過不具有抗眩光或其他擴散處理結構。如同擴散膜、角度控制膜及其他特殊功能之膜一樣，將偏振膜移除。可移除補償膜 130；即使保留，補償膜 130 之性能要求與成本也會明顯減小，因為垂直於 LC 表面之光有極低角度偏移。雖然典型"直視"顯示器通常需要觀看者之整個軸上(兩個方向上最大為 180 度)之對比率均勻，但對於 15" 之面板，此系統具有一大約 2 度之角度要求。亦移除前面與背面之偏振器 128 以免與空間光調變器 60r、60g、60b 本身直接接觸。其他方案(例如先前引用 Clifton 之揭示內容中之方案)曾嘗試針對較低流明系統使用大 LCD 面板。在此項技術中，Clifton 之揭示內容中所說明之方法使用濾色器陣列(CFA)且具有一與子像素相關之額外黑矩陣。當嘗試提供高流明及大有效集光率時，此等兩個組件均呈現缺陷。此外，Clifton 論述移除諸如偏振器、補償膜及抗眩光層之材料以便可藉由保持至面板之入射角較小來增強序列對比度。雖然針對高流明應用將偏振器分離出去有利於防止影響均勻性之熱，但補償膜可能更有利且經恰當設計會改善對比度。Clifton 也沒有認識到抗

反射塗層之必要性，即用以防止來自基板之背反射造成 ANSI 或棋盤對比度之損失(相鄰白像素引起的黑像素之對比度減小)。對於數位電影投射機，需要 200:1 或更大之高 ANSI 對比度。此外，傳統方法未認識到從孔徑比觀點對影像品質之負面影響，其引起"螢幕門"人工產物。

最靠近 LC 面板加以定位之可選線格柵偏振器能夠在不吸收大量光能情況下處理高光位準且尤其適合於透射裝置 50 中之高強度應用。將線格柵偏振器設計成反射未透射偏振狀態。理想地，採用薄片形式之偏振器會較便宜，如 Mi 等人在美國專利公開案 2006/0061862 A1 中揭示之薄片形式。對比率無需相當高(約 100:1，因為預偏振器能夠提供合理偏振位準)。在顯示面板之成像側上，需要將線格柵偏振器放置於一位置處使得此反射光不會返回至 LCD，因此不會影響 ANSI 對比度。實施此放置有兩個替代方案：第一方案係針對成像光使用反射偏振狀態。第二替代方案係傾斜線格柵使得反射回光因孔徑光闌阻斷或簡單空間分離而旁通 LCD 調變器。在此情況下，發散影像光透射穿過一傾斜板，其將光學像差引入系統中。使用一薄線格柵結構可使此效應最小化。此外，可將一第二板以相反角度放置於該光束中以便直接補償光束中之散光。其餘像差一般不會明顯到需要進一步補償以維持影像品質之程度。

使偏振器與 LC 材料 120 間隔開可防止會負面影響影像均勻性之傳熱。不再需要濾色器陣列 132，因為頻譜光已空間分離。對於(例如)會用於數位電影之高光度系統，此濾

色器陣列之移除尤佳，濾色器陣列之吸收性質會因所產生之熱而造成性能與降級問題。可使用反射式濾色器陣列，不過，反射光之損失不佳。在此情況下，可使用一色彩還原系統來維持系統級亮度。濾色器陣列結構之部分包括一黑光罩，其係作為一阻斷光以防直接照射電晶體結構之構件而提供，且用於提供一用於濾色器材料之保存構件。雖然仍需要光阻斷，不過不再需要保存構件。其他構件(例如，反射式塗層或繼續使用黑光罩)亦可用以保護電晶體以免遭入射光。可選抗反射塗層 134、136 可提供於玻璃 126 之兩個外部表面上。抗反射塗層 134、136 將有助於減小棋盤效應及增加 ANSI 對比率，使相鄰像素之由雜散光引起之互動最小化。

在該較佳具體實施例中，在 LCD 面板之成像側上，將一相對高透射吸收性偏振器用作系統中之第一位準分析器。此使透射穿過此分析器之光之偏振狀態為實質上線性，因此受任何相移(由可能引入系統內之反射式組件引起)之影響較小。隨後可如圖 17 所示藉由在系統內後面位置處放置一更小更高對比率傾斜偏振器 137(例如，使用一線格柵或其他適於能量密度之偏振器，其係傾斜於投射透鏡空間內)以便返回光不會照射在空間光調變器上來改善此對比率。例如，此可放置於投射透鏡之前，或對於一更小組件，放置於最靠近孔徑光闌之投射透鏡內。

螢幕門效應

由於"直視"LCD顯示器之孔徑比與微顯示器器件之孔徑

比相比相對較大，所以像素周圍之邊界會負面影響影像品質。與直視情況不同，在大螢幕上(尤其在放大顯示器之情況下)，此等邊界可能相當明顯。通常將此效應稱為螢幕門人工產物且其不為高品質數位電影投射要求所接受。在個別運動框曝光期間可藉由使個別像素影像偏移孔徑邊界之距離之大約 $\frac{1}{2}$ 來軟化此等獨特像素邊緣及其周圍之邊界。以此方式，使像素之光能擴展於孔徑區域內且觀看眼睛時間平均化此效應以使像素看上去填充該區域。可調整時序或驅動信號以控制曝光輪廓；例如，可使用正弦曲線或階梯函數。此稱為顫化之技術有時會用於列印中以便提供邊緣軟化或增加解析度，如Ramanujan之共同讓渡美國專利第6,930,797號中所顯示。可採用許多方法來執行顫化，該等方法包括移動顯示面板、移動投射透鏡、或旋轉成像路徑中之傾斜平光學板或光學楔。在一具體實施例中，使緊接在投射透鏡前面所置放之線格柵偏振器沿兩個正交方向重複翻轉以提供運動而使像素之頂部與側孔徑平滑。在圖27部分顯示的一具體實施例中，使用無摩擦彎曲樞軸軸承139將一顫化板138安裝至雙軸萬向吊架。用於樞轉之顫化運動可使用馬達、壓電推動器、螺線管、或某一其他受控驅動器上之凸輪加以執行。在一具體實施例中，系統中此點處所需要之顫化運動係小於5度。

用以減小螢幕門人工產物之元件實體驅動之替代方案係使用一偏振模糊過濾器，如數位相機中常用之偏振模糊過濾器。散焦可能為用於補償螢幕門人工產物之最簡單方

法，不過，此會造成一像素之能量與其相鄰像素之能量有一定程度重疊。採用散焦，邊緣銳度會有一定程度地損失，導致調變傳遞函數有一定程度減小。另一方法係針對孔徑之特定頻率製造一截止頻率濾波器並將此設計於系統內。

空間光調變器之安裝配置

在一具體實施例(未顯示)中，將空間光調變器 60r、60g、60b 一起安裝於一預對齊裝配件(其係以鄰接方式標稱固持於一共用平面中)內。例如，使用一 100 至 250 μm 間之典型"直視"像素尺度，不難採用機械方式使三個空間光調變器 60r、60g、60b 與其餘投射光學元件以此一方式(其使得可在用以提供正確聚焦與會聚影像之場中執行投射透鏡調整)預對齊。對於數位電影應用，此模組方法較佳，因為整個包含空間光調變器 60r、60g、60b 之裝配件可作為一現場可更換單元加以移除與更換。例如，若面板受到損傷或技術上已廢棄，則可採用完好無損或更高性能之組件來更換該裝配件。對於以微顯示器為基礎之投射系統，此並非差不多如此簡單。

此外，可採用位於調變器之成像及/或照明側上與空間光調變器本身間隔開之視窗 142、143 來保護此空間光調變器裝配件。此等視窗可用以使操作期間可能累積之灰塵散開。此等相同視窗可為一偏振及/或補償裝配件之部分，其中膜變為視窗，或黏附於視窗基板本身。在任一情況下，皆需要 AR 塗層(147、148)以減小背反射及光損失。此

外，亦需要具有一耐用表面，其在操作期間可加以清洗。圖25所示通風口144可併入子面板與LC面板之間，其中可使用過濾空氣來充分冷卻面板與偏振器組件。

同樣地，面板間之公差係明顯大於微顯示器系統。例如，與微顯示器器件內之 $\frac{1}{2}$ 像素之對齊係大約為5微米，而在大面板中，此係大約50至100 μm 。因此，可更換系統中之單一面板且具有相對於調變器安裝系統內之基準結構之工廠參考對齊，或僅僅使該單一面板與場中其他兩個面板重新對齊。此對於藍通道尤其重要，因為LCD材料及聚醯亞胺對齊層對更高藍與UV光之能譜最敏感。因此，預期藍空間光調變器可具有一更短各面板相對於機器及/或各面板彼此之參考安裝。範例可包括一間隔子面板(其最少包含一在LCD之前之偏振器)及一在LCD之後之間隔子面板(其最少包含一兩側上均具有AR塗層之偏振器)。

LC調變器面板

如先前針對圖14所示，可使LC調變器面板60之尺度最佳化以適合於投射裝置50之性能需要。與先前使用之微型化LCOS LCD解決方案相反，LC調變器面板60可為一大於典型膝上型顯示器之更大器件，對角線為大約5至20英吋或更大。儘管先前之LC面板慢得令人失望，但目前工作已提供100%及更好的速度改良，且增加速度看似係可行的。已彙報4 msec或更短之改良回應時間。對於數位電影之嚴格要求，重要的係嘗試及平衡橫跨所使用每一面板之全部編碼值之此等回應時間。此將有助於減小運動人工產

物。影像過渡期間亦可採用使用快門之遮擋或覆蓋來有效阻斷光。

理想地，可將調變器面板60之尺寸調整為剛好大得足以使用全燈系統集光率，同時小得足以提供最快回應時間，使用標準TFT LC面板方法來製造最佳尺寸之像素結構及電子元件。此外，尺寸尺度影響投射透鏡之尺度，因此與投射透鏡設計相關的製造及技術因素均為重大考量因素。一關鍵考量係以可實現且商業上可用之像素尺寸實現數位電影系統所需要之解析度，以便利用用於電視及監視器之大面板製造基礎架構。

傳統TFT LC面板器件之孔徑比係在60至70%之範圍內，明顯小於LC微顯示器器件之大約90%之孔徑比。某些損失孔徑百分比係由於驅動電晶體及互連組件。不過，減小孔徑比之一部分係由於作為LC器件之濾色器陣列132(圖7A)之部分所製造之黑矩陣。不過，因為本發明結合分色通道使用具體實施例，所以不需要LC器件之濾色器陣列並將其移除。亦可將黑矩陣之至少該使一色彩與另一色彩分離之部分移除，以便(例如)再生紅與綠色部分間之損失孔徑區域，形成額外作用區域(圖7B)。對於某些LC面板設計，此可導致一8至12%或更多之孔徑比改良。雖然大多數單色LC面板(例如，針對直視醫學應用所製造之高解析度TFT LC面板)保持此孔徑比，但此應用會從不再保留此等像素陰暗之訂製面板中獲益。不過，重要的係維持電晶體結構上之最高光阻斷位準，因為光位準會相對較高(與傳統大

面板直視照明相比)。

此大 TFT LC 面板相對於微顯示器之減小孔徑比使得任何位置處之光損失均在 20 至 40% 之範圍內。藉由在逐個像素基礎上使用微透鏡，使光聚焦於 LCD 結構之未孔徑化區域中，可獲得更高效率。此微透鏡陣列可與面板分離，不過較佳在形成電晶體或孔徑阻斷陣列之相同程序下將其製造於 LCD 玻璃上，使得像素與透鏡間之對齊為製程之部分。同樣地，可在面板之成像側上使用微透鏡陣列以填充由於面板中之光阻斷孔徑而產生之光間隙。

投射光學元件

對於圖 2 至 4 之具體實施例，圖 8 所示投射透鏡 70 具有直徑相當大之組件透鏡。為了以合適方式獲取已調變彩色光束中的全部光，第一透鏡元件(圖 9 之配置中的最左元件)之透鏡直徑可與空間光調變器 60r、60g、60b 之對角線近似相同。雖然此對於傳統玻璃光學元件而言可能難以實現，不過應注意，儘管透鏡組件與調變器之尺寸增加，但元件之光學功率及所需光學表面品質會減小。因此，可更容易製造(甚至可藉由模製)薄的傳統玻璃或塑膠光學元件。對於此應用，可考量使用菲涅耳光學元件、繞射式光學元件、梯度索引及反射式光學元件。

圖 10 與 11 之具體實施例顯示一使用反射式組件之範例性具體實施例。此等具體實施例使用反射式光學元件使使用二向色表面 68、72 自空間光調變器 60g 及空間光調變器 60r 與 60b(圖 10 與 11 未顯示)所獲得之多色彩已調變彩色光束折

疊並聚集以將此光重新組合至一單一輸出軸上。如先前所述，反射式表面較佳，因為其不展現橫向或軸向色差。不過，其確實展現其他誤差，例如圖12所示不對稱失真。圖11所示第一彎曲反射式表面78朝一第二彎曲反射式表面80重定向多色彩已調變彩色光束。使用此組態，第二彎曲反射式表面80可位於投射透鏡70之焦平面處或可用以使光學路徑折疊。在所示具體實施例中，第一彎曲反射式表面78係凹面，第二彎曲反射式表面80係凸面。第一與第二反射式表面78、80中的任一個或兩者可均為非球面。第一反射式表面78可為環面以有助於減小沿主軸之失真。圖12顯示垂直與水平視場上之失真(將實際影像14a與更理想近軸影像14p作比較)。可使用各種類型塗層(包括二向色塗層)來提供反射式表面。

圖10與11所示配置之另一優點係關於偏振。在進一步偏振有幫助之情況下，當使用獨立投射透鏡時，此配置允許添加一單一偏振元件(例如線格柵偏振器)而非每一色彩通道中均需要一偏振元件。

除在光學路徑中添加組件之外，在某些具體實施例中，改變色彩輪廓也可能較佳。例如，雖然圖2、3及13顯示使用傳統紅、綠及藍成分色彩集之投射裝置50，但亦可採用其他配置(包括使用額外色彩)，以提供增強色域，對應的變化係用於將此等色彩併入光學路徑中。或者，可使用不同成分色彩來形成投射彩色影像。

與圖1A之傳統投射裝置10相比較可明白，圖2及隨後圖

式之投射裝置50之配置提供一具有高很多之亮度位準之系統。在圖1A之傳統配置之空間光調變器30r、30g及30b為微型化LC器件之情況下，此等器件之格拉朗日不變數及能量載送能力將可用亮度數量限制為大約5,000至不超過25,000流明之範圍。相反地，圖2及隨後圖式之具體實施例具有擴大光度範圍，可使照射遠遠超過30,000流明達到70,000流明或更大。

多個投射透鏡具體實施例

參考圖17，其顯示一針對各色彩通道使用獨立投射光學元件之投射裝置50具體實施例。分別針對紅、綠及藍色通道提供投射透鏡70r、70g及70b。在每一色彩通道中亦存在一額外透鏡84，用於使用於每一投射透鏡70r、70g及70b之光聚集。圖18之透視圖顯示一具體實施例中之一光學組件配置。此具體實施例較佳，因為所需透鏡元件並不非常大且其製造相當簡單，提供一優於微顯示器系統中之投射透鏡的成本優點。雖然可製造多個投射透鏡之替代性組態(例如水平與圓形)，但垂直定向具有能夠使用一單一變像透鏡以改變投射縱橫比之優點。對於特定圖像，數位電影應用有時具有在1.85至2.39之範圍內之格式差異。因此，圖像格式與調變器之格式可能並不匹配。通常使用不可變螢幕來獲得不同縱橫比，不過，使用此一方法時可能會遺失重要像素。光學上可藉由使用一變像透鏡對此加以校正，藉此使影像之一軸之放大程度大於其個別正交軸之放大程度。該較佳具體實施例中多個投射透鏡之垂直配置

提供附著一單一變像透鏡(柱面透鏡)以拉伸或縮小影像之寬比例之實施方案。

由於空間光調變器30可較大，若調變器之光學軸筆直引導至投射機之外時，多個投射透鏡會自然地空間分離很大距離。此等空間分離投射透鏡不佳，因為其會在影像中引起視差誤差，而且需要附著多個變像透鏡或附著一極大單一變像透鏡。同樣地，用以維持及將所有三個透鏡之聚焦調整在一起之機制也會增加。在該較佳具體實施例中，使用圖26所示潛望鏡配置152來使透鏡間距離最小化。藉由提供一旋轉鏡對齊以控制面板彼此橫向影像對齊(無需旋轉實際面板影像)可使此鏡配置更佳。

由於偏振還原，投射透鏡必須沿水平方向獲取一為垂直方向所需光錐兩倍大的光錐。製造可獲取全部光之投射透鏡之最簡單方法係製造具有旋轉對稱性之投射透鏡，使得透鏡之 $f/\#$ 足以獲取沿全部方向來自照明系統之最快光錐。照明光束僅沿垂直方向側填滿透鏡。

對於考量沿兩個正交方向具有不同 $f/\#$ 之投射透鏡，沒有明顯原因。此可藉由將一橢圓形孔徑光闌放置於投射透鏡中來實現。如此做的一優點係，垂直方向上之更小孔徑將有助於消除雜散光，因而可能會改善系統對比度。垂直方向上之較慢 $f/\#$ 的另一優點係，投射透鏡之通光孔徑該方向上變得更小且可片狀剝落投射透鏡之上部與下部片斷；因此，可彼此更靠近地安裝透鏡，從而減小由三個分離投射透鏡引起之視差效應。

立體投射

非常關注獲得立體或所謂"3-D"投射用於以電影為基礎之投射，尤其隨著影院中數位投射機的出現。最高品質立體系統針對左與右眼使用不同偏振狀態，觀看者使用恰當設計之眼鏡以依據光之偏振來透射及阻斷光。通常，針對兩個不同視域使用左與右旋圓偏振狀態。LC轉換器件(其使自投射機出射之光之偏振狀態旋轉)藉由處理此等兩個偏振狀態能夠更好地處理具有色彩人工產物之全頻譜。在此應用中，大面板LC投射較佳，因為自成像系統出射之光已在一特定狀態下藉由LC調變之性質而加以偏振。因此，可結合投射透鏡或在投射透鏡之內併入一轉換器件以在時間順序基礎上針對每一眼睛將輸出偏振狀態轉換為正確狀態。此系統在亮度上係優於以DMD為基礎之系統，DMD為基礎之系統必須在執行此轉換之前偏振光。目前，已顯示大螢幕數位3-D投射僅為5英尺 朗伯，其實質上低於針對傳統數位電影投射加以標準化之14英尺 朗伯。很明顯，目前系統不滿足此高集光率系統可提供之最好成像性能。

參考圖16，偏振轉換器件82(例如，Colorlink(Boulder, Co)提供之ALPStm器件)可放置於成像器之輸出側上"淨化"分析器後面。在單一透鏡系統之情況下，需要針對所有色帶對偏振轉換器件82進行消色差。在圖17三個投射透鏡之方法中，可使用三個獨立偏振轉換器件(針對左與右眼旋轉偏振狀態)。此替代性配置簡化偏振轉換器件之結構，

因此其僅需要較小色帶上之消色差性能，可能能夠使用線性偏振。線性偏振具有成本優點，因為其需要無需延遲材料之偏振器，與通常使用的圓形偏振觀看玻璃不同。

另一立體具體實施例採用線性偏振光(其中用於左眼之光係再次相對於用於右眼之光加以正交偏振)，且針對左與右眼影像使用獨立LC面板，如圖24所示。一極光偏光器210將一偏振引導至一第一色彩調變區段90a且將正交偏振引導至一第二色彩調變區段90b(圖24中僅概略表示)；實務上，第二色彩調變區段90b具有與第一色彩調變區段90a所使用之組件配置相同的組件配置。採用此配置，可同時將兩個獨立偏振狀態投射至眼睛，眼睛間察覺不到閃爍(黑暗狀態交替用於每一眼睛時會發生閃爍)。此外，藉由針對每一眼睛使用獨立LC面板可減少運動人工產物，因為不需要像單一面板實施方案那樣以兩倍快的速度驅動面板。因此，在投射通道之一(左或右眼)上使用半波板來旋轉偏振，以便兩條光學路徑(最多至調變LC面板)相同，將相同較佳偏振狀態用於光學元件及LC器件內。例如，與使用偏振還原方案將照明偏振旋轉為一單一狀態不同，每一正交偏振狀態均可用以將照明輸送至一組大TFT面板，單一眼睛觀看一組面板。在面板之前使用半波板，以便進入面板內之偏振狀態相同。在成像側上，需要另一半波板以旋轉用於一面板之偏振狀態，以便每一眼睛均看到正交偏振狀態之光。

使用偏振提供左與右眼間之不同資訊的一替代方法係採

用偏移頻譜點。在此情況下，用於每一眼睛之照明源可使頻譜以順序方式偏移，藉此觀看者可佩戴一僅允許較佳頻譜進入個別眼睛之器件。另一選項係針對每一眼睛提供一組獨立LC面板，藉此將照明引導至一組恰當面板。在任一情況下，重要的係正確平衡每一眼睛之色彩以便白點實質上相匹配。

藉由其使用更亮光源及使用大面積影像產生器之能力，圖2及隨後圖式之使用TFT LC調變器面板60r、60g、60b之投射裝置50可提供一約40至50%之總效率。此與圖1A所示先前LCOS LCD設計(其中，如先前所述，均具有低得多的效率)之典型效率大不相同。此外，本發明之投射裝置50以更高集光率運作時可提供比傳統投射機設計之亮度高的亮度，與增加集光率導致更複雜且更高成本光學設計之一般原理大不相同。

已特別參考本發明之某些較佳具體實施例詳細說明本發明，不過應明白，熟習此項技術者可如上所述及如隨附申請專利範圍所述在本發明之範疇內進行變化與修改而不背離本發明之範疇。例如，可使用新近引入TFT組件之替代類型，包括基於共軛聚合物、低聚物或其他分子之有機薄膜電晶體(OTFT)，及使用充分分散單壁碳奈米管單層之薄膜電晶體。空間光調變器可針對光調變使用液晶技術或可使用最近開發磁性光子晶體(MPC)器件(其使用Faraday效應調變光)。因此，提供一種使用TFT LC面板來形成投射影像之電子投射裝置之裝置及方法。

【圖式簡單說明】

雖然該說明書以特別指出且以獨特方式要求本發明之標的的申請專利範圍結束，但應瞭解，結合附圖閱讀以上說明可更好地理解本發明，其中：

圖1A係方塊圖，其顯示一使用LCOS LCD器件之傳統投射裝置；

圖1B係一方塊圖，其顯示一先前投射裝置；

圖2係一方塊圖，其顯示依據本發明之一具體實施例的一使用大型TFT LC顯示器之投射裝置；

圖3係一方塊圖，其顯示依據本發明的圖2之投射裝置之額外特徵；

圖4係一透視圖，其顯示穿過本發明之投射裝置之光束路徑；

圖5係一用於本發明之裝置之照明源的方塊圖；

圖6係一平面圖，其顯示本發明之遠心透鏡之橫向色差效應；

圖7A係一傳統大面板LC器件之斷面；

圖7B係依據本發明之一簡化大面板LC器件之斷面；

圖8係一側視圖，其顯示一供本發明之裝置內使用的投射透鏡；

圖9係本發明之一具體實施例中之投射透鏡組件之側視圖；

圖10係一透視圖，其顯示依據本發明之一具體實施例已調變光路徑中之一使用一對反射式表面之替代性組件配

置；

圖 11 係從與圖 10 不同之角度獲得之更近透視圖，其顯示依據本發明之一具體實施例已調變光路徑中之一替代性反射式表面配置；

圖 12 係一平面圖，其顯示使用反射式表面時視場之失真；

圖 13 係一方塊圖，其顯示一調變器已旋轉的替代性配置；

圖 14 係一曲線圖，其比較不同 $f/\#$ 值處之投射機輸出效率；

圖 15 係一曲線圖，其顯示與 LC 面板尺寸相關的橫向色差效應；

圖 16 係一方塊圖，其顯示一分析器之可選位置；

圖 17 係本發明之一在各色彩路徑中均使用一投射透鏡之具體實施例的方塊圖；

圖 18 係本發明之一依據圖 17 三投射透鏡模型之具體實施例中之組件的透視圖；

圖 19A、19B、19C 及 19D 係曲線圖，其比較可使用之兩個不同燈類型之強度及其他特徵；

圖 20A 與 20B 顯示本發明之使用具偏振還原之氙泡燈之具體實施例的點重疊與能量密度輪廓特徵；

圖 21A、21B 及 21C 係在本發明之一範例性具體實施例中使用泡泡燈照明之若干具體實施例的正面圖、側視圖及成影像視圖；

圖 22A 與 22B 分別顯示一具有偏振還原組件之 LED 陣列之側視圖與正面圖；

圖 23 係一示意圖，其顯示一使用 LED 陣列作為光源之替代性具體實施例；

圖 24 顯示一藉以將兩條線性偏振光路徑分離成用於每一眼睛之投射之路徑的立體具體實施例；

圖 25 係一方塊圖，其顯示本發明之一範例性具體實施例中之一組件相對於空間光調變器之配置；

圖 26 顯示一具有不同光學路徑長度之具體實施例的透視圖；及

圖 27 顯示本發明之一使用顫化機制之具體實施例的透視圖。

【主要元件符號說明】

10	投射裝置
12	均勻化光學元件
14a、14p、14r、14g、14b	影像
20	光源
20r、20g、20b	光源(紅)；光源(綠)；光源(藍)
22	均勻化元件
22r、22g、22b	均勻化元件(紅)；均勻化元件(綠)；均勻化元件(藍)
24r、24g、24b	極光偏光器(紅)；極光偏光器(綠)；極光偏光器(藍)
26	二向色組合器

28

30r、30g、30b

32

34

36

38

40

42

44

48r、48g、48b

50

52

54、56

58

60r、60g、60b

62

64、66

68

70、70r、70g、70b

72

76

78、80

82

照明源

空間光調變器(紅)；空間光調
變器(綠)；空間光調變器(藍)

投射透鏡

偏振器

極光偏光器

照明光束

顯示表面

半波板

塗層

偏振器

投射裝置

冷鏡

二向色表面

反射式表面

空間光調變器

遠心透鏡

鏡

二向色表面

投射透鏡

二向色表面

分色器

反射式表面

偏振轉換器件

84	菲涅耳場透鏡
90、90a、90b	色彩調變區段
92	色彩組合器
94	半波板
96	偏振器
98	鏡
102	鏡
118	LC調變器面板
120	LC材料
122	薄膜電晶體
124	ITO層
126	玻璃
128	偏振器
130	補償膜
132	濾色器陣列
134、136	抗反射塗層
137	傾斜偏振器
138	顫化板
139	無摩擦彎曲樞軸軸承
140	媒體電子元件
141	電源供應
142、143	視窗
146	可選擴散層
147、148	抗反射塗層

150	灰塵密封件
152	望遠鏡配置
180	泡泡燈
182	弧光間隙
184	反射器
186	焦點
188	影像
190、190r、190g、190b	LED陣列
192	極光偏光器陣列
194	波板
196	散熱器
198	晶片基板
200	發光二極體
202	極光偏光器
204	照明中繼器
206	點
208	強度曲線
210	極光偏光器
250r、250g、250b	色彩通道
O、O _r 、O _g 、O _b	光學軸

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種數位電影投射裝置，其具有一具有一第一集光率值用於提供偏振多色光之照明源。一第一透鏡元件配置於該偏振多色光之路徑中，用於形成一實質上遠心偏振多色光束。一分色器將該遠心偏振多色光束分離成至少兩條遠心彩色光束。至少兩個透射式空間光調變器調變該兩條遠心彩色光束。每一空間光調變器各有一相關的集光率值。該集光率值係在與該照明源相對應之該第一集光率值之15%範圍內或大於該第一集光率值。一色彩組合器沿一共用光學軸組合該等已調變彩色光束，藉此形成一多色彩已調變光束；而一投射透鏡朝一顯示表面引導該多色彩已調變光束。

六、英文發明摘要：

A digital cinema projection apparatus having an illumination source with a first etendue value for providing polarized polychromatic light. A first lens element lies in the path of the polarized polychromatic light for forming a substantially telecentric polarized polychromatic light beam. A color separator separates the telecentric polarized polychromatic light beam into at least two telecentric color light beams. At least two transmissive spatial light modulators modulate the two telecentric color light beams. There is an etendue value associated with each spatial light modulator. The etendue value is within 15% or greater than the first etendue value corresponding to the illumination source. A color combiner combines the modulated color beams along a common optical axis, forming a multicolor modulated beam thereby; and a projection lens directs the multicolor modulated beam toward a display surface.

十、申請專利範圍：

1. 一種數位電影投射裝置，其包含：

a) 至少一第一與第二照明源，各照明源具有一第一集光率值，用於提供偏振光，其中該第一照明源將一第一色彩之偏振光提供給一第一色彩通道，且其中該第二照明源將一第二色彩之偏振光提供給一第二色彩通道；

其中該等色彩通道各包含：

i) 一第一透鏡元件，其係位於該偏振光之路徑中，用於形成一實質上遠心偏振光束；

ii) 一透射式空間光調變器，其調變該實質上遠心偏振光束以形成一已調變彩色光束，

其中每一空間光調變器有一相關的集光率值，且其中該集光率值係在與該照明源相對應之該第一集光率值之15%範圍內或大於該第一集光率值；

iii) 一投射透鏡，其係用於朝一顯示表面引導該多色彩已調變光束。

2. 如請求項1之投射裝置，其進一步包含一用於引導該第一遠心彩色光束穿過該第一透射式液晶空間光調變器之第一聚光透鏡。

3. 如請求項1之裝置，其中該第一空間光調變器之一作用表面對角線係大於大約5英吋。

4. 如請求項1之裝置，其中該多色彩已調變光束超過5,000流明。

5. 如請求項1之裝置，其中該第一透鏡元件包含一菲涅耳

(Fresnel)透鏡。

6. 如請求項1之裝置，其進一步包含一位於至少一已調變彩色光束之路徑中的第二透鏡元件。
7. 如請求項1之裝置，其進一步包含一位於至少一已調變彩色光束之路徑中的第一補償器。
8. 如請求項7之裝置，其進一步包含一置放於該第一補償器與該投射透鏡間之第一偏振分析器。
9. 如請求項7之裝置，其進一步包含一位於至少一遠心彩色光束之路徑中的第二補償器。
10. 如請求項1之裝置，其進一步包含一位於至少一已調變彩色光束之路徑中的偏振旋轉器。
11. 如請求項1之裝置，其進一步包含一以光學方式耦合至該照明源之均勻化器件。
12. 如請求項1之裝置，其中該照明源包含一取自由下列各項所組成之群組之元件：一LED、一LED陣列、一雷射及一雷射陣列。
13. 如請求項11之裝置，其中該均勻化器件包含一小透鏡陣列。
14. 如請求項11之裝置，其中該均勻化器件包含一整合條形結構。
15. 如請求項1之裝置，其中該照明源進一步包含一用於該照明之一部分的偏振旋轉元件。
16. 如請求項1之裝置，其進一步包含一提供色彩再循環之反射式濾色器陣列。

17. 如請求項1之裝置，其中至少一空間調變器係一透射式薄膜電晶體液晶調變器。
18. 如請求項17之裝置，其中該等薄膜電晶體係有機薄膜電晶體。
19. 如請求項17之裝置，其中該等薄膜電晶體包含碳奈米管。
20. 如請求項1之裝置，其中該照明源進一步包含一線格柵偏振器。
21. 如請求項1之裝置，其中該照明源進一步包含一擴散反射式偏振器膜。
22. 如請求項1之裝置，其進一步包含一位於至少一已調變彩色光束之路徑中的偏振器。
23. 如請求項22之裝置，其中該偏振器係取自由下列各項所組成之群組：一吸收性偏振器與一反射式偏振器。
24. 如請求項1之裝置，其進一步包含一位於該遠心偏振光之路徑中的擴散反射式偏振器膜。
25. 如請求項1之裝置，其進一步包含一位於該第一遠心彩色光束之路徑中的色散光學組件。
26. 如請求項1之裝置，其中至少一透射式液晶空間光調變器之一作用表面對角線係大於大約10英吋。
27. 如請求項1之裝置，其中至少一透射式液晶空間光調變器係形成於一非晶體基板上。
28. 如請求項1之裝置，其中至少一透射式液晶空間光調變器包含一抗反射塗層。

29. 如請求項1之裝置，其中該照明源與該等至少兩個空間光調變器間之光學路徑長度係不同的。
30. 如請求項10之裝置，其中該偏振器包含一堆疊式偏振器。
31. 如請求項1之裝置，其中該投射透鏡包含一變像透鏡。
32. 如請求項1之裝置，其中至少一透射式液晶空間光調變器包含一灰塵障壁。
33. 如請求項1之裝置，其進一步包含一用於朝一凸形彎曲反射式表面重定向該多色彩已調變光束的凹形彎曲反射式表面。
34. 如請求項33之裝置，其中該凸形彎曲反射式表面係置放於該投射透鏡之焦平面附近。
35. 如請求項33之裝置，其中該凸形彎曲反射式表面係非球面。
36. 如請求項33之裝置，其中該凹形彎曲反射式表面係環面。
37. 如請求項1之裝置，其中至少一透射式空間光調變器係作為一單一現場可更換單元進行安裝。
38. 如請求項1之裝置，其中至少一透射式空間光調變器使用磁性光子晶體調變。
39. 如請求項1之裝置，其進一步包含至少一用以將該等投射透鏡更靠近地封裝在一起的潛望鏡裝配件。
40. 如請求項1之裝置，其中至少一透射式空間光調變器使用磁性光子晶體調變。

十一、圖式：

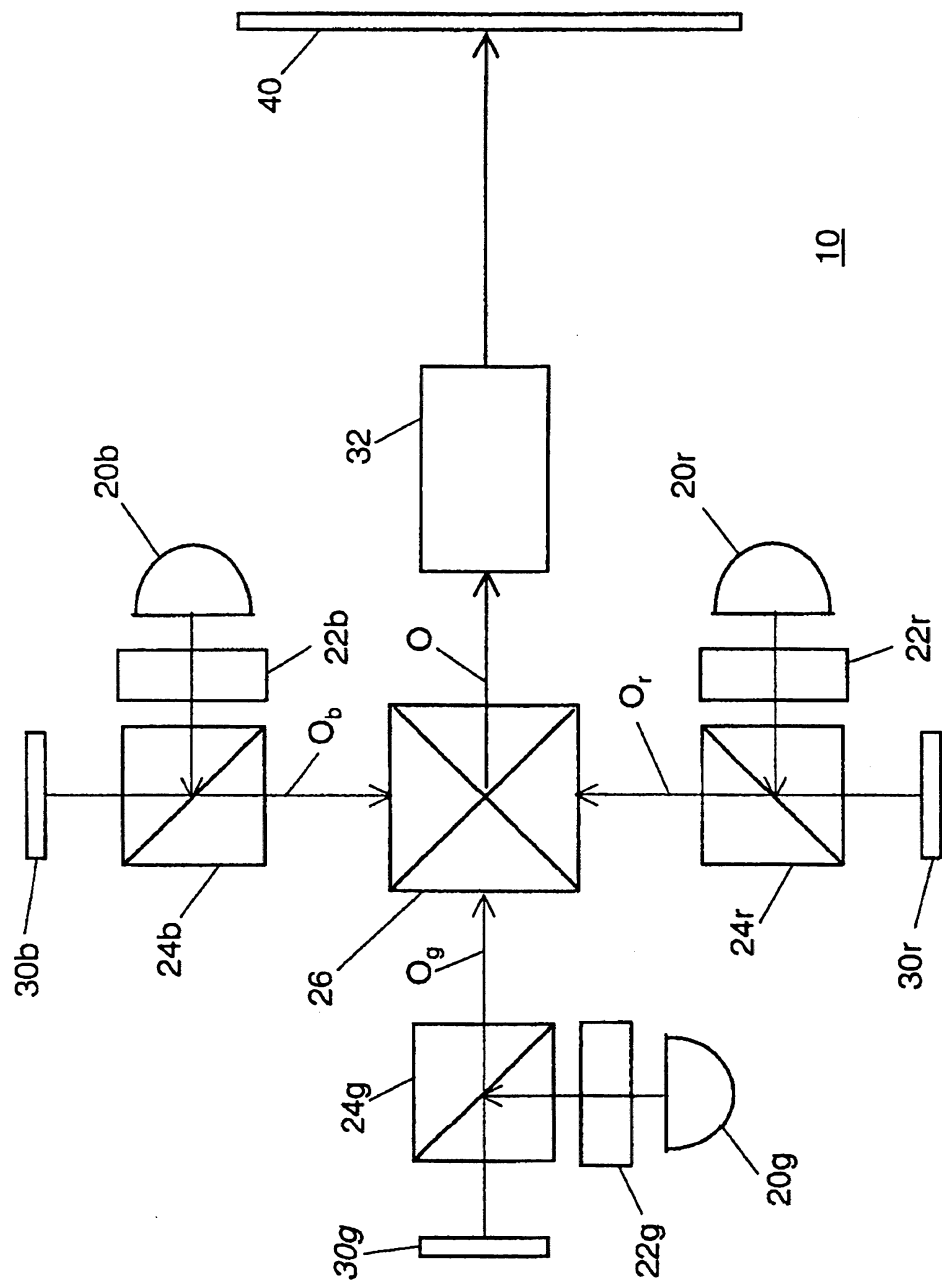


圖1A

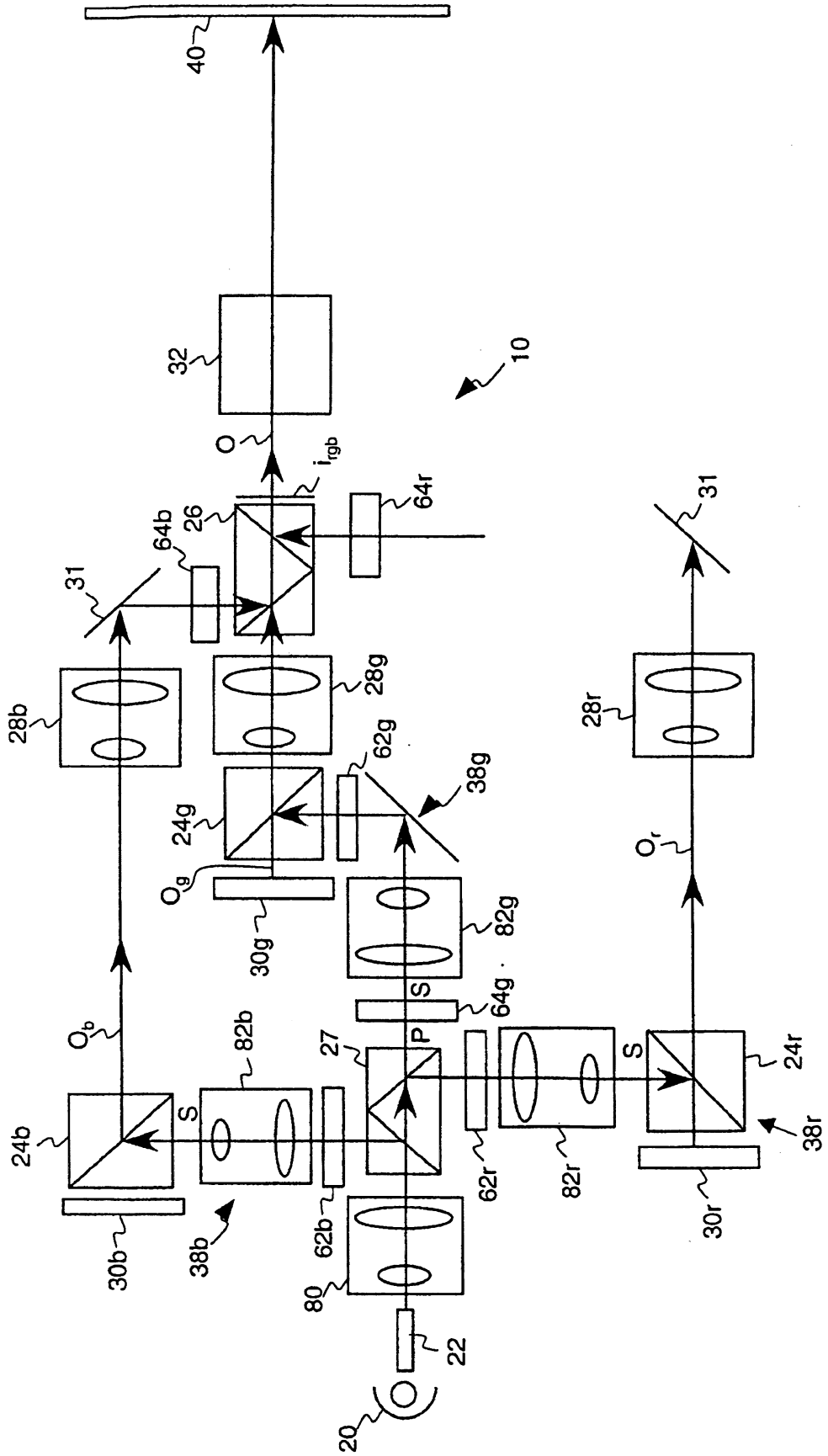


圖 1B

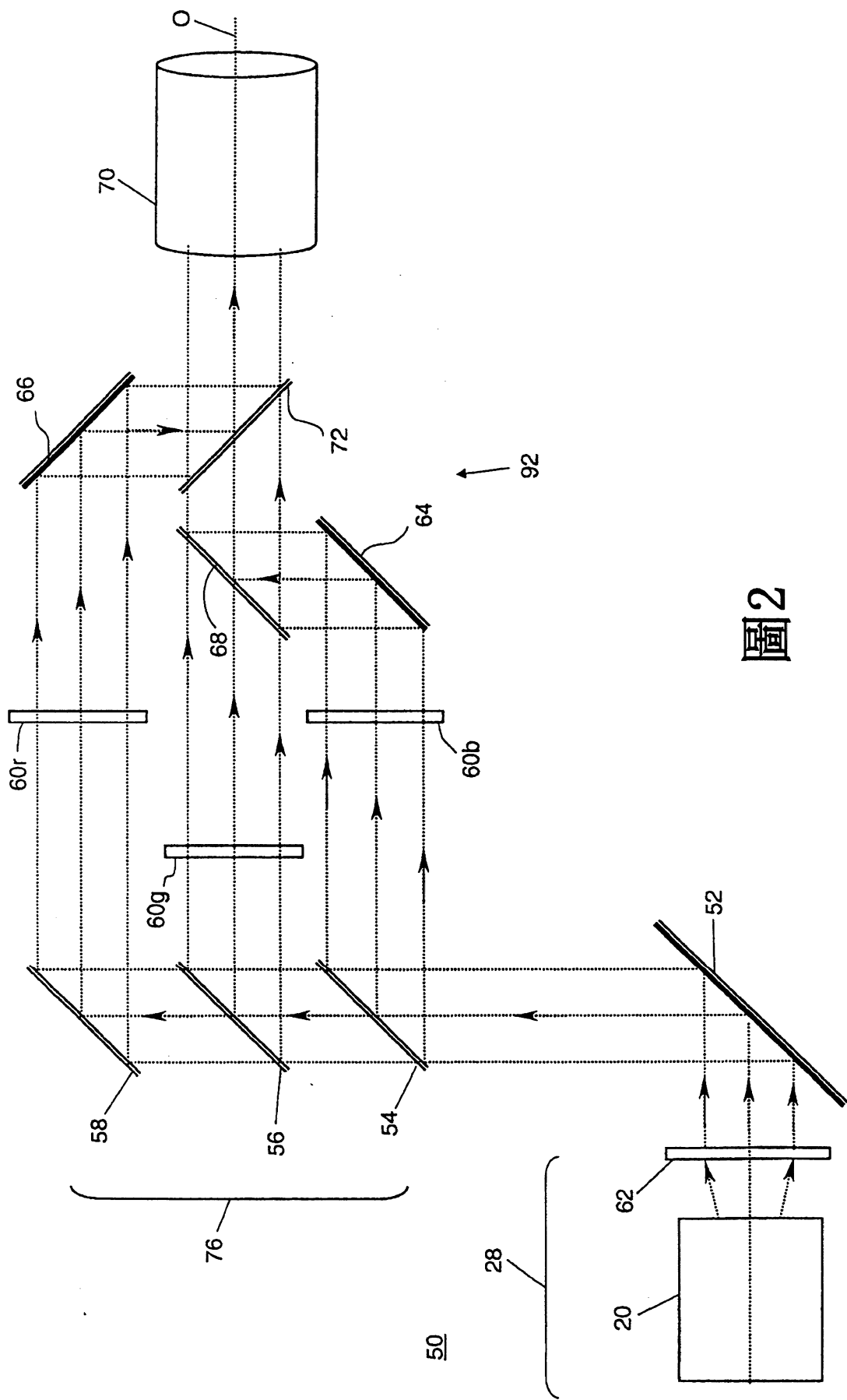


圖2

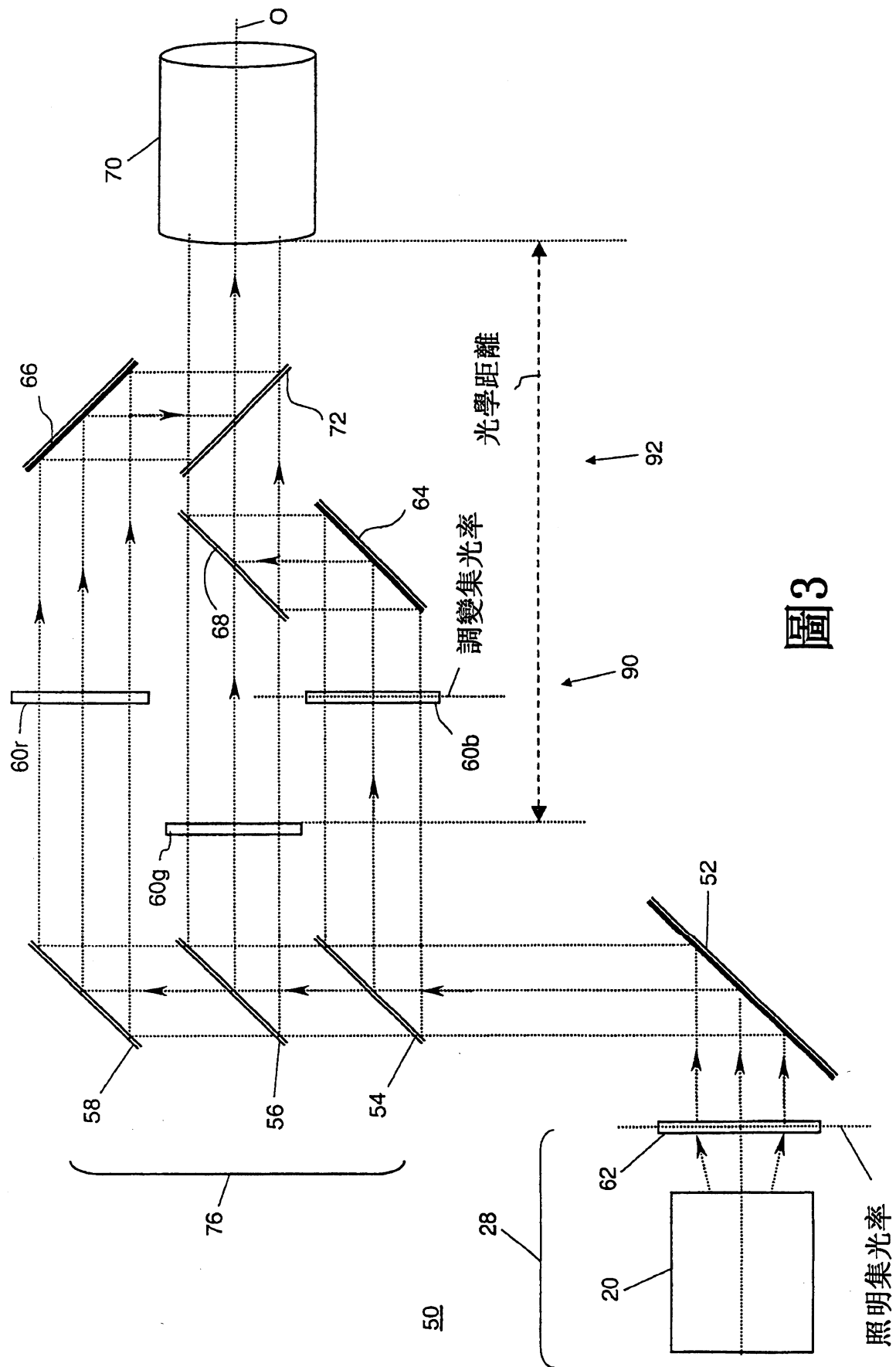


圖3

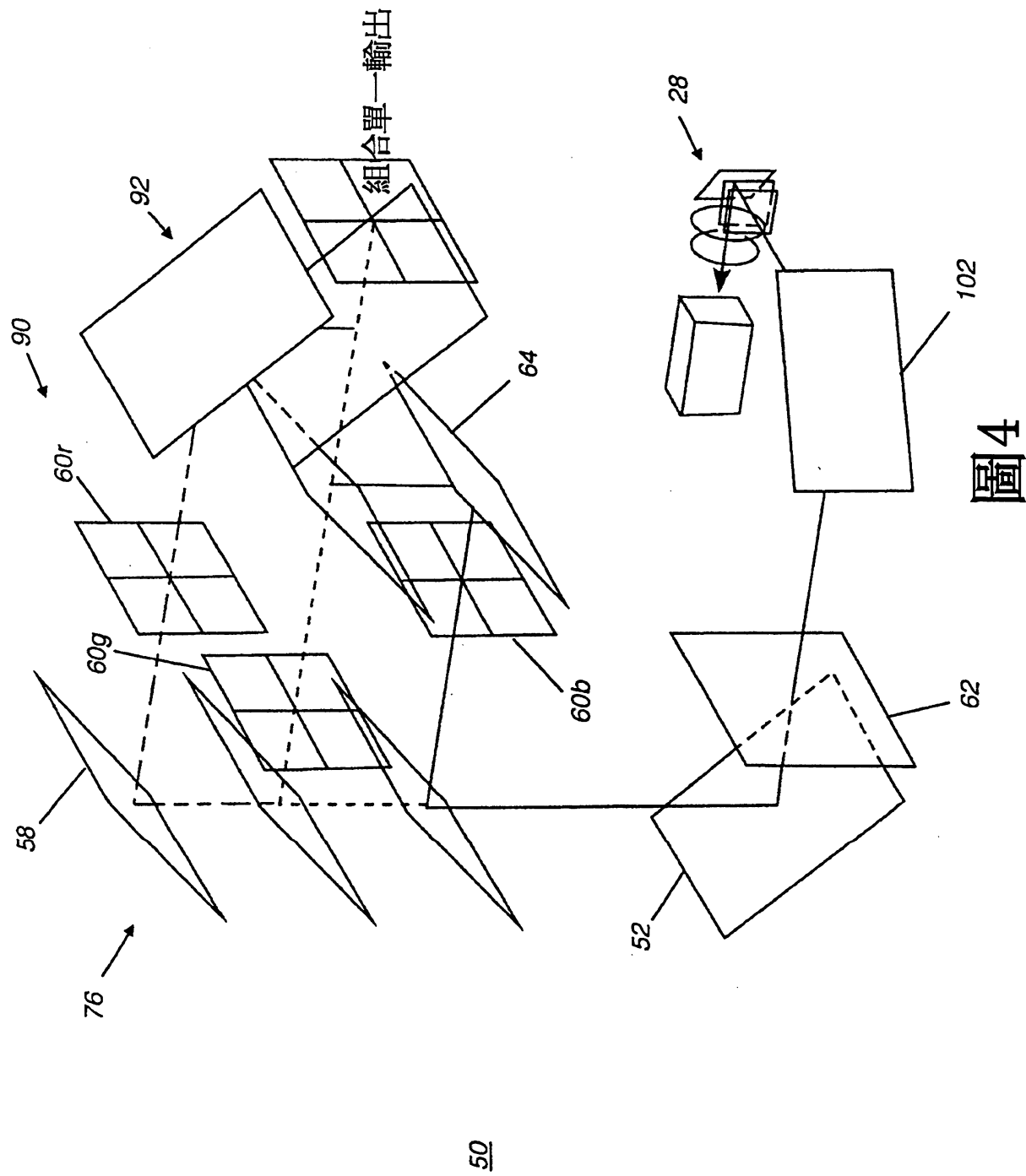


圖4

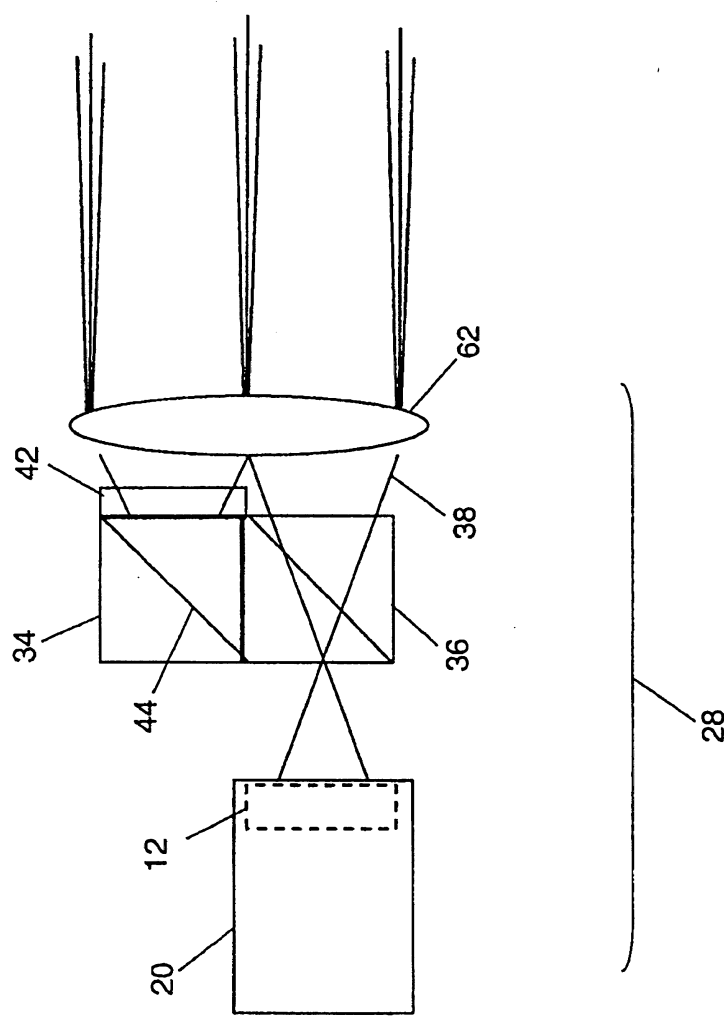


圖5

橫向色差

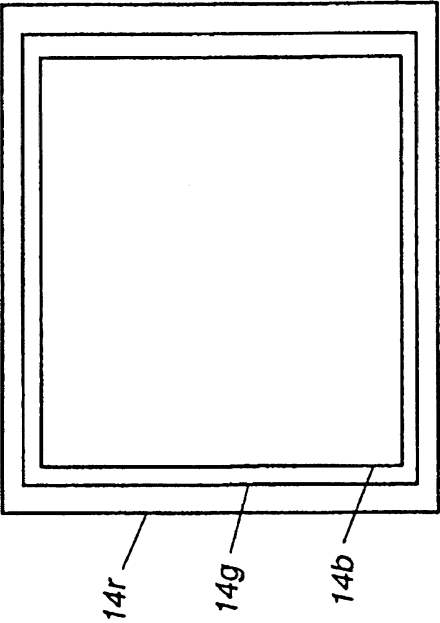


圖6

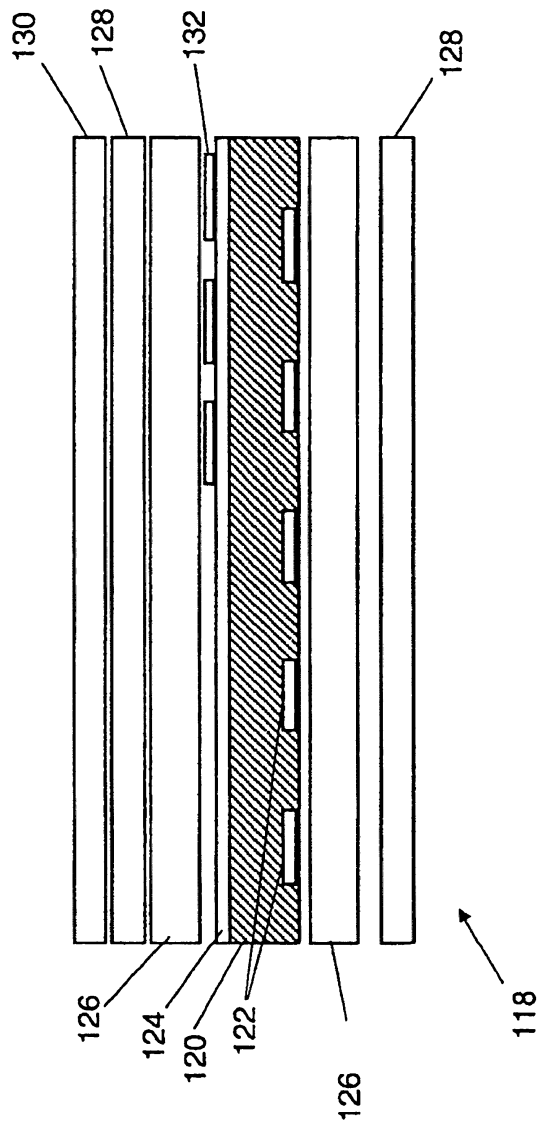


圖7A

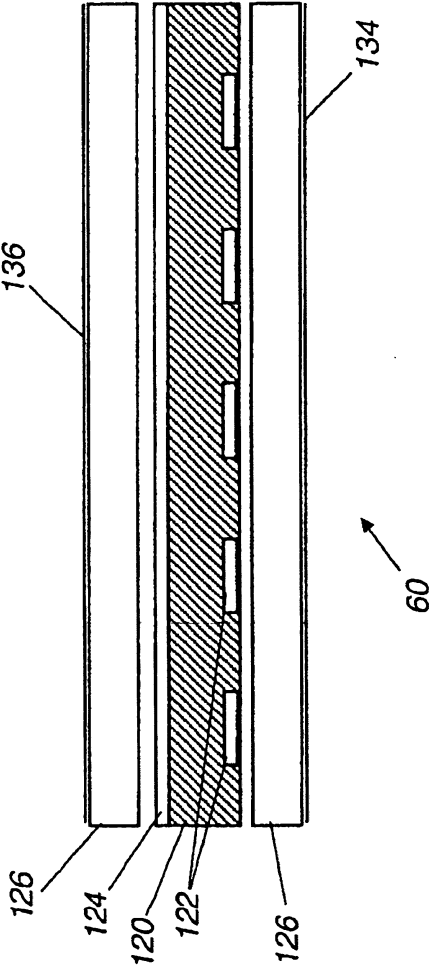


圖 7B

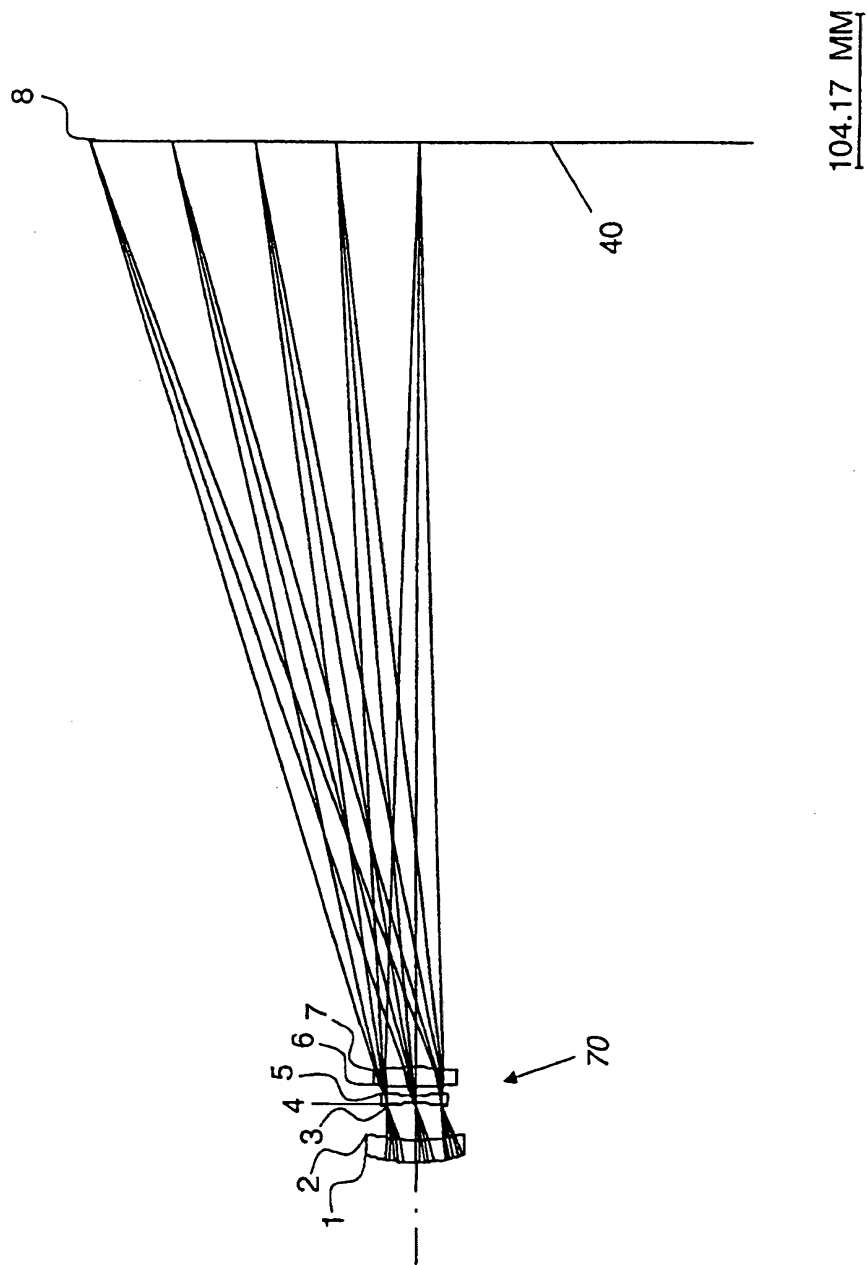


圖 8

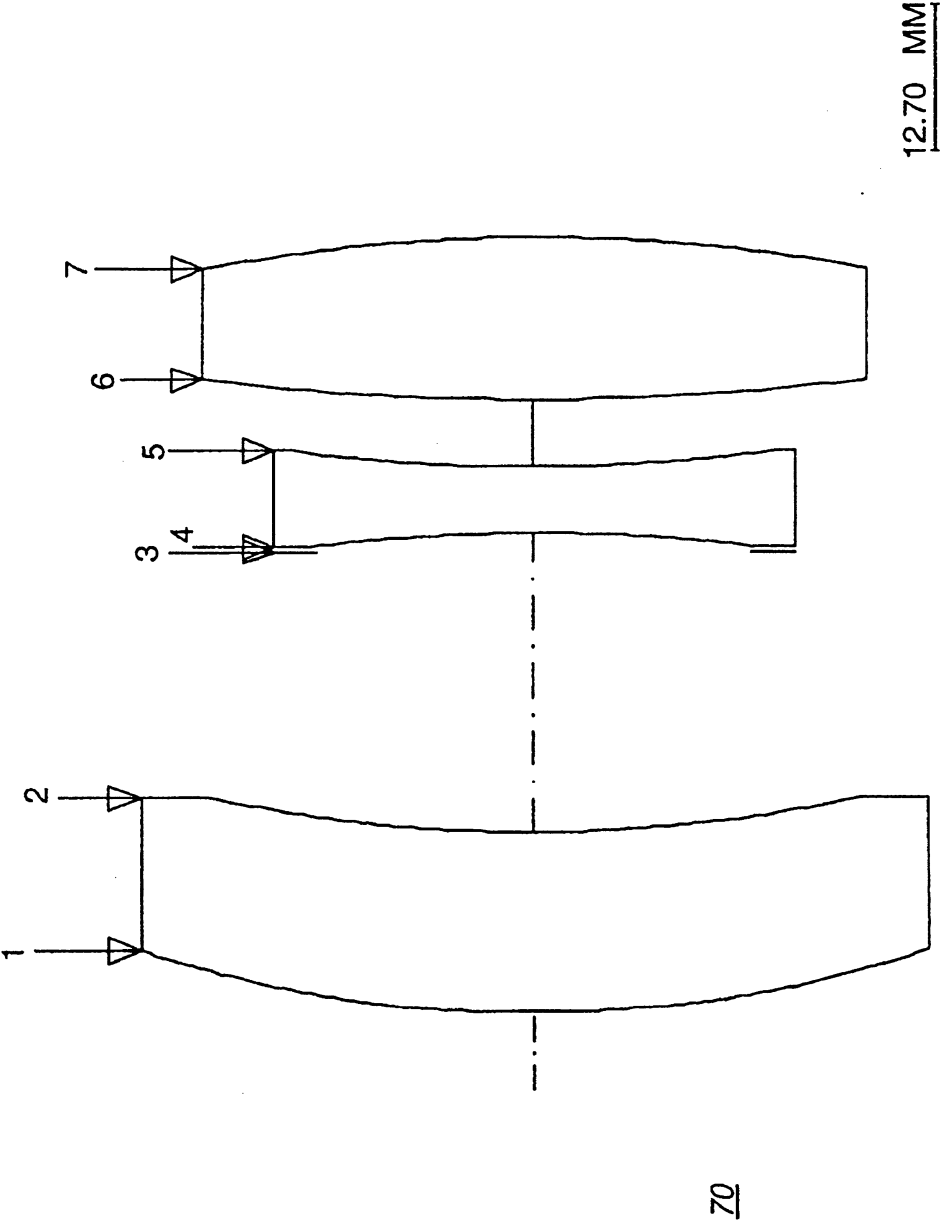


圖9

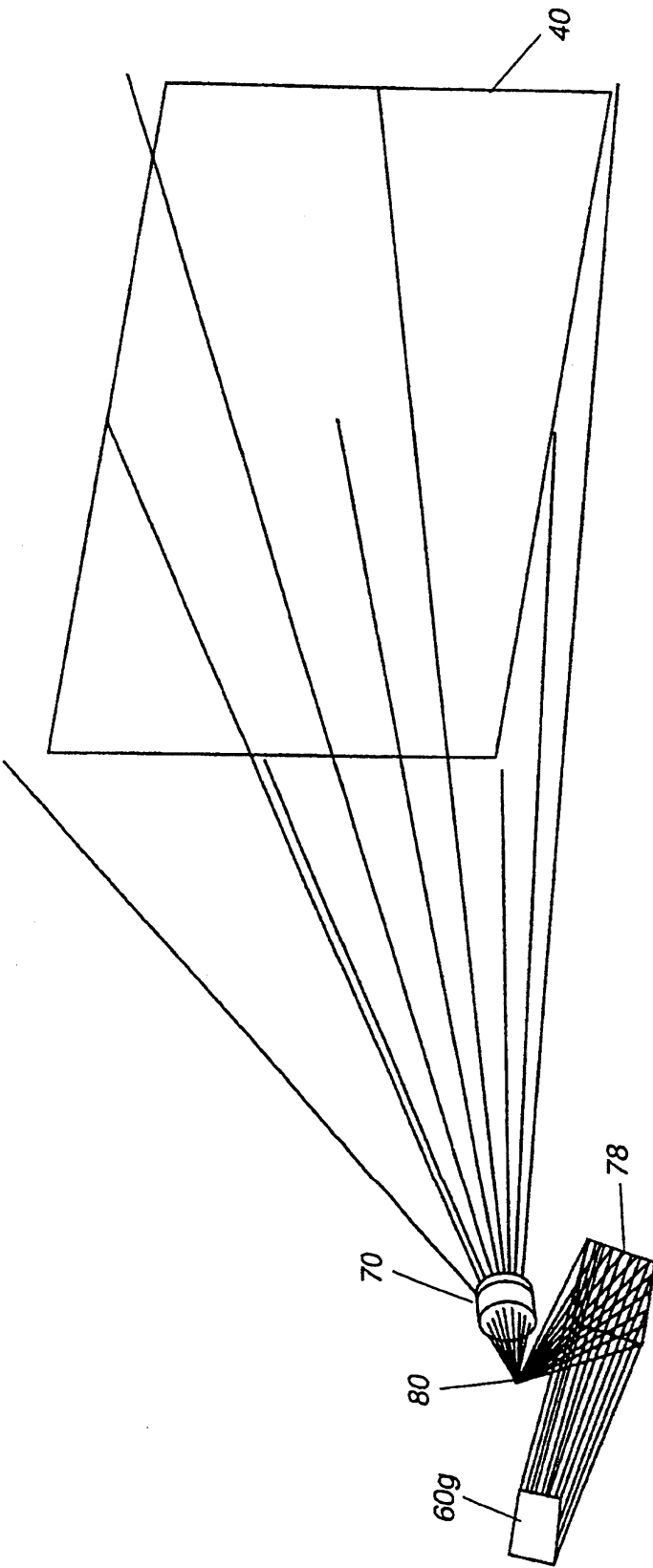


圖10

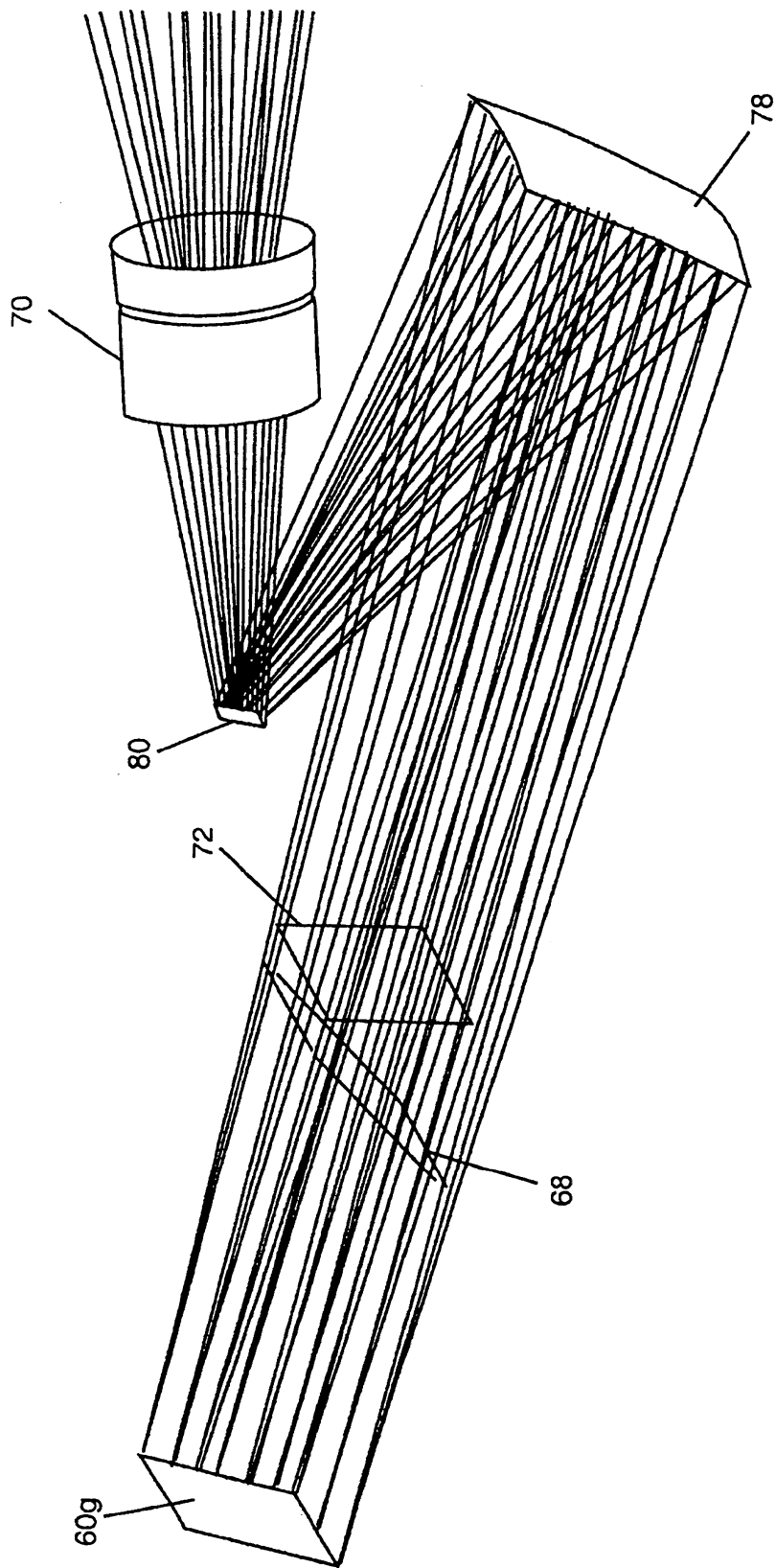


圖11

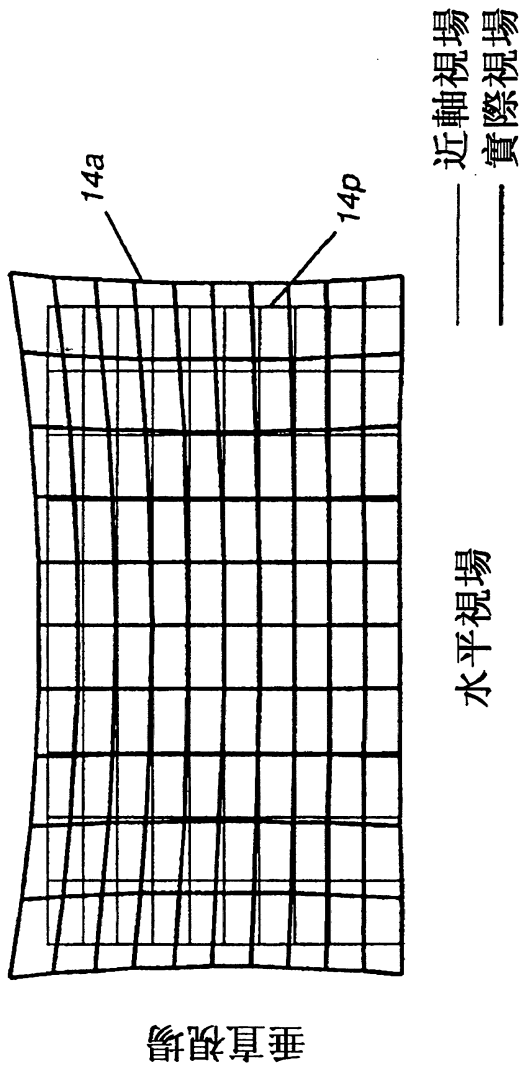


圖12

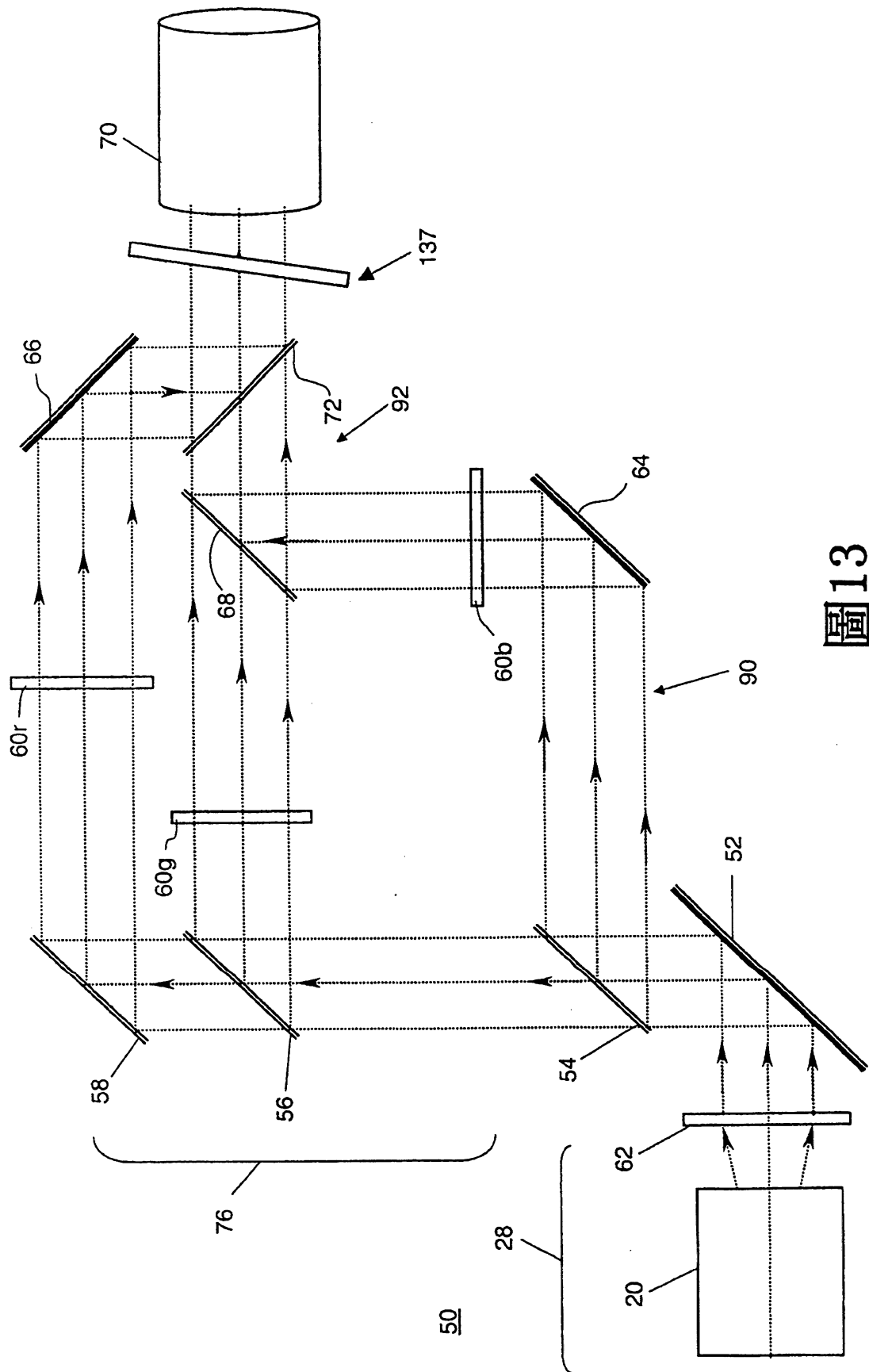


圖13

與SLM之面積及照明光學元件F/#成函數關係

之投射機輸出效率

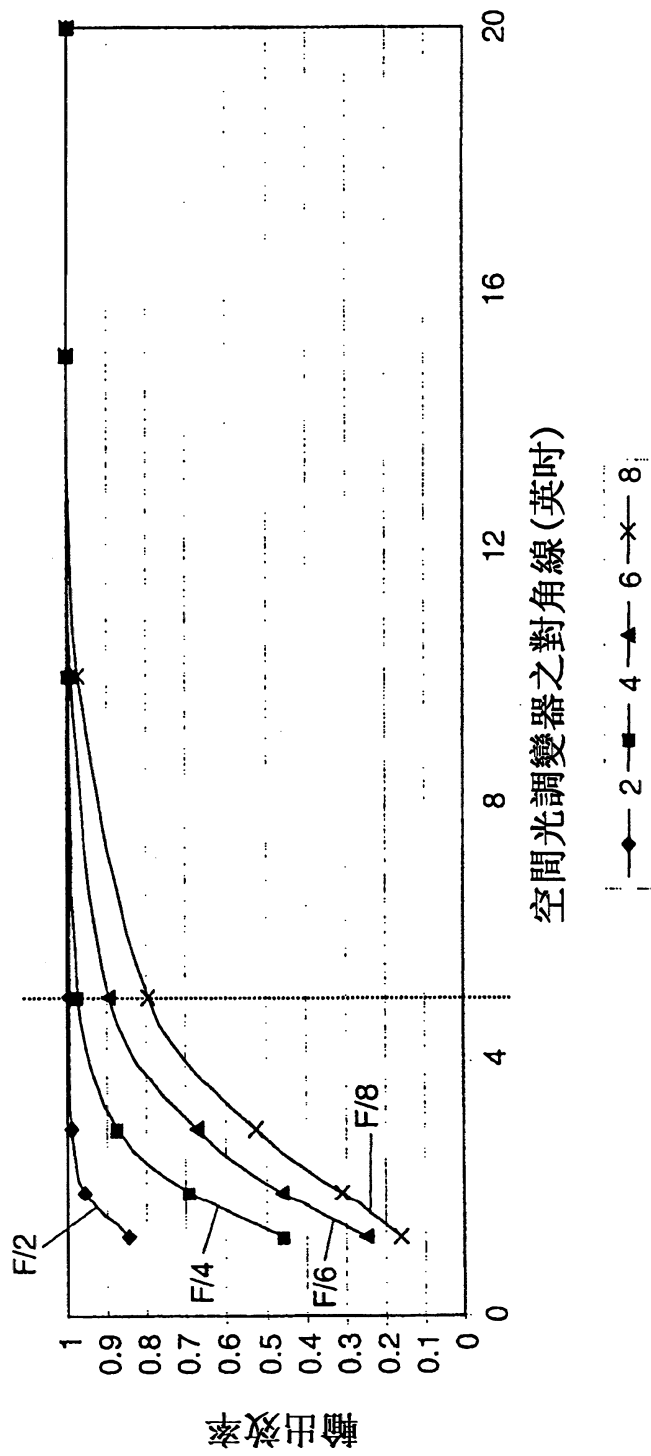


圖14

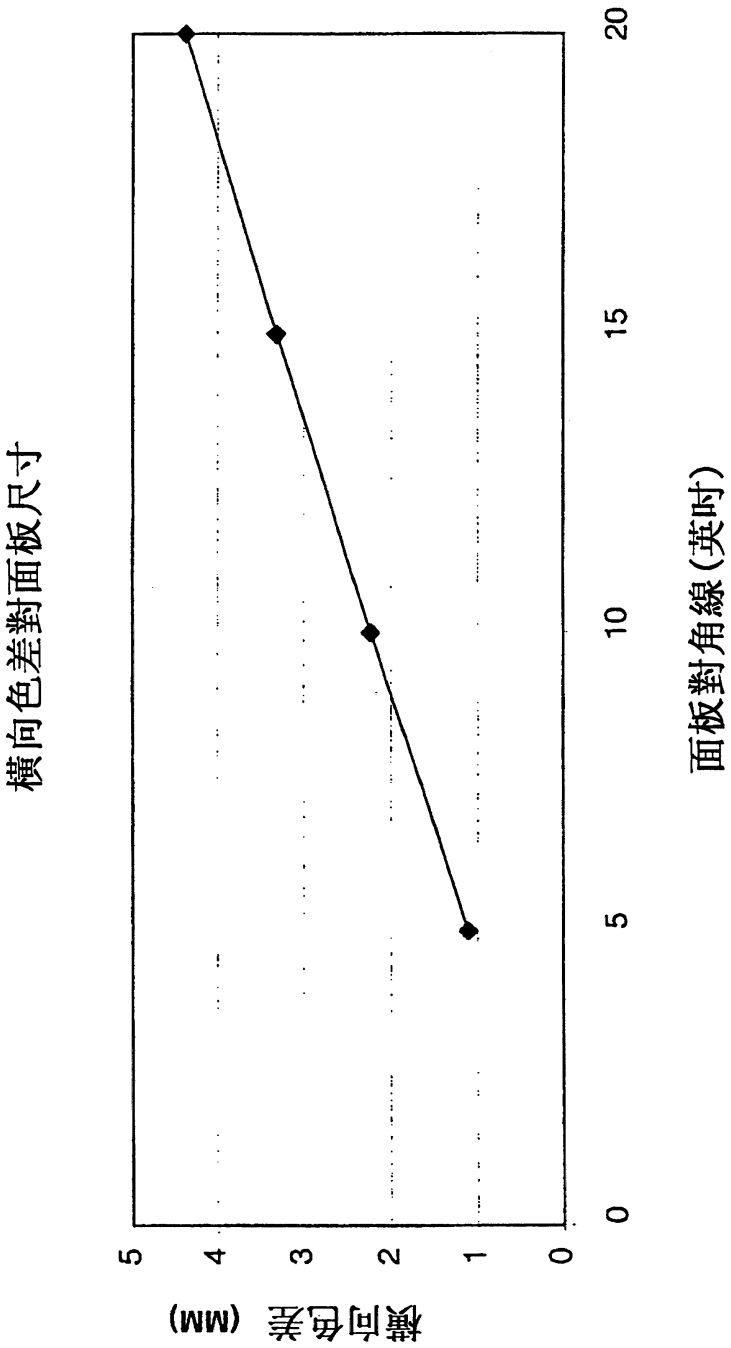


圖15

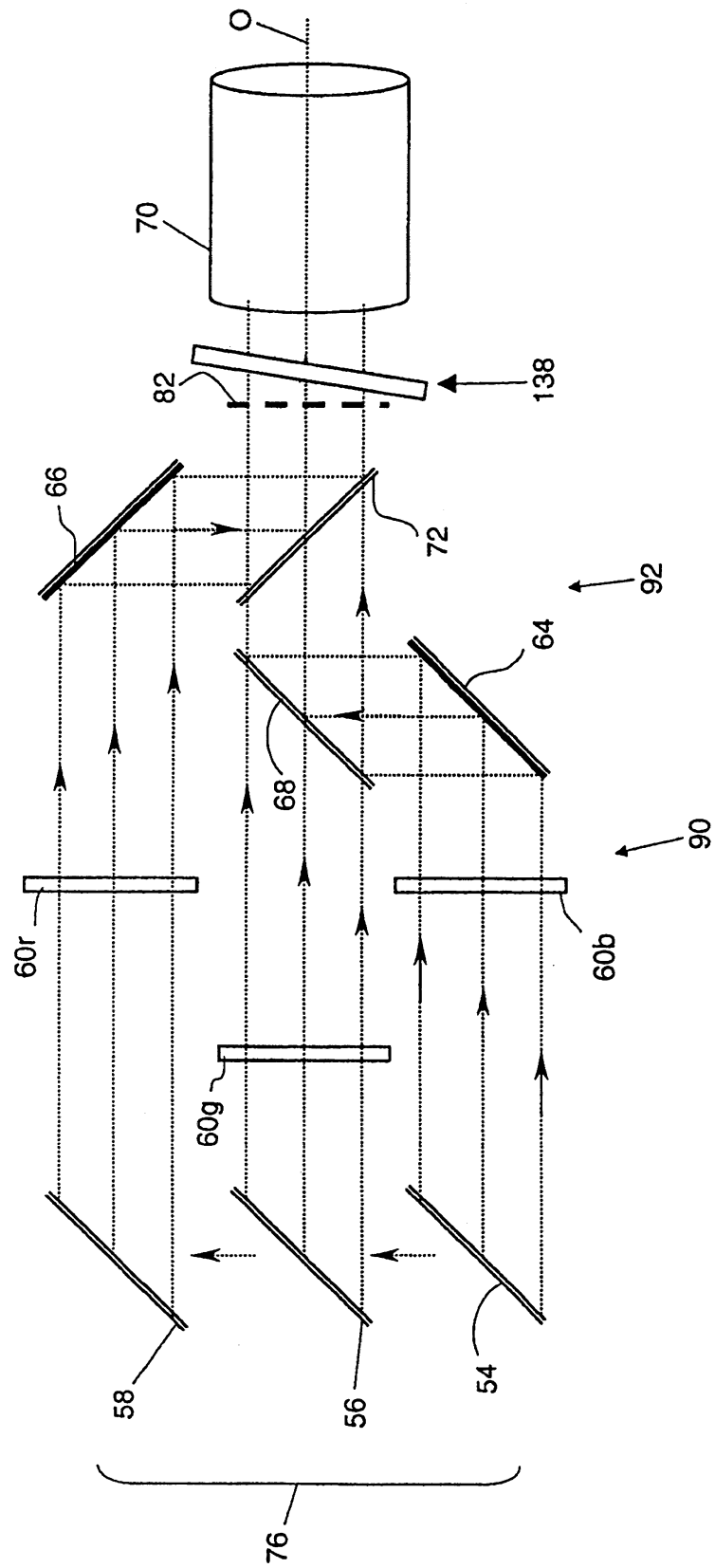


圖16

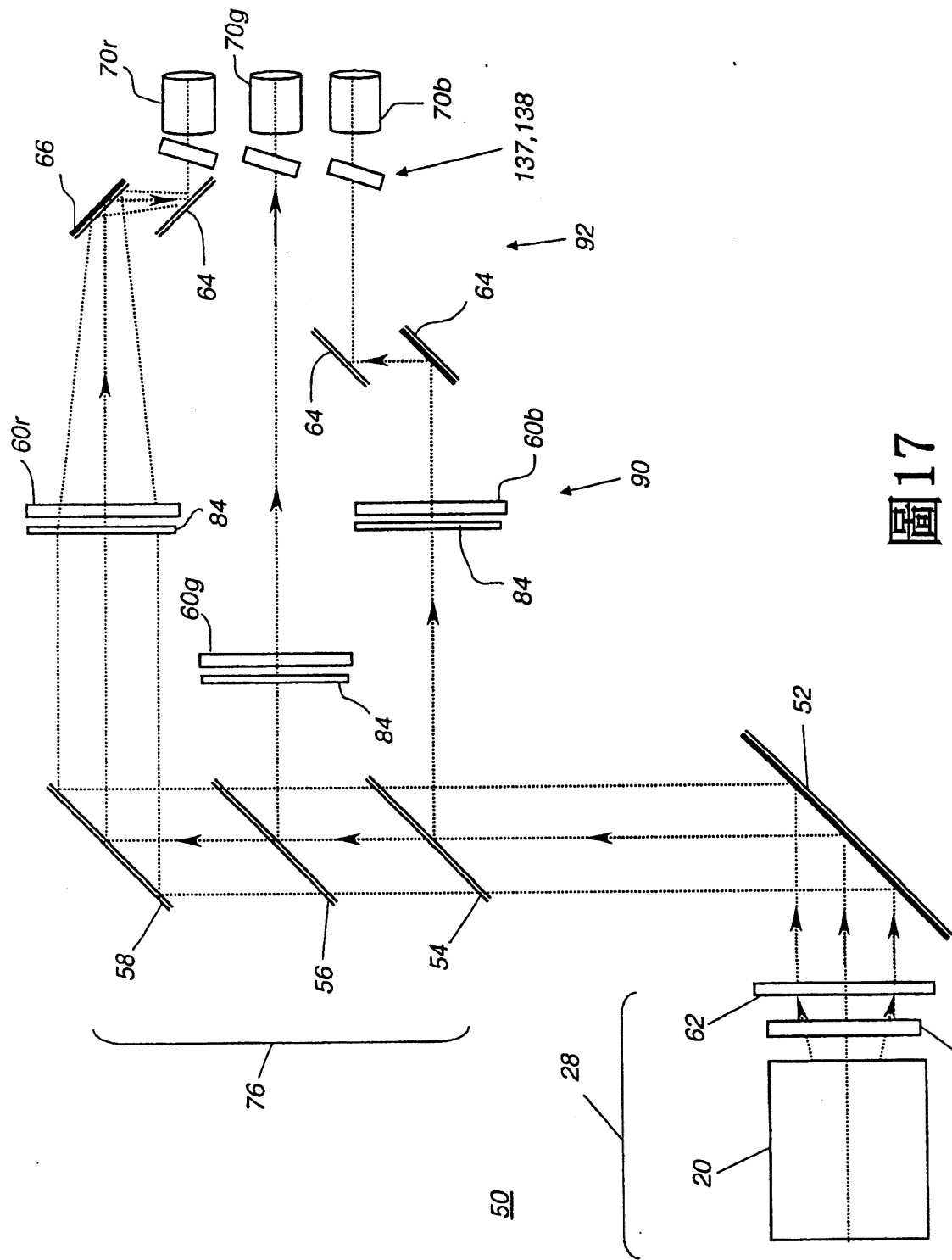


圖17

可選校正透鏡

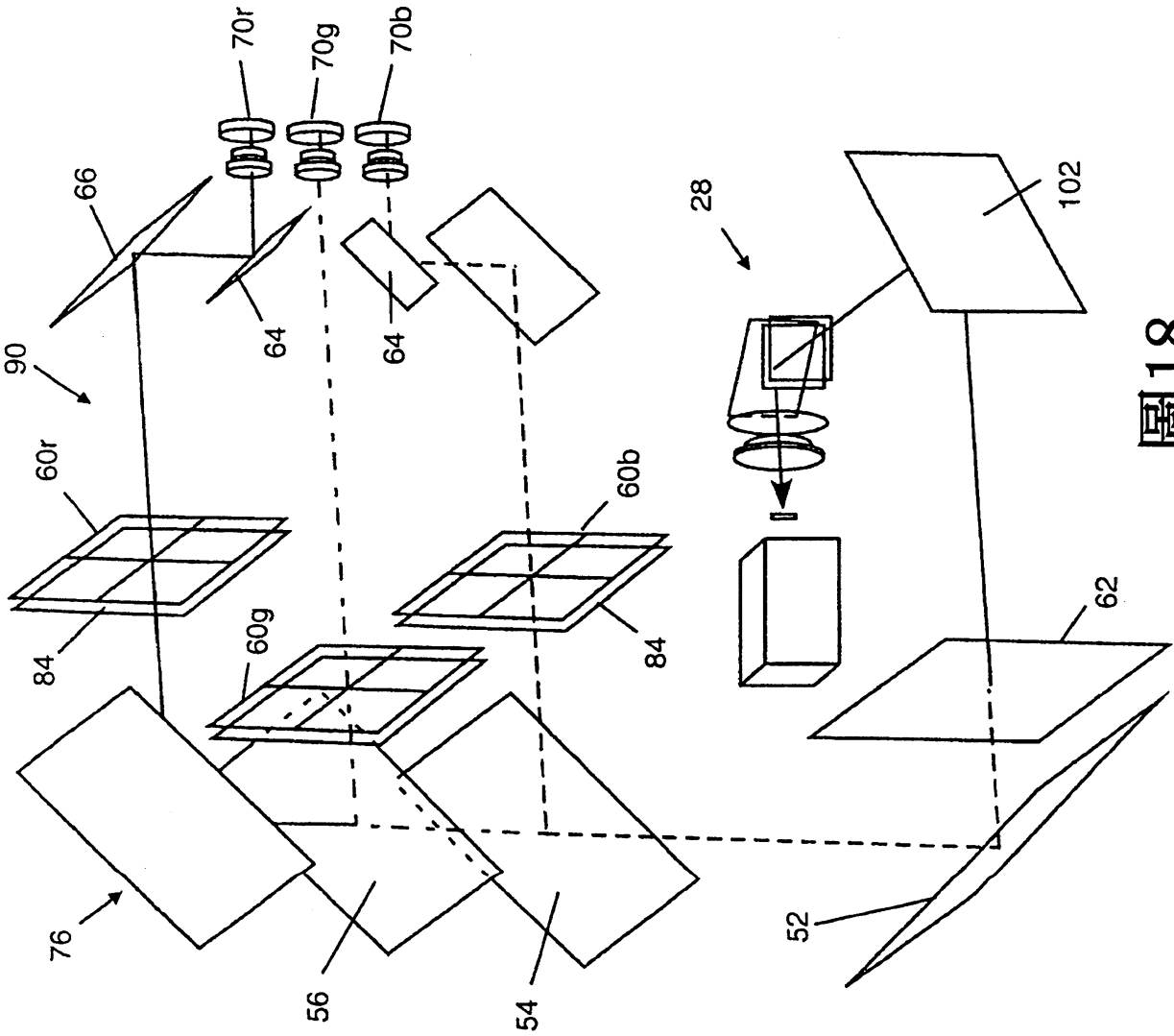


圖18

焦點處之燈

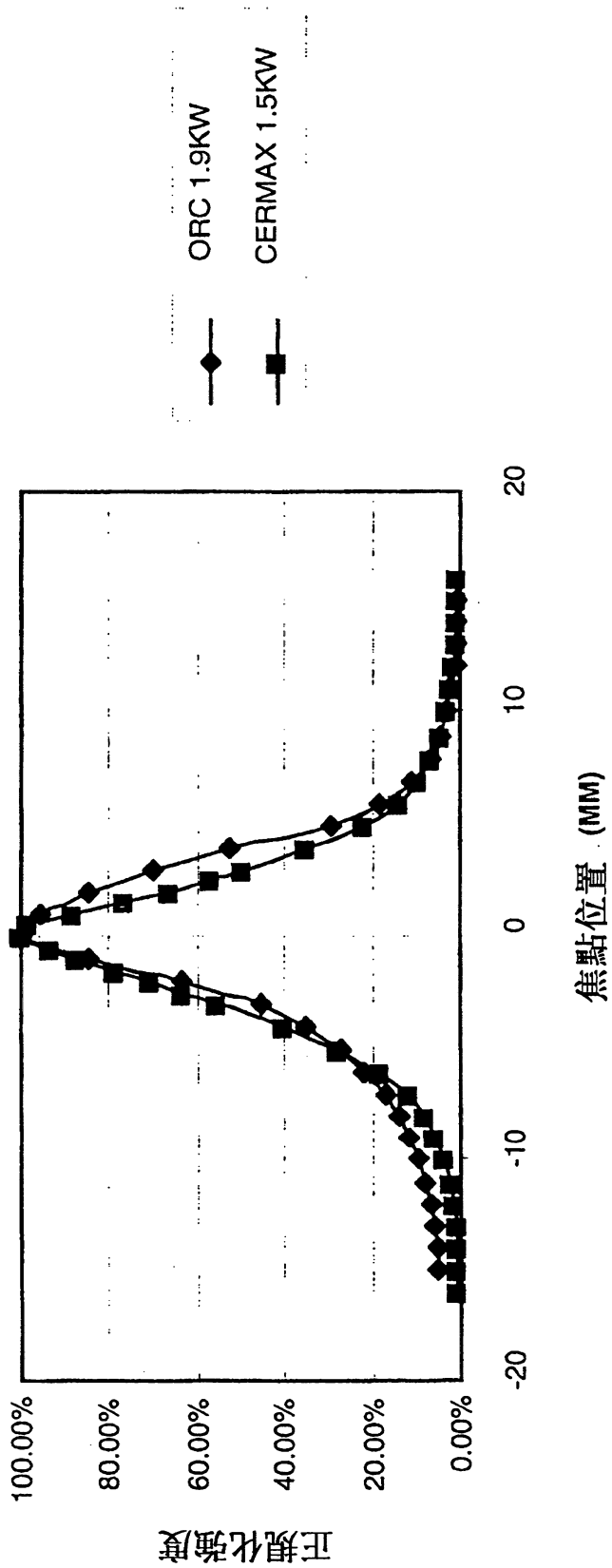


圖19A

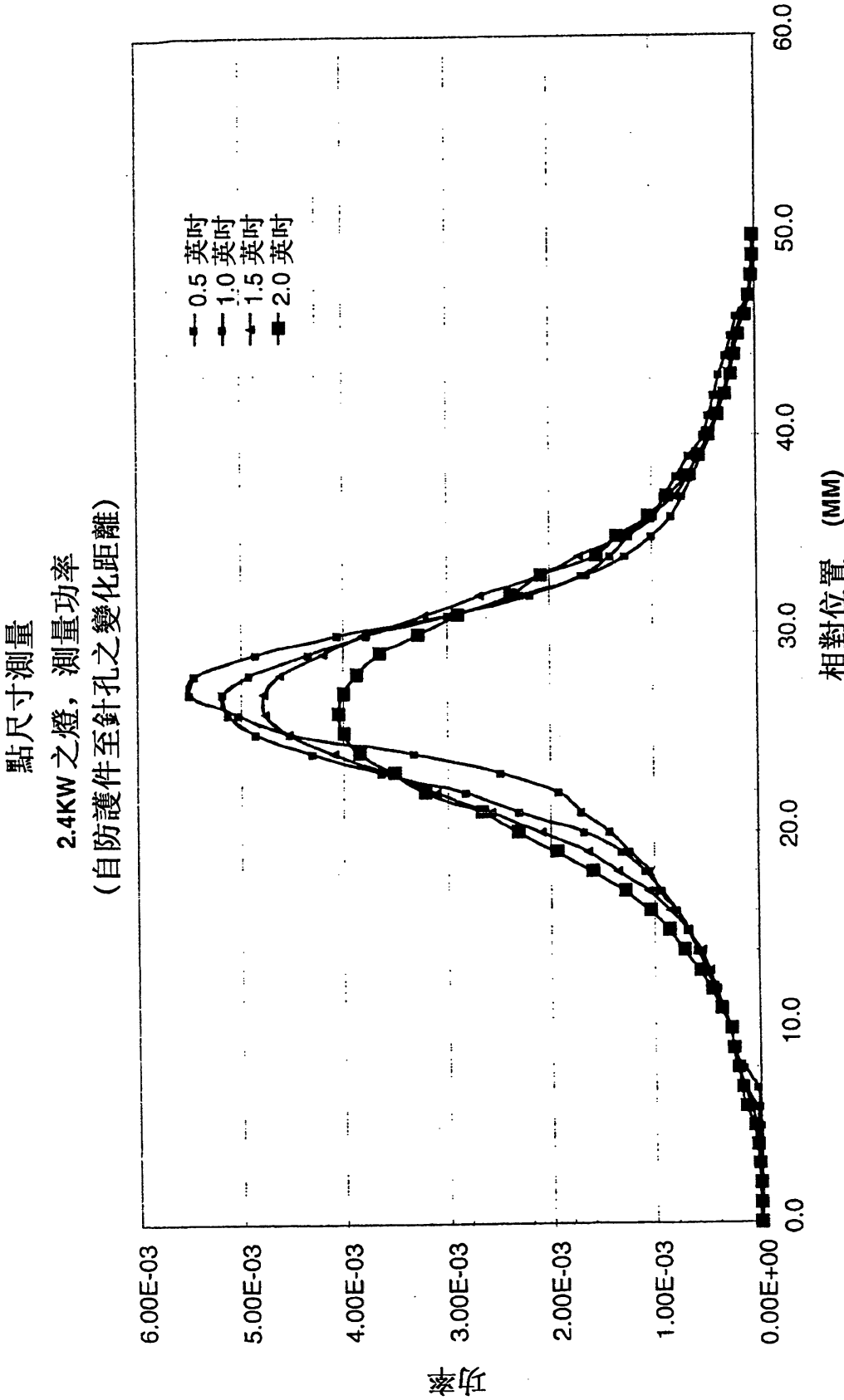


圖19B

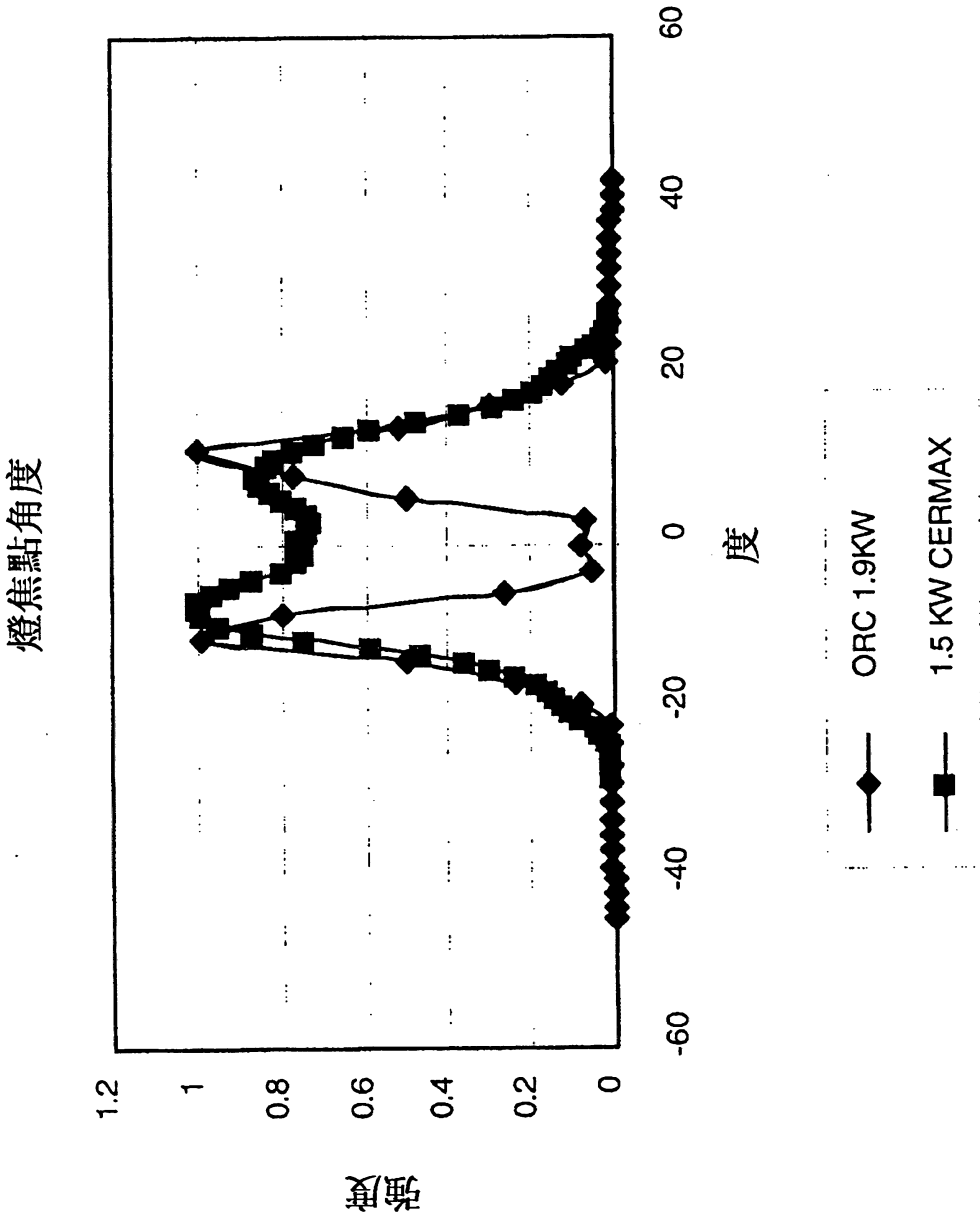


圖19C

CERMAX 2.4KW @ 72 安培

遠場角強度

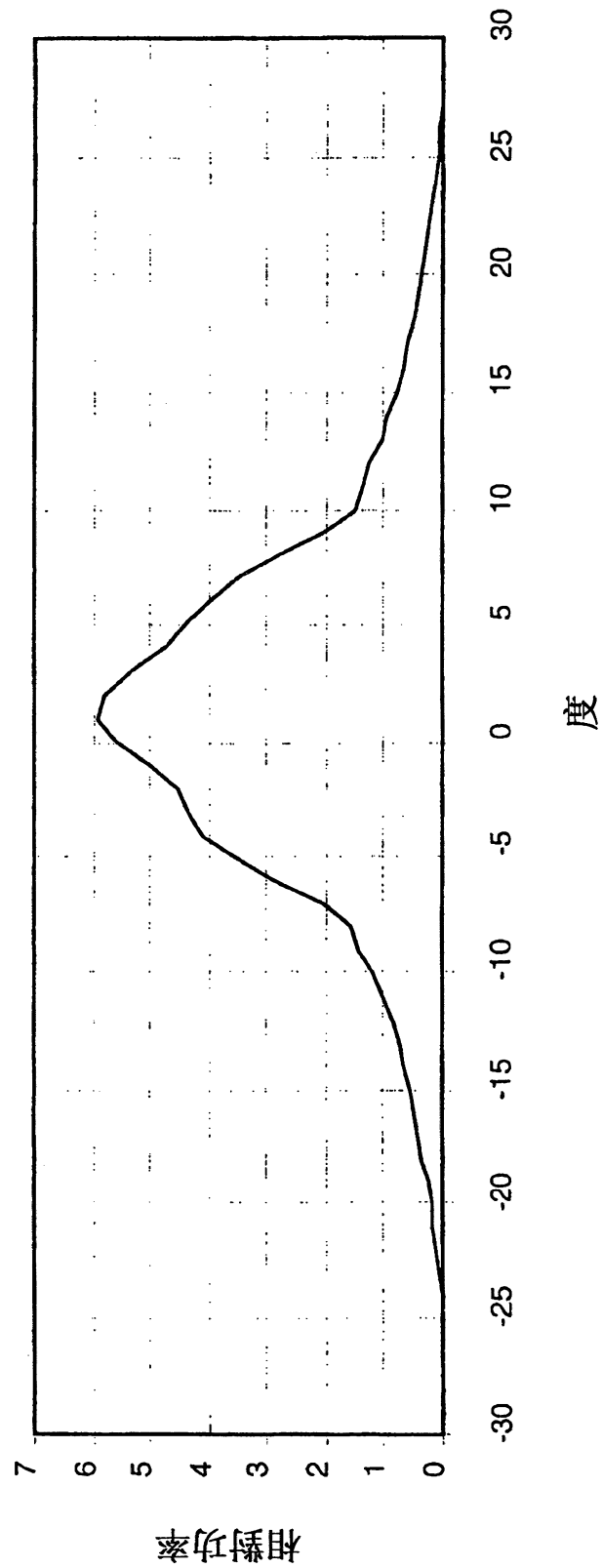


圖19D

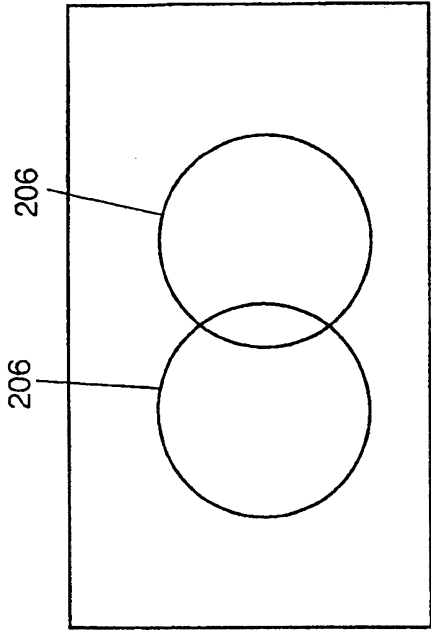


圖 20A

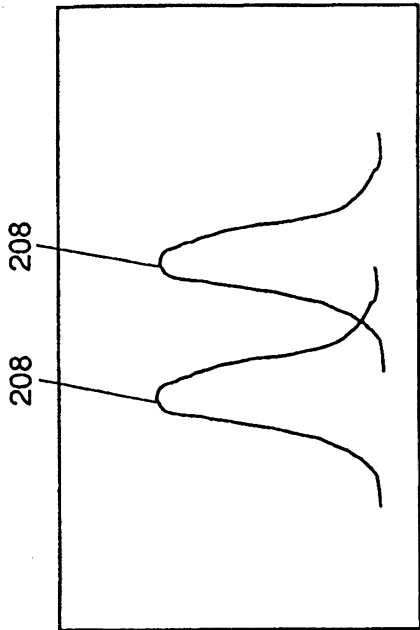


圖 20B

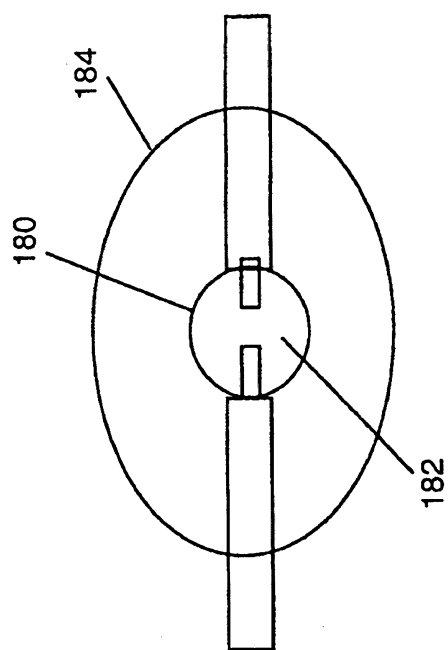


圖21A

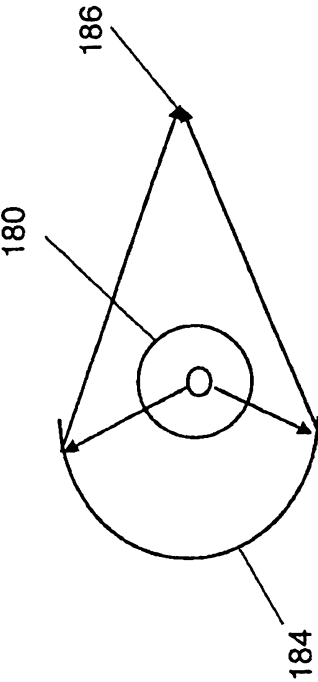


圖21B

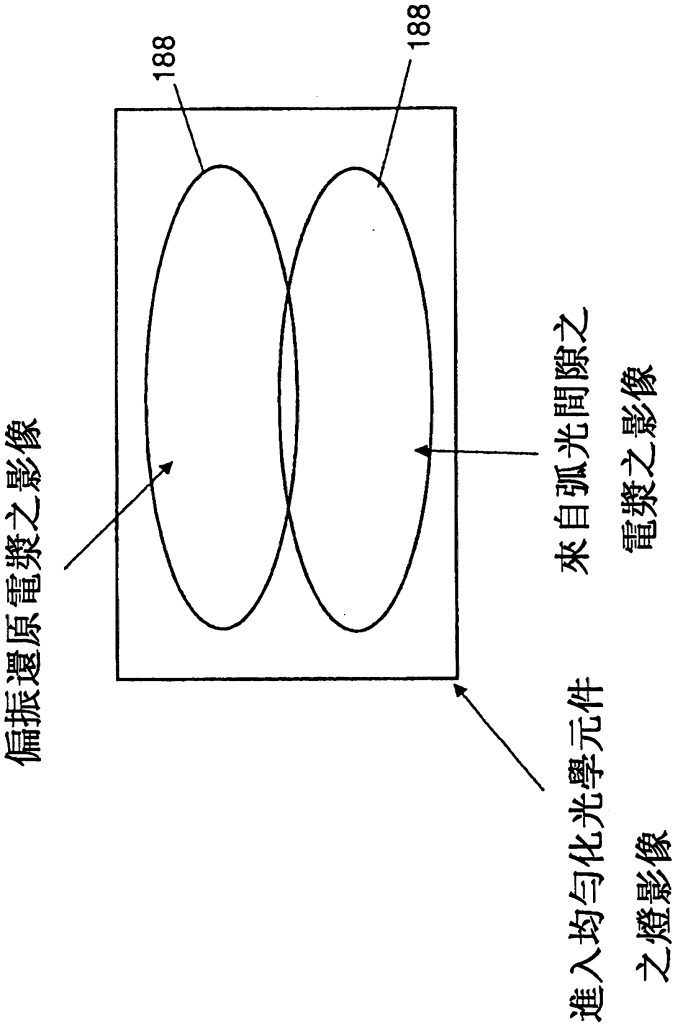


圖21C

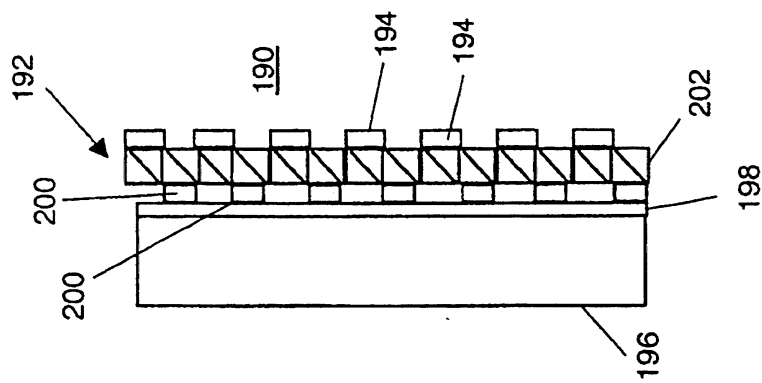


圖22A

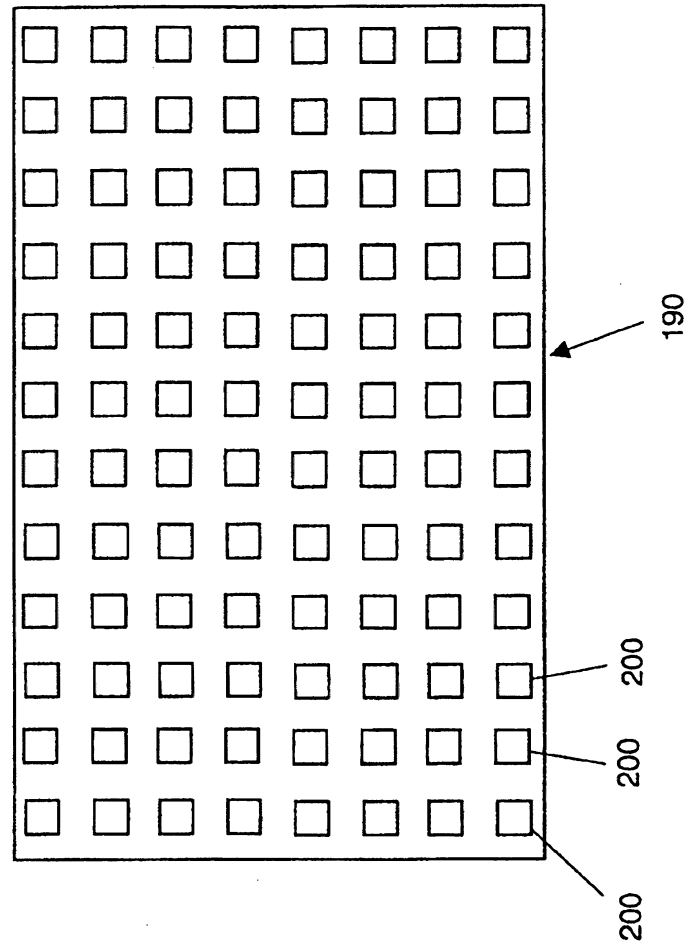


圖22B

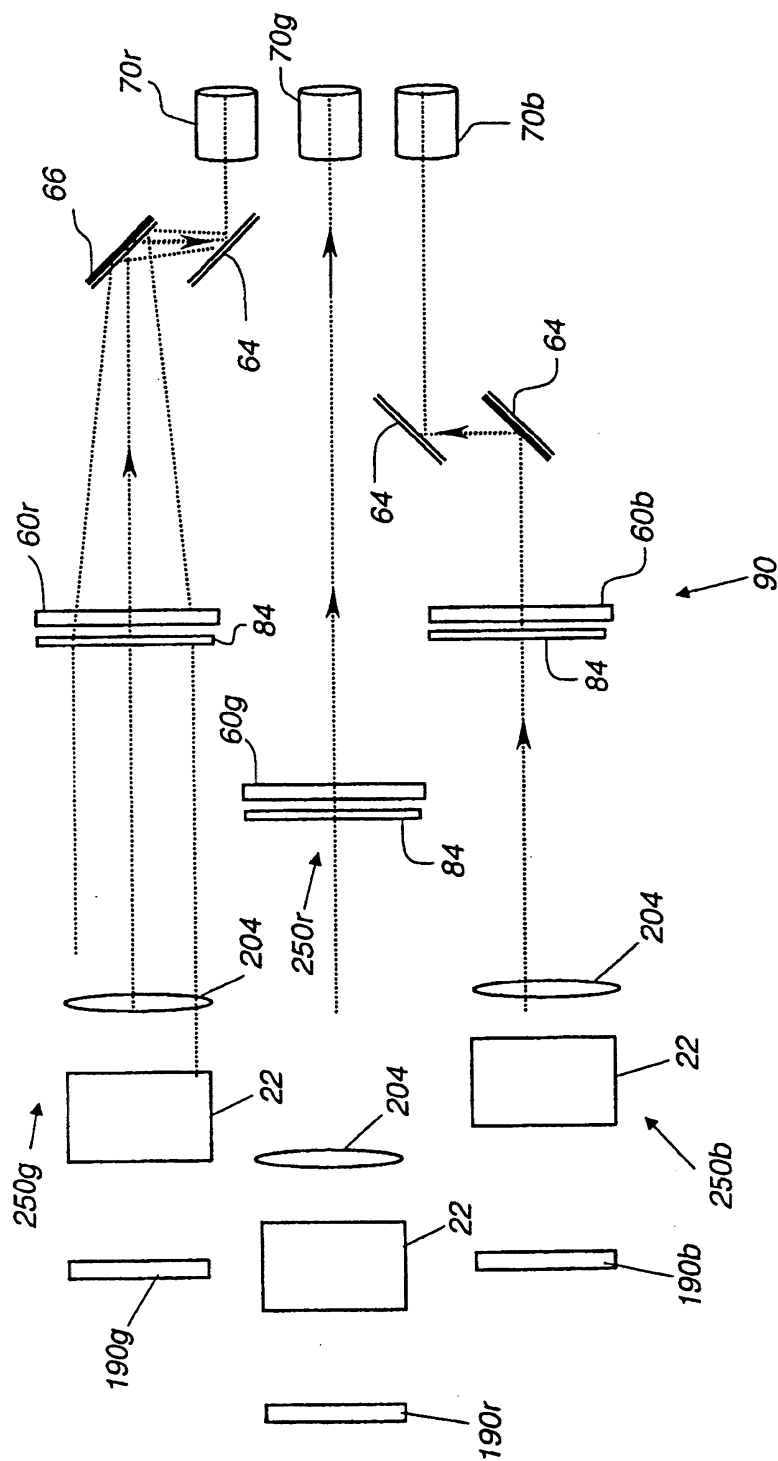


圖23

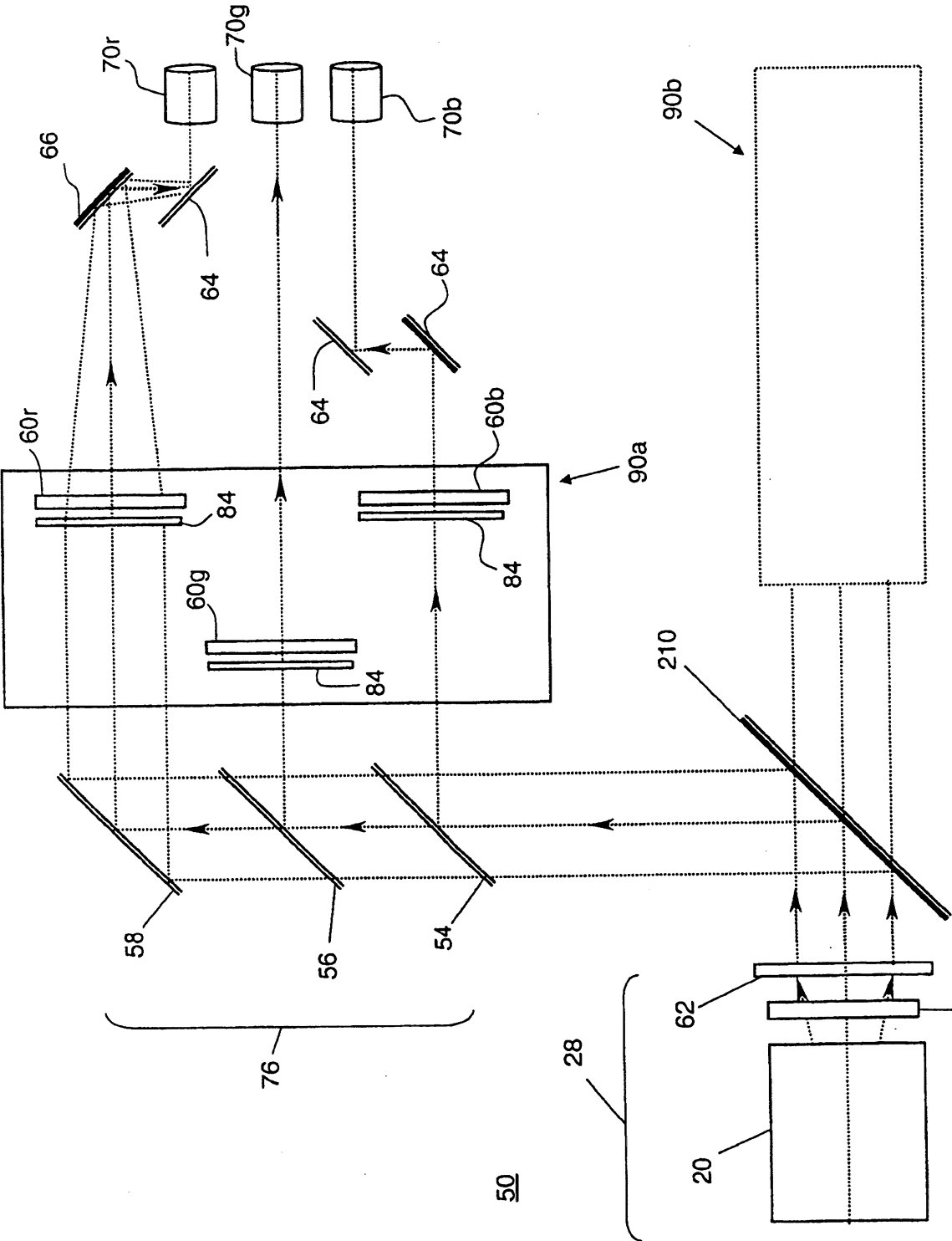


圖24

可選校正透鏡

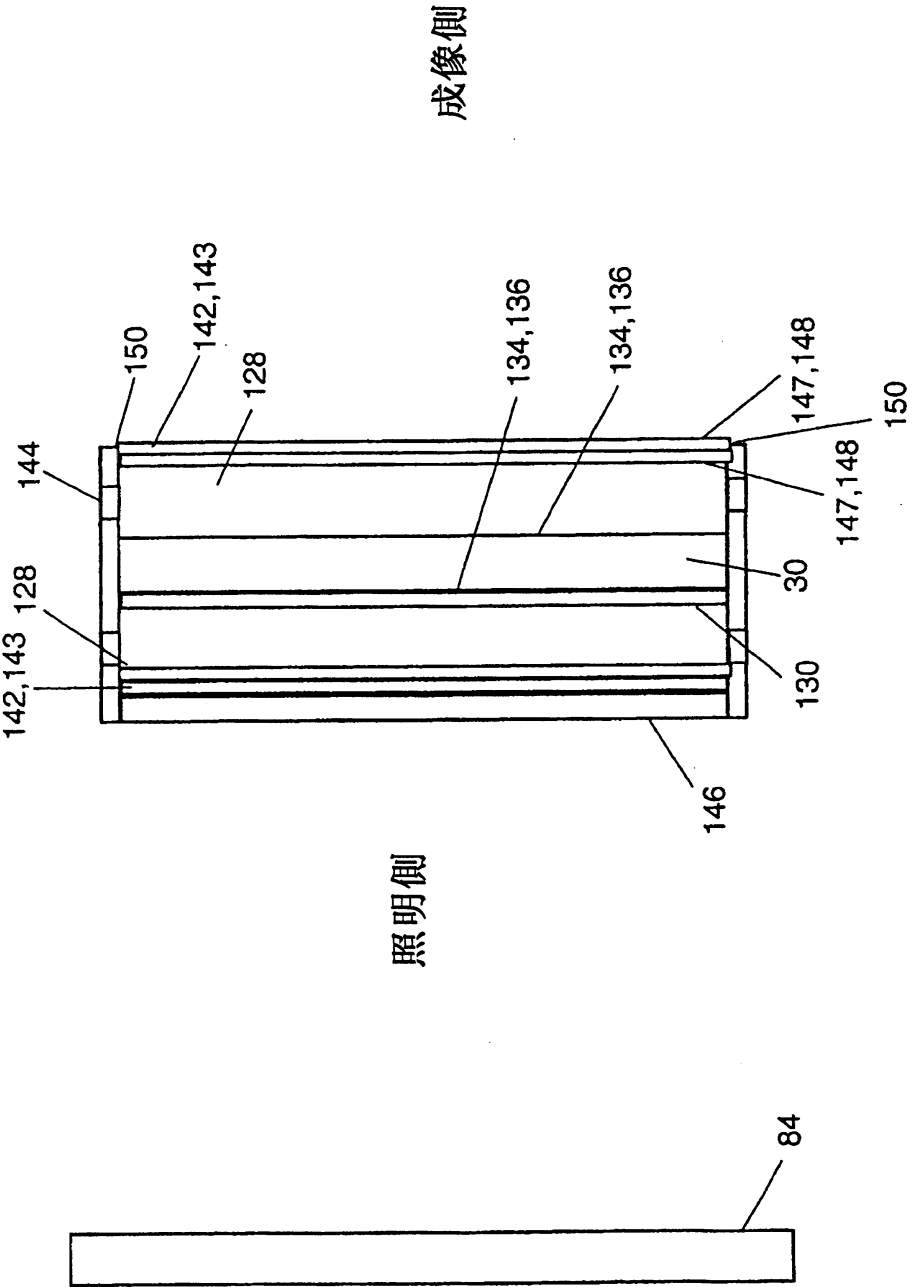


圖25

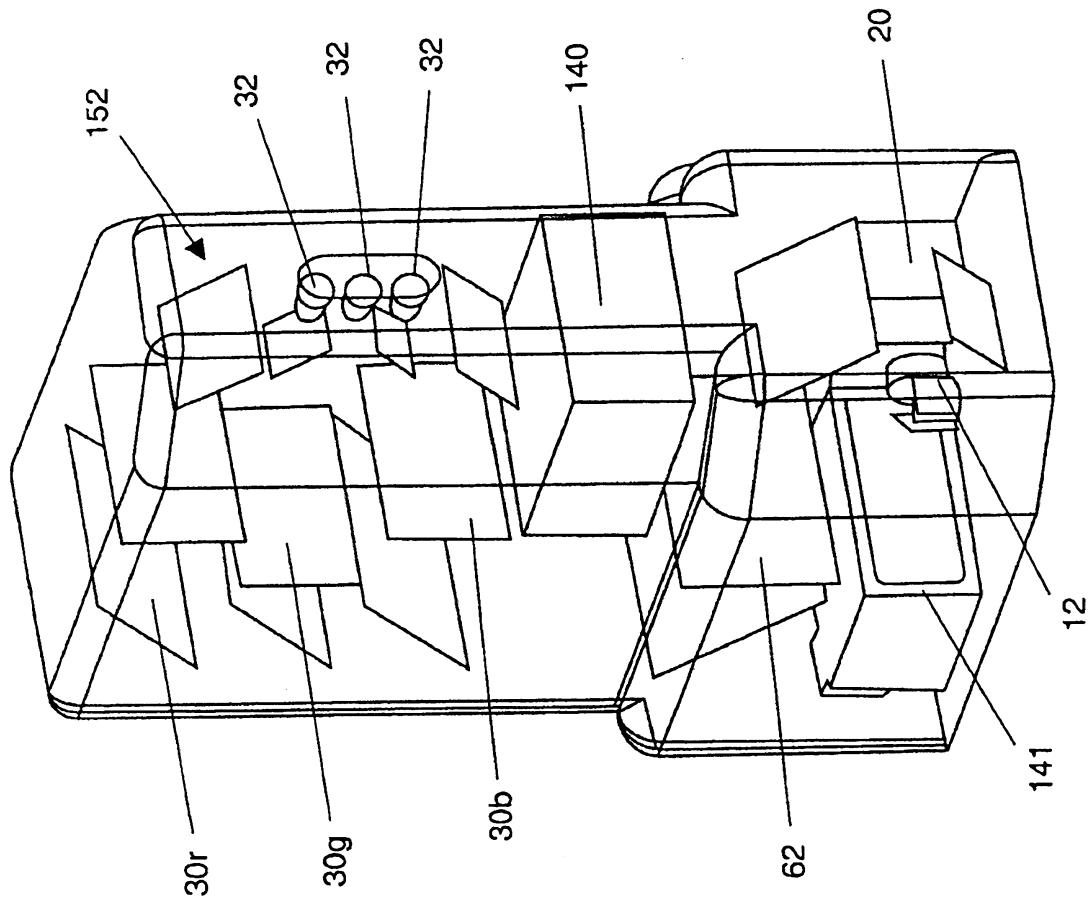


圖26

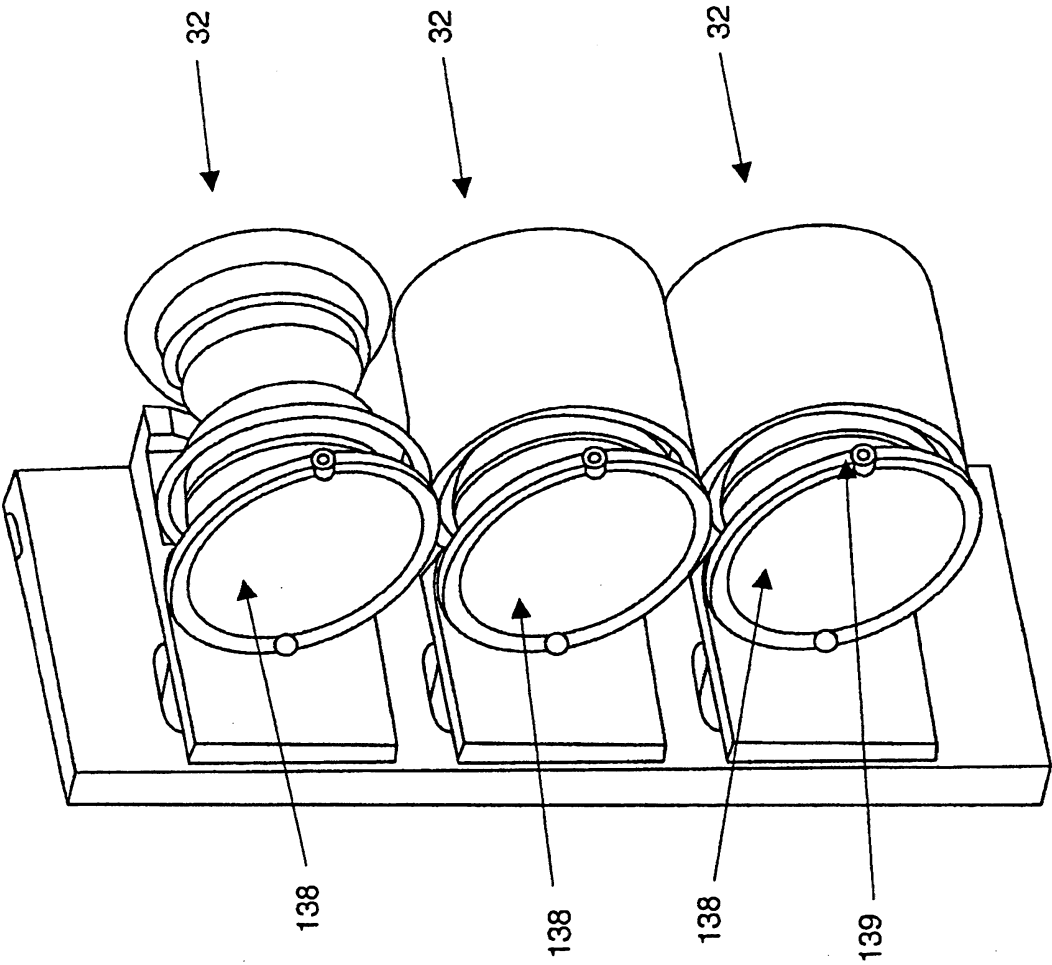


圖27

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20	光源
28	照明源
50	投射裝置
52	冷鏡
54	二向色表面
56	二向色表面
58	反射式表面
60b	空間光調變器
60g	空間光調變器
60r	空間光調變器
62	遠心透鏡
64	鏡
66	鏡
68	二向色表面
70	投射透鏡
72	二向色表面
76	分色器
92	色彩組合器
O	光學軸

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)