

(21) 申請案號：099124914

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 28 日

(51) Int. Cl. : **G02B7/00 (2006.01)**

(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)  
 新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：鄭竹明 CHENG, CHU MING (TW) ; 陳志隆 CHERN, JYH LONG (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：19 項 圖式數：10 共 40 頁

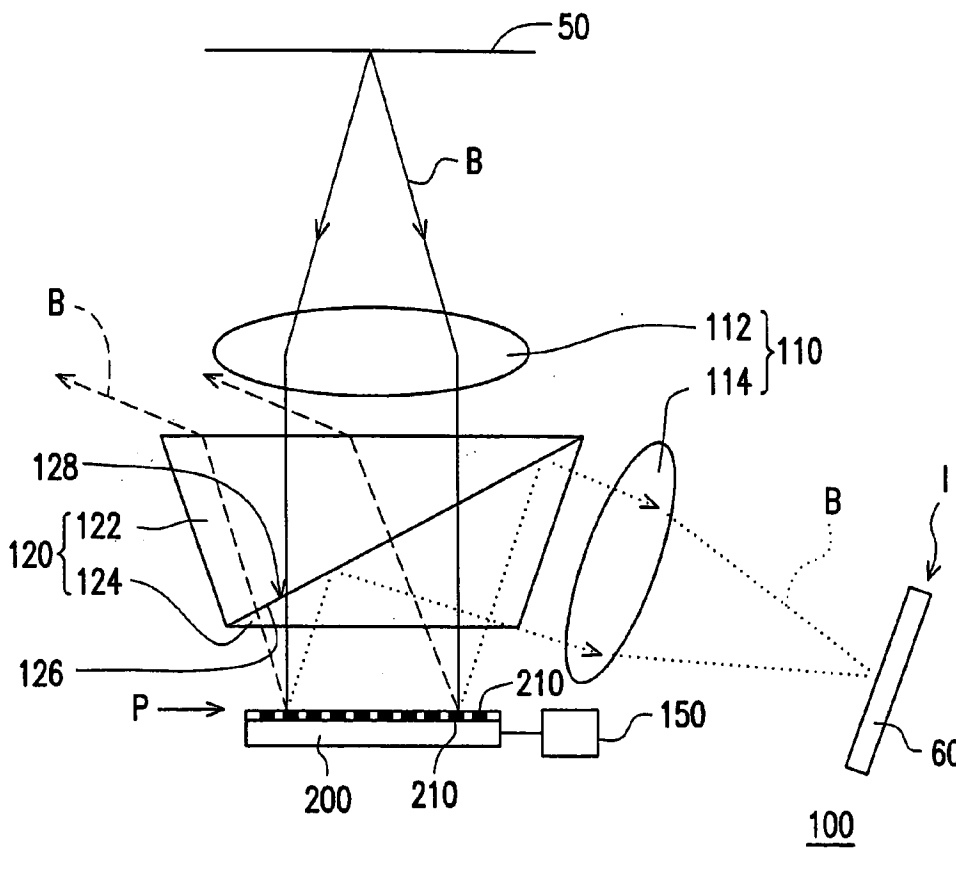
(54) 名稱

光學成像系統

OPTICAL IMAGING SYSTEM

(57) 摘要

一種光學成像系統，包括一成像鏡頭及一空間光調變器。成像鏡頭具有一光闌位置。空間光調變器配置於成像鏡頭之光闌位置，以作為成像鏡頭的一孔徑光闌。空間光調變器適於調變空間光調變器的光傳遞率以使孔徑光闌的光強度振幅與相位改變。



- 50：物體
- 60：光偵測器
- 100：光學成像系統
- 110：成像鏡頭
- 112：第一透鏡
- 114：第二透鏡
- 120：光束方向轉換器
- 122：第一稜鏡
- 124：第二稜鏡
- 126：間隙
- 128：表面
- 150：控制單元
- 200：空間光調變器
- 210：微光闌單元
- B：光束
- I：像平面
- P：光闌位置

# 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： 99124914

※ 申請日： 99. 7. 28

※IPC 分類：G02B 7/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：

光學成像系統

OPTICAL IMAGING SYSTEM

## 二、中文發明摘要：

一種光學成像系統，包括一成像鏡頭及一空間光調變器。成像鏡頭具有一光闌位置。空間光調變器配置於成像鏡頭之光闌位置，以作為成像鏡頭的一孔徑光闌。空間光調變器適於調變空間光調變器的光傳遞率以使孔徑光闌的光強度振幅與相位改變。

## 三、英文發明摘要：

An optical imaging system including an imaging lens and a spatial light modulator is provided. The imaging system has a position of an aperture stop. The spatial light modulator is disposed at the aperture-stop position of the imaging system to serve as the pupil of the imaging lens. The spatial light modulator is adapted to modulate the light transmittance of the spatial light modulator to deform the

aperture stop.

#### 四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖：圖 1A

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

50：物體

60：光偵測器

100：光學成像系統

110：成像鏡頭

112：第一透鏡

114：第二透鏡

120：光束方向轉換器

122：第一稜鏡

124：第二稜鏡

126：間隙

128：表面

150：控制單元

200：空間光調變器

210：微光闌單元

B：光束

I：像平面

P：光闌位置

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光學系統，且特別是有關於一種光學成像系統。

### 【先前技術】

成像鏡頭在各種光學系統中對於成像的品質有著關鍵性的影響，這些光學系統例如是攝影機、數位相機、投影機、顯微鏡、內視鏡等等。由於在成本上的考量，鏡頭中的鏡片多半是採用玻璃球面透鏡為主，再加上光學系統的光程相位差、繞射、散射等現象，往往會使得成像鏡頭所形成的影像與物體本身的樣貌不完全相同，而有像差的存在。

為了追求更為完美的成像效果，習知光學設計工程師通常是由鏡頭本身之鏡片來著手，例如採用非球面透鏡、膠合透鏡，或使鏡片的各曲率經過特殊設計而有著良好的搭配。然而，採用非球面透鏡往往使製作成本、設計難度與光學系統敏感度大幅提升。因此，專業攝影師往往需花費甚鉅以購買昂貴的鏡頭。

此外，當成像鏡頭應用於醫療器材（例如眼底攝影機或咽喉口腔內視鏡）時，由於人體的構造（如眼底、咽喉、口腔等）是極為立體的構造，當鏡頭很靠近這些構造拍攝時，容易使景深變淺。如此一來，將難以在一張畫面中清晰呈現各種離鏡頭遠近不等的構造。若分成多張相片來拍攝，則在各種不同構造的比較上較為困難。

此外，當使用習知的成像鏡頭時，當某一成像鏡頭已作選擇時，此光學系統的成像解析力就已受到限制，而無法針對不同的使用需求作適當地調整。

### 【發明內容】

本發明提供一種光學成像鏡頭，其可有效補償光學像差、提升成像解析力、具有較大的景深，且成像效果可視使用需求而作調整。

本發明之一實施例提出一種光學成像系統，包括一成像鏡頭及一空間光調變器。成像鏡頭具有一光闌位置（aperture-stop position）。空間光調變器配置於成像鏡頭之光闌位置，以作為成像鏡頭的一孔徑光闌（aperture stop）。空間光調變器適於調變空間光調變器的光傳遞率（amplitude transmittance）以使孔徑光闌的光強度振幅與相位改變。

本發明之另一實施例提出一種光學成像系統，適於將一物體成像於一像平面上。此光學成像系統包括一成像鏡頭及一空間光調變光源。成像鏡頭具有一光闌位置。空間光調變光源適於提供一結構光束，以照射物體。結構光束成像於光闌位置。空間光調變光源適於調變結構光束，以改變結構光束成像於光闌位置的影像。光闌位置位於空間光調變光源與像平面之間的結構光束之傳遞路徑上。

在本發明之實施例之光學成像系統中，由於採用了空間光調變器來作為孔徑光闌，或者採用空間光調變光源來提供成像於光闌位置的結構光束，因此藉由調變空間光調

變器或空間光調變光源，可使孔徑光闌或結構光束變形。如此一來，便可根據使用需求形成不同的成像效果。

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 1A 為本發明之一實施例之光學成像系統的光路示意圖，圖 1B 為圖 1A 繪示數位微鏡元件中之一微反射鏡及其所產生之光路徑，而圖 2 為圖 1A 之數位微鏡元件在某一種狀態下之光傳遞率分佈圖。請參照圖 1A、圖 1B 及圖 2，本實施例之光學成像系統 100 包括一成像鏡頭 110 及一空間光調變器 200。成像鏡頭 110 具有一光闌位置 P。空間光調變器 200 配置於成像鏡頭 110 之光闌位置 P，以作為成像鏡頭 110 的一孔徑光闌。空間光調變器 200 適於調變空間光調變器 200 的光傳遞率以使孔徑光闌的光強度振幅與相位改變。

具體而言，在本實施例中，成像鏡頭 110 包括至少一第一透鏡 112（在圖 1A 中是以一個第一透鏡 112 為例）及至少一第二透鏡 114（在圖 1A 中是以一個第二透鏡 114 為例）。空間光調變器 200 配置於第一透鏡 112 與第二透鏡 114 之間之光束 B 的傳遞路徑上。

在本實施例中，來自物體 50 的光束 B 適於被成像鏡頭 110 所收集而依序通過第一透鏡 112、空間光調變器 200 及第二透鏡 114，然後成像於像平面 I 上。在本實施例中，像平面 I 上設有一光偵測器 60，以偵測物體 50 之成像。

光偵測器 60 例如為一互補式金氧半導體感測元件 (complementary metal oxide semiconductor sensor, CMOS sensor)、一電荷耦合元件 (charge coupled device, CCD) 或一底片 (film)，其中底片例如為負片 (negative) 或正片 (positive)。

在本實施例中，空間光調變器 200 具有複數個微光闌單元 210。具體而言，空間光調變器 200 例如為一數位微鏡元件，而微光闌單元 210 例如為數位微鏡元件上之呈陣列排列之微反射鏡。每一微光闌單元 210 (即每一微反射鏡) 適於轉動 $+\theta$  角度，或轉動 $-\theta$  角度，其中 $\theta$  例如為 12 度。當微反射鏡轉動至 $+\theta$  角度時 (即轉動至圖 1B 所繪示之以實線表示之微光闌單元 210 的位置時)，即處於開狀態 (on-state)，此時微反射鏡適於將光束 B 反射，而使光束 B (如圖 1B 中以實線所繪示的光束 B) 能夠傳遞至第二透鏡 114，而第二透鏡 114 則使光束 B 成像於光偵測器 60 上。另一方面，當微反射鏡轉動至 $-\theta$  角度時 (即轉動至圖 1B 所繪示之以虛線表示之微光闌單元 210 的位置時)，即處於關狀態 (off-state)，此時微反射鏡適於將光束 B (如圖 1B 中以虛線所繪示的光束 B) 反射至偏離第二透鏡 114 的方向，以使光束 B 無法傳遞至第二透鏡 114，進而使光束 B 無法傳遞至光偵測器 60。

微反射鏡適於非常快速地在 $+\theta$  角度與 $-\theta$  角度之間擺動，例如在 5.6 毫秒之單位時間內可提供 256 種灰階。灰階的不同是由在單位時間內微反射鏡轉動至 $+\theta$  角度與-

$\theta$  角度的單位時間次數比例之不同來決定。當微反射鏡轉動至 $+\theta$ 角度的單位時間次數比例越高時，即灰階值越大，此時代表光束 B 傳遞至光偵測器 60 的光傳遞率越高，即越多比例之光束 B 被微反射鏡反射至光偵測器 60。

此外，空間光調變器 200 適於將這些微光闌單元 210 調變成複數個光闌區域 220（如圖 2 所繪示），每一微光闌區域 220 包括至少一微光闌單元 210。舉例而言，微光闌區域 220 可包括 1 個、4 個、9 個等呈陣列排列之微光闌單元 210，或更多個呈陣列排列之微光闌單元 210。在本實施例中，這些光闌區域 220 的光傳遞率由孔徑光闌的中心（在本實施例中即為空間光調變器 200 的中心）往孔徑光闌的邊緣做對稱性的變化。舉例而言，這些光闌區域 220 的光傳遞率由孔徑光闌的中心往孔徑光闌的邊緣遞減。此外，在本實施例中，當每一個光闌區域 220 包括複數個微光闌單元 210 時，在同一光闌區域 220 中之這些微光闌單元 210 的光傳遞率實質上相同，亦即如圖 2 所繪示，代表微光闌單元 210 之方格中，交叉線的密度越低者，代表光傳遞率越高。反之，交叉線的密度越高者，代表光傳遞率越低。

在本實施例中，光學成像系統 100 更包括一光束方向轉換器 120，配置於第一透鏡 112 與空間光調變器 200 之間之光束 B 的傳遞路徑上，且配置於空間光調變器 200 與第二透鏡 114 之間之光束 B 的傳遞路徑上。在本實施例中，光束方向轉換器 120 例如為一全反射稜鏡 (total internal



reflection prism, TIR prism) , 全反射鏡鏡包括一第一稜鏡 122 與一第二稜鏡 124, 第一稜鏡 122 與第二稜鏡 124 之間存在一間隙 126, 例如為空氣間隙。間隙 126 使得第二稜鏡 124 之朝向間隙 126 的表面 128 成為一全反射面。當光束 B 被處於開狀態的微反射鏡反射時, 表面 128 適於將光束 B (例如圖 1A 中之以點虛線表示之光束 B) 全反射至第二透鏡 114。另一方面, 當光束 B 被處於關狀態的微反射鏡反射時, 光束 B (例如圖 1A 中之以短劃虛線所表示之光束 B) 適於穿透表面 128, 而無法傳遞至第二透鏡 114。光束方向轉換器 120 可使空間光調變器 200 的光軸實質上平行於入射空間光調變器 200 的光束 B 之光軸, 如此一來, 可使入射空間光調變器 200 的光束 B 與從空間光調變器 200 出射的光束 B 部分重疊, 進而達到縮小本實施例之光學成像系統 100 的效果。

在本實施例中, 空間光調變器 200 的光闌區域 220 的光傳遞率之分佈  $T'(x,y)$  可擬合 (fit) 一曲線  $T(x,y)$ , 如圖 2 上圖所繪示之虛曲線。在圖 2 中, 光傳遞率分佈  $T'(x,y)$  與曲線  $T(x,y)$  在位置座標 (即橫軸) 上與光傳遞率座標 (即縱軸) 上均先經過歸一化, 以便於讀者理解。換言之, 本發明之孔徑光闌可為圓形對稱, 但亦可以是呈橢圓形。

在本實施例中,  $T(x,y)$  為如下之函數:

$$T(x,y) = \begin{cases} g(x,y), & \text{當 } x^2 + y^2 \leq 1 \\ 0, & \text{當 } x^2 + y^2 > 1 \end{cases}$$

在本實施例中,  $g(x)$  為由原點 (即  $x=0$  且  $y=0$  處) 往

$x^2+y^2=1$  處遞減之函數。在一實施例中， $g(x,y)=g(-x, -y)$ 。在圖 2 所繪示之一實施例中， $g(x)=1-(x^2+y^2)$ ，但本發明不以此為限。此外，式中及圖 2 中的  $x$  方向與  $y$  方向均與空間光調變器 200 的光軸實質上垂直，且  $x$  方向實質上垂直於  $y$  方向。

由於光傳遞率分佈  $T'(x,y)$  可擬合曲線  $T(x,y)$ ，因此空間光調變器 200 之光傳遞率分佈函數可以下式表示：

$$T'(x,y) = E'(x,y) \otimes \sum_m \sum_n T(x,y) \delta\left(x - \frac{2mc}{D}\right) \delta\left(y - \frac{2nc}{D}\right)$$

$$\text{其中， } 0 \leq |m|, |n| \leq \text{Int}\left[\frac{D/c-1}{2}\right]$$

上式中之  $c$  例如為光闌區域 220 的寬度  $c$ （如圖 2 所繪示），其例如大致上為一個微反射鏡的寬度  $d$  之正整數倍，而在圖 2 中是以 5 倍為例。此外， $D$  為空間光調變器 200 所形成之孔徑光闌之寬度  $D$ （如圖 2 所繪示）。 $\delta[x-(2mc/D)] \delta[y-(2nc/D)]$  代表光闌區域之中心點的位置之  $\delta$  函數（delta function）。此外，

$$E'(x,y) = [H(x+c/D) - H(x-c/D)] \times [H(y+c/D) - H(y-c/D)]$$

其中  $H(x+c/D)$ 、 $H(x-c/D)$ 、 $H(y+c/D)$  及  $H(y-c/D)$  為階梯函數（step function）。 $\text{Int}[(D/c-1)/2]$  代表  $[(D/c-1)/2]$  的整數部分。 $\otimes$  符號則為捲積運算（convolution operation）。

以下利用數學運算計算出本實施例之光學成像系統 100 的光學轉移函數（optical transfer function）。本實施例之光學成像系統 100 之光瞳函數（pupil function） $f(x,y)$  可以下式表示：

$$f(x, y) = T'(x, y) \exp[ikW(x, y)]$$

其中， $f(x, y)$  為複數函數。當孔徑光闌為圓對稱時， $f(x, y)$

可以下式表示：

$$f(x, y) = \begin{cases} T'(x, y) \exp[ik \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \omega_{\alpha\beta} (x^2 + y^2)^{\frac{\alpha-\beta}{2}} y^{\beta}], & \text{當 } x^2 + y^2 \leq 1 \\ 0, & \text{當 } x^2 + y^2 > 1 \end{cases}$$

其中， $\alpha$  與  $\beta$  例如為非負數之整數。此外， $\omega_{\alpha\beta}$  為產生各種不同類型之光學像差的係數。舉例而言， $\omega_{20}$  為失焦 (defocus) 像差係數， $\omega_{40}$  為球差 (spherical aberration) 係數，而  $\omega_{31}$  為彗差 (coma aberration) 係數。此外， $k=2\pi/\lambda$ 。

再者，本實施例之光學成像系統 100 之光學傳遞函數  $\tau(s)$  則可以下列方式計算出：

$$\tau(s) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x+s/2, y) f^*(x-s/2, y) dx dy}{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) f^*(x, y) dx dy}$$

其中， $s$  為空間頻率，且  $s \equiv F\lambda N$ ，其中  $F$  為成像鏡頭 110 的光圈值 (fnumber)， $\lambda$  為波長，而  $N$  為在像平面上單位長度的週期循環數。此外， $f^*(x, y)$  為  $f(x, y)$  的共軛複數。在此，定義  $K \equiv (c/D)$ 。如圖 2 所繪示，當  $c$  值越小時，光闌區域 220 的寬度  $c$  越小，則空間光調變器 200 可產生數量越多的光闌區域 220。數量越多的光闌區域 220 則可產生灰階數 (即圖 2 中上圖之階梯數) 越多的光傳遞率分佈函數  $T'(x, y)$  以擬合曲線  $T(x, y)$ 。圖 3A 為圖 1A 之光學成像系統的對照組所運算出的光學傳遞函數曲線圖，其中此對照組是採用完全透光之明晰孔徑 (clear aperture)，亦即採用完全透光之孔徑。

在本實施例中，光學成像系統 100 更包括一控制單元 150，電性連接至空間光調變器 200，以控制空間光調變器 200 的調變方式。舉例而言，控制單元 150 可根據使用需求以控制 K 值的大小及決定光傳遞率分佈函數  $T'(x,y)$  應擬合何種函數。

圖 3B、圖 3C 及圖 3D 分別為圖 1A 之光學成像系統為  $K=0$ 、 $K=0.05$  與  $K=0.3$  時所運算出來的光學轉移函數曲線圖，其中  $K=0$  代表  $c$  的值趨近於 0，即代表光傳遞率分佈函數  $T'(x,y)$  趨近於曲線  $T(x,y)$ 。此外，圖 3A 至圖 3D 的縱軸為光學轉移函數的模數，即調變轉移函數 (modulation transfer function)，而橫軸為空間頻率，即上列公式中的  $s$ 。此外，圖 3A 至圖 3D 中的多條曲線是將  $-\omega_{20}=\omega_{40}=\omega_{31}=0$ ， $\lambda/\pi$ ， $3\lambda/\pi$ ， $5\lambda/\pi$ ， $10\lambda/\pi$ ， $20\lambda/\pi$  代入上述  $\tau(s)$  之公式後所求得的曲線。由圖 3A 至圖 3D 可知，當 K 值不同時，對於不同的空間頻率與不同程度的像差會有不同的成像解析力。舉例而言，當空間頻率在 0.5 附近時，將圖 3A 至圖 3D 中  $5\lambda/\pi$  那條曲線上的光學轉移函數的模數作比較時，可發現圖 3C 的為最大，比圖 3A 的大，可知對於空間頻率為 0.5 之圖形的成像解析力而言，本實施例之光學成像系統 100 明顯優於對照組。

為了便於讀者了解，以下列出對照組與本實施例之光學成像系統 100 在各種不同情況下對於空間頻率  $s=0.085$  之光學轉移函數的模數

(表一)

像差係數	0		
光瞳形狀	明晰孔徑	K=0.05	K=0.3
失焦 ( $\omega_{20}$ )	0.95	0.98	0.86
球差 ( $\omega_{40}$ )	0.95	0.98	0.90
彗差 ( $\omega_{31}$ )	0.95	0.98	0.86
三者綜合	0.95	0.98	0.90
像差係數	$5\lambda/\pi$		
光瞳形狀	明晰孔徑	K=0.05	K=0.3
失焦 ( $\omega_{20}$ )	0.64	0.81	0.71
球差 ( $\omega_{40}$ )	0.55	0.87	0.77
彗差 ( $\omega_{31}$ )	0.90	0.97	0.84
三者綜合	0.83	0.94	0.87
像差係數	$10\lambda/\pi$		
光瞳形狀	明晰孔徑	K=0.05	K=0.3
失焦 ( $\omega_{20}$ )	0.13	0.41	0.38
球差 ( $\omega_{40}$ )	0.28	0.68	0.54
彗差 ( $\omega_{31}$ )	0.75	0.92	0.80
三者綜合	0.60	0.78	0.75
像差係數	$20\lambda/\pi$		
光瞳形狀	明晰孔徑	K=0.05	K=0.3
失焦 ( $\omega_{20}$ )	0.00	0.07	0.22
球差 ( $\omega_{40}$ )	0.17	0.47	0.41
彗差 ( $\omega_{31}$ )	0.36	0.74	0.65

三者綜合	0.33	0.37	0.37
------	------	------	------

在上表一中，對應至像差系數  $10\lambda/\pi$ 、 $K=0.05$  及球差那格的數值 0.68 代表在此條件下，光學轉移函數的模數為 0.68，而其他格的數值所代差的意義可由此類推。由上表一可知，本實施例之光學成像系統 100 當  $K=0.05$  及  $K=0.3$  時，光學轉移函數的模數均大於明晰孔徑的光學轉移函數之模數，此種情形在像差系數大於或等於  $5\lambda/\pi$  時特別顯著。再者，三者綜合是指失焦 ( $\omega_{20}=-\omega_{40}$ )、球差 ( $\omega_{40}$ ) 與彗差 ( $\omega_{31}$ ) 三者皆採用的綜合效果。

由以上數學運算數值可知，本實施例之光學成像系統 100 可達到較佳的成像品質。此外，由於本實施例之光學成像系統 100 在上述失焦條件下仍能具有較高的光學轉移函數的模數，代表光學成像系統具有較大的景深。在本實施例中，光學成像系統 100 可作為攝影機的成像系統或其他光學系統的成像系統。由於光學成像系統 100 可具有較大的景深，因此配合影像軟體的控制，可得到最佳化的景深效果，並且可以與現有醫療器材共用，而不需大幅變更光學系統架構。換言之，即使採用解像能力較不高、價格較便宜的成像鏡頭，透過空間光調變器 200 的調制作用亦能夠達到較高的成像解晰力，因此能夠節省鏡頭之成本。此外，由於具有較大的景深，本實施例之光學成像系統 100 可應用於眼底攝影機及咽喉口腔內視鏡等醫療器材中。

再者，當本實施例之光學成像系統 100 作為攝影機

時，亦可針對同樣的物體採用不同的 K 值來作成像，以得到數位高動態範圍（high dynamic range）的影像。

值得注意的是，本發明並不限定空間光調變器 200 為數位微鏡元件。在其他實施例中，空間光調變器 200 亦可以是反射式液晶面板，例如為矽基液晶面板（liquid-crystal-on-silicon panel, LCOS panel），而微光闌單元則為矽基液晶面板的畫素，且光傳遞率則為畫素對特定偏振方向的光所產生的光反射率。

此外，在其他實施例中，光束方向轉換器 120 亦可以是採用分光器（beam splitter），而分光器例如是部分穿透部分反射器或偏振分光器（polarizing beam splitter, PBS），其中偏振分光器適用於空間光調變器 200 為反射式液晶面板的情況。

再者，在其他實施例中，光學成像系統 100 亦可以不包括光束方向轉換器 120，而處於開狀態的微反射鏡直接將光束 B 反射至第二透鏡 114，且處於關狀態的微反射鏡則使光束 B 無法傳遞至第二透鏡 114。

值得注意的是，第一透鏡 112 的數量亦可以是有複數個，以形成一透鏡群。此外，第二透鏡 114 的數量亦可以是複數個，以形成一透鏡群。

圖 4 為本發明之另一實施例之光學成像系統的光路示意圖。請參照圖 4，本實施例之光學成像系統 100a 與圖 1A 之光學成像系統 100 類似，而兩者的差異如下所述。在本實施例中，光學成像系統 100a 的空間光調變器 200a 為穿

透式液晶面板，微光闌單元 210a 為穿透式液晶面板之呈陣列排列之畫素，而光傳遞率為畫素之光穿透率。本實施例之光學成像系統 100a 亦可達到圖 1A 之光學成像系統 100 的優點與功效，在此不再重述。此外，由於空間光調變器 200a 是穿透式的空間光調變器，而不是反射式的空間光調變器，因此本實施例中可以不設置如圖 1A 之光束方向轉換器 120 來變來自空間光調變器 200a 的光束 B 之傳遞方向。

圖 5 為本發明之又一實施例之光學成像系統的光路示意圖。請參照圖 5，本實施例之光學成像系統 100b 與圖 1A 之光學成像系統 100 類似，而兩者的差異如下所述。在本實施例之光學成像系統 100b 中，在成像鏡頭 110b 的光闌位置 P 上並無配置空間光調變器，取而代之的是，在本實施例中，光學成像系統 100b 包括一空間光調變光源 300。空間光調變光源 300 適於提供一結構光束 302，以照射物體 50，其中結構光束 302 成像於光闌位置 P。在本實施例中，結構光束 302 成像於光闌位置 P 的影像 304 即用以取代圖 1A 之空間光調變器 200 所產生的光傳遞率分佈。

具體而言，空間光調變光源 300 適於調變結構光束 302，以改變結構光束 302 成像於光闌位置 P 的影像 304，且光闌位置 P 位於空間光調變光源 300 與像平面 I 之間的結構光束 302 之傳遞路徑上。在本實施例中，空間光調變光源 300 包括一光源 310 及空間光調變器 200。光源 310 適於提供一照明光束 312。空間光調變器 200 配置於照明



光束 312 的傳遞路徑上，以將照明光束 312 轉換為結構光束 302。在本實施例中，空間光調變光源 300 包括至少一透鏡 320（在本實施例中是以一個透鏡 320 為例），配置於空間光調變器 200 與光源 310 之間之照明光束 312 的傳遞路徑上。此外，在本實施例中，光學成像系統 100b 更包括至少一第三透鏡 116，配置於空間光調變光源 300 與物體 50 之間之結構光束 302 的傳遞路徑上。在本實施例中，結構光束 302 適於穿透物體 50 而傳遞至第一透鏡 112，進而通過光闌位置 P 與第二透鏡 114 而傳遞至像平面 I，亦即光闌位置 P 位於第一透鏡 112 與第二透鏡 114 之間之結構光束 302 的傳遞路徑上。此外，物體 50 則被成像於像平面 I 上，即成像於光偵測器 60 上。

在本實施例中，空間光調變器 200 與圖 1A 之空間光調變器 200 相同，均為數位微鏡元件。此外，在本實施例中，空間光調變光源 300 具有複數個微光源單元 330。具體而言，當空間光調變器 200 的微反射鏡（即圖 1A 之微光闌單元 210）處於開狀態時，便能將照明光束 312 反射至第三透鏡 116，亦即此時微反射鏡（即微光闌單元 210）便能形成一微光源單元 330。複數個處於開狀態的微反射鏡便能形成複數個微光源單元 330，也就是將照明光束 312 轉換成結構光束 302。此外，空間光調變單元 300 適於將這些微光源單元 330 調變成複數個光源區域，這些光源區域的光強度由空間光調變光源 300 的中心往空間光調變光源 300 的邊緣遞減。

在本實施例中，每一光源區域包括至少一微光源單元 330。當每一光源區域包括複數個微光源單元 330，且在同一光源區域中之這些微光源單元 330 的光強度實質上相同。換言之，可將圖 1A 之微光闌單元 210 視為本實施例之微光源單元 330，將圖 2 之光闌區域 220 視為本實施例之光源區域，而圖 2 之光闌區域 220 之光傳遞率則視為本實施例之光源區域的光強度。此外，結構光束 302 位於光闌位置 P 的影像 304 則可視為圖 1A 之空間光調變器 200 所形成的孔徑光闌之投影所成之影像。無論設於光闌位置 P 的是如圖 1A 之實體孔徑光闌，或是如本實施例之孔徑光闌的成像（即影像 304），對於將物體 50 成像於光偵測器 60 上的光學效果均有類似的光調節作用。亦即，將孔徑光闌的成像設於光闌位置 P 就相當於或類似於將一個實體孔徑光闌設於光闌位置 P 上。因此，本實施例之光源區域的光強度分佈可完全參照圖 1B 之實施例所述之光傳遞率分佈，在此不再重述。

在本實施例中，控制單元 150 電性連接至空間光調變光源 300，以控制空間光調變光源 300 的調變方式。具體而言，控制單元 150 例如電性連接至空間光調變器 200，以控制空間光調變器 200 的調變方式。控制單元 150 可決定光源區域的光強度分佈應擬合何種函數，且可決定 K 值。此外，本實施例之光學成像系統 100b 可達到與圖 1A 之光學成像系統 100 相同或類似的優點與功效，在此不再重述。

此外，在本實施例中，在光闌位置 P 上可配置有一孔徑光闌 130b，而孔徑光闌 130b 具有一孔洞，而影像 304 是被形成於孔洞中。

本實施例之光學成像系統 100b 可作為顯微鏡，以觀測物體 50。然而，在其他實施例中，當物體 50 為空間光調變器（例如穿透式液晶面板）且將光偵測器 60 置換為屏幕時，則光學成像系統 100b 則可作為投影系統，以將空間光調變器（即物體 50）的影像投影於屏幕上。此外，在其他實施例中，物體 50 亦可以是幻燈片。由上述數學運算分析可知，當 K 值不同時對於不同的空間頻率具有不同程度的成像解析力。因此，當光學成像系統 100b 用於投影裝置時，且當顯示藍光光碟或 DVD 的影像時，由於這樣的影像空間頻率較高，為了使畫面較為銳利，可利用對高空間頻率有較佳解析力的 K 值來顯示影像。另一方面，當顯示有線電視或無線電視等解析度較低的畫面時，則可利用對較低空間頻率有較佳解析力的 K 值來顯示顯像，以使畫面較為自然。

值得注意的是，本發明並不限定空間光調變光源 300 中的空間光調變器 200 是採用數位微鏡元件，在其他實施例中，亦可以是採用反射式液晶面板。

圖 6 為本發明之再一實施例之光學成像系統的光路示意圖。請參照圖 6，本實施例之光學成像系統 100c 類似圖 5 之光學成像系統 100b，而兩者的差異在於圖 5 的光學成像系統 100b 是將穿透物體 50 的結構光束 302 所搭載之物

體 50 的影像成像於光偵測器 60 上，而本實施例之光學成像系統 100c 則是將由物體 50 反射且搭載物體 50 的影像之結構光束 302 成像於光偵測器 60 上。本實施例之光學成像系統 100c 具有類似於圖 1A 之光學成像系統 100 的優點與功效。舉例而言，本實施例之光學成像系統 100c 具有較大的景深 F，因此即使物體 50 相對於結構光束 302 傾斜擺放，亦能夠清晰地成像於光偵測器 60 上。

本實施例之物體 50 亦可以是空間光調變器，例如是數位微鏡元件或反射式液晶面板，而光偵測器 60 可置換為屏幕，則光學成像系統 100c 即可作為投影系統。

圖 7 為本發明之另一實施例之光學成像系統的光路示意圖。請參照圖 7，本實施例之光學成像系統 100d 類似於圖 5 之光學成像系統 100b，而兩者的差異如下所述。在本實施例中，空間光調變光源 300d 更包括如圖 1A 所繪示之光束方向轉換器 120。光束方向轉換器 120 配置於光源 310 與空間光調變器 200 之間之照明光束 312 的傳遞路徑上，且配置於空間光調變器 200 與光闌位置 P 之間之結構光束 302 的傳遞路徑上。在本實施例中，來自光源 310 的照明光束 312 適於被全反射面 128 全反射至空間光調變器 200，而空間光調變器 200 中呈現開狀態的微反射鏡則適於將照明光束 312 轉換為穿透全反射面 128 之結構光束 302。在其他實施例中，光束方向轉換器 120 亦可以視使用需求而採用分光器或偏振分光器。

圖 8 為本發明之又一實施例之光學成像系統的光路示

意圖。請參照圖 8，本實施例之光學成像系統 100e 類似於圖 6 之光學成像系統 100c，而兩者的差異如下所述。在本實施例中，光學成像系統 100e 更包括一光束方向轉換器 140e，配置於空間光調變光源 300 與物體 50 之間之結構光束 302 的傳遞路徑上，且配置於物體 50 與第一透鏡 112 之間之結構光束 302 的傳遞路徑上。在本實施例中，光束方向轉換器 140e 為一分光單元，例如為一部分穿透部分反射鏡，其適於將部分來自空間光調變光源 300 的結構光束 302 反射至物體 50，且適於讓部分來自物體 50 的結構光束 302 穿透而傳遞至光闌位置 P。在其他實施例中，光束方向轉換器 140e 亦可以是一內部全反射稜鏡或一偏振分光單元。當光束方向轉換器 140e 為偏振分光單元（例如偏振分光鏡或偏振分光稜鏡）時，光源 310 可採用偏振光源，而此偏振分光單元與物體 50 之間之結構光束 302 的傳遞路徑上可設有四分之一波片（wave plate）。

圖 9 為本發明之再一實施例之光學成像系統的光路示意圖。請參照圖 9，本實施例之光學成像系統 100f 類似於圖 5 之光學成像系統 100b，而兩者的差異如下所述。在本實施例之光學成像系統 100f 中，空間光調變光源 300f 例如為一發光二極體陣列（light emitting diode array, LED array）、一有機發光二極體陣列（organic light emitting diode array, OLED array）、一電漿顯示面板（plasma display panel, PDP）、場發射顯示面板（field emission display panel, FED panel）或陰極射線管（cathode ray tube, CRT），亦即空間

光調變光源 300f 為一自發光顯示器，而空間光調變光源 300f 的畫素 340f 之亮度則可決定光源區域的光強度。

圖 10 為本發明之另一實施例之光學成像系統的光路示意圖。請參照圖 10，本實施例之光學成像系統 100g 類似於圖 5 之光學成像系統 100b，而兩者的差異如下所述。在本實施例之光學成像系統 100g 中，空間光調變器 200g 例如為一穿透式液晶面板，而部分來自光源 310 的照明光束 312 適於穿透空間光調變器 200g 而形成結構光束 302。

綜上所述，在本發明之實施例之光學成像系統中，由於採用了空間光調變器來作為孔徑光闌，或者採用空間光調變光源來提供成像於光闌位置的結構光束，因此藉由調變空間光調變器或空間光調變光源，可使孔徑光闌或結構光束的光強度振幅與相位改變。如此一來，便可根據使用需求形成不同的成像效果。

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 1A 為本發明之一實施例之光學成像系統的光路示意圖。

圖 1B 為圖 1A 繪示數位微鏡元件中之一微反射鏡及其所產生之光路徑。

圖 2 為圖 1A 之數位微鏡元件在某一種狀態下之光傳

透率分佈圖。

圖 3A 為圖 1A 之光學成像系統的對照組所運算出的光學傳遞函數曲線圖。

圖 3B、圖 3C 及圖 3D 分別為圖 1A 之光學成像系統為  $K=0$ 、 $K=0.05$  與  $K=0.3$  時所運算出來的光學轉移函數曲線圖。

圖 4 為本發明之另一實施例之光學成像系統的光路示意圖。

圖 5 為本發明之又一實施例之光學成像系統的光路示意圖。

圖 6 為本發明之再一實施例之光學成像系統的光路示意圖。

圖 7 為本發明之另一實施例之光學成像系統的光路示意圖。

圖 8 為本發明之又一實施例之光學成像系統的光路示意圖。

圖 9 為本發明之再一實施例之光學成像系統的光路示意圖。

圖 10 為本發明之另一實施例之光學成像系統的光路示意圖。

**【主要元件符號說明】**

50：物體

60：光偵測器

100、100a、100b、100c、100d、100e、100f、100g：

## 光學成像系統

- 110、110b：成像鏡頭
- 112：第一透鏡
- 114：第二透鏡
- 116：第三透鏡
- 120、140e：光束方向轉換器
- 122：第一稜鏡
- 124：第二稜鏡
- 126：間隙
- 128：表面
- 130b：孔徑光闌
- 150：控制單元
- 200、200a、200g：空間光調變器
- 210、210a：微光闌單元
- 220：光闌區域
- 300、300d、300f：空間光調變光源
- 302：結構光束
- 304：影像
- 310：光源
- 312：照明光束
- 320：透鏡
- 330：微光源單元
- 340f：畫素
- B：光束



$c$ 、 $D$ 、 $d$ ：寬度

$F$ ：景深

$I$ ：像平面

$P$ ：光闌位置

$\theta$ ：角度

## 七、申請專利範圍：

1. 一種光學成像系統，包括：
  - 一成像鏡頭，具有一光闌位置；以及
  - 一空間光調變器，配置於該成像鏡頭之該光闌位置，以作為該成像鏡頭的一孔徑光闌，其中該空間光調變器適於調變該空間光調變器的光傳遞率以使該孔徑光闌的光強度振幅與相位改變。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學成像系統，其中該空間光調變器具有複數個微光闌單元，該空間光調變器適於將該些微光闌單元調變成複數個光闌區域，該些光闌區域的光傳遞率由該孔徑光闌的中心往該孔徑光闌的邊緣做對稱性的變化。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之光學成像系統，其中每一該光闌區域包括至少一微光闌單元。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之光學成像系統，其中當每一該光闌區域包括複數個微光闌單元時，在同一該光闌區域中之該些微光闌單元的光傳遞率實質上相同。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學成像系統，其中該空間光調變器為一數位微鏡元件、一反射式液晶面板或一穿透式液晶面板。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學成像系統，其中該成像鏡頭包括：
  - 至少一第一透鏡；以及
  - 至少一第二透鏡，其中該空間光調變器配置於該第一

透鏡與該第二透鏡之間之光束傳遞路徑上，且

該光學成像系統更包括一光束方向轉換器，配置於該第一透鏡與該空間光調變器之間之光束傳遞路徑上，且配置於該空間光調變器與該第二透鏡之間之光束傳遞路徑上。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之光學成像系統，其中該光束方向轉換器為包括一全反射稜鏡或一分光器。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學成像系統，更包括一控制單元，電性連接至該空間光調變器，以控制該空間光調變器的調變方式。

9. 一種光學成像系統，適於將一物體成像於一像平面上，該光學成像系統包括：

一成像鏡頭，具有一光闌位置；以及

一空間光調變光源，適於提供一結構光束，以照射該物體，其中該結構光束成像於該光闌位置，該空間光調變光源適於調變該結構光束，以改變該結構光束成像於該光闌位置的的光強度振幅與相位分布，且該光闌位置位於該空間光調變光源與該像平面之間的該結構光束之傳遞路徑上。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之光學成像系統，其中該空間光調變光源具有複數個微光源單元，該空間光調變光源適於將該些微光源單元調變成複數個光源區域，該些光源區域的光強度由該空間光調變光源的中心往該空間光調變光源的邊緣做對稱性的變化。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之光學成像系統，其中每一該光源區域包括至少一微光源單元。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之光學成像系統，其中當每一該光源區域包括複數個微光源單元時，在同一該光源區域中之該些微光源單元的光強度實質上相同。

13. 如申請專利範圍第 9 項所述之光學成像系統，其中該空間光調變光源包括：

一光源，適於提供一照明光束；以及

一空間光調變器，配置於該照明光束的傳遞路徑上，以將該照明光束轉換為該結構光束。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之光學成像系統，其中該空間光調變器為一數位微鏡元件、一反射式液晶面板或一穿透式液晶面板。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述之光學成像系統，更包括一光束方向轉換器，配置於該光源與該空間光調變器之間之該照明光束的傳遞路徑上，且配置於該空間光調變器與該光闌位置之間之該結構光束的傳遞路徑上。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之光學成像系統，其中該光束方向轉換器為包括一全反射稜鏡、一分光器或一偏振分光器。

17. 如申請專利範圍第 9 項所述之光學成像系統，其中該空間光調變光源為一發光二極體陣列、一有機發光二極體陣列、一電漿顯示面板、場發射顯示面板或陰極射線管。

18. 如申請專利範圍第 9 項所述之光學成像系統，其中該成像鏡頭包括：

至少一第一透鏡；以及

至少一第二透鏡，其中該光闌位置位於該第一透鏡與該第二透鏡之間之該結構光束的傳遞路徑上，且

該光學成像系統更包括至少一第三透鏡，配置於該空間光調變光源與該物體之間之該結構光束的傳遞路徑上。

19. 如申請專利範圍第 9 項所述之光學成像系統，更包括一控制單元，電性連接至該空間光調變光源，以控制該空間光調變光源的調變方式。

34992TW\_J

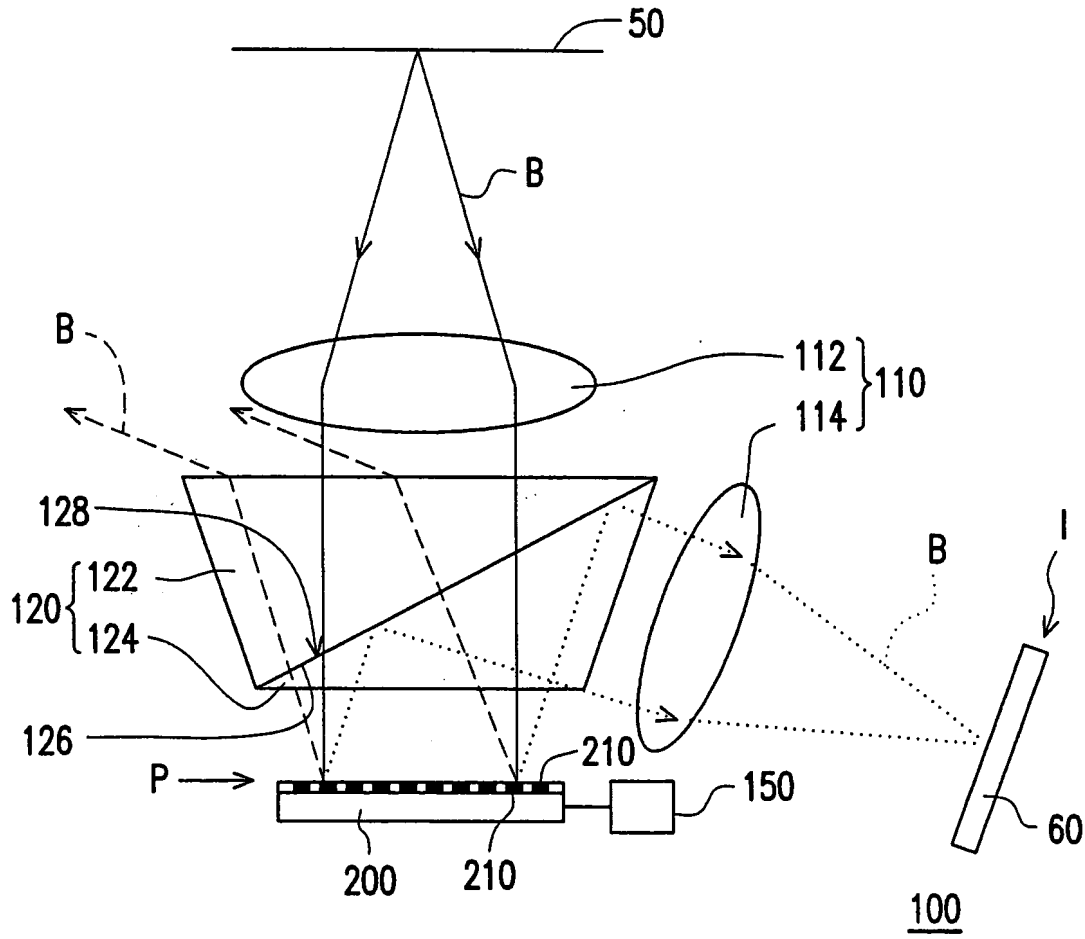


圖 1A

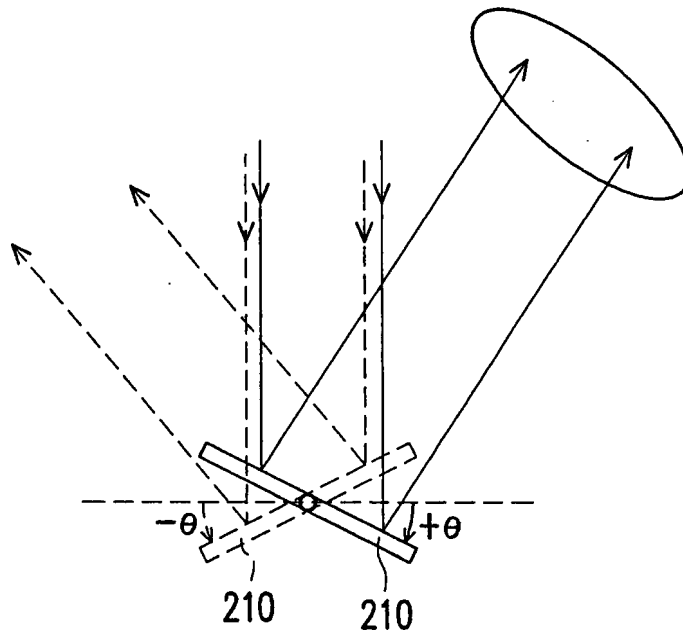


圖 1B

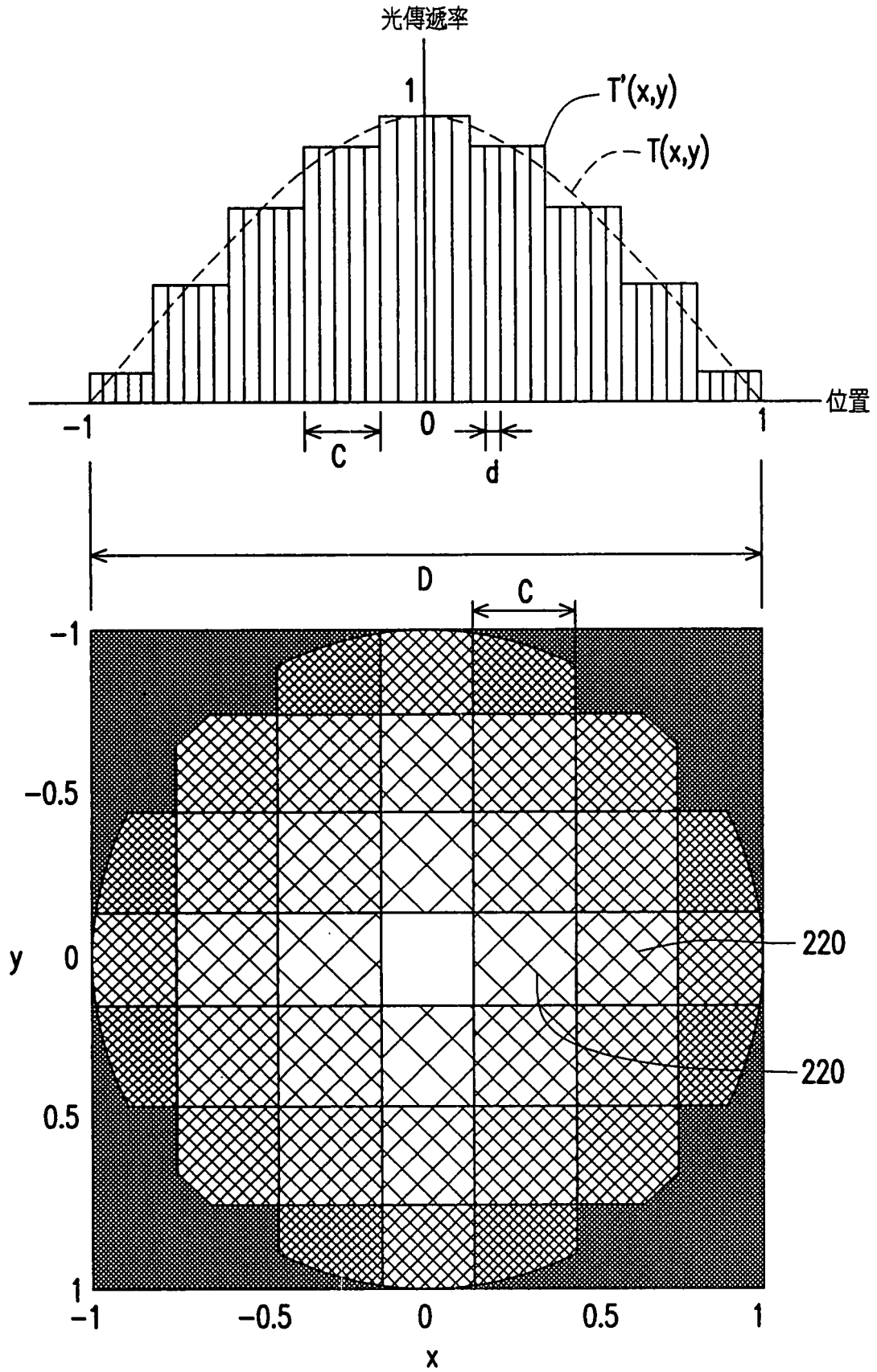


圖 2

34992TW\_J

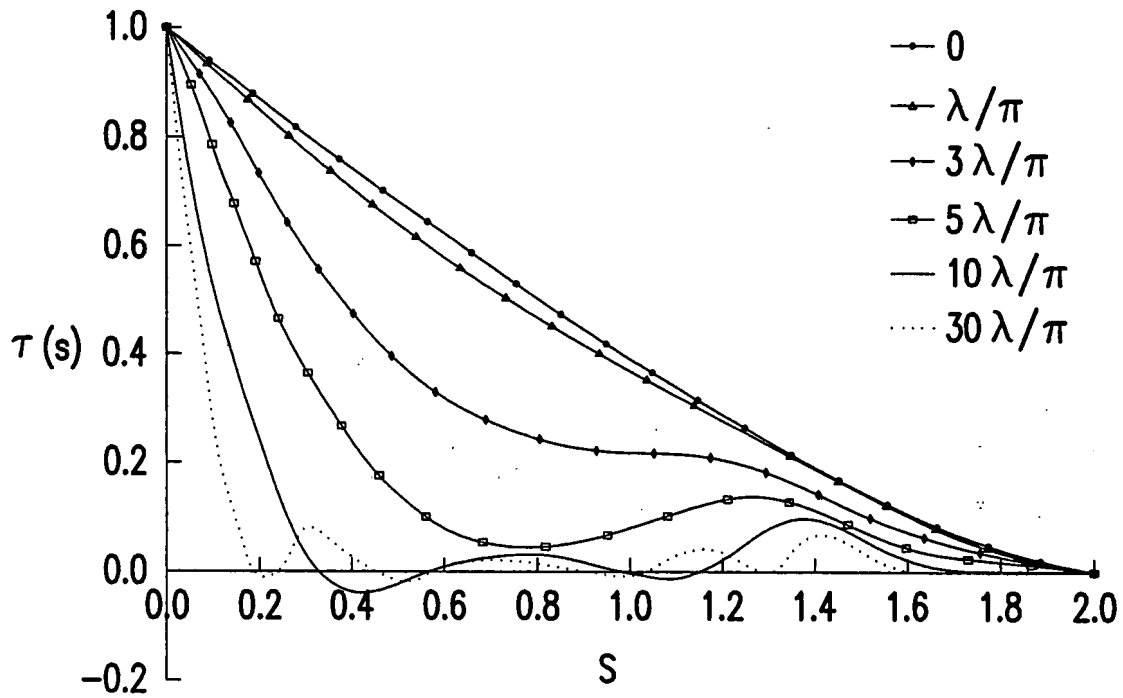


圖 3A

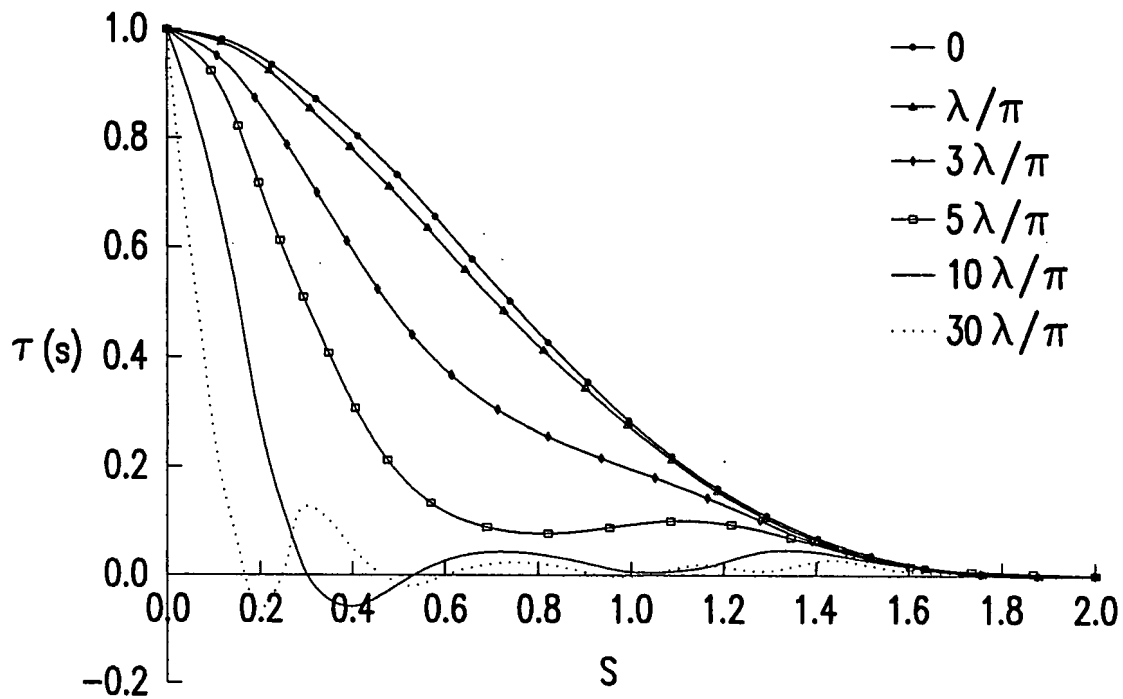


圖 3B



34992TW\_J

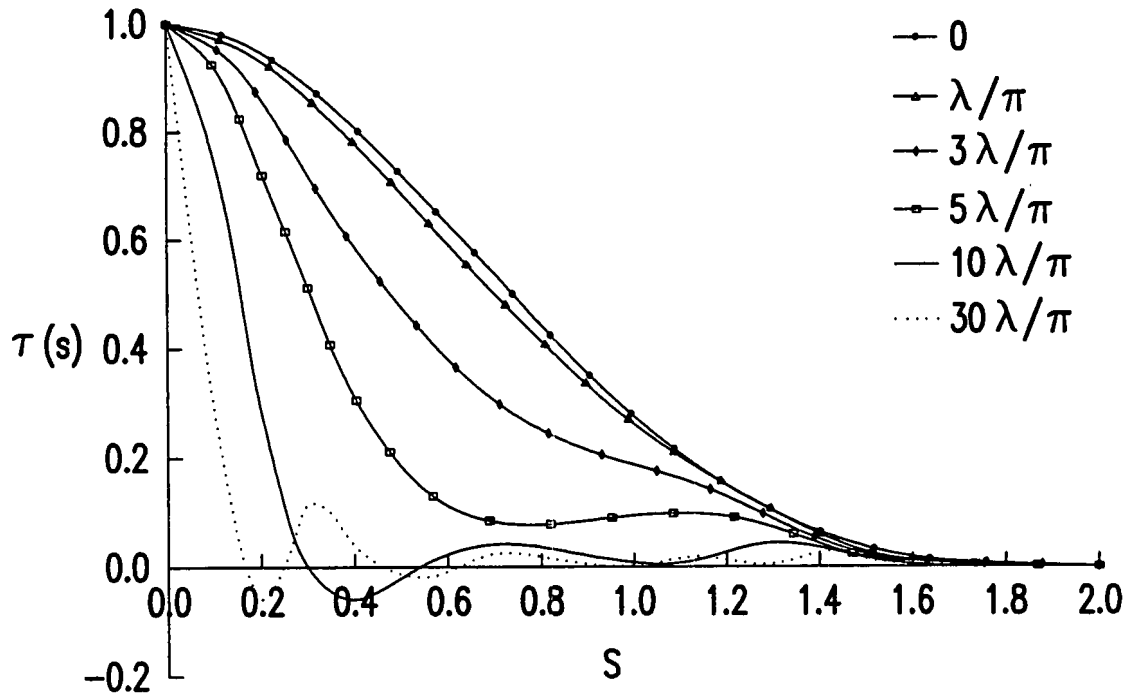


圖 3C

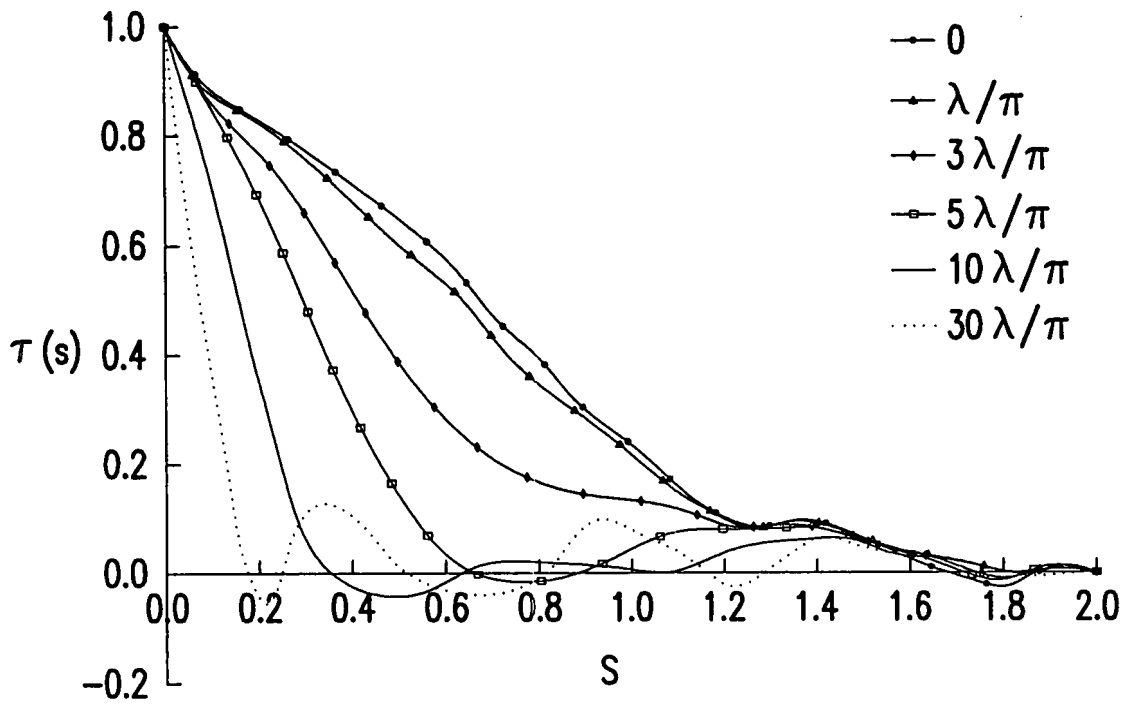


圖 3D

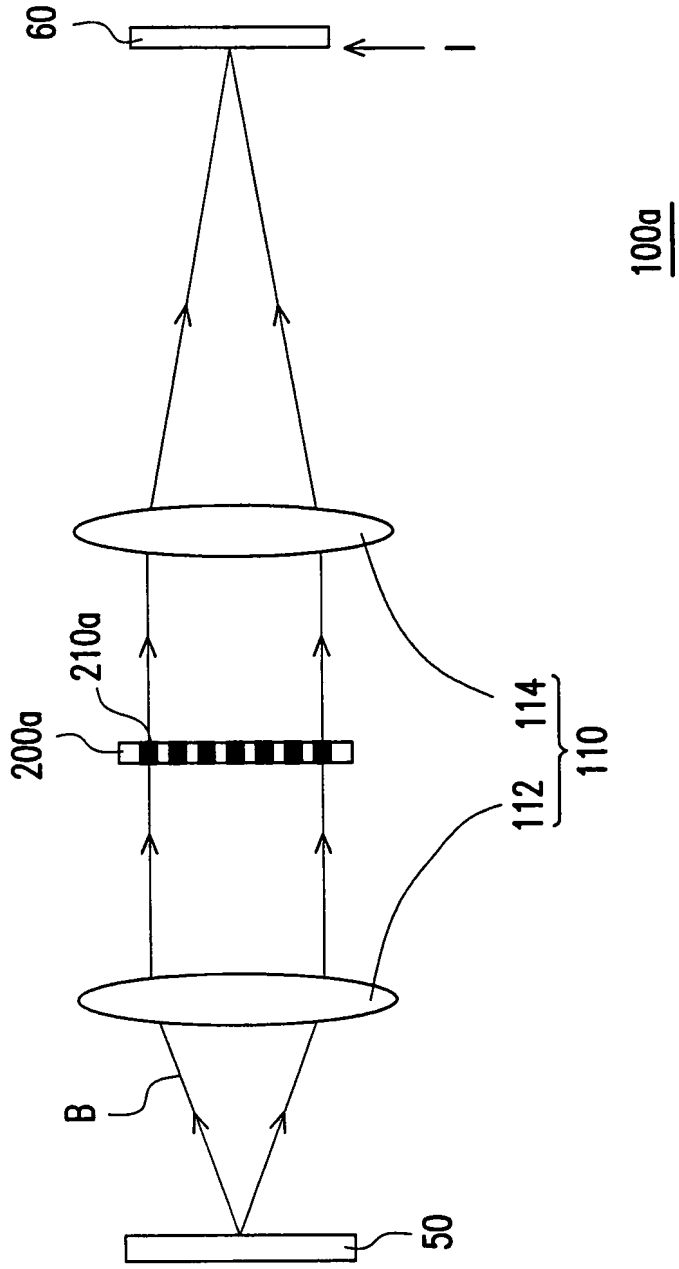


圖 4

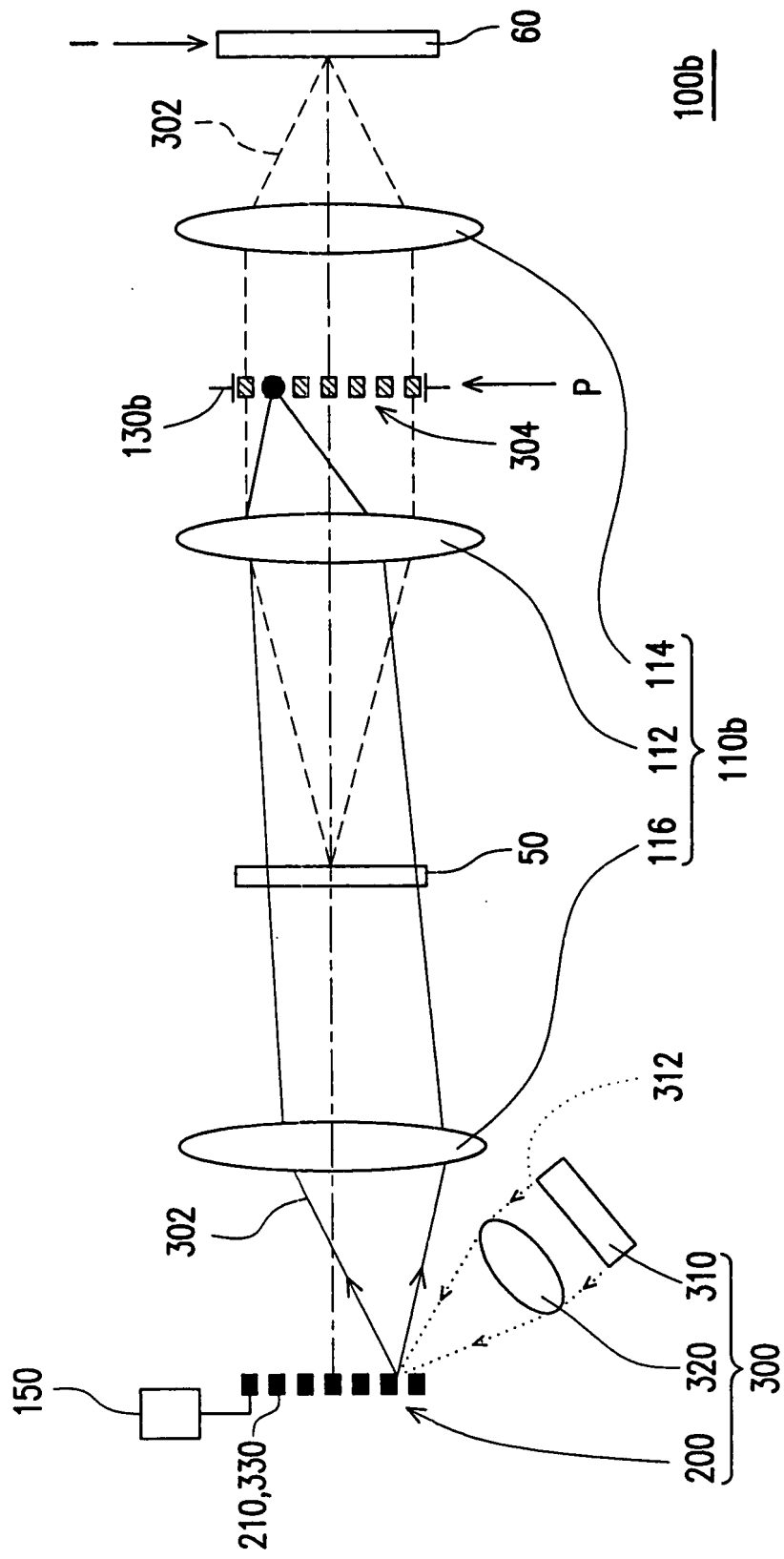


圖 5

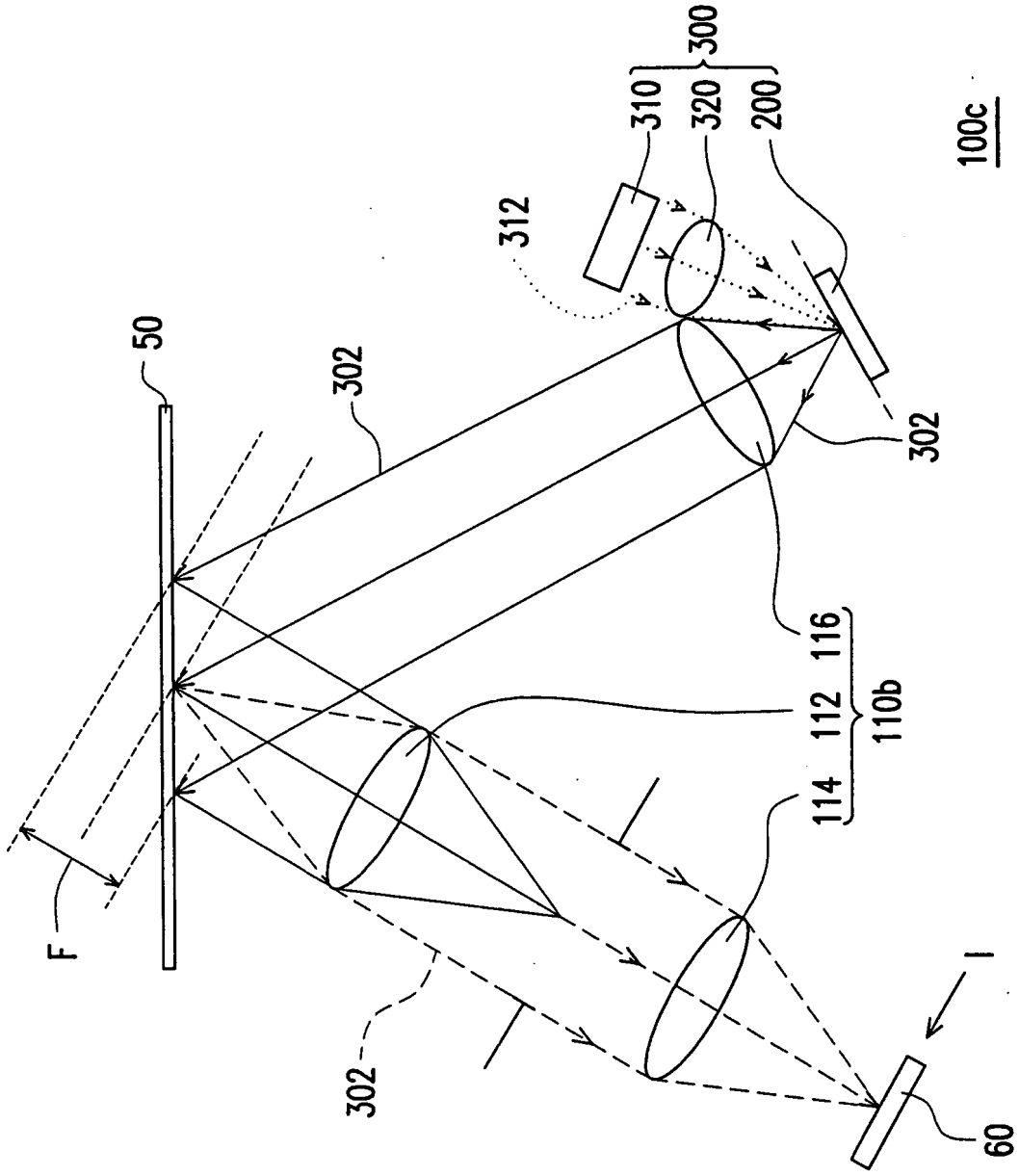


圖 6

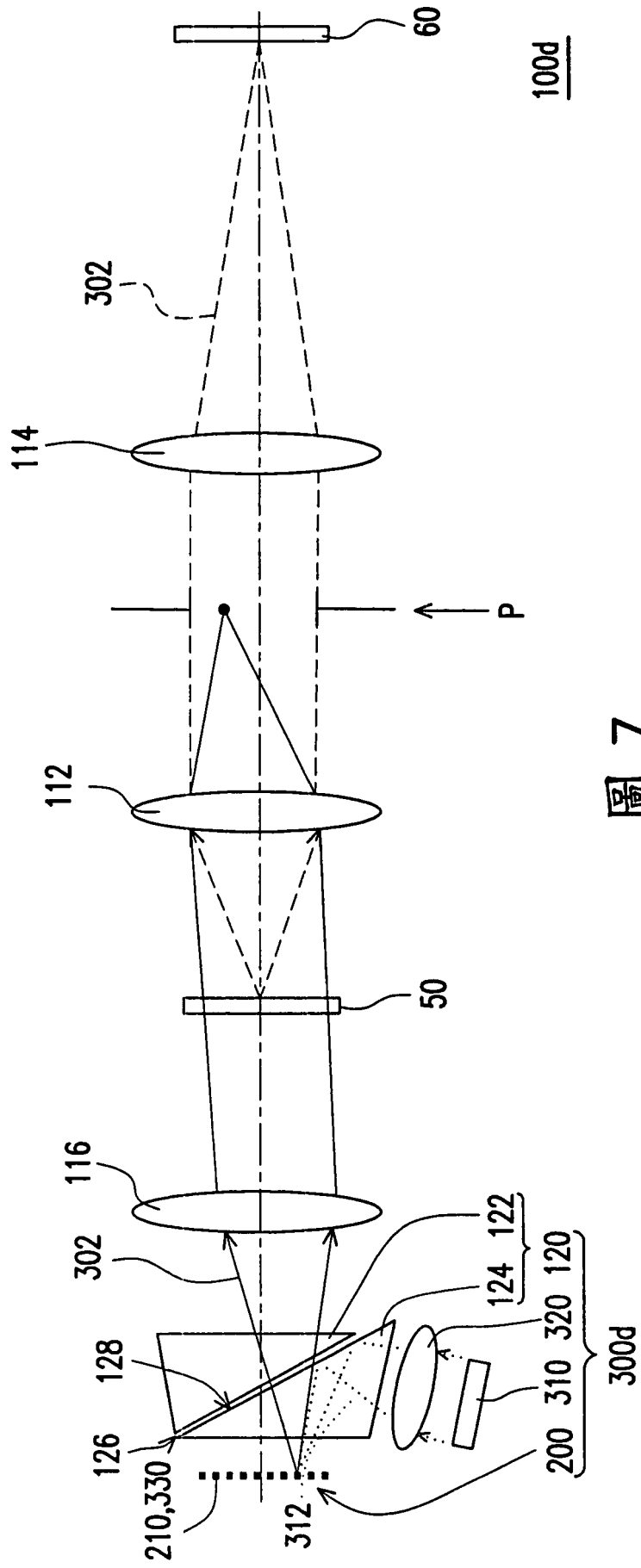


圖 7



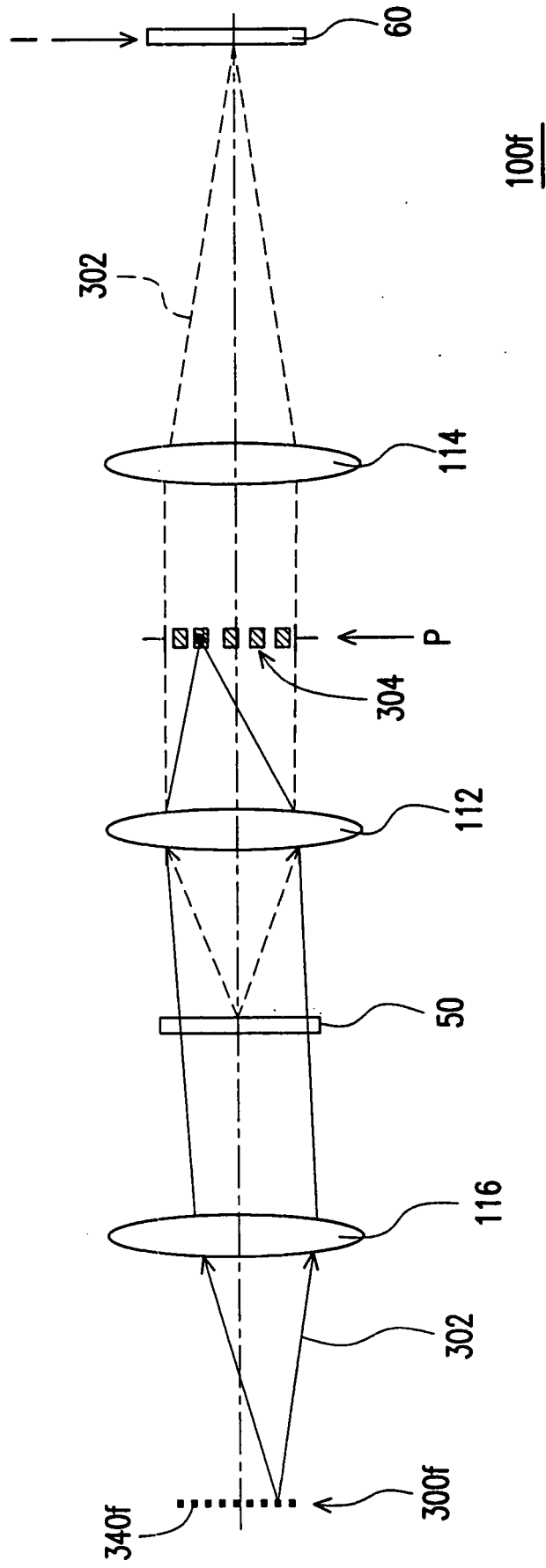


圖 9

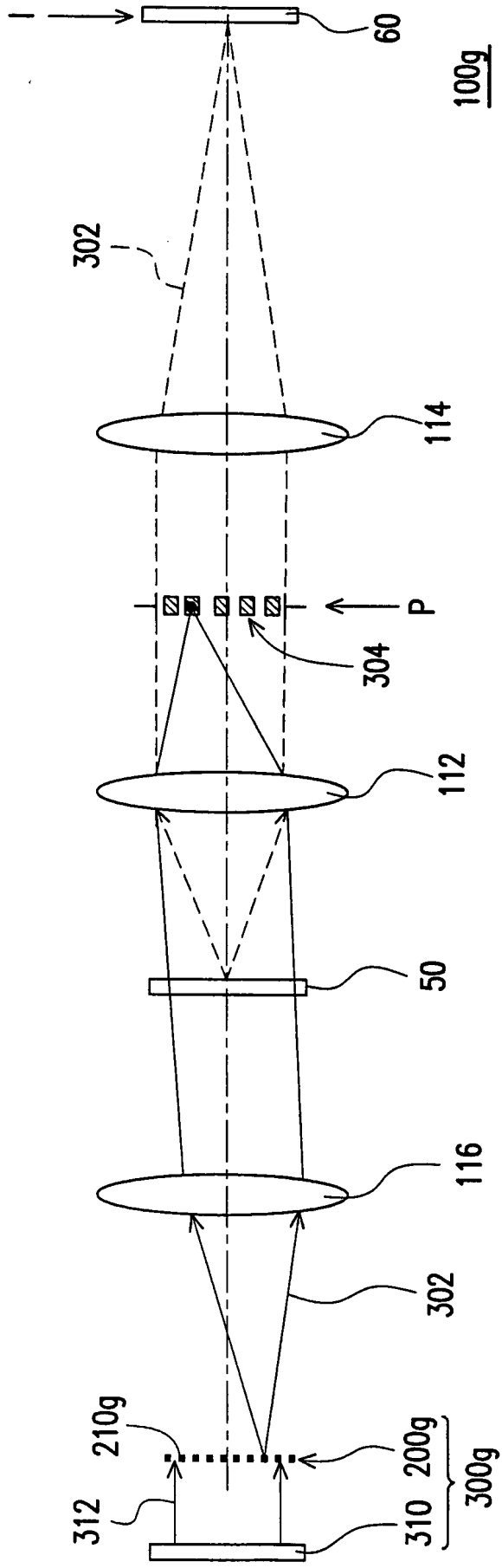


圖10