

# 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：93126980

※申請日期：93.9.7

※IPC 分類：G02B 26/08

## 一、發明名稱：(中文/英文)

使用全像空間偏極模組之光學多埠循環器及其全像空間偏極模組

## 二、申請人：(共1 人)

姓名或名稱：(中文/英文) 國立交通大學

代表人：(中文/英文) 張俊彥

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國 TW

## 三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1、 蘇德欽

2、 陳敬恒

國 籍：(中文/英文)

1、 中華民國 TW

2、 中華民國 TW

#### 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，其實發生日期為：93 年 8 月 1 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：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

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。

## 五、中文發明摘要：

本發明提供一種使用全像空間偏極模組之光學多埠循環器及其全像空間偏極模組，其係根據全像記錄材料特性和耦合波理論，提出一繞射式之全像空間偏離偏極器，用以取代傳統晶體式空間偏離偏極器，再提出全像空間偏極模組的設計，將之應用於3埠、4埠或多埠的光學循環器與光學隔離器的設計中。因此本發明具有偏極獨立、密集、高獨立、低偏極模色散和易於製作等優點，且埠的數目可容易的被增加。

## 六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：第五(a)圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

20 全像空間偏極模組

22 偏極分光器

24 反射稜鏡

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種光學循環器(optical circulator)，特別是關於一種使用全像空間偏極模組設計之偏極獨立光學循環器。

### 【先前技術】

光學循環器(optical circulator)為光束行進方向不可逆之重要被動光學元件，並且是建構網路基本功能模組不可或缺之元件，例如光學存取多功器(optical add/drop multiplexers)、色散補償(dispersion-compensation)、光學放大器(optical amplifiers)和時域反射測量術(time-domain reflectometry)。隨著光通訊系統設計的愈趨複雜，一元件具有多個輸入和輸出埠(port)已成為高度的需求。

在一般傳統光學循環器之設計中，其組成要件主要包含空間偏離偏極器(spatial walk-off polarizer, SWP)、法拉第旋轉器(Faraday rotator, FR)以及二分之一波片(half wave-plate, H)。此類光學循環器之設計，大多使用傳統雙折射晶體之空間偏離偏極器來操控入射光之偏極分量。然而，一般雙折射晶體面臨著高光學品質、長晶技術和光學製造困難之挑戰；其中高光學品質代表在大的波長範圍具有良好的穿透性和光學均勻性，晶體具備高的雙折射性(birefringence)和足夠的硬度；傳統之長晶技術主要則為單晶系之柴式拉晶法(Czochralski method)，非傳統之長晶技術則有維納爾式長晶法(Verneuil crystal-growth process)；至於光學製造之過程則包含 x-射線定軸向(x-ray orientation)、切割(slicing)、拋光(polishing)、鍍膜、清潔、最後測試，以及封裝和相關製程的處理等等。因此，整體而言，習知使用雙折射晶體

之光學循環器，其成本相對較高。

此外，此類空間偏離偏極器由於受限於有限之雙折射率，使得元件難以在短距離內(薄的厚度)達成大的分光間距，因此難以符合光學元件組裝上的密集要求。

有鑑於此，本發明提出一種使用全像空間偏極模組之光學多埠循環器，以有效克服傳統晶體所面臨的各項問題。

## 【發明內容】

本發明之主要目的，係在提供一種光學多埠循環器，其係使用全像空間偏離偏極器取代傳統晶體式之空間偏離偏極器，以有效簡化光學循環器之設計，使其更加密集，且成本亦較低廉。

本發明之另一目的，係在提供一種使用全像空間偏極模組之光學多埠循環器，具有偏極獨立、密集、高隔離、低偏極模色散和易於製作等優點。

本發明之再一目的，係根據全像記錄材料特性和耦合波理論，提出一繞射式之全像空間偏離偏極器，以將其應用於各式多埠的光學循環器與光學隔離器的設計中，且埠的數目可容易的被增加。

為達到上述之目的，本發明提出一種使用全像空間偏極模組之光學多埠循環器，包括至少一全像空間偏極模組，在其二側分別設有至少一奇數埠及至少一偶數埠，且在全像空間偏極模組之二側設有二光束引導模組，每一光束引導模組包含數個反射稜鏡及數個偏極分光器，其中一光束引導模組中之反射稜鏡及偏極分光器係位於奇數埠的位置處，另一光束引導模組中之反射稜鏡及偏極分光器係位於偶數埠的位置處，藉以將該二偏極分

量之光程差降為零，該光學多埠循環器係可使一入射光入射後獲得二個相互垂直之偏極分量，且二該偏極分量係平行出射。

其中，該全像空間偏極模組包含二全像空間偏離偏極器，且在該二全像空間偏離偏極器之間設有一法拉第旋轉器及一個二分之一波片。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

### 【實施方式】

全像空間偏離偏極器(Holographic spatial walk-off polarizers, HSWPs)之結構和操作原理如第一圖所示，一全像空間偏離偏極器(HSWP)10本質上包含一玻璃基板 12 及一製作於玻璃基板 12 上之穿透式相位型體積全像光柵 14。當一任意偏極之入射光  $L_{in}$  垂直入射於 A 點，s-偏光分量直接穿透 HSWP 10，同時 p-偏光分量完全繞射至 B 點，並在 B 點全反射而至 C 點，並在 C 點再次全反射，此全反射光  $L_{ref}$  滿足光柵之布拉格條件而同時繞射，因此在 C 點之繞射光平行於在 A 點之入射光。因此可獲得偏極分量相互垂直，具有間距為  $L$  之兩平行出射光。

在本發明中，係提出一新型之全像空間偏極模組(holographic spatial- and polarization- module, HSPM)，如第二(a)圖及第二(b)圖所示，一全像空間偏極模組(HSPM)20 包含一對裝置方向相反的全像空間偏離偏極器(HSWPs)10、10'、一個  $45^\circ$  法拉第旋轉器(Faraday rotator, FR)16 及一個  $45^\circ$  二分之一波片(Half wave-plate, H)18。為了易於瞭解 HSPM 的操作特性，使用具有二分之一等分線之圓表示光經過每一組件後的偏光狀態；且使用一個單位間距  $L$  之 x-z 正交座標系統，來描述光束之傳播方向

和相對空間位置；符號 $\odot$ 、 $\ominus$ 和 $\oplus$ 分別表示 s-偏極分量、p-偏極分量和任意偏極光。

非偏極入射光穿透單一 HSPM 20 的光學特性如第二(a)圖及第二(b)圖所示，在第二(a)圖中，當任意偏極入射光  $L_{in}$  沿+z 方向入射，s-偏極分量直接穿透第一 HSWP 10，p-偏極分量經過兩次繞射和兩次全反射後穿透此 HSWP 10。然後，此兩相互垂直之偏極分量經過法拉第旋轉器 16 和二分之一波片 18，它們的偏光方向總共被旋轉  $90^\circ$ ，分別由法拉第旋轉器 16 旋轉  $+45^\circ$ ；二分之一波片旋轉  $+45^\circ$ 。此兩偏極分量最後進入第二 HSWP 10'，然後相似於在第一 HSWP 10 中的作用，結合在一起而出射。因此，任意偏極出射光  $L_{out}$  之空間位置沿+x 方向偏移距離 L。在第二(b)圖中，當任意偏極入射光  $L_{in}$  沿-z 方向入射，s-偏極分量直接穿透第二 HSWP 10'，p-偏極分量經過兩次繞射和兩次全反射後穿透此 HSWP 10'。然後，此兩相互垂直之偏極分量經過法拉第旋轉器 16 和二分之一波片 18，它們的偏光方向總共被旋轉  $0^\circ$ ，分別由法拉第旋轉器 16 旋轉  $+45^\circ$ ；二分之一波片 18 旋轉  $-45^\circ$ 。最後，s-偏極分量直接穿透第一 HSWP 10，p-偏極分量再經過兩次繞射和兩次全反射後穿透此 HSWP 10。因此，s-偏極分量直接穿透此 HSPM 20，同時 p-偏極分量之空間位置沿-x 方向偏移 2L 然後出射。

根據相同的原理，本發明串聯一對 HSPMs 20 時，其操作特性如第三(a)圖和第三(b)圖所示，在第三(a)圖中，當任意偏極入射光  $L_{in}$  沿+z 方向入射，任意偏極出射光  $L_{out}$  之空間位置沿+x 方向偏移距離 2L；在第三(b)圖中，當任意偏極入射光  $L_{in}$  沿-z 方向入射，s-偏極分量直進，p-偏極分量之空間位



置沿 $-x$ 方向偏移 $4L$ 然後出射。

根據前述操作特性，當一對 HSPMs 20 應用於光學準循環器之設計時，各通道(channel)的 s-與 p-偏光的輸入及輸出位置如第四圖所示。在此圖中，s 與 p 之後的數目為埠之序號， $n$  是正整數，箭頭代表光的傳輸方向。當一任意偏極光來回往返於此串聯之 HSPMs 20 時，s-和 p-偏極分量將以 z 字形分別向上下兩側逐漸分開。為了易於瞭解，我們假設一 HSPM 20 之厚度為 $4L$ ，且分別位於 $z=L\sim 5L$ 和 $-L\sim -5L$ 的範圍，奇數 $(2n-1)$ 埠位於 $-z$ 的範圍，偶數 $(2n)$ 埠位於 $+z$ 的範圍。因此第 $j$ 埠的 s 與 p 偏光的位置可表示為 $(X_{sj}, Z_{sj})$ 與 $(X_{pj}, Z_{pj})$ 。若 s-和 p-偏光之初始入射位置設為 $X_{s1}=X_{p1}=0$ 時，則各個偏光在 HSPMs 20 兩側之 x-軸上的相對位置可分別表示如下：

$$\begin{bmatrix} x_{s(2n-1)} \\ x_{p(2n-1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2(n-1)L \\ 2(1-n)L \end{bmatrix}, \quad (\text{對於奇數埠}) \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} x_{s(2n)} \\ x_{p(2n)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2nL \\ 2(2-n)L \end{bmatrix}. \quad (\text{對於偶數埠}) \quad (2)$$

明顯地，若在 HSPMs 20 兩側相對應之 s-與 p-偏極分量的位置適當引入偏極分光器 (polarization-beam splitter, PBS) 和反射稜鏡 (reflection prism, RP)，則可獲得多埠之偏極獨立光學準循環器。如第五(a)圖所示，為具有 $2n$ -埠結構之光學準循環器，其組成包含一對 HSPMs 20、數個偏極分光器(PBSs)22 和反射稜鏡(RPs)24。根據方程式(1)和(2)，所引入第 $j$ 埠之 PBSs 22 和 RPs 24 的座標位置 $(X_{PBSj}, Z_{PBSj})$ 及 $(X_{RPj}, Z_{RPj})$ 分別可表示為

$$\begin{bmatrix} x_{PBS(2n-1)} & z_{PBS(2n-1)} \\ x_{RP(2n-1)} & z_{RP(2n-1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2(n-1)L & (-2n-4)L \\ 2(1-n)L & (-2n-4)L \end{bmatrix}, \quad (\text{for an odd port}) \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} x_{PBS(2n)} & z_{PBS(2n)} \\ x_{RP(2n)} & z_{RP(2n)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2nL & (2n+4)L \\ 2(2-n)L & (2n+4)L \end{bmatrix}, \quad (\text{for an even port}) \quad (4)$$

其中  $n$  為正整數。第五(a)圖、第五(b)圖、第五(c)圖及第五(d)圖所示分別為光束由埠 1→埠 2、埠 2→埠 3、埠 3→埠 4 以及由埠  $(2n-1)$ →埠  $2n$  的示意圖。在這些圖中，符號□和▲分別表示 PBS 22 和 RP 24；其他的光傳輸路徑，則可同理類推而得。

然而，在第五(a)圖至第五(d)圖的設計中，p-偏光分量之光程明顯大於 s-偏光分量之光程，此光程差將造成偏極模色散(PMD)而將光訊號模糊。因此，為了改善 PMD 問題，本發明更改變第五(a)圖至第五(d)圖中之光路導引，如第六(a)圖至第六(d)圖所示，分別在奇數 $(2n-1)$ 和偶數 $(2n)$ 埠的位置處引入兩種由 PBSs 和 RPs 所構成的光束引導模組 26、28。如第七(a)圖和第七(b)圖所示，對於一奇數埠而言，光束引導模組 26 之規格 ( $Length \times Width$ ) 為  $(4n-3)L \times 0.31(n-1)L$ ；對於一偶數埠而言，光束引導模組 28 之規格為  $(4n-4)L \times 0.31(n-1)L$ ；導引模組的位置  $(x_{Mj}, z_{Mj})$  可表示為

$$\begin{bmatrix} x_{M(2n-1)} & z_{M(2n-1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2(1-n)L & (-2n-4)L \end{bmatrix}, \quad (\text{對於一奇數埠}) \quad (5)$$

$$\begin{bmatrix} x_{M(2n)} & z_{M(2n)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2nL & (2n+4)L \end{bmatrix}, \quad (\text{對於一偶數埠}) \quad (6)$$

其中  $n$  為大於 1 之正整數，方程式(5)之座標位置相對於奇數埠模組中之 RP 24 的中心；方程式(6)之座標位置相對於偶數埠模組中之 PBS 22 的中心。當導引模組適當引入之後，可使得 s-和 p-偏光之光程差降為零，因此可解

決 PMD 的問題。第六 6(a)圖、第六(b)圖、第六(c)圖、第六(d)圖所示分別為光束由埠 1→埠 2、埠 2→埠 3、埠 3→埠 4 以及由埠(2n-1)→埠 2n 的示意圖；其他的光傳輸路徑，則可同理類推而得。

在瞭解本發明之具體理論推導及其運作原理之後，以下特再藉由一較佳實施例來展現本發明之應用普遍性和潛在價值。

如第八圖所示，為本發明之偏極獨立 4-埠光學循環器之設計及其操作原理。一 4-埠光學循環器係包含兩個全像空間偏離偏極器 HSWP<sub>1</sub>、HSWP<sub>2</sub>、一個 45° 法拉第旋轉器 FR、一個 45° 二分之一波片 H、六個偏極分光器 PBSs 和四個反射稜鏡 RPs；其中，藉由結合兩個 HSWPs、一個 45° FR 和一個 45° H，構成一全像空間偏極模組(HSPM)。前述兩個 HSWP<sub>1</sub>、HSWP<sub>2</sub> 具有完全相同的結構，僅裝置方向相反。如第八(a)圖所示，當一非偏極入射光由埠 1 垂直入射 HSWP<sub>1</sub> 時，其 s-偏極分量直接穿透此 HSWP<sub>1</sub>；同時 p-偏極分量經過兩次全內反射(TIR)和兩次繞射後，垂直出射此 HSWP<sub>1</sub>。然後，此兩偏極分量經過 FR 和 H，此兩偏極分量的偏光狀態(states of polarization, SOP)總共被旋轉 90°，分別由 FR 旋轉+45°和由 H 旋轉+45°。

為了容易瞭解，本發明使用二分圓之符號來表示光束經過每一元件後的 SOP；符號⊙和⊖分別表示電場方向垂直(s-polarization)和平行(p-polarization)於紙面之偏光分量；符號⊕則表示同時具有 s-和 p-偏極分量。前述兩偏極分量最後入射 HSWP<sub>2</sub>，然後再以相似於在 HSWP<sub>1</sub> 中的作用方式，結合在一起而進入埠 2。

相反地，如第八(b)圖所示，當一非偏極入射光由埠 2 垂直入射 HSWP<sub>2</sub>

時，其 s-偏極分量直接穿透此 HSWP<sub>2</sub>；同時 p-偏極分量經過兩次全內反射 (TIR) 和兩次繞射後，垂直出射此 HSWP<sub>2</sub>。然後，此兩偏極分量經過 H 和 FR；它們的偏光狀態 SOP 總共被旋轉 0°；分別由 H 旋轉 -45° 和由 FR 旋轉 +45°。然後，此 s-偏極分量直接穿透 HSWP<sub>1</sub>，再由三個 PBSs 和一個 RP 反射導引，最後進入埠 3；此 p-偏極分量以相似於在 HSWP<sub>2</sub> 中的作用方式出射 HSWP<sub>1</sub>，經由一個 RP 反射，然後經過一個 PBS，再由另一個 RP 反射導引，最後與 s-偏極分量結合在一起進入埠 3。

如第八(c)圖和第八(d)圖所示，另外兩個相似之傳輸路徑埠 3→埠 4 以及埠 4→埠 1，則可經由適當引入額外的 PBSs 和 RPs 而獲得。在第八(c)圖和第八(d)圖之傳輸架構中，當 PBSs 之位置被適當引入時，可使得入射光之 s-和 p-偏極分量之間，在任何一路徑之傳輸中均不具有光程差(optical path difference, OPD)。因此，此 4-埠光學循環具有偏極獨立之特性，且不具有 PMD 之問題。

### 實驗驗證

為了驗證本發明之可行性，係使用所研製適用於 1300nm 波長之 HSWPs 來組裝 6-埠偏極獨立光學準循環器。該 HSWPs 使用重鉻酸鉍明膠(DCG)作為全像紀錄材料，以 He-Cd 雷射( $\lambda=441.6\text{nm}$ )曝光拍製，量測所得之繞射效率為  $\eta_s=3\%$  和  $\eta_p=90\%$ ，具 60° 偏極分光角。除了使用一對 HSPMs 之外，還需 8 個 PBSs 和 10 個 RPs 來完成此 6 埠光學準循環器之功能。

此元件模型之特性參數可由每一組件之特性參數估算而得。如前所述，HSWP 之繞射效率為  $\eta_s=3\%$  和  $\eta_p=90\%$ 。FR 和 H 之穿透率分別為 0.95 和

0.97，此為商品規格。因此，如表一(a)所示，此元件之相關損耗值和隔離值可估算得到。為了確定此估算之有效性，係量測此元件之插入損失，量測值與估算值具有良好的對應。若所製作的 HSWPs 有抗反射膜和良好的製程控制，則反射損耗可低於 0.1%，並且繞射效率可達到理論值，亦即 $\eta_s \doteq 0\%$ 和 $\eta_p \doteq 100\%$ 。在此兩個改進條件下，此 6 埠光學準循環器的效能將可有效地被提升，考慮 $\eta_s < 1\%$ 和 $\eta_p > 99\%$ ，其相關計算參數如表一(b)所示。此外，本發明所製作的 HSWPs 在中心波長 1300nm 之操作頻寬為 20nm。根據相同的原理，此元件亦可設計適用於 1550nm 波長範圍。

表一(a) 使用所製作 HSWPs( $\eta_s=3\%$ ， $\eta_p=90\%$ )之六埠光學準循環器，操作於 1300nm 之相關參數。

輸入埠	輸出埠					
	1	2	3	4	5	6
1	14.26 <sup>b</sup>	4.18 <sup>c</sup>	>25.36	>25.36	>25.36	>25.36
2	>26.92	14.26 <sup>b</sup>	3.90 <sup>c</sup>	>26.92	>26.92	>26.92
3	>25.36	>25.36	14.26 <sup>b</sup>	4.18 <sup>c</sup>	>25.36	>25.36
4	>26.92	>26.92	>26.92	14.26 <sup>b</sup>	3.90 <sup>c</sup>	>26.92
5	>25.36	>25.36	>25.36	>25.36	14.26 <sup>b</sup>	4.18 <sup>c</sup>

表二(b) 使用理想 HSHPs( $\eta_s < 1\%$ ,  $\eta_p > 99\%$ )之六埠光學準循環器，操作於 1300nm 之相關參數。

輸入埠	輸出埠					
	1	2	3	4	5	6
1	>30 <sup>b</sup>	<1 <sup>c</sup>	>43.84	>43.84	>43.84	>43.84
2	>43.93	>30 <sup>b</sup>	<1.01 <sup>c</sup>	>43.93	>43.93	>43.93
3	>43.84	>43.84	>30 <sup>b</sup>	<1.01 <sup>c</sup>	>43.84	>43.84
4	>43.93	>43.93	>43.93	>30 <sup>b</sup>	<1.01 <sup>c</sup>	>43.93
5	>43.84	>43.84	>43.84	>43.84	>30 <sup>b</sup>	<1.01 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>: 沒有上標符號者代表隔離值(All values without a superscript are isolation values);

<sup>b</sup>: 反射損(Return losses)耗; <sup>c</sup>: 插入損耗(Insertion losses).

另外，為了解決偏極模色散(PMD)的問題，本發明分別在奇數和偶數埠位置處，適切地引入兩種 PBSs 和 RPs 所構成的模組。然而，當光學準循環器的體積愈做愈小時，此模組勢必跟著變小，最後將增加元件組裝的困難度；權宜之計，係可透過增加全像空間偏離偏極器(HSWP)之玻璃基板的厚度(t)，藉以增加水平分光間距的長度  $L(L = 2t \tan \theta_d)$  來減小元件組裝的困難度；或者，在元件設計時，可以改採由較大的埠編號(port no.)開始使用，如此亦可解決在較小埠編號(port no.)的導引模組組裝不易的問題。

因此，本發明提出一種使用 HSHPs 且具有多個傳輸埠之光學準循環器的設計。此設計具有偏極獨立、密集、高獨立、低 PMD 和易於製作等優點，且埠的數目可容易的被增加。

以上所述係藉由實施例說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故，凡其

他未脫離本發明所揭示之精神所完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。

## 【圖式簡單說明】

第一圖為本發明之全像空間偏離偏極器之結構及操作原理示意圖。

第二(a)圖及第二(b)圖為本發明之單一全像空間偏極模組的結構與操作特性。

第三(a)圖及第三(b)圖為本發明之串聯之 HSPMs 的結構與操作特性。

第四圖為本發明之任意偏極入射光的 s-和 p-偏極分量連續往返於 HSPMs 之操作特性。

第五(a)圖至第五(d)圖分別為  $2n$ -埠光學準循環器之各種操作原理。

第六(a)圖至第六(d)圖分別為本發明之具有偏極模色散補償之  $2n$ -埠光學循環器的各種操作原理。

第七(a)圖為本發明之奇數埠光束導引模組的規格。

第七(b)圖為本發明之偶數埠光束導引模組的規格。

第八(a)圖至第八(d)圖分別為本發明之偏極獨立 4-埠光學循環器之設計及各種操作原理。

## 【主要元件符號說明】

10、10' 全像空間偏離偏極器(HSWP)

12 玻璃基板                      14 全像光柵

16 法拉第旋轉器                18 二分之一波片

20 全像空間偏極模組(HSPM)

22 偏極分光器(PBS)            24 反射稜鏡(RP)

26 光束引導模組

28 光束引導模組

## 十、申請專利範圍：

1. 一種使用全像空間偏極模組之光學多埠循環器，包括：

至少一全像空間偏極模組，在其二側分別設有至少一奇數埠及至少一偶數埠，以使一入射光入射後獲得二個相互垂直之偏極分量，且二該偏極分量係平行出射；以及

二光束引導模組，其係分別設置在該全像空間偏極模組的二側，每一該光束引導模組包含數個反射稜鏡及數個偏極分光器，且其中一該光束引導模組中之反射稜鏡及偏極分光器係位於該奇數埠的位置處，另一該光束引導模組中之反射稜鏡及偏極分光器係位於該偶數埠的位置處，藉以將該二偏極分量之光程差降為零。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學多埠循環器，其中，該全像空間偏極模組包含二裝置方向相反的全像空間偏離偏極器，且在該二全像空間偏離偏極器之間設有一法拉第旋轉器及一個二分之一波片。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學多埠循環器，其中，當該全像空間偏極模組為一個時，係可構成一光學隔離器，且其埠數係為 4 個、3 個及 2 個其中之一者。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學多埠循環器，其中，當該全像空間偏極模組為兩個以上時，係可構成具有多個埠之光學循環器。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學多埠循環器，其中，該全像空間偏離偏極器係一具有偏極分光功能之繞射式光柵。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之光學多埠循環器，其中，該繞射式光柵係



26 光束引導模組

28 光束引導模組

## 十、申請專利範圍：

1. 一種使用全像空間偏極模組之光學多埠循環器，包括：

至少一全像空間偏極模組，在其二側分別設有至少一奇數埠及至少一偶數埠，以使一入射光入射後獲得二個相互垂直之偏極分量，且二該偏極分量係平行出射；以及

二光束引導模組，其係分別設置在該全像空間偏極模組的二側，每一該光束引導模組包含數個反射稜鏡及數個偏極分光器，且其中一該光束引導模組中之反射稜鏡及偏極分光器係位於該奇數埠的位置處，另一該光束引導模組中之反射稜鏡及偏極分光器係位於該偶數埠的位置處，藉以將該二偏極分量之光程差降為零。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學多埠循環器，其中，該全像空間偏極模組包含二裝置方向相反的全像空間偏離偏極器，且在該二全像空間偏離偏極器之間設有一法拉第旋轉器及一個二分之一波片。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學多埠循環器，其中，當該全像空間偏極模組為一個時，係可構成一光學隔離器，且其埠數係為 4 個、3 個及 2 個其中之一者。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學多埠循環器，其中，當該全像空間偏極模組為兩個以上時，係可構成具有多個埠之光學循環器。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學多埠循環器，其中，該全像空間偏離偏極器係一具有偏極分光功能之繞射式光柵。

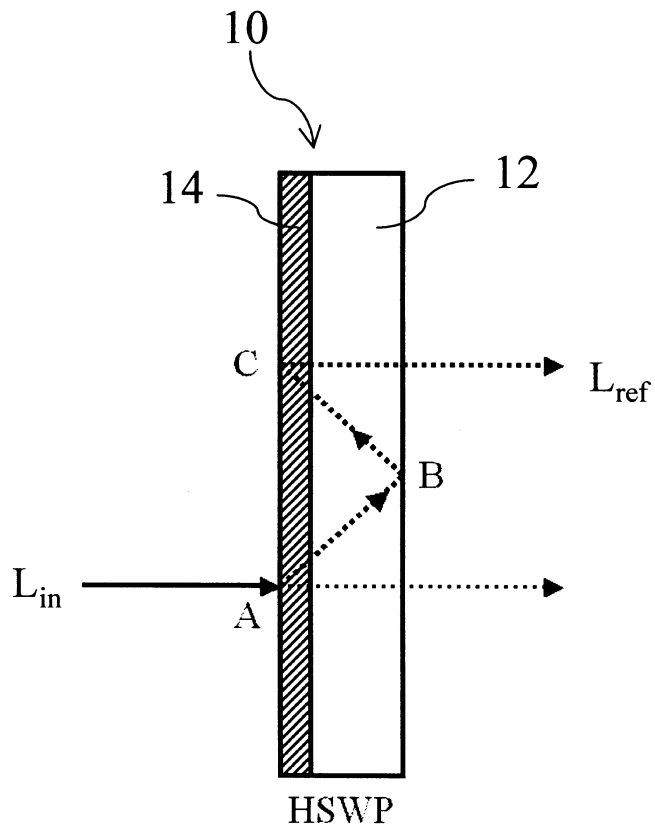
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之光學多埠循環器，其中，該繞射式光柵係

可使用全像術(Holography)、光學微影製程(Lithography)及高/低折射率介質之多層鍍膜其中之一方式製作。

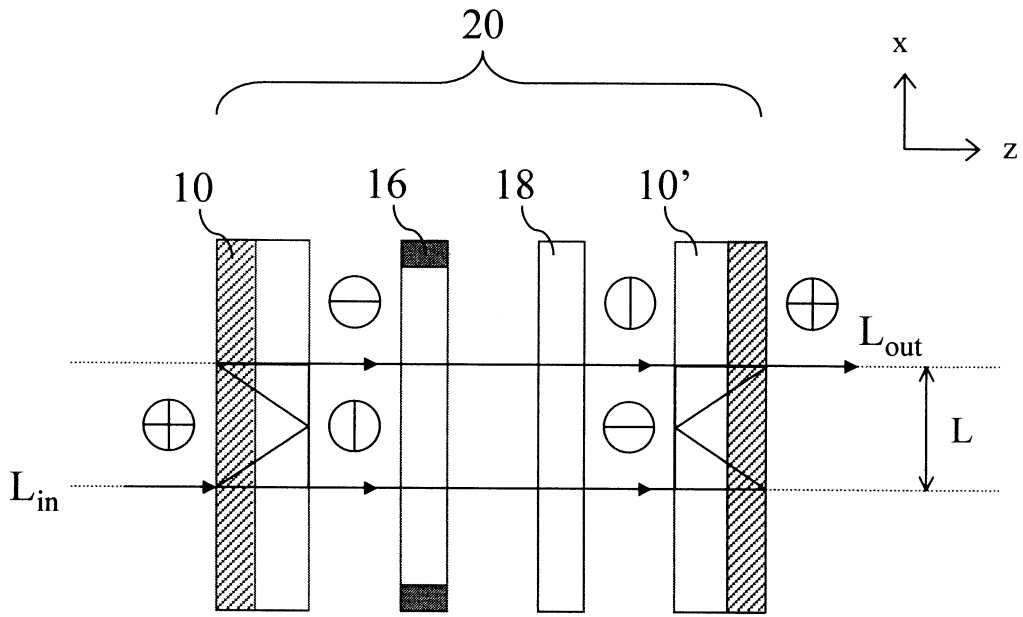
7. 一種全像空間偏極模組，包括二裝置方向相反的全像空間偏離偏極器，在該二全像空間偏離偏極器之間設有一法拉第旋轉器及一個二分之一波片，以使一入射光由其中一該全像空間偏離偏極器入射後獲得二個相互垂直之偏極分量，該二偏極分量經過該法拉第旋轉器及該二分之一波片作用後，由另一該全像空間偏離偏極器平行出射。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之全像空間偏極模組，其中，該全像空間偏離偏極器係一具有偏極分光功能之繞射式光柵。

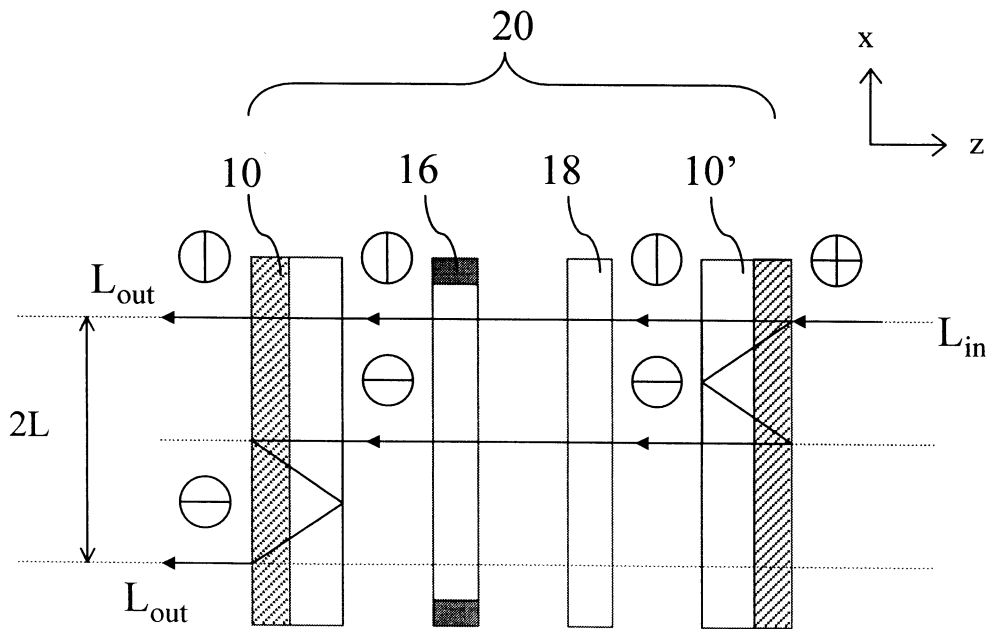
9. 如申請專利範圍第 7 項所述之全像空間偏極模組，其中，該繞射式光柵係可使用全像術(Holography)、光學微影製程(Lithography)及高/低折射率介質之多層鍍膜其中之一方式製作。



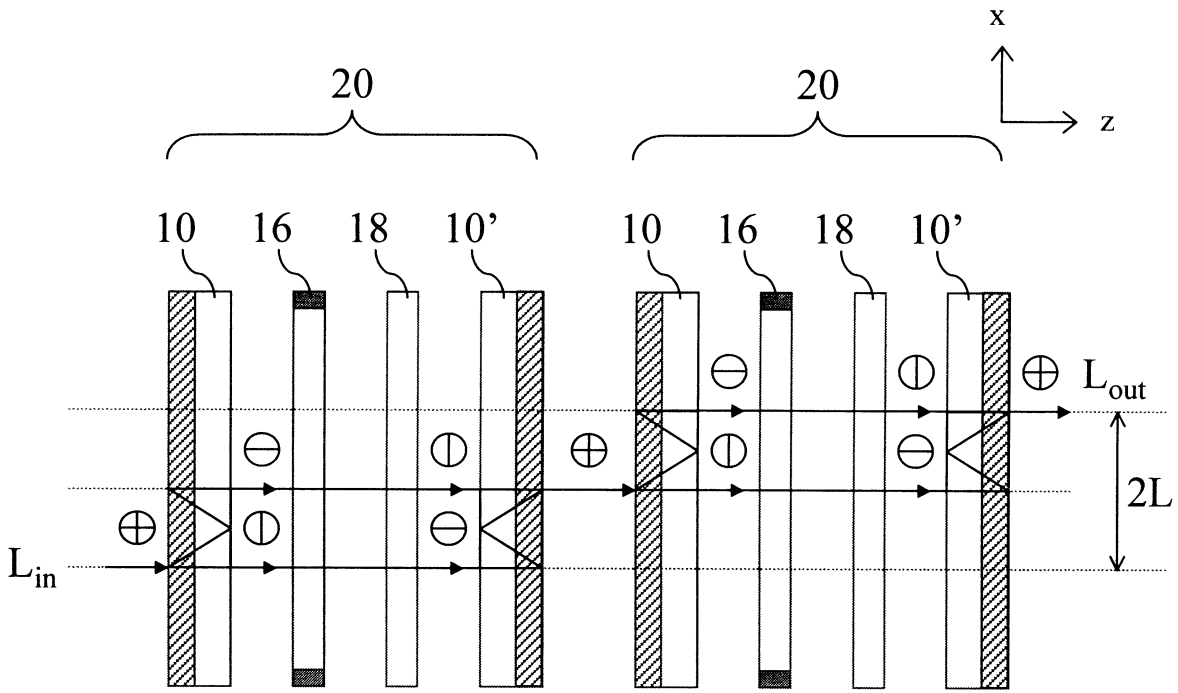
第一圖



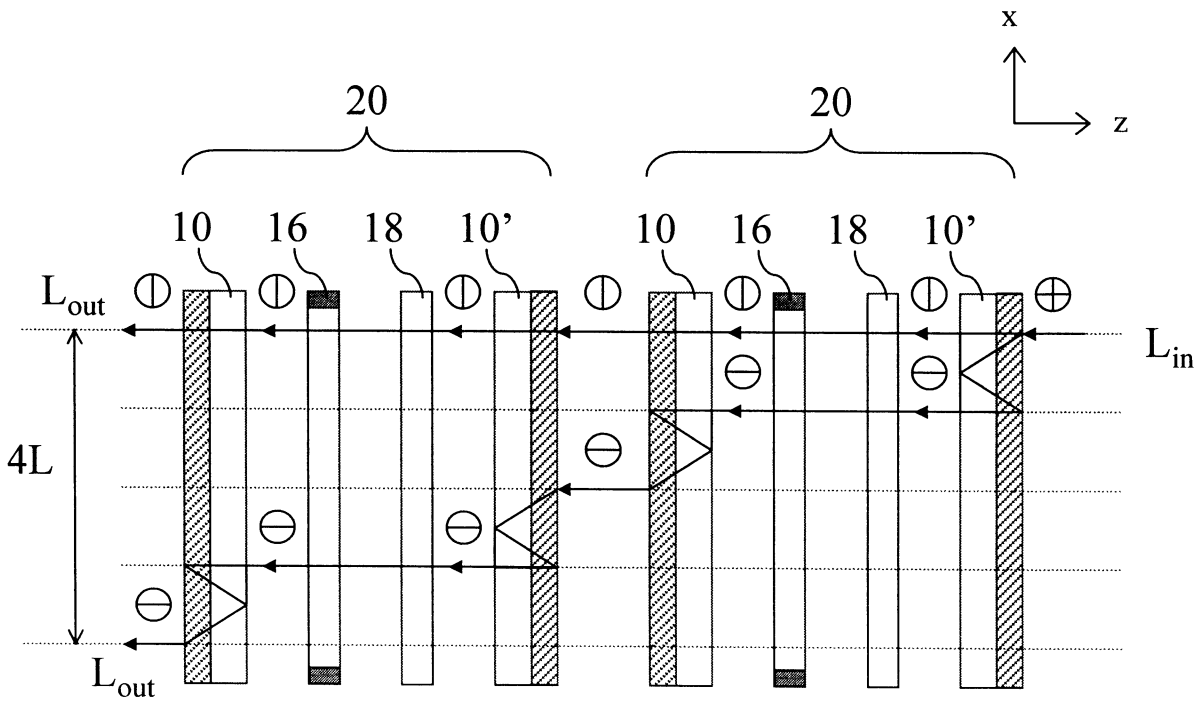
第二(a)圖



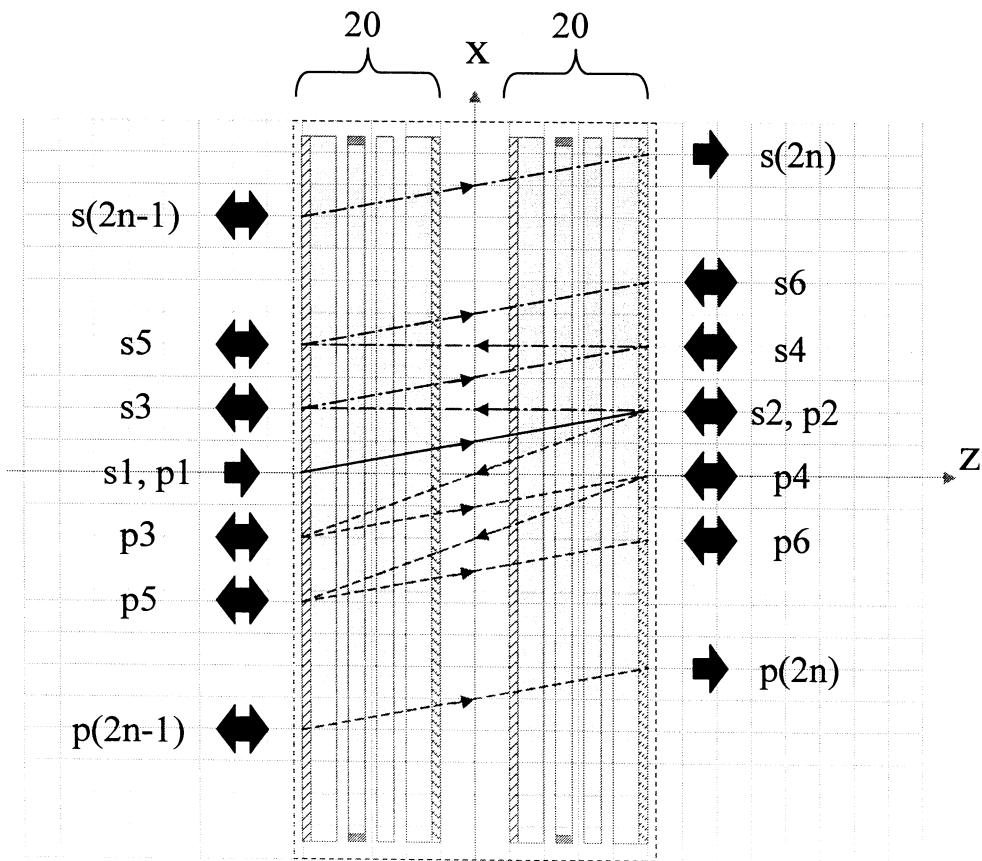
第二(b)圖



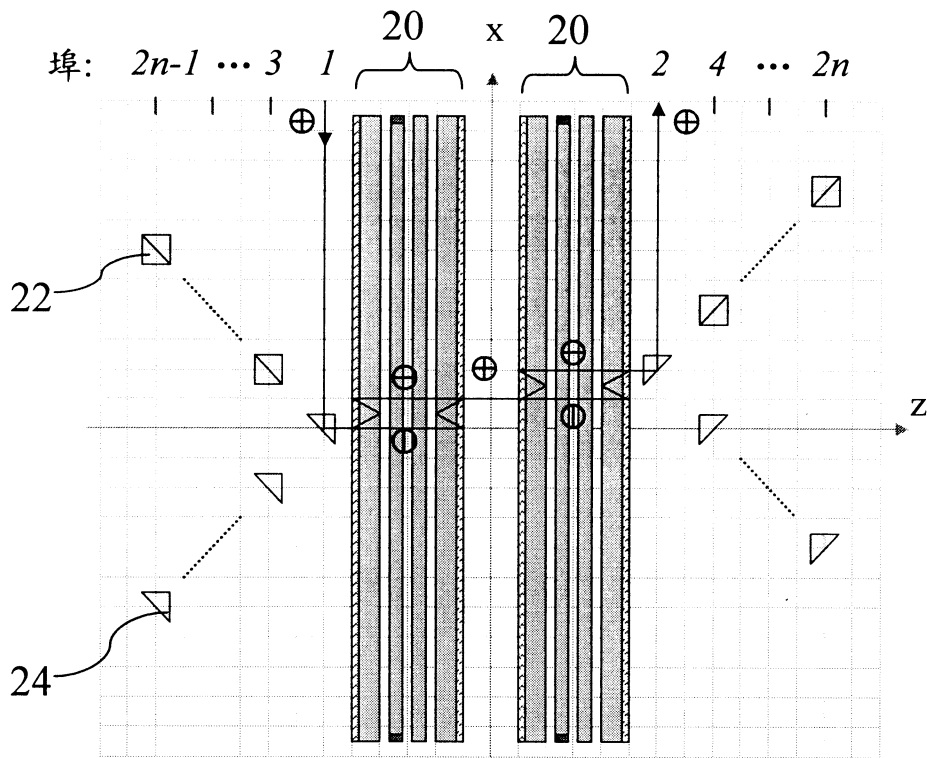
第三(a)圖



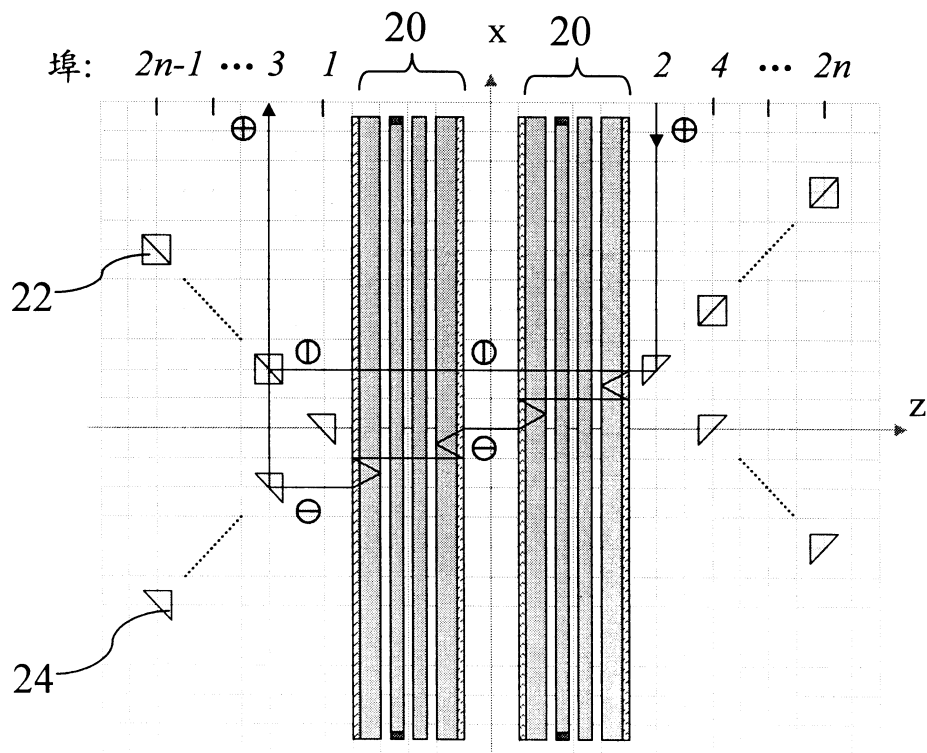
第三(b)圖



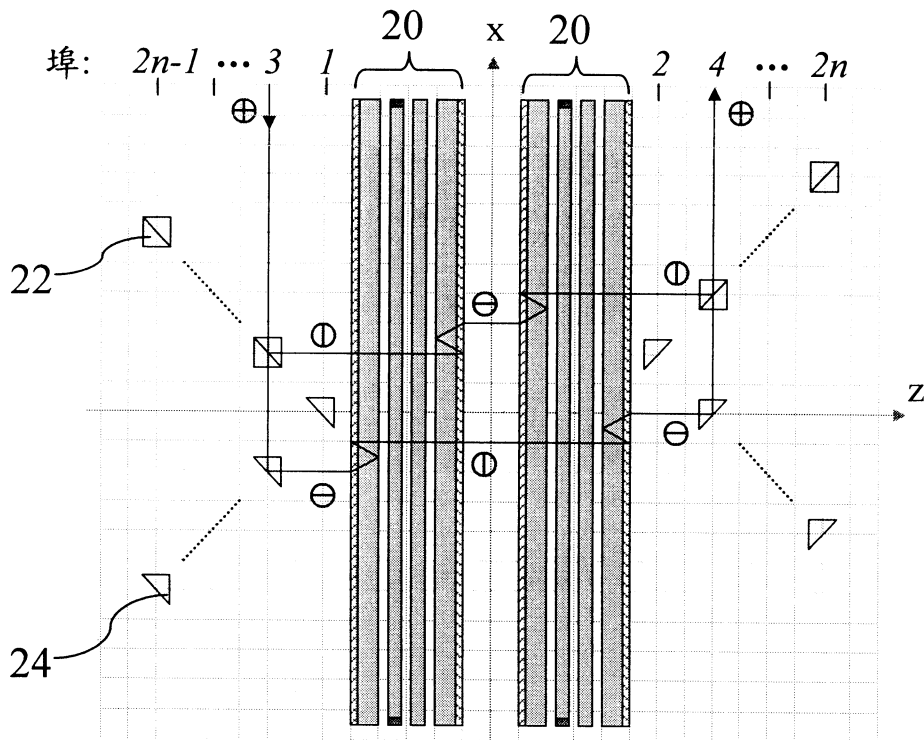
第四圖



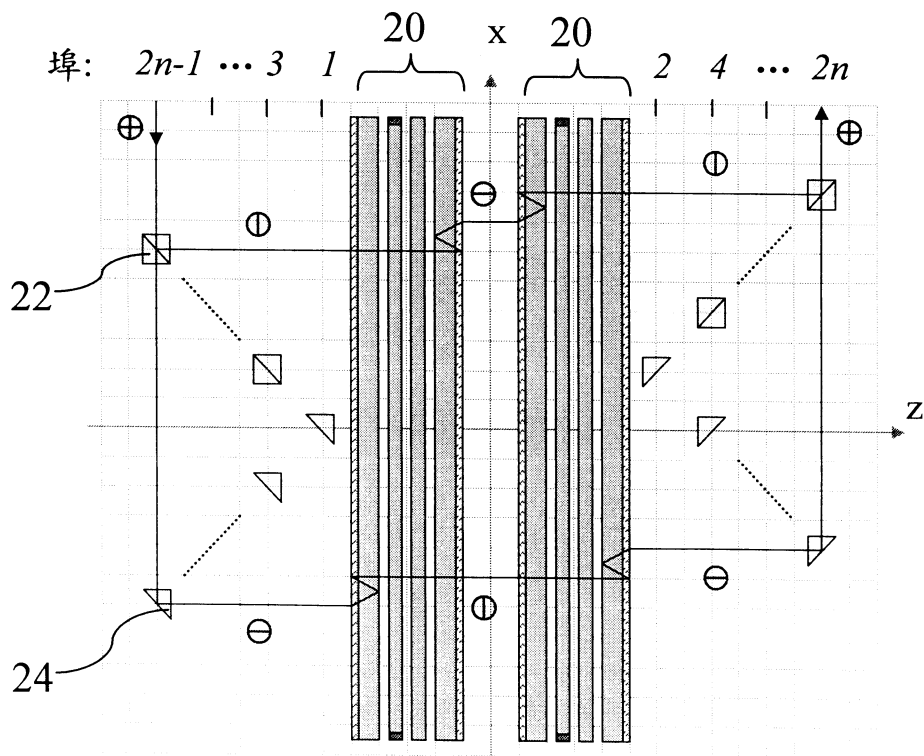
第五(a)圖



第五(b)圖

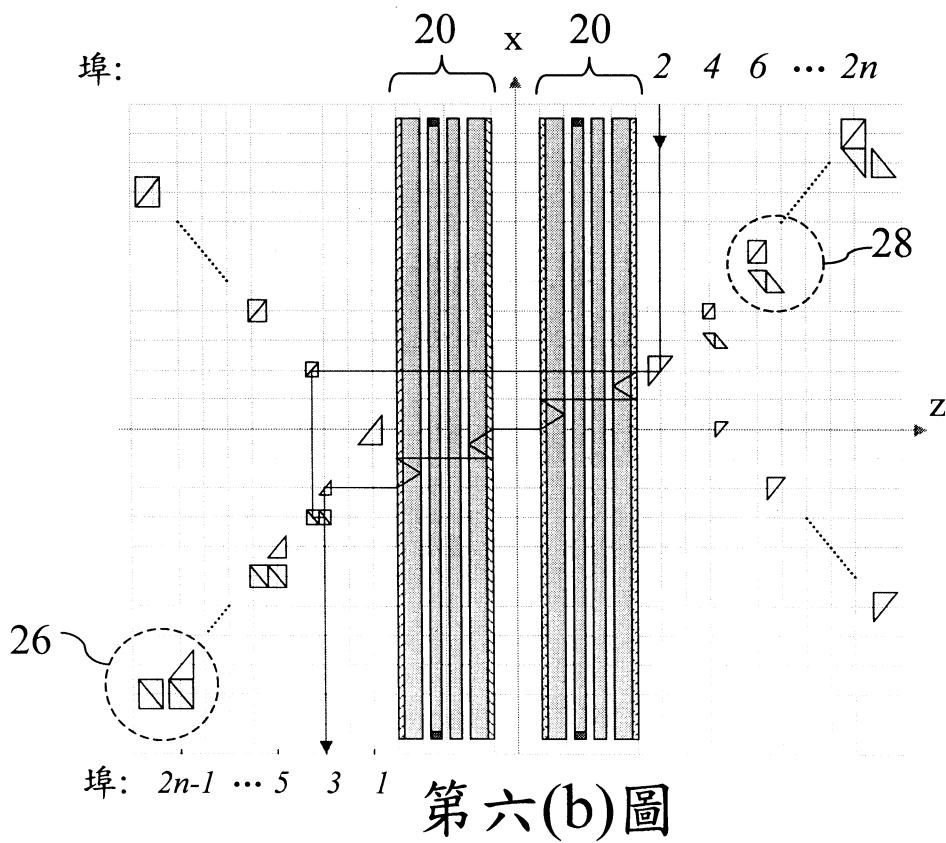
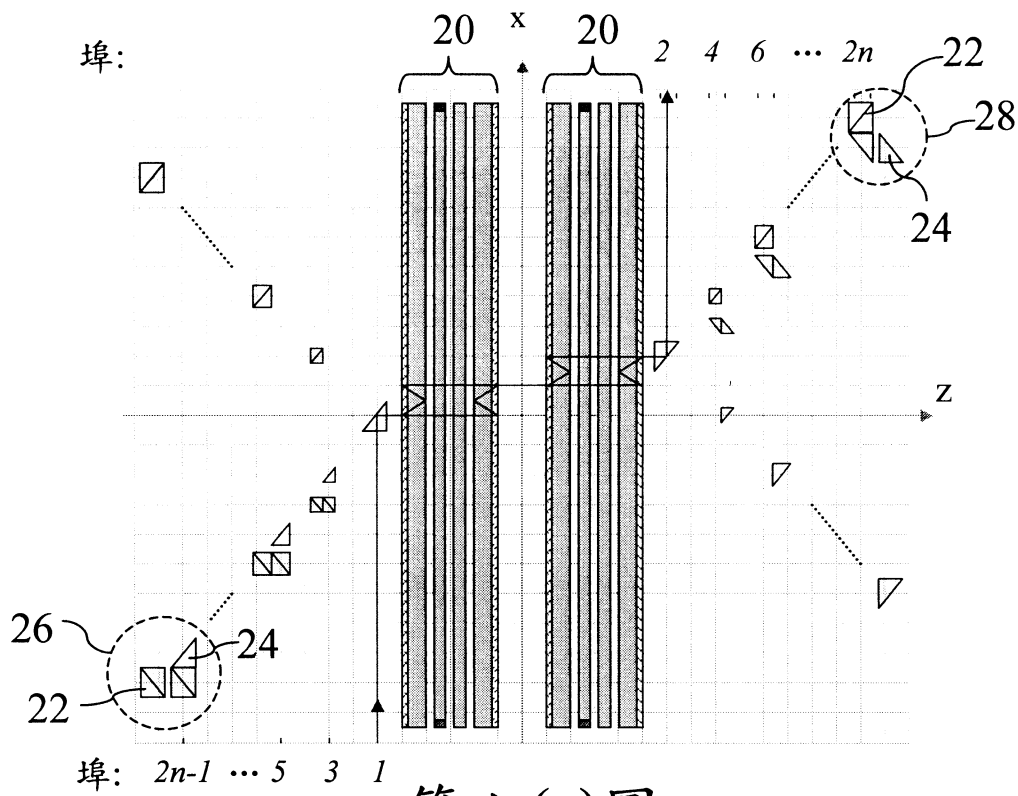


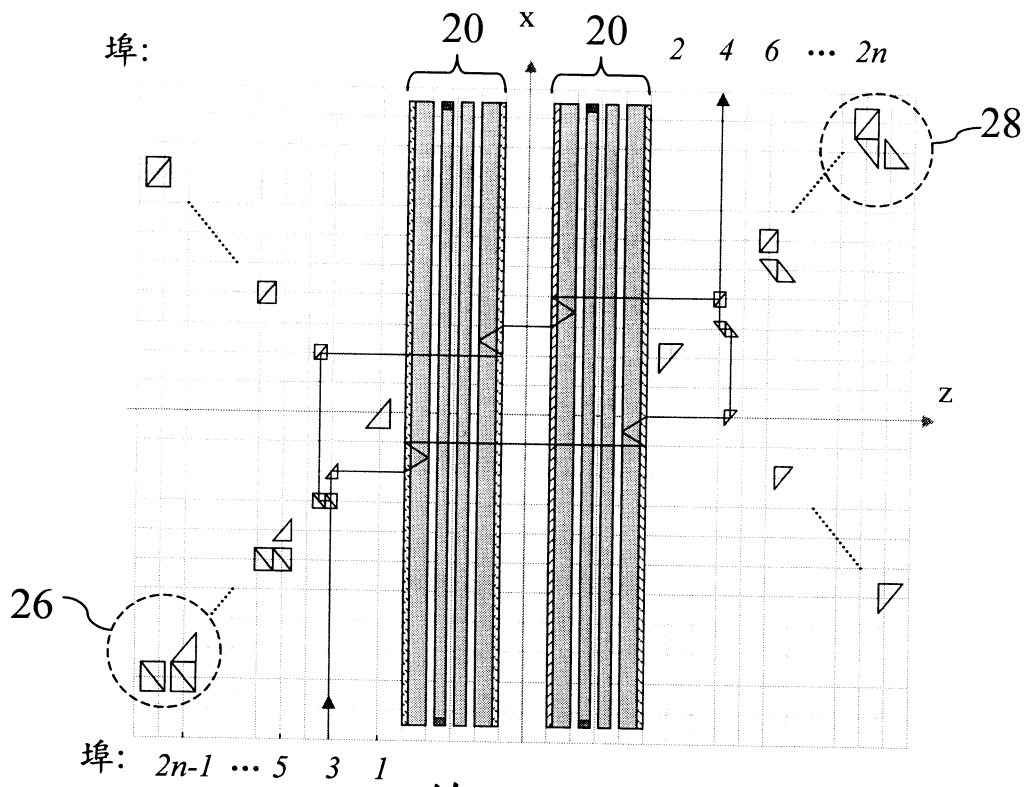
第五(c)圖



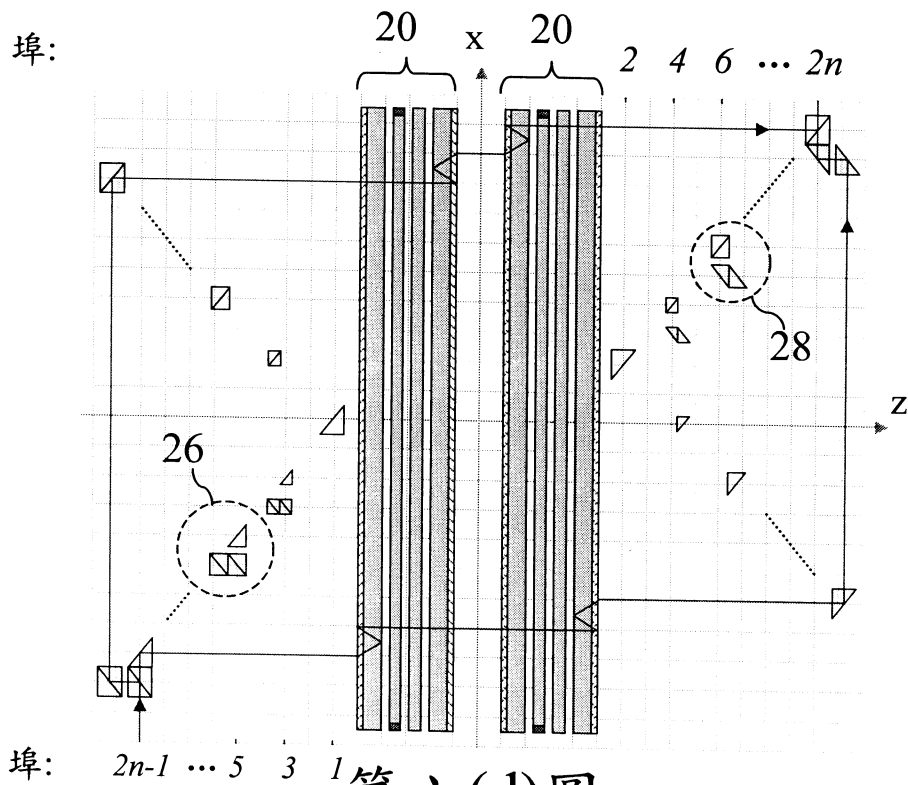
第五(d)圖



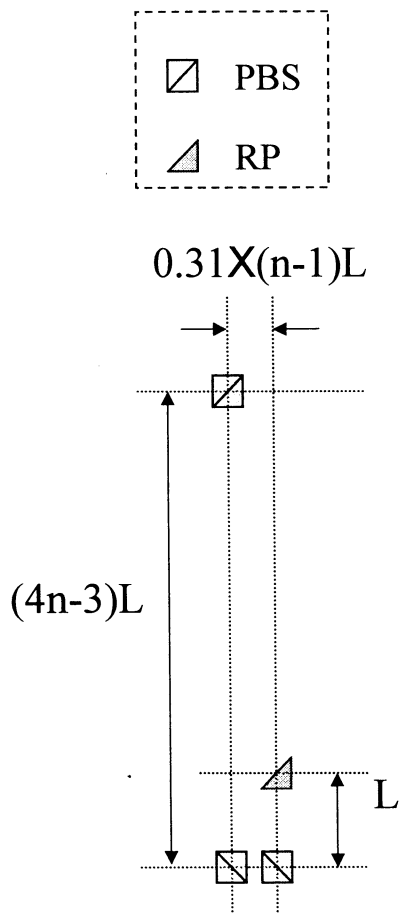




第六(c)圖

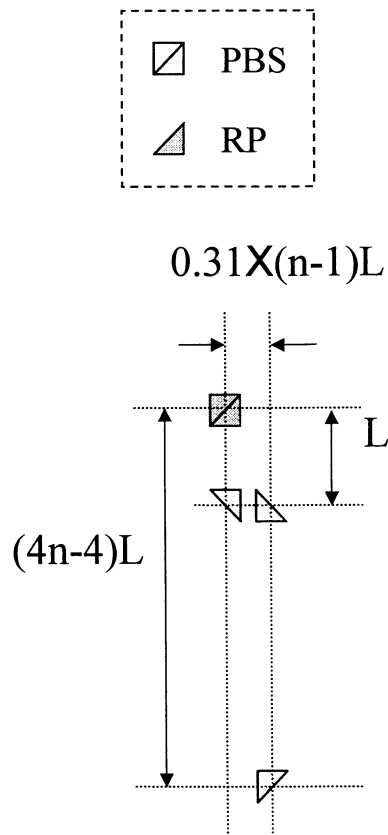


第六(d)圖



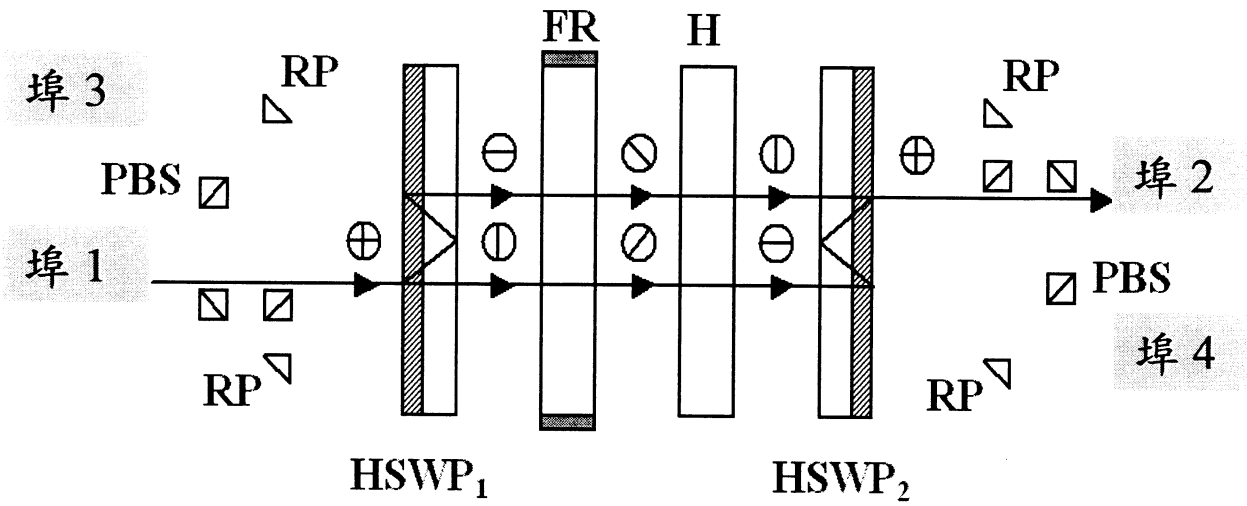
( $n=2, 3, 4, 5, \dots$ )  
奇數埠

第七(a)圖

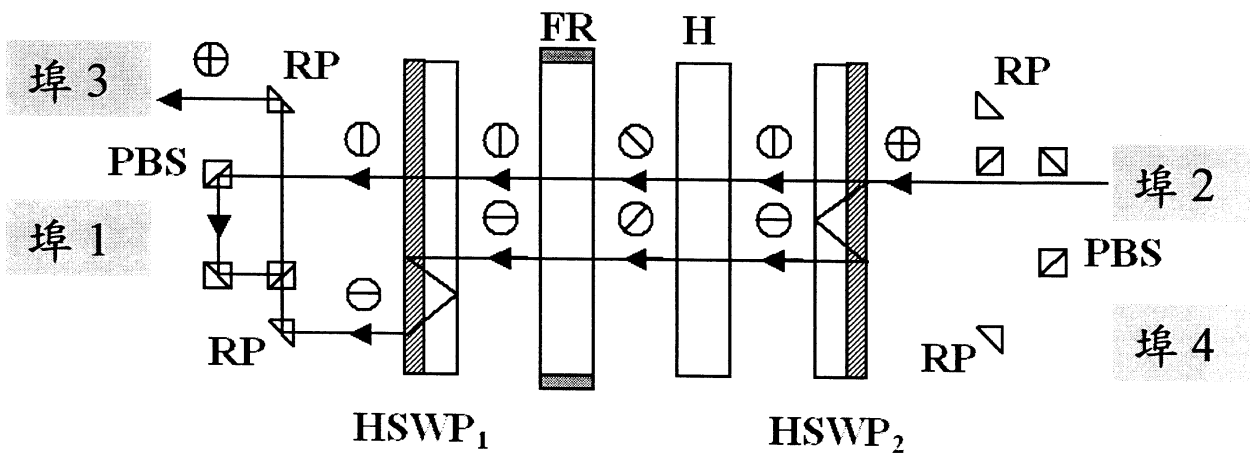


( $n=2, 3, 4, 5, \dots$ )  
偶數埠

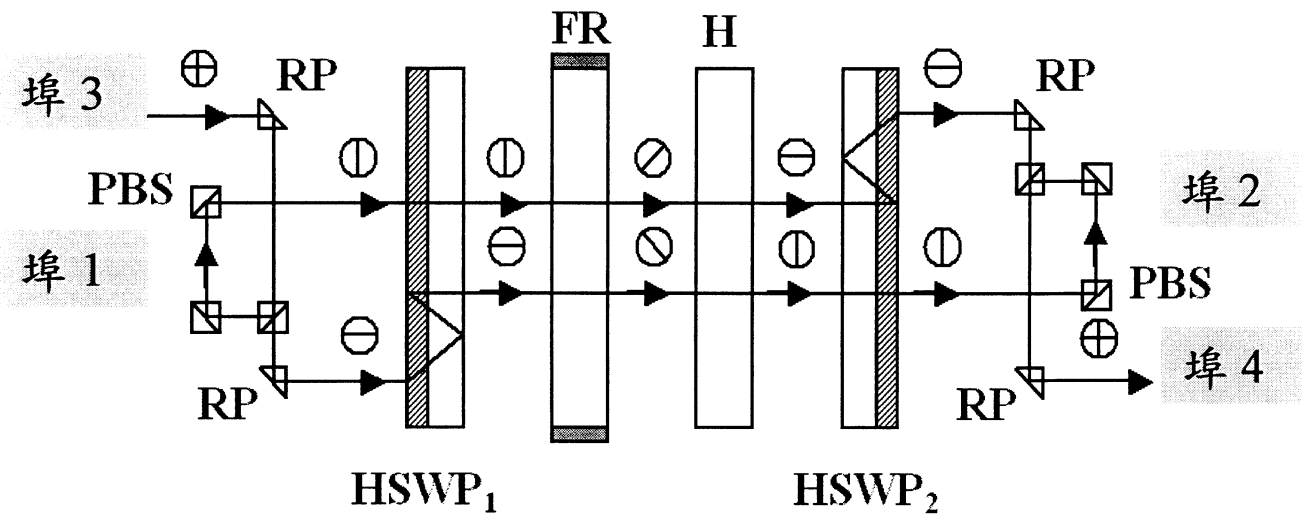
第七(b)圖



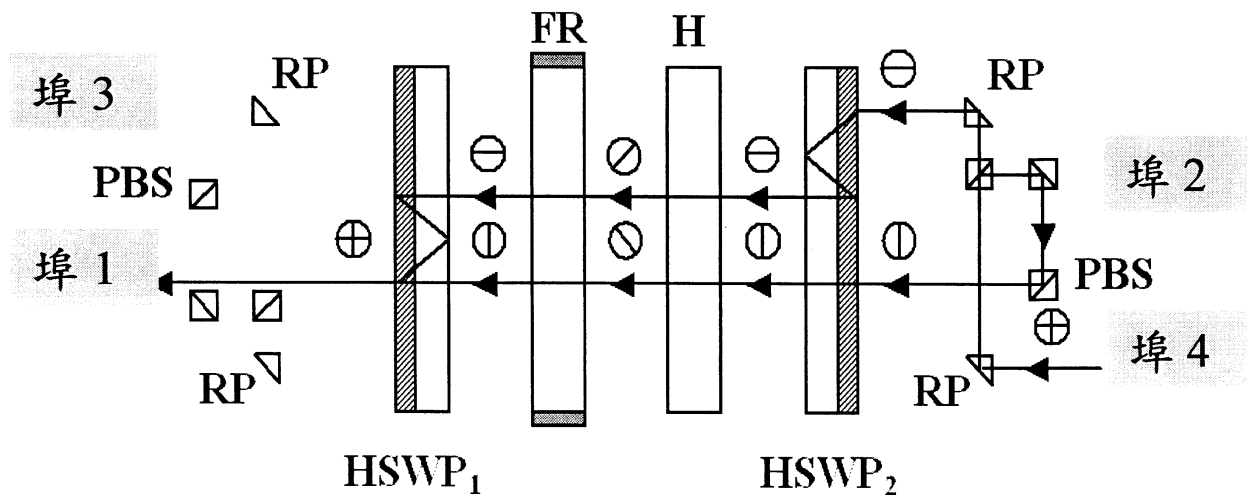
第八(a)圖



第八(b)圖



第八(c)圖



第八(d)圖