



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I412785 B

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 21 日

(21) 申請案號：099110930

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 08 日

(51) Int. Cl. : G02B26/08 (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：孫慶成 SUN, CHING CHERNG (TW) ; 余業緯 YU, YEHWEI (TW)

(74) 代理人：蔡坤財；李世章

(56) 參考文獻：

TW 200717492A

TW 200912914A

TW 200951650A

TW 201133485A

審查人員：闕榮慶

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：18 共 0 頁

(54) 名稱

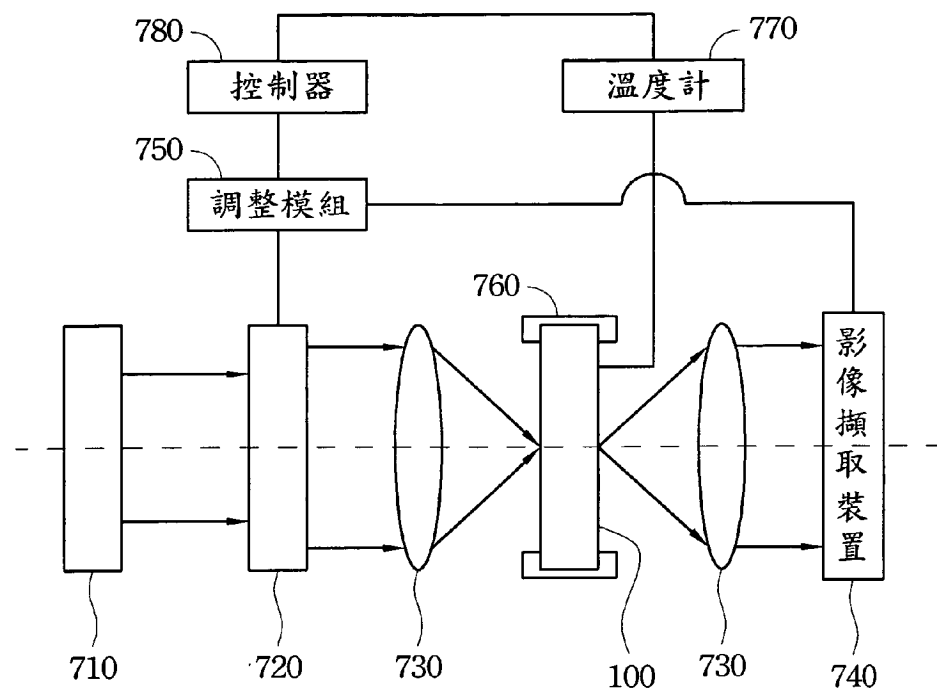
讀取裝置

READING DEVICE

(57) 摘要

一種讀取裝置包含空間光調製器(Spatial Light Modulator；SLM)、變焦鏡組(Zoom Lens)、物鏡、影像擷取裝置與調整模組。空間光調製器用以提供讀取光。變焦鏡組配置於讀取光的光路中，使得讀取光通過變焦鏡組後，形成實像。物鏡用以將實像聚焦於同軸全像儲存媒體，進而產生繞射訊號。影像擷取裝置用以擷取繞射訊號。調整模組用以根據繞射訊號的品質，調整變焦鏡組之影像放大倍率。

A reading device includes a spatial light modulator, a zoom lens, an object lens, an image sensor, and an adjusting module. The spatial light modulator provides reading light. The zoom lens forms the reading light into a real image. The object lens focuses the real image onto a collinear holographic storage media and thus produces a diffraction signal. The image sensor converts the diffraction signal into an electric signal. The adjusting module adjusts the optical magnification of the zoom lens according to the quality of the diffraction signal.



- 100 . . . 同軸全像儲存媒體
- 710 . . . 空間光調製器
- 720 . . . 變焦鏡組
- 730 . . . 物鏡
- 740 . . . 影像擷取裝置
- 750 . . . 調整模組
- 760 . . . 移動裝置
- 770 . . . 溫度計
- 780 . . . 控制器

第 6 圖

## 發明專利說明書

公告本

(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：99110970

※申請日：99.4.8

※IPC 分類：

G02B 26/08

2006.01

## 一、發明名稱：(中文/英文)

(中文) 讀取裝置

(英文) Reading Device

## 二、中文發明摘要：

一種讀取裝置包含空間光調製器 (Spatial Light Modulator; SLM)、變焦鏡組 (Zoom Lens)、物鏡、影像擷取裝置與調整模組。空間光調製器用以提供讀取光。變焦鏡組配置於讀取光的光路中，使得讀取光通過變焦鏡組後，形成實像。物鏡用以將實像聚焦於同軸全像儲存媒體，進而產生繞射訊號。影像擷取裝置用以擷取繞射訊號。調整模組用以根據繞射訊號的品質，調整變焦鏡組之影像放大倍率。

## 三、英文發明摘要：

A reading device includes a spatial light modulator, a zoom lens, an object lens, an image sensor, and an adjusting module. The spatial light modulator provides reading light. The zoom lens forms the reading light into a real image. The object lens focuses the real image onto a collinear

holographic storage media and thus produces a diffraction signal. The image sensor converts the diffraction signal into an electric signal. The adjusting module adjusts the optical magnification of the zoom lens according to the quality of the diffraction signal.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第( 6 )圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：同軸全像儲存媒體

710：空間光調製器

720：變焦鏡組

730：物鏡

740：影像擷取裝置

750：調整模組

760：移動裝置

770：溫度計

780：控制器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種讀取裝置，且特別是有關於一種同軸全像儲存媒體之讀取裝置。

### 【先前技術】

全像儲存技術發展至今，歷史上經過了一波又一波的研究熱潮。然而，雖然眾多研究者投入無數的心血，但始終無法將全像儲存技術發展成可商品化的技術。

同軸全像儲存系統之特色為參考光與訊號光沿著同一光軸向前傳遞，並經由同一個物鏡聚焦在碟片上進行干涉寫入，此系統因具有架構簡單、能夠與傳統光學儲存媒體相容、參考光與訊號光之光程差較短、對於雷射同調長度的要求較低、較佳的位移選擇性、較佳的波長容忍度、較佳的傾斜容忍度、高儲存容量及高傳輸率等特色，被認為是下一代重要的儲存技術之一。

然而，當碟片產生熱變形時，介質折射率會改變，光柵也會隨之變形，使得繞射訊號變弱，點擴散函數(Point Spread Function; PSF)也會變差。這些問題直到目前為止都沒有有效的解決方法。

### 【發明內容】

本發明之一技術態樣在於提供一種同軸全像儲存媒體之讀取裝置，其可克服熱變形所造成的問題。

根據本發明一實施方式，一種讀取裝置包含空間光調製器(Spatial Light Modulator; SLM)、變焦鏡組(Zoom Lens)、物鏡、影像擷取裝置與調整模組。空間光調製器用以提供讀取光。變焦鏡組配置於讀取光的光路中，使得讀取光通過變焦鏡組後，形成一實像。物鏡用以將實像聚焦於同軸全像儲存媒體，進而產生繞射訊號。影像擷取裝置用以擷取繞射訊號。調整模組用以根據繞射訊號的品質，調整變焦鏡組之影像放大倍率。

為了克服折射率改變時所造成的離焦效應，在本發明一或多個實施方式中，上述之讀取裝置尚包含一移動裝置。在讀取時，移動裝置可移動同軸全像儲存媒體，使得物鏡之等效後焦面仍然位於同軸全像儲存媒體的反射層上。

在本發明一或多個實施方式中，上述之變焦鏡組為一等焦面變焦鏡組(Parfocal lens)。

根據本發明另一實施方式，一種讀取裝置包含空間光調製器(Spatial Light Modulator; SLM)、變焦鏡組(Zoom Lens)、物鏡、溫度計與控制器。空間光調製器(Spatial Light Modulator; SLM)用以提供讀取光。變焦鏡組(Zoom Lens)配置於讀取光的光路中，使得讀取光通過變焦鏡組後，形成一實像。物鏡用以將實像聚焦於同軸全像儲存媒體。溫度計用以偵測同軸全像儲存媒體的溫度。控制器用以根據同軸全像儲存媒體的溫度，選擇變焦鏡組之影像放大倍率。

為了最佳化讀取的品質，上述之讀取裝置可包含寫入裝置、影像擷取裝置與調整模組。寫入裝置用以在提供讀

取光前，先將伺服訊號寫入同軸全像儲存媒體的中央。影像擷取裝置用以擷取伺服訊號所產生之繞射訊號。調整模組用以根據繞射訊號的品質，調整變焦鏡組之影像放大倍率。

同樣地，為了克服折射率改變時所造成的離焦效應，在本發明一或多個實施方式中，上述之讀取裝置尚包含一移動裝置。在讀取時，移動裝置可移動同軸全像儲存媒體，使得物鏡之等效後焦面仍然位於同軸全像儲存媒體的反射層上。

根據本發明再一實施方式，一種讀取裝置包含徑向相位調製器、物鏡與影像擷取裝置。徑向相位調製器用以以徑向上相位不變的方式，調製讀取光的相位。此徑向相位調製器包含複數個隨機排列之 0 相位調製部與  $\pi$  相位調製部。物鏡用以將調製後之讀取光聚焦至同軸全像儲存媒體，進而產生繞射訊號。影像擷取裝置用以擷取繞射訊號。

在本發明一或多個實施方式中，徑向相位調製器為一徑向透鏡陣列。

在本發明一或多個實施方式中，徑向相位調製器為一空間相位調製器。

在本發明一或多個實施方式中，徑向相位調製器為一相位光罩。

### 【實施方式】

以下將以圖式揭露本發明之複數個實施方式，為明確說明起見，許多實務上的細節將在以下敘述中一併說明。



然而，應瞭解到，這些實務上的細節不應用以限制本發明。也就是說，在本發明部分實施方式中，這些實務上的細節是非必要的。此外，為簡化圖式起見，一些習知慣用的結構與元件在圖式中將以簡單示意的方式繪示之。

第 1 圖繪示依照本發明一實施方式之同軸全像儲存媒體 100 於寫入時的剖面示意圖。如圖所示，本實施方式之同軸全像儲存媒體 100 包含反射層 110 與紀錄層 120。紀錄層 120 位於反射層 110 上。

在寫入時，使用者可藉由空間光調製器(Spatial Light Modulator; SLM)調製訊號光 200 與參考光 300，並透過透鏡 400 聚焦至反射層 110 上。此時，訊號光 200 與參考光 300 會相互干涉，並將干涉條紋記錄在紀錄層 120 中。

如第 1 圖所繪示，由於反射層 110 的作用，紀錄層 120 中將存在兩種光柵，一種是穿透式光柵 500，另一種則是反射式光柵 600。具體而言，穿透式光柵 500 包含入射訊號光 210 與入射參考光 310 所建立的光柵，以及反射訊號光 220 與反射參考光 320 所建立的光柵。另一方面，反射式光柵 600 則包含入射訊號光 210 與反射參考光 320 所建立的光柵，以及反射訊號光 220 與入射參考光 310 所建立的光柵。這兩種光柵展現兩種截然不同的特性。

第 2 圖繪示第 1 圖之穿透式光柵 500 於寫入時的等效模型示意圖。於寫入時，空間光調製器所產生之訊號光 200 與參考光 300 被一併成像於透鏡 400 之前焦面(透鏡 400 的焦長  $f$ )，訊號光 200 與參考光 300 將沿著同一光軸傳遞，並經由透鏡 400 聚焦於同軸全像儲存媒體 100，使得訊號

光 200 與參考光 300 產生干涉條紋，紀錄於同軸全像儲存媒體 100 中。

第 3 圖繪示第 1 圖之穿透式光柵 500 於讀取時的等效模型示意圖。於讀取時，空間光調製器所產生之光場分佈與參考光 300 相同之讀取光 350 被成像於透鏡 400 之前焦面(透鏡 400 的焦長  $f$ )，使得讀取光 350 通過透鏡 400 後聚焦於同軸全像儲存媒體 100。讀取光 350 通過同軸全像儲存媒體 100 後將產生繞射訊號 250，此繞射訊號 250 經由透鏡 400 後將成像於透鏡 400 的前焦面(透鏡 400 的焦長  $f$ )，形成與訊號光 200 相同之光場分布。使用者可利用影像擷取裝置來擷取此繞射訊號 250，以讀取同軸全像儲存媒體 100 中所儲存的資料(亦即，訊號光 200 與參考光 300 所產生之干涉條紋)。

第 4 圖繪示第 1 圖之反射式光柵 600 於寫入時的等效模型示意圖。於寫入時，訊號光 200 與參考光 300 將沿著同一光軸但反向射入同軸全像儲存媒體 100，並在同軸全像儲存媒體 100 中產生干涉條紋。

第 5 圖繪示第 1 圖之反射式光柵 600 於讀取時的等效模型示意圖。於讀取時，空間光調製器會將光場分佈與參考光 300 相同之讀取光 350 成像於透鏡 400 之前焦面(透鏡 400 的焦長  $f$ )，使得讀取光 350 通過透鏡 400 後聚焦於同軸全像儲存媒體 100。讀取光 350 通過同軸全像儲存媒體 100 後將產生繞射訊號 250，此繞射訊號 250 反向經由透鏡 400 後將成像於透鏡 400 的前焦面(透鏡 400 的焦長  $f$ )，形成與訊號光 200 相同之光場分布。同樣地，使用者可利用

影像擷取裝置來擷取此繞射訊號 250，以讀取同軸全像儲存媒體 100 中所儲存的資料(亦即，訊號光 200 與參考光 300 所產生之干涉條紋)。

雖然上述模型看似可行，但熱變形的問題卻遲遲無法獲得解決。當同軸全像儲存媒體 100 產生熱變形時，介質折射率會改變，光柵(包含穿透式光柵 500 與反射式光柵 600)也會隨之變形，使得繞射訊號 250 變弱，點擴散函數(Point Spread Function； PSF)也會變差。

雖然許多研發團隊認為熱變形問題必須借助可調波長雷射與抗熱變形材料來解決，但目前都沒有有效地解決這個問題。有鑑於此，發明人經苦心研究後，推導出同軸全像儲存系統的近軸近似解，並根據這個推導結果，提出熱變形問題的解決方案。

假設折射率改變時所造成的離焦效應已經由位移同軸全像儲存媒體 100 進行補償，(具體而言，在寫入及讀取時，同軸全像儲存媒體 100 將隨著折射率改變而移動，使得透鏡 400 之等效後焦面仍然位於同軸全像儲存媒體 100 的反射層 110 上)，本案發明人所推出的近軸近似解如下式所示：

$$\begin{aligned}
 U_{\text{ccd}} \left( \frac{M_x M_x}{M_f} \xi, \frac{M_x M_y}{M_f} \eta \right) &= \frac{L}{M_z (\lambda f)^2} \\
 & \left\{ e^{jk \frac{\lambda f}{M_f}} \left[ \begin{aligned} & U_p \left( \frac{M_z M_x}{M_f} (\xi_2 - \xi), \frac{M_y M_x}{M_f} (\eta_2 - \eta) \right) \\ & U_r^* (\xi_2 - \xi_1, \eta_2 - \eta_1) U_s (-\xi_1, -\eta_1) \end{aligned} \right] \right. \\
 & \left. \sin c \left( \frac{-L}{2M_z \lambda f^2} \left( (M_z - M_x M_x^2) \xi_2^2 - 2\xi_2 (M_z \xi_1 - M_x M_x^2 \xi) \right) \right) \right\} + \\
 & \iint \iint e^{jk \lambda f} \left[ \begin{aligned} & U_p^* \left( \frac{M_x M_x}{M_f} (\xi_2 - \xi), \frac{M_x M_y}{M_f} (\eta_2 - \eta) \right) \\ & U_r (\xi_2 - \xi_1, \eta_2 - \eta_1) U_s (-\xi_1, -\eta_1) \end{aligned} \right] d\xi_1 d\eta_1 d\xi_2 d\eta_2 \\
 & \left. \sin c \left( \frac{L}{M_z \lambda} \left( \frac{2}{M_x} - 2M_z \right) + \frac{L}{2M_z \lambda f^2} \left( \begin{aligned} & 2\xi_2 (M_x M_x^2 \xi - M_z \xi_1) + 2\eta_2 (M_x M_y^2 \eta - M_z \eta_1) \\ & + \xi_2^2 (M_z - M_x M_x^2) + \eta_2^2 (M_z - M_x M_y^2) + \\ & 2(M_z \xi_1^2 - M_x M_x^2 \xi^2) + 2(M_z \eta_1^2 - M_x M_y^2 \eta^2) \end{aligned} \right) \right) \right\}
 \end{aligned}$$

其中各參數的定義如下：

(1) 熱變形後紀錄層 120 之介質折射率變成  $M_n$  倍，透鏡 400 的等效焦距變為  $f/M_f$ ，則近軸條件下  $M_f = 1/M_n$ ；

(2) 令光在紀錄層 120 之介質中的波長為  $M_\lambda \lambda$ ，並定義讀取光 350 之波長為  $M_p \lambda$ ，則  $M_\lambda = M_p/M_n$ 。

(3) 令  $1/M_x$ 、 $1/M_y$  及  $1/M_z$  為寫入之光柵分別在  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三個方向上之熱變形率，設熱變形前之光柵分布為  $G_0(u, v, \Delta z)$ ，則熱變形後之光柵分佈  $G(u, v, \Delta z)$  為  $G_0(M_x u, M_y v, M_z \Delta z)$ ；

(4)  $\lambda$  代表波長；

(5)  $k$  代表波數 (wave number)；

- (6)  $f$  代表透鏡 400 之焦長；
- (7)  $\Delta z$  代表同軸全像儲存媒體 100 的中心偏離透鏡 400 後焦面的距離；
- (8)  $u$  與  $v$  為同軸全像儲存媒體 100 之側向座標；
- (9)  $U_i$  為空間光調製器上所產生之輸入波前；
- (10)  $U_f$  為  $U_i$  的傅式轉換(Fourier transform)；
- (11)  $U_s$ 、 $U_r$  與  $U_p$  分別代表透鏡 400 前焦面上之訊號光 200、參考光 300 與讀取光 350 的光場分布；以及
- (12)  $L$  為同軸全像儲存媒體 100 之厚度的兩倍。

以上的近軸近似解看似複雜，卻述說著極為清晰的系統物理特性，分述如下：

$$(1) \quad U_{CCD} \left( \frac{M_\lambda M_x}{M_f} \xi, \frac{M_\lambda M_y}{M_f} \eta \right) \text{ 代表變形的繞射訊號 250。變}$$

形後的繞射訊號 250 在  $\xi$  方向上線性縮小  $\frac{M_\lambda M_x}{M_f}$  倍，在  $\eta$  方

向上線性縮小  $\frac{M_\lambda M_y}{M_f}$  倍。

(2) 由

$$\left[ U_p \left( \frac{M_x M_\lambda}{M_f} (\xi_2 - \xi), \frac{M_y M_\lambda}{M_f} (\eta_2 - \eta) \right) U_r^* (\xi_2 - \xi_1, \eta_2 - \eta_1) U_s (-\xi_1, -\eta_1) \right]$$

可知，在高斯成像點  $(\xi, \eta) = (\xi_1, \eta_1)$  上，若讓

$$U_r(\xi, \eta) = U_p \left( \frac{M_x M_\lambda}{M_f} \xi, \frac{M_y M_\lambda}{M_f} \eta \right),$$

則可以繞射出訊號光  $U_s$ 。

由於

$$\frac{1}{M_x} = \frac{1}{M_y} = 1 + \alpha_L \Delta T,$$

及

$$\frac{1}{M_f} = \frac{1}{M_\lambda} = 1 + \alpha_n \Delta T,$$

其中， $\alpha_L$  為紀錄層 120 之線膨脹係數， $\alpha_n$  為紀錄層 120 之折射率隨溫度的變化量。

因此，我們得到若能夠讓讀取時的影像放大率為寫入時之  $1 + \alpha_L \Delta T$  倍，則可以滿足

$$U_r(\xi, \eta) = U_p\left(\frac{M_x M_\lambda}{M_f} \xi, \frac{M_y M_\lambda}{M_f} \eta\right).$$

因此，本案發明人基於以上發現提出一種解決熱變形問題的技術方案。

第 6 圖繪示依照本發明一實施方式之讀取裝置的示意圖。如圖所示，一種讀取裝置包含空間光調製器 (Spatial Light Modulator; SLM) 710、變焦鏡組 (Zoom Lens) 720、物鏡 730、影像擷取裝置 740 與調整模組 750。空間光調製器 710 用以提供讀取光。變焦鏡組 720 配置於讀取光的光路中，使得讀取光通過變焦鏡組 720 後，形成一實像。物鏡 730 用以將實像聚焦於同軸全像儲存媒體 100，進而產生繞射訊號。影像擷取裝置 740 用以擷取繞射訊號。調整模組 750 用以根據繞射訊號的品質，調整變焦鏡組 720 之影像放大倍率。

為了客觀正確地判斷繞射訊號的品質，在本發明一或

多個實施方式中，上述之讀取裝置更可包含一寫入裝置。此寫入裝置可在提供讀取光前，先將伺服訊號寫入同軸全像儲存媒體 100 的中央。如此一來，在讀取時，影像擷取裝置 740 即可擷取伺服訊號所產生之繞射訊號，而調整模組 750 則可根據此繞射訊號來調整變焦鏡組 720 之影像放大倍率。

上述之寫入裝置在實務上可以是第 6 圖之空間光調製器 710，其詳細作動已載明於第 2 圖、第 4 圖及相關文字敘述中，在此不再重複贅述。

第 7 圖繪示第 6 圖之空間光調製器 710 在寫入伺服訊號 800 時的正視圖。由於變焦鏡組 720 在變焦時，繞射訊號會隨著放大縮小，因此越靠近訊號頁 712 邊緣之繞射訊號位移量越大，而訊號頁 712 中央的繞射訊號則不會隨著變焦而位移。有鑑於此，在第 7 圖中，伺服訊號 800 可位於訊號頁 712 的中央。如此一來，在後續調整時，調整模組 750 將可根據訊號頁 712 中央之繞射訊號的品質來調整變焦鏡組 720，而不會受到繞射訊號放大縮小的影響。

第 8a-9c 圖繪示依照本發明多個實施方式之伺服訊號 800 的示意圖。如圖所示， $2 \times 2$  之伺服訊號 800 的畫素分布可如第 8a 圖及第 9a 圖所示。此外，為了避免外圍的繞射訊號影響到中間的伺服訊號， $4 \times 4$  之伺服訊號 800 的外圍可為全暗，如第 8b 圖及第 9b 圖所示。或者， $4 \times 4$  之伺服訊號 800 的畫素分布可如第 8c 圖及第 9c 圖所示。應瞭解到，上述之伺服訊號 800 僅為例示，並非用以限制本發明，在本發明其他實施方式中，伺服訊號亦可為上述伺服訊號

的各種旋轉，例如： $90^\circ$  或  $180^\circ$ 。

具體而言，上述之調整模組 750 在調整時，可視為以繞射訊號的品質為值函數(Cost Function)的最佳化問題(Optimization problem)，其最佳化的解(Optimal Solution)為能夠讓繞射訊號品質最大化的影像放大倍率。應瞭解到，上述之「繞射訊號的品質」可以是繞射訊號的對比度、訊雜比或上述兩者的任意組合。

第 10 圖繪示依照本發明一實施方式之調整變焦鏡組 720 的流程圖。在第 10 圖中，調整模組 750 可先讓變焦鏡組 720 之影像放大倍率往放大的方向改變，當變焦鏡組 720 之影像放大倍率為 1.00 倍時，得到繞射訊號之對比度及/或訊雜比為  $a(0)$ (步驟 910)，而變焦鏡組 720 之影像放大倍率為 1.01 倍時，得到繞射訊號之對比度及/或訊雜比為  $a(1)$ (步驟 920)，若  $c(1)=a(1)-a(0) \geq 0$ (步驟 930)，則持續放大變焦鏡組 720 之影像放大倍率，例如：至 1.02 倍，此時得到對比度及/或訊雜比為  $a(2)$ (步驟 940)。若  $c(2)=a(2)-a(1) < 0$ (步驟 950)，則 1.01 倍為最佳的影像放大倍率(步驟 960)。若  $c(2)=a(2)-a(1) \geq 0$ ，則持續放大變焦鏡組 720 之影像放大倍率，以此類推，直到  $c(i)=a(i)-a(i-1) < 0$  為止(步驟 970)。

另一方面，若  $c(1)=a(1)-a(0) < 0$ (步驟 930)，調整模組 750 會將變焦鏡組 720 之影像放大倍率往縮小的方向改變，繼續重複前述步驟，即可獲得最佳的影像放大倍率。

回到第 6 圖，為了加快讀取的速度，本實施方式之讀取裝置可包含溫度計 770 及控制器 780。在讀取時，溫度



計 770 可偵測同軸全像儲存媒體 100 的溫度。控制器 780 可根據同軸全像儲存媒體 100 的溫度，選擇變焦鏡組 720 之影像放大倍率。在本實施方式中，控制器 780 可初步將變焦鏡組 720 之影像放大倍率定為：

$$\Omega=1+\alpha_L\Delta T$$

其中， $\Omega$  為控制器 780 所選擇之影像放大倍率， $\alpha_L$  為同軸全像儲存媒體 100 之線膨脹係數， $\Delta T$  為同軸全像儲存媒體 100 於讀取及寫入時的溫度差。

接著，調整模組 750 可依據繞射訊號的品質，調整變焦鏡組 720 之影像放大倍率。第 11 圖繪示依照本發明另一實施方式之調整變焦鏡組 720 的流程圖。第 11 圖與第 10 圖的差異在於：在第 10 圖中，變焦鏡組 720 之影像放大倍率的初始值為 1.00 倍。在第 11 圖中，變焦鏡組 720 之影像放大倍率的初始值為  $\Omega$  倍。其餘各步驟均相同，在此不再重複贅述之。

應瞭解到，控制器 780 與調整模組 750 除了可同時存在外，亦可個別單獨決定變焦鏡組 720 之影像放大倍率。舉例來說，在本發明一或多個實施方式中，控制器 780 可直接以  $\Omega$  倍作為變焦鏡組 720 之影像放大倍率，而不需要再經過調整模組 750 進行最佳化處理(Optimize)。

為了克服折射率改變時所造成的離焦效應，在本發明一或多個實施方式中，上述之讀取裝置尚包含一移動裝置 760。在讀取時，移動裝置 760 可移動同軸全像儲存媒體 100，使得物鏡 730 之等效後焦面仍然位於同軸全像儲存媒體 100 的反射層 110 上。上述之移動裝置 760 可為線性滑

軌、導螺桿或其他各式移動機構。

為了固定變焦鏡組 720 之前焦面與後焦面的位置，在本發明一或多個實施方式中，變焦鏡組 720 可為一等焦面變焦鏡組(Parfocal lens)。如此一來，當變焦鏡組 720 變焦時，變焦鏡組 720 之前焦面與後焦面的位置當可維持不變。

此外，讀取裝置也可以以徑向上相位不變的方式，調製一讀取光的相位，使得讀取光不論如何放大縮小，其光場分佈均與寫入時的參考光相同。亦即，讀取光不論如何

放大縮小，均滿足 
$$U_r(\xi, \eta) = U_p \left( \frac{M_x M_\lambda}{M_f} \xi, \frac{M_y M_\lambda}{M_f} \eta \right)$$
。以下將以第 12 圖為例，具體說明此一技術內容。

第 12 圖繪示依照本發明另一實施方式之讀取裝置的示意圖。如圖所示，一種讀取裝置包含徑向相位調製器 725、物鏡 730 與影像擷取裝置 740。徑向相位調製器 725 用以以徑向上相位不變的方式，調製讀取光的相位。物鏡 730 用以將調製後之讀取光聚焦至同軸全像儲存媒體 100，進而產生繞射訊號。影像擷取裝置 740 用以擷取繞射訊號。

第 13 圖繪示依照第 12 圖之徑向相位調製器 725 的示意圖。如圖所示，為了產生較均勻的光強分佈，本實施方式之徑向相位調製器 725 包含複數個隨機排列之 0 相位調製部 724(未加網點者)與  $\pi$  相位調製部 726(加網點者)。上述之 0 相位調製部 724 與  $\pi$  相位調製部 726 的總數可為 120 個，每 13 個為一周期，依序可為：0 相位調製部 724、0

相位調製部 724、 $\pi$  相位調製部 726、 $\pi$  相位調製部 726、0 相位調製部 724、 $\pi$  相位調製部 726、0 相位調製部 724、 $\pi$  相位調製部 726、 $\pi$  相位調製部 726、0 相位調製部 724、 $\pi$  相位調製部 726、 $\pi$  相位調製部 726，其中為滿足相位調製部的總數為 120 個，最後一個周期可不為完整的 13 個相位調製部，而僅為 3 個相位調製部。

在本發明一或多個實施方式中，上述之徑向相位調製器 725 可為一徑向透鏡陣列(如第 14 圖所繪示)，該徑向透鏡陣列共有 120 個柱狀透鏡，每一柱狀透鏡的焦距可為 1.8 mm。此外，在本發明其他實施方式中，徑向相位調製器亦可透過空間相位調製器或相位光罩來實現。

同樣地，為了克服折射率改變時所造成的離焦效應，在本發明一或多個實施方式中，上述之讀取裝置尚包含一移動裝置 760。在讀取時，移動裝置 760 可移動同軸全像儲存媒體 100，使得物鏡 730 之等效後焦面仍然位於同軸全像儲存媒體 100 的反射層 110 上。上述之移動裝置 760 可為線性滑軌、導螺桿或其他各式移動機構。

雖然本發明已以實施方式揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此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】

第 1 圖繪示依照本發明一實施方式之同軸全像儲存媒體於寫入時的剖面示意圖。

第 2 圖繪示第 1 圖之穿透式光柵於寫入時的等效模型示意圖。

第 3 圖繪示第 1 圖之穿透式光柵於讀取時的等效模型示意圖。

第 4 圖繪示第 1 圖之反射式光柵於寫入時的等效模型示意圖。

第 5 圖繪示第 1 圖之反射式光柵於讀取時的等效模型示意圖。

第 6 圖繪示依照本發明一實施方式之讀取裝置的示意圖。

第 7 圖繪示第 6 圖之空間光調製器在寫入伺服訊號時的正視圖。

第 8a-9c 圖繪示依照本發明多個實施方式之伺服訊號的示意圖。

第 10 圖繪示依照本發明一實施方式之調整變焦鏡組的流程圖。

第 11 圖繪示依照本發明另一實施方式之調整變焦鏡組的流程圖。

第 12 圖繪示依照本發明另一實施方式之讀取裝置的示意圖。

第 13 圖繪示依照第 12 圖之徑向相位調製器的示意圖。

第 14 圖依照本發明一實施方式之徑向相位調製器的立體圖。

## 【主要元件符號說明】

100：同軸全像儲存媒體

110：反射層

120：紀錄層

200：訊號光

210：入射訊號光

220：反射訊號光

250：繞射訊號

300：參考光

310：入射參考光

320：反射參考光

350：讀取光

400：透鏡

500：穿透式光柵

600：反射式光柵

710：空間光調製器

712：訊號頁

720：變焦鏡組

724：0 相位調製部

725：徑向相位調製器

726： $\pi$  相位調製部

730：物鏡

740：影像擷取裝置

750：調整模組

760：移動裝置

770：溫度計

780：控制器

800：伺服訊號

910~970：步驟

f：透鏡的焦長

## 七、申請專利範圍：

### 1. 一種讀取裝置，包含：

一空間光調製器(Spatial Light Modulator；SLM)，用以提供一讀取光；

一變焦鏡組(Zoom Lens)，配置於該讀取光的光路中，使得該讀取光通過該變焦鏡組後，形成一實像；

一物鏡，用以將該實像聚焦於一同軸全像儲存媒體，進而產生一繞射訊號；

一影像擷取裝置，用以擷取該繞射訊號；以及

一調整模組，連接該影像擷取裝置與該變焦鏡組，用以接收該繞射訊號，並根據該繞射訊號的對比度、訊雜比或上述之任意組合，調整該變焦鏡組之影像放大倍率。

### 2. 如請求項1所述之讀取裝置，更包含：

一移動裝置，用以移動該同軸全像儲存媒體，使得該物鏡之等效後焦面位於該同軸全像儲存媒體的反射層上。

3. 如請求項1所述之讀取裝置，其中該變焦鏡組為一等焦面變焦鏡組(Parfocal lens)。

### 4. 一種讀取裝置，包含：

一空間光調製器(Spatial Light Modulator；SLM)，用以提供一讀取光；

一變焦鏡組(Zoom Lens)，配置於該讀取光的光路中，

使得該讀取光通過該變焦鏡組後，形成一實像；

一物鏡，用以將該實像聚焦於一同軸全像儲存媒體，進而產生一繞射訊號；

一溫度計，用以偵測該同軸全像儲存媒體的溫度；

一控制器，連接該溫度計與該變焦鏡組，用以接收該溫度計所偵測之該同軸全像儲存媒體的溫度，並根據該溫度計所偵測之該同軸全像儲存媒體的溫度，選擇該變焦鏡組之影像放大倍率，使得該變焦鏡組之影像放大倍率滿足：

$$\Omega=1+\alpha_L\Delta T$$

其中， $\Omega$ 為該控制器所選擇之該變焦鏡組之影像放大倍率， $\alpha_L$ 為該同軸全像儲存媒體之線膨脹係數， $\Delta T$ 為該同軸全像儲存媒體於讀取及寫入時的溫度差；以及

一影像擷取裝置，用以擷取該繞射訊號。

5. 如請求項4所述之讀取裝置，更包含：

一寫入裝置，用以在提供該讀取光前，先將一伺服訊號寫入該同軸全像儲存媒體的中央，使得當該實像聚焦於該同軸全像儲存媒體時，該讀取光將照射位於該同軸全像儲存媒體之中央的該伺服訊號，並進而產生該繞射訊號；以及

一調整模組，連接該影像擷取裝置與該變焦鏡組，用以根據該繞射訊號的對比度、訊雜比或上述之任意組合，調整該變焦鏡組之影像放大倍率。



6. 如請求項 4 所述之讀取裝置，更包含：

一移動裝置，用以移動該同軸全像儲存媒體，使得該物鏡之等效後焦面位於該同軸全像儲存媒體的反射層上。

7. 一種讀取裝置，包含：

一徑向相位調製器，用以以徑向上相位不變的方式，調製一讀取光的相位，其中該徑向相位調製器包含複數個隨機排列之 0 相位調製部與  $\pi$  相位調製部；

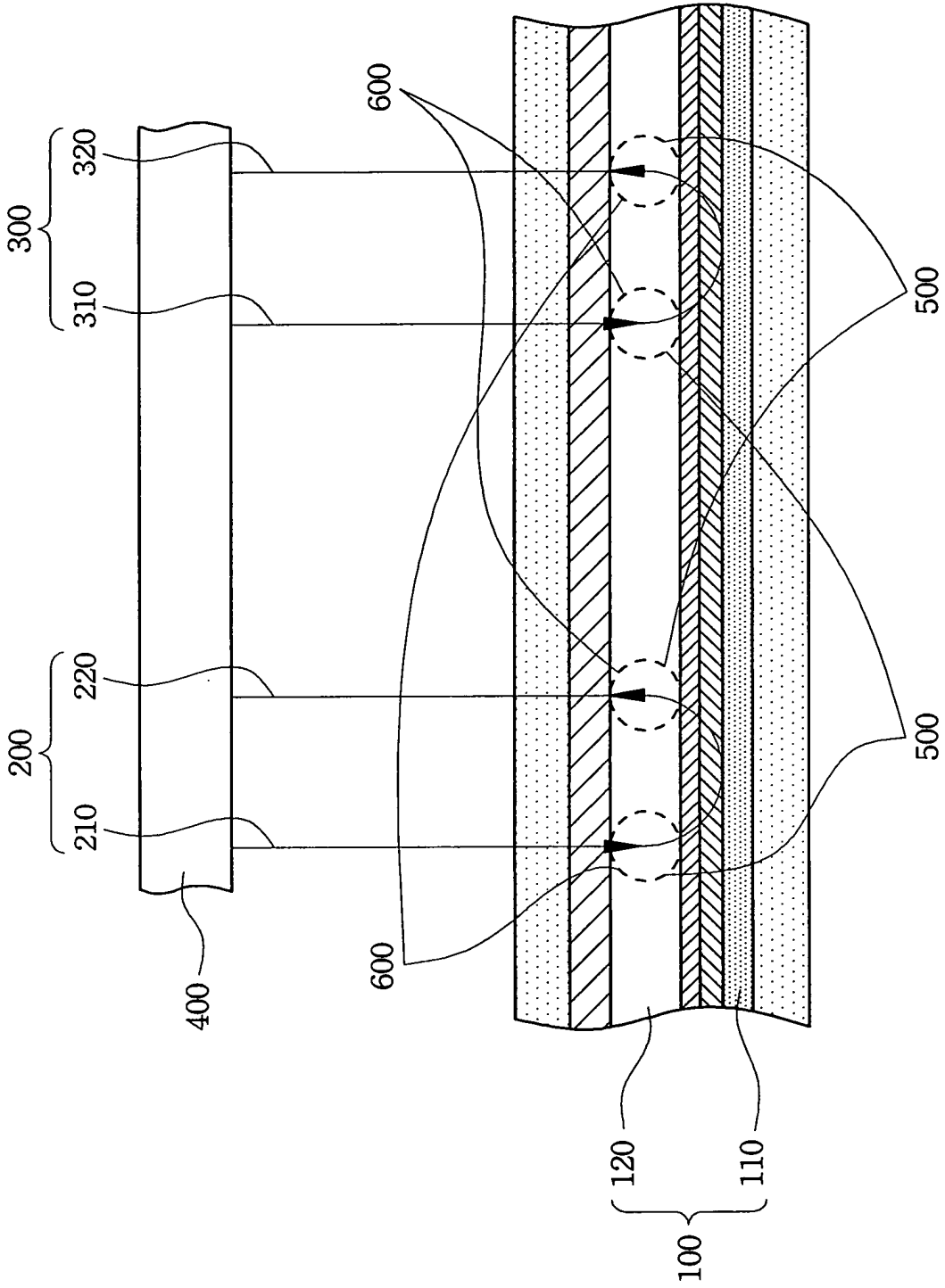
一物鏡，用以將調製後之該讀取光聚焦至一同軸全像儲存媒體，進而產生一繞射訊號；以及

一影像擷取裝置，用以擷取該繞射訊號。

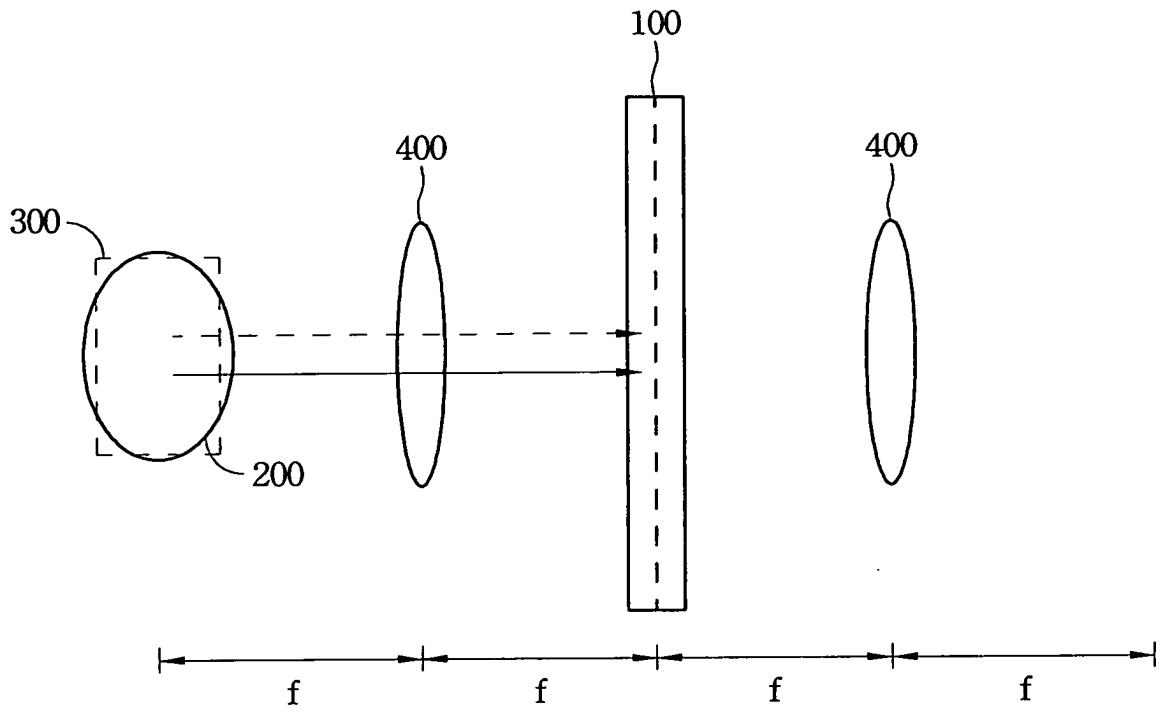
8. 如請求項 7 所述之讀取裝置，其中該徑向相位調製器為一徑向透鏡陣列。

9. 如請求項 7 所述之讀取裝置，其中該徑向相位調製器為一空間相位調製器。

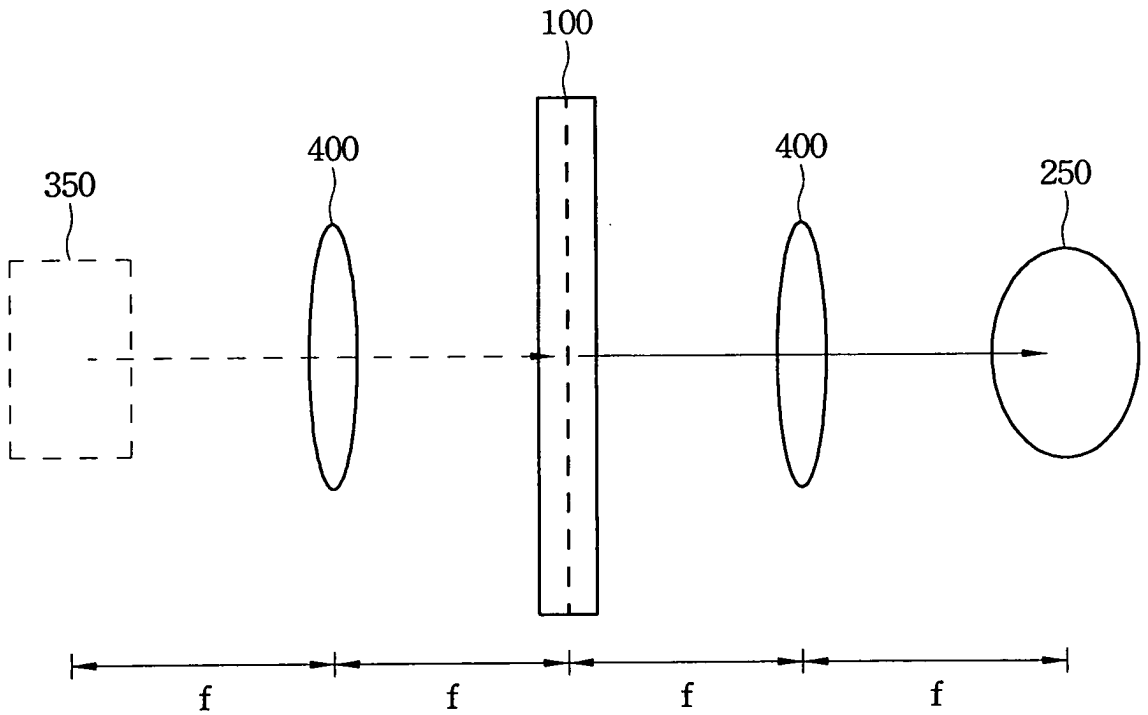
10. 如請求項 7 所述之讀取裝置，其中該徑向相位調製器為一相位光罩。



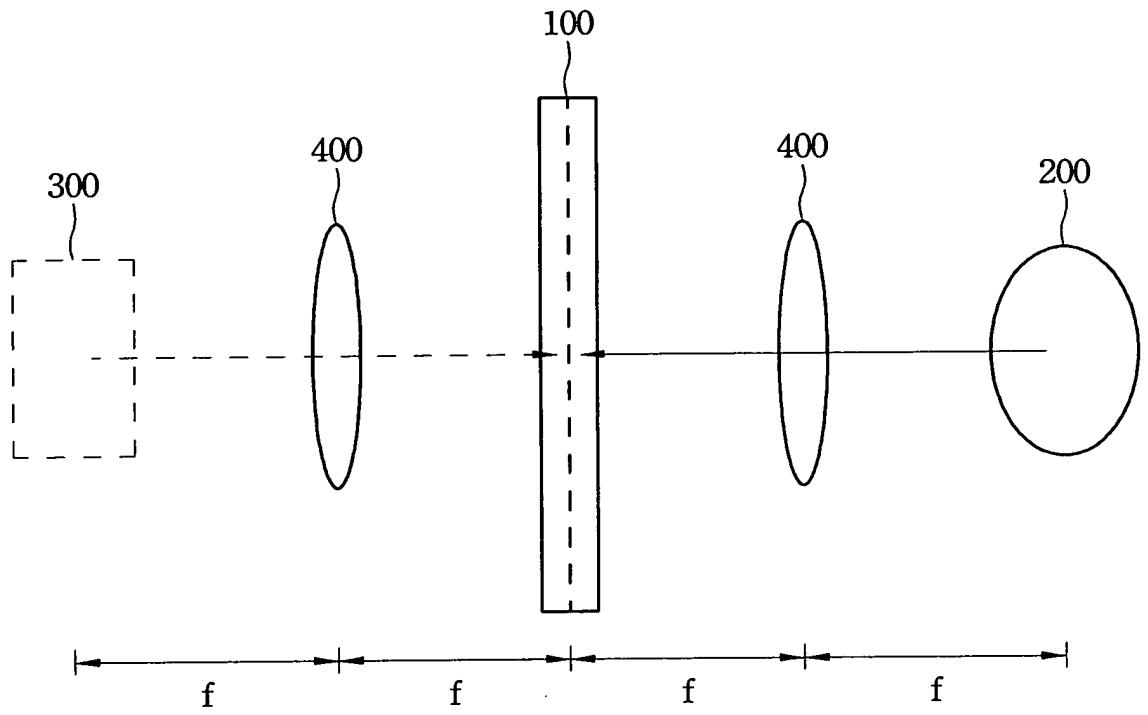
第 1 圖



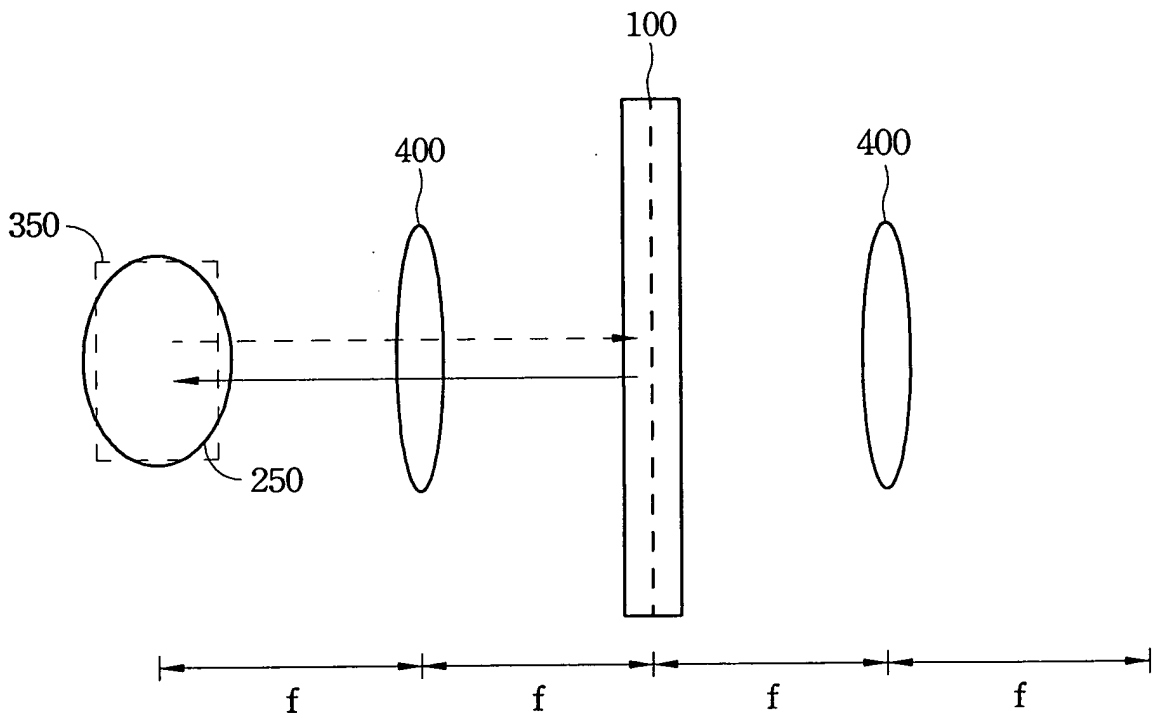
第 2 圖



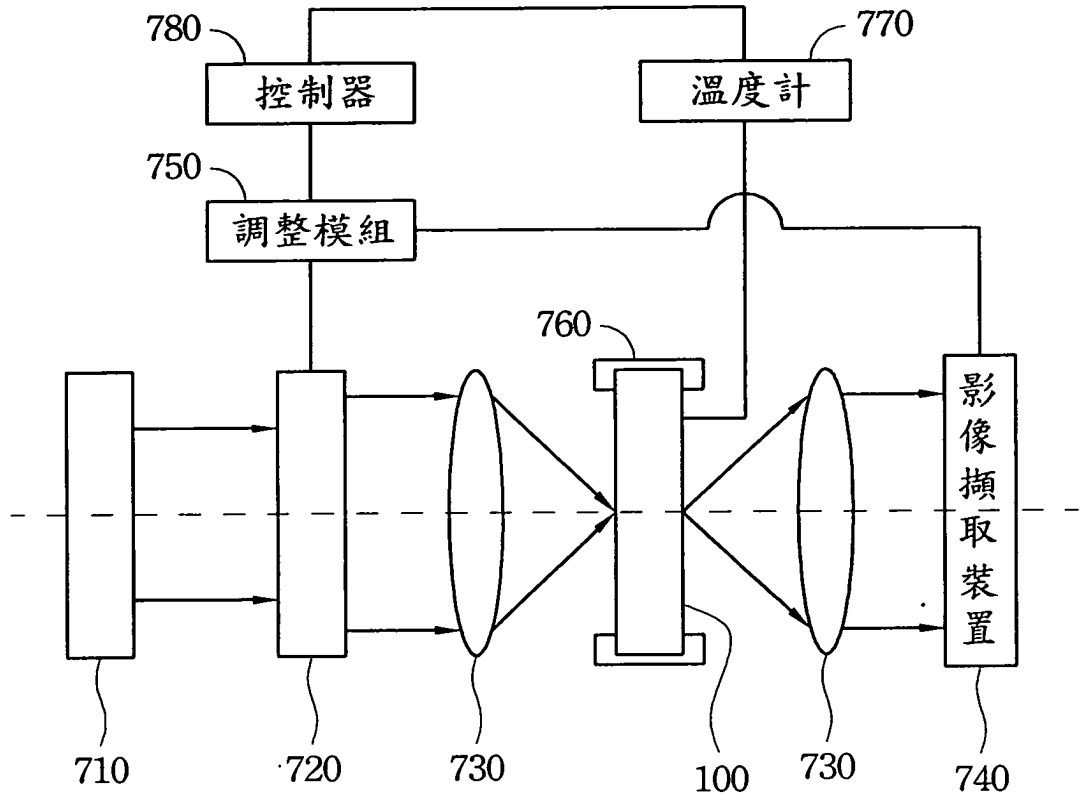
第 3 圖



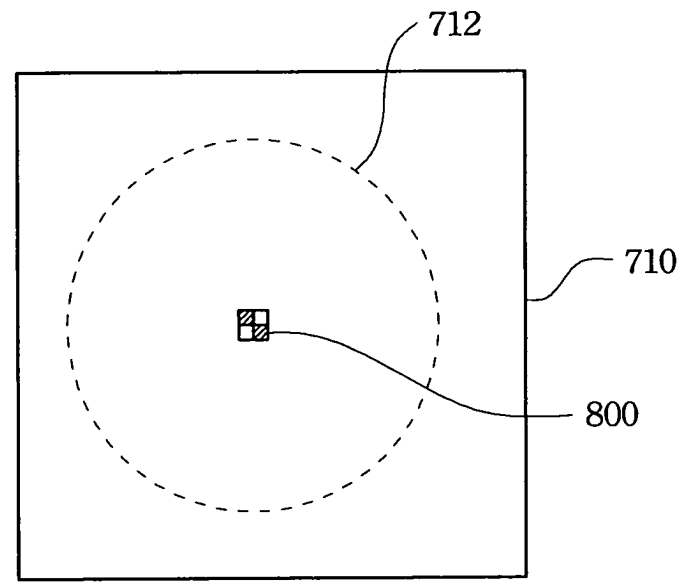
第 4 圖



第 5 圖

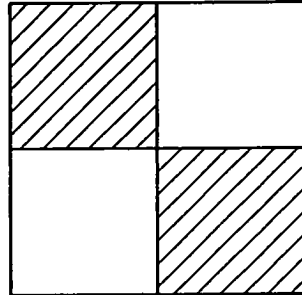


第 6 圖



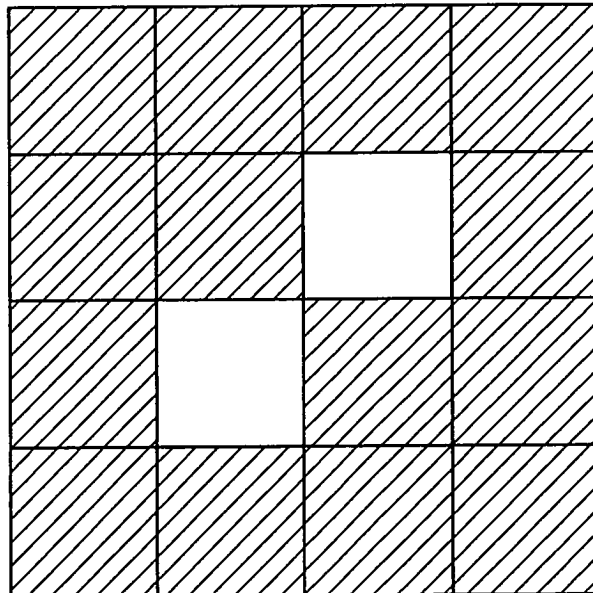
第 7 圖

800



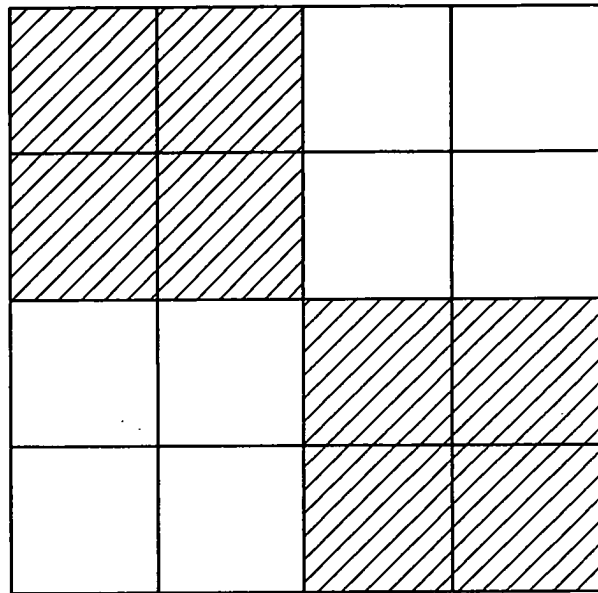
第 8a 圖

800



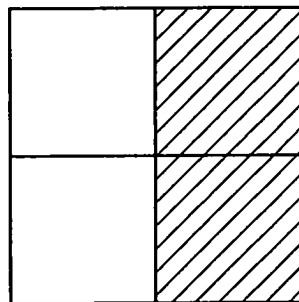
第 8b 圖

800



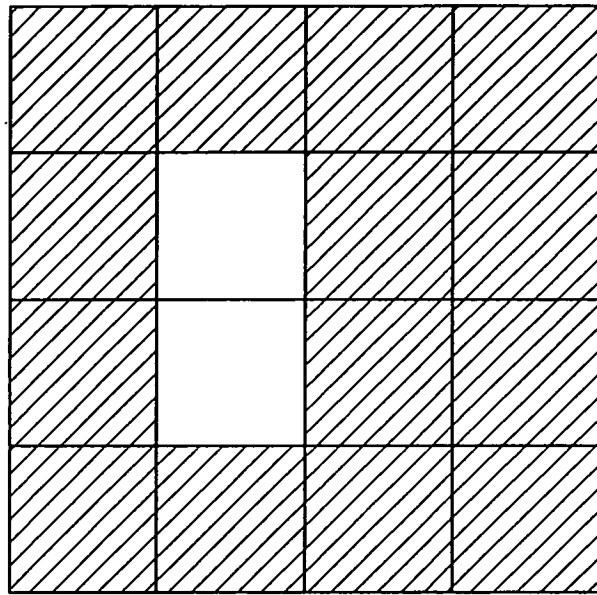
第 8c 圖

800



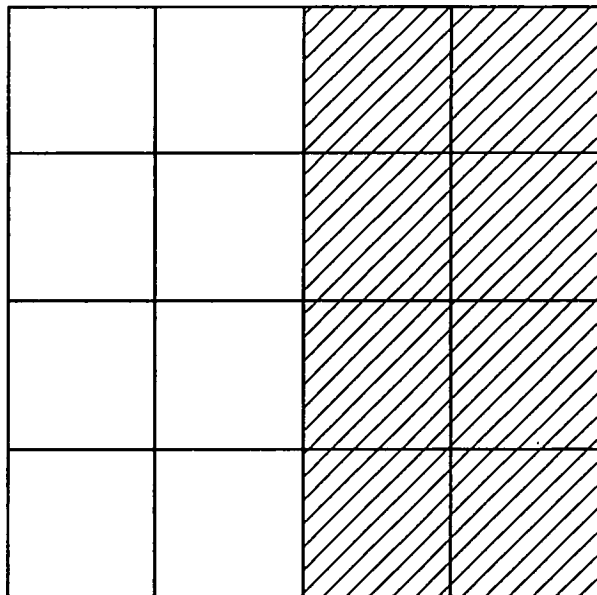
第 9a 圖

800



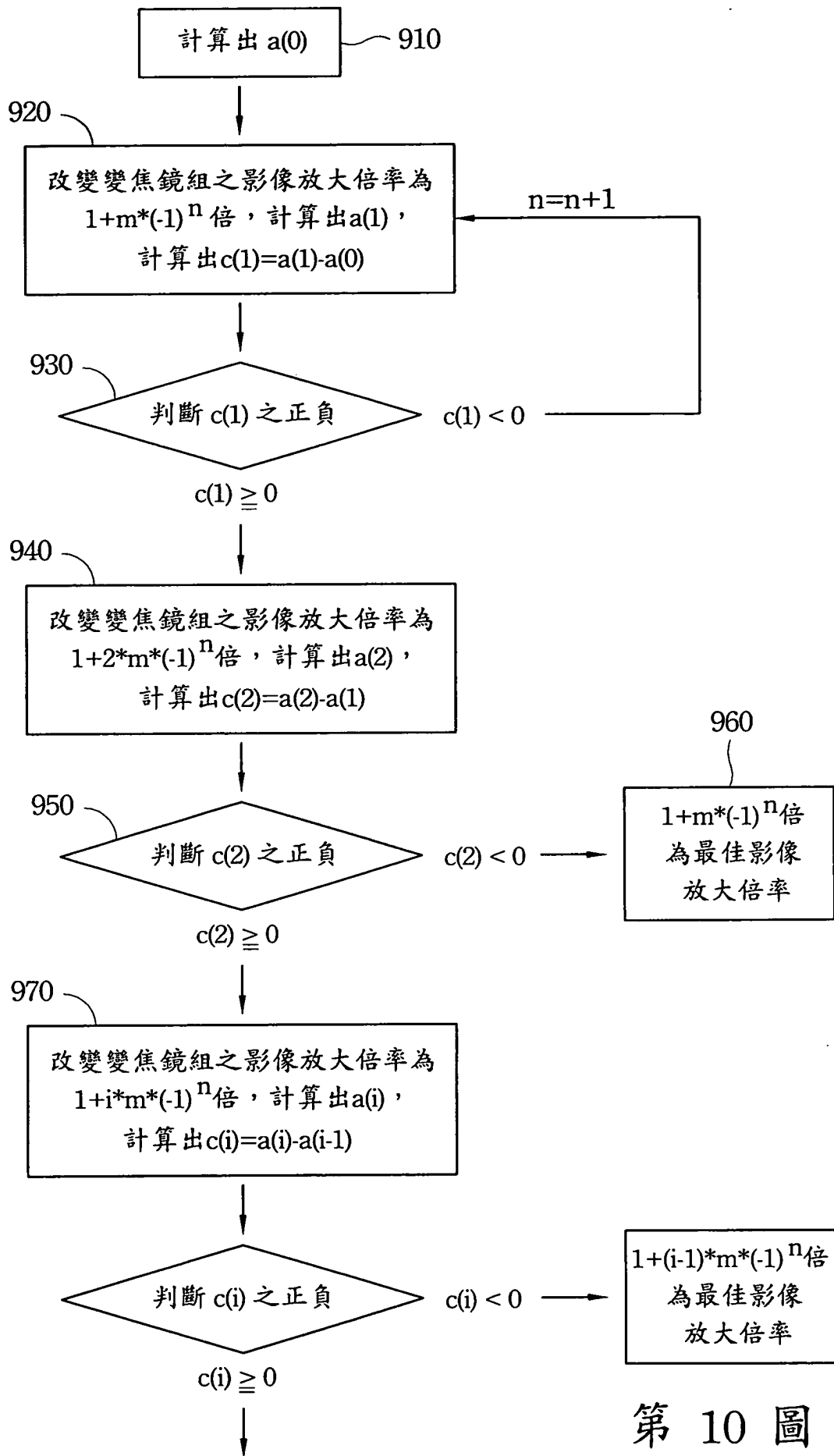
第 9b 圖

800

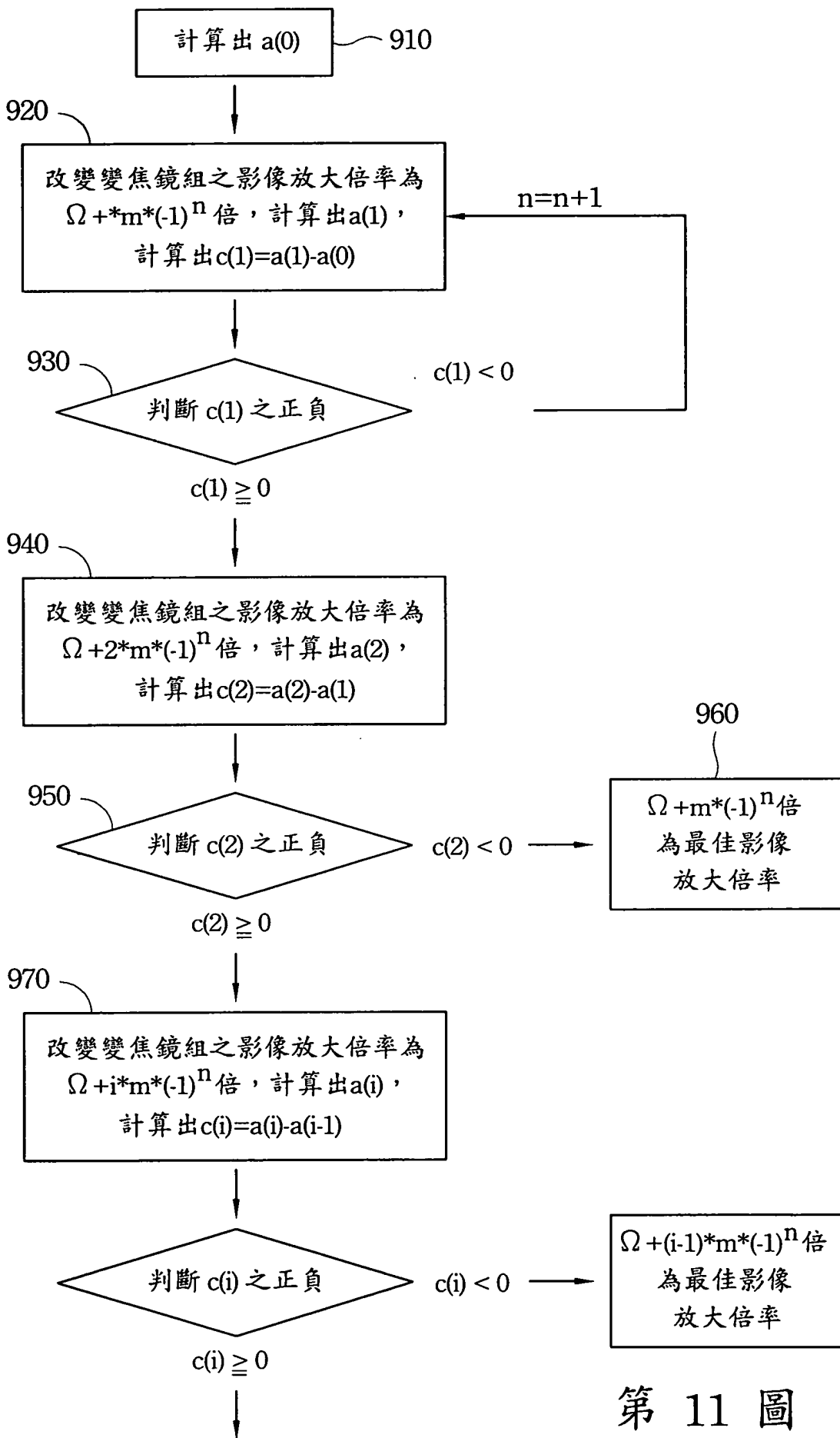


第 9c 圖

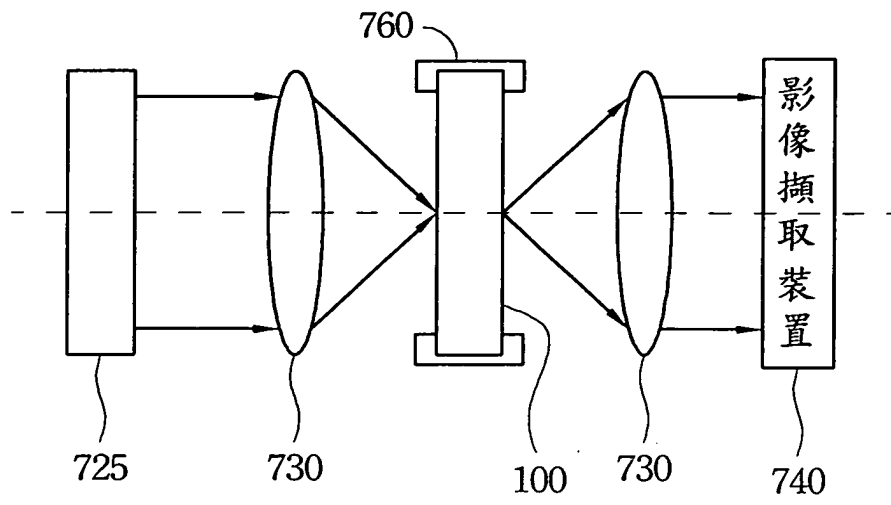




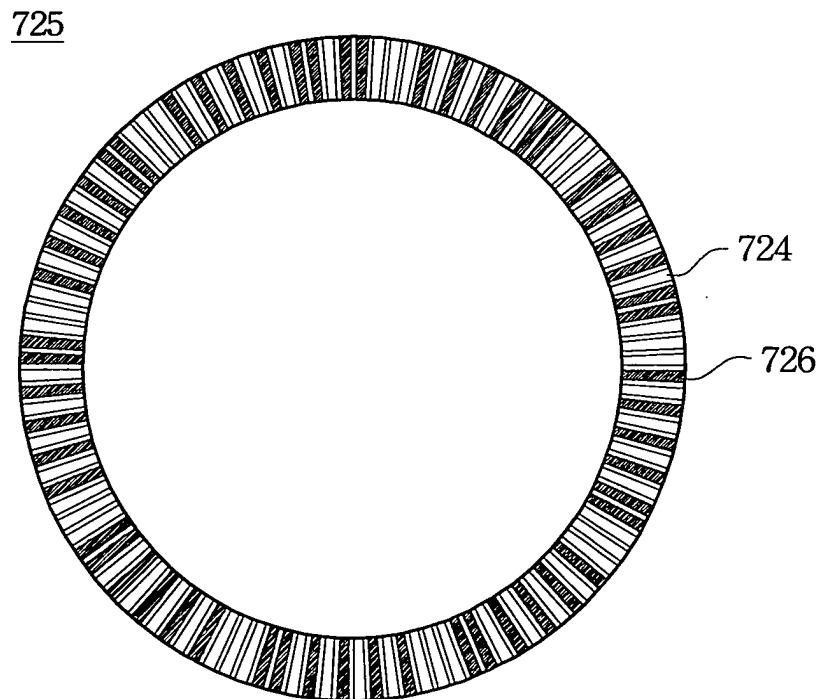
第 10 圖



第 11 圖

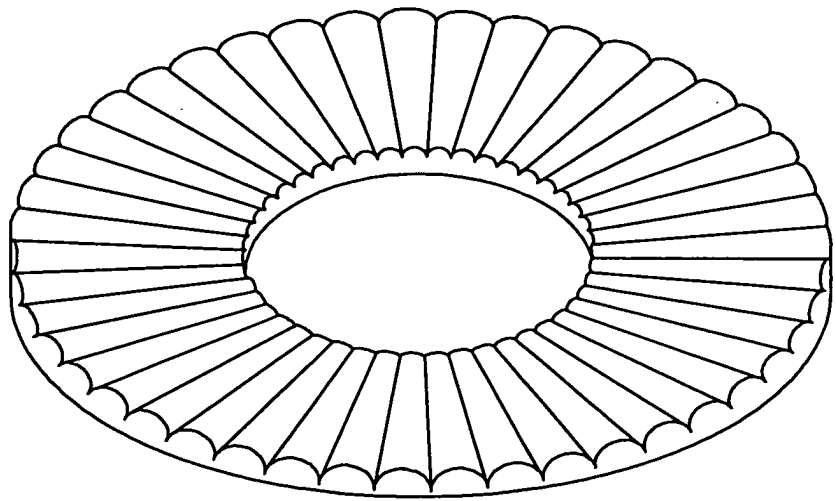


第 12 圖



第 13 圖

725



第 14 圖