



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201349522 A

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：101118915

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 28 日

(51)Int. Cl.：

*H01L31/042 (2006.01)*

*H01L31/052 (2006.01)*

*H01L31/18 (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：謝美莉 HSIEH, MEI LI (TW)；林尚佑 LIN, SHAWN YU (TW)；許根玉 HSU, KEN

YUH (TW)；林烜輝 LIN, SHIUAN HUEI (TW)

(74)代理人：陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：3 共 19 頁

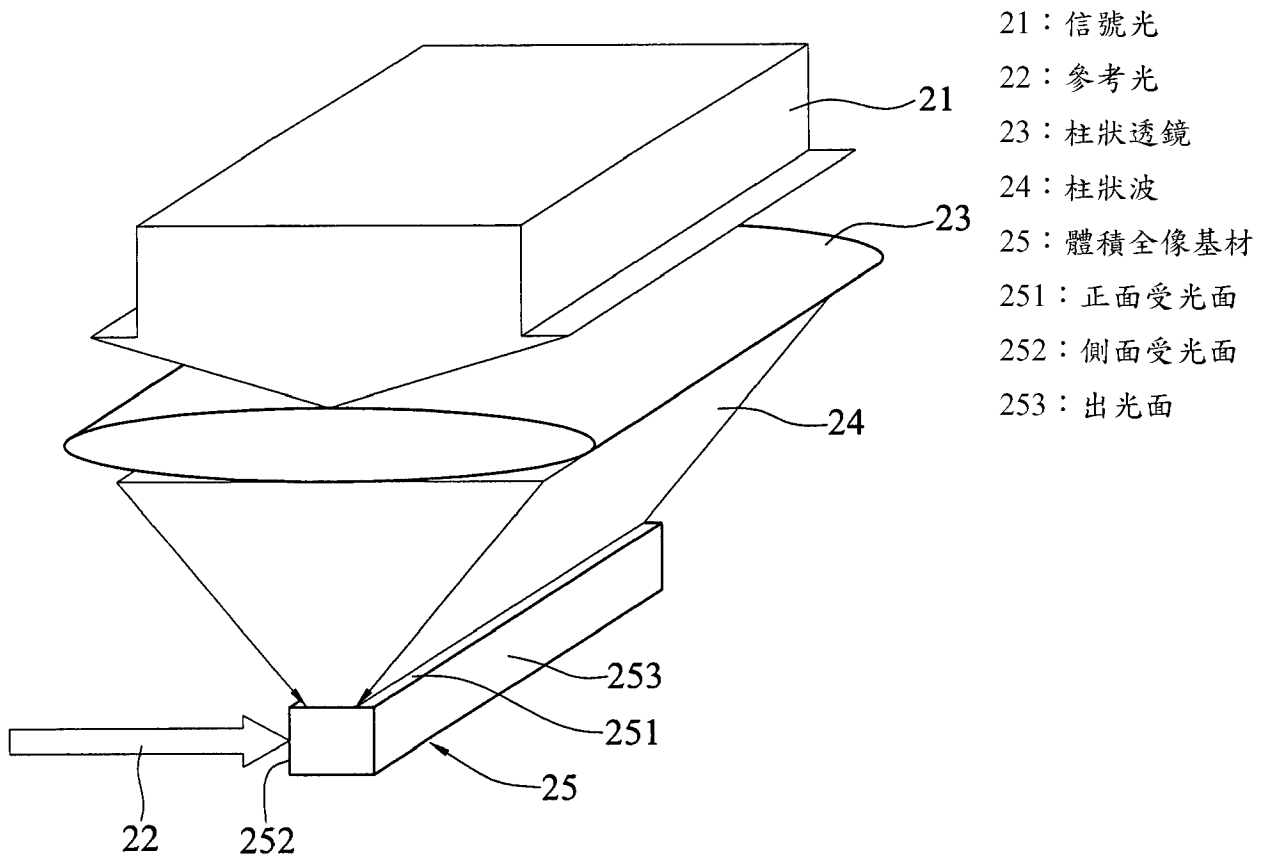
(54)名稱

全像式集光元件及其製法

HOLOGRAPHIC LIGHT-COLLECTING COMPONENT AND FABRICATION METHOD THEREOF

(57)摘要

一種全像式集光元件及其製法，信號光經由柱狀透鏡形成柱狀波並入射至一體積全像基材之正面受光面，並同時將參考光由與該全像基材之正面受光面之平行方向入射至該體積全像基材上與該正面受光面之角度不同之側面受光面以進行體積全像記錄，其中，該體積全像基材於該體積全像記錄完成後，可透過該正面受光面接收太陽光以將該太陽光藉由繞射而轉折至位於該側面受光面之法向量的延伸線上之出光面。本發明之全像式集光元件具有較大之集光角度與收光之頻譜範圍，且可大幅提昇集光之效率。



第2A圖

# 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：101118915

※申請日：(01.5.28)

※IPC分類：

H01L 31/042 (2006.01)

H01L 31/052 (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

全像式集光元件及其製法

HOLOGRAPHIC LIGHT-COLLECTING COMPONENT AND  
FABRICATION METHOD THEREOF

二、中文發明摘要：

一種全像式集光元件及其製法，信號光經由柱狀透鏡形成柱狀波並入射至一體積全像基材之正面受光面，並同時將參考光由與該全像基材之正面受光面之平行方向入射至該體積全像基材上與該正面受光面之角度不同之側面受光面以進行體積全像記錄，其中，該體積全像基材於該體積全像記錄完成後，可透過該正面受光面接收太陽光以將該太陽光藉由繞射而轉折至位於該側面受光面之法向量的延伸線上之出光面。本發明之全像式集光元件具有較大之集光角度與收光之頻譜範圍，且可大幅提昇集光之效率。

### 三、英文發明摘要：

The invention provides a holographic light-collecting component and the fabrication method thereof, characterized in that a signal light is formed into pillar-shaped waves by a pillar-shaped lens and then injected onto a front light-receiving surface of a volume hologram substrate, and at the same time a reference light is injected onto a side light-receiving surface having a different receiving angle from the first light-receiving surface on the volume hologram substrate, and after the volume hologram recording is completed, the volume hologram substrate can receive solar light via its front light-receiving surface and diffract the light onto a light-outputting surface on an extending line of the side light-receiving surface. The holographic light-collecting component of the invention has a greater light-collecting angle and spectrum than those of prior techniques to achieve optimal light-collecting efficiency.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 2A ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- |     |        |
|-----|--------|
| 21  | 信號光    |
| 22  | 參考光    |
| 23  | 柱狀透鏡   |
| 24  | 柱狀波    |
| 25  | 體積全像基材 |
| 251 | 正面受光面  |
| 252 | 側面受光面  |
| 253 | 出光面    |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式。

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種全像式集光元件及其製法，尤其是關於一種應用太陽能電池之全像式集光元件及其製法。

### 【先前技術】

隨著人類文明之發展，能源之消耗量與日俱增。現今所使用的能源主要分為再生性能源和非再生性能源；根據聯合國環境規劃署(UNEP)的定義，「再生性能源」(Renewable energy)是指取之不盡且發電過程中不產生汙染的天然資源，如太陽能、風能、地熱能、水力能、海洋能、生質能等，都是轉化自然界的能量成為能源，並在短時間內(指相對於億年以上才能形成的石化燃料)即可再生。太陽能電池可將太陽光能轉換為電能，故成為目前備受重視的再生能源之一。若能將集光與轉換效率增加，同時減少半導體晶片的面積，此方式將能提供取之不盡的「再生性能源」。傳統的太陽能電池，大部分的太陽光會在矽晶片表面反射，也會直接穿透晶片無法吸收，無法有效利用光能量發電。因此，高效率的集光、導光及聚光的集光元件來利用不同角度及頻譜範圍的太陽光能量，將是提升發光效益最關鍵性的技術。

習知太陽能電池技術中，為提高光電轉換效率，係利用利如菲涅爾透鏡(Fresnel Lenses)之集光裝置配合追日裝置，以增加太陽能板之單位面積上的集光量。然而，此等設計之太陽能電池之系統複雜度較高且體積較大，因此限制了其應用與發展。

為了解決上述習知太陽能電池技術之問題，遂發展出將全像技術應用於收集太陽光，如第 1 圖所示，其中，集光元件 1 包括基材 101 及全像膜片 102。該基材 101 可為透光性極佳之玻璃或壓克力。入射光 103 於穿過該全像膜片 102 時，會產生因繞射而改變方向之繞射光 104，並聚焦至聚焦點 105 上，因而達到集光之效果。

惟，前述之集光元件雖利用全像膜片縮小太陽能板的面積，但太陽光經過全像膜片後不同波長之陽光將被繞射至不同方向，故均需配合導光元件將太陽光導引至太陽能電池上，才能進行光電轉換，因此，整體集光元件仍不夠緊緻，且具有收集陽光之角度不足之問題。

因此，如何對集光元件進行改良以進一步縮小其尺寸以及增加收集陽光之角度，遂成為目前本領域中亟待解決的課題。

### 【發明內容】

為解決前述習知技術之缺點，本發明之目的在於提供一種全像式集光元件之製法，包括令記錄光源分光以產生一信號光及一參考光；以及將該信號光經由柱狀透鏡形成柱狀波並入射至一體積全像基材之正面受光面，且同時將該參考光入射至該體積全像基材上與該正面受光面之角度不同之側面受光面以進行體積全像記錄，其中，該體積全像基材於該體積全像記錄完成後，能透過該正面受光面接收太陽光以將該太陽光藉由繞射而轉折至位於該側面受光面之法向量的延伸線上之出光面。

前述之全像式集光元件之製法中，該紀錄光源可為同調雷射光源。

又，前述之全像式集光元件之製法中，該正面受光面與該出光面之夾角係為  $90^\circ$ ，且該正面受光面之面積係大於該出光面之面積。

本發明復提供一種由前述之全像式集光元件之製法所製得之全像式集光元件，包括體積全像基材，係具有受光面及出光面，其中，該體積全像基材完成體積全像記錄後，於該受光面接收太陽光時係將該太陽光藉由繞射而轉折至該出光面。

相較於習知技術，本發明之全像式集光元件及其製法利用柱狀波體積全像技術，由面積較大之正面受光面接收不同角度入射之太陽光，並將將太陽光中大頻譜範圍的成分繞射導光至面積較小之出光面。與其他相關發明主要的不同之處包含三個部分：1. 太陽光經過全像後可從正面大面積，繞射轉折大角度至平面厚膜內導光；2. 太陽光在全像平面厚膜內傳播，同時完成引導與匯聚功能，並可提供進一步使用平面光學元件處理光能的可行性；3. 側面出光的機制直接將太陽光引入高效能的薄膜電池，大幅減少使用光伏晶片之面積。

此三特點實現在單一元件上一次完成大角度與大頻譜範圍之集光、導光及聚光的功能，同時提供使用平面光學元件進一步來進行導光、匯聚與能量轉換可行性。因此，本發明之全像式集光元件令太陽能電池無需額外之反射鏡



等光學元件與尋光機構，集光效率可改善到 75%以上(對頻譜範圍為 $\Delta\lambda=400\sim 1,200\text{nm}$ 之入射光)，為傳統的集光元件的 10-50 倍，將使集光元件具有較大之集光角度以及太陽光收光之頻譜範圍，大幅減少太陽能電池模組的製作成本。

### 【實施方式】

以下係藉由特定的具體實施例說明本發明之實施方式，本領域中具有通常知識者可由本說明書所揭示之內容輕易地瞭解本發明之其他優點與功效。本發明亦可藉由其他不同的具體實施例加以施行或應用。

第 2A 至 2D 圖係為本發明之全像式集光元件之製法之示意圖。

如第 2A 圖所示，先將記錄光源分光產生一信號光 21 及一參考光 22，再將該信號光 21 經由柱狀透鏡 23 形成柱狀波 24 並入射至一體積全像基材 25 之正面受光面 251，且同時將該參考光 22 入射至該體積全像基材 25 上與該正面受光面之角度不同之側面受光面 252 以進行體積全像記錄，其中，該體積全像基材 25 於該體積全像記錄完成後，能透過該正面受光面 251 接收太陽光以將該太陽光藉由繞射而轉折至與該體積全像基材 25 該正面受光面 251 之平行之方向，導光至位於該側面受光面 252 之法向量的延伸線上之出光面 253。

於此實施態樣中，該紀錄光源可為同調雷射光源。

雖於此實施態樣中，該正面受光面 251 與該出光面 253 之夾角係為  $90^\circ$ ，且該正面受光面 251 之面積係大於該出

光面 253 之面積。然，正面受光面 251 與該出光面 253 之夾角亦可設計為大於  $90^\circ$  或小於  $90^\circ$ ，重點為體積全像繞射可將入射該正面受光面 251 之太陽光導至與該體積全像基材 25 之該正面受光面 251 之平行之方向傳播，形成緊緻集光。

於本實施例中，係使用參考光 22 之平面波與信號光 21 之柱狀波 24 對該體積全像基材 25 進行光源記錄，以擴展集光角度，其角度範圍可由記錄時所使用的柱狀透鏡來決定之，其關係式為：

$$\Delta\theta = \pm \tan^{-1}(D/2f) \quad (1)$$

其中，D 為入射至該柱狀透鏡 23 之光束的直徑大小，f 為該柱狀透鏡 23 之焦距，舉例而言，當 D 等於 5cm 且 f 等於 10cm 時，則集光角度為  $\pm 14.5^\circ$ 。

於一較佳實施態樣中，本發明復可利用重複曝光之角度多工技術，將集光角度提升至  $\pm 45^\circ$ ，其示意圖如第 2B 圖所示。

此外，利用柱狀波進行光源記錄除可提升太陽光的集光角度外，亦可增進太陽光收光之頻譜範圍，其角度與波長的轉換關係式為：

$$2\Delta\lambda \propto 2\lambda_0\Delta\theta \quad (2)$$

若以 532nm 之光波進行體積全像的光源記錄，且集光角度為  $\pm 45^\circ$  時，集光元件所能收集之光波長範圍為  $\pm$

500nm，故利用柱狀波進行光源記錄不僅增加集光元件之集光角度，亦增加了集光元件能收集之波長範圍。

於又一實施態樣中，如第 2C 圖所示，為增加正面集光面積，前述之集光元件之製法復包括以位移多工技術平行位移該柱狀波 24 入射於該正面受光面 251 之位置，直至該正面受光面 251 之所有面積均完成該光源記錄為止，藉由此方式可製作大面積之全像式集光元件。

如第 2D 圖所示，太陽光經由較大面積之正面受光面 251 進入本發明之全像式集光元件，再由側面之該出光面 253 繞射出太陽光。舉例而言，令該正面受光面 251 為面積  $a \times b$ ，該出光面 253 面積為  $b \times c$ ，且太陽光之集光效率為出射光束面積除以入射光束面積，亦即  $a/c$ 。若  $a$  為 10 mm、 $b$  為 10 mm 以及  $c$  為 2mm，此時本發明之集光效率為 5。因此，本發明之全像式集光元件不需使用其他傳統的導光元件，如透鏡或反射凹面鏡等，就可大幅減少所需使用之太陽能板面積。

第 3 圖係為應用本發明之全像式集光元件之製法所製得之全像式集光元件的示意圖。如圖所示，本發明之全像式集光元件包括體積全像基材 35，係具有受光面 351 及出光面 353，其中，該體積全像基材 35 完成光源記錄後，於該受光面 351 接收太陽光 36 時係將該太陽光 36 藉由繞射而轉折至該出光面 353。

於一較佳實施態樣中，該受光面 351 與該出光面 353 之夾角係為  $90^\circ$ ，且該受光面 351 之面積係大於該出光面

353 之面積。然而，受光面 351 與該出光面 353 之夾角亦可設計為大於  $90^\circ$  或小於  $90^\circ$ 。

綜上所述，本發明之全像式集光元件利用柱狀波對體積全像基材進行光源記錄，使集光元件具有較高之集光角度以及較大的太陽光收光之頻譜範圍，以增加太陽能電池模組之效能。

此外，本發明之全像式集光元件復以位移多工技術增加第一受光面之面積，以於不需使用傳統導光元件之條件下，加強集光元件之集光效率，以大幅減少所需使用之太陽能板面積，達到有效降低成本之效果且同時提高太陽能電池之效率。

上述實施例僅為例示性說明本發明之原理及其功效，而非用於限制本發明。任何本領域中具有通常知識者均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與變化。

### 【圖式簡單說明】

第 1 圖係為習知集光元件之示意圖；

第 2A 至 2D 圖係為本發明之全像式集光元件之製法之示意圖；以及

第 3 圖係為本發明之全像式集光元件之製法所製得之全像式集光元件之示意圖。

### 【主要元件符號說明】

1 集光元件

101 基材

102	全像膜片
103	入射光
104	繞射光
105	聚焦點
21	信號光
22	參考光
23	柱狀透鏡
24	柱狀波
25, 35	體積全像基材
251	正面受光面
252	側面受光面
253, 353	出光面
351	受光面
36	太陽光

## 七、申請專利範圍：

## 1. 一種全像式集光元件之製法，包括：

令記錄光源分光以產生一信號光及一參考光；以及

將該信號光經由柱狀透鏡形成柱狀波並入射至一體積全像基材之正面受光面，且同時將該參考光入射至該體積全像基材上與該正面受光面之角度不同之側面受光面以進行體積全像記錄，其中，該體積全像基材於該體積全像記錄完成後，能透過該正面受光面接收太陽光以將該太陽光藉由繞射而轉折至位於該側面受光面之法向量的延伸線上之出光面。

## 2. 如申請專利範圍第 1 項所述之全像式集光元件之製法，其中，該記錄光源係為同調雷射光源。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之全像式集光元件之製法，其中，該正面受光面與該出光面之夾角係為  $90^\circ$ 。

## 4. 如申請專利範圍第 1 項所述之全像式集光元件之製法，其中，該正面受光面之面積係大於該出光面之面積。

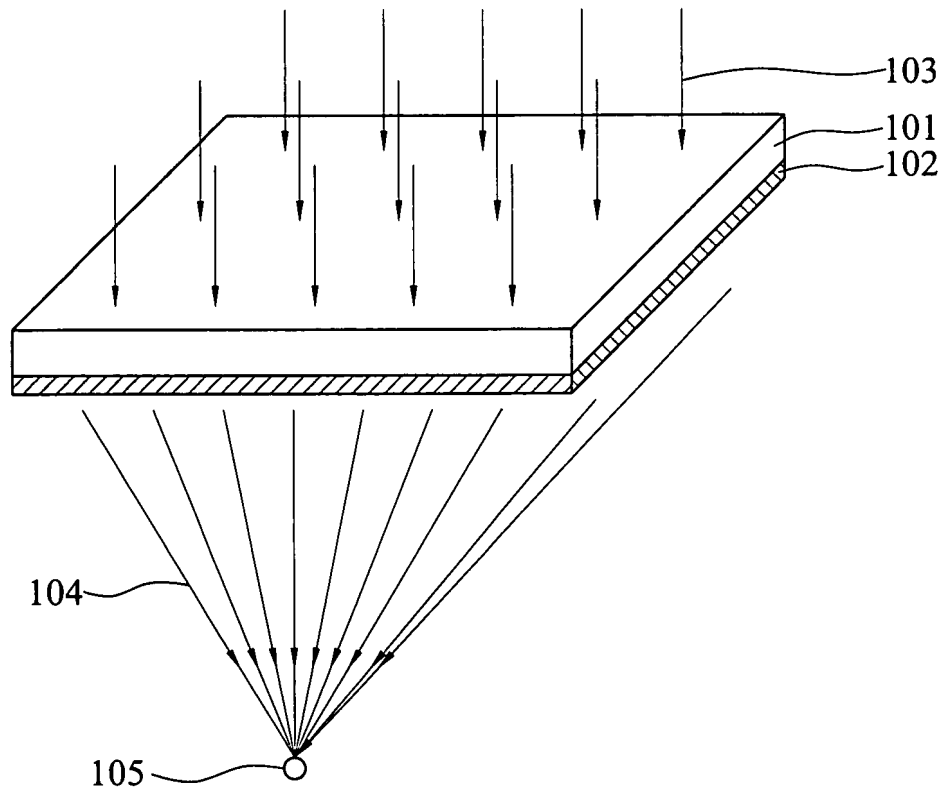
## 5. 如申請專利範圍第 1 項所述之全像式集光元件之製法，復包括平行位移該柱狀波入射於該正面受光面之位置，直至該正面受光面之所有面積均完成該體積全像記錄為止。

## 6. 一種由申請專利範圍第 1 項所述之全像式集光元件之製法所製造之全像式集光元件，包括：

體積全像基材，係具有受光面及出光面，其中，該體積全像基材完成體積全像記錄後，於該受光面接收太陽光時係將該太陽光藉由繞射而轉折至該出光面。

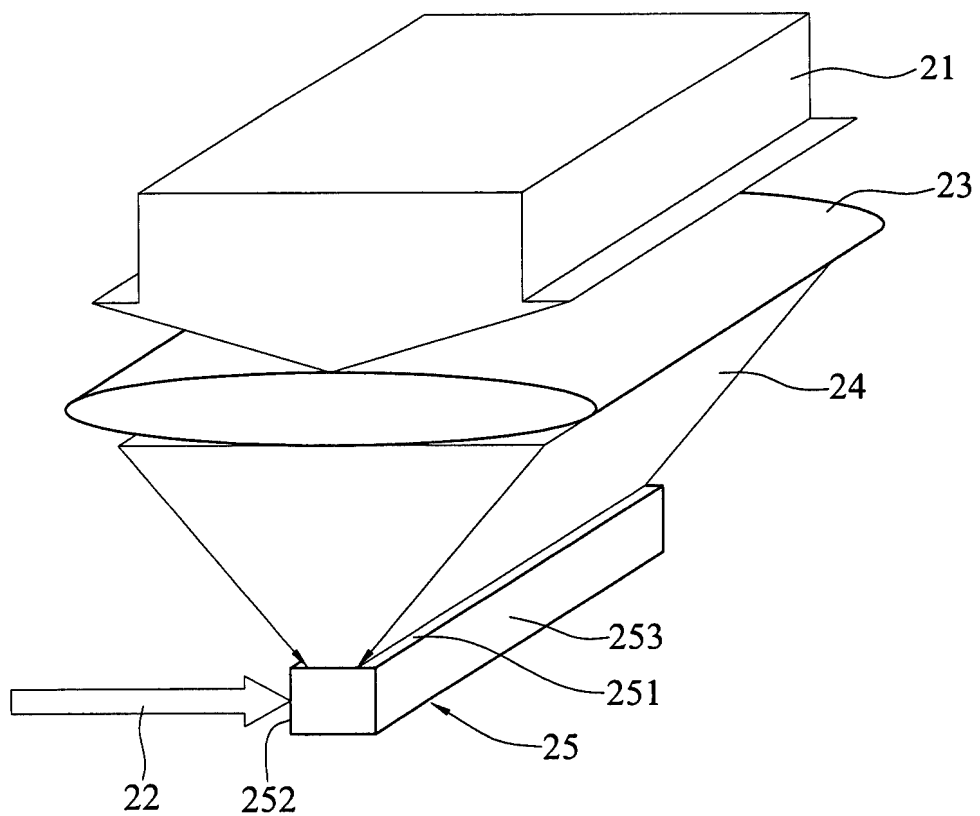
7. 如申請專利範圍第 6 項所述之全像式集光元件，其中，該受光面與該出光面之夾角係為  $90^\circ$ 。
8. 如申請專利範圍第 6 項所述之全像式集光元件，其中，該受光面之面積係大於該出光面之面積。

八、圖式：

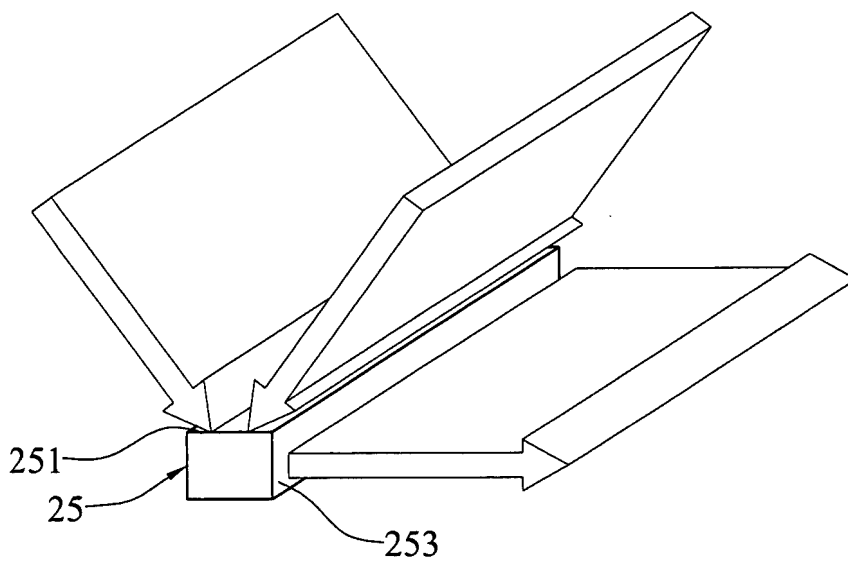


第1圖

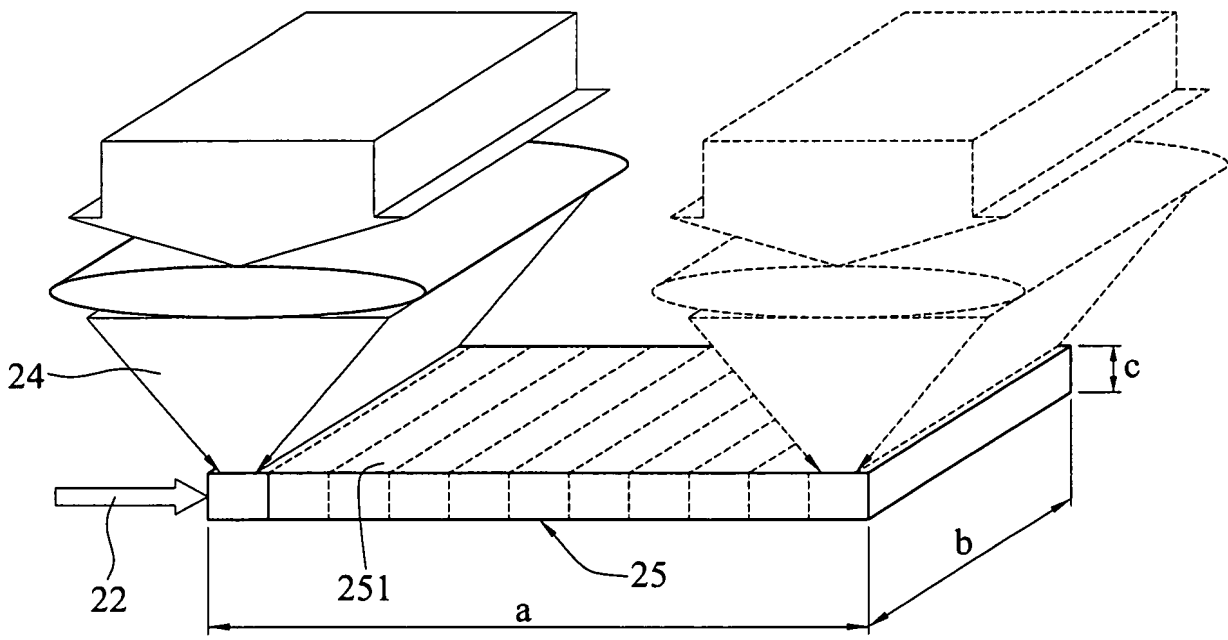




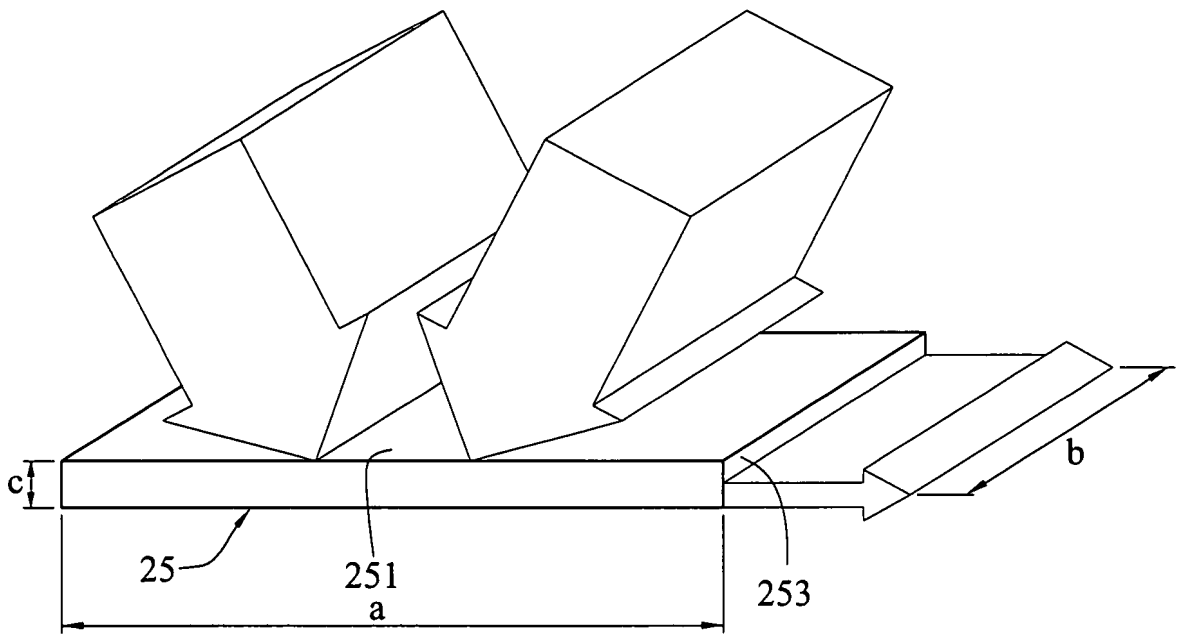
第2A圖



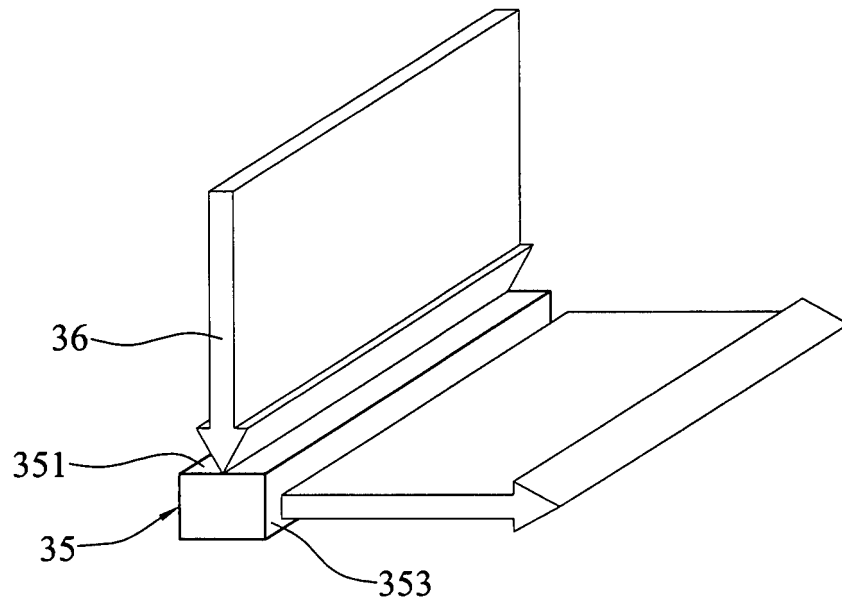
第2B圖



第2C圖



第2D圖



第3圖