



(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 I574043 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 11 日

(21) 申請案號：101138604 (22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 19 日

(51) Int. Cl. : G02B19/00 (2006.01) H01L31/052 (2014.01)

F24J2/08 (2006.01) G02B5/04 (2006.01)

(30) 優先權：2011/10/19 日本 JP2011-230125

(71) 申請人：尼康股份有限公司 (日本) NIKON CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：丹羽達雄 NIWA, TATSUO (JP)；內田和歌奈 UCHIDA, WAKANA (JP)；千賀達也 SENGA, TATSUYA (JP)；倉島高廣 KURASHIMA, TAKAHIRO (JP)

(74) 代理人：閻啟泰；林景郁

(56) 參考文獻：

JP 6-275859A

JP 10-221528A

JP 2010-266629A

JP 2012-189280A

US 3758197

US 4069812

US 4377154

US 2012/0216863A1

WO 2011/074108A1

審查人員：余國正

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：23 共 79 頁

(54) 名稱

聚光裝置、光發電裝置及光熱轉換裝置

(57) 摘要

本發明提供一種提高太陽光等光能之利用效率之聚光裝置。例示本發明之態樣之聚光裝置 1 係以如下方式構成：具備第 1 稜鏡構件 10 與第 2 稜鏡構件 20，該第 1 稜鏡構件 10 使自表面入射之光自背面出射，該第 2 稜鏡構件 20 係與第 1 稜鏡構件之背面對向設置；第 1 稜鏡構件具有：複數個聚光構造，其等係形成於表面且使入射之光聚光；及複數個偏向構造，其等係與複數個聚光構造相對應地向背面突出且使由聚光構造聚光之光偏向而出射；第 2 稜鏡構件具有：入射面，其係與第 1 稜鏡構件之背面對向設置；反射構造，其與入射面呈銳角交叉；及出射面，其使光出射；且自第 1 稜鏡構件之偏向構造偏向而出射之光係自第 2 稜鏡構件之入射面入射至第 2 稜鏡構件，於第 2 稜鏡構件之內部由反射構造及入射面反射，藉此導向出射面，並自出射面出射。

指定代表圖：

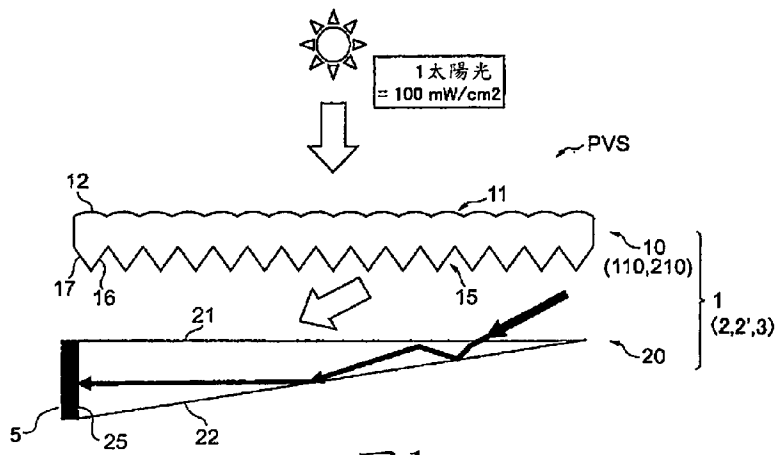


圖 1

符號簡單說明：

- 1、2、2'、3 . . . 聚光裝置
- 5 . . . 光電轉換元件
- 10、110、210 . . . 第 1 稜鏡構件
- 11 . . . 聚光構造
- 12 . . . 柱狀透鏡
- 15 . . . 偏向構造
- 16 . . . 第 1 面
- 17 . . . 第 2 面
- 20 . . . 第 2 稜鏡構件
- 21 . . . 入射面
- 22 . . . 反射構造
- 25 . . . 出射面
- PVS . . . 光發電裝置

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： 101138604 602B 19/00 (2006.01)
 ※申請日： 101.10.19 ※IPC 分類： H01L 31/052 (2014.01)
 F24J 2/08 (2006.01)
 一、發明名稱：(中文/英文) 602B 5/04 (2006.01)

聚光裝置、光發電裝置及光熱轉換裝置

二、中文發明摘要：

本發明提供一種提高太陽光等光能之利用效率之聚光裝置。例示本發明之態樣之聚光裝置 1 係以如下方式構成：具備第 1 稜鏡構件 10 與第 2 稜鏡構件 20，該第 1 稜鏡構件 10 使自表面入射之光自背面出射，該第 2 稜鏡構件 20 係與第 1 稜鏡構件之背面對向設置；第 1 稜鏡構件具有：複數個聚光構造，其等係形成於表面且使入射之光聚光；及複數個偏向構造，其等係與複數個聚光構造相對應地向背面突出且使由聚光構造聚光之光偏向而出射；第 2 稜鏡構件具有：入射面，其係與第 1 稜鏡構件之背面對向設置；反射構造，其與入射面呈銳角交叉；及出射面，其使光出射；且自第 1 稜鏡構件之偏向構造偏向而出射之光係自第 2 稜鏡構件之入射面入射至第 2 稜鏡構件，於第 2 稜鏡構件之內部由反射構造及入射面反射，藉此導向出射面，並自出射面出射。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1、2、2'、3：聚光裝置

5：光電轉換元件

10、110、210：第1稜鏡構件

11：聚光構造

12：柱狀透鏡

15：偏向構造

16：第1面

17：第2面

20：第2稜鏡構件

21：入射面

22：反射構造

25：出射面

PVS：光發電裝置

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】

本發明係關於一種使自表面入射之光向側面方向聚光之聚光裝置、及使用有該聚光裝置之光發電裝置以及光熱轉換裝置。

【先前技術】

作為使自表面入射之光於側面聚光之聚光裝置，已知有具備如下稜鏡構件之聚光裝置：具有太陽光所入射之入射面及相對於入射面呈銳角交叉之底面，且使自入射面入射之太陽光在底面與入射面之間反射複數次而聚光。

於圖 22 中表示此種聚光裝置之基本概念。聚光裝置 9 係具備稜鏡構件 90 而構成，該稜鏡構件 90 係由太陽光所入射之入射面 91、與入射面 91 以頂角 ε 交叉且反射入射光之底面 92、及與入射面 91 大致呈直角交叉之出射面 95 構成，且剖面觀察時形成為稜鏡狀或楔狀。光發電裝置係將對經聚光之光進行光電轉換之光電轉換元件（太陽電池）5 設置於出射面 95 上而構成。

此時，於將稜鏡構件 90 之水平方向之長度設為 L 、將厚度方向之高度設為 H ，且將紙面正交方向之寬度設為固定時，該聚光裝置 9 之聚光倍率通常係以（入射面積）/（出射面積）= L/H 來規定。如此，於本說明書中，將基於聚光裝置之幾何學上之形狀而規定之聚光倍率稱為「形狀聚光倍率」。根據上述式，為了提高形狀聚光倍率，而要求縮小頂角 ε 。

然而，若縮小頂角 ε ，則隨之自入射面 91 入射之光向底面 92 之入射角亦變小，因此若不增大圖 22 之紙面內之太陽光向入射面 91 之入射角 θ ，則入射光會透過底面 92。另一方面，若增大該入射角 θ ，則入射至入射面 91 之太陽光之每單位面積之光強度（能量密度）會降低，故難以使太陽光之光能有效率地聚光。

因此，提出有以如下方式構成之聚光裝置：藉由在底面 92 上蒸鍍金屬膜、或接著反射鏡等而將底面 92 設為鏡面，且重複進行底面 92 中之鏡面反射與入射面 91 中之全反射，藉此使入射光於出射面 95 上聚光（例如，參照專利文獻 1）。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1] 日本特開平 6-275859 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

然而，即使於如上所述般將底面設為鏡面之聚光裝置中，若縮小太陽光向入射面之入射角 θ ，則由底面反射（鏡面反射）之光亦會自入射面出射。因此，要求可使太陽光之光能更有效率地聚光之聚光裝置。本發明係鑒於此種情況而完成者，其目的在於提供一種提高太陽光等光能之利用效率之聚光裝置。又，本發明之目的在於提供一種可將太陽光等光能有效率地轉換成電能之光發電裝置、及可將太陽光等光能有效率地轉換成熱能之光熱轉換裝置。

[解決問題之技術手段]

為了達成上述目的，根據本發明之第 1 態樣，聚光裝置係以如下方式構成：具備第 1 稜鏡構件與第 2 稜鏡構件，該第 1 稜鏡構件使自表面入射之光自背面出射，該第 2 稜鏡構件係與第 1 稜鏡構件之背面對向設置；第 1 稜鏡構件具有：複數個聚光構造，其等係形成於表面且使入射之光聚光；及複數個偏向構造，其等係與複數個聚光構造相對應地向背面突出且使由聚光構造聚光之光偏向而出射；第 2 稜鏡構件具有：入射面，其係與第 1 稜鏡構件之背面對向設置；反射構造，其與入射面呈銳角交叉；及出射面，其使光出射；自第 1 稜鏡構件之偏向構造偏向而出射之光係自第 2 稜鏡構件之入射面入射至第 2 稜鏡構件，於第 2 稜鏡構件之內部由反射構造及入射面反射，藉此導向出射面，並自出射面出射。

根據本發明之第 2 態樣，其係如第 1 態樣之聚光裝置，其中較佳為第 1 稜鏡構件之偏向構造具有：第 1 面，其反射由聚光構造聚光之光；及第 2 面，其使由第 1 面反射之光透過且自第 1 稜鏡構件出射。

根據本發明之第 3 態樣，其係如第 2 態樣之聚光裝置，其中較佳為第 2 稜鏡構件之入射面由導光面及反射面構成，該導光面係與第 1 稜鏡構件之偏向構造之第 2 面大致平行地對向且使自第 1 稜鏡構件之第 2 面出射之光入射，該反射面係使由反射構造反射之光朝向第 2 稜鏡構件之內部反射。

根據本發明之第 4 態樣，其係如第 3 態樣之聚光裝置，其中較佳為於第 1 稜鏡構件之第 2 面與第 2 稜鏡構件之導光面之間配置接合部，該接合部具有與第 1 稜鏡構件之折射率及第 2 稜鏡構件之折射率大致相等之折射率。

根據本發明之第 5 態樣，其係如第 3 態樣之聚光裝置，其中較佳為於第 1 稜鏡構件與第 2 稜鏡構件之反射面之間配置介質，該介質具有低於第 1 稜鏡構件之折射率及第 2 稜鏡構件之折射率中之任一者之折射率。

根據本發明之第 6 態樣，其係如第 2 態樣至第 5 態樣中任一態樣之聚光裝置，其中較佳為以如下方式構成：由第 1 稜鏡構件之聚光構造聚光且由第 1 面反射而自第 2 面出射之光不會被第 1 稜鏡構件之鄰接之偏向構造遮蔽而入射至第 2 稜鏡構件之入射面。

根據本發明之第 7 態樣，其係如第 2 態樣至第 6 態樣中任一態樣之聚光裝置，其中較佳為第 1 稜鏡構件之複數個偏向構造形成為第 1 面及第 2 面交替地排列之重複構造。

根據本發明之第 8 態樣，其係如第 1 態樣至第 7 態樣中任一態樣之聚光裝置，其中較佳為第 1 稜鏡構件之聚光構造於光之入射側為凸狀之曲面，且第 1 面係以使由對應之聚光構造聚光之光整體進行全反射之方式構成。

根據本發明之第 9 態樣，其係如第 1 態樣至第 7 態樣中任一態樣之聚光裝置，其中較佳為第 1 稜鏡構件之聚光構造係以藉由複數個平面於光之入射側成為凸狀之方式構成，且第 1 面係以使由聚光構造聚光之光整體進行全反射

之方式構成。

根據本發明之第 10 態樣，其係如第 1 態樣至第 9 態樣中任一態樣之聚光裝置，其中較佳為以如下方式構成：第 2 稜鏡構件之反射構造係由一個平面構成，且自第 1 稜鏡構件入射至第 2 稜鏡構件之入射面之光於第 2 稜鏡構件之內部行進而到達至反射構造時，藉由反射構造而進行全反射。

根據本發明之第 11 態樣，其係如第 1 態樣至第 9 態樣中任一態樣之聚光裝置，其中較佳為以如下方式構成：第 2 稜鏡構件之反射構造面係由平面、及與該平面之間介隔空氣層而對向配置之鏡面構成，且自第 1 稜鏡構件入射至第 2 稜鏡構件之入射面之光於第 2 稜鏡構件之內部行進而到達至反射構造時，於透過平面後，由鏡面反射，並再次透過平面而於第 2 稜鏡構件之內部行進，進而，藉由入射面而於第 2 稜鏡構件之內部全反射。

根據本發明之第 12 態樣，光發電裝置具備：如第 1 態樣至第 11 態樣中任一態樣之聚光裝置；及光電轉換元件，其對導向第 2 稜鏡構件之出射面之光進行光電轉換。

根據本發明之第 13 態樣，光熱轉換裝置具備：如第 1 態樣至第 11 態樣中任一態樣之聚光裝置；及光熱轉換元件，其對導向第 2 稜鏡構件之出射面之光進行光熱轉換。

【實施方式】

以下，一面參照圖式一面對用以實施本發明之形態進行說明。作為例示本發明之態樣之光發電裝置，於圖 1 中表示具備第 1 構成形態之聚光裝置 1 之光發電裝置 PVS 之

概要構成圖。光發電裝置 PVS 係具備使光聚光之聚光裝置 1、及對經聚光之光進行光電轉換之光電轉換元件 5 而構成。

聚光裝置 1 係具備第 1 稜鏡構件 10 及第 2 稜鏡構件 20 而構成，該第 1 稜鏡構件 10 於使光入射之表面具有聚光構造，且使入射之光傾斜地偏向而自背面出射，該第 2 稜鏡構件 20 係與第 1 稜鏡構件 10 之背面對向設置且使自第 1 稜鏡構件 10 出射之光聚光而導向光電轉換元件 5。第 1 稜鏡構件 10、第 2 稜鏡構件 20、及光電轉換元件 5 係於與紙面垂直之前後方向上延伸而形成。即，圖 1 係光發電裝置 PVS 之剖面圖。再者，以下，為了方便說明，保持圖 1 所示之姿勢而使用上下左右之方向，但光發電裝置 PVS 之配設姿勢可根據光之入射方向而任意設定。

第 2 稜鏡構件 20 係具有入射面 21、反射構造 22 及出射面 25 而構成，該入射面 21 使自第 1 稜鏡構件 10 出射之光入射，該反射構造 22 與入射面 21 以頂角 ε 交叉且使藉由第 1 稜鏡構件 10 而進路發生偏向之光反射，該出射面 25 使由反射構造 22 及入射面 21 反射而導向左方之光出射。圖 1 表示於出射面 25 上設置有光電轉換元件 5 之構成例。

此處，如圖 2(a) 所示，若將入射面 21 之左右方向之長度設為 L ，將出射面 25 之上下方向之高度設為 H ，則與紙面垂直之前後方向之寬度一致之第 2 稜鏡構件 20 之形狀聚光倍率規定為 $L/H = 1/\tan \varepsilon$ 。因此，為了提高形狀聚光倍率，只要儘可能地縮小頂角 ε 即可。然而，若縮小頂角 ε ，則自入射面 21 入射至第 2 稜鏡構件 20 內之光到達至反射

構造 22 時之入射角亦會變小。因此，若光向入射面 21 之入射角 θ 不大，則不滿足用以使入射光藉由反射構造 22 而進行全反射之條件。於不滿足全反射之條件之情形時，光會透過反射構造 22。另一方面，於藉由蒸鍍等在第 2 稜鏡構件 20 之反射構造 22 上形成金屬膜而設為鏡面之情形時，自反射構造 22 之透過得到抑制。然而，於該情形時，亦必需滿足用以使由反射構造 22 反射之光於入射面 21 內進行全反射之條件。

若求出用以使以入射角 θ 入射至第 2 稜鏡構件 20 之光不透過反射構造 22 及入射面 21 便被反射而導向出射面之最小頂角 ε_{\min} ，則如下。式中之 n 為第 2 稜鏡構件 20 之折射率。

[數 1]

$$\text{於在反射構造面內進行全反射之情形時： } \varepsilon_{\min} = \arcsin \frac{1}{n} - \arcsin \left(\frac{\sin \theta}{n} \right) \quad \dots (1)$$

$$\text{於反射構造面為鏡面之情形時} \quad : \quad \varepsilon_{\min} = \frac{1}{2} \left\{ \arcsin \frac{1}{n} - \arcsin \left(\frac{\sin \theta}{n} \right) \right\} \quad \dots (2)$$

由上述式 (1) 及 (2) 可知：光向第 2 稜鏡構件 20 之入射角 θ 越大（越接近於 90 度）則最小頂角 ε_{\min} 變得越小，從而可將第 2 稜鏡構件構成得較薄。關於頂角為 ε_{\min} 之第 2 稜鏡構件，將於橫軸取入射角 θ ，於縱軸取形狀聚光倍率，而對該等之關係進行作圖所得之圖表示於圖 2 (b)。由圖 2 (b) 可知：於反射構造 22 為鏡面之情形時，自入射角 θ 為 60 度前後起，又，於反射構造 22 為全反射

面之情形時，自入射角 θ 為 70 度前後起，形狀聚光倍率分別急遽地升高。因此，若假定入射至入射面 21 之光能固定，則使入射角 θ 越大則能量密度越高之光於光電轉換元件 5 聚光。

然而，於使太陽光入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時，入射至入射面 21 之光能依存於入射角 θ 。於圖 3 中表示入射之光能與入射角 θ 之關係。如圖 3 (a) 所示，入射至入射面 21 之光能係若太陽光之入射角為 θ_a 則與 $L \cos \theta_a$ 成比例，若太陽光之入射角為 θ_b 則與 $L \cos \theta_b$ 成比例。即，以入射角 θ 入射至入射面 21 之太陽光之光能與 $\cos \theta$ 成比例。圖 3 (b) 係於橫軸取太陽光之入射角 θ ，於縱軸取當入射角 $\theta = 0$ 度時將入射至入射面 21 之光能設為 100% 之情形時之比例，而表示入射角 θ 與入射光能之關係的圖表。由圖 3 (b) 而明確可知，入射角 θ 越大（越接近於 90 度）則入射至入射面 21 之光能越少。再者，對於圖 3 (b) 中以點表示之實施例 1 及實施例 2，將於下文進行詳細敘述。

如此，可知：為了提高形狀聚光倍率，只要增大入射至第 2 稜鏡構件 20 之光之入射角 θ 即可，但另一方面，為了提高形狀聚光倍率，而要求縮小入射角 θ 。發明者等人提出於第 2 稜鏡構件 20 之入射面側設置有第 1 稜鏡構件 10 之構成，作為同時滿足如此相反之兩個要求的機構。

第 1 稜鏡構件 10 為如下光學元件：以較小之入射角接收光，且使所接收之光以較大之出射角出射，從而使其以較大之入射角入射至第 2 稜鏡構件 20。

此處，假定配置稜鏡構件 80 之情形，並參照圖 4 對光之偏向作用進行說明，該稜鏡構件 80 係設為與第 2 稜鏡構件之入射面 21 對向且於背面排列有複數個三角稜鏡之構成。再者，構成稜鏡構件之材料之折射率係設為約 1.5。以自稜鏡構件 80 之表面以入射角 0 度入射之平行光線於背面之三角稜鏡之兩面 86 及 87 進行全反射而分別向斜下方出射之方式設定兩面 86 及 87 之角度。於所出射之光入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時，向第 2 稜鏡構件 20 之聚光面 25 之方向偏向而入射之光被導向出射面 25 側而聚光。然而，向與第 2 稜鏡構件 20 之聚光面 25 相反之方向偏向而入射之光係通過反射構造 22 及入射面 21 而出射。為了使自稜鏡構件 80 之出射方向為一方向，而必需僅入射至三角形之兩面 86、87 中之一者。即，為了向第 2 稜鏡構件 20 之聚光面 25 之方向偏向而入射，必需使光僅入射至例如平面 86。

利用圖 5 說明第 1 稜鏡構件 10 之構成及作用。第 1 稜鏡構件 10 係構成為：為了使入射之光聚光，而於光之入射面具有複數個聚光構造 11、11...，並且為了使由聚光構造聚光之光偏向，而與各聚光構造相對應地具有向光之出射面突出之複數個偏向構造 15、15...。偏向構造 15 具有：第 1 面 16，其反射由聚光構造 11 聚光之光；及第 2 面 17，其使由第 1 面 16 反射後進路發生偏向之光透過；且藉由第 1 面 16 及第 2 面 17 之重複構造而構成為鋸齒狀。以如下方式構成：自第 1 稜鏡構件 10 之入射面入射之光藉由聚光構

造 11 及偏向構造 15，而不被鄰接之偏向構造遮蔽便以偏向特定角度之狀態入射至第 2 稜鏡構件 20 之入射面 21。

太陽之角度隨季節、時間而變動。因此，於聚光對象為太陽光、且欲使其如上所述般以固定之入射角度入射之情形時，必需追蹤太陽之追蹤裝置。追蹤裝置之價格根據聚光裝置 1 之設置精度或太陽之追蹤精度而有較大之變化。因此，為了以低成本實現太陽光之聚光系統，而期待設為如下構成：即使於太陽光之入射角偏離某種程度之角度範圍之情形時，亦不會使聚光效率大幅降低而向光電轉換元件 5 導光。

（第 1 構成形態之第 1 稜鏡構件）

圖 5 係用以對第 1 構成形態之第 1 稜鏡構件 10 之構成及作用進行說明的說明圖，且係將圖 1 之一部分放大而表示者。於以下說明中，為了易於理解，而將光線之方向、角度設為圖式之紙面內之記載。因此，例如，「入射角 0 度」係指紙面內之 0 度，而未必指相對於入射面垂直入射。於圖 5 中表示有兩組由對向之一對聚光構造 11 與偏向構造 15 構成之單位光學元件，圖 5 中，於左側之單位光學元件中以實線表示以入射角 $\theta = 0$ 度入射至第 1 稜鏡構件 10 之聚光構造 11 之平行光線之聚光狀態。又，於右側之單位光學元件中以虛線表示相對於入射角為 $\theta = 0$ 度傾斜 $+\Delta\theta$ 度之光線之聚光狀態，又，以一點鏈線表示相對於入射角為 $\theta = 0$ 度傾斜 $-\Delta\theta$ 度之光線之聚光狀態，且以用星號表示的粗實線表示以角度範圍 $-\Delta\theta \sim +\Delta\theta$ 入射之光到達至第

1 面 16 之區域。

於本構成形態之第 1 稜鏡構件 10 中，聚光構造 11 於與紙面成直角之方向上成為一致之形狀，且於光之入射側由複數個凸構造、例如複數個柱狀透鏡 (cylindrical lens) 12 構成。單位光學元件間之间距為 a [mm]，柱狀透鏡 12 之焦點距離為 f [mm]，聚光光線之收束角為 β [度]。於偏向構造 15 中，第 1 面 16 係以使由柱狀透鏡 12 聚光之聚光光整體進行全反射之方式構成。又，以如下方式構成：透過第 2 面 17 之光不會被鄰接之偏向構造 15 遮蔽而入射至第 2 稜鏡構件 20 之入射面 21。

如圖 5 所示，假定與上面（連結柱狀透鏡之頂線之平面）平行之下面 18，將該下面 18 與第 1 面 16 所成之角度（稱為第 1 面 16 之傾斜角）設為 α ，將下面 18 與第 2 面 17 所成之角度（稱為第 2 面 17 之傾斜角）設為 α' 。第 2 面 17 之傾斜角 α' 係以由柱狀透鏡聚光之光藉由第 1 面 16 而全反射之反射光之中心相對於第 2 面 17 垂直之方式設定。

一面參照圖 5，一面對自第 1 稜鏡構件 10 出射之出射光與垂直於下面 18 之面所成之角度進行考察。出射角之中央值 A_{ctr} 為以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 10 之光之出射角。最大出射角 A_{max} 係傾斜 $+\Delta\theta$ 度而入射至第 1 稜鏡構件 10 之以虛線表示之光中以最小之入射角入射至第 1 面 16 之光之出射角。又，最小出射角 A_{min} 係傾斜 $-\Delta\theta$ 度而入射至第 1 稜鏡構件 10 之以一點鏈線表示之光中以最大之

入射角入射至第 1 面 16 之光之出射角。

由於入射至第 1 面 16 之光線之收束角為 $\beta = \arctan(a/2f)$ ，故最大出射角 A_{max} 、出射角中央值 A_{ctr} 、最小出射角 A_{min} 係如下述般表示。

$$\text{最大出射角： } A_{max} = 180 - 2\alpha + \beta + \Delta\theta \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{中央值： } A_{ctr} = 180 - 2\alpha \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{最小出射角： } A_{min} = 180 - 2\alpha - \beta - \Delta\theta \dots\dots\dots (5)$$

為了使自偏向構造 15 出射之所有光線不被鄰接之偏向構造 15 遮蔽(不會入射至鄰接之偏向構造而通過其下方)，而必需滿足下式之條件。即，若將自偏向構造 15 出射之光線與下面 18 所成之角度設為 γ ，則

$$\tan\gamma > 2f * \tan\Delta\theta * \tan\alpha / (2f * \tan\Delta\theta + a) \dots\dots\dots (6)$$

如已記載般，第 2 稜鏡構件 20 係向入射面 21 之入射角越大(相對於入射面越傾斜地入射)則越能縮小入射面 21 與反射構造面 22 所成之頂角 ε ，藉此，可獲得較大之形狀聚光倍率。即，最小出射角 A_{min} 越大則越能縮小第 2 稜鏡構件 20 之頂角 ε ，從而可增大於光電轉換元件 5 聚光之光之能量密度。

因此，首先，設定最小出射角 A_{min} ，其次，決定對第 1 稜鏡構件 10 之厚度造成影響之單位光學元件之間距 a 。單位光學元件之間距 a 係若考慮加工精度等則可縮小至 $200[\mu m]$ 左右，此係指可使第 1 稜鏡構件 10 之厚度薄至 $1[mm]$ 左右。

於第 1 稜鏡構件 10 中，第 1 面 16 之傾斜角 α 、柱狀

透鏡 12 中之光線之收束角 β 、及自偏向構造 15 出射之光線與下面 18 所成之角度 γ 係以相對於入射至第 1 稜鏡構件 10 之光線之入射角 0 度之傾斜角度（以下，簡稱為傾斜角度） $\Delta\theta$ 、及柱狀透鏡 12 之焦點距離 f 之函數，如下式般表示。

$$\alpha = (180 - A_{\min} - \beta - \Delta\theta) / 2 \dots \dots \dots (7)$$

$$\beta = \arctan(a/2f) \dots \dots \dots (8)$$

$$\gamma = 2\alpha - 90 - \beta - \Delta\theta \dots \dots \dots (9)$$

考慮將最小出射角 A_{\min} 設為 54.5 度，將單位光學元件之間距 a 設為 3[mm] 之情形。若將入射至第 1 稜鏡構件 10 之光線之傾斜角度 $\Delta\theta$ 設為聚光裝置 1 可容許之光線之傾斜角度、即容許角度，則容許角度 $\Delta\theta$ 越大，則越能使聚光裝置低成本化。因此，若求出滿足 (6) 式之容許角度 $\Delta\theta$ 之最大值（最大容許角） $\Delta\theta_{\max}$ ，則最大容許角 $\Delta\theta_{\max} = 1.77$ 度。此時，柱狀透鏡 12 之焦點距離 $f = 11.2$ [mm]，第 1 面 16 之傾斜角 $\alpha = 58.1$ 度，光線之收束角 $\beta = 7.63$ 度，最大出射角之光與下面 18 所成之角度 $\gamma = 16.7$ 度，最大出射角 $A_{\max} = 73.3$ 度。

將最小出射角 $A_{\min} = 54.5$ 度、單位光學元件之間距 $a = 3$ [mm] 之第 1 稜鏡構件 10 中之容許角度 $\Delta\theta$ 與焦點距離 f 之關係示於圖 6 (a)，又，將容許角度 $\Delta\theta$ 與最大出射角 A_{\max} 之關係示於圖 6 (b)。如圖 6 (a) 及圖 6 (b) 所示，於上述條件之第 1 稜鏡構件 10 中，可於 1.77 度以下之範圍內設定容許角度 $\Delta\theta$ 。例如，於將容許角度 $\Delta\theta$ 設為 1.4 度

之情形時，可於 $f = 7.1 \sim 23$ [mm] 之範圍內適當地設定柱狀透鏡 12 之焦點距離。又，於將容許角度 $\Delta \theta$ 設為 1.2 度之情形時，可於 $A_{\max} = 62.8 \sim 82.9$ 度之範圍內適當地設定最大出射角。

其次，參照圖 7 對使最小出射角 A_{\min} 於 50 度 \sim 80 度之範圍內變化之情形進行說明。圖 7 (a) 係對於使最小出射角 A_{\min} 於上述角度範圍內變化之情形，算出最小出射角 A_{\min} 與最大容許角 $\Delta \theta_{\max}$ 之關係而表示之圖表。如圖 7 (a) 所示，最小出射角 A_{\min} 變得越大，則最大容許角 $\Delta \theta_{\max}$ 變得越小。此係指越增大最小出射角 A_{\min} 則越能提高形狀聚光倍率，另一方面，入射光之容許角度範圍變窄，而聚光裝置之設置或太陽之追蹤時必需較高之精度。根據圖 7 (a)，可求出使形狀聚光倍率與追蹤精度平衡之角度範圍。

圖 7 (b) 係對於使最小出射角 A_{\min} 於上述角度範圍內變化之情形，算出最大容許角 $\Delta \theta_{\max}$ 中之最小出射角 A_{\min} 與焦點距離 f 之關係而表示之圖表。由圖 7 (b) 可知：最小出射角 A_{\min} 變得越大，則柱狀透鏡 12 之焦點距離 f 變得越大，從而必需使第 1 稜鏡構件 10 增厚。

圖 7 (c) 係對於使最小出射角 A_{\min} 於上述角度範圍內變化之情形，算出最大容許角 $\Delta \theta_{\max}$ 中之最小出射角 A_{\min} 與最大出射角 A_{\max} 之關係而表示之圖表。由圖 7 (c) 可知：最小出射角 A_{\min} 變得越大，則最大出射角度 A_{\max} 亦變得越大，但出射光線之角度範圍 ($A_{\max} - A_{\min}$) 變小。

如以上所說明般，以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽光藉由聚光構造 11 及偏向構造 15 而聚光及偏向，從而以較大之出射角 A 自第 1 稜鏡構件 10 出射，並以較大之入射角 A 入射至第 2 稜鏡構件 20。

如參照圖 1~圖 3 所說明般，第 2 稜鏡構件 20 係具有入射面 21、反射構造 22 及出射面 25 而構成，該入射面 21 使自第 1 稜鏡構件 10 出射之光入射，該反射構造 22 與入射面 21 以頂角 ε 交叉且將藉由第 1 稜鏡構件 10 而進路發生偏向之光導向偏向方向，該出射面 25 使由反射構造 22 及入射面 21 反射而導向左方之光出射。

第 2 稜鏡構件 20 之頂角 ε 於光自入射面 21 入射而成之入射光最初到達至反射構造 22 時，根據設為使光藉由反射構造 22 而進行全反射之構成，或者使反射構造 22 為鏡面等而使入射光反射之情況而不同。上述兩種情形之各自之第 2 稜鏡構件之最小頂角 ε_{\min} 係以第 2 稜鏡構件之折射率 n 及向入射面 21 之入射角 θ 之函數來表示。使入射光藉由反射構造 22 而進行全反射之構成（為方便起見，稱為全反射型）之情形時之最小頂角 ε_{\min} 係以 (1) 式來表示，使入射光藉由設為鏡面等之反射構造 22 而反射之構成（為方便起見，稱為鏡型）之情形時之最小頂角 ε_{\min} 係以 (2) 式來表示。

若將 (1) 式與 (2) 式進行比較則明確可知，鏡型之最小頂角 ε_{\min} 為全反射型之最小頂角 ε_{\min} 的 $1/2$ 。因此，藉由使第 2 稜鏡構件 20 為鏡型而可使形狀聚光倍率為 2

倍。然而，於使反射構造 22 為鏡面之情形時，伴隨著鏡面上之反射而產生因光之吸收所致之損耗。即使廣泛用作反射膜之鋁蒸鍍膜之反射率亦為 90% 左右，且每次重複反射時會損耗約 10% 的光能。因此，於鏡型之導光稜鏡中，結果，光能之聚光效率降低。關於此方面，表示以下說明之第 2 稜鏡構件 20。於圖 8 中表示該第 2 稜鏡構件 20 之模式性剖面圖。

第 2 稜鏡構件 20 係由稜鏡本體 26 與反射構造 22 構成。反射構造 22 係由形成於稜鏡本體 26 之下面之平面 22a、及相對於該平面 22a 介隔空氣層 23 而平行地對向配置且將對向面設為鏡面 22b 之反射構件 24 構成。平面 22a 係平坦地進行光學研磨而形成。反射構件 24 例如可使用於玻璃基板之表面形成鋁蒸鍍膜而設為鏡面者。空氣層 23 係只要層之厚度大致為聚光對象之光之波長以上即可，於本構成例中，藉由以鏡面 22b 相對於平面 22a 平行之方式固定反射構件 24，而形成空氣層 23。

第 2 稜鏡構件 20 之頂角 ε 係基於設為鏡型之情形時所算出之最小頂角 ε_{\min} (即 (2) 式) 而設定。此時，自入射面 21 入射至稜鏡本體 26 之光到達至反射構造 22，且於透過平面 22a 而自稜鏡本體 26 出射後，由鏡面 22b 反射，從而自平面 22a 再次入射至稜鏡本體 26。自平面 22a 再次入射至稜鏡本體 26 之光之入射角與第 1 入射光向平面 22a 之入射角相同。

參照圖 9 對該情況進行說明。如圖 9 所示，以入射角

θ 自入射面 21 入射至稜鏡本體 26 之光係以與構成稜鏡本體 26 之構件之折射率 n 相對應之折射角 θ_1 發生折射，且以入射角 $\theta_2 = \theta_1 + \varepsilon$ 入射至平面 22a。入射角 θ_2 未達全反射臨界角。入射至平面 22a 之光係以出射角 θ_{21} 自平面 22a 出射，且由鏡面 22b 反射，而以入射角 θ_{21} 、折射角 θ_2 再次自平面 22a 入射至稜鏡本體 26。該折射角 θ_2 與入射至稜鏡本體 26 之光最初到達至平面 22 時之入射角 θ_2 相同。

自平面 22a 再次入射之光於稜鏡本體 26 之內部朝向入射面 21 行進，並以入射角 θ_3 入射至入射面 21。入射至入射面 21 之光之入射角 θ_3 為 $\theta_3 = \theta_2 + \varepsilon = \theta_1 + 2\varepsilon$ 。由於該入射角 θ_3 大於全反射臨界角，故光由入射面 21 全反射，而再次於稜鏡本體 26 之內部朝向反射構造 22 行進，從而以入射角 θ_4 (未圖示) 入射至平面 22a。該入射角 θ_4 係以 $\theta_4 = \theta_3 + \varepsilon = \theta_1 + 3\varepsilon$ 來表示，且大於全反射臨界角。因此，光由平面 22a 全反射，而朝向入射面 21 於稜鏡本體 26 之內部行進。以下之向各面之入射角係於每次入射至各個面時入射角以 ε 為單位依序增加。經複數次全反射之光被導向出射面 25。

如此，由稜鏡本體 26 之平面 22a 與介隔空氣層 23 而配設之鏡面 22b 構成第 2 稜鏡構件之反射構造面 22，藉此使自入射面入射之光由鏡面 22b 反射，另一方面，於本說明書中，將以下之反射設為稜鏡內部之全反射之形態之第 2 稜鏡構件 20 稱為全反射 + 鏡型之第 2 稜鏡構件。

根據全反射 + 鏡型之第 2 稜鏡構件 20，可使稜鏡之頂

角 ε 與鏡型之第 2 稜鏡構件同樣地縮小（為全反射型之導光稜鏡之 $1/2$ ），藉此可獲得較高之形狀聚光倍率。又，於本形態之第 2 稜鏡構件 20 中，由鏡面反射光之情況係僅於自入射面 21 入射之光最初到達至反射構造 22 時有 1 次，以後之入射面 21 及反射構造 22 中之反射全部為全反射。因此，與鏡型之導光稜鏡相比，損耗較少，從而能以較高之聚光效率使光能聚光。

於聚光裝置 1 中，以入射光之光能為最大之入射角 0 度使太陽光以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 10，且使藉由聚光構造 11 及偏向構造 15 而偏向之光入射至第 2 稜鏡構件 20。由於第 2 稜鏡構件 20 係由全反射 + 鏡型構成，故能以較高之聚光效率使光能於出射面 25 聚光。即，根據此種構成之聚光裝置 1，可使太陽光等光能以極高之效率聚光，從而可提高光能之利用效率。

如對第 1 稜鏡構件 10 已詳細地說明般，可估計入射至第 1 稜鏡構件之光之容許角度 $\Delta\theta$ ，而設定聚光構造 11 或偏向構造 15 之詳細構成，從而可提供使太陽光之聚光倍率與追蹤精度以較高之次元平衡之小型聚光裝置、光發電裝置。

（實施例 1）

就對於聚光裝置 1，使用下述條件之第 1 稜鏡構件 10 及第 2 稜鏡構件 20，且使太陽光入射至第 1 稜鏡構件 10 之上面之情形，使用於光學技術領域中廣泛使用之光線追蹤程式進行模擬。再者，設為如下條件：將太陽光設為波長

350~1100[nm]、視直徑 ± 0.26 度，且太陽光之中心光軸以入射角 $\theta = 0$ 度入射至第1稜鏡構件10之上面。

○第1稜鏡構件10

- 單位光學元件之間距 $a \times$ 數量：3[mm] $\times 10$
- 柱狀透鏡之焦點距離 f ：15.3[mm] (收束角 $\beta = 5.6$ 度)
- 第1面16之傾斜角 α ：56度 (偏移幅度 $x = 0.45$ [mm])
- 第2面17之傾斜角 α' ：75度
- 入射光之容許角度 $\Delta \theta$ ：1.7度
- 最小出射角 A_{min} ：55度
- 最大出射角 A_{max} ：73度

○第2稜鏡構件20 (全反射+鏡型)

- 左右方向長度 L ：30[mm]
- 頂角 ε ：4.05度
- 鏡面22b之反射率：90%

將於上述條件下進行模擬所得之光線追蹤結果示於圖10。圖10(a)係將光線向各稜鏡構件之入射時及出射時之菲涅耳 (Fresnel) 損耗、以及因鏡面上之吸收所導致之損耗排除在外而進行模擬之情形時之光線追蹤結果，圖10(b)係考慮光線向各稜鏡構件之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收所導致之損耗而進行模擬之情形時之光線追蹤結果。

於不考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗之情形時，自上方以入射角0度入射至第1稜鏡構件之太陽光係所有光線向第1稜鏡構件10之下面側出射而入射至第2稜鏡構件

20。入射至第 2 稜鏡構件 20 之光之入射角為 55~73 度（平均入射角為 64 度）。於考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗之情形時，以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽光之光能之 92.8% 自第 1 稜鏡構件 10 之下面側出射而入射至第 2 稜鏡構件 20。

若考慮不使用第 1 稜鏡構件 10 之情形，則於使太陽光以入射角 64 度直接入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時，入射至入射面 21 之太陽光之光能為垂直入射時之 43.4%（參照圖 3）。由此可知：藉由設置第 1 稜鏡構件 10，而可將入射至第 2 稜鏡構件 20 之太陽光之光能提高至 2 倍以上（約 2.1 倍）。

以入射角 55~73 度入射至第 2 稜鏡構件 20 之光係由反射構造 22 及入射面 21 反射並聚光，而到達至設置於出射面 25 之光電轉換元件 5。於不考慮各面中之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收而導致之損耗之情形時，自上方垂直入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽光之光能之 98% 到達至光電轉換元件 5。於考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗及因鏡面上之吸收而導致之損耗之情形時，垂直入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽光之光能之 74% 到達至光電轉換元件 5。

若將聚光裝置 1 之能量聚光倍率定義為能量聚光倍率 = 出射光之能量密度 $[W/cm^2] \div$ 入射光之能量密度 $[W/cm^2]$ ，則本實施例中之能量聚光倍率成為形狀聚光倍率 $14.1 \times 74\% = 10.4$ 倍。另一方面，若計算不使用第 1 稜鏡構件 10 而使

太陽光直接入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時之能量聚光倍率，則於形狀聚光倍率為最大之入射角 66 度時為 5.0 倍。

如此，根據本實施例所示之聚光裝置 1，可理解：藉由使用有與鏡型之第 2 稜鏡構件同樣為較小之頂角之第 2 稜鏡構件的小型之裝置構成而可使太陽光之光能以高效率聚光。

(實施例 2)

其次，對在聚光裝置 1 中，使用下述條件之第 1 稜鏡構件 10 及第 2 稜鏡構件 20，且使太陽光入射至第 1 稜鏡構件 10 之上面之情形時之模擬結果進行說明。

○ 第 1 稜鏡構件 10

- 單位光學元件之間距 $a \times$ 數量：3[mm] \times 10
- 柱狀透鏡之焦點距離 f ：21.5[mm] (收束角 $\beta = 4$ 度)
- 第 1 面 16 之傾斜角 α ：56.5 度 (偏移幅度 $x = 0.375$ [mm])
- 第 2 面 17 之傾斜角 α' ：65 度
- 入射光之容許角度 $\Delta \theta$ ：1 度
- 最小出射角 A_{min} ：62 度
- 最大出射角 A_{max} ：76 度

○ 第 2 稜鏡構件 20 (全反射 + 鏡型)

- 左右方向長度 L ：30[mm]
- 頂角 ε ：4.05 度
- 鏡面 22b 之反射率：90%

將於上述條件下進行模擬所得之光線追蹤結果示於圖

11。圖 11 (a) 係將光線向各稜鏡構件之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收所導致之損耗排除在外而進行模擬之情形時之光線追蹤結果，圖 11 (b) 係考慮光線向稜鏡之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收所導致之損耗而進行模擬之情形時之光線追蹤結果。

於不考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗之情形時，自上方垂直入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽光係所有光線向第 1 稜鏡構件 10 之下面側出射而入射至第 2 稜鏡構件 20。入射至第 2 稜鏡構件 20 之光之入射角為 62~76 度 (平均入射角為 68 度)。於考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗之情形時，垂直入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽光之光能之 92.4% 自第 1 稜鏡構件 10 之下面側出射而入射至第 2 稜鏡構件 20。

若考慮不使用第 1 稜鏡構件 10 之情形，則於使太陽光以入射角 68 度直接入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時，入射至入射面 21 之太陽光之光能為垂直入射時之 37.5% (參照圖 3)。由此可知：於本實施例中，藉由設置第 1 稜鏡構件 10，亦可將入射至第 2 稜鏡構件 20 之太陽光之光能提高至 2 倍以上 (約 2.5 倍)。

以入射角 62~76 度入射至第 2 稜鏡構件 20 之光係由反射構造 22 及入射面 21 反射並聚光，而到達至設置於出射面 25 之光電轉換元件。於不考慮各面中之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收而導致之損耗之情形時，自上方以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽

光之光能之 99% 到達至光電轉換元件 5。於考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗以及因鏡面上之吸收而導致之損耗之情形時，垂直入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽光之光能之 72% 到達至光電轉換元件 5。因此，整個聚光裝置中之能量聚光倍率成為形狀聚光倍率 $14.1 \times 72\% = 10.2$ 倍。另一方面，於不使用第 1 稜鏡構件 10 而使太陽光直接入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時之能量聚光倍率於形狀聚光倍率為最大之入射角 66 度時為 5.0 倍。

如此，可理解：於本實施例所示之聚光裝置 1 中，亦可藉由使用有與鏡型之第 2 稜鏡構件同樣為較小之頂角之第 2 稜鏡構件的小型之裝置構成，而使太陽光之光能以高效率聚光。

其次，就於聚光裝置 1 中，垂直入射至第 1 稜鏡構件 10 之上面之太陽光之入射角度產生有變動之情形，參照圖 12 對模擬其影響所得之結果進行說明。圖 12 (a) 係表示入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽光之入射方向相對於垂直入射於圖 1~5 所示之各圖之紙面內，於左右 $\pm \delta$ 度之範圍內產生有變動之情形時（即，自垂直入射之狀態於第 1 稜鏡構件之單位光學元件之重複排列方向上於 $\pm \delta$ 度之範圍內產生有變動之情形時），對於到達至光電轉換元件 5 之光能如何變化之情況，模擬光能之到達比例所得之結果的圖表。太陽光之變動方向之符號與圖 5 相同。圖 12 (b) 係表示入射至第 1 稜鏡構件 10 之太陽光相對於垂直入射於圖 1~圖 5 所示之各圖之與紙面正交之面內，於前後 $\pm \zeta$ 度之範

圍內產生有變動之情形時（即，自垂直入射之狀態於與第 1 稜鏡構件之單位光學元件之重複排列方向正交之面內於 $\pm \zeta$ 度之範圍內產生有變動之情形時），對於到達至光電轉換元件 5 之光能如何變化之情況，模擬光能之到達比例所得之結果的圖表。於圖 12 (a) 及圖 12 (b) 中均將入射至第 1 稜鏡構件 10 之上面之太陽光之光能設為 100%，且考慮入射面及出射面上之菲涅耳損耗以及因鏡面上之吸收而導致之損耗。

由圖 12 (a) 可確認：於太陽光入射角之變動角 δ 處於實施例 1 之聚光裝置中之容許角度 $\Delta \theta = 1.7$ 度、實施例 2 之聚光裝置中之容許角度 $\Delta \theta = 1$ 度之範圍內之情形時，到達至光電轉換元件 5 之光能未產生較大之變化，而獲得較高之效率。可知：於實施例 1 之聚光裝置及實施例 2 之聚光裝置中均為於太陽光入射角之變動角 δ 超過容許角度 $\Delta \theta$ 而增大之情形時，到達至光電轉換元件 5 之光能降低，但於變動角 δ 為 - 方向時、即太陽光向第 2 稜鏡構件 20 之出射面方向變動時急遽降低，於變動角 δ 為 + 方向、即太陽光向第 2 稜鏡構件 20 之頂點方向變動時相對平緩地降低。

另一方面，由圖 12 (b) 可知：到達至光電轉換元件 5 之光能係於變動角 ζ 處於 ± 30 度左右之範圍內時未產生較大之變化，而可穩定地獲得較高之效率。即，可知：即使太陽光之入射方向相對於垂直入射於與第 1 稜鏡構件之單位光學元件之重複排列方向正交之面內相當大幅度地變動，對到達至光電轉換元件 5 之光能之影響亦較小。

如以上所說明般，可確認：於聚光裝置 1 中，於所設定之容許角度 $\Delta\theta$ 之範圍內，可使太陽光之光能以較高之效率聚光。又，於聚光裝置 1 之第 1 稜鏡構件中，為重複排列複數個剖面形狀沿著一方向一致之由聚光構造及偏向構造所構成之單位光學元件的構造，且於與複數個單位光學元件之重複排列正交之面內，可放寬設定設置及追蹤時之角度誤差。

(變形例)

於以上說明中，對以入射至第 1 稜鏡構件 10 之光之入射角於 $-\Delta\theta$ 度內且由柱狀透鏡 12 聚光之光於第 1 面 16 之下端（偏向構造 15 之頂部）附近聚光之方式構成之情形進行了說明（參照圖 5）。然而，光於第 1 面 16 內聚光之位置並不限定於此。圖 13 係變更光於第 1 面 16 內聚光之位置之變形例。圖 13 (a) 表示入射至第 1 稜鏡構件 10 之光之入射角為 $+\Delta\theta$ 時之光之進路，圖 13 (b) 表示入射至第 1 稜鏡構件 10 之光之入射角為 $-\Delta\theta$ 時之光之進路。於圖示之變形例中，於入射至第 1 稜鏡構件 10 之光之入射角為容許角度即 $-\Delta\theta$ 度時，以光於第 1 面 16 內聚光之位置較第 1 面 16 之下端略靠上方之方式構成。

以上說明為將第 2 稜鏡構件 20 設為全反射 + 鏡型之構成者，但亦可將第 2 稜鏡構件 20 設為全反射型或鏡型而構成聚光裝置。

(第 2 構成形態之第 1 稜鏡構件)

其次，參照圖 14 對第 2 構成形態之第 1 稜鏡構件進行

說明。圖 14 係用以對第 2 構成形態中之第 1 構成例之第 1 稜鏡構件 110 之構成及作用進行說明的說明圖、及將第 1 稜鏡構件 110 之一部分放大而表示之放大圖。於圖 14 中表示由第 1 稜鏡構件 110 中之成對之聚光構造 111 及偏向構造 115 所構成之單位光學元件。

第 1 稜鏡構件 110 係以使入射之光聚光之複數個聚光構造 111、111... 及與各聚光構造相對應地向背面突出之複數個偏向構造 115、115... 為主體而構成。

聚光構造 111 於由圖 14 中於與紙面呈直角之方向上延伸之複數個平面構成之光之入射側形成凸構造。若更詳細地進行說明，則聚光構造 111 係如圖 14 中之局部放大圖所示，表示由基於 A 面 112a、與 A 面 112a 相接觸之 B 面 112b、及與 B 面 112b 相接觸之 C 面 112c 之三面所構成之形態。第 1 稜鏡構件 110 之上面成為於紙面之左右方向上重複排列有複數個由該三面所構成之聚光構造 111 之構成。

C 面 112c 為與光之入射方向正交之面，且於將單位光學元件之紙面之左右方向之寬度設為 y 時，形成為大致 $y/2$ 之範圍。B 面 112b 為相對於 C 面具有特定之傾斜角度之平面，與 C 面 112c 連接，且形成為大致 $y/4$ 之範圍。A 面 112a 為相對於 C 面具有大於 B 面 112b 之傾斜角度之平面，與 C 面 112c 連接，且形成為大致 $y/4$ 之範圍。

偏向構造 115 具有：第 1 面 116，其使由聚光構造 111 聚光之光反射；及第 2 面 117，其使由第 1 面 116 反射而進路發生偏向之光透過；且藉由重複排列第 1 面 116 與第 2

面 117 而構成為鋸齒狀。偏向構造 115 於假定有與上面 (C 面 112c) 平行之下面 118 時，由第 1 面 116、第 2 面 117、及下面 118 所包圍之區域之剖面呈正三角形，且形成為如構成於與紙面成直角之方向上一致之形狀之三角稜鏡。即，下面 118 與第 1 面 116 所成之角度即第 1 面之傾斜角 $\alpha = 60$ 度，下面 118 與第 2 面 117 所成之角度即第 2 面之傾斜角 $\alpha' = 60$ 度。

而且，第 1 稜鏡構件 110 之上面 112c 與下面 118 之間隔 f' 、聚光構造 111 中之 A 面 112a 及 B 面 112b 之傾斜角係以由聚光構造 111 聚光之光整體於第 1 面 116 內進行全反射之方式構成。又，以透過第 2 面 117 之光不被鄰接之偏向構造 115 遮蔽而入射至第 2 稜鏡構件之入射面 21 之方式構成。

於圖 15 中表示使光以入射角 0 度入射至圖 14 所示之第 1 稜鏡構件 110 之上面 (C 面 112c) 之情形時之作用。圖 15 (a) 表示入射至 A 面 112a 之光線之進路，圖 15 (b) 表示入射至 B 面 112b 之光線之進路，圖 15 (c) 表示入射至 C 面 112c 之光線之進路。

如圖 15(a) 所示，入射至 A 面 112a 之光、自 A 面 112a 入射至第 1 稜鏡構件 110 之光於 A 面 112a 發生折射而朝向右斜下方行進。A 面 112a 之傾斜角係以入射至 A 面 112a 之左端之光到達至第 1 面 116 之下端之方式構成。以入射至 A 面 112a 之右端之光到達至第 1 面 116 之上下方向之中間部之方式構成。關於 B 面 112b 亦相同，以入射至 B 面之

左端之光到達至第 1 面 116 之下端，入射至 B 面之右端之光到達至第 1 面 116 之上下方向之中間部之方式構成。入射至 C 面 112c 之光不發生折射而入射至第 1 稜鏡構件 110 且於內部行進。以入射至 C 面 112c 之左端之光到達至第 1 面 116 之下端附近，入射至 C 面之右端之光到達至第 1 面 116 之上端附近之方式構成。

自 A 面 112a、B 面 112b、及 C 面 112c 入射而於第 1 稜鏡構件 110 之內部行進且到達至第 1 面 116 之光由第 1 面 116 全反射，透過第 2 面 117 而自第 1 稜鏡構件 110 出射。此時，以不被鄰接之偏向構造 115 遮蔽之方式構成。於第 1 稜鏡構件之出射側配置有第 2 稜鏡構件，且自第 1 稜鏡構件出射之光入射至第 2 稜鏡構件 20 之入射面 21。

第 2 稜鏡構件 20 之基本構成係如已說明般。即，第 2 稜鏡構件 20 係具有入射面 21、反射構造 22 及出射面 25 而構成，該入射面 21 使自第 1 稜鏡構件 110 出射之光入射，該反射構造 22 與入射面 21 以頂角 ε 交叉且使藉由第 1 稜鏡構件 110 而進路發生偏向之光反射，該出射面 25 使由反射構造 22 及入射面 21 反射而導向之光出射(參照圖 8 等)。於本構成形態之具有第 1 稜鏡構件 110 之聚光裝置 2 中，使用已說明之全反射 + 鏡型之第 2 稜鏡構件(參照圖 9)。

於如以上所說明般而構成之聚光裝置 2 中，使太陽光以入射光之光能為最大之入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 110，且使藉由聚光構造 111 及偏向構造 115 而偏向之光入射至第 2 稜鏡構件 20。由於第 2 稜鏡構件 20 係由全反射 +

鏡型構成，故能以較高之聚光效率使光能於出射面 25 聚光。即，根據此種構成之聚光裝置 2，可使太陽光等光能以極高之效率聚光，從而可提高光能之利用效率。

(實施例 3)

就對於聚光裝置 2，使用下述條件之第 1 稜鏡構件 110 及第 2 稜鏡構件 20，且使太陽光入射至第 1 稜鏡構件 110 之上面之情形，使用於光學技術領域中廣泛使用之光線追蹤程式進行模擬。設為如下條件：太陽光之波長及視直徑與上述相同，且太陽光之中心光軸以入射角 $\theta = 0$ 度入射至第 1 稜鏡構件 110 之上面。

○ 第 1 稜鏡構件 110

- 單位光學元件之間距 $a \times$ 數量：2[mm] \times 15
- 上面與下面之間之距離 f' ：10[mm]
- A 面 112a 之寬度及傾斜角：0.5[mm]、15 度
- B 面 112b 之寬度及傾斜角：0.5[mm]、8 度
- C 面 112c 之寬度及傾斜角：1[mm]、0 度
- 第 1 面 116 之傾斜角 α ：60 度
- 第 2 面 117 之傾斜角 α' ：60 度

○ 第 2 稜鏡構件 20 (全反射 + 鏡型)

- 左右方向長度 L ：30[mm]
- 頂角 ε ：3.3 度
- 鏡面 22b 之反射率：90%

將於上述條件下進行模擬所得之光線追蹤結果示於圖 16。圖 16(a) 係將光線向各稜鏡之入射時及出射時之菲涅

耳損耗、以及因鏡面上之吸收所導致之損耗排除在外而進行模擬之情形時之光線追蹤結果，圖 16 (b) 係考慮光線向稜鏡之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收所導致之損耗而進行模擬之情形時之光線追蹤結果。

於不考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗之情形時，自上方以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 110 之太陽光之 99.6% 之光線向第 1 稜鏡構件 110 之下面側出射而入射至第 2 稜鏡構件 20。入射至第 2 稜鏡構件 20 之光之入射角為 55 ~ 73 度 (平均入射角為 64 度)。於考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗之情形時，以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 110 之太陽光之光能之 92% 向第 1 稜鏡構件 110 之下面側出射而入射至第 2 稜鏡構件 20。

若考慮不使用第 1 稜鏡構件 110 之情形，則於使太陽光以入射角 64 度直接入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時，入射至入射面 21 之太陽光之光能為以入射角 0 度入射之情形時之 43.4% (參照圖 3)。因此，可知：藉由設置第 1 稜鏡構件 110，而可將入射至第 2 稜鏡構件 20 之太陽光之光能提高至 2 倍以上 (約 2.1 倍)。

以入射角 55 ~ 73 度入射至第 2 稜鏡構件 20 之光係由反射構造 22 及入射面 21 反射並聚光，而到達至設置於出射面 25 之光電轉換元件 5。於不考慮各面中之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收而導致之損耗之情形時，自上方以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 110 之太陽光之光能之 98% 到達至光電轉換元件 5。於考慮入射時

及出射時之菲涅耳損耗以及因鏡面上之吸收而導致之損耗之情形時，垂直入射至第 1 稜鏡構件 110 之太陽光之光能之 73% 到達至光電轉換元件 5。因此，本實施例中之整個聚光裝置中之能量聚光倍率成為形狀聚光倍率 $17.3 \times 73\% = 12.6$ 倍。另一方面，於不使用第 1 稜鏡構件 110 而使太陽光直接入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時之能量聚光倍率於形狀聚光倍率為最大之入射角 69 度時為 5.2 倍。

如此，可理解：於本實施例所示之聚光裝置 2 中，亦可藉由使用有與鏡型之第 2 稜鏡構件同樣為較小之頂角之第 2 稜鏡構件的小型之裝置構成，而使太陽光之光能以高效率聚光。

將對於實施例 3 之聚光裝置 2 中，垂直入射至第 1 稜鏡構件 110 之上面之太陽光之入射角度產生有變動之情形時，到達至光電轉換元件 5 之光能如何變化之情況進行模擬所得之結果示於圖 17。圖 17(a) 係表示入射至第 1 稜鏡構件 110 之太陽光之入射方向於圖 14~16 所示之各圖之紙面內，於左右 $\pm \delta$ 度之範圍內產生有變動之情形時（即，自垂直入射之狀態於第 1 稜鏡構件之複數個單位光學元件之重複排列方向上在 $\pm \delta$ 度之範圍內產生有變動之情形時），對於到達至光電轉換元件 5 之光能如何變化之情況，模擬光能之到達比例所得之結果的圖表。太陽光入射角之變動方向之符號係與圖 5 相同。圖 17(b) 係表示入射至第 1 稜鏡構件 110 之太陽光相對於垂直入射於圖 14~16 所示之各圖之與紙面正交之面內，於前後 $\pm \zeta$ 度之範圍內產生有變動

之情形時（即，自垂直入射之狀態於與第 1 稜鏡構件之複數個單位光學元件之重複排列方向正交之面內於 $\pm\zeta$ 度之範圍內產生有變動之情形時），對於到達至光電轉換元件 5 之光能如何變化之情況，模擬光能之到達比例所得之結果的圖表。於圖 17 (a) 及圖 17 (b) 中均將入射至第 1 稜鏡構件 110 之上面之太陽光之光能設為 100%，且考慮入射面及出射面上之菲涅耳損耗以及因鏡面上之吸收而導致之損耗。

由圖 17 (a) 可知：於入射至第 1 稜鏡構件 110 之太陽光之入射角度於複數個單位光學元件之重複排列方向上產生有變動之情形時，到達至光電轉換元件 5 之光能急遽地下降，此時，與於變動角 δ 為-方向時、即於太陽光之入射角度向第 2 稜鏡構件 20 之出射面方向變動時相比，於變動角 δ 為+方向、即於太陽光之入射角度向第 2 稜鏡構件 20 之頂點方向變動時，稍微平穩地下降。另一方面，由圖 17 (b) 可知：於入射至第 1 稜鏡構件 110 之太陽光於與複數個單位光學元件之重複排列方向正交之面內變動 $\pm\zeta$ 度之情形時，到達至光電轉換元件 5 之光能係於變動角 ζ 處於 ± 30 度左右之範圍內時未產生較大之變化，可於相當廣之角度範圍內獲得較高之效率。

如以上所說明般，可確認：於聚光裝置 2 中，藉由使太陽光以入射角 0 度入射而可使太陽光之光能以高效率聚光。又，由於聚光裝置 2 係重複排列有複數個剖面形狀沿著一方向一致之由聚光構造及偏向構造所構成之單位光學

元件的構造，故對於與複數個單位光學元件之重複排列方向成直角之方向，可放寬設定設置及追蹤時之角度誤差。

其次，參照圖 18 對第 2 構成形態中之第 2 構成例之第 1 稜鏡構件 210 進行說明。圖 18 係用以對第 2 構成例之第 1 稜鏡構件 210 之構成及作用進行說明的說明圖、及將第 1 稜鏡構件 210 之一部分放大而表示之放大圖。於圖 18 中表示由第 1 稜鏡構件中之成對之聚光構造 211 及偏向構造 215 所構成之單位光學元件，並且表示將聚光構造 211 及偏向構造 215 之局部放大之局部放大圖、及入射至單位光學元件之光線之進路。

第 1 稜鏡構件 210 係以使入射之光聚光之複數個聚光構造 211、211…、及與各聚光構造相對應地向背面突出之複數個偏向構造 215、215… 為主體而構成。

聚光構造 211 形成由圖 18 中於與紙面成直角之方向上延伸之複數個平面所構成之凸構造。若更詳細地進行說明，則聚光構造 211 係如圖 18 中之局部放大圖所示，表示由基於 A 面 212a、與 A 面 212a 相接觸之 B 面 212b、與 B 面 212b 相接觸之 C 面 212c、及與 C 面 212c 相接觸之 D 面 212d 之四面所構成之形態。成為於紙面之左右方向上重複排列有複數個由該四面所構成之聚光構造 211 之構成。再者，於聚光構造之放大圖中，於右端側繪製 A 面 212a，此係根據與偏向構造之位置上之關聯而以此方式繪製。

D 面 212d 係相對於光之入射方向成直角之面，且於將單位光學元件之左右方向之寬度設為 y 時，形成為大致 $y/4$

之範圍。C面 212c 係相對於 D 面具有特定之傾斜角度之平面，與 D 面 212d 連接，且形成為大致 $y/4$ 之範圍。B 面 212b 係相對於 D 面具有大於 C 面 212c 之傾斜角度之平面，與 C 面 212c 連接，且形成為大致 $y/4$ 之範圍。A 面 212a 係相對於 D 面具有較 B 面 212b 更大之傾斜角度之平面，連接於 B 面 212b，且形成為大致 $y/4$ 之範圍。

偏向構造 215 具有：第 1 面 216，其使由聚光構造 211 聚光之光反射；及第 2 面 217，其使由第 1 面 216 反射而進路發生偏向之光透過；且藉由重複排列第 1 面 216 與第 2 面 217 而構成為鋸齒狀。偏向構造 215 係於假定有與上面（C 面 212d）平行之下面 218 時，以由第 1 面 216、第 2 面 217、及下面 218 所包圍之區域之剖面呈三角形，且形成為如於與紙面成直角之方向上構成一致之形狀之三角稜鏡。即，下面 218 與第 1 面 216 所成之角度即第 1 面之傾斜角為 $\alpha = 60$ 度，下面 218 與第 2 面 217 所成之角度即第 2 面之傾斜角為 $\alpha' = 60$ 度。

第 1 稜鏡構件 210 之上面 212d 與下面 218 之間隔 f' 、聚光構造 211 中之 A 面 212a、B 面 212b 及 C 面 212c 之傾斜角、第 1 面 216 之傾斜角 α 、第 2 面 217 之傾斜角 α' 等係以如下方式構成：由聚光構造 211 聚光之光整體於第 1 面 216 內進行全反射，且透過第 2 面 217 而出射之光不會被鄰接之偏向構造 215 遮蔽而入射至第 2 稜鏡構件之入射面 21。

具體而言，入射至 A 面 212a~C 面 212c 之光於各面發

生折射而入射至稜鏡內，且以與各面之傾斜角相對應之斜率朝向第 1 面 216 行進。A 面 212a 之傾斜角係以入射至 A 面之左端之光到達至第 1 面 216 之下端附近之方式設定。此時，以入射至 A 面之右端之光到達至第 1 面 216 之上下中間部之方式構成。關於 B 面 212b、C 面 212c 亦相同，以入射至各面之左端之光到達至第 1 面 216 之下端附近，入射至各面之右端之光到達至第 1 面 216 之上下中間部之方式構成。以如下方式構成：入射至 D 面 212d 之光不發生折射便於第 1 稜鏡構件內向鉛垂下方行進，且入射至 D 面之左端之光到達至第 1 面 216 之下端，入射至 D 面之右端之光到達至第 1 面 216 之上下中間部。

如上述所說明般，自 A 面 212a~D 面 212d 之各面入射且於稜鏡內行進而到達至第 1 面 216 之光由第 1 面 216 全反射，且透過第 2 面 217，不被鄰接之偏向構造 215 遮蔽而入射至第 2 稜鏡構件 20 之入射面 21。

第 2 稜鏡構件 20 之基本構成係如已說明般。即，第 2 稜鏡構件 20 係具有入射面 21、反射構造面 22 及出射面 25 而構成，該入射面 21 使自第 1 稜鏡構件 210 出射之光入射，該反射構造面 22 與入射面 21 以頂角 ε 交叉且使藉由第 1 稜鏡構件 210 而進路發生偏向之光反射，該出射面 25 使由反射構造面 22 及入射面 21 反射而導向之光出射（參照圖 8 等）。於本構成形態之具有第 1 稜鏡構件 210 之聚光裝置 2' 中，使用已說明之全反射 + 鏡型之第 2 稜鏡構件（參照圖 9）。

於如以上所說明般而構成之聚光裝置 2' 中，使太陽光以入射光之光能為最大之入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 210，且使藉由聚光構造 211 及偏向構造 215 而偏向之光入射至第 2 稜鏡構件 20。由於第 2 稜鏡構件 20 係由全反射 + 鏡型構成，故能以較高之聚光效率使光能於出射面 25 聚光。即，根據此種構成之聚光裝置 2'，可使太陽光等光能以極高之效率聚光，從而可提高光能之利用效率。

(實施例 4)

就對於聚光裝置 2，使用下述條件之第 1 稜鏡構件 210 及第 2 稜鏡構件 20，且使太陽光入射至第 1 稜鏡構件 210 之上面之情形，使用於光學技術領域中廣泛使用之光線追蹤程式進行模擬。設為如下條件：太陽光之波長及視直徑與上述相同，且太陽光之中心光軸以入射角 $\theta = 0$ 度入射至第 1 稜鏡構件 210 之上面。

○ 第 1 稜鏡構件 210

- 單位光學元件之間距 $a \times$ 數量：1[mm] \times 30
- 上面與下面之間之距離 f' ：15[mm]
- A 面 212a 之寬度及傾斜角：0.25[mm]、8.1 度
- B 面 212b 之寬度及傾斜角：0.24[mm]、5.4 度
- C 面 212c 之寬度及傾斜角：0.25[mm]、2.8 度
- D 面 212d 之寬度及傾斜角：0.26[mm]、0 度
- 第 1 面 216 之傾斜角 α ：54 度
- 第 2 面 217 之傾斜角 α' ：74.8 度

○ 第 2 稜鏡構件 20 (全反射 + 鏡型)

·左右方向長度 L : 30[mm]

·頂角 ε : 2.6 度

·鏡面 22b 之反射率 : 90%

將於上述條件下進行模擬所得之光線追蹤結果示於圖 19。圖 19 (a) 係將光線向各稜鏡之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收所導致之損耗排除在外而進行模擬之情形時之光線追蹤結果，圖 19 (b) 係考慮光線向稜鏡之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收所導致之損耗而進行模擬之情形時之光線追蹤結果。

於不考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗之情形時，自上方以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 210 之太陽光之 98% 之光線向第 1 稜鏡構件 210 之下面側出射而入射至第 2 稜鏡構件 20。入射至第 2 稜鏡構件 20 之光之入射角為 69~76 度 (平均入射角為 71 度)。於考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗之情形時，以入射角 0 度入射至第 1 稜鏡構件 210 之太陽光之光能之 91% 向第 1 稜鏡構件 210 之下面側出射而入射至第 2 稜鏡構件 20。

若考慮不使用第 1 稜鏡構件 210 之情形，則於使太陽光以入射角 71 度直接入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時，入射至入射面 21 之太陽光之光能為以入射角 0 度入射時之 33% (參照圖 3)。因此，可知：藉由設置第 1 稜鏡構件 210，可將入射至第 2 稜鏡構件 20 之太陽光之光能提高至 2 倍以上 (約 2.8 倍)。

以入射角 69~76 度入射至第 2 稜鏡構件 20 之光由反

射構造 22 及入射面 21 反射並聚光，而到達至設置於出射面 25 之光電轉換元件 5。於不考慮各面中之入射時及出射時之菲涅耳損耗、以及因鏡面上之吸收而導致之損耗之情形時，自上方垂直入射至第 1 稜鏡構件 210 之太陽光之光能之 96% 到達至光電轉換元件 5。於考慮入射時及出射時之菲涅耳損耗以及因鏡面上之吸收而導致之損耗之情形時，垂直入射至第 1 稜鏡構件 210 之太陽光之光能之 69% 到達至光電轉換元件 5。因此，本實施例中之整個聚光裝置中之能量聚光倍率成為形狀聚光倍率 $22.0 \times 69\% = 15.2$ 倍。另一方面，於不使用第 1 稜鏡構件 210 而使太陽光直接入射至第 2 稜鏡構件 20 之情形時之能量聚光倍率於形狀聚光倍率為最大之入射角 66 度時為 5.8 倍。

如此，可理解：於本實施例所示之聚光裝置 2' 中，亦可藉由使用有與鏡型之第 2 稜鏡構件同樣為較小之頂角之第 2 稜鏡構件的小型之裝置構成，而使太陽光之光能以高效率聚光。

將對於實施例 4 之聚光裝置 2' 中，於垂直入射至第 1 稜鏡構件 210 之上面之太陽光之入射角度產生有變動之情形時，到達至光電轉換元件 5 之光能如何變化之情況進行模擬所得之結果示於圖 20。圖 20 (a) 係表示入射至第 1 稜鏡構件 210 之太陽光之入射方向於圖 18 及 19 所示之各圖之紙面內，於左右 $\pm \delta$ 度之範圍內產生有變動之情形時（即，自垂直入射之狀態於第 1 稜鏡構件之複數個單位光學元件之重複排列方向上在 $\pm \delta$ 度之範圍內產生有變動之

情形時)，對於到達至光電轉換元件 5 之光能如何變化之情況，模擬光能之到達比例所得之結果的圖表。太陽光入射角之變動方向之符號係與圖 5 相同。圖 20 (b) 係表示入射至第 1 稜鏡構件 210 之太陽光之入射方向於圖 18 及 19 所示之各圖之與紙面正交之面內於前後 $\pm\zeta$ 度之範圍內傾斜之情形時（即，自垂直入射之狀態於與第 1 稜鏡構件之複數個單位光學元件之重複排列方向正交之面內於 $\pm\zeta$ 度之範圍內產生有變動之情形時），對於到達至光電轉換元件 5 之光能如何變化之情況，模擬光能之到達比例所得之結果的圖表。於圖 20 (a) 及圖 20 (b) 中均將入射至第 1 稜鏡構件 210 之上面之太陽光之光能設為 100%，且考慮入射面及出射面上之菲涅耳損耗以及因鏡面上之吸收而導致之損耗。

由圖 20 (a) 可知：於入射至第 1 稜鏡構件 210 之太陽光於複數個單位光學元件之重複排列方向上產生有變動之情形時，到達至光電轉換元件 5 之光能急遽地下降，且降低之程度於變動角 δ 為 + 方向時與 - 方向時大致相同。另一方面，由圖 20 (b) 可知：於入射至第 1 稜鏡構件 210 之太陽光之入射角於與複數個單位光學元件之重複排列方向正交之面內傾斜了 $\pm\zeta$ 度之情形時，到達至光電轉換元件 5 之光能係於變動角 ζ 處於 ± 20 度左右之範圍內時未產生較大之變化，而可於相當廣之角度範圍內獲得較高之效率。

如上述所說明般，可確認：於實施例 4 之聚光裝置 2' 中，亦可藉由使太陽光以入射角 0 度入射而使太陽光之光

能以高效率聚光。又，由於聚光裝置 2' 為重複排列有複數個剖面形狀沿著一方向一致之由聚光構造及偏向構造所構成之單位光學元件的構造，故對於與複數個單位光學元件之重複排列方向成直角之方向，可放寬設定設置及追蹤時之角度誤差。

以上，例示了將第 2 稜鏡構件 20 設為全反射 + 鏡型之構成，但亦可將第 2 稜鏡構件 20 設為全反射型或鏡型而構成聚光裝置。

(第 3 構成形態之第 1 稜鏡構件及第 2 稜鏡構件)

其次，參照圖 23 對第 3 構成形態之第 1 稜鏡構件 310 及第 2 稜鏡構件 320 之偏向構造進行說明。圖 23 係用以對第 3 構成形態之第 1 稜鏡構件 310 及第 2 稜鏡構件 320 之構成及作用進行說明的說明圖。

第 1 稜鏡構件 310 之聚光構造 311 與圖 5 所示之聚光構造 11 相同。與複數個聚光構造 311 相對應地於光之出射面側設置有複數個偏向構造 315。由對向之一對聚光構造 311 與偏向構造 315 構成單位光學元件。偏向構造 315 具有：第 1 面 316，其反射由聚光構造 311 聚光之光；第 2 面 317，其使由第 1 面反射而進路發生偏向之光透過；及第 3 面 318，其連接第 1 面 316 與第 2 面 317；且藉由第 1 面、第 2 面、及第 3 面之重複構造而構成為鋸齒狀。

第 2 稜鏡構件 320 具有：入射面 321，其係與第 1 稜鏡構件 310 之出射側對向設置；反射構造 322，其與入射面 321 呈銳角交叉；及出射面 325，其使由反射構造 322 及入

射面 321 反射而導向側方之光出射。入射面 321 係由導光面 3211、反射面 3212 及連接面 3213 構成，該導光面 3211 使自第 1 稜鏡構件 310 出射之光入射而導向反射構造 322，該反射面 3212 使由反射構造 322 反射之光朝向上述第 2 稜鏡構件 320 之內部全反射，該連接面 3213 連接導光面 3211 與反射面 3212。較佳為使反射面 3212 與反射構造 322 平行。藉此，可於反射面 3212 與反射構造 322 之間確實地實現全反射。

於聚光裝置 3 中，第 2 稜鏡構件 320 之導光面 3211 較佳為以與第 1 稜鏡構件 310 之第 2 面 317 平行之方式設定，且較佳為於導光面 3211、第 1 稜鏡構件 310 之第 2 面 317 及第 2 稜鏡構件 320 之間，配置與第 1 稜鏡構件 310 及第 2 稜鏡構件之折射率為相同之折射率、或折射率接近於該等之折射率的接合部 319。藉此，可抑制第 1 稜鏡構件之第 2 面 317 與第 2 稜鏡構件 320 之導光面 3211 中之反射，從而可實現更高之聚光效率。作為接合劑，可使用香膠 (balsam) 或紫外線硬化樹脂。

於聚光裝置 3 中，第 1 稜鏡構件 310 之第 3 面 318 與第 2 稜鏡構件 320 之反射面 3212 之間之介質之折射率必需小於第 1 稜鏡構件 310 及第 2 稜鏡構件之折射率中之任一者。此係由於必需於第 1 稜鏡構件 310 之第 3 面 318 與第 2 稜鏡構件 320 之反射面 3212 之間進行全反射。介質較佳為空氣，但根據情況亦可插入低折射率之材料。

入射至第 1 稜鏡構件 310 之光由聚光構造 311 聚光，

而到達至第 1 面 316。由第 1 面 316 全反射之光自第 2 面 317 出射，並自第 2 稜鏡構件 320 之導光面 3211 入射至第 2 稜鏡構件 320，且於第 2 稜鏡構件 320 之內部行進。到達至反射構造 322 之光被反射，且由反射面 3212 全反射，一面重複該動作一面最終於出射面 325 聚光。根據第 3 構成形態之具備第 1 稜鏡構件 310 及第 2 稜鏡構件 320 之聚光裝置 3，可使太陽光等光能以極高之效率聚光，從而可提高光能之利用效率。

第 2 稜鏡構件 320 之反射構造 322 既可為全反射 + 鏡型，或者亦可為全反射型。

(自聚光裝置之光能之提取方法)

上述說明係對在第 2 稜鏡構件 20 之出射面 25 設置光電轉換元件 5，且使由聚光裝置 1、2、2' 聚光後之光入射至光電轉換元件 5 而進行光電轉換，藉此作為電能提取之光電轉換裝置 PVS 進行了說明。本揭示之聚光裝置亦能應用於其他能量提取方法、或利用方法。以下，對於將聚光裝置 1、2、2' 用於其他能量提取方法之若干情形，一面參照例示其等之概念之圖 21(a) ~ (e) 一面進行說明。

圖 21(a) 係自出射面 25 提取於第 2 稜鏡構件 20 之端部聚光之光並直接用作光之應用例的概念圖。於該情形時，例示如下構成：使自第 2 稜鏡構件 20 之出射面 25 出射之光經由柱狀透鏡 81 或聚光柱 82 等而進一步聚光，並藉由光纖 83 將經聚光之光導向所期望之位置。

圖 21(b) 係將於第 2 稜鏡構件 20 之出射面 25 聚光之

光轉換成電能或熱能而利用之情形時之第 1 構成例（於圖 14、15 中亦有該慣稱）的概念圖。圖 21 (b) 表示使光電轉換元件 5 與第 2 稜鏡構件 20 之出射面 25 結合而作為電能提取之構成例。再者，於設為將經聚光之光作為熱能而提取之光熱轉換裝置之情形時，作為將經聚光之光光熱轉換成熱能之光熱轉換元件，較佳地使用附有光吸收體之熱管等。

圖 21 (c) 係將於第 2 稜鏡構件 20 之出射面 25 聚光之光轉換成電能或熱能而利用之情形時之第 2 應用例的概念圖。本應用例係將傾斜地切割第 2 稜鏡構件 20 之端部所得之面設為出射面 25，且於出射面 25 上配設鏡 84（或於出射面 25 形成反射膜），從而於設置於第 2 稜鏡構件 20 之上面側（或下面側）之光電轉換元件 5 聚光之應用例。藉此，即使於第 2 稜鏡構件 20 之厚度方向之尺寸較小之情形時，亦可安裝相對較大之面積之光電轉換元件 5。再者，於將經聚光之光作為熱能而提取之情形時，較佳地使用附有光吸收體之熱管等。

圖 21 (d) 係將於第 2 稜鏡構件 20 之出射面 25 聚光之光轉換成電能或熱能而利用之情形時之第 3 應用例的概念圖。本應用例係將傾斜地切割第 2 稜鏡構件 20 之端部所得之面設為出射面 25，且於出射面 25 上配設雙向色鏡（dichroic mirror）85（或於出射面 25 形成具有波長選擇性之反射膜），從而分割為設置於第 2 稜鏡構件 20 之上面側（或下面側）、與第 2 稜鏡構件 20 之側方的光電轉換元件

5、5'而聚光之應用例。根據此種構成，由於可對經分割之各波長頻帶使用高效率之光電轉換元件，故能以相對低成本構成轉換效率較高之光發電裝置。

再者，如下之構成亦為較佳之應用例：使所分割之光中之一者（例如紅外線區域之光）入射至附有光吸收體之熱管等而作為熱能加以利用，使另一者（例如可見光區域及紫外線區域之光）入射至光電轉換元件 5 而作為電能加以利用。

圖 21 (e) 係使於第 2 稜鏡構件 20 之出射面 25 聚光之光進而於厚度方向上聚光而提取之應用例的概念圖。本構成之第 2 稜鏡構件 20 係形成為於出射面 25 之附近區域厚度逐漸變薄之拋物面 (parabolic) 狀，且於第 2 稜鏡構件之內部向出射面 25 之方向行進之光由上方之曲面或下方之曲面全反射而於厚度方向上聚光。藉此，例如，於如直接利用經聚光之光之情形時，不使用如 (a) 所示之柱狀透鏡等便可構成，又，於入射至光電轉換元件 5 或熱管之情形時，能以簡單之構成提高入射光之功率密度 (能量聚光倍率)。

如以上所說明般，於例示本發明之態樣之聚光裝置 1、2、2' 中，設置有具有使入射至第 2 稜鏡構件 20 之光聚光之聚光構造 11、111、211 及使經聚光之光偏向而出射之偏向構造 15、115、215 的第 1 稜鏡構件 10、110、210。而且，以自第 1 稜鏡構件出射之光不被鄰接之偏向構造遮蔽而入射至第 2 稜鏡構件 20 之入射面之方式構成。因此，根據該等態樣之聚光裝置，可使太陽光等光能有效率地聚光，從

而可提供一種提高光能之利用效率之聚光裝置。

又，具備此種聚光裝置 1、2、2'之光發電裝置或光熱轉換裝置由於聚光裝置之上下方向之厚度較薄且小型輕量，且光能之能量聚光效率較高，故可提供一種小型且能量轉換效率較高之光發電裝置、光熱轉換裝置。

再者，於使太陽光於聚光裝置 1、2、2'中聚光之情形時，亦可以使太陽光之光譜中之至少特定波長範圍之光聚光之方式構成聚光裝置。波長範圍可根據光電轉換元件 5 之分光感度特性或光熱轉換元件之吸收特性而決定。又，亦可以至少使光電轉換效率為最大之波長之光聚光之方式構成聚光裝置。作為由聚光裝置聚光之光之具體波長範圍，例如，既可為 350~1800 nm，亦可如實施例中所例示般為 350 nm~1100 nm。使前者之波長範圍之光聚光之聚光裝置可較佳地應用於使用多接合型之光電轉換元件之情形，使後者之波長範圍之光聚光之聚光裝置可較佳地應用於使用結晶矽之光電轉換元件之情形。

以下之基於優先權之申請案之揭示內容係作為引用文而併入本文中。

日本專利申請案 2011 年第 230125 號（2011 年 10 月 19 日）

【圖式簡單說明】

圖 1 係例示本發明之態樣之光發電裝置之概要構成圖。

圖 2(a)、(b)係用以說明於太陽光入射至第 2 稜鏡構件並聚光之情形時，太陽光之入射角與形狀聚光倍率之關係

的說明圖。

圖 3(a)、(b)係用以說明太陽光入射至第 2 稜鏡構件並聚光之情形時，太陽光之入射角與入射至第 2 稜鏡構件之入射面之光能之關係的說明圖。

圖 4 係用以說明第 1 稜鏡構件之基本概念之說明圖。

圖 5 係用以對第 1 構成形態之第 1 稜鏡構件之構成及作用進行說明的說明圖。

圖 6 係對於第 1 構成形態之第 1 稜鏡構件，表示於將最小出射角設為 54.5 度之情形時之 (a) 容許角度與焦點距離之關係、(b) 容許角度與最大出射角之關係的圖表。

圖 7 係對於第 1 構成形態之第 1 稜鏡構件，表示於使最小出射角於 50 度~80 度之範圍內變化之情形時之 (a) 最小出射角與最大容許角之關係、(b) 最小出射角與焦點距離之關係、(c) 最小出射角與最大出射角之關係的圖表。

圖 8 係第 2 稜鏡構件之模式性剖面圖。

圖 9 係用以說明全反射+鏡型之第 2 稜鏡構件之作用之說明圖。

圖 10 係對於實施例 1 之聚光裝置，(a) 將入射出射時之菲涅耳損耗及鏡面內之吸收損耗排除在外而進行模擬之光線追蹤結果，(b) 考慮入射出射時之菲涅耳損耗及鏡面上之吸收損耗而進行模擬之光線追蹤結果。

圖 11 係對於實施例 2 之聚光裝置，(a) 將入射出射時之菲涅耳損耗及鏡面內之吸收損耗排除在外而進行模擬之光線追蹤結果，(b) 考慮入射出射時之菲涅耳損耗及鏡面

上之吸收損耗而進行模擬之光線追蹤結果。

圖 12 係對於實施例 1 及實施例 2 之聚光裝置，(a) 表示模擬太陽光之入射方向於第 1 稜鏡構件之單位光學元件之重複排列方向上產生有變動之情形時之太陽光入射角之變動角與到達至光電轉換元件之光能之到達比例之關係所得之結果的圖表，(b) 表示模擬太陽光之入射方向於與第 1 稜鏡構件之單位光學元件之重複排列方向正交之面內產生有變動之情形時之太陽光之變動角與到達至光電轉換元件之光能之到達比例之關係所得之結果的圖表。

圖 13(a)、(b)係用以對第 1 構成形態中之變形例之第 1 稜鏡構件之構成及作用進行說明的說明圖。

圖 14 係用以對第 2 構成形態中之第 1 構成例之第 1 稜鏡構件之聚光構造及偏向構造之構成進行說明的說明圖。

圖 15(a)~(c)係用以對第 2 構成形態中之第 1 構成例之第 1 稜鏡構件之聚光構造及偏向構造之作用進行說明的說明圖。

圖 16 係對於實施例 3 之聚光裝置，(a) 將入射出射時之菲涅耳損耗及鏡面內之吸收損耗排除在外而進行模擬之光線追蹤結果，(b) 考慮入射出射時之菲涅耳損耗及鏡面內之吸收損耗而進行模擬之光線追蹤結果。

圖 17 係對於實施例 3 之聚光裝置，(a) 表示模擬太陽光之入射方向於第 1 稜鏡構件之單位光學元件之重複排列方向上產生有變動之情形時之太陽光之變動角與到達至光電轉換元件之光能之到達比例之關係所得之結果的圖表，

(b) 表示模擬太陽光之入射方向於與第 1 稜鏡構件之單位光學元件之重複排列方向正交之面內產生有變動之情形時之太陽光之變動角與到達至光電轉換元件之光能之到達比例之關係所得之結果的圖表。

圖 18 係用以對第 2 構成形態中之第 2 構成例之第 1 稜鏡構件之聚光構造及偏向構造之構成及作用進行說明的說明圖。

圖 19 係對於實施例 4 之聚光裝置，(a) 將入射出射時之菲涅耳損耗及鏡面內之吸收損耗排除在外而進行模擬之光線追蹤結果，(b) 考慮入射出射時之菲涅耳損耗及鏡面內之吸收損耗而進行模擬之光線追蹤結果。

圖 20 係對於實施例 4 之聚光裝置，(a) 表示模擬太陽光之入射方向於第 1 稜鏡構件之單位光學元件之重複排列方向上產生有變動之情形時之太陽光之變動角與到達至光電轉換元件之光能之到達比例之關係所得之結果的圖表，(b) 表示模擬太陽光之入射方向於與第 1 稜鏡構件之單位光學元件之重複排列方向正交之面內產生有變動之情形時之太陽光之變動角與到達至光電轉換元件之光能之到達比例之關係所得之結果的圖表。

圖 21(a)~(e) 係例示來自聚光裝置之光能之提取方法之概念圖。

圖 22 係先前之聚光裝置之基本概念圖。

圖 23 係用以對第 3 構成形態中之第 1 稜鏡構件及第 2 稜鏡構件之聚光構造及偏向構造之作用進行說明的說明

圖。

【主要元件符號說明】

- 1、2、2'、3、9：聚光裝置
- 5、5'：光電轉換元件
- 10、110、210、310：第 1 稜鏡構件
- 11、111、211、311：聚光構造
- 12、81：柱狀透鏡
- 15、115、215、315：偏向構造
- 16、116、216、316：第 1 面
- 17、117、217、317：第 2 面
- 18、118、218：下面
- 20、320：第 2 稜鏡構件
- 21、91、321：入射面
- 22、322：反射構造
- 22a：平面
- 22b：鏡面
- 23：空氣層
- 24：反射構件
- 25、95、325：出射面
- 26：稜鏡本體
- 80、90：稜鏡構件
- 82：聚光柱
- 83：光纖
- 84：鏡

- 85：雙向色鏡
- 86、87：三角稜鏡之面
- 92：底面
- 112a、212a：A 面
- 112b、212b：B 面
- 112c、212c：C 面
- 212d：D 面
- 318：第 3 面
- 319：接合部
- 3211：導光面
- 3212：反射面
- 3213：連接面
- PVS：光發電裝置
- F：柱狀透鏡之焦點距離
- f'：上面與下面之間之距離
- L：長度
- θ 、 θ_a 、 θ_b 、 θ_3 ：入射角
- θ_2 ：入射角（折射角）
- θ_{21} ：入射角（出射角）
- $\Delta\theta$ ：傾斜角度
- θ_1 ：折射角
- ε ：頂角
- H：高度
- α 、 α' ：傾斜角

β : 收束角

γ : 最大出射角之光與下面所成之角度

Amax : 最大出射角

Amin : 最小出射角

Actr : 出射角之中央值

Y : 單位光學元件之紙面之左右方向之寬度

七、申請專利範圍：

1. 一種聚光裝置，其係以如下方式構成：

具備第 1 稜鏡構件與第 2 稜鏡構件，該第 1 稜鏡構件使自表面入射之光自背面出射，該第 2 稜鏡構件係與該第 1 稜鏡構件之背面對向設置；

該第 1 稜鏡構件具有：複數個聚光構造，其等係形成於該表面且使入射之光聚光；及複數個偏向構造，其等係與該複數個聚光構造相對應地向該背面突出且使由該聚光構造聚光之光偏向而出射；

該第 2 稜鏡構件具有：入射面，其係與該第 1 稜鏡構件之背面對向設置；反射構造，其與該入射面呈銳角交叉；及出射面，其使光出射；

自該第 1 稜鏡構件之該偏向構造偏向而出射之光係自該第 2 稜鏡構件之該入射面入射至該第 2 稜鏡構件，且於該第 2 稜鏡構件之內部由該反射構造及該入射面反射，藉此導向該出射面，並自該出射面出射。

2. 如申請專利範圍第 1 項之聚光裝置，其中該第 1 稜鏡構件之該偏向構造具有：第 1 面，其反射由該聚光構造聚光之光；及第 2 面，其使由該第 1 面反射之光透過並自該第 1 稜鏡構件出射。

3. 如申請專利範圍第 2 項之聚光裝置，其中該第 2 稜鏡構件之該入射面具有：導光面，其與該第 1 稜鏡構件之該偏向構造之第 2 面大致平行地對向且使自該第 1 稜鏡構件之該第 2 面出射之光入射；及反射面，其使由該反射構造

反射之光朝向該第 2 稜鏡構件之內部反射。

4.如申請專利範圍第 3 項之聚光裝置，其中於該第 1 稜鏡構件之該第 2 面與該第 2 稜鏡構件之導光面之間配置有接合部，該接合部具有與該第 1 稜鏡構件之折射率及該第 2 稜鏡構件之折射率大致相等之折射率。

5.如申請專利範圍第 3 項之聚光裝置，其中於該第 1 稜鏡構件與該第 2 稜鏡構件之該反射面之間配置有介質，該介質具有低於該第 1 稜鏡構件之折射率及該第 2 稜鏡構件之折射率中之任一者之折射率。

6.如申請專利範圍第 2 至 5 項中任一項之聚光裝置，其係以如下方式構成：由該第 1 稜鏡構件之該聚光構造聚光且由該第 1 面反射而自該第 2 面出射之光不被該第 1 稜鏡構件之鄰接之該偏向構造遮蔽而入射至該第 2 稜鏡構件之入射面。

7.如申請專利範圍第 2 至 5 項中任一項之聚光裝置，其中該第 1 稜鏡構件之該複數個偏向構造形成為該第 1 面及該第 2 面交替地排列之重複構造。

8.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之聚光裝置，其中該第 1 稜鏡構件之該聚光構造於光之入射側為凸狀之曲面；

該第 1 面係以使由對應之該聚光構造聚光之光整體進行全反射之方式構成。

9.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之聚光裝置，其中該第 1 稜鏡構件之該聚光構造係以藉由複數個平面於光

之入射側成為凸狀之方式構成；

該第 1 面係以使由該聚光構造聚光之光整體進行全反射之方式構成。

10.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之聚光裝置，其係以如下方式構成：該第 2 稜鏡構件之該反射構造係由一個平面構成，自該第 1 稜鏡構件入射至該第 2 稜鏡構件之該入射面之光於該第 2 稜鏡構件之內部行進而到達至該反射構造時，藉由該反射構造而進行全反射。

11.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之聚光裝置，其係以如下方式構成：該第 2 稜鏡構件之該反射構造面係由該平面、及與該平面之間介隔空氣層而對向配置之鏡面所構成，自該第 1 稜鏡構件入射至該第 2 稜鏡構件之該入射面之光於該第 2 稜鏡構件之內部行進而到達至該反射構造時，於透過該平面後，由該鏡面反射，並再次透過該平面而於該第 2 稜鏡構件之內部行進，進而，藉由該入射面而向該第 2 稜鏡構件之內部全反射。

12.一種光發電裝置，其具備：

申請專利範圍第 1 至 11 項中任一項之聚光裝置；及
光電轉換元件，其對導向該第 2 稜鏡構件之出射面之光進行光電轉換。

13.一種光熱轉換裝置，其具備：

申請專利範圍第 1 至 11 項中任一項之聚光裝置；及
光熱轉換元件，其對導向該第 2 稜鏡構件之出射面之光進行光熱轉換。

八、圖式：

(如次頁)

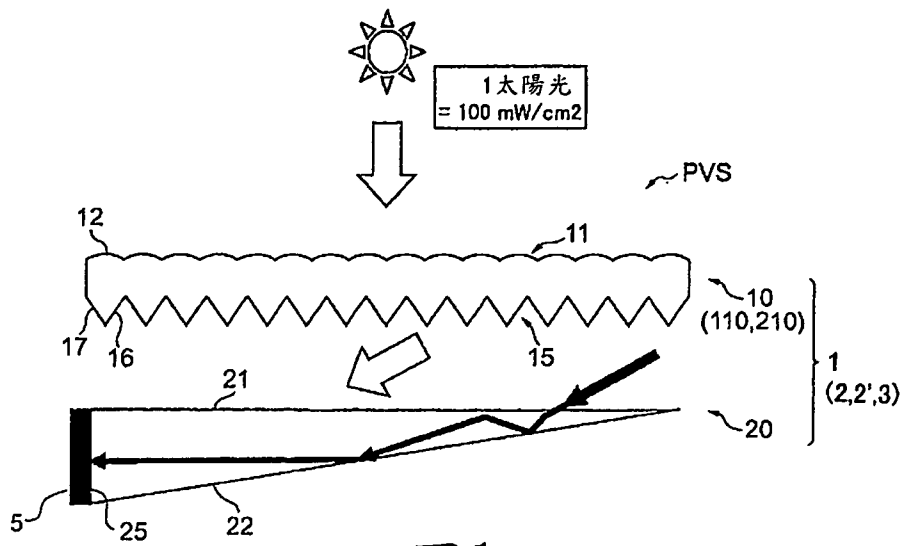


圖 1

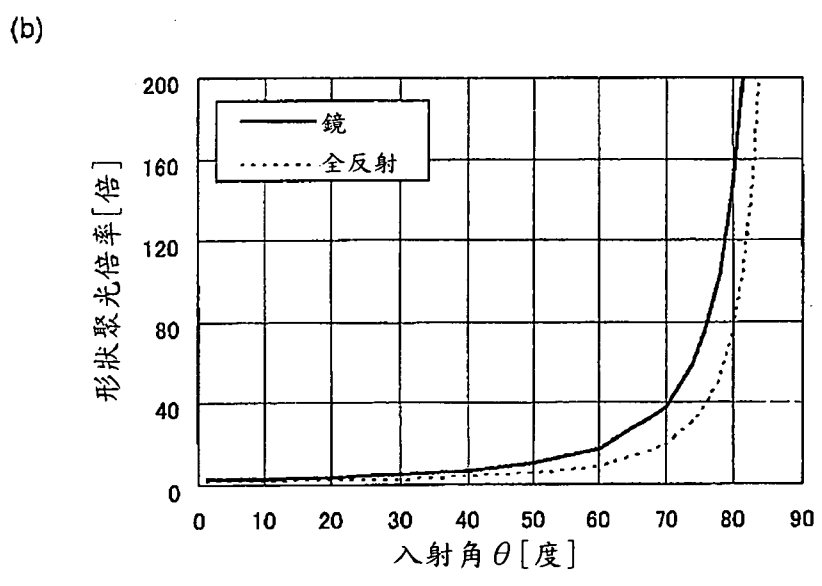
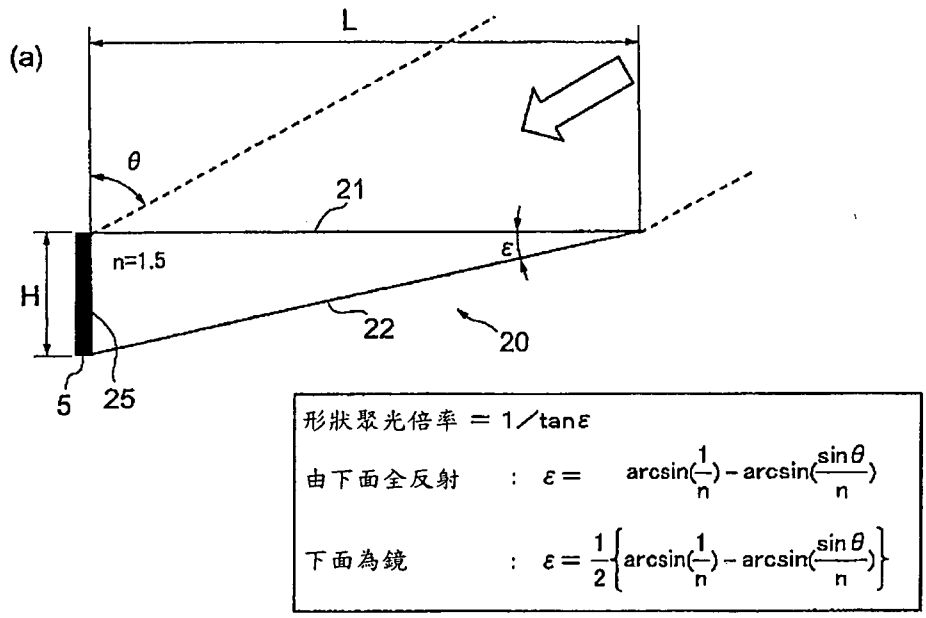


圖2

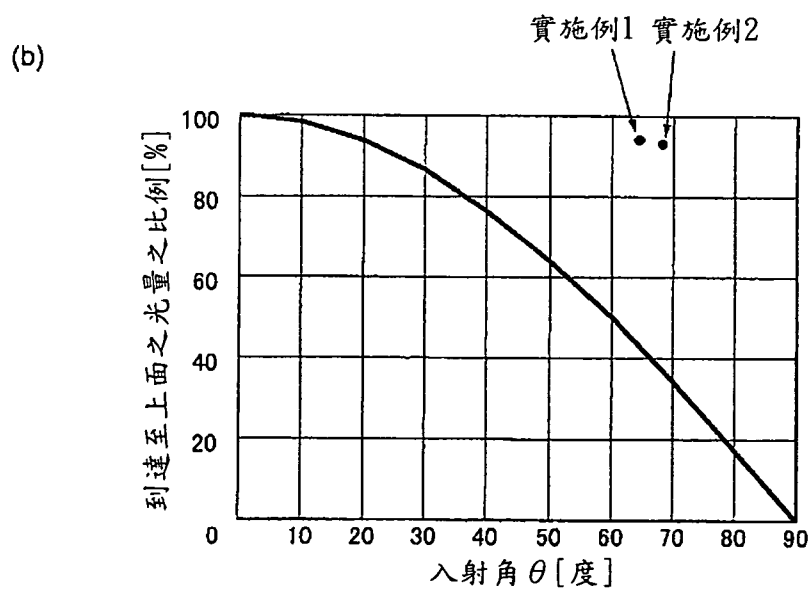
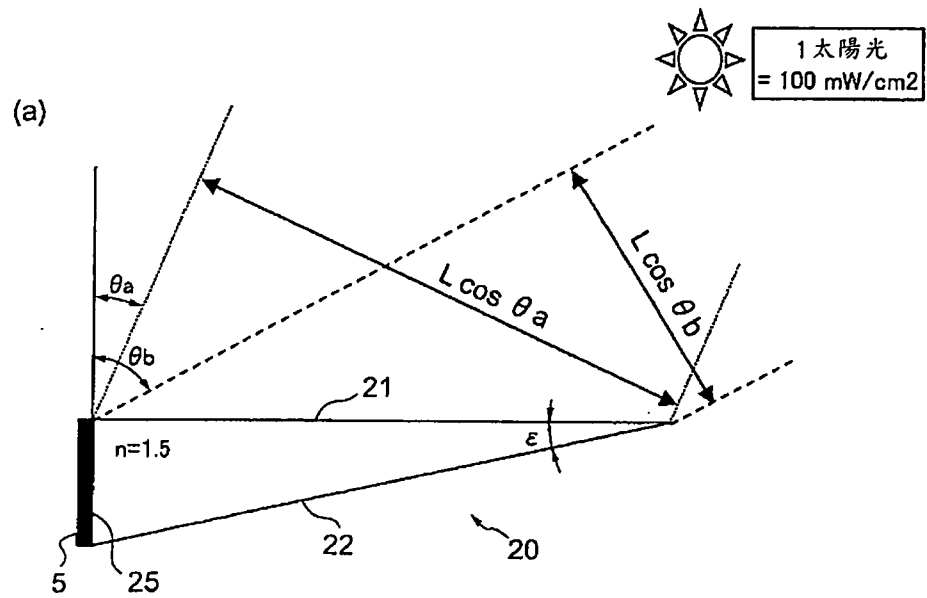


圖3

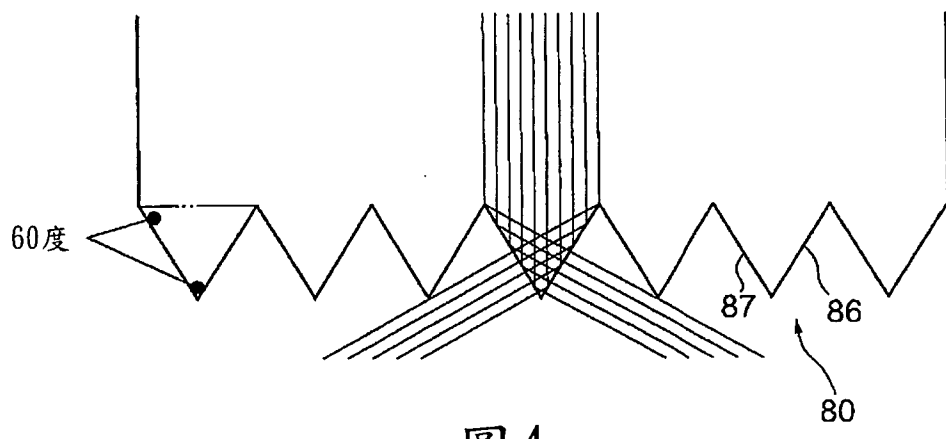


圖4

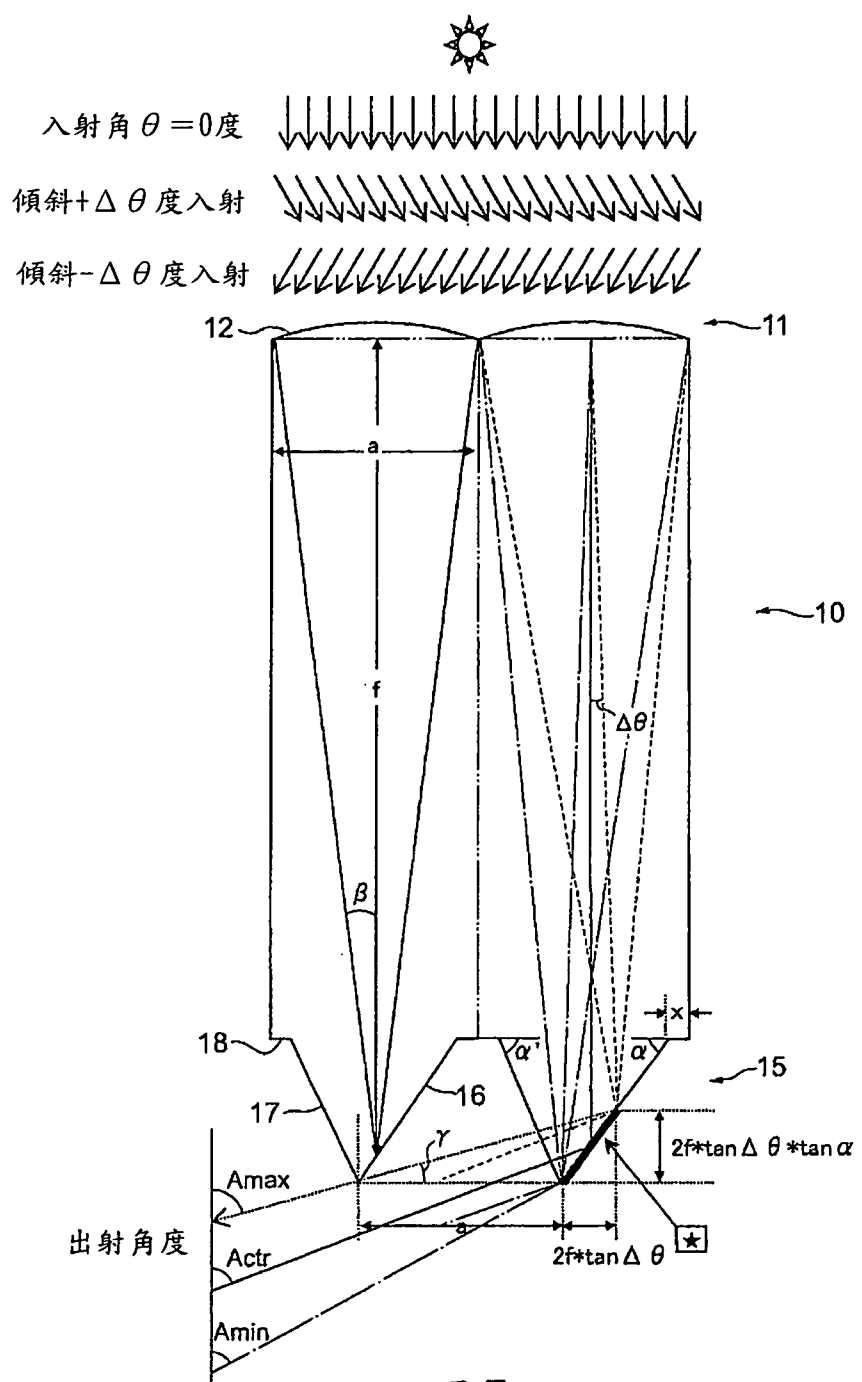


圖 5

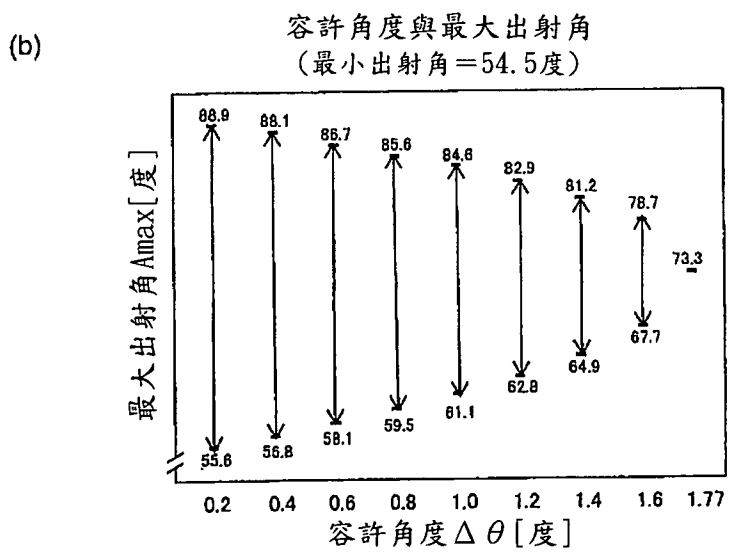
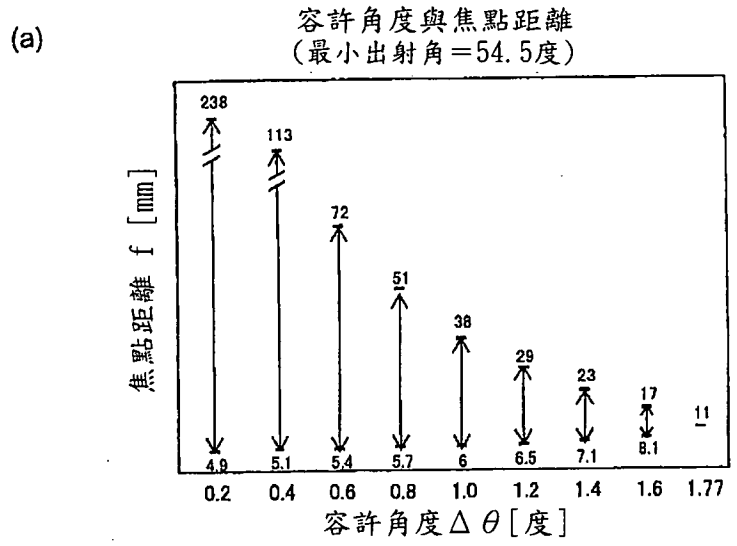


圖6

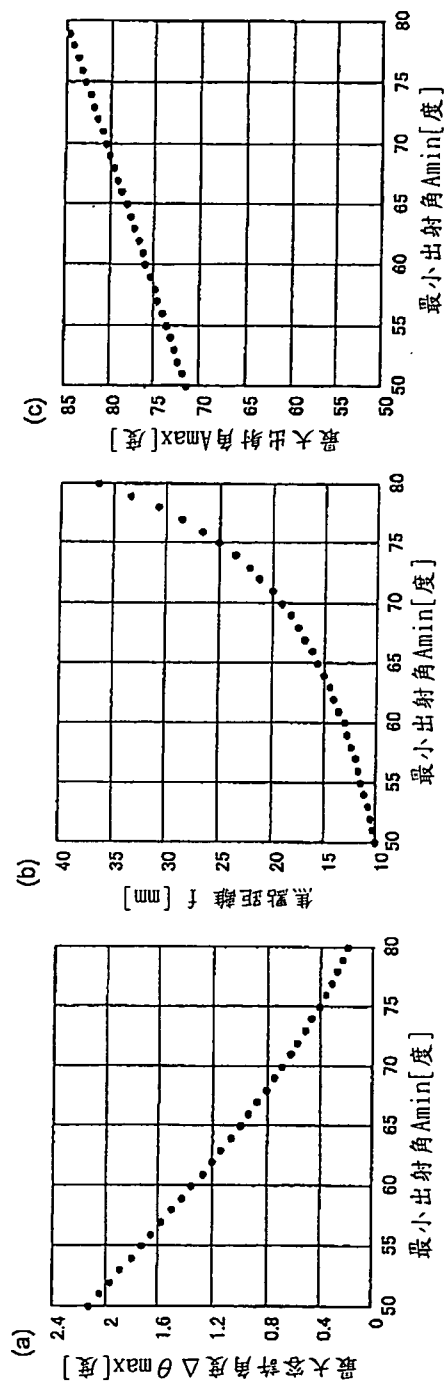


圖7

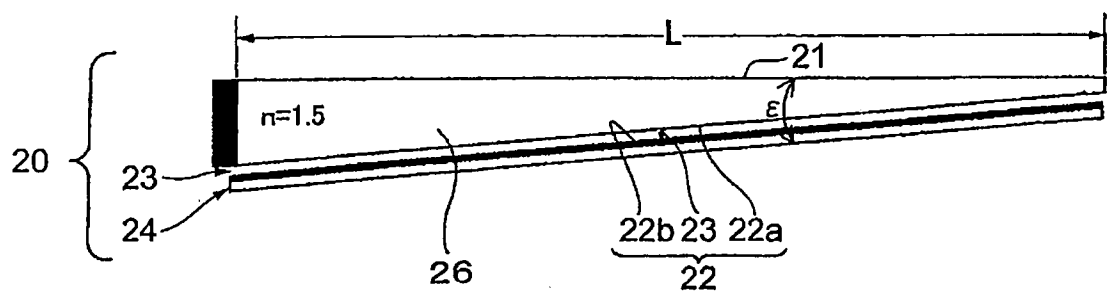


圖 8

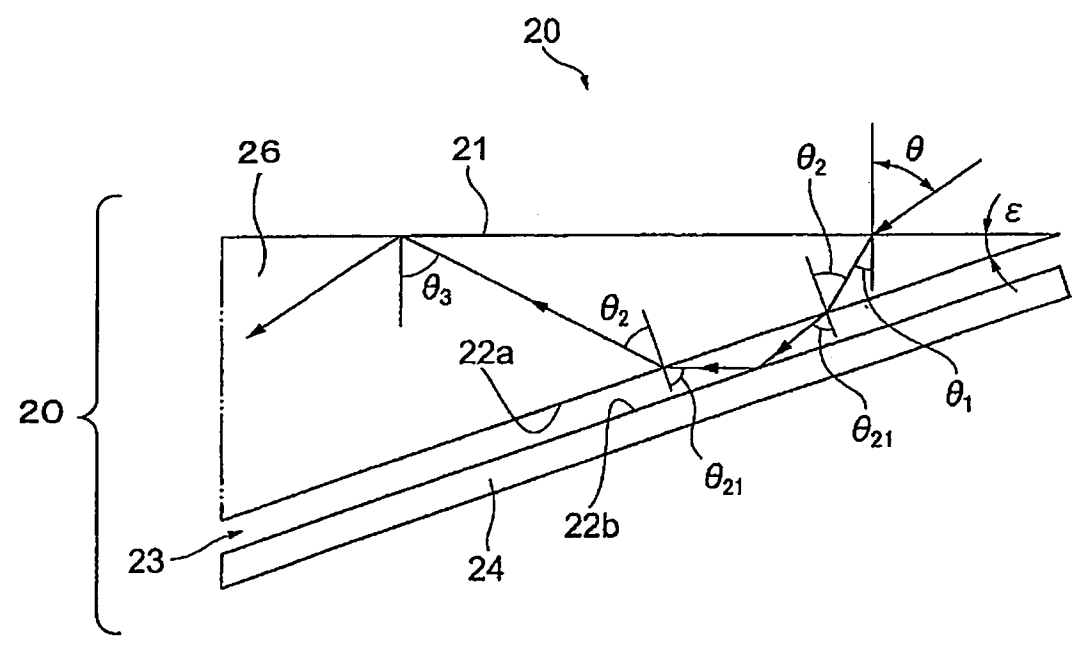


圖 9

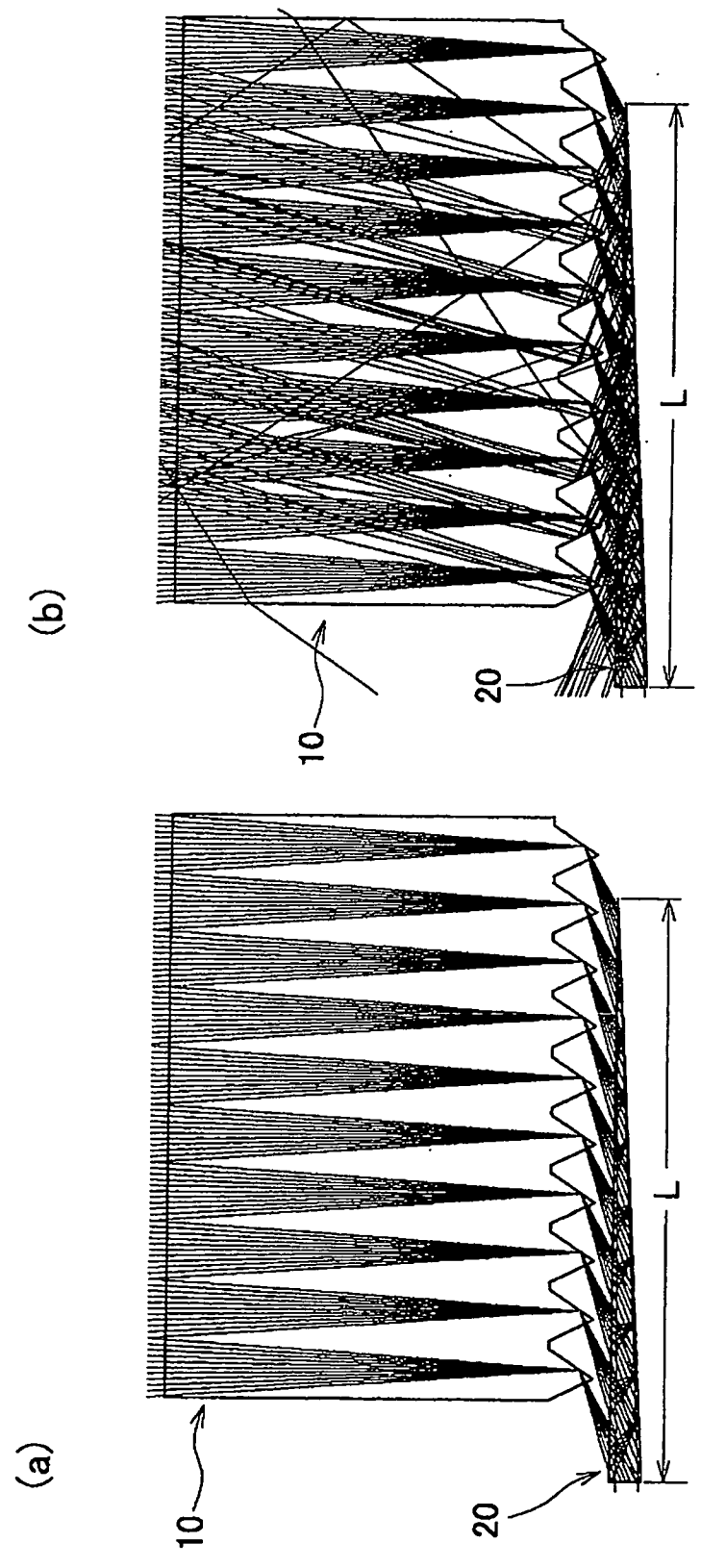


圖10

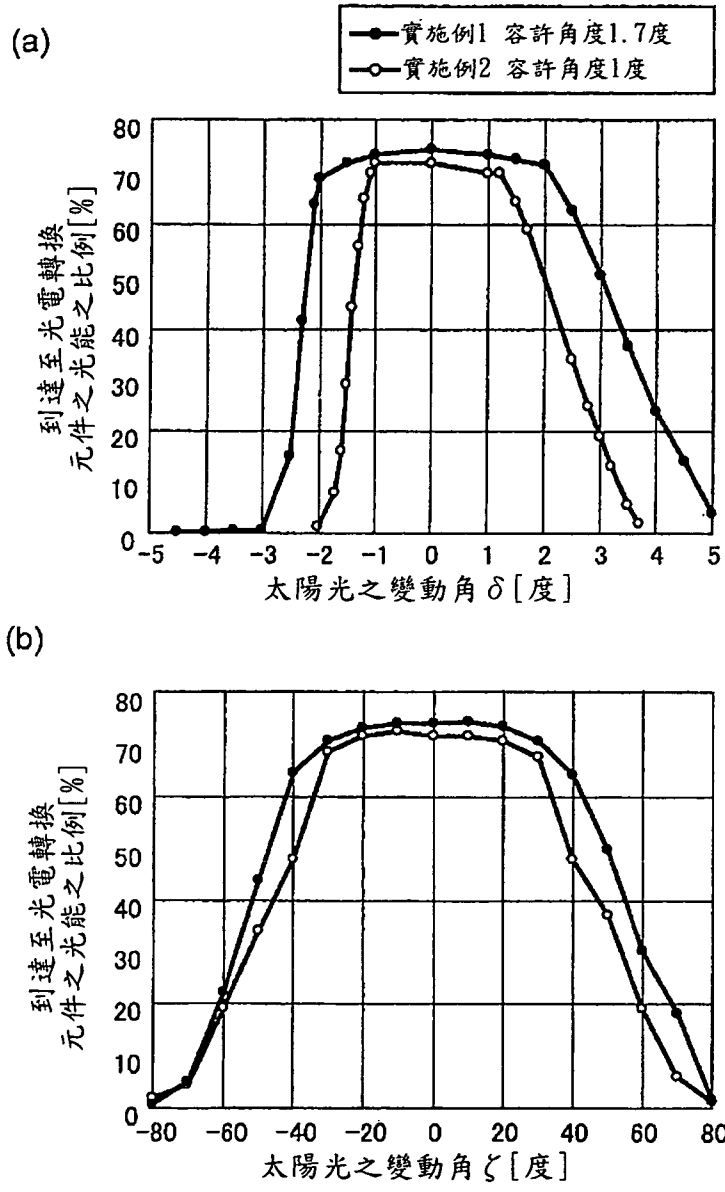


圖12

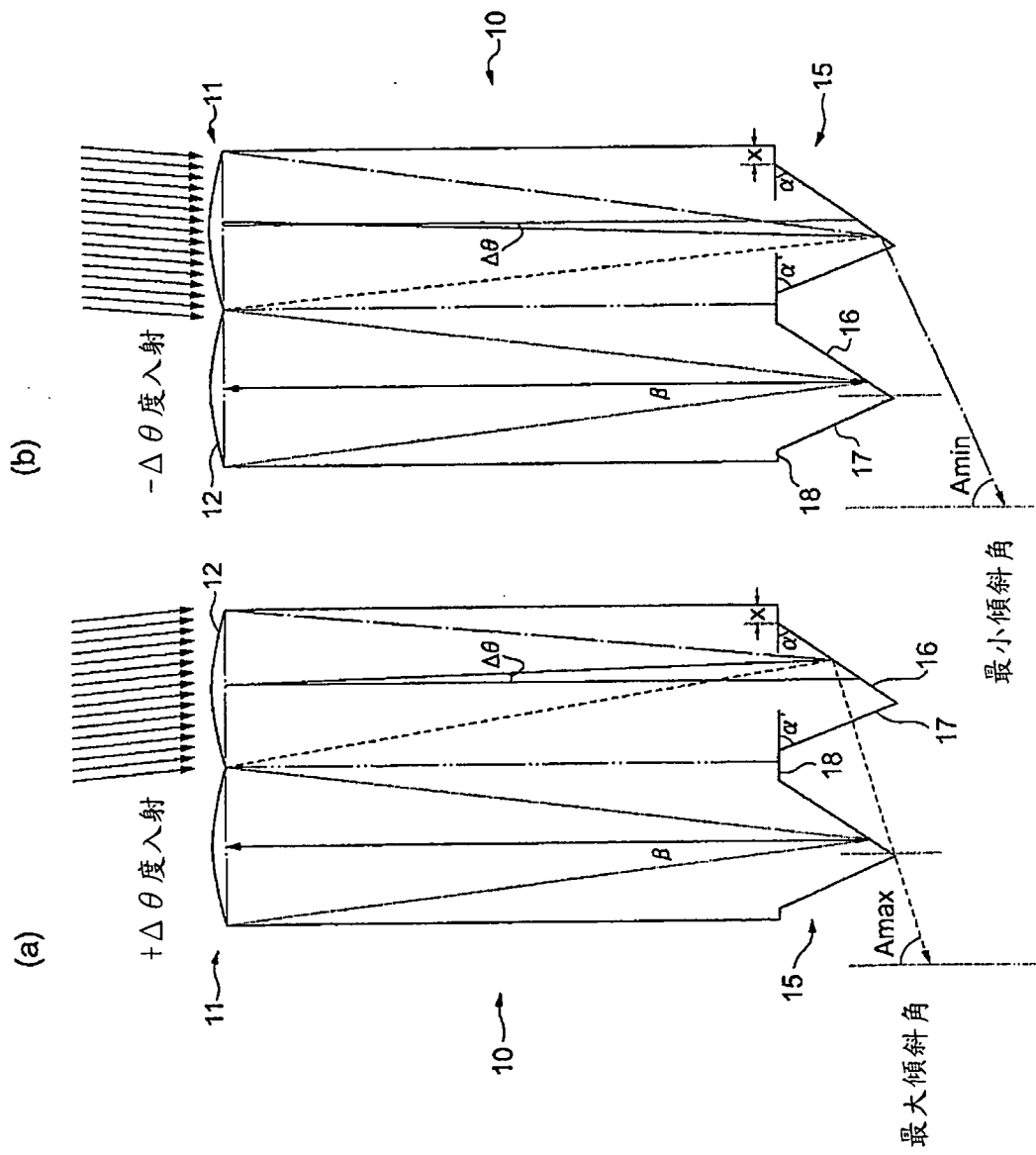


圖13

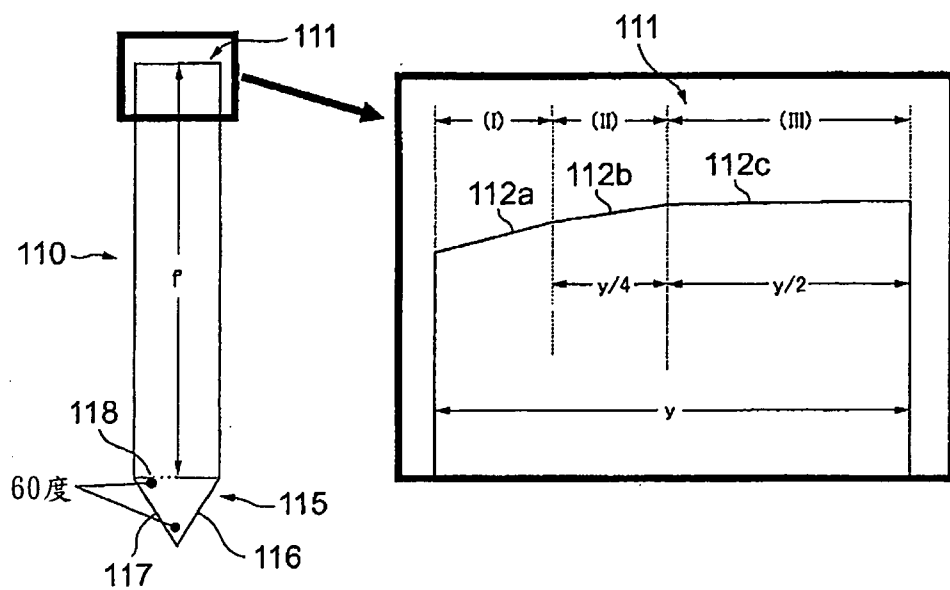


圖14

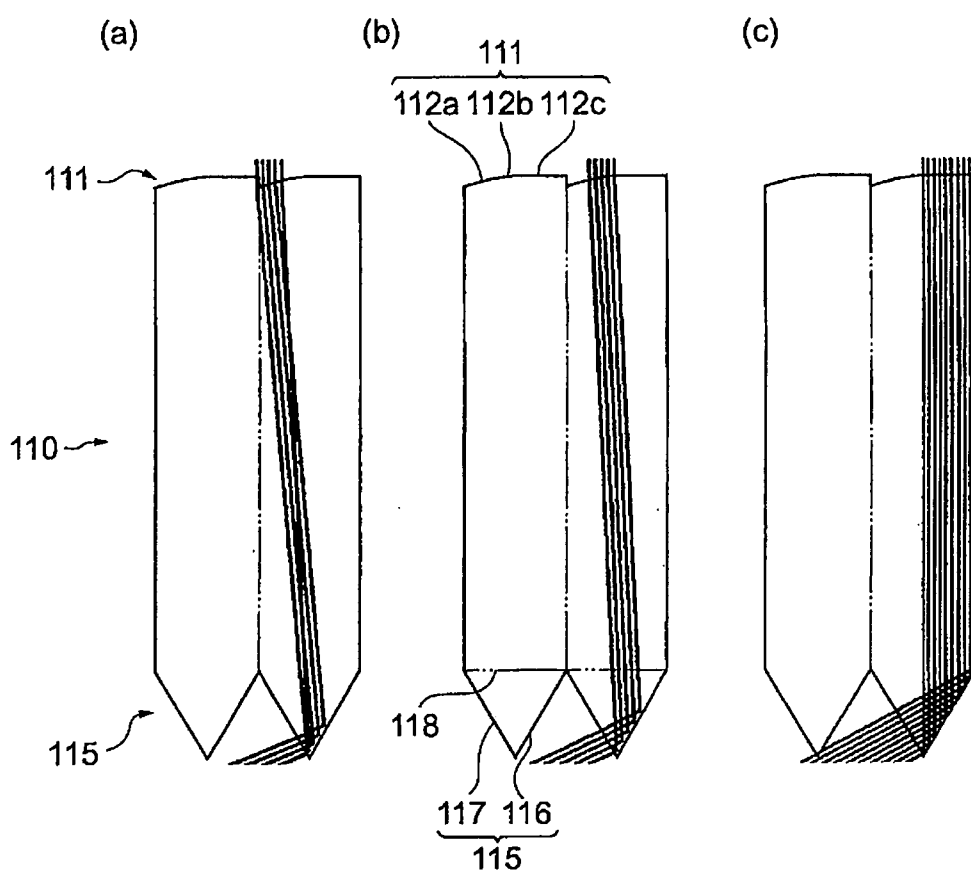
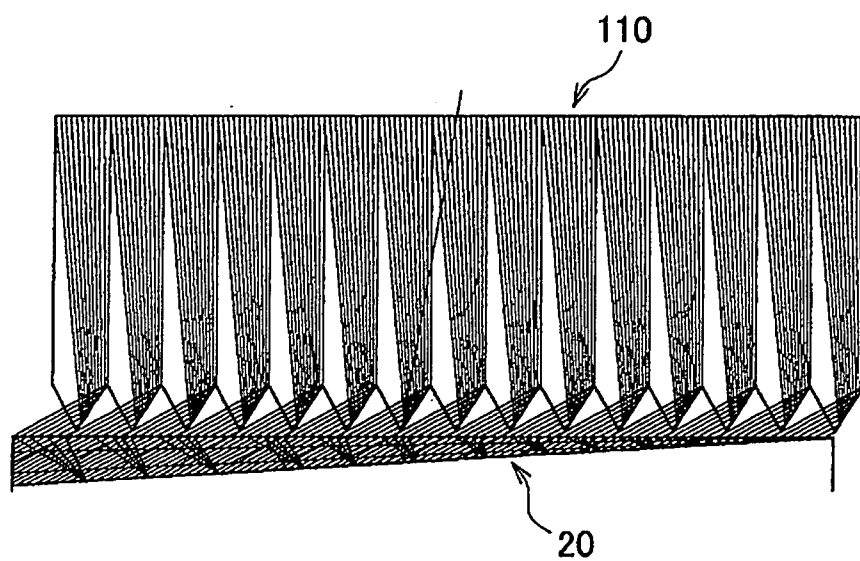


圖 15

(a)



(b)

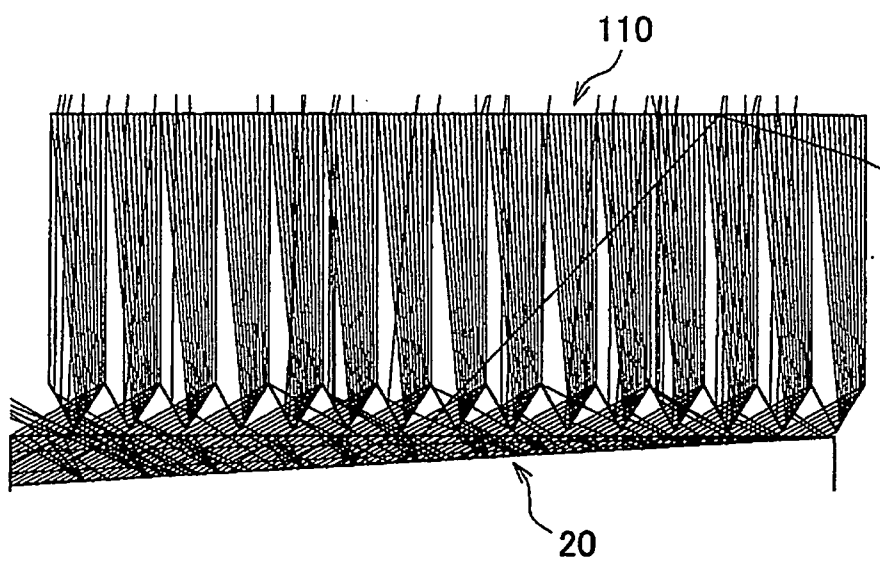
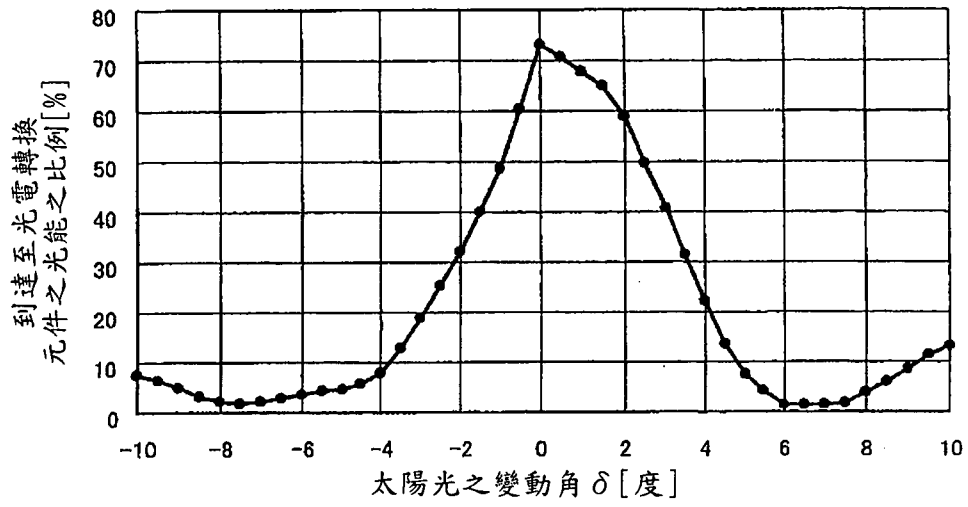


圖 16

(a)



(b)

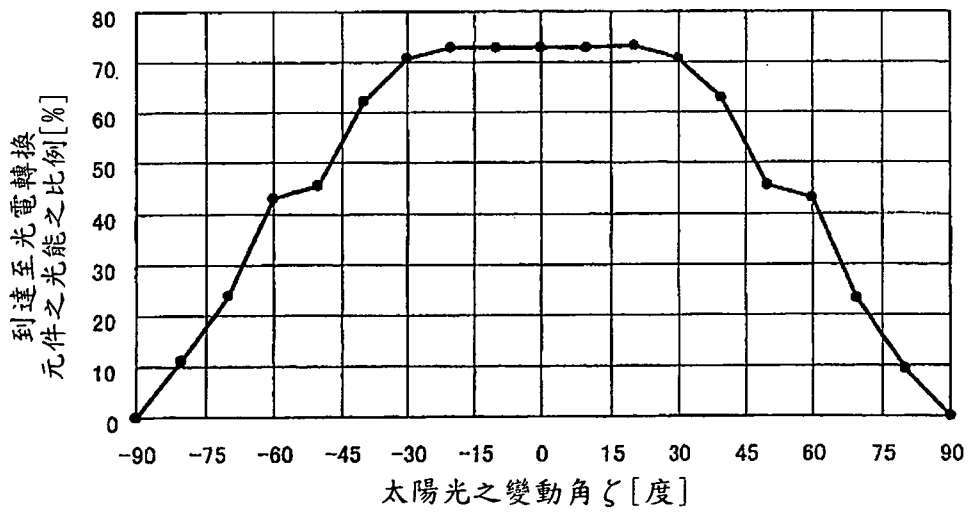


圖17

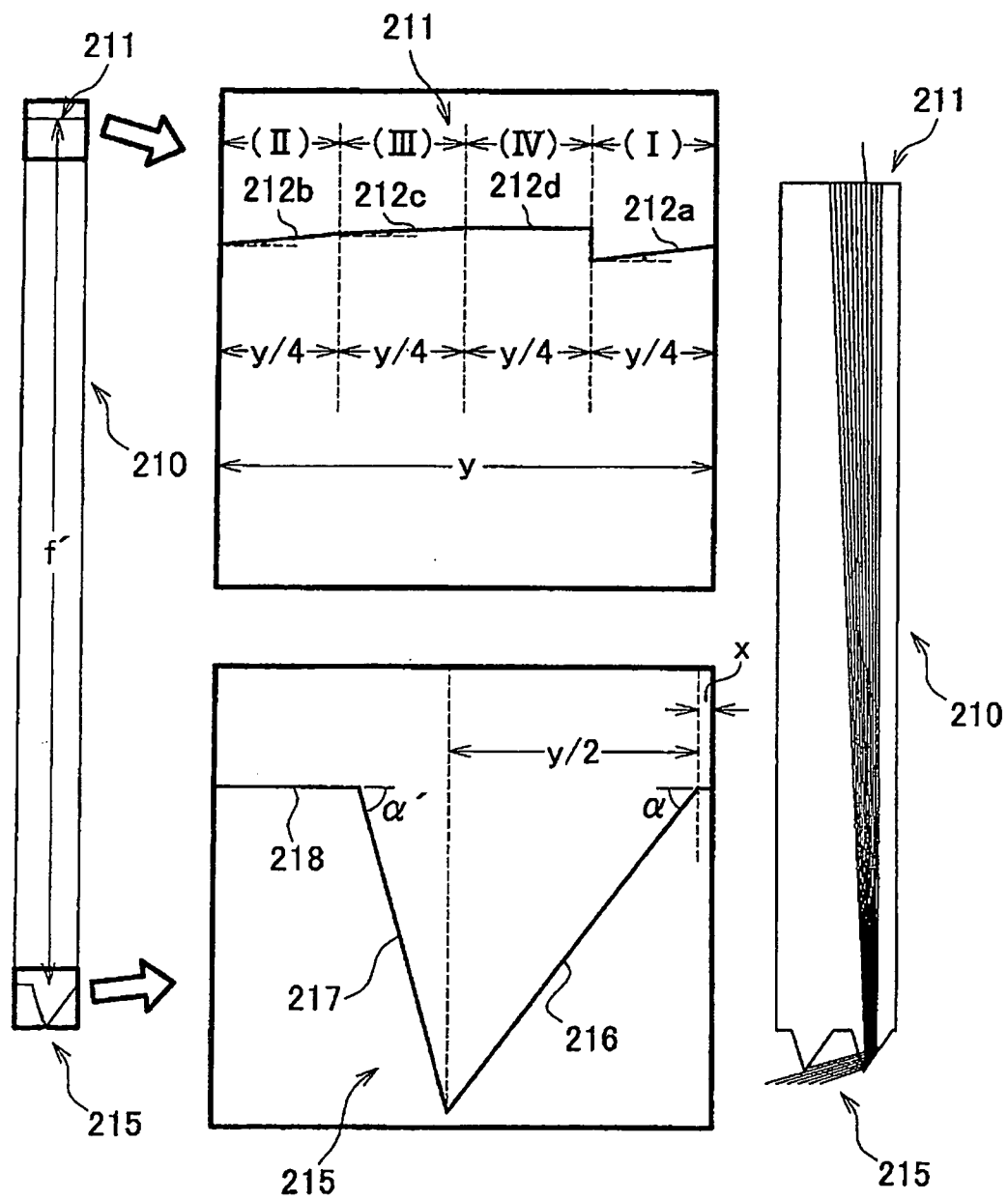
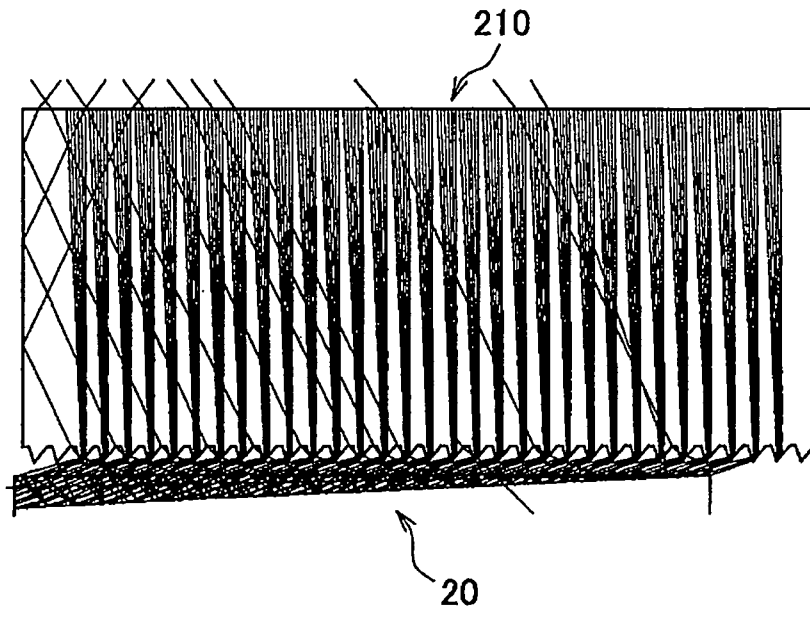


圖 18

(a)



(b)

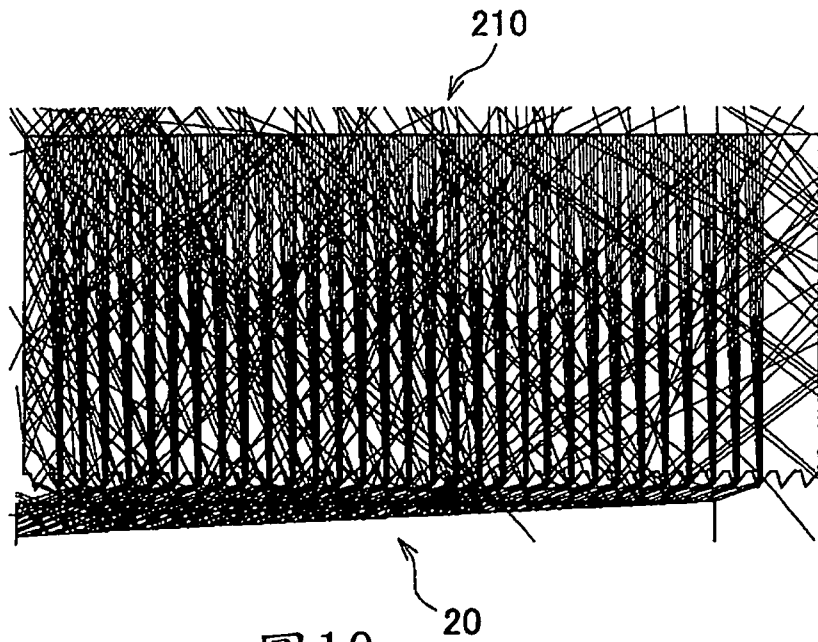
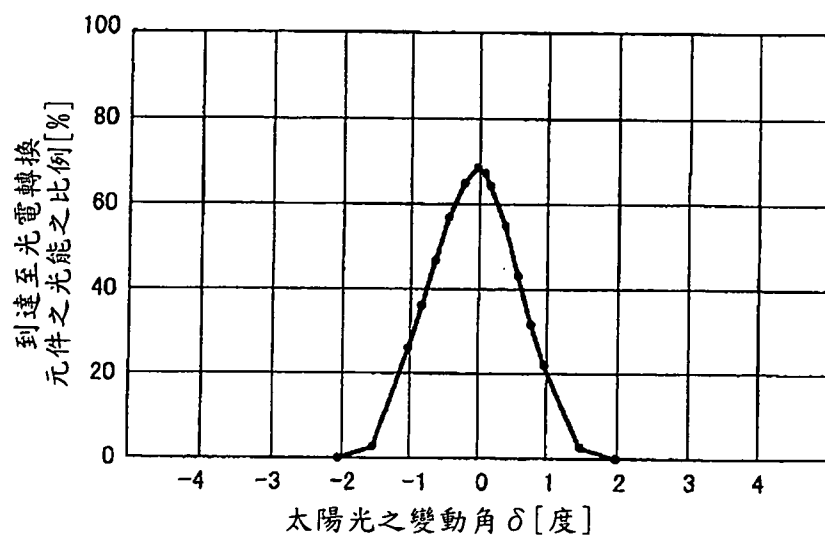


圖 19

(a)



(b)

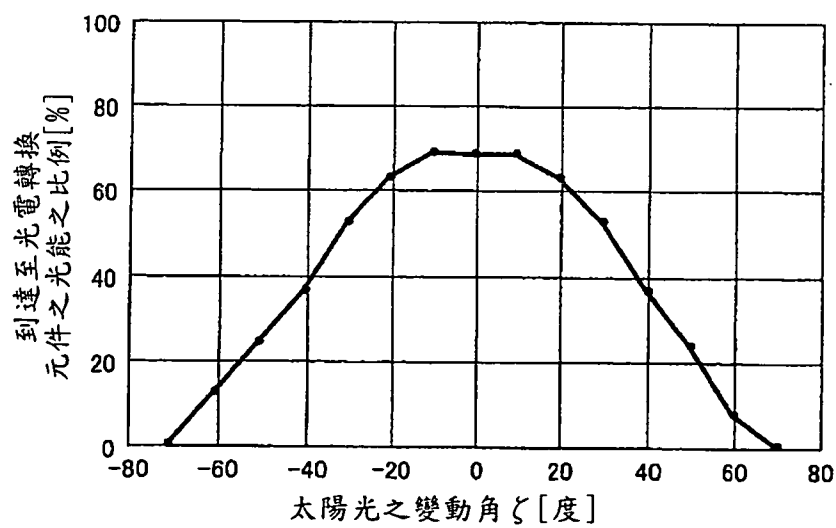


圖 20

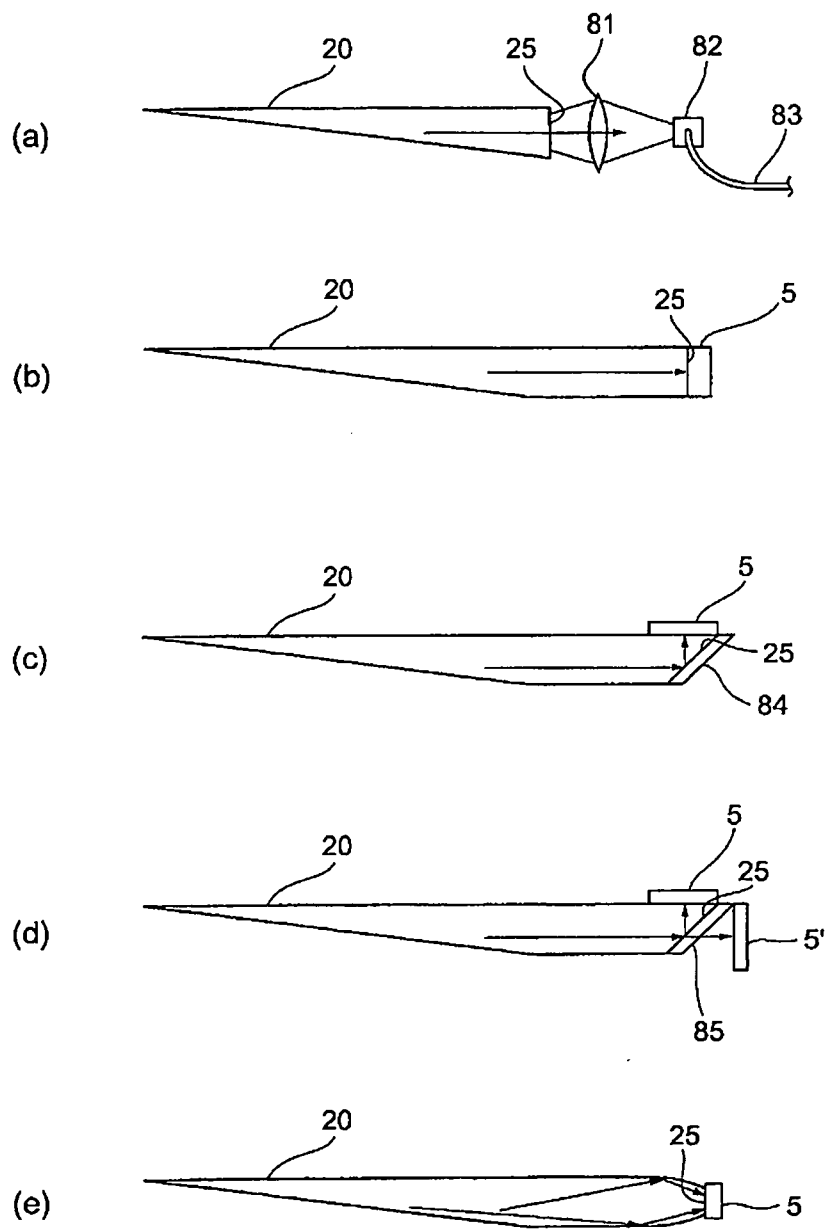


圖21

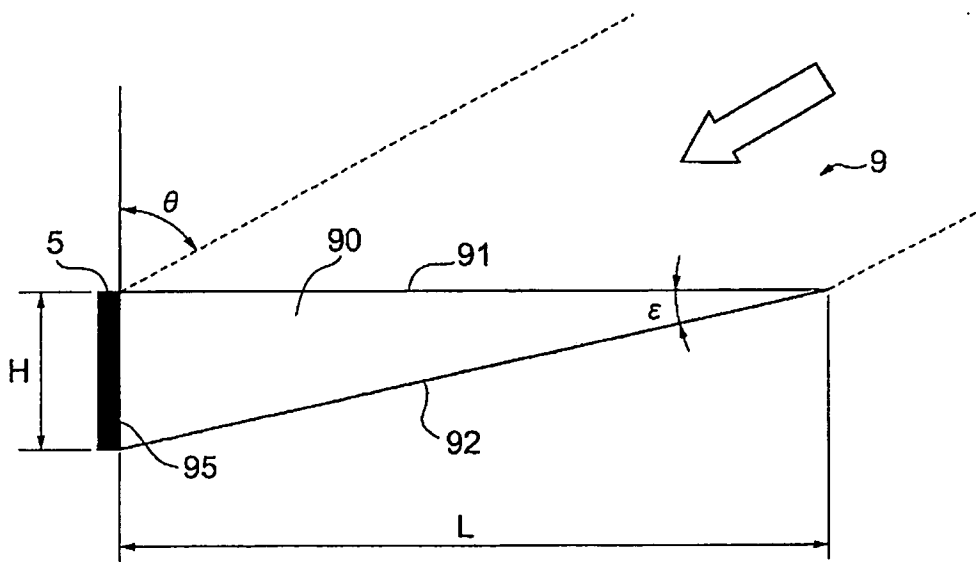


圖22

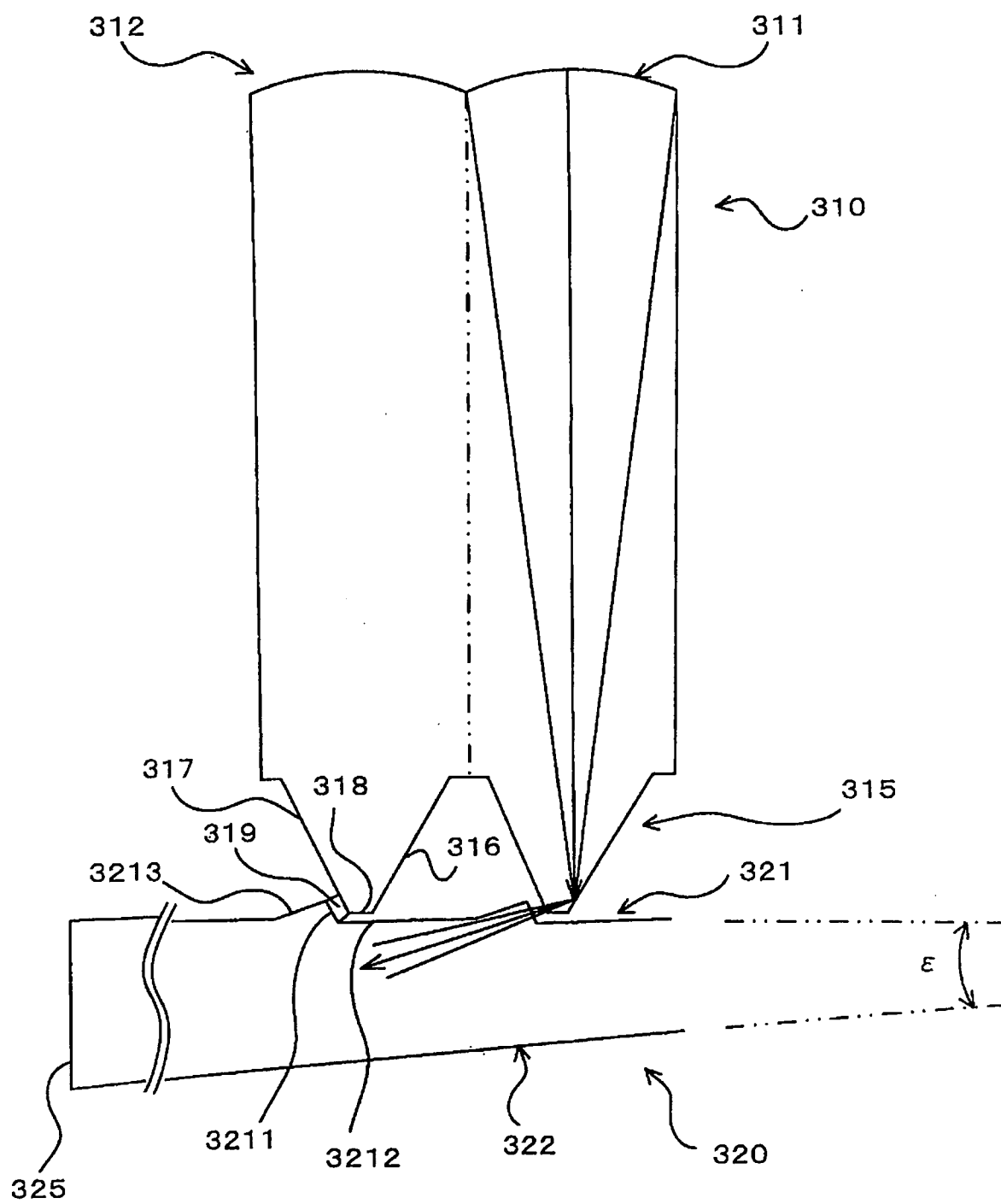


圖 23