



(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 I476400 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：102118868

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 29 日

(51)Int. Cl. : G01N21/95 (2006.01)

G01N21/59 (2006.01)

(30)優先權：2012/07/11 日本

2012-155415

(71)申請人：島津製作所股份有限公司 (日本) SHIMADZU CORPORATION (JP)  
日本(72)發明人：橋本豊之 HASHIMOTO, TOYOYUKI (JP)；永井正道 NAGAI, MASAMICHI (JP)；  
平出雅人 HIRADE, MASATO (JP)；綱澤義夫 TSUNAZAWA, YOSHIO (JP)

(74)代理人：詹銘文

(56)參考文獻：

TW 201009324A

TW 201209391A

JP 2007-303829A

JP 2012-2648A

US 2009/0009864A1

審查人員：劉守禮

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：9 共 35 頁

(54)名稱

基板檢查裝置及基板檢查裝置用透射照明裝置

SUBSTRATE TESTING DEVICE AND TRANSPARENT ILLUMINATING DEVICE FOR THE SAME

(57)摘要

本發明提供一種基板檢查裝置及基板檢查裝置用透射照明裝置，該基板檢查裝置可防止來自紅外光源的紅外光不透射過基板便入射至相機，從而可準確地檢查基板。以電荷耦合器件相機的紅外光源的視野被電荷耦合器件相機的基板的視野覆蓋的方式設定紅外光源的形狀及配置。而且，借助菲涅耳透鏡的作用，使從配置在紅外光源的端緣附近的發光二極體元件出射的紅外光的照射角度偏向基板的端緣方向。此外，使基板的端緣區域上的從紅外光源照射至基板的紅外光的強度，大於基板的中央部上的該紅外光的強度。

A substrate testing device and a transparent illuminating device for the same are provided. The substrate testing device prevents infrared light of an infrared light source from emitting into a camera without penetrating through a substrate, and thus tests the substrate precisely. A shape and a configuration of the infrared light source are set in a manner that a vision of the infrared light source of a CCD camera is covered by a vision of the substrate of the CCD camera. Then, by an effect of a Fresnel lens, an illuminating angle of the infrared light emitted from an LED component disposed near an edge of the infrared light source is deflected to a direction of the substrate edge. Besides, an intensity of the infrared light emitted from the infrared light source to the substrate on the substrate edge area is larger than an intensity of the infrared light on a central portion of the substrate.

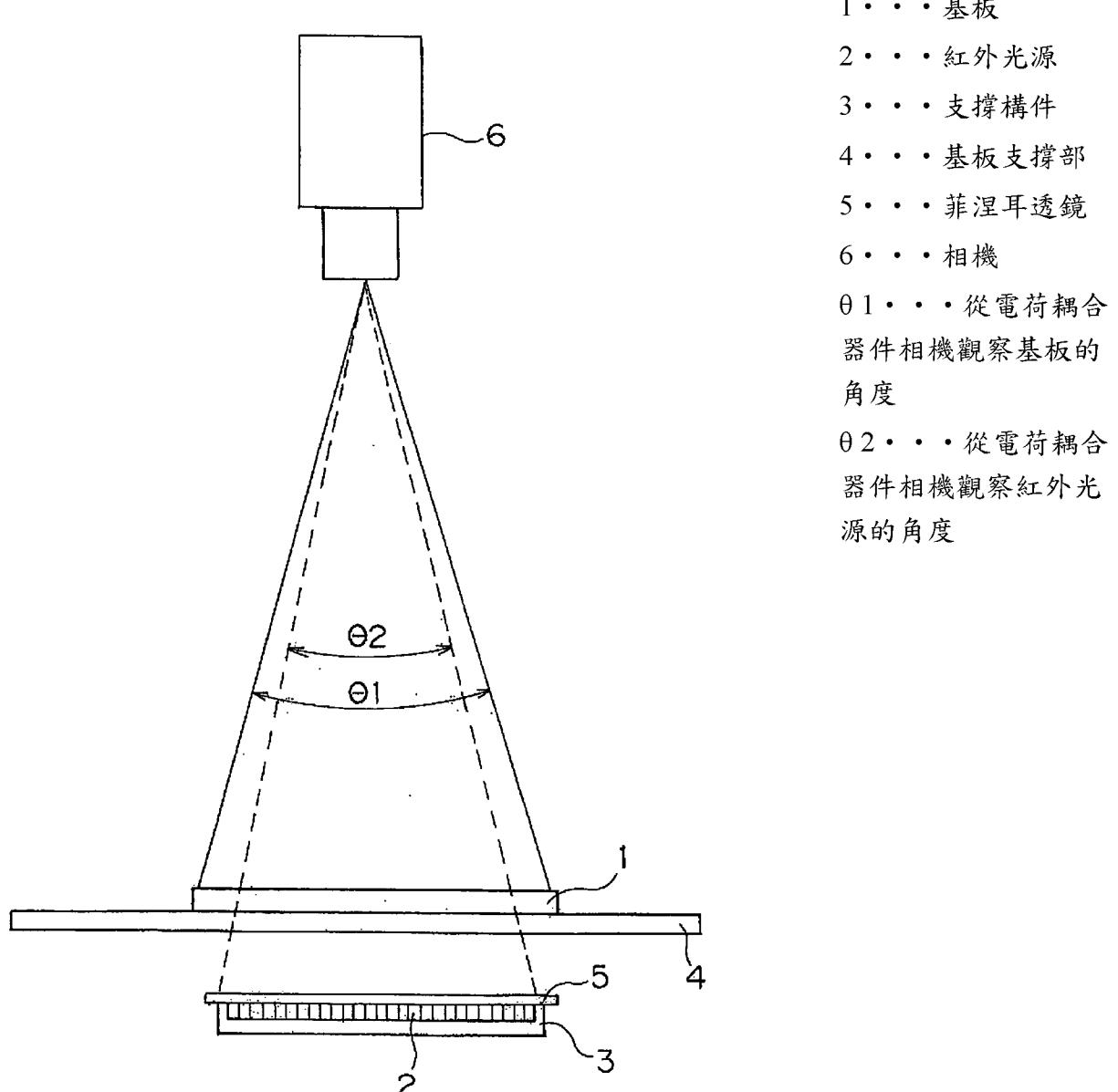


圖 1

# 發明摘要

※ 申請案號： 102118868

60IN 21/95 (2006.01)

※ 申請日： 102 5. 29

※IPC 分類： G01N 21/59 (2006.01)

## 【發明名稱】

基板檢查裝置及基板檢查裝置用透射照明裝置

SUBSTRATE TESTING DEVICE AND TRANSPARENT  
ILLUMINATING DEVICE FOR THE SAME

## 【中文】

本發明提供一種基板檢查裝置及基板檢查裝置用透射照明裝置，該基板檢查裝置可防止來自紅外光源的紅外光不透射過基板便入射至相機，從而可準確地檢查基板。以電荷耦合器件相機的紅外光源的視野被電荷耦合器件相機的基板的視野覆蓋的方式設定紅外光源的形狀及配置。而且，借助菲涅耳透鏡的作用，使從配置在紅外光源的端緣附近的發光二極體元件出射的紅外光的照射角度偏向基板的端緣方向。此外，使基板的端緣區域上的從紅外光源照射至基板的紅外光的強度，大於基板的中央部上的該紅外光的強度。

## 【英文】

A substrate testing device and a transparent illuminating device for the same are provided. The substrate testing device prevents infrared light of an infrared light source from emitting into a camera

without penetrating through a substrate, and thus tests the substrate precisely. A shape and a configuration of the infrared light source are set in a manner that a vision of the infrared light source of a CCD camera is covered by a vision of the substrate of the CCD camera. Then, by an effect of a Fresnel lens, an illuminating angle of the infrared light emitted from an LED component disposed near an edge of the infrared light source is deflected to a direction of the substrate edge. Besides, an intensity of the infrared light emitted from the infrared light source to the substrate on the substrate edge area is larger than an intensity of the infrared light on a central portion of the substrate.

### 【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：基板

2：紅外光源

3：支撐構件

4：基板支撐部

5：菲涅耳透鏡

6：相機

$\theta 1$ ：從電荷耦合器件相機觀察基板的角度

$\theta 2$ ：從電荷耦合器件相機觀察紅外光源的角度

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】

基板檢查裝置及基板檢查裝置用透射照明裝置

SUBSTRATE TESTING DEVICE AND TRANSPARANT  
ILLUMINATING DEVICE FOR THE SAME

## 【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種基板檢查裝置及基板檢查裝置用透射照明裝置，例如涉及一種以太陽能電池單元用基板為檢查物件的基板的檢查裝置及基板檢查裝置用透射照明裝置。

## 【先前技術】

【0002】 對太陽能電池單元的製造步驟中的電極形成步驟之前的步驟、例如驗收 (receiving inspection) 步驟或防反射膜的成膜步驟前或成膜步驟後的太陽能電池用基板，執行檢查斷裂或缺陷的形狀檢查、檢查附於基板上的微粒 (particle)、防反射膜的針孔 (pin hole)、防反射膜的膜厚不均等的表面狀態檢查、及檢查在太陽能電池單元的內部產生的微裂紋 (microcrack) 或孔隙 (void) 等的內部檢查。

【0003】 其中，進行檢查在太陽能電池用基板的內部產生的微裂紋或孔隙等的內部檢查的情形時，從基板的背面側照射紅外光並對透射過基板的紅外光進行拍攝。

【0004】 專利文獻 1 中揭示有一種紅外線檢查裝置，其從紅外光源對半導體晶圓（wafer）照射紅外線，並且通過紅外線相機（camera）對透射過半導體晶圓的紅外線進行拍攝。該紅外線檢查裝置構成爲，利用紅外線的透射狀態在裂紋等的異常部分與多晶矽基板部分上不同的特點，來檢測半導體晶圓內部的微小裂紋。

【0005】 該基板檢查裝置在從光源照射的紅外光通過基板端緣的外側卻不透射過基板便直接入射至相機的情形時，與在透射過基板之後入射至相機的紅外光相比，直接入射至相機的紅外光的強度極大，由此通過相機拍攝的圖像在基板的端緣附近變得極其明亮，難以識別透射過基板的紅外光。因此，無法準確辨認在太陽能電池單元的內部產生的微裂紋或孔隙等。該現象在爲了檢查紅外線的透射率低的基板而從紅外光源照射強紅外線的情形時特別顯著。

【0006】 因此，在專利文獻 1 中記載的發明中，通過以接觸於受檢體的外周部全體的狀態設置的引導體（guide），防止來自紅外光源的紅外線從受檢體的端部外洩露而達到紅外線透鏡（第 1 實施方式），或者，通過將紅外線經由狹縫（slit）照射至受檢體，來抑制紅外線的照射方向（第 2 實施方式），從而防止來自紅外光源的紅外線直接到達紅外線透鏡。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0007】

[專利文獻 1]日本專利特開 2006-351669 號公報

## 【發明內容】

### 發明欲解決的課題

【0008】如專利文獻 1 的第 1 實施方式所記載般，以接觸於受檢體的外周部全體的狀態配置引導體，由此不僅需要用於此的特別的構成，且對基板的檢查耗費時間，而且在接觸時還有可能損傷基板。通常，檢查基板是利用皮帶（belt）等沿橫向高速搬送，因此作為檢查時的試樣的定位精度的餘裕，需要寬度至少為數 mm 的空間，且需要即便光通過此空間，該光也不會到達相機的構成。

【0009】此外，如專利文獻 1 的第 2 實施方式所記載般，在採用經由狹縫照射紅外線的構成的情形時，產生無法將紅外光照射至基板的背面全體的問題。

【0010】本發明是為解決上述問題而完成的，其目的在於提供一種基板檢查裝置及基板檢查裝置用透射照明裝置，該基板檢查裝置可防止來自紅外光源的紅外光不透射過基板便入射至相機，從而可準確地檢查基板。

### 解決課題的手段

【0011】本發明包括一種基板檢查裝置，相對於由基板支撐部支撐的基板的正面（正面意指占基板大部分表面積的基板表面，而非基板側面）而在互為相反的側設置相機與紅外光源，且通過所述相機測定從所述紅外光源照射並透射過所述基板的紅外光來檢查所述基

板，其特徵在於：將所述紅外光源的形狀及配置設為所述相機的所述紅外光源的視野利用所述相機的所述基板的視野而被覆蓋的構成，並且所述基板檢查裝置包括指向性調整設備及強度調整設備中的至少一者，所述指向性調整設備使從所述紅外光源照射至所述基板的紅外光的照射方向朝向所述基板的所需方向，且所述強度調整設備調整從所述紅外光源照射至所述基板的紅外光的強度，使得在所述基板的端緣區域上，所述紅外光的強度大於在所述基板的中央部上的所述紅外光的強度。此處，“所需方向”例如是指基板的端緣方向。

**【0012】** 根據上述基板檢查裝置，相對於由所述基板支撐部支撐的基板而在與所述相機為相反側的位置上接近於所述基板來配置所述紅外光源，並且使從所述相機觀察到的所述紅外光源的外形設為與所述基板的外形相似的形狀、且設為所述基板以下的大小。

**【0013】** 根據上述基板檢查裝置，所述指向性調整設備為菲涅耳透鏡（Fresnel lens）。

**【0014】** 根據上述基板檢查裝置，所述紅外光源由出射紅外光的多個發光二極體（light emitting diode，LED）元件構成，並且所述強度調整設備可將所述多個發光二極體元件劃分為多個區域，並針對所述各區域決定所述發光二極體元件的發光強度。

**【0015】** 根據上述基板檢查裝置，所述強度調整設備對應基板的表面狀態而針對所述各區域決定所述發光二極體元件的發光強度。此處，基板的表面狀態是指對於單晶基板或多晶基板、或使

用酸性或鹼性（alkali）化學液等的方法形成有紋理（texture）結構的基板、或在該些基板上形成有防反射膜的基板而言，紅外光的散射或透射不同的狀況。

【0016】根據上述基板檢查裝置，進而將輔助紅外光源呈帶狀設置在所述紅外光源的周圍，通過所述輔助紅外光源從外側傾斜照明基板來改善照明的均勻性，並且通過配置光罩（mask），且利用所述相機的所述光罩的視野覆蓋所述相機的所述輔助紅外光源的視野，來防止所述輔助紅外光源的紅外光不透射過基板便到達所述相機的情況。

【0017】本發明還包括一種基板檢查裝置，相對於由基板支撐部支撐的基板的正面而在互為相反的側設置相機與紅外光源，且通過所述相機測定從所述紅外光源照射並透射過所述基板的紅外光來檢查所述基板，其中將所述紅外光源的形狀及配置設為所述相機的所述紅外光源的視野被所述相機的所述基板的視野覆蓋的構成，並且進而將輔助紅外光源呈帶狀設置在所述紅外光源的周圍，通過該輔助紅外光源從外側傾斜照明所述基板來改善照明的均勻性，並且通過配置光罩，且利用所述相機的所述光罩的視野覆蓋所述相機的所述輔助紅外光源的視野，來防止輔助紅外光源的紅外光不透射過基板便到達所述相機的情況。

【0018】本發明還包括一種基板檢查裝置用透射照明裝置，用於通過相機測定透射過基板的紅外光來檢查所述基板的基板檢查裝置，其特徵在於包括：紅外光源，照射紅外光，並且以利用所述

相機的視野被所述相機的所述基板的視野覆蓋的方式構成所述紅外光源的形狀及配置；以及指向性調整設備及強度調整設備中的至少一者，所述指向性調整設備使從所述紅外光源照射至所述基板的紅外光的照射方向朝向所述基板的所需方向，且所述強度調整設備調整從所述紅外光源照射至所述基板的紅外光的強度，使得在所述基板的端緣區域上，所述紅外光的強度大於在所述基板的中央部上的所述紅外光的強度。此處，“所需方向”例如是指基板的端緣方向。

【0019】根據上述基板檢查裝置，其中所述紅外光源從所述相機觀察到的外形為與所述基板的外形相似的形狀，且具有所述基板以下的大小，並且所述紅外光源相對於所述基板而在與所述相機為相反側的位置上接近於所述基板來配置。

### 發明的效果

【0020】根據上述基板檢查裝置及上述基板檢查裝置用透射照明裝置，所述紅外光源向相機的視野被基板向相機的視野覆蓋，因此可防止來自紅外光源的紅外光不透射過基板便入射至相機。而且，借助指向性調整設備或強度調整設備的作用，可對基板全體均勻地照射紅外光。因此，可準確地檢查基板。

【0021】根據上述基板檢查裝置及上述基板檢查裝置用透射照明裝置，將紅外光源接近於基板來配置，由此可對基板高效地照射紅外線。

【0022】根據上述基板檢查裝置，不會使裝置大型化，可低成本

且高效地使紅外光的照射方向朝向基板的端緣方向。

**【0023】** 根據上述基板檢查裝置，儘管為簡單的構成，仍可使紅外光源的端緣區域上的從紅外光源照射至基板的紅外光的強度大於紅外光源的中央部上的紅外光的強度，從而有助於提高基板照度的均勻性。

**【0024】** 根據上述基板檢查裝置，可對應於基板的表面狀態來獲得適於基板的發光強度。

**● 【0025】** 根據上述基板檢查裝置，通過追加輔助紅外光源，而可利用從基板的內側照射的光線與從外側照射的光線的效果，對基板全體更均勻地照射紅外光來準確地檢查基板。

**【0026】** 根據上述基板檢查裝置，通過追加輔助紅外光源，而可利用從基板的內側照射的光線與從外側照射的光線的效果，對基板全體均勻地照射紅外光來準確地檢查基板。

### **● 【圖式簡單說明】**

**【0027】**

圖 1 是表示本發明的基板檢查裝置的構成的示意圖。

圖 2 是表示本發明的基板檢查裝置的主要的控制系統的方塊圖。

圖 3 是表示紅外光源 2、菲涅耳透鏡 5 及基板 1 的的配置關係的示意圖。

圖 4 (a)、圖 4 (b)、圖 4 (c)、圖 4 (d)、圖 4 (e) 是用以

說明紅外光源 2 的紅外線的照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4 的說明圖。

圖 5 (a)、圖 5 (b) 是表示基板 1 上的紅外光的照度分佈的說明圖。

圖 6 (a)、圖 6 (b) 是表示基板 1 上的紅外光的照度分佈的說明圖。

圖 7 是表示現有的基板檢查裝置的構成的示意圖。

圖 8 (a)、圖 8 (b) 是基板 1 的周邊、特別是四角部分因紅外光源的大小而變暗的原因的說明圖。

圖 9 是表示本發明的第 2 實施方式的基板檢查裝置的構成的示意圖。

### 【實施方式】

**【0028】** 以下，基於圖式對本發明的第 1 實施方式進行說明。圖 1 是表示本發明的基板檢查裝置的構成的示意圖。此外，圖 2 是表示本發明的基板檢查裝置的主要的控制系統的方塊圖 (block diagram)。此外，圖 7 是表示用以與本發明進行比較的現有的基板檢查裝置的構成的示意圖。另外，該些圖中，對相對應的構件附上同一符號。

**【0029】** 本發明的基板檢查裝置對形成矩形狀的太陽能電池單元用的基板 1，在基板 1 的收貨時、或形成防反射膜之前或形成防反射膜之後，用以執行檢查在該基板 1 的內部產生的微裂紋或孔隙

等的內部檢查，如圖 1 所示包括：紅外光源 2，朝向由基板支撐部 4 支撐的基板 1 的下表面照射紅外光；以及電荷耦合器件（charge coupled device，CCD）相機 6，用以測定從紅外光源 2 照射且透射過基板 1 的紅外光。另外，本發明中使用的相機並不限定於電荷耦合器件相機，只要為適於所使用的紅外光的波段的相機，則互補金屬氧化物半導體（complementary metal oxide semiconductor，CMOS）等其他方式的相機也可作為物件。

【0030】紅外光源 2 如後述般由在支撐構件 3 上以固定間距（pitch）呈二維狀排列的多個發光二極體元件 7 構成。而且，在該紅外光源 2 的基板 1 側，設置有作為本發明的指向性調整設備的菲涅耳透鏡 5。此外，基板支撐部 4 對基板 1 從其下表面支撐，且由壓克力板（acrylic plate）或玻璃板等透光性的板狀構件構成。另外，在對基板 1 一面搬送一面進行檢查的情形時，除使用板狀的基板支撐部 4 以外，還使用支撐基板 1 的兩端部的皮帶等作為基板支撐構件。

【0031】如圖 2 所示，該基板檢查裝置包括控制裝置全體的控制部 9。該控制部 9 包括對由電荷耦合器件相機 6 拍攝的基板 1 的圖像進行處理的圖像處理部 11。此外，該控制部 9 包括脈寬（pulse width）設定部 12，該脈寬設定部 12 針對後述的每個區域設定紅外光源 2 的發光二極體元件 7 點燈時的脈衝點燈時間、即發光二極體元件 7 脈衝點燈時的占空比（duty ratio）。該脈寬設定部 12 作為本發明的強度調整設備的一部分發揮功能。

【0032】再次參照圖 1 進行說明。一般而言，將由相機拍攝的整個範圍稱作相機的視野，以下將該視野這一用語的意思擴大，下文中將相機拍攝試樣（基板 1）的範圍定義為“試樣向相機的視野”、將取下試樣時相機拍攝光源的範圍定義為“光源向相機的視野”來使用。

【0033】紅外光源 2 以紅外光源 2 向電荷耦合器件相機 6 的視野被基板 1 向電荷耦合器件相機 6 的視野覆蓋的方式設定其形狀及配置。即，以從電荷耦合器件相機 6 觀察紅外光源 2 的角度  $\theta_2$  (圖 1 中為平面角 (plane angle)，但實際上包含紙面的縱深側，因此  $\theta_2$  為立體角 (solid angle))。以下作為用語而僅表現為角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  等)，成為從電荷耦合器件相機 6 觀察基板 1 的角度  $\theta_1$  的內側的方式，相對於由基板支撐部 4 支撐的基板 1 而在與電荷耦合器件相機 6 為相反側的位置上接近於基板 1 的下表面來配置紅外光源 2。該紅外光源 2 的外形成為與基板 1 的外形為相似形的矩形狀。因此，紅外光源 2 向電荷耦合器件相機 6 的視野被基板 1 向電荷耦合器件相機 6 的視野覆蓋，從而可防止來自紅外光源 2 的紅外光不透射過基板 1 便入射至電荷耦合器件相機 6 的情況。

【0034】相對於此，現有的基板檢查裝置中，如圖 7 所示，紅外光源 2 向電荷耦合器件相機 6 的視野，寬於基板 1 向電荷耦合器件相機 6 的視野。即，從電荷耦合器件相機 6 觀察紅外光源 2 的角度  $\theta_2$ ，大於從電荷耦合器件相機 6 觀察基板 1 的角度  $\theta_1$ 。其原因在於，通過採用該構成，可對基板 1 的背面全體均勻地照射

紅外光。因此，來自紅外光源 2 的紅外光的一部分通過基板 1 的端緣外側，由此從紅外光源 2 出射的紅外光的一部分，不透射過基板 1 便入射至電荷耦合器件相機 6。

【0035】該情形時，如上所述，與在透射過基板 1 之後入射至電荷耦合器件相機 6 的紅外光相比，直接入射至電荷耦合器件相機 6 的紅外光的強度極大，因此由電荷耦合器件相機 6 拍攝的圖像在基板 1 的端緣附近極其明亮，難以識別透射過基板 1 的紅外光。

● 因此，無法準確地辨認在基板 1 的內部產生的微裂紋或孔隙等。本發明的基板檢查裝置如圖 1 所示，以紅外光源 2 向電荷耦合器件相機 6 的視野被基板 1 向電荷耦合器件相機 6 的視野覆蓋的方式設定紅外光源 2 的形狀及配置，從而可防止此類問題的產生。

【0036】另一方面，在採用使該光源的範圍變窄的構成的情形時，照射至形成矩形狀的基板 1 的端緣附近的區域的紅外光的光量，小於照射至基板 1 的中央部附近的區域的紅外光的光量，其結果，產生該基板 1 的端緣附近的部分變得極暗的問題。

【0037】此處，使用作為示意圖的圖 8(a)、圖 8(b)更詳細地說明基板 1 的周邊部、特別是四角部分變暗的原因。圖 8(a)中，基板中央部 C 由位於下方的 4 個發光二極體元件 7 照明，相對於此，基板 1 的左端部 D 僅由 2 個發光二極體元件 7 照明，因此基板 1 的左端部 D 的照度成為中央部 C 的大約一半。該圖中在平面上顯示，但當考慮成為立體的配置的 4 角的照度時，可知 4 角的照度為中央的照度的大約四分之一。另外，本圖中為簡化而記為 4

個發光二極體元件 7、及 2 個發光二極體元件 7，但此是作為說明有助於基板 1 的中央部 C 與左端部 D 的照明的發光二極體元件 7 的比例的示例而記述，實際上起作用的發光二極體元件 7 的個數非常多。

【0038】因此，本發明的基板檢查裝置中，發揮指向性調整設備及強度調整設備的作用，努力使光有效地集中於基板 1 的周邊部或 4 角，由此即便紅外光源 2 的範圍狹窄，也可對基板 1 全體均勻地照射紅外光來準確地檢查基板 1。

【0039】另外，此處預先對太陽能電池基板的光透射進行補充說明。由於太陽能電池基板的表面有微細凹凸，因此透射光不是如玻璃般的透明體的透射光，而是如磨砂玻璃般的散射透射光。類似於從後部照射磨砂玻璃，並從相反側拍攝其透射光的像。光不是直線前進而是從試樣散射透射並向各種方向前進。其中朝向相機的光形成像。因此，即便在從相機觀察且在試樣的相反側不存在光源的情形時，只要能傾斜地從側面強烈地照明試樣，便可使由相機拍攝的基板的四角或周邊的像變得明亮。有助於實現此效果的是以下說明的光源的指向性調整設備與強度調整設備。

【0040】首先，對指向性調整設備進行說明。圖 1 所示的實施方式中，作為該指向性調整設備，如上所述使用菲涅耳透鏡 5。

【0041】圖 3 是表示紅外光源 2、菲涅耳透鏡 5 及基板 1 的配置關係的示意圖。

【0042】該菲涅耳透鏡 5 設置在紅外光源 2 與基板 1 之間。如圖 3

所示，紅外光源 2 由在支撐構件 3 上以固定間距呈二維狀排列的多個發光二極體元件 7 構成。而且，從各發光二極體元件 7 出射的紅外光具有朝向基板 1 的朝上的指向性。在該紅外光通過菲涅耳透鏡 5 的情形時，從配置在紅外光源 2 的中央附近的發光二極體元件 7 出射的紅外光一面維持其現狀，一面如從配置在紅外光源 2 的端緣附近的發光二極體元件 7 出射的紅外光般，其照射角度偏向基板 1 的端緣方向（朝向基板 1 外側的方向）。因此，可高效地使照射至形成矩形狀的基板 1 的端緣附近的區域的紅外光的光量增加。

【0043】另外，作為上述的指向性調整設備，只要可使從紅外光源 2 照射至基板 1 的紅外光的照射方向朝向基板 1 的端緣方向，則並不限定於菲涅耳透鏡 5。例如，也可實施如下加工，即不為全部朝上的相同方向而是以越向邊緣部發光二極體元件 7 越朝外的方式，機械性地緩緩傾斜安裝發光二極體元件 7 自身。然而使 1000 個以上的發光二極體元件 7 從中心向周邊部緩緩地傾斜的加工為特殊加工，因此非常昂貴而不現實。此外也可利用凹透鏡或棱鏡陣列（prism array）等其他光學元件。但是，在使用具有凹透鏡的功能的菲涅耳透鏡 5 的情形時，可在光學上實現使來自朝上的發光二極體元件 7 的紅外光越向邊緣部越緩緩地朝外偏斜的效果，因此可高效、節省空間且低成本地調整紅外光的指向性。

【0044】其次，對強度調整設備進行說明。該實施方式中，作為該強度調整設備，採用通過圖 2 所示的脈寬設定部 12 逐個區域地

控制發光二極體元件 7 點燈時的脈衝點燈時間的構成。

【0045】 圖 4 (a)、圖 4 (b)、圖 4 (c)、圖 4 (d)、圖 4 (e) 是用以說明紅外光源 2 的紅外線的照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4 的說明圖。另外，圖 4 (a) 表示 4 個照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4、與連接於其等的供電線 L1、供電線 L2、供電線 L3、及供電線 L4。此外，圖 4 (b)、圖 4 (c)、圖 4 (d)、圖 4 (e) 示意性地表示使 4 個照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4 中的發光二極體元件 7 獨立地點燈的狀態。此處白色部分表示點燈範圍，斜線部表示滅燈範圍。

【0046】 如上所述，紅外光源 2 由在支撐構件 3 上以固定間距呈二維狀排列的多個發光二極體元件 7 構成。在紅外光源 2 的尺寸為 15 cm×15 cm 的情形時，發光二極體元件 7 在設置在支撐構件 3 上的印刷 (print) 基板上例如設置有 1400 個至 1500 個左右。該些發光二極體元件 7 被分割為圖 4 所示的同心狀的 4 個照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4，且分別經由印刷基板而與供電線 L1、供電線 L2、供電線 L3、及供電線 L4 連接。而且，該些供電線 L1、供電線 L2、供電線 L3、及供電線 L4，與圖 2 所示的控制部 9 中的脈寬設定部 12 連接。

【0047】 控制部 9 中的脈寬設定部 12，逐個照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4 地設定紅外光源 2 的 4 個照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4 中的發光

二極體元件 7 點燈時的脈衝點燈時間、即作為發光二極體元件 7 脈衝點燈時的點燈時間與非點燈時間的比的占空比。如此，逐個照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4 地設定脈衝點燈時間，由此可逐個照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4 地使發光二極體元件 7 的發光強度不同。因此，越為各照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4 中的外側的照射區域，使發光二極體元件 7 的發光強度越大，由此可高效地使照射至形成矩形狀的基板 1 的端緣附近的區域的紅外光的光量增加。

**【0048】** 另外，作為上述的強度調整設備，只要可使基板 1 的端緣區域上的從紅外光源 2 照射至基板 1 的紅外光的強度，大於基板 1 的中央部上的該紅外光的強度，則並不限定於調整發光二極體元件 7 的脈衝點燈時間的構成，也可採用其他構成。作為該強度調整設備，例如除逐個區域地控制發光二極體元件 7 的驅動電流值的方式或逐個區域地控制發光二極體元件 7 的施加電壓的方式以外，也可採用在與基板 1 的中央部對向的區域中減小發光二極體元件 7 的設置密度，而在與基板 1 的端緣附近對向的區域中增大發光二極體元件 7 的設置密度的構成。此外，雖然會使紅外光的利用效率降低，但也可採用使用中性密度（neutral density，ND）濾光片（filter）或擴散板使紅外光的強度在與基板 1 的中央附近對應的區域中降低的構成。

**【0049】** 但是，在採用通過脈寬設定部 12 調整發光二極體元件 7

的脈衝點燈時間的構成的情形時，通過對應於作為檢查對象的基板 1 的紅外光的透射率等，逐個照射區域 E1、照射區域 E2、照射區域 E3、及照射區域 E4 地調整發光二極體元件 7 的發光強度，而可根據作為測定物件的基板 1 的種類，具體而言根據單晶基板或多晶基板、或在表面上利用酸性或鹼性化學液等的方法形成有紋理結構的基板之類的基板的表面狀態的不同，來獲得最適於檢查的紅外光的光量，從而可更準確地對基板 1 執行檢查。

**【0050】** 如此，該實施方式的基板檢查裝置中，借助作為指向性調整設備的菲涅耳透鏡 5 的作用、及作為強度調整設備的脈寬設定部 12 等的作用來消除如下問題，即在以紅外光源 2 向電荷耦合器件相機 6 的視野被基板 1 向電荷耦合器件相機 6 的視野覆蓋的方式設定紅外光源 2 的形狀及配置的情形時，產生照射至形成矩形狀的基板 1 的端緣附近的區域的紅外光的光量，極度小於照射至基板 1 的中央部附近的區域的紅外光的光量。

**【0051】** 圖 5 (a)、圖 5 (b) 及圖 6 (a)、圖 6 (b) 是表示基板 1 上的紅外光的照度分佈的說明圖。

**【0052】** 該些圖表示上述的基板檢查裝置將基板 1 的正面（正面意指占基板大部分表面積的基板表面，而非基板側面）分割為  $5 \times 5$  的 25 個區域，並將各區域中的紅外光的照度（即通過電荷耦合器件相機 6 測定的圖元值）的平均值除以照度最高的區域的平均值所得的值。此處，圖 5 (a) 表示不使用菲涅耳透鏡 5，且不通過脈寬設定部 12 對紅外光的發光強度進行調整的情形。此外，圖 5 (b) 表

示使用菲涅耳透鏡 5 但不通過脈寬設定部 12 對紅外光的發光強度進行調整的情形。此外，圖 6 (a) 表示不使用菲涅耳透鏡 5 但通過脈寬設定部 12 對紅外線的發光強度進行調整的情形。進而，圖 6 (b) 表示使用菲涅耳透鏡 5、且通過脈寬設定部 12 對紅外線的發光強度進行調整的情形。

【0053】如該些圖所示，可知借助作為指向性調整設備的菲涅耳透鏡 5 的作用、或作為強度調整設備的脈寬設定部 12 等的作用，能改善以紅外光源 2 向電荷耦合器件相機 6 的視野被基板 1 向電荷耦合器件相機 6 的視野覆蓋的方式設定紅外光源 2 的形狀及配置的情形時所產生的問題。而且，在並用作為指向性調整設備的菲涅耳透鏡 5 與作為強度調整設備的脈寬設定部 12 等的情形時，可知能獲得特別顯著的效果。

【0054】其次，使用圖 9 對本發明的第 2 實施方式進行說明。該實施方式是在第 1 實施方式的紅外光源 2 的外側追加有呈帶狀圍繞的輔助紅外光源 2A 者。該輔助紅外光源 2A 由輔助紅外光源支撐構件 3A 支撐，且經由輔助紅外光源用菲涅耳透鏡 5A，從外側如箭頭 R2 所示般傾斜地照射基板 1 的 4 角及周邊部。該情形時的輔助紅外光源用菲涅耳透鏡 5A 使紅外光向與菲涅耳透鏡 5 相反的內側傾斜地偏斜，因此為凸型的菲涅耳透鏡。但為避開中央部的紅外光源 2，該輔助紅外光源用菲涅耳透鏡 5A 是將凸菲涅耳透鏡的內側挖空而僅保留周邊部的結構的物件。另一設計是以防止來自輔助紅外光源 2A 的直接光入射至電荷耦合器件相機 6 為目的而

追加的光罩 13。該光罩 13 配置在基板 1 表面的稍上方或稍下方，以遮蔽利用由搬送帶形成的移動型的基板支撐部 4A 搬送的基板 1 的移動的方式構成，並且呈帶狀包圍基板 1。

**【0055】** 此處，關聯於追加的輔助紅外光源 2A 及光罩 13 相對於電荷耦合器件相機 6 的角度，圖 9 所示的輔助紅外光源 2A 的內側邊界角度  $\theta 4$ 、與光罩 13 的內側邊界的角度  $\theta 3$  的關係重要。

**【0056】** 結合上述的紅外光源 2 的角度  $\theta 1$ 、基板 1 的外側的角度  $\theta 2$ ，如根據圖 9 所得知般為  $\theta 2 < \theta 1 < \theta 3 < \theta 4$ 。 $\theta 1 < \theta 3$  的條件是為使由電荷耦合器件相機 6 拍攝的基板 1 的像不被光罩 13 遮蔽所必需的條件。另一方面， $\theta 3 < \theta 4$  的條件是用以使從輔助紅外光源 2A 朝向電荷耦合器件相機 6 的紅外光全部被光罩 13 遮蔽而除去直接光的條件。

**【0057】** 換言之，輔助紅外光源 2A 相對於電荷耦合器件相機 6 的視野，位於比光罩 13 相對於電荷耦合器件相機 6 的內側視野靠外側，光罩 13 覆蓋輔助紅外光源 2A。如此一來，輔助紅外光源 2A 的光不會直接到達電荷耦合器件相機 6，可利用凸型輔助紅外光源用菲涅耳透鏡 5A 的效果而傾斜地照射基板 1。除此前所述的從紅外光源 2 利用菲涅耳透鏡 5 從內側傾斜照射所得的以箭頭 R1 所示的光線以外，自外側傾斜照射所得的以箭頭 R2 所示的光線也發揮作用，因此與之前相比可利用兩者的效果而更強化光向基板 1 的 4 角及周邊部的照射，從而可實現 4 角及周邊部的暗度得到改善的均勻的照明。

【0058】該第 2 實施方式特別明確地表示本發明的核心。最大要點是通過在從電荷耦合器件相機 6 觀察的角度  $\theta_2$  與  $\theta_4$  之間完全不存在光源，而除去紅外光源 2 的直接光從該部分入射至電荷耦合器件相機 6 的可能性。相當於基板 1 的周邊部的角度  $\theta_1$  夾在  $\theta_2$  與  $\theta_4$  之間，這樣既可確保基板 1 的周邊部的外側的間隙，又可僅限於無光源的範圍，因此為不洩露直接光的結構。儘管如此，還是具有從內側照射基板 1 的 4 角及周邊的光線 R1 與從外側照射基板 1 的 4 角及周邊的光線 R2 的效果，在基板 1 上散射透射並朝向電荷耦合器件相機 6 的光通過  $\theta_3$  大於  $\theta_1$  而不受光罩 13 妨礙。

【0059】如上所述，本發明的基板檢查裝置在圖 1 所示的第 1 實施方式中，以紅外光源 2 向電荷耦合器件相機 6 的視野覆蓋基板 1 向電荷耦合器件相機 6 的視野的方式設定紅外光源 2 的形狀及配置，並且借助指向性調整設備與強度調整設備的作用而使照射至形成矩形狀的基板 1 的端緣附近的區域的紅外光的光量增加，由此可防止來自紅外光源 2 的紅外光不透射過基板 1 便入射至電荷耦合器件相機 6，並且可對基板 1 全體均勻地照射紅外光來準確地檢查基板 1。

【0060】進而，圖 9 所示的第 2 實施方式中，包括從基板 1 的周邊外側進行照射的輔助紅外光源 2A，並且輔助紅外光源 2A 向電荷耦合器件相機 6 的視野被光罩 13 的視野覆蓋，由此可防止來自輔助紅外光源 2A 的紅外光不透射過基板 1 便入射至電荷耦合器件

相機 6，並且可利用從基板 1 的內側照射的光線 R1 與從外側照射的光線 R2 的效果，對基板 1 全體更均勻地照射紅外光來準確地檢查基板 1。

**【0061】** 另外，上述的實施方式中，對以成爲形成有防反射膜之前或形成有防反射膜之後的太陽能電池單元的前階段的基板 1 為檢查物件的情形進行了說明，但也可將本發明應用於通過紅外透射光檢查其他基板的基板檢查裝置。即，可應用本發明的基板 1 只要能以某種程度、例如 1% 左右以上散射透射透射光，且能利用電荷耦合器件相機 6 以所需的信噪比（signal-to-noise ratio）拍攝透射光即可。在矽基板上形成有電極的單元，通常背側電極爲整個表面由鋁覆蓋的所謂的不透明的整面電極，該情形時紅外光完全不透射，因此不作爲本發明的對象。然而，如果爲使用透明電極代替鋁電極的情形、或背電極也不爲整面電極而形成爲條紋狀從而可拍攝透射像的太陽能電池基板，則即便在形成有包含電極的單元的情形時，也可應用本發明。

### 【符號說明】

#### **【0062】**

1：基板

2：紅外光源

2A：輔助紅外光源

3：支撐構件

3A：輔助紅外光源支撐構件

4：基板支撐部

4A：移動型的基板支撐部

5：菲涅耳透鏡

5A：輔助紅外光源用菲涅耳透鏡

6：相機

7：發光二極體元件

9：控制部

11：圖像處理部

12：脈寬設定部

13：光罩

C：基板的中央部

D：基板的左端部

E1、E2、E3、E4：照射區域

L1、L2、L3、L4：供電線

R1：從紅外光源 2 照射基板的光線

R2：從輔助紅外光源 2A 照射基板的光線

$\theta_1$ ：從電荷耦合器件相機觀察基板的角度

$\theta_2$ ：從電荷耦合器件相機觀察紅外光源的角度

$\theta_3$ ：光罩的內側邊界的角度

$\theta_4$ ：輔助紅外光源的內側邊界角度

## 申請專利範圍

1、一種基板檢查裝置，相對於由基板支撐部支撐的基板的正面而在互為相反的側設置相機與紅外光源，且通過所述相機測定從所述紅外光源照射並透射過所述基板的紅外光來檢查所述基板，其特徵在於：

將所述紅外光源的形狀及配置設為所述相機的所述紅外光源的視野利用所述相機的所述基板的視野而被覆蓋的構成，並且

所述基板檢查裝置包括指向性調整設備及強度調整設備中的至少一者，所述指向性調整設備使從所述紅外光源照射至所述基板的紅外光的照射方向朝向所述基板的端緣方向，且所述強度調整設備調整從所述紅外光源照射至所述基板的紅外光的強度，使得在所述基板的端緣區域上，所述紅外光的強度大於在所述基板的中央部上的所述紅外光的強度。

2、根據申請專利範圍第1項所述的基板檢查裝置，其中相對於由所述基板支撐部支撐的基板而在與所述相機為相反側的位置上接近於所述基板來配置所述紅外光源，且

使從所述相機觀察到的所述紅外光源的外形設為與所述基板的外形相似的形狀、且設為所述基板以下的大小。

3、根據申請專利範圍第1項或第2項所述的基板檢查裝置，其中所述指向性調整設備為菲涅耳透鏡。

4、根據申請專利範圍第1項或第2項所述的基板檢查裝置，

其中

所述紅外光源由出射紅外光的多個發光二極體元件構成，且

所述強度調整設備可將所述多個發光二極體元件劃分為多個

區域，並針對所述各區域決定所述發光二極體元件的發光強度。

5、根據申請專利範圍第 4 項所述的基板檢查裝置，其中所述強度調整設備對應所述基板的表面狀態而針對所述各區域決定所述發光二極體元件的發光強度。

6、根據申請專利範圍第 1 項所述的基板檢查裝置，其中將輔助紅外光源設置在所述紅外光源的周圍，通過所述輔助紅外光源從外側傾斜照明所述基板，並且配置光罩，且利用所述相機的所述光罩的視野覆蓋所述相機的所述輔助紅外光源的視野，來防止所述輔助紅外光源的紅外光不透射過所述基板便到達所述相機的情況。

7、一種基板檢查裝置，相對於由基板支撐部支撐的基板的正面而在互為相反的側設置相機與紅外光源，且通過所述相機測定從所述紅外光源照射並透射過所述基板的紅外光來檢查所述基板，其特徵在於：

將所述紅外光源的形狀及配置設為所述相機的所述紅外光源的視野被所述相機的所述基板的視野覆蓋的構成，並且將輔助紅外光源設置在所述紅外光源的周圍，通過所述輔助紅外光源從外側傾斜照明所述基板，並且配置光罩，且利用所述相機的所述光罩的視野覆蓋所述相機的所述輔助紅外光源的視野，來防止輔助

紅外光源的紅外光不透射過所述基板便到達所述相機的情況。

8、一種基板檢查裝置用透射照明裝置，用於通過相機測定透射過基板的紅外光來檢查所述基板的基板檢查裝置，其特徵在於包括：

紅外光源，照射紅外光，並且以利用所述相機的視野被所述相機的所述基板的視野覆蓋的方式構成所述紅外光源的形狀及配置；以及

指向性調整設備及強度調整設備中的至少一者，所述指向性調整設備使從所述紅外光源照射至所述基板的紅外光的照射方向朝向所述基板的端緣方向，且所述強度調整設備調整從所述紅外光源照射至所述基板的紅外光的強度，使得在所述基板的端緣區域上，所述紅外光的強度大於在所述基板的中央部上的所述紅外光的強度。

9、根據申請專利範圍第 8 項所述的基板檢查裝置用透射照明裝置，其中所述紅外光源從所述相機觀察到的外形為與所述基板的外形相似的形狀，且具有所述基板以下的大小，並且所述紅外光源相對於所述基板而在與所述相機為相反側的位置上接近於所述基板來配置。

## 圖式

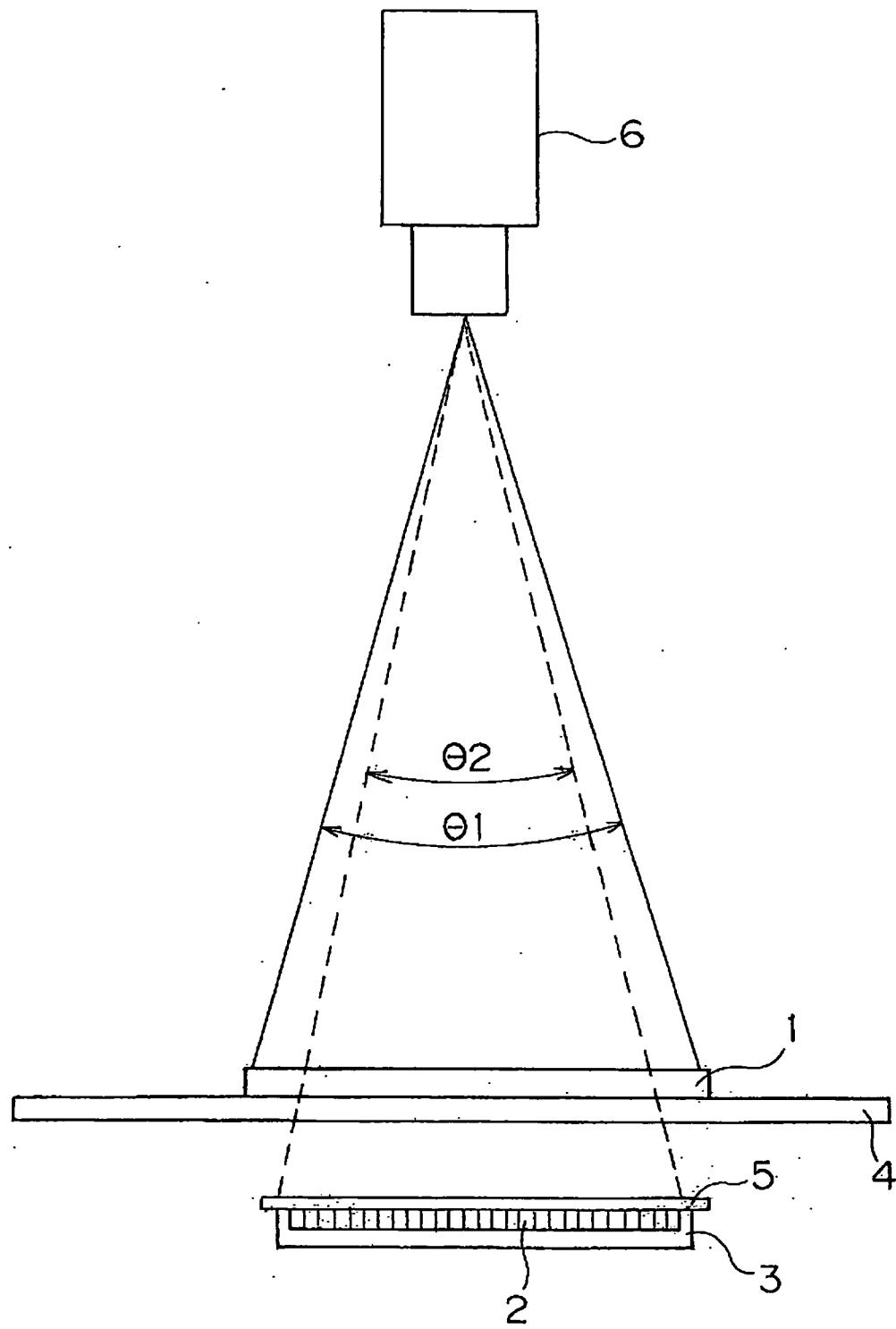


圖 1

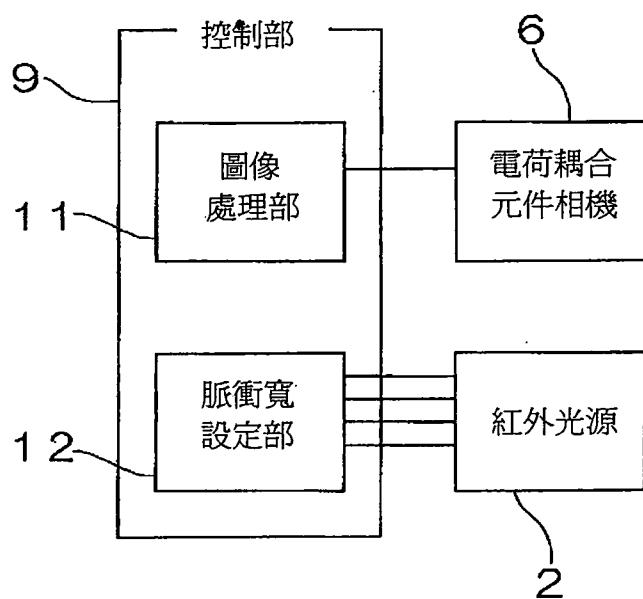


圖 2

I476400

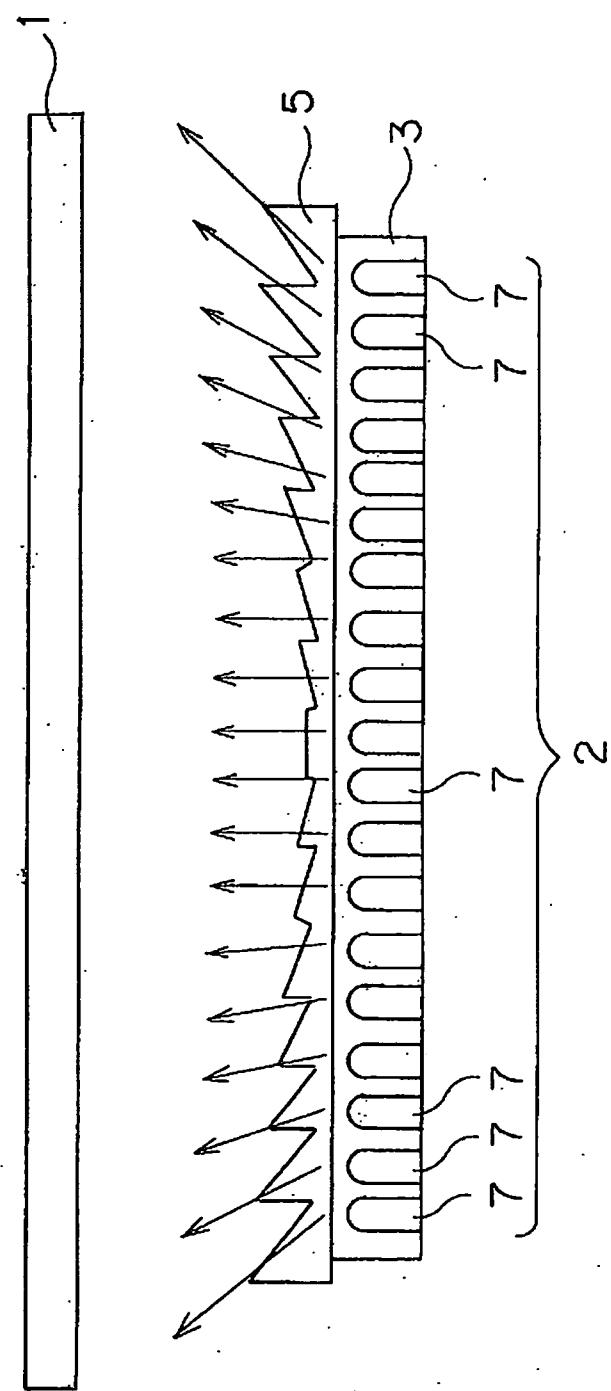


圖 3

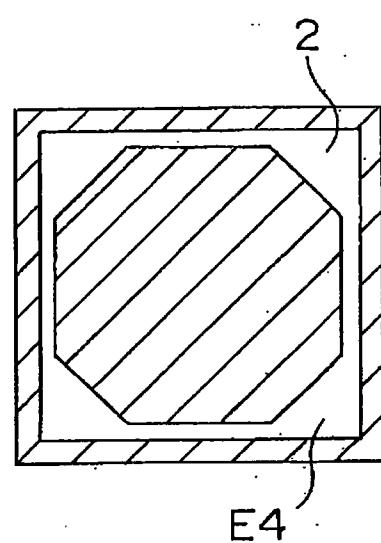
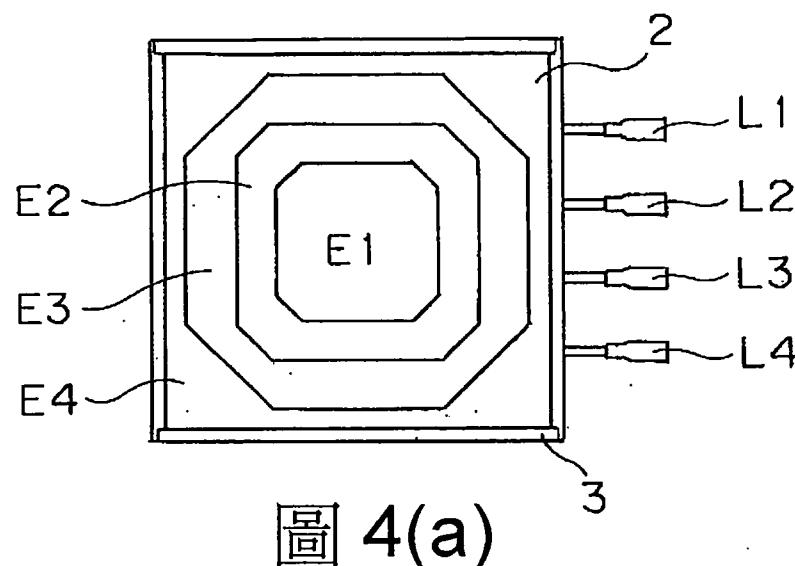


圖 4(b)

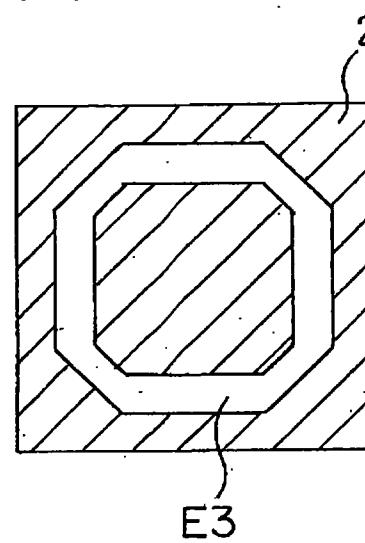


圖 4(c)

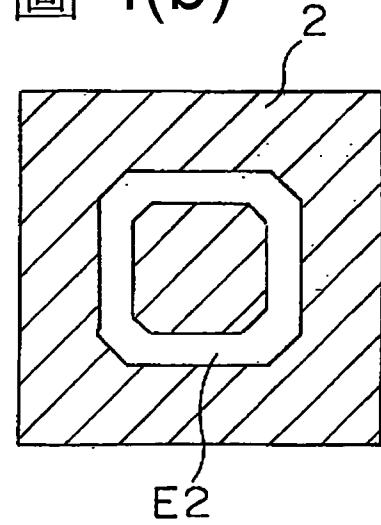


圖 4(d)

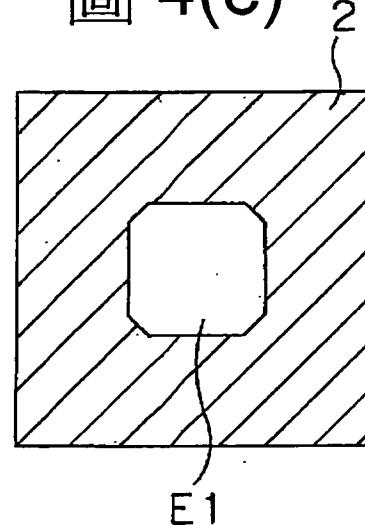


圖 4(e)

O. 24	O. 44	O. 27
O. 77	O. 88	
O. 46	1. 00	O. 43
O. 83	O. 89	
O. 20	O. 38	O. 22

圖 5(a)

O. 30	O. 51	O. 35
O. 81	O. 88	
O. 52	1. 00	O. 55
O. 86	O. 85	
O. 31	O. 44	O. 32

圖 5(b)

O. 45	O. 66	O. 47
O. 91	O. 99	
O. 66	O. 99	O. 60
O. 99	1. 00	
O. 41	O. 54	O. 39

圖 6(a)

O. 57	O. 75	O. 68
O. 87	O. 94	
O. 77	O. 94	O. 82
O. 93	1. 00	
O. 58	O. 64	O. 62

圖 6(b)

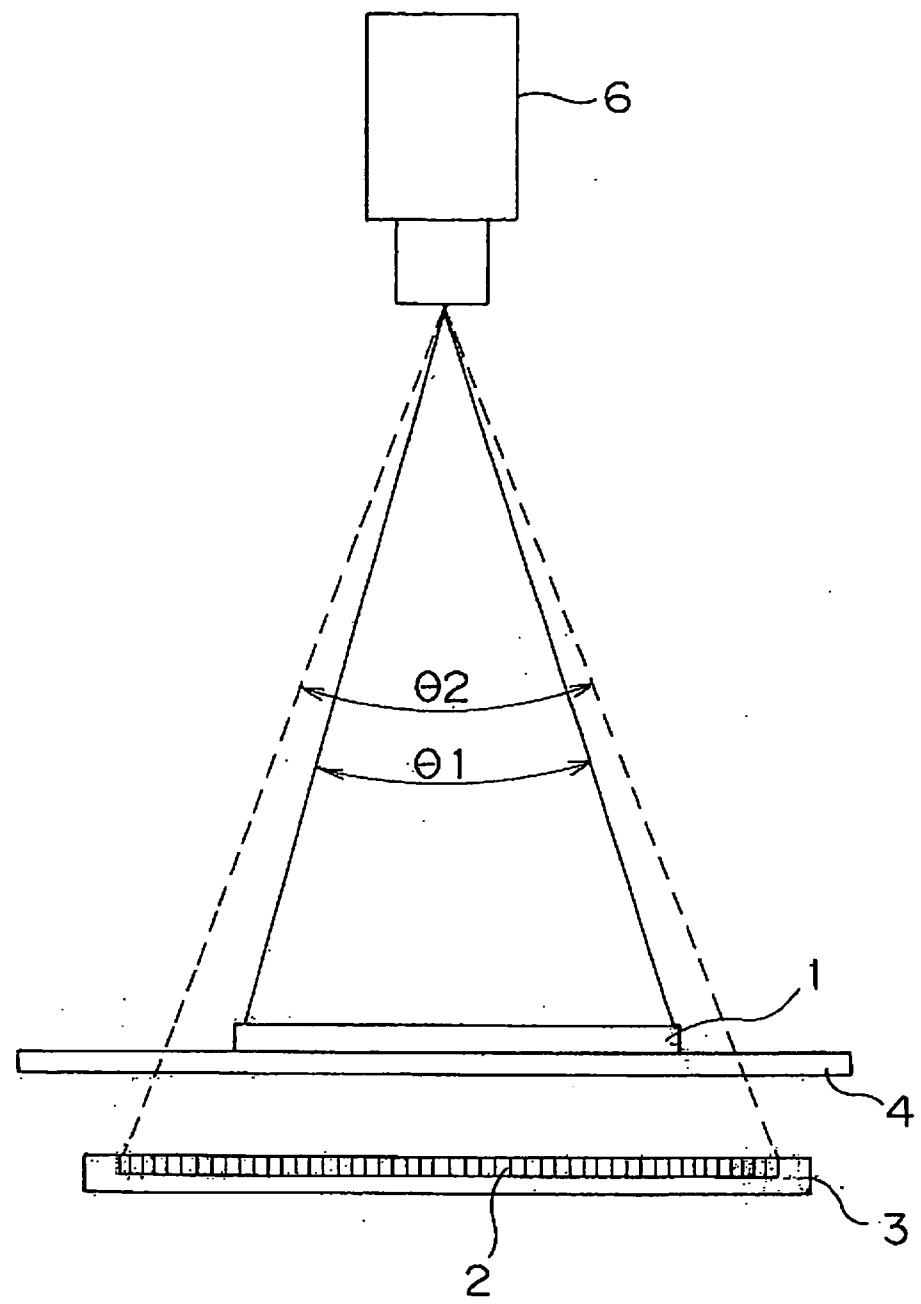


圖 7

I476400

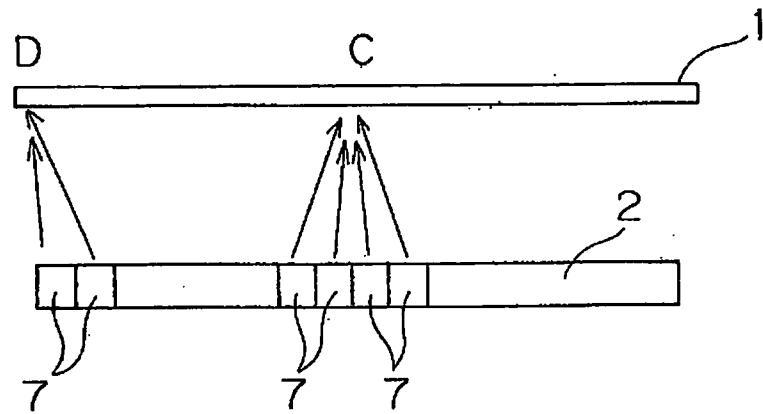


圖 8(a)

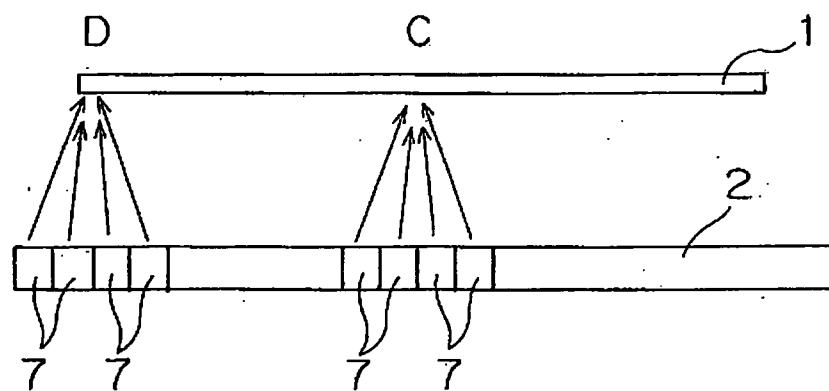


圖 8(b)

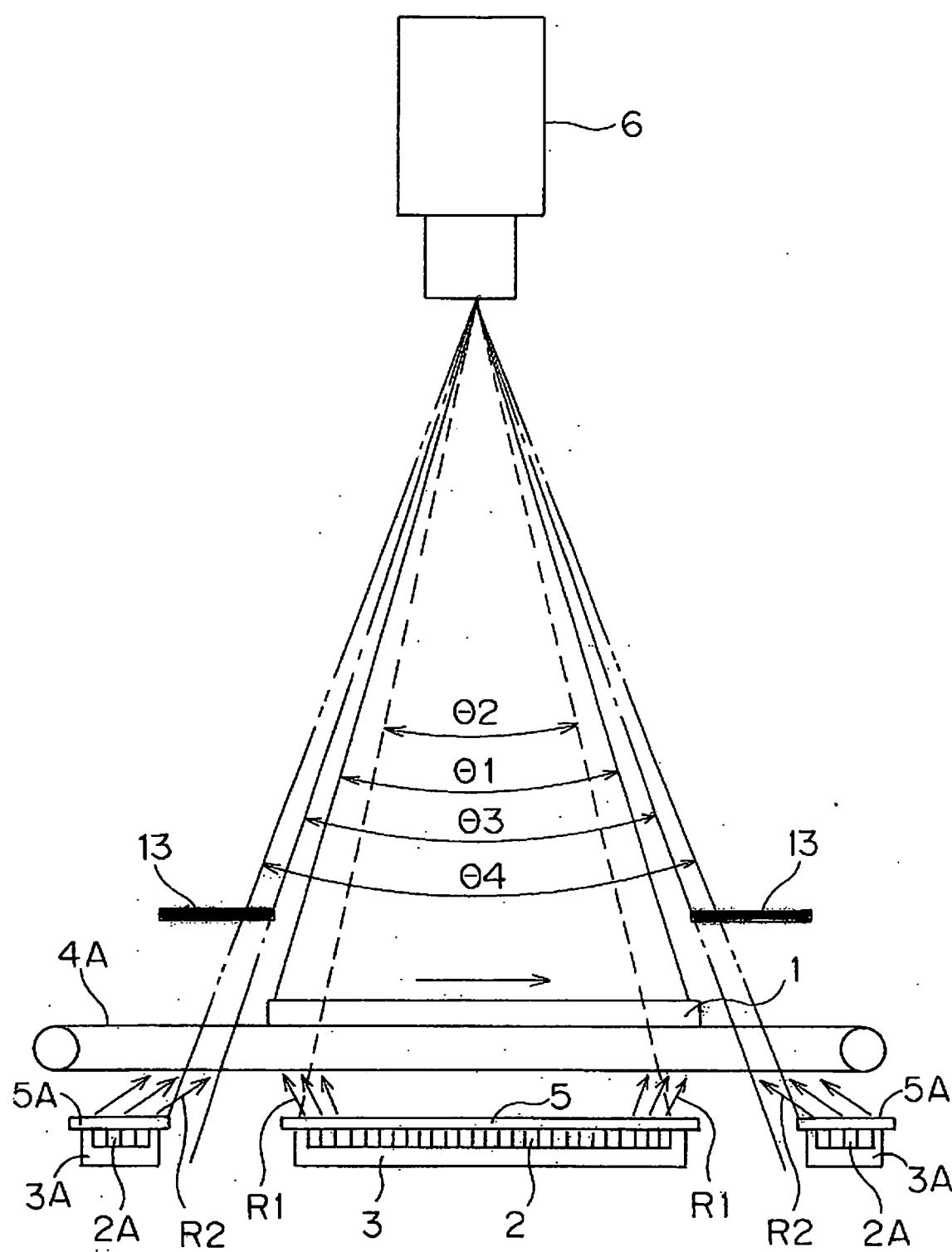


圖 9