



(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 I855137 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：109128407 (22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 20 日
(51)Int. Cl. : H01L27/14 (2006.01) G01J3/14 (2006.01)
(30)優先權：2019/08/23 日本 2019-152775
(71)申請人：日商濱松赫德尼古斯股份有限公司 (日本) HAMAMATSU PHOTONICS K.K. (JP)
日本
(72)發明人：下原健史 SHIMOHARA, TAKESHI (JP)
(74)代理人：陳長文
(56)參考文獻：
TW I568009B TW 201918723A
JP 2012-80065A JP 2019-02953A
審查人員：陳昇聰
申請專利範圍項數：18 項 圖式數：4 共 34 頁

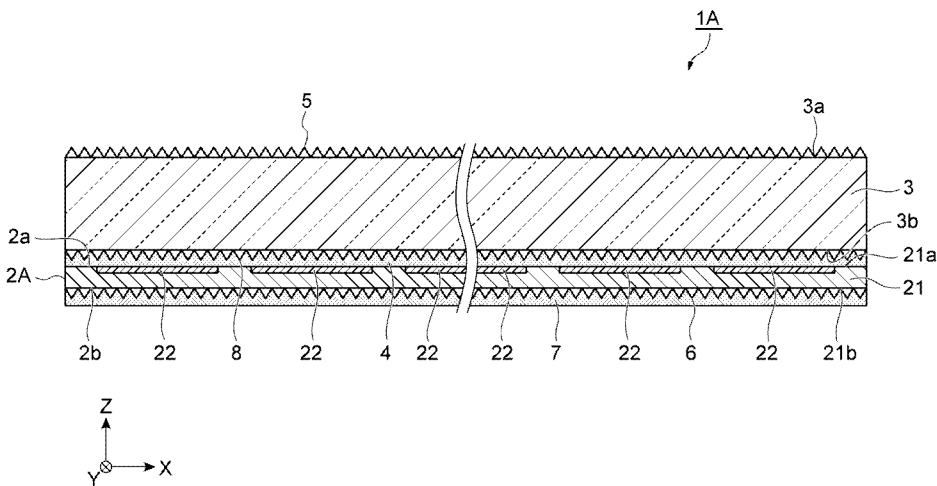
(54)名稱
光檢測裝置
(57)摘要

本發明之光檢測裝置具備：光半導體元件，其具有複數個受光部；及透光基板，其直接地接合於光半導體元件或僅介隔透光性之接著層而接合於光半導體元件。於透光基板之與光半導體元件相反側之表面，設置有具有凹凸構造之第 1 折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向透光基板自空氣之折射率向透光基板之折射率連續地變化。若將光半導體元件與第 1 折射率變化層之間的距離設為 A，將複數個受光部中相鄰之受光部之間的距離設為 B，將相對於空氣之折射率之透光基板之折射率設為 n，則 $A > B/[2 \tan\{\sin^{-1}(\sin 1^\circ/n)\}]$ 成立。

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1A: 光檢測裝置
- 2A: 光半導體元件
- 2a, 2b: 表面
- 3: 透光基板
- 3a, 3b: 表面
- 4: 接著層
- 5: 第 1 折射率變化層
- 6: 第 2 折射率變化層
- 7: 光吸收層
- 8: 第 3 折射率變化層
- 21: 半導體基板
- 21a, 21b: 表面



【圖1】

I855137

TW I855137 B

22:受光部



I855137

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光檢測裝置

【中文】

本發明之光檢測裝置具備：光半導體元件，其具有複數個受光部；及透光基板，其直接地接合於光半導體元件或僅介隔透光性之接著層而接合於光半導體元件。於透光基板之與光半導體元件相反側之表面，設置有具有凹凸構造之第1折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向透光基板自空氣之折射率向透光基板之折射率連續地變化。若將光半導體元件與第1折射率變化層之間的距離設為A，將複數個受光部中相鄰之受光部之間的距離設為B，將相對於空氣之折射率之透光基板之折射率設為n，則 $A > B/[2 \tan \{ \sin^{-1}(\sin 1^\circ/n) \}]$ 成立。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1A:光檢測裝置

2A:光半導體元件

2a, 2b:表面

3:透光基板

3a, 3b:表面

4:接著層

5:第1折射率變化層

6:第2折射率變化層

7:光吸收層

8:第3折射率變化層

21:半導體基板

21a, 21b:表面

22:受光部

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光檢測裝置

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種光檢測裝置。

【先前技術】

【0002】 已知有具備具有複數個受光部之光半導體元件、及接合於光半導體元件之透光基板之光檢測裝置。於此種光檢測裝置中，透光基板作為薄型化之光半導體元件之補強基板發揮功能。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 專利文獻1：日本專利特開平10-125883號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】 於上述般之光檢測裝置中，光半導體元件薄型化，並且複數個受光部高密度化。然而，若對於透光基板確保充分之厚度且減小相鄰之受光部之間的距離，則在相鄰之受光部之間產生的串擾有時會成為問題。

【0005】 本發明之目的在於提供可減少相鄰之受光部之間產生的串擾之光檢測裝置。

[解決問題之技術手段]

【0006】 本發明之一態樣之光檢測裝置具備：光半導體元件，其具有複數個受光部；及透光基板，其直接地接合於光半導體元件或僅介隔透

光性之接著層而接合於光半導體元件；於透光基板之與光半導體元件相反側之表面，設置有具有凹凸構造之第1折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向透光基板自空氣之折射率向透光基板之折射率連續地變化，若將光半導體元件與第1折射率變化層之間的距離設為A，將複數個受光部中相鄰之受光部之間的距離設為B，將相對於空氣之折射率之透光基板之折射率設為n，則 $A > B/[2 \tan \{ \sin^{-1}(\sin 1^\circ/n) \}]$ 成立。

【0007】於本發明之一態樣之光檢測裝置中，若將光半導體元件與第1折射率變化層之間的距離設為A，將相鄰之受光部之間的距離設為B，將相對於空氣之折射率之透光基板之折射率設為n，則 $A > B/[2 \tan \{ \sin^{-1}(\sin 1^\circ/n) \}]$ 成立。該關係式係指，於以入射角 1° 入射至透光基板之與光半導體元件相反側的表面之光朝向相鄰之受光部中之一個受光部前進的情形時，該光中之一部分光由光半導體元件之透光基板側之表面、及透光基板之與光半導體元件相反側之表面依次反射時，該一部分光可能朝向相鄰之受光部中之另一個受光部前進。即，於本發明之一態樣之光檢測裝置中，可以說對於透光基板確保充分之厚度，且減小相鄰之受光部之間的距離到甚至以入射角 1° 入射至透光基板之光也仍是相鄰之受光部之間產生串擾之原因的程度。此處，於本發明之一態樣之光檢測裝置中，具有凹凸構造之第1折射率變化層設置於透光基板之與光半導體元件相反側之表面，該凹凸構造係折射率朝向透光基板自空氣之折射率向透光基板之折射率連續地變化。因此，於以入射角 1° 入射至透光基板之與光半導體元件相反側之表面之光朝向相鄰之受光部中之一個受光部前進的情形時，即便該光中之一部分光由光半導體元件之透光基板側之表面反射，而該一部分光亦不易由透光基板之與光半導體元件相反側之表面反射，其結果，該一部分光不易朝向相鄰之受光部中之另一個受光部前進。因此，根據本發明之一態

樣之光檢測裝置，可減少於相鄰之受光部之間產生之串擾。

【0008】於本發明之一態樣之光檢測裝置中，亦可為於光半導體元件中，複數個受光部設置於沿著半導體基板之透光基板側之表面之部分，於半導體基板之與透光基板相反側之表面，設置有具有凹凸構造之第2折射率變化層，第2折射率變化層之凹凸構造之折射率朝向半導體基板，自於與半導體基板相反側處與第2折射率變化層相接之區域之折射率向半導體基板之折射率連續地變化。藉此，即便入射至相鄰之受光部中之一個受光部之光中之一部分光透過半導體基板，而該一部分光亦不易由半導體基板之與透光基板相反側之表面反射，其結果，該一部分光不易朝向相鄰之受光部中之另一個受光部前進。因此，例如於隨著半導體基板之薄型化，而入射至相鄰之受光部中之一個受光部之光中之一部分光可能透過半導體基板之情形時，亦可減少於相鄰之受光部之間產生之串擾。進而，即便於相鄰之受光部中之一個受光部中產生因電荷之再耦合所致之自發光，而自發光引起之光亦不易由半導體基板之與透光基板相反側之表面反射，其結果，自發光引起之光不易朝向相鄰之受光部中之另一個受光部前進。因此，於受光部具有可產生因電荷之再耦合所致之自發光之構成之情形時，亦可減少於相鄰之受光部之間產生之串擾。

【0009】於本發明之一態樣之光檢測裝置中，亦可為於半導體基板之與透光基板相反側之表面，設置有覆蓋第2折射率變化層之光吸收層，第2折射率變化層之凹凸構造之折射率朝向半導體基板自光吸收層之折射率向半導體基板之折射率連續地變化。藉此，因入射至半導體基板之與透光基板相反側之表面之光(透過半導體基板之一部分光、自發光引起之光等)由光吸收層吸收，故而可防止該光向外部出射後再入射至光半導體元

件。

【0010】 於本發明之一態樣之光檢測裝置中，亦可為透光基板僅介隔接著層而接合於光半導體元件，於透光基板之光半導體元件側之表面，設置有具有凹凸構造之第3折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向透光基板自接著層之折射率向透光基板之折射率連續地變化。藉此，因光不易由透光基板之光半導體元件側之表面反射，故而可更確實地減少於相鄰之受光部之間產生之串擾。

【0011】 於本發明之一態樣之光檢測裝置中，亦可為於光半導體元件中，複數個受光部設置於沿著半導體基板之與透光基板相反側之表面之部分。如此，於光半導體元件具有背面入射型之構成之情形時，亦可減少於相鄰之受光部之間產生之串擾。

【0012】 於本發明之一態樣之光檢測裝置中，亦可為於半導體基板之與透光基板相反側之表面，設置有光吸收層。藉此，於入射至半導體基板之光可能透過半導體基板之情形時，亦因該光由光吸收層吸收，故而可防止該光向外部出射後再入射至光半導體元件。進而，於受光部具有可產生因電荷之再耦合所致之自發光之構成之情形時，自發光引起之光亦由光吸收層吸收，故而可防止自發光引起之光向外部出射後再入射至光半導體元件。

【0013】 於本發明之一態樣之光檢測裝置中，亦可為透光基板僅介隔接著層而接合於光半導體元件，於透光基板之光半導體元件側之表面，設置有具有凹凸構造之第3折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向透光基板自接著層之折射率向透光基板之折射率連續地變化。藉此，因光不易由透光基板之光半導體元件側之表面反射，故而可更確實地減少於相鄰之

受光部之間產生之串擾。

【0014】於本發明之一態樣之光檢測裝置中，亦可為透光基板僅介隔接著層而接合於光半導體元件，於半導體基板之透光基板側之表面，設置有具有凹凸構造之第4折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向半導體基板自接著層之折射率向半導體基板之折射率連續地變化。藉此，因光不易由半導體基板之透光基板側之表面反射，故而可更確實地減少於相鄰之受光部之間產生之串擾。

【0015】於本發明之一態樣之光檢測裝置中，透光基板亦可為玻璃基板。藉此，可容易且確實地獲得作為補強基板發揮功能之透光基板。

【0016】於本發明之一態樣之光檢測裝置中，第1折射率變化層亦可為與透光基板為不同個體之層。藉此，可容易且確實地獲得具有折射率連續地變化之功能之第1折射率變化層。

【0017】於本發明之一態樣之光檢測裝置中，第1折射率變化層亦可與透光基板一體地形成。藉此，可削減光檢測裝置之零件個數。

[發明之效果]

【0018】根據本發明，可提供一種可減少相鄰之受光部之間產生之串擾的光檢測裝置。

【圖式簡單說明】

【0019】

圖1係第1實施方式之光檢測裝置之剖視圖。

圖2係表示透光基板之厚度與內部反射光到達之距離之關係的模式圖。

圖3係表示光半導體元件與第1折射率變化層之間的距離、與相鄰之

受光部之間的距離之關係的圖表。

圖4係第2實施方式之光檢測裝置之剖視圖。

【實施方式】

【0020】 以下，參照圖式對本發明之實施方式詳細地進行說明。再者，於各圖中對相同或相當部分標註相同符號，並省略重複之說明。

[第1實施方式]

【0021】 如圖1所示，第1實施方式之光檢測裝置1A具備光半導體元件2A及透光基板3。光半導體元件2A具有於Z方向上相互對向之表面2a、2b。透光基板3具有於Z方向上相互對向表面3a、3b。透光基板3以表面3b與表面2a相對之狀態，配置於光半導體元件2A上。因此，表面2a係光半導體元件2A之透光基板3側之表面，表面2b係光半導體元件2A之與透光基板3相反側之表面。又，表面3a係透光基板3之與光半導體元件2A相反側之表面，表面3b係透光基板3之光半導體元件2A側之表面。於本實施方式中，表面2a、表面2b、表面3a及表面3b相互平行。以下，將垂直於Z方向之一方向稱為X方向，將垂直於Z方向及X方向之方向稱為Y方向。

【0022】 光半導體元件2A具有半導體基板21及複數個受光部22。半導體基板21具有於Z方向上相互對向之表面21a、21b。表面21a係半導體基板21之透光基板3側之表面，表面21b係半導體基板21之與透光基板3相反側之表面。半導體基板21例如由第1導電型之半導體材料形成為矩形板狀。作為一例，X方向上之半導體基板21之寬度為15 mm左右，Y方向上之半導體基板21之寬度為15 mm左右，Z方向上之半導體基板21之寬度(即，半導體基板21之厚度)為20 μm 左右。

【0023】 複數個受光部22設置於沿著半導體基板21之表面21a之部

分。複數個受光部22例如沿著X方向及Y方向呈矩陣狀排列。各受光部22例如係光電二極體(與PN接面對應之部分)，該光電二極體藉由於包含第1導電型之半導體材料之半導體基板21中沿著表面21a之部分形成第2導電型之區域而構成。作為一例，X方向上之各受光部22之寬度為50 μm 左右，Y方向上之各受光部22之寬度為50 μm 左右。又，作為一例，於X方向上相鄰之受光部22之間的距離為1 μm 左右，於Y方向上相鄰之受光部22之間的距離為1 μm 左右。

【0024】 光半導體元件2A係以透光基板3側之表面2a為受光面之受光元件。如上所述，由於在沿著半導體基板21之透光基板3側之表面21a之部分設置有複數個受光部22，故而光半導體元件2A係表面入射型之受光元件。因此，雖然省略了圖示，但是於半導體基板21，設置有與複數個受光部22電性地連接之複數條配線(複數條貫通配線等)，於半導體基板21之與透光基板3相反側之表面21b，設置有與複數條配線電性地連接之複數個焊墊。再者，光半導體元件2A只要係以複數個受光部22作為複數個光檢測通道發揮功能之方式構成之表面入射型之受光元件，則並不限定於具有上述構成者。

【0025】 透光基板3藉由透光性之接著層4接合於光半導體元件2A。於本實施方式中，透光基板3係玻璃基板，例如，形成為矩形板狀。作為一例，X方向上之透光基板3之寬度為15 mm左右，Y方向上之透光基板3之寬度為15 mm左右，Z方向上之透光基板3之寬度(即，透光基板3之厚度)為300 μm ～500 μm 左右。

【0026】 接著層4例如由環氧樹脂等構成。作為一例，Z方向上之接著層4之寬度(即，接著層4之厚度)為50 μm 左右。於光檢測裝置1A中，透

光基板3僅介隔透光性之接著層4而接合於光半導體元件2A。再者，於本說明書中，透光基板僅介隔透光性之接著層而接合於光半導體元件之表達係指，於光半導體元件與透光基板之間僅存在接著層之狀態，或於光半導體元件與透光基板之間僅存在接著層及下述至少1個折射率變化層之狀態。

【0027】 於透光基板3之表面3a，設置有第1折射率變化層5。第1折射率變化層5具有凹凸構造，該凹凸構造係折射率朝向透光基板3自空氣之折射率向透光基板3之折射率連續地變化。第1折射率變化層5之凹凸構造例如由以100 nm～200 nm左右之中心間距離排列之複數個凸部或複數個凹部構成，有時被稱為蛾眼構造。第1折射率變化層5防止自空氣側入射至表面3a之光由表面3a反射、及自透光基板3側入射至表面3a之光由表面3a反射。第1折射率變化層5係與透光基板3為不同個體之層。作為一例，第1折射率變化層5藉由將膜狀之第1折射率變化層5貼附於透光基板3之表面3a而構成。

【0028】 於半導體基板21之表面21b，設置有第2折射率變化層6。第2折射率變化層6具有凹凸構造，該凹凸構造係折射率朝向半導體基板21自下述光吸收層7之折射率向半導體基板21之折射率連續地變化。第2折射率變化層6之凹凸構造例如由以100 nm～200 nm左右之中心間距離排列之複數個凸部或複數個凹部構成，有時被稱為蛾眼構造。第2折射率變化層6防止自半導體基板21側入射至表面21b之光由表面21b反射。第2折射率變化層6係與半導體基板21為不同個體之層。作為一例，第2折射率變化層6藉由將膜狀之第2折射率變化層6貼附於半導體基板21之表面21b而構成。

【0029】於半導體基板21之表面21b，設置有覆蓋第2折射率變化層6之光吸收層7。光吸收層7例如由黑樹脂等構成。光吸收層7吸收自半導體基板21側入射至第2折射率變化層6之光。

【0030】於透光基板3之表面3b，設置有第3折射率變化層8。第3折射率變化層8具有凹凸構造，該凹凸構造係折射率朝向透光基板3自接著層4之折射率向透光基板3之折射率連續地變化。第3折射率變化層8之凹凸構造例如由以100 nm～200 nm左右之中心間距離排列之複數個凸部或複數個凹部構成，有時被稱為蛾眼構造。第3折射率變化層8防止自接著層4側入射至表面3b之光由表面3b反射、及自透光基板3側入射至表面3b之光由表面3b反射。第3折射率變化層8係與透光基板3為不同個體之層。作為一例，第3折射率變化層8藉由將膜狀之第3折射率變化層8貼附於透光基板3之表面3b而構成。

【0031】於光檢測裝置1A中，若將光半導體元件2A與第1折射率變化層5之間的距離設為A，將於複數個受光部22中相鄰之受光部22之間的距離設為B，將相對於空氣之折射率之透光基板3之折射率設為n，則下述式(1)成立。

$$A > B / [2 \tan \{ \sin^{-1}(\sin 1^\circ / n) \}] \cdots (1)$$

【0032】上述式(1)係指，於以入射角1°入射至透光基板3之表面3a之光朝向相鄰之受光部22中之一個受光部22(以下，簡稱為「一個受光部22」)前進之情形時，該光中之一部分光由光半導體元件2A之表面2a及透光基板3之表面3a依次反射時，該一部分光可能朝向相鄰之受光部22中之另一個受光部22(以下，簡稱為「另一個受光部22」)前進。再者，於各受光部22例如為藉由於包含第1導電型之半導體材料之半導體基板21形成第

2導電型之區域而構成的光電二極體(與PN接面對應之部分)之情形時，所謂相鄰之受光部22之間的距離B，係指相鄰之第2導電型之區域之間的距離。亦可將相鄰之受光部22之間的距離B理解為相鄰之空乏層(光半導體元件2A之通常驅動時之空乏層)之間的距離。

【0033】 參照圖2對上述式(1)詳細地進行說明。於圖2所示之構成中，透光基板3直接地接合於光半導體元件2A，未於透光基板3之表面3a設置第1折射率變化層5。

【0034】 於圖2所示之構成中，對以下情形進行研究：光L以入射角 α 入射至透光基板3之表面3a後以折射角 β 於透光基板3內前進，光L中之一部分光L1由光半導體元件2A之表面2a及透光基板3之表面3a依次反射。於該情形時，若將相對於空氣之折射率之透光基板3之折射率設為n，將透光基板3之厚度設為T，將內部反射光到達之距離(光L到達至光半導體元件2A之表面2a之位置與由透光基板3之表面3a反射之一部分光L1到達至光半導體元件2A之表面2a之位置的距離)設為D，則下述式(2)及式(3)成立。

$$n = \sin\alpha / \sin\beta \cdots (2)$$

$$D = T \times \tan\beta \times 2 \cdots (3)$$

【0035】 根據上述式(2)及式(3)，獲得下述式(4)。

$$D = 2 \times T \times \tan \{ (\sin^{-1}(\sin\alpha/n)) \} \cdots (4)$$

【0036】 此處，於若將相鄰之受光部22之間的距離設為B，則下述式(5)成立之情形時，朝向一個受光部22前進之光L中之一部分光L1由光半導體元件2A之表面2a及透光基板3之表面3a依次反射，藉此可能朝向另一個受光部22前進(以下，將該狀態稱為「於相鄰之受光部22之間可能產生串擾之狀態」)。

$$D > B \cdots (5)$$

【0037】 根據上述式(4)及式(5)，獲得下述式(6)。

$$T > B/[2 \tan \{ \sin^{-1}(\sin \alpha / n) \}] \cdots (6)$$

【0038】 於光檢測裝置1A中，可以說接著層4與透光基板3相比較薄，因此可將接著層4視為與透光基板3相同之構件，將上述式(6)中之T替換為A(光半導體元件2A與第1折射率變化層5之間的距離)。又，於光檢測裝置1A中，謀求的是對於透光基板確保充分之厚度、及減小相鄰之受光部22之間的距離到即使以入射角 $\alpha = 1^\circ$ 入射至透光基板3之光L也仍是可能於相鄰之受光部22之間產生串擾之狀態的程度。

【0039】 根據以上內容，於光檢測裝置1A中，上述式(1)成立。圖3係表示光半導體元件2A與第1折射率變化層5之間的距離A、與相鄰之受光部22之間的距離B之關係的圖表。於圖3所示之圖表中，實線之直線表示 $A = B/[2 \tan \{ \sin^{-1}(\sin 1^\circ / n) \}]$ 。因此，光檢測裝置1A中之距離A及距離B成為較實線之直線靠下側之區域的值。

【0040】 如以上所說明，於光檢測裝置1A中，若將光半導體元件2A與第1折射率變化層5之間的距離設為A，將相鄰之受光部22之間的距離設為B，將相對於空氣之折射率之透光基板3之折射率設為n，則 $A > B/[2 \tan \{ \sin^{-1}(\sin 1^\circ / n) \}]$ 成立。該關係式係指，於以入射角 1° 入射至透光基板3之表面3a之光朝向一個受光部22前進之情形時，該光中之一部分光由光半導體元件2A之表面2a及透光基板3之表面3a依次反射時，該一部分光可能朝向另一個受光部22前進。即，於光檢測裝置1A中，可以說是對於透光基板3確保充分之厚度，且減小相鄰之受光部22之間的距離到甚至以入射角 1° 入射至透光基板3之光也仍是相鄰之受光部22之間產生串擾

之原因的程度。此處，於光檢測裝置1A中，具有凹凸構造之第1折射率變化層5設置於透光基板3之表面3a，該凹凸構造係折射率朝向透光基板3自空氣之折射率向透光基板3之折射率連續地變化。因此，於以入射角 1° 入射至透光基板3之表面3a之光朝向一個受光部22前進之情形時，即便該光中之一部分光由光半導體元件2A之表面2a反射，而該一部分光亦不易由透光基板3之表面3a反射，其結果，該一部分光不易朝向另一個受光部22前進。因此，根據光檢測裝置1A，可減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。

【0041】 於入射至透光基板3之表面3a之光朝向一個受光部22前進之情形時，該光中之一部分光由光半導體元件2A之表面2a及透光基板3之表面3a依次反射時，作為用以防止該一部分光朝向另一個受光部22前進之方法，亦考慮使透光基板3變薄。然而，有透光基板3之薄型化導致光檢測裝置1A之耐久性降低或光檢測裝置1A之翹曲等問題之虞。因此，於光檢測裝置1A中，關於透光基板3，實現如下構成：確保不會有引起這種問題之擔憂之厚度(即，甚至以入射角 1° 入射至透光基板3之光，亦會成為於相鄰之受光部22之間產生串擾之原因的厚度)，且可減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。

【0042】 又，若於光半導體元件2A與透光基板3之間之區域配置有透鏡等光學要素，則有入射至該區域之光(透過透光基板3之光、由半導體基板21反射之光、自發光引起之光等)由光學要素反射而產生串擾之虞。於光檢測裝置1A中，採用如下簡單之構成：透光基板3僅介隔透光性之接著層4而接合於光半導體元件2A，將可能產生此種串擾之光學要素排除。

【0043】 又，於光檢測裝置1A中，於光半導體元件2A中，複數個

受光部22設置於沿著半導體基板21之表面21a之部分，具有凹凸構造之第2折射率變化層6設置於半導體基板21之表面21b，該凹凸構造係折射率朝向半導體基板21自光吸收層7之折射率向半導體基板21之折射率連續地變化。藉此，即便入射至一個受光部22之光中之一部分光透過半導體基板21，該一部分光亦不易由半導體基板21之表面21b反射，其結果，該一部分光不易朝向另一個受光部22前進。因此，例如於隨著半導體基板21之薄型化，而入射至一個受光部22之光中之一部分光可能透過半導體基板21之情形時，亦可減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。進而，即便於一個受光部22中產生因電荷之再耦合所致之自發光，而自發光引起之光亦不易由半導體基板21之表面21b反射，其結果，自發光引起之光不易朝向另一個受光部22前進。因此，於受光部22具有可產生因電荷之再耦合所致之自發光之構成之情形時，亦可減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。再者，作為可產生因電荷之再耦合所致之自發光之構成，例如，有MPPC(Multi-Pixel Photon Counter，多像素光子計數器)、APD(avalanche photodiode，雪崩光電二極體)等受光部之構成。

【0044】又，於光檢測裝置1A中，於半導體基板21之表面21b，設置有覆蓋第2折射率變化層6之光吸收層7。藉此，入射至半導體基板21之表面21b之光(透過半導體基板21之一部分光、自發光引起之光等)藉由光吸收層7而吸收，故而可防止該光向外部出射而再入射至光半導體元件2A。

【0045】又，於光檢測裝置1A中，透光基板3僅介隔接著層4而接合於光半導體元件2A，具有凹凸構造之第3折射率變化層8設置於透光基板3之表面3b，該凹凸構造係折射率朝向透光基板3自接著層4之折射率向透光基板3之折射率連續地變化。藉此，因光不易由透光基板3之表面3b反

射，故而可更確實地減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。

【0046】 又，於光檢測裝置1A中，透光基板3係玻璃基板。藉此，可容易且確實地獲得作為補強基板發揮功能之透光基板3。

【0047】 又，於光檢測裝置1A中，第1折射率變化層5係與透光基板3為不同個體之層，第2折射率變化層6係與半導體基板21為不同個體之層，第3折射率變化層8係與透光基板3為不同個體之層。藉此，可容易且確實地獲得具有折射率連續地變化之功能之第1折射率變化層5、第2折射率變化層6及第3折射率變化層8之各者。

【0048】 再者，具有折射率連續地變化之功能之第1折射率變化層5由於防止自空氣側入射至表面3a之光由表面3a反射，故而亦具有提高光之入射效率之功能。於該方面，與藉由介電體多層膜構成之抗反射膜相同。然而，抗反射膜由於具有波長依存性，故而若結合應檢測之光之波長來設計抗反射膜，則於由受光部22產生自發光之情形時，有無法使自發光引起之光透過之虞。對此，由於第1折射率變化層5不具有波長依存性，故而可使應檢測之光及自發光引起之光(無法預測波長及出射方向之自發光引起之光)之兩者透過。如此，第1折射率變化層5發揮「無論波長如何均可使光透過，其結果，可確實地減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾」之「業者無法預測之效果」。關於第2折射率變化層6及第3折射率變化層8則亦相同。

【0049】 光檢測裝置1A之製造方法之一例如下所述。首先，準備包含分別成為光半導體元件2A之複數個部分之第1晶圓、及包含分別成為透光基板3之複數個部分之第2晶圓。繼而，於第2晶圓之兩個主面，分別貼附包含第1折射率變化層5之膜及包含第3折射率變化層8之膜。另一方

面，於第1晶圓中包含表面21b之主面，貼附包含第2折射率變化層6之膜，利用成為光吸收層7之層覆蓋該膜。繼而，以將包含第3折射率變化層8之膜與第1晶圓中包含表面21a之主面對之方式，藉由接著層4而將第1晶圓與第2晶圓接合。繼而，自第1晶圓及第2晶圓切出複數個光檢測裝置1A。

[第2實施方式]

【0050】 如圖4所示，第2實施方式之光檢測裝置1B於以下方面與上述第1實施方式之光檢測裝置1A不同：光半導體元件2B係背面入射型之受光元件，及不具有第2折射率變化層6而具有第4折射率變化層9。

【0051】 於光半導體元件2B中，複數個受光部22設置於沿著半導體基板21之表面21b之部分。複數個受光部22例如沿著X方向及Y方向呈矩陣狀排列。各受光部22例如係藉由於包含第1導電型之半導體材料之半導體基板21中沿著表面21b之部分形成第2導電型之區域而構成之光電二極體(與PN接面對應之部分)。

【0052】 光半導體元件2B係以透光基板3側之表面2a為受光面之受光元件。如上所述，由於在沿著半導體基板21之與透光基板3相反側之表面21b之部分設置有複數個受光部22，故而光半導體元件2B係背面入射型之受光元件。因此，雖然省略了圖示，但是於半導體基板21之與透光基板3相反側之表面21b，設置有與複數個受光部22電性地連接之複數個焊墊。再者，光半導體元件2B只要係以複數個受光部22作為複數個光檢測通道發揮功能之方式構成之背面入射型之受光元件，則並不限定於具有上述構成者。

【0053】 於透光基板3之表面3a，設置有第1折射率變化層5。第1折

射率變化層5具有凹凸構造，該凹凸構造係折射率朝向透光基板3自空氣之折射率向透光基板3之折射率連續地變化。第1折射率變化層5係與透光基板3為不同個體之層。作為一例，第1折射率變化層5藉由將膜狀之第1折射率變化層5貼附於透光基板3之表面3a而構成。

【0054】於透光基板3之表面3b，設置有第3折射率變化層8。第3折射率變化層8具有凹凸構造，該凹凸構造係折射率朝向透光基板3自接著層4之折射率向透光基板3之折射率連續地變化。第3折射率變化層8係與透光基板3為不同個體之層。作為一例，第3折射率變化層8藉由將膜狀之第3折射率變化層8貼附於透光基板3之表面3b而構成。

【0055】於半導體基板21之表面21a，設置有第4折射率變化層9。第4折射率變化層9具有凹凸構造，該凹凸構造係折射率朝向半導體基板21自接著層4之折射率向半導體基板21之折射率連續地變化。第4折射率變化層9之凹凸構造例如藉由以100 nm～200 nm左右之中心間距離排列之複數個凸部或複數個凹部構成，有時被稱為蛾眼構造。第4折射率變化層9防止自接著層4側入射至表面21a之光由表面21a反射、及自半導體基板21側入射至表面21a之光由表面21a反射。第4折射率變化層9係與半導體基板21為不同個體之層。作為一例，第4折射率變化層9藉由將膜狀之第4折射率變化層9貼附於半導體基板21之表面21a而構成。

【0056】於半導體基板21之表面21b，設置有光吸收層7。光吸收層7例如包括黑樹脂等。光吸收層7吸收自半導體基板21側入射至表面21b之光。

【0057】於光檢測裝置1B中，與上述光檢測裝置1A相同地，若將光半導體元件2B與第1折射率變化層5之間的距離設為A，將相鄰之受光部

22之間的距離設為B，將相對於空氣之折射率之透光基板3之折射率設為n，則 $A > B/[2 \tan \{ \sin^{-1}(\sin 1^\circ/n) \}]$ 成立。該關係式係指，於以入射角 1° 入射至透光基板3之表面3a之光朝向一個受光部22前進之情形時，該光中之一部分光由光半導體元件2B之表面2a及透光基板3之表面3a依次反射時，該一部分光可能朝向另一個受光部22前進。即，於光檢測裝置1B中，可以說對於透光基板3確保充分之厚度，且減小相鄰之受光部22之間的距離到甚至以入射角 1° 入射至透光基板3之光也仍是相鄰之受光部22之間產生串擾之原因的程度。此處，於光檢測裝置1B中，具有凹凸構造之第1折射率變化層5設置於透光基板3之表面3a，該凹凸構造係折射率朝向透光基板3自空氣之折射率向透光基板3之折射率連續地變化。因此，於以入射角 1° 入射至透光基板3之表面3a之光朝向一個受光部22前進之情形時，即便該光中之一部分光由光半導體元件2B之表面2a反射，而該一部分光亦不易由透光基板3之表面3a反射，其結果，該一部分光不易朝向另一個受光部22前進。因此，根據光檢測裝置1B，可減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。再者，於作為背面入射型之受光元件之光半導體元件2B中，由於表面2a與受光部22之間的距離和光半導體元件2B與第1折射率變化層5之間的距離A相比充分小，故而於上述關係式中，即便忽視表面2a與受光部22之間的距離亦實質上無問題。尤其，由於在光半導體元件2B之通常驅動時空乏層擴展，故而於上述關係式中，即便忽視表面2a與受光部22之間的距離亦實質上無問題。

【0058】 於入射至透光基板3之表面3a之光朝向一個受光部22前進之情形時，該光中之一部分光由光半導體元件2B之表面2a及透光基板3之表面3a依次反射時，作為用以防止該一部分光朝向另一個受光部22前進之

方法，亦考慮使透光基板3變薄。然而，有透光基板3之薄型化導致光檢測裝置1B之耐久性降低或光檢測裝置1B之翹曲等問題之虞。因此，於光檢測裝置1B中，關於透光基板3，實現如下構成：確保不會有引起這種問題之擔憂之厚度(即，甚至以入射角 1° 入射至透光基板3之光，亦會成為於相鄰之受光部22之間產生串擾之原因的厚度)，且可減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。

【0059】 又，若於光半導體元件2B與透光基板3之間之區域配置有透鏡等光學要素，則有入射至該區域之光(透過透光基板3之光、由半導體基板21反射之光、自發光引起之光等)由光學要素反射而產生串擾之虞。於光檢測裝置1B中，採用如下簡單之構成：透光基板3僅介隔透光性之接著層4而接合於光半導體元件2B，將可能產生此種串擾之光學要素排除。

【0060】 又，於光檢測裝置1B中，於光半導體元件2B中，複數個受光部22設置於沿著半導體基板21之表面21b之部分。如此，於光半導體元件2B具有背面入射型之構成之情形時，亦可減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。

【0061】 又，於光檢測裝置1B中，於半導體基板21之表面21b，設置有光吸收層7。藉此，於入射至半導體基板21之光可能透過半導體基板21之情形時，該光亦由光吸收層7吸收，故而可防止該光向外部出射後再入射至光半導體元件2B。進而，於受光部22具有可產生因電荷之再耦合所致之自發光之構成之情形時，自發光引起之光由光吸收層7吸收，故而可防止自發光引起之光向外部出射後再入射至光半導體元件2B。

【0062】 又，於光檢測裝置1B中，透光基板3僅介隔接著層4而接合於光半導體元件2B，具有凹凸構造之第3折射率變化層8設置於透光基板3

之表面3b，該凹凸構造係折射率朝向透光基板3自接著層4之折射率向透光基板3之折射率連續地變化。藉此，因光不易由透光基板3之表面3b反射，故而可更確實地減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。

【0063】 又，於光檢測裝置1B中，透光基板3僅介隔接著層4而接合於光半導體元件2B，具有凹凸構造之第4折射率變化層9設置於半導體基板21之表面21a，該凹凸構造係折射率朝向半導體基板21自接著層4之折射率向半導體基板21之折射率連續地變化。藉此，因光不易由半導體基板21之表面21a反射，故而可更確實地減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。

【0064】 又，於光檢測裝置1B中，透光基板3係玻璃基板。藉此，可容易且確實地獲得作為補強基板發揮功能之透光基板3。

【0065】 又，於光檢測裝置1B中，第1折射率變化層5係與透光基板3為不同個體之層，第3折射率變化層8係與透光基板3為不同個體之層，第4折射率變化層9係與半導體基板21為不同個體之層。藉此，可容易且確實地獲得具有折射率連續地變化之功能之第1折射率變化層5、第3折射率變化層8及第4折射率變化層9之各者。

[變化例]

【0066】 本發明並不限定於上述實施方式。例如，透光基板3亦可直接地接合於光半導體元件2A或光半導體元件2B。作為直接地接合之方法，有直接接合(例如，電漿活化接合、表面活化接合、原子擴散接合、陽極接合、熔融接合、親水化接合等)。於透光基板3直接地接合於光半導體元件2A之情形時，不需要接著層4及第3折射率變化層8。再者，若於光半導體元件2A或光半導體元件2B與透光基板3之間之區域配置有透鏡等光

學要素，則有入射至該區域之光(透過透光基板3之光、由半導體基板21反射之光、自發光引起之光等)由光學要素反射而產生串擾之虞。於光檢測裝置1A中，採用如下簡單的構成：透光基板3直接地接合於光半導體元件2A，將可能產生此種串擾之光學要素排除。同樣地，於光檢測裝置1B中，採用如下簡單的構成：透光基板3直接地接合於光半導體元件2B，將可能產生此種串擾之光學要素排除。

【0067】 又，光半導體元件2A或光半導體元件2B並不限定為複數個受光部22二維地排列而成者，亦可為複數個受光部22一維地排列而成者。又，透光基板3亦可由玻璃以外之透光性材料形成。

【0068】 又，於光檢測裝置1A及光檢測裝置1B中，第1折射率變化層5例如亦可藉由於透光基板3之表面3a形成凹凸構造，而與透光基板3一體地形成。於光檢測裝置1A及光檢測裝置1B中，第3折射率變化層8例如亦可藉由於透光基板3之表面3b形成凹凸構造，而與透光基板3一體地形成。於光檢測裝置1A中，第2折射率變化層6例如亦可藉由於半導體基板21之表面21b形成凹凸構造，而與半導體基板21一體地形成。於光檢測裝置1B中，第4折射率變化層9例如亦可藉由於半導體基板21之表面21a形成凹凸構造，而與半導體基板21一體地形成。根據該等情況，可削減光檢測裝置1A及光檢測裝置1B之零件個數。

【0069】 又，亦可不於光檢測裝置1A設置第2折射率變化層6、光吸收層7及第3折射率變化層8之至少一者。又，亦可不於光檢測裝置1B設置光吸收層7、第3折射率變化層8及第4折射率變化層9之至少一者。於在光檢測裝置1A設置有第2折射率變化層6，且未在光檢測裝置1A設置光吸收層7之情形時，第2折射率變化層6之凹凸構造之折射率只要朝向半導體基

板21，自於與半導體基板21相反側處與第2折射率變化層6相接之區域(空間、或光吸收層7以外之其他構件)之折射率向半導體基板21之折射率連續地變化即可。藉此，即便入射至一個受光部22之光中之一部分光透過半導體基板21，而該一部分光亦不易由半導體基板21之表面21b反射，其結果，該一部分光不易朝向另一個受光部22前進。因此，例如於隨著半導體基板21之薄型化，而入射至一個受光部22之光中之一部分光可能透過半導體基板21之情形時，亦可減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。進而，即便於一個受光部22中產生因電荷之再耦合所致之自發光，而自發光引起之光亦不易由半導體基板21之表面21b反射，其結果，自發光引起之光不易朝向另一個受光部22前進。因此，於受光部22具有可產生因電荷之再耦合所致之自發光之構成之情形時，亦可減少於相鄰之受光部22之間產生之串擾。

【0070】再者，亦可於具備具有複數個受光部之光半導體元件、及直接地接合於光半導體元件或僅介隔透光性之接著層而接合於光半導體元件之透光基板之光檢測裝置中，於透光基板之與光半導體元件相反側之表面，設置有具有折射率朝向透光基板自空氣之折射率向透光基板之折射率連續地變化之凹凸構造之第1折射率變化層，若將光半導體元件與第1折射率變化層之間的距離設為A，則 $A > 50 \mu\text{m}$ 成立。於複數個受光部中相鄰之受光部之間的距離隨著近年來之光半導體元件之高解像度化而成為 $1 \mu\text{m}$ 以下，於該情形時，為了減少於相鄰之受光部之間產生之串擾，而如圖3所示，必須使光半導體元件與第1折射率變化層之間的距離為 $50 \mu\text{m}$ 以下。然而，有為此之透光基板之薄型化導致光檢測裝置之耐久性降低或光檢測裝置之翹曲等問題之虞。因此，於該光檢測裝置中，關於透光基板，

實現如下構成：確保不會有引起這種問題之擔憂之厚度(即，為 $A > 50 \mu\text{m}$ 可成立之厚度，且甚至以入射角 1° 入射至透光基板之光，亦會成為於相鄰之受光部之間產生串擾之原因的厚度)，且可減少於相鄰之受光部之間產生之串擾。

【0071】 又，亦可於具備具有複數個受光部之光半導體元件、及直接地接合於光半導體元件或僅介隔透光性之接著層而接合於光半導體元件之透光基板之光檢測裝置中，於透光基板之與光半導體元件相反側之表面，設置有具有凹凸構造之第1折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向透光基板自空氣之折射率向透光基板之折射率連續地變化，若將光半導體元件與第1折射率變化層之間的距離設為 A ，將複數個受光部中相鄰之受光部之間的距離設為 B ，將相對於空氣之折射率之透光基板之折射率設為 n ，則 $A > B/[2\tan \{ \sin^{-1}(\sin 5^\circ/n) \}]$ 成立。於該光檢測裝置中，關於透光基板，實現如下構成：確保充分之厚度(即，以入射角 5° 入射至透光基板之光會成為於相鄰之受光部之間產生串擾之原因的厚度)，且可減少於相鄰之受光部之間產生之串擾。

【符號說明】

【0072】

1A, 1B:光檢測裝置

2A, 2B:光半導體元件

2a, 2b:表面

3:透光基板

3a, 3b:表面

4:接著層

5:第1折射率變化層

6:第2折射率變化層

7:光吸收層

8:第3折射率變化層

9:第4折射率變化層

21:半導體基板

21a, 21b:表面

22:受光部

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種光檢測裝置，其具備：

光半導體元件，其具有複數個受光部；及

透光基板，其直接地接合於上述光半導體元件或僅介隔透光性之接著層而接合於上述光半導體元件；

於上述透光基板之與上述光半導體元件相反側之表面，設置有具有凹凸構造之第1折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向上述透光基板自空氣之折射率向上述透光基板之折射率連續地變化，

若將上述光半導體元件與上述第1折射率變化層之間的距離設為A，將上述複數個受光部中相鄰之受光部之間的距離設為B，將相對於上述空氣之折射率之上述透光基板之折射率設為n，則 $A > B/[2 \tan \{ \sin^{-1}(\sin \theta / n) \}]$ 成立。

【請求項2】

如請求項1之光檢測裝置，其中於上述光半導體元件中，上述複數個受光部設置於沿著半導體基板之上述透光基板側之表面之部分，

於上述半導體基板之與上述透光基板相反側之表面，設置有具有凹凸構造之第2折射率變化層，

上述第2折射率變化層之上述凹凸構造之折射率係朝向上述半導體基板，自於與上述半導體基板相反側處與上述第2折射率變化層相接之區域的折射率向上述半導體基板之折射率連續地變化。

【請求項3】

如請求項2之光檢測裝置，其中於上述半導體基板之與上述透光基板

相反側之上述表面，設置有覆蓋上述第2折射率變化層之光吸收層，

上述第2折射率變化層之上述凹凸構造之折射率朝向上述半導體基板自上述光吸收層之折射率向上述半導體基板之折射率連續地變化。

【請求項4】

如請求項2之光檢測裝置，其中上述透光基板僅介隔上述接著層而接合於上述光半導體元件，

於上述透光基板之上述光半導體元件側之表面，設置有具有凹凸構造之第3折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向上述透光基板自上述接著層之折射率向上述透光基板之折射率連續地變化。

【請求項5】

如請求項3之光檢測裝置，其中上述透光基板僅介隔上述接著層而接合於上述光半導體元件，

於上述透光基板之上述光半導體元件側之表面，設置有具有凹凸構造之第3折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向上述透光基板自上述接著層之折射率向上述透光基板之折射率連續地變化。

【請求項6】

如請求項1之光檢測裝置，其中於上述光半導體元件中，上述複數個受光部設置於沿著半導體基板之與上述透光基板相反側之表面之部分。

【請求項7】

如請求項6之光檢測裝置，其中於上述半導體基板之與上述透光基板相反側之表面，設置有光吸收層。

【請求項8】

如請求項6之光檢測裝置，其中上述透光基板僅介隔上述接著層而接

合於上述光半導體元件，

於上述透光基板之上述光半導體元件側之表面，設置有具有凹凸構造之第3折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向上述透光基板自上述接著層之折射率向上述透光基板之折射率連續地變化。

【請求項9】

如請求項7之光檢測裝置，其中上述透光基板僅介隔上述接著層而接合於上述光半導體元件，

於上述透光基板之上述光半導體元件側之表面，設置有具有凹凸構造之第3折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向上述透光基板自上述接著層之折射率向上述透光基板之折射率連續地變化。

【請求項10】

如請求項6之光檢測裝置，其中上述透光基板僅介隔上述接著層而接合於上述光半導體元件，

於上述半導體基板之上述透光基板側之表面，設置有具有凹凸構造之第4折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向上述半導體基板自上述接著層之折射率向上述半導體基板之折射率連續地變化。

【請求項11】

如請求項7之光檢測裝置，其中上述透光基板僅介隔上述接著層而接合於上述光半導體元件，

於上述半導體基板之上述透光基板側之表面，設置有具有凹凸構造之第4折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向上述半導體基板自上述接著層之折射率向上述半導體基板之折射率連續地變化。

【請求項12】

如請求項8之光檢測裝置，其中上述透光基板僅介隔上述接著層而接合於上述光半導體元件，

於上述半導體基板之上述透光基板側之表面，設置有具有凹凸構造之第4折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向上述半導體基板自上述接著層之折射率向上述半導體基板之折射率連續地變化。

【請求項13】

如請求項9之光檢測裝置，其中上述透光基板僅介隔上述接著層而接合於上述光半導體元件，

於上述半導體基板之上述透光基板側之表面，設置有具有凹凸構造之第4折射率變化層，該凹凸構造係折射率朝向上述半導體基板自上述接著層之折射率向上述半導體基板之折射率連續地變化。

【請求項14】

如請求項1至13中任一項之光檢測裝置，其中上述透光基板係玻璃基板。

【請求項15】

如請求項1至13中任一項之光檢測裝置，其中上述第1折射率變化層係與上述透光基板為不同個體之層。

【請求項16】

如請求項14之光檢測裝置，其中上述第1折射率變化層係與上述透光基板為不同個體之層。

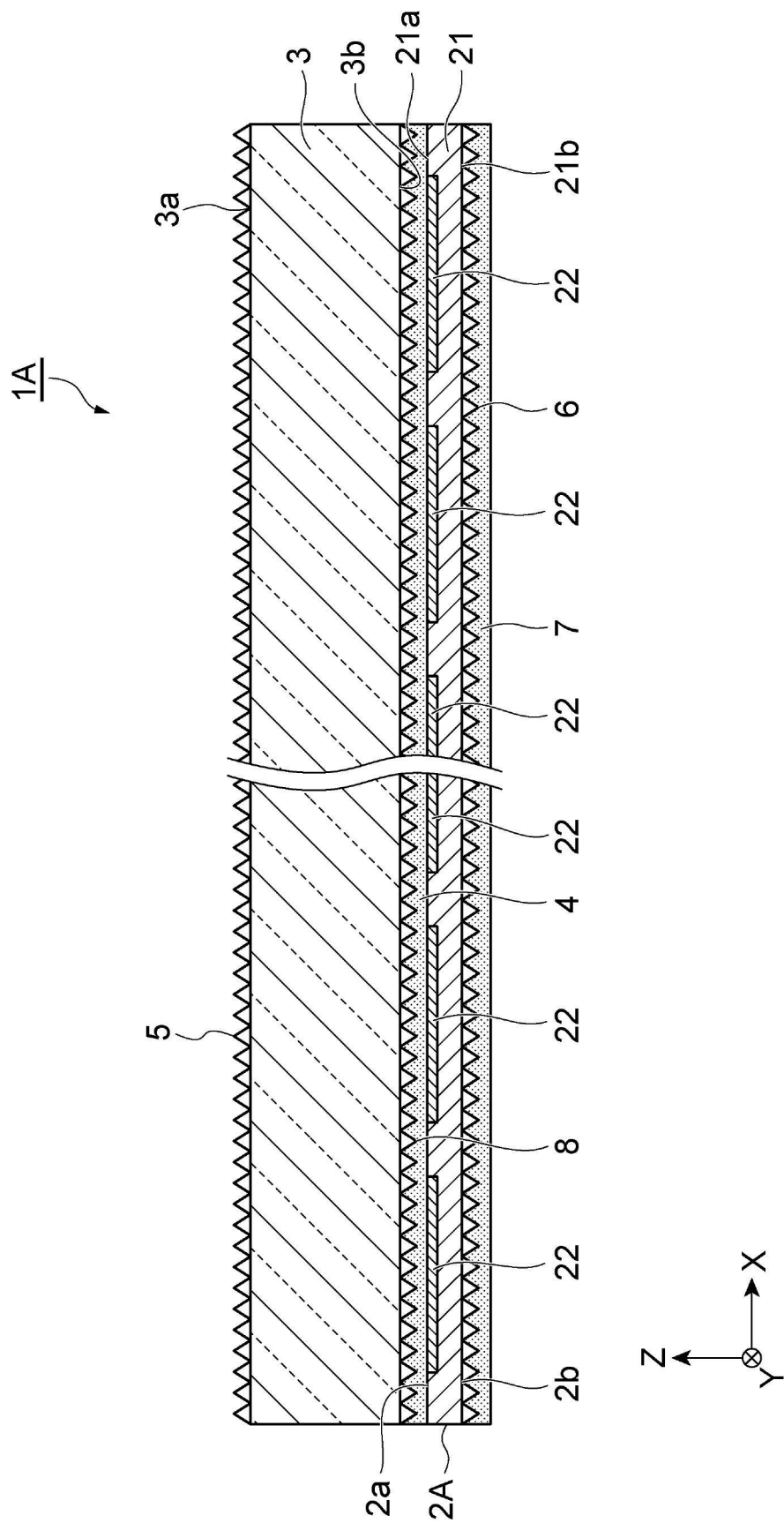
【請求項17】

如請求項1至13中任一項之光檢測裝置，其中上述第1折射率變化層與上述透光基板一體地形成。

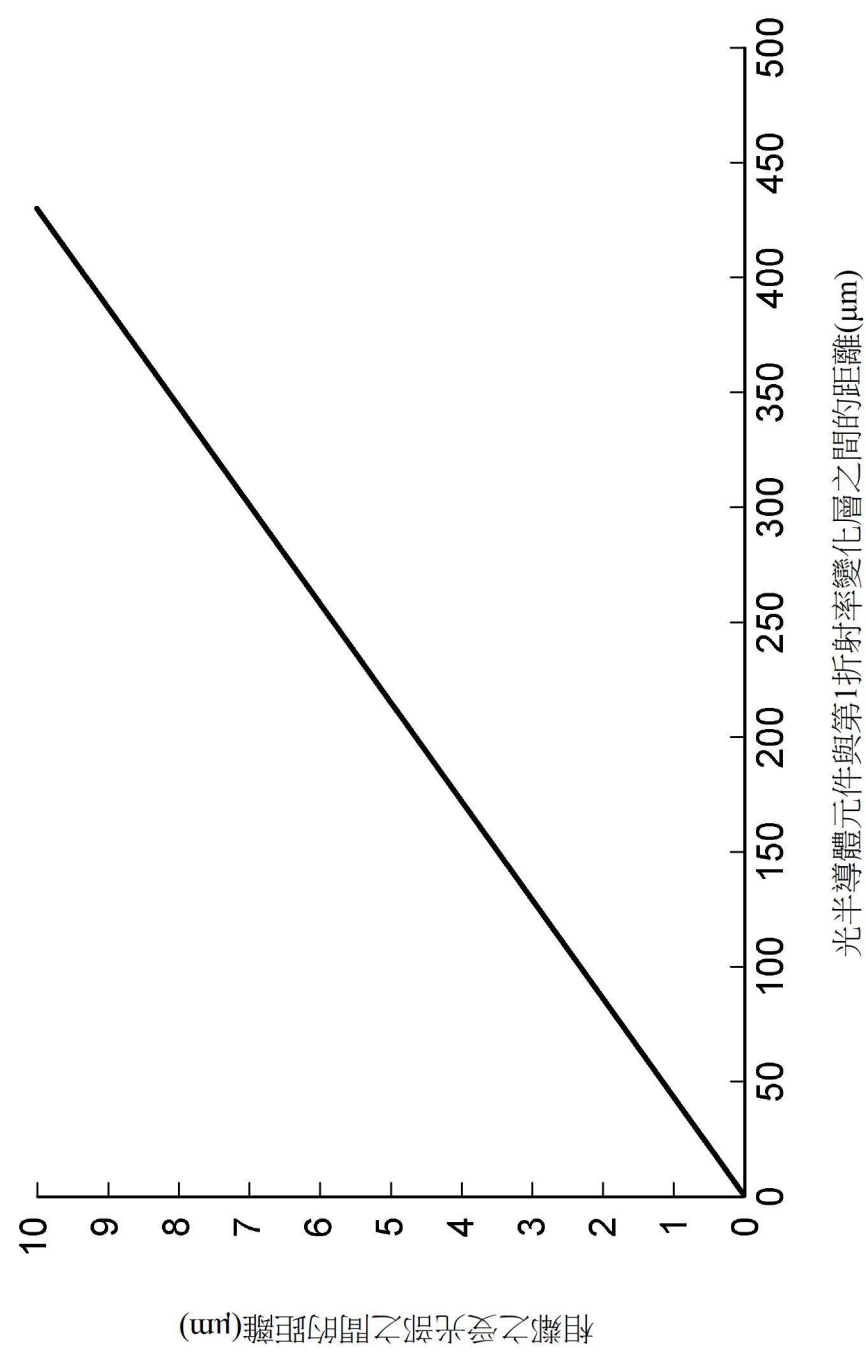
【請求項18】

如請求項14之光檢測裝置，其中上述第1折射率變化層與上述透光基板一體地形成。

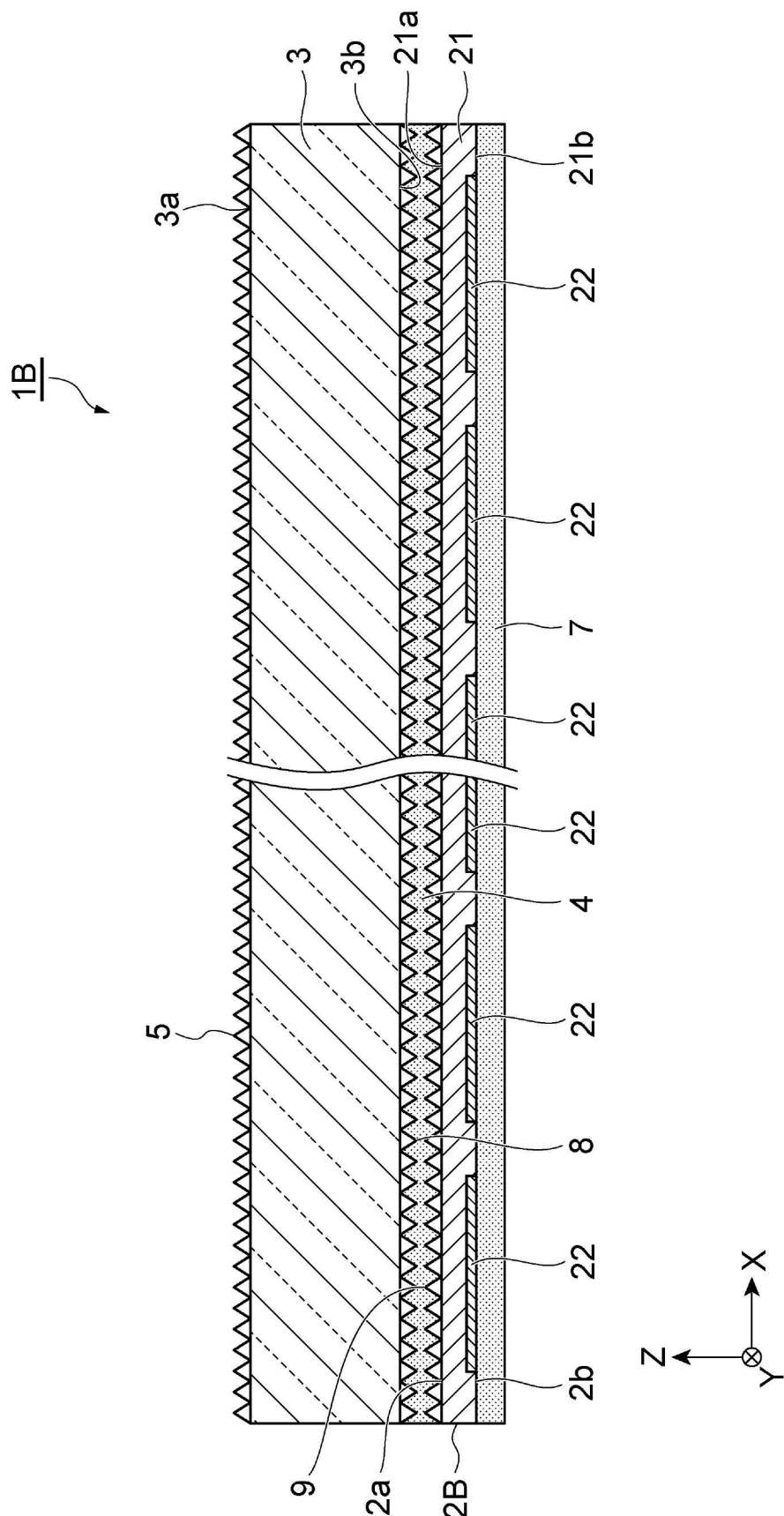
【發明圖式】



【圖1】



【圖3】



【圖4】