

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-304187

(P2004-304187A)

(43) 公開日 平成16年10月28日(2004.10.28)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 31/10

F I  
H01L 31/10

テーマコード(参考)  
5F049

審査請求 有 請求項の数 24 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2004-87467 (P2004-87467)  
(22) 出願日 平成16年3月24日(2004.3.24)  
(31) 優先権主張番号 2003-019621  
(32) 優先日 平成15年3月28日(2003.3.28)  
(33) 優先権主張国 韓国(KR)

(71) 出願人 390019839  
三星電子株式会社  
大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416  
(74) 代理人 100067644  
弁理士 竹内 裕  
(72) 発明者 梁 承基  
大韓民国京畿道水原市八達区靈通洞サルグ  
ゴル7團地現代アパート730棟1401  
號  
(72) 発明者 秋 案求  
大韓民国ソウル特別市江南区三成1洞ホン  
シルアパート1棟701號  
Fターム(参考) 5F049 MA04 MB07 NA01 PA14 QA01  
QA20 SZ03 SZ16

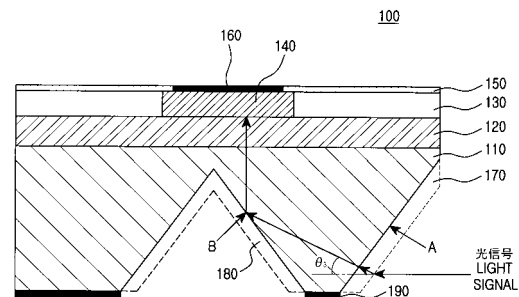
(54) 【発明の名称】 受光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 簡単な製造工程で具現でき、光信号を2次元的に光結合させることのできる垂直構造の受光素子を提供する。

【解決手段】 半導体基板110と、該半導体基板の表面上部に形成された光吸収層120と、該光吸収層の上部に形成された半導体層130と、を少なくとも有し、その半導体基板は、光信号が屈折して入射するようにした入射面として端部に形成した第1斜面Aと、該第1斜面により屈折して入射した光信号が光吸収層に吸収されるように全反射させる第2斜面Bと、備えることによって、光信号の光吸収層への垂直入射偏差を最小化することを特徴とする。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光信号を受信して電気信号に変換する受光素子において、  
半導体基板と、該半導体基板の表面上部に形成された光吸収層と、該光吸収層の上部に形成された半導体層と、を少なくとも有し、

前記半導体基板は、光信号が屈折して入射するようにした入射面として端部に形成した第1斜面と、該第1斜面により屈折して入射した光信号が前記光吸収層に吸収されるように全反射させる第2斜面と、備えることによって、光信号の前記光吸収層への垂直入射偏差を最小化することを特徴とする受光素子。

## 【請求項 2】

半導体基板は、溶液によるウェットエッチングの時に特定結晶方向のエッチング速度が遅く、該エッチング後の食刻面が斜面となる半導体物質からなる請求項1に記載の受光素子。

## 【請求項 3】

半導体基板は、ウェットエッチングで(1 1 1)結晶面を露出する半導体物質である請求項2に記載の受光素子。

## 【請求項 4】

半導体基板は、IV族、II-VI族、III-V族半導体基板からなる請求項3に記載の受光素子。

## 【請求項 5】

第1斜面及び第2斜面は、半導体基板背面の水平方向に対して50°～60°の傾斜角で形成される請求項1に記載の受光素子。

## 【請求項 6】

第1斜面及び第2斜面は、U字形またはV字形のグループにより形成される請求項1に記載の受光素子。

## 【請求項 7】

第1斜面は、光信号が反射せずに屈折して半導体基板に入射するように無反射層を有する請求項1に記載の受光素子。

## 【請求項 8】

無反射層は、化学気相蒸着または物理的気相蒸着によって形成された蒸着膜である請求項7に記載の受光素子。

## 【請求項 9】

第2斜面は、全反射層を有する請求項1に記載の受光素子。

## 【請求項 10】

全反射層は、表皮深さ以上の厚さを有する金属層からなる請求項9に記載の受光素子。

## 【請求項 11】

半導体基板と全反射層をなす金属層との間に誘電膜をさらに有する請求項10に記載の受光素子。

## 【請求項 12】

半導体基板のエネルギーバンドギャップは光信号のエネルギーバンドギャップより大きい請求項1に記載の受光素子。

## 【請求項 13】

半導体層上に形成された第1電極と、半導体基板の背面に形成された第2電極と、をさらに有する請求項1に記載の受光素子。

## 【請求項 14】

第1導電型の半導体基板表面に、該半導体基板と同一の導電型の第1半導体層、光吸収層、及び前記第1半導体層と同一の導電型の第2半導体層を順に積層する過程と、

不純物拡散によって選択的に前記第2半導体層を第1導電型から第2導電型に転換させる過程と、

前記半導体基板背面をウェットエッチングして、基板端部の第1斜面及び該第1斜面か

10

20

30

40

50

ら基板内に入射した光信号を前記光吸収層の方へ反射させるための第2斜面を形成する過程と、を含むことを特徴とする受光素子製造方法。

【請求項15】

半導体基板背面をウェットエッチングしてV字形のグループを形成することにより第1斜面及び第2斜面を形成する請求項14に記載の受光素子製造方法。

【請求項16】

半導体基板は、ウェットエッチングの時に特定結晶方向のエッチング速度が遅く、エッチング後の食刻面が斜面となるIV族、II-VI族、III-V族半導体基板である請求項15に記載の受光素子製造方法。

【請求項17】

半導体基板は、InP基板、シリコン基板、GaAs基板のいずれかである請求項16に記載の受光素子製造方法。

【請求項18】

ウェットエッチングのためのエッチング溶液は、半導体基板の(111)結晶面を露出させることのできる溶液である請求項17に記載の受光素子製造方法。

【請求項19】

第1斜面に無反射層を形成する過程をさらに含む請求項14に記載の受光素子製造方法。

【請求項20】

無反射層は、化学気相蒸着法または物理的気相蒸着法によって形成する請求項19記載の受光素子製造方法。

【請求項21】

第2斜面に金属層からなる全反射層を形成する過程をさらに含む請求項14～請求項20のいずれか1項に記載の受光素子製造方法。

【請求項22】

金属層は、表皮深さ以上の厚さを有するように形成される請求項21記載の受光素子製造方法。

【請求項23】

半導体基板と金属層との間に誘電膜を形成する過程をさらに含む請求項21に記載の受光素子製造方法。

【請求項24】

第2半導体層の第2導電型部分の上に第2導電型の電極を形成する過程と、第1斜面及び第2斜面が形成されなかった半導体基板の背面に第1導電型の電極を形成する過程と、をさらに含む請求項14に記載の受光素子製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源から発生した光信号を受信して電気信号に変換する受光素子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光結合の目的は、レーザダイオード、光ファイバ、PLC(Planar Lightwave Circuit)素子のような光源から放出された光をその経路を把握して損失なしで光受信面に到達するようにすることによって光信号を電気信号に転換させることにある。

【0003】

一般的に、多くの研究によって、垂直入射型フォトダイオード(Vertical Photo Diode)が水平入射型(Waveguide Photo diode)より優れた信頼性を有することが立証されている。しかしながら、垂直入射型フォトダイオードは、パッケージ(package)構成の時、光結合が大部分3次元(3 dimension)的な方法によって行われるので、組立ての時に光素子の垂直位置まで整列させなければならないという問題点がある。

10

20

30

40

50

## 【0004】

一方、現在開発されている超低価格モジュールを製造するためには、完全自動化、つまり、チップマウンティング(chip mounting)方式によって光モジュールが製作されるべきである。従って、レーザダイオードとフォトダイオードとの間、光ファイバとフォトダイオードとの間、PLCとフォトダイオードとの間の光結合などの大部分の分野において2次元(2 Dimension)光結合が必須である。

## 【0005】

図1は、従来の技術による2次元光結合のための光検出器(photo detector)の構造を示す断面図である。この光検出器は、いわゆる面屈折入射型(Edge-illuminated Refracting-Facet)構造の受光素子である。

10

## 【0006】

面屈折入射型光検出器は、InP基板1、光入射面2、n型InP3、光吸収層(photo-absorption part)4、p型InP5、p型電極6及びn型電極7を含む。光が入射される基板1の端面2は、ウェットエッチング(wet etching)を通じて任意の角( )で傾斜して形成される。その結果、光検出器は、光が光吸収層4に屈折して入射する構造を有する。このように光を光吸収層4に入射させる場合は、光が垂直に入射する場合に比べて、有効吸収長さ(effective absorption length)が増加するので、受信感度が向上する。

## 【0007】

しかしながら、従来技術による光検出器は、入射面となる傾斜した平面(angled facet)を具現するために、化学的エッチング工程を遂行しなければならないので、素子の再現性及び均一性の面で不安定な工程になる可能性が高い。さらに、傾斜してメサエッチング(mesa etching)された面に光が入射する時の光の反射を減少させるために無反射(Anti-Reflective coating)層を蒸着する場合、前記のような従来の構造においては、必ずバー(Bar)を立てる工程が必要であるので、工程の難易度が増加し、これによって、生産収率が低下する問題点がある。

20

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

従って、本発明の目的は、光源から発生した光信号を2次元的に光結合させることのできる垂直構造の受光素子を提供することにある。

30

## 【0009】

本発明の他の目的は、簡単な製造工程を通じて具現できる受光素子及びその製造方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

このような目的を達成するための本発明は、光信号を受信して電気信号に変換する受光素子において、半導体基板と、該半導体基板の表面上部に形成された光吸収層と、該光吸収層の上部に形成された半導体層と、を少なくとも有し、その半導体基板は、光信号が屈折して入射するようにした入射面として端部に形成した第1斜面と、該第1斜面により屈折して入射した光信号が光吸収層に吸収されるように全反射させる第2斜面と、備えることによって、光信号の光吸収層への垂直入射偏差を最小化することを特徴とする。

40

## 【0011】

このような半導体基板は、溶液によるウェットエッチングの時に特定結晶方向のエッチング速度が遅く、該エッチング後の食刻面が斜面となる半導体物質からなるものとする。特に、ウェットエッチングで(111)結晶面を露出する半導体物質が好適である。このような半導体基板としてはIV族、II-VI族、III-V族半導体基板がある。

## 【0012】

第1斜面及び第2斜面は、半導体基板背面の水平方向に対して50°~60°の傾斜角で形成するのが好ましく、このために第1斜面及び第2斜面を、U字形またはV字形のグ

50

ループを利用して形成するのが好適である。

【0013】

また第1斜面は、光信号が反射せずに屈折して半導体基板に入射するように無反射層を有するものとすることもできる。その無反射層は、化学気相蒸着または物理的気相蒸着によって形成された蒸着膜とすることが可能である。さらに第2斜面は、全反射層を有するものとすることもできる。その全反射層は、表皮深さ以上の厚さを有する金属層からなるものとすることが可能である。この場合さらに、半導体基板と全反射層をなす金属層との間に誘電膜を備えることもできる。

【0014】

半導体基板のエネルギーバンドギャップは光信号のエネルギーバンドギャップより大きいものとし、また、第1電極は半導体層上に形成し、第2電極は半導体基板の背面に形成することができる。

【0015】

本発明によればさらに、第1導電型の半導体基板表面に、該半導体基板と同一の導電型の第1半導体層、光吸収層、及び第1半導体層と同一の導電型の第2半導体層を順に積層する過程と、不純物拡散によって選択的に第2半導体層を第1導電型から第2導電型に転換させる過程と、半導体基板背面をウェットエッチングして、基板端部の第1斜面及び該第1斜面から基板内に入射した光信号を光吸収層の方へ反射させるための第2斜面を形成する過程と、を含むことを特徴とする受光素子製造方法が提供される。

【0016】

このような第1斜面及び第2斜面は、半導体基板背面をウェットエッチングしてV字形のグループ(溝)を形成することにより形成することができる。このようなグループを形成する半導体基板は、ウェットエッチングの時に特定結晶方向のエッチング速度が遅く、エッチング後の食刻面が斜面となるIV族、II-VI族、III-V族半導体基板とするのがよい。このような半導体基板は、InP基板、シリコン基板、GaAs基板のいずれかが可能である。そのウェットエッチングのためのエッチング溶液は、半導体基板の(111)結晶面を露出させることのできる溶液とする。

【0017】

本製法では、第1斜面に無反射層を形成する過程をさらに含むようにしてもよい。その無反射層は、化学気相蒸着法または物理的気相蒸着法によって形成することができる。また、第2斜面に金属層からなる全反射層を形成する過程をさらに含むこともできる。このような金属層は、表皮深さ以上の厚さを有するように形成し、また、半導体基板と金属層との間に誘電膜を形成する過程をさらに含むようにしてもよい。

【0018】

さらに、第2半導体層の第2導電型部分の上に第2導電型の電極を形成する過程と、第1斜面及び第2斜面が形成されなかった半導体基板の背面に第1導電型の電極を形成する過程と、をさらに含むようにしてよい。

【発明の効果】

【0019】

本発明による受光素子は、基板内部において、V字形グループにより形成される斜面の傾斜角が背面の水平方向に対し55°程度である場合、屈折及び反射を通じて光信号の光吸収層への垂直入射角度を97°ないし94°程度に改善することができる。従って、光損失を最小化することができ、基板の厚さに応じた光信号の外れの程度を示す垂直入射偏差が小さくなるので、工程マージンが大きく改善されるという効果がある。

【0020】

さらに、本発明による受光素子は、従来の技術の2次元パッケージングが不可能である垂直構造の受光素子を使用しながらも、2次元パッケージングが可能である。従って、光結合の作業の時、自由度(degree of freedom)が3から2に減少されるので、作業エラーを低減することができる。

【0021】

10

20

30

40

50

さらに、本発明の受光素子製造方法によると、比較的簡単なPECVD工程を利用して形成したグループによる斜面に無反射層を形成することができるので、工程収率が増加するという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の好適な実施形態について添付図を参照しつつ詳細に説明する。下記の説明において、本発明の要旨のみを明確にする目的で、関連した公知機能又は構成に関する具体的な説明は省略する。

【0023】

図2を参照すると、受光素子100は、n-型InP基板(第1半導体層)110、基板110上に形成されたInGaAs光吸収層120、光吸収層120上に形成されたInPウィンドウ層(第2半導体層)130、ウィンドウ層130の所定領域に形成されたp-型InP活性領域(第2半導体層の導電型転換部分)140、ウィンドウ層130上に形成されたパッシベーション(passivation)層150、活性領域140上に形成されたp-型電極160、基板110の背面に形成されたSiNx無反射層170、全反射層180及び基板110の背面に形成されたn-型電極190から構成される。

【0024】

基板110は、特定結晶方向が遅くエッチングされる特性を利用する溶液を利用したウェットエッチングの時、(111)結晶面が遅くエッチングされて、エッチング後のプロファイル(食刻形状)が傾斜するようになる半導体物質からなる。このような基板110は、IV族、II-VI族、III-V族半導体基板を化学気相蒸着法(Chemical Vapor Deposition)を利用して単結晶成長させて生成される。

【0025】

光吸収層120は、吸収しようとする光信号の波長のバンドギャップ(bandgap)エネルギーより小さいバンドギャップエネルギーを有する物質から構成され、一般的に、InGaAs物質を使用する。

【0026】

ウィンドウ層130は、光吸収層120とは反対に、吸収しようとする波長のエネルギーバンドギャップより大きいエネルギーバンドギャップを有する物質から構成され、InP物質を使用する。

【0027】

活性領域140は、光吸収層120を通じて吸収された光信号を電気信号に変換し、ウィンドウ層130に基板110と反対の導電型を有する不純物を選択的に拡散させることによって形成される。

【0028】

パッシベーション層150は、下部のウィンドウ層130の界面の酸化を防止し、シリコン窒化膜などの誘電物質を利用して形成される。

【0029】

p-型電極160及びn-型電極190は、活性領域140において光電変換された電気信号を外部回路によって検出し、金属物質から形成される。

【0030】

無反射層(Anti-Reflective Coating)170は、レーザ、光ファイバ、PLCなどの光源から入力される光信号を反射なしで基板110内部に通過させる。無反射層170は、基板110の背面に対し傾斜エッチングを施して形成されたグループ(groove又はV字溝)による第1斜面Aに無反射物質を蒸着することによって形成することができる。ただし、このような無反射層170は形成しないでも良い場合もある。無反射層170が形成されない場合、波長によって、入射した光信号の約30~35%が反射し、残りの光信号のみが通過する。従って、反射(つまり、光損失の程度)、工程の便宜性及び光素子の特性などを考慮して無反射層170の適用可否を決定する。例えば、光信号のモニタリング機能を遂行するMPD(Monitor Photo Diode)の場合、工程の便宜上、無反射層170を形成しな

いことが望ましい。

【0031】

全反射層180は、無反射層170を通じて基板110の内部に入力した全ての光信号を反射させる。全反射層180は、基板110の背面に対し傾斜エッチングを施して形成されたグループによる第2斜面Bに他の物質層を形成せずに、空気層または真空層から形成することができる。さらに、第2斜面Bに化学気相蒸着法(Cheical Vapor Deposition)または物理的気相蒸着(Physical Vapor Deposition)などを通じて全反射物質を蒸着することによって形成することもできる。このような全反射層180と半導体基板110の間には誘電膜を形成してもよい(図示略)。

【0032】

以上のような構造を有する受光素子の動作は、次のようである。

【0033】

図2を参照すると、レーザダイオード、光ファイバ、PLCなどの光源から入力される光信号は、第1斜面Aに到達した後、第1斜面Aに形成された無反射層170を通じてn-型InP基板110の内部に進行する。この時、図3に示すように、n-型InP基板110は、現在一般的に使用中の光通信用光信号の波長帯である $1.3\mu\text{m}$ (1eVのエネルギーバンドギャップ)及び $1.55\mu\text{m}$ (0.8eVのエネルギーバンドギャップ)を吸収せずに通過させる。その理由は、InPのエネルギーバンドギャップは、常温で0.3eV程度で非常に大きいので、全然吸収が行われず、可視光線がガラスを通過するように前進するからである。従って、入射光は屈折されるが、光信号の損失なしで第1斜面Aを通過して前進するようになる。このような入射光は、異なる媒質を通過する度に屈折するようになり、これは、光が異なる性質を有する媒質の境界面を通過する時、光の屈折程度を定義したスネルの法則(Snell's Law)によって把握することができる。

【0034】

図4を参照すると、スネルの法則が“ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ”のように定義されている。ここで、 $n_1$ は、入射元の層の屈折率であり、 $\theta_1$ は、入射界面の垂直に対する入射前光の角度であり、 $n_2$ は、入射先の層の屈折率であり、 $\theta_2$ は、入射界面の垂直に対する入射後光の角度である。

【0035】

従って、スネルの法則において、入射光は、空気(屈折率=1)から無反射層170(SiNx 屈折率=2.0)に入射される時に屈折し、無反射層170から基板(InP 屈折率=3.47)に入射する時にまた屈折する。無反射層170が多層で形成されている場合、入射光は、多層膜の個数分だけ屈折する。

【0036】

基板110の内部に前進した光( $\theta_3 = 25.7^\circ$ )は、全反射層180を有する第2斜面Bにおいて全反射され、光信号の損失なしで光吸収層120に入射される。第2斜面Bにおける全反射の原理は、次のようである。

【0037】

図5を参照すると、光が第1媒質(InP基板 屈折率=3.47)から第1媒質の屈折率より小さい屈折率を有する第2媒質(空気 屈折率=1)に入射する場合、スネルの法則によって光線1のように入射角より屈折角が大きい。入射角が継続して大きくなって光線2のように入射角が臨界角( $\theta_c$ )になる時、屈折角が $90^\circ$ になる。さらに、光線3のように入射角が臨界角より大きくなると、全ての光線が屈折せずに反射する。

【0038】

前述したスネルの法則を適用すると、以下のようになる。

【0039】

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

【0040】

$$\sin \theta_c = n_2 / n_1$$

【0041】

10

20

30

40

50

本実施形態において、 $\sin \theta_c = n_{(\text{air})} / n_{(\text{InP})}$  であるので、臨界角( $\theta_c$ )は  $16.7^\circ$  であり、 $\theta_4$  は  $29^\circ$  である。従って、入射する境界面の垂直に対して臨界角  $16.7^\circ$  より大きい  $61^\circ$  ( $90^\circ - 29^\circ = 61^\circ$ ) の角をなすので、入射光は第2斜面Bにおいて屈折せずに全反射する。

【0042】

このように、第2斜面Bによって反射した光は、光吸収層120への垂直入射角度( $\theta_5$ )が  $97^\circ$  ないし  $94^\circ$  程度で中心軸からほんの少し外れる程度である。

【0043】

図6は、本発明による受光素子の他の例の構造を示す断面図である。本実施形態の構成は、全反射層を金属層200として形成したことを除いては、図2の構成と同一であるので、重複記載を回避し、金属層200のみに関して説明する。

10

【0044】

第2斜面Bに金属層200を形成すると、光信号は、金属面において全反射される。ただ、金属(metal)の種類及び波長によって  $30$  ないし  $60$  程度の表皮深さ(skin depth)を有するので、その表皮深さ以上の厚さを有するように金属層200を形成する。

【0045】

図7Aないし図7Eは、上記のような受光素子の製造過程の一例を示す断面図である。この工程例は、光信号が反射なしで基板内部に入射するように第1斜面A上に無反射層を形成し、空気層からなる全反射層を第2斜面B上に形成する構造に関する。

【0046】

図7Aに示すように、化学気相蒸着方(MOCVD)を利用したn-型InP基板110(第1半導体層)の単結晶成長を通じて、InPバッファ層(図示せず)、光吸収層120及びウィンドウ層130(第2半導体層)を順次に形成する。光吸収層120は、吸収しようとする光信号の波長のエネルギーバンドギャップ(band-gap)より小さいエネルギーバンドギャップを有する物質で構成され、一般的に、InGaAs物質を使用する。ウィンドウ層130は、光吸収層120とは反対に、吸収しようとする波長のエネルギーバンドギャップより大きいエネルギーバンドギャップを有する物質で構成され、InP物質を使用することができる。

20

【0047】

図7Bに示すように、p-型InP活性領域140(第2半導体層の導電型転換部分)は、ウィンドウ層130の所定領域に選択的にp-型不純物を拡散させることによって形成され、パッシベーション層150は、ウィンドウ層130の界面の酸化を防止するために誘電物質を利用して形成される。最後に、p-型電極160は、活性領域140上に形成される。

30

【0048】

図7Cに示すように、InP基板110を一定厚さに薄く(Thinning Process)した後、InP基板110の背面に選択的にエッチングマスク210を形成する。この時、第1グループ領域220及び第2グループ領域230は、エッチングマスク210のパターンによって決定され、エッチングマスク210は、第1グループ領域220がInP基板110の端部にかかるように形成される。エッチングマスク210は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}_x$  のような誘電膜またはフォトレジスト(Photo Resist: PR)から形成することができる。

40

【0049】

次に、InP基板110は、ウェットエッチング法を利用してエッチングされる。エッチング溶液は、基板110の種類によって適宜選択可能である。ウェットエッチングは、結晶構造上(111)面が最も遅くエッチングされる特性を有するようにする。従って、ウェットエッチングは、(111)面が現れるまで遂行される。例えば、実施形態のように、InP基板110の場合、HCl系、HBr系またはBr-Me(OH)系エッチング溶液を使用して(111)面を得ることができる。Si基板の場合は、KOH系溶液を使用して、GaAs基板の場合は、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 系を使用して(111)面を得ることができる。このように形成された(111)面の傾斜角は、基板物質の種類及びエッチング溶液によって左

50

右されるが、ほぼ基板背面の水平方向に対して  $55 \pm 5^\circ$  の角を有する。ウェットエッチング工程を通じて、図 7 D に示すように、第 1 グループによる斜面 A 及び第 2 グループによる斜面 B を形成した後、エッチングマスク 210 が除去される。

【0050】

最後に、図 7 E に示すように、第 1 斜面 A に PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) またはスパッタ (Sputter) を利用して無反射層 170 を形成した後、n - 型電極 190 を形成する。この時、無反射層 170 は、入射光が反射されて信号が損失されないように、無反射条件を満足する厚さ及び組成を選択して蒸着する。

【0051】

以上、本発明を具体的な実施形態を参照して詳細に説明してきたが、本発明の範囲は前述の実施形態によって限られるべきではなく、本発明の範囲内で様々な変形が可能であるということは、当該技術分野における通常の知識を持つ者には明らかである。例えば、基板に形成した第 1 斜面及び第 2 斜面を利用して光信号を屈折及び反射させることによって光信の経路を転換する技術思想は、IV 族、II - VI 族、III - V 族基板を使用して製作された受信素子に多様に適用することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】従来技術による面屈折入射型の光検出器の構造を示す断面図。

【図 2】本発明による受光素子の第 1 実施例の構造を示す断面図。

【図 3】多様な半導体物質の波長による吸収係数を示す図。

20

【図 4】スネルの法則を説明するための図。

【図 5】全反射の原理を説明するための図。

【図 6】本発明による受光素子の第 2 実施例の構造を示す断面図。

【図 7 A】本発明による受光素子の製造過程の一例を示す断面図。

【図 7 B】本発明による受光素子の製造過程の一例を示す断面図。

【図 7 C】本発明による受光素子の製造過程の一例を示す断面図。

【図 7 D】本発明による受光素子の製造過程の一例を示す断面図。

【図 7 E】本発明による受光素子の製造過程の一例を示す断面図。

【符号の説明】

【0053】

30

110 半導体基板 (第 1 半導体層)

120 光吸収層

130 ウインドウ層 (第 2 半導体層)

140 活性領域 (第 2 半導体層の導電型転換部分)

150 パッシベーション層

160 第 1 電極

170 無反射層

180 全反射層

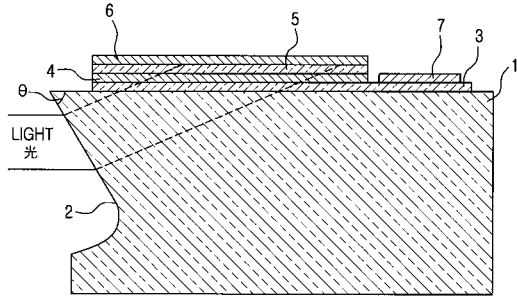
190 第 2 電極

A 第 1 斜面

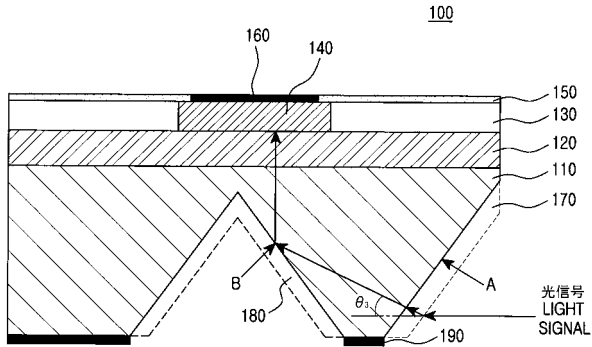
40

B 第 2 斜面

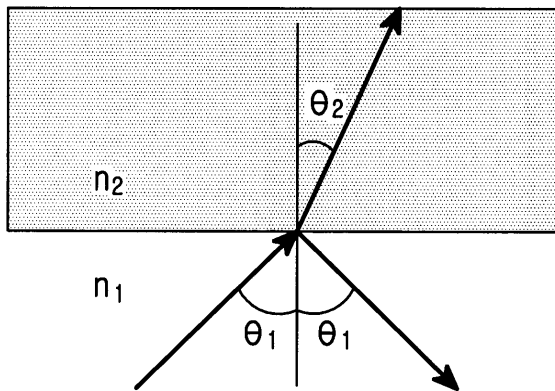
【 図 1 】



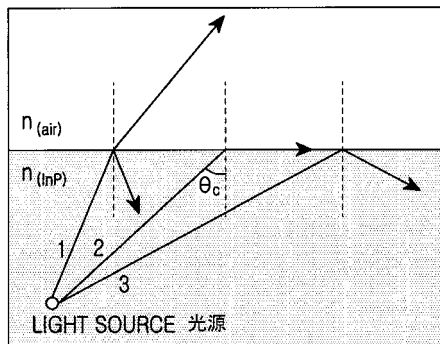
【 図 2 】



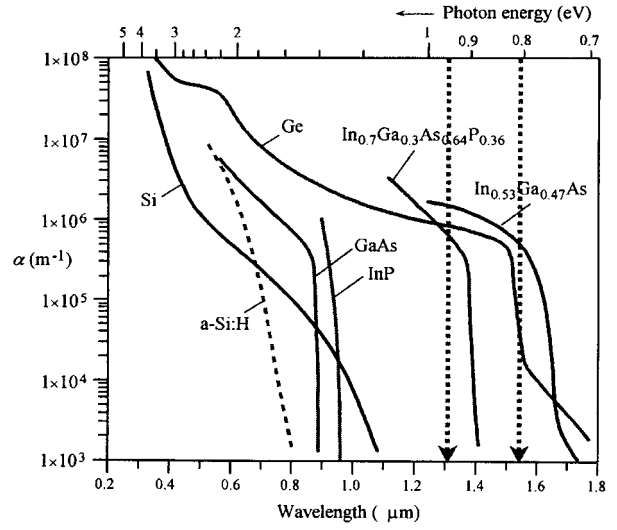
【 図 4 】



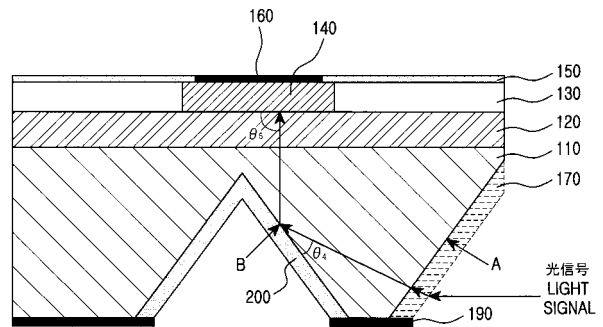
【 図 5 】



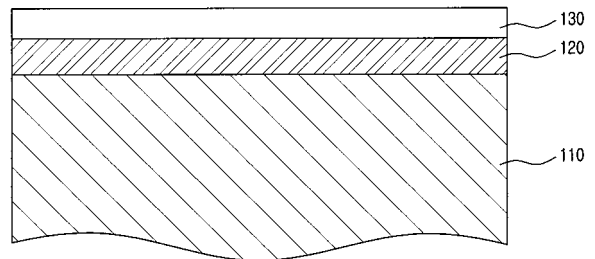
【 図 3 】



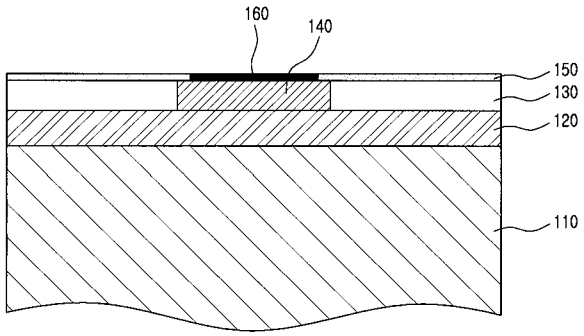
【 図 6 】



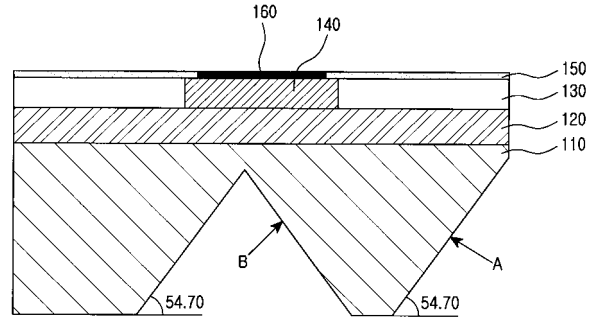
【 図 7 A 】



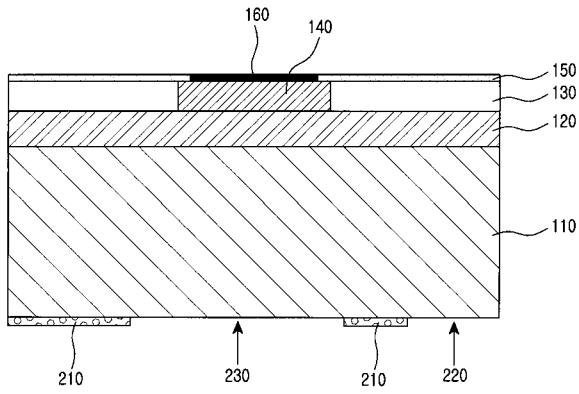
【図 7 B】



【図 7 D】



【図 7 C】



【図 7 E】

