

(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2008-172020

(P2008-172020A)

(43) 公開日 平成20年7月24日(2008.7.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/10 (2006.01)	HO 1 L 31/10 A	5 F O 4 5
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/205	5 F O 4 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-3729 (P2007-3729)
 (22) 出願日 平成19年1月11日 (2007.1.11)

(71) 出願人 000116024
 ローム株式会社
 京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100133514
 弁理士 寺山 啓進
 (74) 代理人 100122910
 弁理士 三好 広之
 (74) 代理人 100117064
 弁理士 伊藤 市太郎
 (72) 発明者 中西 康夫
 京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
 ローム株式会社内

最終頁に続く

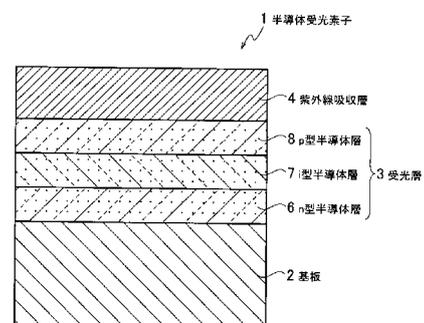
(54) 【発明の名称】 半導体受光素子

(57) 【要約】

【課題】 受光層の結晶性が高く、特性のばらつきが小さい半導体受光素子を提供する。

【解決手段】 半導体受光素子 1 は、基板 2 と、基板 2 上に順次積層された受光層 3 と、紫外線吸収層 4 とを備えている。受光層 3 は、受光した所定の波長を有する光を電気信号に変換して出力するためのものである。受光層 3 は、基板 2 側から n 型半導体層 6 と、i 型半導体層 7 と、p 型半導体層 8 とが順次積層されている。n 型半導体層 6、i 型半導体層 7 及び p 型半導体層 8 は、それぞれ約 0.1 μm ~ 数 μm の厚みを有する (Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P 層 (0 < x < 0.6) からなる。n 型半導体層 6 には、n 型の不純物である Si 又は Se がドーピングされている。p 型半導体層 8 には、p 型の不純物である Zn がドーピングされている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光を受光して電気信号を出力可能な半導体受光素子において、

AlGaInP系半導体層又はZnSe系半導体層のうちから選択された少なくとも1種を有する受光層を備えたことを特徴とする半導体受光素子。

【請求項 2】

前記受光層の受光側には、紫外線を吸収可能な紫外線吸収層が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体受光素子。

【請求項 3】

前記紫外線吸収層は、AlGaInP系半導体層、ZnSe系半導体層又はAlGaAs系半導体層のうちから選択される少なくとも1種からなることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体受光素子。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光を受光して電気信号を出力可能な半導体受光素子に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、携帯電話の液晶モニターや液晶テレビのバックライトの輝度は、使用環境に応じて節電或いは目の保護のため自動的に調整できるように構成されている場合が多い。このように構成する場合、赤外線領域や紫外線領域の光を受光して電気信号を出力可能な半導体受光素子により周りの光を検出してバックライトの輝度を調整する技術が知られている。しかしながら、白熱灯や蛍光灯から照射される紫外線領域及び赤外線領域の光は人間の目では感じる事ができないので、前述した半導体受光素子では、実際に人間の目で感じる視感度に対応した電気信号を出力することができない。

20

【0003】

ここで、波長領域によって受光感度が異なる2つの半導体受光素子と、これらの半導体受光素子の出力差をICチップで演算させて可視光領域に擬似的に受光感度を持たせる技術も知られているが、ICチップにより部品コストの増大や装置の巨大化といった問題が新たに生じていた。

30

【0004】

そこで、近年、可視光領域の光のみを選択的に受光して電気信号を出力可能な半導体受光素子が要望されている。例えば、特許文献 1 には、InGaIn層からなる受光層を備えた半導体受光素子が開示されている。この半導体受光素子では、Inの比率を変化させることによって、約365nm～約635nmの波長を有する光を受光することができる。このように可視光を受光可能に構成することにより、人間が実際に感じる輝度に対応させた出力を可能な半導体受光素子を実現することができた。

【特許文献 1】特開 2002 - 83996 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】**

40

【0005】

しかしながら、特許文献 1 の半導体受光素子では、受光層を構成するInGaIn層内のInの比率を増やすことによって長波長側の光である可視光を受光可能に構成しているが、InGaIn内のInの比率を増加させると、InGaIn層の結晶性が低下する。この結果、半導体受光素子の特性のばらつきが大きくなるといった課題がある。

【0006】

本発明は、上述した課題を解決するために創案されたものであり、受光層の結晶性が高く、特性のばらつきが小さい半導体受光素子を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

50

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、光を受光して電気信号を出力可能な半導体受光素子において、AlGaInP系半導体層又はZnSe系半導体層のうちから選択された少なくとも 1 種を有する受光層を備えたことを特徴とする半導体受光素子である。

【0008】

また、請求項 2 に記載の発明は、前記受光層の受光側には、紫外線を吸収可能な紫外線吸収層が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体受光素子である。

【0009】

また、請求項 3 に記載の発明は、前記紫外線吸収層は、AlGaInP系半導体層、ZnSe系半導体層又はAlGaAs系半導体層のうちから選択される少なくとも 1 種からなることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体受光素子である。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明による半導体受光素子では、可視光を受光可能なGaP系半導体層又はZnSeTe系半導体層を有する受光層を設けているので、人間の視感度に対応した出力を可能とするとともに、白熱灯や蛍光灯などの照明装置の違いによる出力の変化を抑制することができる。

【0011】

ここで、受光層をInGaN層により構成した場合、Inの比率を大きくすることにより人間の視感度にある程度対応させることができるが、Inの比率を大きくするとInGaN層の結晶性が低くなり、特性の高い半導体受光素子を製造することが困難である。一方、本発明による半導体受光素子では、GaP系半導体層又はZnSeTe系半導体層により受光層を構成することによって、受光層の結晶性を高めて、特性のばらつきを小さくすることができる。

20

【0012】

また、紫外線吸収層を受光層の受光側に形成することによって、人間の目で感じるできない紫外線が受光層に入射することを抑制できるので、より人間の視感度に近い出力を実現することができる。

【0013】

また、高温で成長させなければならないGaN層などを紫外線吸収層とした場合、紫外線吸収層を成長させることにより受光層の結晶性が低下するが、本発明による半導体受光素子では、紫外線吸収層を低温で成長可能なGaP系半導体層、ZnSe系半導体層又はAlGaAs系半導体層のいずれかにより構成することによって、紫外線吸収層の成長後も、受光層の結晶性を維持することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。図 1 は、本発明の実施形態による半導体受光素子の断面図を示す。

【0015】

図 1 に示すように、半導体受光素子 1 は、基板 2 と、基板 2 上に順次積層された受光層 3 と、紫外線吸収層 4 とを備えている。尚、紫外線吸収層 4 の上面には p 側電極（図示略）が形成され、基板 2 の裏面には n 側電極（図示略）が形成されている。

40

【0016】

基板 2 は、n 型のGaAsからなる。

【0017】

受光層 3 は、受光した所定の波長を有する光を電気信号に変換して出力するためのものである。受光層 3 は、基板 2 側から n 型半導体層 6 と、i 型半導体層 7 と、p 型半導体層 8 とが順次積層されている。

【0018】

n 型半導体層 6 は、約 0.1 μm ~ 数 μm の厚みを有し、n 型の不純物であるSi又は

50

Seがドーブされた $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 層(0 x 0.6)からなる。i型半導体層7は、約 $0.1\mu m$ ~数 μm の厚みを有し、不純物がドーブされていない $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 層(0 x 0.6)からなる。p型半導体層8は、約 $0.1\mu m$ ~数 μm の厚みを有し、p型の不純物であるZnがドーブされた $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 層(0 x 0.6)からなる。

【0019】

紫外線吸収層4は、外部から入射する光のうち紫外線を吸収するためのものである。紫外線吸収層4は、受光層3の受光側の面に形成され、p型の不純物であるZnがドーブされた数 μm の厚みを有するp型GaP層からなる。

【0020】

次に、上述した半導体受光素子の動作説明をする。

【0021】

半導体受光素子1では、白熱灯や蛍光灯などから照射された光が、上部から紫外線吸収層4に入射すると紫外線領域の光が吸収される。次に、吸収されて紫外線が除去された光は、紫外線吸収層4を透過して受光層3に入射する。受光層3では、電子と正孔とが入射した光によって励起され、これらの電子と正孔が外部に電気信号(電流)として出力される。ここで、受光層3は、約 $500nm$ ~約 $600nm$ の光に対応したバンドギャップを有するAlGaInP層からなるので、赤外線領域の光はほとんど受光されることなく、人間の視感度が最も高い約 $555nm$ 前後の波長を有する光を中心に受光される。この結果、半導体受光素子1からは、人間の視感度に対応した電気信号が外部へ出力される。

【0022】

次に、上述した半導体受光素子の製造方法について説明する。

【0023】

まず、n型GaAsからなる基板2をMOCVD装置に搬入する。

【0024】

次に、成長温度を約 650 ~約 700 に設定した状態で、キャリアガス(H_2 ガス)によりTMA(トリメチルアルミニウム)、TMG(トリメチルガリウム)、TMI(トリメチルインジウム)、ホスフィン及びモノシランを成長室内に供給して、Siがドーブされたn型 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 層からなるn型半導体層6を形成する。次に、モノシランの供給を停止し、それ以外の原料ガスの供給を継続することによってi型 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 層からなるi型半導体層7を形成する。その後、前述した原料ガスとともにジメチル亜鉛を供給することによって、Znがドーブされたp型 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 層からなるp型半導体層8を形成する。

【0025】

次に、成長温度を約 300 ~約 400 に設定した状態で、TMG、ホスフィン及びジメチル亜鉛を供給することによって、Znがドーブされたp型GaP層からなる紫外線吸収層4を形成する。

【0026】

次に、p側電極及びn側電極を形成した後、各素子単位に分割することによって、半導体受光素子1が完成する。

【0027】

次に、上述した本発明による半導体受光素子の各波長での出力と人間の比視感度とを比較した第1実験について説明する。尚、比視感度とは、光に対する人間の目の感度である視感度を最大値に対する比率で表したものであり、国際照明委員会で規定されたものである。

【0028】

第1実験では、本発明に対応する試料として以下の2つの実施例を作製した。

【0029】

第1実施例は、n型GaAsの基板の上に、約 $0.8\mu m$ の厚みを有するn型 $(Al_0$

10

20

30

40

50

$\text{Ga}_{0.8}\text{Al}_{0.2}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層からなるn型半導体層、約 $0.8\ \mu\text{m}$ の厚みを有するi型($\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{In}_{0.5}\text{P}$)層からなるi型半導体層及び約 $0.8\ \mu\text{m}$ の厚みを有するp型($\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{In}_{0.5}\text{P}$)層からなるp型半導体層が基板側から順次積層された受光層と、約 $6\ \mu\text{m}$ の厚みを有するp型GaP層からなる紫外線吸収層とを基板側から順次積層したものである。

【0030】

第2実施例は、n型GaAsの基板の上に、約 $0.8\ \mu\text{m}$ の厚みを有するn型 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層からなるn型半導体層、約 $0.8\ \mu\text{m}$ の厚みを有するi型 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層からなるi型半導体層及び約 $0.8\ \mu\text{m}$ の厚みを有するp型 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層からなるp型半導体層が基板側から順次積層された受光層と、約 $10\ \mu\text{m}$ の厚みを有するp型GaP層からなる紫外線吸収層とを基板側から順次積層したものである。

10

【0031】

第1実験では、照射する光の波長を変化させて各波長における第1実施例及び第2実施例の出力(電流)を測定した。尚、各実施例の出力は、それぞれの出力の最大値を1とし、その最大値の比率として表している。第1実験の結果を図2に示す。図2における縦軸は出力(電流)を示し、横軸は光の波長を示す。また、図2において、第1実施例及び第2実施例の実験結果を実線で、人間の比視感度を点線で示す。

【0032】

図2に示すように、第1実施例及び第2実施例は、出力のピークの波長はそれぞれ約 $560\ \text{nm}$ 及び約 $570\ \text{nm}$ となっており、人間の視感度が最も高くなる波長である約 $555\ \text{nm}$ と略一致する。また、人間の目ではほとんど感じるできない紫外線領域を含む $400\ \text{nm}$ 以下の波長の光や赤外線領域を含む $700\ \text{nm}$ 以上の波長の光に対しては、第1実施例及び第2実施例とも出力が「0」である。これらの実験結果から、第1実施例及び第2実施例は、人間の視感度に対応した出力が可能ながわかる。

20

【0033】

次に、白熱灯及び蛍光灯における出力の変化について調べた第2実験について説明する。

【0034】

第2実験では、第1実験で使用した第1実施例及び第2実施例以外に、比較用の試料として受光層をアモルファスシリコンにより構成した比較例を作製した。

30

【0035】

第2実験では、白熱灯及び蛍光灯の照度を変化させて各照度におけるそれぞれの試料の出力を測定した。第2実験の結果を図3～図5に示す。図3は、第1実施例の実験結果を示し、図4は、第2実施例の実験結果を示し、図5は、比較例の実験結果を示す。尚、図3～図5における縦軸は出力(電流、単位： nA)を示し、横軸は光の照度(単位： l x)を示す。また、各図において、及び実線が白熱灯による実験結果を示し、及び点線が蛍光灯による実験結果を示す。尚、図3～図5における実線及び点線は、それぞれの測定値を最小2乗法により線形近似したものである。

【0036】

図3に示すように、本発明による第1実施例では、白熱灯による出力の近似直線の傾きと蛍光灯による出力の近似直線の傾きとを比較した場合、約10%の違いがあった。また、図4に示すように、本発明による第2実施例では、白熱灯による出力の近似直線の傾きと蛍光灯による出力の近似直線の傾きとを比較した場合、約10%の違いがあった。一方、比較例では、白熱灯による出力の近似直線の傾きと蛍光灯による出力の近似直線の傾きとを比較した場合、約70%もの違いがあった。この結果から、本発明による第1実施例及び第2実施例では、白熱灯及び蛍光灯などの照明装置の違いに関わらず略同様の出力が可能であるのに対し、アモルファスシリコンからなる比較例では白熱灯及び蛍光灯などの照明装置の違いによって出力が大きく異なることがわかる。

40

【0037】

上述したように半導体受光素子1では、視感度が最大となる波長の近傍で電気信号の出

50

力が最大になり、且つ、赤外線領域の光をほとんど受光しない $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 層 ($0 < x < 0.6$) により受光層 3 を構成することによって、人間の視感度に対応した出力を可能とするとともに、白熱灯や蛍光灯などの照明装置の違いによる出力の変化を抑制することができる。

【0038】

ここで、受光層を $InGaN$ 層により構成した場合、 In の比率を大きくすることにより人間の視感度にある程度対応させることができるが、 In の比率を大きくすると $InGaN$ 層の結晶性が低くなり、半導体受光素子の特性のばらつきが大きくなる。一方、本発明による半導体受光素子 1 では、 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 層により受光層 3 を構成することによって、結晶性を高めて、特性のばらつきを小さくすることができる。

10

【0039】

また、紫外線吸収層 4 を受光層 3 の受光側に形成することによって、人間の目で感じるできない紫外線が受光層 3 に入射することを抑制できるので、より人間の視感度に近い出力を実現することができる。

【0040】

また、高温で成長させなければならない GaN 層などを紫外線吸収層とした場合、紫外線吸収層を成長させることにより受光層の結晶性が低下するが、半導体受光素子 1 では紫外線吸収層 4 を低温で成長可能な p 型 GaP 層により構成することによって、紫外線吸収層 4 の成長後も、受光層 3 の結晶性を維持することができる。

20

【0041】

以上、実施形態を用いて本発明を詳細に説明したが、本発明は本明細書中に説明した実施形態に限定されるものではない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載及び特許請求の範囲の記載と均等の範囲により決定されるものである。以下、上記実施形態を一部変更した変更形態について説明する。

【0042】

例えば、上述の半導体受光素子 1 では、受光層 3 を $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 層により構成したが、他の GaP 系半導体層や $ZnSeTe$ 系半導体層により構成してもよい。尚、他の GaP 系半導体層としては $GaAsP$ 層を適用することができる。また、 $ZnSeTe$ 系半導体層としては、 $ZnSeTe$ 層、 $MgZnSeTe$ 層、 $CdZnSeTe$ 層などを適用することができる。

30

【0043】

また、上述の半導体受光素子 1 では、紫外線吸収層 4 を GaP 層により構成したが、 $GaAsP$ 層、 $ZnSe$ 層、 $AlGaAs$ 層などにより構成してもよい。

【0044】

また、上述の半導体受光素子 1 では、 n 型半導体層 6、 i 型半導体層 7 及び p 型半導体層 8 を順次積層することにより受光層 3 を形成したが、 i 型半導体層 7 を省略し、 n 型半導体層 6 及び p 型半導体層 8 により受光層を構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0045】

40

【図 1】本発明の実施形態による半導体受光素子の断面図を示す。

【図 2】照射する光の波長を変化させて測定した各波長での第 1 実施例及び第 2 実施例の出力（電流）を示す図である。

【図 3】白熱灯及び蛍光灯の照度を変化させた際の各照度における第 1 実施例の出力の測定結果を示す。

【図 4】白熱灯及び蛍光灯の照度を変化させた際の各照度における第 2 実施例の出力の測定結果を示す。

【図 5】白熱灯及び蛍光灯の照度を変化させた際の各照度における比較例の出力の測定結果を示す。

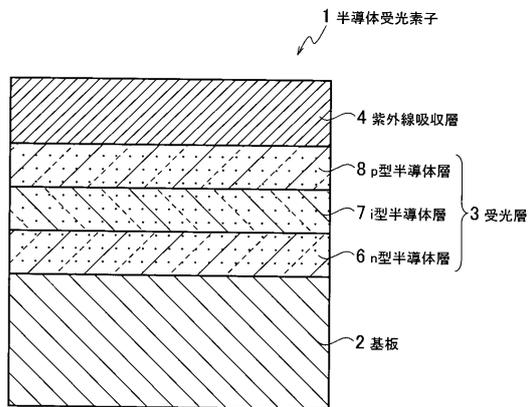
【符号の説明】

50

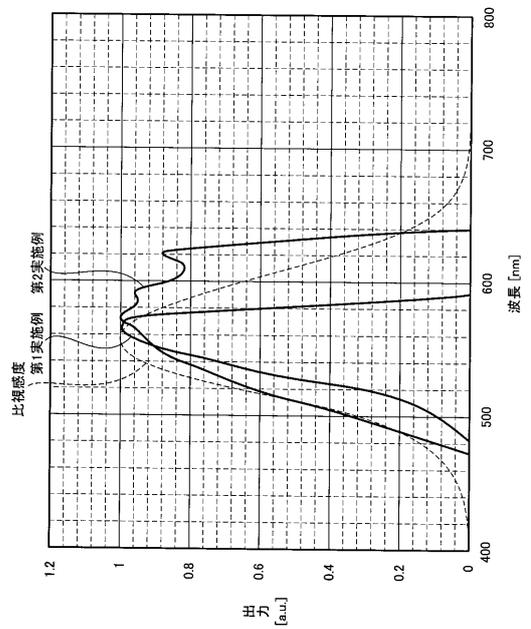
【 0 0 4 6 】

- 1 半 導 体 受 光 素 子
- 2 基 板
- 3 受 光 層
- 4 紫 外 線 吸 收 層
- 6 n 型 半 導 体 層
- 7 i 型 半 導 体 層
- 8 p 型 半 導 体 層

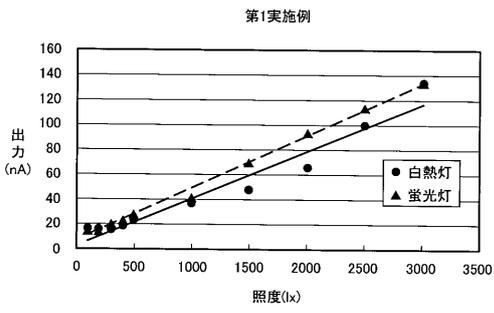
【 图 1 】



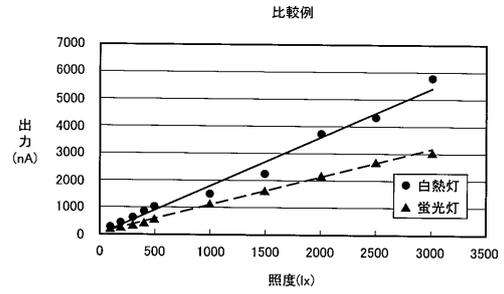
【 图 2 】



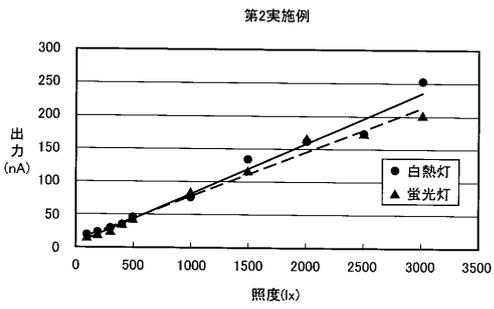
【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 中田 俊次

京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内

Fターム(参考) 5F045 AA04 AB11 AB17 AB18 AC07 AC12 AF04 CA13 DA52
5F049 MA04 MB01 MB07 NA10 PA04 SZ07