

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5962503号  
(P5962503)

(45) 発行日 平成28年8月3日(2016.8.3)

(24) 登録日 平成28年7月8日(2016.7.8)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO5B 33/02</b>	<b>(2006.01)</b>	HO5B	33/02		
<b>HO1L 51/50</b>	<b>(2006.01)</b>	HO5B	33/14		A
<b>HO1L 51/44</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	31/04		114

請求項の数 6 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2012-287337 (P2012-287337)	(73) 特許権者	000122298
(22) 出願日	平成24年12月28日(2012.12.28)		王子ホールディングス株式会社
(65) 公開番号	特開2014-130712 (P2014-130712A)		東京都中央区銀座4丁目7番5号
(43) 公開日	平成26年7月10日(2014.7.10)	(72) 発明者	篠塚 啓
審査請求日	平成26年11月12日(2014.11.12)		東京都江東区東雲一丁目10番6号 王子ホールディングス株式会社 東雲研究センター内
		(72) 発明者	川村 正人
			東京都江東区東雲一丁目10番6号 王子ホールディングス株式会社 東雲研究センター内
		審査官	濱野 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電変換素子用基板および光電変換素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光電変換素子用基板であって

基板の少なくとも一方の面の少なくとも一部に凹凸構造を有し、  
前記凹凸構造は、互いに周期が異なる2種類以上の2次元周期構造部を含み、  
前記2種類以上の2次元周期構造部のうち、少なくとも1種類の2次元周期構造部は、前記凹凸構造の中で前記2次元周期構造の凸部または凹部の中心同士を結んだ線で形成される正方形または三角形を周期構造単位とする2次元周期単位2つ分以上から成る微小エリアを形成し、前記微小エリアが島状に存在していることを特徴とする基板。

【請求項2】

光電変換素子用基板であって

基板の少なくとも一方の面の少なくとも一部に凹凸構造を有し、  
前記凹凸構造は、互いに周期が異なる2種類以上の2次元周期構造部を含み、  
前記2種類以上の2次元周期構造部は、前記凹凸構造の中で前記2次元周期構造の凸部または凹部の中心同士を結んだ線で形成される正方形または三角形を周期構造単位とする2次元周期単位2つ分以上から成る微小エリアを形成し、周期が異なる2次元周期構造部が各々微小エリアとなって存在していることを特徴とする基板。

【請求項3】

前記微小エリアの大きさは、直径50μmの円に収まる大きさである請求項1または2に記載の基板。

## 【請求項 4】

前記互いに周期が異なる前記 2 次元周期構造部のうち、周期の最も近い 2 種類の 2 次元周期構造部の周期を比較し、周期が小さい 2 次元周期構造部の周期を P 1、周期が大きい 2 次元周期構造部の周期を P 2 とし、周期の最も離れた 2 種類の 2 次元周期構造部周期を比較し、周期が小さい 2 次元周期構造部の周期を P 3、周期が大きい 2 次元周期構造部の周期を P 4 としたとき、P 1、P 2、P 3、P 4 が数式 ( 1 ) および数式 ( 2 ) を充たす請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の基板。

数式 ( 1 )  $P 1 = 0.90 P 2$

数式 ( 2 )  $P 3 = 0.10 P 4$

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の基板上に少なくとも発光層、陰極層、陽極層を積層した発光素子。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の基板上に少なくとも半導体層、陰極層、陽極層を積層した太陽電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光電変換素子用基板および光電変換素子に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

光電変換素子は、電気を光に変換する素子、および光を電気に変換する素子を含む。電気を光に変換する素子としては、発光ダイオード、半導体レーザーがあり、光を電気に変換する素子としては、太陽電池、フォトダイオードがある。

## 【0003】

光電変換素子は、例えば発光ダイオードの場合、基板上に電極（陰極または陽極）層、発光層、および電極（陽極または陰極）層を積層して構成される。更に各層の間には電子輸送層、電子注入層、ホール輸送層、ホール注入層などの中間層が設けられる場合がある。

## 【0004】

発光ダイオードの発光層で生じた光は、上述した中間層、電極層を通して（基板が透明である場合は基板を通して）発光ダイオードの外部へ取り出される。このとき発光層、中間層、電極層、基板の層界面では、各層を構成する材料の屈折率の差による光の反射が発生し、光の一部が各層内に閉じ込められる現象が起きる。この現象による光の損失を防ぐことは、従来の発光ダイオードの課題の一つとなっていた。

## 【0005】

太陽電池においては、太陽光が電極層を通して半導体層へ入射するときに、発光ダイオードの場合と同様に層界面で屈折率の差によって光の一部が反射する。層界面の光の透過率を上げ、発電効率を上げることが、従来の太陽電池の課題の一つとなっていた。

## 【0006】

光の取り出し効率を上げるため、基板と透明電極との間にとの電極と対向する面側が凹凸である光取り出し層を設けた発光ダイオードが提案されている（特許文献 1）。特許文献 1 の凹凸構造は、発光層で生じ、全反射で発光層や透明電極内部に閉じこめられていた光を取り出すものである。取り出すことのできる光の波長範囲は、凹凸構造の周期によって決定される光の波長範囲に限られるため、凹凸構造の周期は、発光の中心波長の光に合わせて設計されるものである。

## 【0007】

一方、照明用などで近年普及が進んでいる白色光を取り出す発光ダイオードの場合は、発光のピーク波長の異なる単色の発光層を複数積層有し、発光のピーク波長が複数存在するため、特許文献 1 に記載の凹凸構造では、光の取り出し効率を一定以上上げることはで

10

20

30

40

50

きなかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2006-269163

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、光電変換素子用基板に関し、広い発光波長領域を有し且つ発光素子発光効率の高い発光素子または発電効率の高い太陽電池を得るための光電変換素子用基板を提供する。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の課題を解決するための手段として、本発明は以下の[1]～[5]を含む。

[1] 光電変換素子用基板であって、基板の少なくとも一方の面の少なくとも一部に凹凸構造を有し、前記凹凸構造は、互いに周期が異なる2種類以上の2次元周期構造部を含み、前記2種類以上の2次元周期構造部のうち、少なくとも1種類の2次元周期構造部は、前記凹凸構造の中で2次元周期単位2つ分以上から成る微小エリアを形成し、周期が異なる他の2次元周期構造部と入り混じって存在することを特徴とする基板。

[2] 前記微小エリアの大きさは、直径50 $\mu$ mの円に収まる大きさである(1)に記載の基板。

20

[3] 前記互いに周期が異なる前記2次元周期構造部のうち、周期の最も近い2種類の2次元周期構造部の周期を比較し、周期が小さい2次元周期構造部の周期をP1、周期が大きい2次元周期構造部の周期をP2とし、周期の最も離れた2種類の2次元周期構造部の周期を比較し、周期が小さい2次元周期構造部の周期をP3、周期が大きい2次元周期構造部の周期をP4としたとき、P1、P2、P3、P4が数式(1)および数式(2)を充たす[1]または[2]に記載の基板。

数式(1)  $P1 = 0.90P2$

数式(2)  $P3 = 0.10P4$

[4] [1]～[3]のいずれかに記載の基板上に少なくとも発光層、陰極層、陽極層を積層した発光素子。

30

[5] [1]～[3]のいずれかに記載の基板上に少なくとも半導体層、陰極層、陽極層を積層した太陽電池。

【発明の効果】

【0011】

本発明により、広い発光波長領域を有し且つ発光素子発光効率の高い発光素子が得られる。或いは、発電効率の高い太陽電池が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1(a)は、本発明の光電変換素子用基板の一面に設けられた凹凸構造における微小エリアの分布の一例を示す模式図である。図1(b)は、図1(a)の凹凸構造を線X1-X2で切った断面図である。

40

【図2】図2(a)は、本発明の光電変換素子用基板の一面に設けられた凹凸構造における微小エリアの分布の別の一例を示す模式図である。図2(b)は、図2(a)の凹凸構造を線X3-X4で切った断面図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態の一例(発光素子)である。

【図4】図4は、本発明の実施形態の別の一例(太陽電池)である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の光電変換素子用基板は、光電変換素子用基板として用いられる各種公知の材料

50

を用いることができる。材質は、無機、有機、無機有機複合のいずれであってもよく、ガラスや樹脂などの可視光透過性材料を用いることもできる。

【0014】

本発明の光電変換素子用基板の少なくとも一方の面の少なくとも一部には、凹凸構造が設けられる。凹凸構造は、基板平面に対して凸部が並んだ構造であっても良いし、基板平面に対して凹部が並んだ構造であっても良い、或いは基板平面に対して垂直な面で凹凸構造を切った断面が正弦波状、方形波状、正弦波と方形波の複合形状である構造であっても良い。前記、凸部または凹部の形状としては、円柱、円錐状、円錐台状、砲弾形状またはこれらの複合形状などが挙げられる。

【0015】

図1に示すように前記凹凸構造は、互いに周期が異なる2種類以上の2次元周期構造部から成る。前記2種類以上の2次元周期構造部のうち、少なくとも1種類の2次元周期構造部は、微小エリアを形成している。前記微小エリアが周期の異なる他の2次元周期構造部と入り混じって存在することにより、前記凹凸構造は、互いに周期が異なる2種類以上の2次元周期構造部の存在割合が均一である。

【0016】

図2は、2次元周期構造部Aの中に2次元周期構造部Aとは異なる周期を持つ2次元周期構造部Bの微小エリアが島状に存在している例である。

【0017】

図3は、互いに周期の異なる2次元周期構造部A、2次元周期構造部B、2次元周期構造部Cが各々微小エリアとなって存在している例である。

【0018】

前記微小エリアは、周期構造単位が2つ以上繰り返された構造であり、好ましくは周期構造単位が4つ以上、更に好ましくは6つ以上である。

【0019】

本発明においては、前記2次元周期構造の凸部または凹部の中心同士を結んだ線で形成される図形を正方格子または三角格子のうち、いずれか近似する格子にあてはめ、当てはめた正方形または三角形を周期構造単位とする。

【0020】

尚、2次元周期構造部の内部、または、互いに周期の異なる2次元周期構造部の間に、凹凸構造を持たない部分が存在していても良いし、周期性のない凹凸構造部分が存在しても良い。前記互いに周期の異なる2次元周期構造部の間は凹凸構造を持たない部分および周期性のない凹凸構造部分の面積は、前記凹凸構造の面積に対し、50%未満であることが好ましい。

【0021】

前記微小エリアの大きさは、直径50 $\mu$ mの円に収まる大きさであることが好ましい。前記微小エリアの大きさが、直径50 $\mu$ mの円を超えると本発明の基板を発光素子に使用した場合には色調ムラが発生する場合があり、本発明の基板を太陽電池に使用した場合には発電効率の上昇が顕著に見られない場合がある。

【0022】

ここで、前記微小エリアの形状が歪である場合、歪な微小エリアの面積の75%以上が収まる大きさの円が、直径50 $\mu$ mの円に収まる大きさであれば、前記歪な微小エリアの大きさは、直径50 $\mu$ mの円に収まる大きさであると見なす。

【0023】

本発明の光電変換素子用基板に使用する凹凸構造の形成方法は、本発明の光電変換素子用基板の凹凸構造の特徴を再現できればいかなる方法であってもよく、各種公知の方法を適用できる。本発明の凹凸構造の形成方法の一例としては、レーザービームにより基板表面を切削加工して凹凸構造を作製する方法、基板上に感光材料を塗布し遮光マスクパターンを被せて露光現像し、現像パターンによりマスクされた基板をドライエッチングして凹凸構造を作製する方法、基板上に粒子からなる膜を配置し、前記粒子からなる膜によ

10

20

30

40

50

リマスクされた基板をドライエッチングして凹凸構造を作製する方法などが挙げられる。

【0024】

前記粒子からなる膜を用いて基板を作製する場合、平均粒子径の異なる2種類以上の粒子から粒子膜を形成する。平均粒子径の異なる2種類以上の粒子の混合分散条件（例えば攪拌の強さや時間など）を調整し、基板上に配置することによって、粒子径の近い粒子同士がクラスターを作って基板上に配置され、これをエッチングすることによって本発明の光電変換素子用基板に使用する凹凸構造が形成される。

【0025】

前記粒子からなる膜を用いて基板を作製する場合、ラングミュア-プロシエット法を採用し、液面に粒子単層膜を形成するとき、別々の滴下口から平均粒子径の異なる2種類以上の粒子を滴下するなどの方法により、粒子径の近い粒子同士がクラスターを作った粒子単層膜を作製することができる。これを基板上に配置しエッチングすることによって本発明の光電変換素子用基板に使用する凹凸構造が形成される。

【0026】

図3は、本発明の基板を使用した発光素子の一例の断面を表した模式図である。

図3の例では、本発明の基板上に陽極層、発光層、陰極層を積層した発光素子である。基板上に形成された各層の界面は、基板上の凹凸構造と同じ凹凸構造を有している。各層の界面が基板上の凹凸構造と同じ凹凸構造を有する発光素子は、本発明の基板上に、真空蒸着法、スパッタリング法などによって上記各層の薄膜を形成することによって製造できる。

【0027】

本発明の基板上に少なくとも発光層、陰極層、陽極層を積層して得られる発光素子は発光層で生じた光が、発光素子の外へ出射するまでに通過する各層の界面に発光効率を高める凹凸構造を有するものである。各層の界面の凹凸構造は、前記基板と同じ2次元周期構造を有し、その周期は発光効率を高めるように設計される。本発明の基板の凹凸構造は互いに周期が異なる2種類以上の2次元周期構造部を含むが、各々の2次元周期構造部の周期は、出射する光において強度を上げたい波長の光に合わせて適宜設計される。前記2次元周期構造部およびその周期は、発光効率を高めるためのものであればどのような原理を用いたものであってもよい。

【0028】

図3の例では、基板に光透過材料を用いて基板を通して光を出射する発光素子の例をしめしているが、発光層から基板とは反対側へ光を出射する発光素子としてもよい。

図3の例では、陽極層、発光層、陰極層のみ表示しているが、陽極層と発光層の間にホール輸送層、ホール注入層などを設けても良く、陰極層と発光層の間に電子注入層、電子輸送層などを設けても良い。

また、本発明の基板上に陰極層、電子注入層、電子輸送層、発光層、ホール輸送層、ホール注入層、陽極層の順で積層した発光素子であってもよい。

【0029】

尚、界面の凹凸構造は必ずしもすべての層に形成されている必要はなく、例えば基板と発光層の間に存在する各層の界面にのみに凹凸構造がある発光素子であってもよい。

【0030】

図4は、本発明の基板を使用した太陽電池の一例の断面を表した模式図である。太陽電池の場合も基板上に、真空蒸着法、スパッタリング法などによって電極層や半導体層の薄膜を形成することによって製造できる。

【0031】

本発明の基板上に少なくとも電極層、半導体層を積層して得られる太陽電池は、太陽電池に入射した太陽光が、半導体層に入射するまでに通過する各層の界面に凹凸構造を有するものである。各層の界面の凹凸構造は、前記基板と同じ2次元周期構造を有し、その周期は発電効率を高めるように設計される。本発明の基板の凹凸構造は互いに周期が異なる2種類以上の2次元周期構造部を含むが、各々の2次元周期構造部の周期は、半導体層に

10

20

30

40

50

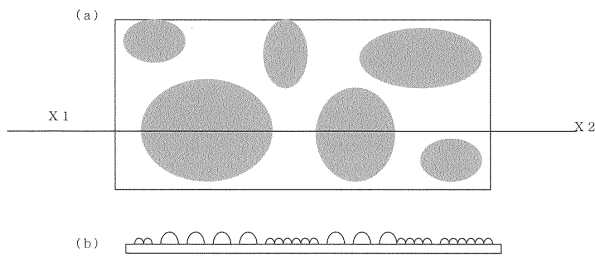
において発電効率の高い波長の光を増幅するように適宜設計される。前記2次元周期構造部およびその周期は、発電効率を高めるためのものであればどのような原理を用いたものであってもよい。

【産業上の利用可能性】

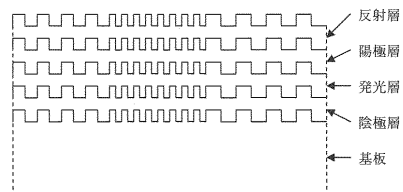
【0032】

本発明の光電変換素子用基板により、発光効率の高い発光素子の提供が可能となる。また、本発明の光電変換素子用基板により、発電効率の高い太陽電池の提供が可能となる。

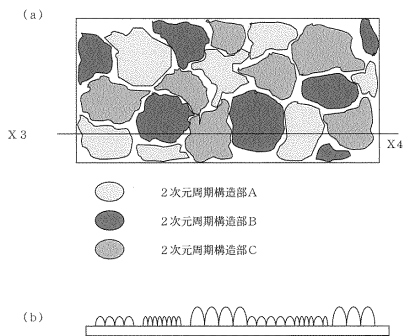
【図1】



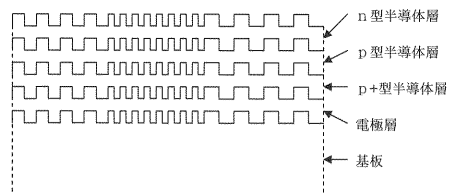
【図3】



【図2】



【図4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-036186(JP,A)  
特開2007-088273(JP,A)  
特表2005-535121(JP,A)  
特開2005-005679(JP,A)  
特開2007-088277(JP,A)  
特開2009-076393(JP,A)  
特開2003-101053(JP,A)  
米国特許出願公開第2005/0269578(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/02  
H01L 51/44  
H01L 51/50