

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 28 年 10 月 6 日 (2016.10.6)

【公表番号】特表 2015-537378 (P2015-537378A)

【公表日】平成 27 年 12 月 24 日 (2015.12.24)

【年通号数】公開・登録公報 2015-081

【出願番号】特願 2015-539843 (P2015-539843)

【国際特許分類】

H 0 1 L 31/0352 (2006.01)

H 0 1 L 31/10 (2006.01)

H 0 1 L 51/44 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 31/04 3 4 2 A

H 0 1 L 31/10 A

H 0 1 L 31/04 1 1 2 B

【手続補正書】

【提出日】平成 28 年 8 月 17 日 (2016.8.17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の電極と、

前記第 1 の電極上に配置され、複数の第 1 のコロイド量子ドットと複数の第 2 のコロイド量子ドットとを含むコロイド量子ドットアセンブリ層であって、前記第 2 の量子ドットは、前記第 1 の量子ドットよりも数が少なく、前記複数の第 1 の量子ドットの全体にわたって分散し、前記第 2 の量子ドットは、サイズ又は組成が前記第 1 の量子ドットと異なり、前記第 2 の量子ドットは、第 1 の励起子ピーク波長が、前記第 1 の量子ドットの第 1 の励起子ピーク波長よりも長く、前記不連続半導体層は、価電子帯と、伝導帯と、前記価電子帯と前記伝導帯との間のバンドギャップ内にエネルギー準位を有する中間帯と、を含む、前記コロイド量子ドットアセンブリ層と、

前記コロイド量子ドットアセンブリ層の上に直接配置された電子受容体層であって、前記コロイド量子ドットアセンブリ層及び前記電子受容体層は電子的ヘテロ接合を形成する、前記電子受容体層と、

前記電子受容体層の上に配置された第 2 の電極と、

を備える光電子デバイス。

【請求項 2】

前記中間帯のエネルギー準位は、条件 $0.20 < E_x < 0.80$ を満足し、 $E_x = (E_{IB} - E_{VB}) / (E_{CB} - E_{VB})$ であり、 E_{IB} 、 E_{VB} 、及び E_{CB} は、それぞれ、前記中間帯、前記宿主価電子帯、及び前記宿主伝導帯のエネルギー準位である、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 3】

前記中間帯は、前記価電子帯及び前記伝導帯の両方から、 $4kT$ より大きいバンドギャップだけ離れており、 k はボルツマン定数であり、 T は前記コロイド量子ドットアセンブリ層の温度である、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 4】

前記第 1 の量子ドット及び前記第 2 の量子ドットの総数に対する前記第 2 の量子ドットの数の比率が 0.05 から 0.4 の範囲である、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 5】

前記コロイド量子ドットアセンブリ層は、前記中間帯において、10 マイクロ秒を超えるキャリア存続時間を有する、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 6】

前記第 2 の量子ドットは、組成が前記第 1 の量子ドットと同じであり、サイズが前記第 1 の量子ドットより大きい、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 7】

前記第 2 の量子ドットの分散はランダムである、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 8】

前記第 1 の量子ドット及び前記第 2 の量子ドットは、可視光感光性材料、赤外線感光性材料、紫外線感光性材料、II-VI 族材料、I-III-VI 族材料、III-V 族材料、IV 族材料、IV-VI 族材料、V-VI 族材料、硫化鉛、セレン化鉛、テルル化鉛、テルル化水銀、硫化カドミウム、セレン化カドミウム、テルル化カドミウム、及びこれらのうちの 2 つ以上の組み合わせ又は合金からなる群から選択される組成を有する、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 9】

前記コロイド量子ドットアセンブリ層は、厚さが 5 nm から 5 μ m の範囲、粒子間間隔が 2 nm 未満、あるいは、厚さが 5 nm から 5 μ m の範囲であって粒子間間隔が 2 nm 未満である、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 10】

前記電子受容体層は、フラーレン、半導体酸化物、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化スズ、又はこれらの合金からなる群から選択される合成物を含む、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 11】

前記電子受容体層は、厚さが 3 nm から 300 nm の範囲である、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 12】

前記第 1 の電極上に配置された電子阻止層を備え、前記コロイド量子ドットアセンブリ層は、前記電子阻止層上に配置される、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 13】

前記電子阻止層は、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化銅、酸化ニッケル、フタロシアニン、m-MTDATA、-NPD、量子ドット、並びにこれらの化学的類縁物及び化学的派生物からなる群から選択される組成を有する、請求項 12 に記載の光電子デバイス。

【請求項 14】

前記電子受容体層上に配置された正孔阻止層を備え、前記第 2 の電極は、前記正孔阻止層上に配置される、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 15】

前記正孔阻止層は、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化スズ、BCP、BPhen、NBPhen、金属キレート、並びにこれらの化学的類縁物及び化学的派生物からなる群から選択される組成を有する、請求項 14 に記載の光電子デバイス。

【請求項 16】

前記第 1 の電極と前記コロイド量子ドットアセンブリ層との間に配置された、あるいは、前記コロイド量子ドットアセンブリ層と前記電子受容体層との間に配置された、前記第 1 の量子ドットの層を備える、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

【請求項 17】

光電子デバイスの組み立て方法であって、

溶媒、複数の第 1 の量子ドット、及び複数の第 2 の量子ドットを含む溶液を、電極を備

える基板の上に堆積させることによってコロイド量子ドットアセンブリ層を形成するステップであって、前記第2の量子ドットは、前記第1の量子ドットよりも数が少なく、前記複数の第1の量子ドットの全体にわたって分散し、前記第2の量子ドットは、サイズ又は組成が前記第1の量子ドットと異なり、前記第2の量子ドットは、第1の励起子ピーク波長が、前記第1の量子ドットの第1の励起子ピーク波長よりも長く、前記コロイド量子ドットアセンブリ層は、価電子帯と、伝導帯と、前記価電子帯と前記伝導帯との間のバンドギャップ内にエネルギー準位を有する中間帯と、を含む、前記ステップと、

前記コロイド量子ドットアセンブリ層の上に電子受容体層を直接堆積させるステップであって、前記コロイド量子ドットアセンブリ層及び前記電子受容体層は電子的ヘテロ接合を形成する、前記ステップと、

を含む方法。

【請求項18】

前記溶媒は、トルエン、アニソール、アルカン、ブチルアミン、及び水からなる群から選択される、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

第1の溶液内に前記第1の量子ドットを形成するステップと、第2の溶液内に前記第2の量子ドットを形成するステップと、前記第1の溶液と前記第2の溶液とを混合して、前記第1の量子ドットと前記第2の量子ドットとの混合物を形成するステップと、を含み、前記コロイド量子ドットアセンブリ層を形成する前記ステップは、前記混合物を前記電極を備える基板の上に堆積させるステップを含む、請求項17に記載の方法。

【請求項20】

前記第1の量子ドット及び前記第2の量子ドットを溶液又は蒸気で処理するステップを含み、前記溶液又は蒸気は、エタンチオール、アルキルチオール、アルケニルチオール、アルキニルチオール、アリールチオール、エタンジチオール、ベンゼンジチオール、アルキルポリチオール、アルケニルポリチオール、アルキニルポリチオール、アリールポリチオール、カルボン酸、ギ酸、メタノール、トルエン、イソプロピルアルコール、クロロホルム、アセトニトリル、酢酸、ブチルアミン、1,4ブチルジアミン、アルキルアミン、アルケニルアミン、アルキニルアミン、アリールアミン、アルキルポリアミン、アルケニルポリアミン、アルキニルポリアミン、アリールポリアミン、及びこれらのうちの2つ以上を組み合わせたものからなる群から選択される組成を有する、請求項17に記載の方法。

。

【請求項21】

前記第1の量子ドット及び前記第2の量子ドットを処理する前記ステップによって、量子ドット間の粒子間間隔が減少するか、前記コロイド量子ドットアセンブリ層の堆積直後の厚さが減少するか、前記粒子間間隔及び前記堆積直後の厚さの両方が減少する、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

前記第1の量子ドット及び前記第2の量子ドットを処理する前記ステップによって、量子ドット間の粒子間間隔が2 nm以下まで減少するか、前記コロイド量子ドットアセンブリ層の堆積直後の厚さが20%から80%減少するか、前記粒子間間隔が2 nm以下まで減少し、且つ、前記堆積直後の厚さが20%から80%減少する、請求項21に記載の方法。

【請求項23】

請求項17に記載の方法に従って組み立てられる光電子デバイス。