



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2012131850/28, 09.02.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

07.06.2010 US 61/351,948;

07.02.2011 US 13/022,350

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2014 Бюл. № 3

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 25.07.2012

(86) Заявка РСТ:

US 2011/024222 (09.02.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:

WO 2011/156017 (15.12.2011)

Адрес для переписки:

119034, Москва, Пречистенский пер., 14, стр.1,
4-ый этаж, Московское представительство
фирмы "Гоулингз Интернэшнл, Инк.", пат.пов.
В.А.Клюкину, рег. N 005

(71) Заявитель(и):

**ГОВЕРНИНГ КОНСИЛ ОФ ЗЭ
ЮНИВЕРСИТИ ОФ ТОРОНТО (СА)**

(72) Автор(ы):

**БАРКХАУС Аарон (US),
ВАНГ Ксихуа (СА),
САРЖЕНТ Эдвард Х. (СА),
КОЛЕЛАД Гада (СА),
БРЗОЗОВСКИ Лукас (СА)**(54) **МНОГОПЕРЕХОДНОЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО**

(57) Формула изобретения

1. Многопереходное фотоэлектрическое устройство, содержащее:

(a) первый и второй электроды,

(b) фотоэлектрический стек в электрическом контакте с указанными первым и вторым электродами и содержащий множество фотоэлектрических переходов, при этом каждый указанный фотоэлектрический переход включает электроноакцепторный полупроводниковый слой и светопоглощающий полупроводниковый слой, имеющий, в основном, большую рабочую функцию, чем указанный электроноакцепторный полупроводниковый слой, при этом указанные фотоэлектрические переходы разделены:

(c) рекомбинационной областью, включающей слой прозрачного и токопроводящего дырочного слоя в омическом контакте с указанным светопоглощающим полупроводниковым слоем указанного первого фотоэлектрического перехода, и прозрачным токопроводящим электроноакцепторного слоя в омическом контакте с указанным электроноакцепторным полупроводниковым слоем указанного второго фотоэлектрического перехода;

указанная рекомбинационная область формирует градиентную рабочую функцию указанного прозрачного и токопроводящего дырочного слоя в омическом контакте с указанным светопоглощающим полупроводниковым слоем указанного первого

фотоэлектрического перехода к указанному прозрачному и токопроводящему электроакцепторному слою в омическом контакте с указанным электроакцепторным полупроводниковым слоем указанного второго фотоэлектрического перехода, и имеющая толщину в пределах одного порядка величины суммы дебаевой длины всех слоев указанной рекомбинационной области.

2. Устройство по п.1, дополнительно содержащее дополнительный прозрачный и токопроводящий промежуточный слой, имеющий промежуточную рабочую функцию, при этом указанный прозрачный и токопроводящий дырочный слой находится в омическом контакте с указанным светопоглощающим полупроводниковым слоем указанного первого фотоэлектрического перехода, и указанный прозрачный и токопроводящий электроакцепторный слой находится в омическом контакте с указанным электроакцепторным полупроводниковым слоем указанного второго фотоэлектрического перехода.

3. Устройство по п.1 или 2, в котором указанная градиентная рабочая функция уменьшается по величине приблизительно от 0,2 эВ рабочей функции указанного светопоглощающего полупроводникового слоя до 0,2 эВ указанного электроакцепторного полупроводникового слоя.

4. Устройство по п.1 или 2, в котором указанная градиентная рабочая функция является пошаговым градиентом, имеющим, по меньшей мере, две стадии.

5. Устройство по п.1 или 2, в котором указанная градиентная рабочая функция является пошаговым градиентом, имеющим точно три стадии.

6. Устройство по п.1 или 2, в котором указанная градиентная рабочая функция является пошаговым градиентом, имеющим точно четыре стадии.

7. Устройство по п.1 или 2, в котором каждый из указанных слоев указанной рекомбинационной области, независимо в каждом образце, имеет толщину приблизительно от 1 нм до 100 нм.

8. Устройство по п.1 или 2, в котором каждый из указанных слоев указанной рекомбинационной области, независимо в каждом образце, имеет толщину приблизительно от 1 нм до 60 нм.

9. Устройство по п.1 или 2, в котором каждый из указанных слоев указанной рекомбинационной области, независимо в каждом образце, имеет толщину около 5 нм до 50 нм.

10. Устройство по п.1 или 2, в котором каждый из указанных слоев указанной рекомбинационной области, независимо в каждом образце, имеет толщину приблизительно от 10 нм до 50 нм.

11. Устройство по п.1, в котором указанная рекомбинационная область содержит триокись молибдена, окись индия и олова, легированную алюминием окись цинка и двуокись титана.

12. Устройство по п.11, в котором толщина триоксида молибдена, окиси индия и олова, окиси алюминия, цинка, и двуокиси титана составляет около 10 нм, около 50 нм, около 50 нм и около 40 нм, соответственно.

13. Устройство по п.1, в котором указанная рекомбинационная область содержит множество подслоев, причем каждый подслой имеет равномерную рабочую функцию, при этом указанные подслои, расположены так, что указанная рабочая функция уменьшается по направлению к указанному прозрачному токопроводящему электроакцепторному слою, который находится в омическом контакте с указанным электроакцепторным полупроводниковым слоем указанного второго фотоэлектрического перехода.

14. Устройство по п.1, в котором указанный электроакцепторный полупроводниковый слой является материалом n-типа, выбранным из группы, состоящей

из двуокиси титана, окиси цинка, окиси ниобия, CuInSe_2 , CuGaSe_2 , AlInGaP , GaAs , a-SiGe и a-Si .

15. Устройство по п.1, в котором указанный светопоглощающий полупроводниковый слой содержит светопоглощающие наночастицы р-типа.

16. Устройство по п.15, в котором указанные светопоглощающие наночастицы р-типа являются металлическими халькогенидными коллоидными квантовыми точками.

17. Устройство по п.15, в котором указанные светопоглощающие наночастицы р-типа являются коллоидными квантовыми точками, выбранными из группы, состоящей из PbS , PbSe , PbSSe , CdS , CdSe и CdTe .

18. Устройство по п.15, в котором указанные светопоглощающие наночастицы р-типа являются свинцовыми халькогенидными коллоидными квантовыми точками.

19. Устройство по п.1, в котором указанный электроноакцепторный полупроводниковый слой является двуокисью титана, и указанный светопоглощающий полупроводниковый слой содержит токопроводящие халькогенидные коллоидные квантовые точки.

20. Устройство по п.1, в котором указанный фотоэлектрический стек содержит минимум два и максимум пятнадцать указанных фотоэлектрических переходов.

21. Устройство по п.1, в котором указанный фотоэлектрический стек содержит минимум два и максимум пять указанных фотоэлектрических переходов.

22. Устройство по п.1, в котором указанный фотоэлектрический стек содержит точно два указанных фотоэлектрических переходов.

23. Устройство по п.1, в котором указанный фотоэлектрический стек содержит точно три указанных фотоэлектрических переходов.

24. Устройство по п.1, в котором указанный светопоглощающий полупроводниковый слой первого фотоэлектрического перехода в указанном фотоэлектрическом стеке поглощает свет первой длины волны диапазона, и указанный светопоглощающий полупроводниковый слой второго фотоэлектрического перехода в указанном фотоэлектрическом стеке поглощает свет длины волн за пределами указанной первой длины волны.

25. Устройство по п.1, в котором каждый из указанных фотоэлектрических переходов в указанном фотоэлектрическом стеке содержит светопоглощающие наночастицы р-типа, которые поглощают свет длин волн, которые отличаются от длины волны света, поглощаемого светопоглощающими наночастицами р-типа любого из других фотоэлектрических переходов в указанном фотоэлектрическом стеке.

26. Устройство по п.1, в котором указанный электроноакцепторный полупроводниковый слой и указанный светопоглощающий полупроводниковый слой имеют запрещенные зоны различной величины, чтобы создать указанный электрический переход между ними, и чтобы, в основном, не иметь свободных электронов и свободных дырок, когда указанный переход не освещен.

27. Устройство по п.26, в котором указанная запрещенная зона указанного электроноакцепторного полупроводникового слоя больше указанной запрещенной зоны указанного светопоглощающего полупроводникового слоя, по меньшей мере, на 1,5 эВ.

28. Устройство по п.26, в котором указанная запрещенная зона указанного электроноакцепторного полупроводникового слоя больше указанной запрещенной зоны указанного светопоглощающего полупроводникового слоя на величину приблизительно от 1,5 эВ до 5 эВ.

29. Устройство по п.1, в котором светопоглощающий полупроводниковый слой одной указанной пары смежных фотоэлектрических переходов поглощает свет с длиной волны между 400 нм и 800 нм, и светопоглощающий полупроводниковый слой другой

указанной пары смежных фотоэлектрических переходов поглощает свет с длиной волны между 400 нм и 1600 нм.

30. Устройство по п.1, в котором электроноакцепторный полупроводниковый слой содержит окись металла n-типа, и светопоглощающий полупроводниковый слой содержит наночастицы p-типа, имеющие, в основном, более глубокую рабочую функцию, чем у указанной окиси металла n-типа, и, по меньшей мере, одна сторона электрического перехода между ними, в основном, не имеет свободных электронов и свободных дырок, когда указанный переход не освещен.

31. Устройство по п.1, в котором удельная проводимость рекомбинационной области больше, чем 1 сименс/см².

32. Устройство по п.1, в котором первый электрод выбран из группы, состоящей из золота, молибдена (Mo/MoSe₃), легированной фтором окиси олова (F:SnO₂), окиси индия олова/поли(3,4-этилен диокситиофен (ITO/PEDOT), арсенида галлия алюминия n-типа (Al/n+-GaAs), и содержащей серебро окиси индия и олова (Ag/ITO).

33. Устройство по п.1, в котором второй электрод выбран из группы, состоящей из золота, серебра, алюминия, легированной алюминием окиси цинка (ZnO/Al), арсенида галлия серебра p-типа (p+-GaAs/Ag) и окиси олова, легированной фтористым кремнием n-типа (n+a-Si/F:SnO₂).

RU 2012131850 A

RU 2012131850 A