



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 217 845** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>7</sup> **H 01 L 31/04**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

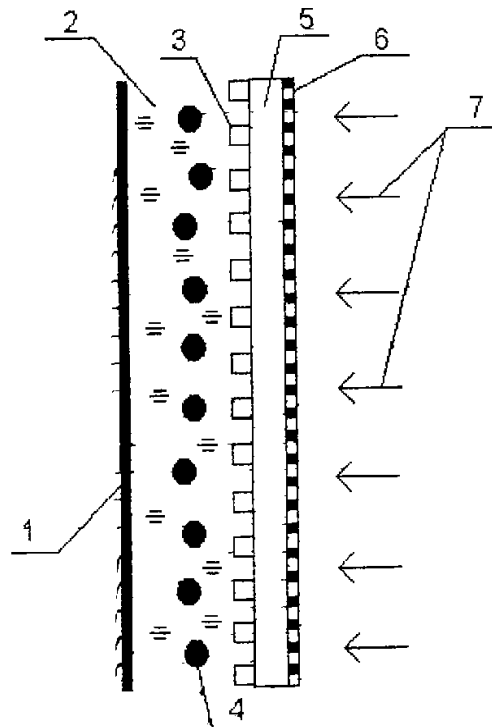
(21), (22) Заявка: 2002123560/28, 04.09.2002  
(24) Дата начала действия патента: 04.09.2002  
(46) Дата публикации: 27.11.2003  
(56) Ссылки: SU 1405712 A3, 23.06.1988. SU 689483 A1, 23.10.1989. RU 2099818 C1, 20.12.1997. RU 2065644 C1, 20.08.1996. WO 0250920 A2, 27.06.2002. RU 2102821 C1, 20.01.1998.  
(98) Адрес для переписки:  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Понтекорво, 20, кв.44, В.Н. Самойлову

(72) Изобретатель: Займидорога О.А.,  
Проценко И.Е., Самойлов В.Н.  
(73) Патентообладатель:  
Займидорога Олег Антонович,  
Проценко Игорь Евгеньевич,  
Самойлов Валентин Николаевич

(54) ГЕТЕРОГЕННЫЙ ФОТОЭЛЕМЕНТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к приборам, преобразующим энергию потока электромагнитного светового излучения в электрическую энергию, и может быть использовано в производстве солнечных фотоэлементов. Технический результат изобретения - повышение к.п.д. до 60-70% в максимуме на резонансной частоте электромагнитного излучения. Изобретение позволяет существенно повысить к.п. д. фотоэлемента за счет того, что в фоточувствительный слой дополнительно внедрены металлические наночастицы размером 10-30 нм при концентрации указанных наночастиц в указанном слое  $(1-10) \cdot 10^{-2}$  объемных долей. 2 ил.



Фиг. 1

RU 2 217 845 C1

RU 2 217 845 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 217 845** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **H 01 L 31/04**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2002123560/28, 04.09.2002

(24) Effective date for property rights: 04.09.2002

(46) Date of publication: 27.11.2003

(98) Mail address:  
141980, Moskovskaja obl., g. Dubna, ul.  
Pontekorvo, 20, kv.44, V.N. Samojlovu

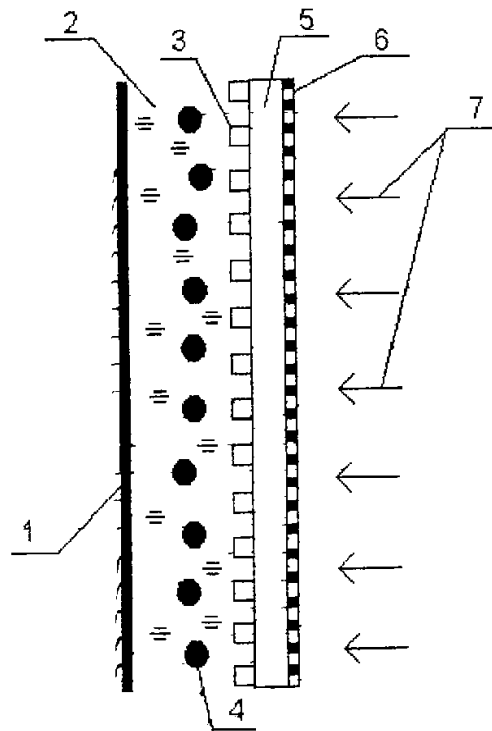
(72) Inventor: Zajmidoroga O.A.,  
Protsenko I.E., Samojlov V.N.

(73) Proprietor:  
Zajmidoroga Oleg Antonovich,  
Protsenko Igor' Evgen'evich,  
Samojlov Valentin Nikolaevich

(54) HETEROGENEOUS PHOTOCCELL

(57) Abstract:

FIELD: solar photocells. SUBSTANCE: proposed photocell depending for its operation on conversion of electromagnetic light flux energy into electrical energy has operating efficiency as high as 60 - 70% at resonant frequency maximum due to introduction of metal nanoparticles measuring 10-30 nm into its photosensitive layer, concentration of mentioned nanoparticles in mentioned layer being  $(1-10)10^{-2}$  volume fractions. EFFECT: enhanced efficiency of photocell. 1 cl, 2 dwg \_



Фиг.1

RU 2 217 845 C1

RU 2 217 845 C1

Изобретение относится к преобразователям энергии электромагнитного светового излучения в электрическую энергию и может быть использовано в производстве высокоэффективных фотоэлементов, в том числе солнечных фотоэлементов.

Известен преобразователь солнечной энергии в электрическую [1] на основе гетероперехода между слоями халькогенида кадмия и меди n- и p-типов проводимости. Недостатком указанного преобразователя является недостаточно высокий к.п.д., не превышающий 15%.

Целью данного изобретения является устранение указанного недостатка и повышение к. п. д. до 60-70% в максимуме на резонансной частоте электромагнитного излучения. Поставленная цель достигается тем, что в известном фотоэлементе, включающем расположенный на металлической пластине фоточувствительный слой, содержащий полупроводниковые наночастицы, прозрачный проводящий слой и электроконтактную сетку, указанный фоточувствительный слой представляет собой полупроводниковый полимер n-типа, а указанные полупроводниковые наночастицы выполнены в виде полупроводниковых нанокристаллов r-типа и в указанный фоточувствительный слой дополнительно введены металлические наночастицы размером 10-30 нм при концентрации указанных наночастиц в указанном слое  $(1-10) \cdot 10^{-2}$  объемных долей и при среднем расстоянии между указанными нанокристаллами и указанными наночастицами не более 1000 нм.

На фиг. 1 представлено схематическое изображение предлагаемого фотоэлемента, где:

- 1 - металлическая пластина;
- 2 - полупроводниковый полимер n-типа;
- 3 - полупроводниковые нанокристаллы;
- 4 - металлические наночастицы;
- 5 - прозрачный электропроводящий слой;
- 6 - электроконтактная сетка;
- 7 - падающее электромагнитное излучение (ЭМИ).

На фиг.2 представлены зависимости относительной эффективности Р генерации тока электронов от длины волны падающего ЭМИ  $\lambda$  для предлагаемого фотоэлемента при сопротивлении внешней цепи 0,01 Ом для различной объемной концентрации металлических наночастиц, где: кривая 0-0, кривая 1-3  $\cdot 10^{-2}$ , кривая 2-6  $\cdot 10^{-2}$ , кривая 3-9  $\cdot 10^{-2}$ .

Принцип работы предлагаемого гетерогенного фотоэлемента состоит в следующем. Падающее на фотоэлемент ЭМИ проходит через электроконтактную сетку (6), которая является анодом, и частично поглощается в полупроводниковых нанокристаллах (3), ширина запрещенной зоны которых меньше энергии фотонов ЭМИ. При указанном поглощении электроны из валентной зоны указанных нанокристаллов переходят в зону проводимости. Про этом концентрация свободных электронов в нанокристаллах повышается и они диффундируют в указанный полупроводниковый полимер. Таким образом концентрация свободных электронов в области электроконтактной сетки - анода

увеличивается по сравнению с областью около указанной металлической пластины, которая является катодом, что приводит к возникновению тока электронов от сетки - анода к пластине - катоду и далее во внешнюю цепь, если таковая замкнута. При этом, если указанные металлические наночастицы выбраны так, что частота их плазменного резонанса находится вблизи максимума спектра поглощения указанных нанокристаллов, то диэлектрическая проницаемость среды фоточувствительного слоя предлагаемого фотоэлемента на частоте падающего ЭМИ существенно возрастает, что в свою очередь приводит к существенному возрастанию эффективности генерации электронов и их тока. Как видно из фиг.2, полученной расчетным путем, в видимой части спектра для предлагаемого фотоэлемента относительная эффективность генерации тока электронов увеличивается в 2,5 и более раз по сравнению с фотоэлементом, не содержащим металлических наночастиц, соответственно увеличивается и к.п.д. предложенного фотоэлемента.

Пример реализации предлагаемого фотоэлемента.

На разогретую металлическую пластину наносится слой политеофена - полимерного полупроводника n-типа, толщиной 40 нм. Затем на его поверхность путем термического распыления через ядерный фильтр с порами диаметром около 50 нм наносится слой наночастиц серебра. Процедура нанесения слоев указанного полупроводника и наночастиц серебра повторяется трижды, так что толщина структуры достигает 120 нм, а концентрация наночастиц серебра  $5 \cdot 10^{-2}$  объемных долей. Затем на поверхность наносится слой полупроводниковых нанокристаллов r-типа (GaAs), со средним размером 50 нм, выращенных отдельно. Затем наносится последний слой политеофена толщиной около 30 нм. Далее на поверхность наносится прозрачный электропроводящий органический слой. В результате общая толщина фоточувствительного слоя достигает 200 нм, а концентрация полупроводниковых нанокристаллов составляет около  $3 \cdot 10^{-1}$  объемных долей. На указанный электропроводящий органический слой наносится металлическая сетка - анод. Расчетный к.п.д. полученного таким путем гетерогенного фотоэлемента в области длин волн падающего ЭМИ около 0,73 мкм достигает 60-70%.

Литература

1. С.Ю. Павелец, авт. св. SU 689483 A1.

#### Формула изобретения:

Гетерогенный фотоэлемент, включающий расположенный на металлической пластине фоточувствительный слой, содержащий полупроводниковые наночастицы, прозрачный проводящий слой и электроконтактную сетку, отличающийся тем, что указанный фоточувствительный слой представляет собой полупроводниковый полимер n-типа, а указанные полупроводниковые наночастицы выполнены в виде полупроводниковых нанокристаллов r-типа и в указанный фоточувствительный слой дополнительно введены металлические

наночастицы размером 10-30 нм при концентрации указанных наночастиц в указанном слое  $(1-10) \times 10^{-2}$  объемных долей и

при среднем расстоянии между указанными нанокристаллами и указанными наночастицами на более 1000 нм.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

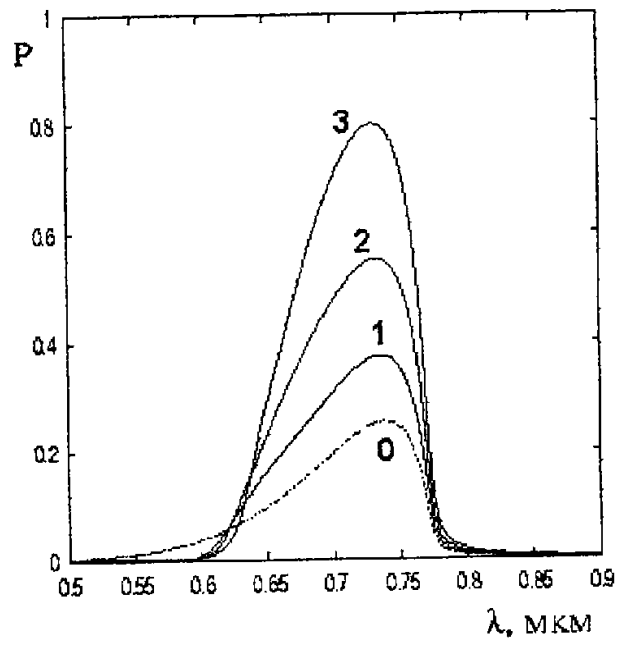
60

-4-

RU 2217845 C1

RU 2217845 C1

RU 2217845 C1



Фиг.2

RU 2217845 C1