



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 216 815** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **H 01 J 1/34**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

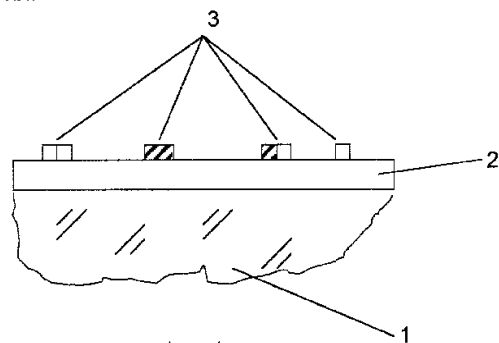
(21), (22) Заявка: 2002107248/09, 22.03.2002
(24) Дата начала действия патента: 22.03.2002
(46) Дата публикации: 20.11.2003
(56) Ссылки: SU 1579322 A1, 23.05.1993. SU 392831 A, 05.07.1974. SU 792358 A, 30.12.1980. DE 1256808 A, 21.12.1967.
(98) Адрес для переписки:
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Понтекорво, 20, кв.44, В.Н. Самойлову

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

(54) ФОТОКАТОД

(57) Реферат:
Изобретение относится к электрорадиотехнике. Техническим результатом является повышение квантового выхода фотоэлектронов до 60-70% в максимуме в области видимой части спектра. Для его достижения в слой полупроводника с р-п-переходом, нанесенный на обращенную в вакуум поверхность стеклянной колбы фотоэлектронного умножителя, внедрены гомогенно распределенные по его поверхности наночастицы металла с линейными размерами менее 100 нм при концентрации указанных наночастиц в указанном слое $(1-5) \cdot 10^{-2}$ объемных долей. 2

ил.



Фиг. 1

RU 2 216 815 C1

RU 2 216 815 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 216 815** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **H 01 J 1/34**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2002107248/09, 22.03.2002

(24) Effective date for property rights: 22.03.2002

(46) Date of publication: 20.11.2003

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

(71) Applicant:
Zajmidoroga Oleg Antonovich,
Protsenko Igor' Evgen'evich,
Samojlov Valentin Nikolaevich

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

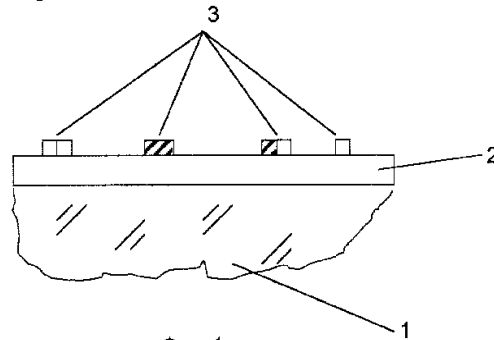
(73) Proprietor:
Zajmidoroga Oleg Antonovich,
Protsenko Igor' Evgen'evich,
Samojlov Valentin Nikolaevich

(54) **PHOTOCATHODE**

(57) Abstract:

FIELD: electrical and radio engineering.
SUBSTANCE: technical result of invention lies in increase of quantum yield of photoelectrons to 60- 70% in maximum in visible region of spectrum. To achieve this technical result layer of semiconductor with p-n junction deposited on surface of glass flask of photoelectric multiplier facing vacuum was implanted with nanoparticles of metal with linear dimensions under 100 nm homogeneously distributed over its surface with concentration of mentioned nanoparticles in layer amounting to $(1 \div 5) \cdot 10^{-2}$ volume fractions. EFFECT:

increased quantum yield of photoelectrons. 3
dwg



Фиг. 1

RU 2 216 815 C1

RU 2 216 815 C1

Изобретение относится к приборам, преобразующим поток электромагнитного светового излучения в поток электронов, и может быть использовано в производстве фотоэлектронных умножителей.

Известен полупрозрачный фотокатод [1], содержащий окись цезия, цезий, коллоидное и атомарное серебро. Недостатком указанного фотокатода является недостаточно высокий квантовый выход фотоэлектронов, достигающий в максимуме лишь 20-25%.

Известен также фотокатод [2] с расширенным в область инфракрасного излучения диапазоном чувствительности, который является прототипом данного изобретения. Указанный фотокатод содержит многослойную полупроводниковую структуру с р-п-переходом, со слабо легированным эмиттирующим р-слоем. Недостатком указанного фотокатода также является недостаточно высокий квантовый выход фотоэлектронов.

Целью данного изобретения является устранение указанного недостатка и повышение квантового выхода фотоэлектронов до 60-70% в максимуме в области видимой части спектра. Поставленная цель достигается тем, что в известном фотокатоде, включающем слой слабо легированной полупроводниковой структуры с р-п-переходом, нанесенный на обращенную в вакуум поверхность стеклянной колбы фотоэлектронного умножителя, в указанный слой внедрены гомогенно распределенные по его поверхности наночастицы металла (например, серебра) с линейными размерами менее 100 нм так, что концентрация указанных наночастиц в указанном слое составляет $(1-5) \cdot 10^{-2}$ объемных долей.

На фиг. 1 представлено схематическое изображение предлагаемого фотокатода, где:
1 - стекло колбы фотоумножителя,
2 - слой полупроводника с р-п-переходом,
3 - наночастицы серебра на обращенной в вакуум поверхности стекла.

На фиг. 2 представлены:

а) - Зависимости коэффициента поглощения фотонов на примесных атомах от длины волны падающего излучения для известных фотокатодов, имеющих слой полупроводника с р-п-переходом (кривая без обозначения), и для предлагаемого фотокатода с различной объемной концентрацией наночастиц серебра: (кривая 1- $1 \cdot 10^{-2}$, кривая 2- $2 \cdot 10^{-2}$, кривая 3- $3 \cdot 10^{-2}$).

б) - Зависимости отношения коэффициента поглощения фотонов на примесных атомах от длины волны падающего излучения для предлагаемого фотокатода с различной концентрацией наночастиц серебра к коэффициенту поглощения фотонов на примесных атомах для фотокатода без наночастиц: (кривая 1- $1 \cdot 10^{-2}$, кривая 2- $2 \cdot 10^{-2}$, кривая 3- $3 \cdot 10^{-2}$).

Как видно из фиг. 2, поглощение падающего излучения на примесных атомах в видимой части спектра возрастает с увеличением объемной концентрации наночастиц серебра и при указанной

концентрации, равной $3 \cdot 10^{-2}$, увеличивается в 2,5 раза в максимуме при длине волны падающего излучения, равной 455 нм. А поскольку квантовый выход фотоэлектронов при прочих равных условиях пропорционален указанному поглощению, то при квантовом выходе 0,25 для фотокатода без наночастиц предлагаемый фотокатод обладает квантовым выходом в максимуме, примерно, 0,62 при концентрации наночастиц $3 \cdot 10^{-2}$.

Электронно-эмиссионные свойства предлагаемого фотокатода определяются резонансными частотами поглощения входящих в него металлических наночастиц - добавок. Указанные добавки при линейных размерах, значительно меньших длины волны падающего излучения, играют роль плазмонов. Как известно, набор собственных частот колебаний плазмона среди прочего определяется природой материала, из которого он состоит, и геометрическими размерами. В случае совпадения собственных частот колебаний указанных плазмонов с частотами падающего электромагнитного излучения наночастицы-плазмоны активно возбуждаются, вызывая электрическую поляризацию окружающего полупроводника, что в свою очередь приводит к увеличению дипольного момента примесных атомов. Это в конечном счете и приводит к увеличению квантового выхода фотоэлектронов.

Пример реализации предлагаемого фотокатода

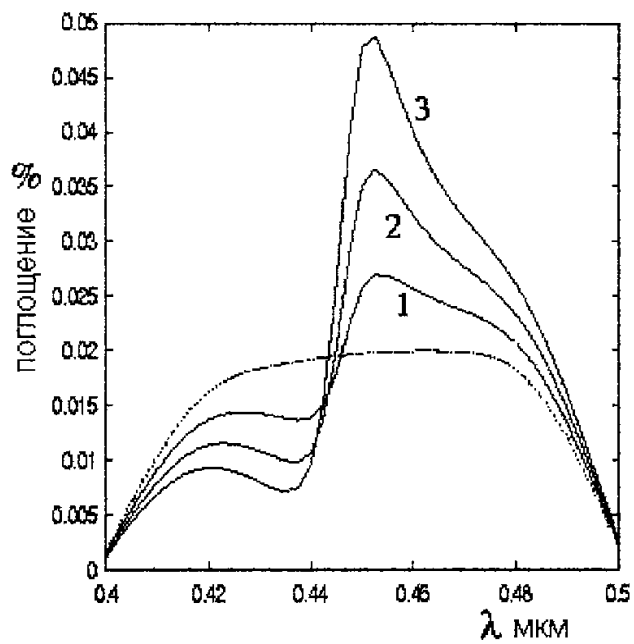
На разогретую до 200°C обращенную в вакуум поверхность стеклянной колбы методом термического испарения в вакууме наносят сначала слой сурьмы Sb, а затем слой цезия Cs. В результате на указанной поверхности образуется слой слабо легированного полупроводника SbCs₃ толщиной 30-40 нм. Затем перед слоем полученного полупроводника устанавливают пленку ядерного фильтра с порами диаметром менее 100 нм и количеством пор около 10^{10} на см² и проводят термическое напыление серебра на поверхность указанного полупроводника через указанный ядерный фильтр до толщины серебра около 30 нм. В результате на указанной поверхности формируются наночастицы нужного размера и заданной концентрации (около $3 \cdot 10^{-2}$ объемных долей).

Литература

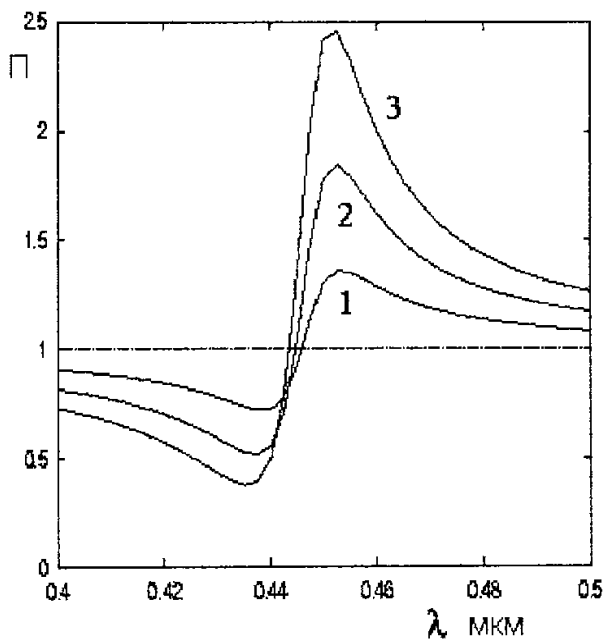
1. М.Т. Пахомов и А.Е. Меламид, АС SU 392831.
2. Я.А. Оксман и др. А.с. SU 1579322 А1.

Формула изобретения:

Фотокатод для видимой области спектра, включающий слой слаболегированной полупроводниковой структуры с р-п-переходом, нанесенный на обращенную в вакуум поверхность стеклянной колбы фотоэлектронного умножителя, отличающийся тем, что в указанный слой внедрены гомогенно распределенные по его поверхности наночастицы металла с линейными размерами менее 100 нм так, что концентрация указанных наночастиц в указанном слое составляет $(1 \div 5) \cdot 10^{-2}$ объемных долей.



a



б

Фиг.2