# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

# ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

**№ 2548576**

## ВОЛНОВОДНЫЙ КОНЦЕНТРАТОР СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА

Патентообладатель(ли): ***федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (RU)***

Автор(ы): ***см. на обороте***

Заявка № **2013155091**

Приоритет изобретения **10 декабря 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации ***23 марта 2015 г.***

Срок действия патента истекает **10 декабря 2033 г.**

*Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности*

*Л.Л. Кирий*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 548 576** (13) **C1**

(51) МПК
*H01L 31/04* (2014.01)

# (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2013155091/28, 10.12.2013**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
**10.12.2013**

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **10.12.2013**

(45) Опубликовано: **20.04.2015** Бюл. № **11**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **O.Y.Edelenbosch, M.Fisher, L.Patrignani, W.G.J.H.M. van Sark, A. J. Chatten, "Luminescent solar concentrators with fiber geometry"//Opt. Expr. 2013, V.21, P. A503. US 4799748 A, 24.01.1989. CN 102751366 A, 24.10.2012. SU 862755 A1, 07.07.1982**

Адрес для переписки:
**197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, Университет ИТМО, ОИС и НТИ**

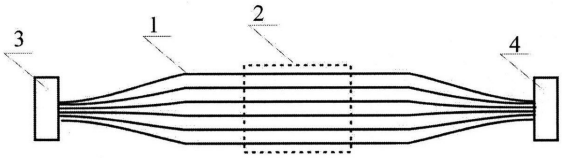
(72) Автор(ы):
**Агафонова Дарина Сергеевна (RU),**
**Колобкова Елена Вячеславовна (RU),**
**Никоноров Николай Валентинович (RU),**
**Сидоров Александр Иванович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (RU)**

## (54) ВОЛНОВОДНЫЙ КОНЦЕНТРАТОР СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА

(57) Реферат:

Волноводный концентратор солнечного элемента относится к волноводной и волоконной оптике и может быть использован в солнечных элементах и солнечных батареях с монокристаллическими полупроводниковыми фотоэлектрическими преобразователями. Концентратор солнечного элемента состоит из трех стеклянных жгутов оптических волокон, расположенных один над другим. В области воздействия солнечного излучения волокна жгутов распределены равномерно в два и более слоев по всей области воздействия солнечного излучения, а перед приемной площадкой фотоэлектрических преобразователей солнечного элемента расположены компактно, и те участки волокон жгутов, которые подвергаются воздействию солнечного излучения, содержат нейтральные молекулярные кластеры серебра для верхнего жгута, квантовые точки CdSe или CdSSe для среднего жгута и квантовые точки PbS или PbSe для нижнего жгута. Достигается повышение эффективности оптического захвата излучения Солнца и повышение эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую энергию. 7 ил.




Фиг.1

RU 2548576 C1

RU 2548576 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 548 576** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
*H01L 31/04* (2014.01)

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2013155091/28, 10.12.2013**

(24) Effective date for property rights:
**10.12.2013**

Priority:
(22) Date of filing: **10.12.2013**

(45) Date of publication: **20.04.2015** Bull. № **11**

Mail address:
**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49, Universitet ITMO, OIS i NTI**

(72) Inventor(s):
**Agafonova Darina Sergeevna (RU),**
**Kolobkova Elena Vjacheslavovna (RU),**
**Nikonorov Nikolaj Valentinovich (RU),**
**Sidorov Aleksandr Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):
**federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovanija "Sankt-Peterburgskij natsional'nyj issledovatel'skij universitet informatsionnykh tekhnologij, mekhaniki i optiki" (RU)**

## (54) SOLAR ELEMENT WAVEGUIDE CONCENTRATOR

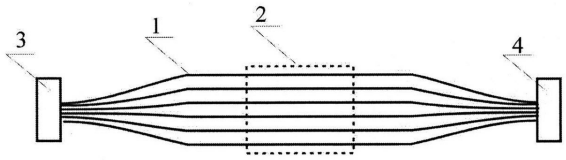
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: proposed concentrator consists of three glass bundles of optical fibres arranged one above the other. Fibres of bundles in solar radiation effects area are distributed uniformly in two and more plies over said area. Said fibres are arranged in more compact manner ahead of intake site of photo inverters. Side of fibre bundles subjected to solar radiation include neutral molecular silver clusters for top bundle, quantum points CdSe or CdSSe for mid bundle and PbS or PbSe for bottom bundle.

EFFECT: higher efficiency of solar radiation capture and conversion in electric power.

7 dwg




Фиг.1

RU 2548576 C1

RU 2548576 C1

Изобретение относится к волноводной и волоконной оптике и может быть использовано в устройствах преобразования солнечной энергии в электрическую энергию.

Концентраторы используют для сбора излучения Солнца на приемную площадку фотоэлектрического преобразователя (ФЭП) солнечного элемента. Это позволяет использовать в солнечных элементах ФЭП из монокристаллических полупроводников, имеющих максимальную эффективность фотоэлектрического преобразования.

Известен концентратор солнечного элемента, содержащий систему линз и зеркал для сбора излучения на ФЭП (Патент US №8450603 B2, МПК H01L 31/042, дата приоритета 16.08.2010, выдан 16.02.2012). Недостаток концентратора заключается в том, что из всего собранного излучения в электрическую энергию преобразуется лишь та часть, которая попадает в область спектральной чувствительности ФЭП.

Известен концентратор солнечного элемента, содержащий линзу и рефлекторы для сбора излучения на ФЭП (Патент EP №1261039 A1, МПК H01L 31/042, дата приоритета 23.05.2001, выдан 27.10.2002). Недостаток концентратора заключается в том, что из всего собранного излучения в электрическую энергию преобразуется лишь та часть, которая попадает в область спектральной чувствительности ФЭП.

Известен концентратор солнечного элемента, содержащий линзу Френеля для сбора излучения на ФЭП (Патент EP №7388146 B2, МПК H01L 31/0232, дата приоритета 2.08.2002, выдан 17.06.2008). Недостаток концентратора заключается в том, что из всего собранного излучения в электрическую энергию преобразуется лишь та часть, которая попадает в область спектральной чувствительности ФЭП.

Известен волноводный концентратор солнечного элемента, содержащий два люминесцентных планарных волновода, в которых происходит спектральное преобразование коротковолнового излучения Солнца за счет возбуждения люминесценции (D.K.G. de Boer, D.J. Broer, M.G. Debije, W. Keur, A. Meijerink, C.R. Ronda, P.P.C. Verbunt // Opt. Expr. 2012, V.20, P.A395). Люминесцентный слой изготовлен из полимера с добавками соединений самария и европия. Часть излучения люминесценции захватывается волноводами с преобразованием в волноводные моды и по волноводам передается на ФЭП. Недостатками концентратора являются низкая эффективность преобразования излучения люминесценции в волноводные моды и несоответствие спектрального положения полосы люминесценции спектральной области максимальной чувствительности монокристаллических ФЭП.

Известен волноводный концентратор солнечного элемента, выбранный в качестве прототипа, содержащий волокно или группу волокон из полимера с добавкой люминесцентного органического красителя (O.Y. Edelenbosch, M. Fisher, L. Patrignani, W.G.J.H.M. van Sark, A.J. Chatten // Opt. Expr. 2013. V.21. P.A503). Часть излучения люминесценции захватывается волокнами с преобразованием в волноводные моды и по волокнам передается на ФЭП. Недостатками концентратора являются низкая эффективность преобразования излучения люминесценции в волноводные моды, высокие потери излучения в полимерном волокне и несоответствие спектрального положения полосы люминесценции спектральной области максимальной чувствительности монокристаллических ФЭП.

Изобретение решает задачи повышения эффективности оптического захвата излучения Солнца и эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую энергию.

Сущность предлагаемого изобретения заключается в следующем. Волноводный концентратор солнечного элемента состоит трех стеклянных жгутов оптических

волокон, расположенных один над другим, причем в области воздействия солнечного излучения волокна жгутов распределены равномерно в два и более слоев по всей области воздействия солнечного излучения, а перед приемной площадкой фотоэлектрических преобразователей солнечного элемента расположены компактно, и те участки волокон жгутов, которые подвергаются воздействию солнечного излучения, содержат нейтральные молекулярные кластеры серебра для верхнего жгута, квантовые точки CdSe или CdSSe для среднего жгута и квантовые точки PbS или PbSe для нижнего жгута.

ФЭП на основе монокристаллических полупроводников (Si, InGaAs и др.) обладают максимальной эффективностью преобразования энергии излучения в электрическую энергию по сравнению с тонкопленочными ФЭП. Однако по технологическим причинам невозможно сделать монокристаллический ФЭП с большой приемной площадкой. Кроме того, максимальная эффективность преобразования монокристаллическими ФЭП обеспечивается в узком спектральном интервале. Например, у ФЭП на основе Si максимальная эффективность преобразования обеспечивается в спектральном интервале 850-950 нм, у ФЭП на основе InGaAs - в спектральном интервале 1400-1600 нм. В то же время излучение Солнца на уровне моря занимает спектральный интервал 300-1300 нм. Поэтому такие ФЭП могут эффективно преобразовывать в электричество лишь часть из всего спектра излучения Солнца.

Изобретение решает поставленные задачи следующим образом. Концентратор солнечного элемента состоит из жгутов стеклянных оптических волокон. В области воздействия излучения Солнца волокна распределены по всей области воздействия в два и более слоев. В области жгута, которая подвергается воздействию излучения Солнца, его волокна содержат люминесцентные добавки, преобразующие часть спектра солнечного излучения в спектральную область максимальной эффективности ФЭП. Часть излучения люминесценции захватывается волокном с преобразованием в волноводные моды и поступает по волокну на ФЭП. Часть излучения люминесценции, которая не была захвачена волокном, захватывается соседними волокнами и поступает по ним на ФЭП. Излучение Солнца, которое не попадает в спектр возбуждения люминесценции, также частично захватывается волокном, преобразуется в волноводные моды и поступает на ФЭП. Вблизи приемной площадки ФЭП волокна расположены компактно, так что апертура жгута не превышает апертуры ФЭП. Это позволяет сконцентрировать собранное с большой площади излучение на приемную площадку ФЭП.

В люминесцентной части волокон верхнего жгута стекло содержит нейтральные молекулярные кластеры серебра. Молекулярные кластеры серебра ($Ag_2$, $Ag_3$, $Ag_4$) в стекле обладают люминесценцией в спектральном интервале 550-900 нм при возбуждении люминесценции излучением из спектрального интервала 280-440 нм (А.И. Игнатьев, Н.В. Никоноров, А.И. Сидоров, Т.А. Шахвердов // Опт. и Спектр. 2013. Т.114, с.838). Это позволяет эффективно преобразовывать коротковолновую часть спектра излучения Солнца (280-440 нм) в область чувствительности ФЭП на основе Si.

В люминесцентной части волокон среднего жгута стекло содержит квантовые точки CdSe или CdSSe. Квантовые точки CdSe и CdSSe в стекле обладают люминесценцией в спектральном интервале 600-1000 нм, в зависимости от их размера, при возбуждении люминесценции излучением из спектрального интервала 250-550 нм. Это позволяет эффективно преобразовывать коротковолновую часть спектра излучения Солнца (250-550 нм) в область чувствительности ФЭП на основе Si. Кроме того, часть излучения люминесценции волокон верхнего жгута, которая не была захвачена этими волокнами, поглощается волокнами среднего жгута, преобразуется в излучение люминесценции в

спектральном интервале 600-1000 нм, которое поступает на ФЭП.

В люминесцентной части волокон нижнего жгута стекло содержит квантовые точки PbS или PbSe. Квантовые точки PbS и PbSe в стекле обладают люминесценцией в спектральном интервале 1100-1600 нм, в зависимости от их размера, при возбуждении люминесценции излучением из спектрального интервала 700-1000 нм. Это позволяет эффективно преобразовывать часть инфракрасного спектра излучения Солнца (700-1000 нм) в область чувствительности ФЭП на основе InGaAs. Кроме того, часть излучения люминесценции волокон среднего жгута, которая не была захвачена этими волокнами, поглощается волокнами нижнего жгута, преобразуется в излучение люминесценции в спектральном интервале 1100-1600 нм, которое поступает на ФЭП.

Совокупность признаков, изложенных в формуле, характеризует концентратор солнечного элемента, состоящего из трех жгутов оптических волокон из стекла, причем те участки волокон, которые подвергаются воздействию солнечного излучения, содержат нейтральные молекулярные кластеры серебра, квантовые точки CdSe или CdSSe и квантовые точки PbS или PbSe. Это позволяет преобразовать спектр излучения Солнца в спектральные области максимальной эффективности ФЭП. Использование в качестве концентратора жгутов из люминесцентных оптических волокон позволяет решить задачи повышения эффективности оптического захвата излучения Солнца и повышения эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую энергию. Дополнительным достоинством концентратора является возможность удаления ФЭП из области, нагреваемой Солнцем, за счет гибких волоконных жгутов, так как нагрев ФЭП снижает его эффективность. Достоинством концентратора является также то, что под воздействием ультрафиолетового излучения не происходит деградация его люминесцентных характеристик.

Изобретение иллюстрируется следующими графическими изображениями.

На фиг.1 показана: Схема солнечного элемента с волоконным концентратором (вид сверху). 1 - верхний волоконный жгут, 2 - область воздействия солнечного излучения, 3 и 4 - ФЭП верхнего волоконного жгута. Отражатель на фигуре не показан.

На фиг.2 показана: Схема солнечного элемента с волоконным концентратором (вид сбоку). 1 - верхний волоконный жгут, 5 - средний волоконный жгут, 6 - нижний волоконный жгут, 3 - ФЭП верхнего, 7 - ФЭП среднего, 8 - ФЭП нижнего волоконных жгутов, 4 - ФЭП верхнего, 9 - ФЭП среднего, 10 - ФЭП нижнего волоконных жгутов. Отражатель на фигуре не показан.

На фиг.3 показано: Поперечное сечение волоконного концентратора в области воздействия солнечного излучения 2, где 1 - волокна верхнего волоконного жгута, 5 - волокна среднего волоконного жгута и 6 - волокна нижнего волоконного жгута, 11 - отражатель.

На фиг.4 показана: Фотография люминесценции стекла с молекулярными кластерами серебра, a - до ультрафиолетового облучения, b - после ультрафиолетового облучения, c - ультрафиолетового облучения и термообработки. Длина волны возбуждения люминесценции - 365 нм.

На фиг.5 показаны: I - спектр люминесценции волокна с молекулярными кластерами серебра. Длина волны возбуждения люминесценции - 405 нм. II - Спектральная зависимость эффективности ФЭП на основе Si.

На фиг.6 показаны: I - спектр люминесценции волокна с квантовыми точками CdSSe. Длина волны возбуждения люминесценции - 530 нм. II - Спектральная зависимость эффективности ФЭП на основе Si.

На фиг.7 показаны: I - спектр люминесценции волокна с квантовыми точками PbSe.

Длина волны возбуждения люминесценции - 980 нм. II - Спектральная зависимость эффективности ФЭП на основе InGaAs.

Примеры конкретной реализации изобретения.

На фиг.1 и фиг.2 показана схема солнечного элемента с волоконным концентратором, вид сверху и вид сбоку соответственно. На фиг.3 показано поперечное сечение волоконного концентратора в области воздействия солнечного излучения 2. Концентратор состоит из трех стеклянных волоконных жгутов 1, 5, 6 (на фиг.2), расположенных один над другим. В центральной части каждого волоконного жгута, которая подвергается воздействию солнечного излучения, область 2 (на фиг.1), стекло волокон 1, 5, 6 содержит люминесцентные центры. На противоположных концах каждого волоконного жгута расположены по два ФЭП 3 и 4, 7 и 9, 8 и 10 соответственно (на фиг.2). В области 2 (на фиг.1), которая является областью воздействия солнечного излучения, волокна жгутов расположены свободно в несколько рядов, заполняя эту область (фиг.3). С трех сторон волокна окружены зеркальным или диффузным отражателем 11 (на фиг.3). Перед приемной площадкой ФЭП волокна расположены плотно таким образом, чтобы выходная апертура каждого волоконного жгута не превышала апертуру ФЭП.

Волокна верхнего волоконного жгута 1 концентратора изготовлены из силикатного стекла, имеющего следующий состав: $Na_2O$-$ZnO$-$Al_2O_3$-$SiO_2$-$NaF$-$NaBr$ с добавкой фотосенсибилизатора $CeO_2$, восстановителя $Sb_2O_3$, а также $Ag_2O$. В данном стекле серебро исходно находится в виде ионов $Ag^+$ и заряженных молекулярных кластеров $Ag_n^{m+}$ (n=2-4). Стекло обладает слабой люминесценцией в видимой области спектра (a на фиг.4). Ультрафиолетовое облучение и термообработка при температуре 300-400°C переводят заряженные молекулярные кластеры серебра в нейтральное состояние, что существенно увеличивает интенсивность люминесценции (b и c на фиг.4). Для формирования люминесцентного участка на волокнах жгута этот участок волокон облучают ультрафиолетовым излучением ртутной лампы и обрабатывают в трубчатой печи при температуре 300-400°C в течение 3 часов. На фиг.5 показаны спектр люминесценции волокна из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра (кривая I) и спектральная зависимость эффективности ФЭП на основе монокристаллического Si (кривая II). Из фиг.5 видно, что спектральная область люминесценции находится вблизи спектральной области максимальной эффективности ФЭП. Спектр возбуждения люминесценции занимает спектральный интервал 280-440 нм с максимумом в интервале 360-400 нм. Таким образом, волокна с нейтральными молекулярными кластерами серебра позволяют преобразовывать ультрафиолетовое и фиолетовое излучение Солнца в спектральную область максимальной эффективности ФЭП на основе монокристаллического Si.

Волокна среднего волоконного жгута 5 концентратора изготовлены из фторфосфатного стекла, имеющего следующий состав: $Na_2O$-$P_2O_5$-$ZnF_2$-$Ga_2O_3$-$CdS$-$AlF_3$-$NaF$ с добавкой $ZnSe$. Для формирования люминесцентного участка на волокнах жгута этот участок волокон термообрабатывают в трубчатой печи при температуре 400°C в течение 1 часа. При этом в стекле формируются квантовые точки CdSSe заданного размера, имеющие полосу люминесценции в спектральной области максимальной эффективности ФЭП на основе монокристаллического Si (фиг.6). Спектр возбуждения люминесценции занимает спектральный интервал 250-550 нм с максимумом в интервале 460-500 нм. Таким образом, волокна с квантовыми точками CdSSe

позволяют преобразовывать ультрафиолетовое и часть видимого излучения Солнца в спектральную область максимальной эффективности ФЭП на основе монокристаллического Si.

Волокна нижнего волоконного жгута 6 концентратора изготовлены из фторфосфатного стекла, имеющего следующий состав: $Na_2O$-$P_2O_5$-$ZnF_2$-$Ga_2O_3$-$PbF_3$-$AlF_3$-NaF с добавкой ZnSe. Для формирования люминесцентного участка на волокнах жгута этот участок волокон термообрабатывают в трубчатой печи при температуре 400°C в течение 1 часа. При этом в стекле формируются квантовые точки PbSe заданного размера, имеющие полосу люминесценции в спектральной области максимальной эффективности ФЭП на основе монокристаллического InGaAs (фиг.7). Спектр возбуждения люминесценции занимает спектральный интервал 850-1100 нм. Таким образом, волокна с квантовыми точками PbSe позволяют преобразовывать часть инфракрасного излучения Солнца в спектральную область максимальной эффективности ФЭП на основе монокристаллического InGaAs.

Устройство работает следующим образом. Ультрафиолетовая часть солнечного излучения поглощается люминесцентными участками волокон верхнего волоконного жгута и возбуждает люминесценцию люминесцентных центров в спектральной области, близкой или совпадающей со спектральной областью максимальной эффективности ФЭП на основе монокристаллического Si. Часть излучения люминесценции захватывается волокнами, преобразуется в волноводные моды и поступает на ФЭП. Так как волноводные моды распространяются в обоих направлениях волокна, то для волоконного жгута используют два ФЭП. Та часть солнечного излучения, которая не была поглощена в верхнем слое волокон, поглощается в нижних слоях волокон, возбуждая в них люминесценцию. Та часть излучения люминесценции, которая не была преобразована в волноводные моды в конкретном волокне, попадает в соседние волокна и частично преобразуется в волноводные моды. Излучение Солнца, не попадающее в спектральный интервал возбуждения люминесценции, также частично захватывается волокнами за счет переотражений в системе волокон, преобразуется в волноводные моды и поступает на ФЭП.

Солнечное излучение видимой области спектра проходит через волокна верхнего волоконного жгута, поглощается люминесцентными участками волокон среднего волоконного жгута и возбуждает люминесценцию люминесцентных центров в спектральной области, близкой или совпадающей со спектральной областью максимальной эффективности ФЭП на основе монокристаллического Si. Часть излучения люминесценции захватывается волокнами, преобразуется в волноводные моды и поступает на ФЭП. Так как волноводные моды распространяются в обоих направлениях волокна, то для волоконного жгута используют два ФЭП. Та часть солнечного излучения, которая не была поглощена в верхнем слое волокон, поглощается в нижних слоях волокон, возбуждая в них люминесценцию. Та часть излучения люминесценции, которая не была преобразована в волноводные моды в конкретном волокне, попадает в соседние волокна и частично преобразуется в волноводные моды. Излучение Солнца, не попадающее в спектральный интервал возбуждения люминесценции, также частично захватывается волокнами за счет переотражений в системе волокон, преобразуется в волноводные моды и поступает на ФЭП. Часть излучения люминесценции верхнего волоконного жгута, не преобразованного в волноводные моды, также захватывается волокнами среднего волоконного жгута, преобразуется в волноводные моды и поступает на ФЭП.

Солнечное излучение ближнего инфракрасного диапазона проходит через волокна верхнего и среднего волоконных жгутов, поглощается люминесцентными участками волокон нижнего волоконного жгута и возбуждает люминесценцию люминесцентных центров в спектральной области, близкой или совпадающей со спектральной областью максимальной эффективности ФЭП на основе монокристаллического InGaAs. Часть излучения люминесценции захватывается волокнами, преобразуется в волноводные моды и поступает на ФЭП. Так как волноводные моды распространяются в обоих направлениях волокна, то для волоконного жгута используют два ФЭП. Та часть солнечного излучения, которая не была поглощена в верхнем слое волокон, поглощается в нижних слоях волокон, возбуждая в них люминесценцию. Та часть излучения люминесценции, которая не была преобразована в волноводные моды в конкретном волокне, попадает в соседние волокна и частично преобразуется в волноводные моды. Излучение Солнца, не попадающее в спектральный интервал возбуждения люминесценции, также частично захватывается волокнами за счет переотражений в системе волокон, преобразуется в волноводные моды и поступает на ФЭП. Часть излучения люминесценции среднего волоконного жгута, не преобразованного в волноводные моды, также захватывается волокнами нижнего волоконного жгута, преобразуется в волноводные моды и поступает на ФЭП.

Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет повысить эффективность оптического захвата излучения Солнца и повысить эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую энергию. Дополнительным достоинством концентратора является возможность, за счет гибкого волоконного жгута, удаления ФЭП из области, нагреваемой Солнцем, так как нагрев ФЭП снижает его эффективность. Достоинством концентратора является также то, что под воздействием ультрафиолетового излучения не происходит деградация его люминесцентных характеристик.

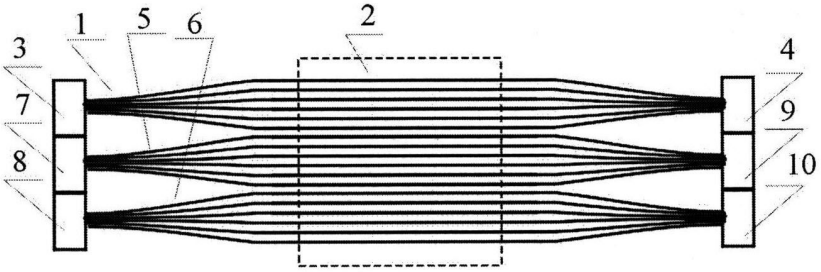
Промышленная применимость

Волоконный концентратор по предлагаемому изобретению предназначен для использования в солнечных элементах и солнечных батареях с монокристаллическими полупроводниковыми ФЭП.

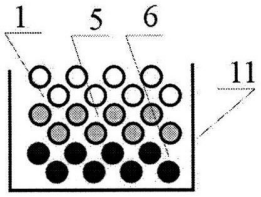
Таким образом, предлагаемое изобретение решает задачи повышения эффективности оптического захвата излучения Солнца и повышения эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую энергию.

## Формула изобретения

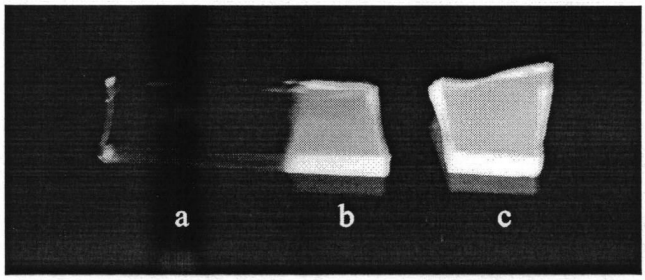
Волноводный концентратор солнечного элемента, состоящий из люминесцентных волноводов, отличающийся тем, что содержит три стеклянных жгута оптических волокон, расположенных один над другим, причем в области воздействия солнечного излучения волокна жгутов распределены равномерно в два и более слоев по всей области воздействия солнечного излучения, а перед приемной площадкой фотоэлектрических преобразователей солнечного элемента расположены компактно, и те участки волокон жгутов, которые подвергаются воздействию солнечного излучения, содержат нейтральные молекулярные кластеры серебра для верхнего жгута, квантовые точки CdSe или CdSSe для среднего жгута и квантовые точки PbS или PbSe для нижнего жгута.



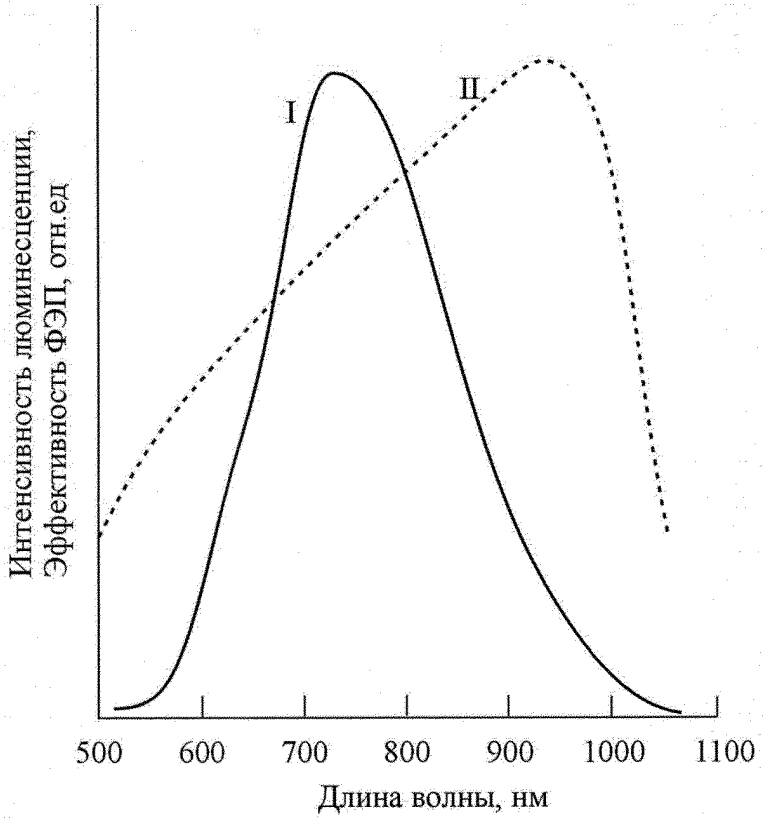

Фиг.2



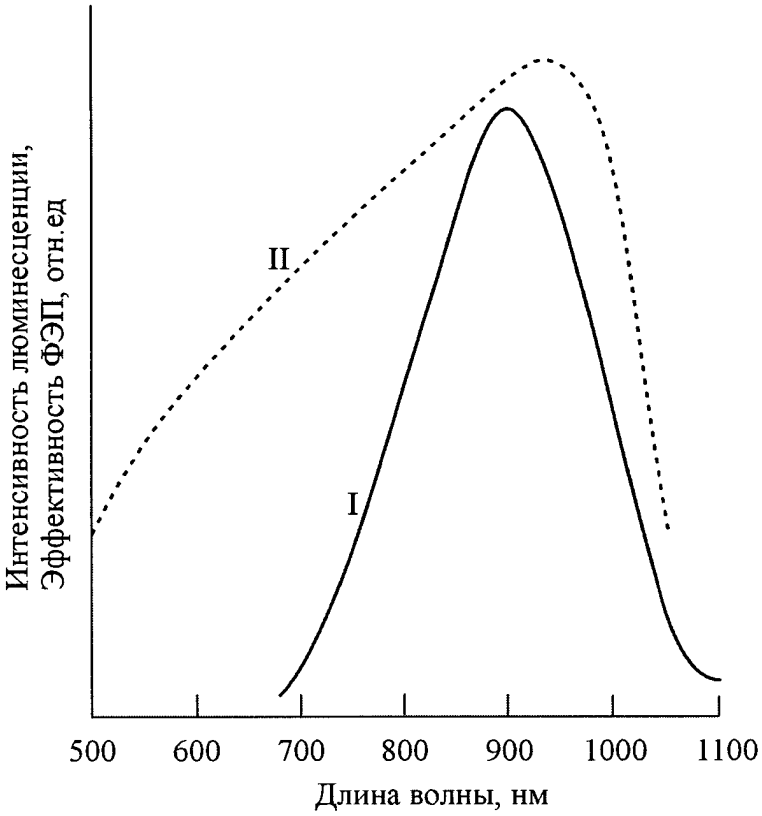

Фиг. 3



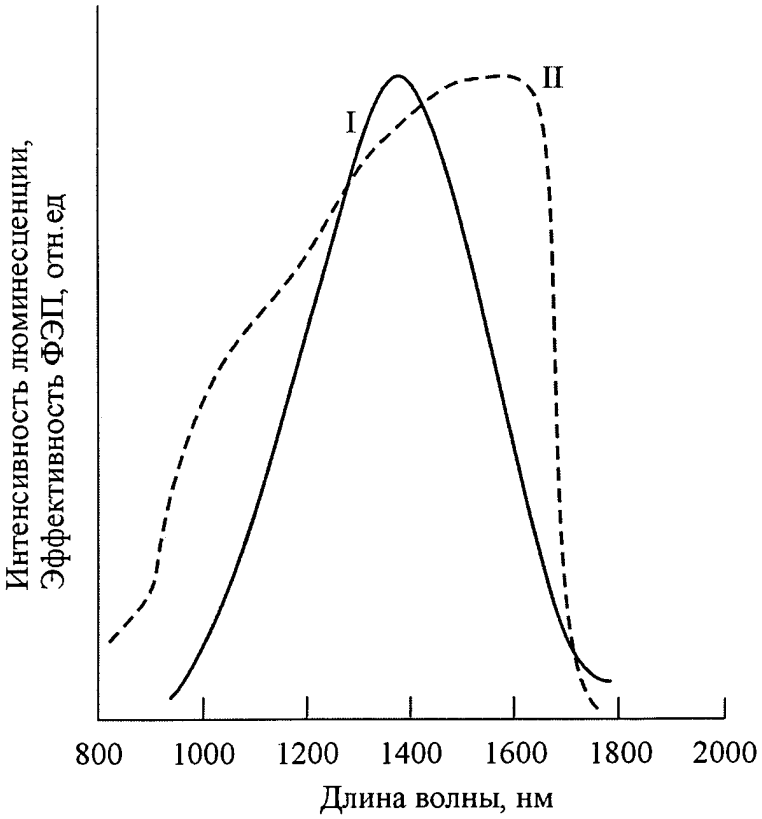

Фиг. 4




Фиг. 5


Интенсивность люминесценции,
Эффективность ФЭП, отн.ед
II
I
500
600
700
800
900
1000
1100
Длина волны, нм

Фиг. 6


Интенсивность люминесценции,
Эффективность ФЭП, отн.ед
I
II
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
Длина волны, нм

Фиг. 7