



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2009110780/06**, **24.03.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.03.2009(45) Опубликовано: **27.02.2010** Бюл. № **6**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2267061 C2**, **27.12.2005**. **RU 2194927 C1**,
20.12.2002. **RU 2279017 C1**, **27.06.2006**. **RU**
2198353 C2, **10.02.2003**. **RU 2024998 C1**,
15.12.1994. **US 2008236569 A1**, **02.10.2008**.Адрес для переписки:
220072, г. Минск, пр. Независимости, 68,
Государственное научное учреждение
"Институт физики имени Б.И. Степанова
Национальной академии наук Беларуси", зам.
директора В.Ю. Плавскому

(72) Автор(ы):

Залесский Валерий Борисович (BY),
Есман Александр Константинович (BY),
Кулешов Владимир Константинович (BY)

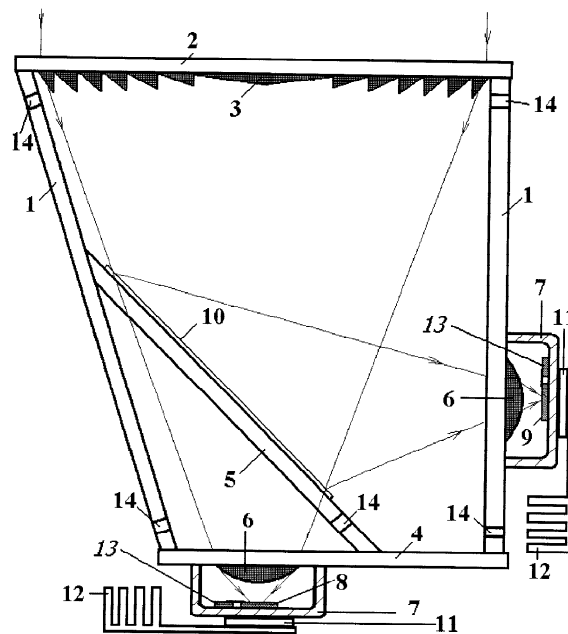
(73) Патентообладатель(и):

Государственное научное учреждение
"Институт физики имени Б.И. Степанова
Национальной академии наук Беларуси" (BY)**(54) ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области гелиотехники, в частности к солнечным фотоэлектрическим модулям с концентраторами излучения для получения электричества. Фотоэлектрический модуль содержит боковые стенки, верхнюю панель из силикатного стекла, плосковыпуклые линзы, закрепленные на внешней поверхности нижней панели и соосные с соответствующими линзами Френеля, а также герметично соединенные с внешней поверхностью нижней панели теплоотводящие лотки с плоским дном и фотоэлементами на внутренней поверхности указанного дна, через центральную продольную линию которых проходят оптические оси соответствующих линз Френеля, причем расстояние между нижней панелью и плоской поверхностью дна теплоотводящих лотков больше суммы толщин фотоэлементов и плосковыпуклой линзы, но не превышает их фокусное расстояние, а в боковых стенках непосредственно под верхней

и над нижней поверхностями соответствующих панелей выполнены вентиляционные отверстия. Модуль содержит закрепленные на внешней поверхности одной из боковых стенок аналогичные первым плосковыпуклые линзы и теплоотводящие лотки, на внутренней поверхности дна которых установлены солнечные фотоэлементы, инфракрасные фотоэлементы установлены на внутренней поверхности дна первых теплоотводящих лотков, а также промежуточную панель со спектроразделительным покрытием, установленную под углом к оптической оси модуля, обеспечивающую оптическую связь указанного покрытия с первыми и вторыми плосковыпуклыми линзами, при этом на внешней поверхности дна всех теплоотводящих лотков термоэлектрические преобразователи приведены в контакт с воздушными радиаторами. Изобретение должно обеспечить повышение КПД преобразования солнечного излучения в электроэнергию при одновременном увеличении ресурса работы



RU 2 3 8 2 9 5 2 C 1

RU 2 3 8 2 9 5 2 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2009110780/06, 24.03.2009**

(24) Effective date for property rights:
24.03.2009

(45) Date of publication: **27.02.2010 Bull. 6**

Mail address:

**220072, g.Minsk, pr. Nezavisimosti, 68,
Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie "Institut
fiziki imeni B.I. Stepanova Natsional'noj
akademii nauk Belarusi", zam. direktora V.Ju.
Plavskomu**

(72) Inventor(s):

**Zalesskij Valerij Borisovich (BY),
Esman Aleksandr Konstantinovich (BY),
Kuleshov Vladimir Konstantinovich (BY)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie "Institut
fiziki imeni B.I. Stepanova Natsional'noj
akademii nauk Belarusi" (BY)**

(54) PHOTOVOLTAIC MODULE

(57) Abstract:

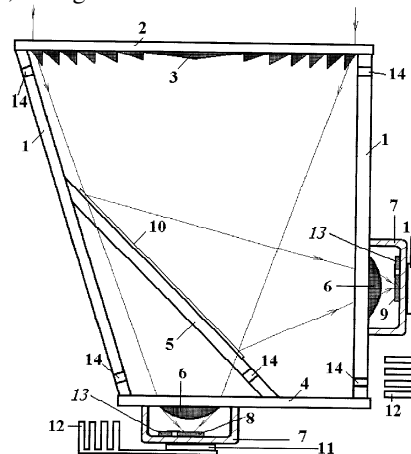
FIELD: physics; optics.

SUBSTANCE: invention relates to solar power engineering, particularly to concentrating photovoltaic modules for generating electricity. The photovoltaic module has sidewalls, a top panel made from silicate glass, plane-convex lenses attached to the outer surface of a lower panel and coaxial with corresponding Fresnel lenses, as well as heat-removing conduits hermetically joined to the outer surface of the lower panel, where the said heat-removing conduits have a flat bottom with photocells on the inner surface of the said bottom, with optical axes of corresponding Fresnel lenses passing through the central longitudinal line of the said photocells. Distance between the lower panel and the flat surface of the bottom of the heat-removing conduits is greater than total thickness of the photocells and the plane-convex lens, but is not greater than their focal distance. There are ventilation holes in the sidewalls directly under the top and over the bottom surfaces of corresponding panels. The module has plane-convex lenses and heat-removing conduits similar to the first attached to the outer surface of one sidewall, with solar cells on the inner surface of the bottom of the heat-removing conduits, and

infrared photocells fitted on the inner surface of the bottom of the first heat-removing conduits, as well as an intermediate panel with a spectrum-dividing coating, fitted at an angle to the optical axis of the module, providing for optical connection of the said coating with the first and second plane-convex lenses. On the inner surface of the bottom of all heat-removing conduits, thermoelectric converters are brought into contact with air coolers.

EFFECT: increased efficiency of converting solar radiation to electrical energy with longer service life of the device.

4 cl, 1 dwg



Изобретение относится к гелиотехнике, в частности к солнечным фотоэлектрическим модулям с концентраторами излучения для получения электричества.

Известен автономный солнечный источник электроэнергии [1], содержащий концентрирующие устройства с двухосной системой слежения, фотоэлементы, имеющие пассивный радиатор, расположенные в бункере на металлической подложке через изолирующие прокладки и связанные с объектом питания, при этом концентрирующие устройства соединены с фотоэлементами посредством многоволоконного оптического кабеля, соединения которого с фотоэлементами выполнено в виде герметизирующих муфт, расположенных на конце кабеля, фотоэлементы связаны с объектом питания через аккумуляторную батарею, последние размещены также в бункере, который установлен на грунте, служащем пассивным радиатором.

Устройство не обеспечивает высокий коэффициент полезного действия (КПД) преобразования солнечного света в электрический ток, так весь спектральный ИК диапазон солнечной радиации (в спектре солнечного излучения достигшего земли ИК излучение составляет 53%) преобразуется в тепло, которое рассеивается в окружающей среде.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является фотоэлектрический модуль [2], содержащий боковые стенки, верхнюю панель из силикатного стекла с линзами Френеля на ее внутренней поверхности, нижнюю и промежуточную панели из силикатного стекла, плосковыпуклые линзы, расположенные на внешней поверхности нижней панели и соосные с соответствующими линзами Френеля, теплоотводящие лотки с плоским дном, герметично соединенные с наружной поверхностью нижней панели, на внутренней поверхности которых установлены фотоэлементы и через центральную продольную линию которых проходят оптические оси соответствующих линз Френеля, а расстояние между нижней панелью и плоской поверхностью дна теплоотводящих лотков больше суммы толщин фотоэлементов и плосковыпуклых линз, но не превышает их фокусное расстояние, на боковых стенках непосредственно под верхней и над нижней поверхностями соответствующих панелей выполнены вентиляционные отверстия.

Устройство не обладает высоким коэффициентом полезного действия КПД (порядка 30%), так как, с одной стороны, большая часть ИК диапазона не участвует в генерации электроэнергии, а, с другой стороны, воздушно-конвекционный способ охлаждения в данном устройстве не обеспечивает поддержание оптимальной температуры фотоэлементов. Высокая температурная нагрузка отдельных основных элементов устройства снижает его надежность работы.

Техническая задача - повышение КПД преобразования солнечного излучения в электроэнергию при одновременном увеличении ресурса работы устройства.

Поставленная техническая задача решается тем, что фотоэлектрический модуль, содержащий боковые стенки, верхнюю панель из силикатного стекла, плосковыпуклые линзы, закрепленные на внешней поверхности нижней панели и соосные с соответствующими линзами Френеля, а также герметично соединенные с внешней поверхностью нижней панели теплоотводящие лотки с плоским дном и фотоэлементами на внутренней поверхности указанного дна, через центральную продольную линию которых проходят оптические оси соответствующих линз Френеля, причем расстояние между нижней панелью и плоской поверхностью дна

теплоотводящих лотков больше суммы толщин фотоэлементов и плосковыпуклой линзы, но не превышает их фокусное расстояние, а в боковых стенках непосредственно под верхней и над нижней поверхностями соответствующих панелей выполнены вентиляционные отверстия, согласно изобретению содержит закрепленные на внешней поверхности одной из боковых стенок аналогичные первым плосковыпуклые линзы и теплоотводящие лотки, на внутренней поверхности дна которых установлены солнечные фотоэлементы, инфракрасные фотоэлементы, установленные на внутренней поверхности дна первых теплоотводящих лотков, а также промежуточную панель со спектроделительным покрытием, установленную под углом к оптической оси модуля, обеспечивающим оптическую связь указанного покрытия с первыми и вторыми плосковыпуклыми линзами, при этом на внешней поверхности дна всех теплоотводящих лотков термоэлектрические преобразователи, приведенные в контакт с воздушными радиаторами.

Для эффективного решения поставленной технической задачи промежуточная панель установлена под углом 45° к оптической оси модуля.

Для эффективного решения поставленной технической задачи в промежуточной панели выполнено вентиляционное отверстие.

Для эффективного решения поставленной технической задачи боковая стенка с теплоотводящими лотками выполнена вертикальной, а противоположная - наклонной.

Совокупность всех признаков позволяет снизить тепловую нагрузку солнечного элемента (обеспечить номинальный температурный режим) и тем самым повысить КПД его работы и, дополнительно, большую часть энергии ИК диапазона солнечного излучения преобразовать в электроэнергию. Кроме того, в предлагаемом изобретении тепло, выделившееся как в солнечном элементе, так и в ИК преобразователе, преобразуется в дополнительный электрический ток. Энергия ИК диапазона солнечной радиации, достигшей земли, составляет порядка 54% от всего энергетического потока. С учетом того, что КПД однослойного ИК преобразователя солнечного излучения составляет 49% [3], КПД термоэлектрического преобразователя приблизительно 9%, то КПД устройства может составить 56%, т.е. почти в два раза выше, чем в прототипе.

Сущность изобретения поясняется приведенной на чертеже функциональной схемой, где:

- 1 - боковые стенки,
- 2 - верхняя панель,
- 3 - линзы Френеля,
- 4 - нижняя панель,
- 5 - промежуточная панель,
- 6 - плосковыпуклые линзы,
- 7 - теплоотводящие лотки,
- 8 - ИК фотоэлементы,
- 9 - солнечные фотоэлементы,
- 10 - спектроделительное покрытие,
- 11 - термоэлектрические преобразователи,
- 12 - воздушные радиаторы,
- 13 - проводник на диэлектрической подложке.
- 14 - вентиляционные отверстия.

В фотоэлектрическом модуле расположенные на верхней панели 2 линзы Френеля 3 оптически, через спектроделительное покрытие 10, расположенное на промежуточной

панели 5, расположенная под углом, обеспечивающим оптическую связь спектроделительного покрытия со всеми плосковыпуклыми линзами 6, расположенными на внешних поверхностях нижней панели 4 и боковой стенки 1 и оптически связанные соответственно с ИК фотоэлементами 8 и солнечными фотоэлементами 9, расположенными на дне теплоотводящих лотков 7, герметично соединенных соответственно с внешними поверхностями нижней панели 4 и боковой стенки 1. На внешних поверхностях теплоотводящих лотков 7 размещены термоэлектрические преобразователи 11, имеющие тепловой контакт с воздушными радиаторами 12. Kontakтами солнечных 9 и ИК 8 фотоэлементов являются теплоотводящие лотки 7 и проводники на диэлектрической подложке 13. Вентиляционные отверстия 14 расположены на боковых стенках 1 и промежуточной панели 5.

В конкретном исполнении боковые стенки 1, верхняя панель 2, нижняя панель 4, промежуточная панель 5 - это прозрачные детали негерметичного корпуса устройства, выполненные, как в [2], из силикатного стекла. Линзы Френеля 3, плосковыпуклые линзы 6 выполнены, как в [2], из силикона. Солнечные фотоэлементы 9, как в [2], - это многослойный фотопреобразователь видимого диапазона длин волн, выполненный на основе GaAs. Kontakтами солнечных 9 и ИК 8 фотоэлементов являются теплоотводящие лотки 7 и проводники на диэлектрической подложке 13, выполненные из фольгированного стеклотекстолита и расположенные рядом с фотоэлементами. Термоэлектрические преобразователи 11 - это стандартные батареи элементов Пельтье. Теплоотводящие лотки 7 выполнены из нержавеющей стали 40Х13. Воздушные радиаторы 12 выполнены из алюминиевого сплава Д16Т. Спектроделительное покрытие 10 - это набор диэлектрических пленок, полученных по вакуумным технологиям, как в [3]. ИК фотоэлементы 8 могут быть изготовлены на основе узкозонного полупроводника, как в [4], или в виде квантовых точек одного полупроводника в среде другого, как в [5].

Работает фотоэлектрический модуль следующим образом. Входное солнечное излучение (солнечная радиация) нормально падает на верхнюю панель 2 и, пройдя через ее прозрачное силиконовое стекло, поступает на линзы Френеля 3. Солнечное излучение, прошедшее линзы Френеля 3, разделяется спектроделительным покрытием 10 промежуточной панели 5 на два спектральных диапазона. Видимое излучение отклоняется на плосковыпуклые линзы 6, расположенные на боковой стенке, а ИК диапазон без изменения направления поступает на плосковыпуклые линзы 6, расположенные на внешней поверхности нижней панели 4. Видимое солнечное излучение, сфокусированное плосковыпуклыми линзами 6, расположенными на боковой стенке 1, поступает на солнечные фотоэлементы 9, поглощается в их многослойных структурах, где примерно 30% энергии поступившего излучения преобразуется в электрический ток. Остальная энергия видимого диапазона спектра солнечного излучения (70%) рассеивается в объеме солнечных фотоэлементов 9 в виде тепла, которое в основном передается теплоотводящим лоткам 7, расположенным на внешней поверхности вертикальной боковой стенки 1. Указанное тепло рассеивается внешней поверхностью теплоотводящих лотков 7 (внутри герметичного корпуса солнечных фотоэлементов 9 конвекция воздуха незначительна) и поступает на горячие спаи термоэлектрических преобразователей 11. Холодные спаи термоэлектрических преобразователей 11 поддерживаются воздушными радиаторами 12 при температуре окружающей среды. В результате часть тепловой энергии (около 9%), рассеиваемой воздушными радиаторами 12,

преобразуется в дополнительный электрический ток. ИК диапазон солнечного излучения, сфокусированный плосковыпуклыми линзами 6, расположенными на внешней поверхности нижней панели 4, поступает на ИК фотоэлементы 8, в которых около 49% энергии указанного диапазона солнечного излучения преобразуется в дополнительный электрический ток. Остальные 51% энергии ИК диапазона солнечного излучения выделяются в объеме ИК фотоэлементов 8 в виде тепла, которое передается теплоотводящим лоткам 7, расположенным на внешней поверхности нижней панели 4. Указанная тепловая энергия поступает аналогично на горячие спаи термоэлектрических преобразователей 11, холодные спаи которых поддерживаются воздушными радиаторами 12 при температуре окружающей среды. Вследствие этого аналогично получается дополнительный электрический ток. Вентиляционные отверстия 14 предназначены для исключения выпадения конденсата на оптических элементах устройства и уменьшения механических напряжений его корпуса при изменениях интенсивности солнечного излучения.

Источники информации

1. Патент Российской Федерации RU 2024998.
2. Международная заявка WO 2006049524. 2005 г.
3. Патент Российской Федерации RU 96109908.
4. В.П.Хвостиков, И.Г.Растегаева, О.А.Хвостикова и др. Высокоэффективные (49%) мощные фотоэлементы на основе антимолибдита галлия. Физика и техника полупроводников. 2006. Т.40, вып.10, с.1275-1279.
5. А.В.Двурученский, А.И.Якимов. Квантовые точки 2 типа Ge/Si. Физика и техника полупроводников. 2001. Т.35, вып.9, с.1143-1154.

Формула изобретения

1. Фотоэлектрический модуль, содержащий боковые стенки, верхнюю панель из силикатного стекла, плосковыпуклые линзы, закрепленные на внешней поверхности нижней панели и соосные с соответствующими линзами Френеля, а также герметично соединенные с внешней поверхностью нижней панели теплоотводящие лотки с плоским дном и фотоэлементами на внутренней поверхности указанного дна, через центральную продольную линию которых проходят оптические оси соответствующих линз Френеля, причем расстояние между нижней панелью и плоской поверхностью дна теплоотводящих лотков больше суммы толщин фотоэлементов и плосковыпуклой линзы, но не превышает их фокусное расстояние, а в боковых стенках непосредственно под верхней и над нижней поверхностями соответствующих панелей выполнены вентиляционные отверстия, отличающийся тем, что содержит закрепленные на внешней поверхности одной из боковых стенок аналогичные первым плосковыпуклые линзы и теплоотводящие лотки, на внутренней поверхности дна которых установлены солнечные фотоэлементы, инфракрасные фотоэлементы, установленные на внутренней поверхности дна первых теплоотводящих лотков, а также промежуточную панель со спектроделительным покрытием, установленную под углом к оптической оси модуля, обеспечивающим оптическую связь указанного покрытия с первыми и вторыми плосковыпуклыми линзами, при этом на внешней поверхности дна всех теплоотводящих лотков термоэлектрические преобразователи приведены в контакт с воздушными радиаторами.

2. Модуль по п.1, отличающийся тем, что промежуточная панель установлена под углом 45° к оптической оси модуля.

3. Модуль по п.1, отличающийся тем, что в промежуточной панели выполнено

вентиляционное отверстие.

4. Модуль по п.1, отличающийся тем, что боковая стенка с теплоотводящими лотками выполнена вертикальной, а противоположная - наклонной.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50