

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 20994

(13) С1

(46) 2017.04.30

(51) МПК

F 24J 2/10 (2006.01)

H 02S 10/30 (2014.01)

## (54) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ТЕПЛО

(21) Номер заявки: а 20140399

(22) 2014.07.16

(43) 2016.02.28

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Есман Александр Константинович; Потачиц Владимир Александрович; Кулешов Владимир Константинович; Зыков Григорий Люцианович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 16126 С1, 2012.

ВУ 11981 С1, 2009.

ВУ 12468 С1, 2009.

ВУ 6843 U, 2010.

RU 2285210 С1, 2006.

UZ 793 U, 2013.

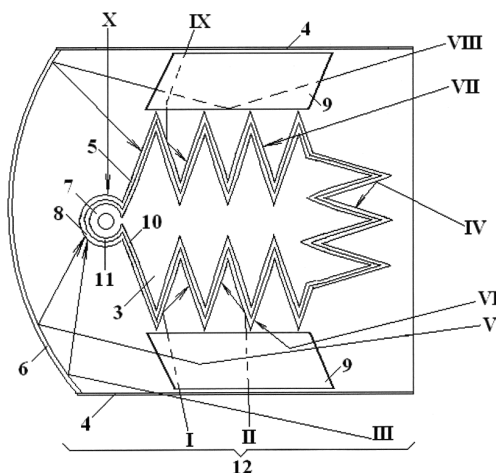
CN 2467973 Y, 2001.

CN 102013843 A, 2011.

RO 123306 В1, 2011.

(57)

1. Преобразователь солнечной энергии в электричество и тепло, содержащий корпус с прозрачной верхней и зеркальной нижней трапециевидными поверхностями, механически и оптически связанными между собой посредством опорной конструкции и треугольных боковых прозрачных поверхностей; солнечные элементы, оптически связанные со всеми поверхностями, широкоапертурный полуцилиндрический зеркальный концентратор, расположенный с тыльной стороны корпуса, оптически связанный с солнечной панелью и механически - со всеми поверхностями, причем в фокусе упомянутого концентратора расположен тепловой коллектор, отличающийся тем, что содержит два прямоугольных заземленных металлических отражателя, расположенных на прозрачной верхней трапециевидной поверхности корпуса и оптически связанных с упомянутым



Фиг. 1

концентратором, а также с верхней, нижней трапецеидальными поверхностями и упомянутыми солнечными элементами, выполненными на первых тонкопленочных термоэлектрических преобразователях, установленных на упомянутой опорной конструкции, выполненной с угловыми выступами на своей боковой поверхности и находящейся в тепловом контакте с неосвещаемой частью упомянутого теплового коллектора, на освещаемой внешней поверхности которого расположены вторые тонкопленочные термоэлектрические преобразователи с выполненной на них упомянутой солнечной панелью, причем солнечная панель, солнечные элементы и термоэлектрические преобразователи электрически соединены между собой с образованием широкоапертурной батареи, а упомянутые металлические отражатели механически связаны между собой.

2. Преобразователь по п. 1, **отличающийся** тем, что углы между солнечными элементами опорной конструкции выбраны из диапазона от 90 до 75°.

---

Изобретение относится к гелиотехнике и может быть использовано для обеспечения электрической энергией и отопления зданий различного назначения.

Известно устройство по способу [1], состоящее из отдельных двусторонних солнечных элементов, занимающее такую же площадь поверхности, как и существующие солнечные батареи, причем эти элементы в нем расположены объемно и образуют "пакет", при этом в "пакете" используется многослойное расположение двусторонних солнечных элементов таким образом, что каждый слой образует плоскую панель, состоящую из плотно пристыкованных двусторонних солнечных элементов, при этом объемная батарея может состоять из одного "пакета" с параллельно расположенными слоями, а направляющие солнечные лучи зеркала могут располагаться с одной, двух или одновременно с четырех боковых поверхностей, при этом полупрозрачные зеркала (пленки) устанавливаются на все боковые поверхности и поверхности оснований, или из двух "пакетов", при этом слой второго "пакета" располагается в пространстве между слоями первого "пакета" перпендикулярно этим слоям, направляющие зеркала располагаются по бокам, поверхности которых перпендикулярны слоям второго "пакета", а полупрозрачные зеркала (пленки) устанавливаются на все боковые поверхности и поверхности оснований.

Данное устройство не обеспечивает высокую эффективность преобразования солнечной радиации в электричество из-за неравномерного освещения отдельных солнечных элементов в нижних пакетах, затененных верхними пакетами, а также отсутствия утилизации тепловой энергии, выделяющейся в солнечных элементах.

Наиболее близким по технической сущности является преобразователь солнечной энергии в электричество и тепло [2], содержащий прозрачную верхнюю и зеркальную нижнюю трапецеидальные поверхности, механически и оптически связанные между собой опорной конструкцией и треугольными боковыми поверхностями, солнечные элементы, расположенные на опорной конструкции и оптически связанные со всеми поверхностями, широкоапертурный зеркальный концентратор, тепловой коллектор, а также широкоапертурный зеркальный концентратор, расположенный с тыльной стороны и выполненный полуцилиндрическим, механически и оптически связанный со всеми поверхностями, а в его фокусе расположен тепловой коллектор, на внешней поверхности которого сформирована солнечная панель, причем солнечные элементы, закрепленные на опорной конструкции, имеют развитую фоточувствительную поверхность, а боковые треугольные поверхности выполнены прозрачными.

Данное устройство имеет недостаточно высокую эффективность преобразования электромагнитного излучения солнца в электрическую и тепловую энергию при малых углах возвышения Солнца, так как в утренние и вечерние часы прямое солнечное излучение не

попадает ни на отражающую поверхность широкоапертурного зеркального концентратора, ни на солнечную панель.

Техническая задача - повышение эффективности преобразования электромагнитного излучения солнца в электрическую и тепловую энергию при малых углах возвышения Солнца при одновременном увеличении надежности устройства.

Поставленная техническая задача решается тем, что преобразователь солнечной энергии в электричество и тепло, содержащий корпус с прозрачной верхней и зеркальной нижней трапецеидальными поверхностями, механически и оптически связанными между собой посредством опорной конструкции и треугольных боковых прозрачных поверхностей; солнечные элементы, оптически связанные со всеми поверхностями, широкоапертурный полуцилиндрический зеркальный концентратор, расположенный с тыльной стороны корпуса, оптически связанный с солнечной панелью и механически - со всеми поверхностями, причем в фокусе упомянутого концентратора расположен тепловой коллектор, содержит два прямоугольных заземленных металлических отражателя, расположенных на прозрачной верхней трапецеидальной поверхности и оптически связанных с упомянутым концентратором, а также с верхней, нижней трапецеидальными поверхностями и упомянутыми солнечными элементами, выполненными на первых тонкопленочных термоэлектрических преобразователях, установленных на упомянутой опорной конструкции, выполненной с угловыми выступами на своей боковой поверхности и находящейся в тепловом контакте с неосвещаемой частью упомянутого теплового коллектора, на освещаемой внешней поверхности которого расположены вторые тонкопленочные термоэлектрические преобразователи с выполненной на них упомянутой солнечной панелью, причем солнечная панель, солнечные элементы и термоэлектрические преобразователи электрически соединены между собой с образованием широкоапертурной батареи, а упомянутые металлические отражатели механически связаны между собой.

Для эффективного решения поставленной технической задачи углы между солнечными элементами опорной конструкции выбраны из диапазона от  $90^\circ$  до  $75^\circ$ .

Совокупность указанных признаков позволяет решить техническую задачу за счет увеличения мощности солнечного излучения, собираемого в начале и конце дня на входе широкоапертурной батареи.

Сущность изобретения поясняется фиг. 1, 2, на которых приведены виды сверху и боковой поверхности заявляемого устройства.

В преобразователе солнечной энергии в электричество и тепло, содержащем прозрачную верхнюю 1 и зеркальную нижнюю 2 трапецеидальные поверхности, механически и оптически связанные между собой треугольными боковыми 4 прозрачными поверхностями и опорной конструкцией 3. На опорной конструкции 3 расположены первые (тонкопленочные) термоэлектрические преобразователи 10 с выполненными на них солнечными элементами 5, оптически связанными со всеми (1, 2 и 4) поверхностями. Широкоапертурный зеркальный концентратор 6, расположенный с тыльной стороны и выполненный полуцилиндрическим, механически и оптически связан со всеми поверхностями, а в его фокусе расположен тепловой коллектор 7, на освещаемой внешней поверхности которого сформированы вторые термоэлектрические преобразователи 11 с расположенной на них солнечной панелью 8. Два прямоугольных металлических отражателя 9 расположены на верхней поверхности 1 и оптически связаны с широкоапертурным зеркальным концентратором 6, верхней 1 и нижней 2 поверхностями и солнечными элементами 5. Опорная конструкция 3 имеет тепловой контакт с неосвещаемой частью теплового коллектора 7, а солнечные элементы 5 вместе с первыми 10 термоэлектрическими преобразователями организованы в широкоапертурную батарею 12. Два заземленных прямоугольных металлических отражателя 9 механически связаны между собой.

В конкретном исполнении верхняя поверхность 1 и боковые поверхности 4 выполнены из силикатного стекла. Нижняя поверхность 2 выполнена из силикатного стекла, по-

крытого отражающим слоем алюминия. Опорная конструкция 3 - это полученная стандартной механической обработкой опора из нержавеющей стали с остроугольными выступами на боковой поверхности. Солнечные элементы 5 и солнечная панель 8 изготовлены из полупроводникового материала, представляющего собой соединение меди, индия, галлия и селена (CIGS) с буферным слоем n-типа проводимости из селенида кадмия, нанесенных соответственно на опорную конструкцию 3 и тепловой коллектор 7, на которых предварительно выполнены первые 10 и вторые 11 термоэлектрические преобразователи. Тепловой коллектор 7 - это отрезок трубы из нержавеющей стали соответствующей длины. Первые 10 и вторые 11 термоэлектрические преобразователи получены вакуумным нанесением слоя CIGS толщиной 2 мкм, как в [3]. Широкоапертурный зеркальный концентратор 6 - это металлический полуцилиндр, внутренняя поверхность которого отполирована и покрыта зеркальной пленкой. Металлические отражатели 9 выполнены из сплава Д16Т, полированного с двух сторон, которые покрыты отражающим слоем алюминия толщиной 0,9 мкм. Широкоапертурная батарея 12 состоит из механически соединенных лазерной сваркой теплового коллектора 7 и опорной конструкции 3 и из расположенных на них первых 10 и вторых 11 термоэлектрических преобразователей и солнечных элементов 5 и солнечной панели 8, между которыми и на их поверхности расположены электроды устройства.

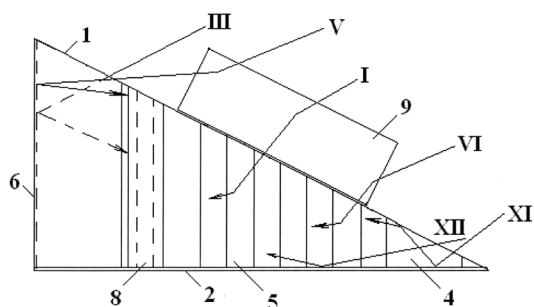
Работает устройство следующим образом. Для обеспечения оптимального режима функционирования устройство устанавливается в направлении на юг отражающим покрытием широкоапертурного зеркального концентратора 6. Ранним утром (фиг. 1, 2, проекция лучей I, II) или вечером, перед заходом Солнца (фиг. 1, 2, проекция лучей IX), когда солнечные лучи распространяются параллельно подстилающей поверхности, то эти лучи вначале попадают на металлические отражатели 9. Отразившись от них, солнечное излучение через прозрачные боковые поверхности 4 поступает на солнечные элементы 5 и эффективно в них поглощается сразу или после переотражений от поверхности этих солнечных элементов 5. Далее, когда устройство будет освещено полностью, солнечное излучение попадает дополнительно на поверхность солнечных элементов 5, а также солнечной панели 8 (фиг. 1, проекция лучей X) без отражений. Таким образом осуществляется концентрация солнечных лучей ранним утром или вечером. В солнечных элементах 5 и солнечной панели 8 энергия излучения видимой части солнечной радиации преобразуется в электричество. Солнечное излучение инфракрасного диапазона, проходя через солнечные элементы 5 и солнечную панель 8, поглощается в электродах между ними и соответственно первыми 10 и вторыми 11 термоэлектрическими преобразователями. Так как опорная конструкция 3 и тепловой коллектор 7 находятся при температуре протекающего через последний теплоносителя, то во всех термоэлектрических преобразователях существует градиент температур, который вызывает появление в них термоЭДС. В середине дня (фиг. 1, 2, проекции лучей III...VIII) солнечные лучи распространяются под углом к горизонту и попадают на широкоапертурную батарею 12 непосредственно (пройдя через верхнюю поверхность 1 или отразившись от широкоапертурного зеркального концентратора 6 и нижней поверхности 2) (фиг. 2, проекция луча XI). В это время, аналогично вышеуказанному в солнечных элементах 5, солнечной панели 8 и термоэлектрических преобразователях 10, 11 солнечная радиация преобразуется в электричество.

Повышение эффективности поглощения солнечного излучения развитой поверхностью солнечных элементов 5 достигается за счет переотражения лучей I, IV и IX (фиг. 1) в треугольных углублениях, т.е. их двухэтапного поглощения. Повышение эффективности преобразования электромагнитного излучения Солнца в электрическую и тепловую энергию при малых углах возвышения Солнца получено увеличением площади собирания света утром и вечером при эффективном его поглощении (выше указано) и дополнительном преобразовании в первых 10 и вторых 11 термоэлектрических преобразователях. Опорная конструкция 3 практически по всей площади поддерживает верхнюю поверхность 1, что

исключает повреждение устройства снегом, градом, ветром. Также надежность устройства увеличивается благодаря заземленным металлическим отражателям 9, которые выполняют функцию громоотводов.

Источники информации:

1. Патент РФ 246363 С2.
2. Заявка а 20101626, 2012.
3. Магомедов М.-Р.А., Исмаилов Ш.М., Магомедова Дж.Х., Хохлачев П.П. Термоэлектрические и фотоэлектрические свойства р-п-гетероструктур  $\text{CuInSe}_2/\text{CdS}$ , полученных методом квазиравновесного осаждения // Физика и техника полупроводников. - 2000. - Т. 34. - Вып. 6. - С. 689-691.



Фиг. 2