

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **028723**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2017.12.29**

(51) Int. Cl. **H02S 40/22** (2014.01)  
**G02B 17/08** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201500886**

(22) Дата подачи заявки  
**2015.07.09**

---

(54) **ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО**

---

(43) **2017.01.30**

(56) US-A1-20140261621  
WO-A2-2013126344  
WO-A1-2010126368  
EP-A1-1583158  
RU-C1-2126986

(96) **2015/EA/0101 (BY) 2015.07.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(BY)**

(72) Изобретатель:  
**Есман Александр Константинович,  
Потачиц Владимир Александрович,  
Кулешов Владимир Константинович,  
Зыков Григорий Люцианович (BY)**

---

(57) Изобретение относится к области альтернативной электроэнергетики и может быть использовано в преобразователях солнечной энергии в электричество, встраиваемых в прозрачное внешнее обрамление зданий. Техническая задача заключается в повышении эффективности преобразования солнечного излучения в электричество при одновременном повышении надежности. Поставленная техническая задача решается тем, что фотоэлектрическое устройство, содержащее растр из полуцилиндрических линз, имеющий верхнюю поверхность для приема падающего света и нижнюю поверхность, противоположную верхней поверхности, при этом полуцилиндрические линзы съюстированы на верхней поверхности для сбора падающего света и каждая из полуцилиндрических линз характеризуется фокусным расстоянием  $F$ , а нижняя поверхность растра из полуцилиндрических линз расположена на расстоянии, меньшем, чем фокусное расстояние  $F$ , так, что полуцилиндрические линзы направляют свет за пределы нижней поверхности; и первый световод, имеющий первую поверхность, граничащую с нижней поверхностью растра из полуцилиндрических линз, и вторую поверхность, противоположную первой, причем вдоль одного или более краев первого световода расположен по крайней мере один или более фотоэлектрический элемент, содержит множество выступов, расположенных на второй поверхности и оптически связанных как с растром из полуцилиндрических линз, так и с верхней поверхностью, которые, в свою очередь, оптически связаны как минимум с двумя плоскими зеркалами, расположенными под углом более  $90^\circ$  к верхней поверхности у ее краев, а полуцилиндрические линзы из растра расположены таким образом, что они не бросают тень друг на друга при их освещении зеркалами, которые вместе с верхней и нижней поверхностями образуют второй световод для сбора падающего света, края которого оптически связаны с одним или более фотоэлектрическими элементами, оптически соединенными через первый световод с множеством выступов.

---

**B1**

**028723**

**028723**

**B1**

Изобретение относится к области альтернативной электроэнергетики и может быть использовано в преобразователях солнечной энергии в электричество, встраиваемых в прозрачное внешнее обрамление зданий.

Известна солнечная система освещения [1], интегрированная с оконной рамой, имеющей внешнюю и внутреннюю стороны, а также включающая один или несколько солнечных гальванических элементов, установленных на внешней стороне оконной рамы, и один или несколько электрических осветителей, установленных на внутренней стороне оконной рамы, причем солнечные гальванические элементы и электрические осветители электрически соединены друг с другом через оконную раму.

Данное устройство имеет низкую эффективность преобразования солнечного излучения в электричество, так как в течение дня на солнечные гальванические элементы поступает сильно отличающаяся световая энергия, например утром и вечером, когда падающие лучи значительно отклоняются от нормали к поверхности гальванических элементов.

Наиболее близким по технической сущности является светособирающее устройство [2], включающее антенную решетку из полуцилиндрических линз, содержащую верхнюю поверхность для приема падающего света и нижнюю поверхность, противоположную верхней поверхности, при этом полуцилиндрические линзы съюстированы на верхней поверхности, для сбора падающего света, каждая из полуцилиндрических линз характеризуется фокусным расстоянием  $F$ , а нижняя поверхность антенной решетки из полуцилиндрических линз расположена на расстоянии, меньшем, чем фокусное расстояние  $F$ , так, что полуцилиндрические линзы направляют свет за пределы нижней поверхности; и световод, имеющий первую поверхность, граничащую с нижней поверхностью антенной решетки из полуцилиндрических линз и вторую поверхность, противоположную первой, световод, содержащий множество углублений, ориентированных в одном и том же продольном направлении, что и полуцилиндрические линзы, и расположенных вдоль второй поверхности световода, каждое углубление, имеющее вертикальный размер, который простирается во вторую поверхность световода, и каждое углубление имеет по крайней мере одну поверхность, наклоненную так, чтобы перенаправить часть сфокусированного света от полуцилиндрических линз к одной или более боковым краям световода, причем светособирающее устройство конфигурируется таким образом, что часть света, которая входит в верхнюю поверхность через множество полуцилиндрических линз, и через световод распространяется к его краям, у которых расположен по крайней мере один или более фотоэлектрические элементы.

Данное устройство имеет недостаточно высокую эффективность преобразования солнечной радиации из-за неравномерного освещения фотоэлектрических элементов в течение дня и слабых волноводных свойств световода, поперечное сечение которого ограничивается вертикальным размером множества углублений, имеющих длину, равную длине цилиндрических линз из множества. Кроме этого, длинные углубления ослабляют прозрачные детали устройства, уменьшают его надежность.

Техническая задача заключается в повышении эффективности преобразования солнечного излучения в электричество при одновременном повышении надежности.

Поставленная техническая задача решается тем, что фотоэлектрическое устройство [2], содержащее растр из полуцилиндрических линз, имеющий верхнюю поверхность для приема падающего света и нижнюю поверхность, противоположную верхней поверхности, при этом полуцилиндрические линзы съюстированы на верхней поверхности для сбора падающего света и каждая из полуцилиндрических линз характеризуется фокусным расстоянием  $F$ , а нижняя поверхность растра из полуцилиндрических линз расположена на расстоянии, меньшем, чем фокусное расстояние  $F$ , так, что полуцилиндрические линзы направляют свет за пределы нижней поверхности; и первый световод, имеющий первую поверхность, граничащую с нижней поверхностью растра из полуцилиндрических линз и вторую поверхность, противоположную первой, причем вдоль одного или более краев первого световода расположен по крайней мере один или более фотоэлектрический элемент, содержит множество выступов, расположенных на второй поверхности и оптически связанных как с растром из полуцилиндрических линз, так и с верхней поверхностью, которые, в свою очередь, оптически связаны как минимум с двумя плоскими зеркалами, расположенными под углом более  $90^\circ$  к верхней поверхности у ее краев, а полуцилиндрические линзы из растра расположены таким образом, что они не бросают тень друг на друга при их освещении зеркалами, которые вместе с верхней и нижней поверхностями образуют второй световод для сбора падающего света, края которого оптически связаны с одним или более фотоэлектрическими элементами, оптически соединенными через первый световод с множеством выступов.

Для эффективного решения поставленной технической задачи каждый выступ имеет по крайней мере четыре поверхности, две из которых располагаются под углом  $90 \pm 20^\circ$ , остальные - под углом  $\pm 20^\circ$  к оси первого световода.

Совокупность указанных признаков позволяет повысить эффективность преобразования солнечного излучения в электричество за счет увеличения волноведущего сечения первого световода при неизменной его толщине, а также сбора и фотопреобразования утренней и вечерней солнечной радиации через второй световод и увеличенную площадь фотоэлектрических элементов.

Сущность изобретения поясняется фигурой, на которой приведен разрез устройства, где 1 - растр из полуцилиндрических линз, 2 - верхняя поверхность, 3 - нижняя поверхность, 4 - полуцилиндрические

линзы, 5 - первый световод, 6 - первая поверхность, 7 - вторая поверхность, 8 - фотоэлектрические элементы, 9 - выступы, 10 - плоские зеркала, 11 - второй световод.

В фотоэлектрическом устройстве растр из полуцилиндрических линз 1 включает полуцилиндрические линзы 4, оптически связанные с соответствующими выступами 9 и съюстированные на верхней поверхности 2 для сбора падающего света. Выступы 9 расположены на второй поверхности 7, которая принадлежит первому световоду 5. Верхняя поверхность 2 и противоположная ей нижняя поверхность 3 образуют второй световод 11, края которого вместе с краями первого световода 5 оптически связаны с одним или более фотоэлектрическими элементами 8. Первый световод 5 состоит из противоположно размещенных: второй поверхности 7 и первой поверхности 6, которая граничит и оптически связана с нижней поверхностью 3 растра из полуцилиндрических линз 1. Выступы 9 также оптически связаны с фотоэлектрическими элементами 8 и верхней поверхностью 2, которая, в свою очередь, оптически связана как минимум с двумя плоскими зеркалами 10, расположенными под углом более  $90^\circ$  к верхней поверхности 2 у ее краев и оптически связанными с полуцилиндрическими линзами 4.

В конкретном исполнении растр из полуцилиндрических линз 1 выполнен методом литья под давлением из полистирола, при этом полуцилиндрические линзы 4 характеризуются фокусным расстоянием  $F$ , большим суммарной толщины первого 5 и второго 11 световодов. Верхняя поверхность 2 и нижняя поверхность 3 - это плоские части соответствующих поверхностей растра из полуцилиндрических линз 1, между которыми образован второй световод 11. Первый световод 5 выполнен методом литья под давлением из полистирола. Первая поверхность 6 и вторая поверхность 7 - это плоские части соответствующих поверхностей первого световода 5. Фотоэлектрические элементы 8 - это стандартные солнечные элементы, например, на основе кремния с размерами соответствующими площадям краев первого 5 и второго 11 световодов. Выступы 9 формируются по крайней мере из четырех поверхностей, две из которых располагаются под углом  $90 \pm 20^\circ$ , остальные - под углом  $\pm 20^\circ$  к оси первого световода. Плоские зеркала 10 выполнены из полированного сплава. Фотоэлектрическое устройство работает следующим образом. Сразу после восхода Солнца его излучение, отраженное от плоского зеркала 10 (лучи I, II, III), попадая на поверхность полуцилиндрических линз 4 под прямым углом, проходит внутрь второго световода 11, распространяется вдоль него и попадает на оптический вход соответствующего фотоэлектрического элемента 8.

В первой половине дня солнечное излучение (луч X), попадая на верхнюю поверхность 2 под углом, близким к прямому, распространяется, преломляясь, поперек сначала второго световода 11, потом первого световода 5, попадает на поверхности выступов 9, после отражения от которых оно распространяется вдоль первого световода 5 и попадает на оптический вход соответствующего фотоэлектрического элемента 8.

В середине дня солнечное излучение (лучи IV, V, VI, VII, VIII и IX), попадая на поверхности полуцилиндрических линз 4 приблизительно параллельно их оптическим осям, распространяется, преломляясь, поперек сначала второго световода 11, потом первого световода 5, попадает на поверхности выступов 9, после отражения от которых оно распространяется вдоль первого световода 5 и попадает на оптический вход соответствующего фотоэлектрического элемента 8 (как в прототипе).

Во второй половине дня солнечное излучение (луч XI), попадая на поверхность полуцилиндрических линз 4 под прямым углом, также проходит внутрь второго световода 11, распространяется вдоль него и попадает на оптический вход соответствующего фотоэлектрического элемента 8.

Перед заходом Солнца его излучение (на фигуре не указано) проходит аналогично лучам I, II и III, попадая на поверхности полуцилиндрических линз 4, и далее через второй световод 11 поступает на оптический вход соответствующего фотоэлектрического элемента 8. Таким образом, в течение всего светового дня фотоэлектрическое устройство направляет входное солнечное излучение приблизительно постоянной мощности на оптические входы фотоэлектрических элементов 8.

В предлагаемом изобретении повышается эффективность преобразования солнечного излучения в электричество за счет сбора утренней и вечерней солнечной радиации с последующим фотопреобразованием ее в электричество и увеличения волноведущего сечения первого световода путем исключения углублений.

Источники информации, использованные в описании:

1 Патент США № 2013329404 A1. Window Frame with Integrated Solar Electric Cell and Illumination. Pub. 12.12.2013.

2. Патент США № 20140261621 A1. Window Solar Harvesting Means. Pub. 18.09.2014, прототип.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Фотоэлектрическое устройство, содержащее растр из полуцилиндрических линз, имеющий верхнюю поверхность для приема падающего света и нижнюю поверхность, противоположную верхней поверхности, при этом полуцилиндрические линзы съюстированы на верхней поверхности для сбора падающего света и каждая из полуцилиндрических линз характеризуется фокусным расстоянием  $F$ , а нижняя поверхность растра из полуцилиндрических линз расположена на расстоянии, меньшем, чем фокусное расстояние  $F$ , так, что полуцилиндрические линзы направляют свет за пределы нижней поверхности; и первый световод, имеющий первую поверхность, граничащую с нижней поверхностью растра из полуцилиндрических линз, и вторую поверхность, противоположную первой, причем вдоль одного или более краев первого световода расположен по крайней мере один или более фотоэлектрический элемент, отличающееся тем, что введено множество выступов, расположенных на второй поверхности и оптически связанных как с растром из полуцилиндрических линз, так и с верхней поверхностью, которые, в свою очередь, оптически связаны как минимум с двумя плоскими зеркалами, расположенными под углом более  $90^\circ$  к верхней поверхности у ее краев, а полуцилиндрические линзы из растра расположены таким образом, что они не бросают тень друг на друга при их освещении зеркалами, которые вместе с верхней и нижней поверхностями образуют второй световод для сбора падающего света, края которого оптически связаны с одним или более фотоэлектрическими элементами, оптически соединенными через первый световод с множеством выступов.

2. Фотоэлектрическое устройство по п.1, отличающееся тем, что каждый выступ имеет по крайней мере четыре поверхности, две из которых располагаются под углом  $90 \pm 20^\circ$ , остальные - под углом  $\pm 20^\circ$  к оси первого световода.

