



(19)

Евразийское
патентное
ведомство

(11)

023859

(13)

B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента: **2016.07.29**

(21) Номер заявки: **201200124**

(22) Дата подачи: **2010.07.14**

(51) Int. Cl. **H02N 6/00** (2006.01)

(54) ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО С КОНЦЕНТРАТОРОМ ИЗ РЕЛЬЕФНОГО СТЕКЛА

(31) 61/225,513
(32) 2009.07.14
(33) US
(43) 2012.08.30
(86) PCT/US2010/041907
(87) WO 2011/008811 2011.01.20
(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЭЙ-ДЖИ-СИ ФЛЕТ ГЛАСС НОРТ
ЭМЕРИКЕ, ИНК. (US)

(56) US-A1-20050081908
US-A1-20080115828
US-A1-20040173256

(72) Изобретатель:
Спенсер Маттью, Кординг Кристофер Р. (US)

(74) Представитель:
Веселицкая И.А., Кузенкова Н.В.,
Веселицкий М.Б., Каксис Р.А., Белоусов
Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В. (RU)

023859

B1

(57) В изобретение описано фотоэлектрическое устройство с оптическим компонентом, позволяющим концентрировать солнечную энергию, и способ его изготовления. В частности, в настоящем изобретении используется рельефный стеклянный компонент, изготавливаемый в онлайн процессе, который может концентрировать солнечную энергию и дает возможность использовать в фотоэлектрическом устройстве значительно меньшее количество фотоэлектрического материала. В настоящем изобретении также предложен способ онлайн изготовления рельефного стекла и способ изготовления фотоэлектрического устройства, включающего описанное здесь рельефное стекло.

B1

023859

Предпосылки создания изобретения

Ссылки на родственные заявки

Настоящее изобретение претендует на приоритет предварительной заявки US 61/225513, поданной 14 июля 2009 г., полностью включенной в настоящую заявку посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение относится к фотоэлектрическим устройствам и, в частности, к рельефному стеклу для концентрации солнечной энергии в фотоэлектрических элементах.

Уровень техники

Все упомянутые в настоящем описании патенты и патентные заявки США полностью включены в него посредством ссылки. В случае разнотечений считать правильным настоящее описание, включая определения.

По мере роста населения Земли растет также и потребность в энергии и источниках энергии. Потребление органического топлива непрерывно росло на протяжении последнего столетия в соответствии с растущими потребностями человечества. Согласно оценкам в 2004 г. 86% вырабатываемой человеком энергии было получено от сжигания органического топлива. Органические виды топлива относятся к невозобновляемым ресурсам, и запасы органического топлива истощаются быстрее, чем возобновляются. В результате, для удовлетворения растущей потребности в энергии предпринимается все больше усилий для разработки возобновляемых источников энергии. В течение последних десяти - двадцати лет для удовлетворения растущих потребностей человечества все больше внимания уделялось разработке способов эффективного использования энергии альтернативных источников, например солнечной, термоядерной и энергии ветра.

Из всех альтернативных источников энергии Солнце считается наиболее богатым энергией природным источником, ежедневно посылающим на Землю энергию в неограниченных количествах. Существуют многочисленные технологии улавливания энергии солнечного света и преобразования ее в электричество. Фотоэлектрический (ФЭ) модуль представляет такую технологию и в настоящее время находит широкое применение в таких областях, как удаленные системы электропитания, космические аппараты и потребительские товары, например беспроводные устройства.

Солнечная энергия при всей ее распространенности и изобилии весьма рассеяна. Например, для выработывания примерно гигаватта мощности с использованием современных ФЭ систем требуется кремниевый элемент площадью примерно 4 кв. мили. Необходимость использования столь большого количества кремния является важнейшим фактором, определяющим стоимость ФЭ устройства, которую его производители, в свою очередь, перекладывают на потребителей, желающих приобрести и использовать такие ФЭ устройства. На сегодняшний день электричество, получаемое от ФЭ устройств, дороже электричества, получаемого от традиционного сжигания ископаемого топлива, что не позволяет получаемой от ФЭ устройств электроэнергии быть экономически конкурентоспособной с электроэнергией, полученной от ископаемого топлива.

Одним из направлений снижения стоимости генерирования электричества ФЭ системами является использование в ФЭ устройстве меньшего количества ФЭ материала, например кремния. При использовании меньшего количества ФЭ материала естественно уменьшается пространство или площадь поверхности, которая может быть облучена энергией Солнца. Для практического использования ФЭ систем, содержащих меньшее количество кремния, без существенного снижения эффективности ФЭ преобразования использовались солнечные концентраторы в качестве средства фокусировки солнечной энергии на кремниевой площадке меньшей площади.

Использование концентрации солнечного излучения для уменьшения размера ФЭ систем было предложено несколько десятилетий назад, однако реализация этого предложения стала возможной только в последние годы благодаря повышению эффективности ФЭ устройств. Существует ряд различных оптических компонентов, которые могут быть использованы для концентрации солнечной энергии, включая криволинейные зеркала, рельефные пластиковые листы, криволинейные металлические рефлекторы и специальные линзы, например линзы Френеля. Применение таких оптических компонентов привело к появлению класса ФЭ систем, называемых ФЭ устройствами с концентратором.

Создание ФЭ устройств с концентратором дает преимущество по сравнению с ФЭ устройствами с плоской пластиной, т.е. без концентратора. Эти преимущества включают, помимо прочего: 1) ФЭ устройства с концентратором позволяют увеличить выходную мощность при одновременном уменьшении числа необходимых солнечных элементов; и 2) в ФЭ устройствах с концентратором можно использовать солнечные элементы со значительно меньшей площадью поверхности, что облегчает их массовое производство по сравнению с солнечными элементами большой площади. Несмотря на то, что использование оптических компонентов дает упомянутые преимущества, сами эти компоненты (например, криволинейные зеркала, рельефные пластиковые листы, криволинейные металлические рефлекторы и специальные линзы) могут быть достаточно дорогими, что несколько нивелирует эффект снижения стоимости от уменьшения количества используемого ФЭ материала в ФЭ устройстве с концентратором. Кроме того, эти оптические компоненты различаются по обеспечиваемой ими степени увеличения выходной мощности ФЭ устройства (по сравнению с ФЭ устройствами без концентратора) и увеличению стоимости. На-

пример, в одном таком ФЭ устройстве производства компании Solaria используется пластиковый лист с узором в виде V-образных бороздок. Пластиковый рельефный лист имеет одну плоскую оптическую поверхность и последовательность прилегающих друг к другу треугольных бороздок (т.е. V-образных бороздок) на другой оптической поверхности. В этом ФЭ устройстве рельефный пластиковый лист расположен на материале солнечного элемента (V-образные бороздки обращены к материалу солнечного элемента), а поверх пластикового листа необходимо располагать покровное (защитное) стекло. Это ФЭ устройство хотя и обладает большей эффективностью преобразования солнечной энергии по сравнению с ФЭ устройствами без концентраторов, но имеет высокую стоимость изготовления рельефного пластикового листа, что снижает эффект экономии, получаемой от использования меньшего количества материала солнечного элемента. Кроме того, для пластикового листа требуется покровное стекло, что еще больше увеличивает стоимость и ограничивает повышение выходной мощности.

Таким образом, требуется создание ФЭ устройства с концентратором, в котором используется оптический компонент, отличающийся простотой и дешевизной изготовления, обеспечивающий достижение максимальной экономии и получение повышенной выходной мощности ФЭ устройства.

Сущность изобретения

В настоящем изобретении предлагаются ФЭ устройства с концентратором в виде рельефного стекла, отличающегося простотой и дешевизной изготовления, а также способы изготовления устройства, в которых преодолены недостатки, связанные с обычными ФЭ устройствами, имеющими и не имеющими концентраторы. Использование в ФЭ устройстве в соответствие с настоящим изобретением стеклянного листа с выпуклым рельефом в качестве концентратора обеспечивает существенное снижение стоимости изготовления и комплектующих (по сравнению с обычными ФЭ устройствами, имеющими и не имеющими концентратор), а также существенное повышение выходной мощности. Рельефное стекло в соответствии с настоящим изобретением может изготавливаться в ходе непрерывного процесса производства стекла (онлайн) и может служить в ФЭ устройстве одновременно концентратором и покровным стеклом.

Согласно особенностям изобретения предложен рельефный оптический компонент, обеспечивающий эффективную концентрацию солнечной энергии.

Согласно особенностям изобретения предложен рельефный стеклянный компонент, обеспечивающий эффективную концентрацию солнечной энергии.

Согласно другой особенности изобретения предложен способ изготовления рельефного стекла с использованием онлайн технологий.

Согласно другой особенности изобретения предложено ФЭ устройство с концентратором, включающее рельефное стекло.

Согласно еще одной особенности изобретения предложен способ изготовления ФЭ устройства с концентратором, включающего рельефное стекло.

Согласно еще одной особенности изобретения, предложено ФЭ устройство с концентратором, в котором рельефное стекло выполняет функцию концентратора и покровного стекла и, таким образом, используется меньше конструктивных компонентов, чем в обычных ФЭ устройствах с концентраторами.

Более конкретно, в настоящем изобретении предлагается фотоэлектрическое устройство, включающее материал солнечного элемента, и рельефное стекло, имеющее по меньшей мере две оптические поверхности, по меньшей мере на одной из которых сформирован ряд прилегающих друг к другу в целом выпуклых элементов, способных концентрировать и/или фокусировать свет, причем в целом выпуклые элементы имеют плоскую верхнюю часть, рельефное стекло расположено на материале солнечного элемента в прямом контакте с ним, а в целом выпуклые элементы обращены в сторону от материала солнечного элемента, так что при этом в целом выпуклые элементы обеспечивают равномерное распределение сконцентрированного и/или сфокусированного на материале солнечного элемента света по поверхности площадки солнечного элемента.

В частных вариантах осуществления одна из оптических поверхностей рельефного стекла противоположна оптической поверхности со сформированными на ней прилегающими друг к другу, в целом выпуклыми элементами и является плоской.

Толщина рельефного стекла предпочтительно составляет менее 10, менее 8, менее 6 мм.

Ширина выпуклых элементов рельефного стекла предпочтительно составляет менее 10, менее 6 мм.

По меньшей мере один солнечный элемент расположен по центру по меньшей мере под одним из выпуклых элементов рельефного стекла.

Материал солнечного элемента может содержать кремний.

Полное содержание железа в стекле предпочтительно составляет менее 0,10 мас.%, менее 0,02 мас.%.

Предлагается также способ изготовления фотоэлектрического устройства, при осуществлении которого подготавливают рельефное стекло, имеющее по меньшей мере две оптические поверхности, по меньшей мере на одной из которых сформирован ряд прилегающих в целом выпуклых элементов, способных концентрировать и/или фокусировать свет и имеющих плоскую верхнюю часть, подготавливают солнечный элемент под рельефным стеклом и помещают рельефное стекло на солнечный элемент в прямом контакте с ним, при этом в целом выпуклые элементы обращены в сторону от упомянутого материала.

Кроме того, предлагается фотоэлектрическое устройство, включающее материал солнечного элемента и рельефное стекло, помещенное на материал солнечного элемента в прямом контакте с ним, имеющее по меньшей мере две оптические поверхности, по меньшей мере на одной из которых сформирован ряд прилегающих друг к другу в целом выпуклых элементов, способных концентрировать и/или фокусировать свет, причем в целом выпуклые элементы имеют плоскую верхнюю часть, и при этом рельефное стекло сформировано онлайн процессом, и в целом выпуклые элементы обеспечивают равномерное распределение сконцентрированного и/или сфокусированного на материале солнечного элемента света по поверхности площадки солнечного элемента.

В другом варианте предлагается способ изготовления фотоэлектрического устройства, при осуществлении которого подготавливают рельефное стекло, имеющее по меньшей мере две оптические поверхности, по меньшей мере на одной из которых сформирован ряд прилегающих друг к другу в целом выпуклых элементов, способных концентрировать и/или фокусировать свет и имеющих плоскую верхнюю часть, и размещают это рельефное стекло на солнечном элементе в прямом контакте с ним, при этом рельефное стекло сформировано онлайн процессом.

В еще одном варианте предлагается фотоэлектрическое устройство, включающее материал солнечного элемента и рельефное стекло, имеющее по меньшей мере две оптические поверхности, по меньшей мере на одной из которых сформирован ряд прилегающих друг к другу, в целом выпуклых элементов, способных концентрировать и/или фокусировать свет, причем в целом выпуклые элементы имеют плоскую верхнюю часть, рельефное стекло расположено на материале солнечного элемента в прямом контакте с ним, а в целом выпуклые элементы обращены в сторону от материала солнечного элемента, и при этом рельефное стекло выполняет функцию покровного стекла и отдельное покровное стекло отсутствует, и при этом в целом выпуклые элементы обеспечивают равномерное распределение сконцентрированного и/или сфокусированного на материале солнечного элемента света по поверхности площадки солнечного элемента.

Краткое описание чертежей

Ниже изобретение более подробно рассмотрено со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:
на фиг. 1 дано геометрическое представление концентрации света выпуклым оптическим компонентом;
на фиг. 2 показана конфигурация рельефного стеклянного компонента ФЭ устройства с концентратором в соответствии с настоящим изобретением, а также использование рельефного стекла для концентрации солнечной энергии на солнечном элементе;
на фиг. 3 представлен вариант осуществления валиков, используемых для формирования рельефного стекла, в соответствии с изобретением;
на фиг. 4 определены размеры (фиг. 4А) и показаны конкретные размеры (фиг. 4Б) варианта осуществления рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением.

Подробное описание осуществления изобретения

В то время как настоящее изобретение может иметь много различных форм, в качестве иллюстрации здесь приводят описание нескольких вариантов его осуществления, подразумевая, что настоящее раскрытие дает примеры осуществления принципов изобретения и эти примеры не предполагают ограничивать изобретение описанными и/или проиллюстрированными предпочтительными вариантами его осуществления. Различные варианты осуществления раскрыты достаточно подробно с тем, чтобы специалисты могли осуществить изобретение. Следует понимать, что могут использоваться и другие варианты осуществления, и что изменения в структуре и последовательности могут быть сделаны в пределах существа и области притязаний настоящего изобретения.

В настоящем изобретении предложен компонент рельефного стекла для ФЭ устройства, отличающийся простотой и дешевизной изготовления при использовании существующих технологий изготовления рельефного стекла. В настоящем изобретении также предложен способ изготовления рельефного стекла, а также ФЭ устройства, включающего рельефное стекло в соответствии с настоящим изобретением.

В настоящем описании, термины "концентратор" или "ФЭ устройство с концентратором" относятся соответственно к компоненту или ФЭ устройству, включающему компонент, предназначенный для концентрации или фокусировки солнечной энергии на материале солнечного элемента, например кремниевом материале.

В настоящем описании термины "плоская пластина" или "ФЭ устройство на плоской пластине" относятся соответственно к компоненту или ФЭ устройству, включающему компонент, которые не концентрируют или фокусируют солнечную энергию на материале солнечного элемента, например кремниевом материале.

В настоящем описании термин "помещен на" означает, что компонент, подложка или материал прямо либо опосредованно расположены или нанесены поверх компонента, подложки или материала, о котором идет речь. В случае опосредованного расположения или нанесения могут использоваться один или более промежуточных компонентов, подложек или материалов.

Авторы настоящего изобретения установили, что простая и хорошо известная технология изготов-

ления листового рельефного стекла может обеспечить получение листов рельефного стекла с хорошими характеристиками концентрации света. Такие характеристики концентрации света дают возможность изготовить ФЭ устройства с концентратором, в которых используется существенно меньше ФЭ материала, благодаря чему снижается стоимость изготовления таких ФЭ устройств.

Частный пример включает рельефы, элементы которых действуют или имитируют действие оптической линзы. В частности, элементы, которые действуют или имитируют действие оптической линзы и требуются для ФЭ устройств с концентратором и описанных здесь применений, являются элементами выпуклого типа. Известно, что элементы выпуклого типа фокусируют проходящий сквозь них свет на определенном расстоянии за элементом выпуклого типа или сзади него, известном как фокусное расстояние. В оптических линзах существует два основных типа выпуклых элементов, а именно двояковыпуклые и плосковыпуклые. В двояковыпуклой линзе или элементе обе основные оптические поверхности выпуклые. В плосковыпуклой линзе или элементе одна основная оптическая поверхность выпуклая, а другая основная оптическая поверхность плоская или планарная. Плосковыпуклая линза 10 показана на фиг. 1, где также иллюстрируется, каким образом линза может концентрировать свет. Когда свет проходит сквозь выпуклую линзу, он фокусируется в точке, расположенной за выпуклой линзой или под ней. Точка, где происходит фокусировка света, известна как фокальная. Таким образом, вводя описанный элемент выпуклого типа по меньшей мере на одну оптическую поверхность стеклянного листа, можно получить рельефное стекло, имеющее свойство концентрации света, требующееся для ФЭ устройств с концентратором и применения таких устройств.

Изготовление листового рельефного стекла хорошо известно специалистам в этой области. Сюда относятся онлайн способы (в процессе производства собственно стекла) и способы, использующие литье. В способах, использующих литье, сырое стекло расплавляется в печи и расплавленная стекломасса выливается в матрицу или литейную форму. Когда стекломасса достаточно остывает, матрица удаляется, оставляя рельефное стекло. В онлайн способах изготовления сырое стекло расплавляется в печи, после чего стекломасса проходит или протягивается сквозь валики, форма которых соответствует рельефу, который необходимо придать по меньшей мере одной поверхности результирующего листа рельефного стекла. Преимуществом онлайн изготовления рельефного стекла является возможность получения непрерывного стеклянного листа, обычно называемого лентой. Другими словами, онлайн способы изготовления предпочтительнее, так как стоимость полученного рельефного стекла значительно ниже, чем у рельефного стекла, полученного литьем.

Вариант осуществления листа 20 рельефного листа в соответствии с настоящим изобретением представлен на фиг. 2. Здесь также показано, как свет, проходящий сквозь рельефное стекло, концентрируется на тонкой полоске материала 70 солнечного элемента, расположенной под рельефным стеклом. В показанном на фиг. 2 листе рельефного стекла нужные свойства концентрации света достигаются использованием ряда выпуклых частей 60, действующих как выпуклые оптические линзы. Вариант осуществления, показанный на фиг. 2, служит в качестве примера. В показанном варианте имеется группа из четырех примыкающих друг к другу выпуклых элементов 60. При этом выпуклые элементы образованы не непрерывной окружностью, а имеют плоскую верхнюю часть 90. Специалисты поймут и оценят, что листы рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением могут иметь больше или меньше четырех прилегающих друг к другу выпуклых элементов и могут быть выполнены с любым количеством расположенных рядом друг с другом выпуклых элементов.

Стеклянная лента, изготовленная онлайн способами, обычно представляет собой длинный непрерывный лист стекла, который должен быть разрезан для дальнейшей обработки и/или упаковки и отправки заказчику. Разрезка рельефной поверхности ленты рельефного стекла представляет сложность, поскольку стеклянная лента должна быть надсечена от одного края до другого надрезающим инструментом, проходящим по поверхности стеклянной ленты и поддерживающим с ней постоянный контакт. Поэтому для целей настоящего изобретения желательно использовать рельефное стекло плосковыпуклого типа, поскольку плоская или планарная поверхность рельефного стекла дает хорошую возможность сделать насечку на стеклянной ленте. На фиг. 3 представлен вариант осуществления валиков, которые могут быть использованы для изготовления листов рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением. Материалы сырого стекла расплавляются в печи, после чего пропускаются или протягиваются между верхним валиком 30 и нижним валиком 40 при повышенной температуре. Верхний валик 30 обычно имеет форму цилиндра с плоской поверхностью, которая образует плоскую оптическую поверхность на стеклянной ленте. Нижний валик 40 обычно имеет форму, показанную на фиг. 3. На нижнем валике 40 расположен ряд прилегающих друг к другу вогнутых частей 50, что позволяет нижнему ролику выдавливать на стеклянной ленте ряд прилегающих друг к другу выпуклых оптических поверхностей. После формования ленты рельефного стекла лента прокатывается по конвейерной линии, где происходит ее отжиг в печи для отжига, после чего она надсекается и разламывается на удобные для дальнейшей работы куски.

Рельефное стекло, предложенное в настоящем изобретении, должно использоваться для концентрации света на тонкой полоске материала солнечного элемента. Поэтому для достижения оптимальной эффективности будущего ФЭ устройства с концентратором, использующего ФЭ компоненты в соответст-

вии с настоящим изобретением, как правило, необходимо иметь максимально возможное светопропускание рельефного стекла. Это может быть достигнуто при использовании неокрашенных или бесцветных стекол. Типы бесцветных стекол, пригодных для использования в настоящем изобретении, хорошо известны специалистам. К ним относятся, помимо прочего, стандартные известково-натриевые стекла и стекла типа Солар, например стекла с низким содержанием железа. Для целей настоящего изобретения желательно использовать стекла Солар с общим содержанием железа в интервале примерно 0,001-0,100 мас.%. В более предпочтительном варианте используется стекло Солар с общим содержанием железа примерно 0,005-0,050 мас.%. В наиболее предпочтительном варианте используется стекло Солар с общим содержанием железа примерно 0,005-0,020 мас.%.

Как известно специалистам, функциональные ФЭ устройства часто подвергаются неблагоприятным воздействиям окружающей среды, например сильного ветра или осадков. Поэтому желательно, чтобы листы рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением подверглись термическому упрочнению или закалке, с тем, чтобы обеспечить повышенную долговечность рельефного стекла. Следует заметить, что предложенное в настоящем изобретении рельефное стекло, помимо выполнения функции концентратора в ФЭ устройстве, также является и покровным стеклом, что также снижает расходы на изготовление.

На сегодняшний день на ФЭ материалы или материалы солнечного элемента, используемые в солнечных элементах, приходится наибольшая часть затрат на изготовление ФЭ устройства. Таким образом, требуется ФЭ устройство, в котором сводится к минимуму количество используемого материала солнечного элемента. Рельефное стекло, предложенное в настоящем изобретении, обеспечивает эффективную концентрацию рассеянной энергии Солнца. Благодаря этой концентрации возможно создание ФЭ устройств, в которых используется значительно меньшее количество материала солнечного элемента. Используемый в настоящем изобретении материал солнечного элемента не является ограничивающим признаком изобретения, поскольку он известен и является общепринятым материалом для ФЭ устройств.

Кремний является наиболее часто используемым материалом в ФЭ устройствах благодаря его распространенности и известным рабочим характеристикам. По упомянутым причинам кремний является предпочтительным материалом солнечного элемента для использования в настоящем изобретении. Кремний бывает аморфным и кристаллическим. Кремний кристаллического типа, который может быть использован в настоящем изобретении, включает нанокристаллический кремний, микрокристаллический кремний, поликристаллический кремний, монокристаллический кремний и их комбинации. На размеры материала солнечного элемента нет особых ограничений. Длина, ширина и/или высота материала солнечного элемента может начинаться примерно от 1 мм и достигать нескользких метров. В предпочтительном варианте осуществления материал солнечного элемента может иметь длину примерно 1 м и менее 20 мм в ширину и высоту. В более предпочтительном варианте осуществления материал солнечного элемента может иметь длину менее примерно 500 мм и ширину и высоту менее 10 мм. В наиболее предпочтительном варианте длина материала солнечного элемента составляет менее примерно 155 мм, а ширина и/или высота менее 5 мм.

Желательно поместить солнечные элементы под плоской или планарной оптической поверхностью рельефного стекла, предложенного в настоящем изобретении, при этом рельефная оптическая поверхность с выпуклыми частями направлена от (обращена в противоположную сторону) солнечных элементов с тем, чтобы на нее падал солнечный свет. Также желательно расположить солнечные элементы так, чтобы они соприкасались с плоской или планарной поверхностью рельефного стекла. В ФЭ устройствах с концентратором более равномерное распределение света по поверхности площадки солнечного элемента обеспечивает более высокую эффективность по сравнению со случаем хорошей фокусировки света на той же площадке солнечного элемента. Таким образом, целесообразно располагать солнечные элементы на конечном удалении от фокальной точки описанных здесь выпуклых элементов рельефного стекла. Соответственно использование рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением обеспечивает изготовление ФЭ устройств с концентратором, в которых используется значительно меньше ФЭ материала. Например, для плоских ФЭ устройств на основе кремния обычно требуются довольно большие куски заготовок кремния. В ФЭ устройствах с концентратором, использующих рельефное стекло в соответствии с настоящим изобретением, требуется кремниевые заготовки значительно меньших размеров. Заготовку кремниевого материала можно разрезать на тонкие полосы и располагать их по центру под выпуклыми элементами рельефного стекла, как это показано на фиг. 2.

Кроме того, в обычных ФЭ устройствах с концентратором, как правило, используется по меньшей мере 3 основных компонента: 1) ФЭ материал; 2) покровное стекло и 3) солнечный концентратор. Рельефное стекло в соответствии с настоящим изобретением дает возможность объединить отдельные покровное стекло и солнечный концентратор в один компонент. Соответственно в настоящем изобретении рельефное стекло может служить не только средством концентрации солнечной энергии, но и в качестве ФЭ покровного стекла, благодаря чему исключаются операции при изготовлении ФЭ устройства и снижается число конструктивных компонентов ФЭ устройства, а ФЭ устройство с концентратором включает только 2 основных компонента.

Размер рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением не имеет каких-либо опреде-

ленных ограничений, и рассматриваемые в настоящем параграфе размеры показаны на фиг. 4А. Толщина 100 рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением может составлять примерно от 1 мм вплоть до 1 м. В предпочтительном варианте осуществления толщина 100 составляет менее примерно 10 мм. В более предпочтительном варианте толщина 100 составляет менее примерно 8 мм. В наиболее предпочтительном варианте толщина 100 составляет менее примерно 6 мм. Ширина 110 каждого выпуклого элемента рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением может составлять от примерно 1 мм вплоть до 1 м. В предпочтительном варианте осуществления ширина 110 каждого выпуклого элемента составляет менее примерно 10 мм. В более предпочтительном варианте ширина 110 каждого выпуклого элемента составляет менее примерно 8 мм. В наиболее предпочтительном варианте ширина 110 каждого выпуклого элемента составляет менее примерно 6 мм. Радиус 130 выпуклых элементов рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением может составлять от примерно 1 мм вплоть до 1 м. В предпочтительном варианте радиус 130 каждого выпуклого элемента составляет менее примерно 20 мм. В более предпочтительном варианте радиус 130 каждого выпуклого элемента составляет менее примерно 10 мм. В наиболее предпочтительном варианте радиус 130 каждого выпуклого элемента составляет менее примерно 5 мм. Высота 120 каждого выпуклого элемента рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением может составлять от примерно 0,5 мм вплоть до 1 м. В предпочтительном варианте высота 120 каждого выпуклого элемента составляет менее примерно 20 мм. В более предпочтительном варианте высота 120 каждого выпуклого элемента составляет менее примерно 10 мм. В наиболее предпочтительном варианте высота 120 каждого выпуклого элемента составляет менее примерно 5 мм.

Пример.

На фиг. 4Б представлен вариант осуществления рельефного стекла 20 в соответствии с настоящим изобретением. Рельефное стекло 20 сформировано из расплавленного сырого стекла, состав которого представлен в таблице. Материал сырого стекла расплавляется в стеклоплавильной печи и протягивается сквозь верхний валик 30 и нижний валик 40 (фиг. 3), которые формуют стекломассу в рельефное стекло 20, показанное на фиг. 4Б. Толщина 100 рельефного стекла 20, измеренная от плоской оптической поверхности до верха выпуклого элемента, составляет примерно 5,6 мм, а ширина 110 каждого выпуклого элемента составляет примерно 5,8 мм. Каждый из выпуклых элементов на оптической поверхности описанного здесь рельефного стекла 20 имеет высоту 120, равную примерно 1,5 мм, и радиус 130 кривизны примерно 3,5 мм, но не непрерывной окружности, а с плоской частью, имеющей ширину около 1,45 мм.

Пример состава материала рельефного стекла в соответствии с настоящим изобретением.

Ингредиент	Содержание в интервале масс. %
SiO ₂	70,0 – 74,0 масс. %
Al ₂ O ₃	0,60 – 0,10 масс. %
CaO	8,0 – 10,0 масс. %
MgO	3,5 – 5,0 масс. %
Na ₂ O	12,0 – 15,0 масс. %
K ₂ O	0,025 – 0,055 масс. %
Fe ₂ O ₃	0,005 – 0,020 масс. %
TiO ₂	0,01 – 0,03 масс. %

Вариант осуществления ФЭ устройства в соответствии с настоящим изобретением описан далее. Заготовка из кремниевой пленки режется на полосы шириной примерно 3,5 мм. Далее с использованием рельефного стекла, описанного в примере, полосы кремниевой пленки шириной 3,5 мм наносятся по центру под каждым выпуклым элементом рельефного стекла из примера, как частично показано на фиг. 2 (крайний левый выпуклый элемент).

В то время как настоящее изобретение было описано в отношении конкретных вариантов осуществления, оно не сводится к представленным конкретным деталям, но включает различные изменения и модификации, которые может представить себе специалист, попадающие в область притязаний изобретения, определяемую следующей далее формулой.

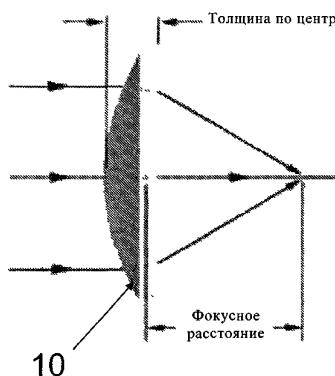
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Фотоэлектрическое устройство, включающее солнечный элемент и рельефное стекло, имеющее по меньшей мере две оптические поверхности, по меньшей мере на одной из которых сформирован ряд прилегающих друг к другу в целом выпуклых элементов, способных концентрировать и/или фокусировать свет, причем в целом выпуклые элементы имеют самую верхнюю часть, выполненную так, что лучи, проходящие через нее, не отклоняются от своего направления и проходят параллельно друг другу по всей толщине рельефного стекла, ширина указанной самой верхней части выпуклых элементов в целом меньше, чем ширина материала солнечного элемента, и при этом рельефное стекло расположено на материале солнечного элемента в прямом контакте с ним, а в целом выпуклые элементы обращены в сторону от материала солнечного элемента.

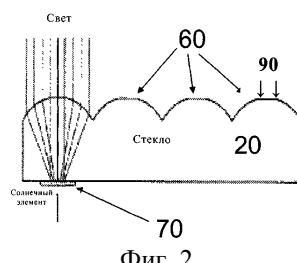
2. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором одна из оптических поверхностей рельефного

стекла противоположна оптической поверхности со сформированными на ней прилегающими друг к другу, в целом выпуклыми элементами, и является плоской.

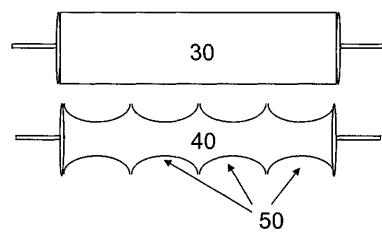
3. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором толщина рельефного стекла составляет менее 10 мм.
4. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором толщина рельефного стекла составляет менее 8 мм.
5. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором толщина рельефного стекла составляет менее 6 мм.
6. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором ширина выпуклых элементов рельефного стекла составляет менее 10 мм.
7. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором ширина выпуклых элементов рельефного стекла составляет менее 6 мм.
8. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором по меньшей мере один солнечный элемент расположен по центру по меньшей мере под одним из выпуклых элементов рельефного стекла.
9. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором материал солнечного элемента содержит кремний.
10. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором полное содержание железа в стекле составляет менее 0,10 мас.%.
11. Фотоэлектрическое устройство по п.10, в котором полное содержание железа в стекле составляет менее 0,02 мас.%.
12. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором рельефное стекло сформировано онлайн процессом.
13. Фотоэлектрическое устройство по п.1, в котором рельефное стекло выполняет функцию покровного стекла и отдельное покровное стекло отсутствует.
14. Способ изготовления фотоэлектрического устройства по п.1, при осуществлении которого подготавливают рельефное стекло, имеющее по меньшей мере две оптические поверхности, по меньшей мере на одной из которых сформирован ряд прилегающих, в целом выпуклых элементов, способных концентрировать и/или фокусировать свет и имеющих самую верхнюю часть, выполненную так, что лучи, проходящие через нее, не отклоняются от своего направления и проходят параллельно друг другу по всей толщине рельефного стекла, размещают солнечный элемент под рельефным стеклом и помещают рельефное стекло на солнечный элемент в прямом контакте с ним, при этом в целом выпуклые элементы обращены в сторону от упомянутого материала.
15. Способ изготовления фотоэлектрического устройства по п.1, при осуществлении которого подготавливают рельефное стекло, имеющее по меньшей мере две оптические поверхности, по меньшей мере на одной из которых сформирован ряд прилегающих друг к другу, в целом выпуклых элементов, способных концентрировать и/или фокусировать свет и имеющих самую верхнюю часть, выполненную так, что лучи, проходящие через нее, не отклоняются от своего направления и проходят параллельно друг другу по всей толщине рельефного стекла, и размещают это рельефное стекло на солнечном элементе в прямом контакте с ним, при этом рельефное стекло сформировано онлайн процессом.



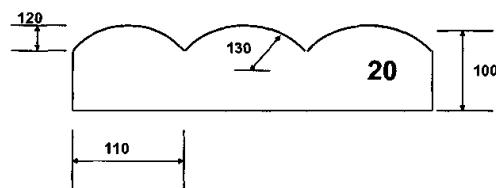
Фиг. 1



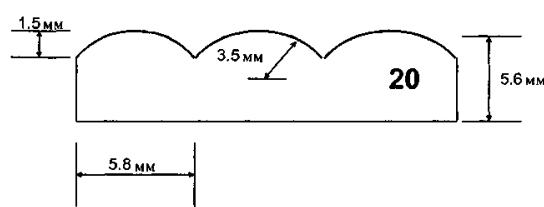
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4А



Фиг. 4Б

