

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 046476

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.03.19

(21) Номер заявки
202490045

(22) Дата подачи заявки
2023.12.28

(51) Int. Cl. *H01L 31/18* (2006.01)
H01L 31/05 (2014.01)
B23K 35/24 (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01)
B23K 35/34 (2006.01)

(54) СПОСОБ КОММУТАЦИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

(43) 2024.03.15

(96) 2023000227 (RU) 2023.12.28

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "НТЦ
ТНТ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Абрамов Алексей Станиславович,
Дмитриев Иван Юрьевич, Няпшаев
Илья Александрович (RU)**

(74) Представитель:
Котлов Д.В. (RU)

(56) US-A1-20220223748
US-A-20120088327
WO-A1-2020233839
CN-A-104889592
RU-C1-2623820
RU-C1-2651642

(57) Изобретение относится к области солнечной энергетики, а именно к технологии сборки цепочек ячеек фотоэлектрических преобразователей на основе гетероперехода, а также для классических кристаллических и поликристаллических фотоэлектрических преобразователей любого типа. Техническим результатом является повышение прочности механического соединения при коммутации отдельных фотоэлектрических преобразователей в единую цепь, повышение надежности соединения, снижение контактного сопротивления и повышение срока эксплуатации фотоэлектрического преобразователя. Способ коммутации фотоэлектрических преобразователей, включающий нанесение методом трафаретной печати паяльной пасты на контактные площадки и последующее припаивание проволоки к поверхности контактных площадок.

B1

046476

046476
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области солнечной энергетики, а именно к технологии сборки цепочек ячеек фотоэлектрических преобразователей (далее ФЭП) на основе гетероперехода, а также для классических кристаллических и поликристаллических фотоэлектрических преобразователей любого типа.

Предшествующий уровень техники

Наиболее широко распространены два способа контактирования коммутационных шин - клеевая и паяльная технологии. В клеевой технологии применяется электропроводящий адгезив (клей). В паяльной технологии осуществляется припаивание покрытой припоем контактной шины к элементам контактной сетки, предварительно нанесенным на поверхность ФЭП

Известен способ соединения фотоэлектрических элементов металлическими проводами, контактирующими с площадками из паяльной пасты, раскрытый в EP3809473, опубликовано 21.04.2021. Основной задачей изобретения является способ соединения фотоэлектрических элементов с нанесенной электропроводящей контактной сеткой, содержащей контактные дорожки для соединения с металлической проволокой и способ, включающий этап осаждения множества площадок паяльной пасты; площадки расположены на расстоянии друг от друга; на контактных дорожках, по крайней мере, в части мест, предназначенных для образования пересечений между металлическими проволоками и контактными дорожками; этап нанесения металлической проволоки на площадки паяльной пасты, укладка осуществляется устройством распределения проводов, сконфигурированным для натяжения и прижатия металлических проводов к фотоэлектрическим элементам и позволяющим расположить их по отношению к контактам для паяльной пасты, по крайней мере, в указанной части мест.

Недостатком данного аналога является то, что контактные площадки паяльной пасты наносятся на поверхности узких контактных дорожек, покрывая их полностью или перекрывая их ширину. Ширина наносимой площадки паяльной пасты сопоставима с шириной контактной дорожки и не превышает 200 мкм. При нанесении паяльной пасты неизбежно происходит растекание остатков флюса, содержащегося в его составе. В итоге образуются участки, на которых паста контактирует с поверхностью ФЭП, а остатки флюса собираются на границах контактирующих материалов (паяльной пасты, поверхности ФЭП, контактных дорожках). Известно, что подобные места являются источником ускоренного коррозионного разрушения, которое происходит в процессе эксплуатации солнечных элементов. Таким образом, предлагаемый способ не рассматривает вариантов предотвращения коррозионного влияния паяльной пасты.

Наиболее близким аналогом является способ, использующий паяльную пасту для изготовления модулей солнечных элементов, раскрытый в WO 2020233839 (A1), опубликовано 26.11.2020. Способ изготовления солнечного модуля путем соединения множества фотоэлектрических (PV) элементов, в котором по меньшей мере первый фотоэлемент соединен со вторым фотоэлементом с помощью электропроводящего связующего, содержащего или состоящего из паяльной пасты. Паяльная паста содержит частицы припойного сплава, диспергированные во флюсе для припоя. Припойный сплав содержит припой, содержащий Sn, имеющий температуру ликвидуса менее 225°C.

Недостатком данного изобретения является то, что он не предполагает использование круглой в сечении соединительной проволоки, поскольку для образования качественного паяного соединения с ее поверхностью потребуются значительное увеличение ширины контактной дорожки. Это приведет к большому затенению фотопреобразующей поверхности пластины и к повышению расхода использования фингерной металлизационной и паяльной паст.

Сущность изобретения

Задачей заявляемого изобретения является разработка способа коммутации ФЭП с механически прочным соединением, без применения басбарной металлизующей пасты.

Техническим результатом является повышение прочности механического соединения при коммутации отдельных фотоэлектрических преобразователей в единую цепь, повышение надежности соединения и повышение срока эксплуатации фотоэлектрического преобразователя.

Указанный технический результат достигается за счет того, что способ коммутации фотоэлектрических преобразователей, включающий нанесение методом трафаретной печати паяльной пасты на контактные площадки и последующее припаивание проволоки к поверхности контактных площадок, в качестве паяльной пасты используются свинцовые или бессвинцовые пасты, содержащие металлы из ряда: олово, серебро, медь, висмут, кобальт, с содержанием металлов не менее 90 об.% и флюса до 10 об.%.

Припаивание контактной проволоки осуществляется при помощи предварительно нанесенной на отдельные контактные площадки паяльной пасты. Предлагаемый способ предполагает использовать одну и ту же металлизационную пасту для изготовления как контактной сетки, так и контактных площадок. Благодаря этому, понижается количество образующихся в технологическом процессе границ, на которых обычно развиваются процессы, приводящие к ослаблению адгезии в результате коррозии контактирующих материалов или термомеханических эффектов. Для коммутации используется круглая проволока в т.ч. без припоя (или с уменьшенной толщиной), проволока не припаивается к псевдобасбару и контактными площадкам из басбарной пасты. Припаивание происходит только к нанесенным контактными площадкам, поэтому не проводится печать псевдобасбаров, а контакт проволоки с фингерами обеспечивается ее прижатием при последующем ламинировании.

Перечень фигур, чертежей

Изобретение поясняется схематическим чертежом, представленном на фиг. 1, фиг. 2 и фиг. 3.

При этом:

на фиг. 1 представлена фотоэлектрическая пластина с нанесенной контактной сеткой.

На фиг. 2 представлена схема коммутации ФЭП по стандартной паяльной технологии.

На фиг. 3 представлена схема способа коммутации фотоэлектрического преобразователя.

На фиг. 1, 2, 3 изображено: 1 - контактные площадки, 2 - псевдобасбары, 3 - дорожки для собирания тока, 4 - фотоэлектрический преобразователь, 5 - медная проволока, 6 - слой припоя, 7 - паяльная паста.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения ФЭП (4) содержит смонтированные на нем контактные площадки (1), соединенные с псевдобасбары (2), между которыми проходят дорожки для собирания тока (3), медной проволоки (5), припаяваемой к контактным площадкам при помощи слоя припоя (6) и паяльной пасты (7).

Заявленный способ коммутации ФЭП характеризуется совокупностью следующих последовательных операций:

Операция подготовки ФЭП (4) с контактной электропроводящей сеткой и контактными площадками (1) на фронтальной и тыльной стороне. Для металлизации используются фингерные пасты, включающие электропроводящую серебросодержащую фазу и органическое терморепактивное связующее. Режим нанесения и отверждения определяется параметрами текучести и скорости отверждения паяльной пасты (7). Для печати используется трафарет, с требуемым дизайном контактных сетки и контактных площадок (1). После печати на фронтальной стороне ФЭП (4) проводится сушка в печи отжига при температуре 140-200°C (в зависимости от рекомендаций производителя данной паяльной пасты (7)). Затем при аналогичных режимах проводится печать на тыльной стороне и последующая сушка ФЭП (4) в печи отжига.

Операция нанесения паяльных паст (7) на поверхности контактных площадок (1).

Паяльная паста наносится методом трафаретной печати с применением стенсильного трафарета. Отпечатки располагаются в зоне нахождения контактных площадок (1) и имеют высоту от 50 до 100 мкм. Форма отпечатков близка к квадратной и имеет размер от 0,5×0,5 мм и более. Нанесение паяльной пасты (7) может быть реализовано также методом струйной печати на стандартном оборудовании. Количество нанесенной паяльной пасты определяется требованием надежной адгезии медной проволоки (5).

Операция пайки медной проволоки (5) к контактным площадкам (1).

Пайка проводится на автоматизированном оборудовании, которое обеспечивает прижатие медной проволоки (5) к контактным площадкам (1) с нанесенной паяльной пастой (7) и необходимый температурный режим, который зависит от типа используемой паяльной пасты (7). Предпочтительно, чтобы температура пайки не превышала 200°C, для снижения термомеханических нагрузок на структуру ФЭП.

Общие условия реализации способа коммутации ФЭП.

1. Высота образовавшегося слоя припоя (6) не должна приводить к повышенным механическим напряжениям при ламинировании для исключения вероятности раскалывания ФЭП (4).

2. Флюс, содержащийся в паяльной пасте (7), должен высыхать с минимальным содержанием твердого остатка.

3. Флюс, содержащийся в паяльной пасте (7), не должен реагировать с поверхностью ФЭП (4), повреждая полупроводниковую структуру ФЭП (4).

4. В процессе нанесения паяльной пасты (7) ее плотность, количество и вязкость связующего, а также технологический режим пропитки подобраны таким образом, чтобы обеспечить высокую адгезию, отсутствие дефектов, надежный омический контакт. Прочность паяного соединения должна быть не менее 0,5-1,0 Н (тест на отрыв проволоки).

Технический результат также достигается за счет того, что паяльная паста в своем составе содержит флюс, способный активировать поверхность контактных площадок и поверхность соединительной проволоки.

Другим преимуществом применения технологии является уменьшение толщины припоя на поверхности проволоки. Проволока в автоматизированном процессе пайки может не проходить этап офлюсовывания, который обязателен в существующем технологическом процессе сборки цепочек ФЭП. Тем самым процесс пайки сводится к механическому прижатию проволоки к поверхности контактной площадки, покрытой паяльной пастой и подведению необходимого количества теплоты для активации флюса, оплавлению пасты и фиксации проволоки на контактной площадке.

В предлагаемом изобретении процесс нанесения контактной сетки и контактных площадок на ФЭП объединен в одну стадию, что понижает вероятность появления дефектов. При этом исключается необходимость применения специальной басбарной металлизационной пасты, которая используется в известной технологии и которая часто ответственна за повышенную деградацию паяных соединений при эксплуатации модулей. Исключается необходимость в пайке по всей длине как в наиболее близком изобретении.

Преимущества применения заявляемого способа:

снижение себестоимости устройства за счет использования медной проволоки без слоя припоя;
улучшение качества пайки проволоки к контактным площадкам;
улучшение стойкости контактной сетки ФЭП в результате механического напряжения за счет исключения отрыва псевдобасбаров, так как эффект пайки проволоки к псевдобасбаров практически исключается;

улучшение стабильности и деградационной стойкости модулей за счет ухода от использования серебродержащих паяльных басбарных паст, а также снижение себестоимости, так как стоимость паяльных паст существенно ниже.

Пример №1.

Изготовлена серия образцов ФЭП по следующей последовательности операций:

1. На поверхности кремниевых гетероструктурных ФЭП n-типа проводимости напечатана контактная сетка с использованием фингерной металлизационной пасты.

2. Контактные площадки размером 1×1 мм были напечатаны фингерной или басбарной металлизационными пастами.

3. Слой паяльной пасты 1×1 мм и высотой 250-300 мкм был напечатан с применением паст составов 99.0Sn0.3Ag0.7Cu, Sn36Pb2Ag, Sn63Pb37, Sn42Bi58. Пасты включают 88-90% металлической составляющей и 10-12% флюса.

4. Пайка проведена с применением медной проволоки диаметром 280 мкм с покрытием Sn43Pb43Bi14 (толщина покрытия 15-25 мкм) и с использованием ручного прижимного устройства и инфракрасной паяльной станции СТ-944.

Таблица 1

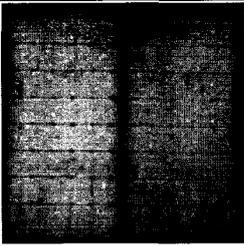
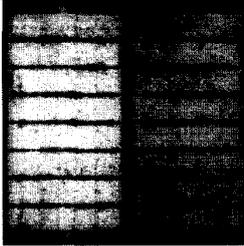
Значения адгезии проволоки (прочность паяного соединения) изготовленных образцов

Металлизация ФЭП	Проволока, диаметром 280 мкм	Без нанесенной пасты	Прочность паяного соединения, Н			
			99.0Sn0.3Ag0.7Cu	62Sn36Pb2Ag	Sn63Pb37	Sn42Bi58
Сетка фингерная/площадки басбарная	С припоем толщиной 15-20 мкм (сплав Sn60Pb40)	0,5-1,0	2,5	2,5	2,5	1,5
Сетка и площадки фингерная	С припоем	0,0	1,0	2,0	1,5	1,0
Сетка фингерная/площадки басбарная	Без припоя	0,0	1,5	3,0	3,5	2,0
Сетка и площадки фингерная	Без припоя	0,0	1,0	2,0	2,5	1,0

Образец ФЭП, изготовленный по примеру 1 с контактными площадками, напечатанными фингерной пастой и нанесенной паяльной пастой на основе сплава 99.0Sn0.3Ag0.7Cu, был заламинирован в структуре стекло 3,2 мм/ламинирующая пленка EVA (Lushan)/ФЭП/ламинирующая пленка EVA (Lushan)/тыльный защитный лист (Huitian). Также по стандартной технологии изготовлен референсный образец, не содержащий паяльную пасту. Проведено критическое испытание, которое демонстрирует надежность модуля - испытание на влажностной нагрев (в условиях температуры 85°C и влажности 85%RH). После прохождения испытания течение 1000 часов (требование на основании стандарта IEC 61215-1:2021) установлено, что образец, изготовленный по предлагаемому способу, имеет на 2,2% менее высокую степень деградации мощности, а на изображении электролюминисценции отсутствуют потемнения вдоль припаяной проволоки, ответственные за развитие коррозии в паяном соединении (табл. 2). Таким образом, предлагаемый способ способствует существенному повышению надежности солнечных модулей.

Таблица 2

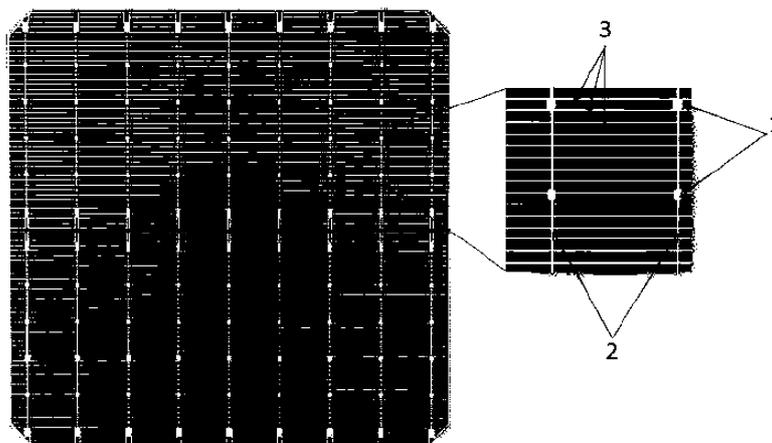
Изображения электролюминисценции и данные изменение мощности образцов солнечных модулей при испытании на влажностной нагрев в течение 1000 часов

образец	исходный	После испытания
№1 Модуль по стандартной технологии (референс)		
	5,52 Вт	5,16 Вт Относительное снижение -6,5%
№2 Модуль с ФЭП по Примеру 1		
	2,98 Вт	2,85 Вт Относительное снижение -4,3%

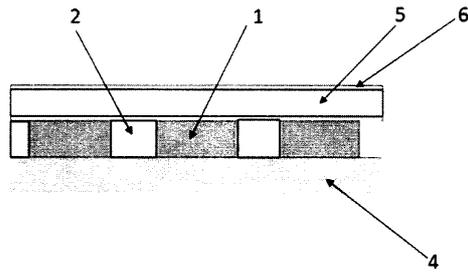
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ коммутации фотоэлектрических преобразователей, включающий нанесение методом трафаретной печати паяльной пасты на контактные площадки и последующее припаивание проволоки к поверхности контактных площадок, в качестве паяльной пасты используются свинцовые или бессвинцовые пасты, содержащие металлы из ряда: олово, серебро, медь, висмут, кобальт, с содержанием металлов не менее 90 об.% и флюса до 10 об.%.

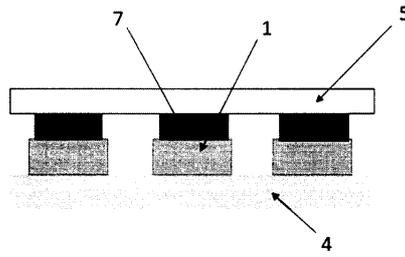
2. Способ коммутации по п.1, отличающийся тем, что в качестве фотоэлектрического преобразователя используются моно-, поликристаллический кремний, кремний по гетероструктурной технологии.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3