



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009138999/28, 22.10.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.10.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.10.2009

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2011 Бюл. № 12

(45) Опубликовано: 27.07.2011 Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2151450 C1, 20.06.2000. RU 2293399 C1,
10.02.2007. CN 101409324 A, 15.04.2009. JP
2006032620 A, 02.02.2006. JP 2001028462 A,
30.01.2001. US 5441576 A, 15.08.1995.

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, ГОУ
ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана", ЦЗИС,
директору

(72) Автор(ы):

Башков Валерий Михайлович (RU),
Беляева Анна Олеговна (RU),
Горбатовская Татьяна Александровна (RU),
Мешков Сергей Анатольевич (RU),
Нарайкин Олег Степанович (RU),
Осипков Алексей Сергеевич (RU),
Рябинин Денис Геннадьевич (RU),
Талакин Константин Николаевич (RU),
Федоренко Иван Александрович (RU),
Шашурин Василий Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана" (RU),
Общество с ограниченной ответственностью
Научно-Производственное объединение
"Кристалл" (RU)

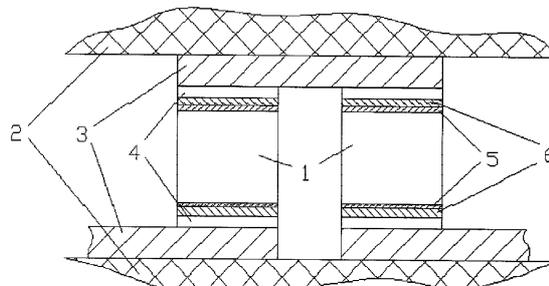
(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ С УВЕЛИЧЕННЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к
термоэлектрическому приборостроению.

Сущность: на поверхности ветвей термоэлектрического модуля, сопрягаемые с контактными пластинами, наносят барьерное покрытие, препятствующее диффузии материалов припоя и контактных пластин в материал полупроводника. Покрытие наносят методом вакуумного напыления из сепарированной электродуговой плазмы после плазмохимического травления в едином технологическом цикле без нарушения вакуума в технологической камере. Также предусмотрено нанесение адгезионного покрытия поверх барьерного в едином

технологическом цикле, что необходимо для улучшения паяемости полупроводниковых термоэлектрических ветвей. Технический результат: увеличение надежности и срока службы термоэлектрического модуля. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2009138999/28, 22.10.2009**

(24) Effective date for property rights:
22.10.2009

Priority:

(22) Date of filing: **22.10.2009**

(43) Application published: **27.04.2011 Bull. 12**

(45) Date of publication: **27.07.2011 Bull. 21**

Mail address:

**105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, GOU
VPO "MG TU im. N.Eh. Baumana", TsZIS,
direktoru**

(72) Inventor(s):

**Bashkov Valerij Mikhajlovich (RU),
Beljaeva Anna Olegovna (RU),
Gorbatovskaja Tat'jana Aleksandrovna (RU),
Meshkov Sergej Anatol'evich (RU),
Narajkin Oleg Stepanovich (RU),
Osipkov Aleksej Sergeevich (RU),
Rjabinin Denis Gennad'evich (RU),
Talakin Konstantin Nikolaevich (RU),
Fedorenko Ivan Aleksandrovich (RU),
Shashurin Vasilij Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet imeni N.Eh. Baumana" (RU),
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
Nauchno-Proizvodstvennoe ob"edinenie "Kristall"
(RU)**

(54) METHOD TO MANUFACTURE THERMOELECTRIC MODULE WITH INCREASED SERVICE LIFE

(57) Abstract:

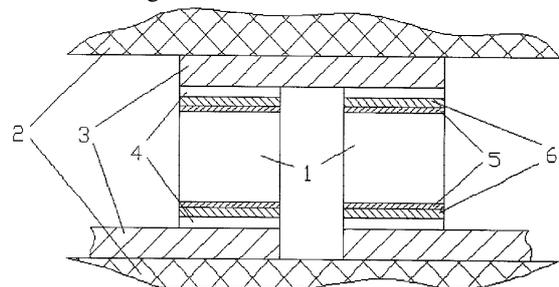
FIELD: instrument making.

SUBSTANCE: barrier coating that prevents diffusion of solder materials and contact plates into a semiconductor material is applied onto surfaces of thermoelectric module branches coupled with contact plates. The coating is applied by method of vacuum spraying from separated electric arc plasma after plasma-chemical etching in a single process cycle without vacuum disturbance in a process chamber. Also application of adhesive coating is provided above the barrier one in a single process cycle, which is necessary to improve solderability of

semiconductor thermoelectric branches.

EFFECT: thermoelectric module reliability improvement and service life extension.

3 cl, 3 dwg



Фиг. 1

RU 2 4 2 5 4 3 4 C 2

RU 2 4 2 5 4 3 4 C 2

Изобретение относится к термоэлектрическому оборудованию и предназначено для повышения надежности генераторных, а также охлаждающих термоэлектрических модулей.

5 Известны термоэлектрические модули, для увеличения срока службы которых на термоэлектрические ветви наносят барьерное покрытие, замедляющее деградацию свойств полупроводника, обусловленную диффузией материала контактных пластин и припоев в материал термоэлектрической ветви. Применяемые барьерные покрытия ветвей термоэлектрических модулей изготавливают из Nb, V, Cr, Ti, Rh, Pt, Zr, W, Ta, 10 Mo, Ni [1] и их соединений методами гальванического осаждения [2] и методами вакуумного напыления с использованием термического испарения [1] либо магнетронного распыления [3]. Недостатками таких покрытий являются высокая дефектность и пористость, снижающие их антидиффузионные свойства.

15 Известны способы изготовления термоэлектрических модулей с помощью технологии эпитаксиального роста пленок полупроводника на подложке из другого проводника [4]. Достоинством таких модулей является высокая надежность и механическая прочность, обеспечиваемые низкой дефектностью материала полупроводника и высоким качеством барьерных покрытий. Недостатком таких 20 модулей является высокая стоимость и длительность технологического процесса изготовления.

Наиболее близким техническим решением является технология нанесения барьерного покрытия методом вакуумного напыления в среде аргона [3]. Покрытие наносят на предварительно подготовленную поверхность с шероховатостью Ra0.02 25 после плазмохимического травления. Недостатком покрытия, полученного таким способом, является высокая дефектность, что способствует увеличению нежелательной диффузии через дефекты покрытия.

Задачей изобретения является увеличение надежности и срока службы 30 термоэлектрического модуля за счет применения способа получения высокоэффективных барьерных покрытий термоэлектрических ветвей, замедляющих деградацию свойств материала полупроводниковых ветвей, обусловленную диффузией материалов элементов конструкции термоэлектрического модуля. При этом технологический процесс подготовки термоэлектрических ветвей и нанесения 35 покрытий по скорости и стоимости сравним с другими методами вакуумного напыления.

Решение данной задачи достигается за счет применения способа получения барьерного покрытия ветвей термоэлектрического модуля методом вакуумного 40 напыления из электродуговой сепарированной плазмы [5]. Термоэлектрические ветви с нанесенными барьерными покрытиями соединяют с помощью пайки с коммутационными пластинами, установленными на диэлектрические основания термоэлектрического модуля. При этом подготовку термоэлектрической ветви к нанесению покрытия осуществляют с помощью плазмохимического травления до 45 достижения заданной шероховатости, а нанесение барьерного покрытия проводят в едином технологическом цикле (без нарушения вакуума в технологической камере) с подготовкой термоэлектрической ветви. Указанный технический результат достигается тем, что способ обеспечивает низкую дефектность, что обуславливает 50 эффективное замедление диффузионных процессов и деградацию свойств полупроводника и хорошие прочностные показатели получаемого покрытия.

Для обеспечения хорошей адгезии припоя к материалу термоэлектрической ветви поверх барьерного покрытия наносят адгезионное покрытие из Ni, Mo, Cu. Нанесение

адгезионного покрытия выполняют в едином технологическом цикле с подготовкой образца и нанесением барьерного покрытия. Для нанесения покрытия используют метод вакуумного напыления из электродуговой сепарированной плазмы. Данный метод обеспечивает хорошую адгезию между покрытиями и, соответственно, высокую прочность соединения ветви термоэлектрического модуля с коммутационными пластинами.

На фиг.1 показан вид части термоэлектрического модуля.

На фиг.2 показана карта диффузии олова 7 в образце термоэлектрической ветви 9 с барьерным и адгезионным покрытиями Ni и Mo 8, выполненным методом вакуумного напыления с магнетронным распылением после отжига образца при температуре 250°C в вакууме в течение 50 часов.

На фиг.3 показана карта диффузии олова 7 в образце термоэлектрической ветви 9 с барьерным и адгезионным покрытиями Ni и Mo 8, выполненным методом вакуумного напыления с из электродуговой сепарированной плазмы после отжига образца при температуре 250°C в вакууме в течение 50 часов.

Способ осуществляется следующим образом. Перед нанесением барьерного и адгезионного покрытий проводят подготовку ветви термоэлектрического модуля 1, заключающуюся в очистке поверхностей, на которые будет нанесено покрытие 5 и 6, в ультразвуковой ванне с последующей сушкой и загрузкой в вакуумную камеру. Затем проводят травление поверхности полупроводника термоэлектрической ветви в среде аргона в течение 1...5 мин до получения шероховатости Ra 0.01...0.1. По достижении заданной шероховатости включают электродуговой источник сепарированной плазмы с катодами, выполненными из одного из следующих материалов: Ti, Mo, Ni, Zr, W. Барьерное покрытие 5 наносят в течение 10...20 минут для достижения толщины 0.1...1 мкм. После этого наносят адгезионное покрытие 6, обеспечивающее возможность пайки полупроводниковых термоэлектрических ветвей 1 к коммутационным площадкам 3 с помощью припоя 4.

Источники информации

1. Патент US 6700053. Thermoelectric module, 2002.
2. Патент US 6388185. Microfabricated thermoelectric power-generation devices, 1998.
3. Патент US 6083770. Thermoelectric piece and process of making the same, 1998.
4. Патент US 7523617. Thin film thermoelectric devices for hot-spot thermal management in microprocessors and other electronics, 2009.
5. Патент WO 98/45871. Получение электродуговой плазмы в криволинейном плазмоведе и нанесение покрытия на подложку, 1998.

Формула изобретения

1. Способ изготовления термоэлектрического модуля, содержащего множество термоэлектрических ветвей, при котором термоэлектрические ветви паяют к токопроводящим элементам, установленным на диэлектрическом основании, причем на предварительно подготовленные с помощью вакуумного плазмохимического травления поверхности термоэлектрических ветвей, сопрягаемые с токопроводящими элементами, с помощью вакуумных методов наносят барьерное покрытие, предотвращающее диффузию материалов проводника и припоя в полупроводник термоэлектрической ветви, и затем адгезионное покрытие, отличающийся тем, что подготовку термоэлектрической ветви с помощью плазмохимического травления и нанесение барьерного покрытия осуществляют в едином технологическом цикле без нарушения вакуума в технологической камере.

2. Термоэлектрический модуль по п.1, отличающийся тем, что нанесение барьерного покрытия выполняют с помощью вакуумного напыления из сепарированной электродуговой плазмы.

5 3. Термоэлектрический модуль по п.2, отличающийся тем, что после нанесения барьерного покрытия в едином технологическом цикле без нарушения вакуума в технологической камере наносят адгезионное покрытие.

10

15

20

25

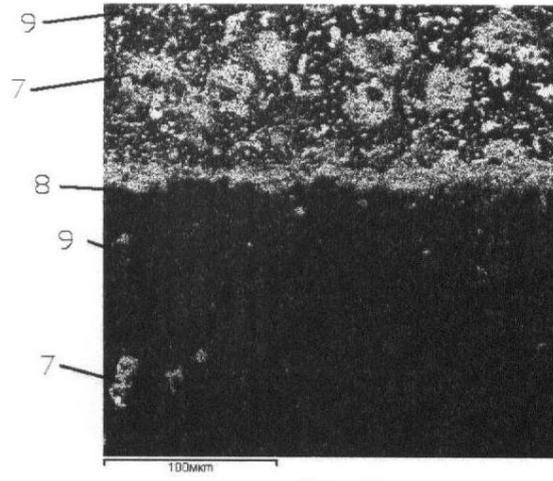
30

35

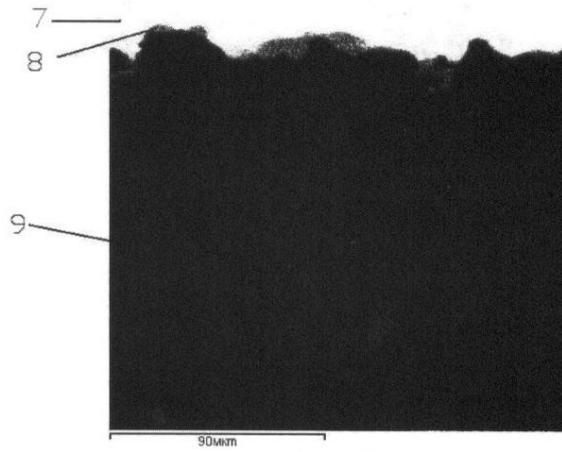
40

45

50



Фиг. 2



Фиг. 3