

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **048167**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.10.30**

(51) Int. Cl. **C04B 37/00** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202392607**

(22) Дата подачи заявки  
**2023.09.11**

---

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ СБОРКИ НА ОСНОВЕ АЛЮМООКСИДНЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ, ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, СТЕКЛА И МЕТАЛЛОВ**

---

(43) **2024.10.28**

(72) Изобретатель:

(96) **KZ2023/064 (KZ) 2023.09.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ НА ПРАВЕ  
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВЕДЕНИЯ  
"ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ  
И МАШИНОВЕДЕНИЯ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА У.А.  
ДЖОЛДАСБЕКОВА" КОМИТЕТА  
НАУКИ МИНИСТЕРСТВА  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН (KZ)**

**Михайлов Петр Григорьевич (RU),  
Тулешов Амандык Куатович, Уалиев  
Жомарт Разханович, Кабдолдина  
Асем Оралхановна, Хикметов  
Аскар Кусупбекович, Аринова  
Динара Бахберовна, Ибраева Арман  
Саяткызы (KZ)**

(56) **SU-A1-1719375  
RU-C1-2013418  
SU-A1-1766884  
US-C-3783218  
US-A1-20220169575  
JP-A-2000281459**

(57) Предложен способ получения многослойной сборки на основе алюмооксидных диэлектриков, полупроводниковых материалов, стекла и металлов, который включает подготовку поверхностей диэлектриков механическим, химическим, плазменным или комплексными методами, включающими первые три. Целью изобретения является упрощение процесса с одновременным повышением качества изготовления узлов и деталей. На алюмооксидной пластине формируется слой монокристаллического, поликристаллического или аморфного кремния. При этом первоначально может формироваться поликристаллическая или аморфная форма пленки, а затем она лучом лазера сканируется и преобразовывается в монокристаллическую. После чего, на слой кремния наносится методом термовакuumного, магнетронного или газофазного осаждения металлическая пленка диффузионно-активного материала, например алюминия, никеля или меди. Кроме того, на алюмооксидную пластину, со стороны нанесенных металлических слоев, накладывают металлическую пластину с нанесенной на ее поверхность методом золь-гель технологии пленкой стекла. Далее многослойный узел нагревают до температуры 200-550°C и подают электрическое напряжение в диапазоне от 250 до 1100 В течение 5-10 мин, при этом коммутация электрических полюсов осуществляется с учетом того, что на стекло и кремниевые пластины подается минус, а на металл - плюс. Все конкретные технологические режимы зависят от конструкции узла (количества слоев и материалов).

**B1**

**048167**

**048167 B1**

Изобретение относится к синтезу слоистых изделий, широко используемых в материаловедении, различных отраслях приборостроения и микроэлектроники. Известен способ получения несогласованных, охватывающих спаев диэлектрика с металлами путем сборки диэлектрической детали и металлической манжеты с банджом с последующей пайкой, банджам изготавливают из титана или его сплавов и перед сборкой его окисляют в воздушной среде при 600-800°C в течение 0,5-3 ч. Кроме того пайку осуществляют в среде азота и водорода, при содержании последнего 3-80 об.% (патент № 857079. Способ получения несогласованных охватывающих спаев диэлектрика с металлами <https://findpatent.ru/patent/85/857079.html>). Недостатком указанного способа является высокие температуры окисления и подогрева при последующем соединении металлических деталей.

Известен также способ получения многослойного покрытия на основе  $\text{SiO}_2\text{-ZrO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-CaO}$ , включающий приготовление пленкообразующего раствора с дальнейшим последовательным нанесением этого раствора на поверхность кремниевой подложки и ступенчатую термообработку, отличающийся тем, что используют два пленкообразующих раствора (ПОР), наносят последовательно первый слой ПОР, затем второй слой ПОР, затем повторно наносят первый слой ПОР, после нанесения каждого слоя проводят ступенчатую термообработку при температуре 60°C в течение 30 мин и затем стабилизационный отжиг при температуре 700°C в течение 1 ч (статья Т.С. Петровской, Л.П. Борило. "Получение структурированных пленок на основе систем  $\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-CaO-(Na}_2\text{O)}$ "//Журнал Стекло и керамика, 2012, № 1, с. 25-29). Недостатком указанного способа является высокая температура и значительная длительность стабилизационного отжига.

Известен способ и устройство для электростатического соединения тел (стеклянного и металлического), включающий нагрев соединяемых тел до 300-450°C, подведения магнитного поля которое имеет магнитную индукцию  $B=0,3\text{-}2$  Тл и прикладывания к телам постоянного электрического поля на время менее или равному нескольким секундам, при этом отрицательный электрод прикладывается к стеклу, а положительный - к металлической пластине. Нагрев соединяемых тел осуществляется с использованием резистивного нагревательного элемента, питаемого переменным или постоянным током силой 100А.

Вариантами реализации способа соединения, являются:

металлическое тело располагается между двумя стеклянными телами (С-Ме-С);

между двумя металлическими телами располагается стеклянное тело (Ме-С-Ме);

слоистая структура из попеременных структур С-Ме-С-Ме-С-Ме и т.д. При этом в процессе соединения наряду с подачей электростатического поля на соединяемые пластины подают магнитное поле с указанной ранее величиной индукции, (патент ФРГ 2301170 С03С27/02, Н05к 3/10 публ. 1973, который принят в качестве аналога для заявленного изобретения).

Особенностями способа-прототипа являются следующие недостатки, которые ограничивают применение способа соединения пластин:

наличие источника магнитного поля, который должен генерировать магнитное поле значительной интенсивности, что увеличивает сложность процесса;

отсутствие возможности формирования многослойных структур со сформированными интегрированными структурами.

Задачей настоящего изобретения является разработка способа получения многослойного покрытия на основе алюмооксидной керамики ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), полупроводников (монокристаллический кремний Si, поликристаллический кремний, аморфный кремний), стекла (ИХС, С 35) и металла (29НК-ВИ), который характеризуется получением надежных узлов и деталей, имеющих сформированный рельеф и топологию, а также сниженную трудоемкость изготовления.

Поставленная задача решается тем, что способ получения многослойных структур на основе стеклянной и металлической пластин с использованием электростатического соединения с последующим нагревом. В результате формируется неразъемный многослойный узел, востребованный в приборостроении.

Способ получения многослойной сборки на основе алюмооксидных диэлектриков и полупроводниковых материалов стекла и металлов включает подготовку поверхностей диэлектриков, механическим, химическим, плазменным или комплексными методами, включающими первые три.

Способ соединения указанных многослойных узлов на основе сапфира кремния и сапфира реализуется следующим образом. На сапфировой подложке методами высокочастотного или электронно-лучевого напыления, формируют пленку кремния в виде аморфной, поликристаллической или кристаллической форм. При этом первоначально может формироваться поликристаллическая или аморфная форма пленки, а затем она лучом лазера сканируется и преобразовывается в монокристаллическую. После проведения процессов фотолитографии на пленке формируют требуемую топологию. Далее на слое кремния формируют методом термовакuumного или электронно-лучевого напыления контактную металлизацию, например, из золота, никеля или алюминия, служащие для подачи напряжения и съема полезного сигнала.

Далее на алюмооксидную пластину, со стороны нанесенных металлических слоев, накладывают металлическую пластину с нанесенной на ее поверхность методом золь-гель технологии пленкой стекла. Далее многослойный узел нагревают до температуры 200-550°C и подают электрическое напряжение в

диапазоне от 250 до 1100 В течение 5-10 мин, при этом коммутация электрических полюсов осуществляется с учетом того, что на стекло и кремниевые пластины подается минус, а на металл - плюс. Все конкретные технологические режимы зависят от конструкции узла (количества слоев и материалов).

Для уменьшения уровня внутренних механических напряжений, после электростатического соединения, узлы подвергаются нескольким циклам термоциклирования в диапазоне температур 100-150°C с выдержкой при этих температурах в течение 10-15 мин и последующим снижением температуры до комнатной. Контроль качества соединения керамики к стальной пластине осуществляют визуально со стороны керамики, при этом цвет зоны соединения должен быть сплошным серым.

Благодаря возникновению сильного внутреннего электрического поля между слоем стекла и слоем кремния и диффузии металлических пленок прослойки в слой стекла, получают неразъемное соединение керамики с металлической деталью.

Пример. На пластины из лейкосапфира со сформированной на вакуумной установке термическим или магнетронным методом типа УРМ или УВН на поверхности сапфира кремниевой пленки формируют металлические пленки указанных ранее металлов толщиной от 0,8 до 2,0 мкм. При дальнейшем электростатическом соединении следы пленок исчезают.

На фиг. 1 представлен процесс формирования многослойной структуры, где 1 - луч лазера, 2 - линза, 3 - слой поликристаллического кремния, 4 - пластина из алюмооксидного материала, например из лейкосапфира, пленка или пластина из металла - 5, например, из титана, с нанесенной на ее поверхность методом золь-гель технологии пленкой стекла, например ИХС или С-37 (на фигуре не обозначено). Далее, на сборку подают постоянное напряжение 250-1100 В (плюс на металл, минус на кремний) с источника 6 и одновременно нагревают до температуры 200-550°C нагревателем 7. Время нагрева определяется таймером 9.

На фиг. 2 представлен процесс блок 10 для снятия внутренних напряжений, который подвергается нескольким (10-15 мин) термоциклам 100-150°C таймером.

На фиг. 3 представлен пример изготовления на пластине 13 из лейкосапфира со сформированной на вакуумной установке термическим или магнетронным методом типа УРМ или УВН на поверхности сапфира кремниевой пленки 14, формируют металлические пленки 15 указанных ранее металлов толщиной от 0,8 до 2,0 мкм. При дальнейшем электростатическом соединении следы пленок исчезают.

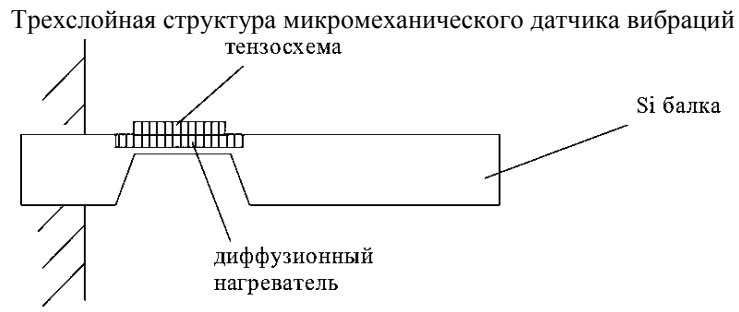
Контроль качества соединения керамики к стальной пластине осуществляют визуально со стороны керамики, при этом цвет зоны соединения должен быть сплошным серым.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения многослойной сборки на основе алюмооксидных диэлектриков, полупроводниковых материалов, стекла и металлов, включающий очистку алюмооксидной пластины, нанесение на указанную пластину кремниевого слоя в виде аморфной, поликристаллической или кристаллической форм, его перекристаллизацию с использованием лазерного облучения, формирование на указанном кремниевом слое металлического слоя методами высокочастотного или электронно-лучевого напыления, проведение процессов фотолитографии по созданию на кремниевой пленке требуемой топологии и формированию контактной металлизации, служащей для подачи напряжения и съема полезного сигнала, после чего на алюмооксидную пластину, со стороны нанесенного металлического слоя, накладывают металлическую пластину с нанесенной на ее поверхность методом золь-гель технологии пленкой стекла, причем металлическая пластина ориентирована пленкой стекла к алюмооксидной пластине, после чего многослойную сборку нагревают до температуры 200-550°C и подают электрическое напряжение в диапазоне от 250 до 1100 В течение 5-10 мин, при этом коммутация электрических полюсов осуществляется с учетом того, что на стекло и кремниевую пластину подается минус, а на металлическую пластину - плюс.

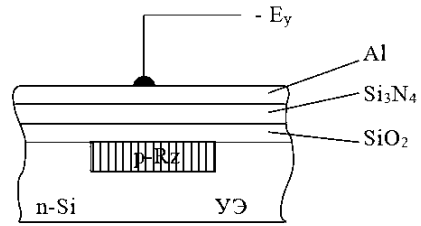
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что после процесса соединения сборка подвергается нескольким циклам термоциклирования в диапазоне температур 100-150°C с выдержкой при этих температурах в течение 10-15 мин и последующим снижением температуры до комнатной.

3. Способ по пп.1, 2, отличающийся тем, что контроль качества соединения керамики к металлической пластине осуществляют визуально со стороны керамики, при этом цвет зоны соединения должен быть сплошным серым.



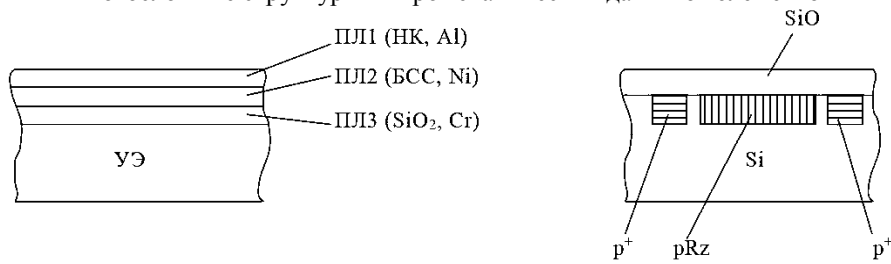
Фиг. 1

Пятислойная структура микромеханического датчика усилий



Фиг. 2

Многослойные структуры микромеханических датчиков элементов



Фиг. 3

