

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18545

(13) С1

(46) 2014.08.30

(51) МПК

H 05K 1/05

(2006.01)

## (54) ПЛАТА ДЛЯ МОНТАЖА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИБОРОВ

(21) Номер заявки: а 20111720

(22) 2011.12.13

(43) 2013.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Соколов Юрий Валентинович; Поболь Игорь Леонидович; Паршутто Александр Александрович; Томило Вячеслав Анатольевич; Паршутто Александр Эрнстович; Хлебцевич Всеволод Алексеевич; Багаев Сергей Игоревич (ВУ)

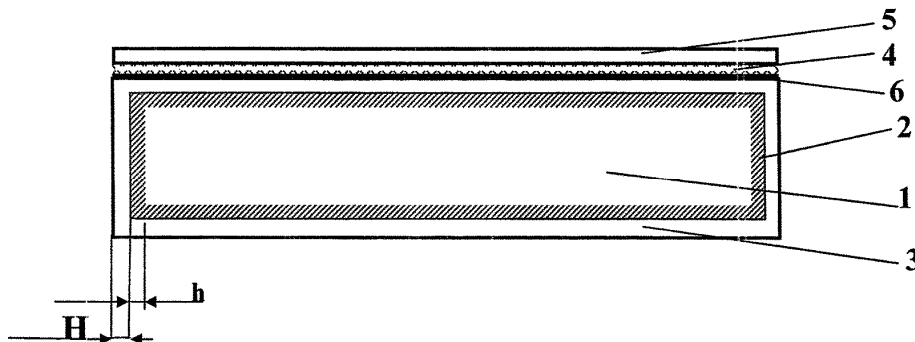
(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ЛЫСОВ В. и др. Печатный монтаж. - 2007. - № 3. - С. 23.  
ВУ 6371 С1, 2004.  
JP 2011-052265 А.  
GB 1136752 А, 1968.  
EP 0139030 А1, 1985.  
САХНО Э.А. и др. Технология и конструирование в электронной аппаратуре. - 2011. - № 5. - С. 3-5.

(57)

1. Плата для монтажа электронных компонентов приборов, содержащая основание, выполненное из сплава на основе алюминия, с диэлектрическим покрытием и металлизированным токопроводящим слоем, отличающаяся тем, что диэлектрическое покрытие выполнено в виде барьерного нанослоя плотного оксида алюминия, расположенного на одной из поверхностей основания, и слоя пористого оксида алюминия, расположенного на упомянутом барьерном нанослое; металлизированный токопроводящий слой содержит токопроводящий микрослой и расположенный на нем токопроводящий слой, причем между слоем пористого оксида алюминия и упомянутым токопроводящим микрослоем расположен слой, выполненный из оксидов тугоплавких переходных металлов или их сплавов, а отношение толщины  $H$  упомянутого барьерного нанослоя к толщине  $h$  слоя пористого оксида алюминия удовлетворяет условию:

$$\frac{H}{h} = [0,000125 \div 0,01].$$



ВУ 18545 С1 2014.08.30

2. Плата по п. 1, **отличающаяся** тем, что упомянутые токопроводящий микрослой и расположенный на нем токопроводящий слой выполнены преимущественно на основе золота, или серебра, или меди, или никеля, а слой, выполненный из оксидов тугоплавких переходных металлов или их сплавов, - преимущественно на основе оксидов вольфрама, или рения, или тантала.

---

Изобретение относится к области микроэлектроники, преимущественно к производству плат для полупроводниковых приборов, и может быть использовано при изготовлении плат как по технологии поверхностного монтажа, так и для производства подложек для электронных компонентов приборов.

Известна конструкция плат для полупроводниковых приборов, включающая подложку из диэлектрического материала, преимущественно на основе текстолита или гетинакса, на которой размещен металлический токопроводящий слой на основе меди [1].

Достоинство конструкции известной платы состоит в отработанной технологии монтажа электронных компонентов в отверстия и пайка припоем бегущей волной.

Недостаток известной платы проявляется при производстве печатных плат с наличием транзисторных приборов, работающих в условиях высоких температур, для отвода которых необходимы громоздкие радиаторы. Данная технология усложняет производство малогабаритных, миниатюрных радиоэлектронных изделий.

В качестве прототипа принята конструкция платы с металлическим основанием (ППМО, в международной классификации IMPCB - Insulated Metal Printed Circuit Board) - это тип печатных плат, где в качестве основания используется металлическая пластина, на которую с помощью стеклоткани, пропитанной смолами (препрег), наклеены один или несколько проводящих слоев медной фольги. Платы ППМО применяют в изделиях, где имеют место повышенные локальные или распространенные по всей площади тепловые нагрузки. Такие явления встречаются в изделиях электронной техники: светодиодной техники, силовой электроники, источников питания, автомобильной электроники [2].

Положительный эффект от применения плат ППМО по сравнению с традиционными печатными платами заключается в следующем:

- понижается рабочая температура тепловыделяющих электронных компонентов,
- уменьшаются размеры печатной платы, повышаются механические свойства изделия,
- уменьшаются размеры радиаторов, отпадает необходимость установки электронных компонентов на теплопроводящую пасту или прокладку, уменьшаются размеры печатной платы, повышаются механические свойства изделия.

Материалы, используемые в платах ППМО. Медная фольга используется стандартная для производства печатных плат медная фольга толщиной 35-356 мкм. Препрег - стеклоткань, пропитанная эпоксидными смолами. Наиболее распространенными материалами для металлического основания служат алюминий и медь.

Хотя медь обладает лучшими теплопроводными свойствами, однако же алюминий является самым распространенным материалом для плат.

Недостаток известной конструкции заключается в низкой теплопроводности из-за использования диэлектрического материала типа стеклоткани, низкой экологии технологического процесса изготовления печатной платы в связи с использованием токсичных ингредиентов на основе эпоксидных смол и повышенной многодельностью.

Кроме того, наблюдается коробление платы в процессе изготовления, которое может произойти из-за различия коэффициентов температурного расширения материалов основания и препрега. Чем толще металлическая пластина основания, тем больше возникает технологических проблем.

В основу изобретения поставлена техническая задача повышения надежности за счет снижения температурного градиента в кристалле полупроводникового элемента и уменьшение трудозатрат производства плат.

# BY 18545 C1 2014.08.30

Поставленная задача достигается тем, что в плате для монтажа электронных компонентов приборов, содержащей основание, выполненное из сплава на основе алюминия, с диэлектрическим покрытием и металлизированным токопроводящим слоем, согласно изобретению, диэлектрическое покрытие выполнено в виде барьерного нанослоя плотного оксида алюминия, расположенного на одной из поверхностей основания, и слоя пористого оксида алюминия, расположенного на упомянутом барьерном нанослое; металлизированный токопроводящий слой содержит токопроводящий микрослой и расположенный на нем токопроводящий слой, причем между слоем пористого оксида алюминия и упомянутым токопроводящим микрослоем расположен слой, выполненный из оксидов тугоплавких переходных металлов или их сплавов, а отношение толщины  $H$  упомянутого барьерного нанослоя к толщине  $h$  слоя пористого оксида алюминия удовлетворяет условию:

$$H/h = [0,000125 \div 0,01].$$

В конструкции платы металлической упомянутые токопроводящий макрослой и расположенный на нем токопроводящий слой выполнены преимущественно на основе золота, или серебра, или меди, или никеля, а слой, выполненный из оксидов тугоплавких переходных металлов или их сплавов, - преимущественно на основе оксидов вольфрама, или рения, или тантала.

Технический результат изобретения проявляется в исключении коробления платы и улучшении экологии технологического процесса.

Изобретение поясняется фигурой, где показан общий вид платы металлической для монтажа электронных компонентов приборов.

Конструкции платы для монтажа электронных компонентов приборов включает металлическое основание 1 преимущественно на основе алюминиевых сплавов с покрытием из диэлектрического материала 2, 3 и металлизированные, токопроводящие слои 4, 5.

Металлическое основание 1 выполнено из алюминиевых сплавов с высокой теплопроводностью, а в качестве диэлектрического материала на одной поверхности или на всей поверхности основания 1, для улучшения адгезии и диэлектрической проницаемости, размещен иницирующий нанослой 2 плотного оксида алюминия  $AlO_3$  толщиной 10-200 нм, на котором размещен макрослой 3 пористого оксида алюминия  $AlO_3$  толщиной 20-80 мкм. На макрослое 3 пористого оксида алюминия для улучшения химической совместимости слоев 3 и 4 размещен интерфейс-слой 6 на основе оксидов переходных металлов тугоплавких группы б, выполненный преимущественно на основе оксидов вольфрама, или рения, или титана, на котором для улучшения адгезии расположен металлический, иницирующий токопроводящий микрослой 4 (1,0-15 мкм), на котором размещен металлический токопроводящий макрослой 5 (15-40 мкм), например, на основе меди.

Отношение переменной толщины  $H$  плотного барьерного иницирующего нанослоя 2 оксида алюминия к переменной толщины  $h$  пористого макрослоя 3 оксида алюминия связано следующим отношением:  $H/h = [0,000125 \div 0,01]$ .

Согласно аксиоме порядка о транзитивности нескольких переменных [3], отношение  $H/h$  выводится следующим путем: переменная толщины  $H$  иницирующего барьерного нанослоя 2 плотного оксида алюминия; переменная толщины  $h$  пористого макрослоя 3 оксида алюминия  $H/h = 10-200 \text{ нм}/20-80 \text{ мкм}$ :

нижнее значение отношения определяет неравенство

$$(0,01/80 < 0,2/80) = (0,000125 < 0,0025),$$

верхнее значение отношения определяет неравенство

$$(0,2/20 > 0,2/80) = (0,01 > 0,0025).$$

Следовательно, отношение  $H/h = [0,000125 \div 0,01]$ . Указанное соотношение выявлено в результате натурных исследований и графоаналитических расчетов.

В плате токопроводящие микрослой 4 и макрослой слой 5 могут быть выполнены преимущественно на основе золота, серебра, традиционной меди или никеля, в зависимости

от технических условий, предъявляемых к применению электронного прибора. Для улучшения химической совместимости и совместимости коэффициентов температурного расширения материалов между иницирующим токопроводящим микрослоем 4 и макрослоем 3 пористого оксида алюминия на последнем размещен интерфейс-слой 6 на основе оксидов переходных металлов тугоплавких группы 6, выполненный преимущественно на основе оксидов вольфрама, или рения, или титана, в зависимости от технологических и экономических требований к полупроводниковому прибору.

### Пример.

Иницирующий нанослой 2 плотного оксида алюминия и макрослой 3 пористого оксида алюминия наносятся на основание 1 из алюминия путем оксидирования алюминиевых заготовок методом ВВЭО - высоковольтное электрохимическое оксидирование в щавелевом кислом электролите плотностью тока  $1,5 \text{ А/дм}^2$  и временем обработки 40-80 мин, толщина оксидной пленки составляет 40-80 мкм. Толщина плотного оксида (барьерный слой) 10...200 нм, толщина пористого слоя до 80 мкм.

Диэлектрическая проницаемость 9,5-10 оксида алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

### Основные свойства вентильных металлов и их анодных оксидных пленок

Металл	$T_{\text{плав}}, ^\circ\text{C}$	Плотность, $\text{г/см}^3$	$\epsilon$ оксида
Алюминий	660	2,7	8,5
Тантал	3000	16,6	27,6
Ниобий	2470	8,6	41,4
Титан	1660	4,54	100

Способ ВВЭО позволяет получить пленки стабильного аморфного оксида алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при напряжениях свыше 500 В. Скорость роста пленки оксида при этом составила 1-1,5 мкм/мин, рабочая температура до  $20^\circ\text{C}$ . Наиболее плотные пленки оксида алюминия были получены при температуре ниже  $10^\circ\text{C}$ . Повышенное напряжение формирования оксидной пленки приводит к уменьшению размера и числа пор в покрытии, что позволяет достигнуть коэффициента теплопроводности оксида до  $3,4 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ , а общей теплопроводности заготовки  $120 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Шероховатость образцов алюминия сплава 5052 после химической полировки и анодирования  $R_a = 0,433 \text{ мкм}$ , микротвердость 6,5-7,5 ГПа.

На макрослой 3 пористого оксида алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$  расположен интерфейс-слой 6 (0,5-15 мкм) выполненный, например, на основе оксидов вольфрама, на котором размещен металлический, иницирующий токопроводящий микрослой 4 (1,0-15) мкм, выполненный, например, способом вакуумного магнетронного напыления, на котором размещен металлический токопроводящий макрослой 5 (15-40 мкм), например, на основе меди.

Новый конструктив платы позволяет широко применять в качестве подложки для компонентов электронных приборов или в производстве электронных приборов технологию изготовления поверхностного монтажа электронных компонентов на печатных платах, а также связанные с данной технологией способы конструирования печатных узлов.

Технологию поверхностного монтажа печатных плат называют ТМП (технология монтажа на поверхность), SMT (surface mount technology) и SMD-технология (от surface mounted device - прибор, монтируемый на поверхность), а компоненты для поверхностного монтажа также называют чип-компонентами. Данная технология является наиболее распространенным на сегодняшний день способом конструирования и сборки электронных узлов на печатных платах [4].

Основным ее отличием от традиционной технологии-монтажа в отверстия является то, что компоненты монтируют на поверхность печатной платы без отверстий.

Преимущества технологии поверхностного монтажа печатных плат проявляются благодаря комплексу особенностей элементной базы, методов конструирования и технологических приемов изготовления печатных узлов.

# BY 18545 C1 2014.08.30

Электронные компоненты проектируют таким образом, чтобы уменьшить контактные площадки или выводы, которые бы паялись непосредственно к поверхности печатной платы. В сравнении с традиционными платы новой конструкции при печати для поверхностного монтажа имеют повышенную плотность размещения электронных элементов, обладают меньшими расстояниями между проводниковыми элементами и контактными площадками. Компоненты поверхностного монтажа имеют небольшой вес и размер. Технология поверхностного монтажа зарекомендовала себя в повышении автоматизации производства, уменьшении трудоемкости и увеличении продуктивности. Компоненты поверхностного монтажа могут быть в 4-10 раз меньше и на 25-50 % дешевле, чем аналогичные компоненты для монтажа в отверстия.

Платы новой конструкции обеспечивают снижение массы и размеров печатных узлов за счет отсутствия выводов у компонентов или их меньшей длины, а также увеличения плотности компоновки и трассировки, уменьшения размеров самой, элементной базы и уменьшения шага выводов.

Плотность компоновки и выводов в данной технологии удается увеличить, в частности, за счет отсутствия необходимости в поясах контактных площадок вокруг отверстий.

Алюминиевое основание новой печатной платы существенно снижает тепловую нагрузку на электронные элементы, что приводит к значительному повышению надежности работы электронных компонентов, например таких как мощные элементы устройств СВЧ, транзисторы и тиристоры в мощных, импульсных высокочастотных источниках питания, светодиодные лампы и т.п.

Улучшение электрических характеристик: за счет уменьшения длины выводов и более плотной компоновки значительно улучшается качество передачи слабых и высокочастотных сигналов, снижается паразитная емкость и индуктивность.

Лучшая ремонтпригодность, поскольку упрощается очистка контактных поверхностей от припоя и отсутствует необходимость в прогреве припоя внутри металлизированного отверстия. Возможность размещения деталей на обеих сторонах платы.

Меньшее число технологических отверстий, которые необходимо выполнить в плате. Улучшение технологичности, в сравнении с монтажом в отверстия процесс легче поддается автоматизации. Существенное снижение себестоимости серийных изделий.

Промышленное освоение объекта подготовлено в условиях НАН Беларуси и БНТУ.

Источники информации:

1. Политехнический словарь. - М., 1976. - С. 363.
2. Печатные платы. - Вып. № 3. - 2007. - С. 22-25.
3. Бронштейн И.Н. Справочник по математике. - М.: Наука, 1981. - С. 253.
4. Основы технологии и оборудование для поверхностного монтажа, 2010.