

УДК 621.38

## ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КОНТАКТА К СЛОЮ АЛЮМИНИЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ ФОРМИРУЕМОЙ МЕТОДОМ ВЗРЫВНОЙ ФОТОЛИТОГРАФИИ

Жамойть А.Е., Козодоев С.В., Занько А.И., Видрицкий А.Э.

ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Исследованы способы достижения электрического контакта к алюминию металлизацией Ti/Ni/Au формируемого методом взрывной фотолитографии (*lift-off*). Получены электрические контакты с применением ионной очистки длительностью 30 минут и отжиге 450 °С сопротивлением 1,5–5 Ом на контакт.

**Ключевые слова:** электрический контакт, ионная очистка, температура отжига, электронно-лучевое напыление, взрывная литография.

## RECEIVING ELECTRICAL CONTACT TO THE ALUMINUM LAYER BY METALLIZATION FORMED BY LIFT-OFF PHOTOLITHOGRAPHY METHOD

Zhamoit A.E., Kozodoev S.V., Zanka A.I., Vidritsky A.E.

JSC "INTEGRAL" – Managing Company of INTEGRAL Holding  
Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** Methods for achieving electrical contact with aluminum by metallization of Ti/Ni/Au formed by lift-off photolithography have been studied. Electrical contacts were obtained using ion cleaning for 30 minutes and annealing at 450 °C with a resistance of 1.5–5 Ohms per contact.

**Key words:** electrical contact, ion cleaning, annealing temperature, electron beam deposition, lift-off lithography.

Адрес для переписки: Жамойть А.Е., ул. Казинца И.П., 121А, г. Минск, 220108, Республика Беларусь  
e-mail: AZhamoit@integral.by

**Введение.** Получения надежного электрического контакта между двумя проводниками является критически важным фактором для последующей работоспособности изделий микронной промышленности. Как правило, после формирования одного слоя металлизации, его поверхность необходимо покрыть слоем пассивации. Далее проводится вскрытие контактных окон и напыление второго слоя металлизации.

Непосредственно перед напылением второго слоя металлизации, в сформированном контактном окне не должно находиться каких-либо тонких пленок. После напыления электрический контакт получен не был.

Одной из возможных причин отсутствия электрического контакта является формирование естественного оксида алюминия 3–5 нм, как указано в [1].

**Методика эксперимента.** Для отработки технологии получения электрического контакта к алюминию проводилось формирование цепочки контактов Al-Ti/Ni/Au количеством 100–10000 шт.

Формирование алюминиевой металлизации выполнялось методом плазмохимического травления по маске фоторезиста. После снятия фоторезиста проводилось осаждение плазмохимического оксида, слоя пассивации. В дальнейшем проводилось вскрытие пассивации, формирование контактных окон размером 4 мкм методом плазмохимического травления. Полученная структура представлена на рисунке 1.

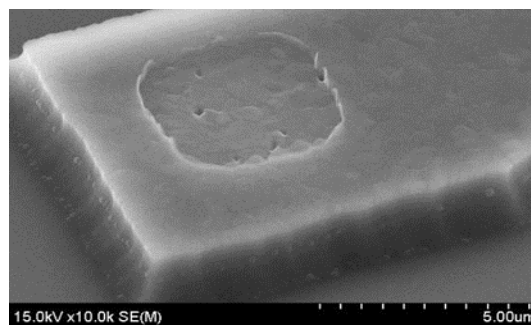


Рисунок 1 – Фото поверхности вскрытого контакта в пассивации

Далее формирование слоя Ti/Ni/Au проводилось методом взрывной фотолитографии (*lift-off*) и электронно-лучевым напылением.

Перед напылением Ti/Ni/Au с толщинами 10/250/40 мкм соответственно [2], проводилось очистка поверхности алюминиевых площадок ионным источником типа торцевого холлового ускорителя (ТХУ). Время очистки составляло 5, 10, 20 и 30 мин. После формирования двухуровневой металлизации проводился отжиг длительностью 30 мин при температуре 300–500 °С в среде азота.

**Результаты и обсуждения.** При использовании ионной очистки длительностью 5 минут электрический контакт к алюминию отсутствовал. С увеличением времени очистки до 10–30 минут был получен электрический контакт к алюминию.

На рисунке 2 представлена зависимость сопротивления на контакт от времени ионной очистки.

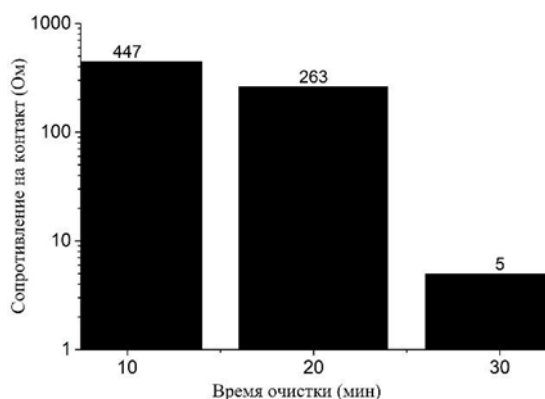


Рисунок 2 – Зависимость сопротивления на контакт от времени ионной очистки

Проведение ионной очистки длительностью более 5 минут позволило получить электрический контакт. С увеличением времени ионной очистки с 10 до 30 минут сопротивление на один контакт уменьшается с 447 Ом до 5 Ом на контакт.

Дополнительно снизить сопротивление можно проведением отжига. На рисунке 3 представлена зависимость сопротивления на контакт от температуры отжига с варьированием времени ионной очистки.

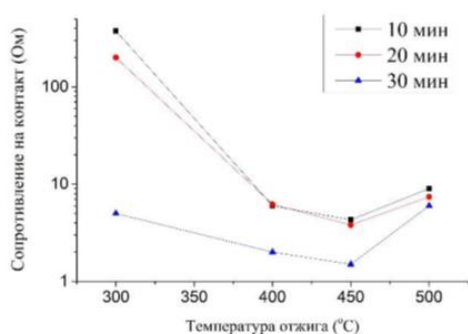
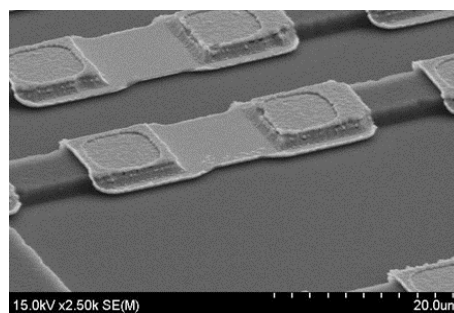
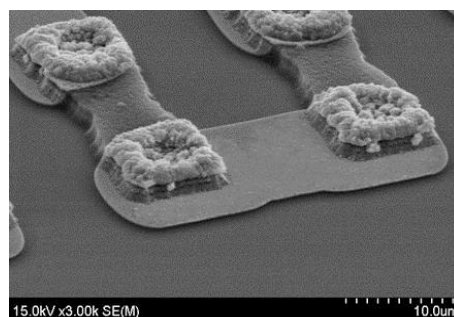


Рисунок 3 – Зависимость сопротивления на контакт от температуры отжига и времени ионной очистки

Из рисунка видно, что проведение отжига приводит к уменьшению сопротивлению на контакт до температуры 450 °С. Увеличение же температуры отжига приводит к неоднозначным результатам. При температуре отжига 500 °С происходит увеличение сопротивления. Фото поверхности цепочек после отжига при 400 °С и 500 °С представлено на рисунке 4.



а



б

Рисунок 4 – Внешний вид поверхности слоя Ti/Ni/Au после отжига: а) 400 °С, б) 500 °С

Из рисунка видно, что обрывов и механических деформаций при 400 °С не обнаружено. А уже под воздействием температуры отжига 500 °С происходит деформация и частичный обрыв слоя металлизации Ti/Ni/Au. Это и приводит к увеличению электрического сопротивления.

**Выводы.** Получение электрического сопротивления с наименьшим значением к алюминию достигается использованием ионной очистки перед напылением последующей металлизации в течении 30 мин с последующим отжигом в среде азота длительностью 30 мин при температуре 450 °С.

#### Литература

1. Гурский, Л.И. Структура и кинетика взаимодействия металлов с окисляющими средами / Л.И. Гурский, Б.А. Зеленин; под ред. С.А. Астапчика. – Минск : Наука и техника, 1982. – 192 с.
2. Huang, Q. Electroplated indium bump arrays and the bonding reliability / Q. Huang, G. Xu, G. Quan. – 2010. – P. 6.