

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **17506**

(13) **С1**

(46) **2013.08.30**

(51) МПК

H 01L 21/288 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПАЯЕМОГО ПОКРЫТИЯ НА ТОНКОЙ
ПЛЕНКЕ АЛЮМИНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20091637

(22) 2009.11.19

(43) 2011.06.30

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Белорусский государственный уни-
верситет информатики и радиоэлек-
троники" (ВУ)

(72) Авторы: Сокол Виталий Алексан-
дрович; Меледина Марина Влади-
мировна; Сякерский Валентин
Степанович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Белорусский государствен-
ный университет информатики и
радиоэлектроники" (ВУ)

(56) ВУ 4492 С1, 2002.

US 4205099, 1980.

US 3772077, 1973.

JP 2008115449 А, 2008.

WO 00/60649 А1.

SU 807903 А1, 1999.

(57)

1. Способ получения паяемого покрытия на пленке алюминия толщиной не менее 1 мкм, заключающийся в том, что на пленке формируют контактный подслой цинка путем его осаждения в течение 15-60 с из водного раствора с рН 3,5-5,0 следующего состава, г/л:

соль цинка 20-200

кислота плавиковая 48 % 2-10,

на подслой цинка осуществляют осаждение никеля из гипофосфитного раствора с рН 4,0-5,5 и проводят термообработку при температуре 200-250 °С в течение 0,5-3,0 ч.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что первоначально осажденный контактный подслой цинка удаляют, обрабатывают пленку разбавленной 1:1 азотной кислотой в течение 15-30 с и осуществляют вторичное осаждение цинка в течение 15-30 с.

3. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что перед формированием контактного под-
слоя цинка поверхность пленки подвергают кислотной обработке.

Изобретение относится к области электронных технологий, может применяться для получения столбиковых выводов, паяемых контактных площадок приборов электронной техники. Изобретение может быть использовано для никелирования прецизионных деталей из алюминия и алюминиевых сплавов, в том числе для создания паяемых покрытий.

Известен способ получения паяемого покрытия на тонких пленках алюминия путем вакуумного напыления на последние пленок других металлов и/или сплавов, обеспечивающих хорошую смачиваемость поверхности припоем. В подобных случаях чаще всего применяются следующие материалы: никель, никелевые сплавы, последовательно напыленные хром/медь, цинк/никель, титан-вольфрам/медь [1].

Недостатками известного способа являются: применение дорогостоящего энергоемкого процесса вакуумного напыления металла; чувствительность многих приборов к эффектам заряда, вносимым обратным распылением; высокая вероятность отслаивания

напыленных пленок металлов от алюминия вследствие проблем с адгезией; большие внутренние напряжения некоторых напыленных материалов, особенно никеля. Образование интерметаллических соединений между свободными от свинца припоями и обычно используемыми для контактов столбиковыми системами на основе меди тоже может стать источником проблем, связанных с надежностью.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому изобретению является способ получения паяемого покрытия на тонких пленках алюминия [2], состоящий в формировании контактного подслоя в водном растворе, содержащем 20-60 г/л соли никеля, 0,5-8 г/л натрия или калия фтористого, 10-30 г/л аминокислоты при комнатной температуре в течение 5-60 мин, pH = 3,5-5; формировании химического никелевого покрытия осаждением при pH = 4-5; проведении термообработки при температуре 200-250 °C в течение 0,5-3 ч.

Недостатками этого метода являются длительность и недостаточная воспроизводимость процесса формирования контактного подслоя никеля. Главное состоит в том, что последние исследования показывают: предварительное формирование Al-Ni интерметаллических связей в результате приводит к недостаточности адгезии [3]. Предварительная обработка поверхности алюминия с целью активирования контактных площадок для последующего химического осаждения никеля является критическим шагом процесса.

Применение контактного цинкового замещения в аналогичных случаях неоднократно отвергалось по причине использования концентрированных щелочных растворов, обладающих сильным травящим действием по отношению к алюминию. Вместе с тем в силу высокой активности процесса замещения цинком алюминия подслоя цинка формировался достаточно грубым даже при использовании обычной процедуры двойного цинкования. Таким образом, пользуясь наработанными процессами цинкования, практически невозможно осадить необходимый тонкий (порядка 100-1000 Å) неагломерированный подслоя цинка на тонкие (не менее 1 мкм) пленки алюминия.

Мировая практика говорит о возвращении к использованию олова и цинка в случае применения алюминия и алюминиевых сплавов для создания электропроводящей основы [3, 4]. С морфологией получаемого в результате электрохимической реакции замещения цинкового слоя напрямую связано и качество химически осаждаемого затем никеля [5].

Задачей данного изобретения является обеспечить технологический процесс для получения паяемой металлической пленки на поверхности алюминия без разрушения самой алюминиевой пленки и описать последующие совместимые стадии процесса, с помощью которых она формируется.

Задача данного изобретения решается следующим образом.

Способ получения паяемого покрытия на тонкой пленке алюминия толщиной не менее 1 мкм, заключающийся в том, что на пленке формируют контактный подслоя цинка путем его осаждения в течение 15-60 с из водного раствора с pH = 3,5-5,0 следующего состава, г/л:

соль цинка	20-200
кислота плавиковая 48 %	2-10,

на подслоя цинка осуществляют осаждение из гипофосфитного раствора с pH = 4,0-5,5 и проводят термообработку при температуре 200-250 °C в течение 0,5-3,0 ч.

Формирование контактного подслоя цинка осуществляют в два этапа: осаждают подслоя цинка в течение 15-60 с, удаляют первоначально осажденный контактный подслоя цинка обработкой разбавленной 1:1 азотной кислотой в течение 15-30 с и осуществляют вторичное осаждение цинка в течение 15-30 с.

Перед формированием контактного подслоя цинка поверхность алюминия подвергают кислотной обработке.

При необходимости поверхность алюминиевой пленки обезжиривают в слабо травящих кислотных растворах. Хороший результат при удалении поверхностного оксида алюминия достигается с помощью травления в относительно слабом буферном растворе

фторида с последующим немедленным погружением в горячую воду (50 °С). Обработка может проводиться двукратно непосредственно перед контактным цинкованием.

Сущность заявляемого способа получения паяемого покрытия на тонкой пленке алюминия толщиной 1 мкм и более заключается в следующем. Растворы и режимы обработки, предлагаемые в данном изобретении, разработаны с учетом максимально щадящего действия на тонкую алюминиевые пленку и в то же время рассчитаны на достижение эффективного результата. Оба раствора, как относительно слабый буферный раствор плавиковой кислоты в комбинации с погружением в горячую воду, так и раствор цинкования, могут быть разбавлены водой для проведения процесса в самых мягких условиях.

В присутствии воздуха или влаги оксид алюминия образуется очень быстро, поэтому невозможно использовать "мокрые" химические технологии для его удаления перед осаждением на алюминий последующих металлов. Удаление оксида между слоем алюминия и пленками других металлов, осажденными сверху, сделало бы возможным формирование истинно металлического соединения между алюминием и последующими металлами, значительно увеличивая механическую прочность и уменьшая электрическое сопротивление границы раздела. Усиление соединения между алюминиевой пленкой и вышележащими металлами является двухступенчатым процессом:

- 1) химическое удаление оксида алюминия;
- 2) замещение внешних слоев алюминия вторым металлом, который не окисляется, или легко наносится, или чей оксид восстанавливается.

Применение обработки в горячей воде перед металлизацией приводит к образованию оксида алюминия более чувствительного к замещению, чем оксиды, формирующиеся при других химических обработках. Точные детали данной части процесса неочевидны. Казалось бы, погружение в горячую воду должно отрицательно влиять на удаление поверхностного оксида с пленки алюминия, однако наблюдается фактически обратный эффект. Раствор для цинкования, в свою очередь, содержит фторид-ион, обладающий очень высокой способностью растворять поверхностный оксид алюминия.

После создания цинкового подслоя изделие промывают в воде и без промежуточной подсушки осаждают на него химическое никель-фосфорное покрытие. Необходимо при этом поддерживать рН раствора в диапазоне 4-5,5. После промывки в воде и сушки проводят термообработку изделия при 200-250 °С в течение 0,5-3 ч, необходимую для улучшения адгезии и физико-химических свойств покрытия.

В результате на тонких пленках алюминия можно получать паяемое никелевое покрытие толщиной 1-10 мкм с подслоем цинка, обладающее хорошей адгезией, высокой коррозионной стойкостью и надежностью. Процесс отличается относительной простотой и дешевизной, хорошей воспроизводимостью и достаточно широким спектром применения.

При необходимости создания паяемого покрытия на локальных участках поверхности алюминия возможно применение стандартных фоторезистивных масок, а также маскирование отдельных участков с помощью кислотостойких материалов (например, полиимидные лаки).

Пример 1.

Паяемое покрытие получали на контактных площадках интегральной схемы, сформированной на ситалловой подложке. Толщина напыленного слоя алюминия на контактных площадках составляла 2 мкм. Всю поверхность схемы за исключением контактных площадок защищали фоторезистивной маской, полученной стандартным методом фотолитографии. Перед проведением последующих операций обязательно задубливание фоторезиста. Затем поверхность контактных площадок обрабатывали в буферном растворе HF (48 %):NH₄F (40 %) в соотношении 1:4 в течение 1-5 с при комнатной температуре, немедленно окунали в горячую воду при 50 °С и после окончательной промывки проводили контактное осаждение подслоя цинка в течение 40 с при комнатной температуре из раствора, содержащего 100 г/л серноокислого цинка и 6 г/л плавиковой кислоты (48 %).

BY 17506 C1 2013.08.30

После промежуточной промывки в воде проводили химическое никелирование поверхности контактных площадок известным способом из гипофосфитного раствора при pH 4-5,5. После окончания процесса подложку промывали в воде и сушили. Термообработка проводилась при температуре 200 °С в течение 2 ч.

Пример 2.

Паяемое покрытие получали на схеме, сформированной на подложке из анодированного алюминия. Толщина напыленной алюминиевой пленки составляла 2 мкм. На подложку методом окунания наносился фоторезист, который защищал не только поверхность схемы, но и обратную сторону подложки, и ее торцевую часть. На планарной поверхности стандартным методом фотолитографии формировали рисунок, открывающий поверхность контактных площадок, проводили задубливание фоторезиста. Затем поверхность контактных площадок обрабатывали в буферном растворе HF (48 %):NH₄F (40 %) в соотношении 1:4, который вдвое разбавлен водой, при температуре 50 °С окунанием на 1-2 с с немедленным погружением в горячую воду при 50 °С и после окончательной промывки проводили контактное осаждение подслоя цинка в течение 30 с при комнатной температуре из раствора, содержащего 150 г/л и сернокислого цинка и 5 г/л плавиковой кислоты (48 %). После промежуточной промывки в воде проводили химическое никелирование поверхности контактных площадок известным способом из гипофосфитного раствора при pH 4-5,5. После окончания процесса подложку промывали в воде и сушили. Термообработка проводилась при температуре 250 °С в течение 40 мин.

Пример 3.

Паяемое покрытие получали на алюминиевой пленке толщиной 1 мкм, напыленной на диэлектрическую подложку. Паяемое покрытие получали на всей площади, что не требует проведения дополнительных операций, по этой причине свеженанесенную пленку алюминия погружали непосредственно в раствор контактного цинкования, содержащий 80 г/л сульфата цинка, 7 г/л плавиковой кислоты (48 %), и проводили процесс формирования подслоя цинка в течение 45 с при комнатной температуре. В данном случае возможна обычная процедура двойного цинкования, т.е. удаление первоначально осажденного слоя цинка в 15-20 % растворе азотной кислоты, промывка в воде, вторичное осаждение цинка из того же раствора цинкования в течение более короткого времени (в данном случае 20 с). Этот прием позволяет получать слои осажденного металла с более мелкозернистой структурой. После промывки в воде проводили процесс химического осаждения никеля известным способом из гипофосфитного раствора при pH 4-5,5. Термообработку проводили при температуре 200 °С в течение 2,5 ч.

Источники информации:

1. Kawashima S. Formation of UBM for the High Quality Bonding on Aluminum Alloy Electrode Using Electroless Plating // *Хемен гидзюцу*. - 2003. - Т. 54. - № 2. - С. 103-107.
2. BY 4492 C1, МПК H 01L 21/228, 2002.
3. Lu H., Kang C.L., Wong S.C.K., Gong H. Evaluation of commercial electroless nickel chemicals for a low cost wafer bumping process // *Semicond. Sci. Technol.* - 2002. - No. 17. - P. 911-917.
4. Патент US 4, 205, 099, 1980.
5. Qi G., Chen X., Shao Z. Influence of bath chemistry on zincate morphology on aluminum bond pad // *Thin solid films.* - V. 406 (2002). - P. 204-209.