

УДК 621.382

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА АЛЮМИНИЙ-ПОЛИКРЕМНИЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО И БЫСТРОГО ТЕРМИЧЕСКИХ ОТЖИГОВ МЕТОДОМ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННОГО РЕНТГЕНОВСКОГО МИКРОАНАЛИЗА

Пилипенко В.А., Ковальчук Н.С., Жигулин Д.В., Шестовский Д.В.

Открытое акционерное общество «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Приведены результаты исследования границы раздела алюминий-поликремний после воздействия длительного и быстрого термических отжига методом энергодисперсионного рентгеновского микроанализа. Установлено, что при термическом отжиге (450 °С, 20 мин) поликремний полностью растворяется в алюминии с последующей его сегрегацией в виде отдельных агломератов в пленке алюминия. При быстром термическом отжиге (450 °С, 7 с) такого явления не обнаружено. Таким образом, замена традиционно используемого термического отжига на быстрый термический отжиг наиболее целесообразна, поскольку позволяет существенно уменьшить растворение поликремния в алюминии, и избежать разрушение омических контактов в процессе изготовления интегральных микросхем.

Ключевые слова: омический контакт, граница раздела алюминий-поликремний, быстрая термообработка, интегральная микросхема.

STUDY OF THE ALUMINUM-POLYSILICON INTERFACE AFTER IMPACT OF LONG-TERM AND RAPID THERMAL ANNEALING BY ENERGY DISPERSIVE X-RAY MICROANALYSIS METHOD

Pilipenko V.A., Kovalchuk N.S., Zhyhulin D.V., Shestovski D.V.

Joint Stock Company "INTEGRAL" – "INTEGRAL" Holding Managing Company
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The results of studying the aluminum-polysilicon interface after exposure to long-term and rapid thermal annealing using energy dispersive X-ray microanalysis are presented. It has been established that during thermal annealing (450 °C, 20 min), polysilicon is completely dissolved in aluminum, followed by its segregation in the form of separate agglomerates in aluminum. During rapid thermal annealing (450 °C, 7 s), such a phenomenon was not detected. Thus, replacing thermal annealing with rapid thermal annealing is most appropriate, since it allows reducing the dissolution of polysilicon in aluminum and avoiding the destruction of ohmic contacts during the manufacture of integrated circuits.

Key words: ohmic contact, aluminum-polysilicon interface, rapid thermal, integrated circuit.

Адрес для переписки: Жигулин Д.В., ул. Казинца И.П., 121А, г. Минск, 220108, Республика Беларусь
e-mail: zhygulin@mail.ru

Введение. Термическое воздействие – основная технологическая операция, применяемая в процессе создания интегральных микросхем (ИМС). Каждый топологический слой, при своем создании, имеет свою термическую нагрузку, которая зависит не только от расположения слоев и материалов, используемых при его изготовлении, но и от плотности упаковки топологических элементов. Чем большая плотность упаковки, тем меньше термическую нагрузку должны испытывать полупроводниковые кристаллы при создании ИМС. Такая тенденция при уменьшении проектных норм изготовления микросхем предполагает постепенную замену длительного термического отжига (ДТО) на быстрый термический отжиг (БТО), что непременно скажется на выходных характеристиках интегральных схем, а значит, и на их работоспособность.

В данной работе показано, что происходит с поликремниевым затвором (ПКК) в процессе изготовления омического контакта алюминий-поликремний при использовании стандартного ДТО (450 °С, 20 мин), и его замены на БТО (450 °С, 7 с).

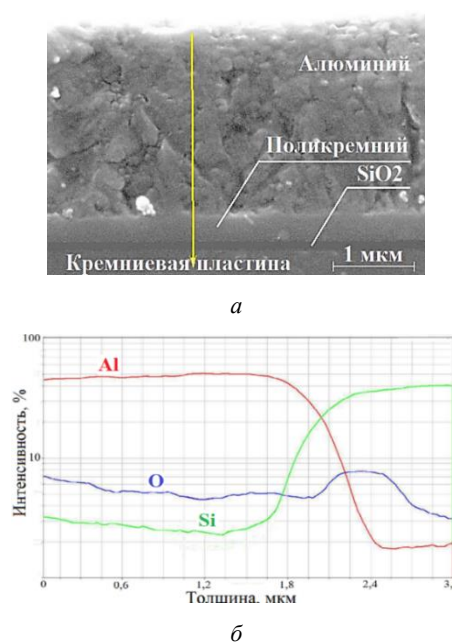


Рисунок 1 – Скол структуры Al-ПКК-SiO₂ без термической обработки (а) и распределение элементов вдоль линии сканирования (б)

Экспериментальные результаты. На кремниевых пластинах КДБ 10 пироженным окислением при температуре 850 °С формировался окисел кремния. Затем на окиселе кремния методом газофазного осаждения формировался ПКК толщиной 0,25 мкм на поверхность которого магнетронным распылением напылялась пленка алюминия (с 1 % примеси Si), толщиной 1,5 мкм. Полученные структуры Al-ПКК-SiO₂ были подвергнуты различным термообработкам: длительной термической обработке (ДТО) (450 °С, 20 мин, N₂) и быстрой термической обработке (БТО) (450 °С, 7 с, Ar).

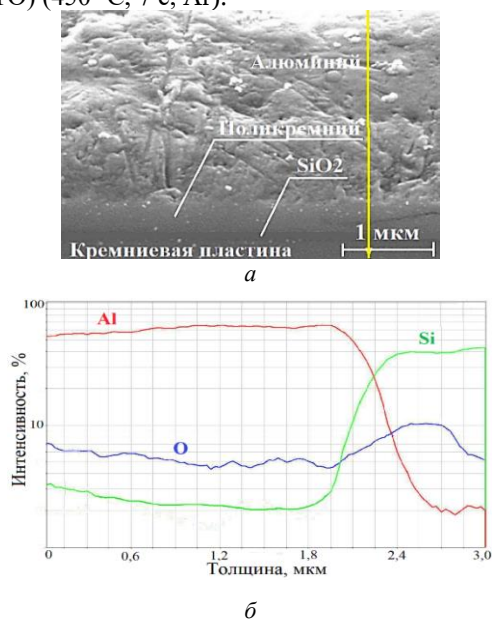


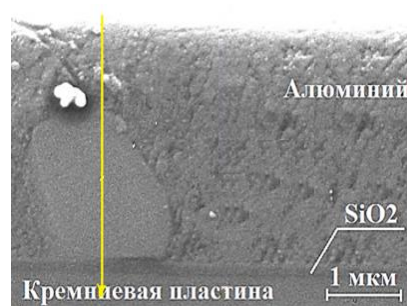
Рисунок 2 – Скол структуры Al-ПКК-SiO₂ после БТО (а) и распределение элементов вдоль линии сканирования (б)

Исследование границы раздела Al-ПКК осуществлялась на сколе пластины с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ) S-4800 (Hitachi, Япония) и энергодисперсионного спектрометра Quantax 200 (Bruker, Германия).

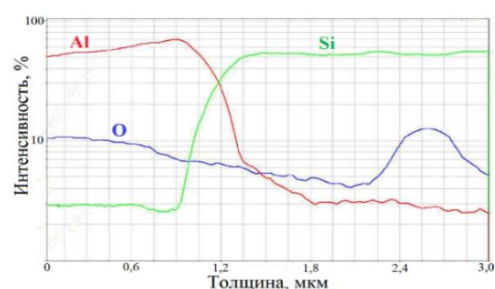
На рисунке 2 приведена структура Al-ПКК-SiO₂ с использованием БТО (450 °С, 7 с).

Из графиков видно, что после БТО точка пересечения линий алюминия и кремния сдвинута правее относительно линии кислорода (SiO₂). Это указывает на то, что верхняя граница поликремния начала растворяться в алюминии, формируя омический контакт. На рисунке 3 приведен скол

структуры Al-ПКК-SiO₂ полученной с применением ДТО (450 °С, 20 мин).



а



б

Рисунок 3 – Скол структуры Al-ПКК-SiO₂ после ДТО (а) и распределение элементов вдоль линии сканирования (б)

Из рисунка 3 видно, что при ДТО поликремний полностью растворяется в алюминии с образованием конгломератов кремния.

Заключение. Таким образом, использование ДТО на стадии формирования омических контактов Al-ПКК нецелесообразно, поскольку может привести к их разрушению и полному отказу ИМС.

Литература

1. Пилипенко, В.А. Быстрые обработки в технологии СБИС / В.А. Пилипенко. – Минск : Издательский центр БГУ, – 2004.
2. Фазы внедрения в технологии полупроводниковых приборов и СБИС / О.А. Агеев [и др.] / Харьков : НТК Институт монокристаллов, – 2008.
3. Пилипенко, В.А. Модель взаимодействия кремния с алюминием при фотонной обработке / В.А. Пилипенко, В.В. Рожков, В.А. Горущко // Электронная техника. – 1990. – Сер. 2, вып. 3. – С. 24–28.