

УДК 53.086

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ МИКРОСХЕМ С ПРОЕКТНЫМИ НОРМАМИ 0,18 МКМ

Д. т. н. В. А. Пилипенко, д. т. н. А. С. Турцевич, С. В. Шведов,
к. т. н. Т. В. Петлицкая, к. ф.-м. н. А. Н. Петлицкий, Д. В. Жигулин

Фиалиал НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «ИНТЕГРАЛ»
Республика Беларусь, г. Минск
office@bms.by

Представлены результаты анализа топологии элементной базы интегральной микросхемы с проектными нормами 0,18 мкм с шестью уровнями металлизации. Для анализа топологического слоя «Поликремниевые затворы» был использован комплекс методик прецизионного химического, плазмохимического, механического удаления верхних топологических слоев и последующего наблюдения в растровом электронном микроскопе.

Ключевые слова: интегральная микросхема, топологический слой, электронный микроскоп.

Переход производства интегральных микросхем на субмикронные проектные нормы требует дальнейшего развития аналитических средств контроля и совершенствования методик пробоподготовки образцов изделий электронной техники.

Перед разработчиками НТЦ «Белмикросистемы» в настоящее время остро стоит вопрос анализа качества производства и причин отказов интегральных микросхем глубокого субмикронного уровня. В частности, необходимо проводить анализ топологического слоя «Поликремниевые затворы» микросхем с проектными нормами 0,18 мкм с шестью уровнями металлизации.

Такие задачи решаются последовательным удалением слоев сверху вниз. Удаление слоев проводится методами плазмохимического и химического травления. Конструктивной особенностью субмикронных микросхем с многоуровневой металлизацией является высокая степень планаризации межслойных диэлектриков для создания столбиковых контактов между металлизированными дорожками различных уровней. При этом не проводится планаризации пассивирующего (самого верхнего) диэлектрика (рис.1). Однако применение только плазмохимического и/или химического травления может приводить к нарушению целостности нижележащих слоев. Для предотвращения этого явления при препарировании образцов необходимо дополнительно использовать прецизионное механическое удаление топологических слоев.

Топологический слой «Поликремниевые затворы» является самым нижним слоем. Чтобы подготовить его для последующего анализа были использованы три способа удаления диэлектрических и металлических слоев: плазмохимический, химический, механический. Сочетание этих методов позволило в процессе препарирования сохранить целостность и конфигурацию поликремниевых шин, выполняющих функцию затворов транзисторов, а также вольфрамовых столбиковых контактов, осуществляющих электрическую связь между первым уровнем металлизации и затворами транзисторов.

Важным вопросом анализа полученного топологического слоя «Поликремниевые затворы» стал выбор метода исследования. Традиционная оптическая микроскопия в режимах видимого и ультрафиолетового излучения не позволяет получать изображения с высоким разрешением, чтобы проанализировать состояние поликремниевых затворов транзисторов с проектными нормами 0,18 мкм. На рис. 2 и 3 приведены фотографии фрагмента топологии слоя «Поликремниевые затворы» со столбиковыми контактами к вышележащему слою металлизации, полученные на оптическом микроскопе в режимах видимого света и ультрафиолетового (УФ) излучения соответственно.

Изображение фрагмента топологии, приведенное на рис. 2, характеризуется цветовой окраской различных элементов, одновременно просматриваются нижележащие топологические слои. Но из-за физических ограничений оптического метода изображение нечеткое, размытое. Фото на рис. 3 (вы-

полнено в режиме УФ-излучения) не имеет цветовой окраски, виден только один топологический слой, но на изображении отчетливо видны контакты между топологическими слоями «Поликремниевые затворы» и металлизацией первого уровня. Однако поликремниевые шины затворов транзисторов не просматриваются.

Иная ситуация представлена на фото рис. 4. Высокое разрешение электронного микроскопа позволяет очень отчетливо видеть как контакты между топологическими слоями, так и конфигурацию поликремниевых шин затворов транзисторов. Кроме того, видны контуры областей локального оксида, расположенных ниже поликремневых шин. Для наблюдения образца был использован режим высокого ускоряющего напряжения. На поверхность образца был напылен тонкий слой золота для устранения накопления статического заряда при сканировании электронным пучком.

В работе был использован микроскоп высокого разрешения Hitachi S-4800. Прецизионное механическое удаление диэлектрических слоев осуществлялось с помощью установки селективной шлифовки и полировки ASAP-1, (Ultratech, США).

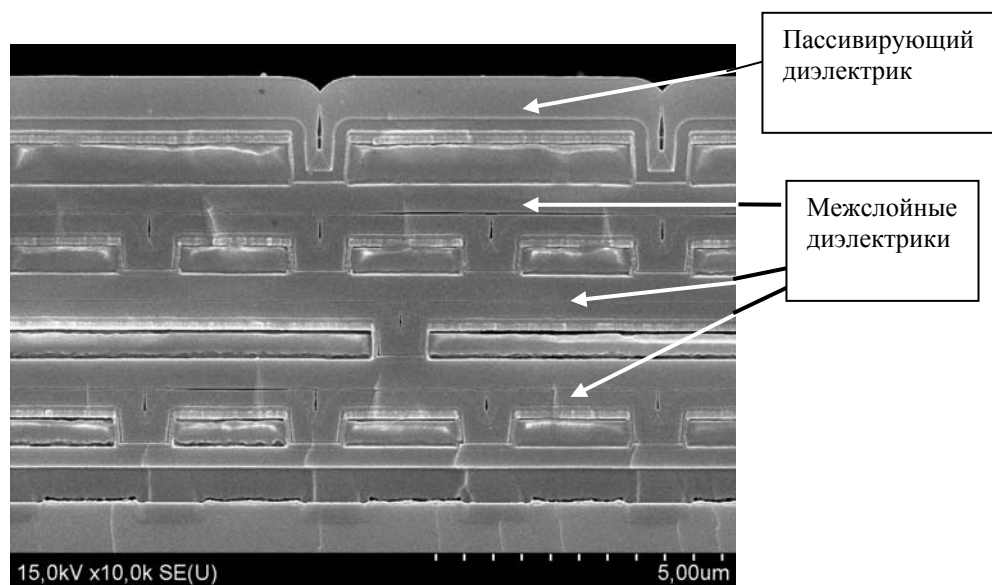


Рис. 1. Фото вертикального сечения микросхемы

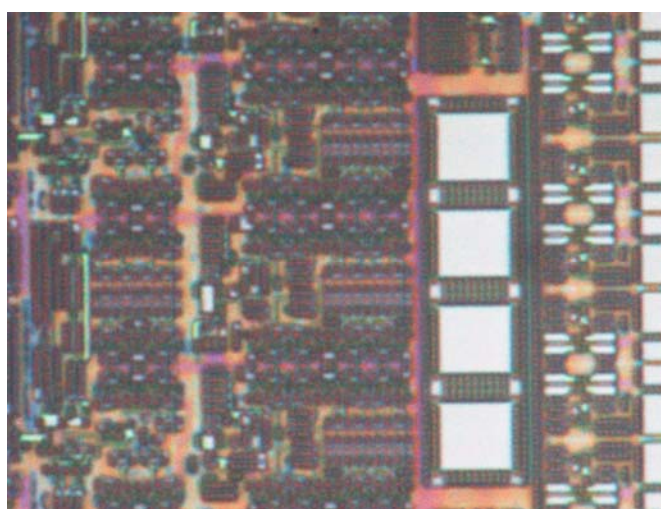


Рис. 2. Фото фрагмента топологии слоя «Поликремниевые затворы», полученное на оптическом микроскопе в режиме видимого света ($\times 1500$)

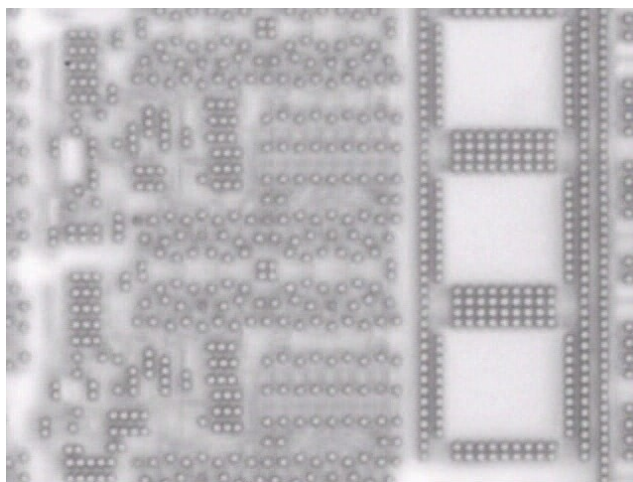


Рис. 3. Фото фрагмента топологии слоя «Поликремниевые затворы», полученное на оптическом микроскопе в режиме УФ-излучения ($\times 4500$)

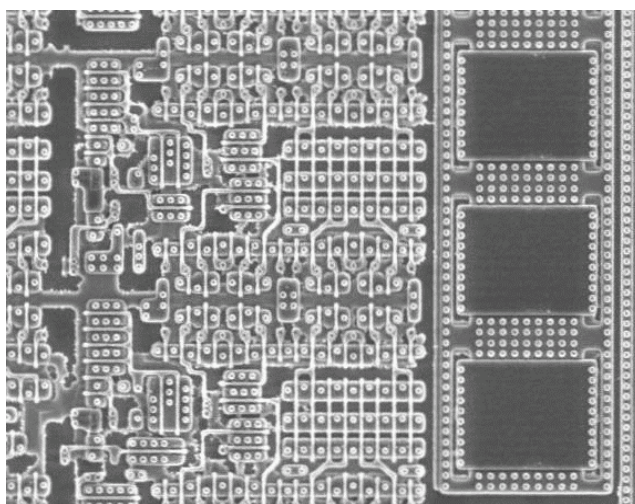


Рис. 4. Фото фрагмента топологии слоя «Поликремниевые затворы», полученное на электронном микроскопе ($\times 4500$)

Таким образом, разработана система контроля элементов микросхем с субмикронными проектными нормами. Особенность контроля заключается в использовании комплекса методик прецизионного химического, плазмохимического, механического последовательного удаления топологических слоев и последующего наблюдения на растровом электронном микроскопе.

V. A. Pilipenko, A. S. Turtsevich, S. V. Shvedov, T. V. Petlitskaya, A. N. Petlitskiy, D. V. Zhigulin
Application of electronic microscope for check of microcircuit element base with $0.18 \mu\text{m}$ design rules.

The paper provides the results of analysing integrated circuit element base layout of $0.18 \mu\text{m}$ design rules, with six-level metallization. To analyse the "Polysilicon gates" layout layer a complex of methods was used for precision chemical, plasma-chemical, mechanical stripping of top layout layers with further monitoring by means of raster electronic microscope.

Key words: *integrated microcircuit, layout layer, electronic microscope.*