

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СУБМИКРОННЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТРОВОГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА VERSA 3D LOVAC С ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ФОКУСИРОВАННОГО ИОННОГО ПУЧКА

Д. т. н. В. А. Пилипенко, к. т. н. В. А. Солодуха, к. ф.-м. н. А. Н. Петлицкий,
к. т. н. Т. В. Петлицкая, к. т. н. Н. С. Ковальчук, Д. В. Жигулин, М. В. Киросирова

ОАО «ИНТЕГРАЛ» — управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»
Беларусь, г. Минск
office@bms.by

Представлены результаты анализа причин отказа микросхемы после испытаний с помощью многофункционального растрового электронного микроскопа Versa 3D Lovac с интегрированной системой фокусированного ионного пучка. Микросечение в области отказавшего контакта позволило выявить остатки полимера между металлизацией первого и второго уровней, а также постороннее включение в металлизацию второго уровня.

Ключевые слова: отказ микросхемы, растровый электронный микроскоп, сфокусированный ионный пучок.

Разработка субмикронных изделий с проектными нормами 0,35—0,18 мкм и их серийное производство постоянно требует проведения диагностических исследований качества элементов изделий микроэлектроники, а также качества выполнения отдельных технологических операций субмикронного производства. Для проведения данных исследований используются прецизионные аналитические средства, основанные на применении острогофокусированных электронных, ионных, фотонных пучков, которые позволяют получать информацию в высоколокальных ($\leq 0,5$ мкм) областях микросхем с разрешением до 1 нм по линейным размерам.

Многофункциональный растровый электронный микроскоп Versa 3D Lovac с интегрированной системой фокусированного ионного пучка для структурной диагностики и автоматизированных исследований в промышленных и лабораторных условиях, запущенный в эксплуатацию в государственном центре «Белмикроанализ» ОАО «ИНТЕГРАЛ» в конце 2018 года, позволяет проводить исследования вертикальной структуры СБИС в заданных локальных областях путем создания микросечений в любой заданной области непосредственно в камере прибора. Использование традиционных механических методов изготовления сечений не позволяет с достаточной степенью точности попасть в заданную область анализа, которая может представлять собой столбиковый контакт диаметром менее 1 мкм.

В работе представлены результаты анализа отказа микросхемы после проведенных испытаний. Микросхема выполнена по КМОП-технологии, имеет два уровня металлизированных дорожек. Разработчиками микросхемы был указан точный адрес отказавшего контакта. Отказавший контакт представляет собой контакт между первым и вторым уровнем металлизации.

Задача инженеров по анализу отказов состояла в определении причин плохого контакта. Было проведено вертикальное сечение микросхемы в области отказавшего контакта (рис. 1). Это позволило обнаружить между металлами первого и второго уровней прослойку из остатков полимера (рис. 2). Кроме того, в металлизации второго уровня отчетливо видно недопустимое постороннее включение, которое также ухудшает проводимость металла второго уровня.

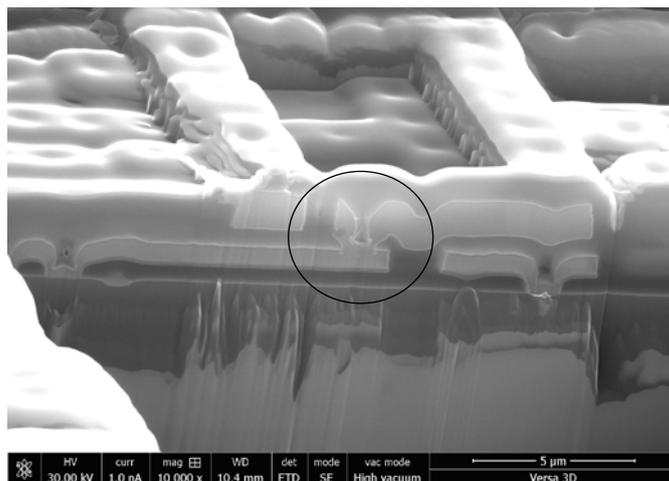


Рис. 1. РЭМ-фото вертикального сечения микросхемы в области отказавшего контакта (обведен черным).

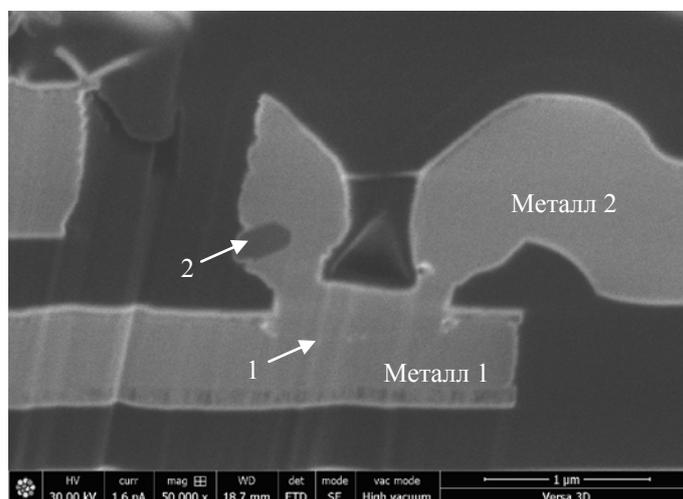


Рис. 2. РЭМ-фото контакта с указанием выявленных дефектов:
1 — остатки полимера; 2 — постороннее включение

Использование нового микроскопа с его уникальными возможностями помогло оперативно и достоверно выявить причины плохого контактирования в единичном контакте микросхемы. Полученная в результате анализа информация легла в основу мероприятий по устранению в будущем подобных явлений в технологическом маршруте формирования микросхемы, что в свою очередь позволит увеличить надежность выпускаемой продукции.

V. A. Pilipenko, V. A. Solodukha, A. N. Petlitsky, T. V. Petlitskaya, N. S. Kovalchuk, D. V. Zhigulin, M. V. Kirosirova
Quality analysis of submicron integrated circuits using a Versa 3D Lovac scanning electron microscope with a focused ion beam integrated system

The paper presents the results on the analysis of what causes the chip failure after the test. Microsection in the area of the failed contact allowed revealing polymer residues between the first and second levels of metallization, as well as the extraneous inclusion in the second level metallization.

Key words: microcircuit failure, scanning electron microscope, focused ion beam.