

УДК 621.382

ФОРМИРОВАНИЕ МЕДНОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ В СБИС С СУБМИКРОННЫМИ ТОПОЛОГИЧЕСКИМИ НОРМАМИ

Д. т. н. А. Н. Белов, В. Г. Плаксин, д. т. н. В. И. Шевяков

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»
Россия, г. Москва
shev@dtd.miee.ru

Представлены результаты исследования процесса электрохимического осаждения меди в окна с линейным размером 200 – 600 нм, сформированные в многослойной структуре SiO₂-Ta-TaN-Si, размещенной на подложках кремния. Определена зависимость угла смачивания на пленке меди от времени выдержки ее на воздухе. Выявлена корреляция между однородностью заполнения окон медью и временем межоперационного хранения исходных образцов.

Ключевые слова: интегральные схемы, многоуровневая металлизация, субмикронные размеры, медные проводники

Основное направление развития современных кремниевых интегральных схем — увеличение степени интеграции и повышение быстродействия устройств. Для достижения успехов в данном направлении используют ряд технических приемов: масштабированное уменьшение размеров с помощью методов литографии, применение сухих процессов травления, совершенных методов изоляции активных элементов и т. п. Минимальные размеры промышленных образцов элементов СБИС уже сравнительно давно перешагнули нанометровый уровень (процессоры с технологией 14 нм за рубежом планируются к внедрению в 2014 году).

Однако, несмотря на значительный прогресс в большинстве составляющих технологии СБИС, развитие технологии металлизации в значительной степени сдерживает эффективное совершенствование современных полупроводниковых устройств. Вызвано это тем, что система металлизации является едва ли не единственной консервативной (с точки зрения уменьшения размеров) составляющей в «системе жизнеобеспечения» полупроводниковых приборов и ИС. Поэтому совершенствование технологии металлизации является одним из ключевых моментов в развитии современных полупроводниковых приборов и ИС.

Система металлизации современной кремниевой сверхбольшой интегральной схемы имеет многослойную многоуровневую структуру, включающую контактный, диффузионно-барьерный слой и ряд уровней токоведущей разводки.

Различные лаборатории мира создают свои собственные рецепты изготовления многоуровневых систем металлизации, используют различные подходы к их реализации. Однако в целом сложились универсальные принципы их создания. На сегодняшний день основной технологией во всем мире является технология “dual damascene” с использованием меди в качестве материала межуровневых проводников [1]. При этом конкретные рецепты создания системы медной многоуровневой металлизации современных СБИС в большинстве случаев не публикуются и представляют «ноу-хау» в ведущих мировых фирмах.

В силу известных обстоятельств в России и в ведущих странах бывшего Советского Союза в настоящее время осваивается лишь субмикронный уровень ИС и предпринимаются попытки исследования нанометрового уровня (0,065—0,09 мкм). В этой связи исследование технологии медной металлизации в ИС в нашей стране является крайне актуальным.

В настоящей работе представлены результаты изучения особенностей заполнения медью локальных канавок с субмикронными латеральными размерами электрохимическим методом.

Исходными для исследований были окисленные (толщина оксида — 0,4 мкм) кремниевые подложки. В оксиде вскрывали окна с линейным размером от 0,2 до 0,6 мкм, затем осаждали сверхтонкие

слои: Ta (адгезионный слой), TaN (слой диффузионного барьера) и Cu (затравочный слой для проведения процесса электрохимического осаждения меди). В различных электролитах в гальваностатическом режиме в окна осаждали медь. С использованием растровой электронной микроскопии исследовали однородность заполнения канавок медью. На рисунке приведено типичное РЭМ-изображение поперечного скола исследуемых структур.



РЭМ-изображение поперечного скола структуры, содержащей канавку, заполненную медью

Показано, что одним из оптимальных является электролит, представляющий собой водный раствор, содержащий сульфат меди (0,2 М), этилендиаминтетрауксусную кислоту (0,4 М), этиловый спирт (20 мл/л) и добавку аммиака, обеспечивающую кислотность раствора pH=10. Выявлено, что однородность заполнения канавок медью зависит от состояния поверхности затравочного слоя меди (гидрофобное или гидрофильное). Выявлена зависимость угла смачивания на пленке меди от времени выдержки ее на воздухе. Определено, что оптимальное время межоперационного хранения структуры SiO₂—Ta—TaN—Cu перед электрохимическим осаждением меди не должно превышать шесть часов.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. R. Doering, Yo. Nishi. Handbook of semiconductor manufacturing technology second edition. // CRC Press. Taylor & Francis Group. 2008.— 1720 P.

A. N. Belov, V. G. Plaksin, V. I. Shevyakov

Copper metallization in VLSI formation with submicron dimensions

The paper presents the research results on copper electrochemical deposition process in the window with 200—600 nm linear size, formed on SiO₂—Ta—TaN—Cu multilayer structure, placed on silicon substrates. The dependence of the contact angle on the copper film from the time of its exposure to air is defined. The correlation between the homogeneity of copper filling of windows from interoperation time of the initial samples storage is shown.

Keywords: *VLSI, multilayer metallization, submicron dimensions, copper conductors.*
