

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕДИ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ТРАВЛЕНИИ

Кумичов Д.Г.

Электрохимическая обработка материалов, стимулированная лазерным излучением (ЛИ), является перспективным направлением в технологии микроэлектроники. Методы, основанные на взаимодействии лазерного излучения с веществом, обладают рядом преимуществ. Наиболее привлекательными из них являются локальность воздействия и простота варьирования технологических параметров в широких пределах. Эти обстоятельства стиму-

лируют интерес к исследованию физико-химических процессов, протекающих в зоне термического воздействия (ЗТВ), создаваемой ЛИ на поверхности материала. Разработку оптимальных технологических режимов формирования локальных структур методом лазерного электрохимического травления сдерживает отсутствие исчерпывающей информации о влиянии экспериментальных условий на скорость этого процесса, что и определяет задачи данной работы.

Нами исследован рельеф зоны лазерного электрохимического травления медной фольги при различных технологических параметрах ЛИ. Эксперимент проведён на базе комплекса "Квант-15", в котором использовался лазер с длиной волны 1,06 мкм и длительностью импульса $3 \cdot 10^{-3}$ с. Значение энергии, излучаемой в импульсе, варьировалось в пределах $(5 \div 10)$ Дж, частота следования импульсов – в интервале $(0,4 \div 2,2)$ Гц. Рельеф зоны травления исследовался с помощью профилометра-профилографа П-252, сопряженного с компьютером.

На рисунке приведён типичный пример полученных профилей. Участки АВ и GH иллюстрируют результат электрохимического травления в отсутствие стимуляции; участок ВG соответствует ЗТВ, участок DE – зоне лазерного пятна. Анализ экспериментальных результатов показал, что скорость травления меди в окрестности лазерного пятна (участки ВС и GF) определяется характером температурного поля, создаваемого в фольге лазерным излучением. Показано, что температурное поле в исследованных образцах соответствует модели термически тонкой пластины.

Скачкообразное увеличение скорости травления на участке DE свидетельствует о том, что травление меди в этой зоне не описывается законами электрохимической кинетики. Процесс разрушения материала в этой зоне является суперпозицией термически стимулированного электрохимического травления и лазерной деструкции. Наличие на профилограммах исследованных поверхностей характерных гребней CD и EF может быть обусловлено перенасыщением электролита в приповерхностной области анода частицами меди, поступающими из зоны DE вследствие лазерной деструкции, и их по

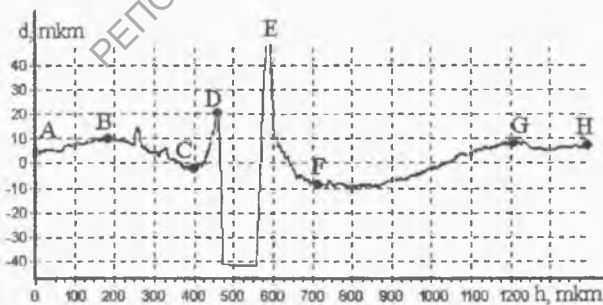


Рисунок Профиль поверхности травления меди в зоне термического воздействия

следующим осаждением.

В работе рассчитаны скорости травления в зоне DE при различных значениях энергии ЛИ в импульсе и частоты следования импульсов. Показано, что скорость травления меди нелинейно возрастает как с увеличением энергии ЛИ в импульсе, так и с увеличением частоты следования импульсов и составляет 0,2 – 3,5 мкм/с. Определены значения энергии, затраченной на сквозное травление медной фольги толщиной 30 мкм при различных технологических режимах. Установлено, что энергия лазерного излучения, затраченная на образование ямки травления определенной глубины при фиксированной энергии в импульсе, принимает наименьшее значение при максимальной частоте следования импульсов.

Таким образом, нами определена скорость травления медной фольги при различных технологических режимах ЛИ; показано, что кроме энергетического параметра важным фактором, определяющим скорость травления, является временной режим генерации ЛИ; установлено, что при увеличении частоты следования импульсов энергозатраты на процесс травления меди уменьшаются.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при разработке технологии формирования локальных структур при создании микроэлектронных устройств.