

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ДОСТОВЕРНОСТИ БЕСКОНТАКТНОЙ ПРОФИЛОМЕТРИИ НА ПРОЗРАЧНЫХ КРИСТАЛЛАХ ПОСЛЕ ИХ ТРАВЛЕНИЯ

Е. О. Трушникова

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, Пермь, Букирева, 15

Данная работа посвящена методическим вопросам достоверности измерений выполняемых на оптическом бесконтактном профилометре. Рассмотрены методы контактного и бесконтактного исследования свежих поверхностей образцов, непосредственно после их плазмохимического травления.

Ключевые слова: профилометр; контактный метод; бесконтактный метод; плазмохимическое травление

INVESTIGATION OF THE DEGREE OF RELIABILITY OF NONCONTACT PROFILOMETRY ON TRANSPARENT CRYSTALS AFTER THEIR ETCHING

E. O. Trushnikova

Perm State University, Bukireva St. 15, 614990, Perm

This work is devoted to methodological issues of reliability of measurements performed on an optical noncontact profilometer. Methods of contact and non-contact investigation of fresh sample surfaces are considered, immediately after their plasma-chemical etching.

Keywords: profilometer; contact method; noncontacts method; plasma-chemical etching

На сегодняшний день существует много методов измерения шероховатости поверхности, которые, в зависимости от его точности, скорости и практичности используются в разных областях микроэлектроники. Рассмотрим контактный и бесконтактный метод.

1) Контактный (щуповой) метод – это метод, измерения при котором производятся при помощи профилометра. Профилометр представляет собой чувствительный датчик, оборудованный тонкой, остро заточенной алмазной иглой, с так называемой, ощупывающей головкой.

Алмазная игла прижимается и перемещается параллельно исследуемой поверхности. Опускаясь во впадины, а затем, поднимаясь на выступы во время движения ощупывающей головки по испытуемой поверхности, игла колеблется относительно головки соответственно огибаемому профилю.

2) Бесконтактный (оптический) метод: световой поток, проходящий через узкую прямоугольную щель и направленный на исследуемую поверхность под некоторым углом, как бы сечет ее плоскостью перпендикулярно к следам обработки, следам неровностей и, изображение щели, отражаясь от

поверхности, претерпевает искривление, характеризующее конфигурацию неровностей поверхности.

По форме и размеру изгиба изображения щели судят о неровностях поверхности [1].

Бесконтактная профилометрия широко используется в микро и наносистемной технике, это не разрушающий метод исследования поверхности, в отличие от контактной профилометрии, в которой происходит касание щупом поверхности материала. Но в случае проведения измерений на оптически прозрачных кристаллах могут наблюдаться отражения не только от поверхности кристалла, но и от слоев, залегающих на различной глубине. Из-за этого информация может искажаться.

В качестве исследуемых образцов были взяты оптически прозрачная пластинка ниобата лития, с нанесенными электродами на основе золота, непрозрачные пластинки кремния, а также контрольный образец алюминия с заданной высотой ступенек. На этом образце проверялась точность как контактной, так и бесконтактной профилометрии, а также точность работы инструмента, с помощью которого этот образец был изготовлен.

Образцы ниобата лития и кремния были подвержены плазмохимическому травлению.

При плазмохимическом травлении обрабатываемый образец помещается непосредственно в область химически активной плазмы, располагаясь на специальном подложкодержателе. Основными частицами, участвующими в процессе плазменного травления являются свободные атомы, радикалы, ионы и электроны. Вклад этих частиц в плазменное травление различен: свободные атомы и радикалы, вступают в химическую реакцию с поверхностными атомами материалов и удаляют поверхностные слои в результате образования летучих продуктов реакции, а электроны и ионы активируют эту реакцию, увеличивая скорость травления [2].

Также часть образцов закрывалась экраном, представляющим собой пластинку кремния, для того, чтобы получить ступеньку на поверхности образца.

Результаты контактной и бесконтактной профилометрии для пластинки кремния представлены на рис. 1 и рис. 2. Из этих графиков видно, что толщина стравленного слоя получилась практически одинаковой. У контактного метода она составила 0.54 мкм, у бесконтактного 0.73 мкм.

Результаты контактной и бесконтактной профилометрии для пластинки ниобата лития представлены на рис. 3 и рис. 4. Из этих графиков видно, что высота нанесенных электродов, измеренная этими двумя методами, практически сошлась и составила 0.8 мкм у контактного метода и 0.64 мкм у бесконтактного. Однако в случае измерения бесконтактным методом наблюдалась инверсия (переворот) изображения.

Контактные и бесконтактные измерения показали, что цели, поставленные на формирование определенной высоты ступенек на контрольном образце алюминия, были достигнуты. Данные как контактного, так и бескон-

Таким образом, методы профилометрии дают приблизительно одинаковые результаты, и эти результаты соответствуют высоте ступенек, которые были запрограммированы при обработке контрольного образца на фрезерном станке.

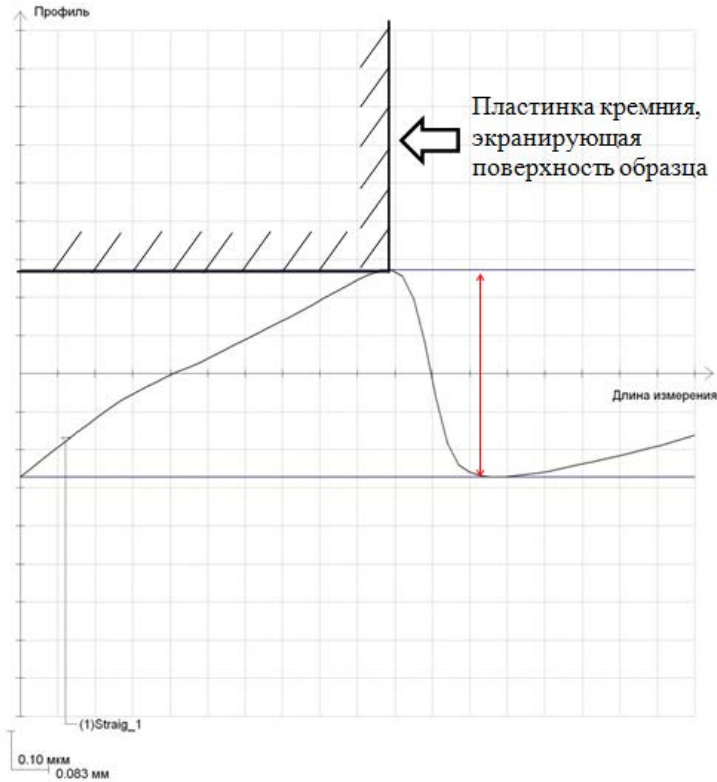


Рис. 1. График профиля протравленной поверхности пластинки кремния, полученный с помощью контактного метода

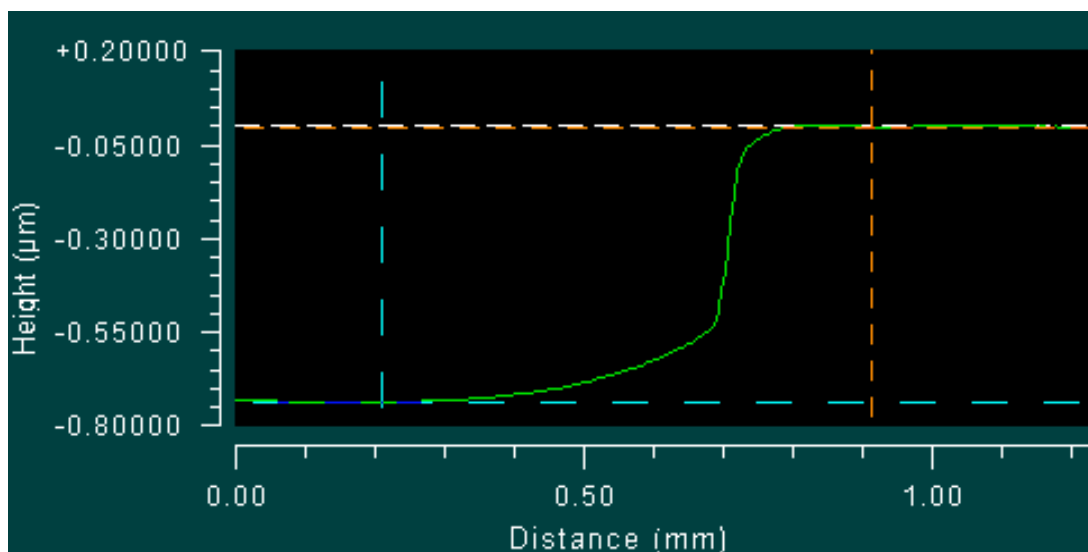


Рис. 2. График профиля протравленной поверхности пластинки кремния, полученный с помощью бесконтактного метода

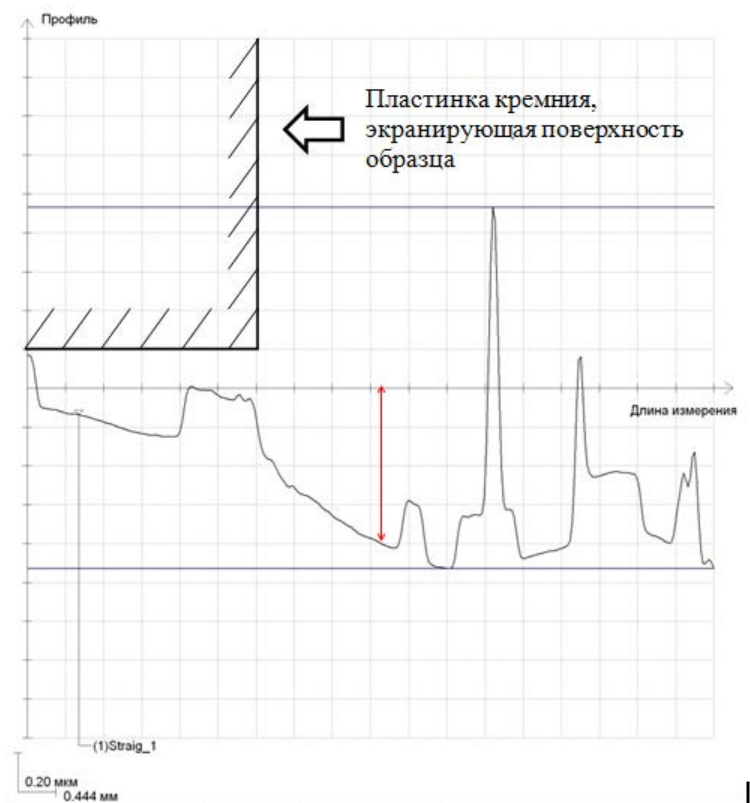


Рис. 3. График профиля протравленной поверхности пластинки ниобата лития, полученный с помощью контактного метода

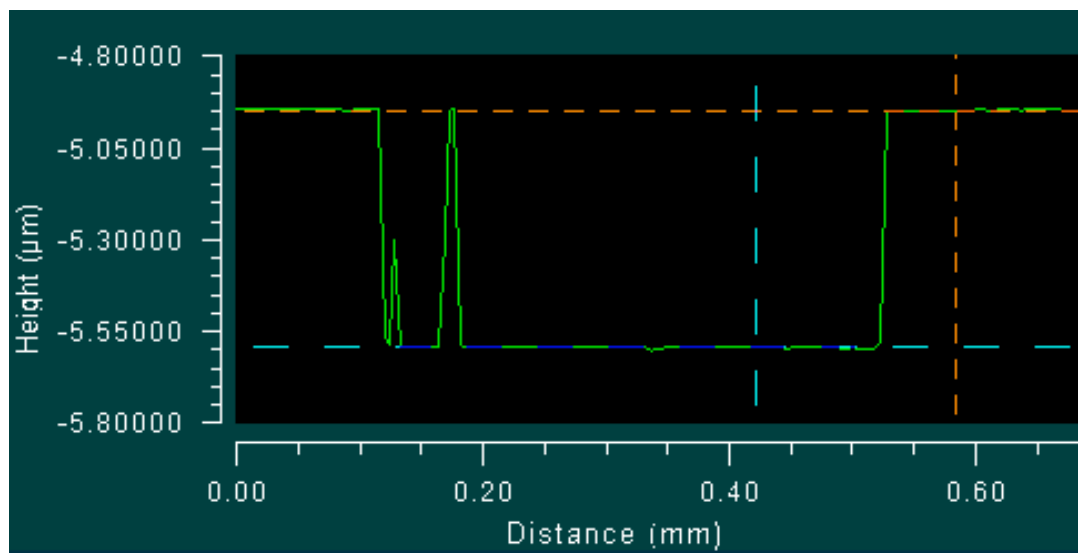


Рис. 4. График профиля протравленной поверхности пластинки ниобата лития, полученный с помощью бесконтактного метода

Бесконтактная методика неплохо зарекомендовала себя при исследовании оптически непрозрачных образцов кремния. Контактные и бесконтактные методы дают здесь близкие результаты. Однако в случае проведения измерений бесконтактным профилометром на оптически прозрачных образцах

ниобата лития могут наблюдаться существенные расхождения с результатами контактных исследований.

Контактная профилометрия может являться эффективным средством контроля бесконтактных методов измерения.

Список литературы

1. *Мальков О. В., Литвиненко А. В.* Измерение параметров шероховатости поверхности детали: методические указания к лабораторной работе «Измерение параметров шероховатости поверхности детали» по курсу «Основы научных исследований»: электронное учебное издание. Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. 22 с.
2. *Данилин Б. С., Киреев В. Ю.* Применение низкотемпературной плазмы для травления и очистки материалов. М.: Энергоатомиздат, 1987. 264 с.