

Отсутствие прожога ФТИРОСа при записи ППФ свидетельствует о подавлении низкочастотных компонент ПЧС изображения. При этом использование энергии этих компонент в качестве опорного пучка позволило примерно в 2 раза снизить требования к энергетике лазера. Показана также возможность электронным способом регулировать полосу пространственных частот ППФ путем выбора соотношения интенсивностей опорного и предметного пучков, что весьма важно при синтезе фильтра в реальном масштабе времени.

В заключение авторы выражают признательность Ф.А. Чудновскому за полезные обсуждения результатов работы.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Применение методов Фурье-оптики. Под ред. Г. Старка. М.: Радио и связь, 1988. 536 с.
- [2] Миллер Б.М., Цукерман Е.В., Чернявский Ю.В. // ЖТФ. 1985. Т. 55. № 7. С. 1322-1328.
- [3] Балакшиев В.И., Парыгин В.Н. Оптическая обработка информации. М.: МГУ, 1987. 144 с.
- [4] Агринский П.В., Захарченя Б.П., Цукерман Е.В., Чудновский Ф.А. // Письма в ЖТФ. 1983. Т. 9. В. 12. С. 716-720.
- [5] Агринский П.В., Захарченя Б.П., Чудновский Ф.А. Фазовый переход металл-полупроводник и его применение. Л.: Наука, 1979. 184 с.

Поступило в Редакцию
5 февраля 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 6

26 марта 1991 г.

05.2; 07

© 1991

ВЛИЯНИЕ ВЫЛЕЖИВАНИЯ НА РЕНТГЕНООПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ТАНТАЛА И АЛЮМИНИЯ

А.Г. Любимов, Юэн Кшян - Янг,
А.С. Илюшин, У Дзи - Цин

В настоящее время неуклонно возрастает интерес к свойствам многослойных интерференционных структур (МИС), которые состоят из чередующихся слоев двух веществ. Такие структуры весьма перспективны с точки зрения их использования в качестве отражающих и дисперсионных элементов для мягкого рентгеновского излу-

чения, а также коллимирующих и фокусирующих оптических элементов для синхронного излучения, способных выдерживать интенсивные радиационные нагрузки. Высокая отражательная способность МИС есть результат когерентного сложения слабых отражений от большого числа поверхностей раздела. Методы синтеза МИС основываются на вакуумном осаждении тонких однородных слоев на сверхгладкие подложки (магнетронное, лазерное распыление, молекулярно-лучевая эпитаксия) [1].

Выбор пар веществ для формирования МИС представляет определенную проблему [1]. Важно, чтобы вещества не только сильно различались по значению средней электронной плотности, были способны образовывать однородные без грануляции сверхтонкие чередующиеся слои, но и были стабильны на протяжении срока их использования. Для этого вещества не должны вступать в химические реакции и диффундировать во всей области рабочих температур. На настоящий момент наилучшими свойствами обладают хорошо изученные пары W/C , WRe/C , Rh/C .

В недавней работе [2] сообщалось о приготовлении МИС на основе новой пары Ta/Al . Получение чистого алюминия намного проще и дешевле, чем обычно используемого для этой цели углерода. Авторы [2] подробно исследовали структуру Ta/Al и показали, что она обладает хорошими отражательными свойствами в области длин волн $\sim 1 \text{ \AA}$. Однако важный вопрос о временной стабильности этой структуры исследован не был.

В настоящем письме сообщается об изменениях рентгенооптических свойств МИС Ta/Al после вылеживания в течении шести месяцев. Образцы хранились при комнатной температуре в герметически закрытой таре.

Формирование структуры проводилось в магнетронной камере. В серии из шести образцов два были нанесены на подложки из монокристалла Si с ориентацией поверхности 111 и четыре на подложки из стекла. Наносилось около ста пар слоев. Периоды полученных МИС менялись от 45 до 65 \AA .

Сразу после нанесения покрытий образцы исследовались на рентгеновском аппарате в двухкристальной схеме в угловом диапазоне, включающем область полного внешнего отражения. Источником служила трубка с медным анодом $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$. В качестве кристалла-монокроматора использовался кремний с симметричным 111 отражением. Падающий пучок коллимировался щелью 0.1 мм. Измерялась интенсивность излучения отраженного от МИС в зависимости от угла скольжения. На полученных дифрактограммах наблюдалось по 4–6 интерференционных максимума. Их ширина на полувысоте составляла около $3'$, коэффициенты отражения в первом порядке достигали 70%. Высокие значения коэффициентов отражения, малая ширина и симметричная форма пиков свидетельствуют о хорошем качестве полученных МИС [2].

Вторая серия измерений проводилась спустя шесть месяцев после изготовления структур. Дифракционная картина резко изменилась.

Коэффициенты отражения в первом порядке упали до 2-10%, а от максимумов второго и третьего порядка на дифрактограммах остались только сравнимые с фоном ступенеобразные „хвосты“. Исчезновение отражений высокого порядка может указывать на то, что изменения в МИС произошли благодаря диффузии. Действительно, в этом случае в соответствии со вторым правилом Фика амплитуды отражений должны спадать пропорционально экспоненте от квадрата порядка отражения.

Исследование образцов в области углов 17° - 20° показало наличие поликристаллических пиков. Существенно, что их форма и положение не изменились за шесть месяцев. Это также указывает на то, что деградация структуры происходила за счет диффузии, а не химических превращений. В заключение добавим, что один из образцов после второй серии измерений подвергался отжигу в вакууме при температуре 550°C в течение 2 часов. В результате отжига малоугловые дифракционные пики полностью исчезли – слоисто-ступенчатая структура образца распалась.

Таким образом, показано, что, несмотря на хорошие отражательные свойства, многослойная интерференционная структура на основе тантала и алюминия не пригодна для изготовления долговременных рентгенооптических элементов, поскольку подвержена диффузионному разрушению в течении нескольких месяцев.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Мишетт А. Оптика мягкого рентгеновского излучения. М.: Мир, 1989. 352 с.
- [2] Jiang S.S., Hu A., Chen H., Liu W., Zhang Y.X., Oiu Y., Feng D. // J. Appl. Phys. 1989. V. 66. N 11. P. 5258-5262.

Поступило в Редакцию
5 февраля 1991 г.