

УДК 537.311.322
ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
ТОЛЩИНЫ ПРОЗРАЧНЫХ И СЛАБОПОГЛОЩАЮЩИХ ПЛЕНОК

А.Б. ФЕДОРЦОВ, А.С. ИВАНОВ, В.В. МАНУХОВ, Ю.В. ЧУРКИН
ГОУ ВПО «СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАОЧНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Санкт-Петербург, Россия

Описаны две оптико-механические схемы, реализующие быстрое изменение угла падения лазерного луча на поверхность образца с последующей регистрацией интенсивности отраженного луча. В состав схем вместо эллиптических зеркал входят или собирающие линзы, или сферические зеркала. Это позволяет значительно снизить стоимость изготовления приборов.

В ряде экспериментов необходимо изменять угол падения луча лазера на плоскую поверхность в некоторых пределах. Например, при интерференционном измерении толщины прозрачных и слабо поглощающих пленок [1, 2, 3, 6]. Метод измерения основан на том, что вследствие интерференции коэффициент отражения света пленкой описывается функцией, периодической углу его падения на поверхность пленки.

Известно устройство [2, 3] изменения угла падения луча лазера на поверхность образца, единственным подвижным элементом которого является вращающееся плоское зеркало. Однако в этом устройстве использованы эллиптические зеркала, что делает прибор весьма дорогостоящим. Сотрудниками кафедры физики СЗТУ были разработаны и собраны два аналогичных устройства, в которых вместо эллиптических зеркал используются линзы и сферические зеркала, что значительно уменьшает их стоимость.

Оптико-механическая схема прибора, в котором используются линзы [4] приведена на рис. 1.

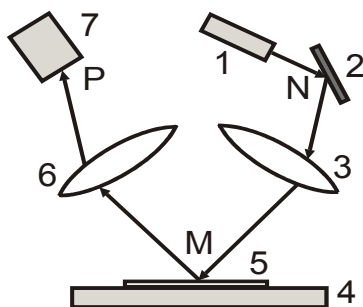


Рис. 1. Оптико-механическая схема прибора

Взаимосвязь оптико-механических элементов в устройстве следующая. Ось вращения плоского зеркала 2 лежит на его поверхности. Луч лазера 1 направлен в точку, лежащую на поверхности плоского зеркала 2 на оси его вращения (точка N). Линза 3 и держатель образца 4 установлены так, что измеряемая точка образца 5 пленки (точка М) является оптически сопряженной точке N. Линза 6 и приемник излучения 7 расположены так, что линза 6 хотя бы частично перекрывает сектор (веер) лучей лазера. Луч лазера 1 падает в точку N, расположенную на оси плоского вращающегося зеркала 2 и лежащую на его поверхности. Отразившись от зеркала 2, луч последовательно (вследствие непрерывного вращения зеркала 2) скользит по поверхности линзы 3, все время преломляясь под разными углами в одну и ту же точку М образца, являющуюся оптически сопряженной точке N. Отраженный в точке М от образца луч попадает на линзу 6, пройдя через которую попадает в одну и ту же точку Р (оптически сопряженную точке М, в которой находится фотоприемник 7). Диапазон изменения угла падения луча лазера определяется положением краев линз, относительно измеряемой точки образца. На практике из-за значительных aberrаций приходится использовать линзы с очень малым фокусным расстоянием (порядка 10 мм). Авторы статьи добились того, что диапазон углов отклонения лазерного луча составил около 36-37°.

Однако описанный прибор невозможно применять при работе с ИК лазером, так как стекло, из которого делаются линзы, сильно поглощает в ИК области. Для преодоления этого недостатка был предложен и построен подобный прибор с использованием сферических зеркал, которые намного дешевле эллиптических. Схема прибора приведена на рисунке 2, где 1 и 2-сферические зеркала, 3-лазер, 4-вращающееся зеркало, 5-держатель образца с образцом, 6-фотоприемник. Зеркало вращается так, что луч лазера попадает на его ось вращения, точки М и N, а также точки N и Р являются оптически сопряженными.

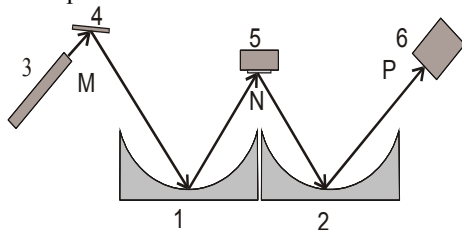


Рис. 2. Схема прибора

Аберрации при использовании сферических зеркал примерно в 8 раз меньше, чем при использовании линз [5]. Следовательно, фокусное расстояние и размер используемых зеркал могут быть больше, чем аналогич-

ные параметры для линз. В этом приборе изменение угла отклонения луча составило 40°.

Несмотря на то, что предложенные приборы обладают некоторыми недостатками по сравнению с прототипом (меньший диапазон углов отклонения луча, смещение точки падения луча вследствие аберраций) их применение в ряде случаев целесообразно из экономических соображений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Т. Nosoko**, Y.H.Mori, T.Nagata Improved interferometer for measuring unsteady film thickness// Review of scientific instruments. 1996. Т.67, № 8. С. 2685-2690.
2. Быстрое измерение угловой зависимости коэффициента отражения лазерного луча неподвижным образцом / А. С. Иванов [и др.] // Приборы и техника эксперимента. – 1991. – № 4. – С. 222–224.
3. A fast operating device for measuring the thickness of transparent solid and liquid films. A.B. Fedortsov, D.G.Letenko, Yu.V.Churkin, I.A.Torchinsky,A.S.Ivanov // Review of scientific instruments. 1992. Т.63, №7. С. 3597-3582.
4. **Пат.** 2102702 РФ. А. Б. Федорцов ; заявл. 08.07.94 ; опубл. 20.01.98. Бюл. № 2.
5. **Сикорук, Л. Л.** Телескопы для любителей астрономии / Л. Л. Сикорук. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 365 с.
6. **Griffits C.L.**, Weeks K.J. Optical monitoring of molecular beam epitaxy growth of AlN/GaN using single-wave length laser interferometry: A simple method of tracking real-time changes in growth rate.// Journal of Vacuum Science & Technology B. 2007. Т.25, В.3, С. 1066-1071.

E-mail: physics@nwpi.ru