УДК 534.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АДАПТИВНОГО Зеркала

Д. В. Пруидзе, Ю. С. Рендель

(кафедра общей физики и волновых процессов)

Адаптивные оптические системы применяют для обеспечения максимального углового разрешения телескопов при наблюдении удаленных объектов через турбулентную атмосферу, а также для фокусировки излучения на удаленные объекты в нелинейной и турбулентной среде. Возможности адаптивных систем во многом определяются типом применяемого корректора и его параметрами — полосой рабочих частот и чувствительностью. Параметры управляемых зеркал удобно измерять с помощью интерферометрических методов.

В работе [1] теоретически рассмотрено управляемое оптическое зеркало на основе пьезокерамического биморфного элемента (рис. 1). Зеркало состоит из двух сплошных пьезокерамических дисков. Поверх-



Рис. 1. Конструкция адаптивного зеркала



Рис. 2. Схема измерения частотной характеристики

ность одного из дисков отполирована, и на нее нанесено алюминиевое зеркало, которое одновременно выполняет функцию электрода.

Внешние электроды 1 и 2 заземлены, а управляющее напряжение подается на внутренний электрод 3 через отверстие в одном из дисков. Диски склеены так, чтобы направления поляризации в них совпадали, поэтому при подаче потенциала на внутренний электрод диаметр одного из дисков увеличивается, а другого уменьшается. В результате поверхность зеркала принимает сферическую форму. Изменяя напряжение на внутреннем электроде, можно регулировать кривизну зеркала. Пусть ΔD — среднее изменение диаметра каждого из дисков, возникающее при подаче управляющего напряжения. Как видно из рис. 1, радиус кривизны зеркала

$$R = \frac{Dt}{2\Delta D}$$
.

 ΔD можно представить в виде $\Delta D = 2Dd_{13}u/t$, где d_{13} — поперечный пьезомодуль, а u — управляющее напряжение. Подстановка ΔD в (1)

(1)

$$R\left(u\right)=\frac{t^2}{4d_{13}\,u}.$$

Экспериментальная зависимость радиуса кривизны зеркала от приложенного напряжения находится в хорошем соответствии с формулой (2).

Частотная характеристика зеркала — зависимость амплитуды поперечных колебаний его центра от частоты управляющего напряжения — измерялась с помощью интерферометра. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 2. Колебания исследуемого зеркала (ИЗ) возбуждались от шумового генератора (ШГ) с равномерным в



Рис. 3. Частотная характеристика азаптивного зеркала

полосе частот 0,05-20 кГц спектром. Напряжение на выходе шумового генератора подбиралось таким, чтобы среднеквадратичное смещение зеркала во всем исследуемом днапазоне частот было много меньше, чем $\lambda/4$ (λ — длина волны источника света). Это обеспечивает линейную зависимость между смещением зеркала и величиной сигнала на выходе интерферометра.

Электрический сигнал интерферометра с выхода предварительного усилителя (У) измерялся анализатором

спектра (AC) и подавался на самописец (СП). Используемый интерферометр представляет собой модификацию схемы с полностью скомпенсированным по потерям расщепителем пучка [3]. Отличительной особенностью установки является использование дополнительной интерференционной картины, образующейся на фотоприемнике $\Phi \Pi_2$. Сигналы на фотоприемниках $\Phi \Pi_1$ и $\Phi \Pi_2$ сдвинуты по фазе на π за счет потери полуволны в одном из пучков на расщепителе.

Разделение в пространстве падающих и отраженных пучков с помощью линз \mathcal{J}_1 и \mathcal{J}_2 позволяет более полно использовать мощность излучения источника света. При дифференциальном включении фотоприемников удается полностью скомпенсировать постоянную составляющую электрического сигнала на выходе интерферометра. Наряду с этим значительно снижается уровень помех, определяемых флуктуациями мощности источника света.

Как показали исследования, флуктуации выходного сигнала интерферометра с компенсацией уменьшаются более чем на порядок по сравнению с шумами интерферометра Майкельсона, что позволяет использовать описанное устройство для регистрации весьма малых колебаний.

Частотная характеристика адаптивного зеркала, измеренная с по-мощью описанной выше схемы интерферометра, показана на рис. 3.

При исследовании адаптивных зеркал по предлагаемой методике спектральная плотность механических колебаний оказывается весьма малой, поэтому необходимо применять интерферометры с достаточно хорошим отношением сигнал/шум.

* С учетом упругих свойств пьезокерамики [2] в формуле (2) d₁₃=d₃₃/3.

(2)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Кокогоwski S. A. J. Opt. Soc. Am., 1976, 66, N 3, р. 181. [2] Ребрин Ю. К. Управление оптическим лучом в пространстве. М.: Сов. радио, 1977. [3] Оуэнс Дж. В кн.: Применение лазеров. М.: Мир, 1974.

Поступила в редакцию 15.06.81

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1982, т. 23, № 3

УДК 537.334.8

ДИССОЦИАЦИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ИОНОВ ПРИ ИХ ОТРАЖЕНИИ ОТ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИКРИСТАЛЛА

Л. Л. Балашова, Ш. Н. Гарин, А. И. Додонов

(кафедра атомной физики)

Взаимодействие пучков ускоренных молекулярных ионов с твердым телом, в отличие от аналогичного взаимодействия ускоренных атомарных ионов, имеет некоторые особенности, такие, например, как диссоциация молекулярных ионов при отражении их от поверхности [1], коррелированный разлет ионов при распаде быстрых молекул в тонких пленках [2, 3], нелинейные эффекты в распылении [4]. Ведутся также поиски нелинейных эффектов в кинетической ионно-электронной эмиссии [5].

В настоящей работе изложены результаты экспериментального изучения диссоциации ускоренных молекулярных ионов при их отражении от поверхности твердого тела. Необходимо отметить, что ранее изучалась в основном диссоциация легких молекулярных ионов, таких

как водород, дейтерий, тритий. Нам известна лишь одна работа, в которой использовались относительно тяжелые молекулярные ионы [6].

Эксперимент выполнен на установке НИИЯФ МГУ (см., например, [7]). Мишенью служил поликристалл меди. Очистка аргона мишени производилась ионами энергией 30 кэВ. Мишень облучалась молекулярными ионами азота с энергией 30 кэВ. Анализатор вторичных ионов располагался в плоскости падения первичных ионов. Измерялась зависимость интенсивности отражения



Рис. 1. Схема углов: α — угол скольжения первичных ионов, θ — угол рассеяния; δ — угол вылета отраженных ионов относительно поверхности мишени

вторичных быстрых ионизованных частиц от угла рассеяния θ при различных углах скольжения α (см. схему углов на рис. 1). За меру интенсивности отраженных ионов принималась высота соответствующего пика в энергетическом распределении. Точность установления углов была $\pm 0,25^\circ$, точность измерения высоты пика $\pm 2,5\%$.

Найдено, что при малых углах рассеяния в энергетическом спектре отраженных частиц присутствуют пики как молекулярных, так и атомарных ионов азота. Причем интенсивность молекулярных ионов значительно меньше, чем атомарных. Так, например, при $\alpha = 4,5^{\circ}$ и $\theta = 6^{\circ}$ интенсивность молекулярных ионов на 1,5 порядка меньше, чем атомарных. На рис. 2 представлены нормированные зависимости интенсивности от угла рассеяния θ при различных углах скольжения α . Видно, что ход угловых зависимостей как для молекулярных, так и для атомарных ионов качественно одинаков: при увеличении угла рассеяния наблюдается резкий рост интенсивности ионов, затем кривая проходит