

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФАЗОВУЮ АНИЗОТРОПИЮ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЛАЗЕРНЫХ ЗЕРКАЛ

В. Г. Гуделев и В. М. Ясинский

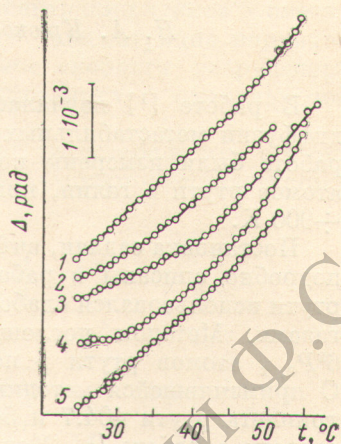
Многослойные диэлектрические лазерные зеркала, работающие при наклонном падении излучения, обладают линейной фазовой анизотропией [1], которая существенно влияет на поляризационно-частотные характеристики прецизионных измерительных лазерных систем (кольцевых лазеров, поляризационных интерферометров и т. д.). Нестабильность фазовой анизотропии зеркал, вызванная их нагревом в процессе работы, может служить причиной ухудшения характеристик указанных систем.

Для проведения исследования влияния температуры на фазовую анизотропию зеркал был использован внутрирезонаторный частотный метод измерения анизотропии [2]. Измерения проводились в угловом амплитудно изотропном резонаторе лазера. В обычных условиях чувствительность измерения фазовой анизотропии таким методом ограничена влиянием нестабильности длины резонатора, модового состава и мощности излучения и не превышает $1 \cdot 10^{-3}$ рад, что не позволяет обнаружить влияние температуры на фазовую анизотропию зеркал [3]. С целью повышения чувствительности измерений использовался режим работы лазера на одной продольной моде. Устойчивость генерации двух ортогонально линейно поляризованных волн с небольшой разностью частот, пропорциональной линейной фазовой анизотропии зеркала Δ , обеспечивалась наложением поперечного магнитного поля ($B \approx 7$ мТ) на активный элемент лазера [4]. С целью компенсации амплитудной анизотропии зеркала в резонатор помещался слабый частичный поляризатор. Для стабилизации частоты излучения лазера по центру контура усиления использовалась система автоподстройки частоты, описанная в работе [5]. Для питания активного элемента применялся высоковольтный стабилизатор тока с выходным динамическим сопротивлением ~ 400 МОм. Благодаря этим мерам чувствительность измерений фазовой анизотропии была повышена до $1 \cdot 10^{-5}$ рад при межмодовом интервале 315 МГц, что соответствует нестабильности резонансной частоты ± 1 кГц. Возникающие в процессе измерений незначительные разбюстировки резонатора и флуктуации плотности воздуха, вызванные нагревом исследуемого зеркала, снижали чувствительность измерений фазовой анизотропии до $1 \cdot 10^{-4}$ рад при температуре зеркала $\sim 60^\circ$ С.

Было проведено исследование температурной зависимости фазовой анизотропии диэлектрических зеркал, изготовленных путем термического напыления четвертьволновых слоев из ZnS и MgF₂ на подложку из стекла К8. Измерения проводились для угла падения 30° на длине волны генерации 1.153 мкм в интервале температур 25–55° С.

На рисунке показаны полученные зависимости фазовой анизотропии пяти зеркал разных партий изготовления, имеющих при $t=25^\circ$ С различную начальную анизотропию $\Delta = \delta_s - \delta_p$, где δ_s и δ_p — скачки фаз, возникающие при отражении s - и p -поляризованных волн от покрытия зеркала. Для удобства сравнения все кривые помещены рядом. Из приведенных результатов видно, что фазовая анизотропия многослойных

диэлектрических зеркал существенно зависит от температуры. При этом ход кривых практически не зависит от величины и знака начальной фазовой анизотропии. Средняя крутизна зависимости анизотропии зеркала от температуры составляет $1 \cdot 10^{-4}$ рад/К. Для качественного объяснения хода полученных кривых удобно воспользоваться приведенной в [1] расчетной зависимостью фазовой анизотропии зеркала от параметра λ_0/λ , где λ_0 — длина волны, для которой слои зеркала являются четверть-волновыми, λ — длина волны излучения лазера. Эта зависимость монотонна и практически линейна в достаточно широком диапазоне изменения параметра λ_0/λ . При нагреве зеркала происходят изменения оптических толщин слоев, что эквивалентно смещению λ_0 и соответствующему изменению фазовой анизотропии зеркала. Поэтому при линейной зависимости λ_0 от температуры температурная зависимость Δ также линейна. Количест-



Температурная зависимость фазовой анизотропии зеркал с разными значениями начальной анизотропии.

Δ , рад: 1 — 0.038, 2 — 0.033, 3 — -0.026, 4 — -0.033, 5 — -0.035.

венное сопоставление экспериментальных результатов с расчетом затруднительно ввиду отсутствия надежных данных о величинах термооптических констант пленок из напыляемых материалов. Кроме того, коэффициенты преломления слоев из-за пористости их структуры зависят от технологии изготовления зеркала, т. е. от плотности упаковки напыляемого материала и степени заполнения пор влагой [6]. Этим, по-видимому, объясняются небольшие различия в ходе зависимостей для разных зеркал.

Таким образом, проведенные измерения позволили обнаружить и исследовать влияние температуры на фазовую анизотропию диэлектрических лазерных зеркал, работающих при наклонном падении излучения.

Литература

- [1] Б. В. Рыбаков, С. С. Скулаченко, Р. Ф. Чумичев и И. И. Юдин. Опт. и спектр., 25, 572, 1968.
- [2] А. И. Котова, В. С. Рубанов. В сб.: Газоразрядные приборы. Материалы III Всес. научно-технич. конф. по электронной технике. М., № 2 (18), 35, 1970.
- [3] В. Г. Гуделев, Н. В. Зуйкова, А. И. Шевцова. Ж. прикл. спектр., 30, 735, 1979.
- [4] R. H. Morris, J. V. Ferguson, J. S. Wagniak. Appl. Opt., 14, 2808, 1975.
- [5] В. Г. Гуделев, В. М. Ясинский. ПТЭ, № 1, 245, 1980.
- [6] S. Ogura, N. Sugawara, R. Hiraga. Thin Solid Films, 30, 3, 1975.

Поступило в Редакцию 23 июня 1980 г.