

Периодические структуры и спектры поглощения в пленках AgCl-Ag, облученных синим лазерным пучком

В.М. Резникова

Научный руководитель проф. Л.А. Агеев

Кафедра физической оптики

Для исследований оптических свойств интересны металл-диэлектрические композиции, в которых металл образует двумерные упорядоченные наноструктуры на поверхности диэлектрического планарного волновода [1,2]. В них свет возбуждает плазмоны в металле и энергия плазмонов может передаваться в моды волновода. Сходные свойства имеет композиция из тонких слоев хлористого серебра и серебра (AgCl-Ag), которая чувствительна к действию лазерного света [3]. Нами для облучения пленок впервые применен линейно поляризованный пучок с длиной волны $\lambda = 445$ нм от полупроводникового лазера. Показано, что при этом формируется периодическая структура (ПС), связанная с возбуждением в пленке волноводной моды; исследованы спектры поглощения до и после облучения.

Рассмотрен случай нормального падения пучка на пленку и возбуждение в ней предельной TE_0 -моды. При мощности пучка 150 мВт ПС образуется за время ≈ 5 мин. Измеренный по дифракции период ПС совпал с рассчитанным по дисперсионному уравнению значением $d=291$ нм. Штрихи ПС ориентированы вдоль поляризации облучающего пучка. Они создаются скоплениями наночастиц Ag на подложке и ПС можно освободить от AgCl методом фиксирования.

До облучения в спектре поглощения пленки наблюдается полоса с максимумом при $\lambda \approx 525$ нм. Она указывает на гранулярное строение пленки Ag при размерах гранул $\ll \lambda$. Полоса связана с возбуждением локализованных плазмонов в таких гранулах.

После облучения измерялись спектры в поляризованном свете при параллельной и перпендикулярной ориентациях поляризаций измерительного и лазерного пучков. Наблюдается сильное различие двух спектров, что соответствует линейному дихроизму. Имеется точка пересечения спектров, где дихроизм равен нулю. По обе стороны от нее дихроизм имеет разные знаки. Такое поведение дихроизма связано с тем, что в коротковолновой области он связан с поглощением и дифракцией света на ПС, а в длинноволновой – только с анизотропией поглощения частицами серебра, распределенными в ПС. В спектре при параллельных поляризациях наблюдается глубокий спектральный провал, положение которого совпадает с длиной волны лазерного пучка. Провал связан с преобразованием энергии плазмонов в энергию волноводной моды пленки.

Спектры измерены и после фиксирования пленки. При этом обнаружено, что сохраняется не только структура серебряной ПС, но и дихроизм. При этом уменьшается поглощение, из-за удаления части Ag при фиксировании, но главный результат заключается в сильном сдвиге точки нулевого дихроизма в коротковолновую сторону, в ослаблении положительного дихроизма и усилении отрицательного в длинноволновой области.

1. Linden S., Kuhl J., Giessen H. // Phys. Rev. Lett. 2001. V. 86. № 20. P. 4688.
2. Гиппиус Н.А., Тиходеев С.Г., Крист А., Куль Й., Гиссен Х. // ФТТ. 2005. Т.47. № 1. С. 139. 3. Ageev L.A., Miloslavsky V.K. // Optical Engineering. 1995. V. 34. № 4. P. 960.