Кинетика отражения слоя квантовых ям с диэлектрическим зеркалом в ближней ИК области

Ледовских Д.В.¹, Борисов Г.М.^{1,2}, Гольдорт В.Г.¹, Ковалёв А.А.¹, Рубцова Н.Н.¹
 Преображенский В.В.¹, Пулято М.А.¹, Семягин Б.Р.¹

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

DOI 10.34077/Semicond2019-86

Фемтосекундные импульсы лазерного излучения используются во многих областях науки и техники. Получившим мировое признание подходом к генерации фемтосекундных импульсов является метод синхронизации продольных мод лазера с применением полупроводниковых зеркал с насыщающимся поглотителем на основе квантоворазмерных структур [1]. К таким зеркалам предъявляются требования высокого оптического качества и механической прочности. Для полупроводниковых отражателей пара GaAs/AlAs – хороший выбор, однако разность коэффициентов поглощения невелика, поэтому необходимо использовать более 20 пар слоёв $\lambda/4$ [2-4]. В данной работе отражатель изготовлен из нескольких пар диэлектрических слоёв окислов циркония и кремния (это решение экономичнее, чем изготовление отражателя из сверхчистых веществ). Спектр отражения (Рис.1) имеет ширину около 250 нм. Стрелкой указана центральная длина волны лазерного излучения. Уровень насыщаемого поглощения здесь около 40%. Стойкость по отношению к высоким интенсивностям рабочего излучения – важный параметр зеркал с насыщающимся поглощением. Исследование кинетики отражения методом «накачка-зондирование» [5] диэлектрических зеркал с насыщающимся поглотителем из набора квантовых ям показало устойчивость вплоть до интенсивностей $2,7 \text{ ГВт/см}^2$ рабочего излучения (Рис.2). Скорость восстановления линейного отражения зеркала (быстродействие) ограничивает допустимую частоту следования фемтосекундных импульсов, и поэтому также является важным параметром. В данной работе получено время восстановления линейного отражения на уровне 2 пс. Кинетика отражения при высоких интенсивностях складывается из экситонной составляющей со временем ионизации экситонов 0,4 пс, фотогенерированных электронов с характерным временем установления квазиравновесия 0,8 пс и электронно-дырочной рекомбинации со временем 2,1 пс. Такое быстродействие позволяет надеяться на получение фемтосекундных импульсов в ближней ИК области с частотой следования 500 МГц.

Рис.1. – Спектр отражения зеркала с квантовыми ямами.

Рис.2. – Изменение отражения образца в зависимости от интенсивности рабочего излучения.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18-29-20007 и гранта РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 18-42-543001.

[1] U. Keller et al., *IEEE J. Selected Topics in Quantum Electronics*, **2**, 435 (1996).

[2] V.E. Kisel' et al., *Optics Letters*, **40**, 2707 (2015).

[3] A.A. Kovalyov et al., *Laser Physics Letters*, **12**, 075801 (2015).

[4] N.N. Rubtsova et al., *Laser Physics*, **26**, 024001 (2016).

[5] Г.М. Борисов и др., *ПТЭ*, № 1, 87 (2018).