Акустические и тепловые свойства слоев созданных в алмазе имплантацией ионов углерода

Шарков А.И., Клоков А.Ю., Вершков В.А., Хмельницкий Р.А., Аминев Д.Ф., Дравин В.А., Цветков В.А.

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, 53

DOI 10.34077/Semicond2019-67

Алмаз обладает уникальным сочетанием физических свойств, которые могут быть востребованы для создания нового поколения оптических и электронных устройств. Большое внимание уделяется способам получения центров окраски в алмазе, в частности азотных вакансий (NV), которые могут быть широко использованы в квантовой оптике, для изготовления сенсоров и в других приложениях. Кроме того, алмаз является перспективным материалом для создания микро- и нано- электромеханических систем и акустоэлектронных устройств гигагерцового диапазона. Способом модификации структурных и физических свойств алмаза является ионная имплантация, в частности возможно создание аморфизованных и графитизированных слоёв, встроенных в алмазную матрицу [1]. Данные об акустических, тепловых и фотоупругих свойствах таких слоёв можно получить с помощью пикосекундной акустики, что представляет интерес как с фундаментальной – исследование фазовых переходов при радиационном повреждении материала, так и с прикладной точки зрения – использование имплантированных слоёв для формирования акустических волноводных систем и фононных кристаллов.

Данная работа посвящена исследованиям с помощью двухцветной пикосекундной интерферометрической методики [2] возбуждения и распространения когерентных фононов в алмазе с графитизированным слоем, полученным имплантацией ионов углерода с последующим отжигом. Когерентные фононы генерировались при облучении фемтосекундными импульсами либо графитизированного слоя, либо напылённой на часть образца алюминиевой плёнки. В последнем случае, по сути, проводилось зондирование графитизированного слоя потоком когерентных фононов, испущенных алюминиевой плёнкой. Использовалось также, так называемое «когерентное управление», когда образец возбуждается последовательно двумя импульсами. При этом, меняя задержку между ними, удастся управлять спектром когерентных фононов. Из-за сильного отражения когерентных фононов встроенным графитизированным слоем структура – алмаз/графитизированный слой/алмаз ведёт себя как резонатор для продольных фононов. Спектр отклика состоит из линий с частотами от ~20 ГГц до ~110 ГГц. Количество линий и их положение зависит от толщины слоя и глубины залегания. Интересным является неполное соответствие спектральных линий у откликов, соответствующих изменению модуля и фазы коэффициента отражения на одном и том же имплантированном слое, что связано с одной стороны с чувствительностью интерферометра Саньяка к движению поверхности образца, а с другой, с фазой комплексного фотоупругого коэффициента графитизированных слоев. Моделирование отклика позволило определить зависимости фотоупругого коэффициента и скорости продольного фонона в графитизированном слое от дозы имплантации. Тепловые и термооптические параметры графитизированных слоев были получены в результате обработки «медленной» составляющей откликов. Используя полученные ранее данные о скорости и дисперсии ПАВ на алмазе со встроенными графитизированными слоями [3] мы определили упругие свойства таких слоев. Работа поддержана грантом РФФИ №19-02-00952-А.

[1] A.V. Khomich et al., *Physics of the Solid State* **49** (9), 1661-1665 (2006)

[2] T. Tachizaki et al., *Rev. Sci. Instr.* **77**, 043713 (2006).

[3] A. Klovov et al. *J. Phys.: Conf. Ser.* **520**, 012006 (2014).