

СВЕРХЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НА NV⁻-ЦЕНТРАХ В СИНТЕТИЧЕСКОМ АЛМАЗЕ С НАКАЧКОЙ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В ДИАПАЗОНЕ 532–575 нм*

Е.И. Липатов^{1,2}, Д.Е. Генин^{1,2}, М.А. Шулепов^{1,2},
Е.Н. Тельминов², А.Г. Бураченко^{1,2}, В.С. Рипенко^{1,2},
А.Д. Саввин^{2,3}, А.Е. Дормидонов³, А.П. Елисеев⁴, В.Г. Винс⁵

¹ Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

² Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

³ Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, г. Москва, Россия

⁴ Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

⁵ ООО «ВЕЛМАН», г. Новосибирск, Россия

Исследованы спектры фотолюминесценции двух синтетических алмазных образцов, содержащих 1–10 ppm NV-центров и 100–200 ppm замещающего азота, при оптической накачке на 532, 560 и 575 нм. При интенсивностях накачки менее 0.5–1.0 МВт/см² наблюдалась вибронная полоса фотолюминесценции NV⁻-центров в отрицательном зарядовом состоянии. При увеличении интенсивности накачки выше 0.5–1.0 МВт/см² на длинноволновом плече фоновой крыла в диапазоне 700–760 нм наблюдалась полоса сверхлюминесценции, интенсивность которой росла с увеличением интенсивности накачки. Показана неизменность положения полосы сверхлюминесценции с максимумами в диапазоне 715–720 нм от длины волны оптической накачки.

Ключевые слова: алмаз, NV-центр, фотолюминесценция, сверхлюминесценция, лазерная генерация.

Введение

NV-центры в синтетическом алмазе находят различные применения в высоких технологиях, включающих квантовую сенсорику [1, 2], квантовые вычисления [3–5], однофотонные источники [5], детектирование высокоэнергетических частиц [6], биотехнологии [7] и др. Недавно нами впервые была продемонстрирована генерация лазерного излучения на NV-центрах в алмазе в отрицательном зарядовом состоянии при наносекундной оптической накачке [8]. Генерация имела место быть в широком контуре усиления ~ 20 нс с максимумом на 720 нм, т.е. на длинноволновом плече фоновой крыла фотолюминесценции.

Для увеличения эффективности и энергии в импульсе алмазных NV-лазеров необходимо подробно изучить примесно-дефектный состав лазерных элементов, для того чтобы выявить факторы, ограничивающие эффективность генерации. Исследование сверхлюминесценции (усиленного спонтанного излучения) в алмазных NV-лазерных кристаллах является одним из способов изучения подпороговых явлений, в том числе трансформации зарядовых состояний NV-центров, потерь на самопоглощение и других эффектов, влияющих на усиление [9].

В настоящей работе мы демонстрируем, что длина волны и контур сверхлюминесценции NV⁻-центров в алмазных лазерных элементах не зависят от длины волны оптической накачки в диапазоне 532–575 нм.

Методы и материалы

В работе исследовались алмазные кристаллы, выращенные методом температурного градиента в условиях высокого давления и высокой температуры (ВДВТ). Исследуемые образцы имели форму плоскопараллельных пластин разной толщины. Характеристики исследуемых образцов представлены в таблице.

Характеристики исследуемых образцов алмаза

Обозначение образца	Размеры, мм	Зарядовое состояние
C93	2.19 × 1.98 × 0.5	NV ⁻
C43	3.79 × 3.34 × 0.25	NV ⁻

* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FSWM-2020-0048.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>