Времена электронной спиновой релаксации в эпитаксиальных слоях InGaAs

Кузнецова М.С., Евдокимов А.Е., Петров М.Ю.

Лаборатория Оптики спина, Санкт-Петербургский государственный университет, 198504, Санкт-Петербург, Петергоф, ул. ульяновская д.1

DOI 10.34077/Semicond2019-296

В полупроводниках поглощение циркулярно поляризованного света приводит к образованию спин-ориентированных фотоэлектронов. За счет сильного сверхтонкого взаимодействия электронных спинов со спинами ядер кристаллической решетки, ядерная спиновая система становится поляризованной [1].

Классическим методом исследования электронно-ядерной спиновой динамики является изучение деполяризации спина электрона в поперечном магнитном поле (эффект Ханле). В этой работе мы изучаем эффект Ханле в образцах с объемными эпитаксиальными слоями InGaAs легированными Si с разной концентрацией примесей: $n = 5 \cdot 10^{14}$ для образца T777, $n = 10^{15}$ для

образца T776 и $n = 10^{16}$ для образца T769. В изучаемых образцах наблюдается высокая степень поляризации фотолюминесценции, вплоть до $\rho = 15\%$ (примерно в 3 раза больше, чем в объемных образцах GaAs:Si [2]). Измеренные кривые Ханле с непрерывным возбуждением имеют выраженную W-структуру, что указывает на сильное электрон-ядерное взаимодействие, а центральные пики этих кривых имеют рекордно узкую ширину. На Рисунке 1 представлены результаты обработки экспериментальных данных, получены времена электронной спиновой релаксации для трех исследуемых образцов. Для T777 $\tau_s = 11$ ns, для T776 $\tau_s = 67$ ns и для T769 $\tau_s = 164$ ns. Последнее значение хорошо согласуется с временем электронной спиновой

Рис.1. – Зависимость времени электронной спиновой релаксации от концентрации доноров для трех исследуемых структур. На вставке представлена мощностная зависимость полуширин кривых Ханле.

релаксации, полученным для объемного GaAs [3].

Из анализа экспериментальных данных по измерению кривых Ханле в зависимости от мощности накачки, нам удалось получить значения поля Найта для двух изучаемых образцов. Для образца T777 $B_e = 2.5$ mT и для T776 $B_e = 2$ mT для мощности накачки 5mW.

Результаты работы позволили получить важную информацию об электронно-ядерной спиновой системе и заключить, что исследуемые образцы являются многообещающими объектами для изучения электронно-ядерных спиновых эффектов и создания магнитоупорядоченной ядерной спиновой системы.

[1] D. Paget et al. Physical review B, vol. 15, num. 12, 15 June 1977.

[2] P. S. Sokolov, et al, Physical Review B 96, 205205 (2017).

[3] R. I. Dzhiyev, K. V. Kavokin, V. L. Korenev, M. V. Lazarev, B. Ya. Meltser, M. N. Stepanova, B. P. Zakharchenya, D. Gammon, and D. S. Katzer, Physical review B 66, 245204, 2002.