

Взаимодействие волн пространственного заряда с магнитным полем в GaAs:Cr и InP:Fe

Д. В. Петров¹, И. В. Плешаков²

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

¹тел: +7(911) 939-11-98, эл. почта: dmitry0000@mail.ru

²эл. почта: ivanple@yandex.ru

В настоящем докладе представлены результаты серии работ по исследованию взаимодействия волн пространственного заряда (ВПЗ) с магнитным полем в GaAs:Cr и InP:Fe. Показано, что эти взаимодействия во многих случаях приводят к значительным по величине изменениям (порядка 100% на 1 Тесла) сигнала ВПЗ, и в зависимости от геометрии эксперимента эти изменения могут быть либо квадратичными, либо линейными по приложенному магнитному полю. Также, случае GaAs:Cr, наличие отрицательной дифференциальной проводимости приводит к значительному усилению ВПЗ, по сравнению с образцом InP:Fe, где происходит затухание сигнала за счет магнетосопротивления образца.

Описание работы

ВПЗ хорошо известны по исследованиям в кристаллах со структурой силленитов, однако существует совсем немного работ, связанных с исследованиями ВПЗ в классических полупроводниках (например InP:Fe[1]). Также существует всего несколько работ, связанных с записью голограмм в присутствии магнитного поля (например, [2]) и с взаимодействием неравновесных фотоЭДС с магнитным полем [3]. Исходя из этого, не так давно мы начали изучение магнитных явлений в GaAs:Cr и InP:Fe связанных с ВПЗ и обнаружили ряд значительных по величине эффектов, в которых приложенное магнитное поле может вызывать либо квадратичные, либо линейные изменения сигнала ВПЗ — в зависимости от направления векторов электрического, магнитного полей и нормали к поверхности образца. Также на характер взаимодействия влияет и материал, из которого изготовлен образец: в InP:Fe, при геометрии, обеспечивающей квадратичный по магнитному полю эффект (вектор магнитного поля перпендикулярен поверхности образца), наблюдается ослабление сигнала на величину, соответствующую магнетосопротивлению кристалла (~5%), в то время как в GaAs:Cr, в той же геометрии происходит усиление сигнала на 25%-30% при поле 0.8 Т, что связано с наличием области отрицательной дифференциальной проводимости в ВАХ GaAs при сравнительно низких электрических полях. При геометрии, соответствующей линейному эффекту (вектор магнитного поля параллелен поверхности образца) изменения сигнала ВПЗ достигают 50%-100% при приложении 0.5 Т. Такое сильное влияние магнитного поля на ВПЗ происходит из-за значительной неоднородности параметров вглубь кристалла и отклонения траектории носителей заряда за счет силы Лоренца. Для проведения экспериментов была использована установка для возбуждения и детектирования ВПЗ в присутствии магнитного поля,

описанная в [4]. Величина электрического поля составляла 0.5-5 кВ, магнитного поля — 0-0.8 Т, освещенность поверхности образца — 1-5 мВт/см², контраст колеблющейся интерференционной картины — $m = 0.5$, частота фазовой модуляции сигнального луча — $\Omega = 10$ Гц-100 кГц.

Представленные результаты говорят о существенном влиянии магнитного поля на ВПЗ, а также о значении геометрии эксперимента в этих взаимодействиях. И хотя на данный момент существует только качественное объяснение этих эффектов, не вызывает сомнения, что дальнейшие исследования, как теоретические, так и экспериментальные, приведут к новым интересным результатам.

Литература

1. M. P. Petrov, V. V. Bryksin, C. E. Rueter, F. Rahe, A. Emgrunt, M. Imlau, and E. Kraetzig, Phys. Rev. B 69, 24120(R) (2004). 24120(R) (2004).
2. C. Dam-Hansen, P. M. Johansen, P. M. Petersen, and V. M. Fridkin, Phys. Rev. B 52, R13098 (1995).
3. S. L. Sochava, K. Buse, and E. Kraetzig, Phys. Rev. B 51, 4684 (1995).
4. Petrov, M. P. et al. Interactions of optically generated space-charge waves with magnetic fields in semiinsulating InP:Fe single crystals. Phys. Rev. B 76, 033202 (2007).