Молекулярные состояния и локализация композитных фермионов в нулевом внешнем магнитном поле

Минтаиров А. М.

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, 194021, Санкт Петербург, ул. Политехническая 26

DOI 10.34077/Semicond2019-230

Методы топологических квантовых вычислений (ТКВ) предполагают использование специфических квазичастиц – не Абелевых энонов (НАЭ), представляющих из себя вихри в сверхпроводнике р-типа, имеющих не Абелеву квантовую статистику. Физическая реализация ТКВ подразумевает использование твердотельных систем, имеющих набор локализованных НАЭ в сочетании с «пинцетом» для выполнения их перестановки и склеивания и фазовым детектором. Система ТКВ, наиболее интенсивно исследуемая на сегодняшний день, представляет собой полупроводниковую структуру с двумерным электронным газом в сильном перпендикулярном внешнем магнитном поле, в которой НАЭ формируются в состоянии $5/2$ дробного квантового Холла (ДКХ) и представлены парой квантованных вихрей (композитными фермионами - КФ) во втором уровне Ландау. В этой системе, которая использует краевые токи КФ и фазовую интерферометрию Аронова-Бома, внутреннее разупорядочение размывает локализацию не Абелевых КФ в области до половины микрона, что препятствует точной перестановке и склеиванию. В настоящей работе мы представляем новую полупроводниковую систему для ТКВ, основанную на самоорганизующихся квантовых точках $\text{In}(\text{Ga})\text{P}/\text{GaInP}$, имеющих несколько электронов, т.е. электронных лужах, которые имеют размер ~ 150 нм и радиус Вигнера-Зейтца до 5. Кроме того, из-за спонтанного упорядочения атомов Ga-In, в этих лужах создается встроенное пьезо-электрическое поле, которое вызывает спиновое расщепление Рашбы и генерирует встроенное магнитное поле, создавая лужи квантового Холла (ЛКХ) в отсутствие внешнего магнитного поля. Мы использовали криомагнитную сканирующую фотолуминесценцию ближнего поля с высоким пространственным разрешением для демонстрации состояний ДКХ и образования молекул КФ в этих ЛКХ. Наши результаты демонстрируют локализацию КФ в области ~ 50 нм при нулевом внешнем магнитном поле и открывают пути для создания топологических квантовых затворов без магнитного поля.