Формирование экситон-поляритонного конденсата в полупроводниковых микрорезонаторах в отсутствие экситонного резервуара

Деменев А.А., Кулаковский В.Д.

ИФТТ РАН, 142432 Черноголовка Московская область, Россия

DOI 10.34077/Semicond2019-394

Одной из наиболее важных характеристик бозе-эйнштейновского конденсата является пространственная когерентность - свойство системы иметь одну и ту же волновую функцию в разных точках, разделенных расстоянием, превышающим тепловую длину волны де Бройля. Для понимания процессов, управляющих конденсацией Бозе-Эйнштейна, важно знать, как быстро устанавливается когерентность во всей системе во время образования конденсата. В теоретических работах [1,2] было показано, что процесс конденсации частиц имеет три стадии: релаксация частиц низкоэнергетическую или так называемую когерентную область, где кинетическая энергия частицы имеет порядок ее энергии взаимодействия с другими частицами, формирование “квазиконденсата” (сглаживание колебаний плотности) и “истинного конденсата” (установление в системе частиц дальнего порядка). Экспериментально динамика формирования пространственной когерентности впервые была исследована для газа ультрахолодных атомов в работе, [3] где было обнаружено, что когерентная область расширяется с постоянной скоростью около 0,1 мм/с.

В исследованиях системы экситонных поляритонов (ЭП) в GaAs микрорезонаторах (МР) при межзонном возбуждении, когда ЭП конденсат формируется благодаря стимулированному рассеянию экситонов из фотовозбужденного экситонного резервуара на дно ЭП ветки, было найдено, что пространственная когерентность формирующегося конденсата распространяется со скоростью около $5 \cdot 10^7$ см/с. При этом взаимодействие конденсата с экситонным резервуаром ведет к частичной декогерентности конденсата, максимальная длина когерентности находится при плотностях возбуждения, превышающих пороговую не более, чем в 1.5-2 раза и лежит в пределах 20 мкм.

В этой работе исследовано формирование пространственной когерентности в ЭП системе при резонансном возбуждении ЭП некогерентными пс импульсами в широкой области квазиимпульсов без возбуждения экситонного резервуара. Исследована ЭП система в 2λ GaAs/AlGaAs МР с 4 наборами из 3 $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{As}$ квантовых ям толщиной 10 нм. Добротность МР $Q > 10^4$, расщепление Раби – 7.5 мэВ. ЭП возбуждались сходящимся лазерным лучом с большой апертурой ($\sim 26^\circ$) выше дна ЭП ветки E_{LP} на 0.7 мэВ. Пространственная корреляционная функция 1-го порядка $g^{(1)}(\Delta x, \Delta t=0)$ находилась из анализа интерференции излучения ЭП из разных точек на образце.

Найдено, что при $T=2$ К нарастание когерентности в ЭП системе в отсутствие экситонного резервуара происходит крайне медленно: даже на временах ~ 250 пс: величина $g^{(1)}(\Delta x) < 0.2$ уже при $\Delta x = 2.5$ мкм. При повышении T выше 30 К происходит существенное ускорение установления когерентности: длина когерентности 5 мкм достигается на временах ~ 100 пс. Ускорение релаксации ЭП в когерентную область с ростом температуры ускорением установления теплового равновесия в системе ЭП благодаря включению механизма некогерентного рассеяния ЭП на фононах.

Работа выполнена в рамках госзадания ИФТТ РАН с финансовой поддержкой Программы Президиума РАН «Актуальные проблемы физики низких температур»

[1] Yu.M. Kagan, B.V. Svistunov, and G.V. Shlyapnikov, *Sov. Phys. JETP*, **75**, 387 (1992).

[2] Yu. Kagan and B.V. Svistunov, *Sov. Phys. JETP*, **78**, 187 (1994).

[3] S. Ritter, et al, *Phys. Rev. Lett.*, **98**, 090402 (2007).

[4] V. V. Belykh, et al, *Phys. Rev. Lett.*, **110**, 137402 (2013).