Оптическая ориентация и выстраивание ионов марганца в A_2B_6 полупроводниках в условиях сильного эффекта Яна-Теллера

Барышников К.А.

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

DOI 10.34077/Semicond2019-316

В работе [1] исследовались оптическая ориентация и оптическое выстраивание ионов марганца в полумагнитном полупроводнике $Cd_{0.64}Mn_{0.36}Te$ в режиме спинового стекла при температурах ниже 8 К, и было показано, что энергетический спектр фотолюминесценции (ФЛ) обладает большой шириной (порядка 200 мэВ) и большим стоксовым сдвигом (так же порядка 200 мэВ) относительно линии резонансного возбуждения иона марганца. При этом наблюдаемая степень поляризации ФЛ при возбуждении как циркулярным, так и линейно-поляризованным светом значительно отличалась от значений, которые были рассчитаны в приближении сферически-симметричных возбужденных состояний иона Mn, отвечающих полным моментам $J' = 3/2$ и $J' = 5/2$ [1].

В данной работе анализируются внутрицентровые оптические переходы в ионе марганца с учетом сильного эффекта Яна-Теллера (ЭЯТ), вызванного взаимодействием носителей заряда в возбужденном состоянии марганца с локальными тетрагональными искажениями решетки A_2B_6 кристалла. Показано, что учет ЭЯТ дает объяснение как спектральным особенностям ФЛ марганца в таких кристаллах, так и поляризационным свойствам ФЛ этих примесей. Разработан алгоритм расчета матричных элементов оптического перехода под действием электромагнитных волн разной поляризации из пятикратно вырожденного основного состояния 6A_1 в 12-кратно вырожденное первое возбужденное состояние 4T_1 . В основе метода расчета матричных элементов лежит идея проекции 12 состояний 4T_1 на 12 сферически-симметричных состояний, отвечающих полным моментам импульса $J' = 1/2, 3/2, 5/2$, после чего применяются результаты теоремы Вигнера-Экарта [1,2]. ЭЯТ связан только с орбитальной частью волновых функций возбужденного состояния, имеющей симметрию T_1 , которой можно приписать эффективный орбитальный момент $L=1$. После расчета матрицы плотности возбужденного состояния, сгенерированной оптическими переходами под действием света данной поляризации, учет ЭЯТ сводится к подавлению недиагональных компонент матрицы плотности, отвечающим собственным состояниям эффективного орбитального момента $L=1$. Произведена оценка параметров матричных элементов оптических переходов в возбужденное состояние марганца. При данных параметрах переходов и учете ЭЯТ теоретически предсказано возникновение ФЛ, связанной с оптической ориентацией Mn, в сильном магнитном поле в случае коротких времен спиновой релаксации возбужденного состояния марганца, при которых в нулевом магнитном поле оптическая ориентация не наблюдается.

Представленное исследование поддержано грантом РФФИ № 18-72-00115.

[1] K.A. Baryshnikov et al., *Phys. Rev. B*, **92**, 205202 (2015).

[2] L.D. Landau and E.M. Lifshitz, *Quantum Mechanics: Non-relativistic Theory, Course of Theoretical Physics Vol. 3*, Pergamon Press, Oxford (1977).