

ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА $PbTe(Mn,V)$ В ПЕРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Добровольский Александр Александрович¹⁾, Артамкин Алексей Игоревич²⁾

¹⁾аспирант, ²⁾физик

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

¹⁾E-mail: dobrovolskyalex@inbox.ru

Твердые растворы на основе теллурида свинца – теллурида марганца относятся к классу полумагнитных полупроводников с варьруемой шириной запрещенной зоны E_g . Легирование $Pb_{1-x}Mn_xTe$ позволяет не только изменять концентрацию носителей заряда и тип проводимости, но и получать материал с качественно новыми свойствами, к которым относятся стабилизация положения уровня Ферми, задержанная фотопроводимость, гигантское отрицательное магнетосопротивление. В настоящей работе исследованы твердые растворы $Pb_{1-x}Mn_xTe$ легированные ванадием.

Монокристаллические образцы синтезированы методом Бриджмена. Содержание марганца и ванадия определялось с помощью рентгеноструктурного анализа и пламенного атомно-эмиссионного метода. В исследуемых образцах $Pb_{1-x}Mn_xTe(V)$ содержание марганца монотонно изменялось вдоль оси роста в диапазоне от 4.7 mol.% до 8.6 mol.%, а содержание ванадия варьировалось от 0.05 mol.% до 0.48 mol.%.

Температурные зависимости магнитной восприимчивости образцов подчиняются закону Кюри-Вейсса, причем температуры Кюри - отрицательные (порядка $-2 \div -5$ К), что соответствует слабому антиферромагнитному взаимодействию между магнитными ионами. Из измерения температурной зависимости магнитной восприимчивости была получена концентрация марганца, которая совпала с точностью 10% с данными, полученными пламенным атомно-эмиссионным методом. Следовательно, в исследуемых образцах марганец не кластеризуется, а полностью входит в кристаллическую решетку.

Ранее было показано, что температурные зависимости сопротивления, измеренного при постоянном токе, для всех образцов имеют активационную зависимость при $T > 70$ К. Энергия активации, вычисленная по формуле $\rho = \rho_0 \exp(E_A/kT)$, составляет ~ 100 мэВ. Полученные значения энергий активаций носителей заряда меньше ширины запрещенной зоны, из чего можно заключить, что активация носителей происходит с примесного уровня ванадия. Задержанная фотопроводимость в образцах не обнаружена.

Были проведены исследования частотных и температурных зависимостей импеданса твердых растворов $Pb_{1-x}Mn_xTe(V)$ в частотном диапазоне 20 Гц–1 МГц при температурах от 4.2 К до 300 К. Анализ данных, полученных при измерениях на переменном токе, проведен в рамках представлений эквивалентных схем. Показано, что импеданс спектр образцов представляет собой единичную полуокружность, что соответствует эквивалентной схеме параллельного RC-контура. Из температурных зависимостей действительной и мнимой частей импеданса были рассчитаны значения сопротивления R и ёмкости C . Полученная частотная зависимость сопротивления R при высоких частотах хорошо аппроксимируется функцией $R \sim f^s$. Такая степенная зависимость сопротивления от частоты обычно характерна для прыжковой проводимости. Изменение значения s по-видимому связано с изменением концентрации ванадия в образцах и может являться следствием того, что прыжковая проводимость связана с уширенным уровнем ванадия. Из частотных зависимостей ёмкости C видно, что с понижением частоты ёмкость увеличивается. Наиболее вероятной причиной увеличения ёмкости при низких частотах могут быть процессы, связанные с перезарядкой примесных центров.

Обсуждаются возможные механизмы обнаруженных эффектов.