# ВЛИЯНИЕ СВОБОДНЫХ НОСИТЕЛЕЙ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА PB0,97GE0,03TE (GA)

Барышников А.С., , Ланкин С.В.

*Благовещенский государственный педагогический университет*

Сегнетоэлектрики-полупроводники являются соединениями, в которых наиболее сильно проявляется влияние электронных параметров на сегнетоэлек-трические свойства и сегнетоэлектрических на электронные. Для исследования диэлектрических свойств вблизи фазового перехода наиболее перспективны твердые растворы Pb1-xGexTe, в которых изменением состава можно плавно смещать фазовый переход. В [1,2] было показано, что легирование Pb1-xGexTe галлием приводит к возникновению глубокого примесного уровня ян-теллеровского типа, расположенного примерно на 70 мэВ ниже дна зоны про-водимости, и к стабилизации уровня Ферми в запрещенной зоне. Последнее приводит к значительному падению проводимости в области низких темпера-тур.

Наличие низкой проводимости и высоких значений диэлектрической проницаемости вблизи фазового перехода в образцах с малой концентрацией свободных носителей (порядка десять в тринадцатой степени на сантиметр ку-бический) позволяет определять диэлектрическую проницаемость непосредст-венно из ёмкости образца. Целью данной работы являлось исследование влия-ния свободных носителей на диэлектрические свойства Pb1-xGexTe.

В эксперименте использовались поликристаллические составы Pb0,97Ge0,03Te (Ga) с содержанием Ga 1 ат%. Измерения проводились при мед-ленном отогреве образца после охлаждения до 77К. Температура фиксирова-лась медь-константановой термопарой, вторая (опорная) термопара находилась при температуре тающего льда. Точность измерения температуры составляла ~ 0.5 К. Для измерения электрических параметров образцов использовались циф-ровые измерители импеданса: на частотах 1 – 100 KHz – LCR-819 и на частоте 1 MHz – E7-12.

В эксперименте с помощью измерителя импеданса определялись емкость образца и проводимость на заданной частоте. Дополнительно производилось измерение проводимости на постоянном токе. Предполагая, что электронная составляющая проводимости не зависит от частоты, можно получить формулу для нахождения мнимой части диэлектрической проницаемости, обусловлен-ной поляризационной составляющей.

Как показали исследования, увеличение концентрации свободных носителей приводит к уменьшению действительной части и увеличению мнимой части диэлектрической проницаемости, а также к снижению температуры сегнето-электрического фазового перехода. Поляризационные потери в Pb0.97Ge0.03Te (Ga) больше, чем у классических сегнетоэлектриков с фазовым переходом пер-вого рода, и увеличиваются с ростом концентрации носителей. Причина, по-видимому, заключается в том, что в гетерополярном полупроводнике оптиче-ские колебания решетки, сопровождающиеся колебаниями дипольного момен-та, могут приводить к взаимодействию электронов проводимости с оптически-ми фононами.

Вследствие этого, во-первых, понижается подвижность свободных носи-телей вблизи фазового перехода. Во-вторых, в уравнении движения для ионов появляется дополнительная сила «трения», пропорциональная концентрации свободных носителей заряда n. Последнее делает существенным эффект влия-ния свободных электронов на частоту мягкой моды [3], который, в свою оче-редь, влечёт за собой сдвиг температуры фазового перехода, изменение дейст-вительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости и, соответствен-но, тангенса диэлектрических потерь.

1. Бушмарина Г.С., Грузинов Б.Ф., Драбкин И.А., Лев Е.Я., Нельсон И. В. //ФТП. 1977. Т.11. №10. С.1874.
2. Скипетров Е.П., Зверева Е.А., Белоусов В.В., Скипетрова Л.А., Слынько Е.И. // ФТП. 2000. Т.34. №. 8. С.932.
3. Фридкин В.М. Сегнетоэлектрики-полупроводники. - М: Наука, 1976. – 408с.