Акустические фононы в сверхрешётках SiGeSn

Аникин К.В.¹, Тимофеев В.А.¹, Solonenko D.², Никифоров А.И.¹, Милёхин А.Г.^{1,2},
Zahn D.R.T.³

¹ Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН
пр. Акад. Лаврентьева, 13, Новосибирск, 630090, Россия

² Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090, Россия

³ Chemnitz University of Technology, Semiconductor Physics, D-09107 Chemnitz, Germany

DOI 10.34077/Semicond2019-154

В настоящей работе спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС) была применена для изучения фононного спектра периодической наноструктур GeSiSn/ Si с концентрацией Sn, изменяющейся в диапазоне от 0 до 20%. Традиционно частоты мод оптических фононов используются для определения концентрации твердых растворов. Однако, слабое изменение частот оптических фононных мод с содержанием Sn в SiGeSn препятствует определению содержания Sn, основываясь только на поведении оптических фононов. В акустической области мы наблюдаем дублеты свернутых акустических фононов, спектральные положения которых претерпевают низкочастотный сдвиг с увеличением содержания Sn. Применение модели упругого континуума в приближении линейной зависимости скорости звука от содержания Sn в слоях GeSiSn противоречит экспериментальным результатам. Это указывает на нелинейную концентрационную зависимость скорости звука в слоях GeSiSn от Sn, данные о которой отсутствуют в литературе. Используя модель упругого континуума нами были определены скорости звука GeSiSn / Si с концентрацией Sn в диапазоне от 0 до 20%, величины которых хорошо описывают наблюдаемое положение частот свернутых акустических фононов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 18-02-00615_a и 19-52-12041 NNIO_a), Фонда Volkswagen, и государственного задания (№ 0306- 2016-0017), а также Министерства образования и науки Российской Федерации.

а)

б)

Рис.1 а) Спектры КРС структур SiGeSn/Si с концентрацией Sn 3.5, 6, 1, 14 и 20%. б) Рассчитанные скорости звука в GeSiSn в зависимости от концентрации Sn.