

УДК: 535.375.54

**РАМАНОВСКОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА ЭВТЕКТИЧЕСКОГО
КОМПОЗИТА InSb-FeSb**

**И.Х.МАМЕДОВ, Д.Г.АРАСЛЫ*, З.А.ДЖАХАНГИРЛИ*, Р.Н.РАГИМОВ*,
А.А.ХАЛИЛОВА***

Национальная Академия Авиации Азербайджана

AZ 1045, Баку, пр.Маршала, 30

*Институт Физики НАН Азербайджан**

AZ 1143, Баку, пр.Г.Джавида, 131

rashadrahim48@gmail.com

Получена: 14.01.2021

Принята к печати: 25.02.2021

РЕФЕРАТ

Исследовано комбинационное рассеяние света массивных образцов и пленок эвтектического композита InSb-FeSb при 300К. Показано, что смещение TO и LO мод в композите по сравнению с их значениями в InSb обусловлено наличием напряжения на границе матрица-включение и вкладом рассеяния на поверхностных фонах. Наблюдаемое увеличение интенсивности мод в спектре пленки связано с высокой концентрацией включений на ее поверхности.

Ключевые слова: эвтектический композит, межфазные зоны, комбинационное рассеяние света, TO и LO-моды.

ВВЕДЕНИЕ

Полупроводниковые соединения InSb и GaSb при определенных концентрациях 3d-переходных элементов и режимах направленной кристаллизации образуют эвтектические композиты, состоящие из полупроводниковой матрицы и магнитного включения в виде параллельно ориентированных игл, размеры и плотность которых можно регулировать изменением условий кристаллизации, легирования, гравитации, магнитного поля и другими внешними воздействиями [1]. Несмотря на значительное число выполненных работ [2-7], в настоящее время нет полной ясности о межфазных взаимодействиях. Известно, что матрица имеет высокую подвижность и малую концентрацию электронов, а включение, наоборот, малую подвижность и высокую концентрацию. При образовании эвтектики между атомами фаз происходит перераспределение плотности заряда. С другой стороны, кристаллические структуры фаз разные: матрица обладает структурой цинковой обманки, а вклю-

чение -гексагональной кристаллической структурой. В процессе кристаллизации эвтектики на границе фаз возникают значительные механические напряжения, в результате чего кристаллические решетки в местах сопряжения фаз претерпевают искажение. В тоже время, деформация кристаллической решетки создает дислокации, на которых возможно накопление атомов примесей [8]. По теории возникновение дислокации может занести энергию деформации на межфазной границе [9]. В работе [10] из модели дислокации в этих эвтектиках определена энергия межфазной границы. Вследствие этих изменений на границе фаз (структурная реконструкция, возникновение дислокации, перераспределение электронных плотностей и т.д.) вокруг включения формируется оболочка-межфазная зона. Наличие межфазной зоны создает напряжение, которое оказывает существенное влияние на физические свойства композита. Однако учет этого влияния в расчетах сопряжен, в основном, с трудностью выбора потенциалов взаимодействия фаз на границе. В настоящее время изучению межфазных

взаимодействий в композитах типа полупроводник-ферромагнит уделяется особое внимание, создаются модели в рамках существующих теорий [11,12]. Влияние межфазной зоны на кинетические эффекты: электропроводность, термоэдс, теплопроводность, температуропроводность в эвтектических композитах на основе InSb и GaSb учтены нами в работах [13-15] в рамках теории эффективной среды. Показано, что многие особенности явлений переноса заряда и тепла в этих композитах обусловлены межфазной границей. Представляет интерес влияние сильной неоднородности межфазной границы на динамику решетки в этих композитах. Наличие деформации решетки приводит к изменению колебательного спектра кристалла. В этом отношении микроспектроскопия КРС является эффективным методом определения неоднородности и дает возможность судить о локальных механических напряжениях в образце.

В данной работе изучены Рамановский спектр (РС) массивных образцов эвтектического композита InSb-FeSb и их пленок.

ЭКСПЕРИМЕНТ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемая эвтектика получена сплавлением InSb с 0,65 мас% FeSb вертикальным методом Бриджмена со скоростью передвижения фронта кристаллизации 6см/ч при строгом выполнении перпендикулярности фронта кристаллизации к направлению вытяжки. Металлографический анализ, проведенный на микроскопе МИМ-8, показал, что фаза FeSb в полупроводниковой матрице InSb распределена почти равномерно и сформирована в виде параллельно ориентированных игл с диаметром 0,5мкм, длиной 20-100мкм и плотностью на единицу площади $2,2 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2}$. Полученный кристалл имел электронный тип проводимости с концентрацией $4,4 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$ при комнатной температуре.

Пленки InSb-FeSb были получены методом многеного испарения [16] из синтезированного эвтектического композита. Сравнение рентгеновских дифрактограмм пленок и объемных образцов, приведенных в [17], подтвер-

ждает идентичность их составов и двухфазность.

Измерения спектров комбинационного рассеяния света КРС в образцах были проведены на конфокальном микроспектрометре Nanofinder 30 (Tokyo Instruments, Japan) при длине волны возбуждения 532нм в геометрии обратного рассеяния. Приемником рассеянного излучения служил охлажденный жидким азотом ССД детектор. Мощность лазерного луча была 8мВт. Спектральное разрешение составляло $0,5 \text{ см}^{-1}$.

На Рис.1а приведен спектр КРС объемного образца InSb-FeSb при комнатной температуре. Спектры колебательного рассеяния зависят от места измерения. В эксперименте диаметр возбуждающего лазерного луча 5мкм, глубина проникновения 15-20нм, поэтому сигнал записывается с этого объема, который состоит из полупроводниковой матрицы InSb, включения FeSb и межфазной зоны на границе фаз. Сосуществование этих фаз и микроструктур приводит к сложностям в интерпретации полученных результатов. Следует отметить, что в литературе имеется много работ по исследованию КРС как моно- и поликристаллов InSb [18-21], так и его квантовых точек в различных матрицах [19,21-26]. Известно, что InSb кристаллизуется в структуре цинковой обманки с простративной группой симметрии $T_d^2(F-43m)$ и содержит в примитивной ячейке две формульные единицы. Фононный спектр состоит из 6 колебательных мод, из которых три акустические и 3 оптические моды. Нормальные моды в центре зоны Бриллюэна ($k=0$) описываются неприводимыми представлениями: $\Gamma=2T_d$. Спектр КРС соединения InSb, как и других полупроводников со структурой цинковой обманки, в центре зоны Бриллюэна состоит из продольных (LO) и поперечных (TO) оптических фононов. Так как элементарная ячейка InSb не имеет центра инверсии, правило альтернативного запрета снимается, и в спектре КРС могут проявляться и ИК активные моды. В монокристалле InSb разрешено рассеяние LO-фононов в $1/00$, а TO-фононов в $1/10$ ориентации. В ориентации $1/11$ возможно присутствие LO- и TO- мод. Отношение ин-

тенсивностей пиков LO- и TO-фононов является показателем степени ионности кристалла. В спектре КРС кристаллического InSb при комнатной температуре поперечные и продольные моды наблюдаются на частотах $179,8 \text{ см}^{-1}$ и 190 см^{-1} [19-21].

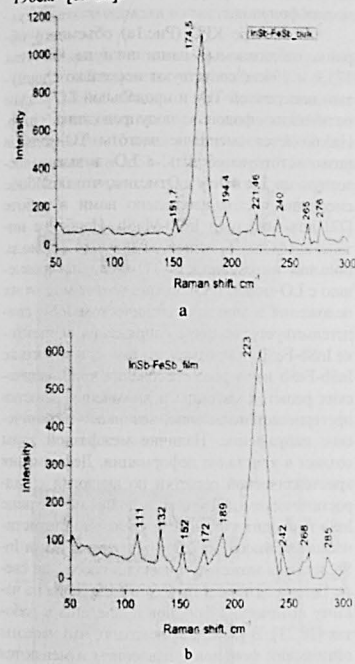


Рис.1

Спектры комбинационного рассеяния света: а) объемного; и б) тонкой пленки эвтектического композита InSb-FeSb.

Аналогичные частоты были получены и в работах [18]. В работе [19] при механическом и лазерном нарушении поверхности полупроводника InSb с ориентацией $1/00$ в КРС кроме разрешенных LO-фононов (191 см^{-1}) обнаружено появление пиков запрещенных TO-фононов (182 см^{-1}). Авторы эти изменения в спектре свя-

зывают со структурным беспорядком, вызванным термическим и механическим воздействием. Кроме того, показано, что термическое воздействие в InSb приводит к появлению атомов сурьмы на поверхности.

Результаты изучения оптических фононов квантовых точек InSb, синтезированных различными методами и в разных матрицах методом КРС, приведены в работах [19,21-26]. Квантовые точки InSb на подложке InP изучены в работе [21]. Авторами в спектрах КРС наблюдались поперечные и продольные моды на частотах 181 и 192 см^{-1} , соответственно. Показано, что смещение этих частот по сравнению с частотами TO- и LO-мод в кристаллах InSb в области высоких частот обусловлено наличием одноосных и гидростатических напряжений. Однако при закрытии квантовых точек слоем InP в спектре наблюдался только LO-фононный пик на частоте 195 см^{-1} . Отсутствие TO-моды авторы связывают с остаточной деформацией в слое InP. Однако, в работе [26] в спектре нанокристаллитов в матрице SiO_2 наблюдался только один широкий пик на частоте 180 см^{-1} , идентифицированный как суперпозиция TO- и LO-фононов в InSb. Пик, доминирующий в спектре КРС для нанокристаллов InSb в матрице SiO_2 , соответствует моде поперечного оптического фонона в кристаллическом InSb, а пик LO-фононов меньшей интенсивности наблюдается при 188 см^{-1} и связывается с уменьшением длины связи In-Sb в квантовой точке InSb. В работе [23] исследованы спектры КРС пленок SiO_2 содержащих сферические нанокристаллы InSb, полученные методом ионно-лучевого синтеза с последующим отжигом при $T=800-1000^\circ\text{C}$. В спектре КРС TO- и LO-фононные моды нанокристаллов InSb обнаружены на частотах 187 и 195 см^{-1} , соответственно. Анализ влияния квантово-размерного эффекта, механических напряжений, частоты поверхностного фонона, а также рассеяния на частоте Фрелиха показал, что частота 195 см^{-1} соответствует LO-фонону нанокристаллов, гидростатически сжатых в матрице SiO_2 , а мода 187 см^{-1} - резонансу на частоте Фрелиха. В [24] проведен сравнительный анализ свойств локализованных оптических фо-

ионов в нанокристаллах InSb, ионно-ситтези- рованных в решетке кремния, а также в плен- ках оксида кремния, полученного методом ионно-лучевого синтеза и магнетронного распыления. В спектре КРС нанокристаллов InSb, ионно-ситтези- рованных в кремний, наблюдалась только LO-мода на частоте 189см^{-1} ; в ион- но-ситтези- рованных в термически выращен- ных на кремнии пленках SiO₂ наблюдались обе моды TO на частоте 187см^{-1} и LO - 195см^{-1} , сильно смещенные в сторону больших значе- ний по сравнению с значениями в объемном кристалле InSb. В спектре пленок SiO₂ с на- но- кристаллами InSb, полученных методом ма- гнетронного распыления, наблюдались моды TO- и LO-фононов, сдвинутые наоборот в об- ласть низких частот относительно их положе- ния в объемном кристалле InSb. Авторы на- блюдаемые смещения объясняют напряжения- ми ангон-катионных связей. Наблюдаемое смещение LO-моды связывается с вкладом рассеяния, соответствующего резонансу Фре- лиха. В работе [27] изучены спектры КРС объ- емных образцов эвтектического композита InSb-MnSb и их тонких пленок. В спектре объ- емного образца наблюдаены TO- и LO-моды InSb на частотах $179,5$ и $192,4\text{см}^{-1}$, в спектре пленок TO-мода смещена в сторону меньших, а LO-мода - высоких энергий. Смещение мод матрицы в композите связано с наличием на- пряжений на границе между фазами.

Другая составляющая исследуемого ком- позита - это соединение FeSb. Известно, что ан- тимониды переходных металлов, в том числе FeSb, по кристаллической структуре одинако- вы, имеют структуру типа NiAs. FeSb является полиметаллическим антиферромагнетиком, об- ладает тетрагональной структурой с про- странственной группой P6₃/mmc и в элементар- ной ячейке содержит две формульные единицы, два атома Fe на 2a и два атома на 2c Вайскоп позициях. Атомы Fe координированы в триго- нально искаженном октаэдре атомов Sb. Пара- метры решетки $a=4.1$; $b=4.1$; $c=5.14$ [28]. В цен- тре зоны Бриллюэна фононный спектр опи- сывается неприводимыми представлениями:

$$\Gamma = 2A_{2u} + B_{1g} + B_{2u} + E_{2g} + E_{2u} + 2E_{1u}.$$

Оптические моды характеризуются A_{2u} , B_{1g} , B_{2u} , E_{2g} , E_{2u} , E_{1u} симметрией, и каждая E_{1g} мода дважды вырождена. Раман-активной яв- ляется мода E_{2g} . ИК-активными - A_{2u} , E_{1u} , $A_{2u} + E_{1u}$ - акустические моды. К сожалению, мы не нашли в литературе величины частот опти- ческих фононов.

В спектре КРС (Рис.1а) объемного об- раза наблюдаемые нами пики на частотах $173,9$ и 194см^{-1} соответствуют несколько сдвинутым поперечной TO- и продольной LO-модам оптических фононов полупроводника InSb. Наблюдается смещение частоты TO-моды в низкочастотную область, а LO- в высокочас- тотную на 5 и $4,4\text{см}^{-1}$. Отметим, что подобное смещение частот наблюдается нами в работе [27] для эвтектики InSb-MnSb. Наиболее ин- тенсивным пиком в спектре является TO-мода. Большая интенсивность TO-моды по сравне- нию с LO-модой и смещение частот мод от их положения в монокристаллическом InSb сви- детельствует о наличие напряжения в эвтекти- ке InSb-FeSb. Как отмечено выше, в эвтекти- ке InSb-FeSb из-за рассогласования кристалли- ческих решеток матрицы и включения решетка претерпевает искажение, возникает механиче- ское напряжение. Наличие межфазной зоны создает в кристалле деформации. Деформация кристаллической решетки по аналогии с гид- ростатическим давлением в поликристалличес- кой матрице InSb приводит к перераспределению статистиче- ского ионного заряда и изменению связи In- Sb, которая может дать вклад в рассеяние све- та. Влияние гидростатического давления на час- тоту оптических фононов приведены в работ- ах [20,23]. В [20,22,23] показано, что частоты оптических фононов с давлением изменяются почти линейно. Вклад в смещение частот опти- ческих фононов в композите InSb-FeSb мо- гут давать и поверхностные колебания меж- фазной границы. Итак, смещение мод в компо- зите по сравнению с их значениями в моно- кристалле InSb, возможно, обусловлено нали- чием деформации, созданной межфазной зо- ной на границе матрица-включение, а также вкладом рассеяния на поверхностных фононах.

Присутствие низкочастотной области спектра 109 и $151,7\text{см}^{-1}$ мод, вероятное всего,

связано с E_g и A_{1g} фононными модами кри- сталлической сурьмы, возникающими на по- верхности композита при синтезе эвтектики InSb-FeSb. Отметим, что такие моды наблюди- лись и в спектре кристаллов InSb и GaSb, и они характеризуются как моды оптических фоно- нов первого порядка в кристаллической сурь- ме [29].

Наряду с этими модами в спектре КРС (Рис.1а) обнаружены четкие пики: $221,5$, 240 , 265 и 276см^{-1} . Видимо, эти частоты связаны с колебательными модами соединения FeSb.

На Рис.1б представлен спектр КРС пленки композита InSb-FeSb толщиной 1мкм при 300K . Как видно, в спектре четко проявляется

рассеяние на продольных оптических фононах на частоте 188см^{-1} и с меньшей интенсивно- стью рассеяние поперечных оптических фоно- нов на частоте 172см^{-1} матрицы InSb. Следует отметить, что положения пиков оптических фононов в спектре пленки по сравнению с объ- емным кристаллом смещены в сторону мень- ших энергии. Наиболее интенсивный пик в спектре наблюдается при частоте 223см^{-1} . Пик частотой 223см^{-1} менее интенсивно проявляет- ся и в спектре объемного эвтектического ком- позита InSb-FeSb. Отметим, что в спектре как в объемных, так и в пленках присутствуют моды на частотах -111 и -152см^{-1} , которые связаны с рассеянием на TO- и LO-фононах сурьмы.

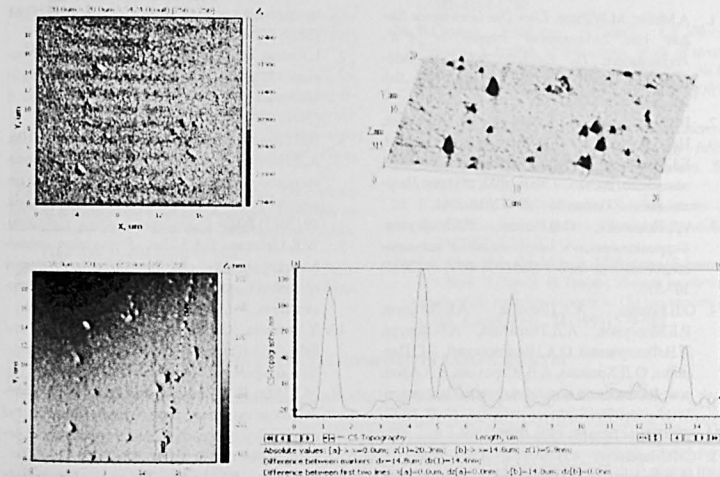


Рис.2

Топография поверхности, профиль сечения пленки композита InSb-FeSb.

Мода, наблюдаемая на частоте 223см^{-1} , видимо, является модой включения FeSb. Увеличение их интенсивности в спектре пленки, по-видимому, связано с топологией поверхно- сти пленки эвтектического композита InSb-

FeSb. В работе [17] высокоразрешающей элек- тронной микроскопией определены микро- структура и элементный состав полученного flash-методом пленки InSb-FeSb и установлено, что на поверхности пленки равномерно

распределены мелкие и большие образования круглой формы, состав которых отличается в пределах 5-10%. АСМ исследования показали, что на поверхности этих пленок просматриваются 2 типа структурных образований округлой формы в поперечнике с средней высотой 0,6-0,8 мкм и 0,3-0,4 мкм, кроме того, присутствуют и значительно меньшие образования с высокой поверхностной контрастностью, размер которых 0,05-0,15 мкм в поперечнике и высота не превышает 70 нм. Данные об удельной концентрации поверхностных элементов определены в процессе микроскопии и наглядно видны на Рис.2. По-видимому, увеличение ин-

тенсивности пика на частоте 223 см⁻¹ связано с высокой концентрацией включений FeSb на поверхности пленки.

Таким образом, смещение TO- и LO-мод InSb в эвтектическом композите InSb-FeSb по сравнению с их значениями в монокристалле, возможно, связано с наличием напряжения на границе матрица-включение, а также вкладом рассеяния на поверхностных фонах. По-видимому, при этом определенную роль играет размер и форма включения. Увеличение интенсивности моды в спектре пленки FeSb на частоте 223 см⁻¹ связано с высокой концентрацией включений на поверхности пленки.

1. A.Muller, M.Wilhelm. *Über Den Gerichtenen Einbau Von Schwermetall Phasen in A^{III}B^V-Verbindungen: Die Eutektika InSb-NiSb, InSb-FeSb, InSb-MnSb, InSb-CrSb*, *J. Phys. Chem. Solids*, **26** (1965) 2021-2028.
2. В.М.Новоторцев, А.В.Кочура, С.Ф.Маренкин, И.В.Федорченко, С.В.Дрогунов, Е.Лашкул, Е.Лахеранта. *Синтез и магнитные свойства эвтектики системы InSb-MnSb*, *Журнал Неорганической химии*, **56** (2011) 2038-2044.
3. А.Д.Талантцев, О.В.Колпак, Р.Б.Моргунов. *Ферромагнетизм и микроволновые магнитооптические пленок GaMnSb*, *ФТТ*, **57** (2015) 307-315.
4. О.В.Колпак, А.А.Поляков, А.Б.Давыдов, Р.Б.Моргунов, А.Д.Талантцев, А.В.Кочура, И.В.Федорченко, О.А.Новодворский, Л.С.Паршина, О.Д.Храмова, А.В.Шорохова, Б.А.Аронзон. *Взаимосвязь намагниченности и электрических свойств пленок сплавов GaSb-MnSb*, *ЖЭТФ*, **147** (2015) 1170-1178.
5. С.Ф.Маренкин, А.В.Кочура, И.В.Федорченко, А.Д.Изотов, М.Г.Васильев, В.М.Трухин, Т.В.Шелкова, О.А.Новодворский, А.Л.Желудкевич. *Выраживание эвтектических композиций в системе InSb-MnSb*, *Неорганические материалы*, **52** (2016) 309-314.
6. А.И.Дмитриев, А.В.Кочура, А.П.Кузьменко, Л.С.Паршина, О.А.Новодворский, О.Д.Храмова, Е.П.Кочура, А.Л.Васильев, Б.А.Аронзон. *Влияние термообработки на дисперсию магнитной анизотропии нанокластеров MnSb*, *тенсивности пика на частоте 223 см⁻¹ связано с высокой концентрацией включений FeSb на поверхности пленки.*
7. I.Radnic, I.G.Deac, E.Dorolli, M.Coldea, M.Neumann. *Magnetic center development in In_{1-x}Mn_xSb semiconductor alloys*, *Central Eur. J. Phys.*, **8** (2010) 620-627.
8. В.П.Саньгин, Э.А.Тыщенко, Дау Хуеу Ши, А.Д.Изотов. *Концепция приращенного дислокационного магнетизма в полупроводниковых соединениях A^{III}B^V*, *Неорганические материалы*, **49** (2013) 8-16.
9. W.K.Liebman, E.A.Miller. *Preparation, phase-boundary energies and thermoelectric properties of InSb-Sb eutectic alloys with ordered microstructures*, *J. Appl. Phys.*, **34** (1963) 2653-2659.
10. Y.Umehara, S.Koda. *Structure of InSb-FeSb and InSb-CrSb eutectic alloys by directional solidification*, *J.Japan Inst. Metals*, **38** (1974) 42-46.
11. M.P.Lutz, R.W.Zimmerman. *Effect of an inhomogeneous interphase zone on the bulk moduli and conductivity of a particulate composite*, *Int. Journal of Solids and Structures*, **42** (2005) 429-437.
12. A.Moosavi, P.Sarkomaa. *The electric conductivity of three-phase composite materials with circular cylindrical inclusions*, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **36** (2003) 1644-1650.
13. I.Kh.Mammadov, D.H.Arasly, A.A.Khalilova, R.N.Rahimov. *Anisotropic Electrical Properties of a Eutectic InSb+MnSb Composite*, *Inorganic Materials*, **52** (2016) 423-428.
14. I.Kh.Mammadov, D.G.Arasly, A.A.Khalilova, R.N.Rahimov. *Thermal Properties of a Eutectic*

15. M.I.Aliyev, A.A.Khalilova, D.H.Arasly, R.N.Rahimov, M.Tanoglu L.Ozyuzer. *Features of electron and phonon processes in GaSb-FeGa*, *J. Phys. D: Applied Phys.*, **36** (2003) 2627-2633.
16. А.С.Борухович, Н.И.Игнатъева, А.И.Галее, К.И.Янушквич, А.И.Стойний. *Патент РФ № 2387047* (2007).
17. Р.Н.Рагимов, И.Х.Мамедов, С.М.Барайшук, Д.Г.Араслы, А.А.Халилова, К.И.Янушквич, Т.М.Ткаченко. *Тонкие пленки эвтектических соединений элементов III группы и 3d-металлов и их физико-химический анализ, 2-я международная научная конференция «Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики», г.Сумскит (2020) 88-94.*
18. W.Kiefer, W.Richer, M.Cardona. *Second-order Raman scattering in InSb*, *Phys. Rev. B*, **12** (1975) 2946-2954.
19. M.R.Jous, P.S.Pizaru, R.G.Jasinevicius, R.E.Samad, W.Rossi, N.D.Vieira. *Raman scattering investigation on structural and chemical disorder generated by laser ablation and mechanical micro indentations of InSb single crystal*, *J. Appl. Phys.*, **100** (2006) 053518-4.
20. K.Aori, E.Anastassaks, M.Cardona. *Dependence of Raman frequencies and scattering intensities on pressure GaSb, InAs and InSb semiconductors*, *Phys. Rev. B*, **30** (1984) 681-687.
21. Y.G.Armelles, T.Utzscheier, P.A.Postigo, F.Brienes, J.C.Ferrer, P.Peiro, A.Comet. *Raman scattering of InSb quantum dots grown on InP substrates*, *J. Appl. Phys.*, **81** (1997) 6339-6342.
22. D.Chen, C.Li, Z.Zhu, J.Fan, S.Wei. *Interface effect of InSb quantum dots embedded in SiO₂ matrix*, *Phys. Rev. B*, **72** (2005) 075341.
23. И.Е.Тыщенко, В.А.Володин, В.И.Попов. *Комбинационное рассеяние света в сферических нанокристаллах InSb, ионно-химически выращенных в пленках оксида кремния*, *ФТТ*, **53** (2019) 502-507.
24. И.Е.Тыщенко, Ж.Крэн. *Свойства структуры и оптических фонов в нанокристаллах InSb, синтезированных в Si и SiO₂*, *ФТТ*, **55** (2021) 59-68.
25. T.R.Yang. *Optical characterization and transport behaviors of LPMOVD-grown InSb epitaxial films*, *Physica B: Condensed Matter*, **284-288** (2000) 1189-1190.
26. B.Capeen, V.O.Lam, S.Turrelli, L.P.Vilcot, F.Beclin, Y.Jestine, M.Bonazzoni. *Study of structural and optical properties of InSb-doped SiO₂ thin films*, *J. Non-Crystalline Solids*, **351** (2005) 1819-1824.
27. I.Kh.Mammadov, D.H.Arasly, R.N.Rahimov, A.A.Khalilova. *Raman Scattering in the InSb-MnSb Eutectic Composite*, *Semiconductors*, **54** (2020) 412-416.
28. E.A.Vasilev, V.A.Virchenko. *Solid solutions in the (FeSb)_{1-x}(FeSn)_x system*, *Physica Status solidi A*, **70** (1982) K141-K143.
29. S.G.Kim, H.Asahi, M.Seta, J.Takizawa, S.Emura, R.K.Soni, S.Gonda, H.Tanoue. *Raman scattering study of the recovery process in Ga ion implanted GaSb*, *J. Appl. Phys.*, **74** (1993) 579-585.

InSb-FeSb ЭВТЕКТИК КОМПОЗИТИН РАМАН СПЕКТРИ

I.X.MƏMMƏDOV, D.H.ARASLY, Z.A.CAHANGIRLI, R.N.RƏHİMOV, A.Ə.XƏLİLOVA

InSb-FeSb evtektik kompozitin haemi kristallarında və nazik təbəqələrində işığın Raman səpəlməsi tədqiq olunub. Evtektik kompozitdə matrisa-gətqi arasında yaranan gərginliyin və səth fononların səpəlməyə verdiyi payın hesabına TO və LO modaların InSb-a nisbətən sürüşdüüy göstərilib. Nazik təbəqə spektrində müşahidə olunan moda intensivliyinin yüksəlişi onun səthindəki qatqıların konsentrasiyasının yüksək olması ilə izah edilir.

RAMAN SCATTERING IN THE InSb-FeSb EUTECTIC COMPOSITE

I.Kh.MAMMADOV, D.H.ARASLY, Z.A.JAHANGIRLI, R.N.RAHIMOV, A.A.KHALILOVA

The Raman spectra at 300K of bulk samples of the InSb-FeSb eutectic composite and its thin films have been studied. In the eutectic composite due to presence a strain at the matrix-inclusion interface and the contribution by surface phonons scattering the modes TO and LO were shifted in comparison with their values in the InSb. The observed increase in the intensity of modes in the film spectrum was associated with a high concentration of inclusions on its surface.