Влияние параметров осаждения методом импульсного лазерного осаждения на электрофизические и магнитные свойства пленок $\text{Mn}_x\text{Si}_{1-x}$ ($x \sim 0.5$)

Новодворский О.А.¹, Паршина Л.С.¹, Храмова О.Д.¹, Черобыло Е.А.¹, Михалевский В.А.¹, Гусев Д.С.¹, Дровосеков А.Б.², Рыльков В.В.³, Николаев С.Н.³, Черноглазов К.Ю.³

¹ ИППИТ РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, 140700, Московская область, Шатура, ул. Святоозерская, 1

² Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, 119334, Москва, Косыгина, 2

³ НИЦ «Курчатовский институт», 123098, Москва, пл. Академика Курчатова, 1

DOI 10.34077/Semicond2019-122

Тонкопленочные высокотемпературные магнитные полупроводники привлекательны для разработки элементов спинтроники, а также для устройств хранения и обработки информации. Одним из таких материалов является $\text{Mn}_x\text{Si}_{1-x}$ ($x \sim 0.5$) [1]. Возможность контролируемого изменения состава пленок $\text{Mn}_x\text{Si}_{1-x}$ и характера кристаллических дефектов в них представляет важную задачу для получения образцов, имеющих высокую температуру Кюри. В этой связи приобретает актуальность исследование влияния различных режимов осаждения методом импульсного лазерного осаждения на формирование магнитных фаз в пленках $\text{Mn}_x\text{Si}_{1-x}$ ($x \sim 0.5$). При получении пленок методом импульсного лазерного осаждения важными параметрами, влияющими на свойства осаждаемых пленок $\text{Mn}_x\text{Si}_{1-x}$, являются плотность энергии на мишени [2] и давление буферного газа в процессе роста пленок [3].

В настоящей работе методом импульсного лазерного осаждения на подложках монокристаллического *c*- и *r*- сапфира получены тонкие пленки $\text{Si}_{1-x}\text{Mn}_x$ из поликристаллической мишени MnSi . Абляция мишени проводилась излучением второй гармоники YAG:Nd^{3+} лазера. Плотность энергии на мишени изменялась в диапазоне от 4 Дж/см² до 10 Дж/см². Исследовано влияние типа кристаллической решетки подложки, а также типа и давления буферного газа (гелий, ксенон, азот) в вакуумной камере на состав, электрические и магнитные свойства тонких пленок $\text{Si}_{1-x}\text{Mn}_x$. Установлено, что увеличение давления буферного газа приводит к снижению относительной концентрации кремния в пленке, уменьшению энергии осаждаемых частиц и уменьшению температуры Кюри пленки во всем исследуемом диапазоне плотности энергии на мишени. При низких давлениях буферного газа в пленке при плотности энергии на мишени больше 7 Дж/см² в пленке формируется однородная высокотемпературная ферромагнитная фаза с температурой Кюри порядка 330 К. Установлено, что тип подложки влияет на электрические характеристики пленок $\text{Si}_{1-x}\text{Mn}_x$. Пленки, полученные на подложках *c*-сапфира, обладают большей проводимостью в диапазоне температур от 10 до 300 К.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН в части «выращивания пленок», Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-29-03032, 17-07-00615) в части «исследования свойств полученных пленок».

[1] V.V. Rylkov et al., *Europhys. Lett.*, 103, 57014 (2013).

[2] P. Pandey et al., *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 459, 206 (2018).

[3] О. А. Новодворский и др., *ФТП*, 52, 1313 (2018).