**Эпитаксиальные пленки феррограната лютеция на подложках Gd3Ga5-xAlxO12**

***Гу Жосюань, Маркелова М.Н., Хафизов А.А., Кауль A.P.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail: grxuan969@outlook.com*

Сложный оксид Lu3Fe5O12 (LuIG) представляет собой магнитный диэлектрик со структурой граната, перспективный для применения в виде пленок в спинтронике и технике СВЧ. В настоящей работе эпитаксиальные тонкие пленки LuIG получены на монокристаллических подложках Gd3Ga5-xAlxO12 (х=0,1,2). Частичное замещение галлия алюминием должно помочь уменьшить испарение оксида галлия из подложки и снизить рассогласование параметров элементарной ячейки (ЭЯ) на границе пленка/подложка, а значит, уменьшить эпитаксиальные напряжения в пленке Lu3Fe5O12.

Пленки LuIG синтезировали методом MOCVD с использованием в качестве летучих прекурсоров дипивалоилметанатов лютеция и железа на оборудовании, описанном в [1], и исследовали методами РФА, РЭМ, РСМА, ПЭМ, АСМ, спектроскопии КР и ферромагнитного резонанса (ФМР). Показано, что увеличение концентрации алюминия в подложках Gd3Ga3-хAlхO12 (х = 0, 1, 2) действительно приводит к уменьшению ЭЯ граната, что соответствует литературным данным, однако абсолютные значения параметров ЭЯ меньше значений, приводимых в литературе [2].

Исходя из значений параметров ЭЯ LuIG и использованных подложек, следовало ожидать, что пленки подвергаются растяжению вдоль поверхности подложки и сжатию вдоль нормали к ней. Однако по данным РФА на всех подложках параметры ЭЯ пленок заметно увеличены вдоль нормали к поверхности, что невозможно объяснить влиянием эпитаксиальных напряжений. Причиной может быть отклонение катионного состава пленок от стехиометрии 3:5 в сторону избытка лютеция за счет возникновения антиструктурных дефектов типа [Lu3+Fe3+]октаэдр. Наша гипотеза подтверждена анализом элементного состава пленок методами рентгеновского флюоресцентного анализа с полным внешним отражением (РФлА ПВО) и РСМА. Важно отметить, что в отличие от эпитаксиальных пленок, фаза LuIG в порошках не обладает заметной катионной нестехиометрией. Это различие является термодинамическим проявлением эпитаксиальной стабилизации тонкопленочной фазы LuIG на структурно-когерентных подложках.

Изменение количественного соотношения прекурсоров в паре позволяет изменять состав LuIG в пределах области нестехиометрии и получать пленки с различным параметром ЭЯ граната. Показано, что ФМР в пленках проявляется при наименьшем различии параметров пленки и подложки. Так, стехиометрический LuIG с наименьшим параметром ЭЯ проявляет сигналы ФМР на подложке Gd3Ga3Al2O12 (a = 12.28 Å), а Lu-избыточный LuIG – на подложках GGG (a = 12.40 Å). После оптимизации состава пара прекурсоров на подложке Gd3Ga3Al2O12 получены пленки с рекордно-низкой шириной линии ФМР (ΔH=14 Э). Это имеет большое значение для понимания природы и особенностей ФМР в пленках гранатов и повышает потенциал применения эпитаксиальных пленок феррограната лютеция в создании спинтронных устройств.

*Работа поддержана Программой развития МГУ (соглашение 1040-44-2023).*

*Работа выполнена при финансовой поддержке китайского совета по стипендиям.*

**Литература**

1.  [Маркелова М.Н.](https://istina.msu.ru/workers/1146960/) и др. «Химическое газофазное осаждение эпитаксиальных пленок Tm3Fe5O12»,  [Конденсированные среды и межфазные границы](https://istina.msu.ru/journals/95509/) (2025), т.27, 1, 104-114.

2. 2.Kamada, Kei, et al. "Composition engineering in cerium-doped (Lu,Gd)3(Ga,Al)5O12 single-crystal scintillators." Crystal Growth & Design 11.10 (2011): 4484-4490.