Влияние условий лазерного синтеза на оптические и электрические свойства тонких пленок LiCoO_2

Храмова О.Д., Паршина Л.С., Новодворский О.А., Михалевский В.А., Черобыло Е.А.

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

DOI 10.34077/Semicond2019-136

В настоящее время актуальной является проблема создания твердотельных источников ионного лития (твердых электролитов) в связи с их применением в электрохромных устройствах и тонкопленочных батареях [1]. В традиционном многослойном устройстве ионный проводник обычно представляет собой полимерный электролит. Полимерные электролиты обладают лучшими транспортными возможностями для H^+ и Li^+ . Однако, они вызывают проблемы расслаивания и усадки при применениях в электрохромных устройствах и имеют плохую стойкость, особенно при низких температурах окружающей среды [2]. Недостатком электрохромных устройств на основе полимерных электролитов является ограниченное число циклов переключения, поскольку любой полимер склонен к разложению на мономеры в зависимости от воздействия внешних факторов [3]. Твердотельные электролиты на основе пленок оксидов являются идеальными кандидатами для изготовления электрохромных устройств [2]. Использование твердотельного электролита в электрохромном устройстве значительно упростит технологию изготовления, позволит сократить время окрашивания и обеспечит функционирование при более низких температурах, что увеличит долговечность и надежность устройства [4]. Для улучшения ионной проводимости и оптической прозрачности твердотельных электролитов необходимы дальнейшие исследования.

В нашей работе методом импульсного лазерного осаждения в бескапельном режиме [5] получены тонкие пленки LiCoO_2 из составных мишеней $\text{LiCoO}_2\text{:Li}_2\text{O}$ при температуре подложки от 25 до 500 °С. Концентрация Li_2O в мишени менялась от 0 до 15%. Абляция мишеней осуществлялась излучением эксимерного KrF -лазера с длиной волны 248 нм при плотности энергии на мишени не менее 3 Дж/см². Давление кислорода в вакуумной камере в процессе роста пленок составляло 100 мТорр. Толщины пленок варьировались от 10 до 100 нм. Исследованы оптические и электрические характеристики пленок в зависимости от температуры подложки в процессе осаждения и концентрации Li_2O в мишени. Установлено, что при увеличении температуры подложки от 25 до 500 °С прозрачность пленок LiCoO_2 увеличивается на 30 %. Удельное сопротивление пленок на сапфировой подложке также зависело от температуры и возрастало от 6 Ом·см до 1 кОм·см при увеличении температуры. Установлено, что при концентрации Li_2O в мишени 10 % пленки LiCoO_2 , осажденные на кремниевые подложки при комнатной температуре, становятся высокопроводящими с удельным сопротивлением порядка $8 \cdot 10^{-5}$ Ом·см. Таким образом, материал подложки играет важную роль при лазерном синтезе тонких пленок LiCoO_2 в качестве твердотельного электролита для электрохромных устройств.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН в части «выращивания тонких пленок», Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-29-03032, 17-07-00615, 16-29-05385) в части «исследования тонких пленок».

[1] A. Yano et al., *Journal of The Electrochemical Society*, **165**, A3221 (2018).

[2] Sh.-Ch. Wang et al., *Thin Solid Films*, **520**, 1454 (2011).

[3] В.А. Коток и др., *Технологический аудит и резервы производства*, **3**, 17 (2017).

[4] K. J. Patel et al., *J. Solid State Electrochem.*, **21**, 337 (2017).

[5] Паршина Л.С. и др., *ФТП*, **51**, 426 (2017).