

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **22464**

(13) **С1**

(46) **2019.04.30**

(51) МПК

H 01L 31/18 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ТЕРМИЧЕСКОГО ВАКУУМНОГО ПОЛУЧЕНИЯ
ТОНКОЙ ПЛЕНКИ SNS**

(21) Номер заявки: а 20170076

(22) 2017.03.06

(43) 2018.10.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (ВУ)

(72) Авторы: Цырельчук Игорь Николаевич; Хорошко Виталий Викторович; Башкиров Семен Александрович; Гременок Валерий Феликсович; Иванов Василий Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (ВУ)

(56) ВУ 17820 С1, 2013.

ВУ 11399 С1, 2008.

ВУ 14255 С1, 2011.

JPН 08176814 А, 1996.

KR 2013/0097903 А.

CN 103928576 А, 2014.

US 2016/0329453 А1.

(57)

Способ термического вакуумного получения тонкой пленки SnS, при котором осуществляют напыление испаряемого материала SnS на стеклянную подложку при температуре подложки 300 °С, давлении 10^{-6} Торр, расстоянии между испаряемым материалом и подложкой 12 см и переносе паров испаряемого материала к подложке в кварцевой трубке с температурой от 590 до 610 °С в течение от 10 до 30 мин, отличающийся тем, что полученную пленку подвергают дополнительной температурной обработке в откачанной ампуле в вакууме при давлении 10^{-6} Торр и температуре от 400 до 430 °С в течение 60 мин.

Изобретение относится к области технологических процессов в полупроводниковой электронике и может быть использовано для получения тонких пленок с заданными характеристиками.

Известен способ термического вакуумного получения пленки SnS [1], при котором испаряемый материал SnS напыляют на стеклянные подложки при температуре подложки 300 °С, давлении 10^{-6} Торр и расстоянии между испаряемым материалом и подложкой от 12 до 15 см. Тонкие пленки SnS, полученные данным способом, имеют элементный состав 54,17-58,95 ат. % Sn и 48,83-41,05 ат. % S и характеризуются удельным сопротивлением $\rho = 11,5$ Ом·см, средней шероховатостью поверхности $R = 25-50$ нм, энергией активации $E_A = 0,31$ эВ.

Недостатками данного способа являются высокие значения удельного сопротивления и энергии активации, а также отклонение элементного состава от стехиометрии до 9 ат. %.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому является способ термического вакуумного получения пленки SnS по [2], при котором испаряемый материал SnS напыляют на стеклянную подложку при температуре подложки 300 °С, давлении 10^{-6} Торр

ВУ 22464 С1 2019.04.30

и расстоянии между испаряемым материалом и подложкой 12 см, при этом перенос паров испаряемого материала к подложке осуществляется в кварцевой трубке с температурой 600 ± 10 °С в течение 10-30 мин. Тонкие пленки SnS, получаемые данным способом, характеризуются элементным составом 51,0-53,5 ат. % Sn и 49,0-46,5 ат. % S, удельным сопротивлением $\rho = 6$ Ом·см, средней шероховатостью поверхности $R = 10$ нм, энергией активации $E_A = 0,10-0,12$ эВ.

Недостатками данного способа являются отклонения значений параметров элементарной ячейки SnS от табличных данных для объемных монокристаллов, низкие значения температурного коэффициента термоЭДС и низкое отношение темного и светового электрического сопротивления R_T/R_c полученных пленок, что свидетельствует о наличии в структуре пленок микронапряжений, ростовых дефектов и центров рекомбинации носителей заряда.

Задачей изобретения является снятие микронапряжений в структуре пленок SnS, а также увеличение температурного коэффициента термоЭДС и отношения R_T/R_c за счет подавление процессов рекомбинации носителей заряда.

Поставленная задача решается тем, что в способе термического вакуумного получения тонкой пленки SnS, при котором осуществляют напыление испаряемого материала SnS на стеклянную подложку при температуре подложки 300 °С, давлении 10^{-6} Торр, расстоянии между испаряемым материалом и подложкой 12 см и переносе паров испаряемого материала к подложке в кварцевой трубке с температурой от 590 до 610 °С в течение от 10 до 30 мин, полученную пленку подвергают дополнительной температурной обработке в откачанной ампуле в вакууме при давлении 10^{-6} Торр и температуре от 400 до 430 °С в течение 60 мин.

Способ получения пленки SnS включает следующие стадии:

получение порошка SnS путем сплавления олова и серы;

очистка стеклянной подложки;

напыление пленки SnS;

термическая обработка пленки SnS.

На первом этапе проводят получение поликристаллического порошка SnS путем сплавления олова и серы, взятых в стехиометрическом соотношении с точностью до 5×10^{-4} г. Смесь помещают и запаивают в стеклянную ампулу при давлении 10^{-3} Торр, ампулу помещают в электрическую печь, нагревают со скоростью 25 °С/ч до 450 °С и выдерживают при этой температуре в течение 7 дней, а затем при температуре 700 °С в течение еще 10 дней, после чего ампулу охлаждают до комнатной температуры со скоростью 20 °С/ч.

На втором этапе проводят химическую очистку стеклянной подложки 96 % водно-спиртовым раствором с последующим высушиванием подложки при комнатной температуре в течение 30 мин.

На третьем этапе проводят термическое вакуумное напыление пленки SnS аналогично прототипу, для чего полученный порошок SnS помещают в кварцевую трубку диаметром 1,2 см и длиной 12 см, возле открытого конца которой размещается подложка. Процесс напыления проводят в вакууме при давлении 10^{-6} Торр. Трубка и подложка нагреваются независимо. Температура трубки поддерживается от 590 до 610 °С.

На четвертом этапе проводят термическую обработку полученных пленок SnS в откачанной при давлении 10^{-6} Торр ампулах при температуре от 400 до 430 °С в течение 60 мин. Термообработка при температурах менее 400 °С не приводит к улучшению структурных и физических характеристик пленок. Термообработка при температурах более 430 °С приводит к размягчению стеклянных подложек и отслаиванию пленочного материала от поверхности подложки.

Данная последовательность технологических стадий позволяет получать тонкие пленки SnS с температурным коэффициентом $\alpha = 330$ мкВ/К, отношением $R_T/R_c = 1,42$ и параметрами элементарной ячейки, соответствующими табличным значениям для объемных кристаллов SnS.

BY 22464 C1 2019.04.30

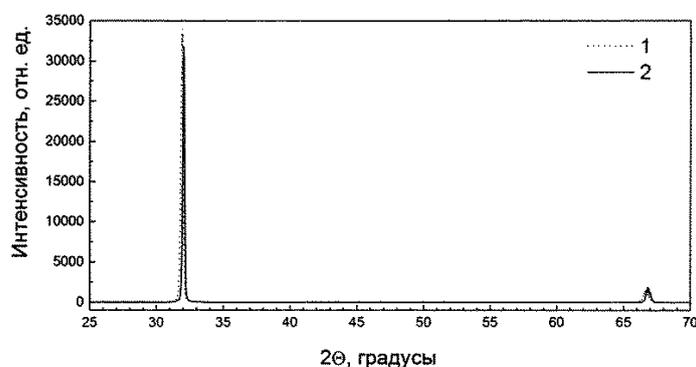
На фиг. 1 представлены рентгенограммы пленки SnS до (1) и после (2) температурной обработки. На фиг. 2 представлен спектр fotocувствительности пленки SnS.

Преимуществом заявленного способа получения пленки SnS по сравнению с прототипом является увеличение температурного коэффициента термоЭДС, отношения R_T/R_c и уменьшение отклонения значения параметров элементарной ячейки полученных пленок от табличных значений для объемных монокристаллов.

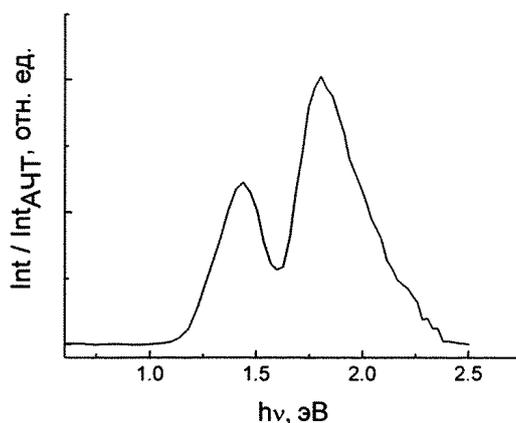
Источники информации:

1. Devika M., Reddy N.Koteeswara, Reddy D.Sreekantha, Reddy S.Venkatramana, Ramesh K., Gopal E.S.R., Gunasekhar K.R., Ganesan V. and Hahn Y.B. J. Phys.: Condens. Matter V. 19. - 2007. - P. 306003.

2. Патент РБ 17820, МПК Н 01L 31/18, С 23С 14/24, С 30В 29/46, 2013.



Фиг. 1



Фиг. 2