

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет радиофизики и компьютерных технологий

Кафедра физической электроники и нанотехнологий

Аннотация к дипломной работе

«Формирование и исследование светоизлучающих структур на основе системы SiN_x/Si »

Романов Иван Александрович

Научный руководитель – профессор Комаров Ф.Ф.

2014

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 61 страница, 39 рисунков (схемы, графики, фотографии), 2 таблицы, 40 источников.

Ключевые слова: НИТРИД КРЕМНИЯ, СТРУКТУРЫ SiN_x/Si , МЕТОД ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ, ТЕРМООБРАБОТКА, НАНОКРИСТАЛЛЫ КРЕМНИЯ, ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ.

Объектом исследования - структуры вида SiN_x/Si с различным содержанием кремния в сравнении со стехиометрией в нитридном слое, полученные методом газофазного химического осаждения.

Цель работы - исследование структуры и оптических свойств полученных диэлектрических слоев нестехиометрического нитрида кремния и поиск ключевых факторов, обеспечивающих эффективную люминесценцию.

Методом плазменно-ассистированного химического осаждения из газовой фазы изготовлены пленки нитрида кремния на кремнии SiN_x/Si различного стехиометрического состава. Проведены термические отжиги в интервале температур 800 – 1200 °С в среде азота. Методами Резерфордского обратного рассеяния, спектроскопии комбинационного рассеяния света, просвечивающей электронной микроскопии и фотолюминесценции изучены распределение элементов по глубине и фазовые превращения в выращенных пленках нитрида кремния. В процессе термообработок происходит образование и кристаллизация аморфных кластеров кремния. Обнаружено, что в состав нитридных слоев входит водород, который испаряется после высокотемпературной обработки. После отжига при температуре 900 °С начинает проявляться фотолюминесценция, приписываемая ФЛ от кремниевых нанокластеров и ФЛ с участием дефектов в нитридной пленке. Изготовлены тестовые структуры ITO/ $\text{SiN}_x/\text{Si-n}/\text{Al}$ для измерения вольт-амперных характеристик и электролюминесценции. Обнаружена фоточувствительность полученных структур, которая падает с ростом температуры.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 61 старонка, 39 малюнкаў (схемы, графікі, фотаздымкі), 2 табліцы, 40 крыніц.

Ключавыя словы: НІТРЫД КРЭМНІЮ, СТРУКТУРЫ SiN_x/Si , МЕТАД ХІМІЧНАГА АСАДЖЭННЯ З ГАЗАВАЙ ФАЗЫ, ТЭРМААПРАЦОЎКА, НАНАКРЫШТАЛЫ КРЭМНІЮ, ФОТАЛЮМІНЕСЦЭНЦЫЯ.

Аб'ектам даследвання з'яўляюцца структуры выгляду SiN_x/Si з розным утрыманнем крэмнія ў параўнанні са стэхіяметрыяй ў нітрыдным пласце, атрыманыя метадам хімічнага асаджэння з газавай фазы.

Мэта працы - даследаванне структуры і аптычных уласцівасцяў атрыманых дыэлектрычных слаёў нестэхіяметрычнага нітрыду крэмнію і пошук ключавых фактараў, якія забяспечваюць эфектыўную люмінесцэнцыю.

Метадам плазменна-асіставанага хімічнага асаджэння з газавай фазы выраблены плёнкі нітрыду крэмнію на крэмнію SiN_x/Si рознага стэхіяметрычнага складу. Праведзены тэрмічныя апрацоўкі ў інтэрвале тэмператур 800 - 1200 °C у асяроддзі азоту. Метадамі Рэзерфордаўскага зваротнага рассеявання, спектраскапіі камбінацыйнага рассеявання святла, прасвечваючай электроннай мікраскапіі і фоталюмінесцэнцыі вывучаны размеркаванне элементаў па глыбіні і фазавыя ператварэнні ў вырашчаных пластах нітрыду крэмнію. У працэсе тэрмаапрацовак адбываецца ўзнікненне і крышталізацыя аморфных кластараў крэмнію. Выяўлена, што ў склад нітрыдных слаёў уваходзіць вадарод, які выпараецца пасля высокатэмпературнай апрацоўкі. Пасля тэрмаапрацоўкі пры тэмпературы 900 °C пачынае праяўляцца фоталюмінесцэнцыя, якая прыпісваецца ФЛ ад крамянёвых нанакластараў і ФЛ з удзелам дэфектаў у нітрыднай плёнцы. Выраблены тэставыя структуры ITO/ $\text{SiN}_x/\text{Si-n}/\text{Al}$ для вымярэння вольт-амперных характарыстык і электралюмінесцэнцыі. Выяўлена фотаадчувальнасць атрыманых структур, якая падае з ростам тэмпературы.

ABSTRACT

Thesis: 61 pages, 39 figures (diagrams, graphs, pictures), 2 tables, 40 references.

Keywords: SILICON NITRIDE, STRUCTURE SiN_x/Si , CHEMICAL VAPOR DEPOSITION, THERMAL PROCESSING, SILICON NANOCRYSTALS, PHOTOLUMINESCENCE

Object of study is the structure SiN_x/Si with varying silicon content compared with the stoichiometry in the nitride layer obtained by chemical vapor deposition.

Purpose - study of the structure and optical properties of the obtained dielectric layers of nonstoichiometric silicon nitride and search the key factors to ensure efficient luminescence.

Silicon-rich silicon nitride films with different stoichiometric composition were fabricated by plasma-enhanced chemical vapor deposition followed by high temperature annealing in temperature range 800 – 1200 °C. Phase transformations in the nitride films were studied by Rutherford backscattering spectrometry, Raman spectroscopy, transmission electron microscopy and photoluminescence. Hydrogen is found in nitride layers composition. Hydrogen evaporates after the high temperature treatment. After annealing at 800 °C amorphous silicon nanoclusters are formed in a silicon nitride film, at the same time a visible photoluminescence is registered. The origin of the observed photoluminescence is discussed. In order to investigate current-voltage characteristics and electroluminescence, light-emitting test structures ITO/ $\text{SiN}_x/\text{Si-n}/\text{Al}$ have been fabricated. Photosensitivity of the resulting structures obtained, which decreases with increasing temperature.