

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра энергофизики

КОНДРАТЬЕВА
Юлия Алексеевна

**ЭВОЛЮЦИЯ СОСТОЯНИЯ И СВОЙСТВ ВОДОРОДА ПРИ
ТЕРМООБРАБОТКЕ ГИДРОГЕНИЗИРОВАННОГО КРЕМНИЯ**

Магистерская диссертация
специальность 1-31 80 05 «Физика»

Научный руководитель:
Юрий Мефодиевич Покотило
кандидат физико-математических
наук, доцент

Допущена к защите

«__» _____ 2018 г.

Зав. кафедрой энергофизики

_____ М. С. Тиванов

кандидат физико-математических наук, доцент

Минск, 2018

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Магистерская диссертация 60 с., 23 рис., 1 табл., 35 источников.

ЭПИТАКСИАЛЬНЫЙ КРЕМНИЙ, ИОН ВОДОРОДА, ОБРАБОТКА В ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЕ, КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА, СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ, ВОДОРОДНЫЕ ПУЗЫРИ

Цель работы: исследование электрофизических и оптических свойств гидрогенизированного кремния после дополнительных термических обработок.

Методы исследования: метод вольт-фарадовых характеристик, комбинационное рассеяние света, четырёхзондовый метод измерения удельного сопротивления, сканирующая зондовая микроскопия.

Объект исследования: эпитаксиальный кремний (Si).

В кремнии, обработанном в водородной плазме и имплантированном различными концентрациями низкоэнергетических протонов, после дополнительной термообработки (275°C , 20 мин) наблюдается формирование плателет – микроскопических ассоциаций водорода с атомами кремния.

Установлено, что после обработки в плазме наблюдаются комбинационные полосы при 2095 и 2129 см^{-1} , связанные с рассеянием на колебаниях связей Si-H и Si-H₂ соответственно. Последующая термообработка (275°C) приводит к появлению полосы колебаний свободного молекулярного водорода частотой 4153 см^{-1} .

Из анализа данных сканирующей зондовой микроскопии показано, что дополнительная термообработка приводит к образованию полостей со средним размером 115 нм и поверхностной плотностью $1,7 \cdot 10^9\text{ см}^{-2}$, заполненных молекулярным водородом.

АГУЛЬНАЯ ХАРАКТАРЫСТЫКА РАБОТЫ

Магістарская дысертация 60 с., 23 рys., 1 табл., 35 крыніц.

ЭПІТАКСІЯЛЬНЫ КРЭМНІЙ, ІЁН ВАДАРОДУ, АПРАЦОЎКА Ў ВАДАРОДНАЙ ПЛАЗМЕ, КАМБІНАЦЫЙНАЕ РАССЕЙВАННЕ СВЯТЛА, СКАНАВАЛЬНАЯ ЗОНДАВАЯ МІКРАСКАПІЯ, ВАДАРОДНЫЯ БУРБАЛКІ

Мэта працы: даследаванне электрафізічных і аптычных уласцівасцяў гідрагенізаванага крэмнія пасля дадатковых тэрмічных апрацовак.

Метады даследавання: метад вольт-фарадных характеристык, камбінацыйнае рассейванне святла, четырёхзондовыи метад вымярэння ўдзельнай супраціву, сканавальная зондавая мікраскапія.

Аб'ект даследавання: эпітаксіяльны крэмній (Si).

У крэмній, апрацаваным ў вадароднай плазме і імплантавалі рознымі канцэнтрацыямі нізкаэнергетычных пратонаў, пасля дадатковай тэрмаапрацоўкі (275°C , 20 мін) назіраецца фарміраванне плателет - мікраскалічных асацыяцый вадароду з атамамі крэмнію.

Устаноўлена, што пасля апрацоўкі ў плазме назіраюцца камбінацыйныя паласы пры 2095 і 2129 cm^{-1} , звязаныя з рассейваннем на ваганнях сувязяў Si-H і Si-H₂ адпаведна. Наступная тэрмаапрацоўка (275°C) прыводзіць да з'яўлення паласы ваганняў вольнага малекулярнага вадароду частатой 4153 cm^{-1} .

З аналізу дадзеных сканіруючай зондавай мікраскапіі паказана, што дадатковая тэрмаапрацоўка прыводзіць да адукцыі паражнін з сярэднім памерам 115 нм і павярхоўнай шчыльнасцю $1,7 \cdot 10^9\text{ cm}^{-2}$, запоўненых малекулярнай вадародам.

GENERAL DESCRIPTION OF WORK

Master's dissertation 60 p., 23 fig., 1 tables, 35 sources.

EPIТАХИАЛ SILICON, HYDROGEN ION, PROCESSE IN HYDROGEN PLASMA, RAMAN SCATTERING OF LIGHT, SCANNING PROBE MICROSCOPY, HYDROGEN BUBBLES

Objective: investigation of the electrophysical and optical properties of epitaxial silicon after additional heat treatments.

Methods: method of volt-farad characteristics, Raman scattering of light, four-probe method for measuring resistivity, scanning probe microscopy.

The object of study: epitaxial silicon (Si).

In silicon which was treated in a hydrogen plasma and implanted with various concentrations of low-energy protons, after additional heat treatment (275°C , 20 min), formation of a plateau-microscopic association of hydrogen with silicon atoms is observed.

It has been established that after processing in the plasma, combinational bands at 2095 and 2129 cm^{-1} are observed, which are associated with scattering by vibrations of Si-H and Si-H₂ bonds, respectively. Subsequent heat treatment (275°C) results in the appearance of a vibrational band of free molecular hydrogen at a frequency of 4153 cm^{-1} .

From the analysis of the scanning probe microscopy data it was showed that additional heat treatment leads to the formation of cavities with an average size of 115 nm and a surface density of $1 \cdot 7 \cdot 10^9\text{ cm}^{-2}$ filled with molecular hydrogen.