**ЭЛЕКТРИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ЦЕНТРЫ В КРЕМНИИ N-ТИПА, ИМПЛАНТИРОВАННОМ ИОНАМИ КИСЛОРОДА.**

***Лошаченко А.С.***1), Данилов Д.В.1), Шек Е.И.2), Вывенко О.Ф.1), Соболев Н.А.2),

loshachenko@nano.spbu.ru

*1) Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*

*2) Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург*

Проблема создания эффективных светоизлучающих структур (СИС) на базе кремния не теряет своей актуальности на протяжении нескольких последних десятилетий. В качестве одного из перспективных путей решения данной проблемы часто указывается использование дислокационной люминесценцией (ДЛ), в частности её характеристическую линию D1 в окрестности 1540 нм. К настоящему моменту существует несколько технологий, которые позволяют создавать кристаллы с хорошо определенной и воспроизводимой дислокационной структурой. Однако проблема повышение эффективности излучения таких СИС остается открытым, более того целый ряд вопросов, касающихся роли электрически активных центров в процессах рекомбинации, собственно как и природа ДЛ остаются без ответа.

В качестве одной из перспективных технологий для создания светодиодов с ДЛ рассматриваются методы ионной имплантации [[1](#_ENREF_1)]. В работе приводятся результаты исследования электрически активных центров в структурах кремния, изготовленных имплантацией ионов кислорода. Ионы кислорода с энергиями и дозами 150/ 7х1014 + 225/ 9х1014 + 350/ 1.5х1015 KэВ/см2 имплантировались при комнатной температуре в пластины кремния КЭФ4,5 и отжигались в хлорсодержащей атмосфере (ХСА) при температурах 700-1100°С в течение 0.5 часа. Согласно результатам вольтфарадных характеристик, в приповерхностной области подверженной имплантации с последующим отжигом в ХСА образуется большое количество термодоноров, что приводит к локальному увеличению концентрации до значений свыше 1017 см-3. Имплантация кислорода и последующий отжиг при аналогичных условиях для пластин кремния КДБ12 приводили к конверсии типа проводимости в приповерхностной области.

Все глубокие центры, обнаруженные в исследуемых структурах методами нестационарной ёмкостной спектроскопии глубоких уровней (DLTS), были локализованы в области подверженной ионной имплантации. Отжиг при относительно низкой температуре в 700°С приводил к появления двух уровней в спектре DLTS, энергия ионизации одного равнялась Eс - 0.6 эВ, для второго, ответственного за рост концентрации донорных центров, энергия ионизации сильно зависела от условий измерений и варьировалась в пределах Eс – (0.26-0.34) эВ, по данным спектроскопии адмиттанса и вовсе Eс – 0.23 эВ. По мере отжига оба вышеуказанных центра исчезали и в спектре проявлялись новые, близкие по своим параметрам к известным термодонорам Eс – 0.07 эВ и Eс – 0.15 эВ [[2](#_ENREF_2)]. При отжиге в 1100°С концентрация термодоноров значительно уменьшалась и проявлялся новый уровень с энергией Eс - 0.38эВ. Сопоставление полученных данных с результатами предыдущей работы [[3](#_ENREF_3)] для образцов кремния КДБ1, дает основание предполагать, что при отжиге свыше 1000°С в области имплантации начинают формироваться протяженные дефекты, а уровень Eс - 0.38эВ, вероятно, ничто иное как характерный дислокационный С1 уровень.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант №13-02-00473 А).

Литература

1. Соболев, Н.А., Инженерия дефектов в имплантационной технологии кремниевых СИС с дислокационной люминесценцией. ФТП, 2009. 44(1): стр. 3-25.

2. Benton, J.L., L.C. Kimerling, and M. Stavola, The Oxygen Related Donor Effect in Silicon. Physica B., 1983. 116: p. 271–275.

3. Лошаченко, А.С. и др., Электрически активные центры в кремнии, имплантированном ионами кислорода. ФТП, 2013. 47(2): стр. 251-254.