

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ПЛАСТИНАХ КРЕМНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИМПУЛЬСОВ БЕЛОГО СВЕТА

А. Б. Герасимов¹, Г. Д. Чирадзе^{2,*}

¹Грузинский технический университет
Тбилиси, Грузия

²Государственный университет Акакия Церетели
Кутаиси, Грузия

* gogichiradze@yahoo.com

Принята 27 июля 2020 года

Аннотация

Целью настоящей работы являлось изучение перераспределения примесей в пластинах кремния, вызванное воздействием импульсами белого света. Исследовались пластины p-типа проводимости, легированные фосфором, с удельным сопротивлением 0.5 Ом·см и толщиной 500 мкм (КЭФ–0.5). Поверхности образцов были обработаны по 14 классу чистоты. С целью удаления естественного окисла перед световым воздействием и перед каждым измерением образцы обрабатывались в водном растворе HF с соотношением 1:50 в течение 50 с. Микротвердость измерялась по методу вдавливания. Установлено, что в той области, где по сравнению с исходным образцом происходит уменьшение микротвердости, увеличивается концентрация примеси, а в области увеличения микротвердости – уменьшение этой концентрации. С ростом длительности импульсов света и их количества эффект перераспределения примесных атомов усиливается. Причем, эффект перераспределения больше вблизи той поверхности, с которой происходило освещение.

Согласно работам [1 – 3], освещение полупроводника образует движущие силы диффузии (ДСД) [4]. Эти ДСД влияют на примесные атомы, которые исходно равномерно распределены в легированном образце и при его освещении должны вызвать их перераспределение, которое, со своей стороны, должно отразиться на физико-механические свойства материала.

Одним из наиболее чувствительных физико-механических характеристик полупроводниковых кристаллов, зависящих от рода и концентрации примесей, является

микротвердость [5]. По этой причине целью настоящей работы являлось исследование методом индентирования того перераспределения примесей в кремнии, которое вызвано воздействием импульсами белого света.

Использовались кремниевые пластины n-типа проводимости, легированные фосфором, с удельным сопротивлением 0.5 Ом·см и толщиной 500 мкм (КЭФ-0.5). Поверхности образцов были обработаны по 14 классу чистоты. С целью удаления естественного окисла перед световым воздействием и перед каждым измерением образцы обрабатывались в водном растворе HF в соотношении 1:50 в течении 50 с.

Воздействие белым светом проводилось в специальной установке импульсного фотонного облучения (УИФО) светом галогенных ламп [6].

Профиль концентрации примесей по глубине образца измерялся методом дифференциальной емкости ($C-V$) с использованием ртутного зонда.

Измерение микротвердости производилось на установке DURIMET по методу вдавливания с помощью стандартной пирамиды Кнупа, методика которого описана в [7].

Использование разных режимов фотонного облучения исследуемых образцов показало, что с увеличением длительности импульсов и их количества (когда температура превышает примерно 1000 °C) происходит накопление примесей у поверхности из-за возникновения ДСД.

На **Рисунке 1** приведены профили распределения примесей около поверхности образца в результате фотонного облучения.

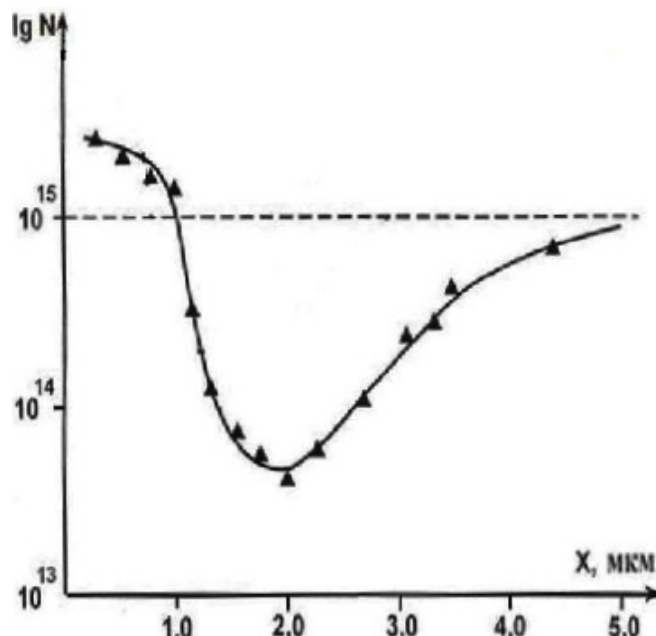


Рисунок 1. Перераспределение исходно равномерно распределенных примесных атомов фосфора в пластинах кремния после их обработки импульсами белого света (10 с, 4-раза, ~ 1200 °C). Пунктиром обозначена исходная концентрация в пластинах. X – координата по толщине пластины.

Видно, что происходит перераспределение ранее равномерно распределенных по образцу примесных атомов. В частности имеет место увеличение концентрации примесей у поверхности за счет уменьшения ее в смежной области.

Это подтверждается равенством количества атомов, пришедших к поверхности, с их количеством, ушедших из смежной области, и изменением значения микротвердости (Рисунок 2).

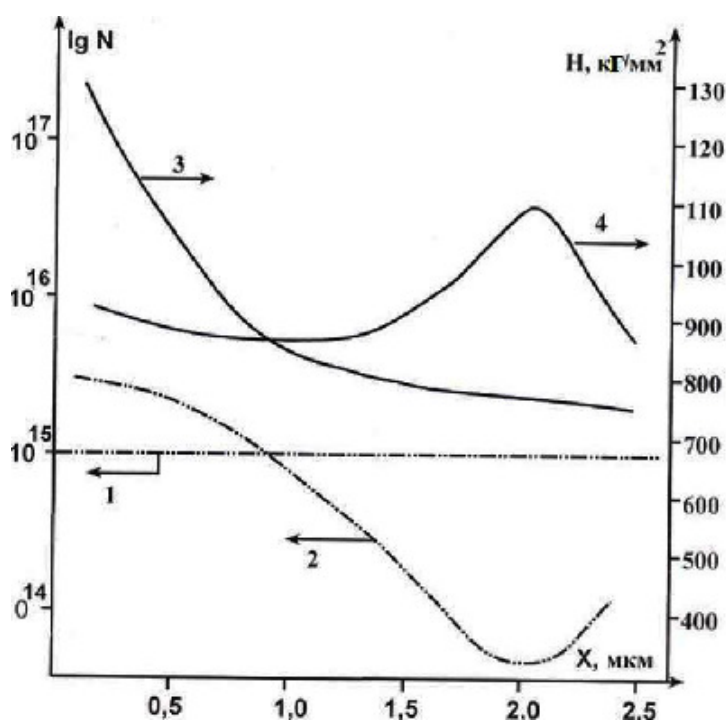


Рисунок 2. Зависимость концентрации примесных атомов и микротвердости от расстояния до поверхности в кремнии: концентрации до (1) и после (2) световой обработки и микротвердости до (3) и после (4) световой обработки.

В той области, где по сравнению с исходным образцом происходит уменьшение микротвердости, увеличивается концентрация примеси, а в области увеличения микротвердости – имеет место уменьшение концентрации примеси.

С ростом длительности импульсов света и их количества увеличивается эффект перераспределения примесных атомов. Причем, эффект перераспределения больше около той поверхности, с которой происходило освещение.

Ссылки

- [1] A. Gerasimov, A. Bibilachvili, Z. Bokhochadze, R. Kazarov, M. Vepkhvadze, G. Chiradze, N. Kutivadze, Z. Samadashvili. Bull. Georgian Acad. Sci., 1999, 159, 417.
- [2] А. Б. Герасимов, А. П. Бибилашвили, Т. Э. Мелкадзе. Физика и химия обработки материалов, 2000, 2, 5.
- [3] A. Gerasimov, N. Gochaleishvili, I. Lomidze, E. Maziashvili, Z. Samadashvili, R. Kazarov, L. Vardosanidze, M. Klibadze. Bull. Georgian Acad. Sci., 2002, 166, 267.
- [4] Дж. Манинг. Кинетика диффузии атомов в кристаллах, 1971, Москва, Мир, 384.
- [5] А. Б. Герасимов, Г. Д. Чирадзе. ФТП, 2001, 35, 385.

- [6] А. Б. Герасимов, Г. Р. Капанадзе, З. В. Джибути, М. А. Куправа. Приборостроение, 1987, Тбилиси, Грузинский НИИНТИ, Техническая информация 3.1.
- [7] А. Б. Герасимов, Г. Д. Чирадзе, Н. Г. Кутивадзе. ФТП, 2001, 35, 70.