

ЭЛЕКТРОФИЗИКА ПРИМЕСНЫХ СКОПЛЕНИЙ В КРЕМНИИ ПРИ ЭЛЕКТРОННОМ ОБЛУЧЕНИИ

Л.В. Великов, Е.Н. Жихарев, В.П. Калинушкин, В.А. Милаев,
В.А. Никитин, Н.А. Сулимов

Методами СВЧ релаксометрии и рэлеевского рассеяния света показано, что в кремнии р- и n-типов, выращенном по методу Чохральского, происходит перестройка примесных центров под действием электронного облучения. Изменяется концентрация носителей тока в области примесного скопления, а также объемное время жизни неравновесных носителей.

В /1/ было обнаружено, что примесные скопления в кремнии, выращенном по методу Чохральского, чувствительны к воздействию электронного облучения ($E \cong 25$ кэВ). Примесные скопления в кремнии были зарегистрированы с помощью упругого рассеяния света и растровой электронной микроскопии в режиме наведенного тока /2/. Скопления рассеяны в объеме полупроводника, их размеры составляют от долей микрометра до десятков микрометров. Концентрация примесных центров достигает 10^{16} см⁻³.

В данной работе сообщается о результатах экспериментов по исследованию влияния электронного облучения на время жизни неравновесных носителей тока в кремнии, выращенном по методу Чохральского. Использовались стандартные подложки кремния КДБ-10 и КЭФ-4,5; ориентация поверхности соответственно (111) и (100). Толщина пластин 380 мкм, диаметр 76 мм. Облучение пластин осуществлялось электронами (25 кэВ, 1 мкА/см²). Измерение времени жизни фотовозбужденных носителей проводилось с помощью метода СВЧ релаксометрии /3/.

Изучение кремния, легированного бором, показало, что облучение электронами приводит к уменьшению "эффективного" времени жизни τ_{eff} от $2,80 \pm 0,15$ до $2,25 \pm 0,15$ мкс при объемном фотовозбуждении носителей тока. Величина "эффективного" времени жизни носителей определяется объемным временем жизни носителей τ_v , скоростями поверхностной рекомбинации на двух сторонах пластины и величиной коэффициента амбиполярной диффузии. Как показывают оценки /3/, при малых значениях τ_{eff} последние три параметра практически не влияют на величину τ_{eff} , она определяется значением τ_v .

Соответствующие изменения объемного времени жизни неравновесных носителей τ_v составляют приблизительно от 6 мкс (исходный кристалл) до 4 мкс (облученный дозой $\sim 10^{-4}$ Кл/см²).

В кристаллах, легированных бором, в результате электронного облучения наблюдается резкое уменьшение интенсивности рассеяния света на примесных скоплениях.

В случае кремния, легированного фосфором (КЭФ-4,5), электронное облучение приводит к возрастанию интенсивности рассеяния света на примесных скоплениях. СВЧ релаксометрия показывает, что в облученных образцах возрастает эффективное время жизни от $9,5 \pm 0,1$ мкс до $10,1 \pm 0,2$ мкс, что соответствует изменению объемного времени жизни неравновесных носителей от 40 мкс (исходный кристалл) до 60 мкс (облученный дозой $5 \cdot 10^{-5}$ Кл/см²). Регистрируется также слабое отклонение от экспоненты в начальной стадии кинетики фоторелаксации, свидетельствующее о возникновении слабого процесса прилипания дырок.

Таким образом, результаты данной работы подтверждают обнаруженный в /1/ эффект воздействия облучения электронами поверхностного слоя на объемные параметры кремния, выращенного по методу Чохральского.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sulimov N., Kalinushkin V., Velikov L. The international conference on the science and technology of defect control in semiconductors, sept. 17–22, 1989, Yokohama, Japan.
2. Бузынин А.Н. и др. Первая всесоюзная конференция "Физические и физико-химические основы микроэлектроники", г. Вильнюс, 23–24 сент. 1987, Москва, 1987.
3. Заварицкая В.А. и др. ФТП, **18**, 2160 (1984).

Институт общей физики АН СССР

Поступила в редакцию 26 октября 1989 г.