

Измерение электрофизических свойств кремния по времени жизни неравновесных носителей заряда

Францкевич А.В., Францкевич Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что термообработка кремния при температурах свыше 350°C может отрицательно повлиять на его электрофизические свойства. Нашей целью было определить изменение электрофизических свойств пластин кремния, прошедших имплантацию и последующие термическую и плазменную обработки в процессе формирования нанотрубок в объеме и конических наноструктур на поверхности. Контроль времени жизни неравновесных носителей заряда позволяет решать эту задачу.

Для измерения времени жизни τ использовался бесконтактный СВЧ-метод, основанный на измерении фазового сдвига φ между интенсивностью возбуждающего излучения и сигналом фотопроводимости образца. Фотопроводимость возбуждалась излучением ИК-светодиода с длиной волны 0,83 мкм и частотой модуляции излучения 6 кГц. Для пластин р-типа отжиг в выбранных режимах приводит к уменьшению времени жизни носителей в объеме. Для пластин n-типа зависимость времени жизни от температуры отжига более сложная и определяется дозой имплантации гелия. Так при малых дозах имплантации ($1 \cdot 10^{15}$ и $5 \cdot 10^{15}$ см⁻²) отжиг при температуре 650°C - 750°C уменьшает время жизни носителей. Однако при дозе имплантации $1 \cdot 10^{16}$ см⁻² отжиг в области температур 650 - 750°C приводит к повышению времени жизни. Увеличение времени жизни носителей n-типа в объеме, вероятно, обусловлено очисткой пластин от рекомбинационно-активных примесей вследствие присутствия в них геттерирующих центров, сформированных в результате имплантации. Отсутствие положительного эффекта для пластин р-типа может быть объяснено снижением эффективности геттерирования примесей в них вследствие образования комплексов “рекомбинационно-активная примесь – бор”, которые, как известно, имеют низкий коэффициент диффузии в решетке кремния. Измерение времени жизни неравновесных носителей на поверхности проводилось на пластинах кремния КДБ12В, для которых начальное τ не превышало 0,5 мкс. Для фотовозбуждения неравновесных носителей заряда на поверхности пластин использовали свет с длиной волны 0,63 мкм. Независимо от режимов обработки наблюдалось незначительное (не более 0,2 мкс) увеличение τ . Это может быть объяснено пассивацией поверхностных рекомбинационных центров в результате формирования тонкого оксидного слоя на поверхности после плазменной обработки.