

Особенности лавинного пробоя диффузионных р-п - переходов на основе кремния

Бринкевич Д.И.¹, Просолович В.С.¹, Янковский Ю.Н.¹, Черный В.В.²

¹Белорусский государственный университет,

²Белорусский национальный технический университет

Целью настоящей работы являлось исследование особенностей лавинного пробоя кремниевых диодов-генераторов шума ND103, изготовленных по диффузионной технологии на основе подложек монокристаллического кремния марки 3А2яКДБ0.03(111)4⁰-460. Глубина р-п-перехода, сформированного диффузией фосфора, составляла ~ 6 мкм. Амплитуда шумов в области лавинного пробоя составляла ~ 100 мВ при токе 50 мкА, верхняя граница однородных шумов ≤ 3 МГц. Измерения вольт-амперных (ВАХ) и вольт-фарадных (ВФХ) характеристик диодов с целью определения влияния глубоких центров на электрофизические параметры приборов производились при температурах +125 °С, +20 °С и -60 °С. Структурные дефекты подложки выявлялись путем травления в селективном травителе.

На обратных ВАХ диодов с увеличением температуры напряжение пробоя увеличивается, что обусловлено увеличением размеров области пространственного заряда вследствие изменения концентрации свободных носителей заряда. ВАХ имеют активационный характер. Энергия активации в зависимости от величины приложенного к р-п-переходу обратного напряжения имеет значения в диапазоне 0.25-0.45 эВ. Полученные экспериментальные значения ВАХ и ВФХ свидетельствуют о том, что лавинный пробой р-п-перехода не может быть обусловлен его «проколом» вследствие шнурования тока по пронизывающим его дислокациям. Действительно, как показали структурные исследования, плотность дислокаций в подложке невелика и не превышает значения 100 см⁻²

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что лавинный пробой р-п-перехода обусловлен включением микроплазм в результате локального увеличения напряженности электрического поля на неоднородностях легирования кристалла и ионизацией глубоких центров, включающих технологические фоновые примеси железа и меди в области пространственного заряда. Примеси могут осаждаться на структурных несовершенствах кристаллической решетки в виде примесных атмосфер либо включений второй фазы. Это может приводить к локальному сужению области пространственного заряда и увеличению в этих местах напряженности электрического поля.