

Методы контроля материалов и приборов силовой электроники

Сопряков В.И., Шатун А.А.

Белорусский национальный технический университет

Контроль качества и диагностика отказов являются важнейшими составляющими технологического процесса. Электропараметрический контроль силовых приборов и структур в большинстве случаев не выявляет признаков неустойчивости протекания тока, связанной с неоднородностью распределения удельного сопротивления и структурных дефектов. В настоящей работе предложен комплекс методов контроля исходного кремния, а также диодных структур и готовых приборов.

В качестве информативного параметра, который контролируется в области высоких обратных напряжений и связан с неоднородностью материала и дефектами структуры была выбрана разность между напряжением пробоя и напряжением включения первой микроплазмы (ΔU). Для измерения величины ΔU применялась техника двойного дифференцирования вольт-амперных характеристик, позволяющая разрешать отдельные микроплазмы. В работе показано, что значения ΔU для контрольных и потенциально ненадежных элементов значительно различаются.

Другим эффективным методом прогнозирования надежности является измерение низкочастотного шума, который связывается с дефектами структуры, состоянием поверхности и контактов. Измерялось среднеквадратическое значение флуктуаций обратного тока при напряжении 200 В. Коэффициент корреляции флуктуаций и ΔU оказался равным 0,85.

В работе показана возможность применения метода измерения фото ЭДС на межфазовой границе полупроводник-электролит для неразрушающего входного и операционного контроля полупроводниковых пластин и структур, используемых в производстве силовых диодов. Их особенностью является наличие поверхностного нарушенного слоя, необходимого для получения надежных контактов. Метод измерения фото-ЭДС, однако, дает хорошие результаты только на пластинах с удаленным нарушенным слоем. Применение аммиачно-перекисной отмывки кремниевых пластин, поступающих в производство, позволило выявить на излучении He-Ne лазера с длиной волны $\lambda = 0,63$ мкм пластины с макрофлуктуациями сигнала до $\pm 30\%$ на длине 1 мм. Исследование влияния длины волны излучения показали, что при $\lambda = 0,8$ мкм, что соответствует ширине запрещенной зоны кремния, величина фото ЭДС возрастает в 7...8 раз. Такие измерения можно проводить с использованием интерференционного фильтра или источника "белого" света.