

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДИСПЕРСНО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Ш.Д. Курмашев¹, И.М. Викулин², А.И. Нимцович²

¹Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова
ул. Дворянская, д. 2, Одесса, 65082, Украина
E-mail: kurtm@mail.css.od.ua

²Одесская национальная академия связи им. А.С.Попова

В полупроводниковых интегральных схемах активные элементы и ряд пассивных и изолирующих элементов выполнены на основе p - n -переходов. Их радиационная стойкость во многом зависит от того, что при взаимодействии с ионизирующим излучением в них возникают световые потоки. Воздействие ионизирующего излучения на p - n -переходы приводит к деградации характеристик, степень которой определяется конструктивно-технологическими факторами и радиационными дефектами, возникающими непосредственно в объеме p - n -переходов.

В работе проведены исследования влияния рентгеновского, гамма и нейтронного облучения на p - n -переходы кремниевых диодов, фотодиодов и фотосопровителений. Рассмотрено изменение электрофизических характеристик, емкостей p - n -структур, структурных превращений при действии радиации.

При исследовании процессов в терминах структурных изменений в фотодиодах, протекающих в результате их радиационного облучения, показано, что изменение фоточувствительности определяется процессами рекомбинации неравновесных носителей заряда. Одними из них является рекомбинация с участием рекомбинационных ловушек. Ими могут быть несовершенства и дефекты, образованные при действии ионизирующего излучения. Эти дефекты, в свою очередь, приводят к увеличению обратного тока, особенно за счет дефектообразования в приповерхностном слое.

Для подтверждения этого вывода рассмотрены процессы дефектообразования в фоторезисторах. Так как фоторезисторы представляют собой мелкую дисперсно-кристаллическую полупроводниковую структуру, то можно считать ее матрицей, состоящей из большого количества кристаллитов и, соответственно, p - n -переходов, расположенных вплотную друг к другу. При облучении фоторезисторов ионизирующими частицами интенсифицируется механизм не только объемной, но и поверхностной рекомбинации. На рис. представлены ВАХ фоторезисторов до и после облучения.

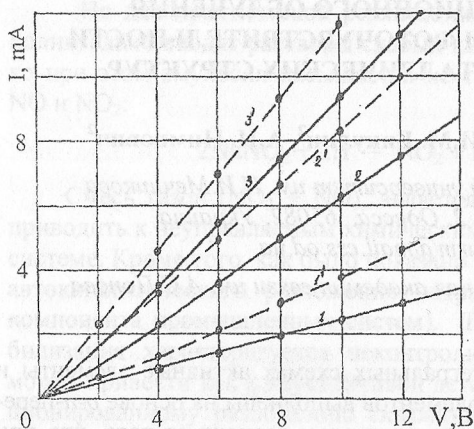


Рис. ВАХ пленочного фотосопротивления из CdS, облученного гамма-квантами при дозе 10^8 рентген (штриховые линии) и разных уровнях освещенности: 1, 1' – 200 лк; 2, 2' – 500 лк; 3, 3' – 1000 лк).

Показано, что при облучении фоторезисторов гамма-лучами до доз 10^8 рентген и нейтронами до 10^{12} см $^{-2}$ с ростом дозы увеличиваются ионизационные эффекты, что вызывает рост концентрации поверхностных дефектов. Это приводит к уменьшению величины сопротивления резисторов. Вместе с тем, воздействие γ -лучей приводит к разрушению пограничных слоев в структуре, что в свою очередь, вызывает увеличение поверхностной составляющей тока. Воздействие нейтронного и гамма-облучения способствует внутреннему дефектообразованию в полупроводнике и приводит к увеличению плотности дефектных областей в мелкодисперсных кристаллитах матрицы, что и вызывает увеличение удельного сопротивления материала. В свою очередь это приводит к увеличению фотосопротивления.

Облучение фотодиодов потоками рентгеновских лучей при 300 Рс^{-1} по сравнению с естественным фоном приводит к увеличению обратного тока при нулевой освещенности более, чем на 50%. Изменение прямого тока при этом незначительно (2...10%). Этот эффект проявляется, главным образом, при небольшом прямом смещении. С увеличением прямого смещения эффект воздействия рентгеновского излучения подавляется возрастающим прямым током.

При облучении нейтронами конфигурация поврежденных областей в полупроводнике обусловлена кластерами дефектов типа атомных смещений вокруг трека атома отдачи. Причиной деформации сигнала, распространяющегося в интегральных схемах, могут быть кластерные дефекты и их скопления, особенно расположенные рядом с p - n -переходами.