

$$M_3 = \begin{bmatrix} C_1 & C_3 & C_4 \\ 1 & 3 & 2 \end{bmatrix}. \quad N_{M_3} = 3.$$

$$K_N = \frac{1}{5} \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{1}{2} \right) = \frac{7}{20}. \quad N_{M_n} = 3.$$

Необходимо упомянуть о слабых местах данного подхода. Во-первых, мы исходим из того, что свойства оцениваемого объекта независимы, что на практике встречается крайне редко. Во-вторых, открытым остаётся вопрос, сколько нужно учитывать этих свойств для получения максимально объективной оценки. И, наконец, по умолчанию считается, что рассматриваемые и учитываемые свойства обладают одинаковым весом для оценки, что также встречается нечасто. Однако эти недостатки не носят принципиального характера и могут быть устранены в процессе дальнейших исследований.

Выводы

Сделана попытка добиться максимальной объективности при сравнении различных средств защиты информации. Предлагаемая методика была апробирована автором на практике. Были рассмотрены шесть наиболее широко применяемых (согласно статистике портала Securitylab.ru) сканеров уязвимостей: Nessus (версия 3.2.1); MaxPatrol (версия 8.0.1178); Internet Scanner (версия 7.2.58); Retina Network Security Scanner (версия 5.10.2.1389); Shadow Security Scanner (SSS) (версия 7.141.262); NetClarity Auditor (версия 6.1).

Рассматривались следующие свойства и количества этих свойств: цена сканера; универ-

сальность применения сканера (число поддерживаемых протоколов и векторов доставки – методов доставки данных к серверу); количество поддерживаемых векторов атаки (количество и тип активных плагинов); точность обнаружения CSS; точность обнаружения SQL-инъекций; точность обхода структуры веб-приложения и обнаружения локальных файлов; удаленное использование файлов, XSS; фишинг через RFI; WIVET-сравнение; адаптивность сканера (количество дополнительных возможностей сканера для преодоления защитных барьеров); сравнение особенностей аутентификации (количество и тип поддерживаемых способов авторизации и аутентификации); количество дополнительных возможностей сканирования и встроенных механизмов; общее впечатление о работе основной функции сканирования; наличие лицензий и сертификатов и т. д.

В результате применения методики первое место занял сканер MaxPatrol, на втором месте – сканер Nessus. Эти результаты были подтверждены экспериментальными исследованиями.

Литература

1. Колесников и др. Эргономическое обеспечение деятельности космонавтов, М.: Машиностроение, 1985.
2. Бондарев В.В. Возможный подход к оценке средств защиты информации// Информационно-методический журнал INSIDE. Защита информации. – № 3 – 2017, С. 76–78.

УДК 621.382

ОДНОЭЛЕМЕНТНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ФОТОПРИЕМНЫЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Воробей Р.И., Гусев О.К., Свистун А.И., Тявловский А.К., Тявловский К.Л., Шадурская Л.И.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Современные измерительные преобразователи систем оптической диагностики должны автоматически оценивать параметры оптического сигнала и переключаться между различными диапазонами энергетической и спектральной характеристиками чувствительности. Это требует применения нескольких фотоприемников, сложных оптических схем и сложных алгоритмов обработки измерительных сигналов. Относительная сложность физических процессов при перезарядке нескольких энергетических уровней многозарядной глубокой примеси позволяет реализовать многофункциональность фотозлектрического преобразователя (ФЭП) при простой конструкции чувствительного элемента. Фотоэлектрические одноэлементные преобразователи [1] характеризуются расширенными функциональными характеристиками и увеличенными диапазонами энергетической (на несколько десятков децибел)

и спектральной характеристик чувствительности (со сдвигом на 2–4 мкм в диапазоне спектральной чувствительности 1–10 мкм), с возможностью переключения между поддиапазонами энергетической и спектральной характеристик чувствительности под действием как измерительного сигнала, так и дополнительных управляющих воздействий. В качестве основного материала резистивной или барьерной структуры фотоприемника могут использоваться германий, кремний, полупроводниковые соединения типа A^3B^5 , и другие материалы, в том числе совместимые с «не кремниевыми» технологиями и структурами на сапфировых подложках. Характеристиками: функциональностью и параметрами ФЭП можно управлять выбором структуры и материала основного полупроводника, технологией изготовления, режимами питания и смещения, дополнительным оптическим излучением [1–3].

В основе предлагаемых для построения измерительных преобразователей систем оптической диагностики ФЭП лежит физическая интеграция процессов внутри объема чувствительного элемента, построенного на базе полупроводника с низкой концентрацией глубокой примеси [1-2], формирующей в запрещенной зоне несколько энергетических уровней для разных зарядовых состояний, с поверхностно-барьерной или резистивной структурой.

Относительная сложность физических процессов при перезарядке нескольких энергетических уровней многозарядной глубокой примеси позволяет реализовать многофункциональность фотоэлектрического преобразователя (ФЭП) при простой конструкции чувствительного элемента [1]. ФЭП представляет собой фоторезистивную R1, R2 или барьерную структуру VD1 с длинной базой (рисунок 1), в зависимости от типа используемых контактов (омический контакт или барьер Шоттки).

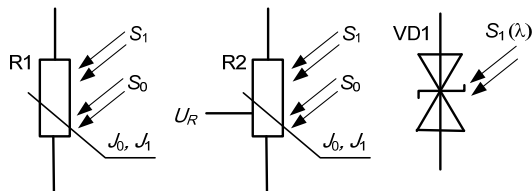


Рисунок 1 – Приборные структуры ФЭП на основе полупроводников с глубокими многозарядными примесями

Контакт, через который вводится оптический сигнал S выполняется полупрозрачным, причем для уменьшения коэффициента оптического отражения поверхность полупроводника может профилироваться. Управляющий электрод наносится при необходимости управления свойствами ФЭП с использованием электрического канала управления (R2 на рисунке 1). При управлении характеристиками ФЭП дополнительным оптическим сигналом S_0 , часто вне спектрального диапазона чувствительности датчика, он вводится вместе с основным через прозрачный электрод или с торца ФЭП.

Многофункциональность и возможность управления характеристиками таких ФЭП определяет значительно большую сложность их эквивалентных схем, используемых при моделировании электрических схем измерительных преобразователей. Например, эквивалентная схема барьерной структуры VD1 с длинной базой со встречно включенными диодами Шоттки включает в себя источники напряжения, управляемые светом, фоторезисторы, элементы цепей внутренней обратной связи.

Физической основой работы объемно перезаряжаемых светом или электрическим смещением структур является изменение времени жизни и подвижности [1-3] неравновесных но-

сителей заряда в результате их перераспределения по уровням рекомбинации и прилипания многозарядной примеси (рисунок 2). Причем для полупроводников с примесью акцепторного типа изменение постоянных времени жизни и рекомбинации достигает нескольких десятичных порядков [1-2], а для полупроводников с примесью донорного типа это изменение составляет величину менее 1 %, что связано с тем, что энергетические уровни примеси (Se, S) уже заполнены (рисунок 2, b).

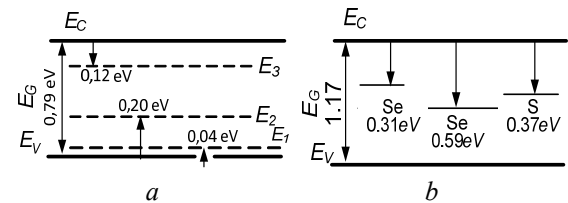


Рисунок 2 – Энергетические диаграммы собственного полупроводника: (a) Ge, легированного Pt (E_1, E_2, E_3 – энергетические уровни платины в зарядовых состояниях $(-2, -1), (-3, -2), (-1, 0) eV$) и энергетические уровни примесей Se и S в кремнии (b)

В фотоприемниках, слабо легированных рядом примесей с акцепторными свойствами, примесь формирует два или три глубоких уровня в нескольких зарядовых состояниях. При этом характеристики приборной структуры с глубокими многозарядными примесями определяются, в основном, характером рекомбинационных процессов через уровни примеси. Закономерности формирования сигнала ФЭП связаны с изменением эффективного времени жизни и подвижности с уровнем инжекции. Зависимость времени жизни основных τ_n и неосновных τ_p носителей заряда от уровня возбуждения для германия и кремния, легированного глубокими примесями с несколькими многозарядными уровнями, характеризуется диапазоном изменения до четырех десятичных порядков величины, что и обеспечивает расширение динамического диапазона энергетической характеристики и возможность управления фотоэлектрическими характеристиками ФЭП.

Границами поддиапазонов J_L и J_H энергетической характеристики чувствительности можно управлять изменением концентрации многозарядной примеси и ее типом [3]. Отметим, что при переходе от одного поддиапазона к другому, вследствие задействования различных энергетических переходов изменяется и вид спектральной характеристики чувствительности такого ФЭП [1, 2]. При этом диапазон спектральной чувствительности ФЭП перекрывает значения ближнего и среднего ИК излучения (1,2 мкм–10 мкм), а положение «красной» границы чувствительности может смещаться на величину до нескольких (2-4) мкм.

Несмотря на простоту конструкции фотоэлектрических преобразователей на основе полупроводников с собственной фотопроводимостью, на их основе можно построить ряд многофункциональных одноэлементных сенсоров, чувствительных как к нескольким параметрам оптического излучения, так и к другим воздействующим факторам [2].

Например, наличие в структуре ФЭП встречно включенных барьерных структур может привести к появлению на спектральной характеристике чувствительности области с инверсией знака фото-ЭДС [6, 11, 12]. Такая структура представляет собой по существу функциональный преобразователь, в котором взаимосвязь четырех параметров I , λ , V , Δz дает возможность функционального выражения одной физической величины через другую (или совокупность нескольких величин) и использования прибора в качестве фотоприемника для сравнения интенсивностей излучения в разных спектральных диапазонах, детектора длины волны монохроматического излучения и др., приема и передачи информации, координатно-чувствительного элемента [2].

Структура многофункционального датчика, используемого в составе измерительных преобразователей систем оптической диагностики, может включать совокупность одного или нескольких конструктивно объединенных чувствительных элементов, размещенных в зоне

действия нескольких физических величин, а также формирующих соответствующие сигналы по средством преобразовательных (передаточных) функций. Фотоприемники на основе полупроводниковых структур с многозарядной примесью характеризуются свойствами управляемости своих параметров (энергетической характеристикой, спектральной характеристикой чувствительности, быстродействием и др.) под действием внешних и внутренних факторов, в первую очередь дополнительного освещения.

Литература

1. Vorobey R.I., Gusev O.K., Tyavlovsky A.K., Tyavlovsky K.L., Svistun A.I., Shadurskaya L.I., Yarzhebtskaya N.V., Kierczynski K. // Photoelectric semiconductor converters with a large dynamic range. // Przegląd elektrotechniczny, Nr 5/2014. – Pp. 75–78.
2. Гусев, О.К. Методология и средства измерений параметров объектов с неопределенными состояниями / О.К. Гусев [и др.]; под общ. ред. О.К. Гусева. – Минск : БНТУ, 2010. – 582 с.
3. Гусев, О.К. Проектирование и управление метрологическими характеристиками фотоэлектрических преобразователей на основе полупроводников с многозарядными примесями / О.К. Гусев, А.И. Свистун, Л.И. Шадурская, Н.В. Яржембицкая // Датчики и системы. – 2011, № 1. – С. 19–23.

УДК 614.842

К ВОПРОСУ НЕОБХОДИМОСТИ И ЦЕЛЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ И ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ

Мисюкевич Н.С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

При составлении технического задания на проектируемую систему ее назначение и цели формулируются в разделе «Общие сведения» или отдельном разделе. Обязательные для применения требования к техническому заданию по системам противопожарной защиты изложены в ТКП 340-2011 [1], а по системам охраны в РД 28/3.008-2001 [2]. Подробное содержание разделов технического задания содержится в межгосударственном стандарте ГОСТ 34.602-89* [3].

ГОСТ 12.1.004-91* [4] установлено, что пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. «Система пожарной автоматики – совокупность взаимодействующих систем пожарной сигнализации, передачи извещений о пожаре, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, противодымной вентиляции, установок автома-

тического пожаротушения и иного оборудования автоматической противопожарной защиты, предназначенных для обеспечения пожарной безопасности объекта [5].

Для обеспечения пожарной безопасности объекта следует выполнить одну из задач [4]:

- исключить возникновение пожара;
- обеспечить пожарную безопасность людей;
- обеспечить пожарную безопасность материальных ценностей;
- обеспечить пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

Вступающий в силу с 01.01.2020 технический регламент ТР ЕАЭС 043/2017 [5] определил, что система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) – совокупность технических средств, предназначенных для информирования людей о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очеред-