

работанных образцов чувствительность такого же порядка достигается по отношению к фазе FeNi. На результат измерений оказывает влияние связанная с направлением прокатки анизотропия магнитных свойств. Уменьшение сигнала преобразователя на образцах малых размеров связано с уменьшением объема информативной зоны.

1. ГОСТ Р 53686-2009 (ИСО 8249:2000) Сварка. Определение содержания ферритной фазы в металле сварного шва аустенитных и двух-

УДК 620.16(075.8)

ШИРОКОАПЕРТУРНЫЙ УФ-ДЕТЕКТОР НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО АЛМАЗА

Шаронов Г.В.

Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко

Минск, Республика Беларусь

В последнее время в различных отраслях промышленности, медицины используются детекторы УФ-излучения на основе особо чистых природных алмазов типа 11а, которые достаточно дороги и редко встречаются в природе. Как правило, эти детекторы имеют небольшую рабочую площадку 1 мм² [1]. Есть отдельные сообщения о создании приборных структур на основе беспримесных синтетических моно-и поликристаллических алмазов и алмазных пленок, выращенных по SVD – технологии [2-3].

Настоящая работа направлена на разработку технологии и создание широкоапертурных высокочувствительных спектрально-селективных детекторов УФ-излучения на синтетических монокристаллических алмазных подложках. Алмаз, в этом случае, выполняет функцию твердотельной ионизационной камеры. Ионизирующее излучение приводит к генерации свободных носителей заряда, которые собираются на электродах, расположенных на поверхности детектора

Перечислим основные преимущества алмаза, как фотополупроводника, для детекторов УФ-излучения и области его применения: 1) высокая чувствительность в спектральном диапазоне 190 – 300 нм; 2) высокая спектральная селективность фотоотклика (отношения сигнала в УФ и видимом диапазонах 10⁵); 3) высокое временное разрешение, оцениваемое 10⁻¹³ с; 4) высокая оптическая прочность до 0,1 ГВт/см² в УФ – импульсе; 5) высокая надежность и стабильность в эксплуатации; 6) применяются в УФ – литографии, лазерной микрообработке, медицине, астронавигации, УФ- локации, космических исследованиях в УФ – диапазоне, наблюдением за озоновыми дырами, материаловедении, люминесцентном анализе и др.

Последние достижения в области твердотельной электроники показывают, что полупроводниковые приборы с использованием алмазов

фазных феррито-аустенитных хромоникелевых коррозионностойких сталей.

2. Снежной Г.В. Идентификация низких содержаний феррита и мартенсита в аустенитных хромоникелевых сталях // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2011. – №7. – С. 76-79.
3. Лухвич А.А. Магнитные толщинометры нового поколения // *Неразрушающий контроль и диагностика*. – 2010. – №4. – С. 3-15.

становятся реальностью, поскольку промышленность освоила выпуск синтетических моно- и поликристаллических алмазов с теплопроводностью 800-2000 Вт/м·К, а в лабораторных условиях получена теплопроводность порядка 3000 Вт/м·К и имеются хорошие предпосылки для создания мощных СВЧ- транзисторов, УФ-детекторов путем эпитаксиального наращивания алмазных пленок электронного качества из газовой фазы на монокристаллических подложках синтетического алмаза. Главной задачей производства монокристаллических алмазов электронного качества является разработка технологии получения кристаллов с одинаковыми свойствами, поскольку только такой подход может гарантировать серийное производство интегральных структур. Основу разрабатываемого УФ-детектора составляет подложка из монокристаллического синтетического алмаза типа СТМ «Алмазот». Выращивание монокристаллов алмазов осуществлялось на многопусонных аппаратах высокого давления и высокой температуры (ВДВТ) методом температурного градиента в интервале температур 1400-1600 С при гидростатическом давлении 5,5-6,0 ГПа. Рост кристаллов типа усеченный октаэдр осуществлялся в условиях термодинамической стабильности алмаза путем кристаллизации углерода, растворенного в расплавленной металлической фазе на алмазной затравке. Из выращенных буль, типа усеченный октаэдр ориентации 001, путем распиливания по плоской сетке куба, шлифования и полирования рабочих поверхностей, перпендикулярных ориентации 001, изготавливались подложки. Далее подложки подвергались суперфинишной механической обработке с шероховатостью Ra ≤ 1нм на специально разработанной виброполировальной установке [4]. Химическая очистка поверхности включала десятиминутное травление подложек в кипящей 40% щелочи КОН и промывку

в деионизованной воде. Для изготовления экспериментальных образцов УФ-детекторов были отобраны подложки, удовлетворяющие основным требованиям: ориентация (001), отсутствие сколов, графитизации, царапин, внутреннее напряжение 1 и 2 – го порядка, параллельность базовых граней не хуже 30 мин.

Известно, что алмазу присущи большая плотность упаковки атомов в решетке, высокая поверхностная энергия их связи в кристалле и, соответственно, незначительные эффекты диффузии и внедрения. Эти свойства алмаза обуславливают принципиальные трудности при металлизации и нанесения омических контактов к нему. В общем случае эффективность УФ-детектора на алмазе определяется не только квантовой эффективностью и теплопроводностью, но и достижением минимального теплового и электрического сопротивления при нанесении металлических омических контактов на поверхность рабочей зоны алмазной подложки. При разработке адгезионно-активных к алмазу металлических покрытий, в первую очередь, необходимо учитывать тот факт, что значительную степень смачивания алмаза обнаруживают элементы, которые достаточно интенсивно химически взаимодействуют с ним – образуют карбиды, растворяют углерод, диффундируют внутрь твердой фазы. Для нанесения металлического покрытия на алмазную пленку использовался метод многослойной тонкопленочной металлизации, при чем основной упор был сделан на покрытие Cr-Cu-Ni в силу высокой адгезионной стойкости и электропроводности, низкого теплового сопротивления на границе алмаз-металл, своей дешевизны, доступности материалов и эксплуатационных характеристик. Измеренные значения теплопроводности металлизированных алмазных подложек находились на уровне 800-900 Вт/м К. Для создания УФ-детекторов использовали покрытия Cr-Cu-Ni со встречно-штырьевой структурой электродов на поверхности алмазной подложки. Исходными данными для разработки топологии и конструкции УФ-детектора были размеры подложки 5x5x1мм. Размер поля был выбран величиной 1 мм по всему периметру подложки. Соответственно активная зона для расположения встречно-штырьевых электродов (ВШЭ) структуры составила 3x3 мм. Ширина металлических контактов 100 мкм, период следования 100 мкм. По расположению штырей была выбрана двухштырьевая конструкция металлизации. Разварка выводов от алмазной подложки осуществлялась алюминиевым проводом диаметром 0,35 мм на установке УЗ сварки ЭМ4200. Нанесение контактов осуществлялось на установке ВН 71П2. Рабочая фотоприемная часть УФ- детектора приведена на рисунке 1.

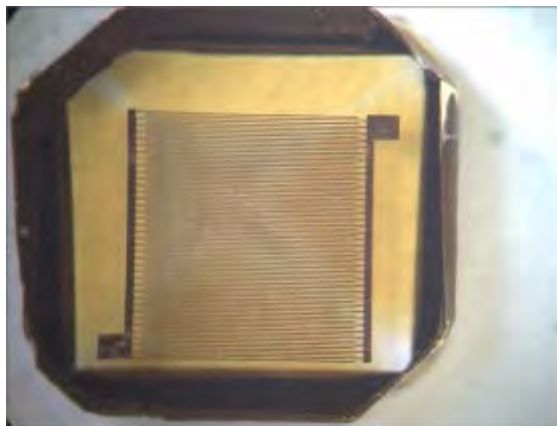


Рисунок 1 – Фотоприемная часть УФ-детектора на алмазной подложке с размерами 5,0x5,0 мм

Исследования временных и энергетических характеристик фотодетектора осуществлялось с использованием 4-й гармоники ($\lambda = 266$ нм) импульсного лазера АИГ: Nd³⁺ в режиме модуляции добротности с длительностью импульса 5 нс по полуширине и энергией 0,5 мДж. Кинетика откликов УФ-детектора на лазерный импульс при напряжении смещения 20 В приведена на рисунке 2.

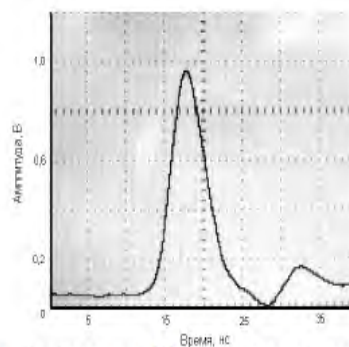


Рисунок 2 – Импульсная характеристика УФ-детектора от излучения 4-ой гармоники излучения импульсного АИГ: Nd³⁺ ($\lambda=266$ нм), масштаб по горизонтали 5 нс/дел.

Амплитуда сигнала на выходе детектора 0,9 В, длительность переднего фронта около 2 нс, форма сигнала воспроизводит форму (и длительность) лазерного импульса. В условиях большого сигнала зависимость уровня сигнала на выходе фотоприемника от напряжения смещения линейна. Наблюдалась высокая амплитудная и временная долговременная стабильность импульсов на выходе УФ-детектора. Увеличение энергии импульсов излучения и повышение температуры алмазной структуры при импульсном токе до 50 А не приводило к искажению формы зарегистрированного импульса, что является косвенным подтверждением высокой электропроводности и теплопроводности раздела металл (Cr-Cu-Ni) – алмаз (СТМ «Алмазот»).

1. Природные алмазы России. / Под ред. В.Б. Кваскова/ – М.: Полярон, 1997. - 304 с.
2. Ральченко, В. Г., Конов А.В. CVD–алмазы в электронике // «Электроника». – М.; - 2007. - № 4. - С.58 - 67.
3. Шаронов Г.В, Большаков А.П., Ральченко В.Г., Казючиц Н.М., Петров С.А.. Ультрафиолетовые детекторы на основе эпитаксиальных алмазных пленок, выращенных на

монокристаллических алмазных подложках методом газофазного синтеза.//Журнал прикладной спектроскопии. – 2010. – Т.76, № 5. – С. 714-719.

4. Шаронов Г.В., Петров С.А. Суперфинишная полировка алмазных подложек для эпитаксиальных технологий // Инженерно-физический журнал. – 2011, - Т.84, - №5, - С. С.1100-1103

УДК 621.317: 621.3.08

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД РЕГИСТРАЦИИ ВАХ ДВУХПОЛЮСНИКОВ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА В-422

Романов И.А., Зайков В.А., Климович И.М.

Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь

Одной из самых информативных характеристик полупроводниковых приборов (ПП), позволяющей оценивать их электрические параметры является вольт-амперная характеристика (ВАХ). С помощью ВАХ можно прогнозировать поведение ПП при различных электрических воздействиях, делать вывод о его работоспособности, идентифицировать неизвестные полупроводниковые элементы [1]. Применение современных микропроцессорных средств позволяет автоматизировать процесс снятия ВАХ, что в свою очередь дает возможность быстро определять точные параметры исследуемых ПП при минимальном участии оператора в процессе измерения.

Существует большое количество методов измерения ВАХ, которые применимы для конкретного типа ПП. Например, в работе [1] предлагается метод импульсного снятия ВАХ с устранением саморазогрева ПП, искажающего истинные ВАХ ПП.

В настоящей работе предлагается автоматизированный метод регистрации ВАХ двухполюсников, рассчитанный на широкий спектр ПП или приборных структур. Метод позволяет снимать ВАХ высокоомных и высокоемкостных ПП, может использоваться для регистрации динамических вольт-амперных характеристик, позволяет контролировать процесс формовки структур [2]. Преимуществами данного метода являются дешевизна и простота реализации.

Цифровой блок В-422, входящий в систему измерения ВАХ включает в себя двухканальный осциллограф и одноканальный генератор переменного напряжения. Генератор, реализованный на цифро-аналоговом преобразователе, позволяет формировать сигналы различной формы (гармонической, треугольной, прямоугольной) в диапазоне частот от 100 мГц до 10 кГц, и диапазоне напряжений ± 10 В. Минимальная нагрузка, допускаемая на выходе генератора 1кОм. Цифровой прибор В-422 подключается к

компьютеру через USB порт. Программа “Осциллограф” осуществляет возможность сохранения осциллограмм в текстовый файл.

На рис. 1 приведена электрическая схема установки. Принцип работы установки заключается в следующем. Переменное напряжение с генератора подается на соединенные последовательно ПП или приборную структуру и резистор R (рис. 1).

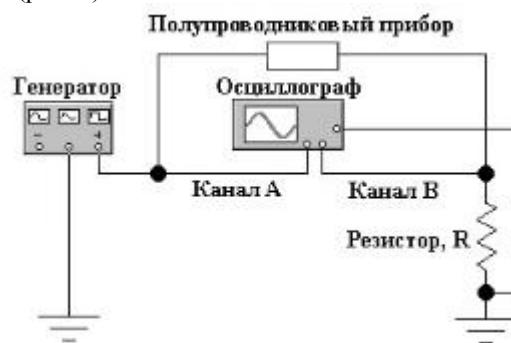


Рисунок 1 – Электрическая схема установки для снятия ВАХ ПП и приборных структур

Канал А осциллографа подключается к выходу генератора. Каналом В регистрируется напряжение на резисторе R. Для регистрации ВАХ необходимо знать ток и напряжение на ПП в текущий момент времени. Напряжение на ПП получают путем вычитания из напряжения генератора напряжения на резисторе. Ток, протекающий через ПП, определяется по величине сопротивления резистора и напряжения на нем. В результате регистрируют две зависимости тока и напряжения от времени: $I_{pp}(t)$ и $U_{pp}(t)$. Путем исключения времени можно построить ВАХ ПП или приборной структуры.

Одним из недостатков метода является шумовая компонента сигнала. Усреднение осциллограмм по нескольким выборкам (периодограммам) позволяет устранить большую часть шума. Для реализации метода подают периоди-