

интенсивности ЛИ, изменяемой по величине практически на 3 порядка и существенно расширенном диапазоне длин волн ЛИ. На рис.4 приведена одна из опытных схем, позволяющая фокусировать с помощью магнитного поля возбуждаемые ЛИ упругие волны, что представляет интерес как для измерения интенсивности ЛИ, так и для других акустических измерений.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ, проект №Т15-153.

Литература

1. Блум Э.Я., Майоров М.М., Цеберс А.О. Магнитные жидкости. – Рига, Зинатне. 1989. – 389 с.

2. Гусев, В.Э., Карабутов А.А. Лазерная оптоакустика. Москва : Наука, 1991. – 304 с.

3. Способ оптоакустического контроля качества неразъемного соединения двух материалов: пат. 17526 Респ.Беларусь, МПК G 01 N 29/04 / А.Р. Баев, В.Г. Гуделев, А.И. Митьковец. – № а20111234; заявл. 23.09.11; опубл. 30.04.13 // Открытия. Изобретения. – 2013. – 4 с.

4. Баев, А.Р. Оптоакустический метод ультразвуковой дефектоскопии и измерения физико-механических свойств твердых тел / А.Р. Баев, А.И. Митьковец, В.Г. Гуделев, Д.А. Костюк // Материалы 7-й Межд. науч. конф. «Лазерная физика и оптические технологии», ИФ им. Степанова НАН Беларуси. – Минск. – 2008. – Т 1. – С. 85–88.

УДК 681.2.082

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СЕНСОРНЫЕ УСТРОЙСТВА НА КРЕМНИЕВЫХ ПОДЛОЖКАХ Реутская О.Г.¹, Плескачевский Ю.М.¹, Таратын И.А.²

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

²ОАО «Минский НИИ радиоматериалов», Минск, Республика Беларусь

Для проведения анализа состава газовой среды широко используются полупроводниковые сенсоры. Основным материалом при разработке таких датчиков является кремний. Особое внимание при изготовлении сенсорных элементов следует уделять качеству подготовки поверхности подложек. Основной тип конструкций полупроводниковых сенсоров представляет собой кремниевую подложку, на поверхности которой сформирован диэлектрический слой, нагреватель, информационные электроды со сформированным на их поверхности газочувствительным слоем [1]. В силу своих полупроводниковых свойств поликристаллический кремний может выступать в качестве чувствительного элемента.

В ходе выполнения эксперимента по исследованию газочувствительных характеристик полупроводниковых свойств сенсорных элементов на кремниевых подложках был изготовлен чувствительный элемент из поликристаллического кремния размером 2,2x2,2x1,5 мм³. Полученный элемент был установлен в корпус с применением метода контактной сварки платиновой проволокой толщиной 20 мкм (рисунок 1). Кремний выполняет функцию нагревателя и информационных электродов. В качестве газочувствительного слоя был использован раствор SnO₂-In₂O₃.

Газочувствительный слой был получен с применением золь-гель методов и сформирован на поверхности сенсора с помощью микрошприца послойным путем [2]. Затем сенсор находился подключенным к источнику питания при токе 91 мА в течении 17 ч. Вольтамперные характеристики представлены на рисунке 2.

Вольтамперная характеристика при прямом ходе получена путем увеличения значения по-

даваемого тока на нагреватель, обратный ход – путём уменьшения значения тока. Как видно из рисунка 2 значения выходных характеристик не совпадают при прямом и обратном ходе, что вызвано особенностями тепловых характеристик взаимодействующих материалов. Затем сенсор был оставлен на 43 ч для формирования газочувствительного слоя при I=91 мА. Вольтамперная характеристика после длительного отжига представлена на рисунке 3.

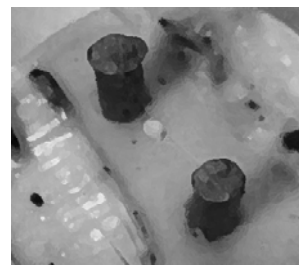


Рисунок 1 – Внешний вид полупроводникового сенсорного устройства с кремниевым нагревателем (с газочувствительным слоем)

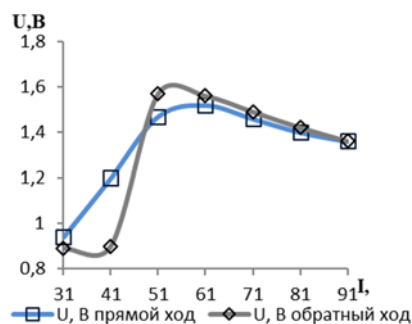


Рисунок 2 – Вольтамперная характеристика чувствительного элемента с кремниевым нагревателем до отжига

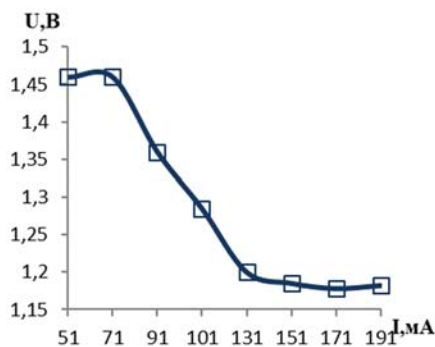


Рисунок 3 – Вольтамперная характеристика чувствительного элемента с кремниевым нагревателем после отжига 43 ч

После длительного отжига наблюдается стабилизация по напряжению сигнала сенсора (рисунок 3). Как известно, применение кратковременных отжигов позволяет увеличить значение выходного сигнала [3]. Для определения влияния таких отжигов на кремниевый чувствительный элемент был проведен отжиг при $I=291$ мА в течении 15 с. Вольтамперная характеристика представлена на рисунке 4.

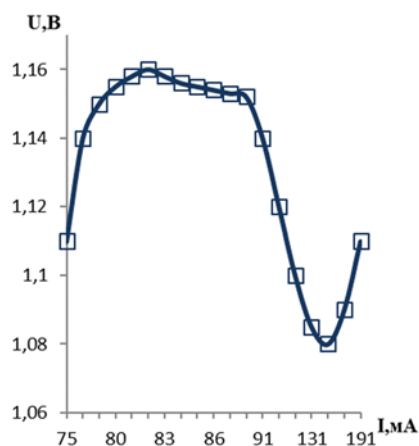


Рисунок 4 – Вольтамперная характеристика чувствительного элемента с кремниевым нагревателем после кратковременного отжига 15 с $I=291$ мА

В результате проведенной серии отжигов было установлено, что стабилизация выходных характеристик достигается после термообработки поверхности газочувствительного слоя. При этом участок с линейной характеристикой после отжигов смещается влево, что приводит к уменьшению потребляемой мощности сенсора.

Для установления зависимости температуры чувствительного элемента сенсора были проведены измерения с помощью пирометра IP-140, работающего в диапазоне температур 100-1000 °С. Для детектирования горючих и токсичных газов температура газоанализирующей поверхности в выпускаемых сериях полупроводниковых сенсоров составляет 350-450°С [1]. По полученным данным эксперимен-

та до проведения отжигов в рабочем диапазоне температур потребляемая мощность кремниевого нагревателя составила 80 – 120 мВт. В свою очередь для определения некоторых опасных газов температура газочувствительного слоя должна достигать 700 °С.

После проведенных отжигов температура чувствительного элемента увеличилась до 400-550 °С при потребляемой мощности 80 – 120 мВт (рисунок 5).

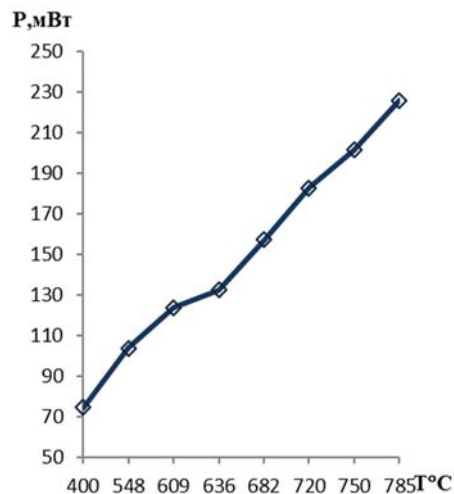


Рисунок 5 – Зависимость потребляемой мощности от температуры нагревателя полупроводникового сенсорного устройства

Использование в конструкции газовых сенсоров чувствительного элемента из поликристаллического кремния, который выполняет функции нагревателя, позволяет использовать его в качестве детектора взрывоопасных и бытовых газов (метан, пропан). Потребляемая мощность при этом не превышает 200 мВт при температуре 730 ± 5 °С. Особенностью таких датчиков является простота конструктивного исполнения, не требующая применения сложных технологических процессов формирования многослойных структур и мембран.

Литература

1. Васильев, А., Олихов, И., Самотаев, Н. Технология «нано-на-микро» улучшение характеристик газовых сенсоров / А. Васильев, И. Олихов, Н. Самотаев // ЭЛЕКТРОНИКА, наука, технология, бизнес, 2011. – № 1. – С. 36–44.
2. Реутская, О.Г. Мультисенсорная микросистема для измерения концентрации газов CO, H₂, C₃H₈, CO₂ / О.Г. Реутская, И.А. Таратын, Ю.М. Плещачевский // Приборы и методы измерений, 2016. – Т. 7, № 3. – С. 271–278.
3. Реутская, О.Г. Измерения концентрации газов CO и NO₂ мультисенсорной микросистемой в режиме импульсного нагрева / О.Г. Реутская, Ю.М. Плещачевский // Приборы и методы измерений, 2017. – Т. 8, № 2. – С. 160–167.