Сенсор водорода на основе МОП структуры Pd – окисел –InP.

Ю.П.Яковлев[1], Е.А.Гребенщикова[1], А.Н.Именков[1],В.А.Шутаев [1], А.М.Оспенников[2].

[1]Учреждение Российской Академии Наук Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе

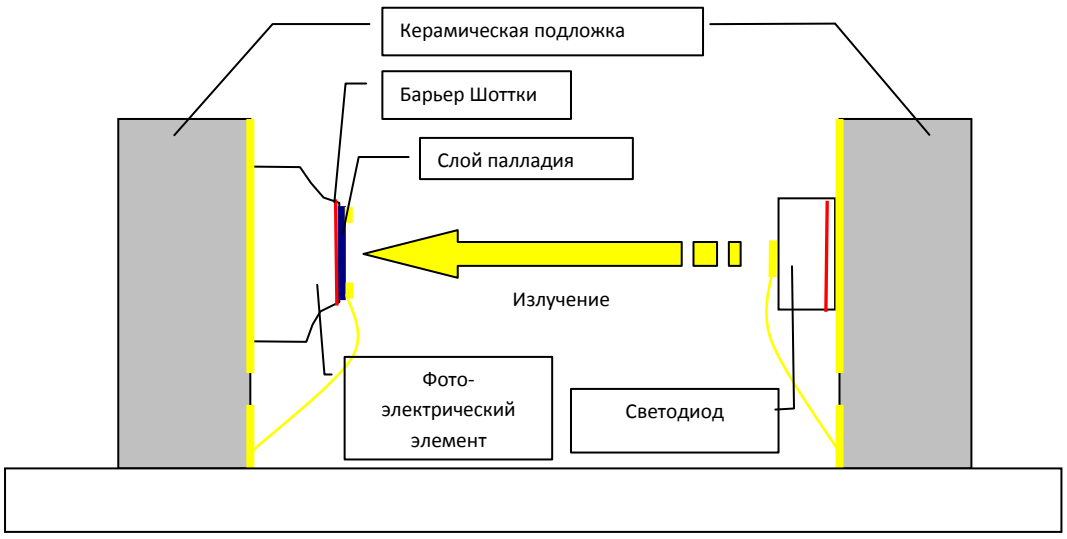
[2]Акционерное общество «Российский институт радионавигации и времени»

В последние годы внимание мирового научного сообщества обращено к поискам альтернативных источников энергии и, прежде всего, к развитию водородной энергетики. Важность этой проблемно была отмечена в 2006 г. в столетнем меморандуме, обращенном к главам ведущих держав и подписанном ведущими учеными и специалистами в области водородной энергетики [1]. В этом плане важным представляется разработка кислородно-водородных двигателей для ракеты-носителя тяжёлого класса.
Сенсор водорода – чувствительный элемент системы пожаровзрывопредупреждения (СПВП) водородного отсека ступени ракеты-носителя.

С учётом условий эксплуатации к сенсору предъявляются следующие технические требования:

- время обнаружения водорода и его концентрация не более 1 секунды;
- рабочая температура чувствительного элемента не более 80 С;
- многократное и непрерывное использование сенсора;
- быстрое восстановление метрологических характеристик сенсора.

Ключевым элементом оптоэлектронного сенсора водорода является фотоэлектрический элемент – диод Шоттки на основе гетероструктуры A^3B^5 с палладиевым контактом. Для получения максимальных значений фотоэдс необходимо обеспечить высокую эффективность генерации и разделения носителей в области объемного заряда полупроводника, что достигается облучением светодиодом ИК-диапазона.



Схематическое изображение оптопарысветодиод-фотоэлектрический элемент

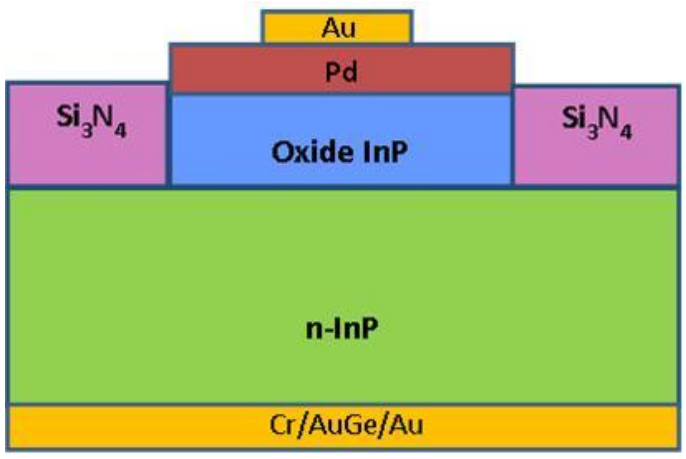
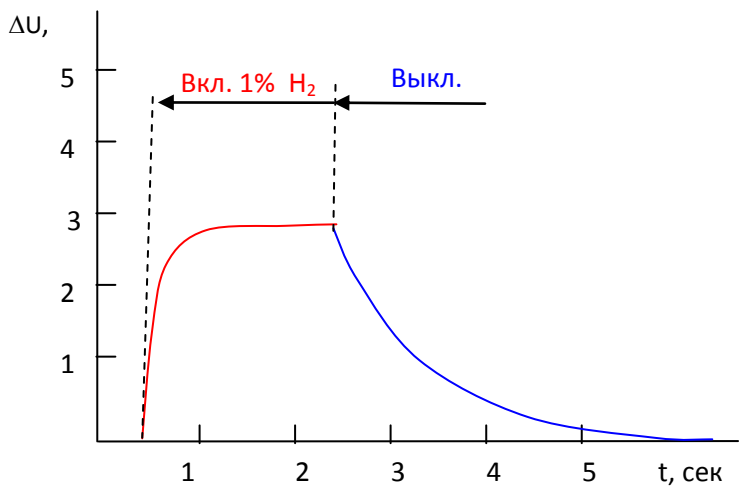
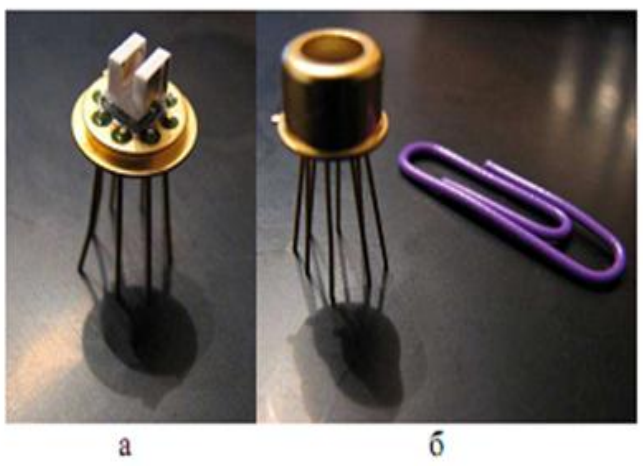


Схема МОП-структуры на основе InP

Фотоэлектрический элемент и светодиодный элемент монтировались на теплопроводящих подложках, изготовленных по технологии LTCC (LowTemperatureCo-firedCeramic – керамика, обожженная при низких температурах)



Изменение прямого тока во времени диода Pd – n-TiO2
в газовой смеси 1400 ppm H2 в воздухе, T=60 oC



Фотографии макета миниатюрного фотоэлектрического сенсора водорода, а – со снятой крышке, б – с крышкой

Выводы:

1. Исследована возможность практического применения обнаруженного нами ранее сильного влияния водорода на фотоэлектрические характеристики диодных структур с палладиевым контактом.

2. Максимальная чувствительность к водороду (уменьшение фотоэдс более чем на два порядка) была достигнута на диодах Шоттки с Pd контактом на основе гетероструктуры n+-InP/n-GaInAsP. Для измерения больших концентраций удобнее использовать гетероструктуру p+-InP/p-GaInAsP в которой происходит увеличение фотоэдс с ростом концентрации водорода за счет повышения высоты барьера Шоттки и толщины области объемного заряда.

3. Разработан макет малогабаритного сенсорного модуля для регистрации водорода, включающего оптопару светодиодный излучатель – фоточувствительный элемент с Pd контактом, термохолодильник и терморезистор. Преимуществами такого сенсорного модуля являются компактность, быстродействие, низкое энергопотребление и большой срок службы.

Литература:

1 - «Столетний меморандум»,13 ноября 2006, «Альтернативная энергетика и экология ISJAE»2007,№3 (47), с.11.

2 - Solid State Gas Sensors, ed. by. P.T. Mosley, B.C. Tofield(Bristol-Philadelphia, Hilger, 1987), p.51.

3 - «Электрические свойства структур Pd-оксид-InP» Е.А.Гребенщикова, В.В.Евстропов, Н.Д.Ильинская, Ю.С.Мельников, О.Ю.Серебренникова, В.Г.Сидоров, В.В. Шерстнёв, Ю.П.Яковлев. ФТП том 49, вып.3, с.376-378 (2015).