

ВЛАГА НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С НАНОРАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРОЙ.

Исраилов Фахриддин Мурадкосимович².

¹Джизакский политехнический институт, г. Джиззак, Узбекистан

Abstract

A moisture sensor based on a composite material with nano scale structures has been developed and the main static characteristics have been studied depending on the relative humidity of the air, and are also used to measure the moisture content of agricultural products. Shown is the effectiveness of the proposed method for measuring the temperature and humidity of agricultural products. The results of experimental studies show that with an increase in the area of the regions (contact), the crystal shunts producing nano particles with a simultaneous decrease in the total porosity of the sensor material with an increase in the duration of heat treatment, which leads to an increase in the volume of the sensor with a simultaneous decrease in its passive volume. This proves the effectiveness of the application in sensors for assessing the moisture content of silicon crystals.

Аннотация

Разработан датчик влажности на основе композиционного материала нано размерными структурами и изучены основные статические характеристики в зависимости от относительной влажности воздуха, а также использован для измерения влажности сельскохозяйственных продуктов. Показана, эффективность предложенного метода для измерения температуры и влажности сельхозпродуктов. Результаты экспериментальных исследований показывает, что с увеличением площади областей (контакт) кристалл шунтов, производящих нано частиц с одновременном уменьшением общей пористости материала датчика при увеличении длительности термообработки, что приводит к увеличению объема датчика при одновременном уменьшением его пассивного объема. Это доказывает эффективности применения в датчиках для оценки влажности кремниевых кристаллов.

Ключевые слова: кремний, нано размер, композиционный материал, температурная зависимость, свойства, стабильность, чувствительность, быстродействия, технология, нано структура, влажность.

В настоящее время развитие науки и техники, технических средств ресурсосбережения и рационального использования топлива- энергетических

ресурсов, а также успешного решения экологических проблем трудно представить без применения полупроводниковых датчиков. Существующие датчики и технология их изготовления практически исчерпали свои возможности по чувствительности и быстродействию. В связи с этим сейчас перед учеными и разработчиками стоят научные проблемы увеличения чувствительности и быстродействия датчиков; увеличения длительности срока службы датчиков; упрощения процесса эксплуатации датчиков; дистанционные измерение влажности.

Эти проблемы являются весьма наукоемкими, включающими в себя фундаментальные исследования и разработка новых технологических методов изготовления принципиально нового класса датчиков.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод о том, что разработка технология и создания быстродействующих высокочувствительных датчиков влажности является актуальной задачей. Один из путей решения данной проблемы является разработка технологии получения высокочувствительных материалов с нано размерными частицами.

Выполнение предлагаемой работы позволяет создать принципиальный класс универсальных датчиков физических величин с улучшенными деградационными свойствами и стабильностью параметров, малой энергоемкости и миниатюрности, отсутствием дополнительных схем усиления, обеспечивающих простату эксплуатации, превосходящих по пороговой чувствительности и быстродействию аналогичных существующих датчиков в виде того, что они функционируют на основе принципиально новых физических явлений. По этому для создания датчиков более чувствительных, быстродействующих, удобных для эксплуатации и не требующих дополнительных устройств необходимо разработать принципиально новые материалы и физические явления. В этом плане представляет интерес использования кремния с нано размерными структурами.

В рассматриваемой работе проведен ряд исследований по подборке состава и соотношения компонентов для повышения влага чувствительности композиционного материала с нано размерными частицами. Для изготовления датчиков была разработана оптимальная конструкция влага чувствительного элемента и технология изготовления омического контакта со стабильными параметрами и хорошей адгезией к композиционному материалу.

Принцип работы датчиков основан на известном принципе изменения его электрического сопротивления при поглощении влаги из окружающей

среды. При этом в отличие от ранее известных датчиков, например из *LiCl* [1], конструкции не используются растворы электролитических дислоцирующих солей, а проводимость материала имеет характер прыжковой проводимости между нано частицами, которая изменяется при адсорбции воды на нано размерных проводящих частицам, находящихся в пористых диэлектрической матрице.

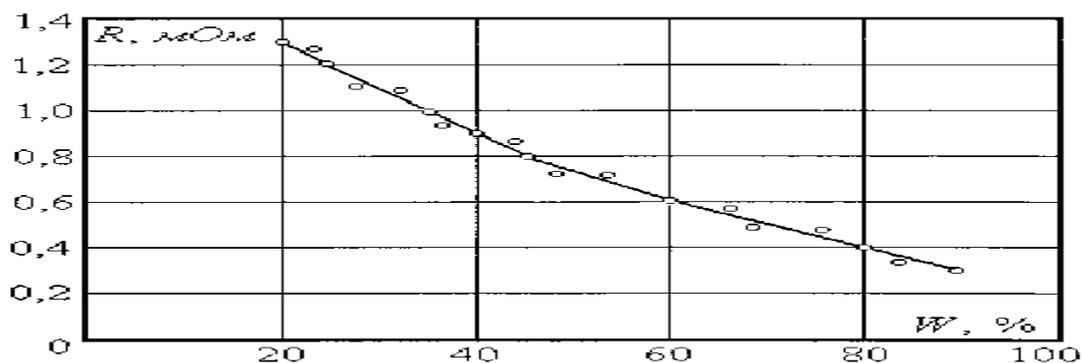
Для оценки рабочего диапазона напряжений и стабильности контактов была исследована вольтамперная характеристика датчиков при $T=300\text{ K}$ в темноте. Рабочий (линейный) диапазон, питающий напряжений единицы вольт, что показывает высокую чувствительность датчика.

Исследования температурной зависимости тока датчиков проводится в пределах от 293 до 363 K . Проводимость датчика (при постоянном напряжении питания 5 В) до 253 K возрастает, то есть имеет активационный характер, затем начинается спад, обусловленный сушкой (интенсивным уходом влаги из объема) вещества датчика [2].

На основе датчиков влажности из композиционного материала с проводящими нано частицами создан прибор для измерения абсолютной влажности сельскохозяйственных продуктов [3].

Ниже приводятся результаты исследования, т.е. характеристики влаго чувствительного датчиков на основе нано композитов. Исследовано вольтамперная характеристика, температурная зависимость тока датчика, а также быстроедействие датчиков к изменению влажности воздуха. Показано, что разработанный новый композиционный материал с проводящими нано частицами позволяет создать не только чувствительные, но и быстродействующие датчики влажности и использовать их в агро промышленности.

Для определения метрологических характеристик разработанных датчиков была проведена калибровка по относительной влажности с использованием насыщенных растворов некоторых солей, калибровка проводилась при температуре 24° C . Результаты калибровки датчика 1 из 13 партии показаны в таблице 1.



Результаты калибровки датчиков Таблица 1

№	Соле	Относительная влажность воздуха, W , %	Начальное сопротивление сухого датчика R_0 , МОм	Сопротивления датчика, расположенного над насыщенном раствором, R , МОм
1	Хлорид магния, $MgCl_2$	33	3,93	1,16
2	Нитрат магния, $Mg(NO_3)_2$	55	3,91	0,68
3	Нитрат натрия, $NaNO_2$	65	3,91	0,52
4	Хлорид натрия, $NaCl$	76	3,92	0,48
5	Сульфат аммония, $(NH_4)SO_4$	81	3,39	0,32
6	Хлорид калия, KCl	86	3,91	0,28

По полученным результатам построена статическая характеристика датчика в зависимости от влажности (рис.1).

Рис.1. Статическая характеристика датчика в зависимости от относительной влажности воздуха

Исследование быстродействия датчика к изменению влажности воздуха показало, что при изменении величины влажности воздуха от 0 до 100 % электрическое сопротивление датчиков изменяется более чем три раза за время менее минуты, то есть быстродействие датчиков хорошее.

В таблице 2 показано характеристики датчиков, полученных в одинаковых условиях, в зависимости от температуры отжига керамической смеси. С увеличением температуры отжига существенно возрастает чувствительность датчика, следовательно, увеличивается и время отклика на изменения влажности [4].

Основные характеристики измерительных датчиков влажности.
Таблица 2

№	Температура отжига датчиков, $^{\circ}C$	Сопротивления сухого датчиков, R_0 , 10^{-6} Мом	Сопротивления датчиков при 100 % относительной влажности, R_0 , 10^{-6} Мом	Время отклика изменение влажности, t , мин.
7-партия	600	6,4	4,2	2
8-партия	650	4,8	3,2	2
9-партия	700	5,9	3,4	2
10-партия	750	4,6	1,9	1
11-партия	800	3,9	1,6	1
12-партия	850	4.2	1,8	1
13-партия	900	2,3	0,5	0,96

Результаты экспериментальных исследований показывают, что с увеличением площади областей «контакта» кристалл шунтов проводящих nano частиц с одинаковым уменьшением общей пористости материала датчиков при увеличении длительности термообработки, что приводит к увеличению активного объема датчиков при одновременном уменьшении его пассивного объема.

Дальнейший рост температуры отжига ведет к усилению и ухудшению характеристики датчиков влажности.

Измерение сопротивления влага чувствительного элемента датчиков от влажности воздуха показало хорошую чувствительность, слабую нелинейность и малую температурную погрешность датчиков.

Таким образом, разработанные нами датчиков влажности можно использовать при измерении не только влажности воздуха, но и абсолютной влажности некоторых сельскохозяйственных продуктов.

Литература.

1. Эгамбердиев, Б. Э., Садий, Ш. А., & Исроилов, М. Р. (2021). Электронно-спектроскопические исследования эпитаксиальных пленок cosi_2 на кремнии. *Журнал Физико-математические науки*, 2(1).

2. Муродкосимович И. Ф., Ганишерович Б. А. и Суннатиевич А. Б. (2021). Способ определения стандартной погрешности измерения измерения. *Международный инженерный Журнал Исследований и Разработок*, 6(ICDSIII), 5-5.
3. Egamberdiev, B., Isroilov, F., & Rahmatullaev, C. (2020). Humidity sensors based on composite material with nano-dimensional structures. *Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering*, 2(3), 36.
4. Эгамбердиев Б. Е., Тачилин С. А., Тошев А. Р., Исроилов Ф. М. и Дехканов М. С. (2020). Исследование образования кластеров атомов гадолиния в кремнии. *Журнал критических обзоров*, 7(3), 297-301.