

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ЛУЧЕЙ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЕНСОРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПАРОВ АЦЕТОНА

М.С. АЛЕКСАНИЯН*, А.Г. САЮНЦ, В.М. АРУТЮНЯН,
Г.Э. ШАХНАЗАРЯН, Г.А. ШАХАТУНИ

Ереванский государственный университет, Ереван, Армения

*e-mail: maleksanyan@ysu.am

(Поступила в редакцию 29 января 2021 г.)

Методом высокочастотного магнетронного распыления изготовлен чувствительный к парам ацетона сенсор на основе металлооксидного твердого раствора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$. Исследованы газочувствительные характеристики изготовленного сенсора. Под действием ультрафиолетовых лучей $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсор обнаруживает чувствительность к парам ацетона, начиная с температуры 150°C . Увеличение рабочей температуры сопровождалось параллельным линейным ростом отклика сенсора. Воздействие ультрафиолетовыми лучами не только улучшило чувствительность исследуемого сенсора, но и повысило его быстроедействие. Сенсор на основе $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ может быть успешно применен в используемых на практике датчиках паров ацетона.

1. Введение

В последние десятилетия сенсоры для обнаружения паров ацетона широко используются в промышленности, быту, различного рода технологических процессах, а также в медицинском приборостроении. Наиболее перспективной считается возможность их использования в неинвазивных диагностических системах. Известно, что наличие в выдыхаемом человеком воздухе меньшей или большей концентрации различных веществ указывает на наличие определенной болезни [1,2]. Например, концентрация паров ацетона в выдыхаемом воздухе сигнализирует об уровне глюкозы в крови человека. Концентрация паров ацетона в выдыхаемом здоровым человеком воздухе колеблется в пределах 0.3–1.35 ppm, то время как у больных диабетом она может быть значительно выше указанного значения в зависимости от типа диабета. К сожалению, в таблицу в этих работах вкралась ошибка – в списке газов этанол и ацетон следует поменять местами. Имеются научные исследования, в которых подробно представлены соответствующие концентрации паров ацетона в выдыхаемом воздухе для разных половозрастных групп, а также для больных сахарным диабетом разного типа

(см, например, [3–6]). Если будет изготовлен сенсор для обнаружения и измерения очень малых концентраций паров ацетона, то можно будет создать работающую неинвазивным методом систему диагностики сахарного диабета. Учитывая все это, можно утверждать, что в будущем сенсоры для обнаружения низких концентраций паров ацетона будут пользоваться все возрастающим спросом.

Среди разного типа обнаруживающих пары ацетона сенсоров наиболее предпочтительны полупроводниковые газовые сенсоры, которые имеют низкую стоимость, высокую чувствительность, селективность, временную стабильность, простую технологию изготовления, малые размеры, совместимость с интегральными схемами [7]. В настоящее время такого типа сенсоры широко изготавливаются как на лабораторном уровне, так и различными компаниями как рыночный продукт. Несмотря на то, что существующие сенсоры уже используются на практике, параметры их не вполне удовлетворяют современным требованиям, тем более, что эти требования из года в год ужесточаются. Известно, что резистивные сенсоры работают в основном при температурах значительно выше комнатной. Это приводит к высокой потребляемой мощности и невозможности их использования в среде взрывоопасных и горючих газов. С этой точки зрения первоочередной задачей считается снижение рабочей температуры или потребляемой мощности сенсора [8–10].

1.1. Влияние различных факторов на рабочую температуру резистивных сенсоров

Если металлооксид находится в воздушной среде при определенной температуре, то могут иметь место два процесса: адсорбция газа вследствие высокой реакционной способности поверхности металлооксида и реакция между уже ионсорбированными поверхностными частицами и молекулами газа. Существует два типа адсорбции: физическая адсорбция и химическая адсорбция. Физическая адсорбция связана с нейтральными состояниями, а химическая адсорбция – с состояниями, имеющими заряд. Другими словами только химическая адсорбция сопровождается обменом заряда между металлооксидом и поглощенными частицами, который регулирует изменения поверхностного заряда и поверхностного потенциала металлооксида. Прохождение всех этих процессов существенным образом зависит от температуры [11].

Установлено, что для успешной работы хемосорбционного сенсора газочувствительное вещество должно обладать определенной комбинацией параметров адсорбции/десорбции. Известно, что чем ниже энергия активации хемосорбции и чем выше энергия активации десорбции, тем больше газочувствительность вещества. В тоже время необходимо учитывать, что в случае, если энергия адсорбированных частиц будет сверх меры высока, то десорбция может замедлиться, что приведет к увеличению времени восстановления сенсора. Для

наиболее исследованных веществ, каковыми являются SnO_2 и In_2O_3 , уже начиная с $T > 100^\circ\text{C}$ имеет место довольно быстрый обмен электронами между полупроводником и поглощенными частицами и, следовательно, он не может ограничивать быстродействие сенсора. Установлено, что быстродействие газового сенсора регулируется адсорбцией и десорбцией кислорода и воды. Именно по этой причине для эффективной работы сенсору необходимы определенные температуры. Иначе говоря, для уменьшения времени восстановления необходимо увеличить рабочую температуру, что, однако, в свою очередь, резко снизит возможности реализации и стабильность сенсора [12].

Основным методом воздействия на электрические параметры поглощенных частиц, который может привести также к снижению рабочей температуры сенсора, является изменение состава металлооксида, например, переход от обычных металлооксидов к полиоксидам или создание дополнительных каталитических частиц на поверхности металлооксида. Уменьшение энергии адсорбции тестируемого газа сопровождается параллельным изменением чувствительности сенсора, в основном изменяется рабочая температура, соответствующая наибольшей чувствительности. Однако, понижение рабочей температуры при введении примесей и каталитических добавок не всегда является эффективным путем, так как изменение концентрации введенных с целью уменьшения рабочей температуры примесей может сопровождаться нежелательным изменением другого важного параметра. С этой точки зрения проблему уменьшения рабочей температуры предпочтительнее решать освещением извне активной поверхности сенсора ультрафиолетовыми (УФ) лучами. Кроме того, что под действием УФ лучей в полупроводнике генерируются электронно-дырочные пары, что приводит к существенному уменьшению сопротивления чувствительной пленки, УФ излучение также оказывает большое влияние на протекающие химические реакции. Диссоциация тестируемого газа на активной поверхности происходит легче под воздействием УФ излучения и таким образом УФ лучи способствуют более быстрому и легкому протеканию адсорбционных и десорбционных процессов. Более того, исследования реакций газочувствительности показывают, что активное вещество должно быть также устойчиво к загрязнениям, оно должно иметь определенную энергию десорбции образованных в результате каталитических реакций продуктов. В противном случае образующиеся в результате этих реакций частицы будут накапливаться на поверхности чувствительного слоя, что приведет к ухудшению его газочувствительных свойств. С этой точки зрения УФ лучи решают также задачу очистки активной поверхности от загрязнений. В общем случае наилучшим примером являются серные загрязнения. Источником загрязнений могут служить также другие соединения (As, Fe, P и др.), которые, смешиваясь с каталитически активными металлами и металлооксидами, могут уменьшать их газочувствительность. С этой точки зрения металлооксиды даже более устойчивы (особенно по отношению к галогенам, As, Pb, и P) [13,14].

При выборе газочувствительного вещества сенсора оценка каталитической активности данного материала является основным методом для определения целесообразности его использования для обнаружения данного газа. С помощью такой оценки можно также определить рабочую температуру сенсора. Как правило, максимум зависимости чувствительности от рабочей температуры соответствует той температуре, при которой имеет место преобразование 50% тестируемого газа [15,16]. Рабочая температура является очень важным параметром газового сенсора, потому что этот параметр определяет потребляемую мощность, возможности реализации и стабильность сенсора. Для практического применения всегда желательно, чтобы потребляемая мощность была минимальна и, следовательно, рабочая температура также должна быть минимальной. В случае взрывоопасных и горючих газов низкие температуры необходимы также для обеспечения безопасности.

Процессы взаимодействия, определяющие чувствительность полупроводниковых резистивных сенсоров, можно условно разделить на две группы: термодинамически регулируемая химическая адсорбция и контролируемые кинетикой каталитические реакции молекул. Окисные полупроводники обычно имеют нестехиометрическую структуру, в которой кислородные вакансии являются основными объемными точечными дефектами. Это означает, что изменение парциального давления кислорода при рабочей температуре может привести к изменению объемной проводимости металлооксида. Например, кислородные вакансии могут диффундировать из объема зерен к поверхности и наоборот, что приведет к установлению равновесия между объемом оксида и окружающей средой. Таким образом коэффициент диффузии кислорода, определяющий время установления равновесия между окружающим газом и концентрацией объемных точечных дефектов в металлооксиде, является для газовых сенсоров важным параметром [12,17].

При низких температурах изменение концентрации окружающих газов не обязательно сопровождается установлением равновесия между объемными свойствами металлооксида и окружающими газами. Окружающие газы влияют на электрические свойства металлооксида через поверхностные реакции. Это означает, что в этом случае необходимо выбрать такое активное вещество, в котором коэффициент диффузии кислорода имеет минимальное значение. Для хемосорбционных сенсоров основной причиной изменения во времени параметров является диффузия кислорода к объему зерен [18].

Любой металлооксидный сенсор может работать в трех температурных областях. При высоких температурах кинетические процессы происходят настолько быстро, что между объемным составом металлооксида и окружающей средой сразу устанавливается равновесие. При средних температурах химический состав металлооксида не успевает перейти в равновесное состояние из-за малого значения коэффициента объемной диффузии кислорода, и все процессы

происходят в основном на поверхности полупроводника. Это называется окислительно-восстановительным механизмом. При более низких температурах в поверхностных реакциях превалируют хемосорбционные процессы (адсорбция/десорбция).

Нужно отметить, что вышеуказанные температурные области не имеют четких границ. Каждая из этих рабочих областей имеет свои преимущества и недостатки. Например, при низких температурах органические осадки или поглощенные частицы на поверхности оксида могут полностью не сгорать, что приводит к ограничению долговременной стабильности сенсора. Однако низкотемпературные сенсоры легко совместимы с современной электроникой. Примерами низкотемпературных сенсоров сегодня являются сенсоры, изготовленные на основе разных металлооксидов (SnO_2 , F_2O_3 , In_2O_3 и др.), работающие в области температур 200–450°C [13,19].

Высокотемпературные сенсоры (400–900°C) также имеют свои преимущества. При высоких температурах газочувствительные свойства некоторых материалов уже не зависят от границ зерен, что способствует повышению стабильности сенсора. В этом случае температурный коэффициент сопротивления некоторых многокомпонентных материалов становится равным нулю, и их высокая чувствительность к изменению парциального давления кислорода и незначительная чувствительность к температурным флуктуациям делают эти металлооксиды наилучшими кандидатами для использования в сенсорах кислорода. Наличие структурных вакансий увеличивает коэффициент объемной диффузии кислорода. Если наличие диффузионных процессов ухудшает эксплуатационные параметры сенсора, то предпочтительнее использование материалов, которые не содержат структурных вакансий, а если объемная диффузия контролирует параметры сенсора, то предпочтительнее материалы со структурными вакансиями [20].

В данной работе методом твердофазной реакции был синтезирован металлооксидный твердый раствор $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0.1$ ат.% Sn и методом магнетронного распыления были осаждены тонкие чувствительные к парам ацетона пленки. Представлены результаты исследований чувствительности $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора к наличию в окружающем воздухе паров ацетона под действием УФ лучей и без них.

2. Технология изготовления сенсора

Твердый раствор $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0.1$ ат.% Sn был получен методом твердофазной реакции, который подробно представлен в наших предшествующих работах [10, 11]. Используя синтезированную полупроводниковую мишень, методом высокочастотного магнетронного распыления были осаждены тонкие газочувствительные $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ пленки. В процессе изготовления газовых сенсоров очень большое значение имеет метод осаждения активной пленки, так как он позволяет

контролировать микроструктуру, пористость, стехиометрию и другие свойства растущей пленки. Чувствительная пленка фактически является активно работающей частью сенсора, чем и обусловлена ее значимость. Существует много способов изготовления тонких пленок, каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Среди разных способов получения тонких пленок наиболее предпочтительным является метод высокочастотного магнетронного распыления.

2.1. Получение $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ пленки методом высокочастотного магнетронного распыления

По сравнению с другими способами получения тонких пленок метод высокочастотного магнетронного распыления имеет ряд преимуществ, вследствие чего этот метод уже много лет занимает особое место среди разных технологий получения пленок.

Основными преимуществами магнетронного распыления являются [21,22]:

1. низкий импеданс плазмы и, соответственно, высокий ток разряда (1–100 А при напряжении 500 В);
2. высокая скорость осаждения (от 1 нм/с до 10 нм/с);
3. низкая тепловая нагрузка на поверхность подложки;
4. однородность осаждения (она составляет несколько процентов даже в случае катода длиной в несколько метров);
5. возможность перехода от малых масштабов к большим;
6. плотная и хорошая адгезия;
7. большое разнообразие материалов осаждаемой пленки (почти все металлы, сплавы и изоляторы);
8. возможность хорошего контроля над свойствами пленки.

В общем случае расход материала мишени для стандартных катодов составляет менее 30%. Сегодня почти все проблемы, связанные с магнетронным распылением, находятся на пороге решения. Исследования и разработки сконцентрированы на следующих направлениях [23,24]:

1. повышение эффективности использования мишени;
2. стабилизация реактивных процессов в переходном режиме;
3. улучшение свойств пленок за счет изменения параметров процесса распыления;
4. увеличение скорости осаждения;
5. получение имеющих долговременную стабильность пленок при высокой скорости осаждения.

Тонкие наноструктурные $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ пленки были осажжены на многосенсорную платформу (Multi-Sensor-Platform, TESLA BLATNÁ) [19] методом



Рис.1. Система магнетронного распыления «VTC-600-2HD DC/RF Dual-Head High Vacuum Magnetron Plasma System».

высокочастотного магнетронного распыления, используя представленную на рис.1 систему распыления «VTC-600-2HD DC/RF Dual-Head High Vacuum Magnetron Plasma System». Для улучшения газочувствительности сенсора методом ионноплазменного распыления на активную поверхность осаждались каталитические частицы палладия. Технологические режимы осаждения пленки и каталитических частиц приведены в таблице 1.

Табл.1. Технологические режимы осаждения $\text{Fe}_2\text{O}_3+0.1$ ат.% Sn пленки и каталитических частиц палладия

Распыление	Время распыления	Рабочее давление	Мощность генератора	Температура подложки	Катодный ток	Анодное напряжение
Магнетронное распыление, RF	15 мин	2×10^{-1} Па	60 Вт	200°C	-	-
Ионноплазменное распыление, DC	5 с	5×10^{-1} Па	-	100°C	65 А	25 В

Время напыления $\text{Fe}_2\text{O}_3+0.1$ ат.% Sn пленки составляло 15 минут, а время осаждения каталитических частиц палладия – 5 секунд. Для улучшения адгезии пленки подложка нагревалась до температуры 200°C. В качестве плазменного газа в процессе распыления использовался аргон высокой чистоты (99.99 %).

Газочувствительные свойства изготовленной пленки исследовались с помощью системы измерения характеристик газовых сенсоров [25]. В измерительной ячейке на расстоянии 1 см от сенсора был установлен дающий УФ излучение

недорогой светодиод (LED RC35E6-UIE-AR), который интенсивно освещает поверхность сенсора УФ лучами в области длины волны 365 нм. Чувствительность сенсора была исследована при разных рабочих температурах без УФ освещения и под действием УФ лучей при наличии в окружающем воздухе паров ацетона с разной концентрацией. Чувствительность сенсора определялась как отношение сопротивлений сенсора в чистом воздухе и при наличии в воздухе тестируемого газа $S = R_{\text{воздух}}/R_{\text{газ}}$.

3. Результаты исследований чувствительности сенсора

Исследована чувствительность $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора к парам ацетона с разной концентрацией в диапазоне рабочих температур от комнатной до 250°C без УФ освещения и под действием УФ лучей.

Вначале исследовалась чувствительность изготовленного сенсора к парам ацетона с концентрацией 450 ppm при разных рабочих температурах под действием УФ лучей. $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсор не обнаруживает большой чувствительности к парам ацетона при температурах ниже 150°C . Зависимость чувствительности сенсора от рабочей температуры под действием УФ лучей представлена на рис.2. Как видно, с увеличением рабочей температуры чувствительность исследуемого сенсора увеличивается практически линейно. При температуре 250°C сенсор проявляет относительно высокую чувствительность и быстроедействие, поэтому в качестве рабочей выбрана именно эта температура.

На рис.3 представлены результаты измерений отклика ($R_{\text{темн.}}/R_{\text{УФ}}$) на освещение $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора УФ излучением с интенсивностью 2 мВт/см^2 при температурах 200°C и 250°C . УФ отклик сенсора при 250°C меньше, так как при более высокой температуре сопротивление полупроводника меньше из-за термогенерированных свободных носителей. Под действием УФ лучей сопротивление

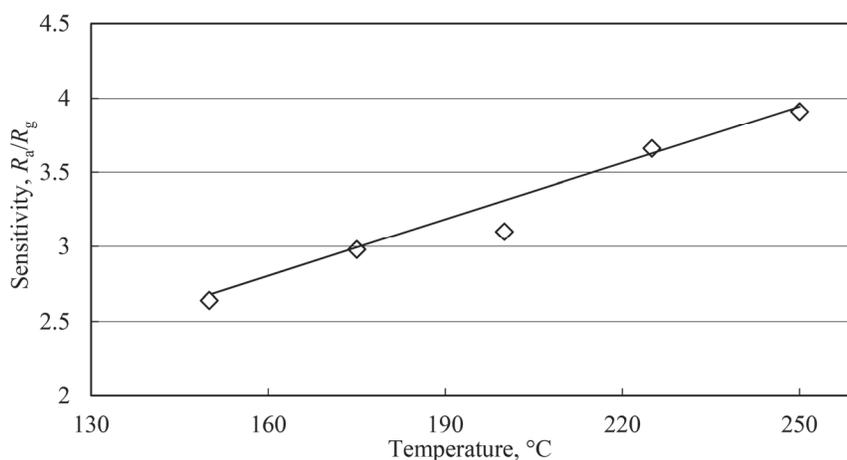


Рис.2. Зависимость чувствительности $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора к 450 ppm парам ацетона от рабочей температуры под действием УФ освещения.

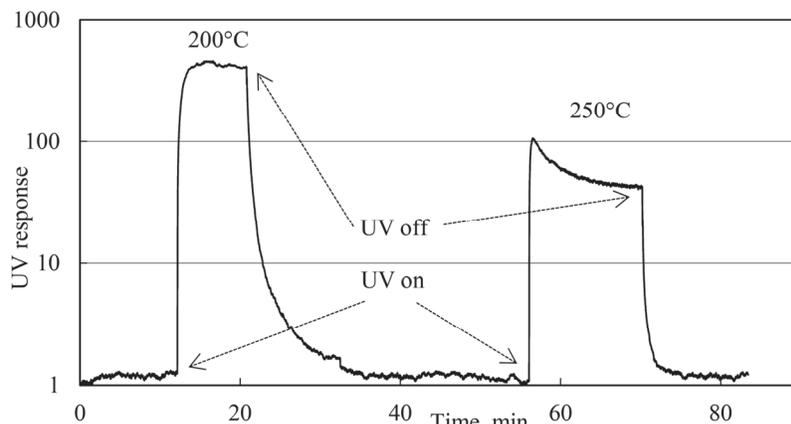


Рис.3. УФ отклик $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ пленки при температурах 200°C и 250°C.

полупроводника изменяется на несколько порядков. Времена отклика и восстановления сенсора на УФ излучение порядка секунд, при температуре 250°C эти времена меньше, чем при 200°C.

Действие УФ лучей существенно улучшило чувствительность и быстродействие сенсора. Представленные на рис.4 кривые показывают изменение сопротивления газочувствительной пленки $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора при температуре 250°C при наличии в окружающем воздухе паров ацетона с концентрацией 450 ppm под действием УФ лучей и без них. Под действием УФ лучей сенсор в газовой среде быстро достигает состояния насыщения, а без УФ освещения для насыщения требуется довольно большое время.

На рис.5 приведены результаты исследования чувствительности $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора к 450 ppm парам ацетона под действием УФ лучей при рабочей температуре 250°C. Исследуемый сенсор практически за секунды (время отклика

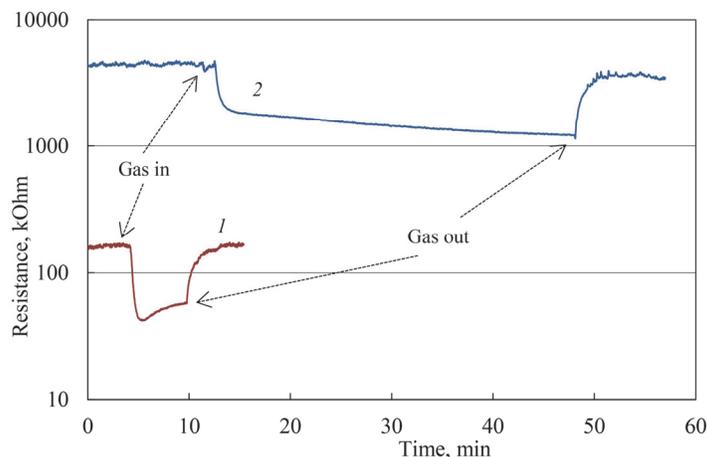


Рис.4. Изменение сопротивления $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ пленки при наличии в окружающем воздухе 450 ppm паров ацетона при температуре 250°C под действием УФ лучей (1) и без них (2).

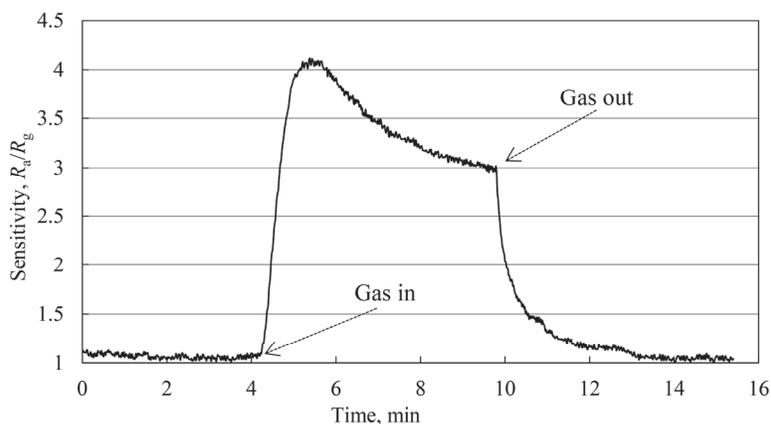


Рис.5. Чувствительность $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора к 450 ppm парам ацетона под действием УФ лучей при рабочей температуре 250°C.

составляет 24 с) показывает достаточно высокую чувствительность ($S = 4.2$). Как видно из представленной зависимости, в состоянии насыщения замечается некоторое уменьшение чувствительности. Предполагается, что вследствие химических реакций фиксированное количество введенных в измерительную камеру паров ацетона в процессе измерений уменьшается (ацетон расходуется), что и приводит к снижению чувствительности.

Были проведены также исследования чувствительности $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора к разным концентрациям паров ацетона под действием УФ лучей при рабочей температуре 250°C. Исследуемый сенсор проявил чувствительность, начиная с концентрации 22 ppm паров ацетона. Зависимость чувствительности изготовленного сенсора от концентрации паров ацетона почти линейная (рис.6).

Результаты исследования чувствительности $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора к парам ацетона с концентрацией 450 ppm обобщены в таблице 2. При рабочих температурах 150°C, 175°C и 200°C без УФ освещения сенсор не проявляет чувствительности

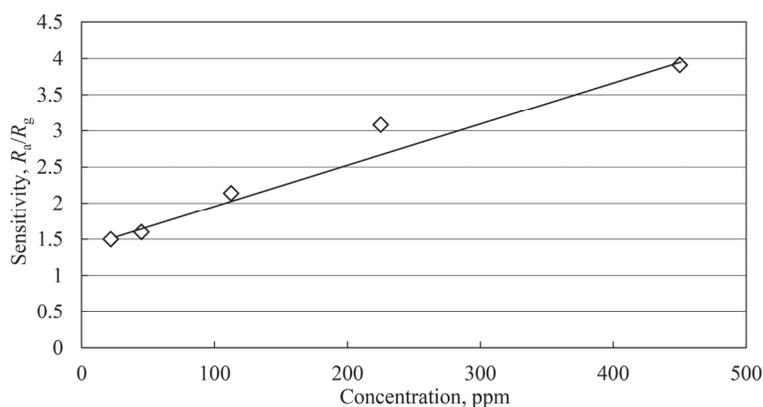


Рис.6. Зависимость чувствительности $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ сенсора от концентрации паров ацетона под действием УФ лучей при рабочей температуре 250°C.

к парам ацетона. Действие УФ лучей приводит к появлению чувствительности при указанных температурах, а при более высоких температурах (225°C и 250°C) улучшаются также параметры газочувствительности исследуемого сенсора. Наиболее обещающими являются результаты исследования чувствительности к парам ацетона, начиная с рабочей температуры 225°C.

Табл.2. Параметры газочувствительности Fe₂O₃:Sn сенсора под действием УФ лучей и без них

Температура, °C	150		175		200		225		250	
УФ	вкл.	выкл.								
Чувствительность	2.64	1	2.98	1	3.1	1	3.66	3.3	3.91	3.89
Время отклика, с	5134	-	1608	-	38	-	21	22	32	808
Время восстановления, с	3546	-	207	-	116	-	38	40	186	133

4. Заключение

Разработаны технологии синтеза металлооксидного твердого раствора Fe₂O₃+0.1ат.% Sn и получения на его основе тонкопленочного сенсора. Изготовленный Fe₂O₃:Sn сенсор под действием УФ лучей проявляет достаточную чувствительность к малым, начиная с 22 ppm, концентрациям паров ацетона, откликаясь на воздействие тестируемого газа практически в течение нескольких секунд. Чувствительность осажденной Fe₂O₃:Sn пленки линейно зависит от концентрации паров ацетона. УФ лучи положительно влияют на все параметры газочувствительности изготовленного сенсора. Дальнейшие исследования будут направлены на снижение рабочей температуры с целью создания сенсора, работающего с низкой потребляемой мощностью.

Работа выполнена в рамках программы 19YR-2K002 (Молодые ученые 2019-2021) тематического финансирования Научного комитета Министерства образования, науки, культуры и спорта Республики Армения.

ЛИТЕРАТУРА

1. **V.M. Aroutiounian.** J. Nanomed. Nanotechnol., **11**, 544 (2020).
2. **V.M. Aroutiounian.** Biomed. J. Sci. & Tech. Res., **29**, 22328 (2020).
3. **E. Wongrat, N. Chanlekb, C. Chueaiarrom, W. Thupthimchun, B. Samransuksamerc, S. Choopund.** Ceramics International, **43**, S557 (2017).
4. **L. Deng, L. Bao, J. Xu, D. Wang, X. Wang.** Chinese Chemical Letters, **31**, 2041 (2020).
5. **Y.C. Jiang, M.J. Sun, R.J. Xiong.** Journal of Physics: Conf. Series, **1026**, 012009 (2018).
6. **X. Fan, Y. Xu, C. Ma, W. He.** Journal of Alloys and Compounds, **854**, 157234 (2021).

7. **V.M. Aroutiounian.** J. Contemp. Phys., **55**, 213 (2020).
8. **S. Zhang, P. Song, Q. Wang.** Journal of Physics and Chemistry of Solids, **120**, 261 (2018).
9. **M.S. Aleksanyan, V.M. Aroutiounian, V.M. Arakelyan, G.E. Shahnazaryan, G.H. Shahkhatuni.** Sensors & Transducers, **246**(7), 23 (2020).
10. **M. Aleksanyan, A. Sayunts, H. Zakaryan, V. Aroutiounian, V. Arakelyan, G. Shahnazaryan.** J. Contemp. Phys., **55**, 205 (2020).
11. **M. Aleksanyan, A. Sayunts, H. Zakaryan, V. Aroutiounian, V. Arakelyan, G. Shahnazaryan.** J. Contemp. Phys., **55**, 151 (2020).
12. **G. Korotcenkov, V. Brinzari, V. Golovanov, Y. Blinov.** Sensors and Actuators B, **98**(1), 41 (2004).
13. **G. Korotcenkov.** Materials Science and Engineering B, **139**, 1 (2007).
14. **M. Narjinary, P. Rana, A. Sen, M. Pal.** Materials and Design, **115**, 158 (2017).
15. **A. Cabot, A. Vila, J.R. Morante.** Sensors and Actuators B, **84**, 12 (2002).
16. **N. Yamazoe.** Sensors and Actuators B, **108**, 2 (2005).
17. **V. Aroutiounian, V. Arakelyan, M. Aleksanyan, G. Shahnazaryan, P. Kacer, P. Picha, J. Kovarik, J. Pekarek, B. Joost.** J. Sensors Sens. Syst., **7**, 281 (2018).
18. **V. Brinzari, G. Korotcenkov, V. Golovanov.** Thin Solid Films, **391**, 167 (2001).
19. **V.M. Aroutiounian, V.M. Arakelyan, M.S. Aleksanyan, G.E. Shahnazaryan, A.G. Sayunts, B. Joost.** Sensors & Transducers, **229**, 24 (2019).
20. **H.L. Tuller.** Electrochimica Acta, **48**, 2879 (2003).
21. **J.G. Han.** J. Phys. D: Appl. Phys., **42**, 043001 (2009).
22. **G. Brauer, B. Szyszka, M. Vergohl, R. Bandorf.** Vacuum, **84**, 1354 (2010).
23. **M.S. Aleksanyan.** Armenian Journal of Physics, **12**, 62 (2019).
24. **P.J. Kelly, R.D. Arnell.** Vacuum, **56**, 159 (2000).
25. **Z. Adamyan, A. Sayunts, V. Aroutiounian, E. Khachatryan, M. Vrnata, P. Fitl, J. Vlcek.** J. Sensors Sens. Syst., **7**, 31 (2018).

THE EFFECT OF UV IRRADIATION ON THE SENSITIVITY
OF THE ACETON VAPORES SENSOR

M.S. ALEKSANYAN, A.G. SAYUNTS, V.M. AROUTIOUNIAN,
G.E. SHAHNAZARYAN, G.H. SHAHKHATUNI

$\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ based sensor sensitive to acetone vapors was manufactured by magnetron sputtering method. The gas sensitivity characteristics of the prepared sensor for acetone vapors were investigated. Under the influence of ultraviolet rays $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ sensor showed sensitive to acetone vapors starting at the temperature of 150°C and as the operating temperature increases, the response increases linearly. The presence of UV irradiation not only improved the response of the sensor but also the operation speed. The $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ can be successfully used in practically applied acetone detectors.