

рение), однако существуют и общие закономерности, которые можно условно представить как этапы патогенеза. Патогенез, независимо от причин возникновения болезни, связан со свойствами живой материи и сводится к молекулярным нарушениям. Эти нарушения недоступны пока выявлению существующими методиками, развиваются в начале болезни и при отсутствии способности организма справиться с ними постепенно прогрессируют. Поражаются субклеточные структуры, затем клетки, нарушается функция органа и организма в целом. При любой болезни можно выделить различные уровни патогенеза: молекулярный, субклеточный, клеточный, органный и организменный. На всех этапах развития болезни активно работают компенсаторные механизмы, включается система защиты и происходит полное или частичное восстановление организма. Некоторые больные выздоравливают до появления клинических симптомов заболевания и без вмешательства врача. Однако, в большинстве случаев запущенный на молекулярном уровне механизм развития болезни срывается полностью, что приводит к прогрессированию процесса, повреждению компенсаторных систем и развитию клинических симптомов заболевания.

Многолетний опыт показал: 1) для каждого заболевания характерна стадийность процесса (скрытый период, начальная, развёрнутая и терминальная стадии); 2) клинические проявления болезни развиваются, как правило, на органном уровне, что указывает на хронизацию процесса, поэтому считать в этих случаях диагностику ранней совершенно неверно; 3) диагностическое значение лабораторных исследований состоит в распознавании болезни, которое возможно только в результате использования современных, информативных, весьма чувствительных лабораторных методов. Первые клинические признаки болезни, как правило, неспецифичны и позволяют думать о нескольких заболеваниях, а с помощью лабораторных методов можно дифференцировать похожие в клиническом отношении процессы. На этом этапе очень

важны знание клинико-диагностического значения различных лабораторных показателей, правильный подбор лабораторных тестов и трактовка результатов, тесный контакт клинициста и врача-лаборанта. Этот улучшает диагностику, способствует выбору наиболее правильного лечения, а его отсутствие приводит к необоснованному назначению анализов, дублированию, неэффективной работе клинико-диагностической лаборатории. Лабораторные методы позволяют оценить эффективность лечения. На этом этапе важно определения тех лабораторных показателей, по которым можно проследить динамику изменений в процессе лечения, причём таких, на которые не влияют лекарственные препараты, назначаемые врачом.

Показано, что результаты лабораторных исследований должны использоваться и как показатели выздоровления. В основе развития лабораторных изменений лежат процессы в органах, тканях, клетках, субклеточных структурах или молекулах. Пока не нормализуются лабораторные показатели – нет выздоровления. На этом этапе лабораторные методы должны подбираться особенно тщательно и обязательно с учётом тех процессов, которые происходят в органах и тканях. К этому периоду обычно исчезают клинические проявления болезни, и состояние больных становится удовлетворительным. Недолеченный процесс особенно опасен; недооценка некоторых лабораторных показателей дорого обходится больному и государству. Результаты исследования должны оцениваться с учётом клинических проявлений болезни и результатов других методов исследования, однако наиболее важно учитывать этапы патогенеза.

Таким образом, лабораторные методы исследования имеют большое значение, но правильное их использование возможно только при тесном контакте врача-лаборанта с клиницистами, а также учёте этапов патогенеза и других факторов, влияющих на лабораторные показатели, при назначении и оценке результатов исследования.

Производственные технологии

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Величко А.А., Пергамент А.Л., Стефанович Г.Б.
*Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск*

Одно из важнейших направлений развития современной электронной техники и расширения её функциональных возможностей связано с использованием новых материалов и физических явлений. Именно это направление определяет прогресс в данной области, наряду с всё более крупномасштабной интеграцией и дальнейшей миниатюризацией традиционной полупроводниковой электроники. К числу таких материалов, которые уже сейчас успешно применяются для разработки новых микро- и оптоэлектронных приборов, относятся, например, сверхпро-

водники (как "старые", так и новые - высокотемпературные) и аморфные полупроводники.

Перспективными материалами, с точки зрения использования их в различных областях техники, являются оксиды переходных металлов (ОПМ) V, Ti, Nb, Fe, W, Ta, Zr. Переходные металлы, проявляя переменную валентность в соединениях с кислородом, образуют, как правило, целый ряд оксидов, обладающих широким спектром физических свойств. В частности, по типу проводимости эти вещества могут быть как диэлектриками или полупроводниками, так и металлами. Известно, например, что Ta_2O_5 и Nb_2O_5 , являясь превосходными диэлектриками, используются в оксидно-полупроводниковых и оксидно-электролитических конденсаторах [1]. С другой стороны, низшие оксиды Ti, W, Mo, Nb проявляют металлические свойства, а при легировании могут быть даже сверхпроводниками [2].

Неординарные свойства соединений переходных металлов обусловлены спецификой поведения d-электронов. Малая пространственная протяжённость d-волновых функций приводит к образованию узких зон, а поведение электронов в узких зонах характеризуется сильными межэлектронными и электрон-фононными корреляциями, т.е. в соединениях d-элементов характерные энергии взаимодействия электронов с фононами и между собой сравнимы с шириной зоны или с кинетической энергией электрона. Одно из ярких проявлений указанных эффектов - явление фазового перехода металл-полупроводник (ФПМП), присущее многим оксидам переходных металлов [3]. ФПМП заключается в резком, значительном и обратимом изменении свойств материала (прежде всего - величины и характера температурной зависимости проводимости) при вариации внешних факторов – температуры, давления и т.д.

Для многих ОПМ характерно также явление переключения, связанное с развитием токовых неустойчивостей в сильных электрических полях, приводящих к появлению на вольт-амперных характеристиках участков с отрицательным дифференциальным сопротивлением (ОДС). Например, для двуокиси ванадия доказано, что переключение обусловлено ФПМП [3]. В силу наличия двух состояний с разной проводимостью, а также возможности создания различного рода авторелаксационных генераторов сигналов, эффект отрицательного сопротивления потенциально перспективен для создания различных приборов и устройств [3-6].

В ряде работ [7,8] нами были представлены результаты исследования модификации физико-химических свойств аморфных плёнок ОПМ Ta, Nb и V под действием электронно-лучевого (ЭЛ) облучения. Показано, что при достижении пороговых экспозиционных доз изменяются оптические и электрические (проводимость, напряжение пробоя, пороговые характеристики эффекта переключения) свойства плёнок. При увеличении дозы облучения наблюдался сдвиг интерференционных спектров отражения в коротковолновую область. При этом пороговые дозы (W_0) для окислов Nb и Ta составили 400–450 и 600–630 мкКл/см², соответственно. Для оксида ванадия величина W_0 равнялась 15–100 мкКл/см², при этом разрешение составляет ~100 нм и меньше. При малых дозах облучения ($W \sim 1$ мкКл/см²) VO₂ наблюдалась также обратимая модификация оптических свойств. Энергетические характеристики этого эффекта неоднозначны и зависят от режимов окисления и времени хранения образцов.

Также, в результате ЭЛ воздействия наблюдался эффект селективного жидкофазного и сухого травления - скорости травления исходных и подвергнутых ЭЛ воздействию участков существенно различались. Так при травлении оксидов Ta и Nb в растворах плавиковой кислоты исходная плёнка травилась за 10 мин., тогда как полное стравливание экспонированного участка происходило за 30-35 мин. Эффект селективного жидкофазного травления особенно заметен для оксида V. Так исходный образец травится в дистиллированной воде в течение, порядка, нескольких секунд (в зависимости от условий анодирования и

времени хранения образцов), тогда как облученный образец травится за время от 10 до 1800 секунд при изменении дозы от 20 до 500 мкКл/см². Плазмохимическое травление проводилось в планарном реакторе с незаземленным подложкодержателем с использованием ВЧ плазмы. ВЧ (13,5 МГц) мощность варьировалась в пределах от 25 до 250 Вт. Использовались следующие газы и газовые композиции: SF₆, CF₄/O₂, Ar, CF₄, CF₄/H₂, SF₆/CHF₃ и Cl₂. Давление газов варьировалось от 100 до 1000 мТор. Скорость травления и селективность сильно зависели от условий получения и хранения оксида и уменьшались в ряду вышеназванных газов и газовых смесей. Травление оксида в плазме хлора с высокой селективностью удалось реализовать только при относительно высокой температуре процесса (150-300°C), тогда как при комнатных температурах оксид не травился.

Возможность проведения литографии по аморфным ОПМ открывает перспективы для разработки технологий нового нанолитографического процесса, в котором резист является, одновременно, рабочим материалом для изготовления электронных устройств. В силу аномально высокой чувствительности аморфного оксида ванадия к ЭЛ облучению, по сравнению с другими оксидами, дальнейшее рассмотрение технологий изготовления электронных приборов ведется на примере аморфного VO₂, хотя многие технологические аспекты применимы и для других ОПМ.

Разработка основ технологий, совместимой с уже существующей кремниевой технологией, нового нанолитографического процесса, с разрешением < 50 нм, на основе неорганического, аморфного VO_x – резиста ($x \sim 2$), позволит минимизировать использование стандартных резистов для изготовления электронных устройств (балометрических и интерференционных матриц, быстродействующих полевых транзисторных структур [4], фото- и термо- сенсоров, гига- и терагерцовых управляемых источников электрических колебаний [9]), работающих на эффектах ФПМП в оксидах ванадия.

Для изготовления переключательной микро-структуры сэндвич типа на основе анодной VO_x плёнки, без использования стандартных резистов, можно предложить следующие этапы:

- 1) Напыление V плёнки, толщиной 20-300нм, на Si – SiO₂ подложку.
- 2) Частичное анодирование V плёнки с получением VO_x слоя, толщиной 10-200 нм.
- 3) Вытравливание V – VO_x проэкспонированной линии на Si – SiO₂ подложке.
- 4) Пост-анодирование, или отжиг в O₂, полученной линии для создания изоляционного VO_x слоя по всей площади ванадиевой линии.
- 5) Закрепление оксида, например, отжигом, или жидко-газо-плазменной пассивацией поверхности.
- 6) Нанесение сверху слоя резиста (повторение этапов 1-2), экспонирование и вытравливание V – VO₂ линии служащей верхним электродом.

Следует отметить, что в пункте 5 для доведения стехиометрии оксида до нужного уровня (получение высших или низших оксидов), могут применяться отжиги в окислительных или восстановительных газовых средах. Это даст возможность получать пере-

ключательные структуры с различными, контролируруемыми электрическими характеристиками.

Следует отметить, что методы реактивного плазмохимического или CVD нанесения аморфного VO_x -резиста более перспективны для использования в промышленности, т.к. они позволяют получать более однородные пленки, и с меньшим количеством технологических операций, чем при влажных химических процессах, где, например, необходима просушка полученных пленок.

Ниже приведена примерная последовательность изготовления переключающей микроструктуры планарного типа на основе VO_x , получаемого “сухими” методами:

1) Нанесение на Si – SiO_2 подложку аморфной VO_x пленки.

2) Нанесение металлической пленки служащей материалом бедующих электродов.

3) Вытравливание VO_x – Me – VO_x линии на Si – SiO_2 подложке. Пост-экспонирование участков электродов и вытравливание межэлектродного VO_x промежутка, используя зависимость скорости травления от экспозиционной дозы.

4) Стравливание межэлектродного Me промежутка.

5) Постобработка межэлектродного промежутка в окислительно-восстановительных газовых средах.

Естественно, приведенные выше технологические последовательности далеки от идеала, и могут быть упрощены и видоизменены, в соответствии с поставленной задачей. Но, хотелось бы еще раз повторить основную идею данного доклада, о возможности проведения литографических процессов, для изготовления относительно простых конфигураций электронных приборов, без использования стандартных резистивных материалов. Это позволит ускорить и удешевить процесс производства электронных приборов на основе оксидов переходных металлов.

Как уже говорилось, эффекты ОДС и изменения электропроводности при фазовом переходе могут быть использованы для разработки электронных переключателей, критических терморезисторов и тепловых реле, управляемых током индуктивностей, активных элементов генераторов и усилителей, ячеек памяти, датчиков и т.д. [3,4,8]. Наиболее важными параметрами подобных устройств являются быстродействие и потребляемая мощность, а критерием качества в этом смысле может служить произведение времени срабатывания на энергию переключения τE . Очевидно, что для практического применения, чем меньше этот показатель, тем лучше. Согласно соотношению неопределенности Гейзенберга, существует фундаментальный квантовый предел данной величины: $\tau E > \hbar$ ($\hbar \sim 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка). Например, для сверхпроводниковых переключателей на основе джозефсоновского перехода $E \approx 10^{-18}$ Дж, $\tau \approx 10^{-12}$ с и, следовательно, $\tau E \approx 10^{-30}$ Дж·с, а для различных устройств на основе стандартной полупроводниковой (кремниевой) электроники (I^2L , TTL, C-MOS/SOI, и т.д.), этот индекс находится в пределах от 10^{-18} до 10^{-25} Дж·с [10]. С другой стороны, для переключателей на основе VO_2 пороговая мощность P_{th} составляет от 1 до 10^3 мкВт, а минимальное время задержки t_d (или фактиче-

ское время переключения t_s) – $\sim 10^{-10}$ с; то есть, $\tau E = t_s \cdot (t_s \cdot P_{th}) = (t_s)^2 P_{th} \approx 10^{-23} \cdot 10^{-26}$ Дж·с. Более того, если переход управляется электрон-электронными корреляциями, то минимальное значение характерного времени имеет порядок максвелловского времени релаксации электронов $\tau_m = \epsilon \epsilon_0 \rho$, где ϵ – высокочастотная диэлектрическая проницаемость, а ρ – удельное сопротивление материала. Легко убедиться, что для VO_2 величина τ_m составляет, примерно, $10^{-12} - 10^{-13}$ с, что также подтверждается экспериментами по фотовозбуждению ФППП в фемтосекундном диапазоне. Принимая во внимание это минимальное время переключения, мы получим верхнюю оценку $\tau E \sim 10^{-32}$ Дж·с, то есть лучше, чем даже для сверхпроводниковой электроники и очень близко к квантовому пределу \hbar . Это делает «ФППП-электронику» конкурентоспособной как по сравнению со стандартной Si-электроникой, так и с различными альтернативными подходами, которые интенсивно развиваются в настоящее время (сверхпроводниковая-электроника, молекулярная электроника, одноэлектроника, спинотроника и т.д.).

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках проекта № PZ-013-02, поддерживаемого Американским фондом гражданских исследований и развития (CRDF), грантов Министерства образования РФ № Y1-P-13-02, проектом “Нанопористые материалы, технологии и наноструктуры на основе полупроводниковых и оксидных соединений” по программе “Развитие научного потенциала высшей школы”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ханин С.Д. //Проблемы электрофизики металлооксидных конденсаторных диэлектриков //Обзоры по электронной технике. Сер.5. М.: ЦНИИ “Электроника”, 1990, вып. 1(1524). - 58 с.; Khanin S. D. Kinetic electronic phenomena in metal oxide dielectric films. - Mater. Sci. Forum, 1995. - V. 185-188. – С. 563-572.
2. Cava R.J, Batlogg B, Krajewski J.J et al //Old and new oxide superconductors //J. Less-Common Metals. 1990. V. 164-165. P.749.
3. Бугаев А.А., Захарченя Б.П., Чудновский Ф.А. Фазовый переход металл-полупроводник и его применение. Л.: Наука, 1979. -183 с.
4. Величко А.А., Кулдин Н.А., Стефанович Г.Б., Пергамент А.Л. //Управление динамикой переключения в структуре Si-SiO₂-VO₂ //ПЖТФ. 2003. Т. 29. № 12. С. 49-53.
5. Путролайнен В.В., Стефанович Г.Б., Величко А.А., Стефанович Л.А., Черемисин А.Б. //Термохромные индикаторы на основе диоксида ванадия //Фундаментальные исследования. 2005. Т.2. С. 50-51.
6. Stefanovich G.B., Pergament A.L., Velichko A.A. and Stefanovich L.A. //Anodic oxidation of vanadium and properties of vanadium oxide films //J. Phys.: Condens. Matter. 2004. V.16. N.23. P. 4013-4024.
7. Величко А.А., Казакова Е.Л., Кикалов Д.О., Кулдин Н.А., Пергамент А.Л., Стефанович Г.Б., Стефанович Д.Г. //Электронно-лучевая модификация

свойств оксидов переходных металлов //Конденсированные среды и межфазные границы 2005. Т. 6. № 4. С. 336-339.

8. Величко А.А., Кулдин Н.А., Стефанович Г.Б., Пергамент А.Л., Борисков П.П. //Аморфный оксид ванадия – неорганический резист для нанолитографии //Успехи современного естествознания. 2004. Т.4. С. 53-54.

9. Кулдин Н.А., Величко А.А., Пергамент А.Л., Стефанович Г.Б., Борисков П.П. //Численное моделирование электрических свойств структуры Si-SiO₂-VO₂//ПЖТФ. 2005. Т. 31. № 12. С. 63-70.

10. Keyes R.W. "The future of the transistor". Sci. American (Spec. Issue: Solid State Century). 1998. V8 (1). P.46.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Карелин А.Н.

Филиал Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, Северодвинск

Развитие химической промышленности обусловило возрастание техногенных опасностей, которые привели к крупным химическим авариям, сопровождающимся выбросами аварийно - химически опасных веществ (АХОВ), значительным материальным ущербом и большими человеческими жертвами.

В настоящее время в изменяющихся условиях часто возникают задачи, когда необходимо использовать имеющиеся в наличии оборудование или установки для решения задач, на которых первоначально не предполагалось их использовать. Одним из условий для выбора данного направления стала перспектива использования в новом качестве законсервированных установок, имеющих на балансе различных предприятий и организаций, а так же конверсионное направление разработки.

В рамках данной темы рассматривается экспериментальная стационарная установка для защиты производственных объектов от утечек аварийно химически опасных веществ (АХОВ), в частности хлора или аммиака. Экспериментальная установка представляет собой систему из трубопроводов, распылителей (форсунок), насосов, датчиков монтируемых вокруг емкости для хранения АХОВ, так как в основном в промышленности применяются стандартные емкости для хранения хлора, основные способы хранения хлора на территории Архангельской области – сжиженный газ в баллонах, в цистернах (вертикальные, горизонтальные, шаровые). Поэтому исследуется на экспериментальном стенде работа и возможность применения в качестве мобильной установки ФВУ для обеспечения хлорбезопасности этих объектов (www.kascad.h1.ru).

Для подбора установки очистки заданного объема воздуха перемешанного с газообразным хлором исследуем свойства фильтровентиляционной установки. Установка может работать, как под давлением, так и под разрежением. При работе под разрежением хлорвоздушная смесь через заборный воздухопровод (вытяжную вентиляцию) под действием разрежения,

создаваемого вентилятором, засасывается в фильтр-поглотитель, в котором он очищается. Затем воздух поступает в вентилятор и через контрольно-регулирующий клапан направляется в атмосферу. Хлорвоздушная смесь всасывается в установку при помощи резиноканевого шланга.

В стандартной комплектации установка может быть укомплектована двигателем постоянного или переменного тока. Для исследования параметров установки был создан лабораторный стенд. Данный стенд был собран для построения тарировочной характеристики, и исследования других свойств установки с целью установить возможность применения установки для ликвидации последствий выброса хлора при утечках на промышленных объектах.

Расчет расхода проведем по следующему алгоритму. Вначале условно разделим сечения трубы на кольца. Далее выполним:

- расчет площадей между двумя ближайшими кольцами;
- усреднение замеров (так как показания микроманометра снимались на границах между кольцами, поэтому для определения средней скорости принимались усредненные значения между двумя ближайшими показаниями микроманометра);
- выразим давление в паскалях (Па);
- рассчитаем скорость воздушного потока по фронту (м/с);
- расчет расхода (массового и объемного) проходящего через площадь каждого кольца;
- суммарный расход;
- построение графиков, характеризующих профиль фронта воздушного потока для каждого из расходов;
- аппроксимацию графиков;
- построение тарировочной характеристики и ее аппроксимацию.

Полученные результаты показали возможность применения данной установки для обеспечения промышленной безопасности объектов. Работы проводились на базе лабораторий кафедры «Инженерной защиты среды и реновации техники».

ПРОГНОЗ ФАКТОРОВ РИСКА ПРИ ГИПОЛИПИДЕМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ БЕЗАФИБРАТОМ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ NEURO PRO 0.25 У БОЛЬНЫХ ИБС

Маль Г.С., Черноусов А.В.,

Алыменко М.А., Лисицын В.В.

Курский государственный медицинский университет, Курск

Ежегодно в России от сердечно-сосудистых заболеваний умирает более 1 миллиона человек. Среди сердечно-сосудистых заболеваний ведущее место занимают ишемическая болезнь сердца (ИБС) и мозговой инсульт, которые обусловлены атеросклеротическим поражением коронарных и мозговых артерий. В последние несколько лет наблюдается взрыв интереса