

Выполненное исследование показывает, что из-за инерционности и нестабильности характеристики измерительная система с автоматической градуировкой имеет ограниченный интервал значений Δt , в пределах которого $|\delta_{НИ}^{max}|$ мало. Верхняя граница этого интервала Δt_{max} при увеличении стабильности сдвигается в сторону больших Δt . Влияние нестабильности на нижнюю границу Δt_{min} очень слабое. Сильно сказывается на Δt_{min} инерционность. При уменьшении инерционности уменьшается и Δt_{min} .

При увеличении m интервал малых $|\delta_{НИ}^{max}|$ сдвигается в сторону малых Δt и незначительно уменьшается.

Приведенные зависимости позволяют установить количественные значения Δt_{min} и Δt_{max} для конкретных условий, т.е. определить скорость измерений, обеспечивающую минимальную погрешность.

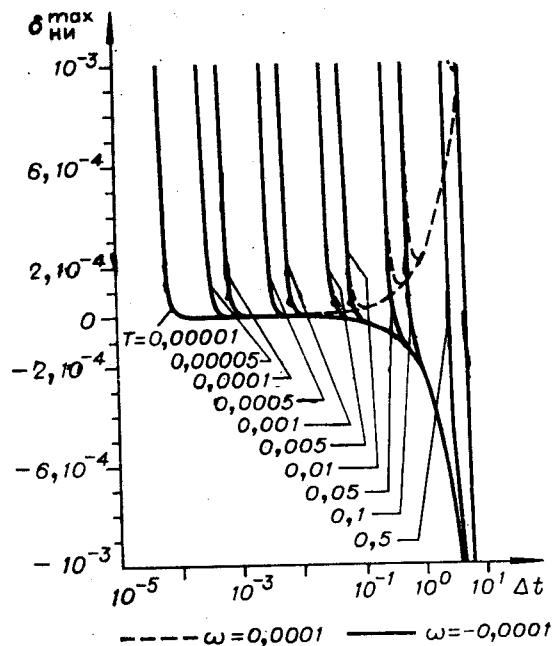


Рис. 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Ордынцев, А. М. Аржаков и др. Пирамидальная информационная система для сбора данных от датчиков и передачи их в ВМ, удаленную от объекта.— «Приборы и сист. упр.», 1968, № 1.
2. В. М. Ордынцев. Исследование эффекта автоматизации градуировки системы для научных исследований с ЦВМ.— В кн.: Труды международной конференции по автоматизации научных исследований на основе применения ЭВМ. Новосибирск, Изд. ИАЭ СО АН СССР, 1972.
3. В. М. Ордынцев. Автоматическая градуировка измерительных систем с ЦВМ.— «Автоматика и телемеханика», 1974, № 1.
4. В. М. Ордынцев. Исследование измерительной системы с автоматической градуировкой.— «Измерительная техника», 1974, № 4.

Поступило в редакцию 24 декабря 1974 г.

УДК 621.383.8

В. В. КОРСАКОВ, В. Г. ЦУКЕРМАН
(Новосибирск)

ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМЫЙ ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В СТРУКТУРЕ МЕТАЛЛ — ХАЛЬКОГЕНИДНЫЙ СТЕКЛООБРАЗНЫЙ ПОЛУПРОВОДНИК

Фотографический эффект на границе металл — халькогенидный стеклообразный полупроводник (ХСП) обнаружен и описан в ряде работ [1—3]. Это явление авторы объясняют фотолегированием некоторых металлов (Ag, Au, Cu) в ХСП. Однако электроуправляемый фотографический эффект на таких структурах не наблюдался. Интересная возможность осуществления электроуправляемого полупроводникового фотографического процесса показана в [4]. Механизм этого процесса связан с окислитель-

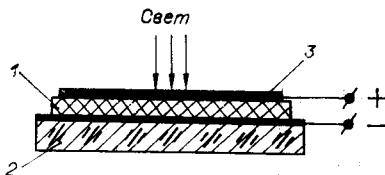


Рис. 1.

в структуре металл — ХСП, и обсуждается механизм этого явления.

Конструктивно образцы изготовлялись по схеме, представленной на рис. 1. Полупроводниковый слой 1 расположен между двумя полупрозрачными металлическими электродами 2 и 3. Один из электродов 2 (нижний) нанесен на стеклянную подложку, а верхний 3 напылялся на слой ХСП. В качестве ХСП использовались материалы системы As — S, As — Se, As — S — Se. Слои наносились термическим или электронно-лучевым испарением в вакууме 10^{-5} тор. В качестве материала для электродов использовались металлы Al, Au, Zn, Sn, Sb, Cu, Ga и двуокись олова. Толщина электродов подбиралась такой, чтобы обеспечить оптическое пропускание 25–60% в белом свете. Для освещения образцов применялось излучение гелий-неонового или аргонового лазера, а также излучение, получаемое при помощи монохроматора. Интенсивность света, отражаемого металлическим электродом, измерялась фотодиодом и регистрировалась на саморегистрирующем потенциометре, что позволяло следить за изменениями отражательной способности электрода во времени. Одновременно измерялся фототок, проходящий через исследуемый образец.

Эффект изменения отражательной способности металлического покрытия наблюдался только на верхнем алюминиевом электроде при подаче на него положительного потенциала. При этом материал нижнего электрода не играл определяющей роли. Нижний электрод, изготовляемый из алюминия, не обнаруживал изменений отражательной способности ни при каких условиях.

Дальнейшие исследования показали, что эффект изменения отражательной способности верхнего алюминиевого электрода пропадал, когда на последний наносилась тонкая прозрачная диэлектрическая пленка. Точно также эффект не проявлялся при помещении исследуемого образца в инертную среду (например, азот) или в вакуум.

Все эти результаты свидетельствуют о существенном влиянии внешней среды на изменение оптических свойств верхнего электрода. Можно было ожидать окислительного процесса в алюминиевом слое за счет кислорода, находящегося в воздухе. Однако при помещении образца в атмосферу чистого кислорода исследуемый эффект также не был нами зарегистрирован.

Как оказалось, определяющую роль в изменении отражательной способности верхнего алюминиевого покрытия при воздействии света и электрического поля играют пары воды, находящиеся в атмосфере, окружающей образец. На рис. 2 представлены временные зависимости относительного изменения отражательной способности ($I_{отр}/I_0$) слоя Al, нанесенного на слой As_2Se_3 , при различной влажности окружающей образец воздуха: 1 — осушенный воздух; 2 — при относительной влажности 70%; 3 — при относительной влажности 90%. Кривые сняты при плотности фототока через образец $\sim 10^{-4}$ А/см².

Можно предположить, что пары воды, взаимодействуя со структурой металл — ХСП, способствуют прохождению фотоэлектрохимического процесса, во время которого происходит химическое превращение металлического алюминия в гидрат окиси и окисел. Действительно, после окончания реакции фототок резко падает (рис. 3), что свидетельствует о переходе металлического алюминия в непроводящее соединение.

но-восстановительной реакцией, протекающей на границе раздела полупроводник — жидкий электролит при прохождении электрического тока.

Нами обнаружен эффект изменения отражательной способности алюминиевого покрытия, нанесенного на слой ХСП под действием освещения и электрического поля.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования электроуправляемого фотографического процесса, основанного на этом эффекте

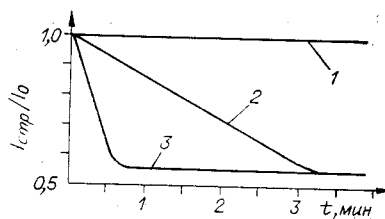


Рис. 2.

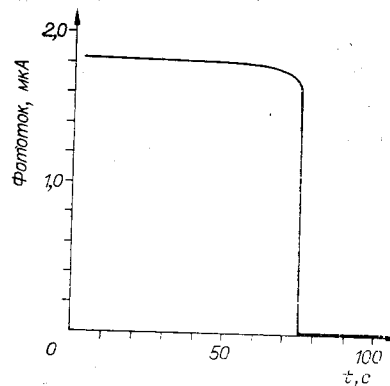


Рис. 3.

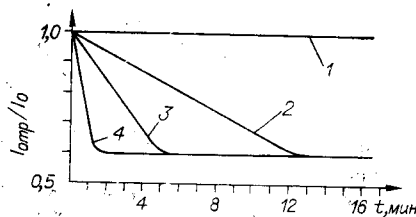


Рис. 4.

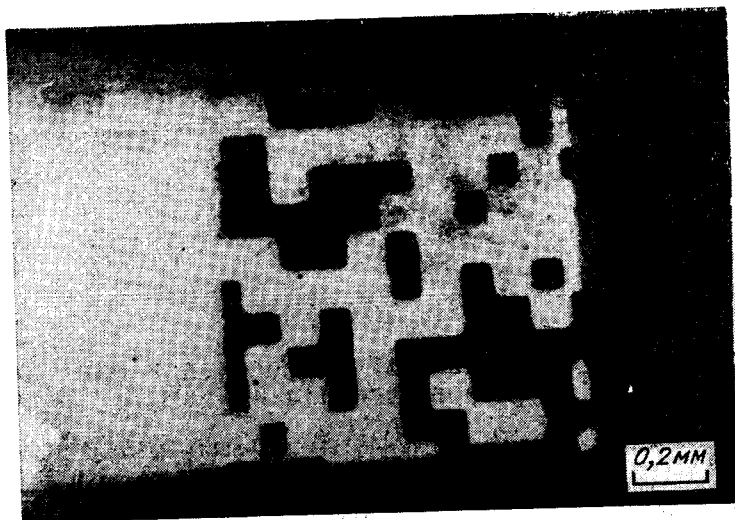


Рис. 5.

В пользу фотоэлектрохимического процесса свидетельствует и то, что его скорость определяется величиной плотности фототока через образец и не зависит от приложенного напряжения (в пределах двух порядков) при постоянном значении плотности фототока, достигаемого изменением освещенности образца. На рис. 4 представлены типичные временные зависимости изменения относительной отражательной способности ($I_{отр}/I_0$) слоя алюминия, нанесенного на слой ХСП, при различных значениях плотности фототока (j_{ϕ}) и постоянной относительной влажности воздуха 80% ($I - j_{\phi} = 0$; 2 — $1 \cdot 10^{-5}$ А/см²; 3 — $2,5 \cdot 10^{-5}$ А/см²; 4 — $10 \cdot 10^{-5}$ А/см²).

Рис. 4 хорошо иллюстрирует практическую возможность передачи полутонов при записи оптической информации.

Так как фоточувствительность описываемой структуры Al—ХСП зависит от плотности фототока, проходящего через образец, то ее можно сделать электроуправляемой, регулируя величину фототока путем изменения напряжения на электродах образца. Определенная нами чувствительность к свету имела порядок 10^{-5} Дж/мм² при влажности окружающего образец воздуха 80%.

Спектральная чувствительность описываемого фотографического процесса определяется спектральной характеристикой фотопроводимости халькогенидной стеклообразной пленки и может меняться от состава. Так, например, при регистрации излучения гелий-неонового лазера мы использовали селенид и сульфоселенид мышьяка, а аргонного лазера — систему As—S. Разрешение полученного изображения определялось путем записи дифракционных решеток и составляло не менее 1000 лин/мм.

В качестве примера записи изображения на рис. 5 приведена фотография случайной маски, полученной на поверхности структуры Al—ХСП при помощи гелий-неонового лазера.

Дальнейшее исследование и усовершенствование управляемого фотоэлектрохимического процесса на структурах металл—ХСП важно не только для более глубокого понимания механизма явления, но и для его применения в научной и прикладной фотографии, а также в вычислительной технике при создании запоминающих устройств для записи и хранения оптической информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Т. Костышин, Е. В. Михайловская, П. Ф. Романенко. Об эффекте фотографической чувствительности тонких полупроводниковых слоев, находящихся на металлических подложках.— «ФТТ», 1966, т. 8, № 2.
2. H. Sakuma, I. Shimizu, H. Kokado and E. Inoue. Certain properties of metal-photo-doped chalcogenide glasses.— Proceeding of the 3-rd Conference on Solid State Devices. Tokyo, 1971, Supplement to Oyo Buturi, 1972, vol. 41, p. 76.
3. H. Mizuno, K. Tanaka, M. Kikuchi. Photo- and thermal-diffusions of metals into As₂S₃ glass.— "Solid State Communications", 1973, vol. 12, № 10.
4. Л. Г. Парницкий, С. М. Рывкин. Некоторые вопросы длинноволновой полупроводниковой фотографии.— «Журн. науч. и прикл. фотогр. и кинематогр.», 1970, т. 15, № 3.

Поступило в редакцию 27 августа 1975 г.