

ИК ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С БОЛЬШИМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛОГЕНИДОСЕРЕБРЯНЫХ ФОТОЭМУЛЬСИЙ

© В.Т.Туланов, Х.Б.Сяябеков

Ташкентский государственный университет,
700095 Ташкент, Узбекистан
(Поступило в Редакцию 23 декабря 1994 г.)

Фотографическая регистрация длинноволновой оптической информации, в частности излучения с $\lambda = 10.6 \mu\text{м}$, является весьма перспективным способом ИК голографической записи, диагностики ИК лазерных излучений, а также изучения медико-биологических процессов, происходящих в невидимой области спектра.

Однако ИК фотографии на основе галогенидосеребряных фотоэмульсий в спектральном диапазоне $10.6 \mu\text{м}$ посвящено небольшое количество работ [1-4], в которых регистрация ИК излучений осуществляется на основе эффекта тепловой сенсibilизации фотопленок. Сущность механизма тепловой сенсibilизации заключается в увеличении концентрации междоузельных ионов серебра (ответственных за образование центров скрытого изображения) в AgHal под действием ИК излучения.

Процесс регистрации ИК излучения основан на комбинированном возбуждении фотоэмульсии (галогенидов серебра) ИК и активным освещением, т.е. по окончании ИК экспозиции фотоэмульсия равномерно засвечивается импульсным белым светом.

В работах [2,3] на обычных фотопленках фирмы Kodak и фототехнических пленках отечественного производства созданы ИК фотографические процессы с динамическими диапазонами 100 и 200 соответственно.

Во всех этих опытах фотопленка до начала ИК экспозиции находилась при комнатной температуре. Проведение опытов при комнатной температуре существенно упрощало эксперимент, но при этом никак не учитывались физические особенности механизма образования ИК изображения.

Целью данной работы является определение оптимальной температуры проведения ИК фотографического процесса для получения наибольшего динамического диапазона. Если предположить, что теплоемкость, теплопроводность и коэффициент поглощения ИК излучения фотопленки не зависят от температуры, то величина динамического диапазона может быть представлена в виде

$$\gamma = \frac{T_{\max} - T_0}{\Delta T_{\min}}, \quad (1)$$

где $\Delta T_{\min} = (T_{\min} - T_0)$ — минимальные значения температуры фотопленки, которые могут быть зарегистрированы по изменению ее оптической плотности почернения (D): T_0 — начальная температура фотопленки (температура проведения фотографического процесса); T_{\max} — температура, при которой начинается разрушение фотопленки.

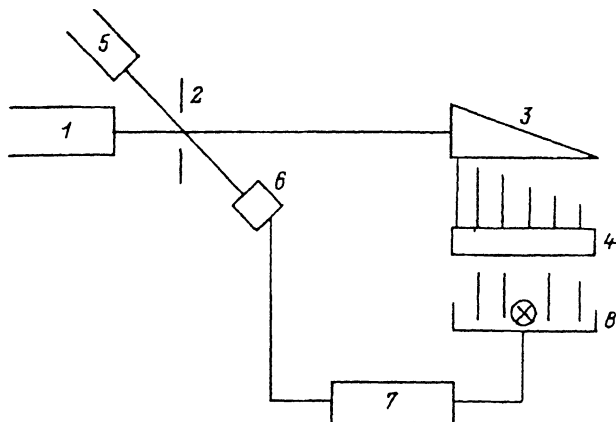


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки.

Из анализа формулы (1) видно, что для достижения наибольшего динамического диапазона необходимо проводить фотографический процесс при возможно более низкой температуре, при которой производная dD/dt максимальна.

Опыты проводились на фотопленке ФТ-СК, на которой был получен наибольший диапазон (200) при проведении процесса при комнатной температуре. На рис. 1 приведена принципиальная схема экспериментальной установки для определения динамического диапазона фотографического процесса. ИК излучение от CO_2 лазера (ИЛГН-704) 1 через оптический затвор 2 поступает на зеркальный клин 3 и, отражаясь от него с различной интенсивностью, экспонирует фотослой 4, создавая в нем соответствующий температурный рельеф. Этот температурный рельеф фиксируется равномерным актиничным освещением импульсной лампы 8, которая запускается электронным устройством 7, имеющим регулируемую линию задержки. Импульс запуска электронного устройства 7 вырабатывается фотодиодом 6 и источником света 5 в момент открытия затвора 2, т. е. совпадает с фронтом 10.6 мкм лазерного импульса.

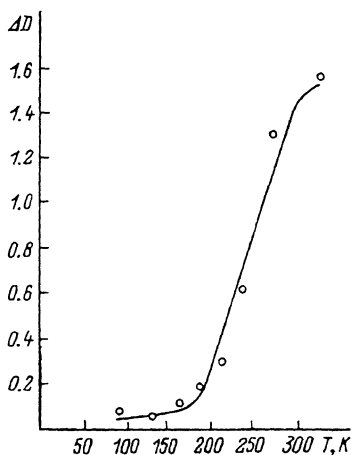


Рис. 2. Зависимость разности оптической плотности почернения ΔD ($\Delta D = D - D_0$) от температуры (D_0 — вуаль фотопленки при T_0).

Световые пятна	ΔD
1	3.5
2	2.98
3	2.28
4	0.75
5	0.42

Световые пятна	ΔD
6	0.16
7	0.03
8	0.024
9	0.012
10	0.006

Энергия и длительность светового импульса лампы зависели от емкости разрядного конденсатора и выбирались такими, чтобы получить максимальное значение D фотопленки при воздействии 10.6 мкм излучения. Длительность лазерного импульса регулировалась оптическим затвором и могла измениться дискретно до 300 мс. Длительность задержки всегда выбиралась равной длительности лазерного импульса, т. е. засветка фотослоя белым светом производилась непосредственно после лазерного экспонирования.

Зеркальный клин создавал систему световых пятен с убывающей интенсивностью с шагом ослабления 2. Динамический диапазон определялся по формуле $D = 2^{n-1}$, где n — число зарегистрированных пятен.

Для осуществления фотографической регистрации был разработан фотоаппарат с азотным охлаждением, позволяющий установить начальную температуру фотопленки в диапазоне от 80 до 300 К. Фотоаппарат был снабжен вакуумным шлюзом, позволяющим извлекать фотопленку не размораживая системы. Этот аппарат был использован также для снятия зависимости оптической плотности почернения от температуры с целью определения оптимальной начальной температуры фотопленки. На рис. 2 приведена полученная зависимость. Видно, что резкий подъем зависимости $D = f(T)$ начинается при температуре 175 К.

Исходя из этого была проведена съемка лазерного излучения при начальной температуре фотопленки 180 К. В таблице приведены полученные результаты приращения оптической плотности почернения (ΔD) в различных пятнах. Прописи пленки делались на денситометре ИФО-451. Было зарегистрировано 10 световых пятен. Таким образом, за счет более оптимального выбора условий экспонирования удалось расширить динамический диапазон фотографического процесса от 200 до 500.

Работа посвящена памяти одного из основоположников ИК полупроводниковой фотографии Г.Б. Горлина, которому исполнилось бы в этом году пятьдесят лет.

Список литературы

- [1] Frazier G.F., Wilkerson T.D., Lindsay J.M. // Appl. Opt. 1976. Vol. 5. N 6. P. 1350-1352.
- [2] Mitchel G.R., Greek B., Jonston T.W. et al. // Appl. Opt. 1979. Vol. 18. N 4. P. 2422-2426.
- [3] Горлин Г.Б., Егоров В.В., Парицкий Л.Г. и др. Деп. в ВИНТИ. 1982. № 2040. 19 с.
- [4] Горлин Г.Б., Парицкий Л.Г., Тиснек Т.В. // ЖТФ. 1987. Т. 57. Вып. 1. С. 159.