

Модификация лазерным воздействием оптических свойств фоточувствительного детектора газоанализатора

А. А. Ольхова, А. А. Патрикеева, И. Г. Зайцев, М. М. Сергеев

Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

В работе исследован результат лазерного воздействия на пленки PbSe в режиме сканирования непрерывным и импульсным излучением с длиной волны 405 нм и 1064 нм. В результате фототермического воздействия на структуру пленки ее отражение и пропускание изменялись в спектральном диапазоне 0,3 - 1,0 мкм. При повышенной плотности мощности наблюдалось фотообесцвечивание материала и его плавление с последующим разрушением, приводящим к образованию микротрещин. При уменьшении плотности мощности наблюдалось фотопотемнение пленки в области лазерного воздействия. Для модифицированных участков пленки в этом случае наблюдалось резкое уменьшение пропускания и отражения, по своим оптическим характеристикам она приближалась к абсолютно черному телу. Данная модификация пленки особо перспективна для фотодетектирования органических молекул в виде газовой смеси.

Ключевые слова: Газовый анализ, Халькогенидные пленки, Фоточувствительность, Лазерная модификация.

Цитирование: Ольхова, А. А. Модификация лазерным воздействием оптических свойств фоточувствительного детектора газоанализатора / А. А. Ольхова, А. А. Патрикеева, И. Г. Зайцев, М. М. Сергеев // HOLOEXPO 2022: XIX Международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — Барнаул: ИП Колмогоров И. А., 2022. — С. 346–348.

Исследовано влияние непрерывного и импульсного лазерного излучения на оптические свойства и модификацию структуры пленок PbSe. В последние годы все чаще встает вопрос о защите окружающей среды от вредных выбросов в атмосферу производств нефтегазовой, угольной и химической промышленности. Для эффективного зондирования пространства и защиты окружающей среды востребованы различные газоанализаторы и датчики, способные улавливать содержание вредных веществ в воздухе. Халькогенидные пленки являются отличными детекторами газа, поскольку они обладают высоким поглощением в ИК-диапазоне, где молекулы газа имеют пики поглощения. Существует множество способов повышения фоточувствительности таких пленок: термообработка, легирование и т. д., однако одним из доступных и низкочувствительных методов является лазерная модификация их структуры.

В работе исследован результат лазерного воздействия на пленки PbSe непрерывного излучения полупроводникового лазера с длиной волны 405 нм и импульсного излучения с длиной волны 1064 нм. Лазерная обработка халькогенидных пленок в сканирующем режиме приводила к формированию трека в режиме фотопотемнения и фотопросветления (рис. 1). Спектральные отражения в этих режимах незначительно отличаются друг от друга и приближаются по своим характеристикам к абсолютно черному телу.

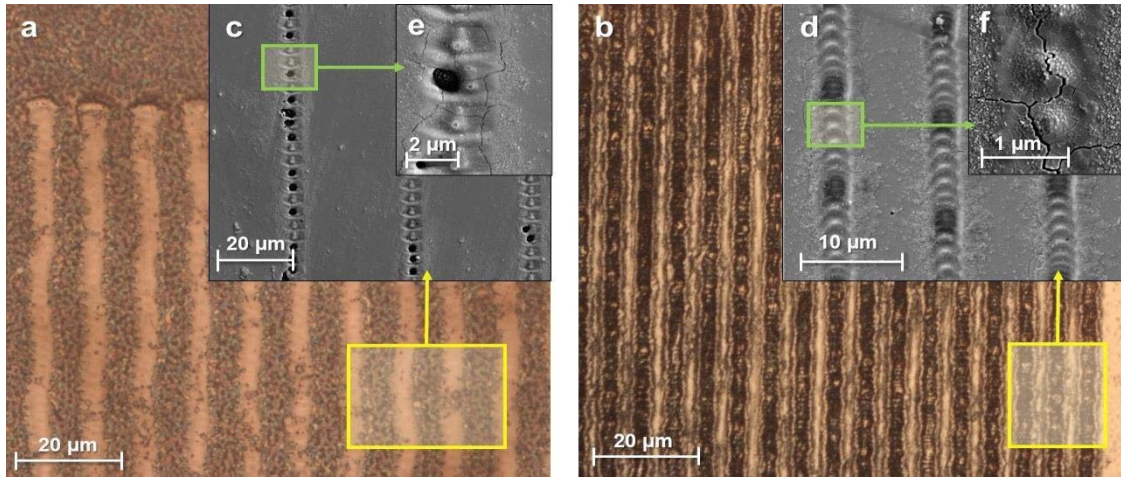


Рис. 1. Изображения пленки PbSe, модифицированной непрерывным излучением лазера с длиной волны 405 нм, полученное с помощью оптического микроскопа в светлом поле отраженного света: (а) фотопросветление, (б) фотопотемнение. Изображение пленки PbSe, полученное с помощью СЭМ-детектора вторичных электронов: (с), (d) фотопросветление, (е), (f) фотопотемнение

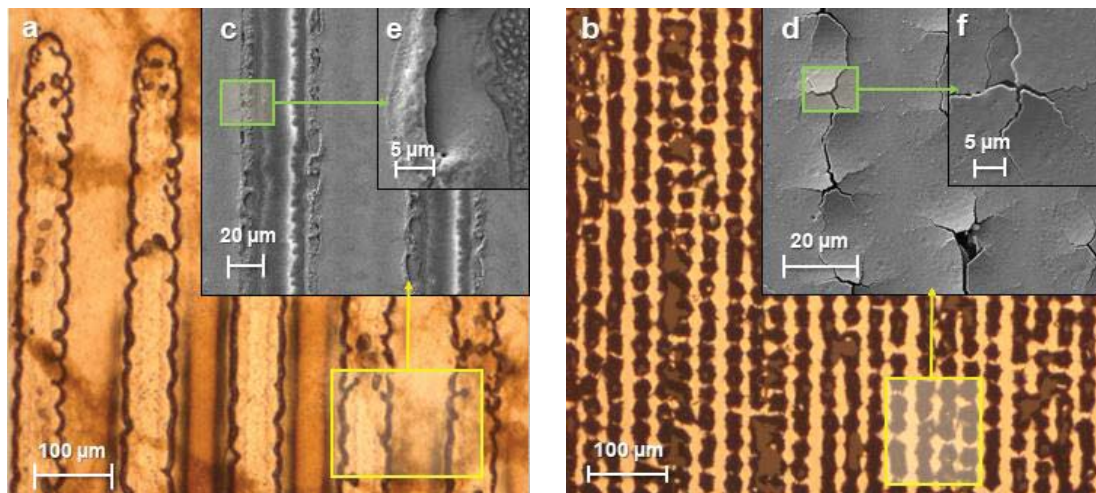


Рис. 2. Изображения пленки PbSe, модифицированной импульсным излучением лазера с длиной волны 1064 нм, полученное с помощью оптического микроскопа в светлом поле отраженного света: (а) фотопросветление, (б) фотопотемнение. Изображение пленки PbSe, полученное с помощью СЭМ-детектора вторичных электронов: (с), (d) фотопросветление, (е), (f) фотопотемнение

Было изучено влияние параметров лазерной обработки непрерывным и импульсным излучением на спектральные характеристики пленок селенида свинца. Обработка таких пленок лазерным излучением в режиме сканирования приводила к образованию трека в режиме фотопотемнения и фотопросветления. Продемонстрирована возможность управления оптическими, а также структурными характеристиками пленок селенида свинца с помощью непрерывного лазерного излучения. Лазерная обработка данного материала может использоваться в применении газового анализа, так как халькогенидные пленки

обладают высокой поглощающей способностью в среднем ИК-диапазоне (1–4 мкм), а также при создании подложек для микроаналитических исследований различных жидкостей.

Благодарность

Работа выполнена за счет гранта Российского Научного Фонда (проект № 19-79-10208).

Laser estimated modification of the gas analyzer photosensitive detector optical properties

A. A. Olkhova, A. A. Patrikeeva, I. G. Zaitsev, M.M. Sergeev

National Research University ITMO, St. Petersburg, Russia

The result of laser action on PbSe films in the scanning mode with continuous and pulsed radiation with a wavelength of 405 nm and 1064 nm was studied. As a result of the photothermal effect on the film structure, its reflection and transmission changed in the spectral range 0.3 - 1.0 μm . At an increased power density, photobleaching of the material and its melting were observed, followed by destruction, leading to the formation of microcracks. As the power density decreased, photodarkening of the film was observed in the region of laser action. For the modified sections of the film, in this case, a sharp decrease in transmission and reflection was observed; in terms of its optical characteristics, it approached an absolutely black body. This modification of the film is especially promising for the photodetection of organic molecules in the form of a gas mixture.

Keywords: Gas analysis, Chalcogenide films, Photosensitivity, Laser modification.