

# О возможности оптического измерения деформаций с помощью устойчивого выжигания провалов в непрозрачном образце

© К.К. Ребане

Институт физики Тартуского университета,  
51014 Тарту, Эстония

E-mail: rebanek@fi.tartu.ee

(Поступила в Редакцию 21 июля 2005 г.)

Метод выжигания провалов позволяет запоминать („фотографировать“) структуру поля деформаций, в том числе и динамических, и выбирать точку измерения в глубине образца. Указано на еще одну интересную возможность — измерение деформации в материале, не прозрачном для света. Для этого надо в образец внедрить оптические волокна — световоды и активировать их чувствительными к выжиганию провалов примесями, имеющими в спектрах хорошие бесфоновые линии.

PACS: 78.40.-q, 78.30.-j

Бесфоновые линии (БФЛ) в спектрах активированных примесями твердотельных образцов и основанные на них выжигание устойчивых провалов и спектроскопия одиночных примесных центров открыли дорогу для целого ряда оригинальных приложений (см. [1] и ссылки там). Наиболее примечательна пространственно-временная голография сверхбыстрых событий (см. [1–4] и ссылки там). Значительный интерес к этому яркому явлению оставил без должного внимания другую многообещающую возможность применения БФЛ в исследованиях и практике — определение наличия и измерения деформаций в твердых образцах. Теоретические основы [5] и описание первого цикла экспериментов [6] были опубликованы уже более 15 лет назад, однако новых экспериментов после этого не было. Многообещающие оригинальные возможности указаны в [5] и основные из них реализованы в [6].

Метод выжигания провалов позволяет запоминать („фотографировать“) структуру поля деформаций, в том числе и при динамических, зависящих от времени деформациях. Существенное преимущество в сравнении с известным методом фотоэластичности, являющимся интегральным (т.е. измеряется сумма деформаций или поворотов плоскости поляризации) вдоль всего пути луча, заключается в том, что метод спектральных провалов локальный: можно в зависимости от задачи с большой пространственной точностью выбирать точку измерения в глубине образца. Это достигается путем внедрения примесей выжигания провалов только в ту точку, деформации в которой предстоит измерить.

Цель настоящей работы — указать на еще одну интересную возможность, может быть особенно важную для практики: измерение деформации в материале, не прозрачном для света. Для этого надо в образец внедрить оптические волокна — световоды — и активировать их чувствительными к выжиганию примесями. Последних может быть более одного сорта по спектральным свойствам выжигания. Распределение мест активирования

примесями вдоль волокна выбирается в зависимости от задачи.

Осложнения экспериментального осуществления очевидны. Они, естественно, зависят от конкретной задачи. Пути преодоления трудностей во многих случаях тоже очевидны. В их основе лежит высокая чувствительность БФЛ. (В экспериментах, упомянутых в [1], ширина БФЛ при 2 К порядка 10–100 МГц, пиковое значение сечения поглощения  $\sim 10^{-11}$  см<sup>2</sup>). Очень высокая чувствительность метода достигается при температурах жидкого гелия. Конечно, имеется существенное различие свойств материалов при сверхнизких, низких и комнатных температурах. Однако, как упомянуто в [5]: а) есть разделы современной техники (например, космос), где актуальны свойства именно при температуре в несколько кельвинов; б) БФЛ при комнатной температуре обычно действительно широки — шире низкотемпературных до 5 порядков — однако они еще достаточно узки, чтобы детектировать и измерять деформации под нагрузками порядка 10 кГ/мм<sup>2</sup> и более.

## Список литературы

- [1] K. Rebane. *J. Lumin.* **100**, 219 (2002).
- [2] K.K. Rebane, A. Rebane. In: *Molecular Electronics. From Basic Principles to Preliminary Applications* / Eds G. Mahler, M. Schreiber, V. May. Marcell–Dekker Inc., N.Y.–Basel–Hong-Kong. (1996). Ch. 13. P. 257.
- [3] K.K. Rebane. In: *Current Trends in Optics* / Ed. J.C. Dainty. Academic Press, Harcourt Brace & Company, London–San Diego–N.Y.–Boston–Sydney–Tokyo–Toronto. (1994). Ch. XIII. P. 174.
- [4] A. Rebane, K.K. Rebane. In: *Zero-Phonon Lines and Spectral Hole Burning in Spectroscopy and Photochemistry* / Eds Olev Sild, Kristjan Haller. Springer–Verlag. (1988). P. 1.
- [5] K.K. Rebane. *Proc. Estonian Acad. Sci. Phys. Mathem.* **38**, 118 (1989).
- [6] К.К. Ребане, А.А. Гороховский, Я.В. Кикас, Е.И. Малкин, В.В. Пальм. *Письма в ЖТФ* **14**, 10, 935 (1988).