

07 0

© 1992

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ФОТОТЕРМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В.И. П л е х а н о в, А.Ю. Л у к ь я н о в,
М.А. Н о в и к о в

Показано, что учет интерференции света на границе раздела существенно влияет на интерпретацию результатов измерений поверхностного поглощения фототермическими методами.

На пути создания элементов силовой оптики весьма остро стоит задача контроля величины поглощения и его распределения по объему и поверхности образцов.

Для решения этой проблемы в настоящее время широко используют методы фототермической спектроскопии [1]. Эти методы обладают высоким пространственным разрешением и позволяют отдельно измерять поверхностное и объемное поглощение. Однако до настоящего времени не учитывались интерференционные оптические эффекты на поверхности образца.

В настоящей работе показано, что учет интерференции падающей и отраженной волны излучения накачки существенно влияет на интерпретацию результатов измерений поверхностного поглощения.

Нами был разработан интерференционный вариант ф/т спектроскопии на основе поляризационного интерферометра Жамена-Лебедева [2, 3]. Он основан на измерении разности набега фаз $\Delta\varphi$ между пробными пучками света, возникающей в результате локального разогрева образца под действием излучения накачки в области прохождения одного из пробных пучков:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\partial n}{\partial T} \cdot \int T(\vec{r}, t) dS,$$

где λ — длина волны пробного излучения, $T(\vec{r}, t)$ — распределение температуры в исследуемом образце, $\partial n / \partial T$ — коэффициент температурной зависимости показателя преломления образца, S — область взаимодействия пробного пучка с нагретым участком.

Установка, схема которой приведена на рис. 1, состоит из пробного лазера (1), поляризационных расщепителей (2) и пластинки $\lambda/2$ (4), образующих интерферометр, систем регистрации (5) и накачки (6). При мощности накачки в образце 100 мВт на длине волны 10,6 мкм и диаметре пучка накачки 300 мкм чувствительность составила $5 \cdot 10^{-4}$ при точности 20%.

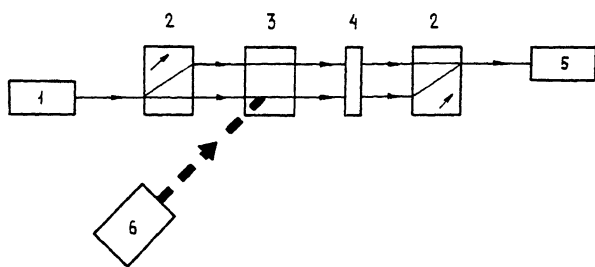


Рис. 1.

На стенде исследовались полированные образцы из $ZnSe$, полученные методом SVD [4, 5] с характерными величинами объемного и поверхностного поглощения 10^{-3} см^{-1} и 10^{-3} соответственно.

При измерении поверхностного поглощения была замечена парадоксальная на первый взгляд картина (рис. 2), когда сигнал на задней грани существенно превышает сигнал на передней, где падающая мощность накачки больше.

Отметим, что это не связано с различными величинами поглощения на границах, т.к. смена поверхностей при повороте образца не меняла картины. Подобная ситуация характерна для всех исследованных образцов из $ZnSe$.

Для объяснения этого феномена необходимо учесть интерференцию падающего и отраженного света на границе раздела образец-воздух. Нетрудно показать, что на передней границе, которая находится в узле стоячей волны, так как падающая и отраженная волны находятся в противофазе, результирующая интенсивность света меньше, чем в падающей волне:

$$I_1 = \left(\frac{2n_1}{n_2 + n_1} \right)^2 I_{пад}.$$

На задней границе, которая находится в пучности стоячей волны, результирующая интенсивность света больше, чем в падающей волне, и, с учетом коэффициента прохождения через переднюю границу, равна:

$$I_2 = \left(\frac{4n_1 n_2}{(n_1 + n_2)^2} \right)^2 I_{пад}.$$

Таким образом, тепловыделение на границах оказывается различным, несмотря на одинаковые величины поглощения

$$Q_{1,2} = -\frac{\omega \epsilon''}{8\pi} \epsilon''_{1,2} I_{1,2}; \quad \delta = \frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{n_1 + n_2}{2n_2} \right)^2,$$

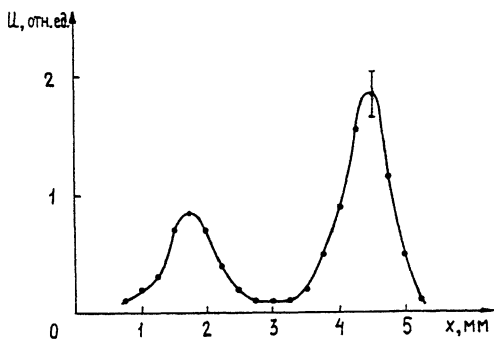
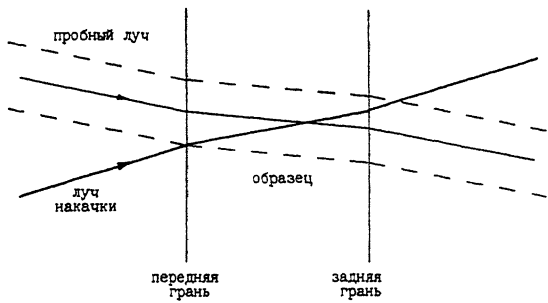


Рис. 2.

где ω_c - частота световых колебаний, $\varepsilon_{i,2}''$ - мнимые части диэлектрической проницаемости.

Для границы воздух ($n_1=1$) - $ZnSe$ ($n_2=2,4$) при квазинормальном падении излучения накачки, $\delta=0.49$, что хорошо согласуется с экспериментом.

Отношение тепловыделений на границах δ зависит от угла падения излучения накачки. Таким образом, сравнивая результаты, полученные для различных углов падения, можно выделить сигнал, соответствующий поверхностному поглощению образца.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Сверхчувствительная лазерная спектроскопия / Под ред. Д.Клайджера. М.: Мир, 1986.
- [2] И г н а т ь е в В.С. и др. // ЖПС. 1989. Т. 50. № 5. С. 783.
- [3] Н о в и к о в М.А. О предельной чувствительности оптических методов фототермической спектроскопии. Препринт ИПФ АН СССР, № 236, Горький, 1989 г.
- [4] Б е л я н к о А.Е. и др. // Высокочистые вещества. 1989. № 5. С. 43.
- [5] Д е в я т ы х Г.Г. и др. // Высокочистые вещества. 1990. № 2. С. 174.

Поступило в Редакцию
26 декабря 1992 г.