

## НАУЧНЫЙ СЕМИНАР

### АСПИРАНТОВ КАФЕДРЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ и ФНМ

состоится 31 марта 2010 г в 18 час 00мин. в ауд.472

**ДОКЛАДЧИК: аспирант ФНМ 2-года обучения Журбина И.А.**

#### Диагностика свободных носителей заряда в пористых полупроводниках методом инфракрасной спектроскопии

**Научный руководитель:** проф. Тимошенко В.Ю.

**Рецензент:** доц. Ефимова А.И.

Получение информации о концентрации свободных носителей заряда является очень важной и актуальной задачей, для решения которой традиционно применяются контактные методы (например, измерение удельного сопротивления). Однако, в некоторых случаях, анализ полученных данных может быть затруднен в виду того, что сильный вклад оказывают сами контакты. Более того, при исследовании наноструктурированных полупроводниковых материалов, необходимо учитывать влияние барьеров, создаваемых границами зерен. Альтернативным методом измерения концентрации свободных носителей, позволяющим избежать появления данных проблем, является ИК спектроскопия.

Известно, что в объемных полупроводниковых материалах электрическое поле световой волны может взаимодействовать со свободными носителями заряда (электронами, дырками), что приводит к появлению характерного спектра отражения и поглощения. Для сильно легированного полупроводника ( $N \sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ) область плазменного отражения лежит в среднем ИК диапазоне. Полученные результаты по спектральным зависимостям отражения и поглощения многих объемных полупроводниковых материалов могут быть хорошо описаны классической моделью Друде, в рамках которой диэлектрическая проницаемость описывается следующей функцией:

$$\varepsilon(\omega) = \varepsilon_{\infty} - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 + i\omega g}, \text{ где } \omega_p \text{ - плазменная частота,}$$

$\varepsilon_{\infty}$ - высокочастотная оптическая проницаемость

$g$ - константа затухания. Плазменная частота может быть рассчитана по следующей формуле:

$$\omega_p^2 = \frac{Ne^2}{m^* \varepsilon_0},$$

где  $N$ -концентрация свободных носителей заряда,

$m^*$ -эффективная масса носителей заряда,

Данная модель хорошо объясняет увеличение коэффициента поглощения с ростом длины волны света. При изучении пористых полупроводников, исследуемые материалы можно рассматривать как некую гетеросистему, одна из фаз которой содержит свободные носители заряда. Для количественного описания данных ИК спектроскопии можно использовать модель эффективной среды. Для гетеросистемы с примерно равнозначными объемами фаз можно использовать модель Бруггемана:

$$\left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_{eff}}{\varepsilon_1 + 2\varepsilon_{eff}}\right)p + \left(\frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_{eff}}{\varepsilon_1 + 2\varepsilon_{eff}}\right)(1 - p) = 0$$

где  $p$ -пористость,

а исследуемый полупроводниковый материал описывается эффективной комплексной диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon_{eff}$ .

Величина последней зависит от частоты вследствие вклада свободных носителей заряда, который может быть описан моделью Друде. Таким образом, варьируя параметры, входящие в расчетные формулы, достигается наилучшее согласование теоретической и экспериментальных кривых, а из значения плазменной частоты (которая и является одним из подгоночных параметров) рассчитывается концентрация свободных носителей заряда.