

Магистерская программа: Материалы и компоненты твердотельной электроники

## **Б1.В.ДВ.2.2 Высокореистивные материалы**

### ***Вопросы к экзамену***

#### ***Тема 1. Введение в дисциплину.***

- 1) Электропроводность материалов (электронная проводимость, ионная проводимость, диэлектрическая проницаемость).
- 2) Уровни проводимости материалов (диэлектрики, полупроводники, твердые электролиты, металлы).
- 3) Измерения проводимости на постоянном и переменном токе.
- 4) Подвижность ионов. Твердые электролиты.

#### ***Тема 2. Механизмы электропроводности диэлектриков***

- 1) Электронная электропроводность, частотная зависимость электронной проводимости.
- 2) Ионная электропроводность диэлектриков, частотная зависимость ионной проводимости.
- 3) Проводимость  $\text{CdF}_2$ .
- 4) Энергетические зоны кристаллов со структурой флюорита. Проводимость  $\text{LaF}_3$ .
- 5) Дефекты по Шоттки и по Френкелю.
- 6) Частотная зависимость ионной проводимости. Температурная зависимость проводимости диэлектриков.

#### ***Тема 3. Импедансная спектроскопия***

- 1) Основные концепции метода импедансной спектроскопии.
- 2) Функции и представления иммитанса. Активная, реактивная и комплексная проводимость.

- 3) Спектр иммитанса (годографы импеданса). Эквивалентные электрические схемы (R, C, простейшие параллельные цепи).
- 4) Спектр импеданса  $LaF_3-Eu$ .
- 5) Экспериментальное оснащение метода импедансной спектроскопии. Методы измерений иммитанса.
- 6) Измеритель иммитанса E7-20. Структурная схема.

#### **Тема 4. Теория диэлектрических потерь**

- 1) Диэлектрические потери как физический и технический параметр диэлектриков.
- 2) Тангенс угла диэлектрических потерь.
- 3) Комплексная диэлектрическая проницаемость.
- 4) Потери электрической энергии, обусловленные электропроводностью диэлектриков.
- 5) Диэлектрические потери при тепловой поляризации.
- 6) Диэлектрические потери при упругой поляризации.

#### **Тема 5. Диполи в диэлектрических кристаллах.**

- 1) Возникновение дипольных центров в кристаллах с примесями.
- 2) Проявление дипольных центров в спектрах иммитанса, диэлектрических потерь, ионных токов термодеполяризации, оптических спектрах.
- 3) Миграция и агрегация дипольных центров.

#### **Тема 6. Оптика диэлектриков.**

- 1) Зонная схема диэлектриков, типы оптических переходов в конденсированных средах
- 2) Квантовые числа атомарных примесей, электронные орбитали
- 3) Одноэлектронные состояния и многоэлектронные термы атомов
- 4) Правила заполнения электронных оболочек атомов
- 5) Теория кристаллического поля и поля лигандов ( $d^n$  - ионы)

- 6) Примесные атомы с конфигурацией  $f^n$  (редкоземельные ионы)
- 7) Уровни примесных ионов в зонной схеме (лантаноиды).
- 8) Собственные и примесные точечные дефекты в диэлектрических кристаллах (F — центры, центры  $Sm^{2+}$ -вакансия)

## **Литература**

**Ю.М.Поплавко** Физика диэлектриков Изд. Виша школа. Киев, 1980, 398 с.

**А.К.Иванов-Шиц, И.В.Мурин, Ионика** твердого тела, Изд.С-Петербур.ун-та, 2000, 616с.

**Ч. Киттель** Введение в физику твердого тела, М. Наука, 1978, 791с.

**Е. А. Раджабов** Спектроскопия атомов и молекул в конденсированных средах. Изд-во ИГУ, 2013 г. 102 с.