

ФИЗИКА И ТЕХНИКА ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Н. Т. Гурин, О. Ю. Сабитов



www.e.lanbook.com



**ЭБС
ЛАНЬ**

**Н. Т. ГУРИН,
О. Ю. САБИТОВ**

ФИЗИКА И ТЕХНИКА ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Монография

*Издание второе,
исправленное и дополненное*



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР
2017**

ББК 32.851.13я73

Г 95

Гурин Н. Т., Сабитов О. Ю.

Г 95 Физика и техника пленочных электролюминесцентных излучателей переменного тока: Монография. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. — 432 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-2799-4

В книге рассмотрены основные свойства, а также физические основы работы пленочных электролюминесцентных излучателей переменного тока, использующих предпробойную электролюминесценцию с внутрицентровым механизмом свечения. Представлены модифицированные конструкции излучателей. Определены требования к параметрам слоев излучателей и оптимальные режимы возбуждения, зависимости основных характеристических параметров центров свечения от режима возбуждения. Рассмотрены кинетика электролюминесценции в условиях образования и изменения объемных зарядов в слое люминофора, а также природа и параметры глубоких центров, ответственных за образование объемных зарядов. Определены параметры и характеристики процессов туннелирования электронов, ударной ионизации глубоких центров, ударного возбуждения центров свечения, рекомбинационных и релаксационных процессов, а также распределения плотности заполненных поверхностных состояний по энергии. Основная часть материалов, приведенных в монографии, является результатом оригинальных исследований авторов.

Книга предназначена для научных и инженерно-технических работников, занимающихся разработкой и исследованием оптоэлектронных приборов, а также для преподавателей, аспирантов и студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям, входящим в УГС: «Физика и астрономия», «Электроника, радиотехника и системы связи», «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», и другим инженерно-техническим направлениям.

ББК 32.851.13я73

Рецензенты:

С. М. КОКИН — доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики Московского государственного университета путей сообщения императора Николая II;

А. Н. ГРУЗИНЦЕВ — доктор физико-математических наук, зав. лабораторией интегральной оптики Института проблем технологий микроэлектроники и особочистых материалов РАН.

Обложка
Е. А. ВЛАСОВА

© Издательство «Лань», 2017
© Н. Т. Гурин, О. Ю. Сабитов, 2017
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Введение	8
Глава 1. Структура и основные свойства пленочных электролюминесцентных излучателей переменного тока	13
1.1. Основные типы и конструкции пленочных электролюминесцентных излучателей	13
1.2. Особенности конструкций пленочных электролюминесцентных излучателей переменного тока	16
1.3. Методы получения тонкопленочных электролюминесцентных структур	43
1.4. Основные свойства тонкопленочных электролюминесцентных излучателей	48
1.5. Конструкции и технологии пленочных электролюминесцентных панелей	60
1.6. Анализ методов построения полноцветных электролюминесцентных панелей	67
Глава 2. Модифицированные конструкции пленочных электролюминесцентных излучателей	74
2.1. Пленочные электролюминесцентные структуры с композиционным жидким диэлектриком	74
2.2. Пленочные электролюминесцентные структуры на шероховатых подложках	90
2.3. Пленочные электролюминесцентные структуры на подложках с диффузно рассеивающей излучающей поверхностью	109
2.4. Гибридный пленочный электролюминесцентный излучатель переменного тока	125
Глава 3. Влияние электрофизических параметров слоев и режима возбуждения на характеристики электролюминесцентных излучателей	128
3.1. Взаимосвязь параметров диэлектрических слоев и порогового напряжения электролюминесцентных излучателей с одинаковыми диэлектрическими слоями	128
3.2. Требования к параметрам диэлектрических слоев электролюминесцентных излучателей с разными диэлектрическими слоями	132

3.3. Энергетическая эффективность тонкопленочных электролюминесцентных излучателей.....	139
3.4. Влияние формы возбуждающего напряжения и электрофизических параметров тонкопленочных электролюминесцентных излучателей на эффективность электролюминесценции.....	148
3.5. Оптимизация режима возбуждения пленочных электролюминесцентных структур трапецидальным напряжением.....	161
3.6. Моделирование электрических характеристик пленочных электролюминесцентных излучателей.....	168
Глава 4. Определение параметров и характеристик предпробойной электролюминесценции в структурах на основе сульфида цинка, легированного марганцем.....	179
4.1. Определение параметров предпробойной электролюминесценции с помощью трапецидального напряжения возбуждения.....	179
4.2. Зависимость параметров электролюминесценции от скорости нарастания линейно нарастающего напряжения возбуждения... ..	183
4.3. Зависимость параметров электролюминесценции от амплитуды линейно нарастающего напряжения возбуждения.....	188
Глава 5. Влияние объемного заряда на электрические характеристики тонкопленочных электролюминесцентных структур.....	193
5.1. Определение электрических характеристик люминесцентного слоя.....	193
5.2. Анализ кинетики тока, заряда и электрического поля в тонкопленочных электролюминесцентных излучателях.....	195
5.3. Экспериментальные электрические характеристики тонкопленочных электролюминесцентных излучателей на основе ZnS:Mn.....	200
Глава 6. Кинетика электролюминесценции тонкопленочных излучателей в условиях образования и изменения объемных зарядов в слое люминофора.....	216
6.1. Кинетика электролюминесценции тонкопленочных излучателей на ультранизких частотах.....	216
6.2. Кинетика квантового выхода и светоотдачи тонкопленочных электролюминесцентных излучателей.....	230
6.3. Формирование вольт-яркостной характеристики тонкопленочных электролюминесцентных излучателей.....	249

Глава 7. Глубокие центры и их влияние на характеристики электролюминесценции в сульфиде цинка	253
7.1. Природа и параметры глубоких центров в сульфиде цинка	253
7.2. Изменение спектра электролюминесценции тонкопленочных излучателей на основе ZnS:Mn в зависимости от уровня возбуждения.....	257
7.3. Влияние фотовозбуждения на электрические характеристики тонкопленочных электролюминесцентных структур на основе ZnS:Mn	263
7.4. Инфракрасное тушение электролюминесценции тонкопленочных структур на основе ZnS:Mn	271
7.5. Модель формирования и изменения объемных зарядов в тонкопленочных электролюминесцентных излучателях.....	286
Глава 8. Высокополевые генерационные процессы в пленочных электролюминесцентных структурах на основе сульфида цинка	295
8.1. Туннелирование электронов с поверхностных состояний и ударное возбуждение глубоких центров и центров свечения.....	295
8.2. Уточненные характеристики высокополевых процессов туннелирования и ударной ионизации в тонкопленочных электролюминесцентных излучателях.....	318
8.3. Определение вероятности излучательной релаксации центров свечения Mn^{2+} с учетом ударной ионизации.....	331
8.4. Влияние условий возбуждения на характеристики ударной ионизации глубоких центров	336
Глава 9. Рекомбинационные и релаксационные процессы и поверхностные состояния в пленочных электролюминесцентных структурах на основе сульфида цинка	353
9.1. Модель процесса захвата электронов на поверхностные состояния при выключении тонкопленочных электролюминесцентных излучателей.....	353
9.2. Релаксация электрических параметров тонкопленочных электролюминесцентных излучателей при выключении	365
9.3. Изменение внутреннего квантового выхода при выключении тонкопленочных электролюминесцентных излучателей	374
9.4. Характеристики поверхностных состояний в структурах пленочных электролюминесцентных излучателей.....	377
Заключение.....	393
Список литературы.....	407