



**ИНТЕХ**  
ИНЖИНИРИНГ

Разработки и проекты,  
технологии и материалы в  
области полупроводниковой  
светотехники и сенсорики

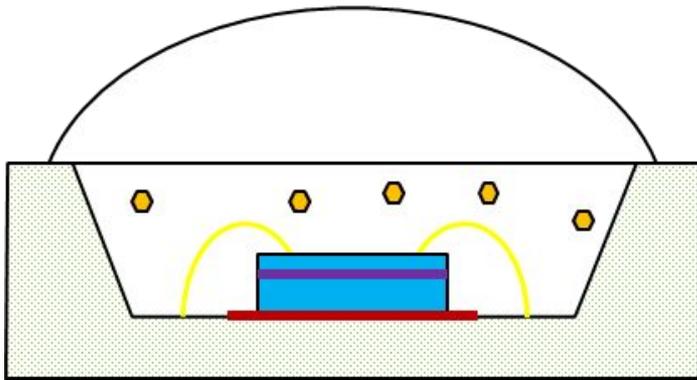
# Технические и технологические вопросы производства российских светодиодов

перспективы отечественных  
технологий - от эпитаксии до  
упаковки

# Исходные данные

- Техническая возможность производства
- Рациональные прямые затраты
- Соответствующее качество
- Востребованность

# Светодиод



- Чип (кристалл)
- Корпус
- Адгезив (или др.)
- Разварки
- Заливка
- Линза
- Люминофор

# Чип (кристалл)



- Подложка ✓

сапфир, метод Киропулоса

- Гетероструктура ✓

эпитаксия, MOCVD

- Планарная технология ✗

# Гетероструктура (In-Al-Ga-N)

- Установки роста MOCVD:

Veeco, Aixtron

- Материалы (прекурсоры):

TMGa, TMIn, TMAI, MgCp<sub>2</sub>, SiH<sub>4</sub>

- Помещения:

- для работы с МОС
- система контроля утечек
- система утилизации отходов

# Планарная технология

- Основные операции (мезаструктура, форм-фактор чипа)

Фотолитография, травление, легирование, осаждение, напыление

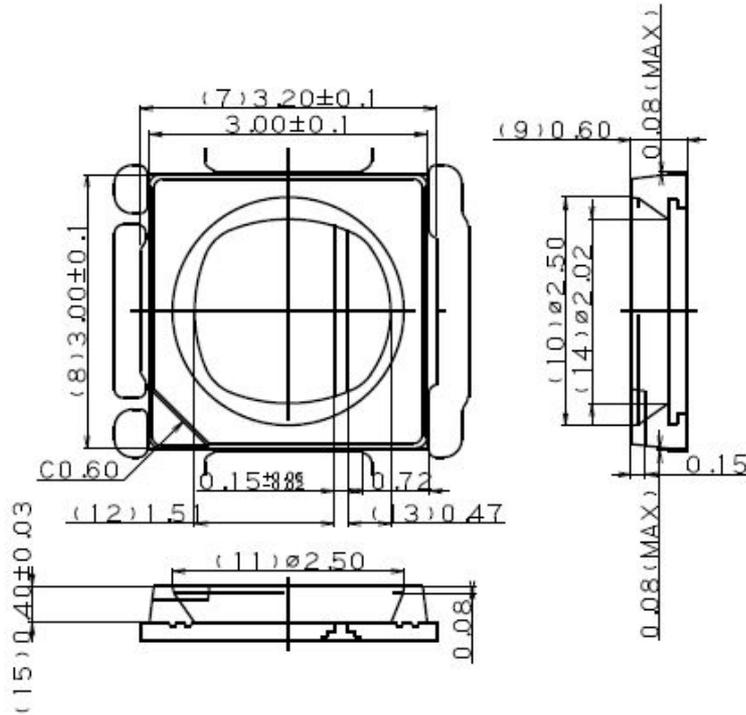
- Финишные операции

Гальваника, утонение, контроль, резка, сортировка

- Повышение эффективности

Снятие подложки, отражающий слой, микрорельеф

# Корпус



- Керамика ✓



- PPA ✗

Polyamide 66T

- EMC ✗

Эпокс. смола  $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{O}$

- МСРСВ ✓

Al, polyimide

# Материалы для монтажа чипа

- Паяльная паста ✓

бессвинцовая, безотмывочная

припой Sn (~ 96 %) + Ag (~ 3,5 %) + Cu (0,5 %)

- Адгезив ✓

основа: эпокс. смола или силикон

добавки: Ag, MgO

- Эвтектический сплав ✗

AuSn (80/20, 280 °C), AuIn<sub>2</sub> (180-210 °C)

# Другие комплектующие

- Контактные перемычки (разварки) ✓

Проволока Au (99,99 %)  $\varnothing$  20, 25, 30 мкм

Зл 99,99 ГОСТ 7222-2014

- Компаунды (заливка и линза) ✗

полифенилсилоксан  $n \approx 1,5$

полидиметилсилоксан  $n \approx 1,4$

твёрдость:

- для заливки - класс А по Шору

- для линзы - класс D по Шору

# Желтый люминофор

Иттрий-алюминиевый гранат ✓



- высокотемпературный синтез 1600 °С

- золь-гель метод с отжигом 1100 °С

синтез на воздухе или в

восстанавливающей атмосфере

длина волны излучения - 540-560 нм

# Красный люминофор

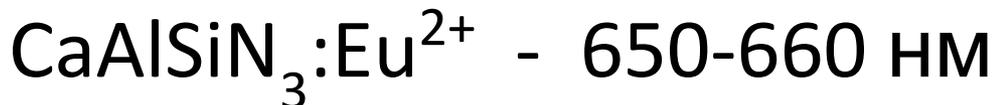
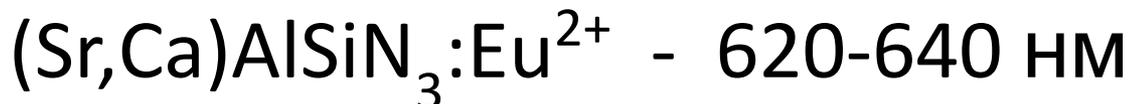
Нитрид кремния и алюминия ✓



- высокотемпературный синтез 1800 °C

синтез в атмосфере азота

длина волны излучения



# Сборка

- Монтаж чипа в корпус ✓
- Монтаж проволочных перемычек ✓
- Дозирование компаунда заливки или люминофорной смеси ✓
- Инжекционное литье линзы ✗
- Разделение, сортировка и упаковка светодиодов ✓

# Техническая реализуемость

## Возможно

- Изготовление подложки
- *Эпитаксия*
  
- Корпус (керамика, МСРСВ)
- Паяльная паста, адгезив
- Золотая проволока
- Синтез люминофоров
- Технологии сборки  
(кроме литья линзы)

## Под вопросом

- *Планарная технология  
(формирование чипа)*
  
- Корпус (РРА, ЕМС)
- Компаунды (силиконы)

# Востребованность

- Модули Chip-on-Board (COB)
- Белые светодиоды для проектов
- УФ светодиоды с длиной волны  $\sim 260$  нм
- Светодиоды с особым спектром
  - агротехнические, солнечного спектра и т. п.
- Светодиоды и модули для специальных применений
- Синие и УФ чипы



**ИНТЕХ**  
ИНЖИНИРИНГ

Разработки и проекты,  
технологии и материалы в  
области полупроводниковой  
светотехники и сенсорики

**Спасибо за внимание**