

Белые светодиоды: проблемы физики и технологии

Ю.Г. Шретер

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург, Россия

Нобелевская премия по физике 2014 года присуждена японским ученым Исаму Акасаки, Хироши Аmano и Суджи Накамуре «за разработку эффективных голубых светодиодов, позволивших внедрить яркие и энергосберегающие источники света».

Теперь, спустя 20 лет после опубликования первой статьи С. Накамуре о голубом светодиоде, всем стало ясно, что лауреаты сделали нечто большее, чем «разработка голубого светодиода» и создание новой светотехнической промышленности — они заложили основы новой технологии изготовления мощных полупроводниковых приборов на основе нитридов третьей группы (III–N) AlN, GaN, InN и их соединений. Мощные ВЧ- и СВЧ-транзисторы, светодиоды, лазеры и другие приборы на основе III–N составят основу полупроводниковой промышленности первой половины XXI века.

В лекции будет дан краткий обзор состояния технологии изготовления светодиодов на основе нитридов третьей группы, рассмотрены некоторые вопросы физики светодиодов: падение эффективности с увеличением тока через светодиод, проблема получения зелёного цвета и проблема получения р-типа. Кроме этого, рассмотрим технологические проблемы: получение подложек GaN, развитие технологии GaN-on-GaN и использование неполярных плоскостей для выращивания эффективных светодиодных структур.

Разработать и изготовить светодиоды с параметрами светоотдачи, близкими к теоретическим (290–300 люмен/ватт), очень сложная задача. Для этого необходимо решить следующие проблемы: определить дизайн зонной структуры, оптимизировать механические напряжения в структуре, разработать контакты n- и р-типа, организовать отвода тепла и вывод света из структуры. При этом не надо забывать о качестве света, электростатическом разряде (ESD) и деградации светодиодов.

В заключение обсудим проблемы светодиодного и лазерного освещения — их эффективность, качество света и цену новых светильников, а также индекс цветопередачи (CRI-index), который хотелось бы иметь ~ 0.9 .

Литература

- [1] S. Nakamura, G. Fasol, *The Blue Laser Diode; GaN based Light Emitters and Lasers*. Heidelberg, 1997.
- [2] Е.Ф. Шуберт, *Светодиоды*, Cambridge University Press, (2-ое издание) 2008.