# Development

1995 nakamura

typical green LED peak 525 with FWHM of 45 nm

typical green LED peak 590 with FWHM of 90 nm

InGaN dope with Zn (blue green)

Ni／Au n电极

Ti／Al p电极

1996 年 1 月，Nichia 首次实现了 GaN 基激光器的脉冲激射 脉冲激射阈值电流1.7A，阈值电压34 V，激射波长417 nm

2011年，中科院苏州纳米所实现了GaN基蓝光激光器的室温激射

2014年激光器寿命为1500小时

2015年首次绿光电注入激射

2017年，绿光激射波长508 nm，阈值电流密度1.85 kA/cm2室温连续输出功率58 mW

# Relation

晶格常数 失配位错

热膨胀系数差

组分 V／III 生长速率

EL谱峰变窄，可能有激子效应和热膨胀系数不同导致的应力有关

III族氮化物杂质能级：

降低发光效率

载流子散射中心

漏电通道

杂质扩散通道

the emission efficiency of InGaN well layer decreases with the reduction of well thickness

通过改结构改组分，改能带：

阈值电流，electron leakage，光限制因子，光场中心，FWHM，光功率，optical loss

# Problem & solution

GaN基材料的难点：

材料质量待提高 10^5/cm2

P型难做 1 ohm\*cm 10 （cm\*V）/s^2

目前国内实验室有产品，但不能工业化

问题：寿命太短

GaN衬底：可用ammonothermal synthesis 生长几英寸的GaN衬底

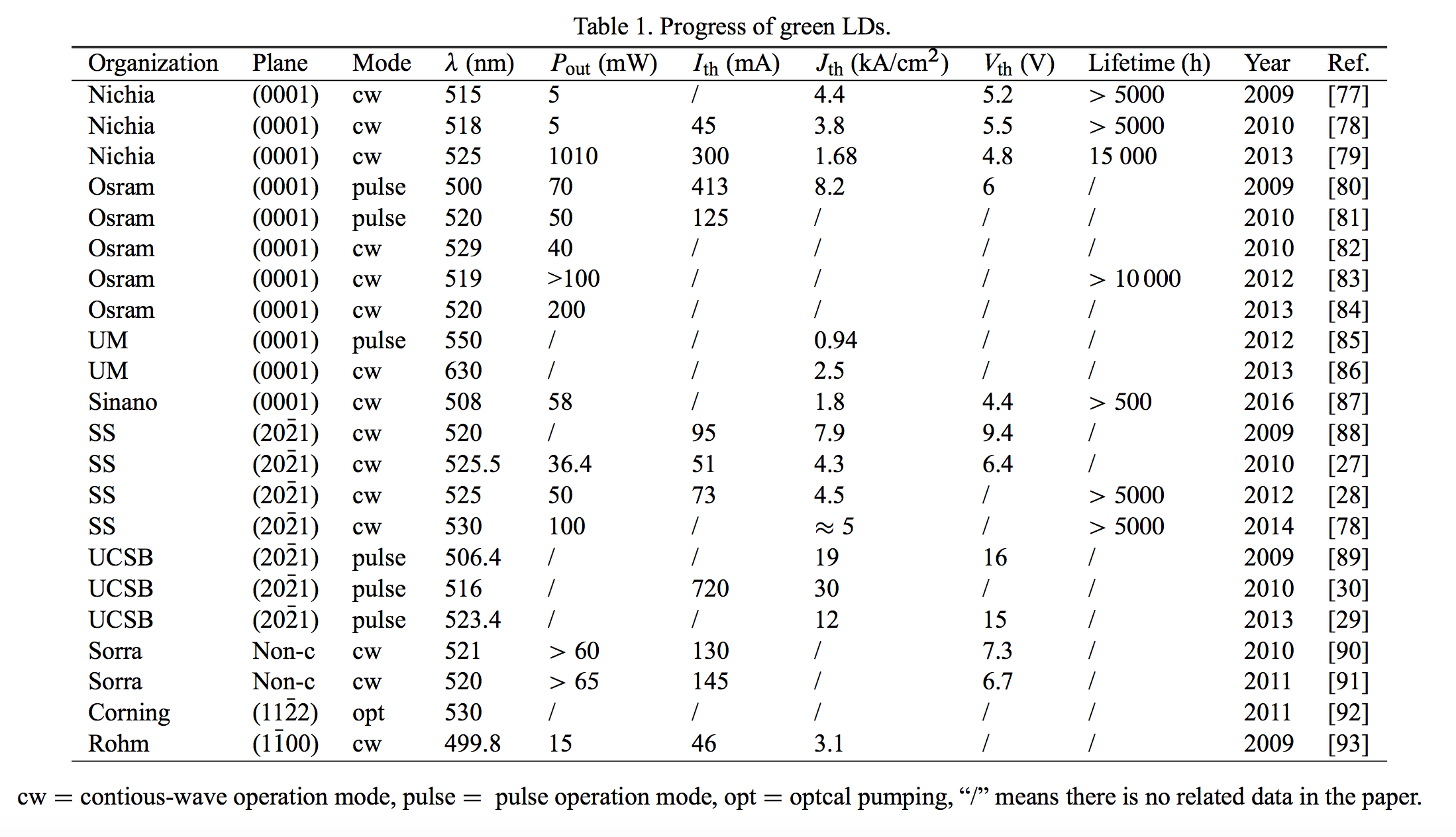
Green：

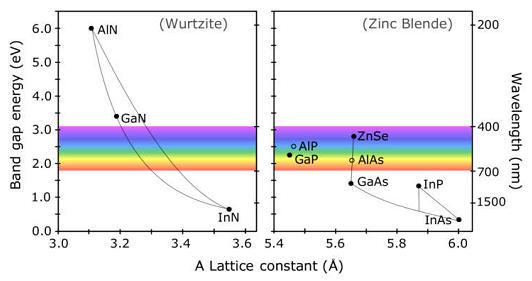
Wall-plugging efficiency 不够高

The poor WPE in nonpolar or semipolar LDs is partially caused by unestablished ohmic electrodes on novel plane surfaces

However, the wavelength can vary by more than 20–30%, which is a challenge for ni- tride technology because of the presence of huge strains due to lattice mismatch and the quantum confinement Stark effect (QCSE) [5]. As pointed out later, *m*-plane or other off-angled crystalline orientations are alternatives

# Reference



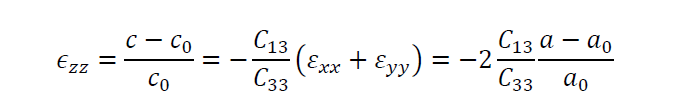


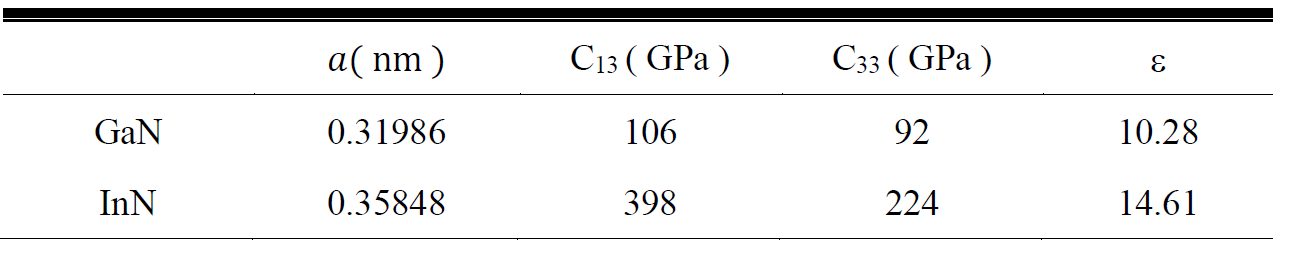
晶格常数：

GaN：a=3.189，c=5.185

Al2O3：a=4.785A，c =12.991A

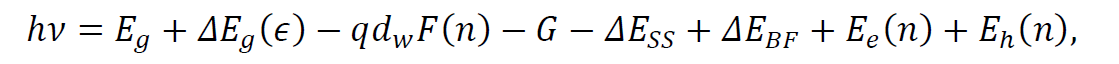
6H-SiC：a=3.08，c=15.117



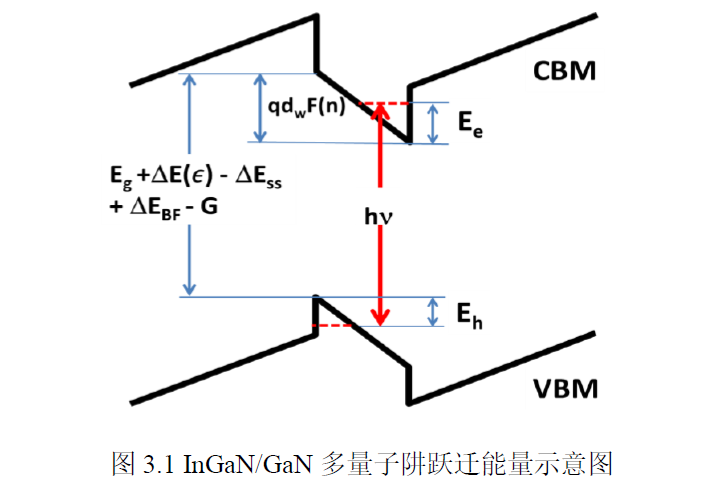


𝐶13,𝐶33为弹性劲度系数，由InN和GaN插值得到

**量子阱跃迁能量：**



其中𝐸𝑔为InGaN的禁带宽度；𝛥𝐸𝑔(𝜖)为应力造成的带隙变化；𝑞𝑑𝑤𝐹(𝑛)是由QCSE 引起的能量变化，其中𝑞是电子电量，𝑑𝑤是量子阱宽度（本章中为2.5nm），𝐹(𝑛) 是量子阱内的电场强度，受载流子浓度𝑛影响；𝐺是带隙重整化能量，由GaN材料的杂质库伦势的均方根值决定[62]；𝛥𝐸𝑆𝑆是类Stokes位移；𝛥𝐸𝐵𝐹由能带填充引起；𝐸𝑒 (𝑛)和𝐸ℎ(𝑛)分别表示电子和空穴的量子能级。



室温下InGaN的禁带宽度𝐸𝑔可以表示为：

𝐸𝑔 = 0.71𝑥 + 3.44 (1 − 𝑥) − 1.4𝑥(1 − 𝑥),

**本组生长过程：**低温缓冲层（500℃）退火（升温至1000℃左右，此时形成小的成核中心），选择直接进行二维生长，或者先进行一段时间三维生长在进行二维生长。

# Question

* ~~超晶格cladding layer作用？~~
* 发光效率和In组分均匀性的关系？
* 样品中In组分通过什么方法测试？

XRD通过晶格常数估算 更详细？

* localization centers
* donner accepter pair DAP
* N是施主中心
* In-rich InGaN和普通InGaN QW的区别
* Spiral growth mode
* high-resolution reciprocal space mapping
* 不同尺寸的量子点的能带有什么不同？
* 量子阱中电子和空穴行为有哪些不对称性？如空穴有效质量大，比电子更容易形成带尾填充。
* 非故意参杂类型（n，p？）

多为n型

* Mo源用TM和TE的区别？

TE源生长速率较快，另外有文献报道由于分解方式不同，TE源分解生成乙烯，引入的C杂质较少。Ga源有TEGa，TEGa，In源只有TMIn（可能与合成难度有关）。

0602：【8，10，11，24，10，26~29】

0203：【15，】

张峰论文：【22，23，34，45，62】【44 InGaN barrier】【ABC: 47, 48, 49】【激子：53，54，55】【92，94】