

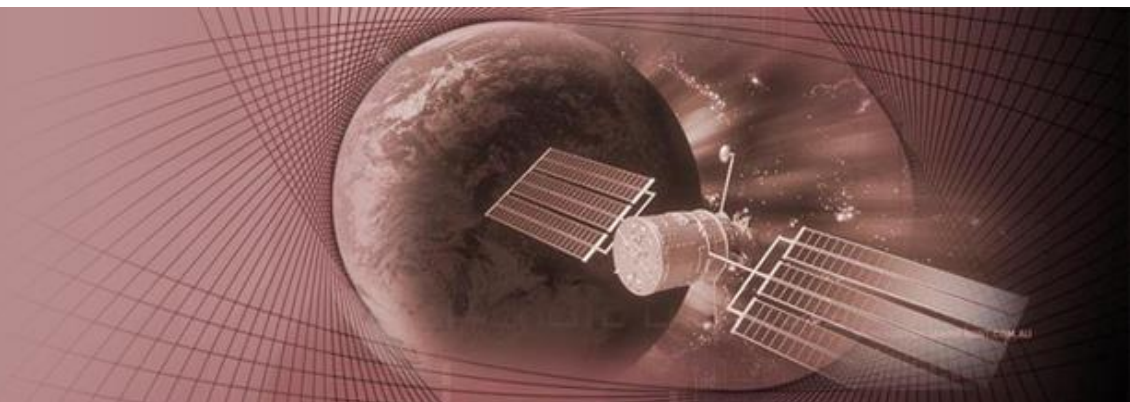


西安交通大学

XIAN JIAOTONG UNIVERSITY



第七章 半导体照明（LED）技术





- LED (light emitting diode)

固体照明，半导体照明：

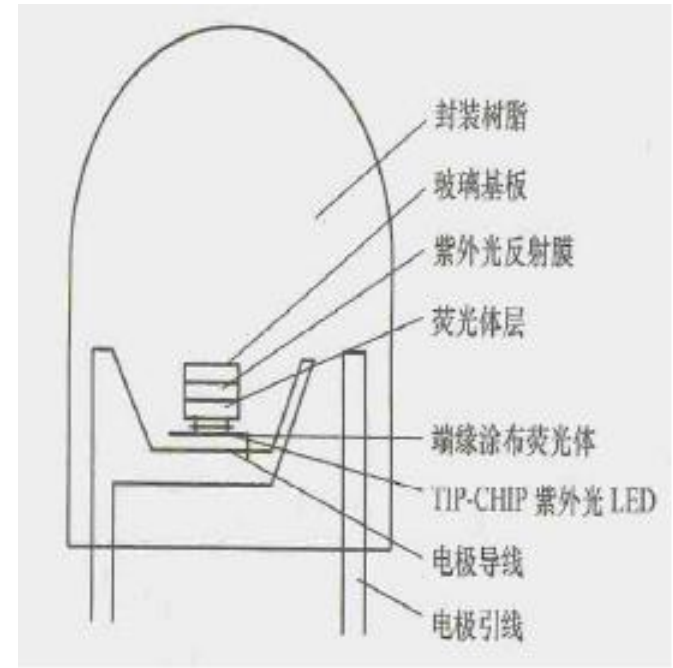
一种高效的固体发光二极管

- 基本结构：

一块电致发光的半导体材料，置于一个有引线的架子上，然后四周用环氧树脂密封，即固体封装。

- 第四代光源：

白炽灯、卤灯、荧光灯、LED



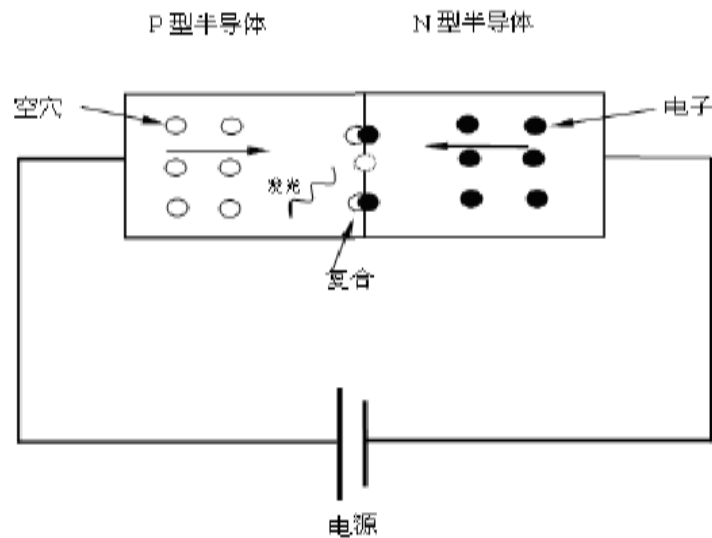


LED芯片发光原理

- P-N节发光原理

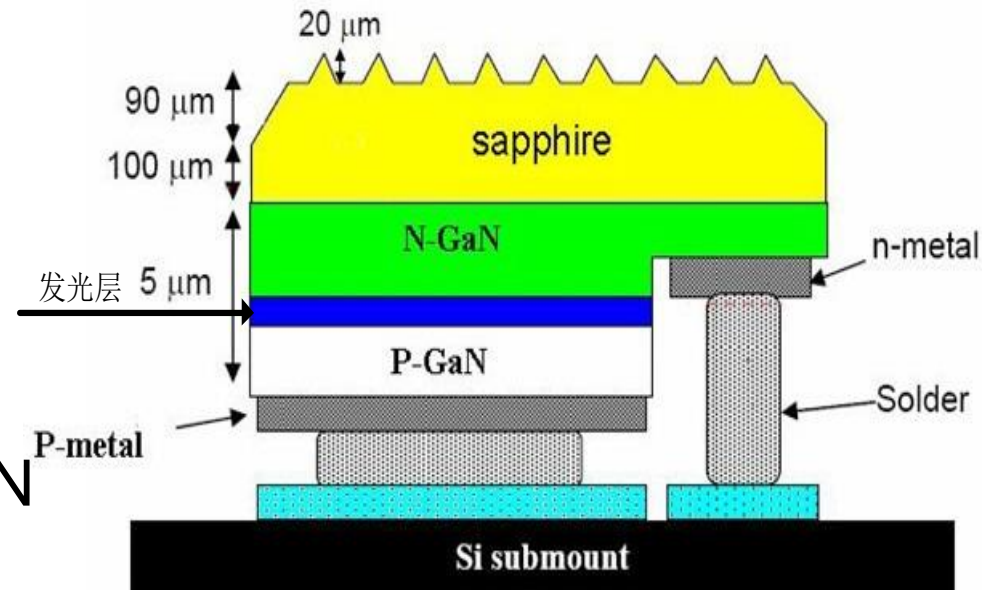
当通电流时，电子就会被推向P区，在P区里电子跟空穴复合，然后就会以光子的形式发出能量，这就是LED发光的原理。

P-N结材料决定了光的波长，也就决定了光的颜色。



LED芯片的结构

- 衬底基片：蓝宝石、碳化硅
- P极：p-GaN、p-AlGaN
- N极：n-GaN、n-AlGaN
- 发光层(P-N节):InGaN、GaN





LED的优点

- **节能**：电光转化效率可达100%，相同亮度时比白炽灯节能 90%
- **寿命长**：寿命可达100, 000小时
- **安全可靠**：工作电压较低、密封性好、体积小、没有易碎的玻璃、抗震性好、可触摸
- **单色性强、无频闪现象**

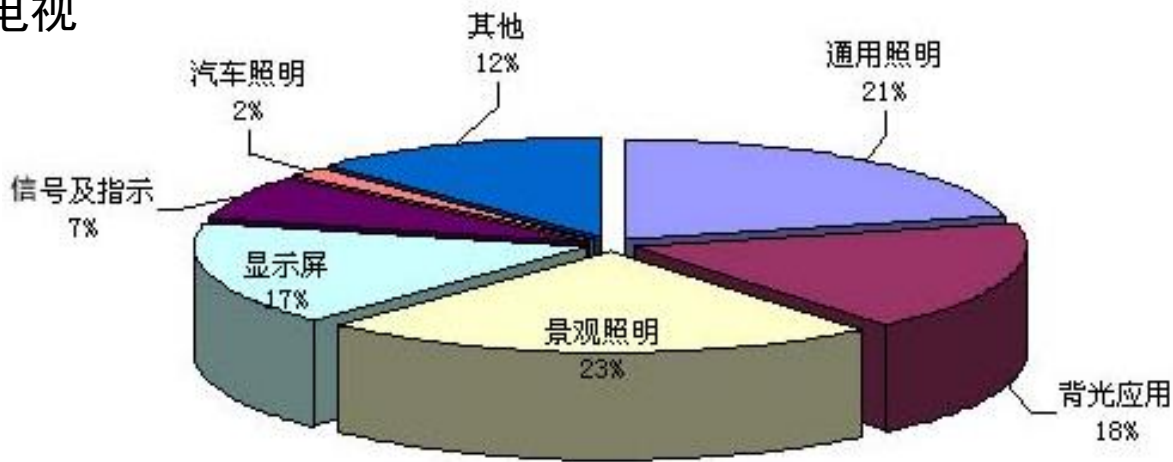
名称	耗电量(W)	工作电压(V)	协调控制	发热量	可靠性	使用寿命(h)
钨丝灯	15 ~ 200	220	高	高	低	3 000
节能灯	3 ~ 150	220	不宜调光	低	低	5 000
金属卤素灯	100	220	不易	极高	低	3 000
霓虹灯	500	较高	高	高	宜室内	3 000
镁氙灯	16W/m	220	较好	较高	较好	6 000
日光灯	4 ~ 100	220	不易	较高	低	5 000 ~ 8 000
冷阴极	15W/m	需逆变	较好	较好	较低	10 000
LED 灯	极低	很低	多种形式	极低	极高	100 000





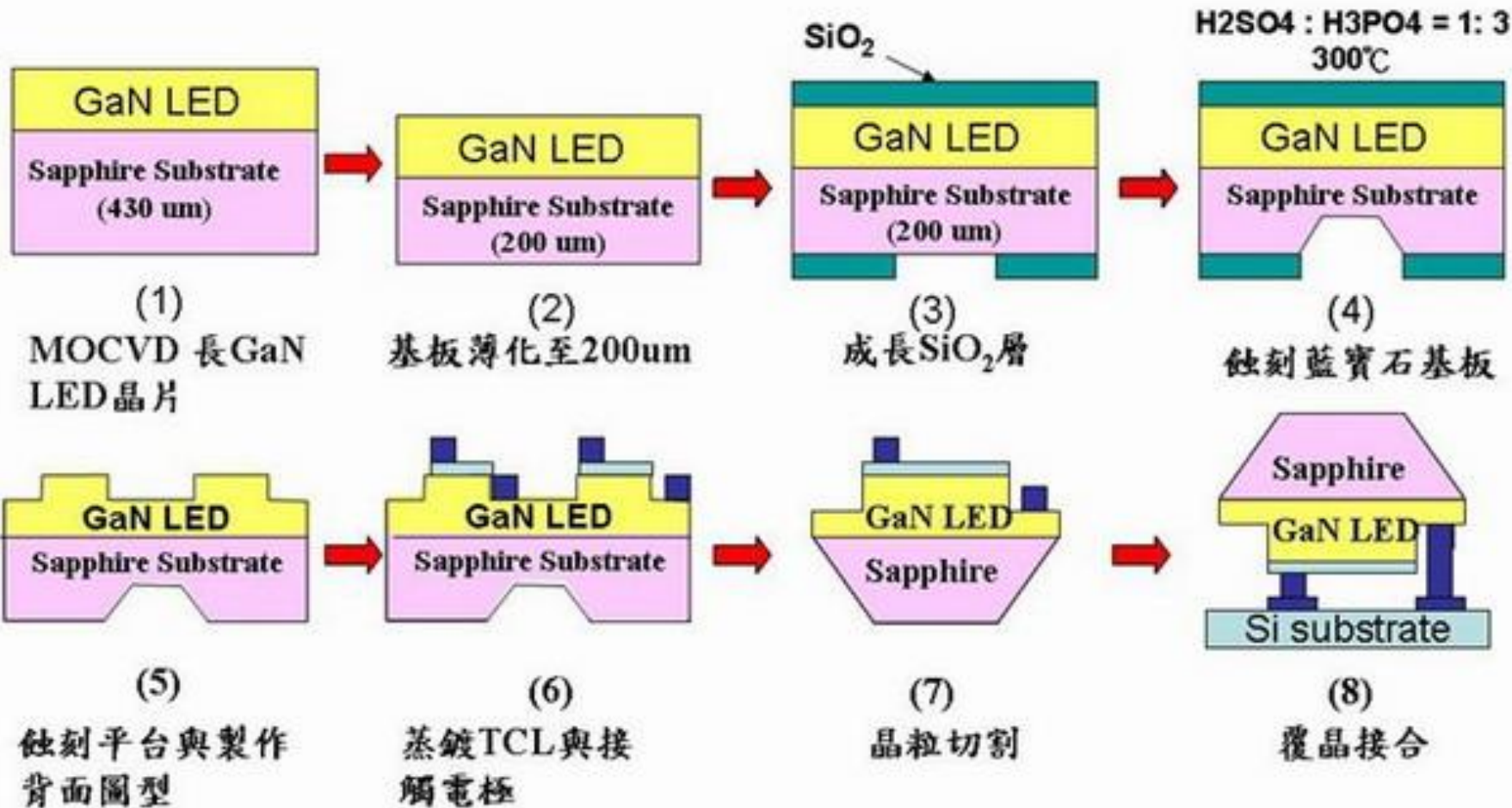
LED应用

- (1) 汽车照明：车内外低亮度照明（仪表显示）
车外高亮度照明（刹车灯、转向灯）
- (2) 信号指示：红绿灯
- (3) 显示屏：大型LED显示器
- (4) 景观照明
- (5) 背光源：手机、电脑、电视
- (6) 通用照明：LED灯
- (7) 生态农业





LED芯片制造工艺





普通照明领域的一场革命

- 2014年物理学诺奖的启迪



赤崎勇
日本科学家



天野浩
日本科学家



中村修二
美籍日裔科学家

坚持
专注

白炽灯照亮了20世纪，那么21世纪将是被蓝色发光二极管(LED)灯照亮的。

- 诺贝尔奖评选委员会在关于2014年诺贝尔物理奖的获奖成就声明中这样指出

蓝光LED是一项重大的发明，其核心内容是发出蓝光的氮化镓半导体材料和器件的制备方法。蓝光LED的发明之所以如此重要，是因为它是基于半导体发光的白光拼图中最重要的一块，既可以用蓝光激发绿光和红光荧光粉获得白光，又可以用多种颜色的LED芯片合成白光，带来了普通照明领域的一场革命。

在蓝光LED发明之前的30年内，红色和绿色的发光二极管已经发明，独缺合成白光的三原色中的蓝色。科学界和产业界主要关注基于硫化锌和硒化锌的发光材料，研究多年而无法获得高亮度蓝光LED。氮化镓晶体由于跟蓝宝石衬底材料的晶格失配很大，当时被认为不可能获得成功，而三位日本科学家通过研究氮化镓材料实现了突破。



LED产业链



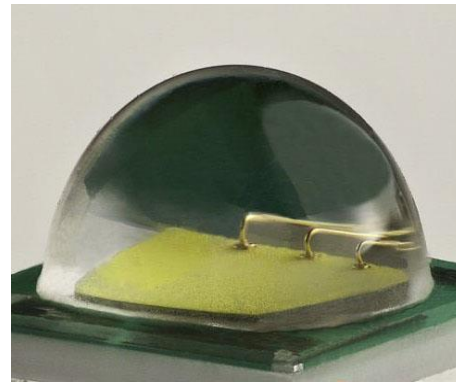
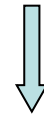
衬底



外延沉积



芯片制作



封装

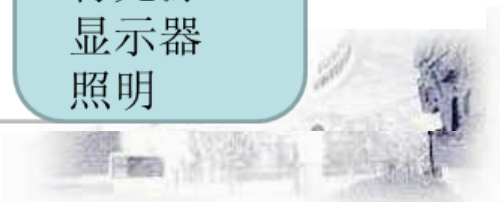
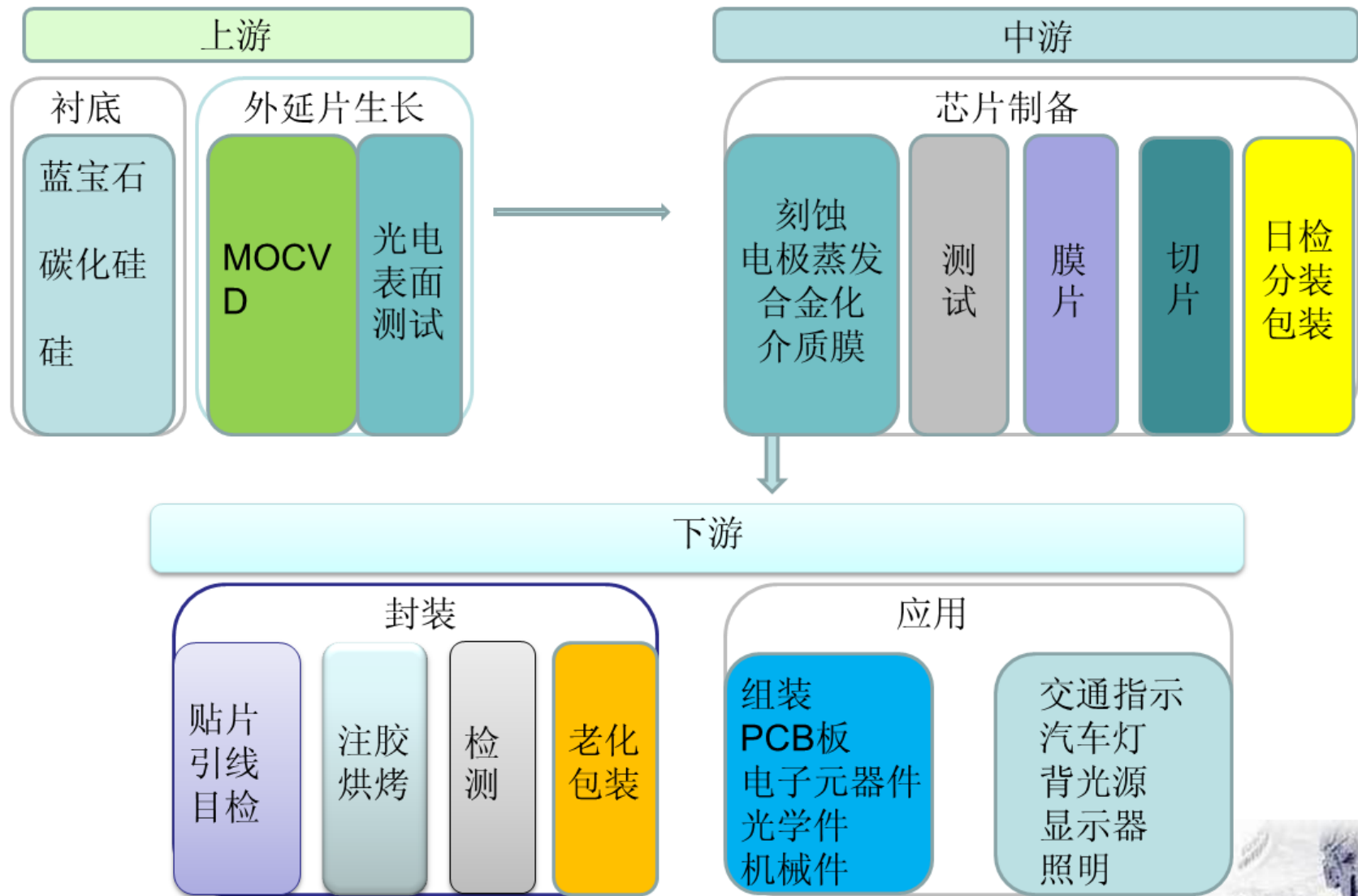


产品应用





LED产业链





LED产业与技术分布

国家或地区	主要企业	
日本	日亚	垄断高端蓝绿LED市场； LED封装能力全球第一
美国	Lumileds	GaN外延片和芯片产量最大； 紫光外延片和芯片方面全球领先
德国	Osram	独有的芯片平面设计技术； 欧洲最大的高亮度LED厂商
韩国	三星、LG	研发与生产能力在亚洲仅次于日本
中国台湾	光宝电子、光磊科技、亿光电子等	外延片及芯片产能全球最大； LED封装能力全球第二
中国大陆	江苏南大光电、 云南蓝晶	初步形成整体研究体系；缺乏核心技术； 呈现“北研南产、各有侧重”的格局



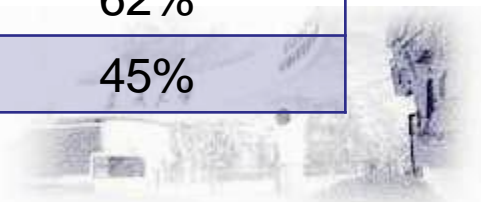


LED发展前景

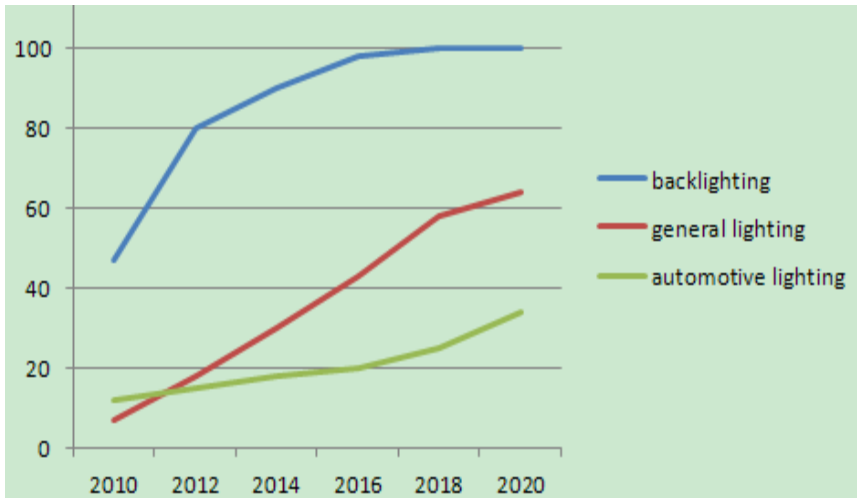
我国LED行业发展十分迅速！

我国2009-2010年LED产值及增长率

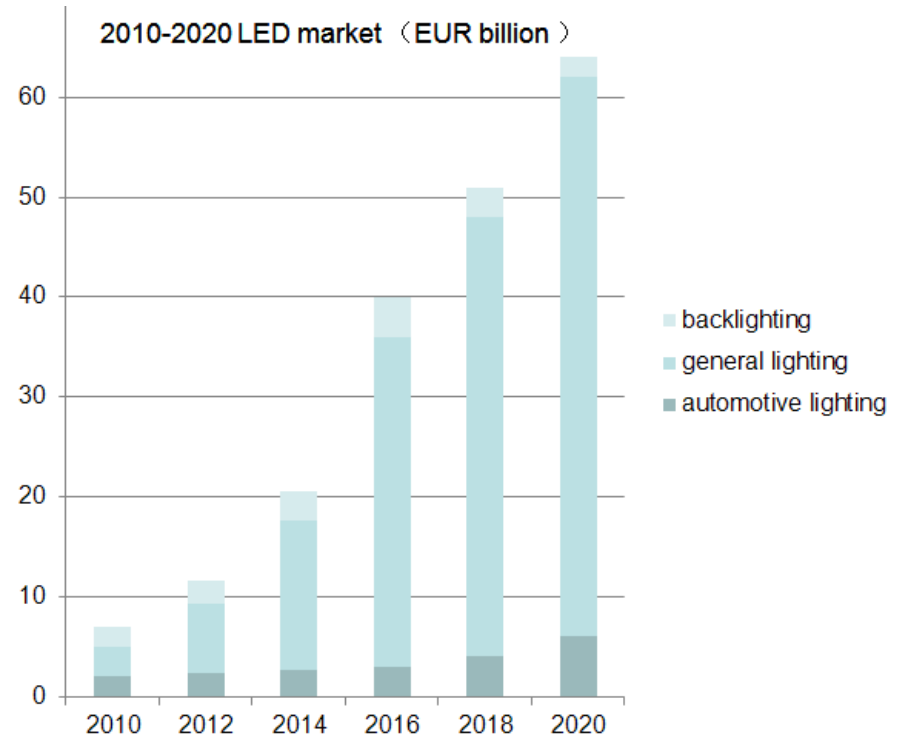
产业链		2009年产值 (亿元)	2010年产值 (亿元)	年增长率
外延芯片		23	50	117%
封装		204	250	23%
应用		600	900	50%
应用领域	通用照明	75	190	153%
	背光应用	60	160	167%
	景观照明	140	210	50%
	显示屏	120	150	25%
	信号及指示	60	65	8%
	汽车照明	12	15	25%
	其他	66	110	62%
合计		827	1200	45%



LED市场具有很大的潜力!



2010-2020 LED背光、通用照明和车用照明的市场份额预测



2010-2020 LED背光、通用照明以及车用照明的产值增长预测





我国LED行业目前存在的问题

- **缺乏核心技术：**大部分处于封装和下游环节；核心技术和专利长期被国外企业垄断；设备主要依靠进口。
- 检测标准缺失：产品质量低、浪费资源
- 价格高：价格和节能灯、白炽灯差距太大，缺乏竞争力

