

研究快报

白光 LED 的最新进展

尹长安, 赵成久, 刘学彦, 侯凤勤, 郑 岩, 卢景贵, 蒋大鹏, 申德振

(中国科学院激发态物理开放研究实验室, 吉林 长春 130021; 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130021)

摘要: 重点对近年来白光 LED 的进展进行评述, 同时介绍一些在这方面的研究结果。

关键词: 白光; LED

中图分类号: O473

文献标识码: A

文章编号: 1000-7032(2000)04-0380-03

1 引 言

近年来, 国际上发光二极管(以下简称 LED)的研究和产业化方面的工作得到了迅速发展。“九五”期间, 在“863”新材料领域资助下, 我国 LED 产业化取得了巨大的进展, 大大地缩小了与国际先进水平的差距。由于 LED 效率的不断提高, 特别是高效蓝色 LED(InGa_N/Ga_N 技术的突破, 不仅填补了 LED 三基色中的蓝色空白, 同时使得人们看到了利用 LED 实现白光的希望。美国科学院在一份给政府提供的咨询报告中展示了各种光源的效率的对比图(见图 1)。同时该报告以交通指示灯为例, 对比了原交通指示灯与 LED 交通指示灯的经济效益, 原交通指示灯每年耗资 2 亿美元, 而 LED 交通指示灯每年耗资 2 500 万美元, 并预计在未来十年内, LED 的市场将增长一个数量级。LED 白光是未来 LED 用于照明的基础, 照明也将为 LED 提供更广阔的市场空间。

目前利用 LED 实现白光主要有两种方法, 一是利用蓝色 LED 芯片和荧光粉制备的白光 LED 产品, 另一种是利用红色、绿色、蓝色 LED 制备 LED 白光组件, 国际上比较活跃的还是采用第一种方法。日本和美国有多家公司推出了白光 LED 产品, 目前日本日亚公司的水平最高, 最近在网上公布的白光 LED 产品发光强度达到 5.6cd/(20mA)。

近年来, 我国“863”计划对 InGa_N 系统 LED 项目给予了较大的支持, 蓝光、绿光和紫光 LED 研究也获得了较大的进展, 已经获得了蓝光、绿光和紫光 LED 样品, 可望在不久的将来实现工业生产上的突破。蓝光和紫光 LED 的突破, 将为我国

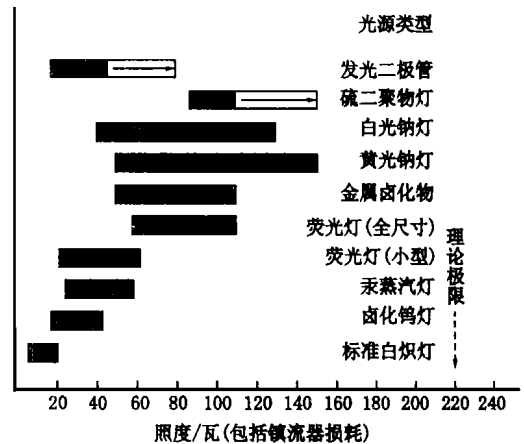


图 1 各种光源效率对比

Fig. 1 Efficiencies of various lighting sources.

白光 LED 的发展奠定基础。中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、北京大学、石家庄十三所等单位已经开展了白光 LED 方面的研究。研究工作虽然处于起步阶段, 但已经获得了荧光粉与蓝光 LED 组合封装的白光 LED 样品, 并获得了较高的转换效率。

2 白光 LED 的基本原理

白光 LED 主要是利用蓝色 LED 为基础光源, 将蓝色 LED 发光的一部分蓝光用来激发荧光粉, 使荧光粉发出黄绿光或红光和绿光, 另一部分蓝光透射出来, 由荧光粉的黄绿色光或红和绿光与透射的蓝光组成白光。由发光峰值在 430nm 或 470nm 的蓝色 LED 与黄绿色(580nm)荧光粉组成白光我们称其为二基色白光 LED(见图 2), 由发光峰值在 430nm 或 470nm 的蓝色 LED 与红色(650)和绿色(540)组成的白光我们称其为三基色白光 LED(见图 3)。对这种荧光粉的主要要求是荧光粉

收稿日期: 2000-08-20

基金项目: 国家科委 863-715 项目; 中国科学院创新基金支持

作者简介: 尹长安(1962-), 男, 辽宁丹东人, 1983 年毕业于中国科学技术大学物理系, 高级工程师, 主要从事发光二极管及相关材料与器件研究工作。

的激发波长与发光二极管的发射波长相匹配, 以确保获得高的转换效率(见图 4), 同时要求荧光粉的发光与蓝色 LED 的发光可以配成白光。图 4 显示

1# 荧光粉的激发光谱的峰值正好在 470nm 附近, 与蓝光 LED(470nm) 的发射波长匹配的非常好。

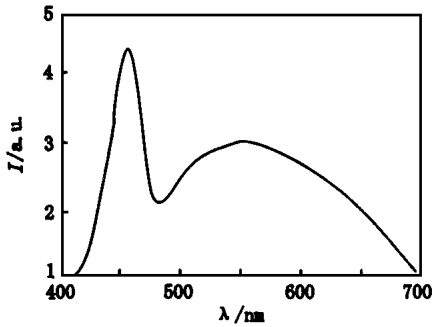


图 2 日亚白光 LED 电致发光谱

Fig. 2 Electroluminescent spectrum of Nichia Corporation product.

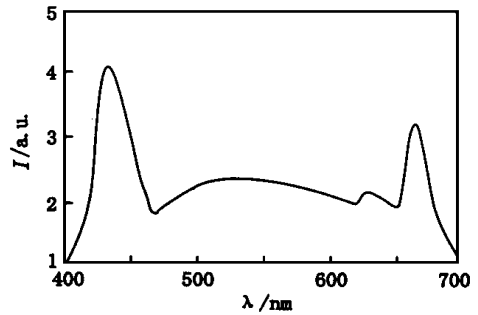


图 3 美国白光 LED 电致发光谱

Fig. 3 Electroluminescent spectrum of American product.

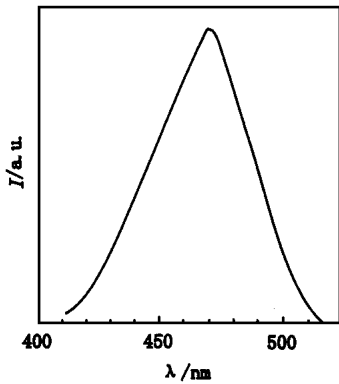


图 4 1# 荧光粉激发谱, 检测波长为 600nm

Fig. 4 Excitation spectrum of luminescence material measured at 600nm.

3 国际上白光 LED 的进展及产品

由于白光 LED 在照明领域的潜在市场, 使得国际上对白光 LED 的研究十分关注。在日本和美国已有一些公司推出了白光 LED 产品, 但目前白光 LED 产品的主要技术指标日本 Nichia 公司具有明显的优势, 不论在亮度、效率、色坐标、显色指数等方面均优于其他公司, 日本 Nichia 公司的白光 LED 产品发光强度: 5.6cd(20mA); 色坐标: $x = 0.31, y = 0.32$; 显色指数: 85.3, 图 5 给出了 Nichia 公司的白光 LED 和白光 LED 面阵光源。美国 Opto Technology 公司的白光 LED 产品的发光强度: 小于 1cd; 色坐标: $x = 0.26, y = 0.25$ 。

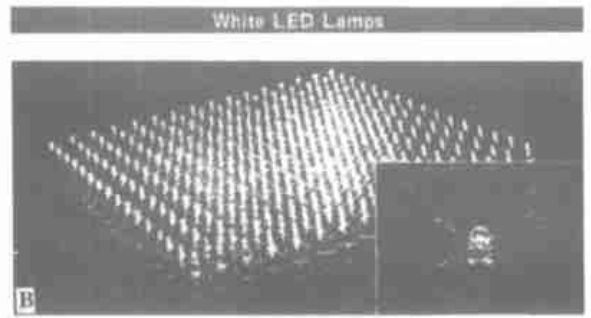
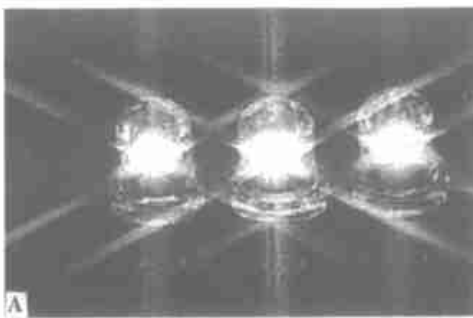


图 5 日亚公司部分产品

Fig. 5 Products of Nichia Corporation.

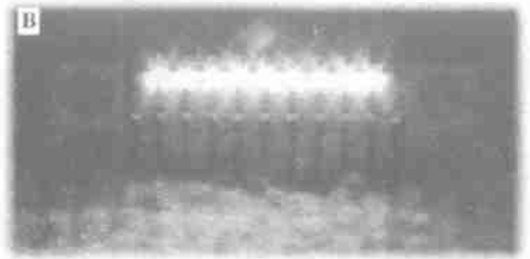


图 6 美国 Opto Technology 的产品

Fig. 6 Products of American Opto Technology.

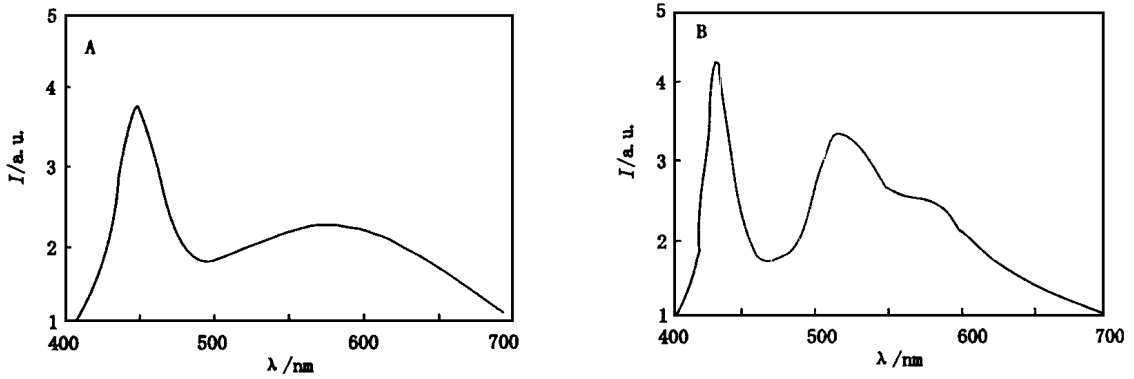


图 7 我们制备的白光 LED 电致发光谱

Fig. 7 Electroluminescent spectrum of our sample.

显色指数: 48(色坐标和显色指数为实测结果)。图 6 给出了美国光谱公司的产品。

4 研究结果

我们分别利用 470nm 和 430nm 的蓝色 LED 芯片研究了与自行研制的宽带黄绿和黄绿红荧光粉制成白光 LED, 图 7 展示了我们制备的二基色和三基色白光 LED 的光谱曲线。

表 1 中列出了我们样品与日本 Nichia 公司产品和美国公司产品的实测结果比较。白色 LED 的发光效率已经超过了美国产品, 但与 Nichia 的产品还有很大的差距, 这种差距主要来自管芯的差距。我们采用的是美国 Cree 公司的管芯, 其本身的发光效率与日亚的管芯就有很大差距。从荧光材料的方面对比, 由于人的视觉函数的关系, 发光的流

明效率较蓝色 LED 应有所提高, Nichia 公司的白光 LED 的流明效率比蓝光 LED 高了 3.66 倍, 我们制备的白光 LED 比相同管芯的蓝光 LED 流明效率高了 3.44 倍, 已经接近 Nichia 荧光粉的水平, 在色坐标也十分接近白光点($x = 0.33, y = 0.33$), 显色指数达到 89, 超过了 Nichia 产品的结果(85), 也超过其它光源的显色指数。

表 1 实测结果对比

Table 1 Measurement results

公 司	光通 (相对)	色坐标		显色 指数
		x	y	
日本日亚公司	55	0.31	0.32	85
美国光技术公司	5	0.26	0.25	48
二基色样品	14	0.30	0.28	89
三基色样品	1.5	0.29	0.39	68

Development of White Light Emitting Diode

YIN Chang-an, ZHAO Cheng-jiu, LIU Xue-yan, HOU Feng-qin,
ZHENG Yan, LU Jing-gui, JIANG Da-peng, SHEN De-zhen

(Laboratory of Excited State Processes, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, China;

Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, China)

Abstract: White LED has attracted considerable interest in recent years because of further improvement of “green lighting source” and micro solid state lighting source. It can be used for aerospace lighting, emergency and signal lighting, hazardous lighting, electronic signs, general industrial lighting. This paper considered the development of white LED for lighting source and compared our sample with foreign products. For the products of Nichia Corporation, the luminescent intensity is 5.5cd; the color coordinate is $x = 0.31, y = 0.32$; the color index is 85. For the products of Opto Technology Inc., the luminescent intensity is 0.5 cd; the color coordinate is $x = 0.26, y = 0.25$; the color index is 48. For our sample, luminescent intensity is 1.4 cd; the color coordinate is $x = 0.30, y = 0.28$; the color index is 89.

Key words: white lighe; LED