



中国材料研究学会
CHINESE MATERIALS RESEARCH SOCIETY

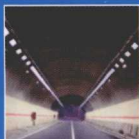
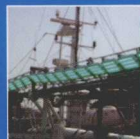
组织编写



新材料丛书

半导体 照明材料

邹念育 主编



化学工业出版社

013032922

TN304
42

MRS 中国材料研究学会 组织编写
CHINESE MATERIALS RESEARCH SOCIETY

新材料丛书

半导体 照明材料

邹念育 主编



TN 304

42



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1640658

88888810

本书是一本介绍半导体照明(LED)的科普读物。书中通过问答形式,高度概括并深入浅出地介绍了半导体照明材料及技术的过去、现在和未来,以及半导体照明材料的独有特点、关键技术和应用。书中在给出严格正确的科学定义和知识的同时,配以实用性、趣味性的插图,帮助读者深刻感受新材料科学知识和技术,并为他们深入学习和进一步完整理解有关的知识和技术提供引导。

本书可供半导体照明领域的科技工作者、产业界人士,新材料及相关专业领域的同行以及隔行的专业技术人员、科学家和学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

半导体照明材料/邹念育主编. —北京:化学工业出版社, 2013. 3
(新材料丛书)
ISBN 978-7-122-16488-9

I. ①半… II. ①邹… III. ①照明-半导体材料
IV. ①TN304

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第025780号

责任编辑:刘丽宏
责任校对:王素芹

文字编辑:孙凤英
装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印刷:北京永鑫印刷有限责任公司
装订:三河市万龙印装有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张12³/₄ 字数182千字 2013年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00元

版权所有 违者必究

《新材料丛书》编委会

顾 问：师昌绪 李恒德 周 廉

主 任：黄伯云

委 员（按姓氏拼音排序）：

高瑞平 韩高荣 韩雅芳 李光宪 李元元

罗宏杰 邱 勇 屠海令 魏炳波 谢建新

徐 坚 杨 锐 姚 燕 周少雄 周 玉

《半导体照明材料》分册编委会

顾 问：吴 玲 阮 军

主 编：邹念育

编 委（按姓氏拼音排序）：

曹 帆 房 媛 冯亚东 姜 楠 李德胜

张云翠 邹念育



新材料丛书

序

走进新材料世界

由中国材料研究学会与化学工业出版社联合编辑出版的《新材料丛书》与广大读者见面了。这是一套以介绍新材料的门类和品种、基础知识以及功能和应用为主要内容的普及性系列丛书。

材料是人类物质文明进步的阶梯。新材料是现代高新技术的基础和先导，任何一种高新技术的突破都必须以该领域的新材料技术突破为前提，而新材料的突破往往会引发人类划时代的变革，如20世纪60年代高纯硅半导体材料技术的突破，使人类进入信息化时代。

新材料量大面广，发展日新月异，不仅体现一个国家的综合国力和科技水平，还与人们的工作和生活息息相关。新材料创造美好生活。特别是在人类面临的资源、能源和环境问题日益紧迫的今天，可持续发展已成为全球共性的理念，新材料首当其冲，其地位和作用日益突出，而且是大有作为。

为了及时普及新材料技术知识，使广大读者了解新材料、走进新材料、参与新材料，特组织编撰这套《新材料丛书》。

参加撰写这套科普丛书的作者都是我国新材料领域的知名专家和学者，他们在新材料的各自领域耕耘数十春秋，有着一份和新材料难以割舍的感情，特别是出于对我国新材料发展的关心，出于对培养年轻一代的热情，欣然接受了各自的编写任务。对他们献身新材料科普事业的精神和积极贡献深表感谢。

《新材料丛书》编辑委员会

前言

提起半导体照明人们可能还觉得是个新名词，但说起LED（Light Emitting Diode，发光二极管）似乎又觉得它无所不在。十年前我们仅仅是在家里的电视机、电冰箱、洗衣机等家用电器上看到红色的LED指示灯，不知不觉间我们又看到了十字路口用了LED信号灯，车站机场用了LED显示屏，夜晚城市街道广场用了五光十色的LED灯。后来发现手机、相机、电视都有LED，汽车里面和前后灯都是LED。而最近会看到亲朋好友的家里用了LED灯，邻居孩子的书桌上出现了LED台灯，办公室里的荧光灯被换成了LED灯。而2008北京奥运会，2010上海世博会乃至全球华人春节守岁的共享画面——CCTV春节联欢晚会则让LED淋漓尽致地展示出其无穷魅力！

虽然似乎每个人都听说过、看到过、使用过LED灯，但是当你问：“什么是LED？”“LED为什么能发光”、“为什么这样一个看起来小小的发光体能让世界那么多国家投入大量人力、物力研究它？”、“LED真的能够取代白炽灯吗？”“LED究竟能做多少事，它怎么会引起照明革命？”诸如此类的问题时，能够回答的人却是少之又少，而能够说清楚的更是凤毛麟角了。而这正是我们编写本书的初衷：把大家关心的问题梳理出来，然后通俗易懂地介绍给读者，帮助读者真正了解半导体照明材料，了解半导体照明何以成为最具发展前景的高技术绿色产业之一，了解半导体照明何以对汽车电子、太阳能光伏、新能源材料、信息通信、医疗保健以及食品与农业发展发挥强大带动作用乃至使我们的生活方式发生重大改变。为此，本书做了精心设计，遴选了近100个相关问题。为了增加趣味性和可读性，大量采用了漫画图解的表现形式，图文并茂、深入浅出地说明道理。

本分册编委会的成员构成也充分体现了半导体照明产业链长、应用面广、带动性强的特点。大连工业大学是东北地区唯一一所开设光源与照明本科专业的高校，光子学研究所的邹念育、曹帆、李德胜、张云翠、房媛工作在半导体照明教学与科研一线，他们将日常教学和研究及人才培养等

方面积累的素材进行了认真整理。冯亚东、姜楠则来自国家半导体照明工程研发及产业联盟，对行业和产业状况有着较为全面的了解。特别是国际半导体照明联盟秘书长吴玲女士、国家半导体照明工程研发及产业联盟副秘书长阮军博士担当顾问，为本书的内容质量提供了有力的保障。在本书撰写过程中大连工业大学光学工程专业研究生姜佳丽和纪思美同学参与了文字校正，大连工业大学艺术设计专业刘蕾和姚金同学设计了部分配图，富有漫画创作热情的大连市第八中学王樱子同学对LED技术的漫画化做出积极贡献。本书的编写出版不仅得到编者所在单位的大力支持，而且得到国内外合作伙伴的出谋划策，同时得到社会各界很多热心人士的帮助指导。正是有了产学研、老中青的全方位参与和努力，才有了此刻呈现在读者面前的这本图文并茂、趣味盎然的半导体照明材料科普读物。

半导体照明作为战略性新兴产业方兴未艾，很多问题的答案都尚在探索中，加之编者水平有限且时间紧迫，书中难免存在诸多不尽如人意之处，敬请各位读者批评指正。

邹念育

目录



01	什么是绿色照明，推广的意义何在？	2
02	世界各国都有哪些半导体照明启动政策？	4
03	我国出台了哪些半导体照明发展政策？	6
04	人类照明的发展史是怎样演变的？	8
05	LED的发展史是怎样演变的？	10
06	为什么称半导体照明为电气照明的第三次革命？	12
07	半导体照明相关的国际组织有哪些？	14
08	ZHAGA联盟是什么组织？	16
09	半导体照明产品相关认证有哪些？	18
10	什么是热光？什么是冷光？	20
11	什么是发光材料？有哪些种类？	22
12	LED用半导体材料需满足哪些条件？	24
13	LED为什么可实现多彩输出？	26
14	LED为什么能发光？由哪些部分组成？	28
15	什么是荧光粉转换的白光LED？	30
16	什么是多芯片白光LED？	32
17	何谓大功率LED？其发展概况如何？	34
18	什么是LED光引擎？	36
19	大功率LED的未来趋势如何？	38

20	什么是LED的结温? 它是如何产生的?	40
21	LED的结温与封装有何关系?	42
22	大功率LED的正向电流与光通量是什么关系?	44
23	结温对LED光通量有何影响?	46
24	什么是导带、价带和禁带?	48
25	当结温上升时, LED的发光波长与颜色如何变化?	50
26	什么是热阻?	52
27	如何用正向电压法测量大功率LED的结温?	54
28	哪些因素会导致LED的寿命降低?	56
29	延长LED寿命的方法有哪些?	58
30	LED失效的判据是什么? 失效率又如何?	60
31	LED静电防护是什么?	62
32	什么是大功率LED的驱动电路?	64
33	如何给LED调光?	66
34	如何给LED调色?	68
35	LED产业链的构成是什么?	70
36	什么是光强? 如何测量?	72
37	什么是照度? 如何测量?	74
38	什么是亮度? 如何测量?	76
39	什么是光通量? 如何测量?	78
40	什么是LED色度学参数? 如何测量?	80
41	什么是色度学系统?	82
42	什么是眩光?	84
43	LED光谱对人有哪些影响?	86
44	什么是显色性? LED显色性有哪些特点?	88
45	什么是色温?	90

46	什么是LED的一次光学设计?	92
47	什么是LED的二次光学设计?	94
48	什么是LED的发光效率?	96
49	半导体照明芯片是如何制作的?	98
50	什么是“倒装芯片”?它有哪些优点?	100
51	LED衬底的选择需要注意哪些事项?	102
52	蓝宝石作为LED衬底的优缺点有哪些?	104
53	碳化硅作为LED衬底的优缺点有哪些?	106
54	硅作为LED衬底的优缺点有哪些?	108
55	LED衬底如何制备?	110
56	发光层材料的制备过程是什么?	112
57	LED芯片主要制造工序有哪些?	114
58	如何测试晶元上的LED芯片?	116
59	LED芯片封装的目的是什么?	118
60	大功率LED的封装形式有哪些?	120
61	为什么要对LED进行分选?	122
62	什么是LED功率型封装?	124
63	哪些材料适合制作白光LED透镜?	126
64	选用LED驱动芯片的原则是什么?	128
65	单颗LED与LED灯具有什么异同?	130
66	LED器件的热阻模型是什么?	132
67	LED驱动电源为什么要设计过压保护和负载断开功能? ..	134
68	什么是照明设计?	136
69	大功率LED主要的散热技术有哪些?	138
70	OLED的发展历程如何?	140
71	OLED的组成结构都有哪些?	142

72	OLED与LED的发光机理有何异同?	144
73	什么是串联式白光OLED?	146
74	什么是透明式白光OLED?	148
75	什么是柔性白光OLED?	150
76	LED的应用领域都有哪些?	152
77	LED灯具色温对办公环境有何影响?	154
78	LED的哪些特点适合作为投影仪光源?	156
79	LED可以用作背光源吗?	158
80	LED可以用于信息通信领域吗?	160
81	LED在道路交通领域有何应用?	162
82	LED在汽车上有哪些应用?	164
83	为什么LED装扮的景观很好看?	166
84	LED在广告牌中的应用有哪些?	168
85	LED在大型显示屏中的应用有哪些?	170
86	LED适用于舞台照明吗?	172
87	太阳能LED照明应用有何优势?	174
88	LED在辅助植物生长中的作用是什么?	176
89	LED在渔业中的应用有哪些?	178
90	OLED可应用在哪些方面?	180
91	国家半导体照明工程研发及产业联盟是什么组织?	182
92	什么是中国绿色照明教育示范基地?	184
93	什么是中国“逐步淘汰白炽灯、加快推广节能灯”项目?	186
94	购买LED灯具时应重点考虑哪些指标?	188
95	LED大规模进军通用照明领域存在哪些困难?	190
	参考文献	192

半导体照明材料

半导体照明材料





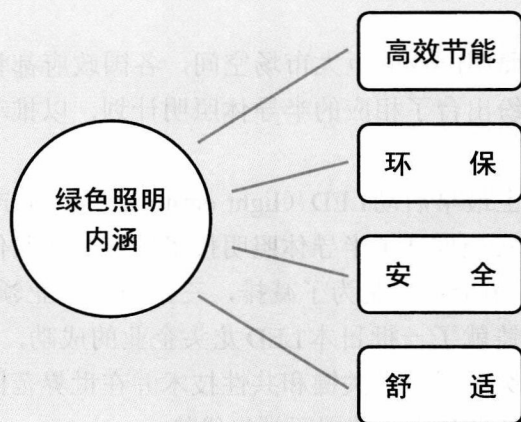
01 什么是绿色照明，推广的意义何在？

“绿色照明”概念的提出源于20世纪90年代初的美国。1991年，美国联邦环保局（EPA）提出一项采用科学的照明设计和照明控制方法，提高照明用电效率和照明质量，从而节约电力、减少空气污染的行动计划，被形象地命名为“绿色照明计划”。

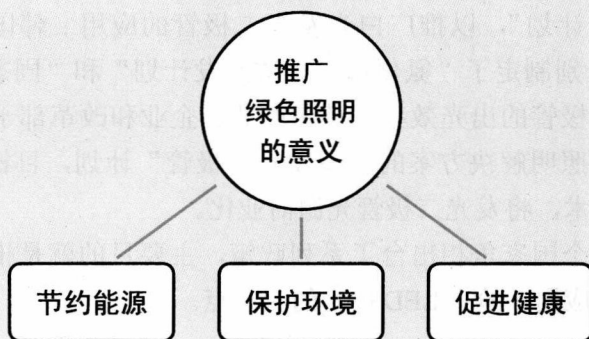
完整的绿色照明内涵包含节能、环保、安全、舒适等4项指标。节能环保意味着以消耗较少的电能获得足够的照明，从而明显减少电厂大气污染物的排放，达到环保的目的；安全舒适指的是光照清晰、柔和及不产生紫外线、眩光等有害光照，不产生光污染。目前，世界各国普遍把“绿色照明”作为节能领域的优先选择，列入国家能效计划，并大力推广和实施。我国在1996年将“绿色照明工程”正式列入国家计划。

我国“十二五”规划纲要中的部分数据：“十二五”期间，单位国内生产总值能源消耗降低16%；单位国内生产总值二氧化碳排放降低17%；主要污染物排放总量显著减少，二氧化硫排放减少8%；氨氮、氮氧化物排放分别减少10%。相比“十一五”规划，指标更加细化具体，节能减排任重道远。

推广绿色照明在节约能源、保护环境、促进健康等方面具有重要意义。世界各国的照明用电量占总发电量的9%~25%，占能源消耗的一大部分，推广绿色照明是落实节能减排的重要抓手；推广绿色照明，可降低燃煤量以减少SO₂、CO₂等有害气体的排放，在环境保护方面具有深远的意义；推广绿色照明，并不仅仅是简单地节能减排，还充分强调健康光环境的打造，注重提高生活品质，体现了以人为本的发展理念。



绿色照明的内涵及推广的意义





02 世界各国都有哪些半导体照明启动政策？

面对半导体照明产业的巨大市场空间，各国政府都将其列为战略性高技术产业，纷纷出台了相应的半导体照明计划，以推动在普通照明领域的应用推广。

日本是世界上最早启动LED（light emitting diode）产业政策的国家之一，于1998年实施推动了半导体照明技术发展及产业化的“21世纪光计划”：一是为了节能，二是为了减排，三是为了产业领先。“21世纪光计划”的实施，铸就了一批日本LED龙头企业的成功，它们在GaN蓝、绿光LED等领域突破了一批关键和共性技术并在世界范围内设立了专利网，形成了日本在LED产业的国际领先优势。

美国于2000年开始启动国家半导体照明研究计划，即“下一代照明计划”，总共投资5亿美元支持计划的实施。重点在基础研究、核心技术研究、产品开发、商业化支持、标准开发以及产业合作等方面实现突破。

其他国家和地区也纷纷出台了半导体照明发展计划：欧盟于2000年实施了“彩虹计划”，以推广白光发光二极管的应用；韩国政府在2000年和2004年分别制定了“氮化镓半导体开发计划”和“固态照明计划”，以提高发光二极管的出光效率；英国商业、企业和改革部于2007年启动了“用于有效照明解决方案的新型发光二极管”计划，目标是开发新型氮化镓芯片技术，将发光二极管光源商业化。

总之，各个国家争相出台了系列政策，主要目的就是推广LED在普通照明领域的应用并抢占LED技术的制高点。

世界各国半导体照明启动政策

- 日本 —— 1998年 —— “21世纪光计划”
- 美国 —— 2000年 —— “下一代照明计划”
- 欧盟 —— 2000年 —— “彩虹计划”
- 英国 —— 2007年 —— “用于有效照明解决方案的新型发光二极管”计划
- 中国 —— 2003年 —— 国家半导体照明工程
- 韩国 —— 2000年和2004年 —— “氮化镓半导体开发计划”和“固态照明计划”



03 我国出台了哪些半导体照明发展政策？

我国为推动LED领域发展，制定了系列发展战略与措施。

2003年，科技部联合信息产业部、中国科学院、建设部、轻工业联合会、教育部等部委正式启动了“国家半导体照明工程”。

2009年4月，科技部启动了“十城万盏”半导体照明试点示范工程。9月国家发改委等6部委联合下发了“半导体节能产业发展意见”，明确指出要加大半导体照明技术创新支持力度、稳步提升半导体照明产业发展水平、积极推动半导体照明标准制定及产品检测和节能认证工作、积极实施促进半导体照明节能产业发展的鼓励政策。

2010年8月，国家发改委办公厅、国家住建部办公厅及交通部办公厅联合发布了《关于组织申报半导体照明产品应用示范工程示范项目》的通知，主要目的是验证产品，促进半导体照明产业健康有序发展。9月，国务院审议并原则通过《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》，半导体照明位列其中。

2011年，《“十二五”产业技术创新规划》、“淘汰白炽灯路线图”、“十二五”城市绿色照明规划纲要》等政策出炉，我国政府对于产业的支持力度达到了新的高度。

2012年国家继续加大半导体照明的支持力度。3月，财政部、发改委、科技部组织的“2012年半导体照明产品财政补贴推广项目”正式启动。7月，科技部发布了《半导体照明科技发展“十二五”专项规划》，目标是完善产业链条，优化产业结构，提高市场占有率，显著提升半导体照明产业的国际竞争力。

总之，我国制定出台了一系列政策，加上各级地方政府对半导体照明产业的扶持，正不断加大对半导体照明领域的支持力度。