

III 族氮化物材料和设备的未来技术及用途

By Shuji Nakamura

III 族氮化物材料发光二极管 (LED) 因其出色的节能特性现今已被广泛使用。在不久的将来，绝大多数的照明光源将会毫无疑问地建立在 LED 灯的基础上。那么，III 族氮化物，尤其是氮化镓材料和设备的哪些未来技术和应用值得我们期待？

氮化镓对氮化镓基板 (GaN-on-GaN) 发光二极管照明技术将成为新一代的 LED 技术，激光照明技术将会是继该技术后的下一代新技术。一旦长波紫外线 (ultraviolet A, UVA) 灯可用于产生优质的白光光源，它们就可能会在照明领域发挥重要作用。除用于照明外，未来 III 族氮化物材料和装置的主要用途是用作短波紫外线 (ultraviolet C, UVC) 灯、基于照明的无线通信 (LiFi)、激光通信和电子设备。

GaN-on-GaN 基 LED：LED 技术的未来

GaN-on-GaN 基 LED 的优点包括位错密度低、基体导电、光效下降小、半极性和无极性基板、高导热性以及散热效率下降效应小等。GaN 基 LED 的晶格失配率要比氮化镓蓝宝石复合基板 (GaN on sapphire) LED 的低很多。这些优点使 GaN 基 LED 的电流密度为蓝宝石基 LED 的五倍。和传统 LED 相比，其发生的 Droop 效应非常小。GaN-on-GaN 基 LED 有利于具有高亮度和密度要求的定向照明应用，如 MR16 LED 灯。但 GaN 基板成本很高，成本成为开发 GaN-on-GaN 基 LED 最大的障碍。加州大学圣塔芭芭拉分校 (UCSB) 的研究小组已展示了如何使用氨热法技术来培育大块 GaN 晶体，该项技术在将来能够降低基板成本，克服成本障碍。

激光照明：照明的下一个机遇

LED 照明的一个缺陷是发光效率会随着输入功率的提高而降低 (Droop 效应)。但是，当激光二极管能够保持很高的效率时，其输入功率便能急剧增加。UCSB 研究人员已经利用蓝光激光二极管和黄色荧光粉研制了产生定向强激光束的大功率白光激光照明灯。今后，激光照明设备可用于照明用途。

激光二极管的另一种应用是智能照明，如智能电话上安装微型投影机，该投影机能够将激光投影至附近墙壁或地板上显示影像或数据。



紫外线 LED：应用范围广泛

如上文所述，同时使用蓝光激光二极管和黄色荧光粉可生成白光 LED。但是，另外一种方案涉及到使用长波紫外线 LED 或激光二极管及红色、绿色和蓝色荧光粉的混合物生产白光 LED。该 LED 的发色光谱范围为长波紫外线至红色，能够提供高质量的照明。

长波紫外线 LED 能够用于固化涂料、墨水和胶粘剂；同样它也具有医学科学用途，如光动力疗法。短波紫外线 LED 有望用于医用灭菌和检测行业。短波光线的低效能是其广泛应用的主要障碍。

Nobel Prize in Physics 2014

Materials Department of the College of Engineering, University of California, Santa Barbara (UCSB), Santa Barbara CA 93106-5050, USA

© The Author(s) 2015. Published by Engineering Sciences Press. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

英文原文: Engineering 2015, 1(2): 161

引用本文: Shuji Nakamura. Future Technologies and Applications of III-Nitride Materials and Devices. *Engineering*, DOI 10.15302/J-ENG-2015059

LED 将改变通信方式

在通信方面使用 LED 将会是下一个大事件。例如，LiFi 是一种使用依赖 LED 传输信号的新型无线通信，已知

其比传统的 WiFi 信号会更加安全。

总之，LED 能够促进照明设备变得更加智能和更好控制。氮化镓光电学的未来会比过去任何时候更明朗。

摩尔定律发展亟需 450 mm 硅片 但时间可能会推迟

屠海令



50 年前，戈登·摩尔在为《Electronic》杂志撰写的一篇关于让更多元件填满微芯片的文章中，提出了著名的“摩尔定律”，但多年来他自己并不太宣扬此事。如今，摩尔定律已成为人类历史上的奇迹，正如英特尔公司首席执行官 Brian Krzanich 近日指出的：“假如 1971 年推出的大众甲壳虫 (Volkswagen Beetle) 汽车以与摩尔定律相同的速度发展，则该款汽车现在的行驶速度应高达 300 000 mile·h⁻¹，且价格仅为 4 美分。”

在今后的 20 年中（在发展变化如此剧烈的当今社会，20 年的愿景可能已是极限了），如果人们仍想继续延用摩尔定律的话，较为合适的技术方案是在 10 nm 及以下技术节点采用 450 mm 硅片。其实，摩尔早在 1965 年便预言，要想降低器件的制造成本，硅片尺寸将会不断增大。历史上，随着集成电路复杂性的增加，每次硅片尺寸的变化在技术层面都更具挑战性。获得 300 mm 硅片的经验表明，技术进步、商业模式、经济和市场动态及产业协作将对 450 mm 晶体生长、制片技术和相关设备的开发产生重要影响。

回顾大直径半导体硅材料发展的历程，1995 年，德国 Siltronic AG 公司首次成功研制出 400 mm 硅锭。随后，日本关键技术中心和 7 家硅材料公司成立了超级硅研究所 (SSi)，该研究所在 3 个实验室内耗时 5 年研发了 400 mm 晶体生长、制片和外延技术。尽管 SSi 所取得的技术成果极具价值，但仍不能满足下一代集成电路的成本 / 性能要求。1999 年，北京有色金属研究总院 (GRINM) 利用 28 英寸热场也生长出了 400 mm 硅单晶。

2000 年，美国半导体工业协会 (SIA) 发布了《国际半导体技术发展路线图》(ITRS)，文中列出下一代集成电路衬底材料将采用 450 mm 而非 400 mm 硅片。此后，关于 450 mm 硅片的争论便此起彼伏：英特尔公司、三星电子公司和台湾积体电路制造股份有限公司 (TSMC) 主张大力研发 450 mm 硅片设备和材料，而超威半导体有限公司 (AMD) 和多数集成电路制造商则持反对态度。但近年来，业界已达成向 450 mm 硅片产品过渡的共识。世界主要半

General Research Institute for Nonferrous Metals, Beijing 100088, China

© The Author(s) 2015. Published by Engineering Sciences Press. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

英文原文：Engineering 2015, 1(2): 162-163

引用本文：Hailing Tu. 450 mm Silicon Wafers Are Imperative for Moore's Law but maybe Postponed. *Engineering*, 10.15302/J-ENG-2015060