

化合物半导体

COMPOUND SEMICONDUCTOR · CHINA

2012年2月

全球LED市场

IMS Research分析全球LED灯
零售市场未来的变化趋势

推动LED照明革命

Aixtron公司的CRIUS II-L
MOCVD设备帮助实现LED照
明普及

3D氮化物晶体管

MicroGaN发布一款基于硅衬
底GaN的600V耐压三维结构
功率器件

介电柱体增强光提取

在LED器件顶面加上图形介电
叠层能大大改善光提取的状况

从LED撷取更多光

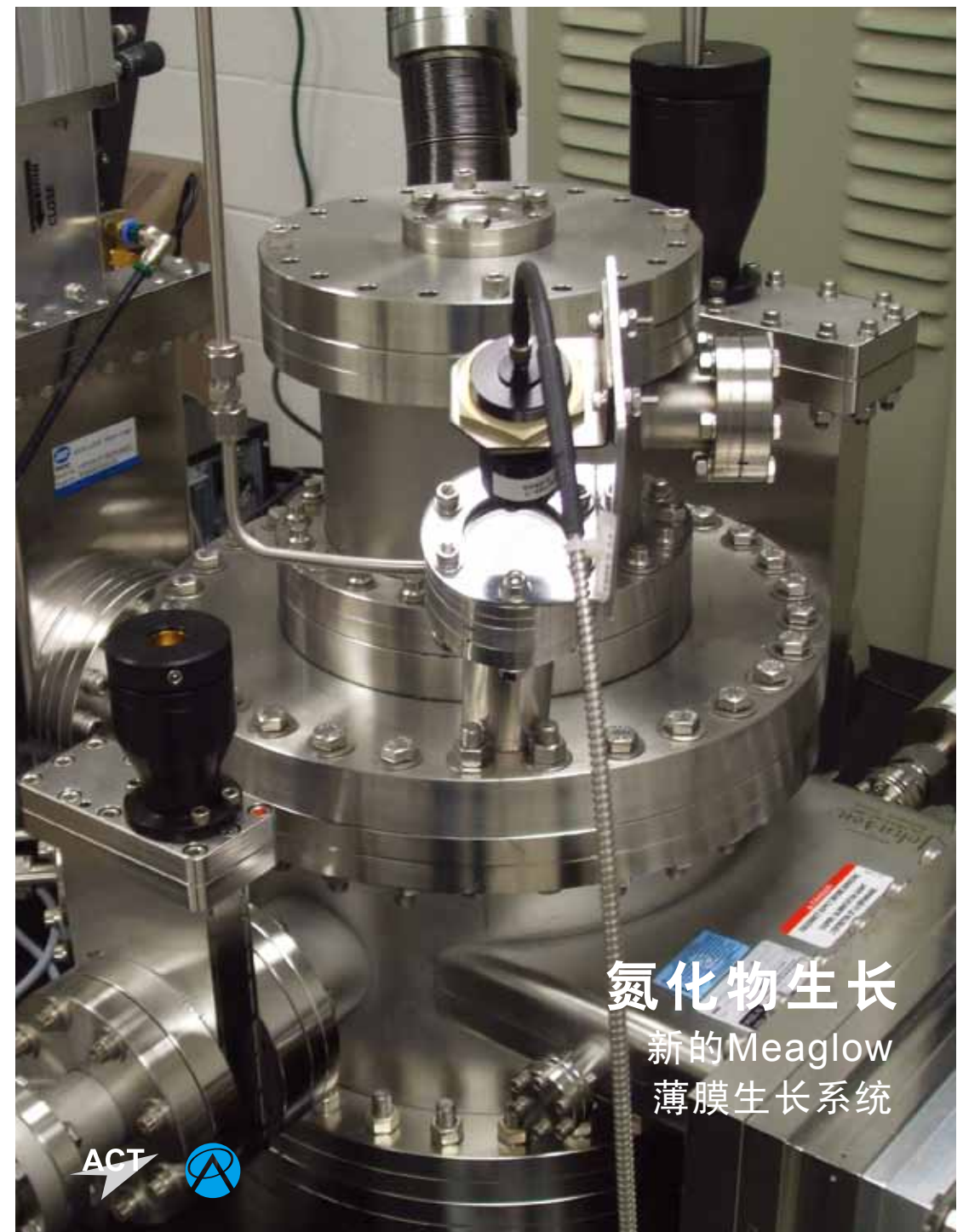
在氮化物LED的磊晶层中加入微
结构可以提高芯片的发光效率

有机太阳能电池

采用光电原子力显微镜来认
识有机太阳能电池的纳米结构
和物理性质

离子束技术

Roth & Rau MicroSystems
公司创新离子束技术广泛应
用于MEMS行业的表面改性
和结构化



氮化物生长
新的Meaglow
薄膜生长系统



LED

为高亮度LED 的制造生产技术提供最佳解决方案

光学光刻技术和光刻胶技术工艺运用的最好应用

纳米光刻压印在图案化蓝宝石基板(PSS) 工艺技术的最好应用

圆晶键合层转移工艺流程的最好应用

薄圆晶和弯曲圆晶片的处理操作和工艺流程设计工艺技术的最好应用



SEMICON
China 2012
Booth No. E3, 3015

EV Group launches second-generation
EVG@620HBL Mask Alignment System for LED Manufacturing
Updated HB-LED Manufacturing Tool Commands Unprecedented Cost of Ownership Advantages

EVG@620HBL Gen II

www.EVGroup.com

DYMEK Beijing Future Speeds, Inc.
Dymek Company Ltd.

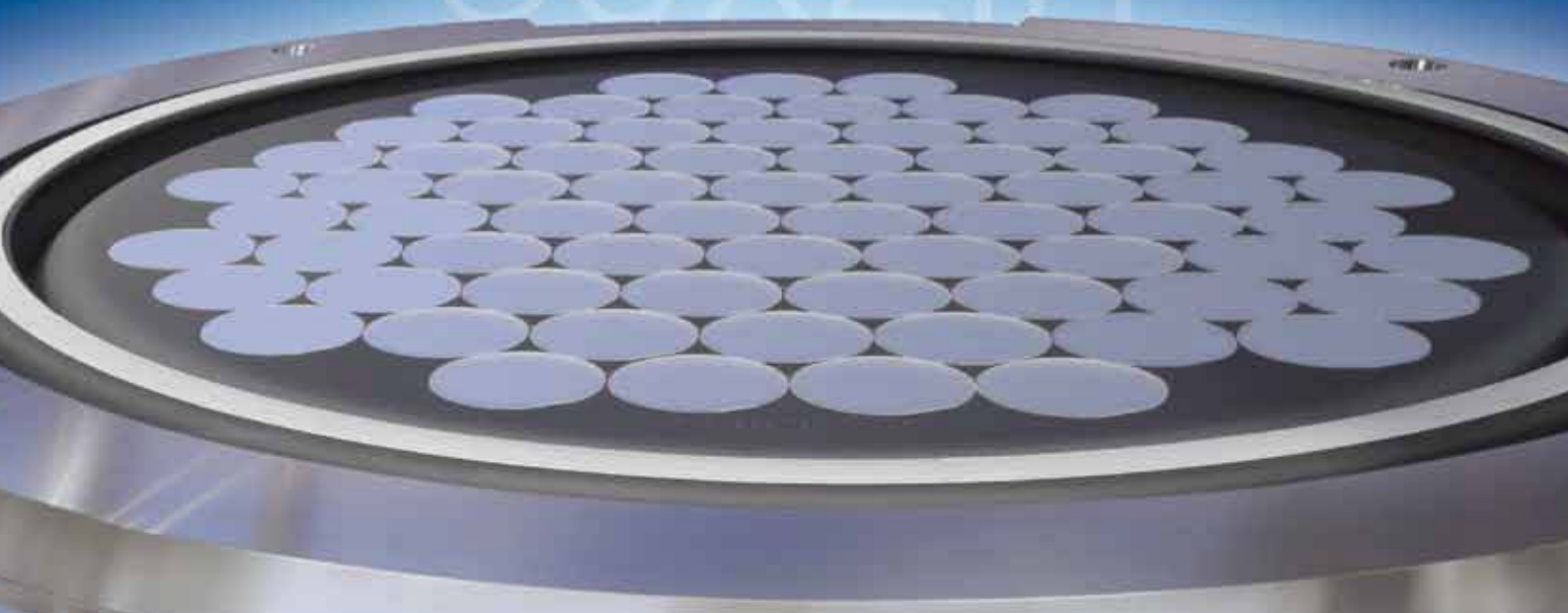
EVG

i i i
invent innovate implement
The key to your success

AIXTRON

Industry's largest and most productive MOCVD Reactor

69x2in



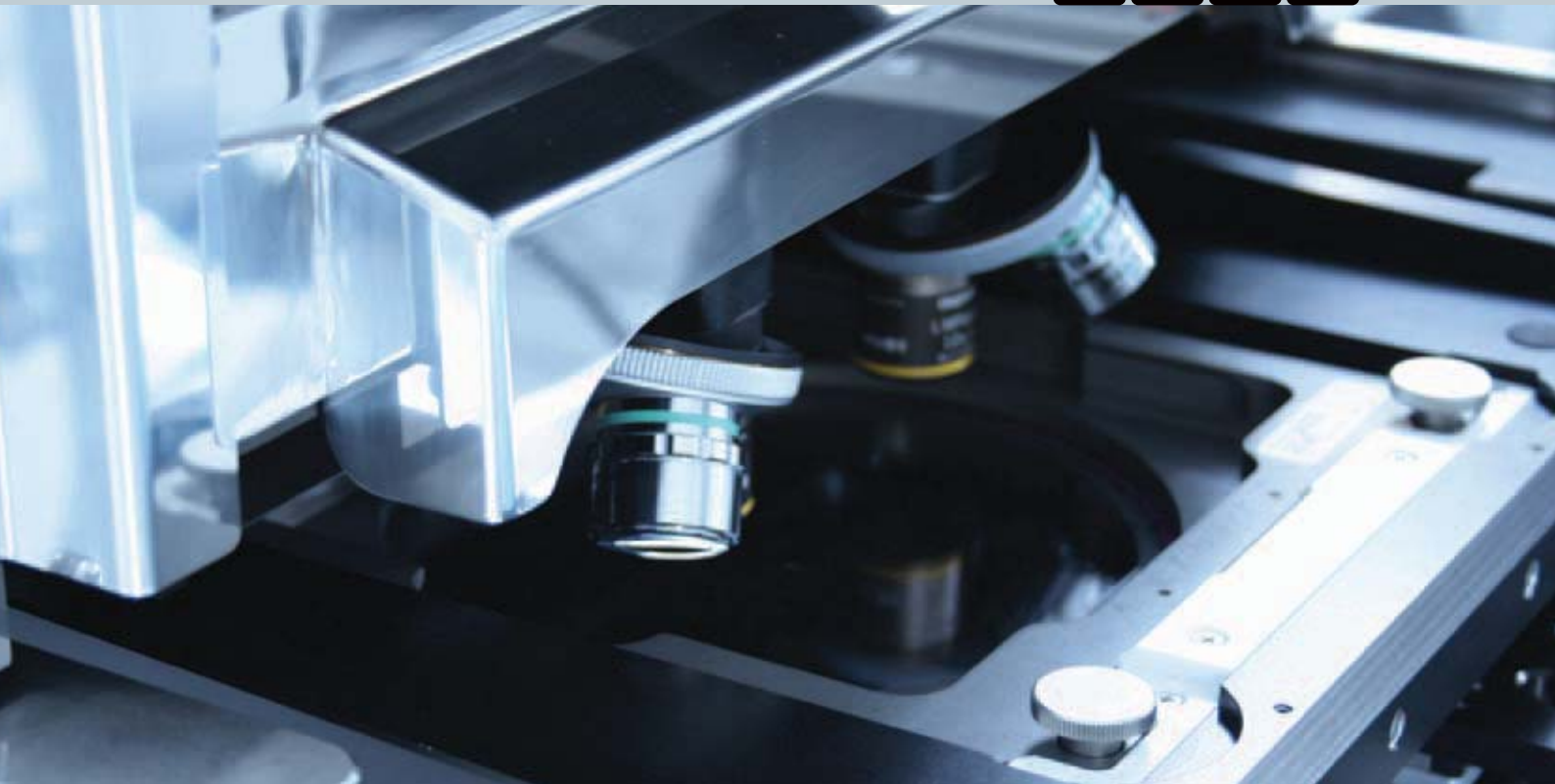
CRIUS® II-L



- Highest Throughput
- Lowest Cost of Ownership
- Seamless Product Transfer
- 69x2, 16x4, 7x6 or 3x8 inch

ALWAYS ONE STEP AHEAD

AIXTRON China Ltd. · Rm 1103, Treasury Building · No. 1568 Huashan Road · Shanghai, 200052 · P.R. China
Phone: +86 (21) 6445-3226 · Fax: +86 (21) 6445-3742 · Email: chinainfo@aixtron.com



LED

为高亮度LED 的制造生产技术提供最佳解决方案

光学光刻技术和光刻胶技术工艺运用的最好应用

纳米光刻压印在图案化蓝宝石基板(PSS) 工艺技术的最好应用

圆晶键合层转移工艺流程的最好应用

薄圆晶和弯曲圆晶片的处理操作和工艺流程设计工艺技术的最好应用



SEMICON
China2012
Booth No. E3, 3015

**EV Group launches second-generation
EVG@620HBL Mask Alignment System for LED Manufacturing**
Updated HB-LED Manufacturing Tool Commands Unprecedented Cost of Ownership Advantages

EVG@620HBL Gen II

www.EVGroup.com



Beijing Future Speeds, Inc.

DYMEK Dymek Company Ltd.



The key to your success

专精於特殊领域的芯片制造商都
上哪儿找最佳解决方案？

Where do **specialty**
chipmakers find the **best solutions?**

当然是**Plasma-Therm**。

当您想要跨过技术障碍，实践您最新的想法，请找 Plasma-Therm。Plasma-Therm不仅可以瞄准每个客户的特别需求来客制解决方案，更可以提供既深且广的技术与创新。Plasma-Therm为特殊芯片制造商已经服务了有长达35年的经验，我们将接受您的挑战，与您一起重新定义战局！



Plasma-Therm
A LEADING SUPPLIER OF PLASMA PROCESS EQUIPMENT

Advanced RIE, CVD, ICP
for Research & Production

plasmatherm.com
sales@plasmatherm.com
+1 727 577 4999

封面故事 Cover Story

13 大幅降低氮化物生长的温度 Slashing temperatures for nitride growth

采用金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 方法来沉积氮化物外延叠层, 需要较高的温度和大量的氨气, 但是这两个弱点均可以采用一种替代性生长工艺, 称之为 “Meaglow” 技术来加以克服, 该项新工艺的开发由加拿大新创立的项目进行。

-Richard Stevenson PhD, Consultant Editor of Compound Semiconductor

技术 Technology

17 降低外延成本来推动LED照明革命 Slashing epi costs for a lighting revolution

LED照明只有大幅降低价格才能实现普及, 可以采用多种手段来实现这一目标。其中之一就是在Aixtron公司的CRIUS II-L MOCVD设备上进行薄膜的外延生长, 它在产额、外延薄膜均匀性, 以及反应气体和前驱体的有效使用等方面已成为LED产业的新基准。

-Rainer Beccards, Aixtron 公司

20 MicroGaN公司将3D技术引入氮化物晶体管 MicroGaN takes nitride transistors into the third dimension

长期以来SiC器件的产品性能远超于硅器件, 但是价格高昂制约了消费群体的购买。MicroGaN发布了一款基于硅衬底GaN的600V耐压功率器件, 预计2012年功率电子产品采购商将能够以Si基器件价格获得与 SiC基器件性能相当的高性能晶体管和二极管。

-Richard Stevenson PhD, Consultant Editor of Compound Semiconductor

23 介电柱体增强光提取 Dielectric pillars aid light extraction

在理想情况下, 每个LED内产生的光子都能离开器件并成为有用的照明。但这在实际中并不会发生, 部分光子由于表面边界的内部全反射被困在芯片中, 还有部分光子被金属电极吸收。欠佳的光提取阻碍了LED性能的提高。但通过在LED器件顶面加上图形介电堆叠层, 就能大大改善光提取的状况, 此外该方法还能控制光的远场发光模式。

-Ahmed Noemaun, Rensselaer Polytechnic Institute

27 从高亮度LED中撷取更多的光 Coaxing more and more light out of high-brightness LEDs

由于GaN的折射率和空气折射率差很多, 要在LED芯片中取光是不容易的。在氮化物LED的磊晶层中加入微结构可以提高光的散射, 最终可提高芯片的发光效率。

-Lauri Knuuttila和 Pekka Torma, Optogan 公司

30 认识有机太阳能电池的潜在优势 Understanding organic potential

尽管已出现了采用有机材料和塑料来制作PV电池的契机, 但是这种有机PV电池的输出功率还存在着问题。本文讨论了采用光电原子力显微镜来表征有机太阳能电池的纳米结构和物理性质。

-Xuan-Dung Dang, 加州大学Santa Barbara分校化学系与生物化学系

-Thuc-Quyen Nguyen, 加州大学Santa Barbara分校聚合物和有机固体研究中心

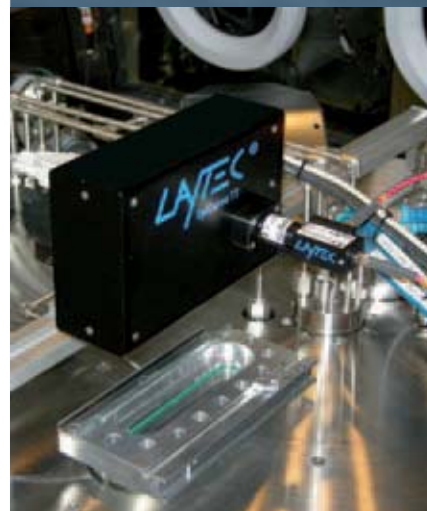
33 利用离子束技术的表面结构化MEMS部件 Surface structuring of MEMS components by means of ion beam technology

由于能够实现高吞吐量且均匀一致的处理衬底, 离子束技术已被证明是更普遍适用的有竞争力的金属层改性替代方法。Roth & Rau MicroSystems一直在开发用于表面改性和结构化的创新离子束技术, 可广泛应用在MEMS行业。

-Roth & Rau MicroSystems 公司

让您的产能
最大化!
提高您的竞争力!

EpiCurve® TT:
使所有晶片都达到三
族元素均匀组成的一
致性



LayTec模组化即时监
控产品, 能实现全程
磊晶生长控制以及提
供弹性化升级选择

LAYTEC
in-situ metrology

LayTec中国的代理商
佳霖电子上海有限公司
联系人: 張寶曜
电话: 0086-21-68471388
邮箱: boris@challentech.com.cn

网址：www.cn.iqep.com



IQE 生产先进的半导体衬底和外延片，并应用于当今高科技领域中。

射频产品：

HBT、pHEMT、BiFET、BiHEMT。

光电产品：

VCSEL，边射型激光器，发光二极管（LED）、超高亮度发光二极管（UHB LED），多结聚光光伏（CPV）太阳能电池。

电子产品：

硅，硅锗合金，硅层上覆锗，MEMS，Sensors。

请立即联系IQE 以获知详情。

IQE二十多年的外延片代工制造经验，将为您 带来独特的竞争优势。

亚太营业部：

电子邮件：nhayafuji@iqep.com

电话：(65) 9138-8526

[代办处: scistar@263.net]

[代办处: (86) 10-689-10068]

市场Market

- 12 全球LED灯零售市场前景广阔
Succeeding in the Global Retail LED Lamp Market
-Philip Smallwood - Lighting Market Analyst, LEDs and Lighting, IMS Research

科技前沿 Research Review

- 34 四元电障层减少紫外光发光二极管的电流骤降
Quaternary barrier cuts droop in UV LEDs
- 35 Corning简化半极绿光激光器
Corning simplifies semi-polar green lasers
- 35 倒装芯片封装的60GHz晶体管
Flipping 60 GHz transistors
- 36 锑化物增加红外探测
Antimonides aid infrared detection
- 36 在氮化物太阳能电池中废止不想要的内建电场
Abolishing unwanted fields in nitride solar cells
- 37 在硅材料上直接集成III-V主族材料激光器
Direct integration of III-V lasers on silicon
- 38 研究发现基于族半导体的新型稀磁体
Research found new rare-earth magnets based on III-V
- 39 浸入式微观孔洞增加LED输出
Submerged microscopic voids increase LED output
- 40 简化蓝光RCLED制造
Simplifying blue RCLED fabrication
- 6 编者话 Editor's Note
- 7 产业要闻 Industry News
- 41 产品橱窗 Product Showcase
- 44 广告索引 Advertisement Index

关于雅时国际通讯
ACT国际成立于1998年，为高速增长的中国市场中广大高技术行业服务。ACT国际通过它的一系列产品—包括杂志和网上出版物、会议和活动—为跨国公司及中国企业架设了拓展中国市场的桥梁。ACT国际的产品包括十种技术杂志和相关的网站，以及各种会议，服务于半导体制造、化合物半导体、光伏/太阳能、电子设计、电子制造、污染控制、激光/光电子、光通信、LED技术、射频/微波等领域的十多万专业读者。ACT国际亦是若干世界领先技术出版社及展会的销售代表。ACT国际总部在香港，在北京、上海和深圳设有联络处。www.actintl.com.hk

About ACT International Media Group
ACT International, established 1998, serves a wide range of high technology sectors in the high-growth China market. Through its range of products -- including magazines and online publishing, conferences and events -- ACT delivers proven access to the China market for international marketing companies and local enterprises. ACT's portfolio includes ten technical magazine titles and related websites plus a range of conferences serving more than 100,000 professional readers in fields of semiconductor manufacturing, compound semiconductor, PV/ solar energy, electronic design, electronic manufacturing, contamination control, laser/photronics, optical communications, LED technology and RF/microwave. ACT International is also the sales representative for a number of world leading technical publishers and event organizers. ACT is headquartered in Hong Kong and operates liaison offices in Beijing, Shanghai and Shenzhen. www.actintl.com.hk

关于《化合物半导体》
《化合物半导体》中文版(CSC)是全球最重要和最权威的杂志Compound Semiconductor的“姐妹”杂志，亦是中国唯一专注于化合物半导体产业的权威杂志，重点介绍国外先进技术和产业化经验，促进国内产业发展，为国内读者提供化合物半导体行业的专业知识。内容涵盖晶体的特性研究，器件结构的设计，生产中用到的材料、设备、软件、测量、厂房设施，以及有关市场分析和动态。

About Compound Semiconductor China
Compound Semiconductor China (CSC) is the “sister” title to Compound Semiconductor - the world's most respected and authoritative publication. It is also the unique and authoritative publication dedicated to the Compound Semiconductor industry in China, introduce advanced global technology information and manufacturing experience, support the growth of the industry in the China market. Our content covers the technology development of crystal characteristic, design of IC structure, and materials, equipment, software, metrology, facilities for manufacturing, as well as market analysis & trends.



气体更纯,
LED更亮,
你的利润
更大

LED	
气体和化学品	半导体

Tiger Optics公司的ALOHA-H₂O是世界惟一的追踪式湿度分析仪，专门为测量高纯度氨而设计，具有更优异的精确度、可靠性和检测极限。

最低检测极限
10 ppb (NH₃) / 4 ppb (N₂)

灵敏度
5 ppb

工作范围
0-20 ppm

精确度 (大于)
读数的4% 或者 +/- 5 ppb

响应速度 (典型)
3分钟之内可读出95%

- 容易装配与操作
- 不需要校准
- 100%正常运行时间— 无需传感器维护
- 极低的购置成本

关于ALOHA-H₂O更多信息, 请访问我们的网站
www.tigeroptics.com



改进氮化物生长工艺

目前金属有机物化学气相沉积（MOCVD）设备的销售额已经达到了惊人的水平。根据 IMS Research 的研究报告，在 2010 年中，MOCVD 设备的出货量达到了 800 台左右，2011 年的出货量预计还将增加 4%。这些 MOCVD 设备中有许多是用于沉积 InGaN 和 GaN 层的外延叠层，用于亿万个 LED 关键结构的制造。

很多 LED 制造商都非常成功。然而，这并不意味着这种沉积工艺就没有改进的空间了。当前的 MOCVD 生长技术存在着一些弱点，如它需要在高温下才能沉积氮化物层，这会产生外延晶圆的弯曲问题，在采用更大直径的晶圆衬底时，晶圆的弯曲问题更是一个非常大的挑战。MOCVD 还需要大量的氨气，成本较高。但是这两个弱点均可以采用一种替代性生长工艺，称之为“Meaglow”技术来加以克服，该项新工艺的开发由加拿大新创立的项目进行。本期第 13-16 页的“大幅降低氮化物生长的温度”文章详细介绍了 Meaglow 技术。

LED 照明只有大幅降低价格才能实现普及，可以采用多种手段来实现这一目标。其中之一就是在 Aixtron 公司的 CRIUS II-L MOCVD 设备上进行薄膜的外延生长，它在产额、外延薄膜均匀性，以及反应气体和前驱体的有效使用等方面，已成为 LED 产业的新基准。关于使用 CRIUS II-L MOCVD 设备进行薄膜外延的详细内容请看本期第 17-19 页的“降低外延成本来推动 LED 照明革命”文章。

如何从 LED 芯片中获取更多的光，一直是 LED 业者的努力方向。本期第 23-26 页“介电柱体增强光提取”，第 27-29 页“从高亮度 LED 中撷取更多的光”两篇文章探讨了提高 LED 芯片发光效率的两种不同方法。

大约 10 年以前，还很少有人会在硅上面制作化合物半导体器件，人们对这样制成的产品持怀疑态度。但是现在不同了，硅正在成为 III-V 半导体更受欢迎的衬底，特别是在电子方面，未来硅衬底很可能会成为标准。MicroGaN 开发了一款基于硅衬底的三维结构的 600V 耐压 GaN 功率器件，可以实现非常低的寄生电阻和电容，性能与 SiC 器件性能相当，有望实现更高水平的器件集成。预计 2012 年功率电子产品采购商将能够以 Si 基器件价格获得与 SiC 基器件性能相当的高性能晶体管和二极管。详细内容请看本期第 20-22 页“MicroGaN 公司将 3D 技术引入氮化物晶体管”文章。

本期还有更多内容奉献给读者，希望广大读者喜欢。包括：

- 认识有机太阳能电池的潜在优势
- 利用离子束技术的表面结构化 MEMS 元件
- 全球 LED 灯零售市场前景广阔
- 倒装芯片封装的 60GHz 晶体管
- 在氮化物太阳能电池中废止不想要的内建电场
- 在硅材料上直接集成 III-V 主族材料激光器

.....

本刊编辑部

社长 Publisher
麦协林 Adonis Mak
adonism@actintl.com.hk

主编 Editor in Chief
赵雪芹 Sunnie Zhao
sunniez@actintl.com.hk

编辑 Editor
朱杰 Jerry Zhu
jerryz@actintl.com.hk

出版社 Publishing House
雅时国际通讯 ACT International
香港九龙 B,13/F, Por Yen Bldg,
长沙湾青山道478号 478 Castle Peak Road,
百欣大厦 Cheung Sha Wan,
13楼B室 Kowloon, Hong Kong
Tel: (852) 2838 6298
Fax: (852) 2838 2766

北京 Beijing
Tel/Fax: 86 10 64187252

上海 Shanghai
Tel: 86 21 62511200
Fax: 86 21 52410030

深圳 Shenzhen
Tel: 86 755 25988571
Fax: 86 755 25988567

UK Office
Angel Business
Communications Ltd.
6 Bow Court,
Fletchworth Gate,
Burnsall Road, Coventry,
CV56SP, UK
Tel: +44 (0)1923 690200
Chief Operating Officer
Stephen Whitehurst
stephen.whitehurst@angelbc.com
Tel: +44 (0)2476 718970





全球行业巨子齐聚 SEMI 三大旗舰展览会

分别代表着半导体、太阳能光伏和平板显示行业的全球领先水准的三大旗舰展览 SEMICON China、SOLARCON China 和 FPD China 将于 3 月 20-22 日在上海新国际博览中心盛大开幕。SEMI 旗下的三大行业展览集聚在一起共同展出,为中国突飞猛进的“大半导体行业”提供一个全面沟通的平台。三大产业活动预计将吸引超过 2000 家国际展商,50000 名专业观众及 150 个中央及地方政府代表团参观,展位数将达到 4000 个,展览面积达 80000 平方米。

SEMICON China 2012 强力打造多个主题专区,以满足现阶段中国产业发展多元化的需求。包括:TSV 专区;二手设备及一站式服务系统专区;IC 设计、制造及应用专区;LED 制造专区。同时,SEMICON China 2012 整合行业热点,着力邀请多位行业专家与业界巨擘,同期举办主题专区研讨会。内容涵盖 3D IC、LED、汽车电子、二手设备、IC 产业链等,热点纷呈。同期举办的研讨会还包括中国最大的面向半导体产业的国际技术大会——CSTIC 2012。

“2012 中国防静电产业高峰论坛”即将召开

2012 年 4 月 26 日,上海防静电工业协会将牵头主办为期一天的“2012 中国防静电产业高峰论坛——表面贴装微型化时代的静电防护技术——S20.20 体系及静电放电保护区的建立”大型会议。会议将在国际电子生产设备暨微电子工业展 (NEPCON 上海) 期间召开,会议室靠近“防静电产业展示专区”。这是 2012 年代表中国防静电产业最高技术水平的专业论坛之一,由上海防静电工业协会组织来自于科研单位和企业第一线的 ESD 专家学者,以 ESD S20.20 静电防护体系理论为基础,结合国内外最新的防静电理念和技术,以理论联系实际的形式,现场面对面的与听众交流 ESD 防护理论、技术和方法,解决实际应用中 ESD 问题,降低电子产品的不良品率,是您 2012 不容错过的技术盛会。会议网站:http://www.cleanrooms-china.com/2012Seminar/Anti-static_Seminar_2012.html

Green Lighting 创造商机巧布局

“2012 上海国际新光源 & 新能源照明展览会暨论坛 (Green Lighting Shanghai 2012)”将于 2012 年 4 月 25-27 日在上海世博展览馆举行。依托绿色、创新、快速发展的中国照明产业,将全面展示来自全球该行业先进的生产制造设备、材料以及各种应用领域的产品。现场将设置外延片及芯片专区、蓝宝石及材料专区、应用专区、LED 制备及配件专区、设备专区和“理想照明”专区 (Ideal Lighting),六大专区覆盖全产业链。

高峰论坛主题为“低碳与创新,变革光的世界”,将邀

请上百名国内外顶级专家到场演讲,将吸引 1200 位业界同仁参会聆听。参与企业不仅仅能够获得发布、交流企业产品和技术的机会,更可全面了解和掌握最终用户的切实需求,并可通过讲解和演示来诠释参展企业的独特优势。详情请登陆:www.greenlightingchina.com

USCi 用 Aixtron 设备开发下一代 SiC 器件

位于美国新泽西州普林斯顿的 United Silicon Carbide (USCi) 已订购 Aixtron VP2400 Hot-Wall CVD 设备。USCi 工程总监表示 John Hostetler:“经过对 SiC 外延设备的市场评估,并根据使用类似设备的成功商用 SiC 外延厂商的经验,我们为优质的 n 型和 p 型碳化硅外延层选择了 Aixtron VP2400HW 系统。2400 系统的通用性将有助于 USCi 迅速开发新的器件设计。”

Aixtron 副总裁兼董事总经理 Frank Wischmeyer 补充说:“我们的 SiC Planetary Reactor 技术在过去 10 年一直在发展。我们在 SiC 沉积工艺方面丰富的经验和诀窍显而易见适用于当前的设计。Aixtron 非常高兴 SiC 与 United Silicon Carbide 携手合作,共同开发下一代 SiC 材料。”

USCi 专攻 SiC 器件,包括肖特基势垒二极管、JFET、BJT、固态断路器、电源模块,以及定制 SiC 集成电路。

Soitec 和住友电工开发全新工程 GaN 衬底

Soitec 和住友电气工业已经实现了一个重要的里程碑——2010 年 12 月开始其战略联合开发计划。他们已经演示了 4 英寸和 6 英寸工程 GaN 衬底,并在日本伊丹和法国 Bernin 推出了中试生产线,以实现更广泛的市场采用。试生产线最初将制造 4 英寸晶圆,随后迅速跟进 6 英寸晶圆生产,以支持客户需求。

这些衬底是通过从一个 GaN 晶圆转移超薄高品质 GaN 层产生的,以生产出多个工程 GaN 衬底。利用住友电工的 GaN 晶圆制造技术和 Soitec 成熟的智能剥离 (Smart Cut) 层转移技术,这一战略联盟原本计划生产两英寸晶圆。

住友电工将在日本生产散装自支撑 (free-standing) GaN 衬底运到法国,Soitec 公司将运用其智能剥离层转移工艺产生最终的工程晶圆,它与 GaN 晶圆有相同的热膨胀性。由此产生的晶圆具有低缺陷密度、有利于以低于散装 GaN 晶圆的成本制造先进半导体器件。

欧司朗公司硅上 InGaN LED 芯片试生产

欧司朗光电半导体公司的研究人员已经成功制造出蓝色和白色 LED 高性能原型,其 GaN 层生长在 150mm 硅晶圆上。到目前为止,硅可取代普遍使用的蓝宝石衬底,而没有质量损失。已经试生产的新型 LED 芯片根据实际情况进行了测



产业要闻 | Industry News

试，这意味着，欧司朗光电的第一款硅上 LED 可在短短两年内投放市场。

制造的 LED 硅芯片的质量和性能数据与蓝宝石芯片相仿：采用标准 Golden Dragon Plus 封装的蓝色 UX:3 芯片在 3.15V 条件下的亮度达到 634 mW，相当于 58% 的效率。这些都是在 350mA 的 1mm² 芯片的优秀值。与采用标准外壳传统荧光粉转换器相结合，这些白光 LED 原型 350 mA 条件下当于 140 流明，4500 K 的效率为 127 流明 / 瓦。

从数学上讲，在 150mm 大小的晶圆上，今天已可以制造出超过 17,000 个 1mm² 的 LED 芯片。研究人员已经在 200 mm 晶圆上演示了第一个结构。

新型铜基化合物薄膜太阳能电池项目启动

国家重大科学研究计划纳米研究领域“新型铜基化合物薄膜太阳能电池”项目近日在深圳启动。该项目意在研究高效率低成本的第三代太阳能电池，计划于 5 年内完成研究并应用，其中 CIGS 等铜基化合物薄膜电池将在近两年实现产业化。

该项目依托深圳市科工贸信委和中国科学院，由中科院深圳先进院牵头，联合东北师范大学、中山大学、中科院固体物理研究所、中国科技大学，共同合作研究新型铜基化合物薄膜太阳能电池相关材料和器件的关键科学问题，针对第三代高效太阳能电池，解决其从材料设计到器件制作的基础科学问题，并兼顾光伏产业需求，围绕 CIGS 等铜基化合物薄膜电池的效率提升和钢的替代物两大主题。

具体开展工作如下：研究高效率 CIGS 光伏材料和器件中的基础科学问题；开展以中间带材料为光吸收层的第三代太阳能电池研究；探索适用于太阳能电池的透明导电薄膜的性能优化及新材料新结构；研究基于平面光波导的新型聚光结构太阳能电池。

CSA 集团国内首个光伏实验室落户昆山

全球的领先标准开发及测试认证服务机构 CSA 集团宣布在江苏省昆山市成立一家先进的光伏组件测试和认证实验室，这也是 CSA 集团在国内的首个面向光伏行业的实验室。新实验室将加速为国内光伏企业提供本地化的产品测试和认证服务，助力其开拓国际市场。新实验室占地达 1000 平方米，将主要根据北美和 IEC 标准对光伏组件、并网逆变器及其配件进行测试和认证。其中，实验室将具备 100 kW 光伏并网逆变器测试能力，可以完成 IEEE 1547 和 IEEE 1547.1 并网特性测试。该实验室配备资深的专业测试认证人员，并将引入先进的测试和认证设备，包括 6A 级 3×3 米瞬态光源模拟器以及 BBA 级 2.2×2.6 米稳态光源模拟器，并计划在未来 3-5 年实现光伏组件及逆变器性能的测试。

杜邦与英利绿色能源在高效电池领域合作

杜邦与英利绿色能源公司展开合作，合作范围包括开发先进高效的光伏电池技术和新的组件制造工艺，以延长光伏电池使用寿命及创新组件设计等，透过双方在技术知识上的共同协作，加速太阳能的发展与应用，一同推动可持续性能源的发展。

在双方共同协作之下，英利与杜邦光伏解决方案在提升光伏电池效率，延长组件使用寿命以及降低总体光伏系统成本等多个合作项目上取得了具体进展，包括：

- 利用杜邦™ Solamet® PV17x 的技术平台，英利在电池扩散环节应用了杜邦最新的浅扩散式技术以提高光伏电池的转换效率。
- 英利和杜邦共同协作开发特制浆料，应用于英利高效率 N 型单晶光伏组件 (N-type)——熊猫组件系列 (Panda)，现已完成实验室测试阶段，电池转换效率可达到 19% 以上。
- 英利和杜邦共同协作开发背板材料，使用杜邦™ Tedlar® 聚氟乙烯薄膜作为英利高效率熊猫系列组件背板的关键材料，以进一步确保其高效输出超过 25 年。

REC 太阳能模块现场性能测试领先

REC 太阳能模块在 Photon 实验室于 2011 年针对能量产出进行的全年对比研究中名列第一。平均来看，REC 模块比其他 45 个模块品牌产出的电量多出 6%。REC 多晶硅模块的性能优于其他 45 款不同类型的模块，包括薄膜和单晶硅产品。Photon 测试是目前获认可度最高的现场性能测试，旨在比较国际太阳能模块品牌在数年期间内、在不同季节和不同光照条件下的表现。该测试使用科学的方法帮助消费者根据产品的实地性能选择最佳的模块供应商。测试结果显示 REC 模块具有卓越的盈利性，因为更多的发电产出可以让消费者的投资更快地获得回报。

REC 模块一直在 Photon 测试中保持领先地位，2010 年整体排名第二。作为全球一体化程度最高的太阳能公司，REC 掌控着从硅晶到电池生产、从晶圆和模块到系统开发的整个太阳能价值链，从而能提供高性能的产品。

太阳能有机发光二极管灯用于车顶照明

巴斯夫与飞利浦在 OLED 技术研发方面取得突破性进展，成功将产品整合到汽车车顶中。这种 OLED 灯关闭时呈透明状，乘客可将车外风景一览无遗；灯开启时，又仅将光线投射于车内。透明 OLED 照明方案不仅创造了全新的设计空间，也带来了汽车工程上的新途径。OLED 透明夹心板结构可与同样透明的太阳能电池结合使用。白天太阳能电池在发电的同时也赋予了驾驶者以独一无二的通透感；晚上高效 OLED 灯又可为车内提供柔和、温馨的照明。



**III-V族元素、砷化镓 (GaAs)、
磷化铟 (InP) 和锗 (Ge) 衬底及
相关重要原材料的首选**

**GaAs 150mm
InP 100mm
Ge 100mm**

半绝缘型和半导体型

GaAs

衬底

半绝缘型和半导体型

InP

衬底

Ge

衬底

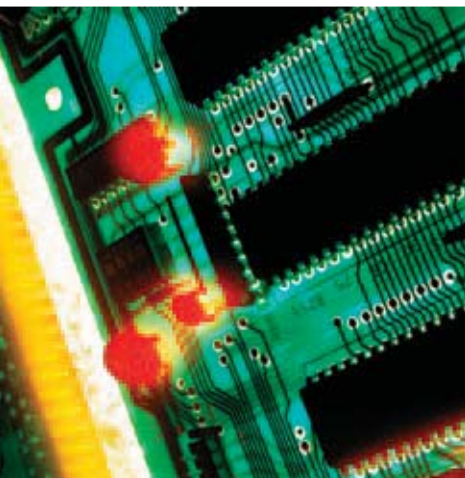
原材料

4N、6N、7N镓

三氧化二硼

锗·砷

PBN坩埚和MBE设备用配件



- **超低的位错密度 (EPD)**
- **更低的应力与更大的机械强度**
- **超洁净、开盒即用外延级**
- **优质的外延层形貌**
- **优质的几何尺寸的控制、对称性和热动力特性**

美国总部

AXT Inc.

4281 Technology Drive
Fremont, CA94538

Tel: 001.510.438.4700 ; Fax: 001.510.353.0668

Email: sales@axt.com

www.axt.com

北京通美晶体技术有限公司

地址: 北京市通州工业开发区东二街四号

Tel: 010-61562241/ 61562242

Fax: 010-61562245

www.axt.com

Cree 放缓向较大晶圆制造转移的步伐

LED 制造商 Cree 放缓了向较大晶圆制造转移的步伐，目的是为了保持更高的工厂利用率及盈利水平。虽然 LED 照明市场不断壮大，但仍然处于发展初期，供应链中 LED 芯片的过剩抑制了整体需求，也导致价格下降。Cree 此前已经开始了从 100 mm (4 英寸) 到 150 mm (6 英寸) 晶圆制造的转移，此举将有助于大力提升产量及生产力，并降低芯片价格。但 Cree 首席执行官 Chuck Swoboda 称，将会推迟转移，以便控制成本。向较大晶圆制造的转移预计将在未来三到六个季度进行。

Cree 的最新产品 XLamp XB-D 的尺寸是以往产品的一半，流明价格比是之前市面上出售的 LED 的两倍，可显著降低几乎所有照明应用中的系统成本。XLamp XB-D 采用 Cree 传统的碳化硅衬底，对于冷白光最高可实现每瓦特 139 流明，对于暖白光最高可实现每瓦特 107 流明。

欧洲启动 ERG 高效光伏电池研究项目

欧洲启动了一个名为 ERG 项目的光伏研究计划，该计划是在未来 3 年时间内将光伏电池转换效率提高至 25%。据悉，欧洲八国将为该光伏计划提供 2570 万欧元资金支持，研究包括提高光伏电池效率、降低转换损失、提高能源管理等整个光伏系统技术，项目目的是为了使得欧洲能够在 2020 年完成气候与环境目标。

该项目领导人 Francesco 博士强调，ERG 是为参与者提供高效光伏电池板技术，包括 25% 的光伏电池，超薄硅片、硅异质结光伏电池，以及激光背板印刷技术等。同时也将探讨染料敏化太阳能电池技术。

下一步，ERG 将研究前沿的储能、电流控制、智能电网、电源优化及充电技术，由意大利、比利时、德国、西班牙、爱尔兰、荷兰、斯洛伐克共和国及英国的企业与机构共同参与。

First Solar 刷新 CdTe 型太阳能电池模块的转换效率

美国第一太阳能公司 (First Solar) 的 CdTe 型太阳能电池模块转换效率达到了全球最高值 14.4%。之前的最高值是该公司的 13.4%。模块的转换效率是美国国家可再生能源实验室 (NREL) 测量的值，根据模块整体的面积计算得出。据第一太阳能介绍，该模块是在俄亥俄州佩里斯堡 (Perrysburg) 的该公司工厂内，使用商业规模的生产设备和材料制造的。第一太阳能计划在 2015 年底之前将产品的平均模块转换效率提高至 14.5% ~ 15%。该公司于 2011 年将平均模块转换效率由 2010 年的 11.4% 提高到了 11.7%。预计在 2012 年第四季度可达到 12.7%。另外，第一太阳能在 2011 年 7 月将小面积单元的单元转换效率提高到了 17.3%。

Tegal 出售纳米沉积技术

芯片设备制造商 Tegal 日前表示，该公司已经以大约 360 万美元售出超过 30 项的纳米沉积 (NLD) 专利。

Tegal 公司曾在去年 9 月时宣布将寻求出售专利。在 2010 年 3 月，该公司也曾出售其原有的薄膜蚀刻和物理气相沉积产品线给 OEMGroupInc.；另外，去年稍早该公司也将深层反应离子蚀刻设备出售给 SPTS。

Tegal 表示，该公司仍希望能以剩下的 NLD 技术售价能高于 400 万美元。目前该公司仍就其专利组合中的 Lot4 部份进行讨论，这部份主要是针对铜阻挡层和 low-k 电介质技术。

纳米薄膜太阳能电池研制成功 转换效率达 8.1%

澳大利亚斯威本科技大学和中国尚德电力控股公司的科学家们近日表示，他们已经研制出最高效的宽波段纳米等离子薄膜太阳能电池，其光电转化效率为 8.1%。该研究的领导者、斯威本科技大学的顾敏教授表示，作为大块晶硅太阳能电池的便宜“替身”，薄膜太阳能电池引起了广泛关注。

为了能捕获更多的太阳光，顾敏教授所率领的科研团队将金和银纳米粒子嵌入薄膜中，增加了电池可吸收太阳光的波长范围，从而增加了光子转化为电子的效率；并且使用了一些有核的或表面凹凸不平的纳米粒子吸收更多太阳光，改进太阳能电池的整体转化效率。

天华阳光全面布局促发展

天华阳光中国公司自 2011 年初成立以来迅速发展，通过成功实施的项目及储备的项目资源在光伏终端市场占据了一席之地，取得了难能可贵的成绩。公司近期战略调整，进一步细致天华阳光“产融结合”的服务体系，形成四大版块的事业：

- 新能源全球电站开发、投融资、项目管理、资产运维、资产管理（天华控股旗下的全球开发团队 / 公司）；
- 新能源电站建设的工程设计 / 集成建设 / 项目实施（中材天华）；
- 新能源产品质量检测 / 电站系统质量监测以及产业专业培训服务（常州天华）；
- 新能源电站模组化系统 / 配套产品的技术研发和创新（上海天华科技）。

天华阳光公司希望立足全球、通过高度本土化的专业团队为社会提供更精细化、系统化的新能源终端电站“一站式”解决方案，以“不断提升终端电站系统发电效率”为终极目标，为加快实现新能源发电“平价上网”贡献力量。

AIXTRON 新的研发中心接收首台干床吸收设备

Aixtron SE 为其新的研发中心选择 CS Clean Systems 的干床吸收设备。11 台 CLEANSORB 废气处理系统将用于位于德国和中国 Aixtron 研发中心的 MOCVD 设备和工艺。

总共有 11 台 CLEANSORB CS200SC 型设备安装在了德国亚琛 Dornkaul 的 Aixtron 研发研发中心，以及中国苏州工业园区（SIP）新的培训设施中。苏州培训中心是 Aixtron 与久负盛名的苏州纳米技术和纳米仿生研究所（SINANO）建立的合资企业。

在构建和运行后，CLEANSORB 干床吸收设备将由设在上海的 CS CLEAN SYSTEMS（中国）办事处提供直接服务。

对于 MOCVD 生长和 III-V 族外延结构刻蚀的气体 and 液体有机金属前体来说，在毒性、自燃和腐蚀性方面非常关键。CLEANSORB 干化学吸收技术不使用活性炭或其他可燃材料。通过室温下的干化学反应，有害气体被转换为稳定的固体副产品，无需加热或产生污染废水。

密封的 CLEANSORB 吸收柱设计可确保 MOCVD 用户绝不会接触到有毒的 MOCVD 副产品。在吸收寿命结



CLEANSORB干床吸收设备CS200PS PRIMELINE系列具备可再充CLEANSORB柱

束时，CLEANSORB 柱返回到本机 CS Clean Systems 服务合作伙伴进行维护。在翻新和再充新鲜化学吸收剂后，再将吸收柱运回给客户进一步使用。

我们跟您一块增长

我们了解半导体工业增长所需。因此我们一直持续投资更大的金属有机源钢瓶。源瓶尺寸的增长不仅是靠瓶设计的优化，也是我们生产成功的重要因素。阿克苏诺贝尔是全球大宗金属有机源的领先供应商。我们是唯一的有自己完整整合关键原材料的III族金属有机源的制造商。我们使用专一的、大型的反应器生产高纯金属有机源。我们充足的产能使我们独到的优势支持客户未来的增长。

www.akzonobel.com/hpmo

全球 LED 灯零售市场前景广阔

Philip Smallwood - Lighting Market Analyst, LEDs and Lighting, IMS Research

IMS Research 全球各地的分析师通过每月追踪 LED 灯零售市场的价格变化，分析得出不同地区 LED 灯泡零售价格，流明 / 瓦，流明 / \$ 的变化趋势。目前的数据包括分布于 12 个国家和地区的 26 家零售店 43 个品牌和超过 650 款灯。

自从 2011 年 9 月开始搜集数据以来，整个通用照明领域 LED 灯的平均价格变化并不大。然而，中国和墨西哥情况比较例外。中国地区 LED 灯的平均零售价格下降 41%，从 24 美元跌至 14 美元（如果将异常值也计算在内）；墨西哥 LED 灯的平均零售价格下降 29%，从 47 美元跌至 33 美元。需要注意的是，这两个区域 LED 灯平均价格下降的主要原因，并不是因为同一款灯泡的价格逐月下跌，而是因为每个月都会新增很多价格较低的产品。

对于多数用户来说，LED 灯的零售价格一直是影响购买的最主要因素。由于住宅插座占整个插座市场的 63% 左右，LED 灯生产商有必要通过降低产品价格来吸引这些消费者；同时，灯泡价格下降的速度也很重要，因为 LED 灯的寿命比较长，所以当越来越多的 LED 灯安装后，市场会变得越来越小，可能几年内不再有取代型灯泡的需求。

图 2 中的数据很好地说明了这一点。到 2013 年，LED 照明将会成为照明市场的主流，约占 40% 的市场份额（约 115 亿美元）。

然而，从 2014 年开始，由于灯的平均价格持续下降，市场增长率也在逐渐减小；并且我们预计 2018 年以后，LED 照明市场会开始萎缩（图 3）。

IMS Research 预计到 2014 年，LED 灯的平均价格会降到 10 美元以下，从而引起 LED 灯的销量剧增；同时各国的禁用白炽灯计划也会进一步促进 LED 的销售，比如美国 2014 年开始禁用 40W 和 60W 的白炽灯，中国 2014 年开始禁用 60W 以上的白炽灯，欧盟地区 2013 年禁用 40W 和 60W 的白炽灯。

为了取得 LED 照明市场的份额，尤其是在市场上仍然可以买到价格便宜的白炽灯和紧凑型荧光灯的情况下，生产商要在保证产品质量的前提下，尽快地降低产品价格，这对于消费者来说是非常重要的。就拿美国市场来说，20 世纪 90 年代早期由于大批的劣质紧凑型荧光灯涌入市场，导致这种技术最终进入通用市场变得很慢。这样的经历使消费者谨慎对待任何新的照明技术，包括 LED。因此 LED 公司既要保证产品的高质量标准，又要降低价格，还要有持续的盈利能力以适应快速发展的 LED 照明市场，这真是一场艰难的游戏。



图 1

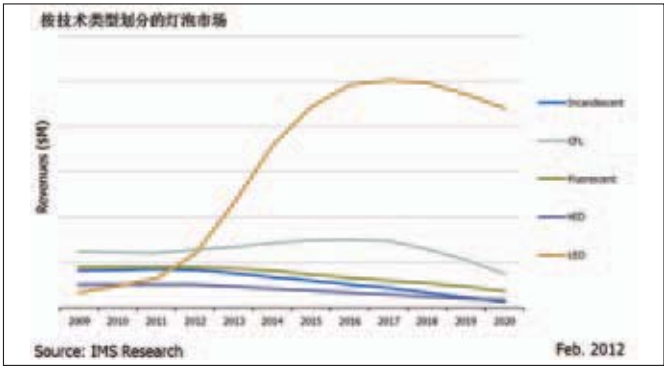


图 2

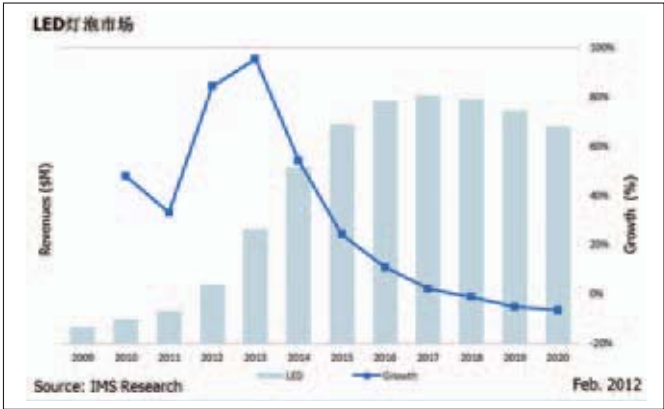


图 3

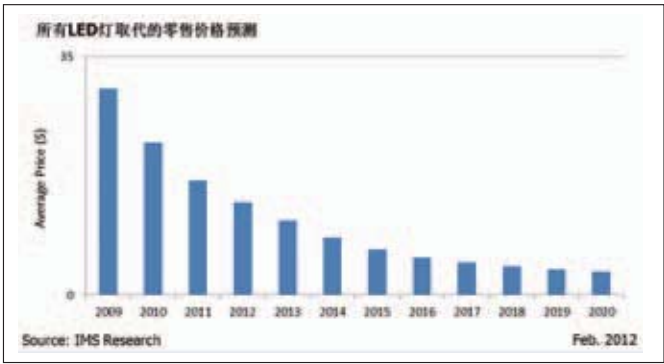


图 4



大幅降低氮化物生长的温度

Richard Stevenson PhD, Consultant Editor of Compound Semiconductor

采用金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 方法来沉积氮化物外延叠层, 需要较高的温度和大量的氨气, 但是这两个弱点均可以采用一种替代性生长工艺, 称之为“Meaglow”技术来加以克服, 该项新工艺的开发由加拿大新创立的项目进行。

目前金属有机物化学气相沉积 (MOCVD) 设备的销售额已经达到了惊人的水平。根据 IMS Research 的研究报告, 在 2010 年中, MOCVD 设备的出货量达到了 800 台左右, 今年的出货量预计还将增加 4%。这些 MOCVD 设备中有许多是运往中国的, 它们将用于沉积 InGaN 和 GaN 层的外延叠层, 用于亿万个 LED 关键结构的制造。

从商业角度来看有一点是十分明显的, 在氮化物层的沉积生产有一部分是由中国的 LED 芯片制造商来完成的, 而其大部分还是由世界其它地区的 LED 制造商所提供, 这二者均非常成功。然而, 这也不是意味着这种沉积工艺就没有改进的空间了。当前的金属有机物化学气相沉积 (MOCVD) 生长技术存在着一些弱点, 如它需要在高温下才能沉积氮化物层, 通常的生长温度为 1000℃ 左右。这将是一个很严重的问题: GaN 基的 LED 是生长在硅、蓝宝石或 SiC 衬底上, 上述这种高温生长环境会增加外延晶圆的弯曲度, 这主要是由于外延层和衬底之间的热膨胀系数 (TEC) 不同所致。

对于处于产业发展前沿的 LED 芯片制造商来说, 为了降低 LED 照明的价格而需要采用更大直径的晶圆衬底, 晶圆的弯曲问题将是一个非常大的挑战, 这是因为当外延晶圆的直径变得越来越大时, 其扭曲变形也就会变得更为显著。采用复杂的缓冲层结构并结合应变的控制措施可以降低晶圆的弯曲度, 但一个更具吸引力的解决方案是直接能在较低的温度下来生长多层外延薄膜。

大幅降低生长温度还存在另外一些好处: 这样就可以在更大的范围中来选择使用衬底材料, 如可以选用 ZnO, 它是一种温度敏感性材料, 并且能与 GaN 的晶格常数相匹配; 在低的生长温度环境下也有可能来进行富 In 的 InGaN 层的生长,

它的优点是能将绿光 LED 的光谱范围给予进一步的延伸; 低温生长还可对其它类型器件的开发提供帮助, 诸如对高迁移率场效应晶体管以及具有全光谱范围太阳能电池的开发等。

分子束外延 (MBE) 是一种可供替代的技术, 它是一种成熟的薄膜沉积技术, 可在较低的温度下来生长氮化物薄膜。如果 MBE 技术的应用是遵循 MOCVD 技术的发展足迹, 那么它应当主要是用于生长 N- 晶面的 GaN。然而, 在低温下 MBE 所生长的薄膜层通常具有粗糙的表面形貌, 这是因为在生长过程中形成了柱状的多晶结构, 它具有角锥形的顶端。如果改为生长 Ga- 晶面的话 (因它能具有更好质量而著称), 这种材料将能适用于包括 LED 和激光二极管应用在内的大多数 GaN 基光器件的开发。但 Ga- 晶面的生长也存在一定问题, 因为在低温下要沉积这种类型材料存在较大的困难。但它在一定条件下也可得以实现, 在 MOCVD 生长的 GaN 模板上, 或是在以较高温度生长的 AlN 缓冲层上, 就能成功地进行 Ga- 晶面材料的 MBE 生长, 而在氮化物蓝宝石衬底上则几乎没有可能来直接生长 Ga- 晶面。

幸运的是, 如今已经有了另一种替代性生长方法——“余辉迁移增强 migration enhanced afterglow”生长技术。虽然这种生长工艺部分借鉴了

Meaglow原型设备系统照片, 等离子源位于系统的顶部, 处于用来测量样品温度的光学高温计的后方。



封面故事 | COVER STORY – 外延

MBE 的基本原理，但是它在根本上与 MBE 是一种不同的技术，它是将基于 CVD 的等离子技术与 ~ 1 托的低真空度（较高的气压）相结合。这种新颖的生长工艺源自位于加拿大 Northwestern Ontario 的 Lakehead 大学，称之为 Meaglow 技术。该技术研发是在 2009 年年底开始启动的，如今正通过一种双管齐下的方法开始将该技术实现商业化进程：以较低投资成本来制作生长设备；另外还计划在今年晚些时候能提供在晶圆上生长 InN 外延薄膜的商业化对外服务。

一个称之为“Thunder Bay”项目已开始启动，其驱动力来自于首席科学家 Scott Butcher，他在 InN 薄膜生长方面富有经验，并具有很强的学术和产业背景。Butcher 说道：“我们已经在原型设备上进行了长达 6 个月的生长试验，在该阶段的较早时间，我们就取得了较大的进展，然而我们距离它的终极目标仍然还相差得很远”。



照片为安装在Lakehead大学中的Meaglow反应器原型，显示了其中的不锈钢超高真空（UHV）生长室（左图）和计算机电子控制系统（右图）。

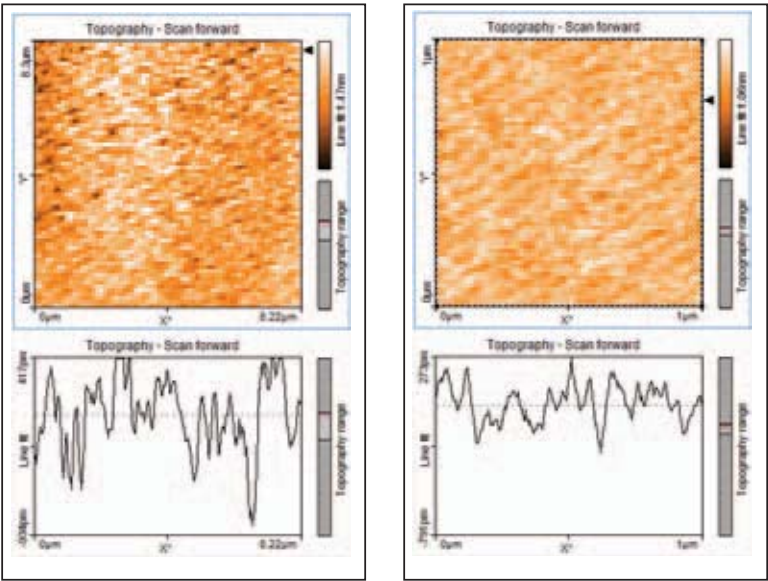
Butcher 十分乐意对这种具有开拓性的新沉积工艺发表他的见解。他解释道：与 Meaglow 技术相关联的较高气压环境可以产生高能量的等离子团粒，它们中的绝大部分将会转化成为具有较低能量的等离子活性团粒，在分子束外延（MBE）过程中也同样会出现这种类型的等离子活性团粒。Butcher 还补充道：“高能轰击会促进 N- 晶面薄膜的生长”，“要避免产生这种情况，可以采用起预主导作用的较低能量的等离子团粒，我们已经可以在 630℃ 的温度下，直接在氮化物蓝宝石衬底上来生长 Ga- 晶面的薄膜材料”。

迄今为止，在已经获得成功的例子中包括有采用 Meaglow 技术来生长具有极低表面粗糙度的 GaN 和 InN 薄膜。应用原子力显微镜对一个厚度为 200nm 的 GaN 薄膜进行了表面扫描分析，测量结果显示其表面粗糙度的均方根（RMS）值可低至 0.24nm。“我们也已经观察了在 470℃ 下生长 InN 薄膜表面的原子级别的起伏状况，其表面粗糙度的均方根（RMS）值只有 0.1nm”。根据 X 射线衍射分析测定，这两种薄膜的结晶特性都非常好。对于 GaN 薄膜来说，据 Meaglow 项目工程师所获得的 (0002) ω -2 θ 的 XRD 反射强度分布曲线，得到其半峰值的全宽度（FWHM）到只有 223 弧秒，而 InN 薄膜的 FWHM 相应值也只有 290 弧秒。

出类拔萃

Butcher 先生对低温下生长氮化物的兴趣可以追溯到上世纪 90 年代的早期，当时他还是一名博士研究生，在位于澳大利亚悉尼的 Macquarie 大学已故 Trevor Tansley 教授的课题组进行研究工作。Butcher 回忆道：“当 Shuji Nakamura 先生首次展示了他的蓝光 GaInN/GaN 发光二极管(LED) 后，来自于日本、美国和欧洲的大量研究和生产资源都转向了 GaN 的 MOCVD 生长领域”。“而 Trevor 教授很有远见，他并不想与海外的许多课题组直接进行竞争。我们的课题组在之前的十年中就已经积极地进行了氮化物生长的研究，我们所采取的是与众不同的研究路线，专注于低温下的氮化物生长”。

在与同事 Bing Zhou 和 Xin Li 的合作中，Butcher 曾采用了激光诱导化学气相沉积(LICVD) 方法来构建低温薄膜生长系统，该系统包含有 Butcher 开发的一种远程等离子微波源。Butcher



左上图：Meaglow技术在630℃温度下形成的200nm厚度Ga-晶面的GaN薄膜。原子力显微镜测得该薄膜表面的粗糙度的均方根值为0.23nm，在图中还可以区分出分子线度的台阶起伏。
右上图：原子力显微镜测得InN薄膜表面具有0.1nm的均方根粗糙度，以及具有分子线度的台阶起伏。

说：“然而，采用激光诱导 CVD 方法在薄膜生长均一性上存在很大的问题，因此在随后的开发中我就放弃了这种激光沉积的方法”。

Butcher 的职业生涯转向了新的研究方向：在 1995 年到 1997 年之间，他工作于 Pacific Solar 公司（现在的 CSG Solar AG 公司），同时他在这段时间中也完成了他的博士学位（PhD）；两年后，他受雇于澳大利亚核科学和技术组织（NSTO），此时他依然是 Macquarie 大学的荣誉研究助理。在他和已故 Tansley 教授的工作受到美国海军研究办公室（US ONR）官员 Colin Wood 的关注后，在 1999 年时他重新回到了该机构开始进行了全职研究，Wood 曾对 Butcher 的研究工作给与了资助。

在六年多前，Butcher 开始研究如何来对 Macquarie 大学所开发的低温薄膜沉积技术进行提升，但这项计划以 2005 年 BluGlass 公司进行资产分拆而告终。BluGlass 公司将它自身定位于构建光电器件的雄心勃勃的任务，不仅仅是在蓝宝石衬底上，而且也可在玻璃上，而玻璃是一种极其便宜的衬底材料。根据 BluGlass 公司在澳大利

亚证券交易所上最近的公告，它们生长的薄膜材料在结晶特性上仍需作进一步的改进。

当 BluGlass 公司的研究取得进展时，作为该公司首席技术官 Butcher 的健康状况却在不断恶化，他被诊断出得了癌症。虽然他在 2007 年和 2008 年成功地得到了治疗，但他还需要休息一年的时间来进行恢复。当他重新恢复痊愈后，他就开始仔细考虑下一步的努力目标。Butcher 说道：“我发现我还是想回到科学研究中，来研究一些低温下薄膜生长的基本性问题，以开发一种能超出我以前技术一代或两代的新技术”。亏得有了一次机遇，通过 Lakehead 大学学者 Dimiter Alexandrov 与他的友谊，他的这一梦想才得以实现。Alexandrov 为 Butcher 提供了在 Meaglow 研发中发挥其重要作用的机会。

生长中存在的问题

最近，对 Meaglow 技术的研究正在设法改善低温生长氮化物材料的结晶质量。其中的一个问题便是薄膜中的杂质问题，即薄膜中存在着掺杂元素或其它杂质元素的沾污。在杂质浓度超过其

找到提高8寸片HB LED良率的关键

Visit us at
Booth 2718
Semicon China
March 20 - 22



从ITO 到DBR及金属接触层，Evatec为HB LED薄膜产业提供高产量蒸发系统和无等离子体损伤的溅射设备，可以处理2”、4”、6”及8”基片。欢迎参观我们，您可以发现更多基于BAK 蒸发设备和Radiance溅射设备平台的关于HB LED 产业的专有薄膜解决方案。

LEDs • POWER DEVICES • TELECOMS • PHOTOVOLTAICS • MEMS • EVATEC - THE THIN FILM POWERHOUSE
www.evatecnet.com



封面故事 | COVER STORY – 外延



用于Meaglow反应器的金属有机物蒸汽运输系统。由于大多数金属有机物蒸汽不需要再使用~1 毛左右气压的载气——相对于传统的MOCVD系统，这样就能大大简化蒸汽的运输系统。

溶解度极限时，这些杂质会导致产生夹杂物和缺陷的扩展，在极端情况下会产生新的结晶晶界。在采用等离子方法沉积薄膜的所有杂质元素中，氧是最受关注的杂质元素。氧元素沾污的主要来源于微波等离子源和射频（RF）感应等离子源中通常所采用的电介质窗口材料，此问题可以采用常规的钝化方法来给予解决，但这又会使系统暴露于大气，之后需要三天时间才能恢复。然而，Meaglow 技术的研究已经学会了如何来避免这个问题，它所开发的高密度等离子源已经无需再采用电介质窗口材料，并可以将窗口面积按比例扩展到很大。

位于加拿大的全套 Meaglow 设备已经克服了一个更为基础性的挑战。由于降低生长温度会大幅度降低镓原子的表面迁移率，将会降低到比 MOCVD 的生长温度时还低。而理想的情况是，



标准Meaglow反应器原型设备的一个宽幅照片，显示了具有真空装载锁的超高真空（UHV）中央生长室，还配置了残余气体分析（RGA）和反射高能电子衍射（RHEED）分析室、金属有机物（MO）蒸汽运输系统（图中左侧）和相应的电子控制设备（图中右侧）

这些原子又必须扩散到足够的远，才能在与氮原子结合之前最终形成一个原子级别的起伏台阶，以实现二维的薄膜外延生长。Butcher 解释到，“如果表面迁移率太小，形成一个 GaN 分子所需的时间太短，那么，镓原子的扩散长度可能会远小于这一距离”，“随后三维的生长将会占主导地位，并且将会形成多晶的 N- 晶面材料”。

除非采用极其缓慢的生长速率，不然就不可能克服传统晶体生长方法的这种限制性。Butcher 说，“然而，物理学可让你来改造工艺”。他解释道，解决这一问题的窍门源于一种为分子束外延（MBE）所开发的迁移增强型外延技术。“其想法是采用一个大的金属蒸汽脉冲来使衬底表面达到完全饱和，即使得金属蒸汽基本上充满整个表面，同时又能维持一个最低的活性氮的气流”。在生长工艺过程中，在金属蒸汽脉冲的结束时刻才开始引入以等离子团粒，随后金属蒸汽会慢慢地被消耗掉。Butcher 补充道：“然而，对于镓原子来说，它会有足够时间来积极找到有利的晶格位置，使得它们可以进行进一步的二维生长”。引入一系列的这种金属蒸汽脉冲就可以堆积形成所需厚度的薄膜。Butcher 指出，这种形式的外延技术已经存在了好几年，但是传统上它比正常的薄膜生长速率还是要慢得多。“最近的一些进展已经突破了在这方面的限制，并已经在新的 Meaglow 薄膜生长系统中得到了应用”。

目前，该公司希望在 Meaglow 设备的销售上取得进展，并且将发展它的外延晶圆对外加工服务。这种新颖反应器的优势不只局限于它能在低温下生长 InN 和 GaN 薄膜，而且其运行的成本较低，因为这种沉积工艺是无氨过程，同时对镓原子扩散长度的控制也相对较为容易，这些优点都是进行如量子点和纳米线等纳米结构生长的关键性因素。通过安装在 Lakehead 大学的 Meaglow 设备原型，Thunder Bay 所启动的研究项目不但证实了其所具有的性能并且还作了进一步的改进。Thunder Bay 与其校友会有一个研究合同，来共同开发这种 Meaglow 技术，以将其应用于高速场效应晶体管（FET）和其他器件的工艺。持续的努力最终将开发出一种新的商业化 Meaglow 薄膜生长技术来替代当前在技术上已十分成熟 MOCVD 工艺，这种 Meaglow 生长技术可以克服传统 MOCVD 工艺的固有弱点。



降低外延成本来推动 LED 照明革命

Rainer Beccards, Aixtron 公司

LED 照明只有大幅降低价格才能实现普及，可以采用多种手段来实现这一目标。其中之一就是在 Aixtron 公司的 CRIUS II-L MOCVD 设备上进行薄膜的外延生长，它在产额、外延薄膜均匀性，以及反应气体和前驱体的有效使用等方面已成为 LED 产业的新基准。

Aixtron 公司在早期已开发了一些外延设备，但在随后很长的一段时期内一直在考虑这种新设计的应用问题。当白光 LED 在上世纪九十年代问世以来，情况就发生了明显的变化，从 LED 固态照明出现起，它就成为了一种杀手级的应用。

进入 LED 这个有利可图的市场是必然的趋势，但也取决于 LED 器件制造成本能否有大幅度的减低，LED 市场正在持续地向着这个方向发展。在过去的十年中，其成本的下降率基本上达到了 90%，与此同时，LED 的发光效率（流明每瓦 L/W）也以 90% 这一相同的比率在增加。

在降低 LED 成本和提高其发光效率上的快速进步，使人很容易想到已经没有任何障碍可以阻止 LED 固态照明的革命。毕竟，LED 的发光效率已经突破 100lm/W 大关，从而使它至少已经具有可以与紧凑型荧光灯相媲美的发光效率。而且，目前带有标准灯座的替代型 LED 照明灯已经在世界许多地区得到了使用，并且在一些国家中由于相应法规的支持，其销售量也已经超过了白炽灯。如果 LED 的销售量能真正开始起飞，那么整个 LED 的供应链将能满足这种快速增长市场的需求，这是因为 LED 制造商早已经提升了它们的产能以迎接这即将到来的商机，但是还必须要解决好 LED 成本这一关键性的问题。

降低成本

尽管 LED 的成本在决定一个 LED 灯的价格上扮演了主要角色，但是还存在一些其他方面的影响因素。根据 2011 年 6 月美国能源部公布的固态照明发展蓝图，LED 灯一半的成本来自于 LED 封装器件，其余成本则由光学、机械和热组件，以及驱动电子部件所决定。

与 LED 封装器件相关的成本又可以被细分

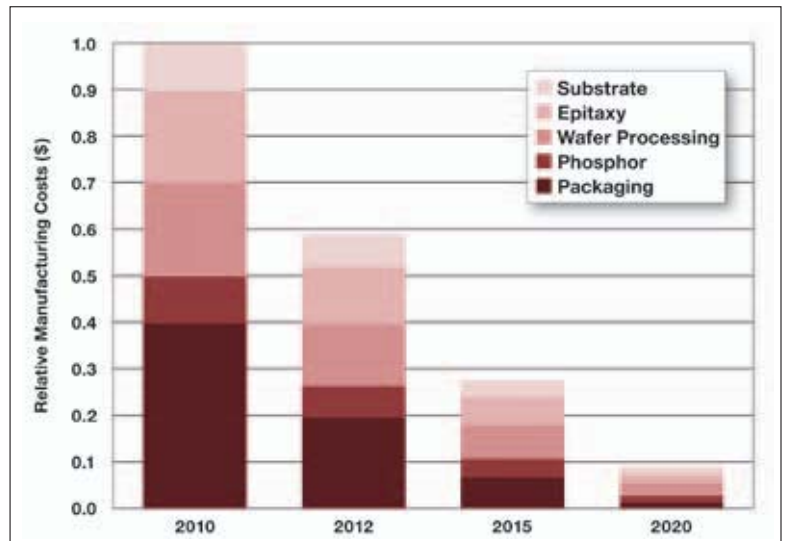
为：衬底、晶圆加工、荧光粉和封装，最后但又是重要的是与外延生长相关的成本。外延生长在 LED 封装器件总成本中并不是影响最大的因素，但在 2010 年，外延生长仍然占到了 LED 总成本的五分之一。

鉴于 LED 成本的大幅降低已经持续了十多年，因此，普遍的预测是 LED 封装器件将会越来越便宜。比方说，美国能源部预计在今后十年中 LED 的价格还将下降 90%。但假如果真如此的话，那么与 LED 外延生长相关的成本必需要下降到目前的十分之一（见图 1）。

要在今后十年里将外延成本再降低一个数量级，这将是一项非常困难的任务，为了寻找完成这项任务的解决方案，就必需先了解一下之前是如何来实现成本降低的。

在 LED 制造的前 15 个年里，降低外延生长成本背后的驱动力是来自于 MOCVD 设备产能和生产力的提升。Aixtron 公司作为世界上最大的 MOCVD 设备系统制造商，它在产业中起着引领作用，每隔 3-4 年它都会推出新型号的外延生产平台，相比于先前的外延生产平台其晶圆的

图1: LED封装器件成本降低的路线图（由美国能源部的能源效率和可再生能源办公室提供）





技术 | Technology – MOCVD

加工产额都有着很大的提高。例如，一种新一代的技术进步已经出现在我们的具有“紧密耦合喷淋头（CCS）”的反应器系列设备中。该项研发以1996年启动的3片2英寸的R&D平台为基础，其最新的型号是CRIUS II，它能一次加工55片2英寸或13片4英寸的晶圆。这种大容量加工能力，使得这种MOCVD设备已经成为现今LED制造商期待扩展其生产能力时最为青睐的设备选择。

但是也存在这不好的消息，因为我们不能把历史上降低成本和提升生产力的方法简单地外推到将来。由于还存在着许多影响MOCVD设备运营成本的因素，如晶圆的加工容量、生长速率、设备完好运行时间、自动化程度、再生产性和良率等。尽管所有上述这些因素都已经被MOCVD制造商所利用来提高生产率，未来的进一步提升可能就需要来同时综合优化这些众多因素，这将是一个长期的目标，且不会在LED的产业行为中得到直接的反映。LED产业在过去两年中经历了飞速的增长，并且在LED产品性能方面呈现出巨大的提升，产业发展的这种加速趋势将引导我们着手寻找能直接降低LED生产成本的最快、最为有效的解决方案。

我们从详细分析总体拥有成本（TCO）处开始着手，提出了一个我们自建的模型，它在过去几年中我们一直在不断地对它进行完善。该模型已经获得了我们客户的验证和认可，并且在精确预测生产成本方面给客户留下了良好的印象。该模型可以用来计算加工产额，考虑反应器类型、晶圆加工容量，生长次数，非生长次数，以及设备完好运行的时间等的影响。与此同时，在该模型中还包含了真实的LED结构及其工艺，以及典型的良率状况。

该模型会考虑到各种不同的成本因素：设备折旧因素；包括载气、金属有机物和氨在内的消耗性化学品材料因素；与设备硬件相关的易耗品

和备件因素；操作工和管理员的劳动力成本因素；以及包括净化间和基础设施在内的工厂成本因素等。该模型能独立地区分出由反应器所决定的成本，反应器被认为是MOCVD系统的核心组成部分，与此相关的成本是折旧、化学制品和易耗品成本。而其他与MOCVD平台相关的成本则与反应器没有直接的相关性，它们应包括在工厂和劳动力成本因素中。

在这种总体拥有成本（TCO）分析中最为重要的发现是，与反应器相关的成本将会占到总成本的90%以上（如图2所示）。换言之，在当前情况下要试图大幅降低总体成本则必须致力于反应器的设计。尽管改变MOCVD平台或周边部件的设计能节省一些成本，但是要依靠它们来进一步降低总成本的空间已经是很小了。

反应器的设计考虑

基于上述结论，我们研发小组已经致力于反应器的设改进计，以能在较短的时期内来降低外延生长的总体成本，但这并不是我们唯一的目的。我们CRIUS设备的强势是在于它具有令人难以置信的高度稳定性，这对工艺工程师来说是极其重要的，因为这将能使工程师们无需在先后运行的两个晶圆加工批次之间不断地调整他们的工艺菜单。我们认为，任何对这种高度稳定性和可重复性的妥协都将是无法令人接受的，当然如果可以实现对其进一步改进的话，那将会更好。

最后，可能是所需条件中最为重要的，那就是我们认为，必须要能保证从CRIUS反应器到其后续工艺设备之间要是一个无缝的晶圆输运送过程。为满足所有上述这些要求，我们选择了一种改良性的方法，研发出了能扩充晶圆加工容量的CRIUS II-L反应器。

这种MOCVD设备适用于多种晶圆尺寸：包括有69 x 2英寸、16 x 4英寸、7 x 6英寸或3 x 8英寸晶圆（如图3所示）。这些尺寸晶圆间的转换十分简单，只需要更换晶圆承载盘即可，无需对工艺再进行任何调整。

要按比例放大CRIUS II-L反应器的晶圆加工能力，就如同在先前在“紧密耦合喷淋头（CCS）”反应器不同技术代之间的变迁一样，所有的气流量都能以相同量级进行按比例放大，因为在设备中的主要几何和机械参数都未曾发生变化，只是

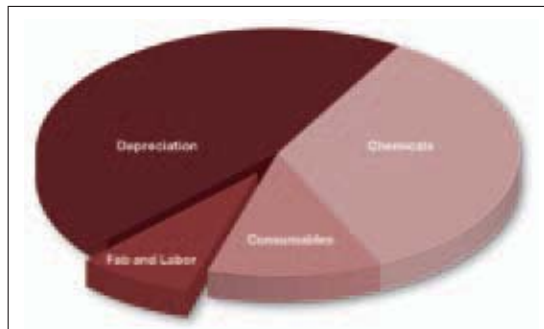


图2: GaN LED MOCVD系统总体拥有成本（TCO）的组成要素，与反应器相关的成本占到总成本的90%的以上。



增加了石墨承载盘和喷淋头的直径。新的晶圆承载盘的面积比先前增加了 9%，所以载气、氨气和 III 族烷基的气流量也必须有相同的增量。然而，由于晶圆承载盘的填充因子作用，能使可用的晶圆面积增加了 25%，同时还意味着可将金属有机物和氨气的消耗量减少 13%，最终将可大幅度地降低 LED 的制造成本。

CRIUS 反应器以其优良的生长均匀性而著称，使得它成为获得高良率的关键。这种优良的生长均匀性源自于以下两个设计的组合：一是通过专用的喷淋头来均匀地注入气体的设计，另一是能提供极其均匀的温度分布的独特加热系统的设计。这些基本设计对 CRIUS II-L 设备的成功是十分必要的，即需要对加热器进行专门设计，以使整个生长区域晶圆都能达到所需的温度均匀性水平。

在 CRIUS II-L 上加工的外延晶圆在发光波长上的均匀性印证了上述这些努力的成功所在。在一个全晶圆负载的加工批次中，其中 2 英寸外延晶圆 460nm 峰值发射波长均匀性的典型标准偏差值仅为 0.9nm（距晶圆边缘 2mm 的范围除外），在所有的 69 个晶圆之间这个发射波长的偏差值可以低至 3.1nm。

对于 16 x 4 英寸的反应器全负载加工也能获得相似的良好结果：即每个晶圆内只有 1.3nm 的波长均匀性偏差，对所有 16 片晶圆（如图 4）来说，其绝对波长偏差值也仅为 2.1nm。外延加工的良率可以由反射波长的均匀性分布图进行计算得到，结果表明，95% 以上的晶圆都可被加工成为峰值发射波长偏差小于 5nm 的 LED 器件。

除了高均匀性带来高良率以外，我们还认定在 CRIUS II-L 反应器中要能够进行最重要 MOCVD 参数的测量，即能够对整个晶圆上温度分布这一参数进行测量。所以，我们在每个 CRIUS II-L 中都配置有一个 Argus 探测器，它是一种测量温度分布的器件。有了这个温度测量手段之后，工程师们便可对每片晶圆上的温度分布进行监测，也可对同一反应器负载生长批次中各个晶圆之间的温度差异进行比较，以及对不同生长批次之间、甚至不同反应器之间晶圆生长温度的变化进行细查。

这种 Argus 监测手段在较早 CRIUS 系列设备产品中就已经开始采用，然而目前它是以更大面积的形式出现，以能与 II-L 较大的石墨承载盘尺寸相兼容。能进行实时温度监测的

Argus 探测器是由一排光电二极管构成，在外延生长的过程中，每一个光电二极管通过探测生长加工晶圆所发射的红外热辐射来确定该晶圆的温度。由于载物台上晶圆所发射的红外辐射可以通过喷淋头中用来向生长室里注入反应气体的小孔射出，所以我们不需要设置额外的红外光学窗口。在生长过程中旋转晶圆将可完成对整个晶圆区域的扫描，以形成整个晶圆负载区域的温度分布情况。

我们对 CRIUS II-L 反应器的介绍表明，该设备是向着从未有过高生产率前进道路中的又一个里程碑。当 LED 芯片制造商改用更大的晶圆尺寸时，我们这种最新型号的 MOCVD 设备就能满足这种需求，这将会给 LED 芯片制造商带来额外的效益。我们的 MOCVD 反应器会随着时间不断地提高，生产平台及其外围部件也会不断地有着相应的改进，检测技术也会不断发展，由此来促进外延生长加工良率和产额的进一步提升。

芯片厂的整合也将会起到很重要的作用：当前制造执行系统的接口功能对于现在的 CRIUS MOCVD 设备系统是一个标准型的选择，并且先进的工艺控制系统还将会有进一步的性能提升。再者，无论何时只要认为能够明显地提升生产率和性能，就将会考虑采用自动化解决方案。这些建立在其自身基础上的每一项进步都将会使 LED 成本下降，所有这些努力的共同组合将会引导 LED 固态照明开启广泛应用的新纪元。

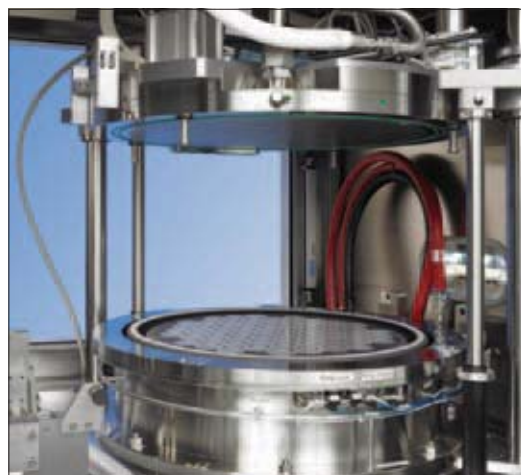


图3: 69 x 2英寸晶圆配置的CRIUS II-L反应器

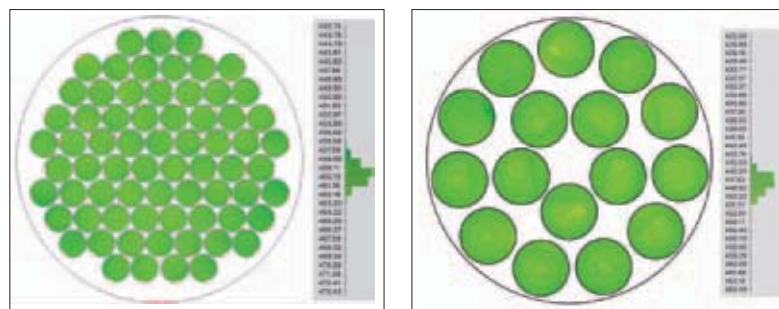


图4: CRIUS II-L反应器中满负载晶圆的PL波长均匀性分布图，左图：69 x 2-英寸晶圆配置；右图：16 x 4 英寸晶圆配置。



MicroGaN 公司将 3D 技术引入氮化物晶体管

MicroGaN 发布了一款基于硅衬底 GaN 的 600V 耐压功率器件，预计 2012 年功率电子产品采购商将能够以硅 (Si) 基器件价格获得与 SiC 基器件性能相当的高性能晶体管和二极管。

随着对产品能效的重视越来越高，人们不再需要去电子产品的客户手册打印小条上搜寻能耗值，现在这些参数将会在销售时明确标识，甚至对于潜在客户来说这是一个重要的考核要素。人们对于电子产品强烈兴趣的背后是价值数十亿美元的电子市场的销售增长。以数十家公司为主体的硅器件主导了这一市场，他们提供各种各样的电子元器件产品，包括个人电脑上的开关模式电源，光伏逆变器，混合动力汽车上的电力电子元件。然而，这些拥有数百万美元销售额的晶片制造商们正面临着来自宽禁带半导体更为激烈的竞争。

这些竞争者们主要是一些碳化硅 (SiC) 器件厂商包括 Cree, Infineon, SemiSouth 等。从能效上来说他们的产品性能远超于硅器件，但是价格却是主要障碍，制约了消费群体的购买。例如一款 CREE 的采用 SiC 材料的 1200V 耐压功率的场

效应管市价在 90 美金左右。

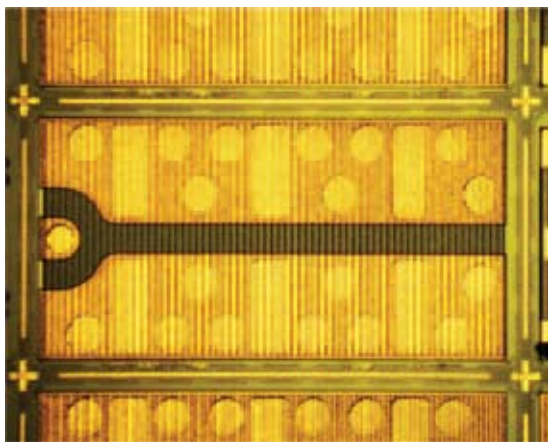
幸运的是，我们还有一种更为有前景的材料可以选择：硅基氮化镓器件。“我们可以以硅基器件的价格实现 SiC 基器件的性能，” MicroGaN 公司的业务发展经理 Ertuğrul Sönmez 说道。作为德国乌尔姆大学的子公司同时也是一家新创立的企业，MicroGaN 公司致力于硅基氮化镓器件的研究。他还表示氮化镓 (GaN) 和硅 (Si) 的结合，形成高集成度的电子元器件是有极大潜力的。因为在单芯片上可以容纳多种功率器件，诸如功率二极管及开关等。

群体优势

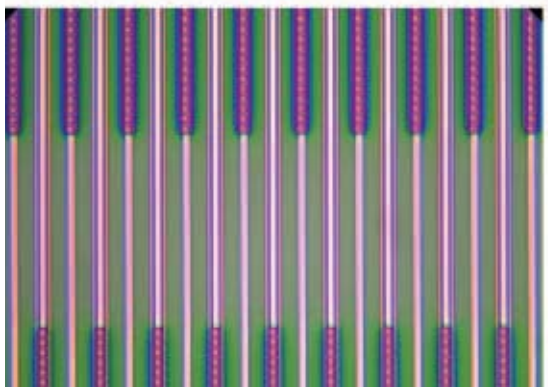
MicroGaN 公司一直致力于开发 600V 耐压二极管及晶体管。在功率电子器件方面，MicroGaN 公司不乏同业竞争者。International Rectifier 在组装一款 30V/12A 模组，EPC 公司销售产品有从 40V 到 200V 的晶体管器件。一些散布着在全球的其他公司也在开发相关产品。

这些竞争，尤其是对于来自行业资深的企业的竞争压力，对于初创的中小企业来说是一个重大挑战。Sönmez 对于这种竞争压力给出了自己的理解，他说：“如果你在研究一种新的材料体系，这种体系必须要获得应用工程师们的认可。这必须是一个高效，知名以及可信的材料体系。竞争压力将会极大地促进这种可信度。”他也希望所有从事硅基氮化镓功率器件行业的厂商们共同努力来打造一个好的平台，他相信这些公司都将在市场中取得一定份额。

在众多的从事硅基氮化镓器件的公司中，MicroGaN 公司是唯一一家利用 3D 芯片架构来实现 600V 耐压功率器件的。这项技术在降低成本和提高性能方面都会有所贡献。乌尔姆大学成功的将这种表面态晶体管的 3D 技术实现了产业应用。这是一种简单但强劲的技术手段，其优势在于不需要掺杂或者注入工艺。由于材料中内建电场的存在，在硅衬底上外延生长的 GaN / AlGaN 材料体系能够形成二维电子气；



MicroGaN公司在硅基
GaN外延片上制作的晶粒



由乌尔姆大学子公司
MicroGaN生产的晶粒
局部





沉积数十微米的金属欧姆接触层形成了另外一种器件形态。典型的欧姆接触金属厚度仅需要 100nm 左右就可以形成足够低的电阻。实际的做法是开发了一种折叠拓扑结构，将多层结构并列起来。(如图 1)。

尽管这种器件也可以通过平面技术实现，但 3D 技术使得芯片结构更加优化。“这是大尺寸功率集成电路的唯一解决方案，” Sönmez 表示，他同时指出 3D 芯片结构 降低了器件尺寸，不仅带来明显的成本效益也使得导通电阻大大降低。

通过上述将金属接触带宽扩展到 100nm, 导通电阻降低到 170 mΩ。在外延材料质量方面的进一步提升会更大程度降低这一参数值。

MicroGaN 公司的产品一大优势是它有一个公用平台。通过改变接触结构以及 GaN 和 Si 两方面结构，可以实现二极管和常开常关的晶体管(参见文末附的“一种标准制作工艺平台”)。

强大的硅基 GaN 背景

作为共同创始人，Mike Kunze 和 Ingo Daumiller 在他们的博士研究开始阶段就创立了这家公司，他们始终致力于硅基 GaN 的研究，包括了 III-V 材料生长等。MicroGaN 公司的 3D 芯片结构就是基于这样一个核心平台内部来完成的。

这家公司的创始资金以及初期运转资本均来源于德国投资银行 KfW(复兴信贷银行)，在 2005 年底第一轮私募融资包括 MAZ 一级有限公司和 Technostart 投资公司提供了额外的资金提供了额外的资金。2009 年乌尔姆大学出让股份获得了 KfW 和 Technostart 投资公司的资本注入。公司的创始地是由乌尔姆大学提供，作为本公司的强大支持力量的乌尔姆大学在垂直腔面发射激光器 (VCSEL) 制造商 Ulm Photonics 的公司成长中也曾经扮演重要角色。

MicroGaN 公司最初的办公地点由乌尔姆大学提供，公司雇员可以进入 1000m² 设施完善的净化间。随着公司的成长，公司需要属于自己的空间。在 2009 年公司搬到了大楼的地下室，并组建了属于自己的净化室。“我们仅仅是共用中央供应系统，如气体系统和纯水系统等，” Sönmez 解释道。

对于 MicroGaN 公司来说更多的里程碑事件

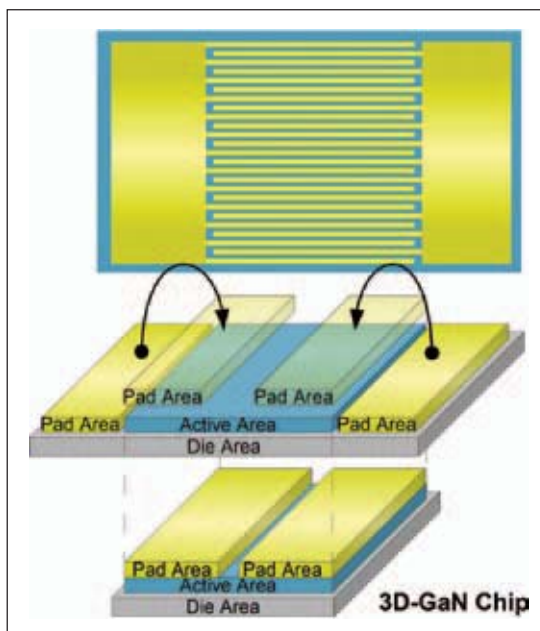


图1: 采用一种3D技术，MicroGaN公司能够制作多种集成二极管和晶体管，具有更低的成本同时降低了寄生效应。

包括 2007 年 1000V 耐压功率器件的试产及接下来一年中 3D 器件知识产权的建立。“2009 年我们建立了 6 英寸产线，2010 年我们的交换器产品雏形推向客户，” Sönmez 说道：“2011 年我们将量产自主特色的产品。”

风险分担

尽管在氮化物薄膜异质外延沉积方面有强大的专业技术背景，MicroGaN 公司还是决定将外延生长外包出去。Sönmez 说：“你不能同时做好每一件事情，所以我们决定和我们的合作伙伴在外延方面一起密切合作共同发展。”

近年来 MicroGaN 公司主要的策略变化是由射频 (RF) 元件转向功率器件。Sönmez 表示这种策略转变的背后原因主要是由于 GaN 的电场优势有所发挥，而此前一度认为 GaN 不适合做功率器件。他说：“自从外延上高压技术首次取得突破，我们就从射频技术转向了高压技术。”

如今市场的主流还是以 4 英寸产品为主。“我们同时也在密切关注 6 英寸的发展，但是对于 600V 耐压功率产品来说临界电场强度和均匀性都是有很高的要求的，” Sönmez 解释道。器件开发工作几近完成，不久 MicroGaN 公司将会推出他们的中试产品，在线测试以及面向主导客户同时进行。

德国的厂商们也在纷纷猜测这种二极管和交换器原型器件的性能。这种 600V 耐压肖特基势垒二极管，号称最优异性能，可以在 0.3V 下开启，



1.2V 下达到 4A 输出。这相对于 SiC0.9V 的开启电压有明显改善，主要是由于硅基 GaN 上直流损失会更小。同时该公司这款常关开关的导通电阻为 320 mΩ，栅源电压为 0V，漏源电压 600V 下漏电流为 1mA。固定漏源电压 0.7V 下，漏电流达到 2A 时栅源电压为仅为 3V。

对于商业化产品来说过高的制造成本使得仅有高性能也是无法获利的。Sönmez 表示对于这款产品来说不存在这样的问题。他宣称这种硅基 GaN 常关开关器件的成本要比复杂的硅制作工艺低。他说：“我

们的工艺复杂程度也是比较低的——低于复杂的硅制作工艺，例如 CoolMOS。远低于 SiC 工艺，SiC 工艺需要做沟道或者其他工序以实现常关功能。”他也承认目前外延方面的成本要高于硅 (Si) 外延，但如果电阻值能有 10 倍降低的话那么这一点也会被抵消掉。他说：“最终的结构成本竞争将会以达到硅 (Si) 工艺成本为最终目标。”

MicroGaN 公司产品的初段应用会在替代硅 (Si) 基和 SiC 基器件上。在这一应用领域，电路不需要重新设计，仅仅需要替换掉那些 SiC 的续流二极管和 boost 二极管元件。这些元件用于功率因子校准单元中 boost 位置以及太阳能和电机驱动器中控制电流的 H 桥电路。

在功率电子领域的进一步应用就需要对现有的 H 桥电路重新设计，现有 H 桥电路包括了四个硅基绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 和一些额外的续流二极管。首先 MicroGaN 公司的晶体管取代硅基绝缘栅双极晶体管 (IGBT)，不需要额外的二极管。但延续下去进一步的设计将会更加理性化。Sönmez 说：“我们将看到完全集成化的在单芯片上实现的功率转换技术，同时，现有的这种 3D 的技术的优势也将显现。”

未来的几个月中 MicroGaN 公司将会做一些试样的技术准备，为选定的计划在 2012 第一季度中初次试用的客户提供试样。一旦建立起制造的合作伙伴关系，将会很快导入量产。

“我们已经从初始阶段发展到可实现产业化。” Sönmez 表示。不仅仅是外延代工，整个产品工艺都将实现转移，MicroGaN 公司正朝着这个方向努力。他还说：“我们将首先实现具备成熟工艺条件的 600V 耐压器件的 4 英寸产线产业化。同时也会追踪 6 英寸的发展，一旦良率、均匀性、漏电等电性能满足要求我们将升级到 6 英寸。”如果 MicroGaN 公司能够实现这一平稳过渡，那么在功率器件市场上将会大放异彩。

(理查德·史蒂文森 报道)

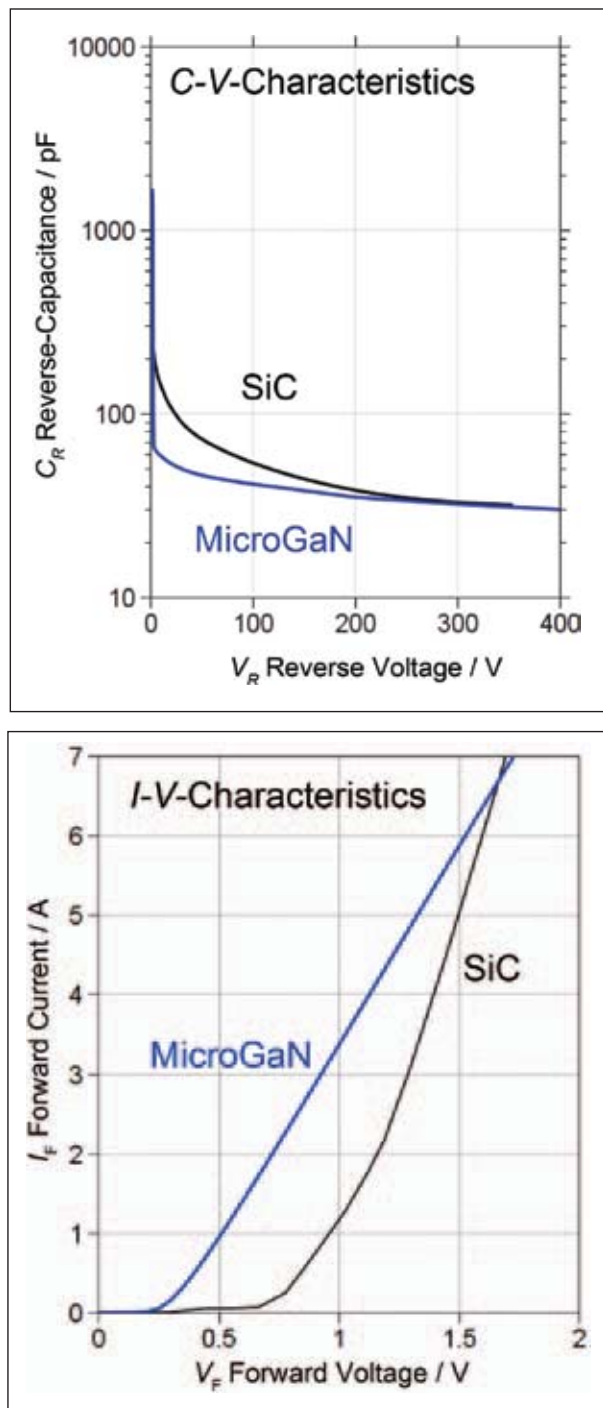


图2: GaN LEMT和硅基肖特基二极管相结合使得这种超低压特性的二极管具有高压特性

介电柱体增强光提取

Ahmed Noemaun, Rensselaer Polytechnic Institute

欠佳的光提取阻碍了 LED 性能的提高。但通过在 LED 器件顶面上加上图形介电堆叠层，就能大大改善光提取的状况，此外该方法还能控制光的远场发光模式。

在理想情况下，每个 LED 内产生的光子都能离开器件并成为有用的照明。但这在实际中并不会发生，部分光子由于表面边界的内部全反射被困在芯片中，还有部分光子被金属电极吸收。

为了提高 LED 的光提取效率，工程师们尝试过以各种方法改进器件设计，如表面粗糙化、改变芯片几何形状、蓝宝石图形衬底，以及加入光子晶体结构等。如果采用上述修改，蓝光 LED 的最低光提取效率可达约 25% 左右，而紫外光 LED 的效应指标可能只略高几个百分点。

通过光刻技术制备亚微米图形工艺复杂且成本昂贵，限制了光子晶体和蓝宝石图形衬底技术的应用。并且其工艺控制也相当困难，可能降低器件的内量子效率和电性能。

表面粗化是一种简单且具有成本效益优势的光提取方法。从概念上来说，表面粗化非常简单，部分光会从表面的尖锐部分离开器件，剩下的仍被反射和漫反射，总的来说会减少光永久被困的几率。若干种方法可粗化 LED 的表面，包括晶相湿法腐蚀氮化镓的 N 表面等等。但这些方法都只能针对基于某种半导体材料的 LED 或针对某个晶面，并不能应用于所有的 LED。另外，这些方法对粗化表面的参数控制极其有限，并不能改变 LED 的远场发光模式。

在伦斯勒理工学院 (Rensselaer Polytechnic Institute)，我们首创了一种提高光提取的新方法，它并不限于某种 LED 半导体材料或其晶向，并且能控制器件的远场发光模式。该技术主要是在 LED 顶面上加上一个折射率渐变的 (Graded-Refractive-Index, GRIN) 图形结构。不采用该技术时，大部分达到 LED 顶部界面的光都被反射了，只有少部分的人射角度在逃离圆锥范围内的光能离开器件。使用我们的技术后，通过在顶面增加电介质柱结构，为圆周曲面能提供更多的光提取表面，

从而提高光输出功率。

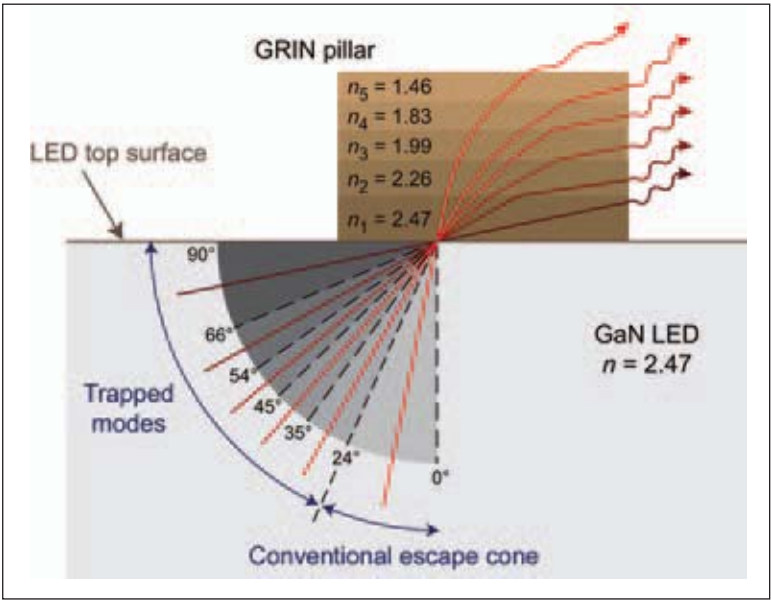
由于上述改变，在顶面逃逸锥的基础上还包括了柱侧壁的光逃逸锥，从而大大增加了光逃逸区域。这还不是该方法的唯一好处，如果柱结构由折射率渐变层 GRIN 构成，那么进入柱结构的光在经界面折射后，会以几乎垂直的角度达到侧壁。最终，经过对折射率和 GRIN 堆叠各层高度的合理设计，可以提取出所有的被困光学模。

选择各层的折射率以使各层界面间的全反射角与侧壁和空气间的全反射角互补，从而消除内部全反射引起的部分光线被困。柱状结构的最下一层需选择与 LED 芯片顶部折射率最接近的材料，以确保在界面处没有耦合损失。GRIN 中每层提取某特定角度范围入射到该层表面的光线。

例如，复合结构中的第一层，其折射率为 2.47，可提取相对 LED 芯片顶面入射角在 66 至 90 度范围内的光线。相比较而言，第二层的折射率为 2.26，可提取以 54 至 66 度入射的发散光线。

以我们所提出的方法，通过对柱体的高宽比

图1：经过仔细设计的五层电介质材料柱体，具有渐变的折射率，能提取LED半导体芯片中被困的光模。





MERSEN CARBOSIL™
碳化硅(SiC)镀层石墨托盘
被广泛应用于各类
MOCVD制程中



美尔森先进石墨（昆山）有限公司
联系电话：4001-628-288
SEMICON2012展位号：E1-1018

MERSEN

进行仔细设计，能阻止光线被反射回半导体芯片。这些柱状结构以点阵形式排列，设计柱体之间的间距是一项非常微妙的平衡选择。如果间距过大，会导致没有足够的光线进入柱体，导致 LED 的光提取效率不高；但间距太小的话，离线某一柱体的光线中相当一部分会重新进入其邻近的柱体，而没有离开器件。

理论实现

为了能提取 LED 中所有的光模，需要使用两种折射率相当较大的材料。再次我们使用具有高折射率的 TiO₂ 和低折射率的 SiO₂。两种氧化物薄膜能形成复合电介质层，根据两种材料的比例，其总体折射率可在 1.46 至 2.47 间变化。

在我们的案例中，使用溅射沉积来制备具有 5 层不同折射率的 GRIN 堆叠结构，具体通过对 SiO₂ 和 TiO₂ 靶材应用不同的功率来实现。我们为堆叠层另加上一层 ITO 作为后续干法刻蚀的硬掩膜，如图 2 (a) 所示。

GRIN 图形通过接触式光刻和 ICP 干法刻蚀实现。ITO 层使用 CH₄、H₂ 和 Cl₂ 来干法刻蚀以形成图形掩膜，再使用 CHF₃ 来刻蚀 GRIN 层。柱体的侧壁非常光滑、笔直，只含有诸如颗粒一类最少的残留，能提取出所有被困的光模，如图 2 (b) 所示。

在薄膜 GaInN/GaN 蓝光 LED 的顶面上制备 GRIN 图形结构，以此对我们的 LED 设计进行测试。上述变化可使光输出功率提高 131%，并将光提取效率提升至 70% 左右。图形结构的形状能影响器件性能，我们发现具有钻石形 GRIN 的 LED 比具有圆柱体形的 LED 更亮。理由是进行圆柱体的光线可能被困在该结构中，类似回音廊，而钻石形结构则没有上述缺点。

我们的 LED 与传统 LED 设计相比最主要的差别是，发光密度的峰值不在器件顶面的法向附近，由于光线从 GRIN 结构的侧壁离开器件，因此发光密度峰值偏离顶面法向 25° 至 55°。GRIN 结构 LED 的远场发光模式为双叶型（类似兔耳朵），而不是通常 LED 所具有的郎伯（Lambertian）型，如图 4。而通过短时间的氧化物缓冲液刻蚀改变 GRIN 柱体的斜率，能使发光密度峰值向顶面法向偏移（图 5）。

制备工艺末尾一个简单的附加步骤就能精确调整发光模式，为设计引入了更多的灵活性，是我们提出方法所独具的特殊价值。

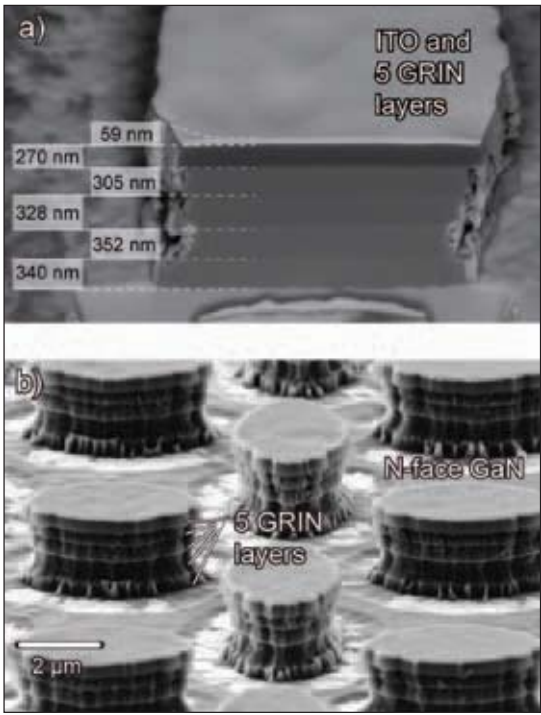


图2: (a) 扫描电子显微镜 (SEM) 图显示GRIN堆叠层由TiO₂和SiO₂材料组成，并在顶部具有ITO层；(b) GRIN柱阵列SEM图。

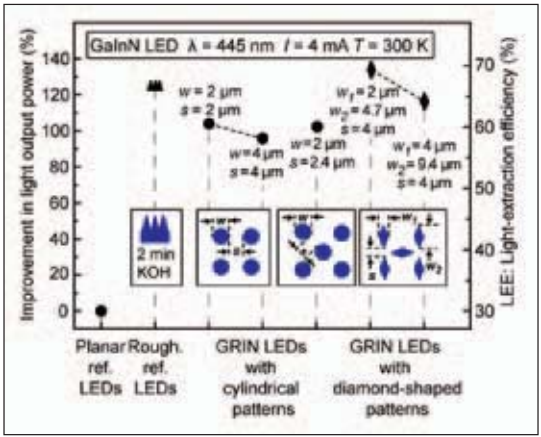


图3: 具有GRIN结构的LED能提供与平面和表面粗化参考LED相比更佳的光输出。

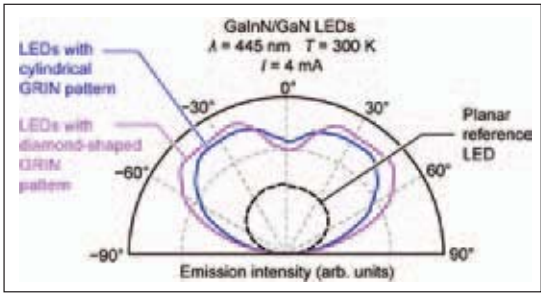


图4: 具有GRIN图形阵列的LED与平面参考LED的远场发光模式比较。

我们还在持续改进中，我们正在寻找 GRIN 柱体尺寸、形状、排列和填充率的完美组合，以从 LED 中提取最多的光线。我们使用光线追踪法 (Ray Tracing) 进行模拟，以选定圆形、方形还是菱形堆叠，及其优化排列，从而确定完美 GRIN 图形参数。

我们所面临的问题与餐馆老板类似，都是

技术 | Technology – LED

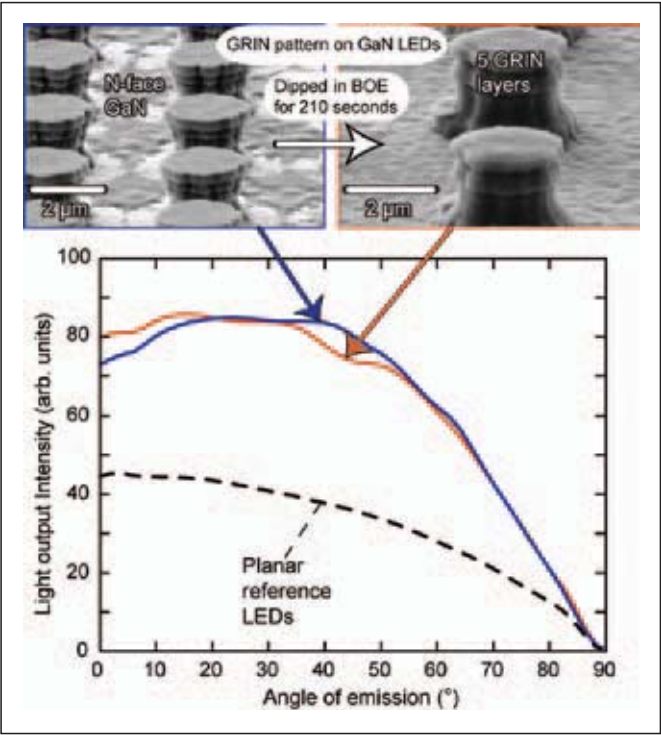


图5: 改变GRIN柱体侧壁的斜度能对LED远场发光模式进行精确调节。

制远场发光模式，GRIN 技术 LED 的另一主要前景为可不需要二次光学元件，例如透镜和反射镜等。我们希望在未来的若干年中，能够充分利用 LED 中 GRIN 结构的众多优点。

Rensselaer Polytechnic Institute 的 Ahmed Noemaun、Frank Mont 和 Ming Ma 正致力于通过 GRIN 图形来实现高光提取效率 LED。该小组由 Jaehee Cho 及 E. Fred Schubert 共同领导，并与三星 LED 的 Gi Bum Kim 和 Cheolsoo Sone 合作。

扩展阅读

A.N. Noemaun et al. Journal of Applied Physics 110 054510 (2011)

A.N. Noemaun et al. Journal of Vacuum Science and Technology A 29 051302 (2011)

J. K. Kim et al. Applied Physics Letters 93 221111 (2008)

希望在餐厅中能坐下最多的顾客。放更多的桌位能坐下更多的顾客；在我们的情形中，提高 GRIN 柱体的填充率能提高光提取。但桌位太多，则顾客会因为没有足够的空间而坐不了；犹如我们的柱体排列过紧密，光线离开某一柱体会则会进入邻近的另一个。每个餐馆必须能照顾不同的顾客，并考虑特殊需求；对我们 LED 的设计而言，靠近侧壁表面方向的出射光线需要额外的空间以防止其再次进入其他柱体。

我们方法中一个非常有前景的方面是其尺寸通用性，它能使用于所有的 LED，包括不同的材料体系和不同的晶向。原因是 GRIN 工艺并不改变 LED 芯片本身，只有沉积的电介材料被刻蚀，而 GRIN 图形并不会影响器件的内量子效率、正向电压和漏电流等。

我们相信 GRIN 技术能成为“游戏规则改变者”，它能实现高提取效率的同时还能依据目标应用调整发光模式。例如液晶屏背光照明的设计师希望 LED 具有倾斜的发光模式，而其可通过 GRIN 技术实现。由于本身可控

RABOUTET S.A.

钼材料制造商。
分子束外延材料。
可用于专业的清洗和消毒。

RABOUTET S.A.
地址: 250 Av Louis Armand
Z.I Des Grand Prés
F-74300 Cluses France
电话: 33 (0)4 50 98 15 18
传真: 33 (0)4 50 98 92 57
电子邮件: info@raboutet.fr
http://www.raboutet.fr

从高亮度 LED 中撷取更多的光

Optogan 公司的 Lauri Knuuttila 及 Pekka Torma 表示，在氮化物 LED 的磊晶层中加入微结构可以提高光的散射，最终可提高芯片的发光效率。

生产 LED 芯片是竞争激烈的产业，有很多的竞争对手，每一个公司都很努力的经营，除了保住现有的客户外，还需要积极拉拢竞争对手的客户。

想要从众多公司脱颖而出的方法之一就是拥有超越竞争对手的技术。几年前，具有成长差排 (dislocation) 密度在 $1 \times 10^7 \text{ CM}^{-2}$ 等级 GaN 芯片的公司即可胜过竞争对手。但是，现在许多芯片制造商都可以达到这样的技术水准，且芯片皆具有高发光效率。在今天，能制造出具有高出光率的 LED，才是让公司从竞争对手中脱颖而出的最好方法。

Optogan 公司就是以这个目标成立的公司。Optogan 是一个欧洲的芯片制造商，组装工厂设在俄罗斯圣彼得堡 (St. Petersburg)，而芯片量产厂则位于德国兰茨胡特 (Landshut)。

由于 GaN 的折射率和空气折射率差很多，要在 LED 芯片中取光是不容易的。然而高取光效率对 LED 的普及是关键，需要非常好的组件设计以达到接近理论值的高取光率。

在业界已有许多不同的方法应用在提升取光效率，迄今最大的挑战是如何巧妙的结合一些方法，成功制作出高取光效率，且符合成本效益的

LED 芯片。

Optogan 公司照明用 epimaxx LED，就是为了这个目标而开发的产品。其中一个特点是，这种 LED 不需要封装，少了许多材料间的接口，简化了出光的途径。芯片设计的重点是提升芯片顶面的出光，同时尽量减少光从底部和侧壁发出。

图 1 整理一些我们尝试提高 LED 芯片取光率的做法，这些结构需在制作过程中加入，可以是在芯片制程中或是在氮化物薄膜磊晶过程中。需注意的是，在芯片制程中加入微结构的缺点是，可能导致光在接口层和在有缺陷的区域被吸收，导致反射光的增加而降低光的取出量，且会造成 LED 芯片温度上升的负面效应。

避免光在基板中损失

为了提高 LED 取光量，首先我们在出光面的另一侧加上了一镜面，把光反射到出光面，如图 1 a。我们发现制作反射面及芯片结构的制程，会对光反射、芯片散热和导电造成负面的影响。此外，反射面必须要放在距发光区域相当距离的地方才会有效果，导致在芯片中来回穿梭时光源有重大的损失。一个更好增加出光

图1: InGaN基LED芯片可采用许多结构来增加光取量: a)底部反射镜, b)划线区域, c)极低差排密度的GaN中介层, d)光散射磊晶层, e)侧壁结构, g)金属导电层, h)内部光散射p-极磊晶层, i)接触材料及j)芯片镀层。

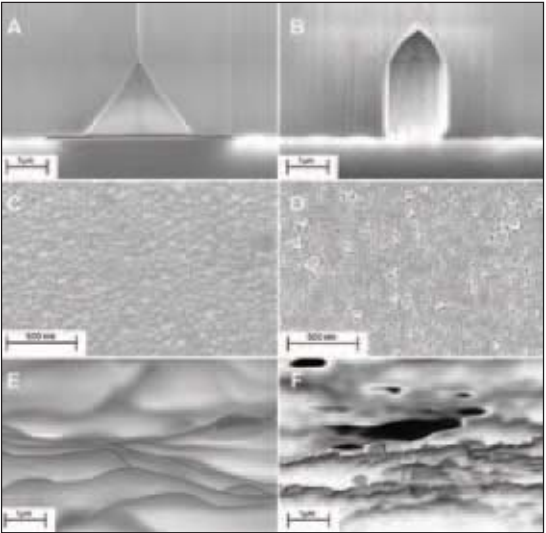
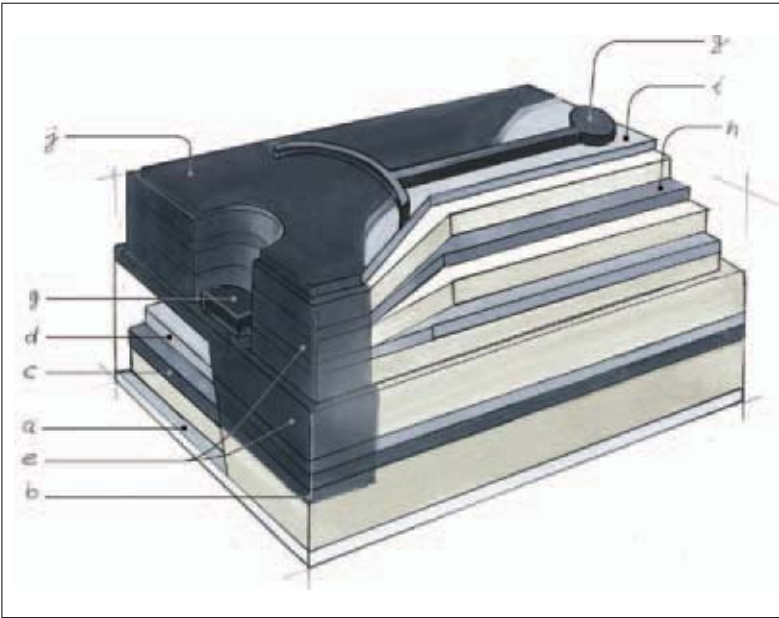


图2: 电子显微镜影像显示微结构可以减缓GaN中的应力(a,b);粗化透明的接触材料可以增加光取出量(c,d);覆晶技术中，蓝宝石基板表面的微结构(e,f)。





技术 | Technology – LED制造



图3: Optogan公司在St. Petersburg新成立的LED芯片组装及模块厂。



图4: 高亮度芯片在Optogan公司德国Landshut厂正在加速生产中。

量的办法是在基板及氮化镓初始层间制作一散射层,如图1c及图1d所示。尔后发展在基板上制作微结构也可提供相同作用的散射层,且有一个额外的好处,就是可减少氮化镓的差排密度,因为这些基板上的微结构有助于氮化镓初始的成长。

另一个方式是在氮化物磊晶层,产生光的量子井底下加入一反射层。在磊晶层中加上许多组不同组织的氮化铝镓可以产生布拉格反射层。不过由于材料的质量问题,很难形成好的多层氮化铝镓反射结构。

我们发现一个更有效率的作法是在氮化镓层内加入微结构,除了可以发挥散射的目的外,也可以减缓在低差排密度薄膜内的应力。在扫描电子显微镜图中显示,藉由成长条件的选择,这些微结构的大小和形状可以被控制,如图2a和图2b。这些空洞的形状可从几乎垂直到倾斜,由于具多样性,藉由选择磊晶模式、各层厚度及成份的控制,产生一个最佳的分散结构及接近完美的晶体质量是可能的。

从顶面取光

在芯片顶面发生的内部反射,是降低LED光输出的主因,可藉抗反射光学薄膜(如图1j)的沉积或是具高度散射的结构来改善。根据理论,当光波长与对象尺寸的比例介于十分之一到两倍时,此对象可最有效的散射该光源。当比例介于三分之一至一时,会有最好的散射效率。

为了提高LED出光量,粗化芯片表面以增加散射是广泛采用的方法。有许多精密且具量产性的制程,可用来粗化表面。由于氮化镓类材料发光的光波长很短,为了在芯片上制作与波长相当尺寸的微结构,传统的光阻技术有其限制,因此不是个理想的方式。从成本和产能的角度来看,不使用光罩的制程比较适合。在增加光散射,有一个广为人知且非常有效的方法,就是在磊晶最后几层改变生长条件,形成一个粗糙表面,如图1j所示。然而这种方法的缺点

是会影响芯片的电特性和光学特性。我们认为,比较好的方法是在p型GaN层中加入一个结晶散射层(图1h),如此可在芯片的顶部形成一平面,也方便后制程的实施。

在透明接触材料施以化学处理粗化表面,以产生散射结构也可增加LED出光量,如图2c和图2d。此外,类似技术亦可用在覆晶(flip-chip)结构上,光从蓝宝石基板侧发出。这种情况下,散射结构是在蓝宝石基板表面上形成,如图2e和图2f。

传统以划线(scribing)技术分离芯片的方法,很容易在基板及划线区域磊晶层造成明显的破坏。低破坏划线切割技术搭配切割后的化学处理,可有效解决这个问题。

虽然芯片的侧壁相对表面积占的比例很小,却对LED的光取出效率有举足轻重的影响。这是因为光产生时是往四面八方传递,由于光在芯片内有高度的全反射,很大一部分的光是射向侧壁。我们发现,以蚀刻方法,使侧壁产生斜角用来引导光,或是移除侧壁因划线产生的损伤,且藉由粗化侧壁增加光的散射,都可以





认识有机太阳能电池的潜在优势

Xuan-Dung Dang, 加州大学 Santa Barbara 分校化学系与生物化学系
Thuc-Quyen Nguyen, 加州大学 Santa Barbara 分校聚合物和有机固体研究中心

任何从事 PV 技术的业者要想在竞争环境中提高自己产品的市场占有份额，就必须努力使其器件拥有最好的性能才能确保其成功。尽管已出现了采用有机材料和塑料来制作 PV 电池的契机，但是这种有机 PV 电池的输出功率还存在着问题。本文讨论了采用光电导原子力显微镜来表征有机太阳能电池的纳米结构和物理性质。

作为未来替代能源的有机太阳能电池的出现，是因为它们具有能使用低生产成本的卷到卷印制工艺、加工简单以及轻便灵活等特性上的潜在优势。然而，目前它的电流性能对实际应用来说仍然过小，其原因之一是因为对其光敏层的器件物理性质和纳米尺度的形态尚缺乏很好的认识。光电导原子力显微镜是一种很强大的表征工具，它能帮助我们更好地来认识具有纳米线度有机太阳能电池的复杂光电现象和形态问题。

无机和有机光伏电池

如果能将太阳在一小时内送达地球有效能量全部转换成电能的话，就能满足全球一整年所有的能源需求。因为成本低廉、轻便、灵活、容易加工和安装等特性，有机太阳能电池被期待成为将来的下一代能源技术。

在 1986 年由 Tang 先生所展示的第一款基于有机半导体的太阳能电池只具有 1.0% 的转换效率。尽管对有机太阳能电池的研究在过去几年中才真正地开始活跃，但现在它的转换效率已经达到了 7.7%。为了能在未来几年中把它的转换效率提高到 10% 以上，科学家们已经做出了很大的努力，设计了新的材料以捕获更多太阳光光子，以及开发了新的器件结构来优化其输出功率。

尽管在该领域中已有了相当的发展和进步，但是，距离实际应用的道路还很遥远。其中难以获得更高转换效率的主要障碍是，我们尚未充分地了解和认识它的器件物理性质，以及光敏层形态是如何来对器件性能产生影响的。

普通的无机光伏器件包含有 p 型掺杂和 n 型掺杂的两层半导体，光吸收材料以直接产生自由电子和空穴方式来产生电流。由于载流子迁移率很高，无机太阳能电池中的光敏层可以用微米量级的线度来进行制作。

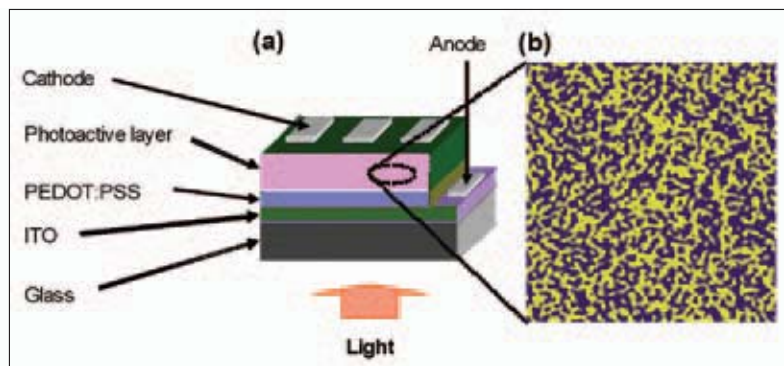
与上述相反，在有机太阳能电池中，光吸收效应将会形成束缚的电子 - 空穴对，我们将其称为激子，为了产生 PV 电能，必需将激子分离成为自由的电子和空穴。为了进行激子的分离，需要有一个具合适能级对准的、与电子施主和电子受主相对应的界面。为此，目前已经开发了一种由施主分子和受主分子混合而成的光敏层，即所谓施主和受主双连续网格的体异质结构。

在太阳光的照射下，光激发产生的两种载流子各自沿着施主相和受主相分别朝着阳极和阴极方向迁移，最终被电极所收集而产生 PV 电能。由于荷电载流子的迁移率很低，有机太阳能电池中的光敏层厚度一般要小于 200nm。

纳米线度的形态

在有机太阳能电池中，电荷产生和电荷输运在很大程度上依赖于材料的纳米线度形态，所谓的纳米线度形态被定义为整个材料体中施主和受主网格的排列状况。提高太阳能电池的转换效率的关键是要制作出具有较大激子分离界面面积的光敏形态，并形成连续的施主和受主网格来进行载流子的输运。图 1 示意给出了太阳能电池的结构及其典型的纳米线度形态，其组成元件的最佳尺寸范围应当介于 10nm 和 20nm 之间，这与激

图 1: (a) 一个典型的 PV 电池结构，它由沉积在玻璃/ITO 衬底上的 PEDOT:PSS 薄膜组成。(b) 由原子力显微镜得到的纳米形态照片显示了施主相和受主相的分离状况，其中黄色和紫色区域分别为施主相和受主相。



子的扩散长度相当。

为了更好了解纳米线度形态是如何来影响载流子的产生和输运的，我们需要一个强有力的工具来显现这两个相的分离，以及了解在器件中纳米尺度区域所发生的光电过程。为此，我们采用了高分辨透射电子显微镜（TEM）和扫描探针显微镜（SPM）等多种分析技术。

扫描探针显微镜（SPM）具有多种扫描和测量模式，形成如原子力显微镜（AFM）、电导原子力显微镜，瞬态解析静电力显微镜（trEFM）以及 Kevin 探针显微镜（SKPM）等多种检测方法，SPM 能同时进行太阳能电池的材料形态、电学性质和光电性质的微区探测，这将可把纳米结构的微区异质性和光电流产生来与体器件性能之间建立直接的关联。

光电导 AFM

最近，光电导 AFM（该 pcAFM 采用的是 Asylum Research 公司的 MFP-3D AFM）已被用来分析太阳能电池材料，该 pcAFM 是基于一个电导 AFM 装置并配有一个光源（如图 2）。通过一个倒置的光学显微镜来将照射光透过 ITO（氧化铟锡）层并聚焦在器件上，试样（薄膜或器件）安放在一个封闭的气密腔室中通入干燥的氮气。AFM 探针可以定位在试样表面上的某一点上来记录电流，该电流是所加偏压的函数，或者在固定偏压条件下将该探针进行扫描来获得电流的分布图。

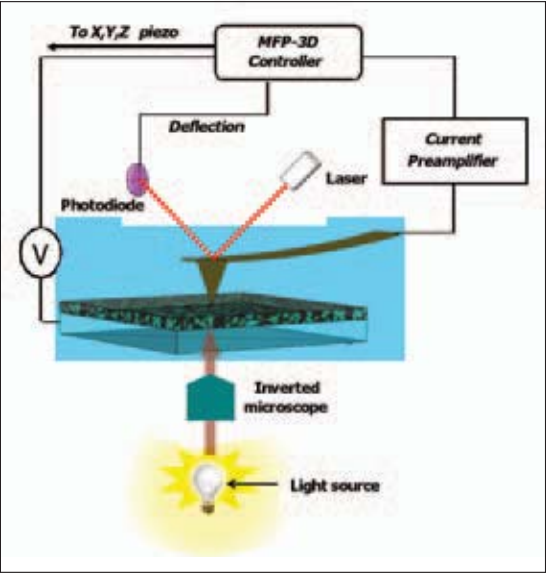


图2：基于Asylum Research 公司MFP-3D AFM的光电导AFM（pcAFM）装置示意图，pcAFM工作在接触模式，其探针是金针尖或是镀铂的硅针尖。

具有金属镀层的硅探针针尖具有不同的功函数，是可以用来进行空穴或电子收集的首选纳米电极。用于 pcAFM 测量中的探针针尖具有很小的半径，可以对太阳能电池进行纳米尺度上的性能检测，并可与体测量的结果进行关联。因此，它能提供有关相分离、电荷产生、电荷输运和收集等综合性信息的图片。配上一个可调节的单色光源，pcAFM 不仅能在空间上还能在光谱上来揭示器件纳米形态上的复杂性及其光电流的产生情况。

在相同位置对电子和空穴的收集网格进行成像，能揭示光敏层中施主分子和受主分子在纳米尺度范围的相分离。由于镀金硅探针的功函数较大（~5.1eV），当所采用的偏置电压施大于开路电压时，光生空穴能被 AFM 探针所收集，而光生电子将会被 ITO 电极收集。

当施加在衬底的偏置电压小于开路电压时，上述过程正好相反。光生空穴随后会流向阴极，而探针会收集光生电子。所施加的偏置电压必须很小，以避免由电极产生的电荷注入。所以，由正向和反向偏置电压所得到的光电流结构图能显示出空穴和电子的收集网格，它们分别与薄膜表面施主相和受主相关联，详见图 3 所示。

施主与受主相的分离没有出现在上述的形态图（图 3a）中。当施加到衬底的偏压为 +1V 时，可以看到薄膜表面的受主区域线度约在 200nm 左右（图 3b）。在相同位置，如施加到衬底的偏压为 -1V 时，所成像的电子收集路径的线度为 20nm 左右（图 3c）。

薄膜中的施主和受主材料具有较大的相分离导致了 PV 器件的低转换效率，即相分离会减少

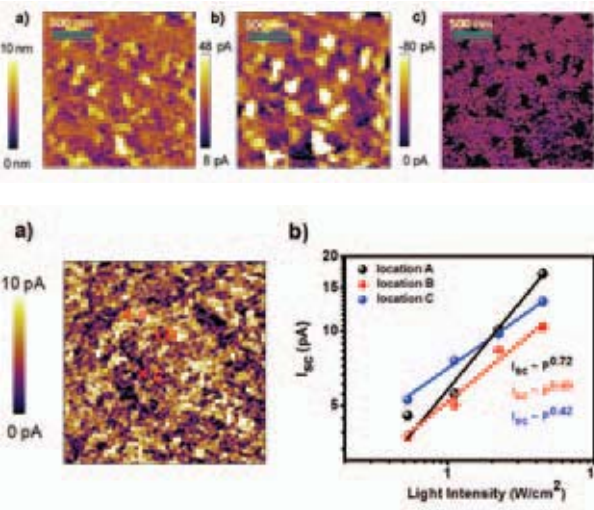


图3：(a) +1V 偏置电压下所收集的电流图像。(b) -1V 偏置电压下所收集的电流图像。(c) 30:70 DPPBFu:PC₇₁BM 薄膜的纳米形态。

图4：(a) 短路光电流的成像。(b) 在 DPPBFu:PC₇₁BM 薄膜上对图像(a)中所标示三个位置进行不同光强下 I_{sc} 的数据收集，所采用的是 Asylum Research 镀金硅探针的 MFP-3D AFM。

产生激子分离界面的面积，以及干扰了电荷收集的路径。

在不同光强下进行 PcAFM 测量还能很好地用来研究纳米尺度的光子物理（如图 4 所示）。纳米结构异质性和 PV 材料的光电性将是造成 PV 器件低转换性能的成因。

对不同光强下短路电流 (I_{sc}) 的分析，可以减少在光电流产生和复合时在局部区域上光强的变化。如能更好地理解纳米结构与光电性质之间的关系将有助于提升器件的转换效率。根据功率定律 $I_{sc} \sim P^\alpha$ 的关系， I_{sc} 将会随着光强 (P) 的增强而增加。

α 值能用来表征载流子的复合程度，例如，C 区域的 α 值是 0.42，而 A 区域的 α 值是 0.72。这说明了由于在 C 区域载流子的复合远大于在 A 区域的复合，使得自由载流子产生较大的损失。如进行外部量子效率测量等的进一步研究，可检测出导致 C 区域具有高的光致载流子复合的混合组分，如将此研究结果与工艺状况进行对比，将是提高 PV 转换效率的最好方法。

光谱分析

pcAFM 在表征有机太阳能电池上的一个重大进展是将其空间成像分析转向了光谱分析。因为光敏层由施主和受主材料通过溶液工艺制成，所以它的形态非常之复杂且对工艺过程非常之敏感。

采用 pcAFM 技术可以观察复杂的纳米尺度形态和光电流产生情况。例如，由氯苯 (CB) 溶液制备的聚 [2 甲基 -5- (3,7 二甲基锌氧素)]-1,4-苯基乙烯基 (MDMO-PPV) 和 [6,6] 苯基 -C₇₁ 异丁酸甲酯 (PC₇₁BM) 这种光敏层薄膜材料，

相对于由甲苯溶液制备的光敏薄膜材料来说，就具有较小的相分离效应（图 5a, b）。

由氯苯制取的 MDMO-PPV:PC₇₁BM 薄膜材料具有较为光滑的表面，可产生更多能导致激子分离的界面。在白光照射的条件下，这种薄膜的平均短路光电流 (I_{sc}) 相对于由甲苯制备的薄膜材料来说具有更高的转换效率。通过对不同区域进行平均 I-V 特性（图 5c）的分析，进一步证实了上述这一结果。

采用可变的单色光，我们能发现在由甲苯制备的薄膜材料（图 5b）大的相区域中存在着富含 PC₇₁BM 的小颗粒，它们被 MDMO-PPV 聚合物所分散。经过对外部量子效率光谱的详细分析，说明了在聚合物太阳能电池中存在着电荷转移机制（图 5d），也即空穴从光激发受主转移到施主，电子从光激发施主转移到受主。

结论

本文简述了用 pcAFM 技术来分析溶液制备工艺、聚合物和小分子体异质结太阳能电池在应用上的可行性。由于纳米尺度上电荷产生、电荷传输和电荷采集的性质，因此这种与器件工作相关的有用信息在一般的显微测量时就会被丢失掉。

目前，pcAFM 是能同时观察材料的纳米尺度形态及其电学性质，并随之来解释其“结构 - 性质 - 性能”三者之间关系的唯一分析手段

然而，pcAFM 技术本身尚未成熟，还需要做进一步的改进，但依然有可能将 pcAFM 技术发挥到极致，以获得纳米尺度上与器件性能相关的有用信息。但在太阳能电池纳米形态上以及在光子物理上的复杂性，对 pcAFM 数据的定量分析和机理解释仍然还是一个具有挑战性的问题。

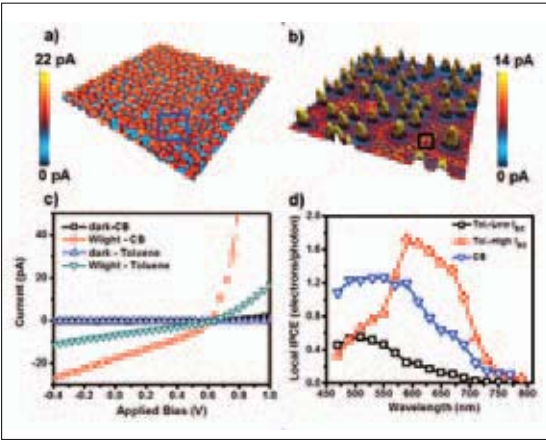


图5: 由氯苯(CB)溶液(a)和甲苯溶液(b)制备的MDMO-PPV: PC₇₁BM光敏薄膜的形态，显示在它们Z方向尺度分别为30nm (a)和200nm (b)，图中的颜色是二者的短路光电流在表面的相互叠加 (图由Asylum Research提供)。

致谢

感谢 Department of Energy, Office of Naval Research, California NanoSystems Institute 和 Camille Dreyfus Teacher Scholar Award 的财政支持。

本文工作的全部数据均采用 Asylum Research 的 MFP-3D™原子力显微镜获得，感谢 Asylum Research 的 Monteith G. Heaton 对本文的支持和修改。



利用离子束技术的表面结构化 MEMS 部件

Roth & Rau MicroSystems 公司

微机电系统 (MEMS) 器件在过去十年中已广泛渗透到汽车行业、移动通信等各个领域的传感器市场。

MEMS 技术在替代器件方面的明显优势包括部件的尺寸小、重量轻、耐久性高、功耗适度, 以及非常具有成本效益的生产工艺。此外, MEMS 技术能够在一片芯片上实现机械和电气部件的组合。

机械传感器, 如加速度计、陀螺仪和压力传感器已广泛取代了其前身, 而且, 依靠 MEMS 技术作为生产工艺中的一个重要组成部分, 还制造出了磁传感器和光电传感器。

磁传感器应用的主要领域之一是电信号处理, 它在巨磁电阻 (GMR) 或隧道磁电阻 (TMR) 中集成了 MEMS 部件。在无线通信领域, MEMS 器件在构成无源滤波元件方面发挥了重要作用, 也就是众所周知的 SAW (表面声波) 和 BAW (体声波) 滤波器。这里是用一个传感器 (换能器) 将电场能量转换成表面声波的机械能, 而第二个传感器 (换能器) 又将其转换回电能。

大多数 MEMS 器件都采用许多不同材料作为传感器的功能部分, 或作为接触元件。通过非常精确的结构化, 主要是亚微米级的金属表面, 可以实现这些元件所必需的高品质和耐用性。然而, 为了达到这些生产标准, 一些常用的金属 (如金、铬、铁、镍、铂、钨或钽) 要求非常高的刻蚀率和一定的各向异性。

由于能够实现高吞吐量且均匀一致的处理衬底, 离子束技术已被证明是更普遍适用的有竞争力的金属层改性替代方法。Roth & Rau MicroSystems 一直在开发用于表面改



图1: 用于金属离子束刻蚀和MEMS部件功能层沉积的IonSys 500和IonSys 1600处理系统

性和结构化的创新离子束技术, 可广泛应用在 MEMS 行业。

IonSys 系列 (图 1) 是专门为金属、绝缘体和半导体的离子束加工, 以及 MEMS 器件表面区域功能层的离子束沉积而开发的。IonSys 系列系统能够处理薄晶圆, 以及自由造型元件, 主要应用在研究和开发, 以及小规模的生产过程。

IonSys 处理系统的基本组成部分之一是自主开发的宽离子束源, 它适合活性气体和惰性气体。离子束源和系统布局完全兼容基于氟和氯的反应离子束处理。这些工艺可用于改性衬底的完整表面, 也可通过使用掩膜改性衬底的选择部分。刻蚀在此是通过携带高动能的化学反应离子实现的。

Roth & Rau MicroSystems 的 IonScan

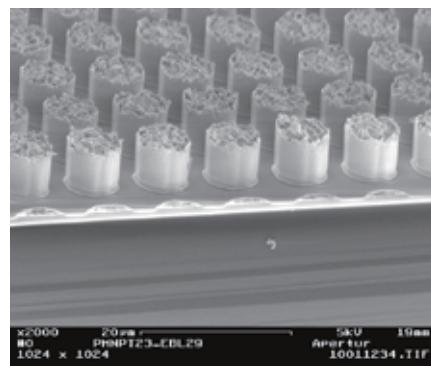


图2: 离子束刻蚀工艺后的微观结构



图3: 用于工业薄膜厚度和频率校正的IonScan 800处理系统

800 (图 3) 处理系统适用于 BAW 和 SAW 滤波器的薄膜厚度和频率校正。离子束刻蚀工艺在此被用于实现材料的完整或选择性磨蚀, 以降低表面粗糙度。

Advanced Plasma and Ion Beam Technology

Visit us at Semicon China, Booth E3-3514



ROTH & RAU
MicroSystems

- Ion Beam Processes
- Plasma Processes
- Customized Solutions
- Plasma Sources
- Ion Beam Sources

Represented by Nanyang Jaytech (Shanghai) Trading Co. Ltd.
www.nanyang-jaytech.com / (86-21) 320 305 510





四元电障层减少紫外光发光二极管的电流骤降

InAlGa_N 电障层以高电流密度增强紫外光 LED 输出

通过更换紫外光 LED 的电障层 (从氮化铝镓 (AlGa_N) 变为铟铝氮镓 (InAlGa_N)), 一个台湾团队成功地在高驱动电流的组件效率下减小其电流骤降效果。

工程师们在使用氮化铝镓电障层去制作出一般 1mm × 1mm, 波长 380 纳米的发光二极管并且改变电障层组成 (更换成铟铝氮镓 (InAlGa_N)) 之后得出这个结论。常用的设计中, 当电流从 350mA 加高到 1000mA 时, 效率下降了 34%, 相比之下使用四元电障层后此一变量仅为 13%。

来自于台湾“国立交通大学”、“国立中兴大学”和先进光电科技 (AOT)

的研究人员所开发的优越电障层能有助于提高紫外光 LED 的效率。LED 磊晶结构在太阳日酸 SR-4000 MOCVD 的反应器中被沉积在蓝宝石 (sapphire) 基板上。这些结构的特点是 ten-period 多量子阱, 对于这组件等级而言是一个典型的活化区域, 根据主导者“国立交通大学”Po-Min Tu 表示: “在低铟组成下, 需要制作紫外光 LED 时, 由于效率骤降, 需要更多的量子阱以获得较好的复合率。”

该控制样本的活化区域由 2.6nm 厚的 In_{0.025}Ga_{0.975}N 阱和 11.7nm 厚硅掺杂 Al_{0.08}Ga_{0.92}N 电障层所组成。在抗低垂 (droop combating) 结构中,

In_{0.0085}Al_{0.112}Ga_{0.8803}N 取代了三元电障层。为了在两种结构中要决定明确的阱和电障层的组成, 研究人员采用了组合 Bede D1 双晶 X 射线衍射测量和使用动态衍射理论的仿真。

在将磊芯片处理成被封装在无环氧树脂 (epoxy free) 金属罐中的岛型 (mesa type) 芯片之后, 研究人员用 100 微秒脉冲以 1% 的工作周期驱动组件以防止自发热 (self heating)。比起驱动电流分别控制在 350mA 和 1000mA 时, 高于具有四元电障层产生的光输出功率 25% 和 55%。为了了解使用 InAlGa_N 电障层 LED 的优越效能, 研究人员使用 Crosslight 的 APSYS 软件去仿真两个组件结构。该小组获得了良好的拟合实验数据, 他们假设具有四元电障层的结构对电子产生更深的阱及对电洞有较浅的阱—为了控制 LED 及其具有四元电障层的变因, 研究小组分别利用 band offset 比值为 6 : 4 和 7:3。

两种 LED 结构的仿真显示出, 四元电障层组件性能优越的背后原因是, 在量子阱中电子和电洞浓度增加 26% 和 35%, 并且在整个活化区域有分布较广的载子。

Tu 表示, 在这些紫外光 LED 中低垂的主要原因在于不良的电洞分布。而且他认为, 在低于 100A/cm² 的电流密度下, 欧杰复合——一种涉及三载子的非辐射过程——并不是低垂的主要贡献者。

团队接下来的目标就是, 运用他们的四元电障层在约 365 纳米波长的 LED 发光, 适合于 UV 固化之应用。

P.-M. Tu et. al. (2011) Appl. Phys Lett. 98. 211107



图1: 在具有三个2英寸晶圆能力的太阳日酸SR-4000的机台上制作LED结构

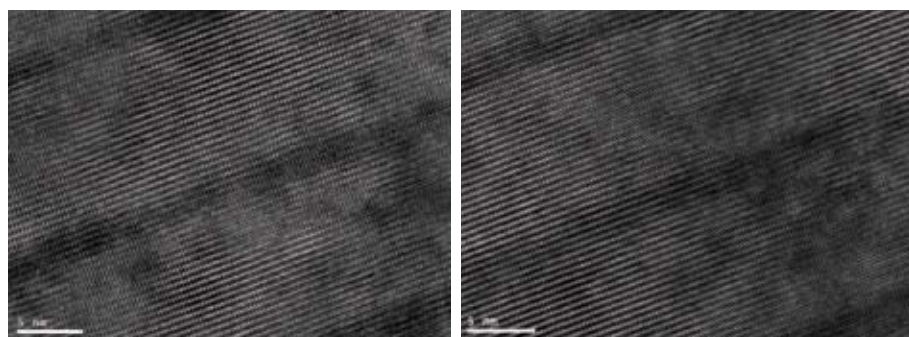


图2: TEM横截面照片显示, 从氮化铝镓(AlGa_N)电障层 (左) 转换成氮化铝铟镓(AlInGa_N) (右) 不影响晶体质量



Corning 简化半极绿光激光器

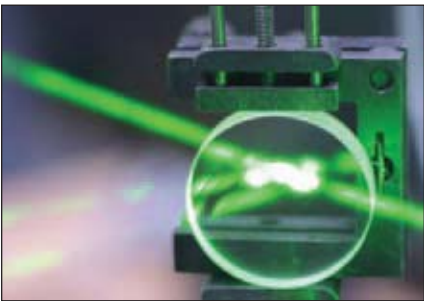
绿光半极激光器不需要电子阻挡层来运送高输出功率

根据 Corning 公司研究人员实验的工作，移除绿光半极激光器的电子阻挡层 (Electron-Blocking Layer, EBL) 对其性能只有很少的影响。这一美国公司的团队的研究成果显示，甚至当电子阻挡层被省略掉以后，半极激光器仍然能够具有良好的注入效率，并且能够在广泛的温度范围内以一个相对相似的性能进行运送。

这些有益的特性加强了半极绿光激光器作为为多种包括微型投影仪等 RGB 显示器件提供单芯片绿光光源的最佳候选者的条件。

研究项目的首席作者 Dmitry Sizov 说到，研究小组的发现不应当是很惊讶的，因为 EBL 很少石英在极性场半导体系统中。“具有减小极性场的半极结构与这些系统更加相近，这有可能是 EBL 并不关键的一部分原因”，Sizov 说到。他和他的同事们同样相信在半极激光二极管中的载流子注入机制与常规器件不同。

移除半极激光器的 EBL 会使得半



Corning公司的半极激光器发送了一束波长为519nm、功率为6mW的连续光波输出

极激光器更具有吸引力，因为这使得器件与具有较低工作电压的优先注入体系相联合。

Corning 公司的工程师们通过对比脊宽为 1.0um、1.5um、2.0um 以及发射光波长范围从 508nm 到 522nm 的 11 种半极激光器件的性能展示了 EBL 不具有重要性。这些 MOCVD 生长的激光器中的四种都有一个 Al_{0.28}Ga_{0.78}N EBL，位于距离激光器 QW 顶端 10nm 的位置；其余七种激光器没有 EBL。

在脉冲方式的驱动条件下，所有的这 11 种激光器都显示了斜率效率与

温度之间不明显的变化关系，这显示激光器设计上的变动对注入效率只有很少的影响。

由“激光发射阈值特性温度”的值所决定的温度不敏感性，即 T₀，并不是由 EBL 的存在或缺失而决定。然而，所有这些激光器 T₀ 的值都在 161K 到 246K 的温度范围内变化，这与常规绿光激光二极管的典型值相比是偏高的。研究小组将半极激光器这一优秀的温度不敏感性归结于诸如较高的复合速率的本征量子阱特性。研究小组给人印象最深的无 EBL 激光器能够在 10℃ 的条件下发射波长为 519.4nm、功率为 60mW 连续波长的光波，而在 60℃ 的温度条件下输出光波功率为 35mW。

Sivoz 和他的同事们计划继续展开研究工作以开发制作包括基于 GaN 激光器等高效激光器件的新型方法。

D. Sivoz et al. Appl. Phys. Express 4 102103 (2011)

倒装芯片封装的 60GHz 晶体管

InGaAs HEMT 形式的两级增益模块在只消耗 20mW 功率的条件下发送了 9dB 的增益

一个工程师团队使用倒装芯片封装建立了一个在只消耗 20mW 功率的条件下发送 6.5dB 的增益的 InGaAs HEMT。

研究者们声称倒装芯片技术的其中一个好处是它的简单性：电路不需要诸如金属 - 绝缘体 - 金属电容器以及薄膜电阻器等无源组件。

“这种方式主要的好处是以倒装芯片封装技术作为载体对电路的匹配性。

这为器件到电路的无缝集成提供了一个有效节省成本的解决方案”，来自 Yuan Ze 大学的研究小组成员 Edward Chang 声称。

使用硅 CMOS 技术同样能获取工作在 60GHz 的电路，它们可以部署在个人无线网络应用领域、无线高分辨率多媒体接口以及无线对接基站等应用领域。然而，III-V 主族半导体芯片在一些关键领域更加实用，比如低噪

声特性、低直流功耗以及优秀的线性度特性等。

60GHz 器件的构建开始于以 MBE 方式生长厚度为 15nm 的 In_{0.6}Ga_{0.4}As 沟道的 HEMT 外延结构。外延晶圆被减薄到 100um 并且划片成裸片，然后测试其直流和射频特性。然后好的芯片通过引线键合的方式键合到镀有经过处理以产生传输线的金属层的蓝宝石衬底上。

倒装芯片封装技术队 InGaAs HEMT 芯片直流特性，其漏源电流在漏源偏置电压为 0.5V 时为 350mA/mm、跨导为 600mS/mm。由互连引起的最小寄生效应导致在最大增益为 6.5dB 时减小 0.7dB。

该研究小组使用其倒装芯片封装

技术同样制作了一些两级增益模块。在 60GHz 的频率条件下这些器件获取了 9dB 的小信号增益，而其消耗的功率仅为 20mW。

Cheng 声称这种工艺的简单性和低成本使得倒装芯片封装技术适用于大规模量产：“这种技术是基于非常成熟

的 PCB 印刷技术的”。

该研究小组的目标是使其工艺通过采用有机电介质代替基板的电路板上倒装芯片技术更加廉价。

C.-Y Chiang et. al. Appl. Phys Express 4 104105 (2011)

铟化物增加红外探测

组合 InGaAs 与 GaAsSb 的耦合能创造超越现有设计效率的探测器

美国弗吉尼亚大学的研究者们正在开发基于 InGaAs 和 GaAsSb 材料量子阱效应的令人难以置信的多功能红外光探测器。

这些器件工作在室温下，并且将光谱范围扩展到 800nm 到 2.8um，这使得它们适用于包括通信、夜间成像、肿瘤传感以及大气监控和探测等诸多广泛的应用。“现有其它的探测器在这一波长范围内也具有好的探测性能，但是它们不是需要冷却就是具有制造良率低下等缺点”，Jinrong Yuan 说到。

Yuan 指出，InGaAs/GaAsSb 系统的一个有趣而有益的特点是它的 II 型结构，它指示了光传输是间接的且发

生在临近的层间。它的有效的能带带隙比整块的 InGaAs 要更窄，这使得其能在更长的光波下进行探测。

通过拉紧三重层可以将整块 InGaAs 的探测光谱范围扩展到 2.5um，但是这一步骤会产生缺陷，进而导致暗电流，并且最终会需要探测器冷却。然而，由弗吉尼亚大学的研究者们首创的 II 型结构是晶格匹配的。

这一研究团对最近通过使用由厚度为 7nm 的 In_{0.53}Ga_{0.47}As 以及厚度为 5nm Ga_{0.5}As_{0.5}Sb 等 100 个替带层制造了这种探测器。

这种通过 MBE 生长的器件的性能已经与同样是由这一研究团队制造

的常规 InGaAs 探测器进行了对比。II 型探测器的暗电流会高出两个数量级，原因是由于在量子阱界面的缺陷，以及由于较小的有效能带间隙引起的较高密度的热载流子。

工程师们的测试结果揭示出，这一更加创新的探测器的效率超越了它的整块探测器同类产品，其传输量子效率在 1064nm 和 1550nm 波长下分别为 80.2% 和 57.8%。

该研究团队的下一目标是改进这种器件在 800nm 到 2.8um 这一整个波长范围内的量子效率。

J. Yuan et al. Electron. Lett 47 1144 (2011)

在氮化物太阳能电池中废止不想要的内建电场

生长在 a- 平面蓝宝石使得氮化物太阳能电池运送破记录的短路电流密度

常规氮化物太阳能电池受到与内建电场方向相反的压电电场的抑制并且阻碍了载流子从有源区排出。但是根据来自日本 Meijo 大学和 Nagoya 大学的一个研究小组的研究成果来看，通过在非极性的 a- 平面上制作氮化物光伏器件来去除这些压电电场从而增加效率是有可能的。

宽能带间隙非极性器件具有扩展广阔的光谱范围的潜力，并且最终能传送更高的效率——这个研究小组最

新的 a- 平面氮化物太阳能电池仅仅将太阳发射光能的 1.6% 转化为电能，而与之相比的是 c- 平面变种的转换效率是 2.9%。但是非平面器件通过在晶体质量上进行改进其转换效率会更高，它很可能会用纯 GaN 代替 r- 平面蓝宝石作为衬底材料。

非极性的氮化物天阳能电池是通过将一个 r- 平面蓝宝石衬底置于一个 MOCVD 反应器中，在条件为一个大气压、1100℃ 的氢气气氛中使用热清

洗的方法将其表面进行清洗，然后淀积一系列的氮化物薄膜：首先是一层厚度为 150nm 的 AlN 薄膜，然后是一层厚度为 500nm 的 Al_{0.5}Ga_{0.5}N 薄膜，以及一层厚度为 1.2um 的非掺杂 GaN，然后是一层 N 型掺杂的厚度为 2.5um 的 GaN 作为超级晶格有源区，然后是一层厚度为 100nm 的 P 型掺杂 GaN 顶层薄膜。有源区确保了 30 个周期的厚度为 3nm 的 Ga_{0.85}In_{0.15}N 薄膜以及厚度为 1nm 的 GaN 薄膜。

通过反应离子刻蚀工艺在衬底上定义平顶区域，而电子束蒸发工艺在器件上加入了 N 型和 P 型的接触电极，其尺寸为长 350um、宽 350um。

在 400nm 的条件下其外部量子效率的峰值为 62%。这对应了一个假设 Ni/Au 电极的透射率为 67% 时内部量子效率为 94% 的结果。此太阳能电池的开路电压、短路电流密度以及填充因数分别为 0.9V、4.8 mA/cm² 以及 57%。

研究小组宣称它们研究出的太阳能器件为氮化物太阳能电池的短路电流密度设定了一个新的基准。这一破记录的电流参数是通过阻止吸收边缘的较长波长的光波或者减小内建电场来实现的。

开路电压比 InGaN 材料有源层的能带宽度所期望带来的要低一些。研究小组成员 Hiroshi Amano 说这是由于与缺陷相关的漏电通道或者较低的轨道电

阻所引起的。此非极性器件具有非常高级别的缺陷：线位错的密度和堆积缺陷分别为 $1 \times 10^{10} \text{cm}^{-2}$ 和 $1 \times 10^5 \text{cm}^{-1}$ 。研究小组计划通过在一个高质量的 a- 平面 GaN 衬底材料上制造的器件来解决这个问题，这会改善材料的质量并且提高太阳能电池的性能。

T. Nakao et. al. Appl. Phys Express 4 101001 (2011)

在硅材料上直接集成 III-V 主族材料激光器

与展示脉冲激光器这一先前的研究工作相比，法国 IES 研究团队已经在激光器中集成了一个既可以作为刻蚀停止层又可以作为欧姆接触层的具有双功能薄膜层

来自法国 Montpellier 和 CNRS 大学的研究者们已经发现一种在硅衬底上直接进行外延集成的 III-V 主族材料半导体激光二极管的方法。

由 IES (Institut d' Electronique du Sud) 的 nanoMIR 团队制造的激光二极管可在 30℃ 以上的温度下输出连续的光波。它的输出激光波长为 2um、功率为几个 mW。

IES 宣称这项研究工作代表在硅材料平台上直接集成 III-V 主族半导体材料和器件（包括晶体管、半导体激光器、LED、光电探测器等）的一个突破。他们指出，这是诸如 III-V 主族半导体 CMOS 逻辑或光集成电路、芯片上光

通信以及偏上系统 / 系统级封装集成传感器的一项首要条件。

当前在进行的许多研究都针对在硅材料上集成 III-V 主族化合物半导体材料和器件，以此来将其卓越的本征特性与非常先进的硅半导体技术进行结合。

尽管在过去二十年中已经取得了诸如基于 InP 器件的键合技术等许多显著的进步，但是仍然不明确的是是否这项技术可以用于大规模生产。

相比较而言，异质外延技术使得大规模生产和直接集成成为可能，但是由于大型晶格、热过程以及极性的失配等原因，这项技术已经被证明是极其困难的。IES 的研究成果显示基

于 GaSb 的化合物材料是解决这一问题的良好候选方案。

外延结构通过 MBE 的方法在 (001) 晶向的硅材料衬底上制作。与其它的 III-V 主族化合物半导体材料 /Si 系统相比较而言，在适当的生长条件下，通过形成会保持局限于接近 GaSb/Si 界面的缺陷可以使 GaSb/Si 系统的应力松弛。这使得在不使

用较厚或者复杂缓冲层的条件下能够实现高质量的异质结构。

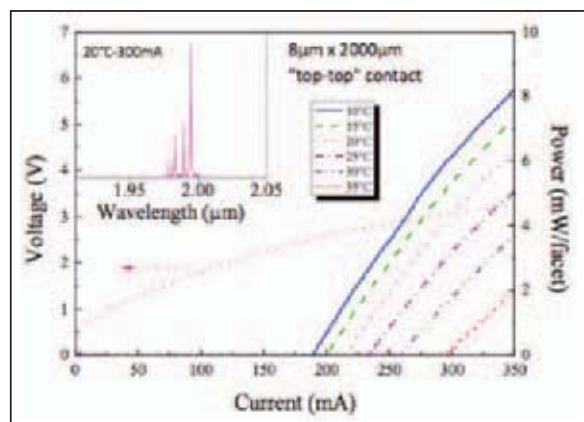
与展示脉冲激光器这一先前的研究工作相比，IES 研究团队通过增加一个具有双重角色的薄膜层将激光器的性能进行增强：既可以作为刻蚀停止层又可以作为欧姆接触层。

此芯片随后经过“顶部 - 顶部”配置的电极接触处理，这使其避免了驱动电流流经具有缺陷的 GaSb/Si 界面。

此器件的开启电压在 20℃ 时的测量值为 0.8V，这与有源区 0.6eV 的能带间隙非常接近。在使用非镀膜小平面方式下测量的处于连续光波模式的输出功率为几个毫瓦。由于实验条件的限制，连续光波模式能够达到 35℃ 的温度条件。

这些激光二极管的波长为 2um。然而 IES 研究团队之前已经展示了整个光波长范围从 1.5um 到 3.3um 的基于铽化物的激光器。他们指出，当前的研究结果可以扩展到这一光谱范围。研究团队未来的工作仍将集中在这一领域，以减小相比于单质外延半导体激光器仍然偏高的光损耗。

Reboul et al Appl. Phys. Lett. 99 121113 (2011)



图：“顶部-顶部”激光二极管的连续光波L-I-V特性。右轴：不同温度条件下输出功率与注入电流的关系。左轴：20℃条件下的电压-电流曲线。插入的图展示了在300mA电流连续光波注入时20℃温度条件下的激光光谱。

研究发现基于 III-V 族半导体的新型稀磁体

半导体科学和技术构成现代信息社会的基础，随着信息存储密度迅猛增长，为突破摩尔定律瓶颈需要发展新的信息存储载体。在制作和研发工艺成熟的半导体中注入自旋，形成兼具电荷属性和自旋特性的稀磁半导体，成为解决这个关键问题最可能的突破口。

中科院物理研究所 / 北京凝聚态物理国家实验室（筹）极端条件实验室靳常青研究组近期在自旋极化的稀磁半导体研究中取得重要进展。他们通过实验发现了一类新的基于 I ~ II-V 半导体的稀磁体 Li(Zn,Mn)As，在稀磁材料上成功实现了自旋和电荷分别注入和调控。

在半导体中实现磁有序需要具备两个基本物理条件，既要有局域磁矩，又要有引发局域磁矩长程量子序的低浓度载流子。在几类已知的稀磁半导体中，磁矩和载流子均由同一种

掺杂元素提供，即自旋和电荷天然一体。比如广为研究的基于 III-V 族的 (Ga,Mn)As 稀磁半导体，由于 Mn^{2+} 和 Ga^{3+} 具有不同价态，Mn 对 Ga 的替代引入自旋的同时也提供了 P 型载流子。这种自旋和电荷的捆绑效应严重制约了对材料电性和磁性的调控维度，实现自旋和电荷注入机制的分离成为稀磁半导体材料设计和研制的重大挑战。LiZnAs 具有和 GaAs 同样的晶体结构，电子能带计算表明二者带隙接近，具有可类比的半导体属性。和 GaAs 不同之处在于，对 LiZnAs 在 Zn^{2+} 位注入 Mn^{2+} 只引入自旋，载流子则通过改变 Li 的含量来进行调控。这样，LiZnAs 半导体就可以实现自旋和电荷注入机制的分离，为稀磁半导体的磁性和电性的调控分别提供了前提。

靳常青研究组通过大量系统的实验工作发现，Li(ZnMn)As 在 3%Mn 掺杂量既可具有接近 3 个 Bohr 磁子

的饱和磁矩 (Mn^{2+} 高自旋态的最大饱和磁矩为 5 个 Bohr 磁子)，铁磁居里温度 (T_c) 可达 50K。进一步研究发现，Li(ZnMn)As 具有低的矫顽力 ($\sim 30Oe$)，这为瞄准应用的低场调控自旋和电荷提供了可能。

(Ga,Mn)As 稀磁半导体研制工艺苛刻，自旋注入只能在处于低温的薄膜材料实现，严重限制了对材料宏观物性的表征。比如，由于没有可供进行中子实验块的体材料，(Ga,Mn)As 稀磁半导体的磁性起源和机制依然存在很大争议。由于具有和 (Ga,Mn)As 同样的半导体结构，Li(ZnMn)As 稀磁体的研制成功，为精细表征 (Ga,Mn)As 类稀磁体的磁性起源提供了重要条件。本工作的合作者，美国哥伦比亚大学物理系的 Uemura 教授运用 μ SR 技术研究了 Li(ZnMn)As 的磁性，的确在低 Mn 掺杂观察到体态的长程磁有序。

靳常青研究组在 2008 年的铁基超导中发现了以 LiFeAs 为代表的“111”型铁基超导体【Solid State

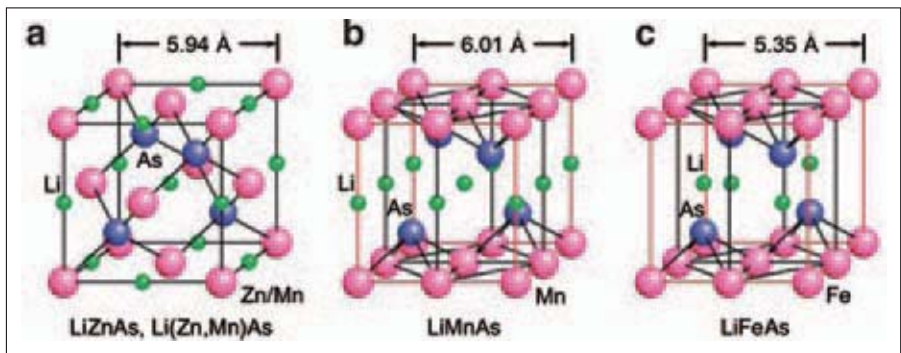


图1: (a) LiZnAs、(b) LiMnAs、(c) LiFeAs 的晶体结构

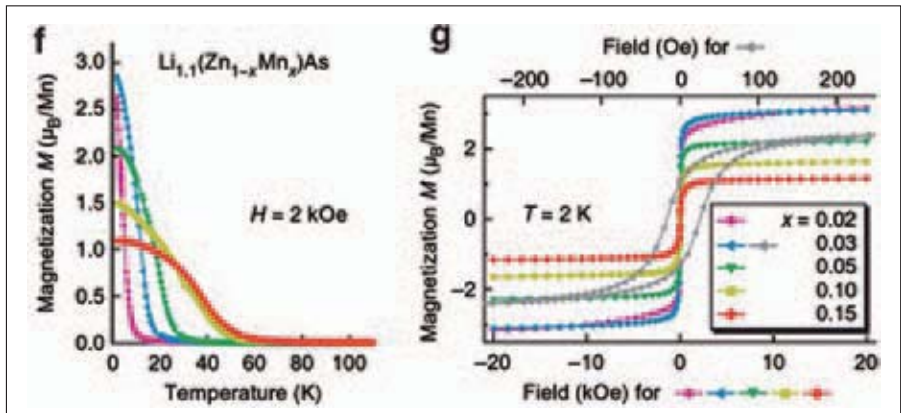


图2: $Li_{1.1}(Zn,Mn)As$ 的磁性随 Mn 掺杂量的演化，在 3%Mn 含量即具有 2.8 Bohr 磁子的饱和磁矩，矫顽场约为 30 Oe

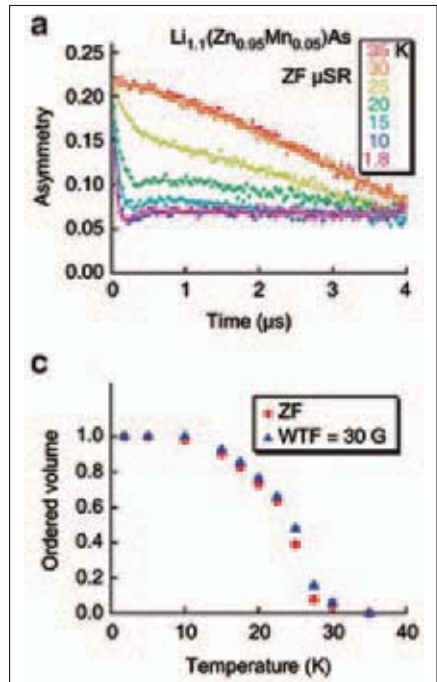


图3: $Li_{1.1}(Zn_{0.95}Mn_{0.05})As$ 的 μ SR 实验结果，磁有序含量随温度变化，在低温完全磁有序

Communications 148, 538 (2008)，本次发现 Li(ZnMn)As 稀磁体，为他们以上工作的扩展。更为有趣之处在于，LiZnAs、LiFeAs、LiMnAs 具有可匹配的晶格参数，这为设计基于磁性、半导体和超导体的异质结，探索新的物理效应和新的应用特性提供了重要可能。

以上工作是与美国哥伦比亚大学物理系 Uemura 教授研究组共同开展，其他合作者包括日本原子能研发集团先端科学研究中心的 Maekawa 教授、清华大学物理系王亚愚教授、日本东京大学 Uchida 教授的研究团队。相关发表

在近期 Nature Communications 2:422 (2011) 上，研究工作得到基金委重大国际合作项目、重大研究计划培育项目、科技部量子调控项目的资助。

(中科院物理所)

浸入式微观孔洞增加 LED 输出

皮质状图案的蓝宝石通过改进材料质量和提取效率提高蓝光 LED 亮度

两位台湾研究人员展示的蓝宝石的非周期、纳米级图案可以显著提高蓝色 LED 的输出功率。

新竹清大的 Yu-Sheng Lin 和 Andrew Yeh 在此基础上制作的器件可产生 60% 以上的峰值外量子效率，大约为控制样本的三倍。

Lin 和 Yeh 率先实现的图案处理创建了形态类似人类大脑皮质的皮质状 (cortex-like) 纳米结构。Yeh 表示：“LED 的典型纳米结构包括纳米柱、纳米孔和纳米透镜——纳米图案以某种方式精心安排。我们报告的半随机模式可能会带来更好的性能和更低的成本。”

通过将氮化物外延层缺陷密度削减到一至两个数量级，以及源于创建蓝宝石 GaN 界面附近的空洞而增加的光提取效率，可以实现更亮的 LED。这些空洞可减少内部反射。

衬底纳米图形化包括：

通过低压 CVD 在 2 英寸蓝宝石上沉积 2 微米厚的多晶硅层；用赖特溶液刻蚀该层 30 分钟以形成硬掩膜层；用感应耦合等离子体垂直刻蚀成蓝宝石 10 分钟，使用的是 BCl_3/Cl_2 混合物；以及最终用热氢氧化钾溶液除去硬掩膜（见图 1）。

在这个图形化蓝宝石上形成的 GaN 缓冲层 MOCVD 具有 80 至 150 纳米结构，通常间隔为 5 至 150 纳米，图 2 是原子力显微镜的显示。氮化物薄膜的坑密度仅为 10^7 至 10^8 cm^{-2} 。

在这个缓冲层的顶部，研究人员用一个五周期 InGaN/GaN 作用区沉积了 LED 结构，并用镁掺杂 GaN 和 AlN 超晶格构造了一个 30 nm 厚电子阻断层。这种增长在一个起控制作用的传统蓝宝石衬底上重复进行。

晶圆级测量显示，在 20 mA 条件下皮质状图案可将输出功率从 13.9 mW 增加至 33.1 mW。Yeh 解释说：“蓝宝石衬底上制作的商业产品通常可下降 20 mW 至 25 mW。”

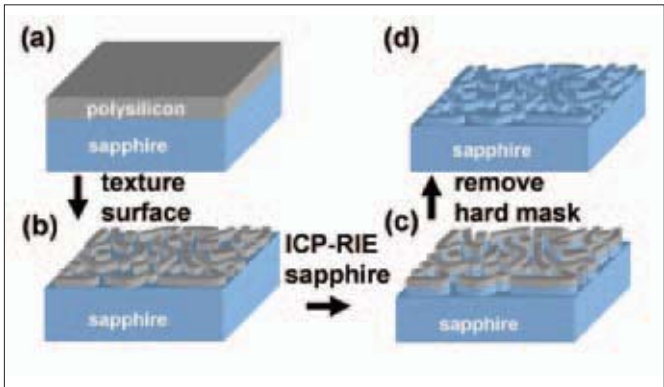


图1：采用皮质状纳米结构的纳米图案蓝宝石制作的四步过程包括：(a) 在蓝宝石上沉积；(b) 湿刻蚀这层膜；(c) 用感应耦合等离子体、反应离子刻蚀创建蓝宝石纳米图案；(d) 在氢氧化钾溶液中（80℃）去除硬掩膜。

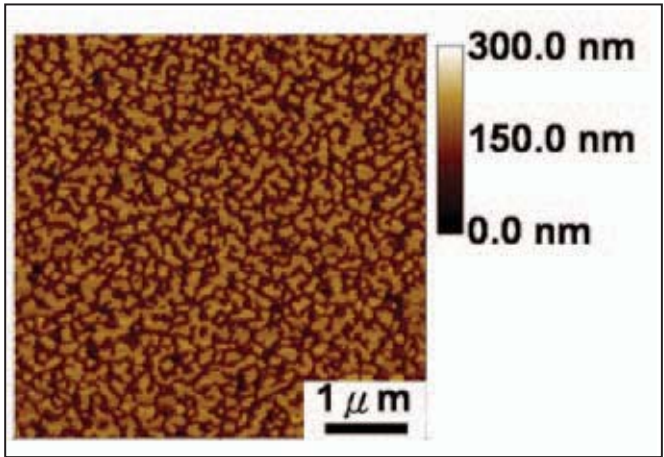


图2：原子力显微镜揭示了蓝宝石上形成的非周期图案。

纳米图案的蓝宝石上生长的 LED 的一个弱点是容易出现下降，可推动 (Crank up) 驱动电流至 160 mA，而标准和新型 LED 架构可分别产生 100 mW 和 160 mW。Yeh 说，他和他的同事将继续开发效率更高的器件。此外，他们还将开发用于 LED 的非极性 GaN 外延层。

Y.-S. Lin et. al. Appl. Phys. Express 4, 092103 (2011)

简化蓝光 RCLED 制造

优化激光剥离简化高品质、蓝光 RCLED 制造

中国的科研人员利用一种相对简单的两步衬底转移技术建立了高品质、蓝光发光、谐振腔（RC）发光二极管。

这个团队的努力显示了如何避免先前阻碍蓝光 RCLED 制造的复杂加工技术，RCLED 是打印机和显示器颇有前途的光源。

来自厦门大学的通讯作者张保平解释说：“RCLED 具有超过传统发光二极管的优势，如改善的方向性、频谱纯度、光谱稳定性和增强的输出功率”。例如，从 RCLED 发出的优异方向性的光可以提高打印机和扫描仪的每英寸点数能力。

用制造 GaAs 基红色发光 RCLED 的方法制造蓝光 RCLED 非常棘手，因

为在这种情况下需要反射镜材料配对——GaN 和 AlGaIn——折射率差异非常小，但是晶格常数在本质上是不同的。

早在 2000 年，来自布朗大学和安捷伦科技的研究小组就报告过如何用两个介质镜克服这个问题——这些都可以用一系列处理步骤（包括电镀、压焊和激光剥离）来添加。不过，由于压焊相关的困难，加工很复杂，需要干刻蚀硅掺杂 GaN 层来形成 n 型接触层，并通过抛光实现一个充分光滑的 GaN 表面，从而实现高品质的顶镜沉积。

通过开发高品质的激光剥离工艺，这个中国团队避免了许多这类问题。他们付出了巨大的努力，找到了一种具有低固化温度的高强度粘合剂，并努力通过优化激光的能量密度实现了

光点直径能量的均匀分布和扫描速度。张保平说：“AFM 扫描表明，均方根表面粗糙度约为几纳米。”

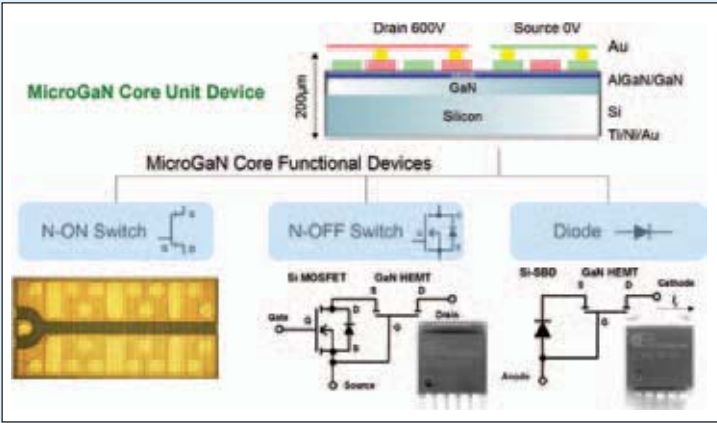
该团队生产的 461nm RCLED 具有 3.3 伏的开启电压，并以 2 kA cm⁻² 的电流密度产生 0.3nm 发射线宽度。张保平说，该器件的性能可与美国团队十年前生产的器件相媲美：“由于在钢锡氧化物和 p 型 GaN 之间良好的欧姆接触，我们的器件具有更低的电压，而且可以获得更高的‘Q 值’”。

提高 RCLED 效率是该团队的下一个目标。张保平表示他们“也将制造绿光 RCLED，因为它是用于基于 PMMA 塑料光纤通信的优良光源。然而，制造蓝光 VCSEL 是我们的主要目标。”

X. -L. Hu et. al. Electron. Lett. 47 986 (2011)

上接22页

MicroGaN 公司的标准化准制作工艺平台



MicroGaN 公司有一个标准化的平台来制作 3D 结构的器件，这种器件具有 600V 耐压，且在这一耐压下实现了常开状态和常关状态的晶体管。

常开状态晶体管采用最简单结构，即一个具有源极、栅极、漏极的 GaN 基 HEMT 器件。这类器件一直不是市场的主流产品，由于考虑安全性等因素在大多数应用场合还是需要常关状态的晶体管。

这种常关状态的结构相对复杂一点，是由一个 GaN 基 HEMT 器件和一个硅基肖特基势垒二极管构成。Ertugrul Sönmez 说，硅基低压二极管特性，在低压下的极好性能表现，被转换到高压下得以实现。

这就类似于常关状态晶体管，需要由一个 GaN 基 HEMT 器件和一个场效应管 (MOSFET) 配对组成。一个明显的优势是不再需要续流二极管，选用的场效应管 (MOSFET) 必须具有良好的质量以及低压势垒二极管的特性。

硅基场效应管 (MOSFET) 由于高级别的存储特性在高电压下性能极差。但是在低电压下根本不存在这样的问题，这简直难以置信。因此，如同二极管一样，这种工艺平台具备了被转换到高压工作的硅基器件的优势。

这不是这个工艺平台的唯一优势，Sönmez 表示，如果要实现 AlGaIn/GaN 材料体系的常关模式，必须要破坏栅极的二维电子气。成功的回避这一问题，MicroGaN 公司制备的高性能器件，在导通电阻这一关键参数上具备优势，尤其随着器件尺寸增加显得更为重要。

QD Laser 发布黄绿色和橙色激光模块

QD Laser 和东京大学纳米量子信息电子研究所开发出波长 561nm（黄绿色）和 594nm（橙色）紧凑型激光模块。在大功率、紧凑型绿色激光模块相同的模块平台基础上，QD Laser 和东京大学的成功扩展到黄绿色和橙色可见颜色区域的波段。这些紧凑型模块有望用于各种应用，尤其是生命科学和生物医学，如荧光显微镜。

基于半导体 DFB（分布反馈）激光技术，QD Laser 和东京大学已经调整了近红外单模激光器的振荡波长和 PPLN 晶体工作波长，转换为 561 nm 和 594 nm，再把它们与最近开发的约 0.5 cc 的紧凑型模块放在一起，形成模块的尺寸为 5.6 × 3.8 × 22 mm。

这些模块成功工作在黄绿色和橙色的波长。二极管泵浦固体（DPSS）激光器通常是用于绿色、黄色至橙色波长。

新的紧凑型模块基于半导体激光技术，可实现非常紧凑、功率和波长的高稳定性，以及高速调制，为许多应用领域提供了通用平台。

除了绿光激光器 QLD0593 系列外，QD Laser 正在开发新的激光模块，提供给市场领先客户。

QD Laser Inc., www.qdlaser.com



L³ LIMO Line Laser®：均匀光线条件下的质量检查

硅片检测和太阳能电池检查都有一些特别要求：即要求无接触的质量检查，例如光致发光 (PL) 测量和微细裂纹检验，都是很适合的方法。在线联机测试的关键是在生产过程进行质量控制而又不影响正常生产。这样可以保证生产率提高并降低组件成本。

为了内嵌测试台的成功和获得试验样品正确而均匀的照明，LIMO 公司开发出了 LIMO 线激光器。L³ LIMO Line Laser 可产生非常均匀的照明线（约 165 × 3 mm²；均匀性：高达 95%）用来扫描 156 mm × 156 mm 大小的太阳能电池。高射束强度可缩短曝光时间。790 或 808 纳米的波长可使激光束和 PL 信号的频谱分离更加容易。这是一个非常重要的先决条件，因为仅此属性的 PL 系统可以用非常快和可靠的激光照射进行测量。与电致发光系统不同，PL 是无接触式测试系统，没有如何损伤。这种温和的测量方法可减少机械安装成本，避免损坏。

LIMO 同时提供光束整形模块，可均匀照亮某个角度的全部区域。弗赖堡的弗劳恩霍夫太阳能系统研究所（ISE）已成功地测试了高性能二极管激光器和光束整形模块之间的相互作用。

LIMO 还提供了两种解决方案——有定制线和视场尺寸（field size）——线激光器和光束整形模块。

LIMO 公司, www.limo.de



DSS™ 450 MonoCast™ 晶体生长系统



GT Advanced Technologies Inc. 推出 DSS™ 450 MonoCast™ 晶体生长系统。在总产出方面，GT 的 DSS™ 450 MonoCast™ 熔炉所生长材料生产的模块可媲美结合传统渗硼直拉单晶硅晶圆的模块。DSS450 MonoCast 熔炉具备多种新功能，可实现每个铸锭的单晶硅产量 ≥ 80%，与其他铸造单晶硅技术相比，能大幅提升每个晶柱中的 I 级晶圆（>90% 单晶硅 / 晶圆）产量。GT 的 DSS450 和 DSS450HP 系统率先采用 MonoCast™ 技术。目前采用这些 DSS 熔炉的客户可将其现场升级为新的 DSS450 MonoCast 系统。

DSS450 MonoCast 晶圆制造的电池具有较低的光衰（LID），具有不切角正方形表面维度的晶圆相比准正方形的传统单晶硅晶圆具有更大的发电表面积。其结果是，该模块的效率与结合批量单晶硅晶圆的模块效率不相上下。

DSS450 MonoCast 具有先进的新硬件以及业内首创的自动种子保留功能，可在融化和生长过程中避免浸渍和操作人员干预，帮助实现自动化以及 DSS450 MonoCast 系统的生产价值。若结合 GT 的新 Acuity™ 绩效软件，DSS450 MonoCast 可反复生产高品质晶柱。

GT Advanced Technologies Inc., www.gtat.com

产品橱窗 | Product Showcase

基于 SiGe 技术的新型 RF 前端模块突破性技术平台

美高森美 (Microsemi) 公司发布以硅锗 (SiGe) 技术为基础的 4G RF 前端模块 (FEM) 突破性技术平台。该公司已采用此创新平台开发下一代 IEEE 802.11ac 无线网络 (WLAN) 前端模块。IEEE 802.11ac 被业界视为第五代 WiFi 或 5G WiFi。

新平台在单一 SiGe 芯片上集成了多个滤波器、开关、LNA 和功率放大器，能支持多重输入 / 输出 (MIMO) 功能。高度的集成性能显著降低成本与减少印刷电路板面积，这是设计人员设计智能手机与平板电脑等产品时的重要考虑。

Microsemi 的 RF 前端模块包括两个功能完备的 2.5GHz IEEE 802.16 功率放大器、两个发送 / 接收开关、两个 LNA、两个平衡至非平衡的巴伦转换器 (balun)、谐波与噪声整形滤波器，以及一个控制与调谐用的数字接口。以 5 × 5.6mm 的封装尺寸，在输出功率为 24dBm 时，它的性能达到苛刻的 802.16mask 与 EVM 要求。

Microsemi 的下一代无线网络双频 FEM 将会整合高线性度的 802.11ac 兼容 2.4GHz 与 5GHz PA、2.4 和 5GHz 的旁路 LNA、开关、滤波器、双工器、以及一个 I²C 数字接口，尺寸纤小，封装仅有 3 × 4mm QFN 大小。

Microsemi, www.microsemi.com

可为 WiFi 5GHz 接入点提供一流性能的前端模块

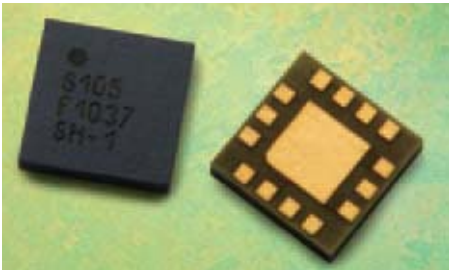
最新高性能的 WiFi 接入点前端模块 AFEM-S105 采用 3.2 × 3.2 × 0.6 毫米的小型包装，集成了功率放大器、定向耦合器和 SPDT 天线开关。功率放大器已针对 IEEE 802.11 a/n WiFi 调制器进行了优化，以帮助模块简化频率范围在 5.15-5.85GHz 之间的移动和固定无线数据应用的设计。

AFEM-S105 模块利用 Avago 公司的专有 0.25μm GaAs 增强模式 pHEMT 工艺技术，可在各种不同的电压和温度范围获得强劲的 RF 性能，并且低电流消耗。该模块在提供线性功率效率的同时表现出了平坦增益和良好的匹配度，可满足严格 802.11a/n 屏蔽条件的要求。

AFEM-S105 的其他特点

- 所有 RF 端口为 50ohm 匹配，可以简化设计
- Tx-Rx 开关的隔离度高
- 28dB 增益
- 任何负荷或条件下都可保持稳定
- 符合 FCC 15.205 在 15dBm 条件下的发射屏蔽要求

Avago Technologies, www.avagotechwireless.com



新型高频光源仪

钜创科技 (Phytrex Technology) 针对半导体 on Wafer 与光电子 QSFP/AOC 100GE 产业量测需求，新推出 1-35Gb/s 高频宽的调制标准光源，共提供 850、1310 和 1550 三种波长。拥有标准校正、高光强度、波形精准和适用范围广等特点。可搭配网络分析仪 (Vector Network Analyzer) 做光探测器 (Photodiode) 的特性量测，支持 S2P 档案可搭配 ADS 作分析，数据传输率可达到 35Gb/s，用来作为业界生产测试或实验室研究的讯号发射端都很适合。

Phytrex 的 35Gb/s 调制标准光源 PBR Lightwave Test Set 已在关键量测部份突破，带来新解决方式给半导体产业 on Wafer 与光电子产业 QSFP/AOC 100GE 之高高频宽的光电与通信应用，型号与规格如下：

- LTS-850、LTS-1310 和 LTS-1550 调制标准光源
- 850、1310 和 1550 波长的 35Gb/s 调制标准光源
- 搭配网络分析仪可做光通组件测试
- 自动锁定讯号调制的位置

这是一个突破性的产品，可用于 100GE 高速光通、QSFP 或 AOC 相关高速光组件开发相关测试，有别于一般使用 850 VCSEL 光源，PBR LTS-850 采用 CW 雷射搭配外调制器不仅能提供较佳的消光比 (>10dB) 以利于距离较长的光纤传输，而且 Single Longitudinal Mode 光源的 SMSR 高达 40dB，光功率超过 8dBm，调制器偏压采用自动偏压控制方式 (auto bias control) 能改善调制器光讯号相位偏移的问题。

Phytrex Technology, www.phytrex.com



KLA-Tencor 发布新型旗舰晶圆检测解决方案组合

KLA-Tencor 公司为先进芯片制造商推出三款新型晶圆缺陷检测系统：2900、Puma 9650 和 eS800 系统。此新型旗舰组合旨在解决新材料、新结构和新设计规则给先进芯片制造商带来的各种各样的缺陷问题。在极具挑战性的半导体工艺层和晶粒区上的缺陷捕获方面，以及小到 10 纳米的成品率相关缺陷捕获方面，新型 2900 系列宽带光学晶圆缺陷检测平台均有巨幅进步，从而将光学晶圆缺陷检测拓展到新的极限。与 2900 互补的新型 Puma 9650 系列窄带光学晶圆缺陷检测系统，在许多半导体工艺层上将 Puma 产品线独一无二的灵敏度与产能组合提升至新的性能水平，包括艰难的栅极蚀刻层。eS800 系列电子束晶圆缺陷检测平台能够借助其特有设计，实现高电子束电流密度，以捕获极小缺陷、浅残留物，或者深入狭窄结构内部的缺陷。

新产品组合系统中的每个检测系统都能够与最近推出的 eDR-7000 电子束晶圆缺陷检查系统实现无缝连接。eDR-7000 具备杰出的灵敏度与检查速度，可以完成对检测仪所发现的缺陷类型进行识别，让工程师能够及时解决缺陷问题，并精确处理晶圆。

KLA-Tencor, www.kla-tencor.com

科锐推出封装型 1700V 碳化硅肖特基二极管

全新系列封装型二极管科锐 1700V Z-Rec[®] 肖特基二极管，在现有碳化硅肖特基二极管技术条件下，可提供业界最高的阻断电压，从根本上消除了硅二极管替代品中存在的反向恢复损耗，能够使系统实现超高效率并且更小、更轻，同时提高了整体的可靠性，进一步提升分立器件设计低功率应用的性能并且节约系统成本。

科锐 1700V 碳化硅肖特基二极管是高效电力电子系统的理想选择，为太阳能、电机驱动和牵引应用提高效率并节约成本。它拥有业经验证的科锐 Z-Rec 碳化硅肖特基二极管的所有优势——包括零反向恢复损耗，不受温度影响的开关以及在更高频率下工作。1700V 裸芯片已经提供给自主设计定制电源模组的客户进行使用。而新型 TO-247-2 封装能够使客户充分运用低功率 1700V 设计的碳化硅的优势，在选择电流级别时拥有更大的设计灵活性，并加快产品上市时间。

科锐 C3Dxx170H 新型碳化硅二极管系列的额定电流 / 电压分别为 10A/1700V 和 25A/1700V，工作结温为 -55℃ 至 +175℃。

Cree, www.cree.com/power

极低开关损耗的常开 SiC JFET

SemiSouth Laboratories 推出 SJDP120R340 常开 SiC trench JFET 器件，与硅 MOSFET 相比可实现更高的开关速度，大大降低了损耗。

这些新器件在 1200V 额定电压的最大通态电阻为 340 mΩ（典型 RDSon 为 270 mΩ），在 150℃ 条件下具有易于并联的正温度系数和非常快的无尾电流开关速度。碳化硅功率器件的关键应用包括光伏微型逆变器、SMPS 和 UPS、电机驱动和感应加热等。

SemiSouth Laboratories, <http://semisouth.com/>

高性能 GXS 干式螺杆真空泵

Edwards 公司扩展其 GXS 系列干泵，以期满足大批量工业 OEM 厂商和终端用户的需求。新的 GXS450 和 GXS750 泵及泵组采用创新的螺杆技术和高效率驱动技术，以提高高泵的抽真空性能，可让用户优化其制程，实现较低的总体拥有成本，并减少占地面积。

新的 GXS 泵具有高达 740m³h⁻¹ 的峰值抽速，与罗茨增压泵组合使用时，可以达到 3360m³h⁻¹ 的更高抽速，同时在不加吹扫的前提下，可以获得低至 5 × 10⁻⁴ mbar 的极限真空。这些高性能泵是那些大腔体快速抽空应用的理想选择，比如钢铁冶炼脱气和冶金制程、玻璃镀膜、太阳能电池制造、LED 制造，以及真空锁室抽空应用，同时也满足工艺腔体的低压力要求。

新款泵包含多种创新的设计功能，有助于实现平稳安静运行、出色的真空性能和低运行成本。GXS 泵轴的两端备有支撑，具有更高的刚性，从而改进了粉尘处理能力，并降低振动和噪声水平至 70 dB(A) 以下。GXS 泵的气体 and 功率消耗较少，可让用户最大限度地降低其对环境的影响。与主流设计不同，GXS 泵将马达与变频器配合，提升效率多达 15%，更进一步降低了运营成本。GXS 泵可以连接至客户的专用制程控制器，实现全面的系统集成。

Edwards 公司, www.edwardsvacuum.com



广告索引 Advertisers & Web Index



Advertiser	广告商名称	网址	页码
Aixtron SE	德国爱思强股份有限公司	www.aixtron.com	IFC
AXT Inc.		www.axt.com	9
Akzo Nobel		www.akzonobel.com/hpmo	11
Computex Taipei		www.computextaipei.com.tw	IBC
EV Group		www.EVGroup.com	1
Evatec Ltd.		www.evatecnet.com	15
IQE plc		www.cn.iqep.com	4
Kurt Lesker (Shanghai) Trading Company	科特莱思科(上海)商贸有限公司	www.lesker.com	29
LayTec AG		www.laytec.de	3
MERSEN Kunshan Co., Ltd.	美尔森先进石墨(昆山)有限公司	www.mersen.com	24
Plasma-Therm LLC		www.plasmatherm.com	2
Raboutet		www.raboutet.fr	26
Roth & Rau		www.nanyang-jaytech.com	33
Temescal		www.temescal.net	BC
Tiger Optics		www.tigeroptics.com	5



www.compoundsemiconductorchina.com

行政及销售办公室 Administration & Sales Offices

行政人员 Administration

HK Office (香港办公室)
ACT International (雅时国际商讯)
Unit B, 13/F, Por Yen Buiding,
No. 478 Castle Peak Road,
Cheung Sha Wan,
Kowloon, Hong Kong
Tel: 852-28386298

Publisher (社长) - China
Adonis Mak (麦协林)
Adonis@actintl.com.hk

Editor in China(中国版编辑)
Sunnies Zhao (赵雪芹)
sunnies@actintl.com.hk

Sales Director (销售总监)
Mark Mak (麦协和)
markm@actintl.com.hk
Sales Director-Taiwan

UK Office (英国办公室)
Angel Business
Communications Ltd.
6 Bow Court,
Fletchworth Gate,
Burnsall Road, Coventry,
CV56SP, UK
Tel: +44 (0)1923 690200

Chief Operating Officer
Stephen Whitehurst
stephen.whitehurst@angelbc.com
Tel: +44 (0)2476 718970

销售人员 Sales Offices

Asia (亚洲)
Mark Mak (麦协和)
markm@actintl.com.hk
Tel: 852-28386298

China (中国)
Michael Tsui (徐旭升)
michaelt@actintl.com.hk
Tel: 86-755-25988571

Shanghai (上海)
Judy Huang (黄作美)
judyh@actintl.com.hk
Tel: 86-21-62511200

Beijing (北京)
Oasis Guo (郭镜园)
Oasisg@actintl.com.hk
Tel: 86-10-64187252

Taiwan (台湾地区)
Monica Liu (刘方美)
monica@arco.com.tw
Tel: 886-223965128 x 204

Korea (韩国)
Lucky Kim
semieri@semieri.co.kr
Tel: 82-2-574-2466

Singapore (新加坡)
Joanna Wong
triplesinternational@gmail.com
Tel: 65-63395596 / 65-90626227

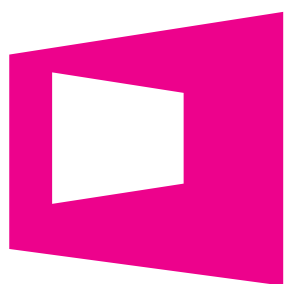
US (美国)
Janice Jenkins
jjenkins@brunmedia.com
Tel: 724-929-3550

Tom Brun
tbrun@brunmedia.com
Tel: 724-539-2404

Europe (欧洲)
Robin Halder
robin.halder@angelbc.com
Tel: +44 (0)2476 718970

Shehzad Munshi
sm@angelbcl.co.uk
Tel: +44 (0)1923 690215

Jackie Cannon
Jackie.cannon@angelbc.com
Tel: +44 (0) 1923 690205



台北国际电脑展 COMPUTEX

ufi
Approved
Event

TAIPEI 引领科技 形塑未来

Shaping the Future!



2012年
6月5日-9日

www.ComputexTaipei.com.tw

For further information, please find your nearest TAITRA office online :
<http://branch.taiwantrade.com.tw>

主办单位:
Organizers:



台北世界贸易中心
Taipei World Trade Center

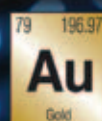
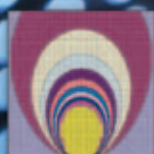
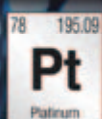
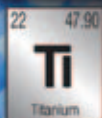


台北市电脑商业同业公会
TCA

场地:
Venues:

台北世界贸易中心南港展览馆、展览一馆、
三馆、台北国际会议中心

TWTC Nangang Exhibition Hall
TWTC Exhibition Halls 1 & 3
Taipei International Convention Center



FerroTec

Temescal is now a
division of Ferrotec

Elemental Knowledge 元素知识库

**Temescal 的Elemental Knowledge™
为化合物半导体金属蒸镀带来极致的精密度**

Temescal工艺科学家已经开发了一个“Elemental Knowledge”基本知识库，可以对3D蒸发云建模，从而优化金属蒸镀工艺。Temescal系统不只是一个蒸发设备，其中的Temescal Control System 控制系统为工艺工程师提供了最完善的程序设定工具箱，同时为操作者提供按钮式控制方式。

更多信息，请访问我们的网站 www.temescal.net



Temescal

