

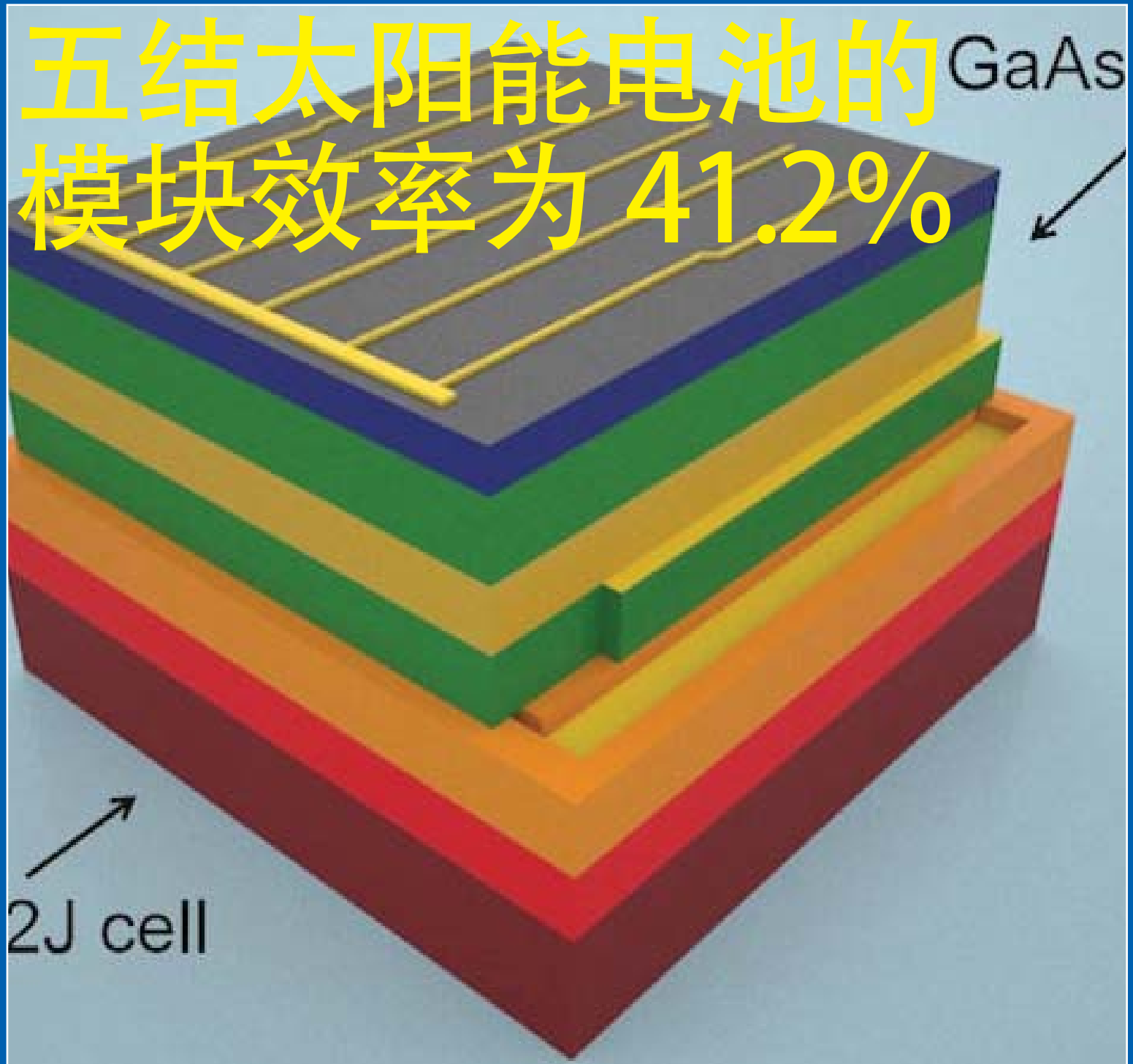
# semiconductor TODAY

面向亚洲中文读者的化合物及先进硅半导体新闻杂志

A S / A

2017 第 6 卷第 2 期

www.semiconductor-today.com



化合物半导体市场的复合年增长率为 8.47% 增长至 2021 年。  
印度科学院获得政府批准建立商业 GaN 代工厂。  
研究人员找到方法来解决晶片弓曲与穿透位错之间的权衡



## Another breakthrough from Veeco. This time it's EPIK.

### Introducing Veeco's new TurboDisc® EPIK700™ GaN MOCVD system

As global consumption for LED general lighting accelerates, manufacturers need bigger, better MOCVD technology solutions that increase productivity and lower manufacturing costs.

The EPIK700 MOCVD system combines Veeco's award-winning TurboDisc reactor design with improved wafer uniformity, increased productivity and reduced operations expenses to enable a cost per wafer savings of up to 20 percent compared to previous systems.

It also features a reactor with more than twice the capacity of previous generation reactors. This increased volume coupled with productivity advancements within the EPIK700 reactor, results in an unmatched 2.5x throughput advantage over previous reactors.

Learn how Veeco's TurboDisc EPIK700 GaN MOCVD system can improve your LED manufacturing process today.

The advantage is not just big. It's EPIK.

Contact us at [www.veeco.com/EPIK700](http://www.veeco.com/EPIK700) to learn more.



Veeco's New TurboDisc EPIK700 GaN MOCVD System

## 新闻 News

### 市场 Markets

化合物半导体市场的复合年增长率为 8.47% 增长至 2021 年；亚太地区到 2021 年将成为最大的市场区域。MOCVD 市场以 20% 的年均复合增长率增长到 2021 年；LED 照明市场推动亚太地区的设备利用率上升。微型 LED 显示屏和投影模块将于 2018 年推出；将微米尺寸 LED 应用到显示背板的批量转移突破尚未实现。RF 功率半导体市场的年复合增长率为 9.8%，从 2016 年的 15 亿美元增长到 2022 年的 25 亿美元；由于 5G 重塑 RF 技术 GaN 接管了 LDMOS 的市场份额

### 宽能隙电子产品 Wide-bandgap electronics

印度科学院获得政府批准建立商业 GaN 代工厂；纳米科学与工程中心的 Si 上 GaN 设施已经为研究人员生产晶体管。GaNSystems 完成由宝马 iVentures 牵头的融资。GTAT 推出 SiC 晶圆生长炉，解决 6 英寸晶圆的新兴需求；投资组合扩大，以应对电力市场快速增长

### 材料和工艺设备 Materials and Process Equipment

三安第一家验证合格了 Aixtron 新型喷淋头 19 片 2 英寸晶圆的用于 DUV LED 生产的 MOCVD 反应器

### LEDs LED News

丰田 Gosei 开发汽车前照灯 LED

### 光伏 Photovoltaics

五结太阳能电池的模块效率为 41.2%；基于 GaAs 的三结电池通过转移印刷堆叠在基于 GaSb 的双结聚光电池上。Manz 从 Centrotherm 公司的子公司 FHR 订购溅射系统用于中国 CIGS 太阳能电池组件工厂生产；Centrotherm 专注于与 Manz 在 CIGS 薄膜开发上的合作伙伴关系

## 技术聚焦：太阳能电池

晶体硅上智能堆叠 III-V 族太阳能电池提高了转换效率。钼纳米颗粒阵列连接使铝背表面场硅串联器件的薄膜达到 25% 的效率。

## 技术聚焦：光电探测器

用于硅上 III-V 族光电探测器的外延剥离和晶片键合。研究人员通过加速湿法刻蚀工艺来寻求低生产成本。

## 技术聚焦：III-V 族工艺

硅衬底上的单晶镓锑基激光二极管。研究人员将波长推到了  $1.59 \mu\text{m}$ ，接近了低衰减长途光纤电信所需要的  $1.55 \mu\text{m}$  的最佳波长。

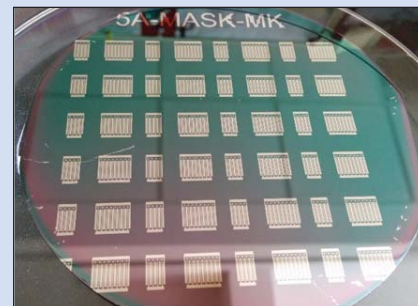
## 技术聚焦：LED 制造

薄的工业型规格硅上的镓氮发光二极管。研究人员找到方法来解决晶片弓曲与穿透位错之间的权衡。

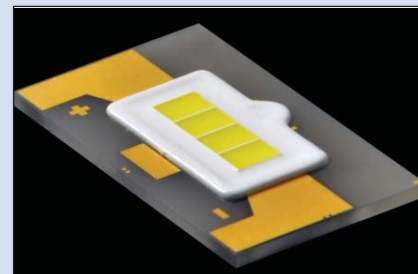
## 技术聚焦：宽能隙电子产品

富士通实现了 W 波段 GaN 晶体管功率放大器的创记录的输出密度。源极和漏极之下的 GaN 插入层减少了内部电阻，而 InGaN 背势垒层控制电流泄漏。

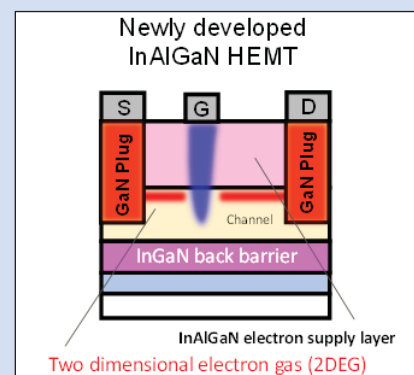
2017 第 6 卷第 2 期



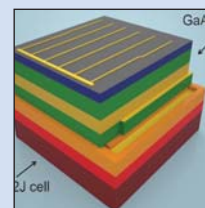
第 9 页：印度科学院获得政府批准建立商业 GaN 代工厂。纳米科学与工程中心的 Si 上 GaN 设施已经为研究人员生产晶体管



第 10 页：位于日本爱知县清水的丰田 Gosei 有限公司开发了第一款汽车前照灯 LED 作为新产品。根据内部测试，LED 实现了所谓的具有低能耗的世界级亮度。



第 24 页：富士通实现了 W 波段 GaN 晶体管功率放大器的创记录的输出密度。GaN-HEMT 器件结构示意图。



五结太阳能电池的模块效率为 41.2%。基于 GaAs 的三结电池通过转移印刷堆叠在基于 GaSb 的双结聚光电池上。第 12 页

## 欢迎阅读最新一期的《今日半导体亚洲版》

欢迎阅读最新一期的今日半导体亚洲版，它是今日半导体杂志的中文版。

英语版的今日半导体是一个在线杂志和网站，专注于报道化合物半导体（如砷化镓，磷化铟，氮化镓，铜铟镓硒，碲化镉等）和先进硅（包括碳化硅，硅锗，应变硅等）的材料和器件的研究与制作。其应用包括无线通讯，光纤通讯，发光二极管和太阳能电池。此外，本杂志还关注化合物半导体和先进硅技术的融合领域（如硅片上 III-V 族半导体）。

电子版的今日半导体亚洲版由独立的专业出版商朱诺 (Juno) 出版和媒体解决方案有限公司发行，每年发行五期。本杂志通过电子邮件向涵盖东北亚超过 17,900 名科学家，工程师和业界高管免费赠阅。

今日半导体亚洲版向亚洲中文读者提供包括技术和业务方面的新闻和专题文章。随着东北亚半导体产业的快速发展，我们鼓励大家积极向本刊提出发表内容的建议。我们也希望该地区的任何人都向今日半导体亚洲版踊跃投稿，特别是 LED 芯片或基于其它化合物半导体器件的制造商。

今日半导体亚洲版编辑：高海永  
(Editor, Semiconductor Today ASIA: Haiyong Gao)

今日半导体总编辑：Mark Telford  
(Editor, Semiconductor Today)

semiconductor TODAY  
ASIA



今日半导体亚洲版编辑：高海永  
Haiyong Gao

总编辑 Mark Telford  
电话：+44 (0) 1869 811 577  
手机：+44 (0) 7944 455 602  
传真：+44 (0) 1242 291 482  
电子邮箱：mark@semiconductor-today.com

商务总监 / 助理编辑 Darren Cummings  
电话：+44 (0) 121 288 0779  
手机：+44 (0) 7990 623 395  
传真：+44 (0) 1242 291 482  
电子邮箱：darren@semiconductor-today.com

广告经理 Darren Cummings  
电话：+44 (0) 121 288 0779  
手机：+44 (0) 7990 623 395  
传真：+44 (0) 1242 291 482  
电子邮箱：darren@semiconductor-today.com

原始设计 Paul Johnson  
www.higgs-boson.com

《今日半导体》亚洲版涵盖了化合物半导体和先进硅材料及器件（例如砷化镓、磷化铟和锗化硅晶圆、芯片以及微电子及光电器件模块，如无线和光纤通信中的射频集成电路 (RFIC)、激光器及 LED 等）的研发和制造信息。

每期包含的内容如下：

- \* 新闻（资金、人员、设备、技术、应用和市场）；
- \* 专题文章（技术、市场、区域概况）；
- \* 会议报告；
- \* 活动时间表和活动预览；
- \* 供应商目录。

《今日半导体》亚洲版（即将取得国际标准期刊编号 ISSN）为免收订阅费的电子格式出版物，由 Juno 出版与媒体解决方案有限公司每年发行 5 次，公司地址为 Suite no. 133, 20 Winchcombe Street, Cheltenham GL52 2LY, UK。详见：  
www.semiconductor-today.com/subscribe.htm

© 2017 年 Juno 出版与媒体解决方案有限公司保留所有权利。《今日半导体》亚洲版及其所包含编辑材料的版权属 Juno 出版与媒体解决方案有限公司所有。未经允许不得全部或部分转载。在大多数情况下，如果作者、杂志和出版商都同意，将授权允许转载。

免责声明：《今日半导体》亚洲版中公布的材料不一定代表出版商或工作人员的观点。Juno 出版与媒体解决方案有限公司及其工作人员对所表达的意见、编辑错误以及公布材料对财产或个人造成的损害或伤害不负任何责任。

# REGISTER

for *Semiconductor Today*

free at

[www.semiconductor-today.com](http://www.semiconductor-today.com)

# 针对高亮度LED 的溅射解决方案 就在这里



想像一下有这样一台溅射设备，它能同时灵活应用于溅镀电流散布层和反射层或接触层；能够在Ga<sub>N</sub>上无等离子体损伤地溅镀ITO；具有先进的成品率和最低单片成本工艺控制。好的，现在它就在这里--Radiance--2, 4, 6和8英寸Ga<sub>N</sub>, Si上Ga<sub>N</sub>和SiC上Ga<sub>N</sub>溅射工艺设备。

有关Radiance及Evatec所有镀膜设备和LED工艺的更多资讯，请访问 [www.evatecnet.com/markets/optoelectronics/leds](http://www.evatecnet.com/markets/optoelectronics/leds) 或联系我们上海当地的办事处 +86 21 20246072, +86 18017760181(徐经理)。



MORE INFO

# MOCVD市场以20%的年均复合增长率增长到2021年 LED照明市场推动亚太地区的设备利用率上升

根据Technavio的一份报告，全球金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 市场的复合年增长率 (CAGR) 在 2017 - 2021年期间约为14%，从 2016年的6.188亿美元增长到 2021年的11.62亿美元。

由于MOCVD用于生产高亮度LED，预计对高亮度LED的需求将不断增长。半导体设备行业研究首席分析师Sunil Kumar Singh表示：“推动全球MOCVD市场增长有不同的因素，其中全球LED照明市场对高亮度LED的需求不断增长。LED的平均销售价格 (ASP) 快速下降使LED应用可以在照明领域应用”。

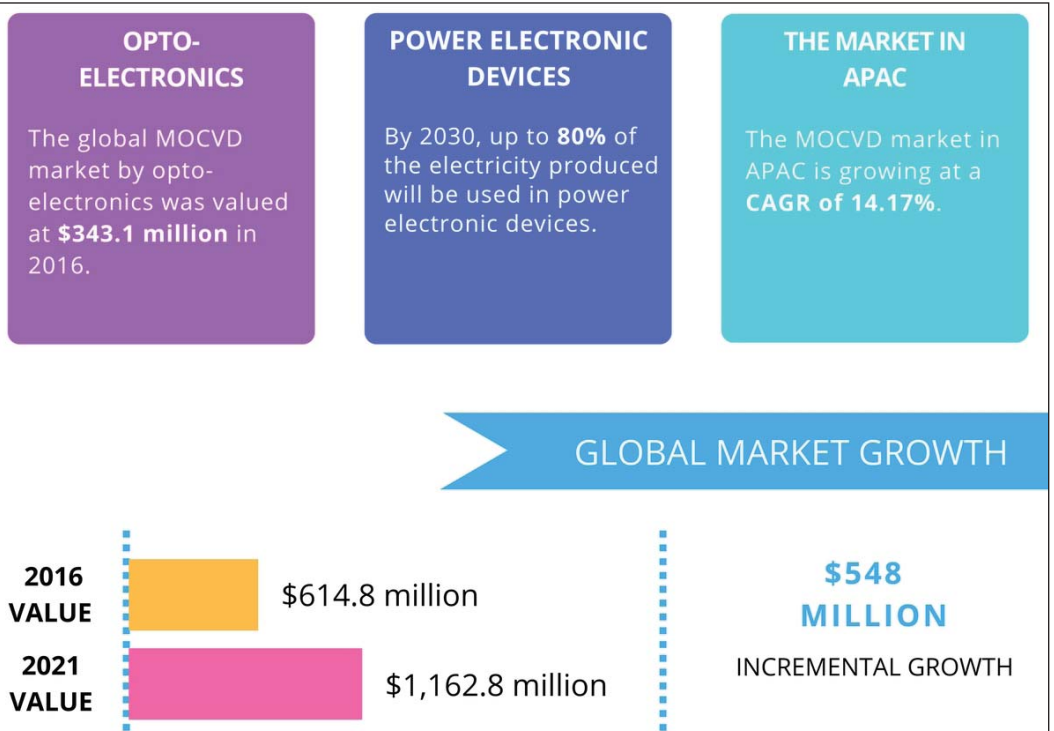
此外，太阳能等可再生能源的需求不断增长是另一个主要驱动因素。半导体制造商正在使用MOCVD制造高效三结光伏电池，可以最大限度地提高光伏电池将阳光转化为电能的效率。

根据Technavio，推动MOCVD市场的前三大新趋势如下：

## 节能的需要

供应商为各种应用提供各种电力电子器件，主要重点是节能。许多供应商正在增加功率密度，影响电力电子器件和相关应用的成本。预计成本会有所增加。

Sunil表示：“功率密度的增加带来器件功率效率的提高，从而帮助终端用户节约能源。化石燃料的消耗和成本上涨使



能源节约成为未来几年能够引发市场增长的一个要求和趋势”。

## 大功率电子器件的出现

电子器件的消费者有很高的期望，需要快速，创新，轻便，节能和小巧的产品。对于硅，如果不影响性能所有这些要求都难以实现。Technavio表示，它已经达到饱和阶段。

基于氮化镓 (GaN) 的器件为用户和供应商开辟了新的机遇。对于用户而言，GaN提供高功率电子器件，具有灵活，及时，节能，及节省时间的优点。

## 亚太地区的MOCVD设备利用率增加

亚太地区 (APAC)，尤其是中国的照明需求和地方政府提供的补贴，对全球MOCVD设备市场的增长潜力很大。随着对基于LED的显示器等LED元器件及配件的需求的不断增长，以及普通照明领域对LED的需求不断增加，亚太地区的MOCVD设备利用率也有所提高。

例如，清华同方，HC SemiTek，杭州士兰明芯科技，中科半导体照明等中国LED厂商到2020年将在该国实现生产能力扩张计划。

[www.technavio.com/report/](http://www.technavio.com/report/)

# REGISTER FREE

for *Semiconductor Today*

[www.semiconductor-today.com](http://www.semiconductor-today.com)

# 化合物半导体市场的复合年增长率为8.47%增长至2021年

市场研究公司Technavio预测, 2017-2021年期间, 全球化合物半导体市场复合年均增长率 (CAGR) 将达8.47%。

《2017-2021年全球化合物半导体市场》报告指出, 智能手机全球采用是主要的增长因素, 由于低成本智能手机的可用性和互联网渗透率的增加, 预计将会迅速上升。随着移动设备数量的增加, 推动了GaAs放大器和开关等砷化镓元件市场的增长。此外, 智能手机厂商也致力于开发使用GaAs的太阳能电池供电的智能手机 (因为它是捕获大量光线的最有效的半导体, 因此可以提供更长的电池寿命)。

该报告还预测, 未来几年在化合物半导体市场中的最新趋势之一是工厂自动化程度的增加。随着计算机和机器被用于高效的控制系统, 其自动化正在增长。报告指出, 化合物半导体器件在确保器

件尺寸减小的同时还能保证高效的功率消耗中起到关键作用, 因为它们能够承受高温和高压。

## 竞争格局和关键厂商

化合物半导体市场竞争激烈是由于存在好几家关键厂商, 报告列出了Broadcom, Skyworks Solutions, Cree和Qorvo公司。其他主要厂商有: ADI公司, 欧司朗光电半导体公司, GaN Systems公司, 英飞凌科技公司, 恩智浦半导体公司, Advanced Wireless半导体公司, 意法半导体公司, Microsemi公司, 德州仪器公司, WIN半导体公司和AXT公司。

报告评论道, 供应商将尝试通过化合物半导体产品的技术进步获得市场主导份额, 并以有竞争力的价格设计应用特定产品。此外, 供应商也在大力投资开发能够满足高功率密度产品需求的材料,

并克服制造中的挑战。

## 智能手机出货量增长带动消费电子行业

在2016年, 由于全球智能手机出货量大幅增长, 带动对GaAs功率放大器和开关的需求增长, 消费电子行业因而占据了化合物半导体市场的最大份额。

## 到2012年, 亚太地区成为最大的市场区域

亚太地区 (APAC) 由于电力应用需求的增加和韩国, 中国大陆, 印度, 马来西亚和台湾地区等发展中国家和地区的经济增长, 将在2021年成为主要的市场。该报告得出结论, 无线基础设施的需求不断增加, 也将推动该地区的市场增长。

[www.technavio.com/report/global-compound-semiconductor-market](http://www.technavio.com/report/global-compound-semiconductor-market)

# 微型LED显示屏和投影模块将于2018年推出

根据LEDinside (市场研究公司TrendForce的一个部门) 的报告 “2017年第三季度微型LED下一代显示屏行业成员报告: 技术转移和检测/维修技术分析报告”, 微型LED显示屏商业化的主要瓶颈是将微米尺寸LED应用到显示屏背板。

全球许多公司已进入到微型LED市场, 并正在开展批量工艺的竞赛。然而, 他们的解决方案在生产产量 (单元每小时, UPH), 转化良率和LED芯片的尺寸 (即微型LED需要小于100 μm) 方面尚未达到商业化标准。

目前, 微型LED市场正在朝大约150 μm大小的LED进行批量生产转化。LEDinside预计最早在2018年就可以在在市场上推出具有150 μmLED的显示器和投影模块。当较大尺寸LED的大规模技术转化成熟时, 市场参与者将投资于制造较小产品的工艺。

## 批量转移解决方案的发展面临七大挑战

助理研究经理Simon Yang表示: “批量生产转化是微型LED显示屏制造的四个主要阶段之一, 具有许多非常困难的技术挑战”。他指出, 开发成本效益好的批量转移解决方案取决于七个关键领域的进步: 设备精度, 转化良率, 制造时间, 制造技术,

检验方法, 返工和工艺成本。

LEDinside认为显示器供应链中的LED供应商, 半导体制造商和公司将不得不共同制定微量生产中使用的材料, 芯片和制造设备的规范标准。

跨行业合作是必要的, 因为每个行业都有自己的规范标准。另外, 需要长时间的研发来克服技术障碍, 整合各个制造领域。

## 批量生产之前, 质量转移必须达到5西格玛水平

利用六西格玛作为确定微型LED显示屏批量生产可行性的模型, LEDinside的分析表明, 转化过程的良率必须达到四西格玛水平, 才能使商业化成为可能。然而, 即使在四西格玛水平, 工艺成本与检查和缺陷修复相关的成本仍然相当高。为了可以将具有竞争性加工成本的商业成熟的产品进行市场投放, 转化工艺必须达到5西格玛以上的转化良率。

## 真正的微型LED产品首先进入室内显示器和可穿戴式应用

即使还没有重大的突破, 全球许多科技公司和研究机构继续投资于批量转移的研发。一些在这方面工作的国际知名企业和机构是LuxVue, eLux, VueReal, X-Celeprint, CEA-Leti, SONY和OKI。差不多大的台湾公司和组织包括

PlayNitride, 工业技术研究所, Mikro Mesa和台积电。

有几种类型的批量转移解决方案正在开发中。选择哪一种将取决于应用市场, 设备资本, UPH和处理成本等各种因素。此外, 制造能力的扩大和良率的提高对产品开发十分重要。

根据最新的发展情况, LEDinside认为, 可穿戴设备 (例如智能手表和智能手环) 和大型室内显示器的市场将首先看到微型LED产品 (LED尺寸在100 μm以下) 的应用。

LEDinside指出, 由于批量转移在技术上的挑战性, 因此市场参与者将首先使用现有的晶圆键合设备来构建解决方案。此外, 每个显示应用都具有自己的像素体积规格, 因此市场参与者可能会专注于具有低像素体积要求的产品, 以缩短产品开发周期。

薄膜转移是转移和布置微米尺寸LED的又一种方法, 一些市场参与者正在使用这种方法直接跳转到开发解决方案。然而, 完善薄膜传输将需要更长的时间和更多的资源, 因为这种方法的器件需要设计, 构建和校准。报告总结到这一方案也将涉及较难的制造业相关的问题。

[www.everlight.com](http://www.everlight.com)

# RF功率半导体市场的年复合增长率为9.8%， 从2016年的15亿美元增长到2022年的25亿美元

## 由于5G重塑RF技术GaN接管了LDMOS的市场份额

Yole Développement的《2017年RF电力市场和技术: GaN, GaAs和LDMOS报告》预测, 由于电信运营商投入减少, 射频功率半导体市场 (3W以上应用) 在2015年和2016年缩减后, 将会再次增长, 在2016-2022年期间, 以9.8%的复合年均增长率 (CAGR) 增长, 比2016年的15亿美元增长75%, 到2022年超过25亿美元。增长是由于电信基站升级和小电池应用推动的。

技术与市场分析师 Zhen Zong表示: "未来五年, 5G实施的革命性转型将大大改变RF技术的发展。" 这不仅适用于智能手机应用, 而且还适用于3W以上的射频电信基站设施应用, 而5G则为该射频电源市场中的化合物半导体提供了巨大的商机。

Yole表示, 目前市场正在迈上4G网络的完工门槛, 并开始向5G转型, 但还有很多工作要落实到位。然而有些事情是肯定的: 新的无线网络将需要更多的器件和更高的频率。因此对于芯片供应商, 特别是射频功率半导体的供应商来说, 估计是一个巨大的机会。

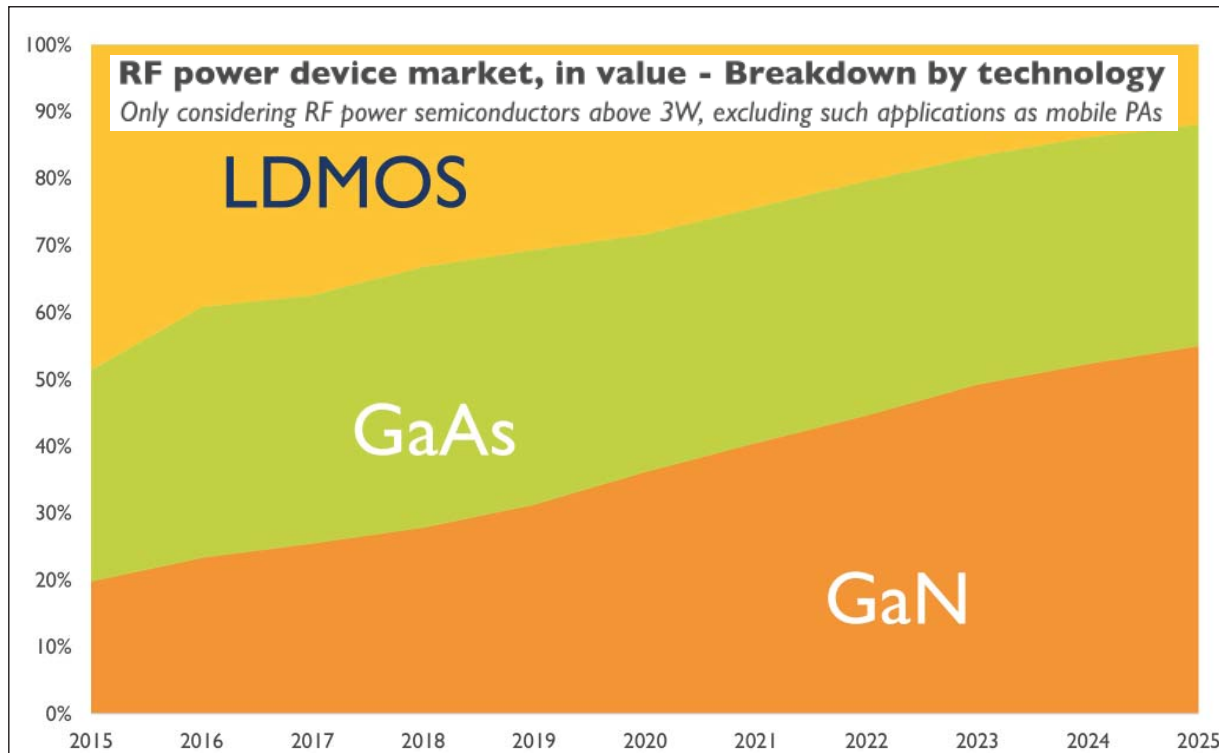
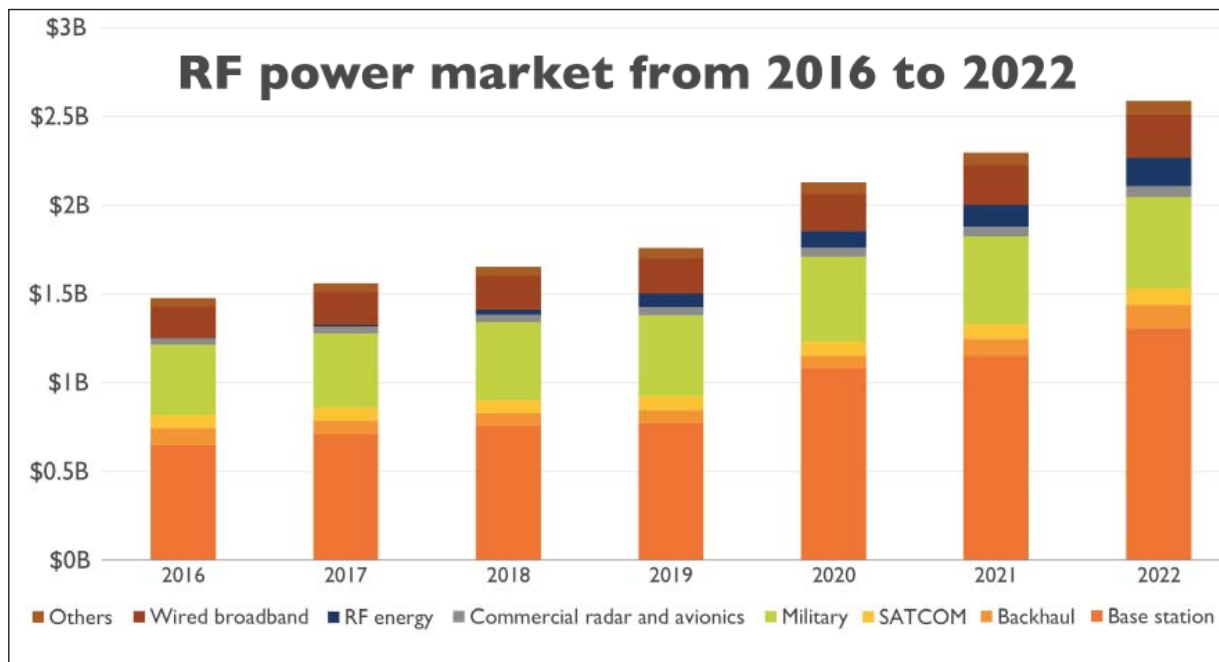
技术和市场分析师 Hong Lin博士指出: "电信基础设施 (包括基站和无线回程) 的市场规模占总市场的一半左右, 她补充说: "这将继续快速增长, 预期的基

准年均复合增长率为12.5%, 电信回程的复合年增长率为5.3%。

Yole指出, 同时防务应用也为射频功率器件提供了良好的机会, 因为采用砷化镓 (GaAs) 和氮化镓 (GaN) 的固态技术替代旧的真空管设计的趋势。在各种应

用中, 这些新技术提供了更好的性能, 更小的尺寸和坚固性, 因此逐渐占有更多的市场份额。该市场在2016-2022年期间以每年4.3%的复合年增长率增长 (2022年上升20%)。

[www.yole.fr/PowerRF\\_Devices\\_Applications.aspx](http://www.yole.fr/PowerRF_Devices_Applications.aspx)





## GaN Systems完成由宝马i Ventures牵头的融资

位于加拿大安大略省渥太华的GaN Systems公司是一家无晶圆厂的用于电力转换和控制的基于氮化镓(GaN)的功率开关半导体开发商,已经完成了由宝马投资公司宝马i Ventures(其加入现有投资者BDC资本,Chrysalix风险投资资本,Cycle资本管理,RockPort资本和Tsing资本)的融资。

与其投资策略一致,宝马i Ventures认识到,GaN Systems的产品最大限度地提高了电子系统的效率,同时大大减少了体积,重量和整体系统成本。投资将用于扩大全球销售,加快新产品开发。

宝马i Ventures的董事总经理Uwe Higgen表示:“GaN Systems的功率晶体管为工程师们创造了当今系统所需的电力电子产品的新机会。我认为,氮化镓基晶体管已经成为小型化的下一个重要基石。与传统的硅片产品相比,我们已经看到系统的四分之一的尺寸,同时提供更好的效率。使用GaN,任何需要电源的系统都可以变得更小,更轻更有效率。这些能力在汽车行业尤为重要”。

GaN Systems的首席执行官Jim Witham表示:“从电子计算机/手机充电器和

数据中心服务器到工厂电机和电动汽车,我们的客户已经验证了小型、高效、低成本的GaN电力电子器件的价值。这些优势得到了全球所有行业最大的公司的广泛认可”。

Higgen表示:“有许多GaN如何有益于电力系统的例子。随着无人驾驶汽车的发展,需要大规模地扩大数据中心基础设施。数据中心功耗是最大的成本驱动因素之一,提高功率转换的效率将占用成本节省数十亿美元,并能在全球范围内实现更可持续的基础设施。”

[www.gansystems.com](http://www.gansystems.com)

## 印度科学院获得政府批准建立商业GaN代工厂

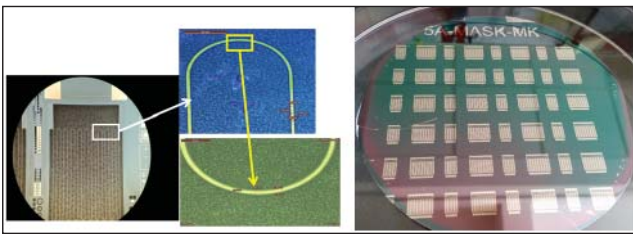
纳米科学与工程中心的Si上GaN设施已经为研究人员生产晶体管

位于印度班加罗尔的印度科学学院(IISc)表示,学院已获得首批政府批准,成立了一家代工厂,为下一代战略技术(包括雷达和通信系统)生产氮化镓(GaN)。

拟议的代工厂将围绕现有的在硅晶片上制造氮化镓晶体管的设备开发,该研究所由IISc的纳米科学与工程中心(CeNSE)在Srinivasan Raghavan副教授的领导下开发。

Shivashankar表示:“这个建议目前在政府的最高层。”它需要约3千亿美元(4.65亿美元),被视为战略部门的投资”。

印度国防研究与开发组织(DRDO)固态物理主任RK Sharma评论道:“GaN技术将大大有助于开发下一代雷达,搜索系统和通信系统,并将应用在诸如轻型战斗机



之类的系统中”。

CeNSE工厂于2015年由总理纳伦德拉·莫迪(Narendra Modi)开幕,旨在创建一个涵盖材料,器件和系统的GaN电子生态系统。CeNSE的GaN基晶体管已经被销往印度的研究人员。创建商业GaN晶圆代工将可以满足GaN技术的行业需求。

Sharma表示:“我们战略目标是需要高效的能源消耗系统,而氮化镓导体是答案。例如,无人驾驶车辆是安全系统的未来,

取决于能源效率”。

在可以使用GaN的领域中,包括用于电子战的相控阵雷达,例如安装在现代战斗机上的主动电子扫描阵列(AESA)雷达。

Raghavan指出:“全球电力电子器件市场达360亿美元。随着耗电量的增加,电力电子产品的需求将会上升。因此,当您开始研究GaN基材料时,您正在考虑对更大功率电子市场的潜在影响。我们在IISc中设置的是一个GaN平台,在这个平台上可以开发出许多东西”。

[www.cense.iisc.ac.in/research/gan-technology](http://www.cense.iisc.ac.in/research/gan-technology)

## GTAT推出SiC晶锭生长炉,解决6英寸晶圆的新兴需求

投资组合扩大,以应对电力市场快速增长

位于美国新罕布什尔州Merrimack的GT Advanced Technologies公司(生产太阳能光伏和电力电子行业用的晶体生长设备,以及用于精密光学和其他专业行业的蓝宝石材料)已经可商业销售碳化硅(SiC)生产系统,据称是一个稳定和可重复的工艺,能够生产半导体级6英寸碳化硅晶锭。

该公司现在提供了一个完整的SiC生产解决方案,可以实现所谓的行业领先的

成本节点,包括SiClone200型生产就绪的升华炉,以及旨在生产SiC晶锭和晶圆的工艺技术,热区和技术支持。

首席执行官Greg Knight表示:“世界上大部分的碳化硅生产依然受到限制,从而限制了供应,并保持了价格高位。我们的碳化硅解决方案将有助于通过增加供应来提高碳化硅半导体的可用性,从而显著降低成本。我们认为这是实现面向电动汽车和下一代光伏逆变器市

场行业的新型大功率半导体应用的关键一步。”

GT表示,它有超过15年的SiC设备和解决方案的开发历史。该公司声称在其SiClone升华炉中率先开发了2英寸和4英寸SiC的晶锭,并且认为它可以提供具有覆盖整个生产过程技术的生产就绪的解决方案。

[www.gtatt.com](http://www.gtatt.com)

# 三安第一家验证合格了Aixtron新型喷淋头19片2英寸晶圆的用于DUV LED生产的MOCVD反应器

位于德国亚琛附近Herzogenrath的沉积设备制造商Aixtron公司表示, 三安光电有限责任公司(中国最大的LED制造商)已经完成了对其近耦合喷淋头(CCS)工艺腔的生产合格证明, 这一系统专为生产深紫外线(DUV) LED设计。

基于Aixtron的CCS技术, 新的工艺腔据说是第一个商业化的金属有机化学气相沉积(MOCVD)反应器, 能提供生产

DUV LED所需的极高的工艺温度。增强的腔性能有助于DUV LED的高成本效益的大批量制造, 用于水和空气净化。Aixtron称, 19片2英寸晶圆配置是目前市场上针对该高端MOCVD应用的最大产能设备。

三安光电技术中心副总裁Ryan Chuo博士表示: “新的Aixtron CCS反应器设计是三安生产具有更高量子效率和更高输

出功率的下一代DUV LED产品的关键因素。我们已经是LED最大的供应商之一, Aixtron新设计的工艺腔完美地支持了我们在DUV LED领域的战略目标。我们很高兴成为第一家验证合作并利用Aixtron新型反应器系统的公司。”

[www.sanan-e.com/en](http://www.sanan-e.com/en)  
[www.aixtron.com](http://www.aixtron.com)

## 丰田Gosei开发汽车前照灯LED

位于日本爱知县清水的丰田Gosei有限公司开发了第一款汽车前照灯LED作为新产品。根据内部测试, LED实现了所谓的具有低能耗的世界级亮度。

丰田Gosei已经应用了多年来开发的蓝光LED晶体生长技术, 以改进新型LED

光源中氮化镓(GaN)晶体的结构, 采用倒装芯片技术实现良好的散热。前照灯LED可以实现2300lm的高亮度, 并且可以用于从单个光源产生低光束和高光束的双功能系统。

丰田Gosei表示, 使用这种LED的前大灯

可以帮助减少电动汽车, 燃料电池车和其他下一代车辆的能源消耗, 并且有望在将来被广泛使用作为一种环保产品。

丰田Gosei旨在继续开发各种类型的前大灯LED光源以满足需求。

[www.toyoda-gosei.com](http://www.toyoda-gosei.com)

**QUANTUM CLEAN**<sup>®</sup>  
**CHEMTRACE**<sup>®</sup>

您不会忘记的互动体验

SEMICON 中国 - 2707号展台

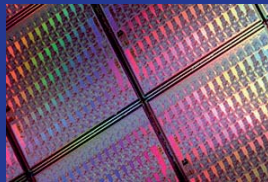
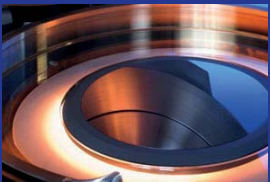


# NAsP<sub>III/V</sub>

Guiding processing forward

## Developing III/V integration on Si? Speeding-up time-to-market with GaP-on-Si integration.

### GaP-on-Si templates with high crystalline perfection for high-end applications



For today's high-end applications we all strive to achieve a supreme performance. The challenging question is this: how to boost the efficiency of Si wafers to get one step ahead?

#### **Our solution for you: NAsP III/V**

Our technology has mastered the first challenge for the integration of a variety of III/V semiconductor materials and device heterostructures on 300 mm CMOS compatible (001) Si wafers. For this purpose, we have developed a proprietary nucleation process for the deposition of thin GaP layers on such Si substrates with high crystalline perfection.

Curious? For further information, please contact us at [NAsP.de](http://NAsP.de)



# 五结太阳能电池的模块效率为41.2%

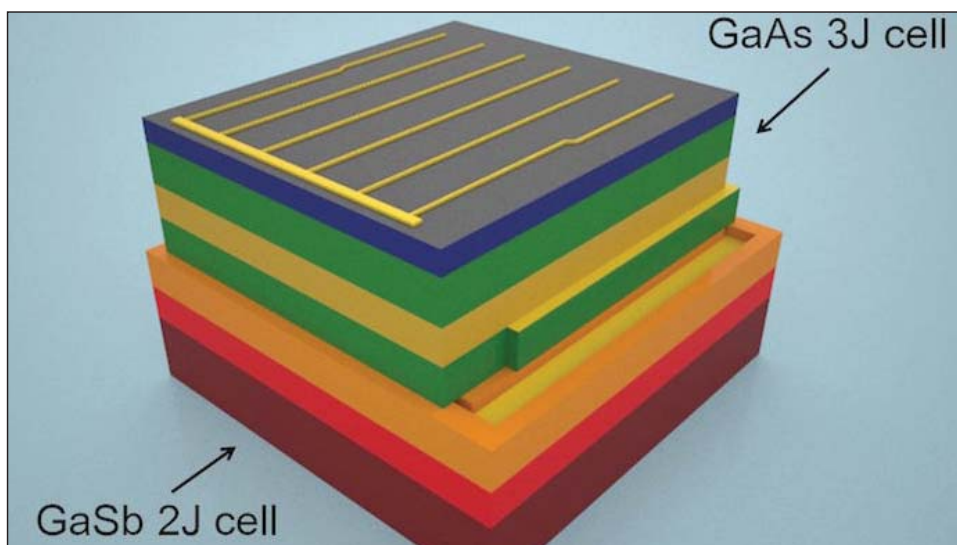
基于GaAs的三结电池通过转移印刷堆叠在基于GaSb的双结聚光电池上

来自乔治华盛顿大学, 美国海军研究实验室, 位于美国马里兰州Annapolis Junction的Sotera防务解决方案研究团队, 美国北卡罗来纳州达勒姆市的Semprius公司和伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校设计和构建了一个原型太阳能电池, 集成了太阳能电池的多个单元堆叠成单个器件, 能够捕获太阳能光谱中几乎所有的能量 (Matthew P. Lumb et al, 'GaSb-based Solar Cells for Full Solar Spectrum Energy Harvesting', Advanced Energy Materials (2017); doi: 10.1002/aenm.201700345), 据估计, 新设计的太阳能转换效率为44.5%, 具有创下太阳能电池效率新记录的潜力。

新器件使用集中光伏 (CPV), 使用镜头将太阳光集中到微型太阳能电池上。由于其尺寸小 (小于1mm<sup>2</sup>) - 可以进行成本有效地开发使用更复杂材料的太阳能电池。

在堆叠单元中, 每层中的特制材料吸收特定波长组的能量。当光线通过堆叠时, 有近一半的可用能量已经转换为电力 (相比之下, 目前最常见的太阳能电池只有四分之一)。

首席作者乔治华盛顿大学工程与应用科学学院的研究科学家Matthew Lumb表示: “直接照射在地球表面阳光的大约99%的功率在250nm和2500nm的波长之间, 但是传统材料的高效多结太阳能电池无法捕捉整个光谱范围。我们的新器件能够捕捉常规太阳能电池捕捉不到的存储在长波长光子中的能量, 从而为实现最终的多结太阳能电池提供了



途径。”

该研究声称拥有两个新颖的方面。首先, 它使用基于砷化镓 (GaSb) 衬底的材料 (这种材料通常用于红外激光和光电探测器)。双结GaSb/InGaAsSb聚光太阳能电池 (能够有效地转换通常在多结太阳能电池中丢失的长波长光子) 已经通过建模和实验器件开发综合研究进行了性能优化。该电池与在捕获较短波长光子的常规衬底上生长的商业上可获得的高效GaAs基三结太阳能电池组合成堆叠结构。此外, 机械堆叠程序使用转印技术, 其能够以高精度进行三维组装器件。

电池组装在双轴跟踪系统上的几何浓度为744个太阳的微型模块中, 并在北卡罗来纳州达勒姆的户外测量中显示出41.2%的组合模块效率。考虑到光学测量的传输, 实际电池效率应为44.5%。

这种特殊的四端五结太阳能电池非常

昂贵。然而, 研究人员认为重要的是在效率方面显示出可能的上限。尽管涉及现有的材料成本, 用于创建电池的技术还是显示了很大的希望。最终可能将类似的产品推向市场, 需要通过非常高的太阳能聚光水平和回收昂贵的生长衬底技术降低成本来实现。

该研究推动了MOSAIC计划的进展, 该计划是由高级研究计划能源署 (ARPA-E) 资助的2400万美元的项目, 为美国的11个独立团队提供资金, 每个团队都致力于开发技术和概念以改进光伏性能并降低成本。研究人员指出, 这种研究的经费对于未来开发可行的商业技术至关重要。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.201700345/abstract>

[www.gwu.edu](http://www.gwu.edu)

<http://mrl.illinois.edu>

[www.semprius.com](http://www.semprius.com)

## Manz从Centrotherm公司的子公司FHR订购溅射系统用于中国CIGS太阳能电池组件工厂生产

位于德国Ottendorf-Okrilla的FHR Anlagenbau有限公司 (Centrotherm国际公司的子公司) 已经从位于Reutlingen的Manz公司获得了用于制造铜铟镓硒 (CIGS) 薄膜太阳能电池组件的溅射系统的订购合同, 将于2018年交付给在中国的两个完全整合的工厂 (Manz订单的一部分是在1月份从合作伙伴上海电气集团和神华集团收到的)。

同时, Centrotherm集团通过其子公司FHR, 瞄准了一个战略合作伙伴关系,

重点是与Manz一起进一步开发CIGS薄膜技术。

FHR总经理Torsten Winkler表示: “自1991年成立以来, 我们认为自己是真空工艺技术的先驱, 用于沉积各种功能薄膜。特殊的电气, 光学或其他功能涂料今天在许多不同的领域使用。我们可以将我们的核心竞争力与Manz合作开发。我们一起打算进一步提高薄膜太阳能技术在光伏市场的效率和竞争力”。

Centrotherm的首席运营官Gunter Fauth表示: “在完成这项协议后, Centrotherm已经在其服务范围进一步多样化的企业战略中取得了一个重要的里程碑。作为制造标准p型结晶和高效率PERC (钝化发射体后接触) 太阳能电池的生产解决方案的领先技术提供商, 我们再次向整个领域证明了FHR真空镀膜的强大竞争能力”。

[www.centrotherm.de](http://www.centrotherm.de)

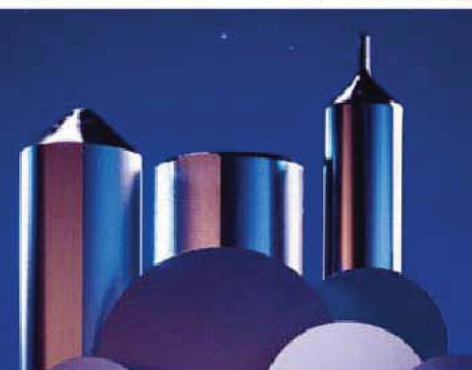
[www.manz.com](http://www.manz.com)



通美晶体技术有限公司  
Beijing Tongmei Crystal Technology Co., Ltd.



# 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



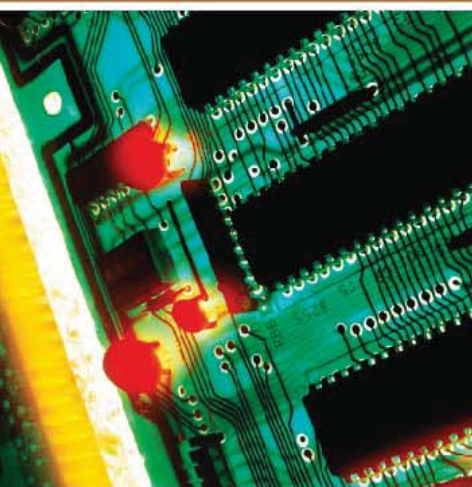
**GaAs 50mm – 150mm**  
**InP 50mm – 100mm**  
**Ge 50mm – 150mm**

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  
三氧化二砷  
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

# 晶体硅上智能堆叠III-V族太阳能电池提高了转换效率

钯纳米颗粒阵列连接使铝背表面场硅串联器件的薄膜达到25%的效率。

日本国立先进工业科技研究所使用了钯纳米颗粒 (Pd NP) 阵列连接晶体硅 (c-Si) 和 III-V 串联太阳能电池堆叠, 产生了高转换效率 [Hidenori Mizuno et al, Appl. Phys. Express, vol10, p072301, 2017]。研究人员称这项技术是“智能堆叠”。

虽然硅太阳能电池技术具有成熟的批量生产和低成本的优点, 但单晶硅器件

的转换效率理论上限制在了29%以下。在c-Si电池上使用III-V族薄膜子电池的串联结构可以提高此性能。

研究人员使用了简单的铝背表面场 (BSF) 型c-Si电池, 基于400  $\mu\text{m}$ 厚的双面抛光的p型Si (100) 衬底上。使用磷酰氯 ( $\text{POCl}_3$ ) 的热扩散来产生n+ -Si表面层。p+ -Si BSF通过丝网印刷和铅浆的烧制来实现。

通过在自组装的聚苯乙烯块 (2-乙烯基吡啶) 模板中产生Pd NP阵列, 做成了铟镓磷/砷化镓 (InGaP/GaAs) ( $0.35 \mu\text{m}/0.5 \mu\text{m}$ ) 薄膜电池的智能堆叠键合的结构。发现GaAs和硅层之间的间隙约为10nm。

InGaP和GaAs吸收层厚度设计为从AM1.5g标准太阳能照明为三个子电池提供相对匹配的电流 - 来自InGaP的  $10.7 \text{mA}/\text{cm}^2$ , 来自GaAs的  $10.7 \text{mA}/\text{cm}^2$

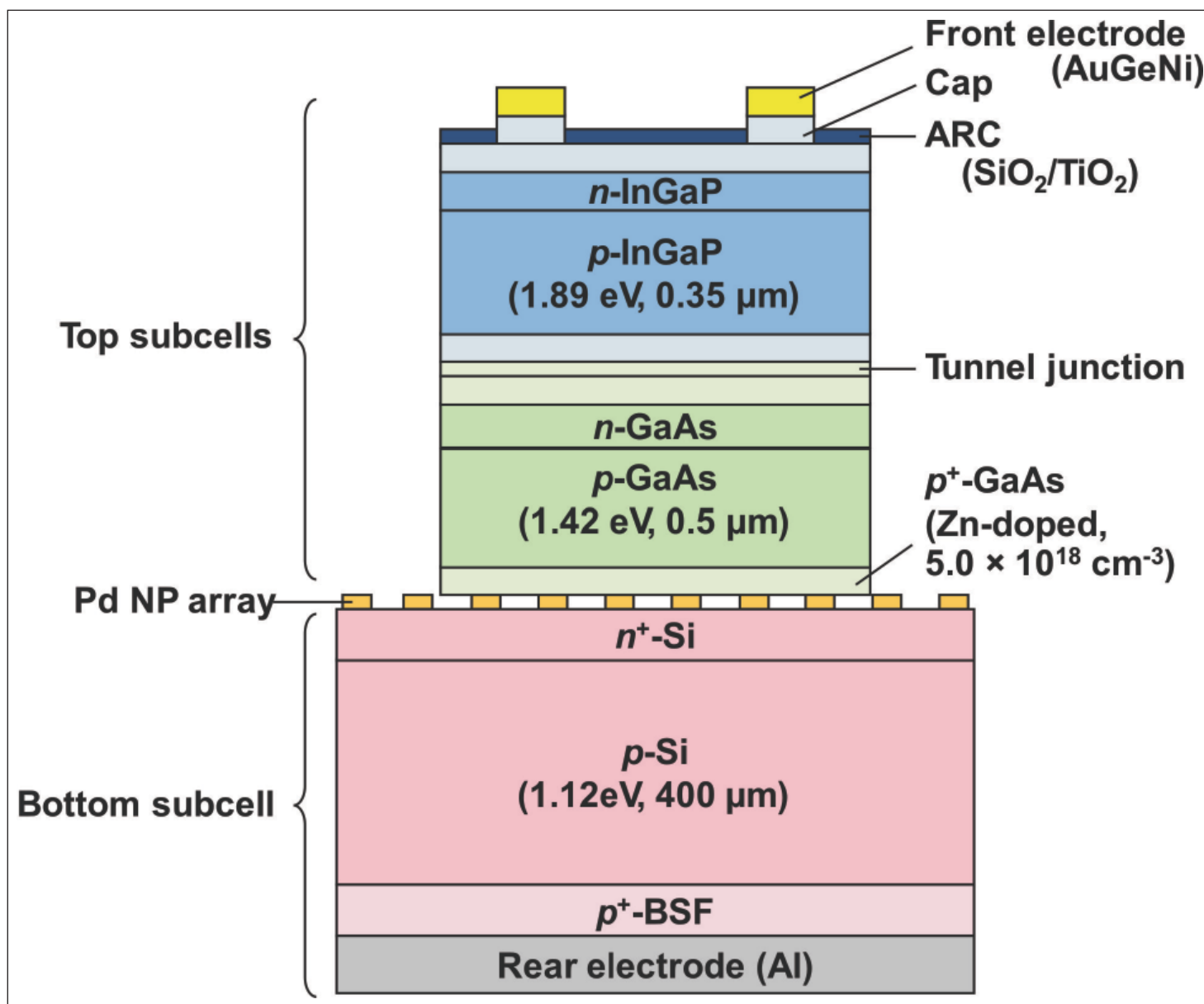


图1: InGaP/GaAs/Si ( “/” 是隧道结, “//” 是Pd NP智能堆叠) 三结电池的示意图。

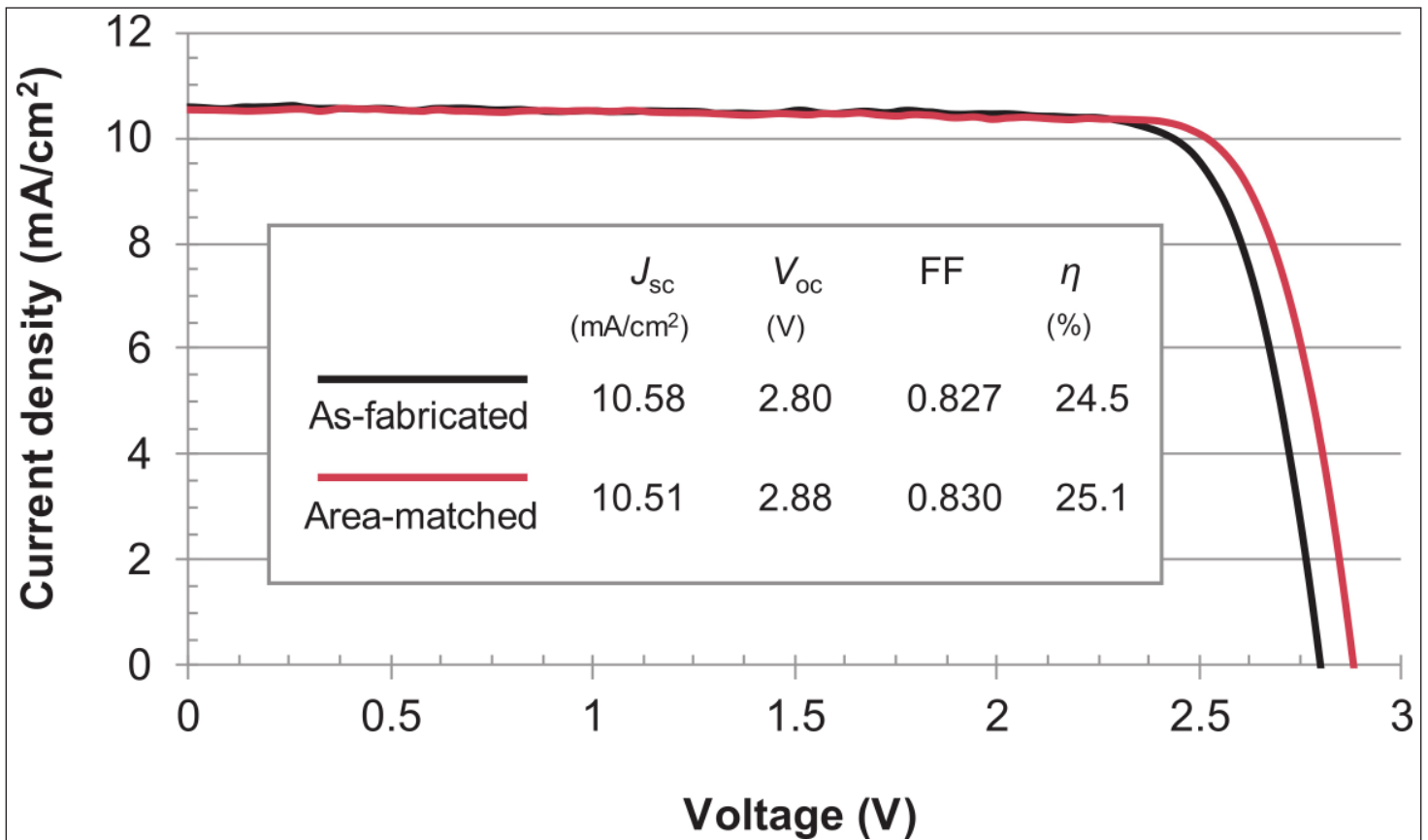


图2: 刚制作好的 (切割前, 黑色曲线) 和面积匹配的 (切割后, 灰色曲线) InGaP/GaAs/Si 电池的电流密度-电压 (J-V) 特性。

和来自Si的10.2mA/cm<sup>2</sup>。匹配电流对于高效率来说是非常重要的。

制作的结构 (图1) 包括金-锗-镍 (AuGeNi) 前电极和二氧化硅/二氧化钛 (SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>) 抗反射涂层 (ARC)。

研究人员评论道: “应该强调的是, 不需要额外的热处理来提高键合质量 (降低界面电阻), 这通常是其他基于键合的双端串联电池制造所需要的。”

具有AM1.5g太阳光谱照明 (1个太阳, 100mW/cm<sup>2</sup>) 的PV测量显示转化效率  $\eta$  为24.5% (图2)。研究人员发现, 开路电压 ( $V_{oc}$ ) 在单独电池测量中会像预计那样的下降: “这可能是由于c-Si

底部子电池的阴影, 因为在这种情况下, 可以容易地发生这样的不利情况, 即光产生的载流子迁移到未照射区域。这将导致暗电流增加和复合概率增加, 从而导致 $V_{oc}$ 减少。

0.827的高填充因子 (FF) 归因于由 Pd NP阵列产生的硅和GaAs之间的低电阻界面。

通过解决阴影问题来提高性能, 研究人员使用切割锯去除c-Si底部电池的多余区域。这增加了 $V_{oc}$ , 尽管它稍微降低了短路电流密度 ( $J_{sc}$ )。研究人员表示, 目前的退化并不显著, 实际上FF升至0.830, 转换效率提高至25.1%, 该团

队补充说, 使用切割锯后性能的改善强烈支持了“智能堆叠电池足够耐用, 可以承受相当严格的半导体加工工艺”的假设。

研究人员表示, 他们认为观察到的性能接近于目前所使用的子电池类型的可达到的最佳性能。该团队补充说: “更高效率的智能堆叠电池将需要开发高质量, 更厚的InGaP/GaAs电池, 先进的c-Si电池, 以及它们之间电流匹配的技术。我们的团队目前正在做这项工作。”

<https://doi.org/10.7567/APEX.10.072301>

作者: Mike Cooke

**REGISTER**  
 for *Semiconductor Today*  
 free at  
[www.semiconductor-today.com](http://www.semiconductor-today.com)

# 用于硅上III-V族光电探测器的外延剥离和晶片键合

研究人员通过加速湿法刻蚀工艺来寻求低生产成本。

**韩**国的研究人员一直在研究低成本的外延剥离 (ELO) 技术，用于将晶圆键合III-V族光电探测器 (PD) 转移到硅 (Si) 上[SangHyeon Kim et al, Appl. Phys. Lett., vol110, p153505, 2017]。这些器件是基于“pin” (p型/本征/n型) 的吸收结构，但韩国科技大学 (UST) 和首尔大学的研究人员认为，该方法可扩展到典型砷化镓光电探测器结构，如量子阱红外光电探测器和量子点红外光电探测器。

由于具有直接带隙 (不同于具有间接带隙的硅)，基于GaAs的光电探测器受益于对光子更好的载流子光生反应。然而，GaAs是更昂贵的材料。硅片上的晶圆键合和III-V族生长衬底的再利用可能是降低成本的途径。此外，混合集成可以使III-V族光电探测器集成到通用硅电子的读出和数据处理功能上。

Contact	p <sup>+</sup> -GaAs	200nm
Etch stop	p <sup>+</sup> -Al <sub>0.3</sub> Ga <sub>0.7</sub> As	50nm
Intrinsic	GaAs	1000nm
Contact	n <sup>+</sup> -GaAs	600nm
Sacrificial	Al <sub>0.8</sub> Ga <sub>0.2</sub> As	10nm
Substrate	Semi-insulating GaAs (100)	

图1: pin二极管结构的层生长。

ELO通过把将要转移到硅的材料分成台面进行工作，允许所用的刻蚀剂通过更快地进入铝镓砷 (AlGaAs) 牺牲层来释放III-V族生长衬底。pin二极管通过分子束外延 (MBE) 在1.5cmx1.5cm的半绝缘GaAs (100)

衬底上生长 - 参见图1。

ELO工艺 (图2) 开始于在pin二极管材料和目标硅衬底上沉积钯/金，金属叠层既用于III-V /硅结构的键合，又用作光电检测器的p + GaAs接触的底电极。

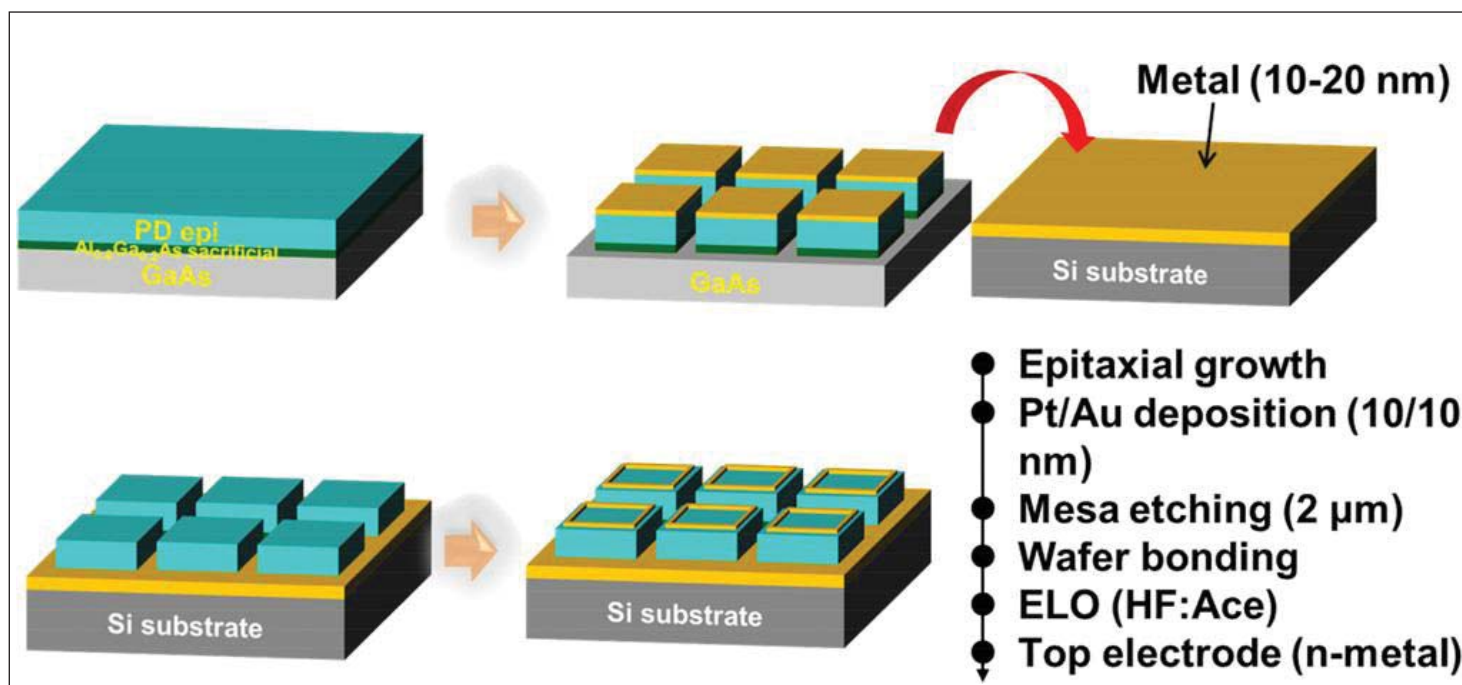


图2: 使用晶片键合和ELO制作的Si上GaAs pin PD的示意图。



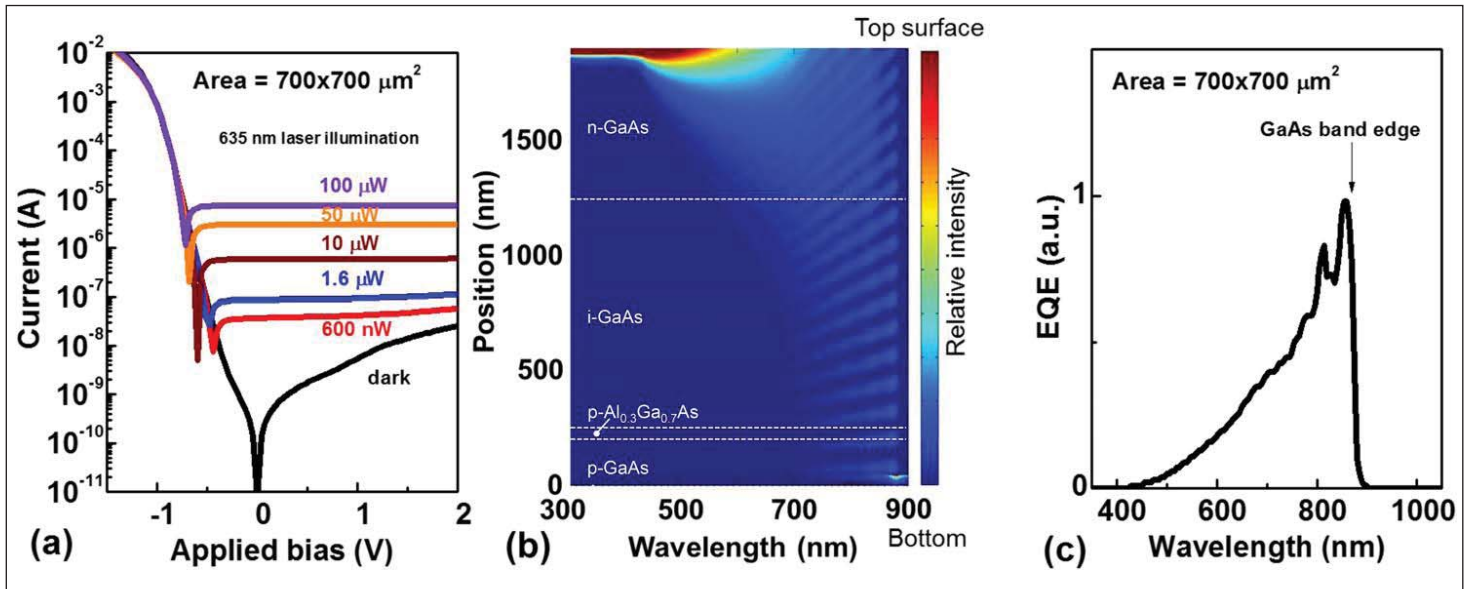


图3: (a) GaAs pin PD在Si上的光电流和暗电流特性, 作为施加的具有不同光功率的偏置电压的函数。(b) 作为光波长的函数在有源层中的模拟光强度分布。(c) Si上制造的GaAs pin PD的作为光波长函数的EQE谱。

在键合之前, 将III-V晶片图案化并用磷酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 溶液刻蚀至AlGaAs牺牲层。

ELO工艺继续用等离子体激活金属表面, 在室温下以单轴 $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ 的压力进行晶片键合。然后使用氢氟酸在丙酮溶液中除去GaAs生长衬底。拉曼和X射线分析表明, ELO工艺不会在光电检测器结构中引入任何应变或其他退化。

对于 $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$ 的台面ELO刻蚀时间减少到5分钟, 而对于 $400 \mu\text{m} \times 400 \mu\text{m}$ 台面时间超过1小时。这些台面分隔距离为 $100 \mu\text{m}$ 。然而, 研究人员还发现, 将台面间距降低到 $20 \mu\text{m}$ 对刻蚀时间没有太大的影响。

尽管该工作使用了相对较小的GaAs生长衬底, 但团队认为, 可以使用搅拌或其他一些技术来扩大工艺, 以增强刻蚀溶液的流动性。此外,

多个小生长衬底可以键合到同一个硅衬底上。

用于n + -GaAs接触的顶部电极由退火的镍/金/锗/镍/金组成。

对于具有 $1900 \mu\text{m}^2$ 台面的光电探测器, 暗的开/关电流比为 $10^6$  (在+1V和-1V之间)。研究人员发现, 通过改变台面的表面积和周长, 大部分暗电流与侧壁表面附近的电荷流相关: “应注意的是, 在本GaAs pin光电检测器阵列中表面漏电流是体积漏电流的3.7倍, 表明减少表面泄漏对于追求光电检测器阵列的间距缩放非常重要。此外, 这些结果表明, 如果我们应用表面钝化技术来抑制表面泄漏, 则暗电流可以降低。

使用635nm激光二极管照明测试光电流, 光输出功率高达 $100 \mu\text{W}$  (图3)。采用 $700 \mu\text{m} \times 700 \mu\text{m}$ 台面, 响应为 $0.6\text{A}/\text{W}$ 。低性能被归咎于本征吸收区域距离顶表面太远。该器

件还没有抗反射顶涂层 (ARC), 估计通过反射可以将入射光减少30%。该团队相信, “通过优化外延结构, 电极图案设计和引入ARC可以显著提高响应性”。

外部量子效率 (EQE) 随着照射波长增加到高于800nm的带边缘附近。在较短的可见光波长下的响应降低归因于反射率较高, 钝化不足, 穿透深度较短。研究人员表示, ARC结构中可以包含钝化。

提取的电阻和电容参数表明,  $1900 \mu\text{m}^2$ 器件的响应速度的3dB带宽应该在14.2GHz左右, 据团队介绍 “与具有类似窗口大小的最先进的器件相当接近”。研究人员补充说: “我们认为, 我们器件的响应速度可以达到通常使用生长的GaAs制造的样品的响应速度。

<http://dx.doi.org/10.1063/1.4980122>

作者:Mike Cooke

REGISTER  
for *Semiconductor Today*  
free at  
[www.semiconductor-today.com](http://www.semiconductor-today.com)

# 硅衬底上的单晶镓锑基激光二极管

研究人员将波长推到了 $1.59\mu\text{m}$ ，接近了低衰减长途光纤电信所需要的 $1.55\mu\text{m}$ 的最佳波长。

**法** 国蒙彼利埃大学和III-V实验室开发了硅上单片四元化合物铝镓砷锑( $\text{AlGaAsSb}$ )生长，制作出接近 $1.55\mu\text{m}$ 光纤通信最佳波长的激光二极管(LD)。[A. Castellano et al, APL Photonics, vol2, p061301, 2017]。通常，基于GaSb的激光二极管在中红外范围内工作最好(波长长于 $3\mu\text{m}$ )。

研究人员希望看到在CMOS兼容平台上共同集成的光学数据链接和数据处理电子产品的未来发展。与硅的间接带隙相比，高效激光和其他发光器件是最难实现的，因为它们需要

诸如 $\text{AlGaAsSb}$ 合金的直接带隙半导体。

在硅上生长先进的III-V半导体如 $\text{AlGaAsSb}$ 合金受到晶格、热和电荷极性不匹配引起的挑战。尽管发射波长 $1.55\mu\text{m}$ 附近的器件已经取得了进展，但是以前的研究人员还是很难制作 $1.55\mu\text{m}$ 的激光二极管。团队写道：“这些激光器受到高阈值电流密度的限制，导致性能受限于脉冲操作”。

使用分子束外延(MBE)在2英寸(001)硅晶片的四个象限制制造最新的激光材料，硅晶片在[110]方向具有 $6^\circ$ 的斜切角。斜切角设计是为限制

在衬底和III-V化合物半导体之间化学键的电荷极性差异所引起的反相畴的形成。

用 $450^\circ\text{C}$  AlSb的四个单层进行成核来生长。研究人员随后在温度升高到 $500^\circ\text{C}$ 的同时生长了 $1\mu\text{m}$ 的GaSb，还生长了150nm的晶格匹配的镓锑( $\text{InAs}_{0.92}\text{Sb}_{0.08}$ )刻蚀停止层/n型接触层，以及800nm的 $470^\circ\text{C}$ 的n型GaSb。

结构的其余部分在 $470^\circ\text{C}$ 下生长，由 $1.5\mu\text{m}$ 的掺杂 $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}_{0.07}\text{Sb}_{0.93}$ 包覆层和230nm的未掺杂的 $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.65}\text{As}_{0.03}\text{Sb}_{0.97}$ 波导层组成，在活性发光量子阱的上部和下部。

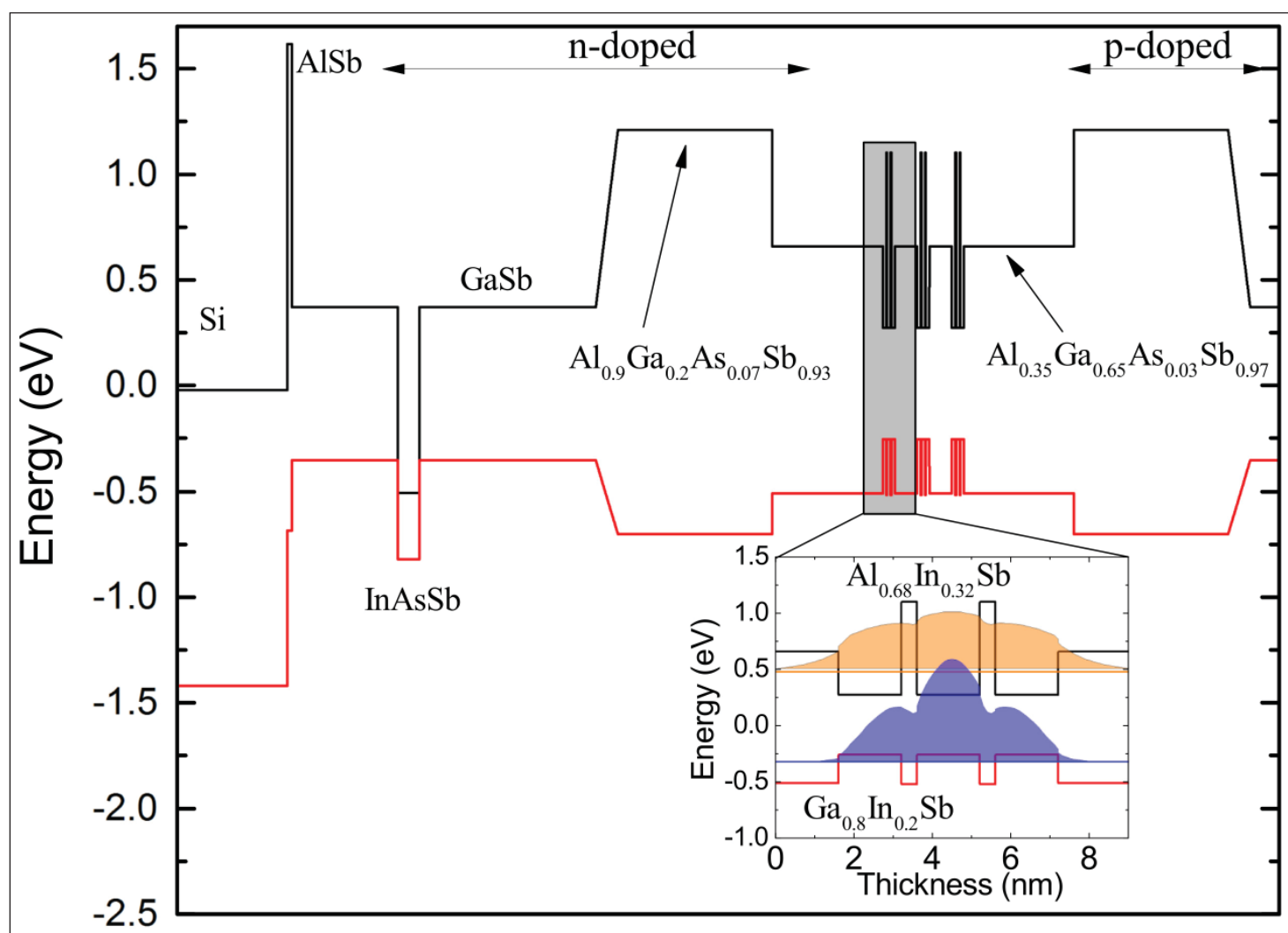


图1. 整个Si上GaSb激光异质结构的模拟带结构。插图：GaInSb/AlInSb复合量子阱细节具有密闭的电子和空穴能级和波函数。



# Pick your size.

The Temescal UEFC-4900—ultimate lift-off metallization performance like the UEFC-5700, but optimized for smaller wafers and smaller production volumes.



Temescal  
UEFC-4900

It's the elephant in the room. With our Auratus™ deposition enhancement methodology and the UEFC-5700, we brought you huge metallization process improvements including near perfect uniformity; but UEFC-5700 is a high-volume production tool. Now we've packed this performance into a mid-sized system, the UEFC-4900, because sometimes the elephant is just too big.

Harmonize your process to the vapor cloud and experience the huge performance benefits, even if you run smaller wafers and smaller production volumes.

A Temescal system can bring near perfect uniformity to your lift-off metallization coating process. To find out more, visit [www.temescal.net/auratus-elephant](http://www.temescal.net/auratus-elephant) or call +1-925-371-4170.

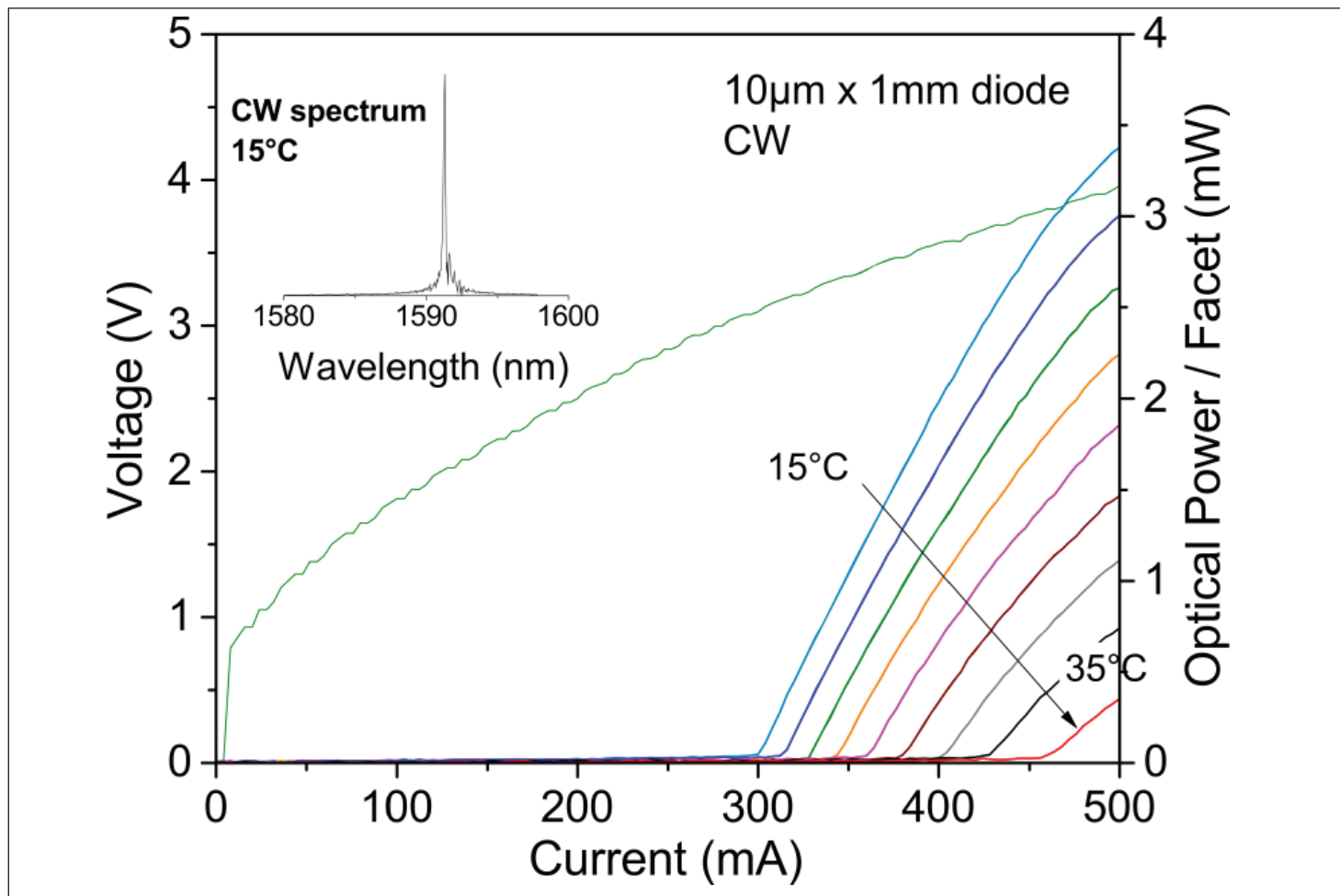


图2. 在15°C和35°C之间的连续波操作下, 来自10µmx1mm窄脊激光二极管的光输出功率和电压对电流曲线。插图: 15°C时的激光发射光谱。

使用渐变的AlGaAsSb层来平滑缓冲层和n型包覆层之间以及p型包覆层和p型GaSb接触层之间的带轮廓(图1)。铍和碲化物用于p型和n型掺杂。

有源区有三个Ga<sub>0.80</sub>In<sub>0.20</sub>Sb/Al<sub>0.68</sub>In<sub>0.32</sub>Sb量子阱通过20nm Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.65</sub>As<sub>0.03</sub>Sb<sub>0.97</sub>势垒隔开。复合阱含有6nm的GaInSb, 有两个0.45nm的AlInSb插入层。相对于GaSb晶格的应变估计为1.35%。根据模拟, 阱具有“I型”结构, 其中电子和空穴波函数重叠达96.2%。高重叠应可以更好地复合产生光子。

研究人员评论道: “限制的电子和空穴能级分别位于势垒能级以下的180meV和190meV(图1)。虽然这对于空穴是足够了, 但这种约束能量还是不够高, 不足以完全抑制电子在室温及以上QWs内的热逸出”。

激光二极管以脊格形式制成, 金锗镍合金n型接触在脊的两侧, 钛金

p型接触在脊的顶部。电绝缘由光刻胶材料提供。与InAsSb层的n型接触避免了电流流过硅衬底附近的有高度缺陷的GaSb缓冲区, 从而提高了性能。

激光腔的镜面通过简单的切割获得, 无需光学处理来增加反射率。这些器件外延部分朝上安装在铜散热片上。

研究人员表示, 100µmx1mm宽脊激光二极管的室温脉冲操作给出了1kA/cm<sup>2</sup>的阈值电流密度, 其值与GaSb衬底上生产的器件相当。串联电阻为3Ω, 导通电压为0.8V, 接近于带隙的预期值。

在10µmx1mm窄脊激光二极管中的连续波电流注入在15°C下的阈值电流为300mA, 在35°C下的阈值电流为450mA, 对应于50K的特征温度(T<sub>0</sub>)(图2)。研究人员称, 这与在硅上的2µm波长GaSb激光器和在接近1.55µm的磷化铟(InP)上生长的初始InP基量子阱器件相似, 具有

相似的载流子限制。在500mA注入时, 窄脊激光二极管在15°C输出为3.5mW, 在35°C下输出为3mW。通过增加电流注入到热转出可以实现更高的功率。对小面进行处理可以改善激光腔也可以提高性能。

在15°C时, 激光波长为1.59µm, 对应于高性能光通信的C/L波段(1530-1565nm/1565-1625nm)。[C波段对应于用于密集波分复用(DWDM)的最低衰减光纤。L波段也具有低衰减, 允许使用DWDM]

在室温下, 宽脊器件的阈值电流密度范围在1kA/cm<sup>2</sup>和1.5kA/cm<sup>2</sup>之间。窄脊激光二极管的阈值在300mA和500mA之间。研究人员评论道: “在这个阶段, 我们将这些变化归结为激光二极管的不同面的质量不同。事实上, 随着III-V半导体的形成, 硅不会沿着[110]晶体方向自发切割以形成自然面”。

<http://dx.doi.org/10.1063/1.4983389>  
作者: Mike Cooke



# semiconductor TODAY

COMPOUNDS & ADVANCED SILICON

[www.semiconductor-today.com](http://www.semiconductor-today.com)



Join our LinkedIn group: Semiconductor Today



Follow us on Twitter: Semiconductor\_T

Choose **Semiconductor Today** for . . .



## MAGAZINE

Accurate and timely coverage of the compound semiconductor and advanced silicon industries

Targeted 82,000+ international circulation

Published 10 times a year and delivered by e-mail and RSS feeds



## WEB SITE

Average of over 26,000 unique visitors to the site each month

Daily news updates and regular feature articles

Google-listed news source



## E-BRIEF

Weekly round-up of key business and technical news

E-mail delivery to entire circulation

Banner and text marketing opportunities available

# 薄的工业型规格硅上的铟镓氮发光二极管

研究人员找到方法来解决晶片弓曲与穿透位错之间的权衡。

**新**加坡和美国的科研人员已经开发出通过金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 在 SEMI-200mm 直径硅上生长 III 族氮化物结构的方法 [Li Zhang et al. Semicond. Sci. Technol., vol32, p065001, 2017]。

通常, 这种结构在比较厚的硅晶片 (1mm-1.5mm) 上生长, 以避免由于晶格失配和高温生长与冷却过程中的铟镓氮 (InAlGa<sub>N</sub>) 层中的隐含应力引起的晶片开裂。不过 200mm 硅晶片制造设施是基于满足半导体设备和材料国际 (SEMI) 行业组织规格的设备, 其中规定了硅片厚度为 725 μm (0.725mm) 或更薄。

新加坡麻省理工学院研究与技术联盟, 新加坡国立大学和麻省理工学院 (MIT) 将这项工作看作是他们的“将 GaN 和 Si CMOS 集成作为 Si 上 GaN 材料和器件开发的驱动力”工作的一部分。GaN 材料正在使用和开发用于大功率, 高电压和高频电子以及长期的发光 (LED) 和激光二极管应用。

该团队使用 MOCVD 设备和一个特殊形状的口袋型基座。扁平基座受到衬底不均匀加热的影响。由于应力引起的凹弯曲, 在晶片的中心形成接触, 在那里提供了更高的温度。凸起弯曲, 所以越边缘温度越高。研究人员设计了一个具有 12 个 400 μm 高突起的凹坑群, 径向放置 30° 分离, 使得衬底悬在基座上方, 给出更均匀的加热。如果晶圆弯曲过大, 会引起衬底的塑性变形, 增加了脆性。

研究人员解释说: “通过将晶片悬在 12 个突起上, 该设计确保了在整个生长过程中, 除了突起之外, 晶片不与基座接触。因此, 在整个生长过程中, 可以更容易地实现整个 SEMI 规格的直径为 200mm 的硅晶片保持均匀的温度。

在自然氧化物去除和预处理 200mm

直径的 SEMI 规格硼掺杂的硅晶片之后, MOCVD 生长开始于 20nm 低温 (980°C) AlN 成核。

然后将温度升高生长 240nm 的高温 AlN, 然后生长梯度结构的 AlGa<sub>N</sub> 连接到最终的 Ga<sub>N</sub> 层 (图 1)。

AlGa<sub>N</sub> 层还引入了压缩应变, 其被设计为补偿当硅上 Ga<sub>N</sub> 结构冷却至室温时通常产生的拉伸应变。

由于与硅的晶格失配导致的拉伸应变, AlN 的初始部分产生凹晶片弓曲。AlN 到 Ga<sub>N</sub> 的梯度分级将其转化为凸起的弓曲。由于各层的热膨胀系数的差异, 最终的冷却产生了近似平坦的晶片。

LED 材料在硅上 0.4 μm 未掺杂的 Ga<sub>N</sub> 模板上生长, 层序为: 2.4 μm 的 n 型 Ga<sub>N</sub>, 3 周期的 1.5nm InGa<sub>N</sub>/40nm Ga<sub>N</sub> V 型 pit 引出层, 10 到 15 周期的 2.5nm InGa<sub>N</sub>/10nm Ga<sub>N</sub> 多量子阱/势垒 (MQW), p 型 AlGa<sub>N</sub> 电子阻挡层和用于欧姆接触的 p 型 Ga<sub>N</sub> 和 p<sup>++</sup> 型 Ga<sub>N</sub>。

V 型凹坑表面粗糙 (图 2), 并给出三种 LED 性能优势, 研究人员表示: “侧壁上更薄的 MQW 可以通过几种方式增强 LED 的效率: (i) 形成非辐射复合的潜在势垒; (ii) 改进空穴注入到

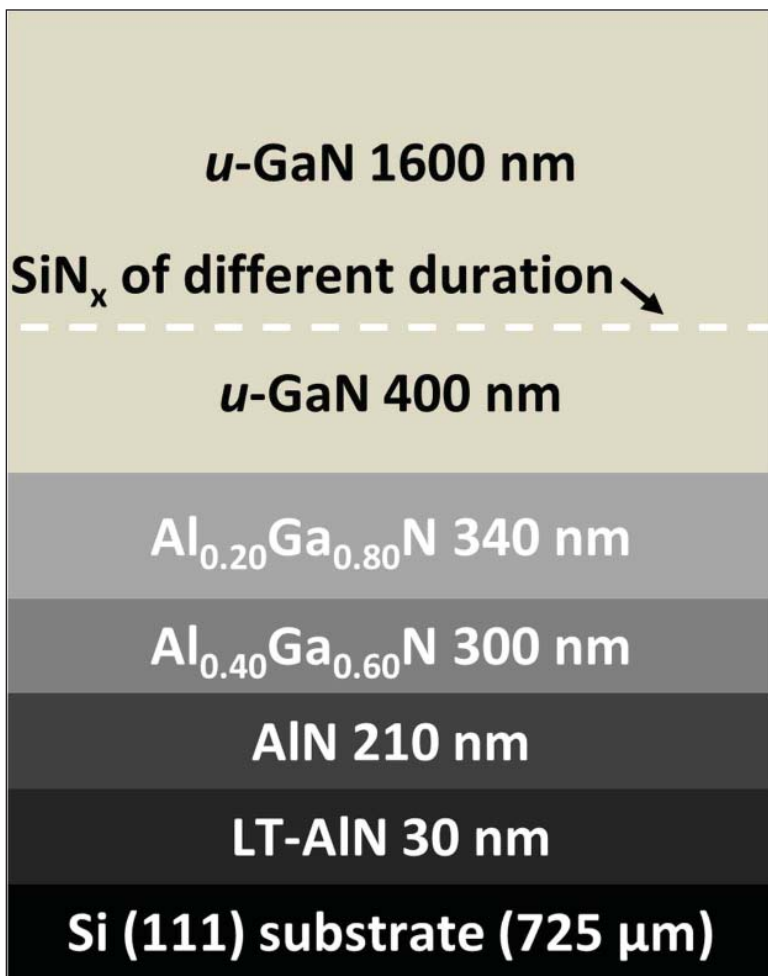


图1: LED的Si上Ga<sub>N</sub>生长的优化的外延结构示意图。

MQWs; (iii) 减少LED中的反向漏电流。

由于V型凹坑倾向于在穿透位错 (TD) 上成核, V凹坑的密度给出了 TD 密度 (TDD) 的指示。对于优化的 450nm 波长 LED 结构, V坑密度为  $5.5 \times 10^8/\text{cm}^2$ 。与之相比在较厚 (1mm) 非 SEMI 硅上制作的 LED 的最小 V 型凹坑密度为  $2.7 \times 10^8/\text{cm}^2$ 。

SEMI 规格硅片上的 LED 的内量子效率约为 70%。对于  $300 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$  器件, 典型的导通电压为 2.5V。-4V 时反向偏压为 0.2nA。二极管理想因子为 2.3。

在制作 LED 之前, 研究人员致力于优化生长过程, 特别是梯度 AlGa<sub>N</sub> 结构。一个三步 AlGa<sub>N</sub> 层的序列 - 280nm 的 Al<sub>0.8</sub>Ga<sub>0.2</sub>N, 300nm 的

$Al_{0.4}Ga_{0.6}N$ , 310nm的 $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$ , 结果导致-4  $\mu m$ 的最小凹弓曲。然而, 如X射线分析所示, 刃型穿透位错 (TD) 的产生随着 $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$ 层厚度的减小而增加。

研究团队表示: “通常, 刃型位错对于器件性能和可靠性更为有害, 导致HEMTs [高电子迁移率晶体管]中的可靠性问题, 以及LED的MQW中的非辐射复合增加”。将 $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$ 层增加到395nm会使 (102) x射线峰降低到670arcsec, 从最小弓形310nm层的750弧度的基础上降低了。然而, 晶圆弓形凸起增加到+72  $\mu m$ 。

研究人员在u-GaN生长的中间使用了氮化硅 ( $SiN_x$ ) 掩模层作为平衡低弓曲与低TDD的技术。特别是在GaN上施加氮化硅可以产生用作抗表面活性剂的 $SiGaN_3$ 单层, 抑制GaN生长。

该研究小组表示: “我们使用 $SiN_x$ 掩模的抗表面活性来抑制随后生长的GaN层的从被掩蔽的GaN层来的应变。

进一步的GaN生长来自未覆盖的区域, 这降低了位错密度。来自未覆盖的岛状区域的生长聚结形成横向过生长的GaN材料。通过暴露于乙硅烷 ( $Si_2H_6$ ) 和氨 ( $NH_3$ ) 前驱体的持续时间的改变来控制 $SiGaN_3$ 的覆盖量。

研究人员为LED制造了优化的GaN模板, 具有两步AlGaIn缓冲层和用于LED材料的150秒生长的 $SiN_x$ 掩模。发现两步缓冲层增加了较薄层内的补偿压应力可以抵抗弓曲。

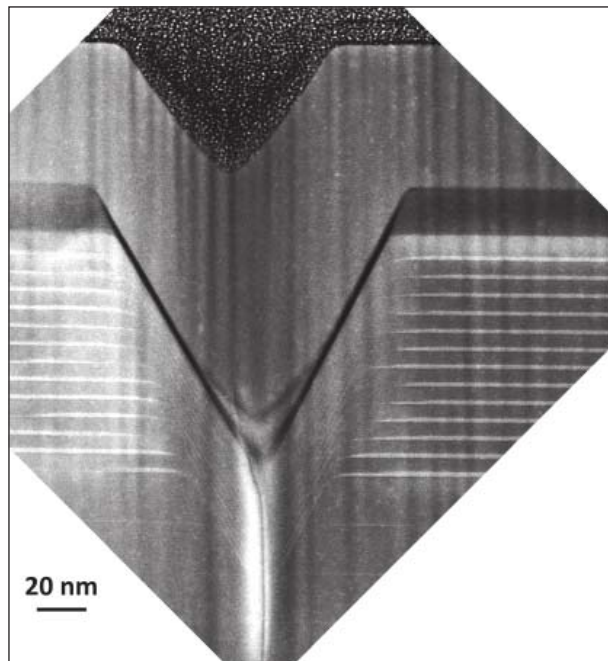


图2: V型坑起始层和MQWs的横截面扫描透射电子显微镜照片。

<https://doi.org/10.1088/1361-6641/aa681c>

作者: Mike Cooke

## CLEANSORB<sup>®</sup> EXHAUST GAS ABATEMENT



CS CLEAN SOLUTIONS

For R&D and manufacturing  
CVD, ALD, Plasma Etch, Ion Implantation  
and many more process applications

- ▶ Safe, dry chemical conversion of hazardous gases to stable solids
- ▶ Proprietary CLEANSORB<sup>®</sup> media
- ▶ no handling of toxic waste
- ▶ Practically maintenance-free
- ▶ Local refill service worldwide



[www.csclean.com](http://www.csclean.com)

# 富士通实现了W波段GaN晶体管的功率放大器的创记录的输出密度

源极和漏极之下的GaN插入层减少了内部电阻，而InGaN背势垒层控制电流泄漏。

**在**第12届法国斯特拉斯堡国际半导体会议 (ICNS-12) (7月24日至28日) 上，位于东京的富士通有限公司和富士通实验室有限公司宣布开发了氮化镓 (GaN) 高电子迁移率晶体管 (HEMT) 功率放大器，用于W波段 (75-110GHz) 传输。研究的一部分是在日本国防部收购，技术和物流署 (ATLA) 设立的创新科技安全倡议的支持下进行的。

为了实现长距离，高容量的无线通信，有效可行的方法是利用包含广泛可用频率的W波段和其他高频带，并且利用发射功率放大器增加输出。同时需要提高功率放大器的效率，以减轻通信系统的功耗增加。

富士通现在开发了一种用于W波段传输的功率放大器，可提供高输出功率和高效率，通过减少电流泄漏和内部 GaN-HEMT电阻来提高晶体管的性能。富士通在4.5W每栅宽的W带中实现了创纪录的输出功率密度，与传统技术相比，能源消耗降低了26%。

## 开发背景

移动通信的无线数据流量在过去几年中急剧增加，随着5G和物联网 (IoT) 设备的普及，预计将以每年1.5倍的速度增长到2020年。建立这种大容量的下一代无线通信网络，注意力集中在使用高频W波段的无线通信技术。Fujitsu表示，可以在W波段使用的频率范围非常广泛，因为通信速度可以在这个频带内快速增加，非常适合这种高带宽无线通信。

传统的无线通信技术可以允许在几公里的距离上执行几Gbit/s的性能，但是利用W波段可以实现无线通信距离和容量的更大增加，这需要功率放大器的输出进一步增加以在传输期间提升信号。

为了增加距离和容量，有必要扩展可以放大的频率带宽，同时可以支持在相同频带内传输更多信息的调制方法，而且强烈的要求是在信号被放大时具有更少的失真。另一个目标是检查伴随更大距离和容量的通信系统的能耗，同时提高功率放大器的能量效率。

为了同时增加无线通信的距离和容量，使用铟铝镓氮 (InAlGaN) HEMT降低能耗，富士通开发了两种有效降低内部电阻和电流泄漏的技术。

## 1. 技术降低内阻

富士通开发了器件技术，当电流在源极或漏极和GaN-HEMT器件之间流动时，可以将电阻降低到以前技术的十分之一。该技术使用将GaN插入层直接嵌入源极和漏极之下的制造工艺，产生了高密度的电子 (图1)。

必须尽可能平稳地将来自源极的电子输送到二维电子气 (2DEG) 场。然而以前的技术结构使得电子供应层成为阻挡层，源电极和二维电子气之间的内阻增加。通过应用这种新技术，富士通可以通过晶体管运行大电流，阻抗显著降低 (图2)。

## 2. 控制电流泄漏的技术

当晶体管处于截止状态时，二维电子气 (其在沟道层顶部的边界上以高速移动) 在栅极下方绕行时产生电流泄漏。这种泄漏导致功率放大器的操作性能下降。

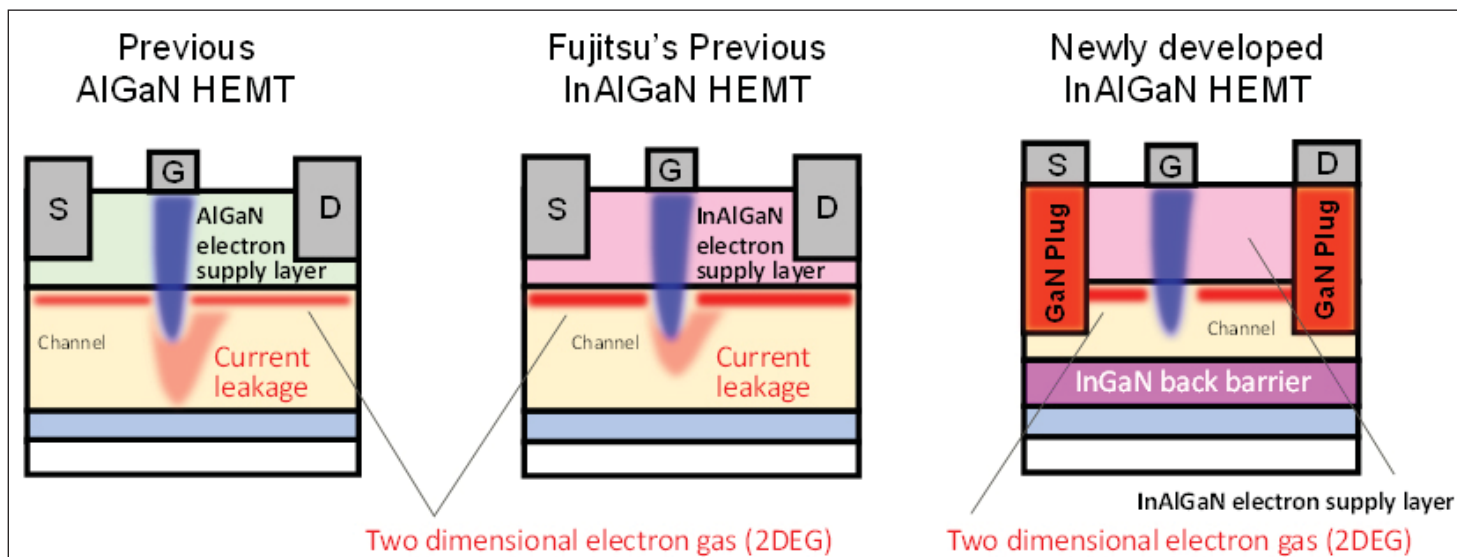


图1. GaN-HEMT器件结构示意图。



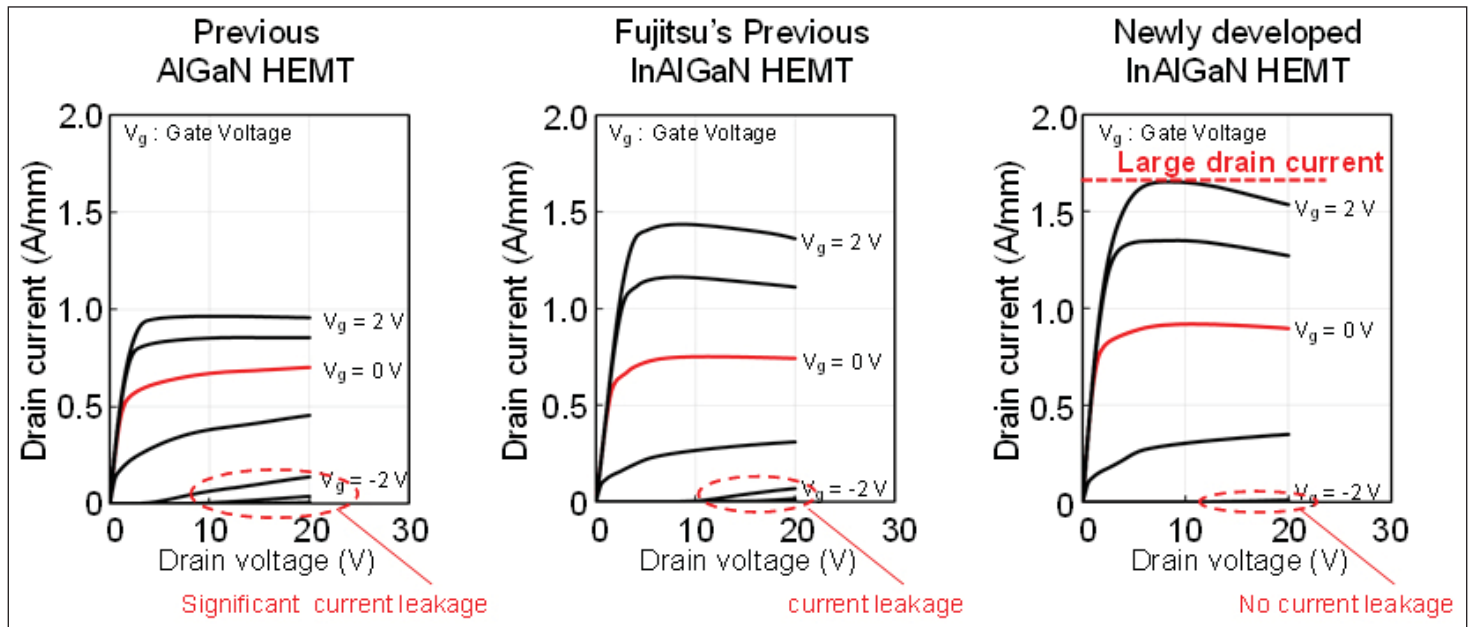


图2. 晶体管特性比较。

通常通过在沟道层的下方设置阻挡层，可以减小漏电流，但是在这种情况下，二维电子气体的量也会降低，从而降低了漏极电流。

新技术通过有效地分配铟镓氮 (InGaIn) 来在沟道层下方形成阻挡层，从而保持高的漏极电流。这在操作期间减少电子绕行，成功地显著降低了电流泄漏 (图1和图2)。

**性能**

以前的W波段功率放大器输出密度记

录为每毫米栅宽为3.6W (富士通实验室开发的技术)。随着新开发技术的发展，这种技术已经大大改善，其功率输出为4.5W每毫米栅极宽度，设计用于工作在94GHz的功率放大器。此外与以前的技术相比，新技术通过减少电流泄漏实现了26%的能源消耗。

富士通公司预计，使用该功率放大器可以实现超过10Gbit/s和距离大于10km的不同位置的两个连接系统之间的高容量，长距离无线通信。

**未来的计划**

富士通的目标是将该技术广泛地应用于功率放大器的开发，以实现提供远距离和更高容量的无线通信，同时提供比光纤更容易的安装。目标是到2020年将新技术在高速无线通信系统中商业化，并将其应用于在光纤电缆被自然灾害切断时恢复通信的方法或作为举办活动时建立临时通信的方式的基础设施。

[www.fujitsu.com/jp/group/labs/en](http://www.fujitsu.com/jp/group/labs/en)

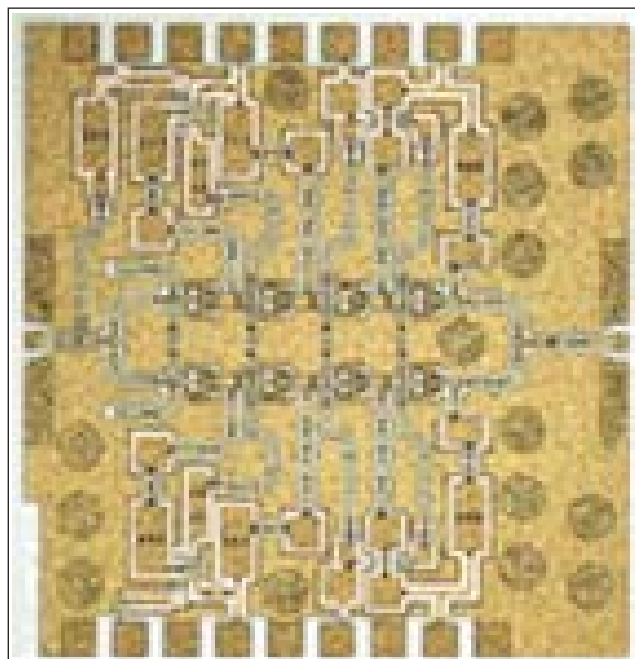


图3。

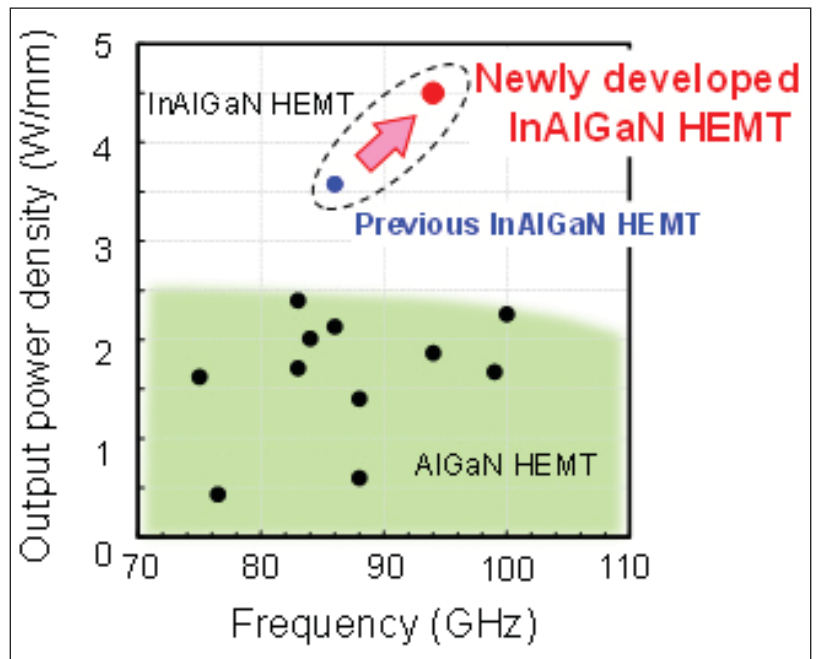


图4. GaN-HEMT功率放大器性能比较。



# semiconductor TODAY

COMPOUNDS & ADVANCED SILICON

[www.semiconductor-today.com](http://www.semiconductor-today.com)



Join our LinkedIn group: Semiconductor Today

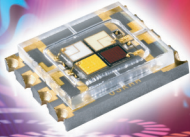


Follow us on Twitter: Semiconductor\_T

Choose *Semiconductor Today* for . . .

semiconductor TODAY  
COMPOUNDS & ADVANCED SILICON  
Vol. 7 • Issue 2 • March/April 2012  
www.semiconductor-today.com

Efficiency drop in nitride & phosphide LEDs  
First single-crystal gallium oxide FET



Graphenics spun off • Emcore sells VCSEL range to Sumitomo Masimo buys Spire Semiconductor • Oclaro and Opnext merge

## MAGAZINE

Accurate and timely coverage of the compound semiconductor and advanced silicon industries

Targeted 82,000+ international circulation

Published 10 times a year and delivered by e-mail and RSS feeds



## WEB SITE

Average of over 26,000 unique visitors to the site each month

Daily news updates and regular feature articles

Google-listed news source



## E-BRIEF

Weekly round-up of key business and technical news

E-mail delivery to entire circulation

Banner and text marketing opportunities available