

semiconductor TODAY

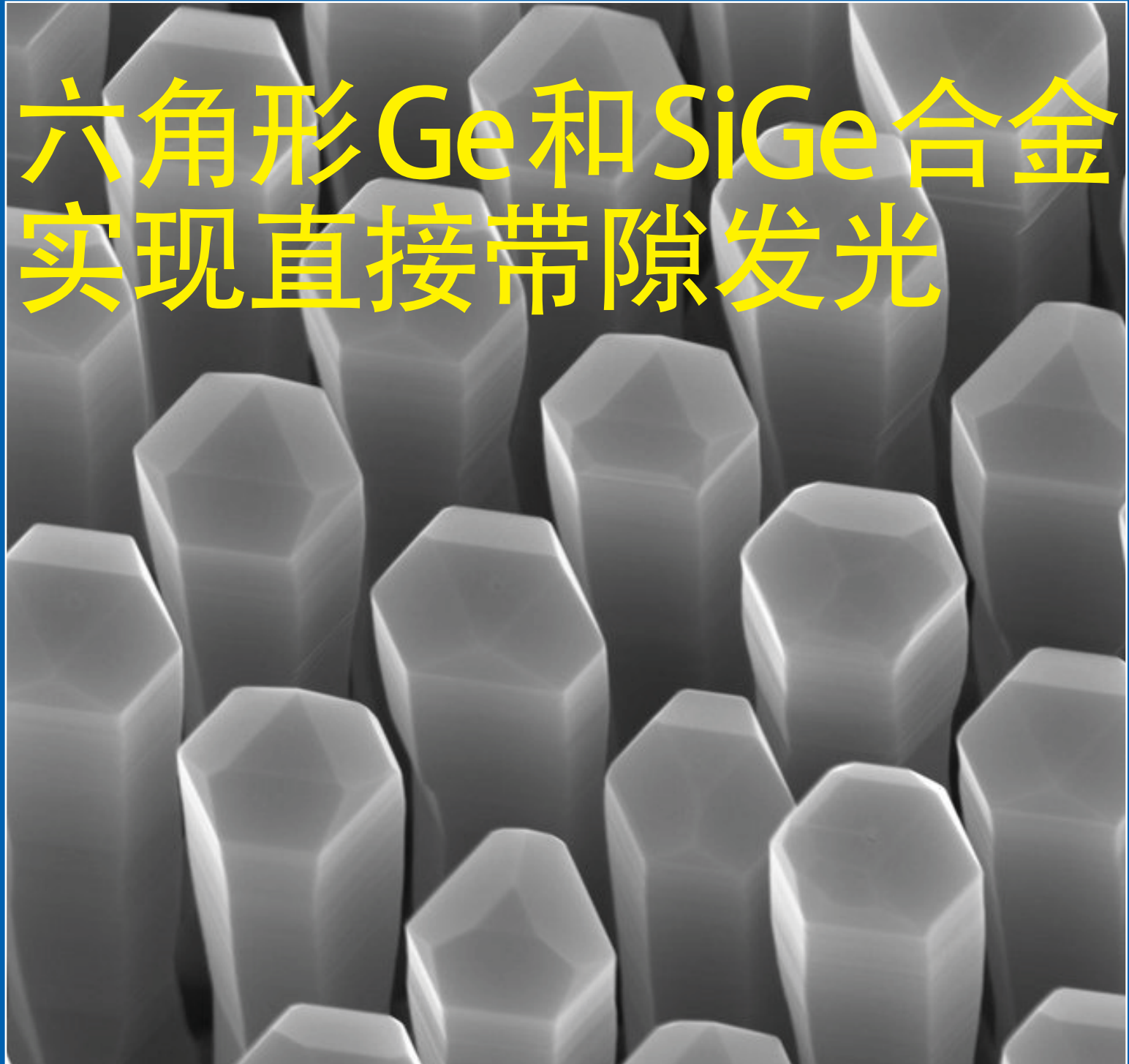
面向亚洲中文读者的化合物及先进硅半导体新闻杂志

A S / A

第 9 卷 12 月 2020

www.semiconductor-today.com

六角形 Ge 和 SiGe 合金 实现直接带隙发光



Si 光子学中首次直接在硅晶圆上生长的无缓冲层 $1.5 \mu\text{m}$ III-V 族激光器 ·
研究人员发现, 随着器件直径低于 $10 \mu\text{m}$, 绿光 LED 的效率将比蓝光 LED 高 ·
Fraunhofer IAF 将 GaN 晶体管的效率提高到 1-2GHz, 创下 77.3% 的记录

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GaN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GaN, Si上GaN和SiC上GaN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 或联系我们上海当地的办事处 +86 21 20246072, +86 18017760181(徐经理)。



MORE INFO

新闻 News

市场 Markets

GaAs 晶圆市场将以 10% 的复合年增长率增长，到 2025 年达到 3.48 亿美元以上。VCSEL 和 micro-LED 将在未来 5 年内推动 GaAs 市场。到 2025 年，受数据中心投资的推动，光收发器市场将增长一倍以上，达到 177 亿美元。COVID-19 正在影响全球电信，对 2020 年收发器模块销售产生负面影响

技术聚焦：激光器

Si 光子学中首次直接在硅晶圆上生长的无缓冲层 1.5 μm III-V 族激光器。脉冲光激发实现第一支电驱动 1.5 μm III-V 族激光器的目标。

技术聚焦：激光器

六角形 Ge 和 SiGe 合金实现直接带隙发光。能够集成到现有芯片中的硅激光器的开发已经触手可及

技术聚焦：LED 制造

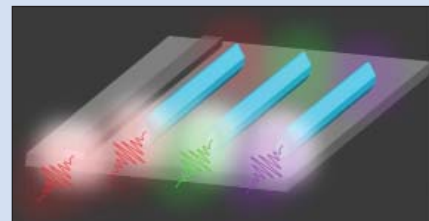
镓氮蓝光和绿光发光二极管的微尺度。研究人员发现，随着器件直径低于 10 μm ，绿光 LED 的效率将比蓝光 LED 高。

技术聚焦：GaN HEMT 器件

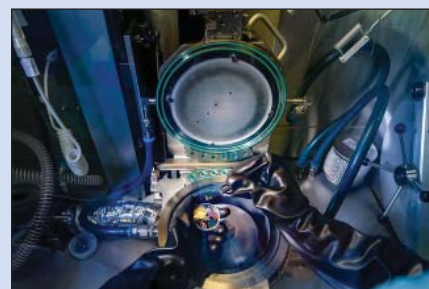
在将工作电压加倍至 100V 后，Fraunhofer IAF 将 GaN 晶体管的效率提高到 1-2GHz，创下 77.3% 的记录。长期目标是工作频率达 10GHz。

semiconductor TODAY
A S I A

第 9 卷 12 月 2020



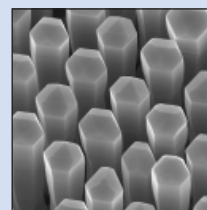
第 10 页：由香港科技大学电子与计算机工程学系刘纪美教授和博士后研究员韩瑜博士领导的研究小组设计了（这是首次被认为是）一种新颖的生长方案，不需要厚的 III-V 族缓冲层，促进了光有效耦合到硅波导中。无缓冲层的特征通向了完全集成的基于 Si 的光子集成电路的道路。



第 12 页：六角形 Ge 和 SiGe 合金实现直接带隙发光。TU/e 的 Erik Bakkers 教授及其团队于 2015 年首次制作了六角形硅。他们首先使用由另一种材料制成的纳米线来生长六角形晶体结构。将其用作锗硅壳的模板，下面的材料在其上生长了六方晶体结构



第 16 页：100V GaN 功率晶体管，其输出功率为 600W，频率为 1.0GHz。
©Fraunhofer IAF。



埃因霍温技术大学 (TU/e) 和慕尼黑技术大学 (TUM) 的团队与耶拿大学和林茨大学的同事一起，现已开发出一种可以发光的发光硅锗合金。因此，可以将硅激光器集成到现有芯片中的可能性首次得到了实现。
第 12 页

REGISTER
for *Semiconductor Today*
free at
www.semiconductor-today.com

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

© 2020 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



semiconductor TODAY

COMPOUNDS & ADVANCED SILICON

www.semiconductor-today.com



Join our LinkedIn group: Semiconductor Today



Follow us on Twitter: Semiconductor_T

Choose *Semiconductor Today* for . . .



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

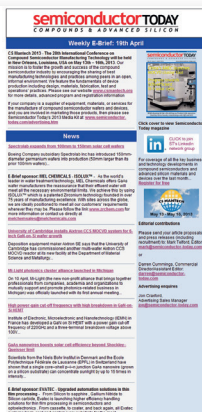


WEB SITE

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

GaAs晶圆市场将以10%的复合年增长率增长，到2025年达到3.48亿美元以上

VCSEL和micro-LED将在未来5年内推动GaAs市场

Yole Développement在其新技术和市场分析报告《2020年砷化镓晶圆和外延片市场: RF, 光子学, LED, 显示器和PV应用》中估计, 砷化镓 (GaAs) 晶片市场将从2019年的2亿美元增长到2025年的3.48亿美元以上, 年复合增长率 (CAGR) 为10%。

Yole的电源与无线部门成员Ezgi Dogmus博士指出: “历史上RF是GaAs晶圆的市场驱动力。在2019年, 它代表了33%的市场容量和37%的市场价值。RF占GaAs外延晶片开放市场的67%。GaAs RF需求主要是由手机演进所驱动, 随着向5G的过渡, GaAs功率放大器 (PA) 在高端6GHz以下手机中的渗透率也越来越大。”

化合物半导体专业技术与市场分析师Ahmed Ben Slimane博士指出: “在过去的几年中, GaAs晶片市场一直被RF

应用所主导。截至2020年, 光子学和LED代表了该市场的主要驱动力。”

Photonics在GaAs晶圆数量中占5%的份额, 相当于2400万美元的市场。但是, 光子市场将在2019-2025年期间以两位数的复合年增长率增长, 其中GaAs垂直腔面发射激光器 (VCSEL) 技术将占主导地位。在这种情况下, 光子学应用占GaAs外延晶片开放市场的32%。

随着LED从低端应用到高端应用 (例如园艺照明或汽车) 的过渡, LED仍占有了最高的GaAs晶圆市场量, 占有41%的份额。汽车将成为可见光LED和红外 (IR) LED的主要驱动力, 预计2019-2025年的复合年增长率为6%。

Yole认为在micro LED等热门新应用的推动下, GaAs将在显示市场中找到另一个增长来源, 该市场在2019-2025年

的复合年增长率为19%。

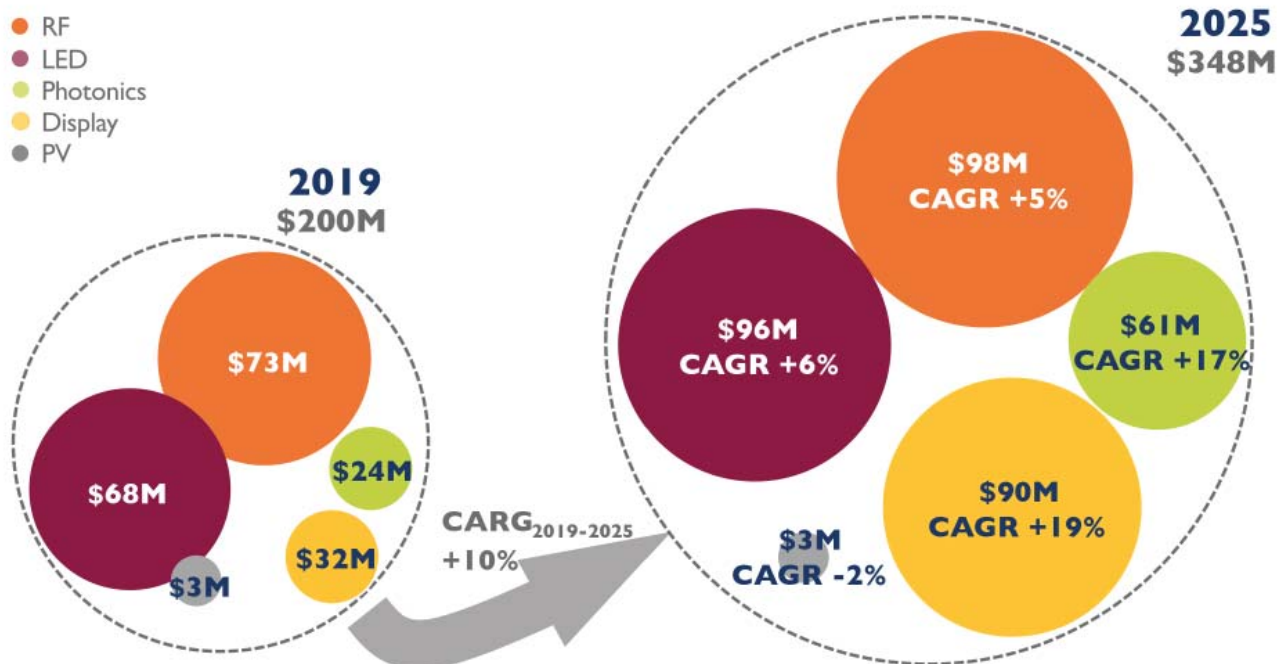
2020年版的《GaAs晶圆和外延片市场》报告还考虑到COVID-19爆发及其对基于GaAs的技术直接相关的多个行业的影响。

毫无疑问, 这场危机将极大地改变消费者和汽车市场领域。因此, Yole的化合物半导体团队在报告中包括了三种不同的情景, 特别关注市场发展和生产恢复。

在移动市场领域, Yole预测最可能的情况是2020年的产量比2019年下降20%。而且, 一些主要的原始设备制造商 (OEM), 例如三星和苹果已经重新定位了他们的产品。实际上, 由于家庭收入的减少, OEM期望从高端智能手机向中端甚至入门级智能手机转移。关于汽车应用, Yole预测产量将下降约30%。

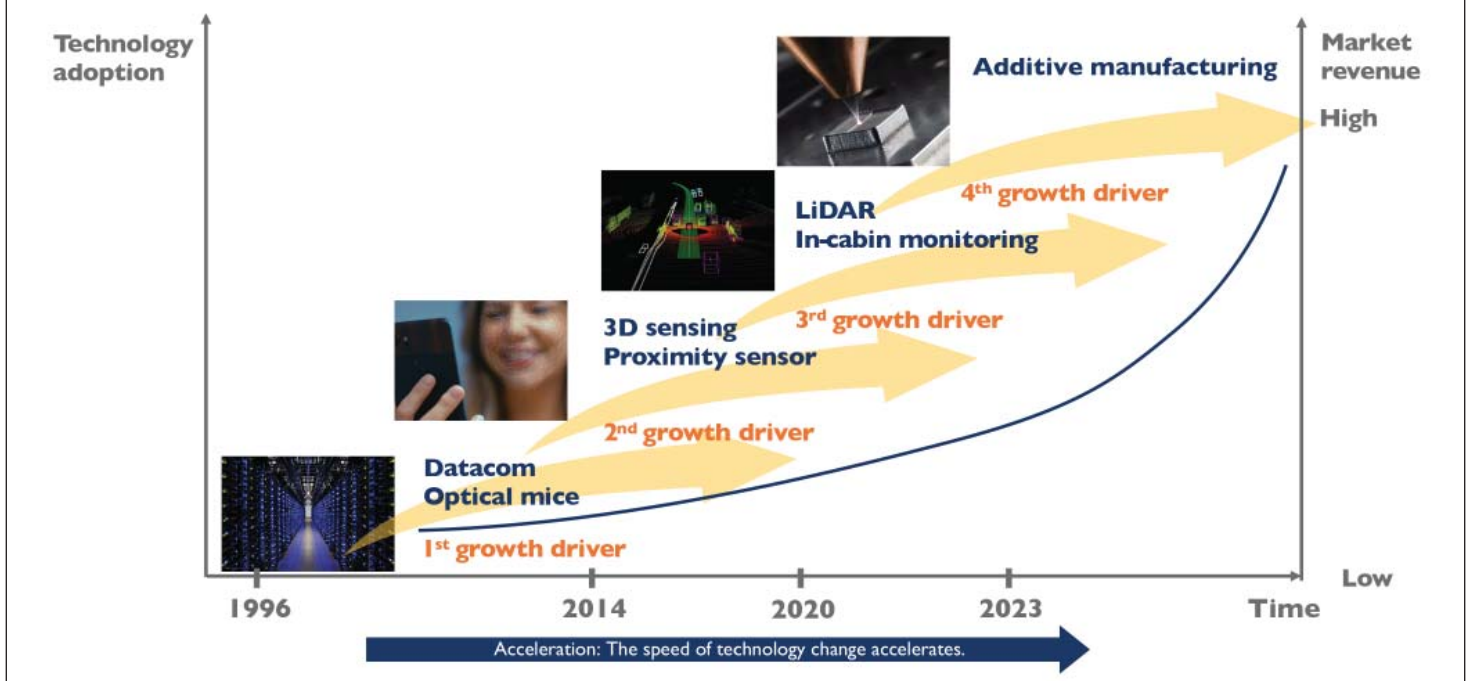
2019-2025 GaAs wafer market forecast Split by application

(Source: GaAs Wafer and Epiwafer Market: RF, Photonics, LED, Display and PV Applications 2020 report, Yole Développement, 2020)



Market growth drivers for GaAs photonics VCSEL market

(Source: GaAs Wafer and Epiwafer Market: RF, Photonics, LED, Display and PV Applications 2020 report, Yole Développement, 2020)



Yole指出从供应链的角度来看, GaAs外延片供应链在不断变化。

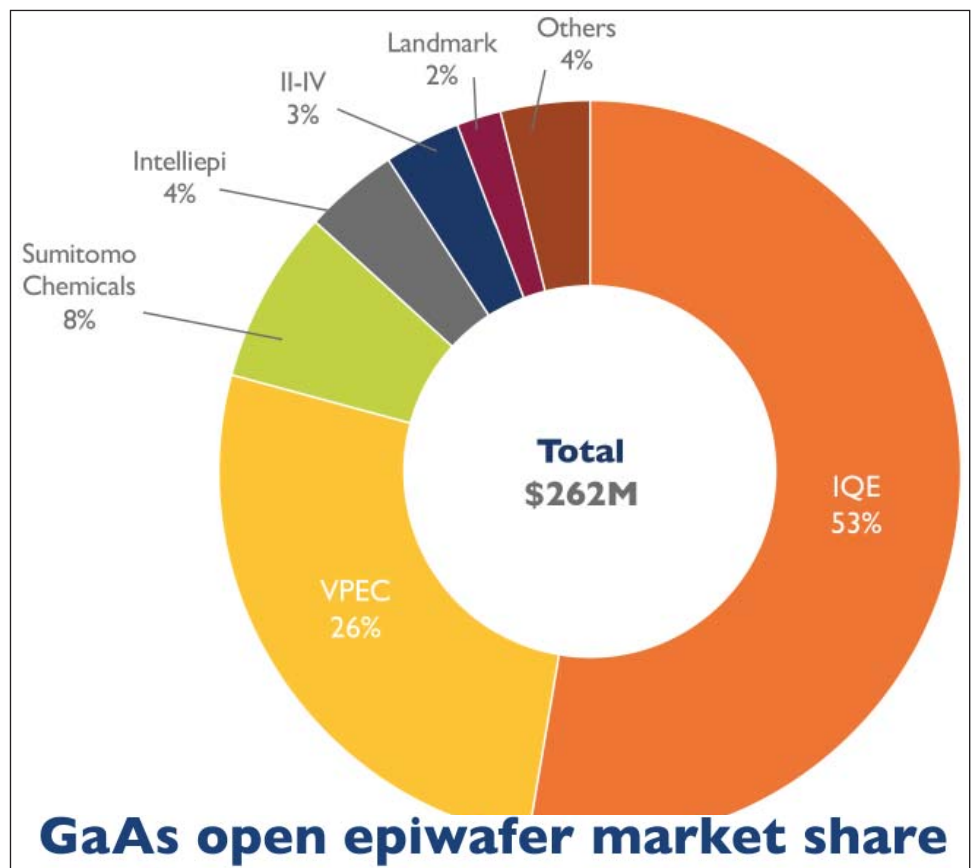
Slimane指出: “在光子学市场中, 外延晶片业务模型取决于应用。在数据通信中, 它主要是集成的, 由Finisar, Avago和II-VI主导。但是, 对于智能手机的3D感测和其他VCSEL, 制造商倾向于将外延外包, 这是由IQE提供的Apple所采用的一种不太复杂的策略。IQE仍然是最大的外延晶片供应商, 到2019年将占有61%的光子外延晶片市场。但是, 随着3D传感技术的普及, VPEC, II-VI, 住友化学和Landmark等众多公司也正在提高其产量。”

RF GaAs外延市场约有90%外包。以前, 它在很大程度上由IQE主导, 但在中国台湾供应链中却失去了份额。截至2019年, IQE和VPEC占RF Epi市场的80%以上。LED外延片市场几乎完全整合在Osram, 三安, Epistar和乾照等知名企业。

就GaAs晶圆供应而言, Freiberger, Sumitomo Electric, AXT和Vital Materials在2019年处于市场领先地位。顶级厂商在高端应用中拥有更大的市场份额, 并且由于严格的激光级晶圆规格, Yole认为他们将在未来5-8年保持其领先地位的优势。该公司还补充说, 直到最近才出现低端LED产品进入市场, 新的中

国GaAs供应商的前景充满挑战。此外Yole认为, 由于潜在的知识产权侵权问题, 它们向高端产品的过渡以及向中国以外地区的扩展存在风险。

www.i-micronews.com/products/gaas-wafer-and-epiwafer-market-rf-photonics-led-display-and-pv-applications-2020



到2025年,受数据中心投资的推动,光收发器市场将增长一倍以上,达到177亿美元

COVID-19正在影响全球电信,对2020年收发器模块销售产生负面影响

Yole Développement在其报告《面向数据通信和电信的2020光学收发器》中估计,光收发器的年复合增长率(CAGR)从2019年的77亿美元增长到2025年的两倍多,达到177亿美元左右。

Yole的Photonics, Sensing & Display 固态照明技术与技术市场分析师Martin Vallo博士表示:“这种增长将由大型云服务运营商大量采用昂贵的高数据速率(包括400G和800G模块)来推动。因此,这样的参与者在新的数据中心上投资越来越多,最重要的是,电信运营商还增加了对使用无线光收发器的5G网络的投。”

数据中心和电信运营商的高需求已确认如下:

- 数据通信收发器模块收入的复合年增长率约为20%,这将由采用更昂贵的高数据速率的光模块所推动,这些模块从核心/骨干网络向下迁移应用到机架间连接。
- 电信收发器模块收入的复合年增长率为5%,这将由数据中心互连(DCI)光传输解决方案和在亚洲部署5G光收发器的相关技术推动。

收入增长的巨大差异是由于COVID-19大流行导致2020年销售预期降低所致。此外,由于大流行的影响,预计总收入在2020年只会适度增长。实际上,COVID-19自然会在全球范围内影响电信,进而影响光收发器模块的销售。然而,在中国地方政府的推动下,数据中心运营商对光模块的需求非常强劲。其战略主要集中在5G部署和云数据中心的开发上。

Yole固态照明(SSL)和显示业务部经理Pars Mukish指出:“在过去25年中,光纤通信技术的发展已取得了显著进步。在1990年代,商用光纤链路的最高容量仅为2.5-10Gb/s,而如今,它们可以承载800Gb/s。过去十年的发展实现了更高效率的数字通信系统,并解决了信号降级的问题。”

数十年来,从长途移动访问到数据中心内部网络,所有网络体系结构中的网络流量都以惊人的速度增长。这种增长是由超高清(UHD)视频流(需要更高的数据吞吐量)以及现在需要快速访问数字网络的新兴数字应用和服务推动的。看起来,现有应用的成功和需求正在不断推动基础网络基础架构(包括光收

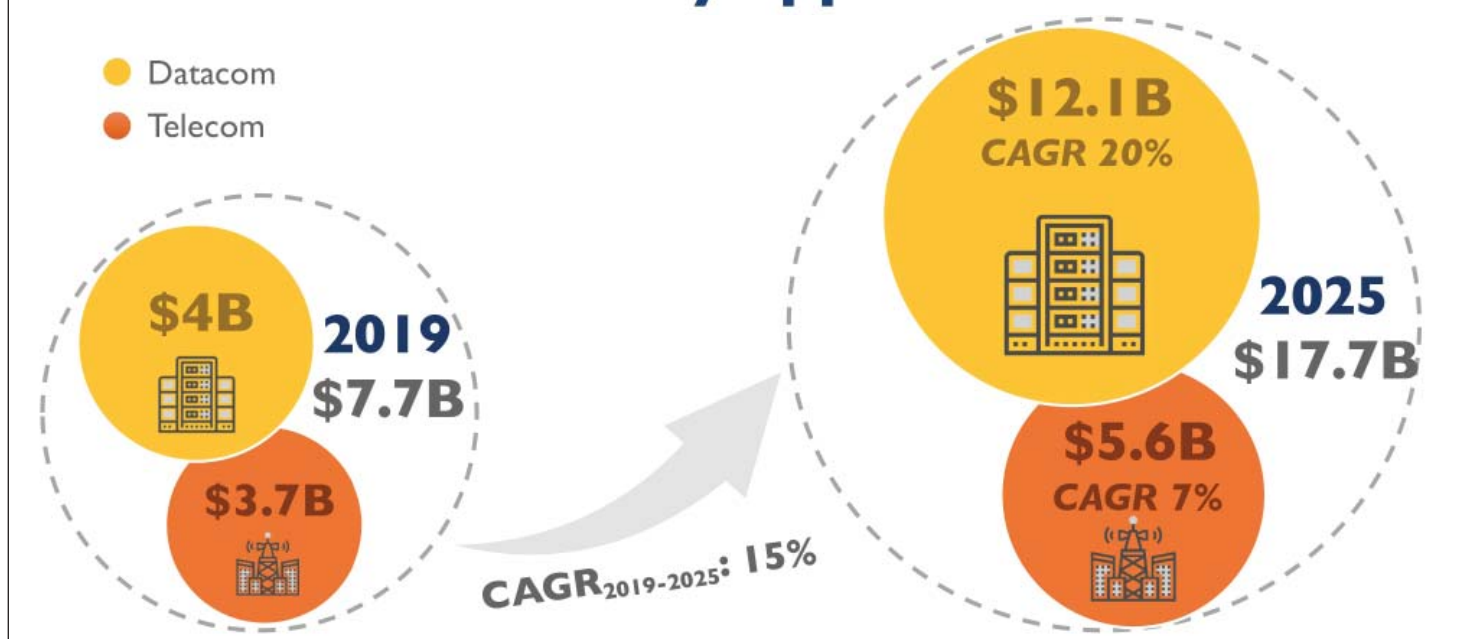
发器)的规模和容量,使其达到启用其他应用的程度,从而延长了周期。

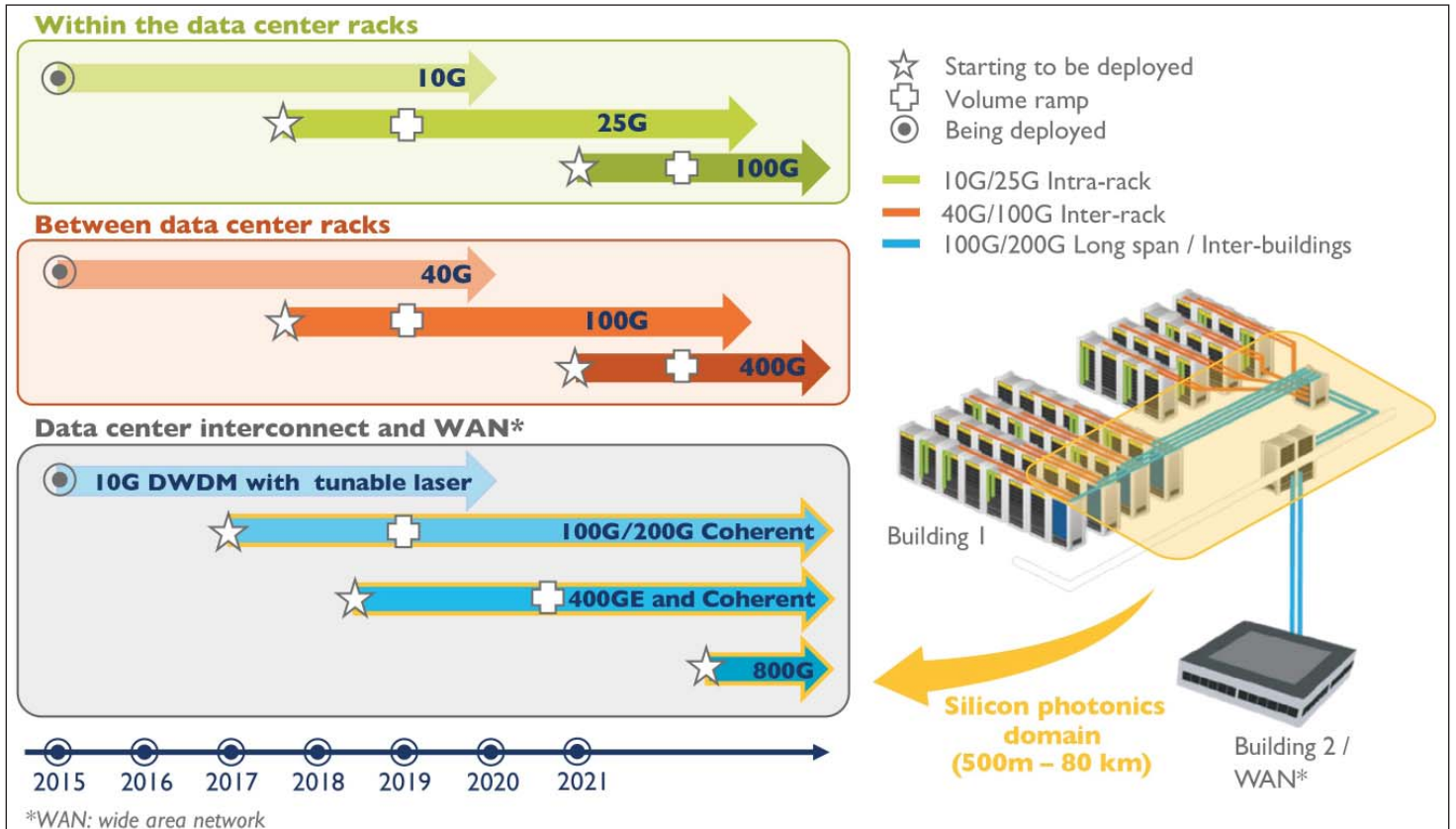
光学收发器广泛用于各种网络架构和应用中的服务器网卡,交换机,路由器和无线基站设备。覆盖范围从数据中心和企业网络中服务器及存储互连所需要的不到50米范围,到电信网络中所需要的800公里以上。

多种技术的发展使长途和城域网的传输速度达到了400G甚至更高。当今迁移到400G速度的趋势源于云运营商对互连数据中心的需求。此外,数字通信网络容量的指数增长和光端口数量的增加正在极大地影响光模块技术。新的外形尺寸越来越普遍,旨在减小尺寸并降低功耗。在模块内部,光学器件和集成电路之间的距离越来越近。

因此,硅光子学可以代表一项关键的使能技术,用于进一步开发解决日益增长的流量所需的光学互连解决方案。Yole认为,这项技术将在500m至80km的距离应用中发挥重要作用。该行业正在研究将磷化铟(InP)激光器直接异质集成到硅芯片上。优点是集成可扩展,并且消除了光学封装的成本和复杂性。

2019-2025 optical transceiver market revenue forecast by application





这些激光器的典型挑战是在高温下效率降低和光功率降低。

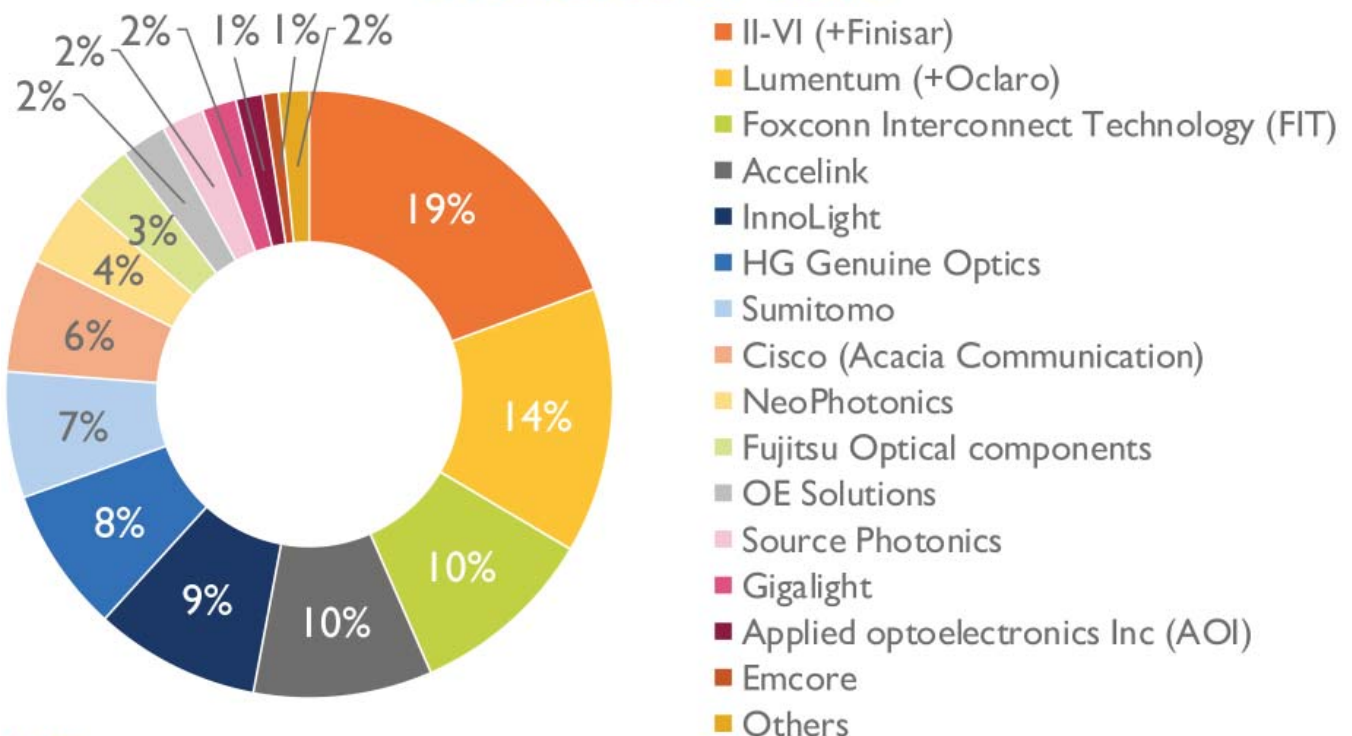
Yole资深分析师Eric Mounier博士指出：“除了通过集成放大器来提高速度之外，还可以通过集成最新的数字信号处理

芯片来实现更高的数据吞吐量，该芯片提供不同的多级调制技术，例如PAM4或QAM，另一种提高数据速率的技术是并行化或多路复用，可以在单根光纤上使用平行光纤或不同波长来提高容量。”

光学组件技术集成的进步已使得光学收发器的复杂性和成本大大降低。Yole总结说，带宽的大量增长已使每传输位的成本降低了10-100倍。

www.yole.fr

Market share of top 15 players providing optical modules in 2019



Si光子学中首次直接在硅晶圆上生长的无缓冲层1.5 μm III-V族激光器

脉冲光激发实现第一支电驱动1.5 μm III-V族激光器的目标。

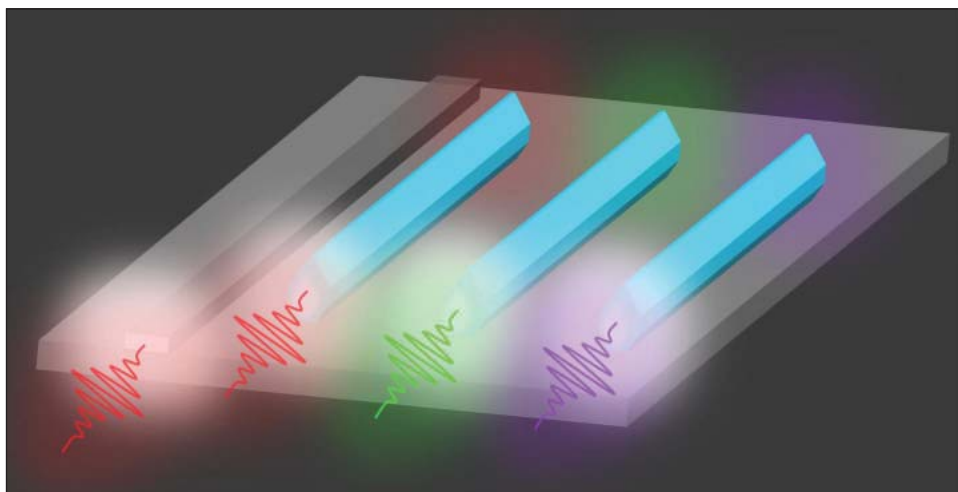
香港科技大学 (HKUST) 报告说, 它第一次在没有缓冲层的情况下直接使用金属有机物化学气相沉积 (MOCVD) 在工业标准的220nm SOI (绝缘体上硅) 晶片上生长了1.5 μm III-V族激光器。该工作有可能为与基于硅的光子器件界面接触以及随后实现完全集成的硅光子电路铺平道路 (Yu Han et al, 'Bufferless 1.5 μm III-V lasers grown on silicon photonics 220nm silicon-on-insulator platforms', Optica, vol7, issue2, p148)。先前的展示需要非行业标准的块状硅或厚SOI晶圆。

将有源III-V光源与基于无源Si的光子器件桥接在一起, 可以将该开发应用为集成电路中的光源, 可以大大提高电路速度, 功率效率和成本效益。

在文献中将III-V激光器集成到硅上的其他常规方法中, 使用厚度高达几微米的III-V缓冲层来降低缺陷密度, 这对外延III-V激光器与硅基波导之间的有效光接口构成了巨大挑战。

现在, 由香港科技大学电子与计算机工程学系刘纪美教授和博士后研究员韩瑜博士领导的研究小组设计了 (这是首次被认为是) 一种新颖的生长方案, 不需要厚的III-V族缓冲层, 促进了光有效耦合到硅波导中。无缓冲层的特征通向完全集成的基于Si的光子集成电路的道路。

常规电子数据系统效率的提高无法赶上飞速增长的数据流量, 这要求将光子功能集成到常规的基于Si的电子平台上。集成可以生产出具有无与伦比的速



度和功能的光电集成电路, 并可以实现新的应用。然而, 硅和III-V材料之间的根本区别意味着直接在硅上生长III-V功能材料非常具有挑战性。

香港科大光子技术中心刘教授的团队十多年来一直致力于将III-V材料和功能集成到主流硅晶圆上, 创新并优化了各种方法来提高在硅上生长的III-V激光器的性能, 目标是逐步接近行业的要求。这项工作是在他们在硅上进行III-V激光器单片集成的项目的一部分。

利用提高的生长温度下的成分扩散性, 研究人员首先通过与传统的占空比捕获 (ART) 和横向ART的协同作用, 为220nm SOI晶片上的高质量III-V族合金直接异质外延设计了独特的MOCVD生长方案。与V型槽内的流行外延不同, 该方法的特点是在梯形槽内外延, 可在具有不同硅器件层厚度的SOI上灵活集成不同的III-V族化合物。

研究人员以磷化铟 (InP) 为例, 详细描述了生长过程, 然后通过广泛的透射电子显微镜和光致发光测量来表征和证明外延III-V族材料的晶体质量。该团队根

据数值模拟设计并制造了带有空气隙腔的纯InP和InP/InGaAs激光器。对器件进行测试表明, 在脉冲光激发下, 激光器可以在900nm波段和技术上重要的1.5 μm 波段维持室温和低阈值激光发射。该工作展示了以经济, 紧凑和可扩展的方式将III-V激光器单片集成到行业标准的220nm SOI晶圆上的潜力。

刘教授表示: “如果实际应用, 我们的技术可以大大提高当前基于Si的集成电路的速度, 功耗, 成本效益和功能。我们的日常电子设备, 例如智能手机, 笔记本电脑和电视, 基本上是连接到Internet的所有设备, 都将变得更快, 更便宜, 功耗更低, 功能更多。”

韩博士表示: “我们下一步的研究将是设计和展示直接在220nm SOI平台上生长的第一支电驱动1.5 μm III-V族激光器, 并设计一种方案, 以有效地将来自III-V激光器的光耦合到硅波导, 从而从概念上展示了完全集成的硅光子电路”。

www.doi.org/10.1364/OPTICA.381745
www.ust.hk

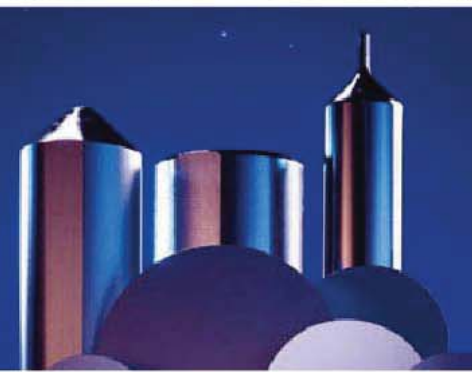
作者: Mike Cooke



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



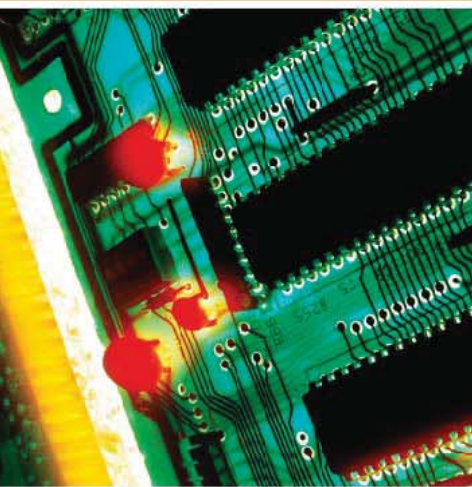
GaAs 50mm – 150mm
InP 50mm – 100mm
Ge 50mm – 150mm

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

六角形Ge和SiGe合金实现直接带隙发光

能够集成到现有芯片中的硅激光器的开发已经触手可及。

在过去的50年中，全世界的研究人员一直在寻找一种制造基于硅或锗的激光器的方法。埃因霍温技术大学 (TU/e) 和慕尼黑技术大学 (TUM) 的团队与耶拿大学和林茨大学的同事一起，现已开发出一种可以发光的发光硅锗合金 (E.M.T. Fadaly et al, 'Direct Bandgap Emission from Hexagonal Ge and SiGe Alloys', Nature, volume 580, p205 (8 April 2020))。因此，可以将硅激光器集成到现有芯片中的可能性首次得到了实现。

硅通常在立方晶格中结晶，并且由于具有间接棒状结构，因此不适合将电子转换为光。研究团队所采取的关键步骤是从具有六方晶格的锗和硅生产锗与合金的能力。TUM的半导体量子纳米系统教授Jonathan Finley表示：“这种材料具有直接的带隙，因此可以自身发光。”

模板技巧

TU/e的Erik Bakkers教授及其团队于2015年首次制作了六角形硅。他们首先使用由另一种材料制成的纳米线来生长六角形晶体结构。将其用作锗硅壳的模板，下面的材料在其上生长了六方晶体结构。

然而，最初这些结构不能被激发发光。通过与慕尼黑工业大学的Walter Schottky研究所的同事交换想法，他们分析了每一代的光学特性，最终优化了生产工艺，从而使纳米线能够发光。

Bakkers表示：“与此同时，我们获得的性能几乎可以与磷化铟或砷化镓的性能相比拟”。因此据信，开发由锗硅合金制成并能够集成到常规生产工艺中的激光器似乎只是时间问题。

Finley表示：“如果我们可以通过光学手段实现晶片内和晶片间电子通信，则速度可以提高多达1000倍。

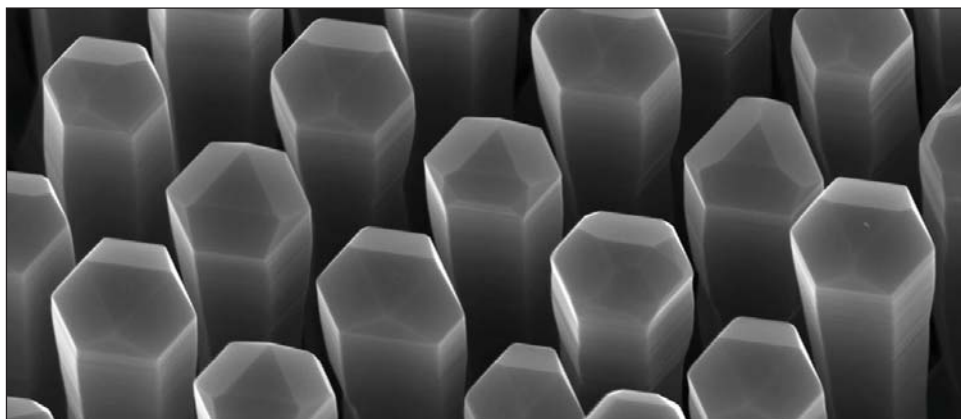


图1：带有六角形SiGe壳的纳米线。

此外，光学和电子技术的直接结合可以降低自动驾驶汽车中基于激光雷达的芯片，用于医疗诊断的化学传感器以及空气和食品质量测量的芯片成本。”

该研究获得了多个资助来源，包括欧盟SiLAS项目，欧盟的玛丽·斯克洛多夫斯卡居里计划，荷兰研究委员会 (NWO)，荷兰能源研究中心 (ECN) 的Solliance计划，霍尔斯特中心，TU/e，荷兰应用科学研究组织 (TNO)，跨大学微电子中心 (IMEC)，

Forschungszentrum Jülich和荷兰北布拉班特省。汉堡的Deutsches Elektronen Synchrotron (DESY) 在PETRA III设施上提供了测量时间。理论计算是在德国Garching的Leibniz超级计算中心的SuperMUC高性能计算机上进行的。

www.nature.com/articles/s41586-020-2150-y
www.tue.nl/en/research/research-areas/integrated-photonics/
www.wsi.tum.de
 作者：Mike Cooke





semiconductor**TODAY**

COMPOUNDS & ADVANCED SILICON

www.semiconductor-today.com



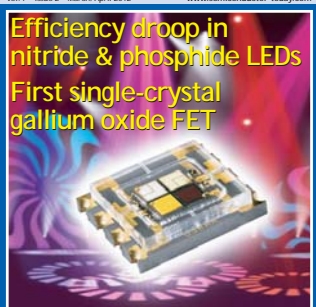
Join our LinkedIn group: Semiconductor Today



Follow us on Twitter: Semiconductor_T

Choose **Semiconductor Today** for . . .

semiconductor**TODAY**
COMPOUNDS & ADVANCED SILICON



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

semiconductor**TODAY**
COMPOUNDS & ADVANCED SILICON



E-BRIEF

Weekly round-up of key business and technical news

E-mail delivery to entire circulation

Banner and text marketing opportunities available

铟镓氮蓝光和绿光发光二极管的微尺度

研究人员发现, 随着器件直径低于 $10\mu\text{m}$, 绿光LED的效率将比蓝光LED高。

美 国加利福尼亚大学圣塔芭芭拉分校 (UCSB) 和韩国首尔Viosys一直在探索缩小绿光和蓝光铟镓氮 (InGaN) 微发光二极管 (LED) 直径会造成什么样的影响[Jordan M. Smith et al, Appl. Phys. Lett., vol116, p071102, 2020]。由于尺寸缩小使得器件表面的非辐射复合导致LED中的外量子效率 (EQE) 通常会降低。

UCSB/Viosys团队发现蓝光器件具有明显的这种效果, 但是绿光LED受到的影响较小。实际上, 在LED直径小于 $10\mu\text{m}$ 的情况下, 绿光器件比蓝光器件的效率更高。

研究人员还建议, 与标准的商用铝镓铟磷 (AlGaInP) 产品相比, 红光InGaN LED可能具有类似的直径交叉效应。人们会期望红光InGaN LED遭受更高的载流子定位效应, 从而进一步降低表面复合速度 (SRV)。

该团队报告说: “红光AlGaInP的SRV甚至高于蓝光InGaN的SRV, 而红光InGaN的SRV低于绿光InGaN的SRV。因此, 很可能在红光的AlGaInP和红光的InGaN微型LED之间存在类似的EQE交叉,

其中InGaN器件将以较小的尺寸胜出。”

研究人员希望, 诸如提高亮度和可靠性, 降低功耗, 延长使用寿命以及缩小InGaN micro-LED尺寸等因素, 将带来4K电视, 智能手机和增强现实 (AR) 眼镜的显示应用。

该团队认为: “尽管有商业需求, 但对于 $5\mu\text{m}$ 以下台面尺寸的micro-LED EQE趋势没有任何报道。”

研究人员开发了一种联合干法刻蚀工艺, 从而无需精确的单独步骤 (图1)。介电孔是通过自对准湿法底切刻蚀形成的。该工艺一开始是在LED外延晶片上毯式沉积30nm的铟锡氧化物 (ITO) 透明导体, 300nm的二氧化硅 (SiO_2) 和200nm的氮化硅 (SiN)。

使用干法刻蚀来界定台面, 同时使用缓冲的氢氟酸 (HF) 溶液选择性地底切 SiO_2 。通过溅射250nm氧化铝 (Al_2O_3) 进行钝化。剥离工艺使用蒸气HF选择性去除 SiO_2 材料。干法刻蚀 Al_2O_3 会暴露n-GaN接触层。最后, 使用电子束蒸发和剥离技术施加反射性600/100/600nm铝/镍/金 (Al/Ni/Au) 普通触点/探针板。

器件制作是在设计用于绿光 (532nm 波长) 和蓝光 (467nm) LED的c面蓝宝石上的商用外延材料上进行的。圆形LED的直径范围从 $1\mu\text{m}$ 到 $30\mu\text{m}$ 。一次运行即可制作器件, 以限制每次运行工艺变化的影响。输出光被收集在器件的蓝宝石侧。

随着直径减小到 $5\mu\text{m}$, 蓝光LED的EQE下降, 但在 $1-5\mu\text{m}$ 范围内保持大致相同的水平 (图2)。相比之下, 绿光LED在整个 $1-30\mu\text{m}$ 的直径范围内表现出较小的性能下降。

蓝光器件也显示出向峰值EQE值的电流密度增加的转变。同样, 绿光LED峰值电流密度显然不受影响。

就峰值EQE值而言, 两种器件在 $10-30\mu\text{m}$ 直径范围内均具有相当稳定的性能, 蓝光LED性能的下降主要是在 $1-10\mu\text{m}$ 范围。实际上, 绿光器件在 $10\mu\text{m}$ 直径以下显示出优异的峰值EQE。

研究人员评论说: “这种交叉现象非常显著, 因为众所周知块状绿光InGaN材料的内部量子效率 (IQE) 低于蓝光”。IQE较低的原因是材料质量较低, 部分原因是维持铟含量所需的生长温度较低,

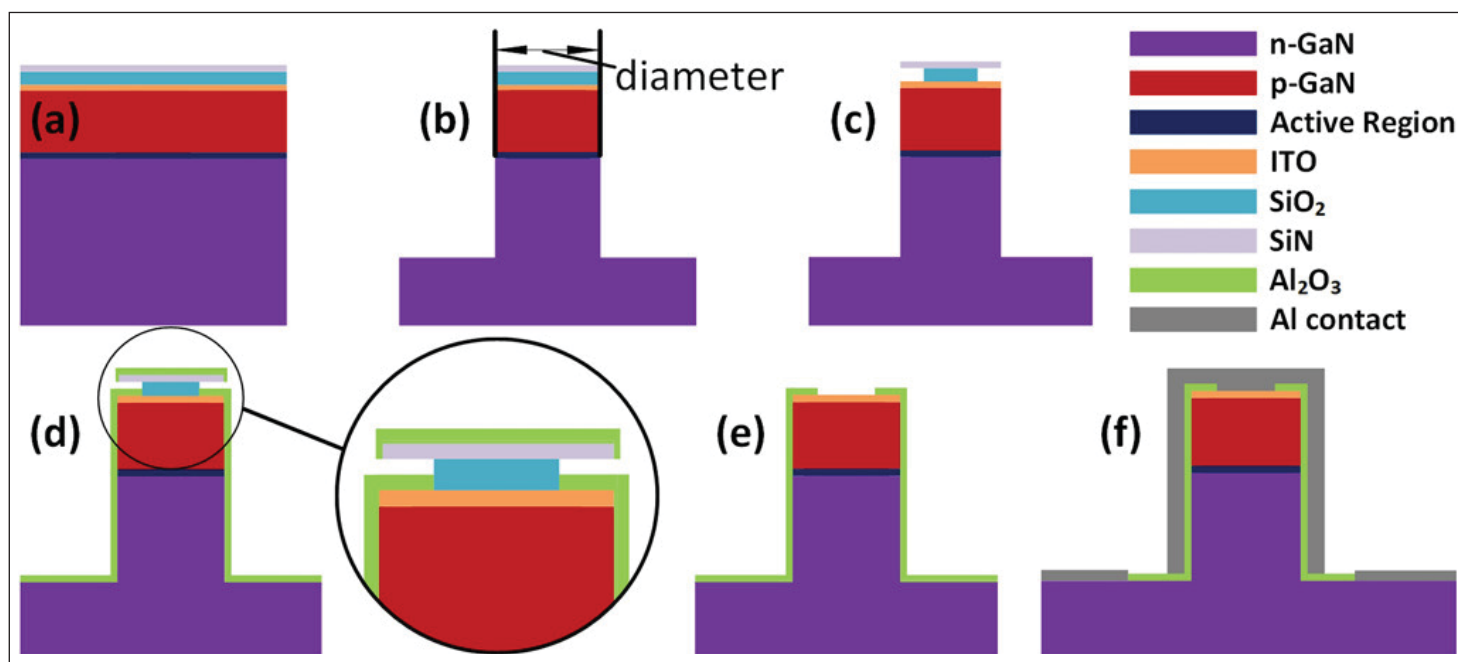


图1: LED制造: (a) 毯式ITO/ SiO_2 /SiN沉积; (b) 干法台面刻蚀; (c) 选择性的 SiO_2 底切; (d) 钝化溅射沉积; (e) SiO_2 剥离; (f) 干法刻蚀钝化和形成接触/探针垫。

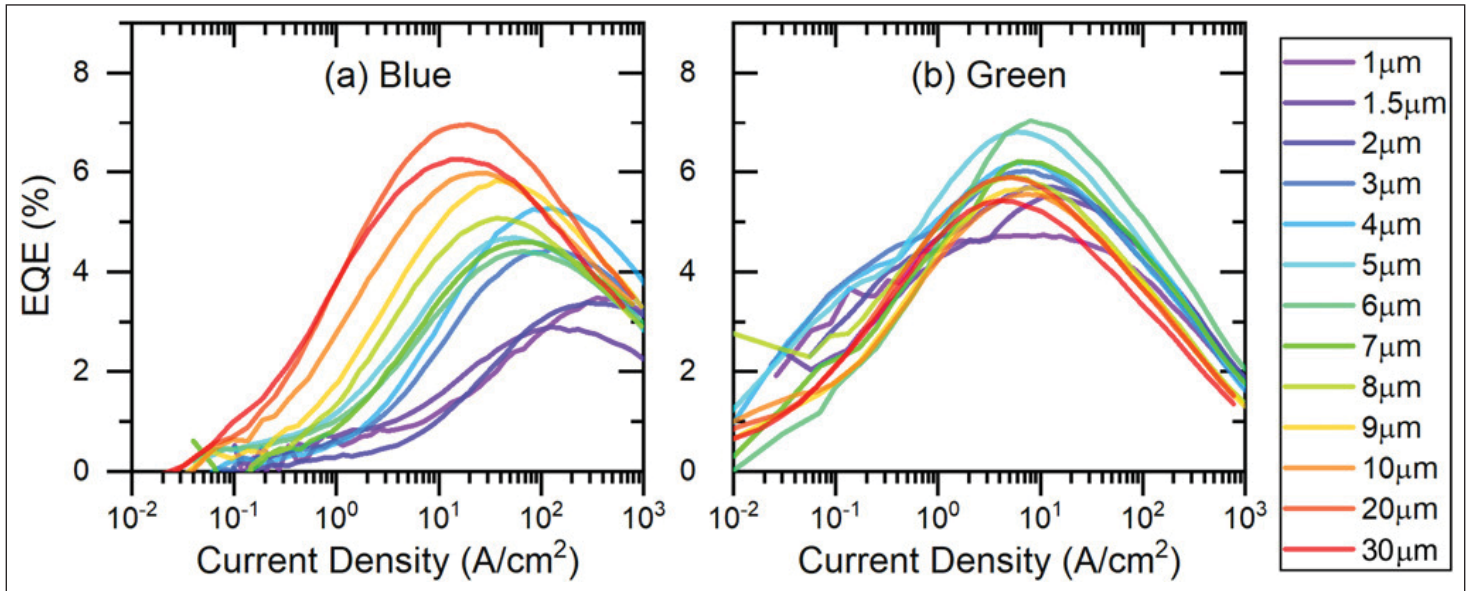


图2: 用于 (a) 蓝光和 (b) 绿光波长的1-30 μm器件的EQE与对数电流密度。显示了具有最高测量峰值EQE的器件的结果。

以及InGaN和周围的GaN层之间的应变增加。其他因素包括来自化学键的不同离子性质的内建电场, 这些离子键抑制辐射复合 (量子限制斯塔克效应), 以及

由于InGaN合金成分的不均匀性, 载流子局部化导致的俄歇型重组增加。

研究人员将载流子定位作为直径较小的绿光LED的较高峰值EQE的可能解

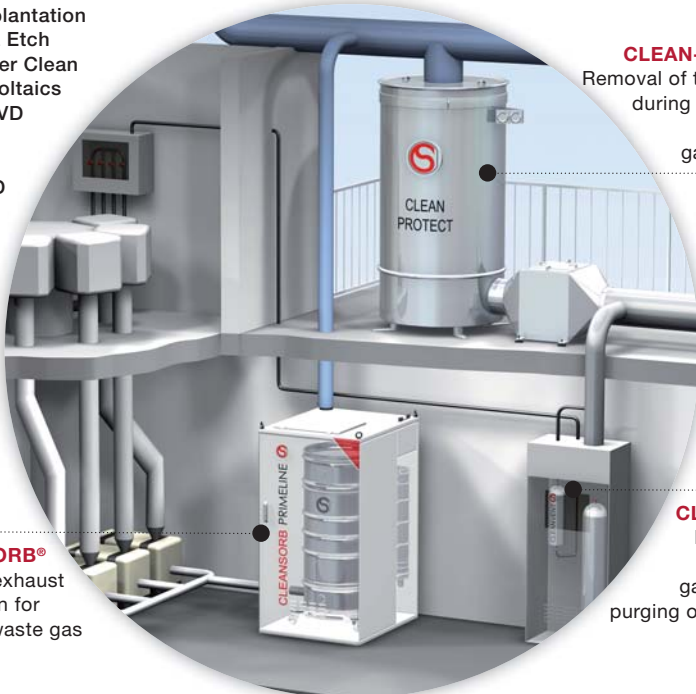
释。由于载流子被俘获/局域化, 因此它们不太可能传播到LED表面, 从而避免了一条通往非辐射复合的途径。

<https://doi.org/10.1063/1.5144819>
作者: Mike Cooke



PROCESS APPLICATION

- Ion Implantation
- Plasma Etch
- Chamber Clean
- Photovoltaics
- HDP-CVD
- LPCVD
- PECVD
- MOCVD
- ALD



CLEANSORB®
Point-of-exhaust absorption for process waste gas

CLEAN-PROTECT
Removal of toxic gases during emergency leakage in gas cabinets

CLEANVENT
Removal of hazardous gases during purging of vent lines

EXHAUST GAS TREATMENT

CLEANSORB® Dry Bed Abatement

- ▶ Safe, dry chemical conversion of hazardous gases to stable solids
- ▶ Proprietary CLEANSORB® media
- ▶ No handling of toxic waste
- ▶ Practically maintenance-free
- ▶ Local Refill service worldwide

www.csclean.com

在将工作电压加倍至100V后, Fraunhofer IAF将GaN晶体管的效率提高到1-2GHz, 创下77.3%的记录

长期目标是工作频率达10GHz。

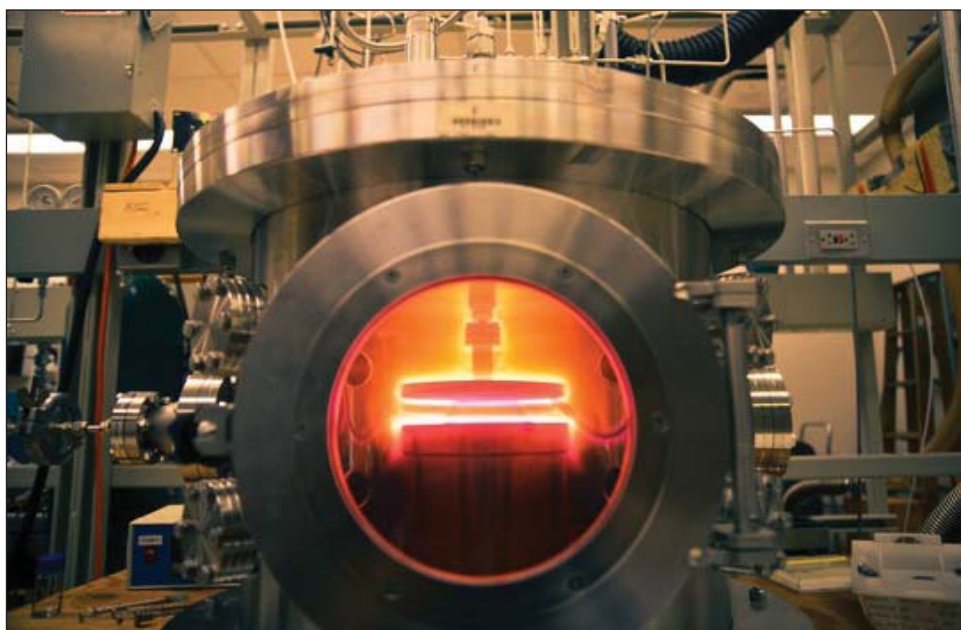
位于德国弗赖堡的弗劳恩霍夫应用固体物理研究所 (IAF) 已大大提高了其基于氮化镓 (GaN) 的高频晶体管的输出功率, 其频率范围为1-2GHz, 使器件的工作电压增加了一倍, 从50V增加至100V, 并实现了创纪录的77.3%的功率附加效率 (PAE)。IAF补充说, 该技术允许开发具有更高功率的高效放大器, 这是等离子体产生, 工业加热, 通信和雷达技术中所需要的。

为了在GHz范围内的高功率应用中使用, 晶体管的功率密度决定了放大器模块的尺寸, 并在很大程度上决定了系统的复杂性 - 两者都决定了制造成本和所需的资源使用。

有几种增加晶体管功率密度的方法。Fraunhofer IAF选择了增加工作电压的途径: 通过纵向和横向缩放晶体管设计, 研究人员在欧洲首次成功实现了适用于100V工作电压应用的高频晶体管。GaN基器件的特点是, 在GHz范围内的频率处功率密度显著提高。

实验室测量显示出创纪录的效率

在1-2 GHz频率范围内的性能已经在实验室中得到证明。测量表明, 在1.0GHz



频率下, 功率密度超过17W/mm, 功率附加效率为77.3% (在此频率范围内, 100V工作时实现的最高PAE)。测试甚至表明, 该技术在125V电压下提供的功率密度超过20W/mm。结果于12月在旧金山举行的国际电子器件会议 (IEDM 2019) 上首次发表 (S. Krause, P. Brückner, M. Dammann and R. Quay, 'High-Power-Density AlGaN/GaN Technology for

100-V Operation at L-Band Frequencies', 2019 IEDM, p17.4.1-17.4.4)。

两倍的电压可获得更高的功率

该技术的主要开发者之一Sebastian Krause表示: “将工作电压从50V增加到100V可实现更高的功率密度。这意味着该系统可以在同一个区域上提供比市售

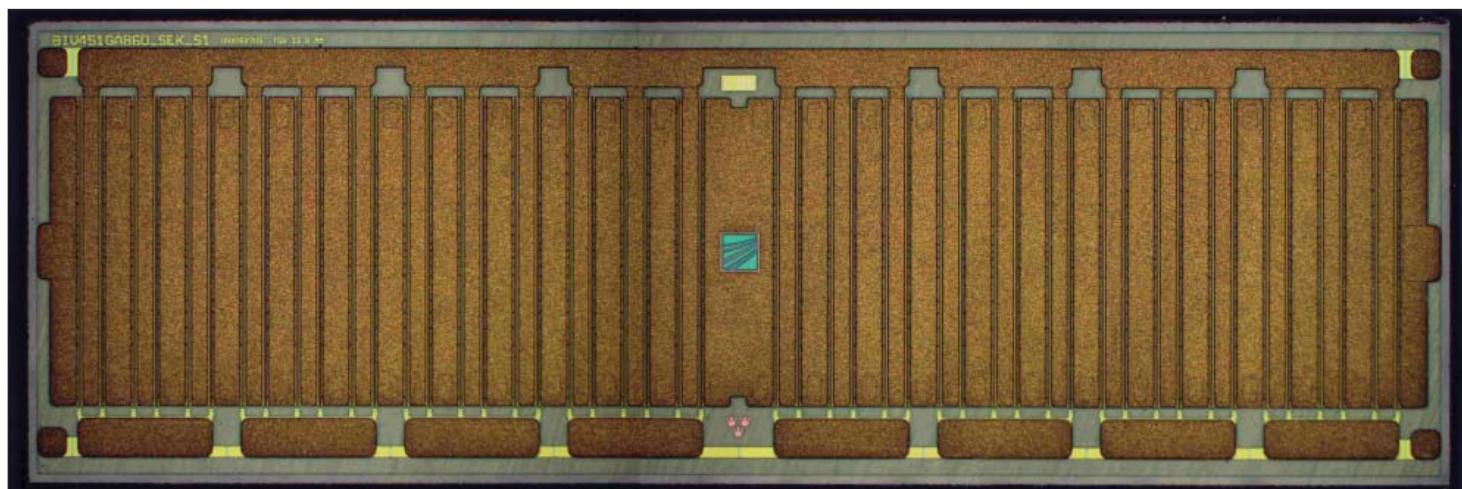


图1: 100V GaN功率晶体管, 其输出功率为600W, 频率为1.0GHz。©Fraunhofer IAF。

50V或65V技术更大的功率。”

一方面,这使具有相同尺寸的系统具有更高的输出功率。另一方面,由于需要较少的芯片面积来实现所需的功率水平,因此可以创建更紧凑,更轻便的系统来提供相同的功率。Krause表示:“通过将工作电压加倍至100V,该晶体管在给定功率下的输出阻抗提高了四倍”。这允许实现更小,因此损耗更少的匹配网络,进而使得整个系统的能源效率更高。

在工业大功率系统中的使用

Krause表示:“我们发展的长期目标是在10GHz上运行”。这将使基于弗莱堡的弗劳恩霍夫研究所成为此类

100V GaN基器件的第一来源。这对于高性能应用特别有意义,例如粒子加速器,工业微波加热器,移动电话放大器,脉冲和连续波雷达以及等离子发生器的放大器。IAF表示,这些系统需要高输出功率,同时又要保持较小的占位面积-这正是100V技术可以提供的功率。

粒子加速器在研究,医疗技术和工业中起着重要作用。高频范围内的等离子发生器例如用于半导体基芯片,数据存储介质或太阳能电池生产中的涂层工艺。

功率半导体替代真空组件

另一个大的工业应用领域是用于微波

加热的发电机。“在该领域,工业通常在较高的频率下工作,但是使用真空组件,例如迄今为止,主要使用磁控管或速调管”。他补充说:“在这里,我们正在努力提供基于半导体的替代方案。半导体更紧凑,更轻巧,这使诸如相控阵之类的布置成为可能。”

多年来,基于管状的组件(例如行波管)在具有高输出功率的电子系统中占主导地位。但是开发正在向功率半导体发展。Fraunhofer IAF认为,基于GaN的100V技术可以为提高微波发生器的功率提供有效的替代方案。

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8993632>
www.iaf.fraunhofer.de/en.html

REGISTER
for *Semiconductor Today*
free at
www.semiconductor-today.com



semiconductor TODAY

COMPOUNDS & ADVANCED SILICON

www.semiconductor-today.com



Join our LinkedIn group: Semiconductor Today

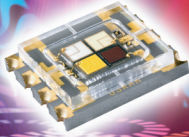


Follow us on Twitter: Semiconductor_T

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

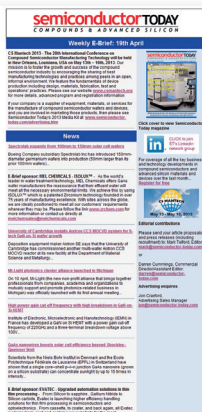


WEB SITE

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