

第三代半导体工作简报

2018 年第 8 期 总第 33 期

主办：第三代半导体产业技术创新战略联盟 2018 年 12 月 31 日

导 读

- 联盟重磅发布三项 SiC 衬底及外延相关联盟标准
- 共论第三代半导体发展新动力 --2018 中国新材料产业发展大会碳化硅 (SiC) 技术及应用分会成功召开
- 共论第三代半导体发展新动力 --2018 中国新材料产业发展大会氮化镓 (GaN) 技术及应用分会成功召开
- 2018 国际第三代半导体专业赛全球总决赛颁奖典礼在京盛大举行
- 第二期专利培训

联盟重磅发布三项 SiC 衬底及外延相关联盟标准

2018 年 11 月 20 日，第三代半导体产业技术创新战略联盟（简称“CASA”）发布三项联盟标准 T/CASA 003-2018 《p-IGBT 器件用 4H-SiC 外延晶片》、T/CASA004.1 《4H 碳化硅衬底及外延层缺陷术语》、T/CASA004.2 《4H-SiC 衬底及外延层缺陷图谱》。三项标准由东莞市天域半导体科技有限公司技术总监孙国胜牵头，按照 CASA 标准制定程序（立项、征求意见稿、委员会草案、发布稿），反复斟酌、修改、编制而成。标准的制定得到了很多 CASA 标准化委员会正式成员的支持。



标准主要起草单位包括：东莞市天域半导体科技有限公司、全球能源互联网研究院有限公司、中国电子科技集团公司第五十五研究所、株洲中车时代电气股份有限公司、山东天岳晶体材料有限公司、中国科学院微电子研究所、瀚天天成电子科技(厦门)有限公司、

山东大学、台州一能科技有限公司、中国电子科技集团公司第十三研究所、深圳第三代半导体研究院。

T/CASA 003-2018《p-IGBT 器件用 4H-SiC 外延晶片》规定了 4H 碳化硅外延晶片的分类和标记、要求、试验方法、检测规则、标志、包装、运输和储存。附录部分详细说明了采用光学成像方法快速获取 4H-SiC 外延片样品表面的缺陷、利用原子力显微镜获取表面粗糙度，并详细说明了外延层的厚度与掺杂浓度检测方法。

T/CASA004.1-2018《4H 碳化硅衬底及外延层缺陷术语》规定了 4H 碳化硅衬底及外延层缺陷术语和定义，其中包括 4H-SiC 材料、缺陷共性用语、衬底缺陷、外延层缺陷以及工艺缺陷五部分，其中工艺缺陷包括抛光（CMP）、离子注入、高温退火与氧化等相关工艺产生的缺陷。

T/CASA004.2-2018《4H-SiC 衬底及外延层缺陷图谱》标准阐述了 4H-SiC 衬底及外延缺陷的图谱，其中包括 4H-SiC 衬底缺陷、外延缺陷以及工艺产生的缺陷；给出了 4H 碳化硅（4H-SiC）衬底及外延层的主要缺陷、工艺与加工缺陷等方面的形貌特征图谱，说明了缺陷的特点、性质及其对外延生长或器件特征参数的影响，分析了产生的原因及消除方法，并进行了分类。

衬底缺陷包括位错、层错、微管、碳包裹体、晶型包裹体、双 Shockley 型堆垛层错、螺位错、刃位错、基晶面位错、小角晶界、划痕、CMP 隐含划痕；

外延缺陷包括表面形貌缺陷、掉落颗粒物、三角形缺陷、彗星缺陷、胡萝卜缺陷、直线型缺陷、小坑缺陷、梯形缺陷、台阶缺陷、

外延凸起、乳凸、界面位错、原生型层错、不全位错、半环列阵、点缺陷、碳空位、外延层螺位错、外延层刃位错、外延层基晶面位错；工艺缺陷方面高温退火缺陷、氧化缺陷、电应力诱导缺陷、电应力诱导三角形层错、电应力诱导条形层错、干法刻蚀缺陷。

CASA 标准化委员会将围绕科技创新、标准研制与产业发展协同机制，探索以科研研发提升技术标准水平、以技术标准促进科技成果转化应用新模式，发挥联盟优势，促进创新成果转化为现实生产力，引领产业发展，推进第三代半导体的技术进步和产业化，提高我国第三代半导体产业的整体竞争力。

CASA 标准化委员会已经发布《第三代半导体电力电子产业标准体系报告》、《第三代半导体电力电子产业测试条件和能力报告》、联盟标准 T/CASA001-2018《SiC 肖特基势垒二极管通用技术规范》、联盟技术报告 T/CASA/TR 001-2018 《SiC 器件在 DC/DC 充电模块应用技术报告》、T/CASA 003-2018 《p-IGBT 器件用 4H-SiC 外延晶片》、T/CASA004.1-2018 《4H 碳化硅衬底及外延层缺陷术语》、T/CASA004.2-2018 《4H-SiC 衬底及外延层缺陷图谱》等，正在制定中的联盟标准包括 T/CASA002-201X 《宽禁带半导体术语标准》、T/CASA005-201X 《GaN HEMT 电力电子器件通用技术规范》、T/CASA006-201X 《碳化硅金属-氧化物-半导体场效应晶体管通用技术规范》、T/CASA007-201X 《电动汽车用 SiC MOS 模块评测》等。

共论第三代半导体发展新动力 ——2018 中国新材料产业发展大会碳化硅技术及应用分会成功召开

2018 年 12 月 20-22 日，由中国材料研究学会发起，联合国家新材料产业发展专家咨询委员会，共同主办的“2018 中国新材料产业发展大会”在南京召开。会议旨在服务国家新材料发展战略，服务新材料特色产业，服务新材料创新创业。除开幕式及大会报告外，大会共设立了半导体材料、生物医用材料、汽车新材料、纳米材料、绿色建材、高温合金等 17 个分会。



半导体材料分会会议现场

第三代半导体产业技术创新战略联盟、国家半导体照明工程研发及产业联盟（CSA）受大会组委会委托承办了半导体材料分会。深圳第三代半导体研究院、北京国联万众半导体科技有限公司作为协办单位共同组织了此次分会。分论坛的主席是中国工程院屠海令院士、第三代半导体产业技术创新战略联盟理事长、国家半导体照明工程研发及产业联盟秘书长吴玲。分论坛秘书长由第三代半导体产业技术创新战略联盟秘书长于坤山担任。半导体材料分会分碳化硅技术及应用、氮化镓技术与应

用两个分部。众多知名专家学者介绍了第三代半导体技术与产业的新进展，就第三代半导体发展的新动力共同进行了讨论。



徐现刚 山东大学教授



盛况 浙江大学特聘教授

12月20日下午召开了碳化硅技术及应用分会，山东大学徐现刚教授和浙江大学盛况教授共同主持了会议。



陈秀芳 山东大学教授

山东大学陈秀芳教授做了“SiC 单晶研究进展”报告，主要将讲述课题组近期在大尺寸 SiC 单晶生长及应用方面的成果。



汤晓燕 西安电子科技大学教授

西安电子科技大学汤晓燕教授做了“SiC 功率 MOSFET 技术发展趋势分析”报告，汤教授针对 SiC 功率 MOSFET 的应用前景，目前国内外的的发展现状，国内面临的主要技术瓶颈，国内外的技术发展趋势以及主要的技术问题进行分析。相关的技术问题包括：阈值电压的稳定性问题，高电流密度高阈值器件的折中困难，高温高压工作的可靠性问题等。



张峰 中国科学院半导体研究所研究员

中国科学院半导体研究所张峰研究员做了“宽禁带半导体 SiC 器件研究进展”的报告，报告围绕第三代半导体 SiC 功率器件的研究，依次介绍 SiC 衬底和外延的研究历程和进展，然后着重介绍 SiC 电力电子器件，主要包括肖特基二极管，MOSFET 和 IGBT。针对目前 SiC 功率器件的研究热点和最新进展，重点介绍 SiC 基 MOSFET 器件的发展过程，及其在 SiC 功率器件中起到的承上启下作用。最后给出 SiC 材料与器件发展的总结和展望。



李俊焘 中物院微系统与太赫兹研究中心固态高压微系统技术研究室牵头副主任

中物院微系统与太赫兹研究中心固态高压微系统技术研究室牵头副主任李俊焘做了“SiCGTO 脉冲功率开关研究进展”的报告，报告介绍了 SiC 门极关断晶闸管 (GTO) 器件的器件设计及脉冲电流表征。通过实验完成基于新型结终端扩展结构的 GTO 器件其击穿电压大于 8kV，器件在 25℃ 室温条件下测试在 100A/cm² 时正向压降为 3.7V。通过在低电感的电容放电回路中进行脉冲放电实验获得其脉冲放电能力，在 1000V 条件下脉冲放电半正弦周期为 1us，峰值电流可达到 5kA，电流上升率为 15kA/us。



郭清 浙江大学副教授

浙江大学郭清副教授做了“新型碳化硅电力电子器件探索研究”的报告。报告讨论了。国内外 SiC MOSFET 技术的发展状况进行介绍，并重点讨论 SiC 超级结器件技术的发展现状和趋势。



李南坤 上海巴玛克电气技术有限公司副总经理

上海巴玛克电气技术有限公司副总经理李南坤做了“SiC-Mosfet功率模块在感应加热电源上的应用技术”报告，报告着重介绍了应用碳化硅(SiC)功率器件应用频率 580kHz (100-1100kHz)，采用全数字式 DSP+CPLD 控制，逆变采用风冷结构，效率、功率因素、可靠性均超过现有 IGBT 和 MOSFET 技术。



杨 霏 国家电网公司全球能源互联网研究院功率半导体所副总工程师兼工艺开发室主任

国家电网公司全球能源互联网研究院功率半导体所副总工程师兼工艺开发室主任杨霏做了“电网用高压大功率 SiC 器件研究进展”报告。报告针对未来电网中能源互联网急需的 3.3kV 及以上电压等级碳化硅电力电子器件（包括二极管、MOSFET、IGBT 等）目标，提出对碳化硅衬底、外延、芯片性能、大功率封装等方面的技术需求，分析国内外在高性能单晶衬底、厚外延、芯片结构和高电压大电流封装等方面的研究进展，提出国内的研究思路和取得的成果。



大会同期还举办了“国家优势新材料产业展”、师昌绪诞辰 100 周年纪念活动、颁发“第一届师昌绪新材料技术奖”。国家半导体照明工程研发及产业联盟喜获第一届“师昌绪新材料技术奖”。联盟吴玲秘书长受邀出席了大会开幕式，并在大会上做了“半导体照明新材料产业协同创新的探索与实践”的主题报告。

在“国家优势新材料产业展”上，第三代半导体产业技术创新战略联盟、国家半导体照明工程研发及产业联盟、深圳第三代半导体研究院、

北京国联万众半导体科技有限公司等单位集中展示了第三代半导体材料方面的组织、研发进展，引起了众多参会材料专家们的关注与好评。

共论第三代半导体发展新动力 ——2018 中国新材料产业发展大会氮化镓技术及应用分会成功召开

2018 年 12 月 20-22 日，由中国材料研究学会发起，联合国家新材料产业发展专家咨询委员会，共同主办的“2018 中国新材料产业发展大会”在南京召开。会议旨在服务国家新材料发展战略，服务新材料特色产业，服务新材料创新创业。除开幕式及大会报告外，大会共设立了半导体材料、生物医用材料、汽车新材料、纳米材料、绿色建材、高温合金等 17 个分会。



氮化镓技术及应用分会 会议现场

第三代半导体产业技术创新战略联盟（CASA）、国家半导体照明工程研发及产业联盟（CSA）受大会组委会委托承办了半导体材料分会。深圳第三代半导体研究院、北京国联万众半导体科技有限公司作为协办单位共同组织了此次分会。分论坛的主席是中国工程院屠海令院士、第三代半导体产业技术创新战略联盟理事长、国家半导体照明工程研发及产业联盟秘书长吴玲。分论坛秘书长由第三代半导体产业技术创新战略联盟秘书长于坤山担任。半导体材料分

会分碳化硅技术及应用、氮化镓技术与应用两个分部。众多知名专家学者介绍了第三代半导体技术与产业的新进展，就第三代半导体发展的新动力共同进行了讨论。



沈波 北京大学理学部副主任、北京大学宽禁带半导体研究中心主任，教授



闫春辉 深圳第三代半导体研究院首席科学家

12月21日下午召开了氮化镓技术与应用分会，北京大学理学部副主任、北京大学宽禁带半导体研究中心主任沈波和深圳第三代半导体研究院首席科学家闫春辉共同主持了会议。



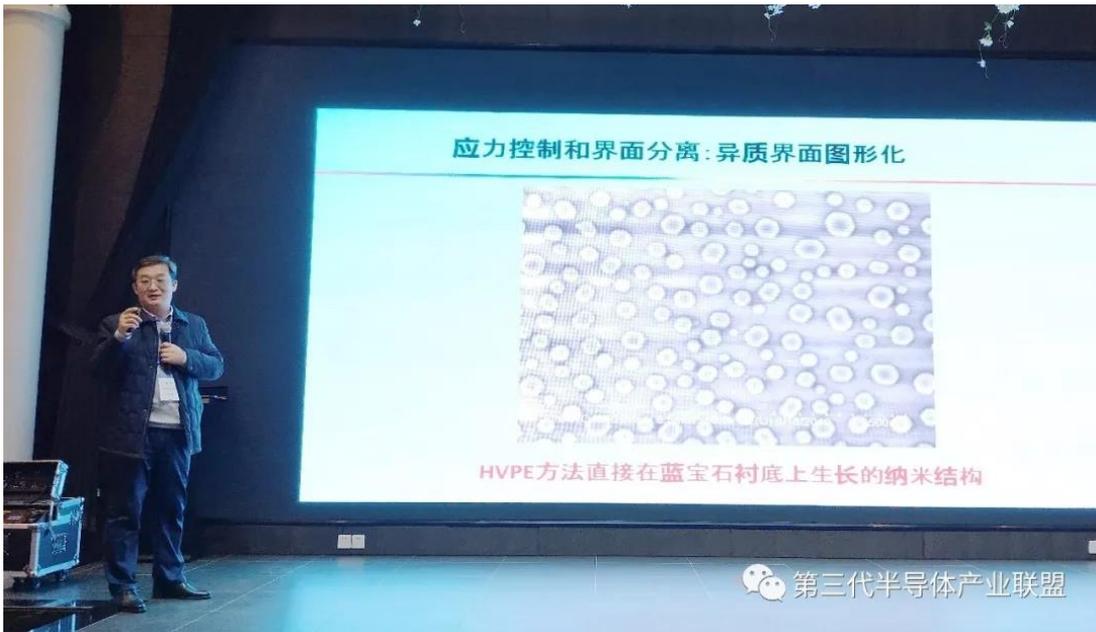
郑有焯 中国科学院院士、南京大学教授

中国科学院院士、南京大学教授郑有焯做了题为“GaN 技术现状及其发展趋势”的报告。他指出 GaN 是继第一代半导体(Si,Ge)，第二代半导体(GaAs、InP)之后于上个世纪九十年代后期发展起来的第三代新型半导体材料。作为第三代半导体材料，GaN 凭借宽广能隙，全体系、全组分直接能隙，强压电、铁电性的强极性等材料特性，在固态照明技术、固态紫外技术，电力电子技术，微波射频技术等方面具有广泛的应用。



马晓华 西安电子科技大学教授

西安电子科技大学马晓华教授做了“宽禁带半导体电子材料和器件研究进展与展望”的报告。报告指出常规 AlGaN/GaN 毫米波器件在高输出功率方面有较显著的优势。马教授团队通过工艺提升（低损耗刻蚀、原位氧化技术、图形化欧姆接触）与结构改进（半浮空栅结构、Fin 沟道器件结构），有效提高了 GaN 毫米波器件的效率。



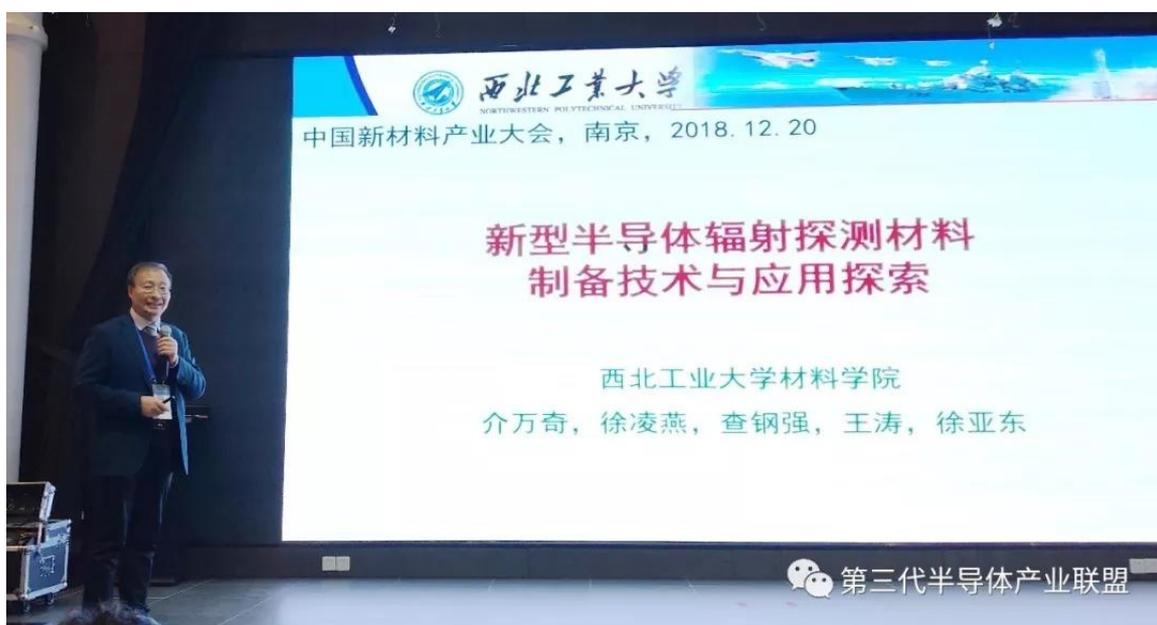
徐科 中国科学院苏州纳米所研究员

中国科学院苏州纳米所徐科研究员作了“氮化镓晶体生长与应用”报告。徐老师团队研究了 GaN 单晶的生长技术，具体方法是氨热生长方法和助熔剂生长方法。研究了 HVPE 方法直接在蓝宝石衬底上生长纳米结构。通过对生长界面调控和应力调控，对极低位错 GaN 单晶材料生长进行了初步探索。最后对同质外延生长 GaN 表面倾斜角进行了研究。



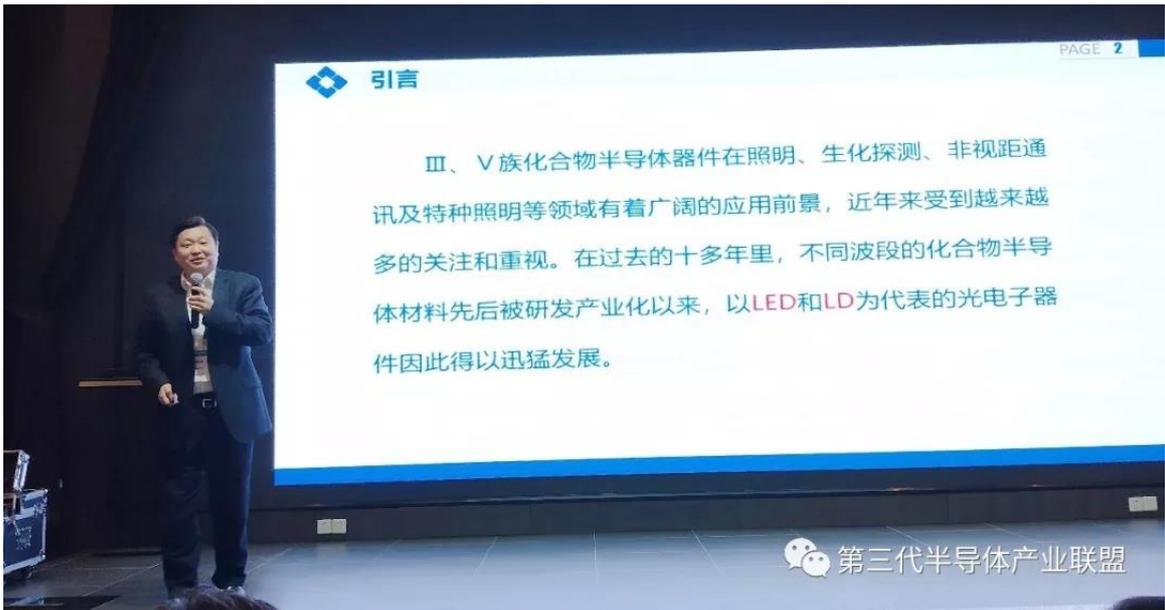
陈敬 香港科技大学教授

香港科技大学陈敬教授做了“硅基氮化镓横向功率电子技术的近期发展”报告。报告就两个方面阐述硅基横向氮化镓功率器件的可靠性及稳定性研究：1) 通过功率集成大幅度改善栅极可靠性；2) 进一步研究除动态导通电阻 (Dynamic Ron) 之外的其他动态特性对于器件工作条件的影响。最后，本报告还将介绍氮化镓的绝缘栅常开型场效应管 (E-mode MISFET) 的近期发展。



介万奇 西北工业大学教授

西北工业大学介万奇教授做了“新型半导体辐射探测材料制备技术与应用探索”的报告。报告从以下几个方面对该材料的制造技术和工程化应用进行探讨：(1) 碲锌镉辐射探测材料的单晶生长技术的发展；(2) 碲锌镉探测器单元与成像器件的设计与制造；(3) 碲锌镉探测器在核安全监控领域的应用；(4) 碲锌镉多能谱成像模块在核医学领域的应用前景分析；(5) 碲锌镉多能谱成像模块在安检和工业在线检测领域的应用前景分析。



肖志国 路明科技集团董事长兼首席科学家，教授级高工

路明科技集团董事长兼首席科学家，教授级高工肖志国做了“全光谱 LED 和激光 VCSEL 研究进展及产业趋势”的报告，报告从半导体光电子器件角度出发，针对全光谱 LED 和 VCSEL 的研究进展和应用状况等方面，分别阐述探讨了全光谱 LED 和 VCSEL 的产业发展趋势。



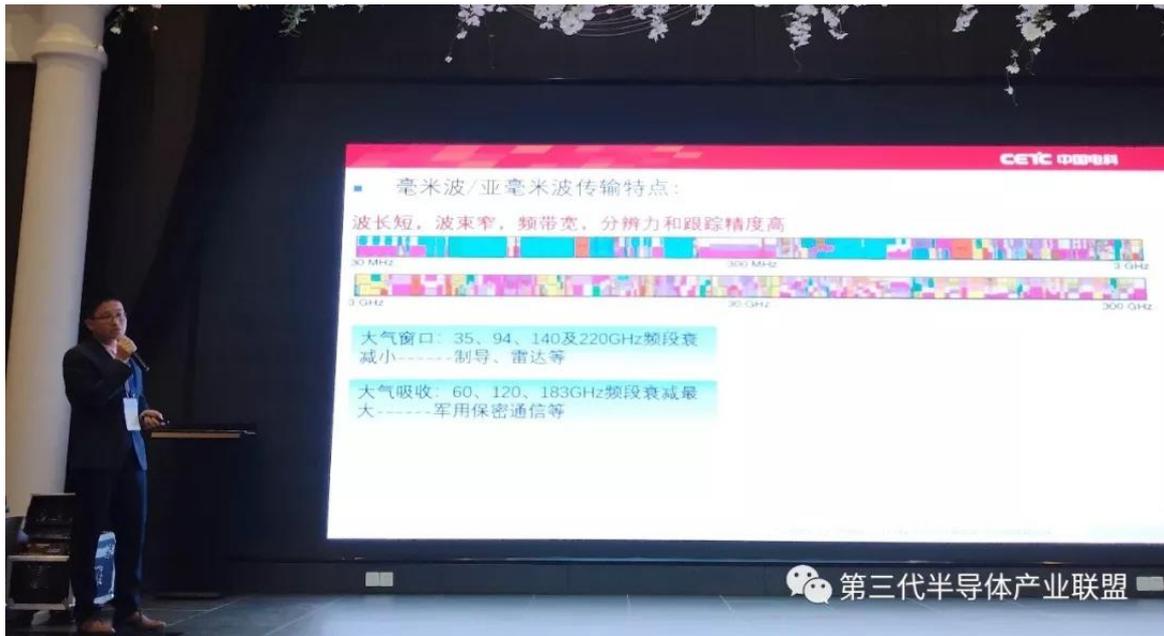
张乃千 苏州能讯高能半导体有限公司董事长

苏州能讯高能半导体有限公司董事长张乃千做了“氮化镓功率电子器件技术与应用”报告。报告介绍了 GaN 功率电子器件在开关损耗和开关速度上的优势，以及 GaN 器件的大规模商用面临的一系列挑战。报告从材料、器件设计、封装与测试技术等多个维度对技术挑战进行了介绍并提出了相应的关键技术。最后，通过对近期一系列技术进展，展示了 GaN 器件在多种应用电路中的优势，为规模化商用奠定基础。



郭世平 中微半导体设备(上海)有限公司副总裁 & MOCVD 产品事业部总经理

中微半导体设备(上海)有限公司副总裁 & MOCVD 产品事业部总经理郭世平做了“GaN/AlN 外延技术与应用的研究现状与进展”报告。报告介绍了 MBE 与 HVPE 方法外延生长 GaN 的工艺技术与应用。重点介绍了 MOCVD 在 GaN、AlN 外延结构生长的应用，主要包括以下几个方面：在图形化蓝宝石衬底上生长 GaN，在 PVD AlN 缓冲层上生长 GaN，大规模生长蓝光与绿光 LED，生长 InGaN 太阳能电池，在 SiC 衬底上生长 GaN，在 N 极性面生长 GaN 以及 Si 基 GaN 生长面临的挑战。



吴少兵 中国电子科技集团公司第五十五研究所高级工程师

中国电子科技集团公司第五十五研究所高级工程师吴少兵做了“GaN 毫米波/亚毫米波功率放大器的研制进展”报告。毫米波亚毫米波器件在无线通信、成像系统、精确制导等领域具有广泛应用。基于 GaN 的毫米波亚毫米波器件及电路，具有功率密度高，频率特性好，尺寸小，可靠性好的优势，是目前高频功率器件的研究热点。中国电科五十五所在自主可控的原则上，基于现有设备，解决了高迁移率材料结构及制备技术、低寄生器件工艺、小尺寸栅结构制备等关键技术，成功开发了 GaN 100nm 及 50nm 工艺。基于 GaN100nm 工艺先后实现了 W 波段 1W, 2W, 4W 的 GaN 功率 MMIC 产品，功率密度等指标达到国际先进水平。基于 GaN 50nm 工艺实现了首款 160GHz 及 220GHz GaN 功率放大器芯片。



展览现场

在“国家优势新材料产业展”上，第三代半导体产业技术创新战略联盟、国家半导体照明工程研发及产业联盟、深圳第三代半导体研究院、北京国联万众半导体科技有限公司等单位集中展示了第三代半导体材料方面的组织、研发进展，引起了众多参会材料专家们的关注与好评。

2018 国际第三代半导体专业赛全球总决赛颁奖典礼在京举行

12月22日，由第三代半导体产业技术创新战略联盟与顺义区人民政府联合主办，中关村科技园区顺义园管委会具体承办的中国创新创业大赛国际第三代半导体专业赛（以下简称“大赛”）全球总决赛颁奖典礼，在北京顺义区临空皇冠假日酒店盛大举行。

群贤毕至，领导专家倾力推动



全国政协教科卫体委员会副主任、科技部原副部长、第三代半导体产业技术创新战略联盟指导委员会主任曹健林；中国科学院院士、北京大学教授甘子钊；中国工程院院士、中国科学院半导体研究所研究员陈良惠；中国工程院院士、有研科技集团有限公司首席专家黄小卫；中关村科技园区管委会党组副书记、主任翟立新；科技部高新技术司副司长曹国英；科技部火炬中心副主任盛延林；深圳第三代半导体研究院院长、联盟指导委员会常务副主任赵玉海；中国电子科技集团第十三研究所所长、国联万众董事长卜爱民；第

三代半导体产业技术创新战略联盟理事长吴玲；顺义区委副书记、代区长孙军民；顺义区委常委、副区长支现伟；顺义区政协副主席、区科委主任金泰希；顺义区政协副主席、区投资促进局局长杨凤辉；科技部、科技部火炬中心、北京市科委、中关村管委会、顺义区相关委办局、中关村顺义园、深圳市龙华区科创局、南昌科技局及高新区、张家港高新区等相关政府领导、专家，以及来自行业企业高管、评委嘉宾、参赛选手共计 200 余人出席。颁奖典礼由第三代半导体产业技术创新战略联盟秘书长于坤山主持。



曹健林主任首先为大会致辞，他简要介绍了本届国际第三代半导体专业赛的基本情况，并对顺义区积极培育战略性新兴产业和高端业态、全面推进第三代半导体建设给予积极评价。

接下来由中关村科技园区管委会党组副书记、主任翟立新发表致辞，他表示由于曾在火炬中心大力推动该项赛事，他对本次活动

别有感触。除了举办创新赛事，中关村国家自主创新示范区紧跟时代需求，在顺义园基本形成了第三代半导体的全产业链布局以及完善的配套支持，欢迎各位科创人才来此发展。

北京市顺义区委副书记、代区长孙军民代表顺义区人民政府，对本次大赛及全球总决赛的顺利举办及获奖的创新项目表示祝贺。她介绍了顺义区产业布局及第三代半导体产业聚集区，并希望与大赛携手共进，为首都副中心的建设作出更大贡献。

群雄逐鹿，本届大赛总冠军诞生

作为半导体领域中级别最高、规模最大、参与项目最多的双创赛事，本次大赛共有 33 个国内外优质项目从四大赛区的决赛中脱颖而出，成功晋级全球总决赛。各项目所在领域与大赛六大细分方向——消费类电子及机器人、智慧照明及显示、5G 通信、新能源汽车与轨道交通、新能源并网与能源互联网、军民融合紧密相关，充分展现了先进半导体领域的新思考、新应用、新方向。



本届大赛全球总决赛一等奖分别为企业组的“锆威特”及团队组的“柠檬光子”，分别由全国政协教科卫体委员会副主任、科技部原副部长、第三代半导体产业技术创新战略联盟指导委员会主任曹健林与中关村科技园区管委会党组副书记、主任翟立新为其颁奖。

二等奖获得者是企业组为“子询人工智能研究院”项目与团队组的“中科院半所滤波器”项目，分别由顺义区委副书记、代区长孙军民和科技部高新技术司副司长曹国英共同颁奖。

三等奖项目分别是企业组“光子人工智能芯片”项目与来自瑞士的 AlpsenTek 项目，分别由科技部火炬中心副主任盛延林和顺义区委常委、副区长支现伟为其颁奖。



本次全球总决赛颁奖典礼还特别颁发了优秀组织单位奖，他们是东部赛区承办单位——张家港高新区创新发展局，东南赛区承办单位——南昌市科技局、南昌高新区管委会，国际及南部赛区承办

单位——深圳市龙华区科技创新局、深圳第三代半导体研究院，京津冀赛区及全球总决赛承办单位——中关村科技园区顺义园管委会。

实干兴邦，以赛事促成各方合作

在洋溢着胜利喜悦的会场上，顺义区委常委、副区长支现伟介绍了顺义区发展环境及第三代半导体产业发展情况，他表示，第三代半导体材料市场前景广阔，是北京市高精尖产业的重要内容，更是顺义确定发展的三大创新型产业集群之一。近年来，顺义区紧紧围绕加快第三代半导体产业发展，也作了很多卓有成效的工作。区里基础好、服务好、空间广阔、环境优美，希望更多优秀的创新创业项目来此落户。

在这样一块第三代半导体发展的热土上，本次大赛中的三个优质项目代表在全体参会领导嘉宾的关注下，汇报了自己的创新项目。汇报从星闪世图的无人机自主导航和 3D 数据采集，到光子人工智能芯片的高性能运算，再到能够实现功率级控制的第三代半导体器件，在各个角度展现了第三代半导体及相关应用领域的巨大发展前景。



在全球总决赛的举办过程中，中关村顺义园依托赛事平台，积极开展落地对接与招商工作，推动本届大赛众多优胜项目纷纷与中关村顺义园签定了落地意向。签约仪式上，中关村顺义园管委会副主任张建国与星闪世图、光子人工智能芯片、菲达旭、莱泽光电、广州半导体研究院 GaN 芯片等项目代表签约。



最后，本届大赛牵头主办方、第三代半导体产业技术创新战略联盟理事长吴玲为今年整一届大赛做了简要而诚挚的总结陈词。她首先对各个赛区的承办单位、参与大赛的龙头企业和评审项目的各界专家表示感谢，对获奖项目表示衷心的祝贺，并祝愿项目能藉由此次大赛，找到真正能帮助其发展壮大的平台。



第三代半导体创新创业的平台不仅仅在于整合全球资源，更致力于推动大中小企业融通发展。经过一年的赛事，大赛发掘对接了多个半导体行业优秀创新项目。明年，国际第三代半导体专业赛将继续扬帆，推动我国半导体产业在 21 世纪的长足发展。

主办：第三代半导体产业技术创新战略联盟

电话：010-82388680

传真：010-82388580

地址：北京市海淀区清华东路甲 35 号（中科院半导体所院内 5 号楼 5 层）

邮编：100083