

本报记者 褚玲珍 赛迪智库集成电路所 朱邵敏

编者按:日前,第二届全球IC企业家大会在上海举办。作为六个分论坛之一的化合物半导体产业趋势论坛同期举办,分论坛由赛迪智库集成电路研究所、中国宽禁带功率半导体及应用产业联盟承办,主题为《迎接化合物半导体的产业化浪潮》,与会专家就化合物半导体材料、芯片、设备等发展现状及未来趋势进行了研讨。



盛况



徐科



郭世平



任勉



骆薇薇



黄靖



李国强



余山

化合物半导体产业趋势论坛:迎接产业化浪潮

浙江大学电气工程学院院长盛况:

新能源为宽禁带半导体带来机遇

功率半导体技术的发展与全球能源的消耗紧密相关。在过去的几十年以及未来30年,我们面临的趋势是化石能源使用的逐渐减少,可再生能源应用的进一步增加。

可再生能源开发及节能减排都需要用到电力电子技术。不管是光伏、风电、新能源汽车,都需要对电能进行控制,而电能控制最核心的元件就是芯片,即供能芯片。供能芯片不需要精细线宽,它需要和应用紧密结合,在这方面,中国企业有优势,因为市场需求在我们自己手里,而且离我们最近。

功率半导体芯片目前发展到第3代,即以碳化硅和氮化镓为代表的宽禁带半导体,它们具有导热率高、击穿电场高、介电常数低、禁带宽度高、饱和漂移速度高等一系列优势。以新能源汽车电机驱动器为例,采用宽禁带半导体芯片可以提高效率、节省冷却系统体积、提高功率密度,使电池效率提高10%,这是一个很大的比例。

苏州纳维科技有限公司董事长徐科:

全氮化镓器件将是明确发展方向

2005年,甚至更早一点,碳化硅还没有商业化的单晶碳化硅衬底,全部是在硅上生长,今天的氮化镓是在碳化硅或者是硅上外延,所以从半导体材料角度来看,材料的质量是非常关键的。

氮化镓的发展是从蓝光LED发展开始的。蓝光LED主要是在蓝宝石上外延,是目前绝对主流技术。随着技术的发展,基于氮化镓的外延技术发展出了功率器件,特别是硅上的氮化镓。将来这个技术最大的空间是电压600V以下的功率器件。而射频器件主要采用的是碳化硅氮化镓,主要因为散热的考虑,现在基站射频器件,70%的能量是热量,30%是发射微波,碳化硅散热更好,所以是首选。

从长远发展来看,基于氮化镓单晶材料的高质量,全氮化镓器件是明确的发展方向,但

是发展有多快,需要产业界慢慢验证。其中一个问题是延续半导体照明和光电子,把半导体照明和LED技术继续研发下去,尤其是做激光器肯定需要氮化镓单晶材料,因为激光器的功率密度很高,这时材料质量的重要性就显示出来了。未来,功率电子和微波也是全氮化镓器件的发展方向。

氮化镓的单晶材料生长最成熟的方法是HVPE法。首先,要把材料做得很厚,或者是质量做得很好,最重要的是要控制应力。其次,需要控制导电性,这有两种方法:一个是掺Ge,一个是掺Si,业内目前倾向于掺Ge。最后,需要对材料进行表面抛光,达到更完美的表面质量。

氮化镓单晶材料非常重要,从技术上已经可以生产2英寸、4英寸和6英寸,但产业的真正发展还需要和器件的用户共同推进。

中微半导体公司副总裁、MOCVD事业部总经理郭世平:

氮化镓器件对外延设备提出更高要求

对于化合物半导体来说,外延是非常重要的而又与众不同的工艺,而对于不同的材料和应用,主要有分子束外延(MBE)、金属有机化学气相沉积(MOCVD)、氢化物气相外延(HVPE)、液相外延(LPE)等。

MBE外延设备的结构主要有两种,一种是垂直的,另一种是水平的,当前垂直的用的比较多。MBE的优点是材料的质量非常好,但是生长的速度比较慢。LPE外延是比较早期的外延方法,这种外延设备的结构也有水平结构和垂直结构的区分。LPE外延现在用的少一些,目前在砷镓汞材料的外延上用的更多。HVPE在氮化镓和氮化铝材料外延上应用较多,目前大部分HVPE设备是自行搭建的,很少有商业化的设备,优点就是生长速率比较快。

目前,化合物半导体有一些新兴应用,包括VCSEL、深紫外LED等,对外延设备都有更高的要求。

垂直腔面发射激光器VCSEL用于人脸识别

别传感器,用的是砷化镓的外延技术,对材料的质量、厚度、均匀性要求都非常高,且主要是6英寸。应用场景非常广阔,未来每部手机都可能使用VCSEL技术。中微也在计划研制VCSEL的外延设备。

深紫外LED最主要的应用是深紫外光净化水和空气,目前来说,日本和韩国的几家企业做得比较好。当前来看,深紫外LED在空气净化中应用较多,包括空调和冰箱等。水的净化要求LED的功率比较高,市场上用的还不多。但是市场前景很大,未来市场的爆发主要在水净化市场。

MicroLED对外延的均匀性要求更高,波长要小于2nm,MicroLED最大的问题还是工艺非常不稳定。此外,氮化镓功率器件是否会发展到12英寸,是否会使用氮化镓做衬底,在射频应用中用硅基氮化镓还是碳化硅氮化镓,这些问题和挑战都对外延设备的开发提出了更高要求。

苏州能讯高能半导体有限公司董事总经理任勉:

5G和高温应用让氮化镓大有用武之地

氮化镓产品类型和对应的市场不断发生变化,5G和高温应用让氮化镓大有用武之地。3.5GHz是一个分水岭,3.5GHz及以上频率,氮化镓工艺有全面的优势,无论是带宽、线性度、增益还是效率,硅器件都无法与氮化镓竞争。氮化镓可以减小Massive MIMO基站的体积,氮化镓的功率密度比当前LDMOS技术高20多倍,每单位面积可将功率提高7到10倍;氮化镓裸片尺寸为LDMOS裸片尺寸的1/7至1/10,寄生电容大幅减少,可以更好地发挥射频特性;氮化镓具有更高功率密度特性,能够实现更小器件封装,因而非常适用于Massive MIMO天线系统;氮化镓的大带宽特性能够使得单个氮化镓射频功率器件替代LDMOS器件组合,使基站的体积不断减小,成本不断下降。

氮化镓非常适合于制造5G和毫米波射

前端系统,如大带宽和高效率功率放大器(PA)、大功率大带宽开关(RF SWITCH)、低噪声高功率压控振荡器(VCO)、高可靠大带宽低噪声放大器(LNA)。

GaN高频芯片相比低频芯片,还有一些技术难题需要突破:首先,高频条件下,缺陷的释放时间要求更加严格,因此芯片的效率显著下降;其次,高频条件下寄生电容和电阻的影响增加,因此缩小栅长不能有效提升增益;再次,高频器件有严重的短沟道效应,影响功率增益和效率;最后,亚微米栅会增加栅极边缘电场,造成更高的漏电,降低击穿电压并引入可靠性问题。上述4个问题,涉及器件本身加工,同时也涉及PDK、建模以及与上游其他相关方合作,若解决这些问题,需要业内同行加大投入,齐心协力做好氮化镓产业。

英诺赛科科技有限公司董事长骆薇薇:

成本和生态是硅基氮化镓发展两大要素

5G应用像一个巨大的引擎带领我们走入一场产业革命,也带我们走进高度智能化和信息化时代,而这样的新时代对半导体材料的需求也发生了重大变化。硅基氮化镓的特性和优势,刚好能够满足5G时代对半导体材料的需求。

硅基氮化镓可大幅度减小终端应用产品体积,并大幅提高功率转化效率;开关速度可提高10倍,这在激光雷达这样的应用上,意味着能探测的距离更远、精度更高;功率密度提升2倍,可节能50%;较LDMOS功率密度提高4倍,工作频率提高2倍。因此,氮化镓芯片让新一代电源体积更小,效率更高。

从各种市场预测看,硅基氮化镓在未来几年将进入一个爆发性的发展期,也就是说,未来5年会迎来硅基氮化镓产业黄金发展期。怎样才能在未来的5年黄金发展期内尽快加速硅基氮化镓产业化进程? 加快提高产品在市场的占有率? 有两个因素非常重要,一个是成本,一个是整个产业的生态系统的建设。

Qorvo应用市场总监黄靖:

5G时代化合物半导体将呈爆发性增长

从4G向5G升级的过程中,化合物半导体将呈现爆发性增长。尤其是5G MIMO天线的使用,使得功率放大器(PA)市场增长更加迅速。未来几年,不论在5G基站,还是升级的4G基站,使用氮化镓技术的功率放大器都将成为市场的主流选择。

以国内为例,今年国内部署的5G基站将达到10万个,而到2020年,国内将有40~80万个5G基站的建设需求。5G MIMO天线阵列将达到64个。这样庞大的天线阵列在功耗、尺寸、成本等方面都面临前所未有的挑战。如何运用先进的化合物半导体工艺达到最优的系统指标成为5G MIMO最大程度发挥其性能的关键之一。对于运营商来说,如何在5G基站的成本、可靠性、性能等方面找到一个最优方案,也成为他们着重考虑的问题。随着性能要求的不断提高,传统的硅基材料的性能局

为了有效控制成本,要做到以下几个方面:有效的商业模式、高效的制造工艺,以及一定的生产规模和配套的封装测试的环节。同时,还要不断提高产品的良率和推出新产品的频率,即加快产品迭代升级来不断降低未来在硅基氮化镓产业化当中的成本。硅基氮化镓是一个全新的产业,商业模式的选择显得非常重要,需要选择一个高效率的商业模式。从传统的角度来看,IDM模式对整个功率半导体来说是最成功有效的模式,同样对硅基氮化镓来说仍然是最有效的模式,因为IDM模式可以非常有效地把市场、研发和整个工艺团队高效率的结合在一起,可以大幅缩短客户需求到产品量产的时间。

除了成本之外,一个完善的生态系统对硅基氮化镓产业也非常重要,而建立生态系统,最主要的就是合作,加强上游产业合作,实现材料、设备、配套工艺的定制化,联手开发硅基氮化镓产业。

华南理工大学教授李国强:

为发展第三代半导体产业打好人才基础

在各级政府的大力扶持下,我国第三代半导体产业已经打下较好的基础。但客观来讲,我国第三代半导体在材料指标、器件性能等方面与国外先进水平仍存在一定差距。发展我国自主可控的第三代半导体核心元器件,迫在眉睫。要想发展好中国的第三代半导体产业,一定要有应用牵引。比如,射频前端是5G移动通信的核心,其核心元器件如滤波器、功放等基本都基于第三代半导体生产。保障我国第三代半导体核心元器件的供应链安全,实质上就是为我国5G通信重大战略实施保驾护航。

在第三代半导体核心元器件的研发与产业化上,我们团队经过近20年的积累,闯出了一条与众不同的基于硅衬底的第三代半导体技术路径,通过材料、装备、结构、工艺创新,创建了独有的产业化路线,研发了多种基于硅衬底的高性能第三代半导体芯片。迄今,已获授权专利200余件。

我们将拥有的核心技术进行转化,孵化出

广州拓光光电这个产业化平台。目前,小批量生产的5G高频滤波器、垂直结构大功率LED芯片等产品性能已经得到了国内几家行业领军企业的高度认可与批量采购。接下来面临的问题是产能扩张方面的竞争。值得注意的是,5G通信应用迫在眉睫,常规的民企自我产能扩张路径,在时间上是来不及的。在这方面,希望能够提请我国相关部门重视,通过政府的政策引导与资金扶持来帮助国内科技企业快速进行产能建设。

此外,发展第三代半导体产业需要逐步摸索出符合产业需求的人才培养模式。华南理工大学为硕士、博士设置的研究课题紧贴第三代半导体的产业,在学习过程中就深入到第三代半导体产业的第一线,解决当前亟需解决的技术难题。经过3~4年锻炼的硕士、博士,最终都做到了学有所成、学有所用。坚持和推广这种人才培养模式,可为中国的第三代半导体产业打好坚实的人才基础。

中国软件评测中心(工信部软件与集成电路促进中心)专家余山:

发展中国集成电路产业更需自己努力

根据美国半导体行业协会(SIA)发布的2019年白皮书factbook的数据,截至2018年年底,总部设在美国的半导体公司占据全球最大的市场份额(45%),居各国之首,其他主要国家和我国台湾地区则占据剩下的市场份额,具体如下日本9%、欧洲9%、韩国24%、中国台湾5%、中国大陆5%,销售额从1998年的671亿美元增至2018年的2089亿美元,复合年增长率为5.84%。在所有主要国家和地区半导体市场中,美国公司也占据了销售市场份额的领先地位,比如他们占据了中国市场的47.5%。另外,根据IC Insights 2019年的数据,美国IC设计公司占有惊人的68%的全球市场份额,中国大陆只占13%。这说明,半导体产业的核心并没有从美国转移出来。

中国半导体行业协会的数据显示,2018年中国集成电路的产值是6532亿元人民币,其中设计业2519亿元、制造业1818亿元、封测业2194亿元。参考清华大学微电子所所长魏少军教授在IC China 2019的报告,中国IC设计业的产出近乎100%由大陆企业贡献,IC制造业的产出预计约50%由大陆企业贡献,IC封装业的产出有近70%由大陆企业提供。2018年大陆企业的产出占中国大陆IC产出的约75%,是中国大陆IC产业发展的主力军,并且在技术方面,也与在中国大陆的外资和合资企业相当。

所以,中国大陆集成电路产业的发展,主要是靠自己努力奋斗取得的,产业转移只是一种补充,尤其是在全球贸易和技术摩擦日益严峻的今天,更需要自己的努力。