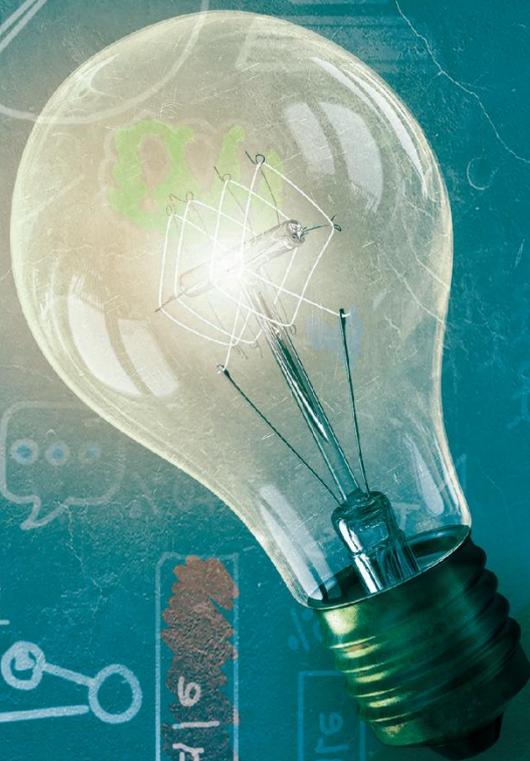


上海科学技术情报研究所
上海市前沿技术发展研究中心
技术与创新支持中心(TISC)



专利与创新

PATENT AND INNOVATION

2022 年
第 23 期

第三代半导体专利态势

编者按

第三代半导体主要为碳化硅、氮化镓、氧化锌、金刚石、氮化铝为代表的宽禁带半导体材料，适用于制作高温、高频、大功率的电子器件，主要应用于半导体照明、电力电子器件、激光器、卫星通信和航空航天等领域。近些年，国家相关政策陆续出台，持续加码第三代半导体，科技创新如火如荼。第三代半导体蓬勃发展已经拥有坚实的政策及科研支持基础。

8月12日，美国商务部工业和安全局（BIS）在《联邦公报》中披露了一项新增的出口限制临时最终规则，该禁令对以金刚石和氮化镓为代表的超宽禁带半导体材料等四项技术实施了新的出口管制。该管制将加剧全球半导体产业逆全球化发展，有望刺激中国半导体行业加快国产化进程。笔者从专利角度，梳理了热门赛道第三代半导体的国际竞争格局、我国发展态势，以及对于今后该领域专利技术发展的关注与思考。

目 录

国际竞争格局	4
2021 年全球第三代半导体行业技术全景图谱	4
第三代半导体全球专利解析	7
第三代半导体氮化镓 (GaN) 全球专利申请量逾 16 万件	12
我国发展态势	14
第三代半导体国内专利分析	14
中国碳化硅功率器件专利情况分析	17
国星光电取得 9 项发明专利证书 涉及第三代半导体技术领域 ..	20
关注与思考	21
有效整合资源 突破第三代半导体核心技术	21
以知识产权为纽带 营造第三代半导体发展良好生态	23

国际竞争格局

2021 年全球第三代半导体行业技术全景图谱

1、全球第三代半导体行业专利申请概况

2010-2020 年，全球第三代半导体行业专利申请人数量及专利申请量整体上呈现增长态势。整体来看，全球第三代半导体技术处于成长期。

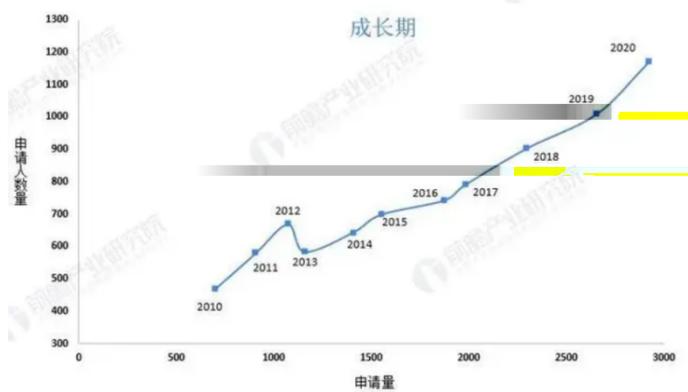


图 1 全球第三代半导体行业技术周期

2010-2020 年全球第三代半导体行业专利申请数量呈现逐渐增长的趋势，2020 年全球第三代半导体行业专利申请数量为 2925 项，较 2019 年增加了 269 项。在专利授权方面，2010-2020 年全球第三代半导体行业专利授权数量同样呈现逐渐增长的趋势。2020 年全球第三代半导体行业专利授权数量为 1224 项，授权比重仅为 41.85%。2021 年 1-9 月，全球第三代半导体行业专利申请数量和专利授权数量分别为 1663 项和 353 项，授权比重为 21.23%。截止 2021 年 12 月 16 日，全球第三代半导体行业专利申请数量为 2.67 万项。

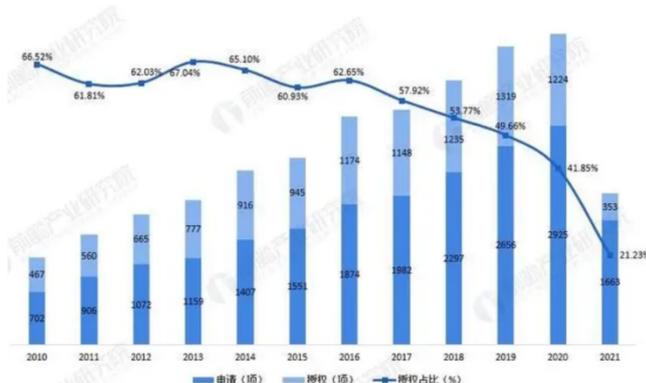


图 2 2010-2021 年全球第三代半导体行业专利申请量及授权量情况（单位：项）

目前，全球第三代半导体大多数专利处于“有效”状态，专利总量为 9823 项，占全球第三代半导体专利总量的 36.78%。

目前，全球第三代半导体行业专利总价值为 19.35 亿美元。其中，3 万美元以下的第三代半导体专利申请数量最多，为 9301 项；其次是 3 万-30 万美元的第三代半导体专利，合计专利申请量为 3895 项。3 百万美元以上的第三代半导体专利申请数量最少，为 109 项。

2、全球第三代半导体行业专利技术类型

在专利类型方面，目前全球有 2.22 万项第三代半导体专利为发明专利，占全球第三代半导体专利申请比重最大，为 82.28%。实用新型第三代半导体专利和外观设计型第三代半导体专利数量分别为 4422 项和 311 项，分别占全球第三代半导体专利申请数量 16.56%和 1.16%。

从技术构成来看，目前 H01L21 “专门适用于制造或处理半导体或固体器件或其部件的方法或设备（2，8）”的专利申请数量最多，为 2690 项，占总申请量的 23.35%。其次是 C04B35 “以成分为特征的陶瓷成型制品；陶瓷组合物（含有不用作宏观增强剂的，粘接在碳化物、金刚石、氧化物、硼化物、氮化物、硅化物上的游离金属，例如陶瓷或其他金属化合物，例如氧氮化合物或硫化物的入 C22C）；准备制造陶瓷制品的无机化合物的加工粉末（4）”，专利申请量为 4443 项，占总申请量的 18.24%。

全球第三代半导体前十大热门技术词包括钝化层、碳化硅粉、陶瓷材料、功率模块、生长装置、烧结炉、氧化物、外延片、功率器件和碳化硅。进一步细分来看，第三代半导体技术热门词包括肖特基二极管、发光二极管、碳化硅基等。

GaN 场效应晶体管（专利号：W02003071607A1）和一种增强型氮化镓 HEMT 器件结构（专利号：CN101312207A）是被引用次数最多的两大第三代半导体专利，两者被引用的次数均超过了 90 次。其他被引用次数前十大专利如下所示：

排名	专利	专利号	被引用次数 (次)
1	GaN场效应晶体管	W02003071607A1	140
2	一种增强型氮化镓HEMT器件结构	CN101312207A	91
3	一种纤维增强碳-碳化硅-碳化铝基复合材料的制备方法	CN103288468A	82
4	大块单晶氮化镓衬底材料	W02003071607A1	77
5	使用颜色混合原理产生光的LED光源	DE10233050A1	76
6	GaN基单芯片白光发光二极管外延材料	CN101685844A	75
7	SiC薄膜的成膜方法	W02018105349A1	66
8	从切割废砂浆中回收多晶硅锭、碳化硅粉和聚乙二醇的方法	CN101792142A	58
9	一种纳米碳化硅增强铝基复合材料的制备方法	CN103045914A	56
10	采用金属键合工艺实现氮化镓发光二极管垂直结构的方法	CN101005110A	55

图3 截至2021年12月全球第三代半导体行业被引用次数TOP10专利

3、全球第三代半导体行业专利竞争情况

目前，全球第三代半导体第一大技术来源国为中国，中国第三代半导体专利申请量占全球第三代半导体专利总申请量的56.79%；其次是日本，日本第三代半导体专利申请量占全球第三代半导体专利总申请量的12.66%；美国专利申请量排名第三，占比为12.49%。

全球第三代半导体行业专利申请数量TOP10申请人分别是西安电子科技大学、住友电气工业株式会社、中国科学院半导体研究所、山东天岳先进科技股份有限公司、克里公司、电子科技大学、华南理工大学、西北工业大学、中国科学院上海硅酸盐研究所和昭和电工株式会社。其中，西安电子科技大学第三代半导体专利申请数量最多，为570项。住友电气工业株式会社排名第二，其第三代半导体专利申请数量为447项。

资料来源：前瞻经济学人 2021-12-31 新闻

第三代半导体全球专利情况解析

从20世纪80年代以来，美日欧等国家都一直对发展第三代半导体进行了持久和大量的投资。目前，这些国家在第三代半导体领域的研发和应用水平已经走在了世界的前列，并且还培育出了各领风骚，同时又到处布局撒网的顶尖企业。

我国也意识到了第三代半导体产业的重要性，开始着手自行研发制造生产的时候，已经比美日晚了大约 40 年。但在奋力追赶下，我国与发达国家的差距已经渐渐缩短，从目前的专利数据看，大约还落后 10 年左右。就是说，我国用了大约 20 年的时间，追平了与发达国家在第三代半导体领域 30 年的差距。

但如今全球化停滞、贸易保护主义盛行，如此严峻的形势下，这剩余的 10 年差距也许意味着更远的距离和更艰辛的道路。所以，我们在一边赶路一边看路的时候，还应当提前规划好前进的路线。

1、碳化硅

碳化硅（SiC）功率器件可以使电力电子系统的功率、温度、频率和抗辐射能力倍增，从而大幅度改善产品在各方面的性能。因此，碳化硅功率器件是目前第三代半导体器件研究的热点和重点之一。

全球范围内，日本和美国占据了碳化硅半导体领域技术创新的主导地位。日本的研发机构技术力量雄厚，产业链完整，在设备和模块开发方面处于领先地位，拥有为数众多的研发企业，并且在全球范围都进行了大规模的专利布局。

如果把美国在碳化硅领域的实力比做是一把尖刀的话，那么刀尖就是科锐（Cree）。它在碳化硅单晶衬底方面的专利质量最高，拥有从单晶衬底、外延、器件设计及制造的完整产业链，拥有众多基础和核心专利，在全球进行了大规模的专利布局。特别是，这些专利还大多处于有效状态。

欧洲整体上专利申请量不高，但它有英飞凌、意法半导体这些国际顶级半导体巨头，并且也在中国进行了大量专利布局。

从技术整体上来看，国内外各技术分支的分布情况高度相似，只在技术研发热点上存在少许差别。比如，国外更侧重于功率器件以及器件工艺这些核心技术领域，国内则更关注于单晶生长和包括电力电子、极端环境和其他应用在内的应用方面。出于对技术发展的思考，我国应当在保持目前关注点的基础上，增加对功率器件和器件工艺等核心技术领域的投入，以弥补这些技术中的劣势。

从关键技术上看，目前有四个重点技术，包括：碳化硅功率器件、碳化硅大尺寸单晶生长、碳化硅外延掺杂以及碳化硅高温封装。前三个技术中，日美

占据更大优势。基本是日本第一，美国第二，我国排第三或第四，看上去排名不难看，但实际上我国的专利申请数量和质量都比较落后。

碳化硅高温封装技术方面，中国申请人的专利申请数量优势明显，而且国外申请人在这方面专利布局还比较弱，为我国申请人创造了很好的时机。但可惜国内申请人比较分散，缺少领头羊。

技术方面，高温封装专利数据显示，现阶段仍然是以改进封装结构和封装方式为主要研究方向，在封装材料方面则表现比较冷淡。而高温封装材料既是核心又是基础，也就是说，即便是个难啃的骨头，也必须下大力气啃下来。

2、氮化镓

氮化镓（GaN）材料是研制微电子器件、光电子器件的新型半导体材料，在光电子、高温大功率器件和高频微波器件应用方面具有广阔的前景。

从氮化镓领域专利申请的总体状况看，氮化镓的相关专利申请已有近 70 年的历史，并且现在仍然处于快速发展期，对它的研究仍然是目前全球半导体研究的前沿和热点。

全球范围内，氮化镓技术专利中国申请量最大，之后是日美韩，东亚和美国掌握了氮化镓领域的大部分技术。

我国虽然申请了很多专利，但技术的含金量却差了一些，而且申请人还很分散，技术优势集中度不高，处于百花齐放、没有大花的状态。

从被引证的角度看，对新技术的贡献度最大的是日本专利，被引证的最多，不但被引的专利数量多，被引次数也多。如此将量质一结合，就能发现日本申请人掌握了大部分核心专利，主导着氮化镓技术发展的方向。

更值得关注的是，日本申请人相对集中，基本就是东芝、松下、丰田、日亚等为数不多的跨国公司，技术力量相当雄厚。这与我国技术分散、缺少领头羊的情况形成鲜明对比。

技术方面，全球申请中近四分之三的申请与器件相关，其中近一半是光电子器件，其次是功率和射频器件。在紫外光发光器件和 Micro-LED 器件这两个重点领域中，我国优势很明显，但是对外布局太弱。

我国应当在进行研发的同时，更多关注对目标国家的专利布局。

3、氧化镓

氧化镓在光电子器件方面拥有广阔的应用前景。在氧化镓技术的全球专利申请中，日本拥有一半以上的申请量，我国排在第二位，中日的专利申请量一共占了氧化镓总量的80%多，剩下的大部分份额被韩美德以及我国台湾瓜分了。

氧化镓技术整体来说，专利的集中度很高。比如日本主要为田村制作所和其它五家企业。也就是说，中国的主要对手其实就是这六个日本申请人。

但是，即使如此不复杂的环境，对我国的专利申请现状来说，仍然极具挑战性。主要还是由于遍地开花但并无大花的原因，即专利申请总量大，申请人数也很多，但是大部分申请人的申请量并不多，质量和数量没有形成完好的匹配。

氧化镓技术方面，功率器件和器件工艺所占比重最大，其次是外延生长、单晶生长、光电器件和衬底加工，而且这几个领域的申请数量都比较平均。

功率器件的二极管特别是肖特基二极管占据了一半以上的量，其次是各种场效应晶体管。器件工艺中，形成器件的整体方法申请量最大，主要用于光电探测器中的纳米结构制备方法的专利申请也很多。

其它技术，比如外延生长技术中，卤化物气相外延和生长过程控制研究热度比较高。在单晶生长技术中的导模法申请量较大。光电器件中，申请量最大、最热门的技术是光电探测器，其次为激光器、发光二极管等发光器件。

我国的专利申请数据显示，我国在氧化镓技术的研发中个性比较强。主要表现在研发偏好方面，我国研究的领域与国际上的趋势甚至国外来华申请的领域都不是很匹配，研发方面容易出现技术空洞。

比如，我国申请人喜欢研究光电器件，近几年来这个领域的专利申请集中出现。器件工艺的比例也比之前有所提升。而在国际热点的功率器件方面，我国的申请量就不太多。我们推测，大概是因为研究精力和资源都转移到了光电器件上了吧。

事实上，功率器件是最能发挥氧化镓超宽禁带半导体材料优势的领域。国外来华申请都以功率器件为布局重点，特别是肖特基二极管所占的比例远高于全球和国内的比例。我们参考了碳化硅器件的发展进程，推测肖特基二极管将是最有可能率先实现量产的氧化镓功率器件。

我国对这方面的冷淡会不会为未来带来一些不确定性呢？

此外，我国在单晶生长技术领域的申请比例也很低。这样久而久之，也许会形成对国外技术的依赖。

总之，关于氧化镓作为第三代半导体材料特别是功率器件方面的研究，全球都还处于起步阶段。目前看，我国无论是在专利申请量、申请主体还是在重点技术分支方面都与国际上存在一定的差距。

4、氮化铝

氮化铝具有良好的耐热冲击性，介电性能良好，是很好的电器元件材料。

全球范围看，氮化铝相关专利申请中，仍然为中日美韩等申请量最大，德法英等欧洲国家以及通过 PCT 申请的也占了一席之地。其中，我国台湾的申请量甚至超过了欧洲总量。

氮化铝半导体的研究目前正处于快速发展期，专利年申请量一直都在大幅上升。我国尤为明显。

我国虽然起步较晚，比美日等国几乎晚了 20 年，但专利数据显示，近五年来，我国氮化铝专利申请的年申请量已经超过了美日，甚至超过了全球年申请量的半数。

氮化铝申请量最大的技术分支是器件结构，其次是器件工艺，材料生长申请量最小。器件结构中，光电器件申请量最大，其次是功率器件、热传导、表面声波及探测器。中国在器件结构方面的申请量最大，在器件工艺方面的申请量较小。

5、金刚石

金刚石在功率器件、传感器、探测器等领域都具有巨大的应用前景，因此，金刚石被称作为“终极半导体”，是推进 21 世纪工业发展必不可少的材料之一。

全球专利申请中，金刚石半导体申请量最多的是日本和美国，两国相加占到了总量的一半左右。

其中，美国通用在 1955 年首次合成了人造金刚石单晶，随后几年，通用围绕金刚石在高温高压、掺杂、器件等方面申请了很多专利。然而，从目前专利数据情况看，老大的位置已经被日本住友占据了。

日本在金刚石半导体的研究上后发制人。无论是在专利数量上还是研究的广泛性上，都领先于其他国家包括美国。前十大申请人中日本占了6个，都是我们耳熟能详那几个巨头公司，可见技术集中度相当之高。

中国的金刚石研究经过近20年的发展，如今专利申请量已经仅次于日本和美国，排名全球第三。国内有十几个团队一直在坚持从事金刚石半导体材料和器件的研究，只是绝大部分都是大学和科研院所。相比之下，日美申请人则基本都是企业，而且还很重视在中国的专利布局。反观我国则对外布局意识仍然比较淡薄。

具体技术方面，金刚石半导体全球专利中，单晶生长、外延和多晶生长的申请量超过了总量的一半，这表明目前国际上研究的重点还是在制备技术方面。金刚石功率器件的专利申请就很少了，总体还处于初级阶段。

日本住友比较注重对材料制备技术和器件结构的改进，美国通用偏重于高温高压制备技术，韩国三星主要致力于金刚石在发光器件的应用，英国六号元素则在CVD制备单晶金刚石方面世界领先。

我国国内金刚石半导体在材料制备方面的专利申请最多，但在比例上要比国际低不少，似乎更倾向于高温高压制备技术。然而对于高温高压法，国内也只是主要着眼于设备的改进和原材料的选取等，突破性创新还不太够。

6、氧化锌

氧化锌导电性高，耐高温，稳定性好且来源丰富，成本低廉，是制备光电器件的优良材料，极具开发和应用价值，也是第三代半导体材料研究的国际热点。但是目前还只是局限在实验室阶段，应用方面还有一些壁垒，阻碍了氧化锌进一步市场化。

全球来看，专利申请仍然集中在东亚和欧美等国。我国是大头，申请量占了全球总量的几乎一半。然后是美韩日欧等国，我国台湾也有一部分。

由于氧化锌还处于研究阶段，而我国的研发优势向来集中在高校这些科研机构，因此从专利数据上看，我国的状况简直如鱼得水。前15个重点申请人中我国占了11个，并且专利集中度的表现也比较好，可谓形势喜人。

但是将这些申请人按照申请量排出来看，就能发现一个问题，日本虽然只有一个申请人，但却是排在全球第二位，仅次于中国科学院。这个申请人就是

日本半导体能源研究所，该机构非常注重专利布局，在中美韩欧多国都有它的身影。我们几乎肉眼可见，在这样一个群雄逐鹿的空白地带，这个日本研究所将会很快在氧化锌的特定技术领域形成垄断优势！与日本半导体能源有着同样做法的还有韩国三星。我国的科研机构却明显迟滞了……

具体技术方面，我们从器件和材料分别来看。器件方面的专利申请量主要集中在光电子器件，传感器的申请数量较少；材料生长方面主要集中在外延生长方面，单晶生长申请量较少。其中，光电子器件的申请量又主要集中在探测器、太阳能电池、氧化锌 LED、氧化锌激光器这几个方向，外延生长中纳米结构的制备一直很热。

目前从专利数据上看，我国在光电子器件和材料工艺的研究都已经初具规模，专利申请的覆盖面也比较好。只是在氧化锌关键技术 P 型掺杂方面还比较弱。

但是，P 型掺杂是氧化锌实现优异光电功能的基础，同时也是制约氧化锌发展的瓶颈，是氧化锌第三代半导体领域专利布局中的重要一环。目前美国 IMRA 公司在这方面很有优势，我国不能掉以轻心，否则会有被卡脖子的风险。

资料来源：中国深圳知识产权保护中心 2022-10-26 新闻

第三代半导体氮化镓（GaN）全球专利申请量逾 16 万件

智慧芽创新研究中心 28 日发布《第三代半导体-氮化镓（GaN）技术洞察报告》显示，目前全球在氮化镓产业已申请 16 万多件专利，有效专利 6 万多件，行业技术创新度比较高。该领域中美日技术实力较强，国内产业链基本形成，产业结构相对聚焦中游，国内企业正纷纷入场。

全球氮化镓产业规模呈现爆发式增长。据分析机构 Yole 研究显示，在氮化镓功率器件方面，2020 年整体市场规模为 0.46 亿美元，受消费类电子、电信及数据通信、电动汽车应用驱动，预计到 2026 年增长至 11 亿美元，复合年均增长率为 70%，其中，电动汽车领域的年复合增长率高达 185%。在氮化镓射频器件方面，2020 年整体市场规模为 8.91 亿美元，预计到 2026 年增长至 24 亿美元。

从氮化镓全球技术布局来看，中国、美国和日本为氮化镓技术布局的热门市

场。美国和日本起步较早，起步于 20 世纪 70 年代初，目前全球氮化镓技术主要来源于日本。中国起步虽晚，但后起发力强劲。

报告显示，全球氮化镓创新主体的龙头企业主要集中于日本。氮化镓产业国外重点企业包括日本住友、美国 Cree、德国英飞凌、韩国 LG、三星等，中国企业代表有晶元光电、三安光电、台积电、华灿光电等。目前中国企业和国外企业相比，专利申请数量上仍有一定差距。

在全球氮化镓产业中，日本住友率先量产氮化镓衬底，是全球氮化镓射频器件主要供应商，也是华为 GaN 射频器件主要供应商之一。美国 Cree 依靠其技术储备支撑了氮化镓功率器件的市场化。德国英飞凌持续深耕功率器件领域，重点关注美国市场。

国内 LED 龙头企业三安光电在氮化镓领域有一定技术储备。2014 年，三安光电投资建设氮化镓高功率半导体项目；2018 年，在福建泉州斥资 333 亿元投资 III-V 族化合物半导体材料、LED 外延、芯片等产业。在氮化镓领域，三安光电主要集中于产业链中游——器件模组的研究。

当前全球氮化镓技术主要聚焦三大重点技术。首先，GaN 衬底技术是器件降本突破口，当前正从小批量规模向产业商业化方向发展，同时向大尺寸和高晶体质量方向发展。全球 GaN 衬底技术共有 13000 多件专利，日本和美国两大市场分布的专利较多。全球衬底技术排名靠前的专利申请人以日本企业居多，日本住友在衬底领域技术储备占有绝对优势。

第二，在氮化镓基 FET 器件技术的应用中，车规级氮化镓功率器件市场规模不断升高。美国、日本和中国为 GaN 基 FET 器件热点布局市场，其中重点为美国市场。头部企业中，日本企业仍占据大多数，美国 Cree 和英特尔也占有一定优势。

第三，Micro LED 应用场景广泛涵盖微显示和数字终端领域，未来可期。Micro/Mini LED 技术近 5 年处于高速发展期，中国专利申请趋势与全球总体一致，并且近 5 年发展势头迅猛，全球领先。在这一领域的专利申请方面，Facebook 和苹果公司分别位列第一、第二，国内企业如京东方、歌尔股份、三安光电等也名列前茅。

资料来源：中国产业经济信息网 2021-12-30 新闻

我国发展态势

第三代半导体国内专利分析

1、第三代半导体专利概况分析

第三代半导体技术从 2002 年-2020 年专利申请量一直保持快速增长趋势。2020 年出现第三代半导体领域发明专利和实用新型专利申请量峰值，其分别为 4342 件和 653 件，可见国内对第三代半导体的研发相当活跃，市场前景广阔。



图 1 第三代半导体专利申请趋势

第三代半导体技术领域所申请的专利主要是发明专利，其占比为 89.9%，其余专利皆实用新型专利，其占比为 10.1%。表明在第三代半导体领域中申请的专利大部分是针对产品、方法或者其改进所提出的新的技术方案，而对于产品的形状、构造或者其结合所提出的适于实用的新的技术方案较少，同时能够反映该领域的创新水平较高。

2、第三代半导体专利申请人分析

国内专利中第三代半导体技术的主要申请人集中在中国和日本，其中，中国申请人以中芯国际、西安电子科技大学、京东方和电子科技大学为代表；日本申请人以住友电气工业株式会社为代表。中芯国际集成电路制造（上海）有限公司的专利申请量位列第一，为 1332 件，占有绝对优势；西安电子科技大学的专利申请量位列第二，为 896 件；京东方科技集团股份有限公司的专利申请量位列第

三，为 855 件，日本住友电气工业株式会社的专利申请量位列第八，为 556 件，表明日本在中国的第三代半导体市场占有一定的市场份额。

2012 年至 2020 年，中芯国际集成电路制造（上海）有限公司每年在第三代半导体技术领域申请的专利数量基本位列第一，专利申请活跃，说明中芯国际集成电路制造（上海）有限公司一直高投入于第三代半导体技术的研发。2012 年至 2020 年，国内电子科技大学、西安电子科技大学和中国科学院微电子研究所第三代半导体技术领域申请的专利数量处于中速上升态势。

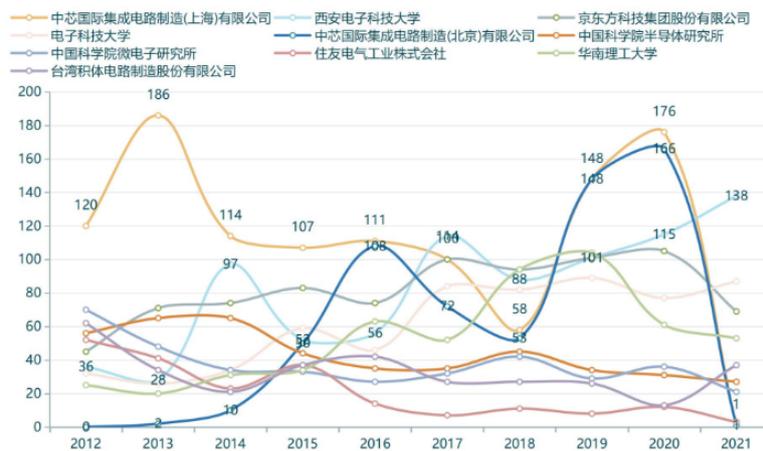


图 2 第三代半导体专利申请人申请趋势

3、第三代半导体专利地区分析

第三代半导体技术的专利申请地区主要在广东省、江苏省、北京市、上海市和台湾省，其申请量分布为 6346 件、5395 件、4665 件、4189 件和 2671 件，表明广东省、江苏省、北京市、上海市和台湾省是第三代半导体技术研发聚集区。

4、第三代半导体新进局者分析

新进入者定义：仅在过去 5 年内才提交专利申请的申请人。根据第三代半导体专利新进局者申请趋势得知，近五年，新进入第三代半导体技术领域且专利申请量排名前列的申请人为深圳第三代半导体研究院、重庆康佳光电技术研究院有限公司、江苏第三代半导体研究院有限公司等。

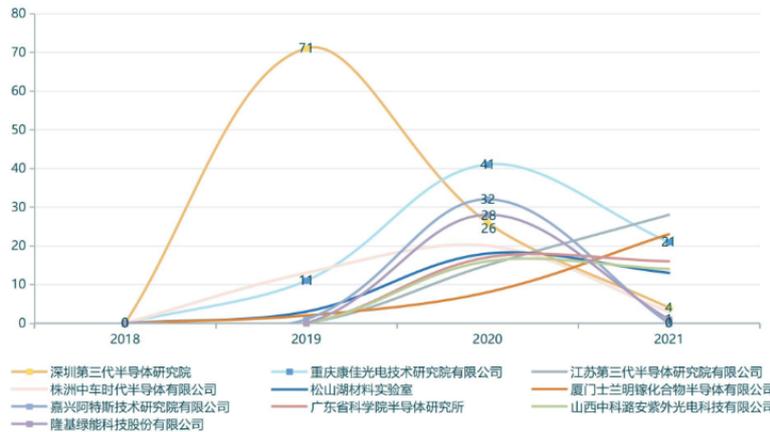


图3 第三代半导体专利新进局者申请趋势

5、第三代半导体专利技术分析

第三代半导体领域的专利布局主要集中在技术分支 H01L21、H01L33 和 H01L29 上。说明第三代半导体器件的制造设备和方法，及其在整流、光发射等领域的技术一直是技术创新的焦点。



图4 第三代半导体专利重要技术主题分布

根据第三代半导体专利重要技术分支主要申请人分布得知，在第三代半导体技术领域头部公司和头部科研院所的专利技术均主要集中在了 H01L21 和 H01L29 这两个技术分支上，尤其是 H01L21 技术分支，说明第三代半导体器件的制造设备与方法是目前该领域技术竞争的重点。中芯国际集成电路制造（上海）有限公司、中芯国际集成电路制造（北京）有限公司、住友电气工业株式会社和共享智能铸造产业创新中心有限公司研发的专利都主要集中在技术分支 H01L21 上，其

申请量分别为 1242 件、591 件、466 件、455 件；京东方科技集团股份有限公司研发的专利主要集中在技术分支 H01L27 上，申请量为 614 件。



图 4 第三代半导体专利重要技术分支主要申请人分布

资料来源：联合创星 2022-09-23 新闻

中国碳化硅功率器件专利情况分析

过去二十多年，日本企业在碳化硅专利数量上独占鳌头，三菱电机、住友电气（Sumitomo Electric）、电装（Denso）、富士电机（Fuji Electric）和丰田汽车（Toyota Motor）不断推动专利发展，而中国的碳化硅专利活动自 2010 年代初兴起，在过去十年增长迅猛。因此，从 2018 年起，中国专利申请人超越了日本专利申请人，获得了碳化硅知识产权的领导地位。

另外，中国企业近几年在专利申请上持续发力、追赶国外龙头企业，而日本的专利活动从 2013 年起进入稳定期，反映出日本碳化硅企业达到了高度的技术成熟。一个有趣的现象是，中国的专利申请平均分布在材料（块状碳化硅、碳化硅外延片）和功率电器（碳化硅 MOSFET 和 JFET 等）之间，约一半的碳化硅材料发明集中在碳化硅生长的设备和工具上，这是所有新入场碳化硅裸晶圆业务都会面临的第一个技术挑战和障碍。事实上，碳化硅生长技术并没有统一的标准途径，这是与硅生长技术不同的一点。

目前供应链各个环节中已存在大量拥有知识产权的中国企业。例如，在块状

碳化硅领域，中国电科研究所、山东大学和中科院（上海硅酸盐研究所、物理研究所、半导体研究所）等研究机构在中国率先开展了碳化硅晶体生长的研究，并推动了国内工业企业的出现，如北京天科合达（成立于 2006 年）、山东天岳（成立于 2010 年）和河北同光晶体（成立于 2012 年）。

近期，一批新的初创企业从这些研究所诞生，如山西烁科晶体有限公司（中国电科）和广州南沙晶圆半导体技术有限公司（山东大学）。此外，几家从事 LED 产品的蓝宝石衬底开发和商品化的企业也进入块状碳化硅知识产权领域，例如上海晶丰明源半导体（2019 年进入）和浙江晶盛机电（2020 年进入）。

最终，北京世纪金光（2011 年进入）和厦门三安光电（2020 年进入）等旨在建立垂直整合模式的知识产权参与者也进入了块状碳化硅专利领域。在中科院上海硅酸盐研究所支持下，世纪金光于 2012 年建立其首条四英寸试点生产线，并于 2016 年和 2017 年获得了北京华进创威电子在块状碳化硅领域拥有的至少 17 项专利发明的知识产权。

另一方面，三安光电于 2020 年收购了北电新材，并开始在长沙高科技产业园建立生产平台，覆盖从块状碳化硅晶体生长到晶圆、功率器件、封装和测试的各个生产环节。

在碳化硅功率器件专利领域中，中国主要的专利权人是公共研究机构（西安电子科技大学、电子科技大学和中科院微电子研究所）或国有企业（中国中车、国家电网和中国电科）。但是，例如基本半导体（成立于 2009 年）、北京世纪金光（2010 年）和泰克天润半导体科技（2011 年）等几家专门做碳化硅的企业现在已在知识产权版图中站稳脚跟。

另外，最近几家从事功率半导体行业的公司也挺进了碳化硅器件专利版图，如方正微电子（2018 年进入）、无锡新洁能（2018 年进入）和华润微电子（2019 年进入）。与块状碳化硅专利情况类似，初创企业源源不断地从国内的研究机构涌现出来，例如国联万众（成立于 2015 年，与中国电科挂钩）、东莞清芯（成立于 2018 年，与西安交通大学挂钩）、厦门紫硅（成立于 2019 年，与半导体研究所挂钩）和中科汉韵半导体（成立于 2019 年，与中科院微电子研究所挂钩）。派恩杰半导体是一家由北卡州立大学校友在 2018 年成立的初创企业，它在 2019 年高调进入碳化硅期间专利领域。这是一家从事碳化硅和氮化镓功率器件设计的企

业，主要依靠 X-FAB 生产碳化硅器件（用平面栅极 MOSFET 技术）。这家无晶圆厂的企业在 2021 年 9 月开始大规模生产其第一批碳化硅晶圆。

总体而言，中国的碳化硅 MOSFET 专利申请量是碳化硅二极管申请量的两倍，这反映出开发可靠的碳化硅 MOSFET 是何其艰难，特别是由于栅极氧化物结构的问题。这一点可以从大部分龙头专利申请人的情况上得到证实，但三安光电和无锡新洁能除外，这两家公司的专利活动最初是集中在碳化硅二极管上的。有趣的是，与块状碳化硅和碳化硅外延片相比，中国的知识产权企业在器件、模块和电路上有更加紧密的合作网络，尤其表现在研究机构和企业参与者之间。

虽然中国在模块和电路相关的专利活动上起步较晚（从 2015 年开始），但已产出 800 多项发明。与碳化硅电路相关的专利活动得到了中国学术界的大力支持，如南京航空航天大学、华南理工大学和西安交通大学。最为重要的是，为了满足未来的电动车市场，中国功率模块市场的龙头企业，斯达半导和宏微科技，也在 2020/2021 年进军碳化硅专利领域。此外，成立于 2020 年的纯碳化硅企业元山电子也在 2021 年公布了其第一个碳化硅功率模块相关的专利，并将进一步巩固其在中国国内供应链中的地位。

综上所述，中国正在加速开展专利活动来支持碳化硅技术的发展，并且支持完整的国内供应链的出现、稳固其功率半导体生产线。中国专利申请人涵盖了整个供应链，在每个环节上都有相对成熟的知识产权参与者，他们来自多样化背景（学术界、企业界、代工厂、IDM，集成商、纯研发等），拥有密集的知识产权合作和转让网络。因此，在供应链的大部分环节上，中国与国外供应商之间的技术差距有望缩小。

中国企业将更关注提高国内碳化硅产品的渗透率，而这个市场在过去主要是由外国企业主导。中国碳化硅企业得到了几家受美国限制打击的企业的支持，例如华为，后者已经在专利领域投资了几家关键的国内企业（山东天岳、东莞天域、瀚天天成等）来确保其未来的碳化硅供应。

在此背景下，考虑到国内的市场规模和由块状碳化硅生产能力低下带来的瓶颈，中国碳化硅企业在征服海外新市场的路上任重而道远。事实上，只有不到 3% 的中国专利是在海外申请的。然而，通过比国内同行申请更多的国外专利，某些中国企业（如碳化硅衬底制造商山东天岳）已经展露了他们的国际野心。

资料来源：第三代半导体产业 2022-04-11 新闻

国星光电取得 9 项发明专利证书 涉及第三代半导体技术领域

国星光电 4 月 27 日午间公告称，公司于近日收到国家知识产权局颁发的 9 项发明专利证书，包括 6 项涉及 Mini/Micro LED 技术领域专利、3 项涉及第三代半导体技术领域专利。

涉及 Mini/Micro LED 技术领域的 6 项专利中，“一种量子点发光器件及其制造方法”的发明专利，是公司继成功开发出高一致性像素化量子点色转换彩膜制备技术、携手华南理工大学成功研制行业最高发光效率的量子点 LED 器件 2 项技术突破后，在 Mini/Micro LED 领域量子点技术攻关中取得的又一科研成果。

国星光电介绍，本次取得的 6 项专利的相关技术方案，可以提高超高清显示产品的集成度，优化及简化线路结构设计，提升制程及封装良率，形成成熟的封装技术路线，确保显示效果的一致性，提升用户的观看体验。

涉及第三代半导体领域的 3 项发明专利，可提升产品散热效率，延长器件的使用寿命，更好地保障器件稳定性，同时兼具良好的绝缘性能及抗压能力，产品可根据实际需求进行多样化设计，灵活性非常强。

近几年，国星光电聚焦 Mini & Micro LED 超高清显示领域，加速布局第三代半导体等前瞻领域赛道，形成了多项自主知识产权。国星光电介绍，公司积极拓宽第三代半导体业务新赛道，致力于打造高可靠性、高品质的功率器件封测业务，目前在上游芯片领域布局有硅基氮化镓的外延芯片技术储备，中游封装领域已建成第三代半导体功率器件实验室及试产线。

国星光电表示，本次获取的专利体现了公司正持续推进第三代半导体的研究开发和技术成果转化，为公司打造具备高可靠性、高品质优势的“第三代半导体功率器件封测企业”奠定坚实技术基础。

资料来源：中国证券网 2022-04-27 新闻

关注与思考

有效整合资源 突破第三代半导体核心技术

应用需求驱动技术创新，抓机遇、迎变革、筑长板

全球资本加速进入第三代半导体材料、器件领域，产能大幅度提升，企业并购频发，正处于产业爆发前的“抢跑”阶段。美国、日本、欧洲在已有半导体产业优势基础上，通过设立国家级创新中心、产业联盟等形式，引领、加速并抢占全球第三代半导体市场。我国第三代半导体领域在国家科技计划的支持下，初步形成了从材料、器件到应用的全产业链。

目前，我国半导体照明自主可控，光电子与微电子深度融合，跨界创新应用有望引领发展。微波射频开始国产替代，部分技术达到国际先进水平。功率电子契合国家“双碳”目标要求，需求拉动产业链能力提升，但车规级、电网级高端产品与国际先进水平仍有差距。

相较硅集成电路，第三代半导体材料对芯片性能起决定性作用，芯片制造工艺门槛相对低、投资小，对尺寸线宽、设计复杂度的要求远低于硅集成电路，在材料、装备、设计和芯片代工方面都有发展势头好的企业，是适合中国目前发力的半导体具体领域。

顶层设计、系统推进、开放创新、形成合力，以应用促发展

聚焦国家战略，重大项目牵引，凝聚创新合力。尽快启动国家 2030 重大项目和材料国家实验室，创建重大项目、创新中心、产业基地、基金一体化组织模式。引入专业第三方参与组织、协调和管理。建立目标明确、权责清晰、体系化任务型的产学研创新联合体，突破核心材料和装备制约。建立军转民协同创新模式，引导产业集群化发展等。

多措并举，完善产业生态发展环境。支持产业创新联盟作为第三方非营利实体，组织牵头创新联合体群。引导各类资本参与创新项目的市场化、规模化放大。引进和培育由战略性领军人才、创新创业人才。注重知识产权战略，建立有竞争力的专利池。构建有序开放的技术标准与检测认证服务体系，主动参与国际标准制定，提高国际标准话语权等。

开放创新，推进精准深入的国际合作。因势利导把握契机，加快巩固中欧科技合作，系统性地、最大限度地利用好欧洲在半导体领域的领先地位，聚集全球创新资源。吸引国外有基础、有意愿与中国深化合作的优质科技企业落地中国，带动本土产业链发展，推动中国企业与全球产业链紧密合作，开展常态化海外项目的输送与技术转移。

资料来源：中国经济时报 2022-08-02 新闻

以知识产权为纽带 营造第三代半导体发展良好生态

伴随着产业进入加速成长阶段，抢占第三代半导体战略新高地的竞争将趋于激烈，未来应该注意有效应对竞争中的知识产权风险。

目前，美国、德国、日本等国家以及国际行业巨头正加强第三代半导体产业的研发投入，加紧知识产权布局，强化竞争优势，抢占技术和市场竞争制高点。工业和信息化部赛迪研究院的专家认为，从知识产权角度看，我国在该领域已经形成一定优势，但与进入该领域较早的国际企业相比，尚存在不容忽视的诸多短板，亟须及早补齐。

我国第三代半导体专利申请数量自 2010 年开始处于全球领先地位，并一直保持这一趋势，成为该领域专利申请主要来源国；但申请主体集中于高校科研机构，企业主体地位体现不明显，并且基础专利技术相对薄弱，影响国内产业创新发展后劲。

从对我国第三代半导体领域主要上市公司的检索来看，即便是龙头企业的专利布局，一般也是以国内市场和美国市场为重点，仅有个别企业涉及其他国家和地区，很多企业仅限于国内，与国际顶尖企业相比差距明显。随着第三代半导体产业链逐渐走向成熟、新产品加快进入导入期，该领域专利攻防战将迎来爆发前夕，国际布局不够全面深入的短板可能将国内企业置于国际专利诉讼威胁之下。

在第三代半导体发展过程中，国外企业间上下游厂商合作相对密切。例如，德国的英飞凌对向外转让专利技术十分积极，对外转让的专利数量超过从外部获得的专利数量，这在增强自身创新实力的同时，也加强了与上下游厂商的密切合作，支撑了产业链整体发展。

相比下，我国第三代半导体领域的专利技术成果流动不够活跃。第三代半导体领域国内企业中鲜见专利技术转让许可行为，即便发生专利技术转让许可行为一般也多是关联交易，反映了上下游企业间合作不够紧密，协同创新生态待建设。

目前，第三代半导体产业仍处起步阶段，国际行业巨头尚未利用专利、标准等形成技术垄断，国内半导体厂商应坚持以技术创新为驱动，以市场需求为导向，以构筑竞争优势为目标制定实施防御型知识产权战略。瞄准衬底/外延材料、晶圆流片、器件、模块和设备研发等产业链关键环节，在生产工艺及装备方面加强研发投入，在扩大专利数量规模优势的同时，创造和储备一批具有竞争力的高质量专利。

发挥知识产权纽带作用，为第三代半导体发展营造良好协同创新、融通发展生态。鼓励国内相关企业间发挥知识产权纽带作用，在技术难点和产业化瓶颈突破方面密切协作，利用知识产权连接上下游企业，尤其是聚焦于产业链供应链关键环节的‘专精特新’企业，实现产业链整体提升。

资料来源：中国经济时报 2022-08-15 新闻

地址：上海市永福路 265 号
邮编：200031
编辑：李灵捷
责编：路炜
编审：林鹤
电话：021-64455555
邮件：istis@libnet.sh.cn
网址：www.istis.sh.cn