

电子

UVC 半导体：新一代消杀技术，开启黄金五年，多应用打开成长空间

1. UVC 半导体：新一代消杀技术，前景广阔

UVC 半导体作为新一代消杀技术，前景广阔。相较于 UVB、UVA，UVC 是健康光源首选；相比化学杀菌消毒，UVC 的优势是杀菌效率高，而且不产生其它化学污染物。目前获取杀菌消毒紫外光源 UVC 的方式主要有两种：传统汞灯和紫外 LED，与传统汞灯相比，UVC 半导体具有明显的优势：小型化、无毒害、使用便捷。另外，UVC 半导体工艺改进方向明晰，技术难题不断突破。

2. 2020 UCV 半导体元年，疫情加速产业发展，开启黄金五年

紫外 LED 市场发展迅速，2023 年紫外 LED 市场整体有望达到 9.91 亿美元，2019-2024 年全球 UV LED 市场规模年复合增长率高达 27%，其中 UVC 半导体产品年复合增长率预计达到 60%。深紫外半导体潜力大，一方面，疫情催生较大的消毒市场，紫外线消毒灯在环境空气消毒、饮用水及污水消毒、衣物和餐具表面消毒等领域被广泛使用，多项研究表明 UVC 半导体可有效灭冠状病毒；另一方面，水俣公约落地，加速汞灯替代进程。

3. 2C&2C&2G 众多应用打开成长空间，家电标配有望成为趋势

2B&2C 应用：母婴杀菌用品、除菌冰箱、杀菌洗衣机，杀菌空调等与健康高度相关的产品越来越受到消费者的青睐，有望推动 UVC 半导体 2B&2C 应用加速发展；2G 应用：受疫情推动，公共场所杀菌消毒需求大幅增加，UVC 半导体在公共场所杀菌消毒可以发挥重要的作用。国内家电市场规模庞大，家电标配有望成为趋势。

4. 大陆生态优势显著，产业链三大机会：芯片、模块、品牌

我国拥有完整的 UVC 半导体产业链，UVC 半导体对芯片、封装技术和材料性能提出更高要求，芯片技术是目前深紫外半导体技术的主要瓶颈与核心竞争力，行业领先的大厂和紫外 LED 细分领域的龙头企业投资不断加码。疫情推动 UVC 半导体产业链加速发展，产业链在芯片、模块、品牌等方面迎来新机遇。预计从 2020 年到 2024 年，UVC 杀菌模块在洗衣机、冰箱、家用空调、UVC 小家电上的市场规模将分别从 1.74 亿元、1.85 亿元、1.94 亿元、15 亿元上升到 85.38 亿元、89.27 亿元、97.36 亿元、35 亿元，预计到 2024 年 UVC 杀菌模块在汽车方面的市场规模达 134.59 亿元。

投资建议：(1) UVC 半导体芯片，建议关注三安光电和韩国 Seoul Viosys (092190.KS)，非上市公司建议关注圆融杰生、优炜星等；(2) UVC 封装和模块方面，看好封装大厂的机遇；(3) 在品牌方面，看好传统家电品牌的增量和新锐品牌的高成长性

风险提示：新冠疫情控制不及预期；经济恢复不及预期；深紫外半导体技术突破不及预期。

证券研究报告
2020 年 07 月 22 日

投资评级

强于大市(维持评级)

上次评级

强于大市

作者

潘暕 分析师
SAC 执业证书编号：S1110517070005
panjian@tfzq.com

张健 分析师
SAC 执业证书编号：S1110518010002
zjian@tfzq.com

行业走势图



资料来源：贝格数据

相关报告

- 《电子-行业专题研究:全球被动元件：MLCC 持续复苏、高端晶振高景气、钽电容供需好转，电动车/5G/军工元件需求旺盛，中高端进口替代加速》
2020-07-09
- 《电子-行业点评:面板：看好 Q3 开启涨价新周期&OLED 高端成长机遇》
2020-06-23
- 《电子-行业点评:UVC LED 受益疫情快速增长，看好行业迎来快速增长》
2020-06-22



请务必阅读正文之后的信息披露和免责申明

每日免费获取报告

1. 每日微信群内分享**7+**最新重磅报告；
2. 定期分享**华尔街日报、金融时报、经济学人**；
3. 和群成员切磋交流，对接**优质合作资源**；
4. 累计解锁**8万+行业报告/案例，7000+工具/模板**

申明：行业报告均为公开整理，权利归原作者所有，
小编整理自互联网，仅分发做内部学习。

限时领取【行业资料大礼包】，回复“2020”获取

手机用户建议先截屏本页，微信扫一扫

或搜索公众号**“有点报告”**

回复<进群>，加入每日报告分享微信群



(此页只为需要行业资料的朋友提供便利，如果影响您的阅读体验，请多多理解)

内容目录

1. UVC 半导体：新一代消杀技术，前景广阔	4
1.1. UVC：健康光源首选	4
1.2. UVC 杀菌消毒效果强，灭活病毒更彻底。	4
1.3. UVC 半导体具有明显的优势：小型化、无毒害、使用便捷	5
1.4. UVC 半导体工艺改进方向明晰，技术难题不断突破	5
2. 2020：UCV 半导体元年，疫情加速产业发展，开启黄金五年	8
2.1. 紫外 LED 市场发展迅速，杀菌消毒行业潜力大	8
2.2. 疫情蔓延推动杀菌消毒行业需求爆发	9
2.3. 水俣公约落地，加速汞灯替代进程	12
2.4. 国内外厂商积极布局	13
3. 2B&2C&2G 众多应用打开成长空间，家电标配有望成为趋势	13
3.1. UVC 半导体下游应用广泛，2B&2C&2G 应用打开成长空间	13
3.2. 家电标配有望成为趋势，UVC 半导体加速渗透	15
4. 大陆生态优势显著，产业链三大机会：芯片、模块、品牌	16
5. 风险提示	18

图表目录

图 1：电磁波谱图（200nm-1600nm）	4
图 2：UVC 杀菌原理	4
图 3：汞灯发射紫外光原理图	5
图 4：不同铝铟镓氮材料配比与禁带宽度和发射波长示意图	5
图 5：深紫外半导体工艺流程示意图	5
图 6：深紫外半导体外延结构示意图	5
图 7：新型 UVC 半导体硅油封装技术提升出射光功率	6
图 8：深紫外倒装芯片	6
图 9：UVC 半导体芯片	7
图 10：UVC 半导体逐渐变得高效、便宜	7
图 11：全球 UV LED 市场规模预测/亿元	8
图 12：2018 年 UV LED 下游应用分类占比	8
图 13：UV LED 不同波段的应用	8
图 14：UVC 半导体市场份额预测	9
图 15：UVC 杀菌消毒部分应用产品	9
图 16：我国疫情蔓延情况	9
图 17：全球疫情蔓延情况	9
图 18：“紫外线灯”“紫外线杀菌灯”百度搜索指数	10
图 19：UVC 对大肠杆菌及冠状病毒灭活示意图	10
图 20：UVC 照射新冠病毒实验	11
图 21：瑞丰光电 Magical Partner 杀菌盒	12

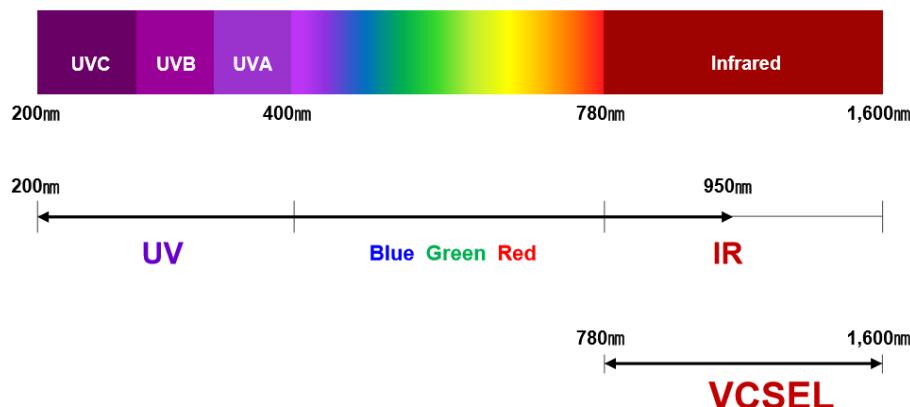
图 22: 三安光电新式移动消杀机器人	12
图 23: 美国《NSF/ANSI 55》系列标准测试水路图	12
图 24: 美国《NSF/ANSI 55》系列标准测试方法	12
图 25: 首尔伟傲世 Violeds UVC 半导体应用产品	14
图 26: UVC 在家电、家居、母婴等市场部分应用产品	14
图 27: 武汉地铁空调冷气吹进车厢前进行紫外线消毒	15
图 28: 美国三大机场采用 UVC 杀菌机器人杀毒	15
图 29: 首尔伟傲世 Violeds UVC 半导体产品	15
图 30: 深紫外半导体产业链及我国相关公司	16
图 31: 国内四家 UV LED 芯片制造公司基本情况	16
图 32: 国内四家 UV LED 封装公司基本情况	16
图 33: 国内部分 UVC 半导体应用公司基本情况	17
图 34: 2020-2024 年全球 UVC 杀菌模块市场规模预测	17
图 35: 2024 年全球 UVC 下游应用分类占比	17
图 36: 国内部分 UVC 半导体公司基本情况	18
表 1: 常用的深紫外半导体封装形式	6
表 2: 深紫外半导体灯与紫外汞灯对比	13
表 3: UV LED 行业厂商排名情况	13
表 4: UVC 半导体应用场景	13

1. UVC 半导体：新一代消杀技术，前景广阔

1.1. UVC：健康光源首选

UV (Ultraviolet) 是指波长在 10nm 至 400nm 之间的电磁波，即紫外线。根据波长可把紫外线分为长波紫外线 (UVA)、中波紫外线 (UVB) 和短波紫外线 (UVC)，波长分别为 320~400nm、280~320nm、100~280nm。

图 1：电磁波谱图 (200nm-1600nm)



资料来源：首尔伟傲世财报、天风证券研究所

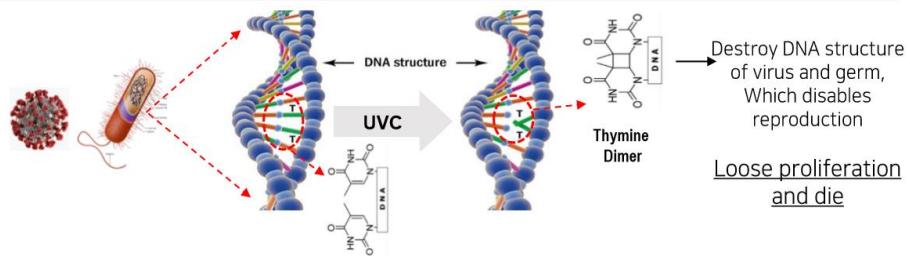
UVC 相较于 UVA、UVB 对人体影响很小。 UVA 穿透能力强，可到达皮肤真皮层，一方面，UVA 使皮肤中的黑色素前体直接转化为黑色素，使皮肤快速黑化；另一方面，UVA 会使皮肤中产生活性氧自由基，长期作用会给皮肤带来较大的氧化压力，并导致皮肤中的胶原蛋白、弹性蛋白和 DNA 损伤，从而造成皮肤老化、失去弹性、产生皱纹。UVB 主要作用于皮肤表层，UVB 会激活表皮底层的黑色素细胞中的酪氨酸酶合成黑色素，黑色素形成后逐渐迁移到最外层，使皮肤黑化、出现红斑、或被晒伤。总之，UVA、UVB 对人体皮肤都有损害，而 UVC 相较于 UVA、UVB 对人体伤害很低，这是因为 UVC 波长很短，穿透力很低，不能深入皮肤表皮。

1.2. UVC 杀菌消毒效果强，灭活病毒更彻底。

人们经常采用日晒的方式来消灭食物上的病菌，达到消毒、保质的作用，并根据阳光消毒的作用原理，逐渐发展了人造紫外线技术。紫外线是一种诱变剂，通过对微生物的辐射损伤和破坏核酸的功能使微生物致死，从而达到消毒的目的。在特定的波长范围（主要是 UVC）以及足够高的剂量下，紫外线能够引起细菌和病毒等微生物细胞中的 DNA 或 RNA 相邻嘧啶分子间形成异常的化学键，阻碍 DNA 或 RNA 的复制，从而造成微生物细胞死亡。深紫外半导体通过发出 UVC 波长的深紫外线达到杀菌消毒的效果。

图 2：UVC 杀菌原理

Emit UVC LED → Destroy DNA structure of virus and germ → Fundamentally prevent spread of epidemic disease



资料来源：首尔伟傲世财报，天风证券研究所

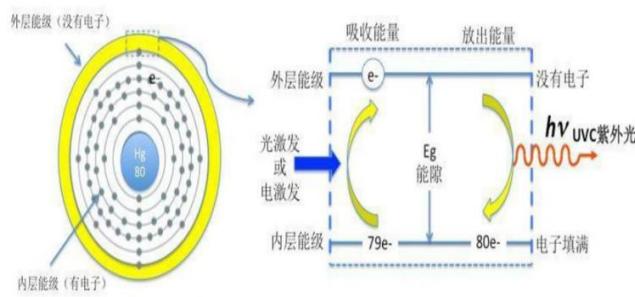
相比化学杀菌消毒，紫外线的优势是杀菌效率高，灭活一般在几秒内完成，而且不产生其它化学污染物。在一线医疗卫生机构，它也是重要的杀菌消毒设备。由于紫外线的波长越短，频率越高，所蕴含的能量越高，因此相较于 UVA 和 UVB，UVC 的杀菌能力更强、效果更快。

UVC 是自然界中杀菌效果最好的紫外线，但人们想直接利用太阳光中的 UVC 十分困难，这是因为 UVC 由于波长较短，在大气中就已经被臭氧层吸收、散射掉了，无法到达地面，所以，人造 UVC 就变得尤为重要。

1.3. UVC 半导体具有明显的优势：小型化、无毒害、使用便捷

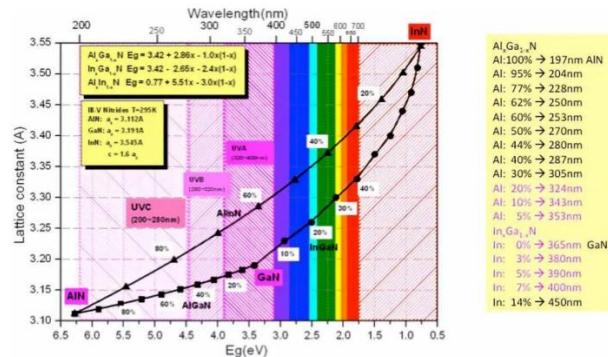
目前用于杀菌消毒的紫外光源主要有两种：传统汞灯和紫外 LED。汞灯是目前紫外线消毒、固化与曝光最主流的产品，这种灯的原理很简单，阴极射线管打出的高能电子激发汞蒸汽的原子呈激发态，激发态电子回到基态放出紫外光，如果外面涂上红绿蓝 RGB 的荧光粉，就是日光灯或节能灯。紫外 LED 是利用半导体发光原理来制造 UV 波段的光源，通过利用铝镓氮材料的配比变化，可以做出各种不同波段的紫外线与可见光。

图 3：汞灯发射紫外光原理图



资料来源：《UVLED 光源技术的最新进展及其对产品性能的影响》练海啸，天风证券研究所

图 4：不同铝镓氮材料配比与禁带宽度和发射波长示意图



资料来源：《UVLED 光源技术的最新进展及其对产品性能的影响》练海啸，天风证券研究所

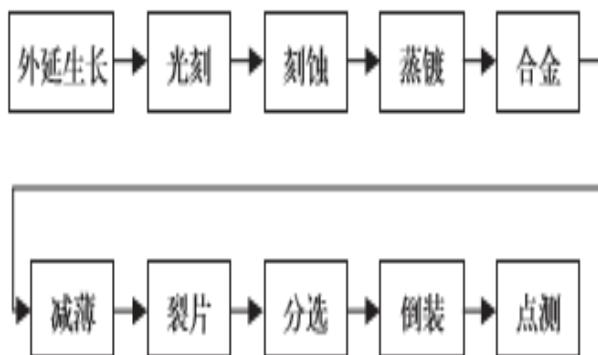
与紫外 LED 相比，传统汞灯有一些缺点：尺寸较大；启动时间长，无法做到即开即用；易碎，使用寿命短；剧毒，破裂后会造成汞泄漏，污染环境，严重危害人体健康。相比于传统汞灯的诸多缺点，深紫外半导体具有明显的政策优势和技术优势，在各种不同的杀菌消毒方式中，只有深紫外半导体同时具备节约能源、即开即用、节省空间、无毒无害、寿命长、无刺激性气味等优异特性。因此，深紫外半导体成为了新的环保、高效紫外光源的不二之选。

1.4. UVC 半导体工艺改进方向明晰，技术难题不断突破

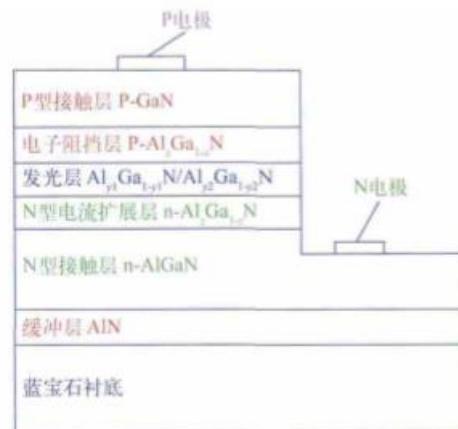
深紫外半导体的工艺与普通 LED 的工艺大体相同，但由于 UV-LED 的发光材料不同，因此选取的发光材料和封装形式会有一定区别。UVC 半导体芯片可分为衬底和外延层两部分：衬底通常沿用蓝光 LED 芯片所采用的蓝宝石衬底，外延层包括 AlN 模板层、N 型 AlGaN 层、多量子阱发光层、电子阻挡层和 P 型 GaN 接触层。芯片工艺，通过光刻、刻蚀漏出 N 型接触层，通过蒸镀以及合金，N 型、P 型与电极形成欧姆接触，然后通过减薄、裂片，对小芯粒进行分选，倒装到绝缘的硅片上。

图 5：深紫外半导体工艺流程示意图

图 6：深紫外半导体外延结构示意图



资料来源：《深紫外 LED 的研究与应用》张国华，天风证券研究所



资料来源：《深紫外 LED 的研究与应用》张国华，天风证券研究所

深紫外半导体由于发射的光谱波长通常小于 300nm，封装方式的选择会影响出光效率，而透镜封装和非透镜封装对紫外 LED 的出光影响尤其很大，所以制作工艺上对封装有较高要求，常用的封装形式包括覆晶封装（FLIP FLOP）、板上芯片封装（COB）和模组式封装（MODEUL）。

表 1：常用的深紫外半导体封装形式

封装形式	特点
覆晶封装（FLIP FLOP）	深紫外半导体常见的封装方式，主要采用倒装芯片的方式，具有体积小、高光效、导热好、可靠性高等特点。
板上芯片封装（COB）	封装效率最高的一种封装形式，节省器件的封装时间和成本，不需要支架，直接将芯片放在基层通过热处理的形式进行固定。
模组式封装（MODEUL）	主要应用于大功率的 LED 领域，具有发热量大、出光效率高、寿命长等特点。模组式封装的 UV-LED 能满足高光功率的要求。

资料来源：《浅析深紫外 LED 的前景与市场应用价值》张翔，天风证券研究所

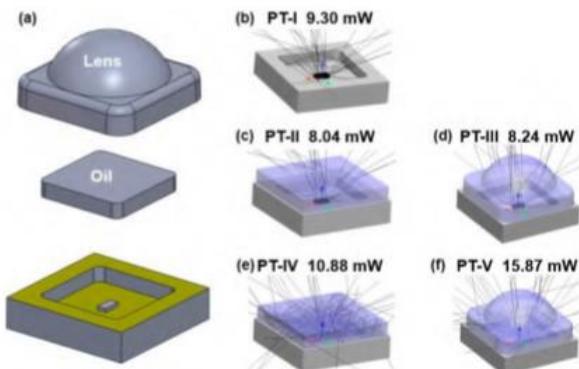
经过 10 多年研究和发展，280 nm 以下的深紫外半导体外量子效率已超过 5%，对应发光功率大于 5 mW，寿命达 5 000 h。功率的提升推动应用领域的发展，但相较于技术十分成熟的蓝光 LED，UVC 半导体存在芯片外延生长困难、封装材料易老化、光提取效率较低等三个主要问题。因后续对这些弱点的克服，推进相关技术改进是其发展的重点。

结合 UVC 半导体的使用特点与工艺流程，目前 UVC 半导体有四个努力方向：改进 UVC 半导体外延工艺、提升杀菌效率、改善散热、降低成本。

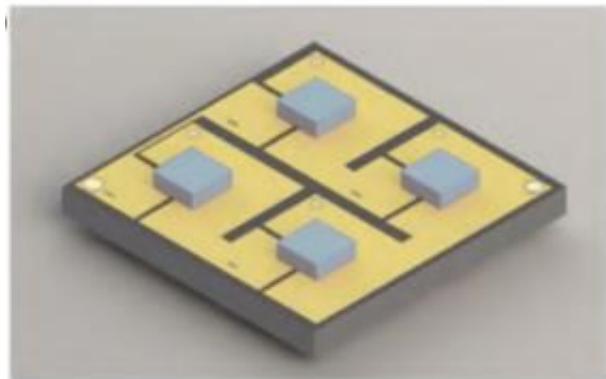
- **提高 UVC 半导体芯片性能：**目前 UVC 半导体芯片外延工艺主要存在缺陷位错密度高、电子注入率低、光提取效率较低等问题。对于缺陷位错密度高的问题，解决方案为 NH₃ 脉冲流多层 AlN 生长技术、纳米图案蓝宝石衬底、AlN 衬底等；对于电子注入率低，可采用硅、镁掺杂技术、梯度掺杂技术、脉冲掺杂技术等技术解决；对于光提取效率较低的问题，可采用倒装芯片技术、透明接触层和反射层的结构优化方案。总之，UVC 半导体外延工艺的难点问题逐渐得到解决。

图 7：新型 UVC 半导体硅油封装技术提升出射光功率

图 8：深紫外倒装芯片



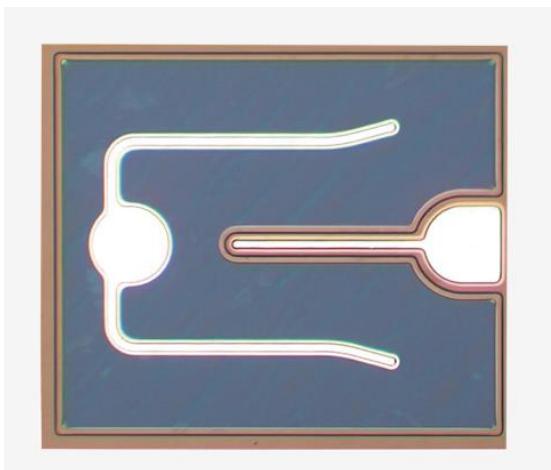
资料来源：《深紫外发光二极管研究进展及其在杀菌消毒中的应用》林岳，天风证券研究所



资料来源：《深紫外发光二极管研究进展及其在杀菌消毒中的应用》林岳，天风证券研究所

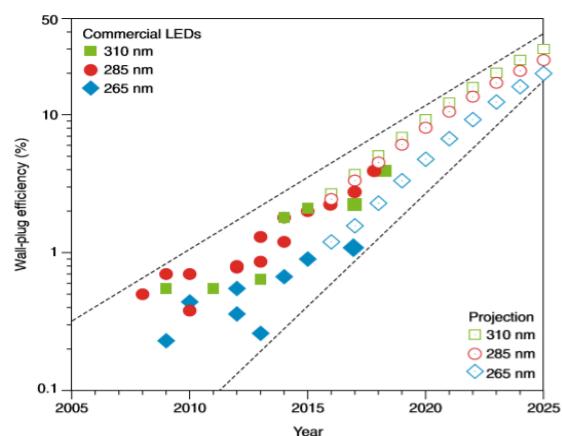
- **提升杀菌效率：**理论上 265nm 紫外线杀菌效果最好，但由于越靠近短波段，难度越大、良率越低、成本越高，不少芯片厂止步于 270~280nm 之间，转而专注提高功率，以谋求整体杀菌效率的提升。现阶段单颗 UVC 半导体功率的提升主要依靠更大尺寸的芯片来实现。然而，尺寸越大的芯片就越易碎，这就导致圆片的切割难度大、良率低。对此，业内出现了一种解决办法，采用多颗小功率芯片集成实现大功率，如青岛杰生就采用 4 颗芯片集成达到 100mW，并将成本控制在了 100 元左右。
- **改善散热：**UVC 半导体的电光转化效率极低，只有少部分电能转化为紫外光，大部分都以热能的形式流失，这就导致 UVC 半导体芯片发热严重，影响了 UVC 半导体产品的寿命和可靠性。由于 UV LED 电光转化效率低的根源在外延阶段，技术上又遭遇瓶颈难以突破，因此改善散热的任务就转嫁到了下游的封装和模组。在封装材料的选择上，业内主要采用导热系数出色的氮化铝基板和陶瓷基板，随着封装技术难点逐渐被攻克，目前单颗 UVC 半导体封装器件的寿命和可靠性已经不成问题。
- **降低成本：**UV LED 用在饮水机、净水器、加湿器、空气净化器等热门小家电会大幅增加产品成本，消费者难以接受；用在空调、洗衣机这类产品价值本身足够高的家电中，UVC 半导体的价格依然很难达到普通消费者的接受范围。这就倒逼着上游尤其是芯片端，不断通过完善技术、提高良率、扩大产能来压缩成本。随着我国芯片技术的不断发展和国家对于芯片产业的大力扶持，UV LED 的成本有望得到控制。

图 9：UVC 半导体芯片



资料来源：晶能光电官网，天风证券研究所

图 10：UVC 半导体逐渐变得高效、便宜



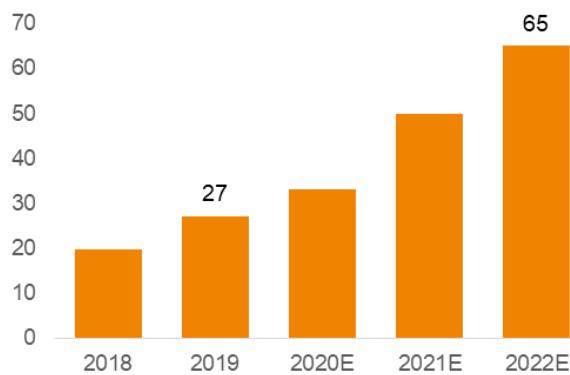
资料来源：《The emergence and prospects of deep-ultraviolet light-emitting diode technologies》M. Kneissl, 天风证券研究所

2. 2020：UCV 半导体元年，疫情加速产业发展，开启黄金五年

2.1. 紫外 LED 市场发展迅速，杀菌消毒行业潜力大

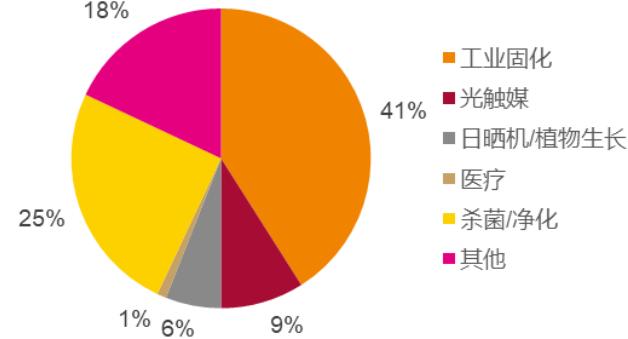
紫外 LED 市场发展迅速，2020 年 UV LED 将会真正进入高速增长期的元年。据 OFweek 数据，2019 年全球 UV LED 市场规模预计 27 亿元，同比增长 35%，预计到 2022 年市场规模达 65 亿元，年复合增长率高达 34.3%。其中 UVA 半导体市场规模最大，主要应用于工业固化、美甲、验钞上；其次是 UVC 半导体，主要应用在杀菌消毒、净水上；UVB 半导体主要应用在植物照明和光医疗，市场容量小。展望应用市场需求，除固化市场稳定成长之外，表面/空气杀菌净化、静止水杀菌、流动水杀菌为未来主要成长动能。

图 11：全球 UV LED 市场规模预测/亿元



资料来源：《半导体照明行业市场与封装技术发展趋势》章金惠、天风证券研究所

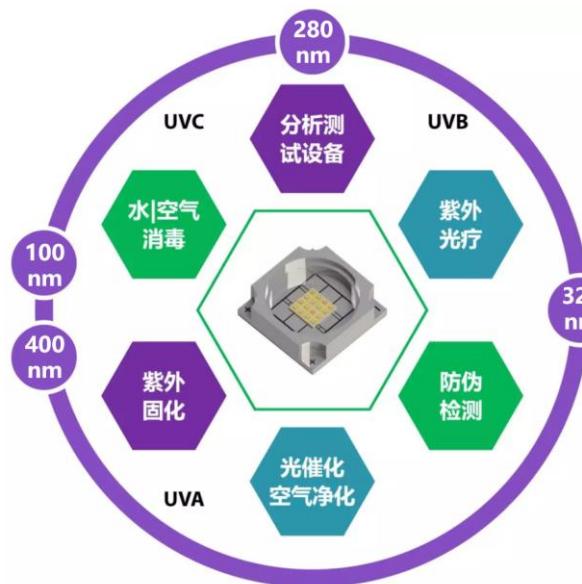
图 12：2018 年 UV LED 下游应用分类占比



资料来源：LED inside、天风证券研究所

UV LED 应用领域中杀菌/净化市场是未来发展最迅速、最有潜力的市场，产品应用以 UVC 为主。UV LED 应用广泛，根据 UV 波段不同而有所差别。其中，UVA 产品的典型应用为紫外固化和 UV 喷墨打印；UVB 应用主要以光疗为主；UVC 应用相对广泛，可以广泛应用在诸如医院，空调系统，消毒柜，水处理设备，饮水机，污水处理厂，游泳池，食品饮料加工及包装设备上，深紫外光源最常用于消毒杀菌领域。目前 UV LED 除工业固化外主要应用于饮用水的杀菌与净化市场，2018 年占总 UV LED 市场规模比重为 25%。

图 13：UV LED 不同波段的应用



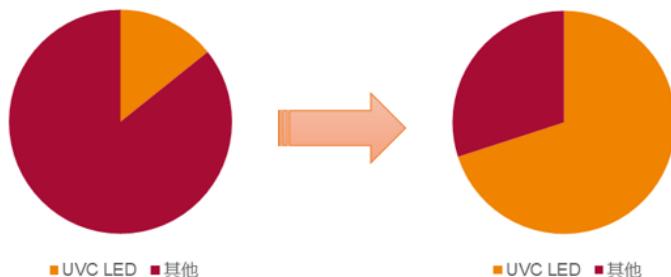
资料来源：OFweek、天风证券研究所

UVC 半导体下游应用广泛，市场潜力大。UVC 半导体广泛应用于空气净化、食品及物体表

面杀菌、洁净水、医疗及个人护理等领域，未来在家电、公共场所卫生保护等市场潜力较大。据 LED inside 估计，2023 年 UV LED 市场整体有望达到 9.91 亿美元，2019-2024 年全球 UV LED 市场规模年复合增长率高达 27%，其中 UVC 半导体产品年复合增长率预计达到 60%。来自消费终端的市场信息反馈，随着消费者对紫外杀菌消毒产品的理解不断加深，消费者需求也正催生出更多 UVC 半导体的应用场景，比如母婴消毒器、电梯扶手杀菌机、空气净化器、扫地机器人等。未来 UVC 半导体市场将具备超大的增长潜力，OFweek 预计 2022 年 UVC 半导体将占据 UV LED 的 70%市场份额。

图 14：UVC 半导体市场份额预测

2018 2022E



资料来源：OFweek、天风证券研究所

图 15：UVC 杀菌消毒部分应用产品



UVC LED 牙刷灭菌器



华为UVC空气净化器



移动便携式UVC杀菌灯



UVC LED杀菌加湿器



飞利浦UVC消毒灯



UVC净水器

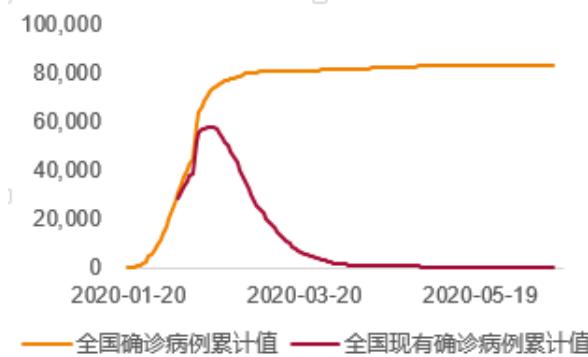
资料来源：天猫、京东、青岛杰生官网，天风证券研究所

2.2. 疫情蔓延推动杀菌消毒行业需求爆发

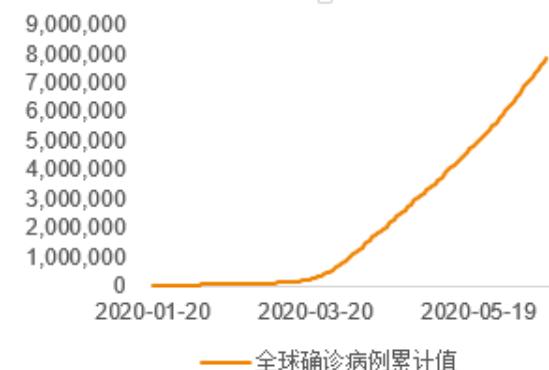
2019 年 12 月以来，湖北省武汉市陆续发现了多例新型冠状病毒感染的肺炎患者，随着疫情的蔓延，我国其他地区及境外也相继发现了此类病例。二月中旬开始，我国境内疫情得到有效控制。此后疫情席卷全球，截至 2020 年 7 月 19 日，中国累计确诊病例 86068 人，现有确诊病例 836 人，全球累计确诊病例（不含中国）超 1455 万人，现有病例 523.2 万人。

图 16：我国疫情蔓延情况

图 17：全球疫情蔓延情况



资料来源：Wind，天风证券研究所



资料来源：Wind，天风证券研究所

2020 年 2 月 5 日国家卫生健康委员会发布了《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第五版)》，方案中指出新型冠状病毒对紫外线和热敏感，56 摄氏度 30 分钟、75 度乙醇等均可有效灭活病毒。

疫情催生较大的消毒市场，紫外线消毒灯在环境空气消毒、饮用水及污水消毒、衣物和餐具表面消毒等领域被广泛使用。疫情爆发带动市场对紫外线灭菌灯的需求，此次疫情使得消费者对于紫外杀菌消毒的认知得到普及和重视，为 UVC 半导体提供了一个良好的发展机遇。

图 18：“紫外线灯”“紫外线杀菌灯”百度搜索指数

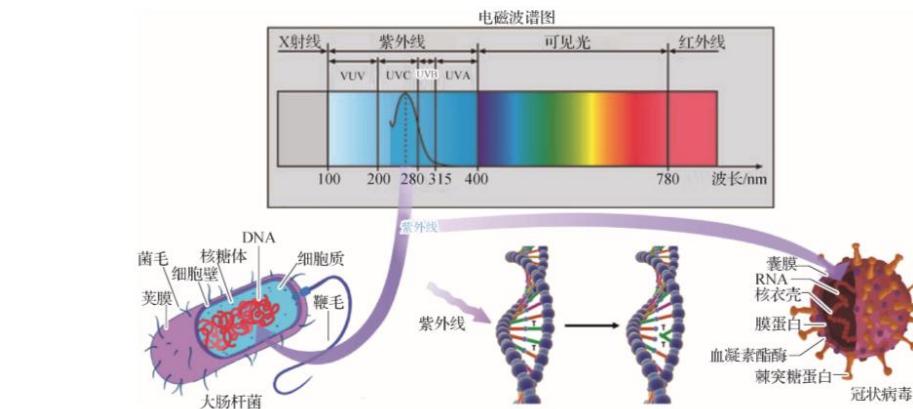


资料来源：百度指数，天风证券研究所

疫情使得人们更加重视健康，并随着厂商对紫外灯的不断改进，使之更加贴近生活，紫外灯有望作为健康产品进入人们的生活，从而带来持续的需求。

多项研究表明 UVC 半导体可有效杀灭冠状病毒。德国 UV 技术开发商好乐集团近期宣布已证明短波 UVC 照射能够有效灭活新型冠状病毒，研究结果表明，其 UV 单元能够在数秒内杀死冠状病毒，杀菌率达 99.99%；5 月 27 日，宫崎大学宣布，联合实验表明白机装的短波 UVC 半导体灯可有效抑制新型冠状病毒的传染力并将其杀灭，可将新型冠状病毒的传染力降低 99.9% 以上；哥伦比亚大学研究表明远 UVC 光能够杀死空气飞沫传播的季节性冠状病毒，灭活率达 99.9%。

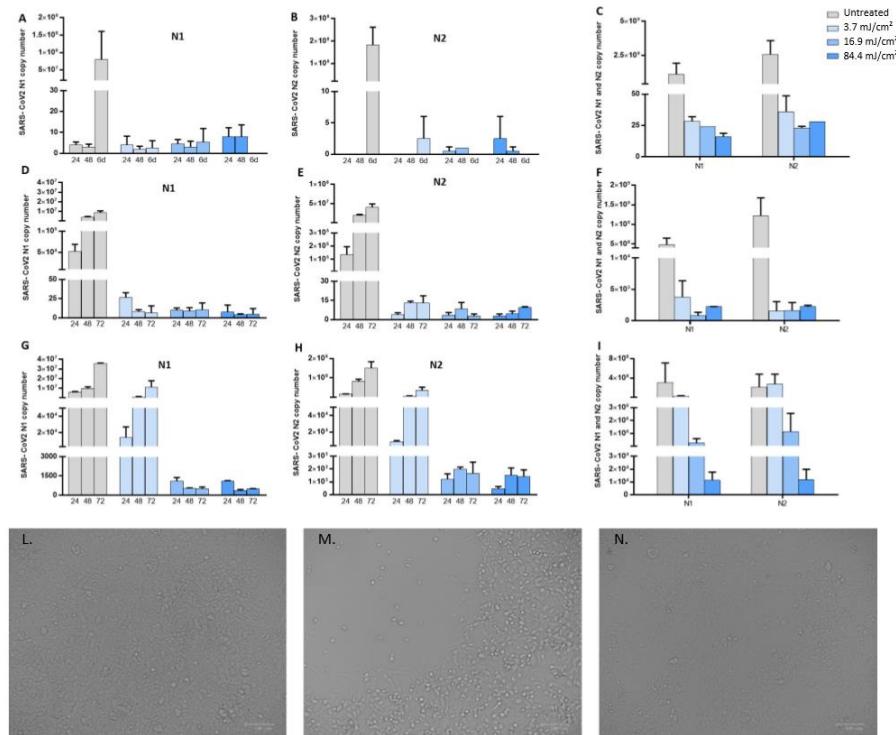
图 19：UVC 对大肠杆菌及冠状病毒灭活示意图



资料来源：《深紫外发光二极管研究进展及其在杀菌消毒中的应用》林岳、天风证券研究所

米兰大学、IRCCS 基金会和意大利国家天体物理研究所于 2020 年 6 月 5 日通过全球顶尖医学论文预印本网站 medrxiv 公开发表一项最新的研究成果：UVC 紫外光可有效抑制新型冠状病毒。研究人员采用不同功率的 UVC 紫外光源对新冠病毒进行照射，实验结果表明，在较低的感染复合指数 MOI=0.05 的情况下，紫外辐射剂量达到 $4\text{mJ}/\text{cm}^2$ 就可以杀死新冠病毒。即使是在极端情况下，感染复合指数高达 MOI=1000 的新冠病毒，紫外辐射剂量达到 $16.9\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 的就能有效抑制新型冠状病毒。根据这份研究报告，以最保守的计算：采用 30W 的 UVC 紫外光源，35s 就可以杀死新冠病毒。

图 20：UVC 照射新冠病毒实验



资料来源：《UV-C irradiation is highly effective in inactivating and inhibiting SARS-CoV-2 replication》、天风证券研究所

多家公司已推出 UVC 半导体杀菌产品。瑞丰光电子公司紫光推出 Magical Partner 杀菌盒，经第三方权威机构检测，对杀灭冠状病毒有效；三安光电、科沃斯商用机器人和纳泽光电携手推出一款面向 B 端市场的新式移动消杀机器人；昕诺飞正增加其 UVC 紫外线产品的产能并进一步拓展 UVC 紫外线产品组合，新推出的 UVC 紫外线产品系列包括应用于专业市场的各类消毒灯具和消毒柜。

图 21：瑞丰光电 Magical Partner 杀菌盒



资料来源：中国之光网，天风证券研究所

图 22：三安光电新式移动消杀机器人



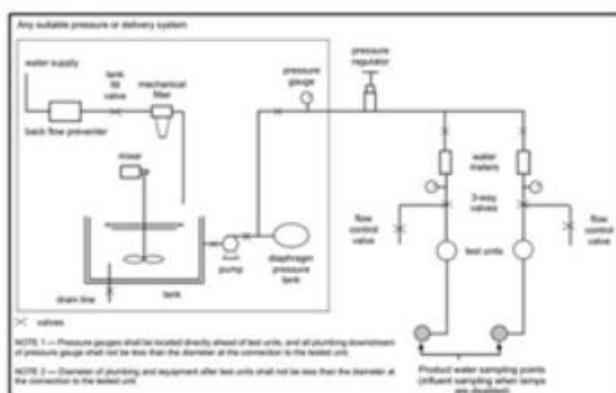
资料来源：中国之光网，天风证券研究所

2.3. 水俣公约落地，加速汞灯替代进程

水俣公约正式实施，UV-C 对汞灯替代加速。联合国在 2013 年通过的《水俣公约》已于 2017 年正式生效，近 140 个缔约国被要求自今年（2020）起，不能再生产及进出口含汞的产品。作为传统汞加工制造和汞污染大国，中国政府积极践行《水俣公约》要求，我国政府先后颁布了《中国严格限制的有毒化学品名录》和《优先控制化学品名录（第一批）》等系列政策文件，对汞的管控提出明确要求。

汞灯或俗称水银灯是目前紫外线消毒、固化与曝光最主流的产品，甚至日光灯管与节能灯也是汞灯最大的应用之一，相较于汞灯，LED 灯的使用寿命通常能超过 20000 小时，是传统汞灯的 10 倍以上，且启动速率快，体积小，能够配合不同应用需求设计，相较于汞灯灯管具有更高的应用弹性。更重要的是，UV LED 不会造成环境污染，消耗的能量也低，比汞灯更为环保安全。长期来看，UV LED 作为紫外光源将成为未来的市场主流，实现对汞灯的替代。

图 23：美国《NSF/ANSI 55》系列标准测试水路图



资料来源：LED inside、天风证券研究所

图 24：美国《NSF/ANSI 55》系列标准测试方法

测试方法		
□ 测试水路模拟家庭水供水系统的实际情况，包含蓄水池、水泵，以及监控所需的流量计、压力表等等。测试需要两个杀菌器样品		
□ 测试周期7天，模拟不同场景。共10个取样点，以平均灭杀率作为判定指标		
DAY 1 不加入微生物进行测试	模拟水路初装的场景	
DAY 2/3/4 每天加入定量的微生物，进行测试	模拟正常使用场景	
DAY 5/6/7 加入微生物，水路关闭两天，待微生物充分繁殖，DAY7才进行测试	模拟久未使用，再开启时的场景	
□ 7天测试周期中，除取样时手动关闭杀菌器电源外，其他时候杀菌器保持通电。注意持续通电不代表持续工作。产品的工作模式、触发方式取决于产品设计。		
□ 该方法除了可以评估过流式杀菌器外，还可以评估间歇式工作的抑菌设备		

资料来源：LED inside、天风证券研究所

与传统的汞蒸气紫外放电光源相比，深紫外半导体具有诸多的优势：

- 高效：单位面积的光强超过汞灯的 1000 倍。比如单颗 LED 的发光面积仅为 0.3 mm*0.3 mm，但光功率大于 1 mW，而汞灯在如此小的面积上发出的光功率不到 1 mW。
- 环保：半导体材料无毒无害，紫外 LED 也不含任何有毒物质。
- 节能：同样的光输出功率，耗能仅是汞灯的 1/10。
- 可靠：体现在开关特性和使用寿命可智能控制方面。由于 LED 的发光特性，脉冲式的

开关对 LED 的寿命没有任何影响，6V 的直流电接通就同步发出紫外线，而汞灯的开关则直接影响其寿命，因此与传统的汞灯相比，LED 的紫外线发出和控制极为简单便利。

表 2：深紫外半导体灯与紫外汞灯对比

性能比较	传统水银灯	新型紫外 LED
光谱特性	固定，多杂峰	单峰，可调
单位面积输出光强	1 mW/cm ²	1000 mW/cm ²
高频响应	需 5min 稳定	开关频率 > 108Hz
外形尺寸	灯管体积 > 15000mm ³ , 不含 启辉器、镇流器	芯片 1mm*1mm*0.5mm, 封装后 10mm ³
工作电流	一般 0.2A	可调
工作电压	交流 110~220V, 启辉瞬间需 15kV	直流 8~10V
明暗调节	不可以	可以
寿命 (30%衰减)	500h	2000h

资料来源：《深紫外半导体的研究与应用》张国华，天风证券研究所

2.4. 国内外厂商积极布局

国内外 LED 厂商积极布局 UVC 半导体产业，UVC 半导体产品已量产。近年 LED 产业竞争增加，LED 厂商积极拓展新产品市场，高毛利率的 UVC 半导体就是其中一个方向，包含 Nichia、OSRAM OS、UVphotonics、Violumas 等日韩厂商都积极朝向高功率 UVC 半导体应用发展，进入流动水模块市场。

从台湾 LED 厂布局来看，晶电推出 275~285nm UVC 半导体产品，隆达开发搭载光学透镜封装形式的 UVC 半导体，可应用于日常杀菌消毒使用。晶电和隆达 UVC 半导体产品目前都已经量产出货。其他包括佰鸿、光鋐也都开发了 UVC 半导体产品，正在跟客户接洽中。亿光推出可搭配提供不同功率的 UVC 半导体模块，用于 UV 净水器，另外还有 UVC 半导体灭菌灯、灭菌手电筒。此外，光宝科推出 270~280nm UVC 半导体产品，可以在多个领域得到应用。

2018 年排名第一的紫外线 LED 厂商为 Nitride Semiconductors。我国则以圆融科技为行业龙头，2018 年圆融科技位于世界第五位。目前市场上高端的深紫外半导体产品仍主要以日本、韩国厂商为主，不过越来越多的国内半导体公司开始关注深紫外行业，进行了深度布局。

表 3：UV LED 行业厂商排名情况

2017	2018
Seoul Viosys	Nitride Semiconductors
LG Innotek	Seoul Viosys
Nitride Semiconductors	LG Innotek
Nichia	Nichia
Epitop 圆融	Epitop 圆融

资料来源：LED inside，天风证券研究所

3. 2B&2C&2G 众多应用打开成长空间，家电标配有望成为趋势

3.1. UVC 半导体下游应用广泛，2B&2C&2G 应用打开成长空间

UVC 半导体下游应用广泛，从应用场景来看，UVC 半导体的应用方向可以分为表面杀菌、空气杀菌、静止水杀菌和流动水杀菌。

表 4：UVC 半导体应用场景

类别	应用场景
表面杀菌	医疗器具、母婴用品、智能马桶、冰箱、餐具橱柜、保鲜盒、智能垃圾桶、保温杯、电扶梯扶手及自动售票机按钮等高频公共接触表面等
空气杀菌	空气净化器、空调
静止水杀菌	饮水机水箱、加湿器、制冰机
流动水杀菌	流动水杀菌模块、直饮水机

资料来源：LED inside, 天风证券研究所

从时间维度来看，UVC 半导体应用方向可以分为短期市场和中长期市场。短期市场包括家用空调、加湿器、空气净化器、智能垃圾通、电动牙刷杀菌盒、饮水机、制冰机、智能马桶及食物保鲜等；中长期市场包括商用空调、立式空调、母婴用品杀菌消毒、过流式直饮水的杀菌等。

图 25：首尔伟傲世 Violeds UVC 半导体应用产品



资料来源：首尔伟傲世财报, 天风证券研究所

2B&2C&2G 众多应用打开成长空间：

- **2B&2C 应用：**自我国推行产业升级政策以来，消费升级概念深入人心，产品智能化及健康概念产品越来越受到消费者的追捧。加之新冠肺炎疫情推动，B 端及 C 端用户杀菌防毒意识提升，居民对自身健康更加关注，母婴杀菌用品、除菌冰箱、杀菌洗衣机，杀菌空调、除菌马桶等与健康高度相关的产品受到消费者更多的青睐，有望推动 UVC 半导体 2B&2C 应用加速发展。

图 26：UVC 在家电、家居、母婴等市场部分应用产品



资料来源：京东、天猫，天风证券研究所

- **2G 应用：**受疫情推动，公共场所杀菌消毒需求大幅增加，由于公共场所空间相对封闭，比如高铁站、地铁站、机场等，人群聚集、空气欠流通，病毒感染的风险较高，消毒杀菌在防控疫情的工作中显得尤为重要。UVC 半导体凭借安全、环保、小巧、高效、低耗等性能以及无化学残留的特性，在公共场所杀菌消毒可以发挥重要的作用，在未来会得到越来越多的应用。

图 27：武汉地铁空调冷气吹进车厢前进行紫外线消毒



资料来源：LED inside、天风证券研究所

图 28：美国三大机场采用 UVC 杀菌机器人杀毒



资料来源：LED inside、天风证券研究所

3.2. 家电标配有望成为趋势，UVC 半导体加速渗透

受新冠疫情影响，家电品牌加强杀菌防疫商品。目前市场每年成长双位数的扫地机器人，品牌厂有意将 UVC LED 纳入规格，对集尘盒再杀菌，冷气机、空气清净机也有意导入，未来有望成为家电标准配备，法人透露，欧美及中国大陆一线大厂找上 LED 厂隆达供应，强攻杀菌商机。

目前，很多白色家电搭配能杀菌、除臭的 UVA 半导体，但新冠肺炎疫情爆发后，能在短时间内透过辐射破坏微生物机体（包括细菌、病毒及芽孢等病原体）的 UVC 半导体受到家电品牌厂商高度重视。

5 月，首尔伟傲世宣布其用于清洁洗衣的 Violeds UVC 半导体 产品已批量生产，并且已供应用于电器制造商海信和海尔，用于洗衣机内外筒之间杀菌和除臭问题，同时也对洗衣机用水进行杀菌。近日，该公司再宣布与另一个中国家用电器品牌格力达成合作。格力将推出采用 Violeds UV LED 技术的新空调产品系列 Fresh Air。

图 29：首尔伟傲世 Violeds UVC 半导体产品



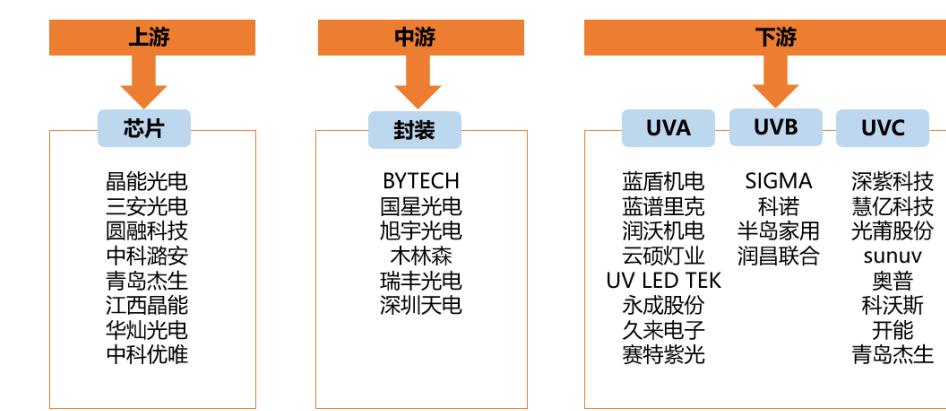
资料来源：LED inside, 天风证券研究所

国内家电市场规模庞大，智能家电市场规模逐年上升。根据中国电子信息产业发展研究院发布的《2019 年中国家电市场报告》显示，2019 年中国家电市场零售额规模达到 8910 亿元。同时，国内智能家电规模逐年上升，根据前瞻产业研究院的数据，2018 年我国智能家电市场零售额达到 3492 亿元，预计到 2024 年，中国智能家电市场规模将突破 7000 亿元，2018-2024 年复合增长率达 13%。相比普通家电，UVC 半导体在智能家电的应用将会更快、更广，家电标配有望成为趋势。

4. 大陆生态优势显著，产业链三大机会：芯片、模块、品牌

我国拥有完整的 UVC 半导体产业链，与传统的 LED 产业链相类似，UVC 半导体产业链主要可分为芯片、封装、下游灯具应用等领域。**相较传统 LED，UVC 半导体对技术的要求更高，行业门槛有所提高。**UVC 半导体采用高频率的深紫外光源，对芯片、封装技术和材料性能提出更高要求。其中芯片技术是目前深紫外半导体产品的主要瓶颈与核心竞争力，能够实现自制生产设备的企业不多，行业领先的大厂和紫外 LED 细分领域的龙头企业投资不断加码。

图 30：深紫外半导体产业链及我国相关公司



资料来源：UV LED 产业联盟，天风证券研究所

在 UVC 半导体上游芯片制造方面，国内有晶能光电、三安光电、圆融科技、中科潞安等公司。新冠肺炎疫情促使企业积极投入生产和建设生产线、优化工艺流程，从而加快 UVC 半导体新产品上市，抓住市场机遇。

图 31：国内四家 UV LED 芯片制造公司基本情况

公司	主要产品	最新进展
晶能光电	硅衬底 UVA LED 芯片	推出硅衬底 Mini LED 芯片新品；
	蓝宝石 UVA LED 芯片	推出 UVC 静态水杀菌模组和 UVC 空气杀菌模组
三安光电	全色系超高亮度发光二极管外延及芯片	三安拥有规模化的 LED 芯片产能，约占全球芯片产能的 19.72%
圆融科技	LED 芯片 LED 外延片	参与编写《2020 年 UV LED 产业发展白皮书》
中科潞安	UVA/B/C LED 芯片 UVC 灯珠	推出手持式深紫外杀菌仪、便携式杀菌仪等产品

资料来源：公司官网，天风证券研究所

在 UVC 半导体中游，封装公司开始加快布局。国内主要有 BYTECH、国星光电、旭宇光电等公司，与芯片制造相比，封装的技术壁垒相对较低。国内有很多封装公司，规模相对较小，主要分布在长三角和珠三角地区，通过优化公司治理结构、改善资本营运能力、增加资本投入，以及和跨境合作加速发展和布局 UVC 半导体产品。

图 32：国内四家 UV LED 封装公司基本情况

公司	主要产品
BYTECH	UVA/C 封装
国星光电	UV LED 芯片
旭宇光电	UVC LED 灯珠/UV LED 封装
木林森	UV LED 封装/照明

资料来源：公司官网，天风证券研究所

国内 UVC 半导体芯片市场呈现出两个特点：

- **细分龙头深紫外芯片技术不断突破。**圆融科技子公司青岛杰生从 2008 年开始一直深耕深紫外半导体市场，目前可以实现深紫外半导体芯片量产销售，并自主进行深紫外封装、模组产品生产销售，布局了整个深紫外芯片-封装-模组产品链。
- **传统 LED 龙头厂商加快布局。**传统照明 LED 芯片巨头三安光电和初创公司武汉深紫也于 2019 年实现了深紫外半导体芯片量产，其中三安光电是以销售深紫外半导体芯片为主，处于整个行业产品链的上游；而武汉深紫则主要基于自己研发的芯片制作深紫外半导体封装及模组产品，但对外不提供核心深紫外半导体芯片。此外，国内正在研发深紫外半导体芯片的公司还有中科潞安、华灿光电、鸿利秉一（主营封装，芯片采购自 LG）等白光 LED 行业巨头。

在 UV LED 下游方面，可以细分为 UVA 半导体固化、UVB 半导体光疗和 UVC 半导体杀菌消毒三个应用方面。

- **UVA 半导体固化：**主要应用于印刷和木材涂料领域，波长以 UVA 为主，同时与 UVB、UVC 波段配合使用，国内 UVA 半导体固化光源设备公司主要有蓝盾机电、蓝谱里克、润沃机电、云硕灯业、UV LED TEK、永成股份等公司。
- **UVB 半导体紫外光疗：**主要应用于美容和家用仪器，国内 UVB 半导体厂商主要有 SIGMA、科诺、半岛家用、润昌联合等公司。
- **UVC 半导体杀菌消毒：**新冠肺炎疫情加速了 UVC 半导体杀菌消毒产品的应用进程。国内 UVC 半导体应用公司主要是：深紫科技、慧亿科技、光莆股份、sunuv、奥普、科沃斯、开能等公司。

图 33：国内部分 UVC 半导体应用公司基本情况

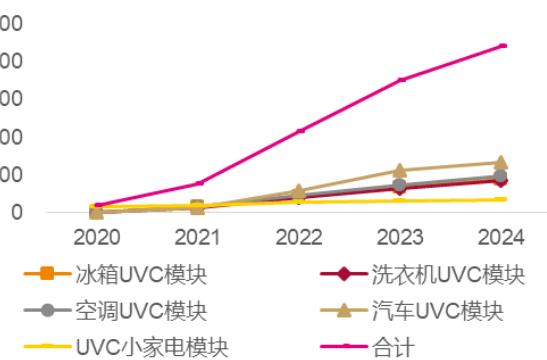
公司	主要产品
深紫科技	深紫外 LED 灯珠、UVC-LED 模组、深紫外 LED 芯片
慧亿科技	UVC 消毒/灭菌模组
光莆股份	紫外杀菌消毒仪/LED 照明灯
科沃斯	空气净化机器人/扫地机器人
开能	水处理设备/空气净化机

资料来源：公司官网，天风证券研究所

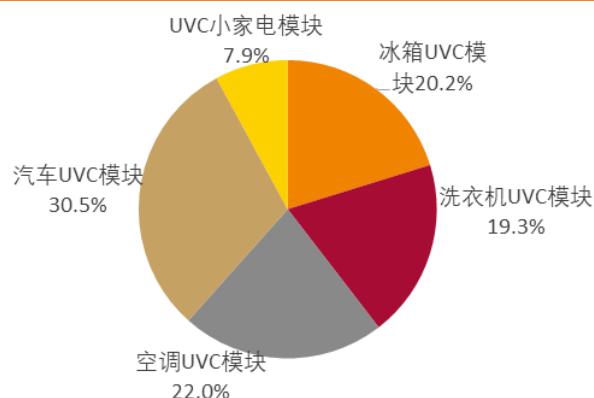
疫情推动 UVC 半导体产业链加速发展，产业链在芯片、模块、品牌等方面迎来新机遇。以全球冰箱、洗衣机、家用空调、UVC 小家电为例进行测算，按照行业规模逐步提升、杀菌模块单价逐步下降的趋势，预计从 2020 年到 2024 年，UVC 杀菌模块在洗衣机、冰箱、家用空调、UVC 小家电上的市场规模将分别从 1.74 亿元、1.85 亿元、1.94 亿元、15 亿元上升到 85.38 亿元、89.27 亿元、97.36 亿元、35 亿元，预计到 2024 年 UVC 杀菌模块在汽车方面的市场规模达 134.59 亿元。

图 34：2020-2024 年全球 UVC 杀菌模块市场规模预测

图 35：2024 年全球 UVC 下游应用分类占比



资料来源：天风证券研究所测算，天风证券研究所



资料来源：天风证券研究所测算，天风证券研究所

投资建议：(1) UVC 半导体芯片，建议关注三安光电和韩国 Seoul Viosys (092190.KS)，非上市公司建议关注圆融杰生、优炜星等；(2) UVC 封装和模块方面，看好封装大厂的机遇；(3) 在品牌方面，看好传统家电品牌的增量和新锐品牌的高成长性

图 36：国内部分 UVC 半导体公司基本情况

公司	发展情况
圆融科技	公司致力于全色系发光二极管 LED 外延片、芯片、照明产品的研发、生产和销售以及照明显亮化工程施工安装，在深紫外半导体领域世界领先，100%控股的子公司青岛杰生是中国唯一使用自制外延设备，掌握外延生长核心技术的深紫外 LED 制造商。
优炜星	从事半导体紫外 LED 核心器件及光源系统相关产品的研发、生产和销售于一体的高新技术企业，产品覆盖 UVA、UVB、UVC 全波段。公司背靠华中科大，高技术人才储备充足。
中科优唯	公司围绕氮化物基深紫外光电材料产业，开展氮化物紫外、深紫外以及高温功率微电子外延材料用设备制造、外延片生产和芯片生产。公司拥有下游高质量客户，目前已经与中科院研究所、中国技术交易所以及上市公司鸿利智汇等客户展开合作，未来随着深紫外市场逐步打开，有望与合作伙伴实现双赢。
木林森	木林森是一家集 LED 封装与 LED 应用产品为一体的综合性光电高新技术企业，2017 年木林森收购欧司朗旗下朗德万斯。2020 年公司携手至善半导体，进军深紫外半导体市场，并 6.66 亿战略加码深紫外半导体。2020 年 7 月，公司引入小米战略投资，强化智能照明、Mini LED 背光和 UVC 竞争力。

资料来源：公司官网，天风证券研究所

5. 风险提示

- 新冠疫情控制不及预期：新冠疫情席卷全球，虽然国内疫情虽然已经得到控制，但仍存在反复的可能性；
- 经济恢复不及预期：受疫情影响和贸易摩擦影响，经济恢复可能不及预期；
- 深紫外半导体技术突破不及预期：深紫外半导体技术存在部分技术难点，深紫外厂商能否及时突破技术难点存在不确定性。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益 20%以上
		增持	预期股价相对收益 10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅 5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下

天风证券研究

北京	武汉	上海	深圳
北京市西城区佟麟阁路 36 号	湖北武汉市武昌区中南路 99 号	上海市浦东新区兰花路 333 号	深圳市福田区益田路 5033 号
邮编：100031	号保利广场 A 座 37 楼	号 333 世纪大厦 20 楼	平安金融中心 71 楼
邮箱：research@tfzq.com	邮编：430071	邮编：201204	邮编：518000
	电话：(8627)-87618889	电话：(8621)-68815388	电话：(86755)-23915663
	传真：(8627)-87618863	传真：(8621)-68812910	传真：(86755)-82571995
	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com

有点报告社群

分享8万+行业报告/案例、7000+工具/模版；
精选各行业前沿数据、经典案例、职场干货等。



截屏本页，微信扫一扫或搜索公众号“有点报告”
回复<进群>即刻加入