



2023 Micro-LED产业 技术洞察白皮书

技术突破在即 后端应用在望

国家第三代半导体技术创新中心（苏州） | 江苏第三代半导体研究院 | 智慧芽
联合发布

发布机构

国家第三代半导体技术创新中心（苏州）（以下简称国创中心）围绕落实国家科技创新重大任务部署，打造国家战略科技力量，以关键共性技术攻关为核心使命，促进各类相关创新主体和创新要素有效协同、形成合力，集聚全国优势力量为第三代半导体产业提供创新源头技术供给，输出高质量科技创新成果，辐射带动形成一批具有核心竞争力的创新企业，贯通创新链、技术链、人才链和产业链，培育发展新动能，加快我国第三代半导体产业创新能力整体跃升。国创中心于2021年3月获科技部批复支持建设，江苏第三代半导体研究院为其建设实施单位。

国创中心目前由郝跃院士担任首任主任，拥有核心团队80余人；建有研发和产业化场地2.1万平米，建成材料生长创新平台、测试分析与服役评价平台等公共服务平台；构建政产学研用深度融合的技术创新体系，已设立17家联合研发中心，围绕国家重大战略及产业链关键共性技术，多次组织国内优势单位协同攻关，并承担江苏省、科技部重点研发任务。国创中心成立规模3亿元科技专项基金，支持中心项目孵化。目前已累计申请知识产权180余件，引进孵化第三代半导体企业11家。



智慧芽是一家科技创新信息服务商，致力于为全球创新企业和创新生态人群提供服务，提供创新数据以洞察信息，提供创新工具促进敏捷协作，以开放合作构建创新生态，实现“连接创新，突破边界”的使命和价值。

以机器学习、计算机视觉、自然语言处理（NLP）等人工智能技术和大数据加工工厂2.0的卓越能力为基础，智慧芽构建起丰富的产品和解决方案矩阵——面向知识产权人群提供包括专利数据库、知识产权管理系统在内的知识产权信息服务，面向研发人群提供研发情报库和竞争情报库，面向生物医药行业提供新药情报库、生物序列数据库、化学结构数据库等，面向金融机构提供企业科创力评估、产业技术链、专利价值评估等。此外，智慧芽还打造了智慧芽学社、咨询、创新研究中心等，为广泛的科技创新人群提供无限价值。



目录

01 Micro-LED技术概览

02 Micro-LED产业&竞争环境介绍

03 Micro-LED重点技术解析

04 Micro-LED典型企业技术布局

01

Micro-LED 技术概览

技术介绍

主要应用场景&市场规模

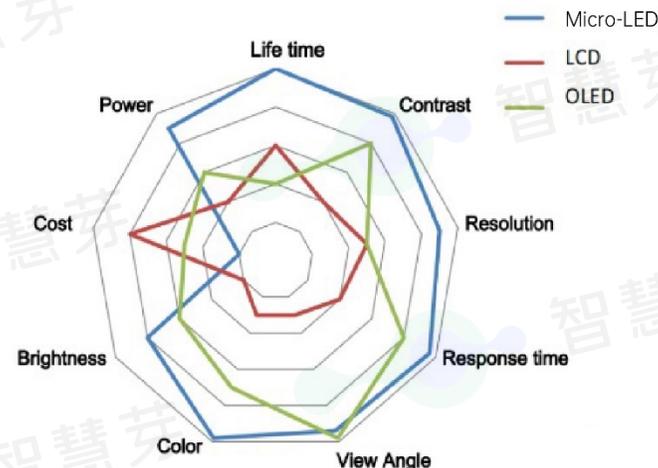
技术发展史

技术创新概况

Micro-LED：芯片高集成、高密度和微小尺寸化，将成为LED未来的发展方向

Micro-LED：在一个芯片上集成高密度微小尺寸的LED阵列

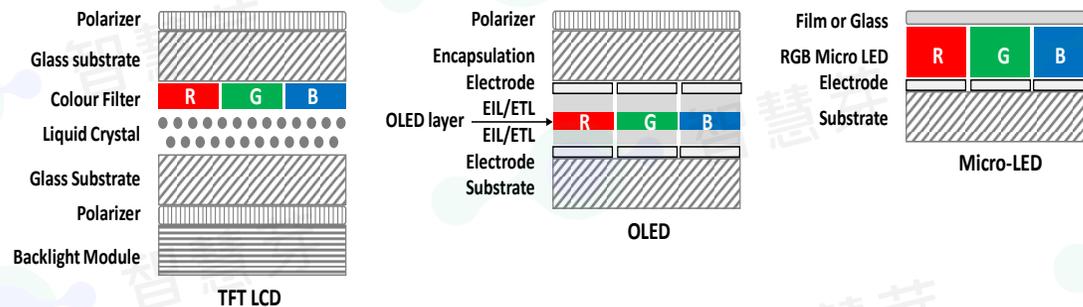
➢ 相比于已经大规模量产的LCD技术和OLED技术，Micro-LED几乎在各个技术维度上都有着非常优越的性能优势：长寿命，高对比度，可实现高分辨率，响应速度快，更广的视角效果，丰富的色彩，超高的亮度和更低的功耗等。



Micro-LED、LCD和OLED参数对比

Micro-LED促使显示屏向轻薄化、小型化、低功耗、高亮度方向发展

➢ 高反应速度的Micro-LED是如今非常热门的新一代的显示概念，将成为LED未来的发展方向。

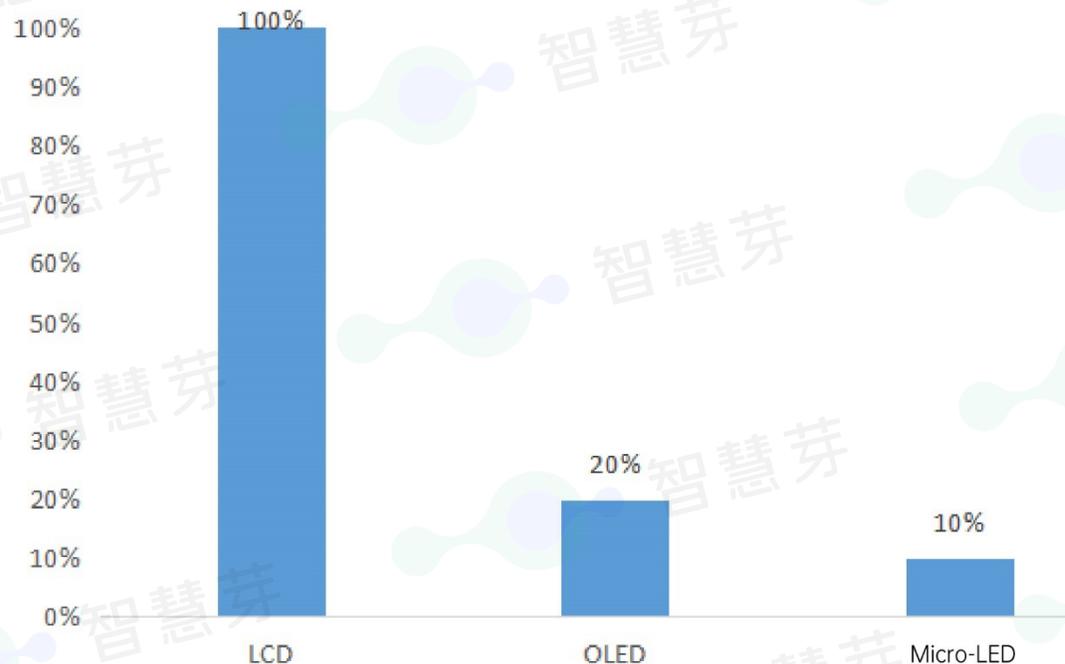


Micro-LED：与LCD和OLED相比具有低功耗性能优势

优势1：低功耗

- Micro-LED采用三原色亚像素自发光的结构，LCD显示过程中需要借助背光源到偏光片再到彩色滤光片，该显示过程中有大量能量损耗，两者相比，在显示应用中 Micro-LED的功耗是LCD功耗低的10%左右
- Micro-LED采用无机材料发光，发光效率更高，OLED采用有机材料发光，两者相比Micro-LED发光功耗低于OLED
- 在显示相同的画面，Micro-LED的功耗低于OLED，并且远低于LCD

LCD、OLED和Micro-LED 功耗比



资料来源：Micro LED Display，太平洋证券整理

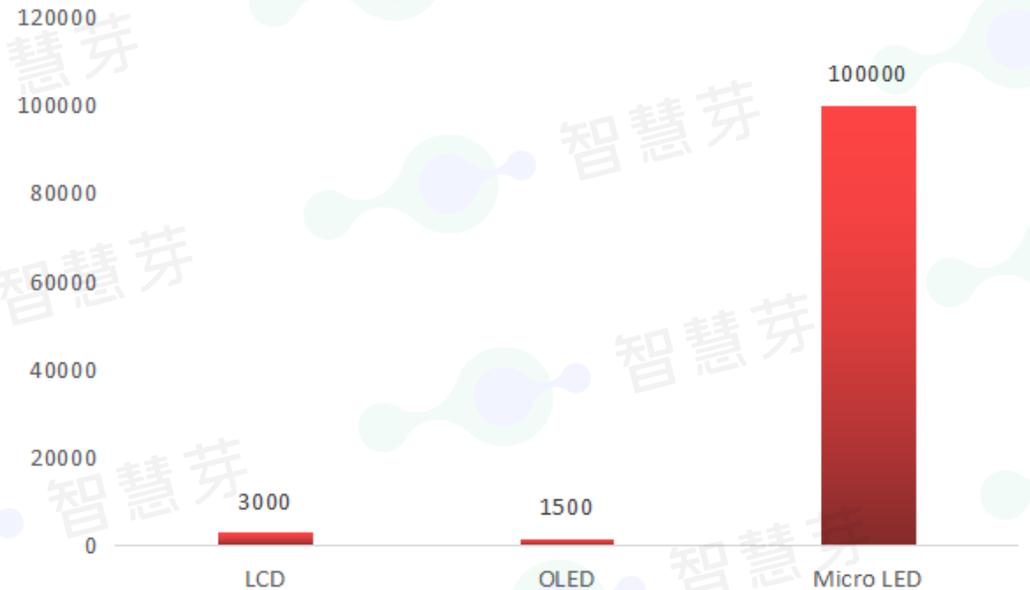
Micro-LED：与LCD和OLED相比具有高亮度优势

优势2：高亮度

Micro-LED的亮度大约是LCD的30倍，OLED的60倍

- Micro-LED的发光效率方面明显大于LCD
- 与OLED使用有机材料不同，Micro-LED在发光部分中使用了氮化镓（GaN）材料，这种材料可以提供明显优于OLED的亮度
- 理论上，Micro-LED亮度可以达到 10^5 cd/m²，远高于LCD的3000 cd/m²和OLED的1500 cd/m²

LCD、OLED和Micro-LED
亮度（全彩）比较，cd/m²



资料来源：LED微显示技术[J],太平洋证券整理

Micro-LED：与LCD和OLED相比具有高分辨率

优势3：高分辨率

- 在Micro-LED显示技术下每一个Micro-LED都是一个能够自发光的像素（Pixel），同时单个Micro-LED都在微米级别，因此它可以做到非常高的分辨率
- Micro-LED显示屏的像素密度可以做到1500PPI以上，而LCD和OLED屏幕PPI约在800PPI和400PPI左右

5.5寸micro-LED屏幕PPI估算

5.5寸Micro-LED屏幕	情形一	情形二
LED Size (直径/μm)	5	5
点间距 (μm)	15	20
对角线像素分布 (个)	13974	9316
PPI	2541	1694

资料来源：太平洋证券整理



Micro-LED: 应用场景覆盖显示、穿戴设备、智能终端等场景

潜在技术支持单位



Micro-LED TV
SAMSUNG

头戴微显示&眼镜

智能手表

车载显示

智能手机

其他潜在竞争者

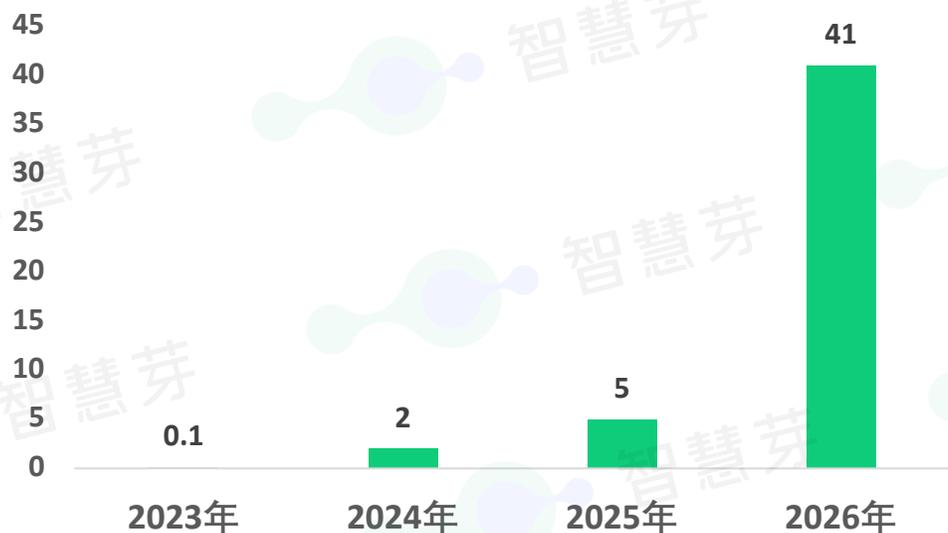
Micro-LED TV持续降低成本



Micro-LED显示应用场景预计率先实现较大规模化市场增长

- 随着Micro-LED相关的红光芯片、转移、全彩显示等关键技术的突破和逐渐成熟，商业化和产业化成本大幅度降低，芯片良率进一步提高，Micro-LED预计将率先实现后端的显示场景应用

2023-2026年Micro-LED AR眼镜显示器芯片产值预测



数据来源：集邦咨询

Micro-LED显示产品应用举例

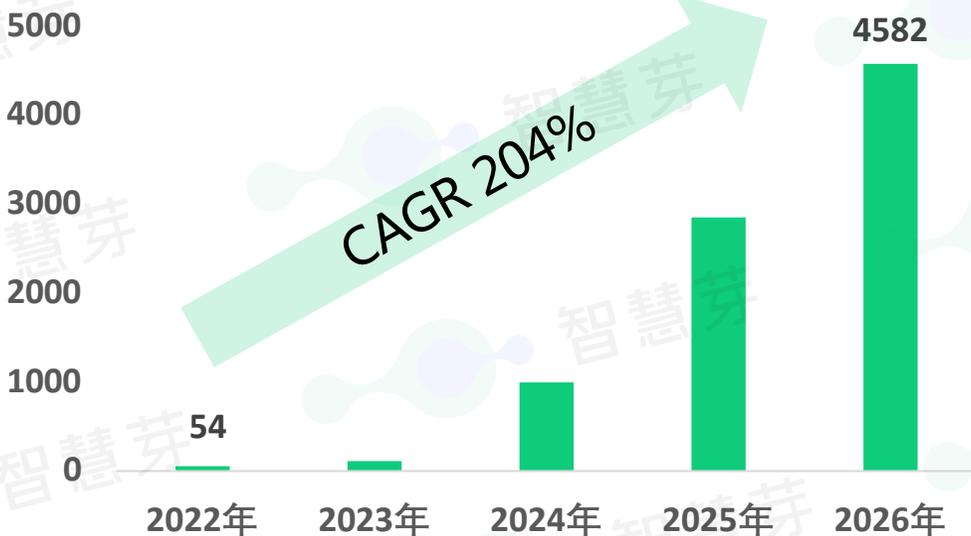
产品名称	发布时间	产品特点
Oppo Air Glass	2021年	单目绿色
雷鸟智能眼镜	2021年	双面彩色
小米智能眼镜	2021年	单目绿色
Tooz ESSNZ Berlin	2022年	单目绿色
Mojo shield	2022年	单目绿色
三星大屏电视（展会）	2018-2022年	搭载自发光LED模块

- 在较多的Micro-LED显示应用中，微型显示器应用场景（例如VR穿戴、智能手表等）是继大型显示应用场景之后的另一重点应用场景
- 预计在2026年Micro-LED AR眼镜显示器芯片产值高达41百万美元

- 目前Micro-LED芯片已在眼镜、电视等显示场景实现产品化，但大部分产品受价格限制，大部分产品处于概念阶段，还未实现大规模市场推广

Micro-LED显示器及其芯片等零配件行业受下游应用市场影响，增幅潜力大

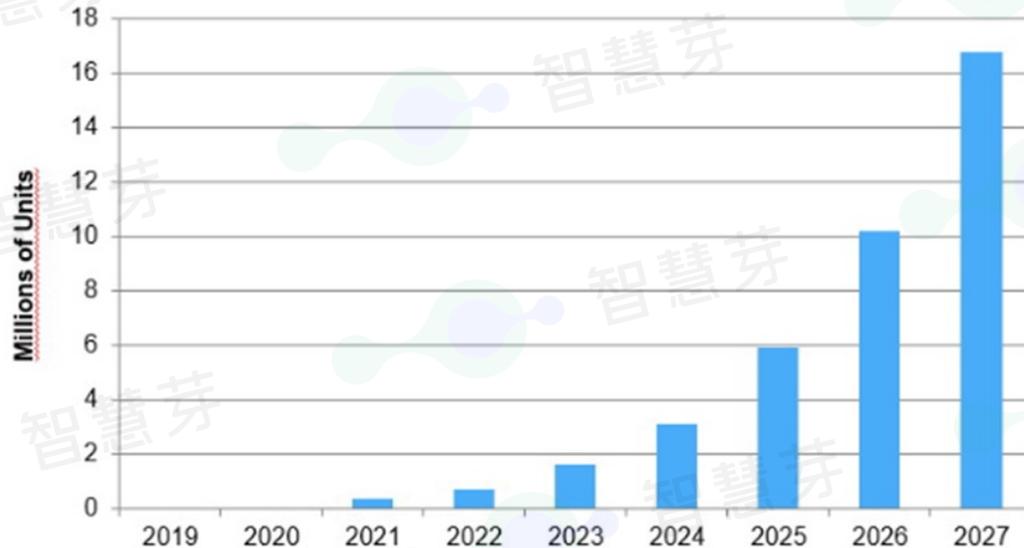
2022-2026年全球Micro-LED显示器芯片产值预测



数据来源：集邦咨询

➢ 2022年Micro-LED大型显示器芯片产值将达到5400万美元，至2026年有望升至45亿美元，年复合增长率为204%，**市场增幅空间大**

全球Micro-LED显示器出货量预测



数据来源：Omdia

➢ 受智能手表和高端电视市场需求影响，全球微型发光二极管(Micro-LED)显示器的出货量将从2020年微不足道的水平飙升至1600多万片，**市场需求潜力大**

Micro-LED企业之间主要通过投融资和技术合作方式形成各自技术供应链

许多显示器制造商正在与领先的LED制造商和技术供应商合作：各显示器技术供应链正在形成



Micro-LED各大主流厂商合作和供应链关系

主流厂商合作和供应关系

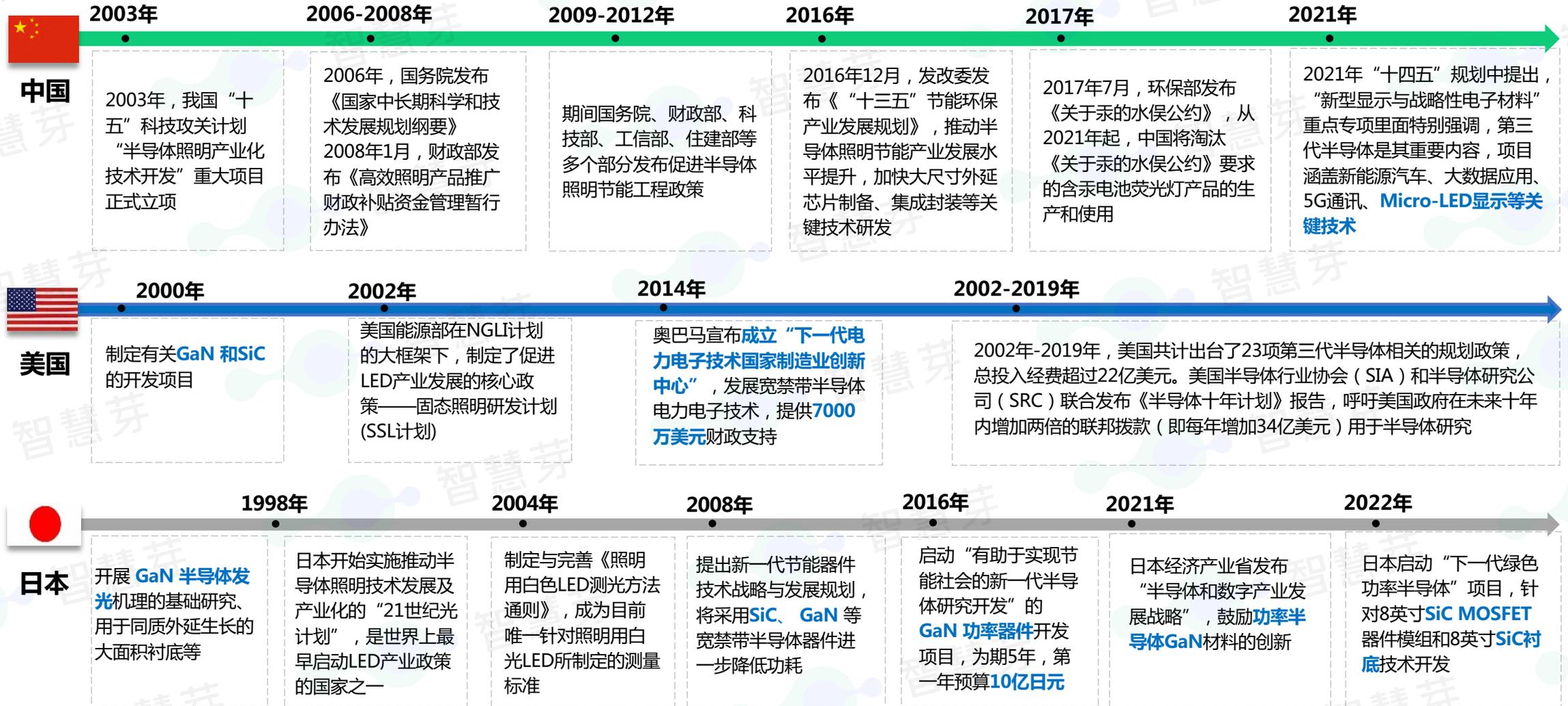


以三星为中心的合作 & 供应链



苹果供应链

各国出台专项扶持政策，国内政策支持持续利好



Micro-LED技术性能优

市场潜力大

政策环境好

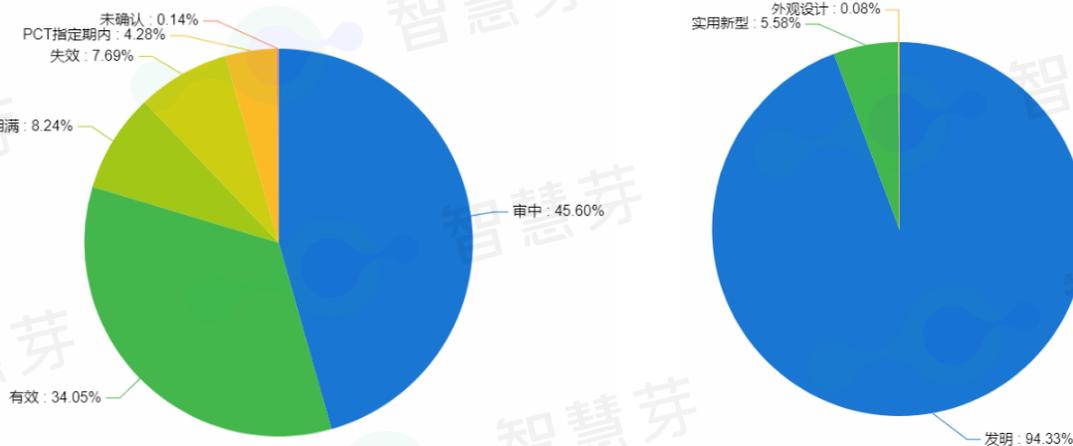
技术创新趋势？

Micro-LED技术发展史：近几年陆续有显示产品面市，国内研究热度较高



Micro-LED技术全球创新概况：全球技术创新热度进入高涨期

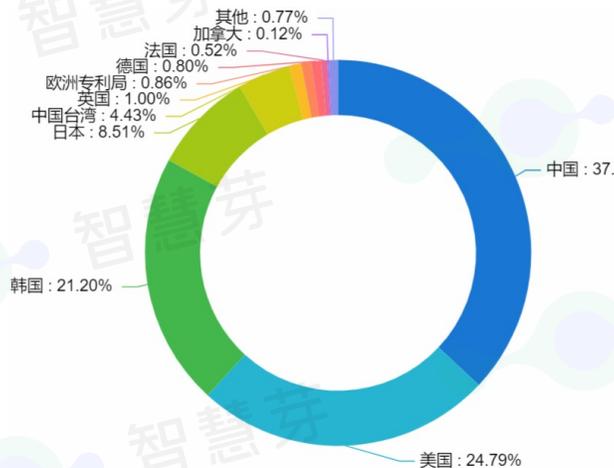
Micro-LED技术全球专利法律状态和专利类型统计



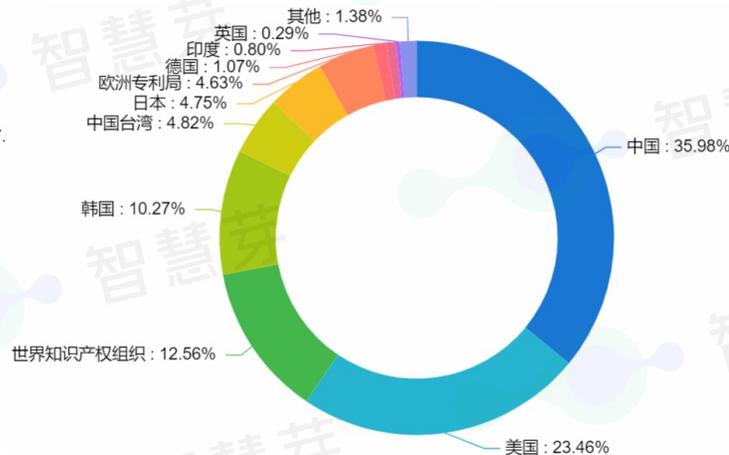
Micro-LED技术全球专利近10年申请趋势



Micro-LED技术主要来源国统计



Micro-LED技术主要布局区域统计



专利总量：4万件+ 有效专利量：1.3万件+

- Micro-LED全球专利储备超过4万件，其中有效专利超过1.3万，审中&有效占比和接近80%，表明该领域内潜在专利障碍较高；
- 从2017年开始，Micro-LED技术创新活跃度明显上升，目前正处于爆发式增长期；
- Micro-LED技术创新较活跃区域在中、美、韩，结合专利布局的地区，表明较活跃的市场在中国、美国

Micro-LED全球&中国主要创新主体

- **Micro-LED全球创新竞争格局：全球头部创新主体中、韩、美企业较有优势，主要以显示面板、光电类企业为主**
- **总体头部企业目前创新储备较多，与后梯队主体明显拉开差距**

全球专利申请量Top15创新主体



中国专利申请量Top10创新主体



- 全球TOP15企业中，中国企业占一半以上，其中京东方、华星光电排进全球前5；中国头部企业在Micro-LED领域具有较强优势，特别是显示面板类企业
- 除中国头部企业，韩国的三星、LG专利布局量排在全球前列，特别是三星，优势非常明显
- 中国排名前10企业，除头部的京东方、华星光电，其余企业与全球龙头还是有一定差距

02

Micro-LED 产业&竞争环境介绍

产业链介绍

产业链企业图谱

国内代表性企业分布

Micro-LED产业链和关键技术介绍

上游

芯片制造&巨量转移

- 衬底技术(蓝宝石/GaN)
- GaN外延
- Micro-LED芯片
- 巨量转移技术
- 全彩显示技术
- Micro-LED芯片封装材料

中游

面板制造

- 显示驱动IC
- 驱动背板
- 面板封装

下游

整机应用

- 大尺寸显示 (大尺寸电视)
- 微型显示 (智能手表等可穿戴设备显示)
- AR/VR
- 投影显示

影响 Micro-LED 产业化

成本 & 应用 **可靠性** 技术

外延&芯片结构

全彩显示

巨量转移

显示驱动

Micro-LED 产业化

发展4大关键技术

全球Micro-LED产业链企业图谱

芯片结构&外延

巨量转移

全彩显示

显示驱动



中国Micro-LED代表性企业分布



北京市	芯片、转移和键合、全彩显示、驱动	京东方
	芯片、驱动	维信诺

吉林省	芯片、驱动	中国科学院长春光机所
-----	-------	------------

山东省	转移和键合	歌尔股份
-----	-------	------

江苏省	衬底和外延	晶湛半导体
	衬底和外延、芯片	华灿光电

上海市	衬底和外延、芯片、驱动	上海显耀显示
-----	-------------	--------

台湾省	衬底和外延、芯片	晶元光电
	衬底和外延	隆达电子
	芯片、转移和键合、驱动、全彩显示	友达光电
	芯片、转移和键合	Mikro Mesa
	转移和键合、全彩显示	富士康
	转移和键合、全彩显示	群创光电

重庆市	衬底和外延、驱动	重庆康佳光电研究院
-----	----------	-----------

广东省	衬底和外延	国星光电
	衬底和外延	中晶半导体
	芯片、转移和键合、全彩显示、驱动	华星光电
	芯片	中山大学
	转移和键合、全彩显示	南方科技大学
	转移和键合	中麒光电
	转移和键合、驱动	华为
	驱动	惠科

福建省	衬底和外延	乾照光电
	衬底和外延、芯片、转移和键合	三安光电

03

Micro-LED

重点技术解析

外延&芯片制造

巨量转移

全彩显示

显示驱动

03-1

Micro-LED——外延&芯片制造

技术介绍

技术创新概况

主要创新主体

主要技术挑战

专利洞察改进侧壁损伤

外延&芯片结构技术介绍

芯片工艺流程

01

外延

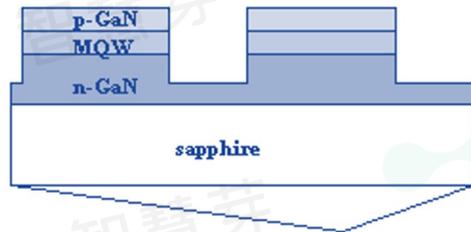
利用MOCVD进行气相外延，分别生长N型 GaN 层、多层量子阱、P 型 GaN 层



02

台阶刻蚀

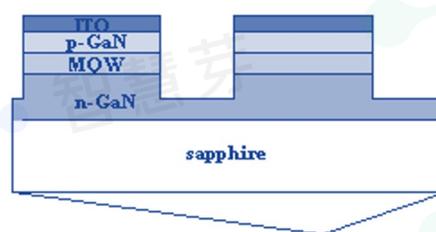
利用等离子体刻蚀工艺刻蚀到N型GaN层



03

导电层制备

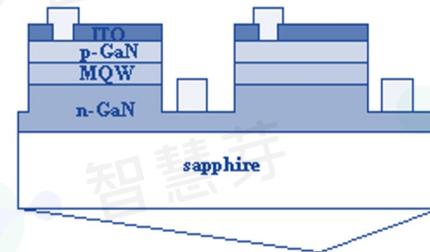
在样品表面形成氧化铟锡 (ITO) 透明导电层



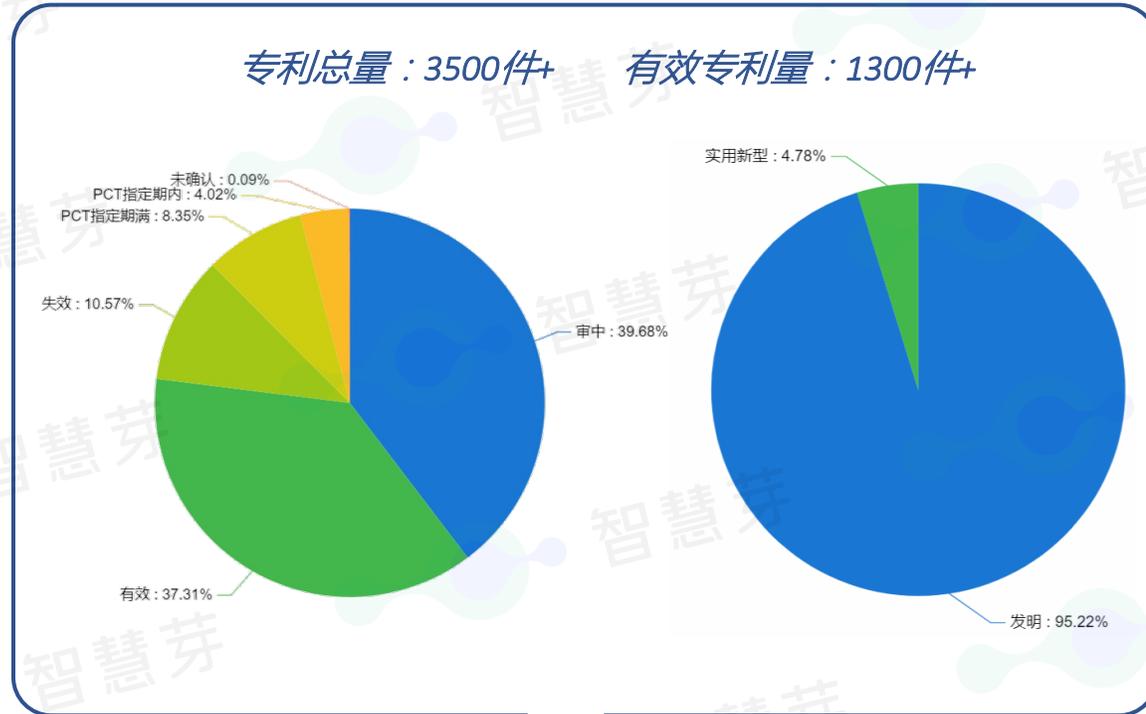
04

电极制备

电子束蒸发法形成金属电极 (例如Au)



外延&芯片结构全球创新概况

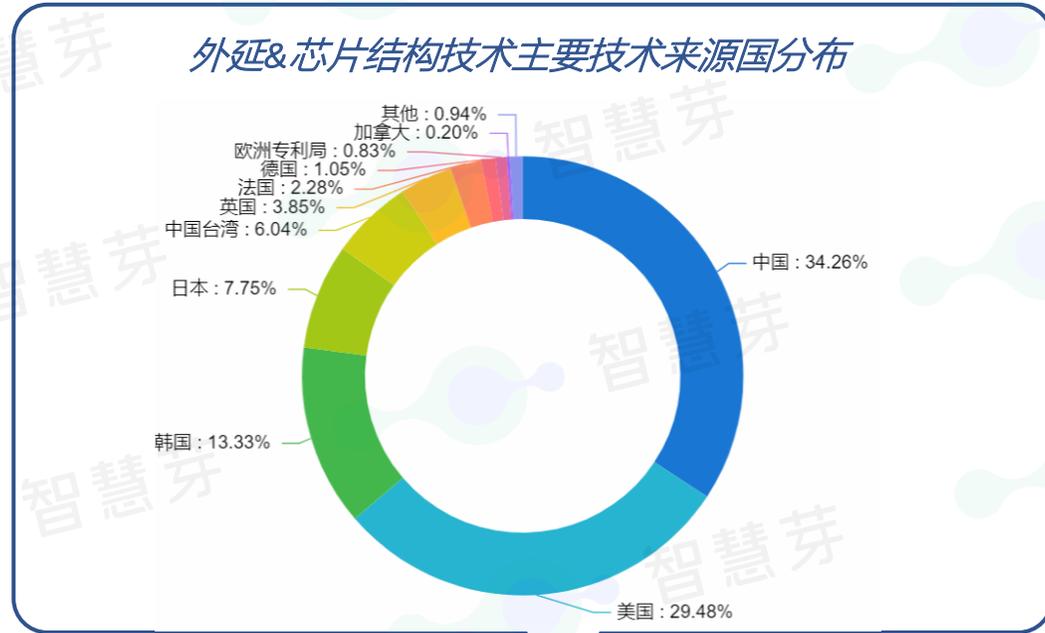


- 在外延&芯片结构技术领域，目前全球专利布局总量超过3500件，该技术方向目前专利储备较丰富
- 该技术方向有效专利和审查中专利都较多，有效专利量超过1300多件，审查中的专利占比最高，接近40%，表明该方向目前和未来潜在的专利障碍较大
- 专利类型维度，目前主要是以发明专利为主，有少数实用新型专利，表明该分支整体技术创新高度较高

- 从2010年之后的专利申请趋势来看，外延&芯片结构技术，在2014年之前总体创新活跃度较低
- 2015年之后该技术总体创新热度提升，可能受近几年Micro-LED领域整体热度的影响，近5年专利申请量上升明显，进一步也反映该领域相关企业对外延&芯片结构分支的创新投入增加

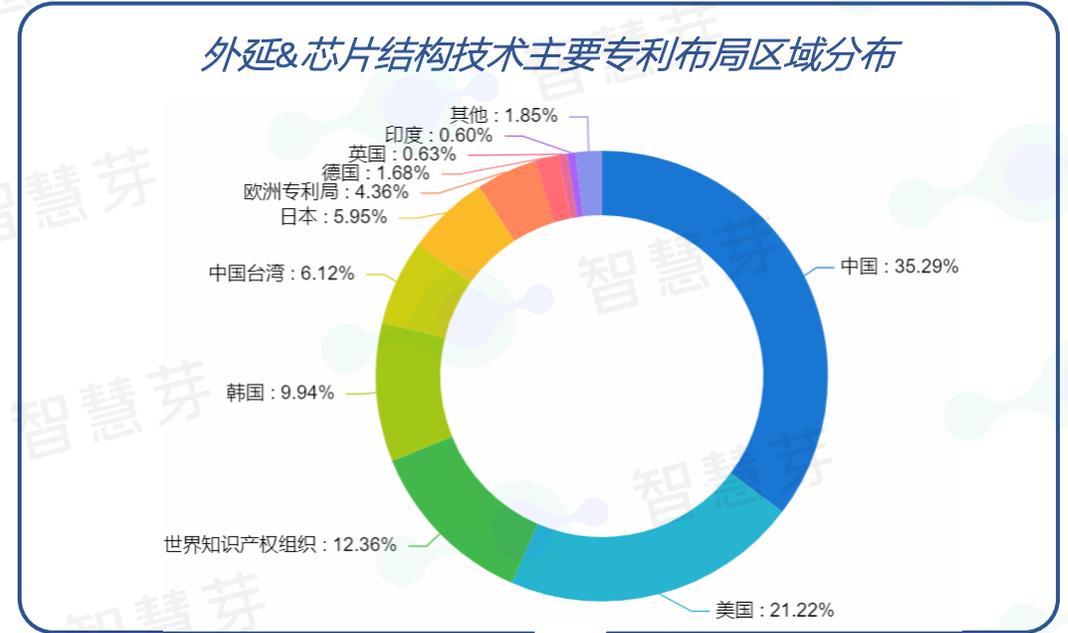
外延&芯片结构技术来源国和主要市场分布

- 中国是外延&芯片结构方向的主要技术输出国和热点市场布局国家
- 该重点技术的区域分布进一步说明中国在Micro-LED领域有较强的技术研发产出实力



➢外延&芯片结构技术主要来源于中国、美国，其次是韩国和日本，其中来源于中国的占比高达34.26%

➢一方面表明中国为技术方向的主要技术输出国，另一方面也反映中国创新主体在该技术方向整体技术创新较活跃

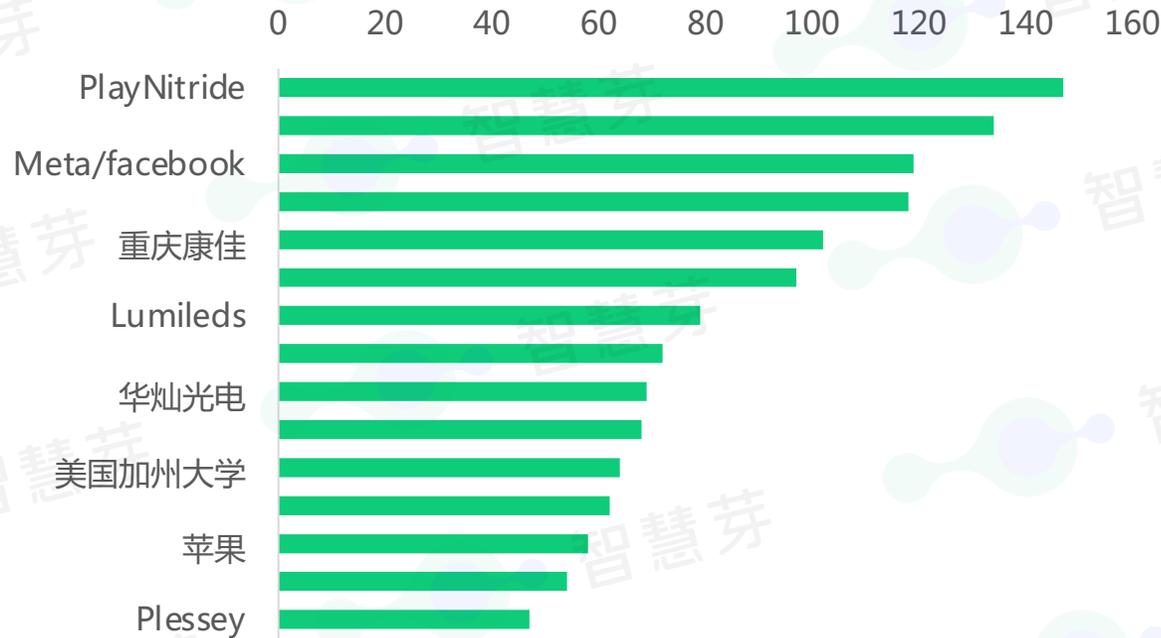


➢外延&芯片结构技术的专利布局区域主要为中国、美国，并且也是中国的市场布局最多，潜在原因可能是，中国技术输出较多，一则较多中国申请人集中在国内布局，再有较多海外技术输入国内市场

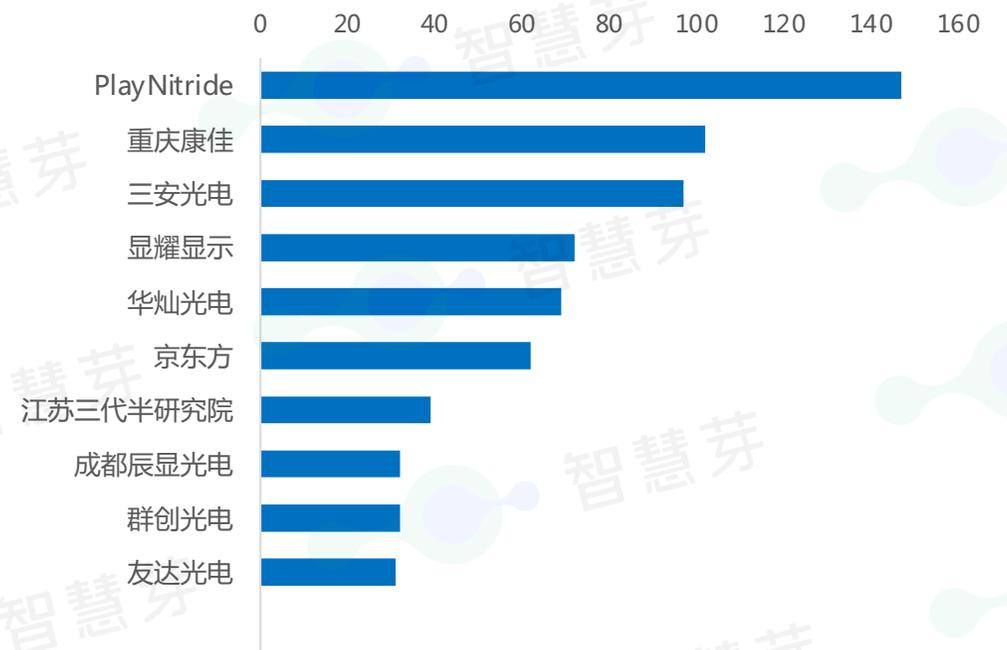
外延&芯片结构全球&中国创新主体竞争格局

➤ 全球头部创新主体以中国企业居多，总体来看中国企业在Micro-LED基础层技术创新实力具有一定优势

全球专利申请量Top15 创新主体



中国专利申请量Top10 创新主体



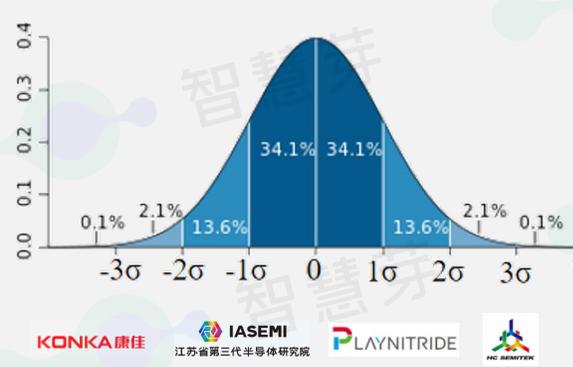
- 在外延&芯片结构方向，全球TOP15企业中，中国企业有5家，其中台湾PlayNitride、重庆康佳和三安光电在该技术方向专利总量超过100件，排进全球前5
- 除中国头部企业，韩国的三星、Meta专利布局量排在全球前列
- 中国专利申请量靠前主体与其他申请人有一定差距，总体来看，中国头部企业在该方向的创新实力具有优势

外延&芯片结构目前主要技术挑战：聚焦量子效率问题

典型方案为改进侧壁损伤

波长均匀性

▶标准LED制造中，整个晶圆上的波长变化在6-12nm，而Micro-LED的波长均匀性要做到2nm以内，意味着外延过程中晶圆表面的温度差不能超过1°C。随着衬底尺寸的增加，外延过程中的波长均匀性控制愈加困难



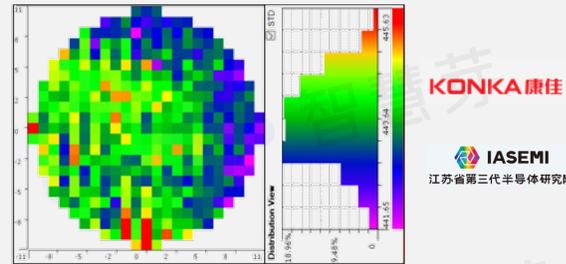
外延&芯片结构专利技术分布



技术挑战

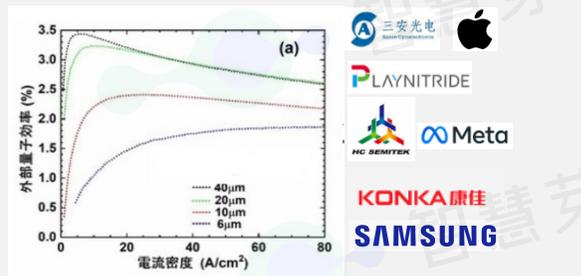
低缺陷

▶主要包括由芯片外延、制造的环境或设备引入的颗粒物、污染物、刮痕、凹坑等。对直径大于0.8μm的颗粒物，要求其缺陷密度小于0.1/cm²



量子效率

▶随着Micro-LED尺寸的缩小，小电流密度下的外量子效率急剧降低，这主要是由于制造过程中等离子体刻蚀产生的侧壁损伤引入了非辐射复合中心和漏电流



▶在外延&芯片结构技术方向，目前行业内主要关注波长均匀性、外延低缺陷和量子效率问题

▶量子效率问题是行业目前热点关注的话题，针对该问题，目前研究重点是改进侧壁损伤

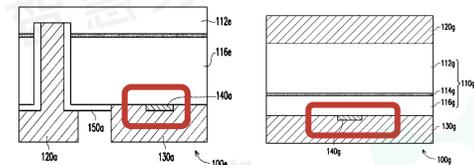
专利视角洞察业内如何改进侧壁损伤

改进芯片结构

限制电流远离侧壁

PlayNitride —— CN109244204B

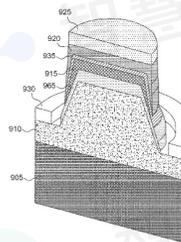
电流调控结构设置于P (或N) 型半导体层和P (或N) 电极之间，其与半导体层的接触电阻和面积均小于电极，从而使得电流集中在配置有电流调控结构的区域，避免侧壁漏电。



斜角LED结构

Lumileds —— US10964845B2

在图案化的基板上分别沉积N型层、QW有源层和P型层，侧壁部分的有源层相比平坦部分的有源层具有更小的厚度，从而使侧壁部分具有更高的电阻和能量势垒，阻挡侧壁漏电流。



改进制造工艺

改进刻蚀

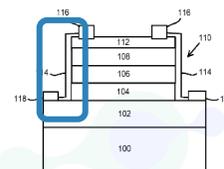
北京大学 —— CN110416372B

利用热化学刻蚀代替传统的等离子体刻蚀，来规避侧壁刻蚀损伤的引入。

侧壁钝化

加州大学 —— US20210193871A1

利用无氢的原子层沉积法 (ALD) 对微LED进行侧壁钝化。

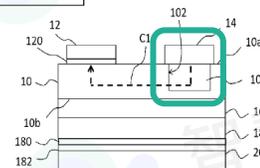


避免刻蚀工艺

利用隧道效应

PlayNitride —— US11393946B2

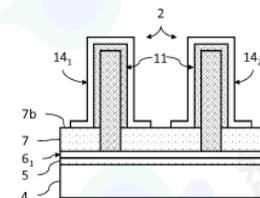
在N型半导体层中形成一P型掺杂区，并引出P电极，通过隧道效应使电流流经发光层，无需侧壁刻蚀工艺，从而提高发光效率。



3D纳米线LED

Aledia —— EP3479409B1

在绝缘层露出的开口中生长Ga_N纳米线，并依次形成覆盖纳米线的P型半导体层和顶部电极，无需刻蚀半导体层即可形成电极。



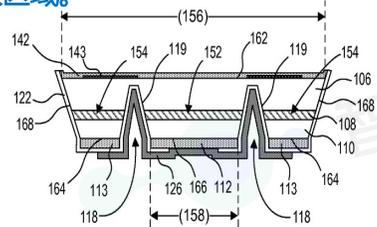
示例专利

Apple/Luxvue：改进侧壁损伤主要通过限制电流远离侧壁



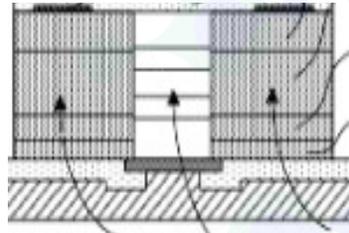
US9768345B2

形成LED台面结构后，以电绝缘材料作为**侧壁钝化层**，减少沿着侧壁的非辐射复合；由钝化层在导电层上的开口**界定LED的电流注入区域**。



US9450147B2

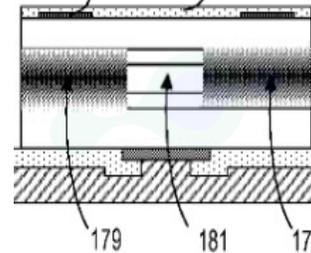
刻蚀LED结构后，形成侧面围绕LED结构的**电流限制区域**，将电流限制在LED内部。具体地，电流限制区域的带隙大于量子阱带隙。



2016年
转让

US10593832B2

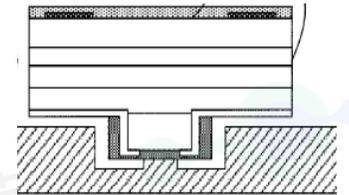
侧面围绕微型LED结构的**电流限制区域**，包括多个量子阱和多个势垒层构成的**混合区域**，混合区域具有不同于LED结构的**铝浓度**。



接续案

US11101405B2

从LED台面结构底部覆盖层表面突出的掺杂**导电柱**，用于**限定LED内部的电流**远离侧壁。



2013-2014

2015

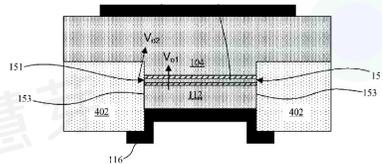
2016

2017

2020

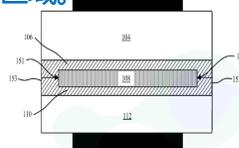
CN107408603B

刻蚀后，原位外延生长P型掺杂的**半导体钝化层**，使表面所有键饱和。



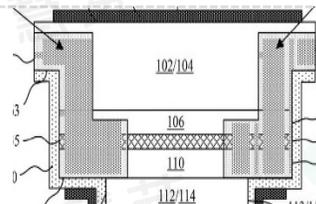
US9484492B2

有源层的**横向边缘限定**在LED结构的侧壁之内，侧壁内还设有包围有源层、P型掺杂的**混合钝化区域**。



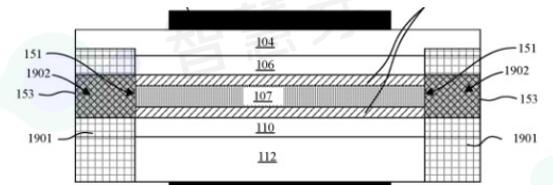
CN108369974B

LED结构上的支柱结构、侧壁的杂质注入区域将电流限定在远离侧壁的LED内部。



US9865772B2

量子势垒层之间的**量子阱处于双轴张应力作用下**，空穴的迁移率被降低，减小了扩散到侧壁的可能。

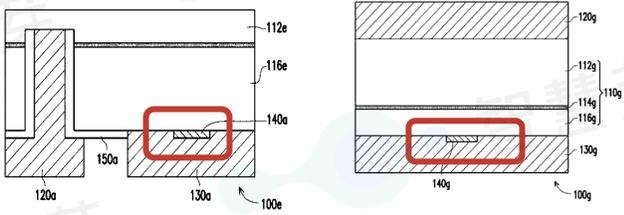


鏢创 (PlayNitride) : 多种手段改进侧壁损伤

PLAYNITRIDE

CN109244204B

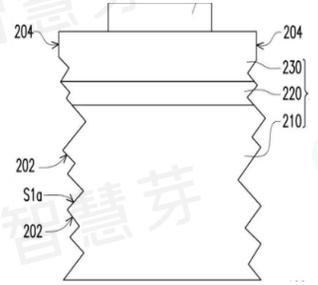
电流调控结构设置于P (或N) 型半导体层和P (或N) 电极之间，其与半导体层的接触电阻小于半导体层与电极的接触电阻，且面积小于电极面积，从而使得电流集中在配置有电流调控结构的区域，避免侧壁漏电的问题。



2017

CN113782654A

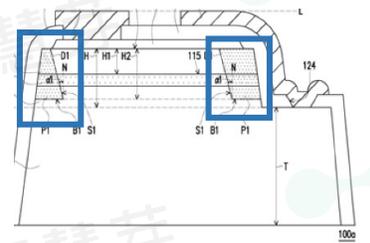
先蚀刻部分半导体层，然后利用**施力手段使相邻的LED结构断开**，形成的侧壁比蚀刻形成的侧壁更加粗糙，能够有效**避免蚀刻**产生的侧壁效应。



2020

CN114520280A

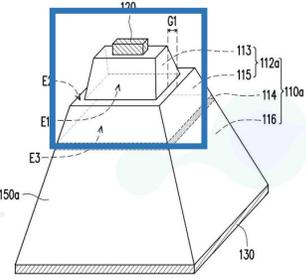
LED台面结构的侧壁具有离子布植区，深度超过发光层，植入角度的绝对值在0-15°之间，可以减少电子空穴在侧壁附近发生非辐射复合，**改善干蚀刻造成的侧壁悬浮键**。



2022

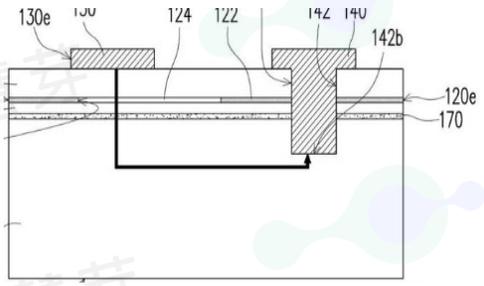
TWI756884B

P型半导体层包括彼此相连接的第一部分与第二部分，两部分的边缘之间具有间距，使得第二部分两侧的电阻值大于被第一部分覆盖区域的电阻值，进而**减少载流子往侧壁的移动**。



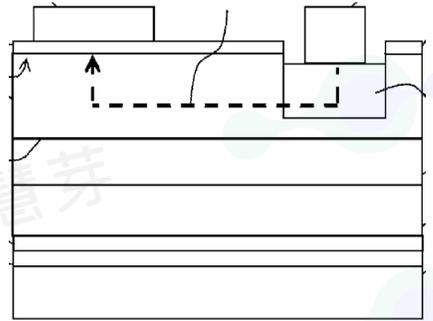
TWI741854B

电流局限层具有氧化区域和非氧化区域，氧化区域至少一部分形成在两个电极之间，利用两个区域的电阻值差异，有效控制电流流向，降低载流子在电极沟槽侧壁发生非辐射复合的机率。



US11393946B2

在N型半导体层中形成一P型掺杂区，并引出P电极，通过**隧道效应**使电流流经发光层，**无需侧壁刻蚀工艺**，从而提高发光效率。



鏢创改进侧壁损伤方案较多,例如通过改变芯片结构方式:例如在P/N半导体层何电极之间设置电流调控结构、斜角LED结构
避免刻蚀工艺:隧道效应

03-2

Micro-LED——巨量转移

技术介绍

全球创新概况

主要创新主体

主要技术流派

代表企业技术发展路线

巨量转移技术介绍

巨量转移

- ▶ 由于Micro-LED发光层和驱动基板生长工艺差异，很难通过生长工艺将显示阵列和驱动器件集成起来，所以需要转移步骤将制作好的Micro-LED晶粒转移到驱动电路基板上
- ▶ 以一个4K电视为例，需要转移的晶粒就高达2400万颗（以4000 x 2000 x RGB三色计算），即使一次转移1万颗，也需要重复2400次，转移过程中的转移效率、精度、良率问题将重点影响转移后显示性能



三大转移难题

转移精度

- ▶ 将Micro-LED移动到驱动电路基板的准确度，须控制在 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内。需要转移设备具有高对位精度和落点精准度

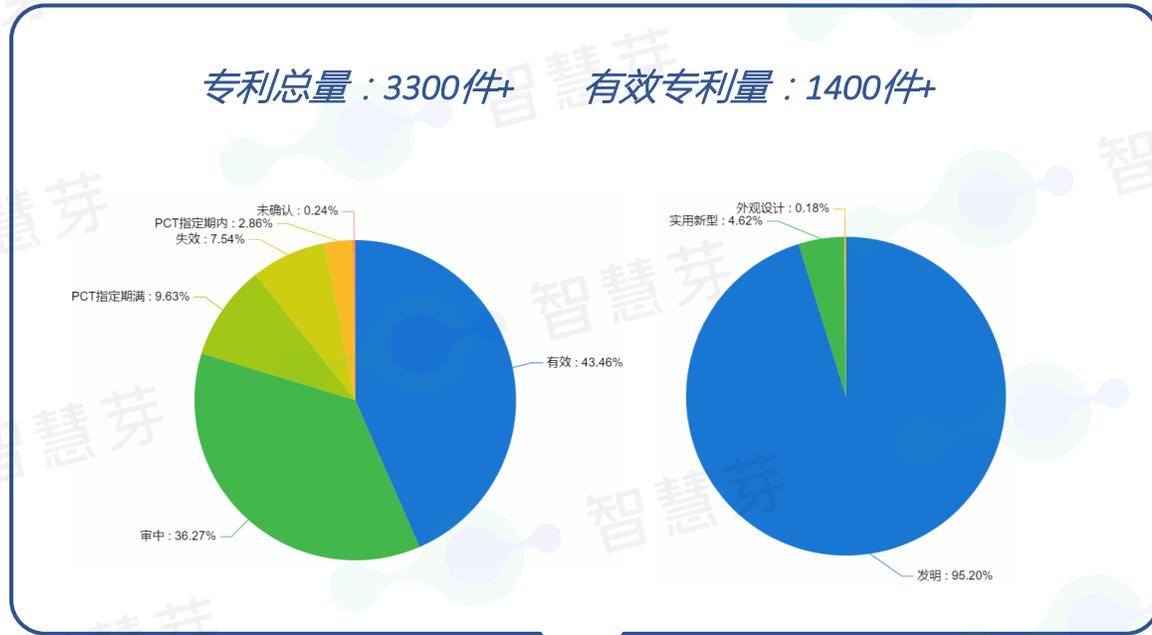
转移效率

- ▶ 传统LED每秒钟转移2片，Micro-LED要求每秒2万片，还包括是否需要多次维修、重新定位、或更换等

转移良率

- ▶ 显示产品对于像素错误的容忍度极低，如果要制造少于5个像素坏点的全彩1920*1080显示屏，转移良率须达到99.9999%

巨量转移全球创新概况：技术储备丰富，总体创新趋势趋于平稳发展



- 巨量转移技术目前全球专利布局总量超过3300件，该技术方向目前专利储备较丰富
- 目前该技术方向有效专利和审查中专利都较多，有效专利占比最高，占比超过43%，有效量为1400多件，审查中专利占比次之，占比也超过36%，总体来看，在该技术方向，**目前和未来的专利障碍较高**
- 专利类型中，目前主要是以发明专利为主，有少数实用新型和外观专利，表明该分支整体技术创新高度较高

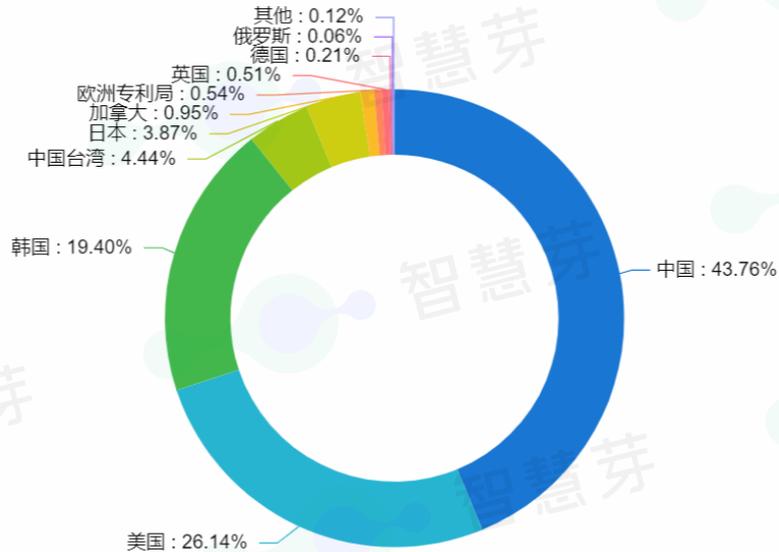


- 从2010年之后的专利申请趋势来看，巨量转移技术，在2014年之前总体创新活跃度较低，与外延&芯片结类似
- 2017年开始该技术创新热度明显提升，潜在原因在于康佳光电、京东方等部分国内面板显示企业，近些年创新热度增强，但总体趋势向平稳发展

巨量转移技术来源国和主要市场分布

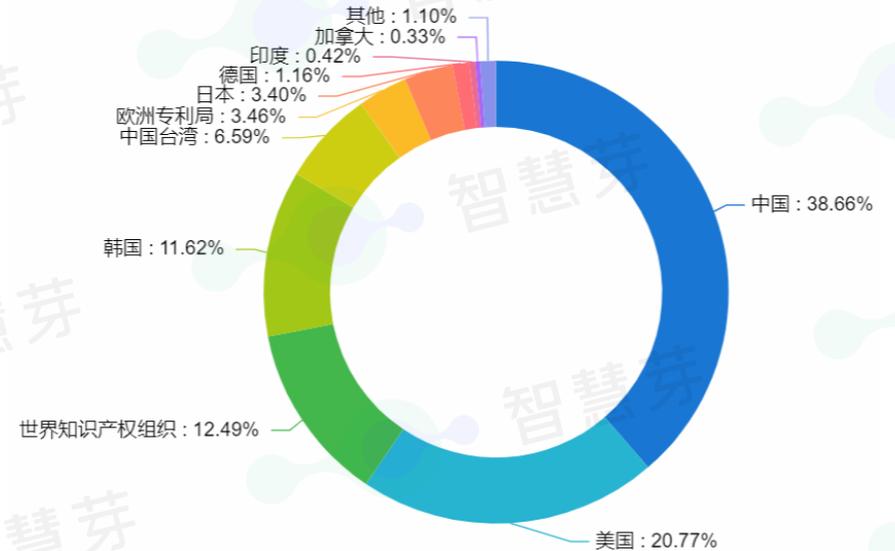
➤ 中国是巨量转移方向的主要技术输出国和热点布局国家，并且该技术方向国内企业向海外技术输出明显

巨量转移技术主要技术来源国分布



- 巨量转移技术主要来源于中国，其次是美国和韩国，其中来源于中国的占比高达43.76%
- 一方面表明该技术方向中国为主要技术输出国，另一方面也反映该技术方向中国创新主体创新非常活跃

巨量转移技术主要专利布局区域分布



- 巨量转移技术专利布局区域主要也为中国，其次是美国
- 结合技术来源分布占比来看，中国和美国作为主要技术输出国，但在专利布局分布相比有一定差异，表明中国和美国有部分技术各自向海外申请

巨量转移全球&中国主要创新主体

➤ **巨量转移全球创新竞争格局：全球头部创新主体仍以中国企业居多，但国内排名前10的大部分创新主体目前技术储备量与海外龙头有一定差距**



- 巨量转移方向，全球TOP15企业中，**中国企业有8家，超过一半，其中康佳、京东方排进全球前5**
- 该方向领头的创新主体以美国苹果和XDC（X光电）为主，两者在巨量转移方向技术储备最多
- 中国的头部创新主体，除头部企业外，目前技术储备量与海外龙头有一定差距

巨量转移技术流派及代表企业

巨量转移

技术流派

专利数量

代表企业

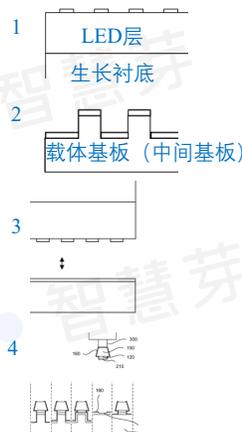
<p>分子作用力 采用PDMS弹性印章、利用分子间作用力进行拾取和放置</p>	<p>826</p>	<p>X-Celeprint/ XDC</p>
<p>静电 通过向转移头的电极施加电压产生静电吸附来完成转移</p>	<p>424</p>	<p>苹果 (Luxvue)</p>
<p>磁力转移 通过向磁性转移头施加电压产生磁场来完成转移，需要Micro-LED芯片具有铁磁性</p>	<p>357</p>	<p>PlayNitride、ITRI</p>
<p>激光转印 利用激光将Micro-LED器件从蓝宝石上剥离，并利用激光将Micro-LED转移到驱动背板</p>	<p>648</p>	<p>QMAT、Uniqarta</p>
<p>自组装 利用流体的驱动，通过磁力、机械力或毛细作用力等方式，使Micro-LED器件在流体中自动装配到指定区域</p>	<p>402</p>	<p>eLUX、Self Array</p>

LUXVUE、苹果技术发展路线：聚焦转移头组件

US8794501B2

Micro-LED的转移方法：

- 1、生长衬底上形成LED结构；
- 2、载体基板上形成柱状结构，并沉积键合层；
- 3、LED结构与载体基板通过键合层粘结在一起，去除生长衬底；
- 4、静电转移头从载体基板上拾取Micro-LED，并将其转移到接收基板上。



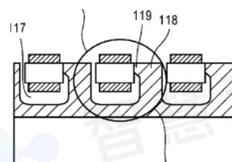
CN107195558B

转移头微拾取阵列的
支座：
包括枢轴和横梁等
自对准组件



US9217541B2

载体基板结构：
微器件与载体基板
仅通过**剪切释放柱**
连接。

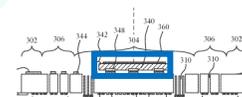


CN106794984B

支座：
枢转平台的次弹
簧臂刚度较低，
提供放大的应变
到**应变感测元件**。

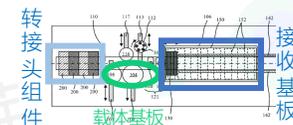
US10814496B2

转移头微拾取阵列
的支座：
枢轴平台正面设加
热元件和电极，背
面设**压电致动器**。



US20220135400A1

(审中)
高效转移的工具和方法：
多个转移头组件，依次
拾取载体基板上不同区
域的微器件，并沿着平
移轨道输送到接收基板。



2012.02

2012.05

2012.07

2012.12

2013

2014

2015

2017

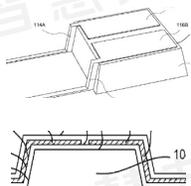
2020

US8349116B1

US8646505B2

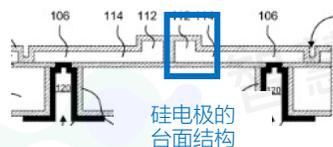
静电转移头结构：

基底、台面结构、电极、介
电层，并可具有加热器，将
热量传递到键合层使其熔化。



US9034754B2

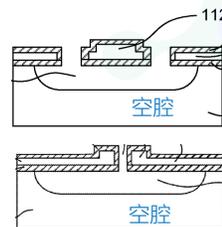
刻蚀SOI衬底的顶部硅层
形成硅互连和硅电极，
每个硅电极包括突出于
硅互连的台面结构。



US8415768B1

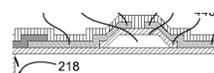
US8415767B1

基底设**有空腔**，补偿
器件高度差异。



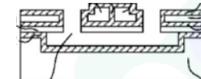
US9255001B2

包括**金属电极**
的转移头结构。



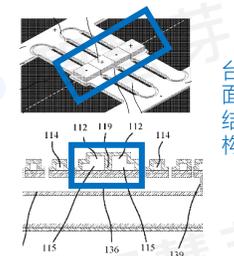
US9425151B2

基底上进一步
设置**弹簧支撑
层**。



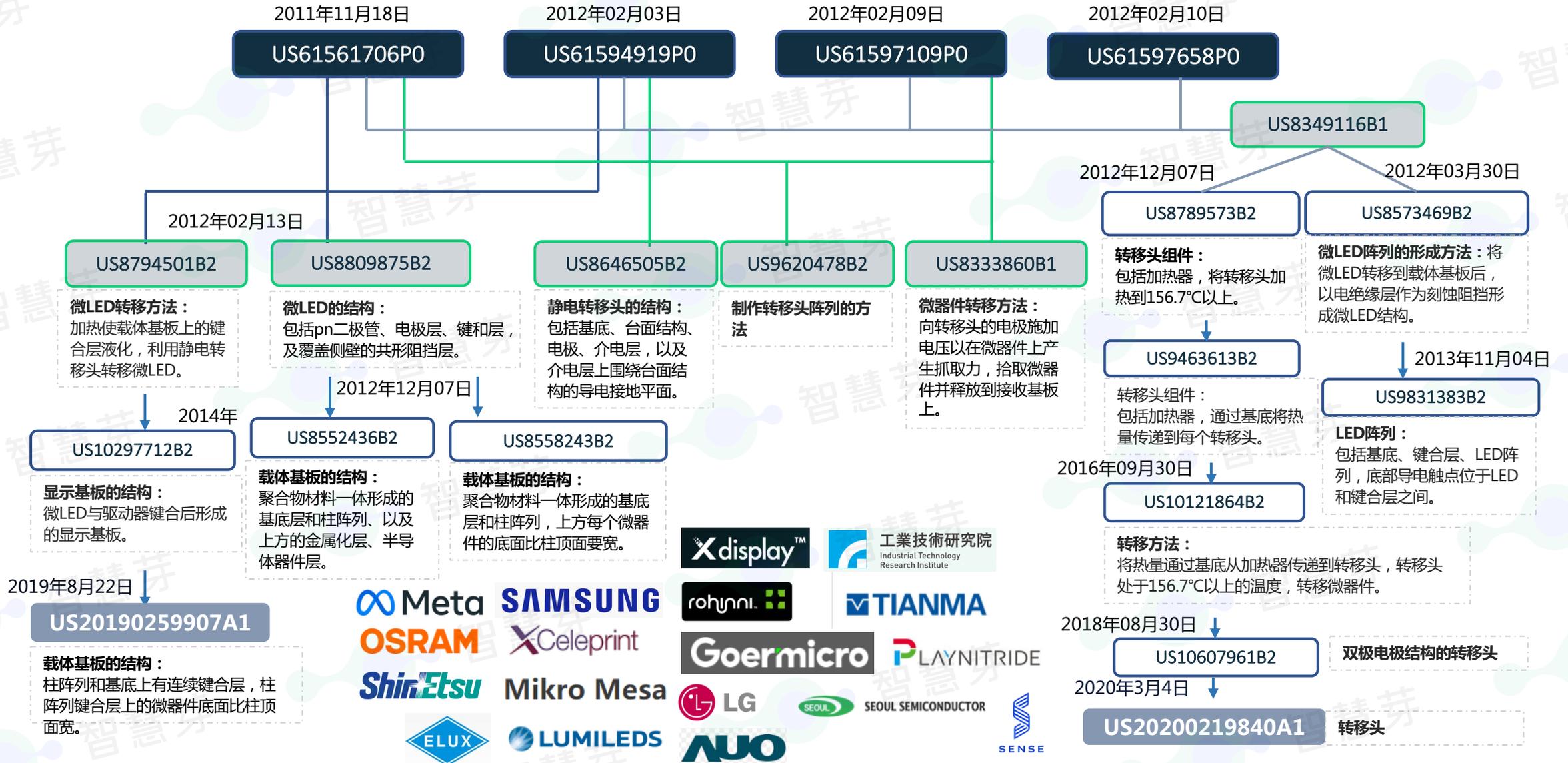
US10276419B1

叉指型电极，台
面结构的电压极
性交替



转移头电极

苹果/LuxVue核心专利家族解读：围绕转移技术全面专利保护



XDC技术发展路线：持续改进系链锚点以弱化器件与原生衬底的连接

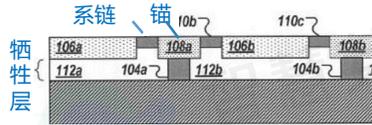


改进系链锚点

CN106716610B

适于微转印的器件结构：

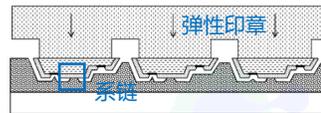
在衬底上有一层牺牲层，微器件仅通过**锚点、系链**固定在衬底上，便于弹性印章可靠地拾取。



US10395966B2

适于微转印的器件制造方法：

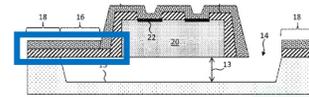
在原生衬底上依次形成微器件、电接触、图案化的释放层、键合层，附接到处理基板上后去除释放层，微器件与原生衬底之间只通过**系链形成弱连接**。



US10832934B2

微器件结构：

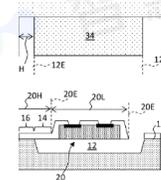
双层系链，防止系链太脆弱在转移前断裂。



US20210039380A1

弹性印章：

印章末端的面积大于所要拾取的微器件面积，利用**弹性印章捕获系链断裂产生的污染颗粒**，提高**转移良率**。



US20220181185A1

微器件结构：

系链包括**下层无机系链和上层有机系链**，有机系链抑制无机系链断裂产生的污染颗粒，提高**转移良率**。

2012年

2014年

2016年

2018年

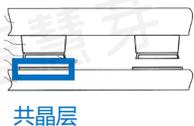
2019年

2020年

US9161448B2

激光辅助转印：

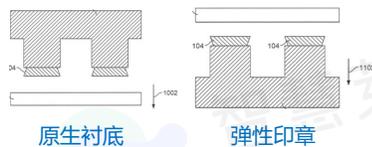
目标衬底上设置导电共晶层，与印章转移的器件接触，利用激光使共晶层回流，将器件粘结在目标基板上。



CN106796911B

微转印的方法：

在弹性印章拾取微器件时，使原生衬底向下运动、或使印章向下运动，**借助重力**辅助微器件与原生衬底分离。

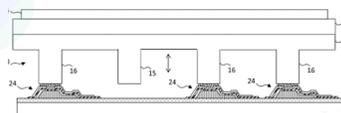


引用

US10573544B1

选择性去除坏点的转印方法：

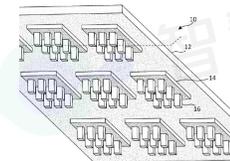
原生衬底上的微器件经过测试确定坏点，弹性印章拾取所有微器件，利用光源照射移除坏点器件，只将良好器件释放到目标基板上。



US11062936B1

弹性印章：

印章的基座在刚性衬底上彼此分离，基座和每个印章的热膨胀系数大于刚性衬底的CTE，降低CTE对不同印章的影响，进而提高**转移精度**。



03-3

Micro-LED——全彩显示

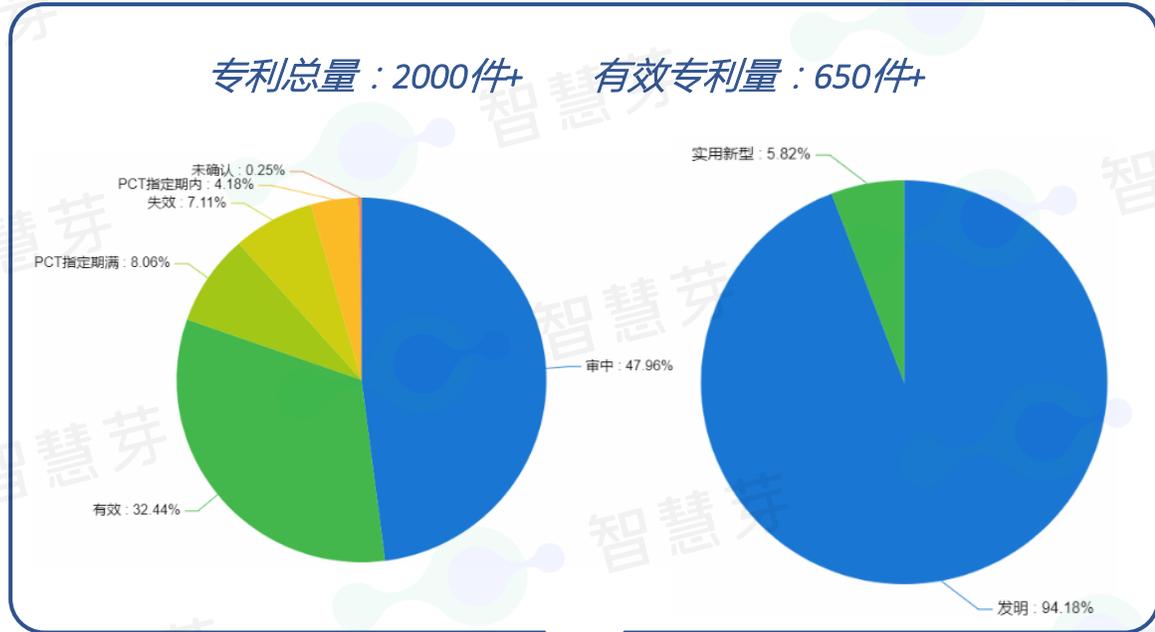
技术介绍

全球创新概况

主要创新主体

主流全彩显示技术发展路线

全彩显示创新概况：未来创新热度将进一步提升，潜在专利障碍大



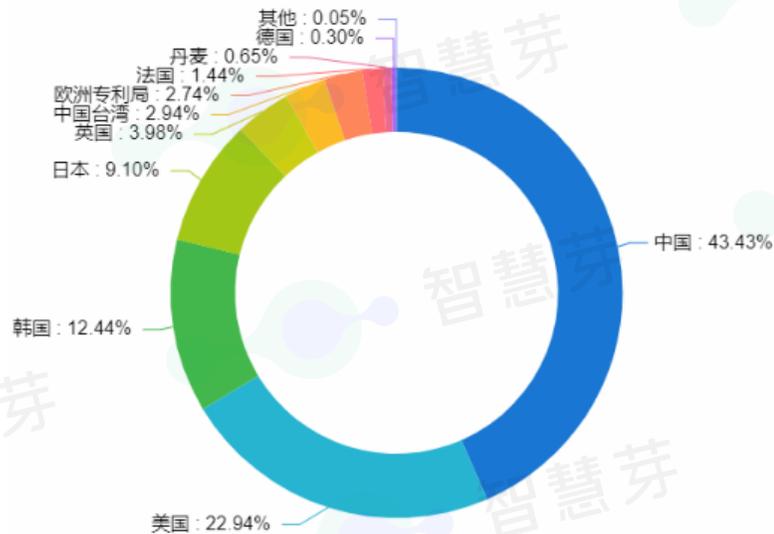
- ▶全彩显示技术目前全球专利布局总量超过2000件，该技术方向目前专利储备较丰富
- ▶目前该技术方向审查中专利最多，表明近几年整体创新的活跃高，未来潜在的专利风险也较大
- ▶有效专利占比超过32%，有效量超过650件，整体来看目前该技术方向有效储备量尚可，但结合审中状态专利，未来2-3年内该方向的有效储备量可能会大幅度提高
- ▶从专利类型来看，该方向主要通过发明专利进行创新保护

- ▶从2010年之后的专利申请趋势来看，在2016年之前，全彩显示技术总体创新活跃度较低，其发展主要受到巨量转移技术、红光LED效率不高、波长转换材料的可靠性以及波长一致性不高、纳米线中In含量难精确控制的限制。
- ▶2017年开始该技术创新热度明显提升，潜在原因在于全球龙头三星，国内头部企业京东方、华星光电等近几年在该方向创新热度大幅度提升
- ▶总体来看，全彩显示方向，随着巨量转移等关联技术的突破，未来专利申请量还将大幅度提升。

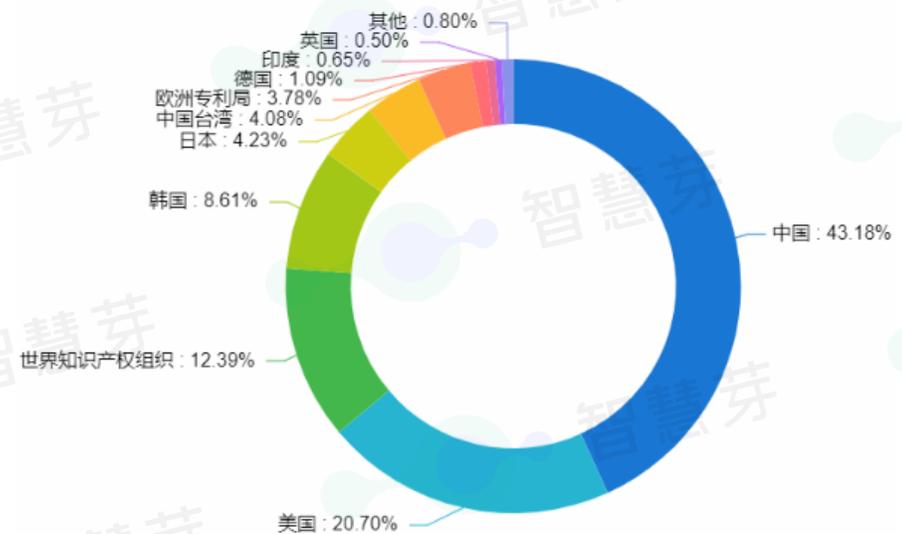
全彩显示技术来源国和主要市场分布

➤ 中国是全彩显示方向的主要技术输出国和热点布局国家，并且该技术方向不同国家向海外布局量大

全彩显示技术主要技术来源国分布



全彩显示技术主要专利布局区域分布



➤ 全彩显示技术主要来源于中国，其次是美国和韩国，与巨量转移方向类似，主要原来在于后者是前者的技术发展基础

➤ 中国在该方向技术输出较多，主要原因在于，近些年国内显示面板厂商和光电企业在该方向的技术创新热度增强

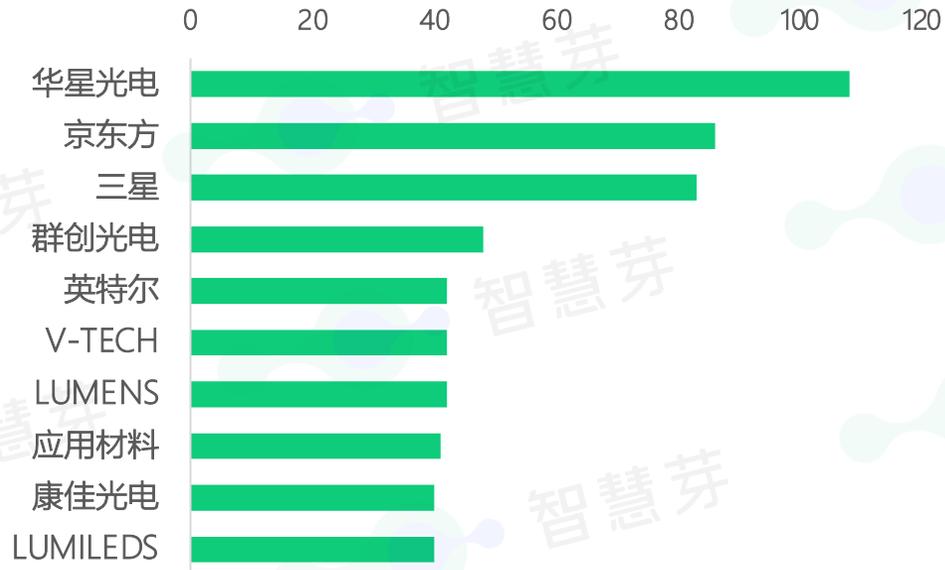
➤ 全彩显示技术主要来源于中国，其次是美国和韩国，与巨量转移方向类似，主要原来在于后者是前者的技术发展基础

➤ 中国在该方向技术输出较多，主要原因在于，近些年国内显示面板厂商和光电企业在该方向的技术创新热度增强

全彩显示技术全球&中国主要创新主体

➤ 全彩显示全球创新竞争格局：全球创新龙头为中国华星光电和京东方，韩国三星排列第三，国内头部创新企业实力较强，但后梯队企业与头部企业差距较明显。

全球专利申请量Top10新主体



中国专利申请量Top10创新主体



- 全彩显示方向，全球TOP10企业中，**中国企业有4家，其中华星光电为该方向创新龙头，技术储备优势明显**
- 全球和国内显示面板龙头三星、京东方在该方向技术储备较于后部企业，具有一定优势
- 中国排名前10创新主体，头部企业与后梯队企业相比，相差较大
- 国内创新主体除企业之前，部分高校也有一定技术储备，例如福州大学、南方科技大学都有一定的研究成果
- 表明中国在该方向具有龙头优势，但整体也存在明显差距

全彩显示技术创新概况：目前技术创新以波长转换方法为主

技术分支	专利量	代表创新企业
波长转换	1485	京东方、群创光电、三星
RGB自发光	227	上海显耀显示、LUMENS
3D纳米线	129	英特尔、Aledia

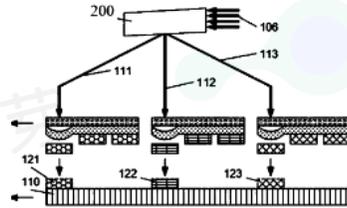


- 实现全彩显示的三个主流方法中，目前**以波长转换方法研究最多**，并且研究热度也远远高于RGB自发光和3D纳米线，潜在原因在于目前波长转换技术可形成高分辨率，较其他方法对驱动集成要求低，整体商品化成本较低
- 三个主流方法各个创新代表企业中，京东方、群创光电和三星在波长转换方法专利申请较多，另外在RGB自发光和3D纳米线技术方向专利储备较多的企业分别为：上海显耀显示、LUMENS和英特尔、Aledia
- 从三个主流方向的专利申请趋势来看，仍以波长转换较热，特别是在2017年之后，整体热度高涨

RGB三色LED法技术路线：重点关注巨量转移&像素与驱动电路键合技术

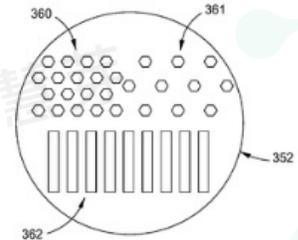
CN109524512B (华中科技大学)

可控微反射镜阵列后被分为三束图案化激光，并分别照射于三种微型发光二极管所连接的激光释放层上，使三种颜色的微型发光二极管选择性地转移至目标基板上。



TW202107674A (应用材料)

预先在衬底上形成多个蓝色微型LED及多个绿色微型LED，之后再在该基板上制造多个AllnGaP基红色微型LED，以在一个衬底上形成自发光三色LED芯片。



2015年

2017年

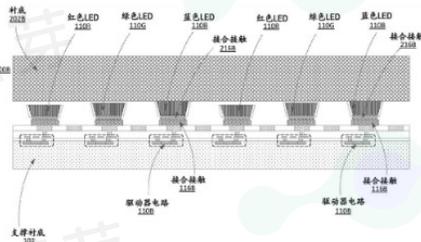
2018年

2019年

2020年

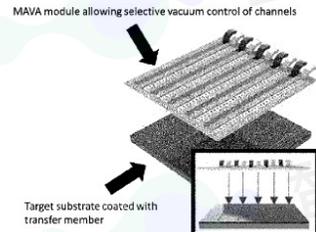
CN110249429B(香港北大青鸟)

将晶圆上的红色LED、绿色LED、蓝色LED依次由接合接触116-216连接到对应驱动晶体管110，并去除衬底。



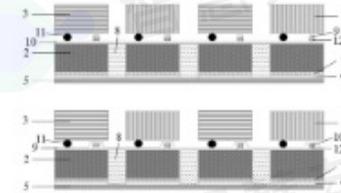
US11295972B2 (韩国科学技术院)

微真空模块的Mava模块定位在芯片型微LED阵列上，将在母基板或临时基板上的红色、蓝色和绿色的微发光二极管利用真空吸力从母基板或临时基板分离，然后转印到目标基板。



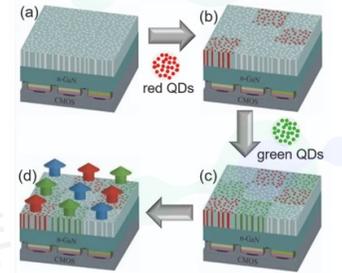
CN110970458B(中国科学院)

红色像素单元位于蓝绿像素阵列阴极和共用阳极的下方，通过钢锡合金层与下方的红色像素阵列阴极互连，红绿像素单元和红蓝像素单元为上下叠加式排布。



波长转换实现全彩化的技术路线：重点关注量子转换效率和光串扰问题

➤ 由于巨量转移技术限制，以RGB三色芯片来实现全彩化，对Micro-LED显示技术而言非常困难，因此应用单色紫外光LED或蓝光LED搭配色彩转换材料来达成全彩化是目前比较可行的方式之一。



US9484504B2 (苹果)

在微型LED器件上形成波长转换层, 每个**波长转换层**包括分散在其中的**磷光体颗粒**, 微型LED器件被设计为发射紫外线或蓝光, 在微型LED器件周围形成红色发射转换层、绿色发射波长转换层或蓝光发射转换层。

US20200152841A1 (2017 耶鲁大学)

多个GaN二极管是单色蓝色LED, GaN二极管中包括n-GaN层**纳米多孔表面**, 在纳米孔内嵌入**绿色发光量子点成分**或**红绿色发光量子点成分**。

CN111370461B (华星光电)

绿色微型发光二极管、蓝色纳米环微型发光二极管和红色量子点纳米环微型发光二极管, 蓝色纳米环微型发光二极管中的**纳米环**利用**应变弛豫效应**可以将绿光转变为蓝光。

KR1020220030461A (三星)

发光元件设置在第一凹进部分上, 颜色转换面板包括设置在第二基板和显示面板之间的**第一颜色转换层**、**第二颜色转换层**和**透射层**。

2013年

CN111129269B

(中国科学院长春光学)

在滤光膜层上设置的**PDMS膜层**、在PDMS膜层上设置的光刻胶隔离栅、在光刻胶隔离栅之间的凹槽内分别设置的红光量子点膜层和绿光量子点膜层, PDMS膜层的引入有效解决了低浓度量子点溶液喷墨打印后出现的“咖啡环效应”。

2017年

CN109979960B

(中国科学院长春光学)

在基板上均匀排布凹槽, 凹槽内部填充不同颜色量子点材料, 凹槽侧壁制备金属反射层, 凹槽底部蒸镀分布布拉格反射层, 避免不同量子点之间组分的交联, 抑制相邻像素发光单元之间的光串扰, 提高彩色化显示质量。

2019年

2020年

CN112635515B

(中国科学院长春光学)

一块微流道倒模层、一块掩模基板、两次量子点注入过程和一次光隔离结构制作过程即可完成**量子点色转换层**的制备。

2021年

2022年

CN115000279A

(西安赛富乐斯)

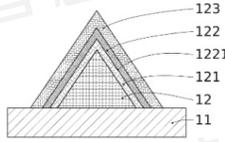
网格形沟道内填充有**黑色环氧树脂胶**, 用于防止GaN像素点间的光串扰。

3D纳米线Micro-LED技术发展路线：以ALEDIA和英特尔技术创新为主流

ALEDIA

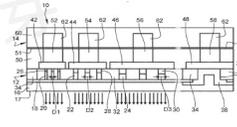
US20220262977 (ALEDIA)

基于三维(3D)结构的GAN LED，包括用于发射光辐射的InGaN基有源区，三维(3D)结构的形状为带有锥形顶部的电线或金字塔形状。



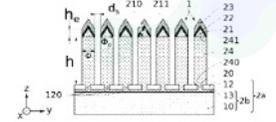
WO2022069431A1 (ALEDIA)

轴向配置的第一、第二和第三三维发光二极管，具有不同的GaN纳米线直径，从而形成在第一、第二和第三导线上的有源区将发射红、绿、蓝不同波长的辐射。



FR3111016 (ALEDIA)

三维结构第一InGaN基材料制成的金字塔21，不同于第一材料的第二GaN基材料制成的线24，线24在InGaN基金字塔21的底部延伸，使得3D结构具有铅笔形状。



英特尔

2016年

US10658422B2 (英特尔)

在一晶片上生长的第一彩色纳米线LED和第二彩色纳米线LED，在另一个晶片上生长一体的第二彩色纳米线LED和第三彩色纳米线LED，将纳米线LED从源晶片转移到背板以形成具有背板的微型LED显示面板。

2017年

US10923622B2 (英特尔)

微型发光二极管(LED)显示面板的像素元件包括第一颜色纳米线LED、第二颜色纳米线LED、与第一颜色不同的第二颜色、以及一对第三颜色纳米线LED。

2019年

US11245053B2(英特尔)

GaN纳米棒的第一部分与第二部分之间有偏振反转层，GaN金字塔502外延生长为纳米棒的帽子404，有源层602形成在金字塔的表面上502，不同的有源层控制与不同的微LED相关联的有不同量的镉。

2020年

CN114664987A (英特尔)

背板包括多个蓝色微LED、多个绿色微LED和多个红色微LED，每个微LED由多个纳米金字塔LED组成，每个纳米金字塔LED具有接收垫耦合层。

- 法国3D GaN LED技术开发商ALEDIA宣布成功在12英寸硅晶圆上生长出业界首款纳米线Micro-LED芯片，英特尔于2018年也加入了其投资者行列
- 在3D纳米线技术储备上，也是英特尔和ALEDIA稍有优势

RGB纳米线主流厂商专利量对比	
英特尔	26
ALEDIA	14
三星	7

03-4

Micro-LED——显示驱动

技术介绍

全球创新概况

主要创新主体

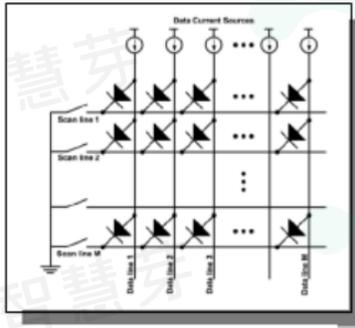
CMOS驱动技术挑战

TFT驱动技术挑战

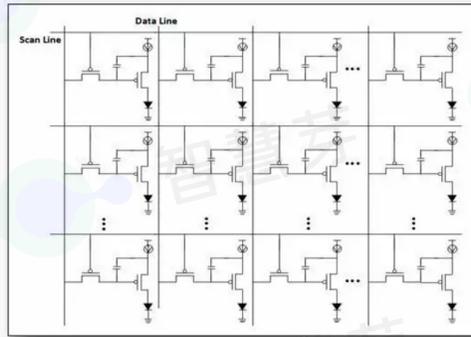
Micro-LED显示驱动技术介绍

Micro-LED显示驱动

Micro-LED是电流驱动型发光器件，其驱动方式一般只有两种模式，无源选址驱动（PM：Passive Matrix，又称无源寻址、被动寻址、无源驱动等等）与有源选址驱动（AM：Active Matrix，又称有源寻址、主动寻址、有源驱动等等）



被动驱动方式



主动驱动方式

三大主流驱动方式

被动驱动

- 简介：Micro-LED阵列用行列扫描方式驱动点亮，列信号由数据信号充当，行信号由选择信号充当。当X行和Y列被选通时，点（X，Y）被点亮，以高频逐点扫描显示图像
- 优点：结构简单、技术门槛低、成本低
- 缺点：亮度不均匀，发光损耗大

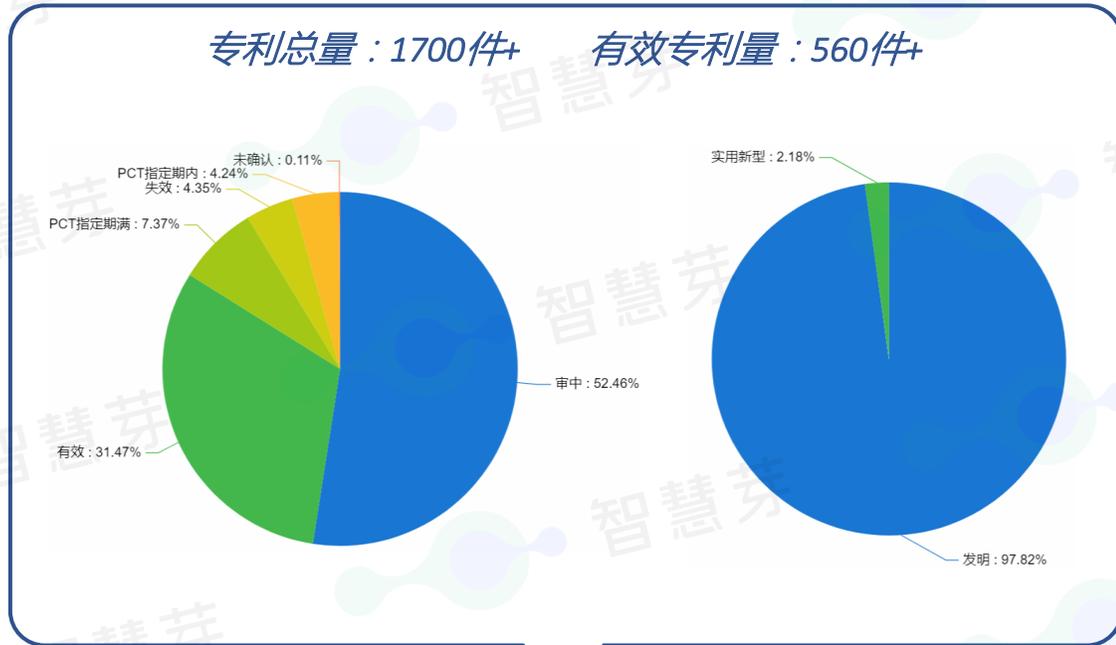
TFT 主动驱动

- 简介：使用键合技术将Micro-LED阵列转移到含有TFT驱动背板上，或者直接在Micro-LED上生长TFT驱动电路
- 优点：大面积、高分辨率、亮度均匀、技术较成熟
- 缺点：成本较高

CMOS 主动驱动

- 简介：采用共N极倒装结构，发光芯片采用单片或者单晶粒形式，倒装到驱动基板后再应用倒装键合技术将芯片倒装到硅基CMOS驱动基板上
- 优点：高分辨率、亮度均匀
- 缺点：成本高、Micro-LED阵列转移和键合等技术问题的限制

Micro-LED显示驱动全球创新概况

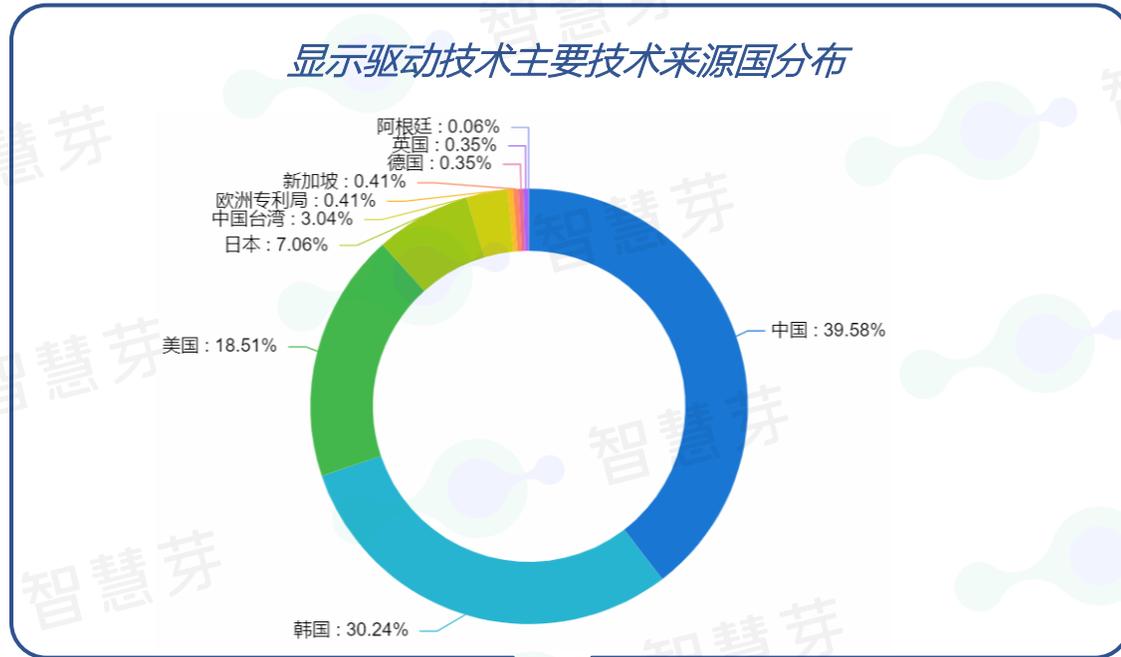


- 目前专用于Micro-LED显示驱动技术，全球专利布局总量超过1700件，较前几个重点技术，该技术方向专利储备量稍弱
- 目前该技术方向审中专利较多，占比超过52%，表明Micro-LED显示驱动近期创新非常活跃，有大量技术创新产生
- 专利类型中，目前主要是以发明专利为主，有少数实用新型，表明该分支整体技术创新高度非常高

- 从2010年之后的专利申请趋势来看，Micro-LED显示驱动技术，目前正处于高速发展期，近5年专利申请量上升明显
- 整体授权率来看，平均在50%左右，相较于上述几个技术方向，整体授权率偏低，潜在原因在于，Micro-LED显示驱动技术多为OLED驱动基础上改进，实际基础创新较少，总体创新难度大

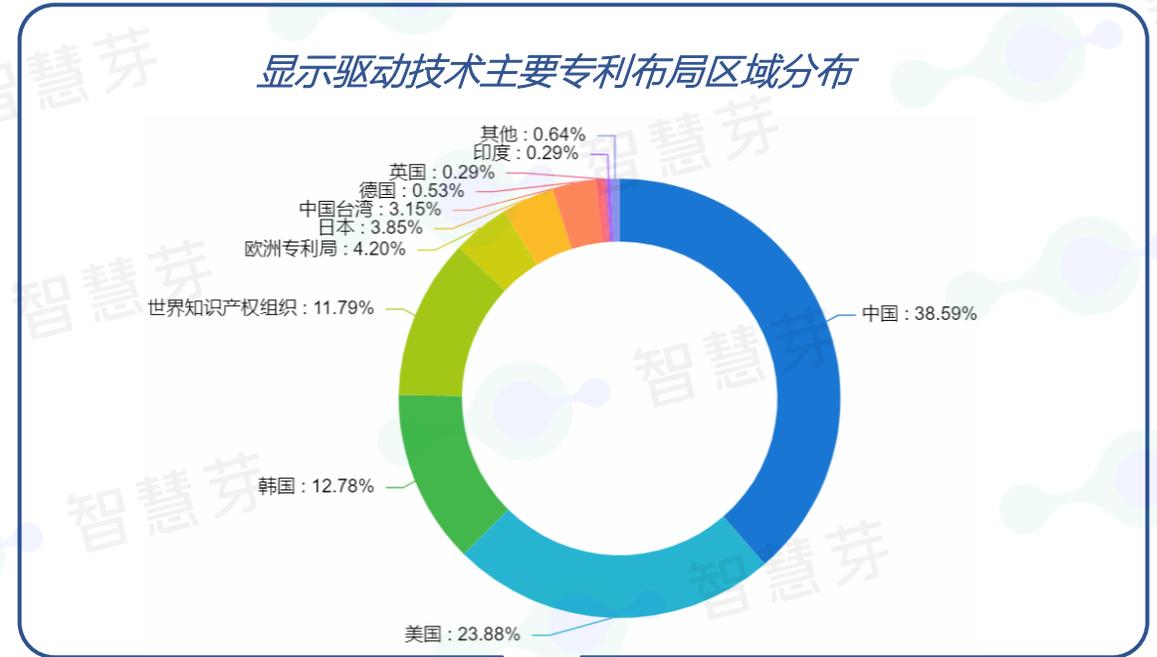
Micro-LED显示驱动技术来源国和主要市场分布

➤ 中国和韩国为Micro-LED显示驱动的主要技术输出国，其中韩国创新主体技术海外布局较多，行业内纷纷看好中国和美国市场



➤ 显示驱动技术主要来源于中国和韩国，两者技术输出占比都超过30%，中国技术输出最多

➤ 相较于其他几个重点技术，韩国在显示驱动方向专利输出较多，潜在原因在于三星和LG作为全球显示器龙头，其重点发力于Micro-LED的显示应用创新



➤ 显示驱动技术专利布局区域主要也为中国，其次是美国，与上述几个重点方向布局区域类似

➤ 结合技术来源分布占比来看，韩国也作为主要技术输出国，但韩国市场布局占比较少，一定程度上说明韩国创新主体纷纷看好海外市场，将其技术向外布局

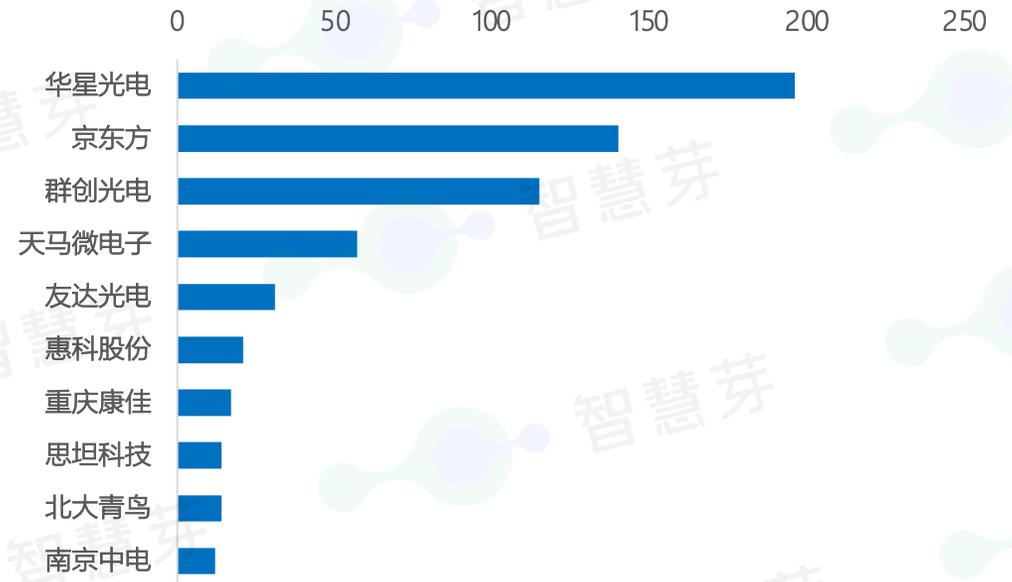
Micro-LED显示驱动技术全球&中国主要创新主体

➢ 显示全球创新竞争格局：全球龙头三星在该方向有明显技术优势，国内华星光电、京东方技术储备属于全球第一梯队，但与龙头相比稍有差距

全球专利申请量Top10创新主体



中国专利申请量Top10创新主体



➢ 显示驱动方向，全球TOP10企业中，**中国企业有5家，其中华星光电、京东方和群创光电专利储备量排进全球前5**

➢ 该方向领头的创新主体以韩国三星为首，其专利储备量也遥遥领先其他企业

➢ 从中国排名前10创新主体来看，国内在显示驱动方向已经形成明显头部企业，华星光电、京东方和群创光电在该技术方向专利储备较丰富

Micro-LED显示主流驱动技术——CMOS驱动和TFT驱动

- 被动驱动不利于大面积制作，无法满足大屏驱动要求
- 被动驱动的行列扫描驱动特点，容易产生行列像素发光不均匀，导致显示图像和分辨率受限制
- 像素间距逐渐缩小传统PCB板的被动驱动方式不能满足驱动需求



Micro-LED显示驱动技术专利分布

- Micro-LED显示驱动创新热度在TFT驱动，其次是CMOS驱动
- 由于TFT驱动的技术成熟度、成本方面具有较大优势，目前TFT驱动整体技术储备最多，并且远优于其它两种驱动方式

TFT驱动	1330
CMOS驱动	283
被动驱动	107

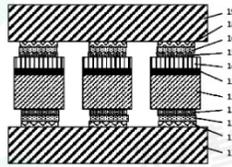
以CMOS和TFT为代表的主动驱动设计方案

将成为Micro-LED技术发展良伴

CMOS驱动转移键合技术路线：重点探索Micro-LED与CMOS驱动电路的键合技术

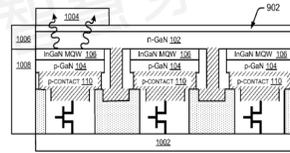
CN107887331B (福州大学)

形成Micro-LED单元器件阵列，接着制作欧姆接触层，并采用微接触印刷的方式将Micro-LED单元器件阵列连接在CMOS或TFT背板上。



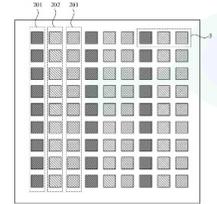
US10629577B2 (INVENSAS)

microLED平坦键合界面表面的共面电触点直接键合到CMOS驱动器电路的超平键合界面,晶圆到晶圆的直接键合。



CN110310907B (思坦)

将所述Micro-LED芯片以倒装方式对准转移至所述驱动基板上，Micro-LED芯片通过导电胶与CMOS驱动电路单元对应电连接



2016年

2017年

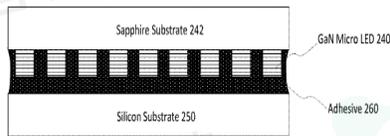
2018年

2019年

2021年

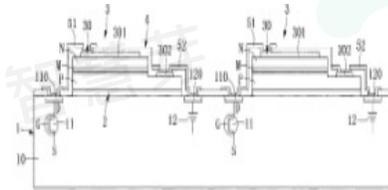
US10325893B2 (香港北大青鸟)

微型LED阵列通过使用粘合剂被转移到中间Si衬底上，通过中间衬底将微型LED阵列键合到CMOS像素驱动器后，将中间基板与微型LED阵列分开。



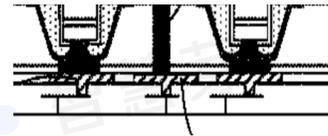
US10700139B2 (台湾爱司帝)

具有多个LED结构的发光组件和具有CMOS控制电路的晶片级基板可以经由粘合层彼此连接。



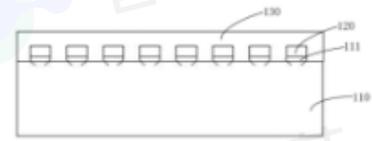
US11404400B2 (苹果)

金属底部触点的平坦底面通过金属-金属接合而接合到电极焊盘顶部,并且绝缘填充层的底面接合到电极焊盘的顶部。



CN113885211A (康佳)

Micro-LED发光芯片通过UBM焊盘与CMOS集成电路驱动基板，UBM焊盘采用低温焊接

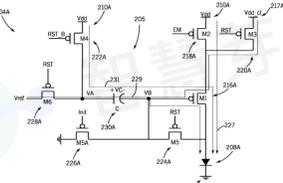


CMOS驱动晶体管的阈值电压补偿技术路线：各创新主体补偿方式各有特色

例如在像素外电路中设置补偿电路或者对像素内驱动电路的结构进行改进

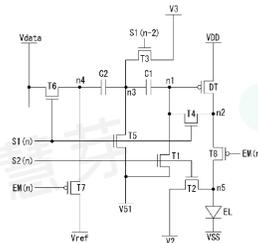
US10217402B1 (苹果)

补偿电路配置为调整驱动电流信号,以使驱动电流信号独立于高电压轨(V_{DD})和阈值电压 V_{TH} (第一晶体管或第二晶体管的)。



US11270644B2 (乐金)

像素驱动电路,其中用于补偿驱动晶体管的阈值电压的补偿时间被充分固定,以便通过响应速度改善通过在屏幕上移除斑点、余数和串扰,改善了高速驱动和图像质量。



CN112992062B (天马微电子)

将驱动晶体管分为第一驱动部和第二驱动部,在数据写入阶段,将源极与第一漏极间的第一驱动部或者第一漏极与第二漏极间的第二驱动部中的一者在数据写入阶段不计入其中。

2015年

2018年

2019年

2020年

2021年

2022年

US10692433B2 (RAXIUM)

使用大的LFET来产生参考电流,然后使用相同的大的LFET来充当镜像参考电流的电流源,从而确保参考电流FET和电流源FET之间的基本较好匹配。

US11373590B2 (天马微电子)

偏置模块连接在驱动晶体管的漏极和发光控制信号线之间,在偏置阶段,通过调整驱动晶体管的栅极电位和漏极电位,可以平衡非偏置阶段驱动晶体管I-V曲线的偏差。

CN114758612A (华星光电)

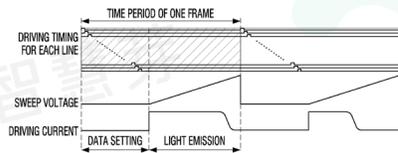
通过采用两种不同类型的能够互补极性的晶体管,并接入第一扫描线和第二扫描线,即可实现补偿驱动晶体管中的阈值电压的功能,使得发光器件的发光亮度更加均匀。

CMOS驱动亮度补偿调节技术路线

► 亮度调节主流解决方式：PWM或PAM与PWM混合调制驱动信号对LED芯片阵列中每个芯片驱动信号一致性控制

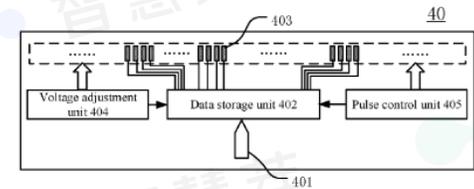
US11056047B2 (三星)

对于多个像素的每条行线,按照用于设置PWM数据电压的数据设置时段和发光时段的顺序驱动,当驱动显示面板时,可以同时执行PWM数据的设置(或编程)和发光元件的发光。



CN112863427A (天马微电子)

第一脉宽调制信号和第一电压信号同时对控制发光单元的通电时间和导通电流的共同交互作用,基于两者的交互作用影响,生成较相关技术中通过脉冲宽度调制信号的方式调节更多种的亮度的梯度变化。



2019年

2020年

2021年

2022年

CN112599085A (2020思坦)

电流调节模块,用于产生调节电流,镜像模块用于复制调节电流以生成多个镜像电流,译码器模块用于将多个镜像电流整合,生成亮度调节信号;控制模块,用于根据控制信号输出亮度调节信号至LED驱动电路,以使LED驱动电路根据亮度调节信号对LED芯片进行亮度调节。

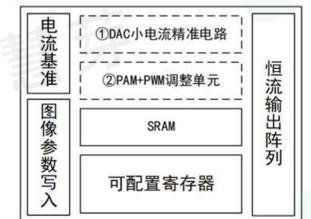
CN112712772A (2020思坦)

通过驱动模块、光电转换模块和数据处理模块,实现了对LED芯片发光亮度的调节,使得LED阵列中的每个LED芯片的发光亮度相同,提高了Micro-LED显示器件的发光均匀性。

控制LED阵列中每个芯片驱动信号一致

CN114067732B (浣轩半导体)

将PAM与PWM混合调制方法应用于驱动芯片架构,取代现有PWM控制模式,获得更好的小电流模式下图像灰阶均匀性;采用DAC小电流精准控制电路来获取更加精确的电流输出。



○ TFT驱动技术简介

- 由于低温多晶Si TFT 具有低功耗、轻便、薄型、提供大电流和系统集成性而被广泛地应用于有源驱动显示薄膜晶体管液晶显示和主动矩阵有机发光二极管显示中
- TFT可用玻璃作为驱动基板，玻璃基板表面是光滑的，巨量转移技术难度较低，因而TFT玻璃基板成为是目前理想的技术选择，TFT驱动玻璃背板搭配LTPS开关技术更是成为了目前较为成熟且热门的研究方向

➢ **技术挑战1**：为了实现超大尺寸Micro-LED显示屏，需采用玻璃背板技术进行拼接，但是要真正做到完全无缝拼接，目前在工艺上仍然还存在一定难度。

➢ **技术挑战2**：每个晶体管会持续受到不同栅压的影响，阈值电压会发生漂移，从而导致输出的图像不稳定，出现图像伪像

三星	194
华星光电	191
京东方	136

分类

TFT驱动中晶体管类型的比较

类型	非晶硅薄膜晶体管 (a-Si TFT)	低温多晶 Si 薄膜晶体管 (LTPS-TFT)	铟镓锌氧化物薄膜晶体管 (IGZO-TFT)	有机薄膜晶体管 (OTFT)
优势	技术成熟度高 成本低	迁移率高 分辨率高 充电快，功耗低 容易高度集成	漏电流小 较大驱动电流 较快响应速度	可弯曲显示
劣势	迁移率低 功耗大 漏电流大	成本较高 技术难度较大	稳定性较差	迁移率低 电阻率高 成本高

○ TFT驱动Micro-LED芯片的无缝拼接屏技术

➢ 以三星和华星光电技术为主流

➢ **三星**：主要偏向于在衬底底面设置连接线和焊盘结构最小化非显示区域的面积，以及改进显示模块的组合区域的耦合构件使显示区域之间的缝隙减小

➢ **华星光电**：1、主要偏向将金属布线或焊盘设置在驱动背板的背面使显示面板边框减小

2、在相邻显示模块连接处形成腔室，在腔室中设置另一显示模块，或将显示模块的非显示区域设置在相邻另一显示模块的显示区域背面的镂空部分内，以实现无缝拼接



TFT驱动晶体管的阈值电压补偿技术路线

TFT驱动代表企业主流补偿方式：

- **苹果**：主要通过**在像素外电路中设置补偿或偏置电路进行阈值电压的补偿**
- **华星光电**：更偏向于**直接局部改进像素内驱动电路，例如在驱动电路中增加电容/改进驱动晶体管类型**

苹果

CN108885854B

使用**外部补偿电路**抵消因发光二极管随时间推移出现的电压漂移而引起的负伪影，向多个像素提供像素数据之前，显示面板外部的补偿电路将偏移数据即电压信号施加到每个像素的像素数据。

US11004391B2

处理电路被配置为**预测与像素的晶体管相关联的阈值电压的变化**；并且基于阈值电压的预测变化来**调整**图像数据以生成调整后的图像数据。

US20220076627A1

显示器包括显示像素和偏置电压源，通过**动态调整施加到显示像素的偏置电压**来减轻视觉伪影，偏置电压源为图像数据帧的第一子帧、第二子帧向显示像素提供第一偏置电压和第二偏置电压。

2016年

2019年

2020年

2021年

华星光电

CN111063295B

通过获取发光二极管阵列面板的使用时间**查找数据电压补偿值**，然后通过运算将灰阶电压输入至像素单元，解决了驱动电流 I_{ds} 受到阈值电压 V_{th} 漂移的影响。

CN110706641B

在驱动单元增加第一电容，第一电容的第一端用于接收电源高压信号，第一电容的第二端耦接第二节点，通过**第一电容对驱动单元的耦合作用**，减小在不同灰阶状态下驱动单元的数据传输效率

CN111564136B

驱动晶体管采用**多晶硅薄膜晶体管**且补偿晶体管采用**氧化物薄膜晶体管**，可以降低或者消除驱动晶体管的漏电流。

CN111477164B

将相互独立的PWM控制单元以及PAM控制单元同时控制发光单元驱动发光，在解决PAM驱动色偏移的问题的同时，克服TFT阈值电压引起的亮度不均。

CN114038413A

将驱动薄膜晶体管（T1-T6）分别接入第一扫描线、第二扫描线、第三扫描线、数据信号线、复位信号线和控制信号线，有效补偿驱动薄膜晶体管的阈值电压。

04

Micro-LED

典型企业技术布局

三星

苹果

Micro-LED典型企业：三星

三星借助Micro-LED技术显示应用，助力其进一步巩固全球高端电视市场地位

三星率先实现Micro-LED大屏电视显示应用



2018年推出第一台Micro-LED电视

- ▶在CES上展出146英寸电视墙“the wall”，全球首台家用的模块化电视，采用自发光像素LED模块，消除对彩色滤光片依赖
- ▶“The Wall”采用了更小的自发光像素LED模块，每块芯片都支持

2019-2020年期间陆续推出不同尺寸Micro-LED电视

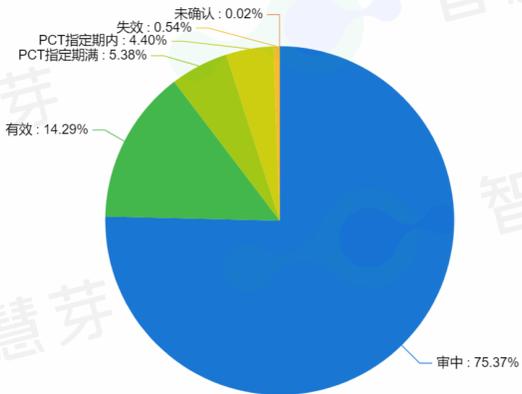
- ▶随着第一款“the wall”，三星陆续推出了各种尺寸的The Wall：75英寸、88英寸、93英寸、110英寸和150英寸，以促进家用推广

2022年推出全面升级版Micro-LED电视新品

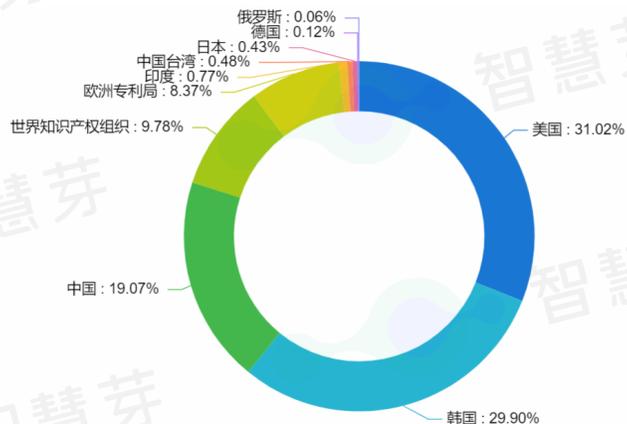
- ▶在2022 CES展上，三星将推出110英寸、101英寸和89英寸三种规格的三星Micro-LED产品，部分系列9月份国内发售
- ▶除了硬件创新，2022三星Micro-LED还支持20位灰度深度

三星Micro-LED领域创新布局策略：全球化布局、技术储备丰富

专利总量：4800件+
有效专利量：近700件



专利布局主要区域分布



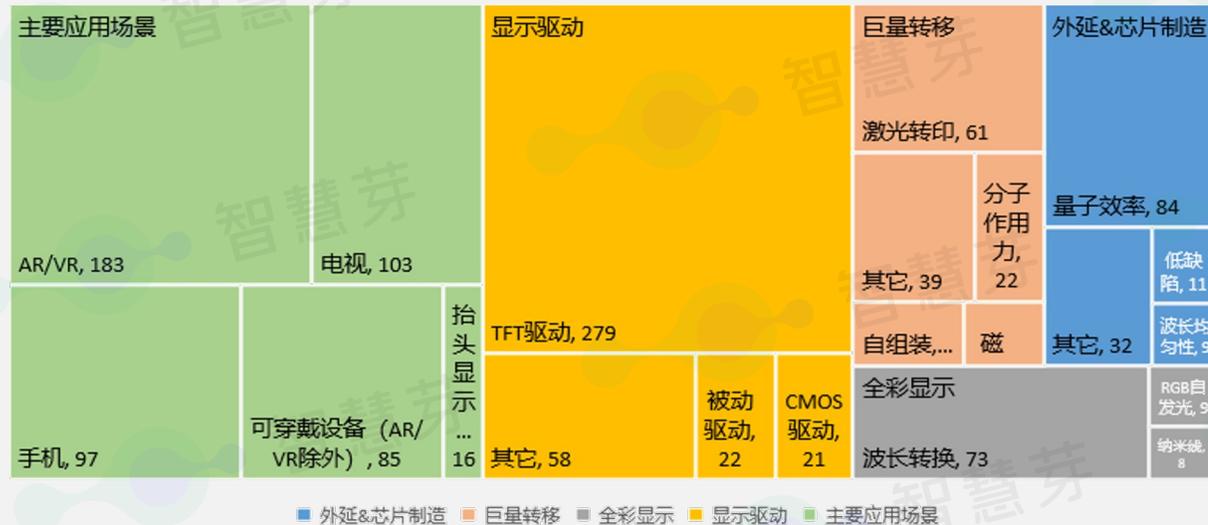
三星Micro-LED技术近10年专利申请趋势



三星Micro-LED领域创新布局策略

- ▶ 专利储备量高，整体技术实力较强，结合专利法律状态和专利申请趋势，其近几年布局热度高涨；
- ▶ 三星专利布局为**全球化布局策略**，重点布局的市场为美国、韩国，其次是中国，整体说明其在全球化市场同时，**较重视美国和中国海外市场**；
- ▶ 三星在各产业链各关键技术都有研究，但其重点布局产业中、下游技术，特比是显示相关技术研究较多，也进一步证明其未来将基于Micro-LED技术重点**拓展电子显示产品应用发展**。

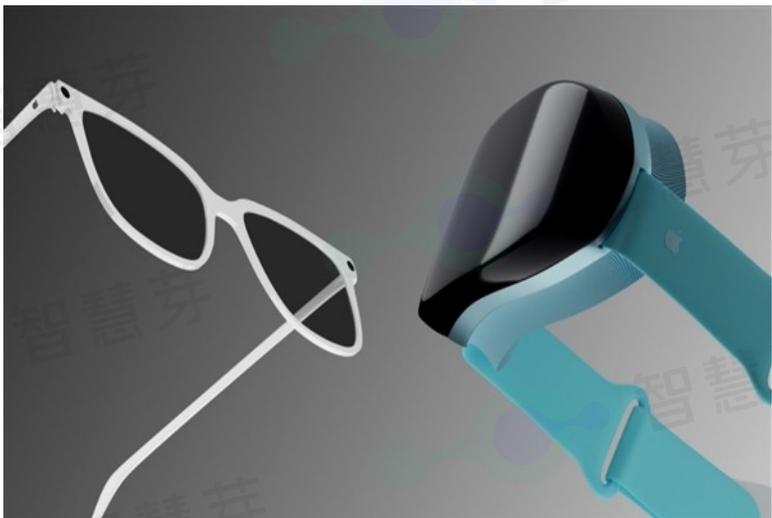
三星在Micro-LED关键技术专利分布



Micro-LED典型企业：苹果

➤ 苹果加紧Micro-LED技术相关布局，助力其把控电子产品显示屏幕供应链

苹果Micro-LED技术布局典型事件



2014年苹果收购LuxVue，大幅度提升Micro-LED技术世界关注度

- LuxVue于2009年成立，总部位于美国，主要从事Micro-LED在微显示领域应用开发，其掌握的核心技术包括：巨量转移、3D纳米线LED等
- 苹果收购LuxVue，助力其突破Micro-LED技术关卡，进一步提升在微显示技术优势

大力度投入Micro-LED制备和面板研究，进一步管控产业链上、中游

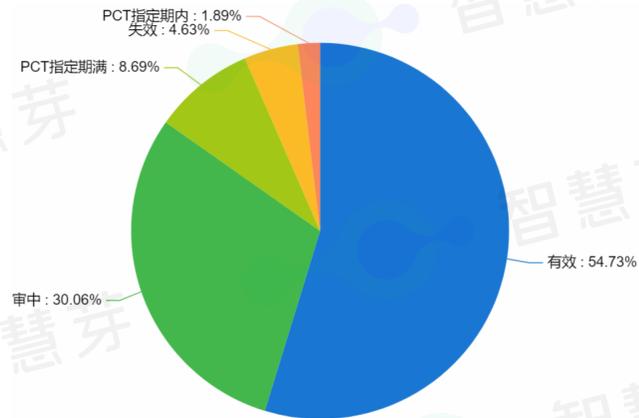
- 成立Micro-LED实验线，攻关Micro-LED制程难点
- 加码投资中国台湾Micro-LED制备研发，积极推进Mini LED背光版本iPad Pro 5G和Micro LED研发
- 在中国台湾成立显示技术中心，借助当地显示产业技术，布局Micro-LED显示面板技术

计划在2025年内陆续推出搭载Micro-LED微显示屏相关电子产品

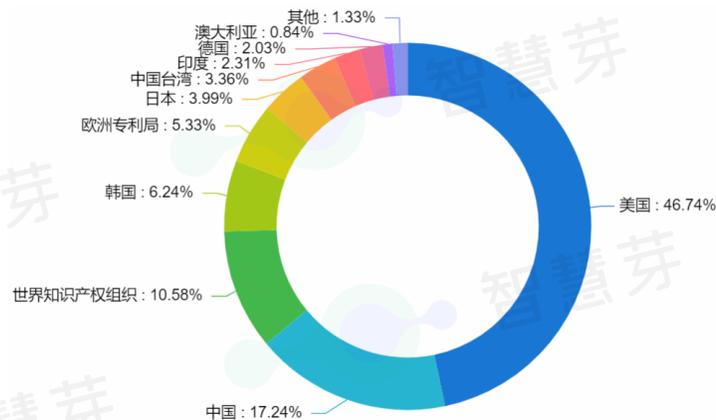
- 预计2023-2024年在苹果 watch上搭载Micro-LED显示屏
- 计划在2025年推出的第二代苹果AR/MR产品上搭载micro OLED/LED显示技术

苹果Micro-LED领域创新布局策略：全球化布局，重视上游技术研究

专利总量：1400件+
有效专利量：近780+



专利布局主要区域分布



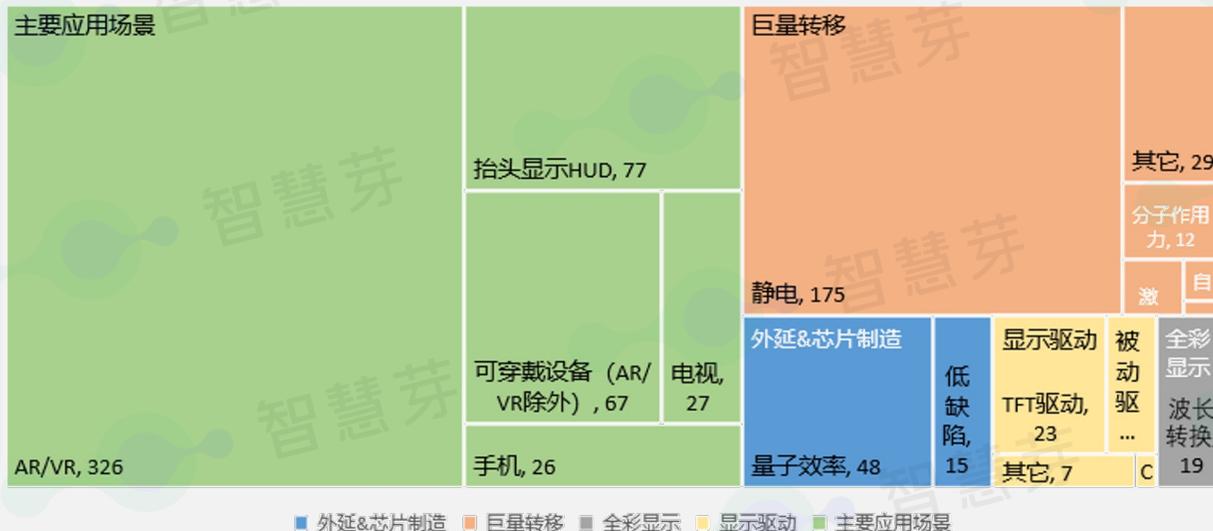
苹果Micro-LED技术近10年专利申请趋势



苹果Micro-LED领域创新布局策略

- 专利储备量超过1400件，有效专利占比超过一半，整体专利储备较早，其次审中专利占比超过30%，结合专利申请趋势，表明其技术创新热度仍在保持
- 苹果专利布局也为**全球化布局策略**，与其整体的市场策略相关，重点布局的市场为美国、其次是中国，说明其**较重视中国海外市场**
- 苹果在各产业链各关键技术上都**有研究**，并且重点储备**产业上游和下游技术**，特别在巨量转移技术上，重点研究静电转移方式；在下游场景上，其**重点拓展AR/VR等微显示场景**

苹果在Micro-LED关键技术专利分布



从技术维度洞察Micro-LED产业

01

市场潜力大，显示场景有望率先实现市场化

- 受智能手表、高端电视等显示场景需求影响，全球Micro-LED芯片出货量大幅度提升，市场需求潜力大

02

Micro-LED目前全球技术储备丰富，近几年创新热度高涨

- 目前全球专利储备超过4万件，有效专利占比接近35%，近5年专利申请占比过半

03

国内头部企业技术创新实力较强，与国际龙头齐头并进

- 全球TOP15企业中，国内企业占比超过一半，关键技术竞争实力较强，国内代表企业有京东方、华星光电，国际代表企业有三星、LG、苹果

04

产业关键技术中，上游技术难度高，整体研究热度也高

- 目前产业关键技术主要集中在上游突破，其中外延&芯片结构、巨量转移技术专利储备都超过3300件，各个方向需要突破的技术难题多

05

三星为Micro-LED领域技术储备龙头，较关注产业中、下游研究

- 三星整体技术储备超过4800件，并且审中&有效专利占比和接近90%，整体近些年创新热度非常高

Micro-LED白皮书课题研究组



李利哲 江苏第三代半导体研究院知识产权平台负责人

中国专利代理师，IPMS认证审核员，高级知识产权师，曾先后就职于国家知识产权局专利局专利审查江苏中心和某大型的专利咨询公司，具有十年以上的半导体相关的专利实质审查、专利咨询业务和专利构建的经验。



王国斌 江苏第三代半导体研究院材料生长创新平台负责人

拥有10年以上III族氮化物材料与器件的外延生长的开发和产业化经验，负责和参与了省级以上国家项目6项，入围市级以上人才计划2项。在Micro-LED领域，创新性的以基于氮化镓单晶衬底的同质外延为独有技术，所开发的高性能Micro-LED外延片产品已服务新型显示、可见光通信（VLC）等多个应用市场。研究成果发表在国际著名期刊多次发表，累计申请国家发明专利超过50项。



韩娜 江苏第三代半导体研究院知识产权工程师

中国专利代理师，6年以上知识产权从业经验，曾就职于三环知识产权，擅长专利挖掘、专利布局、专利撰写等；目前主要负责江苏第三代半导体研究院的专利挖掘与布局、专利审核、专利培训及专利分析等相关工作。



刘宗亮博士 高级工程师，江苏第三代半导体研究院院长助理

近十年来一直从事液相法氮化镓体单晶材料生长与相关物性研究，完成了自主知识产权的助熔剂法高温、高压生长设备的设计与加工，为国内首次采用该液相生长技术获得2英寸氮化镓体单晶。作为项目负责人、核心骨干先后参加了基金委青年基金、科技部重点研发、基金委杰青、装发部预研项目、江苏省重点研发项目等多个氮化镓材料生长及物性研究项目，全国半导体设备和材料标委会材料分技术委员会委员，申请核心专利25项，在国际国内会议上做报告15余次。



王春娟 智慧芽半导体领域咨询专家

中国专利代理师，7年知识产权从业经验，服务过多家半导体行业上市企业，主导江苏省第三代半导体产业导航、氮化镓技术洞察报告等相关项目，擅长专利检索及分析、风险排查、专利挖掘布局等。



任亚强 智慧芽咨询高级经理

中国专利代理师，10年以上知识产权从业经验，曾就职于富士康，主要负责专利撰写、布局、侵权分析等。为多家半导体行业上市企业提供过培训、上市前知识产权辅导等服务，擅长专利挖掘、侵权分析、风险管理、风险规避、专利挖掘、培训等。



陈相楠 智慧芽咨询高级经理

中国专利代理师，9年知识产权从业经验，江苏省知识产权骨干人才，曾就职于国家知识产权局专利局审协，从事显示面板领域发明专利审查工作。为多家半导体行业上市企业提供过培训、上市前知识产权辅导等服务，擅长专利分析咨询、专利信息利用、专利管理咨询等。



方庭 智慧芽咨询兼知识产权总监

中国专利代理师，助理研究员，江苏省知识产权骨干人才，苏州市知识产权保护工作先进个人，现任智慧芽咨询总监兼任智慧芽知识产权总监，近10年知识产权从业经历，具备专利审查、知识产权咨询服务和企业知识产权管理业务经验，为多家知名企业提供过知识产权综合解决方案。



扫码领取账号
解锁数据工具