

2021 04

总 28 期

光电科技
情报网



光电科技快报

Opto-electronics Science
& Tech Letters

- ▶ 半导体光刻胶行业迎来高速发展期
- ▶ 五部委联合发文，支持新型显示产业发展
- ▶ 中国大陆首次成为全球最大的半导体设备市场
- ▶ 紫外至太赫兹波段二维材料光电探测器



中国科学院光电情报网工作组

中国科学院光电情报网内参

光电科技快报

Opto-electronics Science & Tech Letters

(2021 年第 4 期 总 28 期)

中国科学院光电情报网工作组

2021.04

中国科学院光电情报网介绍：

中国科学院光电情报网(简称光电情报网)是在中国科学院文献情报系统“学科情报服务协调组”的整体组织和指导下,由中国科学院武汉文献情报中心牵头组建,联合中国科学院光电领域相关研究所、东湖新技术开发区(中国光谷)、国内相关光电企业、省科学院联盟相关成员单位,共同搭建的情报研究资源共享及协同服务的非营利性情报研究及服务团体。通过“协同开展情报研究服务、组合共建情报产品体系、促进情报资源交流共享、提升整体情报保障能力”的工作方式,创新院所协同、院地合作的情报研究和服务保障模式,更好支撑中国科学院、地方的发展规划布局,坚实保障各个层面的战略决策、智库咨询、科学研究和产业创新情报需求,从而有效推动光电领域科技进步和产业发展。

中国科学院光电情报网工作组：

组长单位：中国科学院武汉文献情报中心

副组长单位：中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
中国科学院上海光学精密机械研究所
中国科学院光电技术研究所
中国科学院合肥物质科学研究院
中国科学院成都文献情报中心

组员单位：中国科学院西安光学精密机械研究所
中国科学院海西研究院
中国科学院光电研究院
中国科学院国家空间科学中心
中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所
中国科学院苏州生物医学工程技术研究所
中国科学院上海技术物理研究所

特邀单位：安徽科学技术研究院
安徽光电技术研究所

目 录

特别关注	2
半导体光刻胶行业迎来高速发展期.....	2
战略规划	11
五部委联合发文，支持新型显示产业发展.....	11
韩国半导体产业增长计划草案出台，税收减免或将增至 40%.....	11
行业观察	13
中国大陆首次成为全球最大的半导体设备市场.....	13
2020 年中国新增光伏装机占比近 38%.....	13
2021 年全球真无线耳机销量或将达到 3.1 亿.....	15
研究进展	16
电池技术新突破或将成为历史性的一步.....	16
量子网络中的确定性多量子位纠缠.....	17
紫外至太赫兹波段二维材料光电探测器.....	18
超柔性自供电光子皮肤实现人体生理信号监测.....	20

本期责编：胡思思

本期编辑：李海燕（上海光机所） 朱立禄（长春光机所） 王亚军（西安光机所） 张甫
（安徽光机所） 章日辉 刘义鹤 曹 晨 刘美蓉

联系电话：027-87199007 87199372

特别关注

半导体光刻胶行业迎来高速发展期

1 光刻胶行业简介

近年来大规模和超大规模集成电路的快速发展，光刻胶作为微电子技术中微细图形加工的关键材料之一，也迎来了高速发展期。光刻胶又称光致抗蚀剂，是一种对光敏感的混合液体。光刻胶主要是由光引发剂、树脂以及各类添加剂等化学品成份组成的对光敏感的感光性材料，光刻胶可以通过光化学反应，经曝光、显影等光刻工序将所需要的微细图形从光罩（掩模版）转移到待加工基片上，因此光刻胶主要用于电子信息产业中印制电路板的线路加工、各类液晶显示器的制作、半导体芯片及器件的微细图形加工等领域。

现代电子信息工业产业中大量运用光刻技术，光刻技术是人类迄今所能达到的尺寸最小、精度最高的加工技术，光刻胶是光刻技术的关键材料。光刻是整个集成电路制造过程中耗时最长、难度最大的工艺，耗时占 IC 制造 50%左右，成本约占 IC 生产成本的 1/3。光刻胶是光刻过程最重要的耗材，光刻胶的质量对光刻工艺有着重要影响。据智研咨询统计，2019 年全球光刻胶市场规模预计近 90 亿美元，自 2010 年至今 CAGR 约 5.4%。预计该市场未来 3 年仍将以年均 5% 的速度增长，至 2022 年全球光刻胶市场规模将超过 100 亿美元。光刻胶按应用领域分类，可分为 PCB 光刻胶、显示面板光刻胶、半导体光刻胶及其他光刻胶。

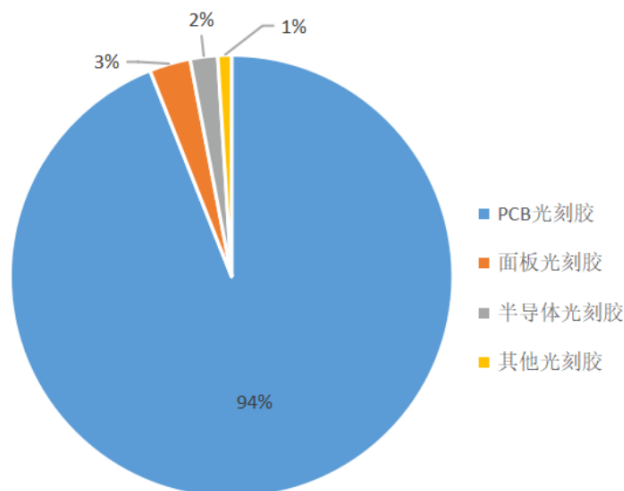


图 1 光刻胶按应用领域分类占比情况

目前全球光刻胶市场基本被日本和美国企业所垄断。光刻胶属于高技术壁垒

材料，生产工艺复杂，纯度要求高，需要长期的技术积累。日本的 JSR、东京应化、信越化学及富士电子四家企业占据了全球 70% 以上的市场份额，处于市场垄断地位。国内光刻胶生产商由于起步晚，产品主要集中在 PCB 光刻胶，面板光刻胶和半导体光刻胶生产规模相对较小。国内生产的光刻胶中，PCB 光刻胶占比 94%，LCD 光刻胶和半导体光刻胶占比分别仅有 3% 和 2%。

2 半导体光刻胶分类

在半导体集成电路制造行业，主要使用 g 线光刻胶、i 线光刻胶、KrF 光刻胶、ArF 光刻胶等。在大规模集成电路的制造过程中，一般要对硅片进行超过十次光刻。在每次的光刻和刻蚀工艺中，光刻胶都要通过预烘、涂胶、前烘、对准、曝光、后烘、显影和蚀刻等环节，将光罩（掩模版）上的图形转移到硅片上。

表 1 半导体光刻胶分类

光源类型		波长
EUV 光源		13.5nm
DUV 光源	Arf	193nm
	Krf	248nm
汞灯光源	i-line	365nm
	g-line	436nm

2.1 g 线光刻胶和 i 线光刻胶

历史上光刻机所使用的光源波长呈现出与集成电路关键尺寸同步缩小的趋势。不同波长的光刻光源要求截然不同的光刻设备和光刻胶材料。在 20 世纪 80 年代，半导体制成的主流工艺尺寸在 1.2um（1200nm）至 0.8um（800nm）之间。那时候波长 436nm 的光刻光源被广泛使用。在 90 年代前半期，随着半导体制程工艺尺寸朝 0.5um（500nm）和 0.35um（350nm）演进，光刻开始采用 365nm 波长光源。

436nm 和 365nm 光源分别是高压汞灯中能量最高，波长最短的两个谱线。高压汞灯技术成熟，因此最早被用来当作光刻光源。使用波长短，能量高的光源进行光刻工艺更容易激发光化学反应、提高光刻分辨率。以研究光谱而闻名的近代德国科学家约瑟夫·弗劳恩霍夫将这两种波长的光谱分别命名为 G 线和 I 线。这也是 g-line 光刻和 i-line 光刻技术命名的由来。

g-line 与 i-line 光刻胶均使用线性酚醛成分作为树脂主体，重氮萘醌成分（DQN 体系）作为感光剂。未经曝光的 DQN 成分作为抑制剂，可以十倍或者更大的倍数降低光刻胶在显影液中的溶解速度。

曝光后，重氮萘醌（DQN）基团转变为烯酮，与水接触时，进一步转变为

茛羟酸，从而得以在曝光区被稀碱水显影时除去。由此，曝光过的光刻胶会溶解于显影液而被去除，而未曝光的光刻胶部分则得以保留。虽然 g-line 光刻胶和 i-line 光刻胶使用的成分类似，但是其树脂和感光剂在微观结构上均有变化，因而具有不同的分辨率。G-line 光刻胶适用于 0.5um（500nm）以上尺寸的集成电路制作，而 i-line 光刻胶使用于 0.35um（350nm 至 0.5um（500nm）尺寸的集成电路制作。此外，这两种光刻胶均可以用于液晶平板显示等较大面积电子产品的制作。

2.2 KrF 和 ArF 光刻胶

90 年代后半期，遵从摩尔定律的指引，半导体制程工艺尺寸开始缩小到 0.35um（350nm）以下，因而开始要求更高分辨率的光刻技术。深紫外光由于波长更短，衍射作用小，所以可以用于更高分辨率的光刻光源。随着 KrF、ArF 等稀有气体卤化物准分子激发态激光光源研究的发展，248nm（KrF）、193nm（ArF）的光刻光源技术开始成熟并投入实际使用。然而，由于 DQN 体系光刻胶对深紫外光波段的强烈吸收效应，KrF 和 ArF 作为光刻气体产生的射光无法穿透 DQN 光刻胶，这意味着光刻分辨率会受到严重影响。因此深紫外光刻胶采取了与 i-line 和 g-line 光刻胶完全不同的技术体系，这种技术体系被称为化学放大光阻体系（Chemically Amplified Resist，CAR）。

在 CAR 技术体系中，光刻胶中的光引发剂经过曝光后并不直接改变光刻胶在显影液中的溶解度，而是产生酸。在后续的热烘培流程的高温环境下，曝光产生的酸作为催化剂改变光刻胶在显影液中的溶解度。因此 CAR 技术体系下的光引发剂又叫做光致酸剂。

由于 CAR 光刻胶的光致酸剂产生的酸本身并不会在曝光过程中消耗而仅仅作为催化剂而存在，因此少量的酸就可以持续地起到有效作用。CAR 光刻胶的光敏感性很强，所需要从深紫外辐射中吸收的能量很少，大大加强了光刻的效率。CAR 光刻胶曝光速递是 DQN 光刻胶的 10 倍左右。

从 90 年代后半期开始，光刻光源就开始采用 248nm 的 KrF 激光；而从 2000 年代开始，光刻就进一步转向使用 193nm 波长的 ArF 准分子激光作为光源。在那之后一直到今天的约 20 年里，193nm 波长的 ArF 准分子激光一直是半导体制程领域性能最可靠，使用最广泛的光刻光源。

一般而言，KrF（248nm）光刻胶使用聚对羟基苯乙烯及其衍生物作为成膜树脂，使用磺酸碘鎓盐和硫鎓盐作为光致酸剂；而 ArF（193nm）光刻胶则多使

用聚甲基丙烯酸酯衍生物，环烯烃-马来酸酐共聚物，环形聚合物等作为成膜树脂；由于化学结构上的原因，ArF（193nm）光刻胶需要比KrF（248nm）光刻胶更加敏感的光致酸剂。

虽然在2007年之后，一些波长更短的准分子光刻光源技术陆续出现，但是这些波段的辐射都很容易被光刻镜头等光学材料吸收，使这些材料受热产生膨胀而无法正常工作。少数可以和这些波段的辐射正常工作的光学材料，比如氟化钙（萤石）等，成本长期居高不下。再加上浸没光刻和多重曝光等新技术的出现，193nm波长ArF光刻系统突破了此前65nm分辨率的瓶颈，所以在45nm到10nm之间的半导体制程工艺中，ArF光刻技术仍然得到了最广泛的应用。

2.3 EUV 光刻胶

EUV（极紫外光）光刻技术是20年来光刻领域的最新进展。由于目前可供利用的光学材料无法很好支持波长13nm以下的辐射的反射和透射，因此EUV光刻技术使用波长为13.5nm的紫外光作为光刻光源。EUV（极紫外光）光刻技术将半导体制程技术在10nm以下的区域继续推进。在EUV光刻工艺的13.5nm波长尺度上，量子的不确定性效应开始显现，为相应光源，光罩和光刻胶的设计和使用带来了前所未有的挑战。目前，各大Foundry厂在7nm以下的最高端工艺上都会采用EUV光刻机，而EUV光刻机只有荷兰ASML有能力制造，许多相应的技术细节尚不为外界所知。在即将到来的EUV光刻时代，业界预期已经流行长达20年之久的KrF、ArF光刻胶技术或将迎来全面技术变革。

目前EUV光刻胶市场主要由日本厂商主导，据统计市场占比约占90%。据日经报道，日本信越化学将斥资300亿日元（约2.85亿美元），把光刻胶的产能提高20%，以扩充对半导体关键材料的供应。信越化学将会在日本和中国台湾地区兴建工厂，位于中国台湾地区云林工厂将先完成，预计2021年2月开始量产，届时信越化学将得以在中国台湾地区生产可与极紫外光（EUV）光刻技术兼容的光刻胶，以满足台积电等台厂客户的需求。日本的工厂将建在新泻县，预计2022年开始运作。届时中国台湾地区的光刻胶将增产50%，日本的增产20%，同时也会陆续招募新员工。新建的两座工厂除了满足中国台湾地区和日本的需求之外，还能够为中国大陆和韩国提供服务。除了中国台湾系客户外，信越化学扩充产能也将满足韩国、中国大陆和其他市场的客户需求。随着5G设备、数据中心和其他应用的芯片需求上升，光刻胶领域的需求日益旺盛。光刻胶是半导体供应链的关键材料，研究公司富士经济（FujiKeizai）预计，2019年至2024年，光刻胶市

场将增长 60%，达到约 2500 亿日元。

日本富士胶片以及住友化学也在 2020 年下半年正式宣布，将加入 EUV 光刻胶领域研发。据悉，富士胶片所研制的 EUV 光刻胶正在稳步推进中，富士胶片投资约 45 亿日元的 EUV 工厂也将在明年开始量产，而住友化学在 EUV 光刻胶上也计划在 2022 年开始实现量产。

3 光刻胶材料具备高行业壁垒

光刻胶所属的微电子化学品是电子行业与化工行业交叉的领域，是典型的技术密集行业。从事微电子化学品业务需要具备与电子产业前沿发展相匹配的关键生产技术，如混配技术、分离技术、纯化技术以及与生产过程相配套的分析检验技术、环境处理与监测技术等。同时，下游电子产业多样化的使用场景要求微电子化学品生产企业有较强的配套能力，以及时研发和改进产品工艺来满足客户的个性化需求。

光刻胶的生产工艺主要过程是将感光材料、树脂、溶剂等主要原料在恒温恒湿 1000 级的黄光区洁净房进行混合，在氮气气体保护下充分搅拌，使其充分混合形成均相液体，经过多次过滤，并通过中间过程控制和检验，使其达到工艺技术和质量要求，最后做产品检验，合格后在氮气气体保护下包装、打标、入库。整个工艺流程可以如下图所示。

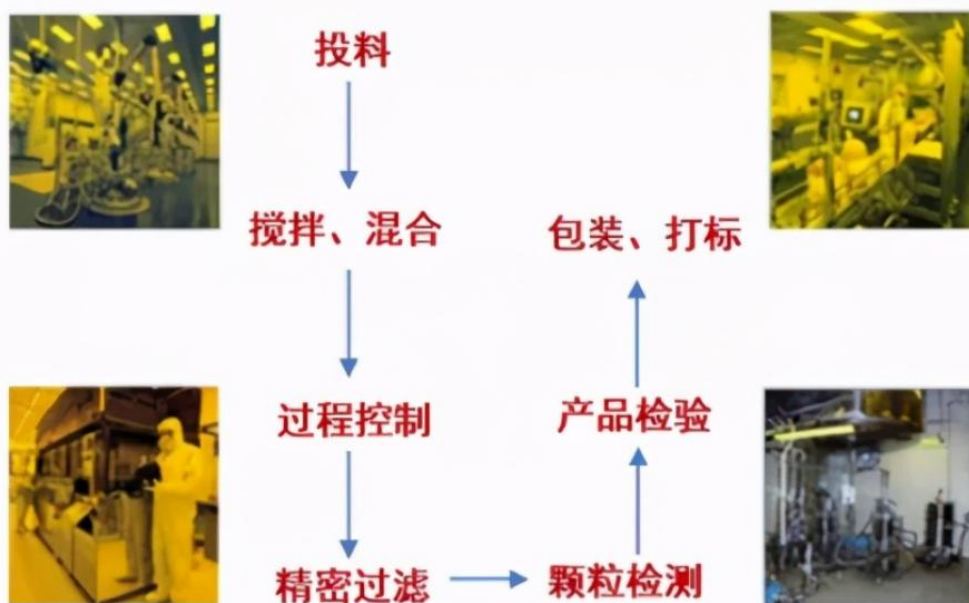


图 2 光刻胶生产工艺流程

光刻胶的技术壁垒包括配方技术，质量控制技术和原材料技术。配方技术是光刻胶实现功能的核心，质量控制技术能够保证光刻胶性能的稳定性而高品质的原材料则是光刻胶性能的基础。此外，光刻胶行业产品认证时间久、客户粘性大、

客户需求投入大、环保要求高的特点也增厚了行业壁垒。

3.1 配方技术

由于光刻胶的下游用户是 IC 芯片和 FPD 面板制造商，不同的客户会有不同的应用需求，同一个客户也有不同的光刻应用需求。一般一块半导体芯片在制造过程中需要进行 10-50 道光刻过程，由于基板不同、分辨率要求不同、蚀刻方式不同等，不同的光刻过程对光刻胶的具体要求也不一样，即使类似的光刻过程，不同的厂商也会有不同的要求。针对以上不同的应用需求，光刻胶的品种非常多，这些差异主要通过调整光刻胶的配方来实现。因此，通过调整光刻胶的配方，满足差异化的应用需求，是光刻胶制造商最核心的技术。

3.2 质量控制技术

由于用户对光刻胶的稳定性、一致性要求高，包括不同批次间的一致性，通常希望对感光灵敏度、膜厚的一致性保持在较高水平，因此，光刻胶生产商不仅仅要配路齐全的测试仪器，还需要建立一套严格的 QA 体系以保证产品的质量稳定。

3.3 原材料技术

光刻胶是一种经过严格设计的复杂、精密的配方产品，由成膜剂、光敏剂、溶剂和添加剂等不同性质的原料，通过不同的排列组合，经过复杂、精密的加工工艺而制成。因此，光刻胶原材料的品质对光刻胶的质量起着关键作用。

半导体集成电路用试剂材料的纯度要求较高，基本集中在 SEMIG3、G4 水平。我国的研发水平与国际尚存在较大差距；半导体分立器件对超净高纯试剂纯度的要求要低于集成电路，基本集中在 SEMIG2 级水平，国内企业的生产技术能够满足大部分的生产需要；平板显示和 LED 领域对于超净高纯试剂的等级要求为 SEMIG2、G3 水平，国内企业的生产技术能够满足大部分的生产需求。

(1) 认证时间久，要求严苛

包括光刻胶在内的微电子化学品有技术要求高、功能性强、产品更新快等特点，其产品品质对下游电子产品的质量和效率有非常大的影响。因此，下游企业对微电子化学品供应商的质量和供货能力十分重视，常采用认证采购的模式，需要通过送样检验、技术研讨、信息回馈、技术改进、小批试做、大批量供货、售后服务评价等严格的筛选流程。一般产品得到下游客户的认证需要较长的时间周期。集成电路行业由于要求较高，认证周期能达到 2-3 年时间；认证阶段内，光刻胶供应商没有该客户的收入，这需要供应收有足够的资金实力。

（2）光刻胶供应商与客户粘性大

一般情况下，为了保持光刻胶供应和效果的稳定，下游客户与光刻胶供应商一旦建立供应关系后，不会轻易更换。通过建立反馈机制，满足个性化需求，光刻胶供应商与客户的粘性不断增加。后来者想要加入到供应商行列，往往需要满足比现有供应商更高的要求。所以光刻胶行业对新进入者壁垒较高。

（3）需求开销大

通常光刻胶等微电子化学品不仅品质要求高，而且需要多种不同的品类满足下游客户多样化的需求。如果没有规模效益，供应商就无法承担满足高品质多样化需求带来的开销。因此，品种规模构成了进入该行业的重要壁垒。

（4）环保要求高

一般微电子化学品具有一定的腐蚀性，对生产设备有较高的要求，且生产环境需要进行无尘或微尘处理。制备高端微电子化学品还需要全封闭、自动化的工艺流程，以避免污染，提高质量。因此，光刻胶等微电子化学品生产在安全生产、环保设备、生产工艺系统、过程控制体系以及研发投入等方面要求较高。如果没有强大的资金实力，企业就难以在设备、研发和技术服务上取得竞争优势，以提升可持续发展能力。因此，光刻胶这样的微电子化学品行业具备较高的资金壁垒。

4 半导体产业转移带来的产业机遇

全球电子产业转移带动半导体产业转移从历史发展进程来看，全球半导体产业经历了两次产业转移，并正在进行向中国大陆为主要目的地的第三次转移。

20 世纪 60 年代半导体产业在美国发源，从 20 世纪 70 年代起，美国将半导体系统装配、封装测试等利润含量较低的环节转移到日本等其他地区。日本半导体产业由此开始积累，并借助家用电子市场对半导体技术及产量的需求不断完善产业链，最终在家电领域实现突破，由此产生了半导体产业的第一次产业转移，该次转移成就了索尼、东芝、日立等知名企业。

20 世纪 80 年代至 90 年代，因为日本经济泡沫破灭、投资乏力等原因，日本的半导体产业开始没落。中国台湾的台积电和联华电子两家晶圆厂的诞生，推动美国、日本半导体产业由 IDM 模式逐渐转变为 Fabless 模式。在半导体应用从家电到个人计算机的转型过程中，中国台湾着重发展半导体制造技术，在半导体产业链中占据了关键地位，而韩国则聚焦存储技术，由此产生了半导体产业的第二次转移。该次转移在芯片制造领域成就了台湾的台积电和联电，以及韩国的三星、海力士等企业。

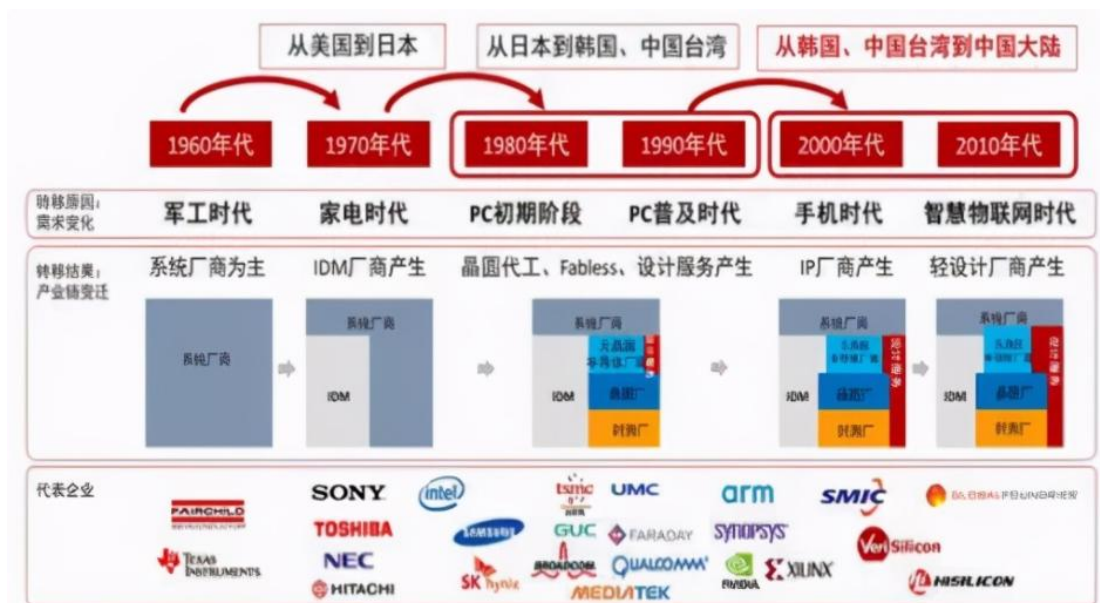


图 3 半导体产业转移情况及机遇

如同 1980 年代的日本，今日的中国已成为世界电子产业的核心。21 世纪起，随着个人计算机产业向手机产业迈进，终端产品更加复杂多样，中国大陆的半导体产业经历了低端组装和制造承接、长期的技术引进和消化吸收、高端人才培育等较长的时间周期，逐步完成了原始积累，并以国家战略及政策为驱动力，推动了全产业链的高速发展。根据中国半导体行业协会统计，2020 年上半年中国制造的计算机、手机、彩电和汽车产量分别占据全球 90%、90%、70% 和 32%。

随着 5G、智慧物联网时代的到来，以及产业发展环境完善、人才回流、政策支持、资本青睐等众多因素，中国大陆的半导体产业得以在众多领域实现快速与全面布局，正逐步驱使全球半导体产业从韩国、中国台湾向中国大陆转移。

伴随着成为世界电子产业核心，中国目前已经成为最大的半导体市场，并且继续保持最快的增速。根据美国半导体产业协会（SIA）统计的数据，2019 年全球半导体市场规模为 4120 亿美元，因为中美贸易摩擦和终端市场疲软，较 2018 年的 4687 亿美元同比下降 12.11%。根据中国半导体行业协会（CSIA）统计，2019 年中国集成电路产业销售额为 7562 亿元人民币，较 2018 年增长 16%。另据 CSIA 统计在 2020 年上半年，全球遭遇新冠疫情反复和中美贸易摩擦的背景下，中国集成电路产业销售额达到 3639 亿元，逆势同比增长 16.1%，成为全球产业最大增长引擎。

随着 5G、消费电子、汽车电子等下游产业的进一步兴起，预计中国半导体产业规模将会进一步增长。中国已进入晶圆产能提升周期，半导体光刻胶需求有望持续扩大。根据 SEMI 在 2020 年 10 月的报告预计，到 2024 年至少有 38 个新

的 300mm 晶圆厂投产，其中中国大陆预计将建立八个新的 300mm 晶圆厂，并在 2024 年底之前将其 300mm 晶圆厂的市场份额大幅提高至 20%，而在 2015 年这数字仅为 8%。根据 ICInsights 预计，2020 年中国纯晶圆代工市场规模同比实现 26% 增长，达到 148.64 亿美元，本土企业中芯国际、华虹半导体和武汉新芯总计仅占 25% 市场份额，提升空间依旧很大。根据智研咨询预测，2022 年大陆半导体光刻胶市场空间将会接近 55 亿元，是 2019 年的两倍。

5 外部环境促进产业发展

日韩贸易摩擦启示中国在中美贸易摩擦下急需半导体光刻胶自主可控，为鼓励光刻胶产业发展、突破产业瓶颈，我国出台了多项政策支持半导体行业发展，为光刻胶产业的发展提供了良好的环境氛围。为应对国外技术出口管制风险，多家中国半导体企业也增加了材料国产化率要求，增加国产半导体光刻胶进入量产线进行测试验证的机会，加快了国产半导体光刻胶研发进度。

信息来源：化工新材料

战略规划

五部委联合发文，支持新型显示产业发展

4月13日，财政部、海关总署、税务总局联合下发了《关于2021-2030年支持新型显示产业发展进口税收政策的通知》（以下简称：《通知》）。

《通知》指出，为加快壮大新一代信息技术，支持新型显示产业发展，现将有关进口税收政策通知如下：

一、自2021年1月1日至2030年12月31日，对新型显示器件（即薄膜晶体管液晶显示器件、有源矩阵有机发光二极管显示器件、Micro-LED显示器件，下同）生产企业进口国内不能生产或性能不能满足需求的自用生产性（含研发用，下同）原材料、消耗品和净化室配套系统、生产设备（包括进口设备和国产设备）零配件，对新型显示产业的关键原材料、零配件（即靶材、光刻胶、掩模版、偏光片、彩色滤光膜）生产企业进口国内不能生产或性能不能满足需求的自用生产性原材料、消耗品，免征进口关税。

根据国内产业发展、技术进步等情况，财政部、海关总署、税务总局将会同国家发展改革委、工业和信息化部对上述关键原材料、零配件类型适时调整。

二、承建新型显示器件重大项目的企业自2021年1月1日至2030年12月31日期间进口新设备，除《国内投资项目不予免税的进口商品目录》、《外商投资项目不予免税的进口商品目录》和《进口不予免税的重大技术装备和产品目录》所列商品外，对未缴纳的税款提供海关认可的税款担保，准予在首台设备进口之后的6年（连续72个月）期限内分期缴纳进口环节增值税，6年内每年（连续12个月）依次缴纳进口环节增值税总额的0%、20%、20%、20%、20%、20%，自首台设备进口之日起已经缴纳的税款不予退还。在分期纳税期间，海关对准予分期缴纳的税款不予征收滞纳金。

信息来源：财政部 国家发展改革委 工业和信息化部 海关总署 税务总局

韩国半导体产业增长计划草案出台，税收减免或将增至40%

韩国贸易、工业和能源部日前公布了半导体产业增长计划草案。该计划包括大规模减税和对基础设施扩建的援助。此外，在都市区还将建立半导体设备、材料和部件供应商产业集群。有消息称，韩国政府正在考虑将税收减免增至40%。

韩媒 *businesskorea* 报道指出，现如今全球半导体行业需要越来越多的投资，三星电子今年计划投资 280 亿美元用于半导体制造工厂，而全球最大的晶圆代工公司台积电日前宣布将把今年的资本支出上调至 300 亿美元。

两家公司相比，三星电子处于劣势，其投资分为芯片和代工两部分，而台积电可以集中投资于代工。另外，三星电子的国内投资在税收方面处于不利地位。目前三星电子等大型企业在国内的厂房和研发投资，将分别享受 3% 和 20% 的税收减免。非大型企业才可分别享受 6% 和 40% 的税收减免。

与此同时，美国出台的法案规定在美国的每项半导体设施投资可享受 40% 的税收减免。台积电计划在美国投资 360 亿美元兴建 6 个工厂，这可能会给台积电带来巨大的利益。此外，台积电还可以将省下的税金进行再投资，届时三星电子与台积电的全球晶圆代工市场份额差距将进一步扩大，目前台积电的代工市场份额约为三星的三倍。

该报道称，一旦韩国政府提供更多的税收优惠，三星电子就可以进行更多投资。韩国半导体公司目前要求政府将设施投资相关减免率提高到 50%，有消息称韩国政府正在考虑将其提高到美国的水平。按照 40% 的税收减免，三星电子以约 3 万亿韩元的价格购买 20 台 EUV 光刻设备，可获得 1.2 万亿韩元的退税。

尽管如此，这些公司的要求仍面临一些障碍。例如，韩国经济和财政部担心税收减免率调整会导致税收收入减少。此外，调整不需要修订执行法令，而需要修订法律。换句话说，国民议会必须为实现这一目标进行合作。专家指出，行业增长计划的执行速度也很重要。其中一名官员解释说：“政府需要毫不犹豫地执行该计划，同时与欧盟、美国和中国一道出台更多激励措施，将半导体行业视为国家安全日益重要的组成部分。”

信息来源: *businesskorea*

行业观察

中国大陆首次成为全球最大的半导体设备市场

国际半导体产业协会（SEMI）在其全球半导体设备市场统计报告中指出，2020 年全球半导体设备销售额达 712 亿美元，同比增长 19%，创历史新高。

从国家/地区的排名来看，中国大陆首次成为全球最大的半导体设备市场，销售额达 187.2 亿美元，同比大增 39%；中国台湾地区排名第二，销售额为 171.5 亿美元；排名第三的是韩国，保持了 61% 的增长，达到 160.8 亿美元；其次是日本、欧洲和北美。

从细分市场来看，2020 年全球晶圆加工设备的销售额增长了 19%，而其他前端细分市场的销售额增长了 4%。封装在所有地区均显示强劲增长，2020 年市场增长 34%，测试设备总销售额增长 20%。

信息来源: SEMI

2020 年中国新增光伏装机占比近 38%

近日，国际可再生能源署（IRENA）发布《可再生能源装机量数据 2021》。数据显示，2020 年全球新增可再生能源装机量超过了 260GW，同比增速超过 10%，甚至高于 2019 年增速。

其中，太阳能新增装机量为 127GW，风能新增装机量为 111GW，两者累计达到了新增可再生能源总量的 91%。

按照地区划分，2020 年亚洲新增光伏装机量 77.7GW，总装机量达 406.28GW，并有多个总装机量超过 10GW 的国家；欧洲地区新增 20.8GW，主要贡献来自德国、意大利等；北美新增 16GW，主要贡献来自美国。此外，南美洲和大洋洲的光伏发展也有突出表现。

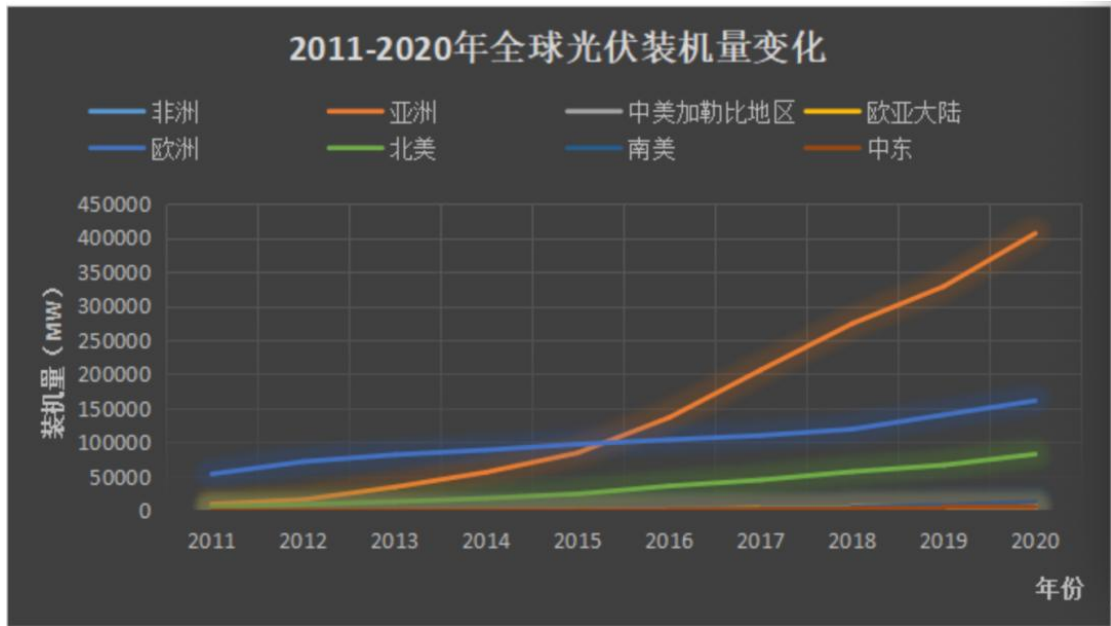


图 4 2011~2020 年全球光伏装机量变化

在亚洲地区的 77.7GW 中，仅中国市场就贡献了 48.2GW 的新增装机量，占比高达 62%，遥遥领先。以全球范围进行计算，2020 年中国市场也贡献了近 38% 的新增光伏装机量，继续引领全球光伏发展。

在全球光伏发展史上，曾有很多国家引领过光伏产业的发展。

20 世纪末至 21 世纪初，日本光伏产业蓬勃发展，不仅诞生了很多全球知名的光伏企业，现在被业内看好的异质结电池，也是由当时的日本企业所发明。

2010 年前后，以德国光伏发展最为迅猛，新增装机量为全球最高，并带动了很多欧洲国家的光伏发展。

同时，日本和德国光伏产业都是以户用光伏为主，能有效解决消纳问题，可以说是从开始就实现了光伏最理想的状态。

但这也成为了两国光伏发展的桎梏，严重依赖政策补贴的光伏产业，在补贴期间并未实现成本的大幅下降，以至于在失去政策补贴后，就迅速进入了下滑通道。

只有中国市场，通过集中式光伏的发展，给企业创造了巨大的市场，从而吸引更多的企业参与到光伏产业的发展，不断实现技术创新和降低成本，让光伏进入了平价时代，并始终引领全球光伏产业发展。

同样是国际可再生能源署数据显示，截止 2020 年，中国光伏总装机量已超过 250GW，而排名第二的美国，总装机量还未超过 100GW。

资料来源：国际可再生能源署

2021 年全球真无线耳机销量或将达到 3.1 亿

海外研究机构 Counterpoint 发布了全球真无线耳机（TWS）市场报告，预计 2021 年 TWS 耳机市场将达到 3.1 亿部，相比去年增长 33%。此外，该机构表示 2020 年由于新冠疫情的原因，外加中低价位耳机的强劲表现，TWS 真无线耳机市场销量超出预期，达到了 2.33 亿部，同比增长 78%。

Counterpoint 表示，2020 年初的新冠疫情影像了中国 TWS 耳机的生产，但此后情况有所改善，目前生产能力被充分释放。考虑到消费者的强劲需求，新冠疫情对该行业的影响有限，因为越来越多的消费者愿意购买真无线耳机来改善体验。

该机构表示，由于全球经济在疫情期间下滑，以及人们对未来的不确定性，中低端 TWS 耳机销量占比高于预期，这确实影响到了高端品牌的业绩，以及这种耳机的市场平均售价。

从品牌来看，苹果的真无线耳机市场占比依旧遥遥领先，在 2020 年市场占比达到了 31%，远超第二名小米，后者占比 9%。此外，国内品牌 QCY 也上榜，市场占比 3%。Counterpoint 预计，2021 年苹果 TWS 耳机销量占比约为 27%，其它品牌变化不大。

IT 之家获悉，苹果有望于今年发布第三代 AirPods，将采用类似 AirPods Pro 的外形设计。Counterpoint 预计，高端 TWS 耳机的市场需求在 2021 年第三季度才会激增，因此苹果 AirPods 3 有望于第三季度发售。除此之外，中低端真无线耳机市场将进一步增长。

资料来源：IT 之家

研究进展

电池技术新突破或将成为历史性的一步

电池技术一直是我们长久以来想要攻克的难题，如今受限于电池材料，不管是在手机还是电动车上，都只能依靠量增加来升级电池。不过根据最新消息，中国香港科技大学组建的一支研究队伍已为锂硫电池提出了一种新颖的阴极设计概念。

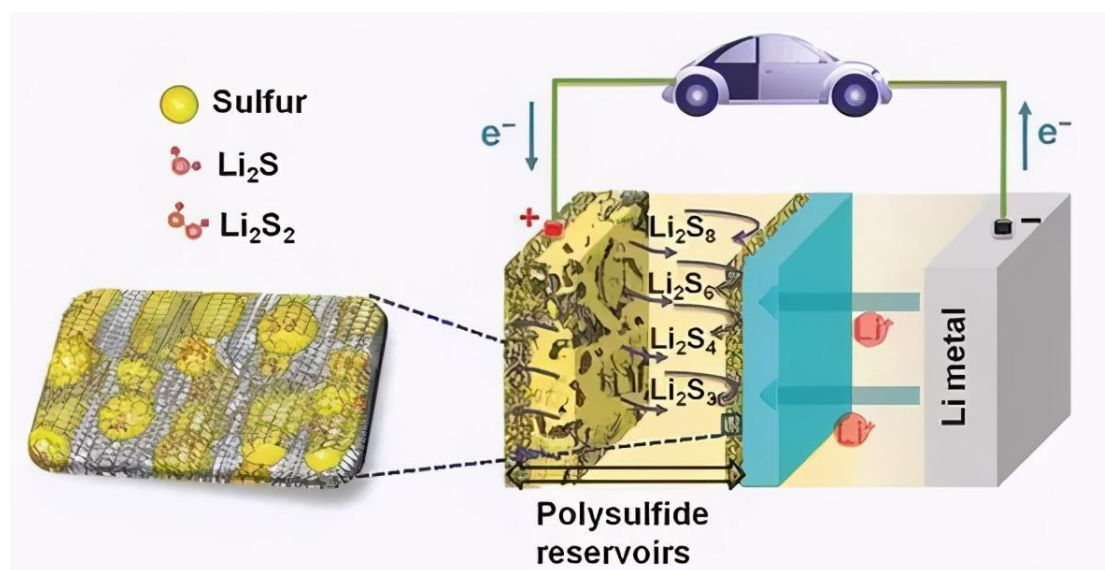


图 5 设计概念

锂硫电池与锂离子电池的区别

锂离子电池的极限能量密度为 300Wh/kg，而锂硫电池的能量密度可超过 500Wh/kg，这可以称得上是质的飞跃，而电池的能量密度越高，意味着电池供电时间越长。一般情况下，由锂离子电池供电的电动汽车，续航里程能够达到 400 公里，但换成锂硫电池的话，续航里程可以延长至 600-800 公里，不出意外的话，这种新型电池技术将使电池领域发生重大变革。

锂硫电池的优缺点

相对于锂离子电池，锂硫电池的储量更丰富、重量更轻、价格更便宜，这种材料对环境的坏处也会大大降低。不过它当然也有一定的缺点：锂硫电池多硫化物的穿梭效应，会导致锂被腐蚀、电池阴极材料泄露，从而导致电池使用寿命被缩短。针对该问题，上文提到的研究团队设计出新的阴极概念，该设计可将硫均匀嵌入到高度定向的大孔中，同时大孔内嵌有丰富分活性位点，紧紧吸附住多硫

化物，从而消除穿梭效应带来的锂金属腐蚀影响。

这种设计解决了锂硫电池的一大痛点，无疑是值得推广的。而据该研究小组表示，这项技术的突破使新一代电池在实际应用方面大步，而这将是历史性的一步。

信息来源：旺材锂电

量子网络中的确定性多量子位纠缠

芝加哥大学普利兹克分子工程学院的研究人员使用一个一米长的超导同轴电缆连接的超导量子节点放大了纠缠态，实现了高保真度多量子位纠缠。这项新的研究可以为未来的量子通信网络和大规模量子计算机奠定基础，相关研究发表在《Nature》上。

对于大型量子通信和计算网络，高保真度分布式多量子位纠缠的产生是一项艰巨的任务。虽然最新研究已经用光子和声子实现了两个遥远量子位的确定性纠缠。但是，由于状态转移保真度有限，多量子位纠缠的产生和传输还有待确定。

为解决这个问题，研究人员首先通过使用同一根电缆放大了纠缠态，首先使用电缆使两个节点中的每个节点上的两个量子位纠缠，然后将这些量子位与节点中的其他量子位进一步纠缠。

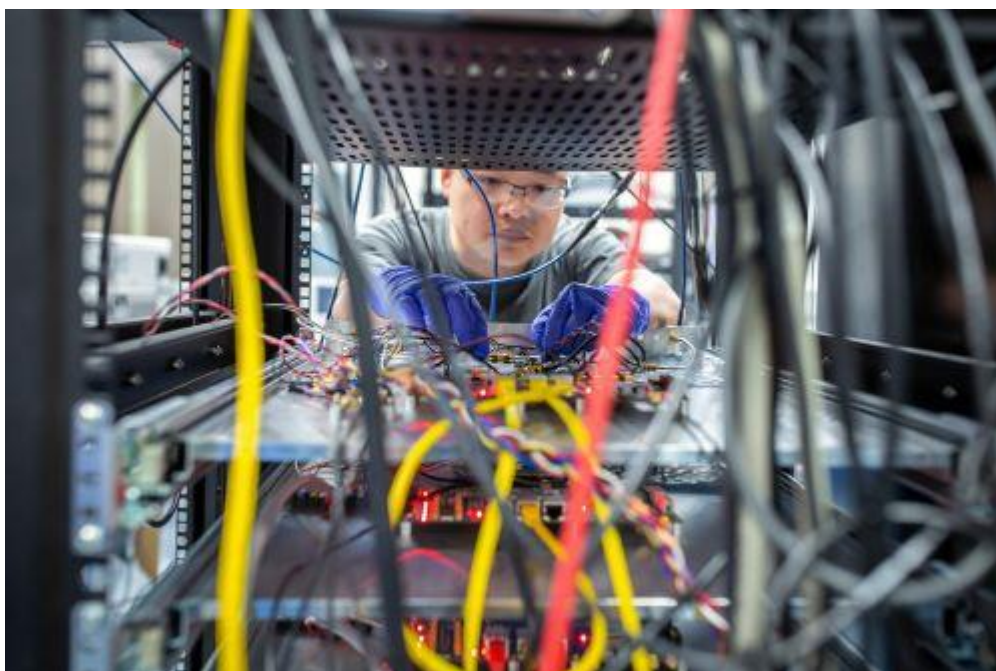


图 6 美国陆军资助的研究通过连接一个量子网络节点和另一个节点的通信电缆发送纠缠的量子比特态。这项研究有助于为未来的量子通信网络和大规模量子计算机打下新的基础。量子位是量子信息的基本单位。通过利用它们的量子特性（例如叠加）以及

它们相互纠缠的能力，科学家和工程师正在创造下一代量子计算机，它将能够解决以前无法解决的问题。该研究小组使用超导量子位，可以电操纵的微型低温电路。

纠缠是可以在量子实体（例如量子位）之间创建的关联。当两个量子位纠缠在一起，在其中一个量子位上进行测量时，它将影响在另一个量子位上进行测量的结果，即使第二个量子位在物理上相距很远。

为了通过通信电缆（一米长的超导电缆）发送纠缠态，研究人员创建了一个实验装置，在两个节点的每一个中具有三个超导量子位。他们将每个节点中的一个量子比特连接到电缆，然后以微波光子的形式通过电缆以最小的信息损失发送量子态。量子态的脆弱性质使这一过程颇具挑战性。

研究所开发的量子网络由两个节点构成，其中每个节点都是一个超导处理器，包含三个电容耦合的超导量子位，并由可调耦合器相互连接。两个节点由 1 米长的铌钛（NbTi）超导同轴电缆连接，并且时变耦合强度由每个节点中的可调耦合器控制。实验结果表明通过将电缆直接连接到每个节点中的一个量子位，可以实现 0.911 ± 0.008 的处理保真度在节点之间传递量子态；一个节点中三比特的 Greenberger - Horne - Zeilinger (GHZ) 状态可以确定地将状态转移到另一节点，转移状态保真度为 0.656 ± 0.014 ；两节点全局分布六量子位 GHZ 状态传输的状态保真度为 0.722 ± 0.021 。GHZ 状态保真度明显高于真正多量子位纠缠的阈值 ($1/2$)。

该系统的整个传输过程（从节点到电缆到节点）仅花费几十纳秒（十亿分之一秒的时间为十亿分之一秒）。这使他们能够以很少的信息损失发送纠缠的量子态。该系统还允许他们放大量子位的纠缠，在每个节点中使用一个量子位，并通过实质上通过电缆发送一个半光子将它们纠缠在一起。然后他们将这种纠缠扩展到每个节点中的其他量子位。当它们完成时，两个节点中的所有六个量子位都以单个全局纠缠状态纠缠在一起。

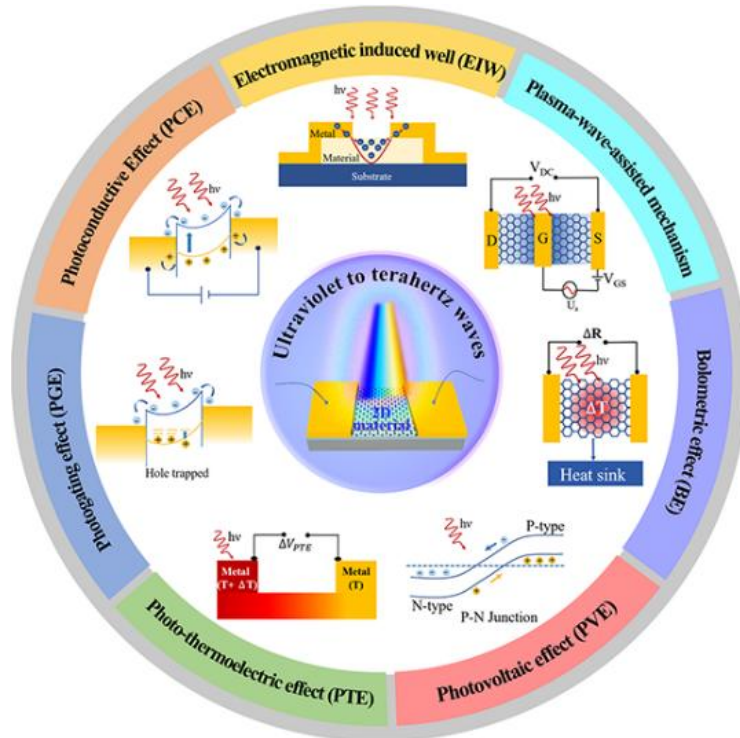
该体系结构可用于将多个超导量子处理器相干地链接在一起，从而为构建大规模量子计算机提供了一种模块化的方法。

信息来源: *Nature*

紫外至太赫兹波段二维材料光电探测器

2004 年石墨烯的发现掀起了二维材料研究的热潮，至今为止已经发现了数

百种二维材料。二维材料由于具有独特的光学和电学性质已经在太阳能电池、光催化、光电探测器等多领域有重要的应用。厚度薄的特点使其成为光电器件小型化的重要潜在材料，但也导致了二维材料探测器量子效率低、阻值大，噪声大等问题。



中科院上海技术物理研究所黄志明课题组近日在 *Advanced Materials* 上综述了近年来紫外至太赫兹波段的二维材料光电探测器的研究进展。作者们首先介绍了二维材料的光学性质及现有的二维材料光电探测器的探测机理，主要包括光电导效应、光诱导浮栅效应、电磁诱导势阱效应 (EIW)、光伏效应、光热电效应、光热效应和等离子体波效应。其中 EIW 能够利用二维材料厚度薄、迁移率高等优势，有望实现二维材料光电探测器高性能快速响应。然后对探测器的优值因子进行介绍，指出具有高开关电流比 ($\sim 10^3$ 以上) 的二维材料场效应晶体管的散粒噪声只考虑暗电流而不是工作电流，会导致相关探测器的探测率被高估至少 1-2 个数量级。另外，归纳总结了近年来紫外至太赫兹波段的二维材料光电探测器及提升探测器性能的策略，包括带隙工程、制作同质结、异质结及与纳米线等其他材料的混合器件。并将现有二维材料光电探测器的性能与传统半导体材料的探测器性能进行比较。相比而言二维材料光电探测器难以兼顾高性能与快速响应。最后，文章认为二维材料面临着大面积、高质量、均匀生长的挑战，并且二维材料的稳定性也有待提高；二维材料光电探测器，需要充分利用二维材料厚度薄的

优势及其与光相互作用的物理本质，发展合适的二维材料光电探测机理，提升二维材料的光吸收、降低器件的暗电流及加快器件的响应时间。文章指出利用二维材料厚度薄、迁移率高等优势的 EIW 机理有望使得二维材料探测器实现高性能的光电探测。

信息来源: *Advanced Materials*

超柔性自供电光子皮肤实现人体生理信号监测

有机半导体设备由于其轻薄以及良好的柔韧性，被广泛应用于下一代可穿戴电子产品中。当前，由有机发光二极管（light-emitting diodes, LED）组成的柔性显示器已应用于智能手表和腕带等电子器件，大大降低了功耗。此外，通过将有机 LED 和有机光电探测器相集成，可开发出一种能够用于脉搏血氧测量的全有机光电传感器。这种有机光学传感器十分灵活，能够长期监测人体的健康状况，直接附着在皮肤上也能减少不适。然而，长期的健康监测还需要将这种超柔性光学设备与能量收集的电源集成，实现设备的自供电。由于超柔性聚合物发光二极管在空气中的工作稳定性不足，给超柔性光学传感器与电源的系统级集成带来了极大的挑战。

近日，柔性电子大牛，日本东京大学 Takao Someya 课题组制备了倒置结构的超柔性聚合物发光二极管器件，并对器件的电子传输层进行掺杂，大大提升了器件的空气稳定性。并将发光二极管、有机太阳能电池和有机光电探测器集成，构筑了超柔性自供电有机光学系统，实现了对血管容积图（photoplethysmogram）的监测。该研究以“Self-powered ultraflexible photonic skin for continuous bio-signal detection via air-operation-stable polymer light-emitting diodes”为题发表在《Nature Communications》上。

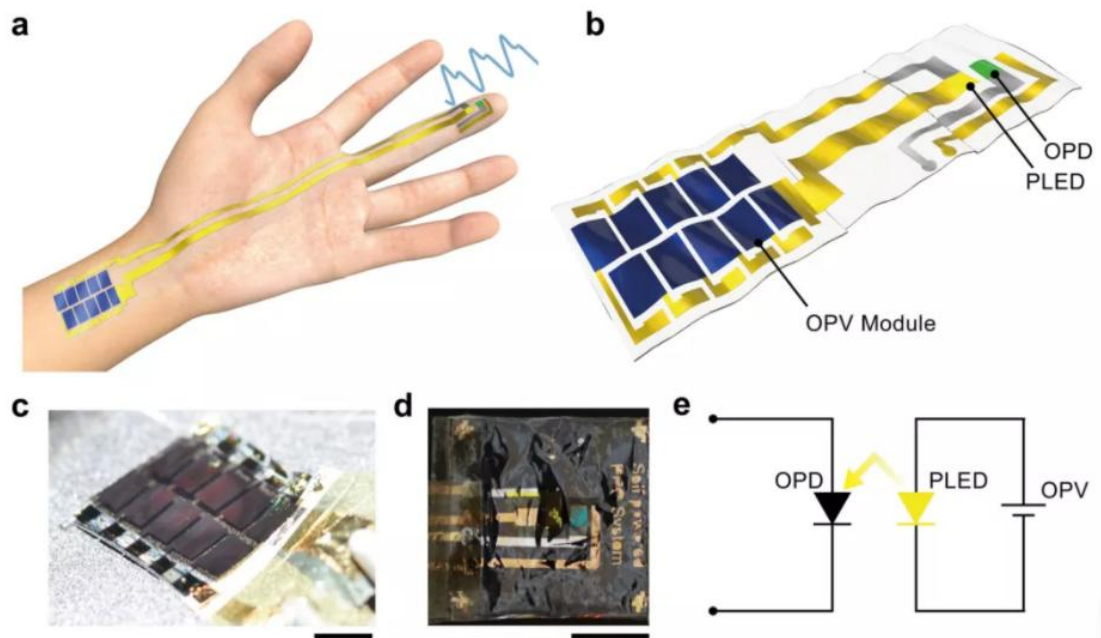
文章亮点：

1、采用了掺杂 8-quinolinolato lithium (Liq) 的 PEIE (polyethylenimine ethoxylated) 层作为电子传输层，制备了倒置结构的有机 LED 器件。PEIE:Liq 层固有的空气稳定性使得未经过钝化处理的器件在空气环境下连续工作 11.3 个小时之后仍然能保持 70% 的初始亮度，是传统聚合物发光二极管 (PLED) 的三倍。

2、集成的光学传感器在聚合物发光二极管的光强指数为 0.98 时具有较高的线性度。

3、系统中的有机太阳能电池在 1000 lux 的室内照明下表现出 28.1% 的功率转换效率 (PCE)，满足了整个系统的工作。

4、这种超柔性自供电有机光学系统可以在 7s 内监测出人的脉搏频率 (77 次/分钟)



信息来源: 高分子科学前沿



2021年第4期
总28期

光电科技快报

Opto-electronics Science
& Tech Letters

中国科学院光电情报网工作组
地址：武汉市武昌区小洪山西25号
电话：027-87199007 87199372

