

# 连续渗透合成： 更少的工艺步骤，更精细的特征图形

**美**国能源部 (DOE) 下属阿贡国家实验室 (Argonne National Laboratory) 的科学家正在寻找商业合作伙伴，以发放授权许可证并合作开发一种新型材料合成方法，该方法有可能减少半导体加工工序的数量，而且能实现更精细的复杂刻蚀特征图案。

这种被称为“连续渗透合成” (sequential infiltration synthesis, SIS) 的方法是在 2010 年发明的，源于 Argonne 科学家 Seth Darling 和 Jeffrey Elam 与他们的两位博士后研究生的一次午餐时间的交谈。其构思基于原子层沉积 (ALD)，这是一种采用交替的化学蒸汽来生长材料 (一次一个原子层) 的薄膜沉积方法。

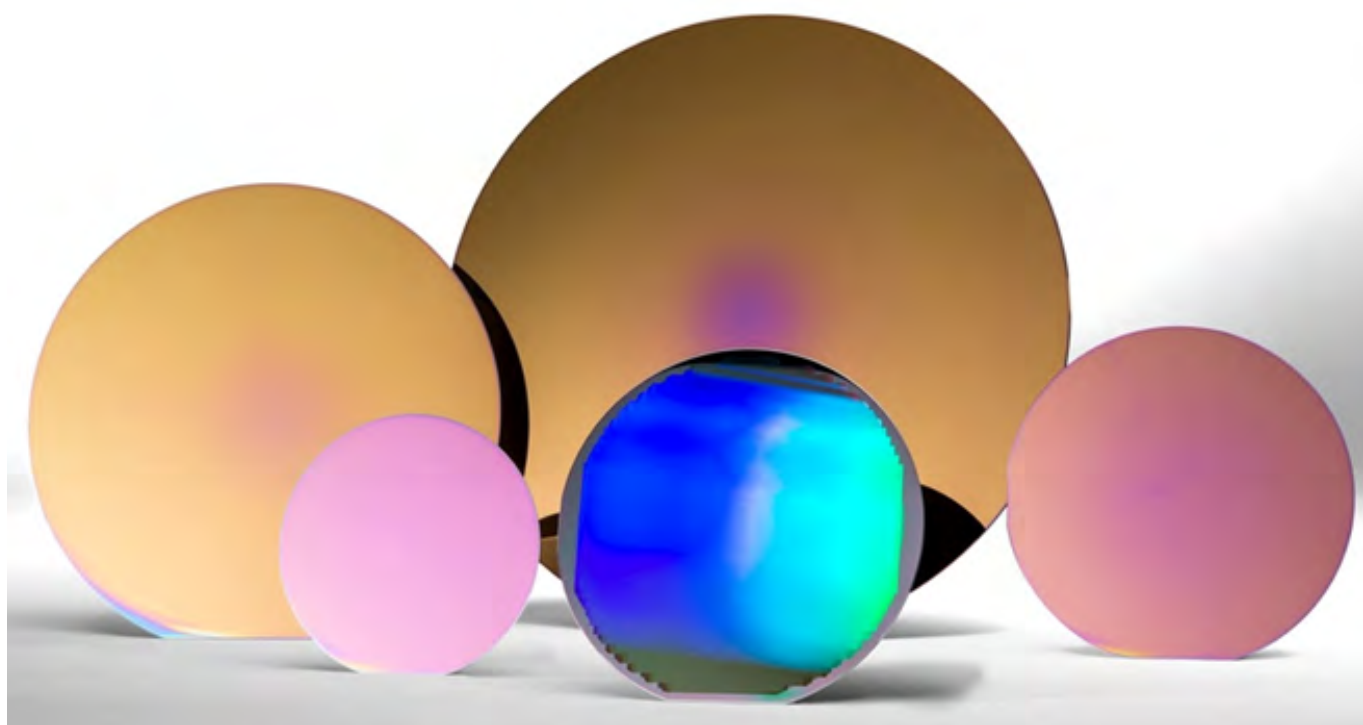
Darling 说：“我们想，‘如果一种材料的生长可以在另一种材料的内部 (而不是顶部) 进行，就像聚合物一样，那不是更好吗？’第一次尝试的效果非常好。接着我们开始想象可以使用此项技术的所有不同应用。”

## 刻蚀更多复杂精细的特征

在聚合物表面上 SIS 类似于 ALD，但是在 SIS 中，蒸汽扩散到聚合物内部 (而不是顶部)，在那里它与聚合物进行化学结合，并最终生长以在整个聚合物本体中形成无机结构。

采用这种方法，科学家们可做出能够帮助半导体制造行业刻蚀更复杂精细特征图案的坚固涂层，从而使它们变得更小，或者增添额外的存储及其他能力。通过运用 SIS 方法将它们涂敷在某种聚合物上，并随后去除聚合物的残留物，它们还能够调整各种不同金属、氧化物及其他无机材料的形状。

Argonne ALD 研究项目主管 Elam 说：“您可以在聚合物中取一个图案，把它暴露在蒸汽中并将其从有机材料变成无机材料。”指的是这种方法使用聚合物和蒸汽来基本制成一种具有特定属性的新材料所能借助的途径。“这是一种采用聚合物图案、并将该图案转换为几乎任何无机材料的方法。”



他们说，由于 SIS 可被涂敷至几乎所有的光阻材料上，而且能够从化学和量化两个方面对无机材料的渗透进行调整，因此对于几乎任何刻蚀方案和基底，兼容性都是有保证的。工艺工程师可选择一种能在提供强抗刻蚀性的同时消除污染最终器件可能性的渗透剂。

在给化合物半导体形成图案时，这样的灵活性是很关键的。更加重要的是，传统晶圆厂的制造流程涉及硬掩膜沉积和去除，而 SIS 为免除这里的许多工序提供了一条途径，从而将最大限度降低损坏高频和功率器件中常用的纤薄易碎基底的可能性。

### 更深的沟槽和图案崩溃

这种方法还解决了半导体制造行业中的一个特定的问题，即“图案崩溃”，这意味着用于制作电脑芯片上的电子元件的纤小特征的崩溃，因而使之失效。

在芯片制造过程中，当在硅芯片上刻蚀图案时，抗刻蚀表面被用作保护涂层，以掩蔽那些不想去除的区域。但是，目前常用的抗刻蚀涂层磨损得非常快，因而造成芯片制造商难以制作具有深刻蚀特征的组件，Darling 说。

运用 SIS 方法可对无机蒸汽涂层进行合理的设计，以提供更好的垂直特征保护，从而实现更深的刻蚀以及在每颗芯片上集成更多的组件。

Darling 说：“芯片上的特征在横向上已经变得极小了，但是有的时候你也希望增加它们的高度。如果抗刻蚀涂层很

快腐蚀，就无法制作高的特征，但是运用 SIS 方法后，要做到这一点就很容易了。”

### 太阳能电池和 LED

同样，这种方法所具有的潜力不仅有望改进半导体制造，而且还可改善硬盘存储、太阳能电池效率、光学器件和汽车防水挡风玻璃上的防反射表面。

Darling 说：“通过控制硬盘驱动器或其他存储装置上的磁记录，可以在增加存储空间的同时减小尺寸。”

这项技术另一种可能的应用是控制玻璃或塑料表面的光反射量。通过运用 SIS，科学家们能够将此类物体的表面设计成几乎完全非反射。采取这种策略，科学家可以改善太阳能电池、LED、甚至眼镜的性能。

Elam 说：“该技术在电子领域也会有许多的应用。可以用它在更小的空间里挤入更多的内存，或者制成速度更快的微处理器。SIS 光刻技术是一种很有前景的策略，可保持技术进步和摩尔定律的扩展。”

该小组的技术研究报告已发表于《The Journal of Materials Chemistry》、《The Journal of Physical Chemistry》、《Advanced Materials》和《The Journal of Vacuum Science & Technology B》。

Argonne 拥有 SIS 技术专长，他们即将发放 SIS 技术使用许可证，有兴趣使用的公司可联系 partners@anl.gov 电子邮箱，以便了解更多信息和讨论可能的合作。☎

## MACOM 和 ST 携手合作提高硅基 GaN 产能，支持 5G 无线网络建设

MACOM 和 ST 近日宣布，将在 2019 年扩大 ST 工厂 150mm 硅基 GaN 的产能，200mm 硅基 GaN 按需扩产。基于 2018 年初 MACOM 和 ST 达成的广泛的硅基 GaN 协议，通过扩大晶圆供应，实现硅基 GaN 的成本优势、规模经济和产业化，满足全球 5G 网络建设的需求。

随着全球推出 5G 网络并转向大规模 MIMO(M-MIMO) 天线配置，射频 RF 功率产品需求预计将会大幅提高。具体而言，MACOM 估计功率放大器需求数量将增至 32 倍至 64 倍，相应地，5G 基础设施投资在 5 年内预计增至 3 倍多，因此，单个放大器成本估计会降至十分之一至二十分之一。

MACOM 总裁兼首席执行官 John Croteau 表示：“主要的基站 OEM 厂商知道，为满足 5G 天线现场部署的成本、频

谱和能效目标，他们需要宽带隙 GaN 器件的性能，以及能够促进升级转型的成本结构和制造规模。通过与 ST 合作，我们相信 MACOM 能够满足基站厂商的全部要求——产品性能、成本优势和高产量供应链。我们期待，这个早期的联合产能投资，可以使我们布局全球高达 85% 的 5G 网络建设市场。”

ST 公司汽车与分立产品部总裁 Marco Monti 表示：“作为全球半导体技术的领导者，ST 已经在碳化硅技术领域打下了坚实的基础，我们现在正在推进 RF 硅基 GaN 技术，支持 OEM 厂商建立新一代高性能 5G 网络。碳化硅是汽车功率转换等电源应用的理想选择，而硅基 GaN 能够提供实现 5G 所需的 RF 性能、产能和商用成本结构。ST 和 MACOM 通过这一举措旨在破除行业瓶颈，满足 5G 网络建设需求。”