



Subversion of 3D NAND manufacturing technology? Nanoimprint lithography accelerates toward practicality – May 16, 2023

颠覆3D NAND制造技术？纳米压印光刻加速走向实用

集微网|爱集微APP官方账号2023-05-16 15:25:26发布于上海

集微网消息，据外媒报道，多年来一直在传统光学光刻产业生态之外艰难发展的纳米压印光刻（NIL），正加速走向规模应用。除了3D NAND等半导体产品，NIL在快速增长的光子学和生物芯片市场也日益成为首选技术。

NIL于上世纪90年代中期首次推出，外界一直期待这种技术能成为传统光学光刻的低成本替代品，可能使用更少的工艺步骤和低得多的设备成本来匹配当前EUV光刻的精度、产量和产率。

NIL与光学光刻的最大不同在于前者是通过物理接触形成图案，电子束光刻制成的掩模版直接压在低粘度光刻胶表面，流体通过毛细管作用流入图案中，再以紫外线辐射固化材料，去除掩模，在基板上留下图案化的光刻胶。

实践中，纳米压印的一大难点是多个金属层的对齐，而这是传统光学光刻的主要优势。将NIL中使用的模具压入光刻胶的过程会导致扭曲或变形，从而导致不同层之间的错位。尖端半导体可以有20层以上的光刻步骤，每一层掩膜都要与下面的层精确对齐，以确保准确可靠的芯片性能。这对于先进工艺节点来说尤其成问题。

当然，与包括EUV在内的传统光刻相比，NIL也具有诸多优势，包括：

它可以以更高的分辨率和更低的线边缘粗糙度(LER)再现5nm以下的特征尺寸；

由于整个过程避免了对透镜阵列的需要和光源所需的极端功率，因此NIL的**运行成本极低**；

它需要更少的工艺步骤，并且比EUV系统紧凑得多，因此可以多机台密集部署以提高吞吐量；

目前，NIL光刻技术已经可以压印10纳米以下的图形，对准精度低至2纳米，但仍尚未获得规模使用，部分原因在于配套量测设备同样发展迟缓，已经与传统光刻工艺、材料体系深度绑定。

EV Group业务发展总监Thomas Uhrmann表示：“为了进一步推广纳米压印光刻技术，需要采用尚未建立制造工艺的新应用。应用驱动技术，技术赋能应用。”

值得一提的是，NIL在半导体制造领域的重大机会或许是3D NAND闪存芯片，简单的闪存结构使其成为NIL制造的良好候选者。

目前，佳能公司正试图利用其NIL制造技术在3D NAND闪存上押下重注。该公司已经在知名存储半导体制造商处导入了测试设备，并计划到2025年**开始使用NIL设备大规模生产3D NAND闪存**。佳能还计划在东京北部的宇都宫，建设一座耗资**3.57亿美元**的新工厂，将其光刻设备（包括NIL）的产量提高一倍。

尽管佳能认为它已经通过掩模 (TTM) 对齐系统及其高阶失真校正 (HODC) 在很大程度上解决了对齐问题，但佳能的主要挑战仍然是套刻的对齐，尤其是在晶圆边缘附近。

佳能纳米技术营销和业务副总裁Doug Resnick说：“我们现在可以满足3D NAND闪存中覆盖精度的所有要求，我们已经在封闭系统上实现了**1.8纳米**的叠加精度，在混合匹配叠加上达到了**2.3纳米**。”

此外，硅光子器件需要**精确而复杂**的光学结构，使用传统的光刻技术制造这些结构通常具有挑战性，尤其是在极小工艺节点上。EUV的较大数值孔径将其景深降低到仅几百纳米。但是NIL凭借其在纳米级的高分辨率图案化，能够制造对硅光子器件至关重要的复杂和小型化光学结构。NIL还可以与现有的半导体制造工艺集成。

Imec纳米压印光刻项目经理Eleonora Storace认为：“这些技术非常互补，它们可以非常顺利地共存，从处理的角度来看，挑战在于将这两个世界结合起来。这就是我们在Imec所做的。我们有一个CMOS工厂，我们在该工厂中嵌入了NIL工具，因此我们可以利用从事这两种技术的人员的所有专业知识来提出新的工艺流程，从而能够创建一个完整的产品。”

光子器件，也是一个纳米压印有望获得用武之地的领域，受到全球对光能系统不断增长的需求的推动，包括电信、数据网络、生物光子学、消费电子产品、汽车等，这为NIL创造了巨大的机会，NIL提供了一种经济高效的方法来制造10纳米以下的复杂纳米结构，这对于制造光子晶体、波导和光栅耦合器等小型光子器件至关重要。

Obducat Group首席执行官Patrik Lundström表示：“在光子学中，通常具有这些小特征尺寸，如果使用光学光刻技术生产这些特征，成本将明显高于NIL。NIL技术的成本效益是光子学的关键优势之一。”

与光学光刻不同，NIL直接在基板材料上创建结构而无需蚀刻。这一方式能够在可能不适用于光学系统的各种表面上，压印极其精细的电路。

Storace表示：“NIL在压印材料选择的灵活性方面具有非常强大的优势。它与衬底材料无关。你基本上可以在任何类型的基材上进行压印，例如金属、高折射率玻璃或其他使用光刻技术会更加复杂的透明表面。”

不过当下，这个快速增长的新市场缺乏标准化且拥有多样性，也缺乏成熟的材料生态系统。对于希望采用NIL技术来构图其光子学应用的公司来说，这可能是一个重大挑战。虽然材料和耗材的可用性正在改善，但仍有差距需要解决。

Storage表示：“生态系统在过去十年中得到了巨大改善，对于那些可以提供大量产品以支持FAB厂的供应商来说，成熟度很高，他们正在实现这一目标，但这两件事相互制约。只要没有达到临界数量的客户下订单，供应链就不会自行发展。”

除了光子学和半导体之外，NIL在材料科学领域的应用正迅速增长，包括过滤膜性能的增强、AR、传感器技术、生物医学产品和基因组测序等应用领域。

总体而言，虽然纳米压印光刻已经存在了几十年，但如今它才被广泛用作实用的制造工具。针对半导体制造，其采用受到对准精度、吞吐量和缺陷率方面的限制，但已被光子学等其他领域采用，光子元件正在利用NIL的纳米级功能，生物医学和基因组测序等其他应用也在采用NIL技术制造，以比其他制造技术低得多的成本将其产品推向市场。

<https://new.qq.com/rain/a/20230516A05GON00>