
全息激光加工：人工仿生复眼的快速制造与图像重建

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25033.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

全息激光加工：人工仿生复眼的快速制造与图像重建。近年来受昆虫复眼的启发，人工仿生复眼以其小体积、无失真成像、宽视场和高灵敏运动跟踪能力等独特光学成像方案，在克服现有成像器件大、笨、重等局限性，提高医学内窥镜检查、全景成像、微导航和机器人视觉性能方面呈现出极大优势，吸引了越来越多的关注。

现有的人工仿生复眼制造主要面临两个挑战：一是现有的工艺较为复杂，制造效率有限，难以达到商用的标准；二是人工仿生复眼曲面特性与商用的平面成像传感器不匹配，导致两者难以集成。

鉴于此，吉林大学陈岐岱教授课题组提出了一种湿法辅助的全息激光加工的方法，以定制化制备仿生复眼及大面积转写的方式大大提升了人工仿生复眼的加工效率，同时与人工智能方法相结合，从算法上解决了人工仿生复眼与平面成像传感器不匹配的难点。

该研究成果以Holographic laser fabrication of 3D artificial compound μ -eyes为题，在线发表于Light: Advanced Manufacturing。

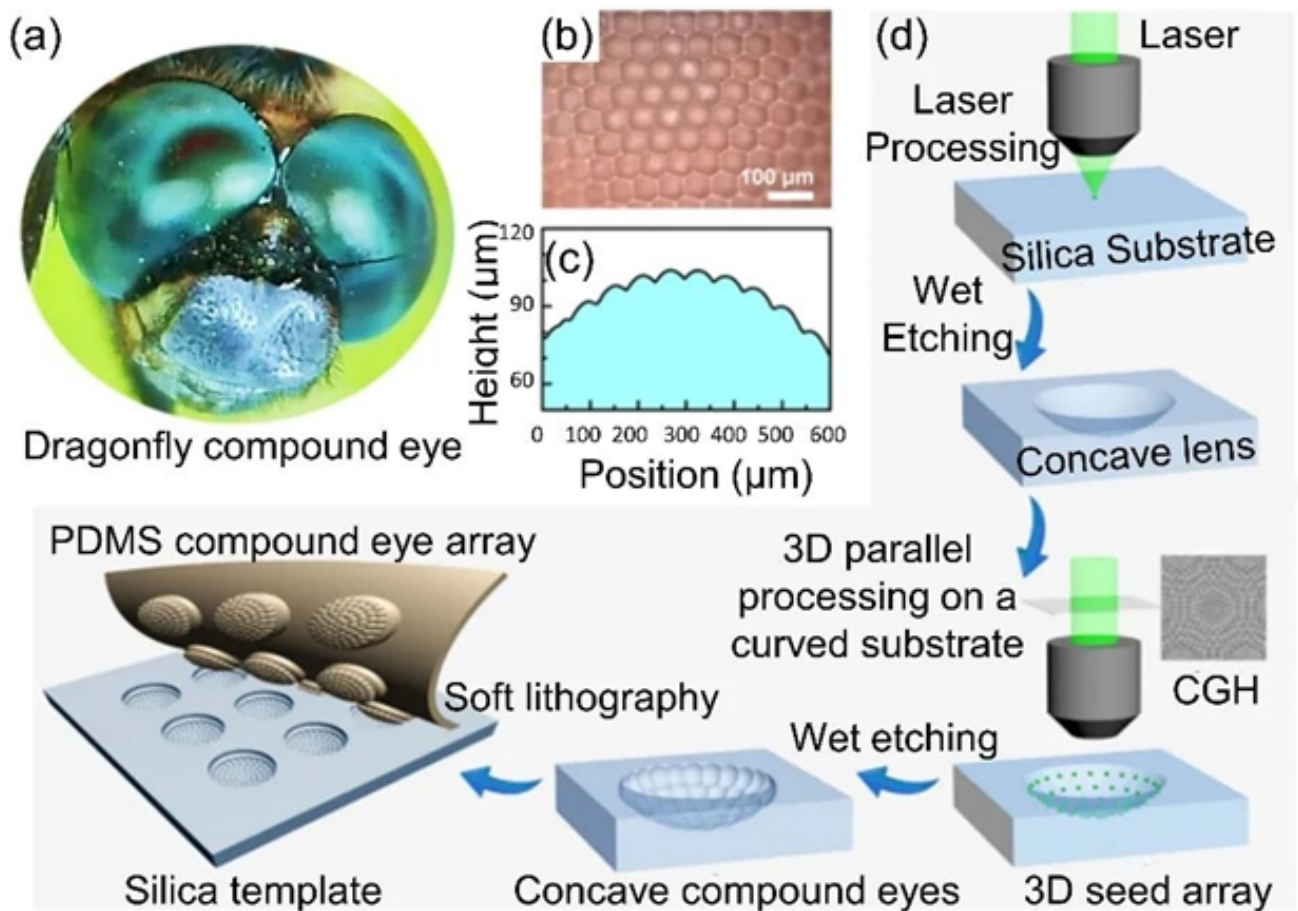


图1：湿法辅助的飞秒激光并行制造人工仿生复眼流程图

实验上先采用未经空间光场调制器（SLM）调制的飞秒激光在石英衬底表面进行曝光，利用湿法刻蚀的方法形成了复眼主透镜；再利用SLM对飞秒激光进行分束，结合湿法刻蚀实现复眼中多个小眼的并行加工；通过聚二甲基硅氧烷（PDMS）微纳结构转写技术，可实现大规模生产复眼微透镜阵列。该方法制备的复眼微透镜阵列具有较高分辨率、宽视场的特性。为克服人工仿生复眼难以与平面相机集成的问题，通过采用生成对抗网络（GAN）实现了高质量图像重建，为未来器件集成打下基础。

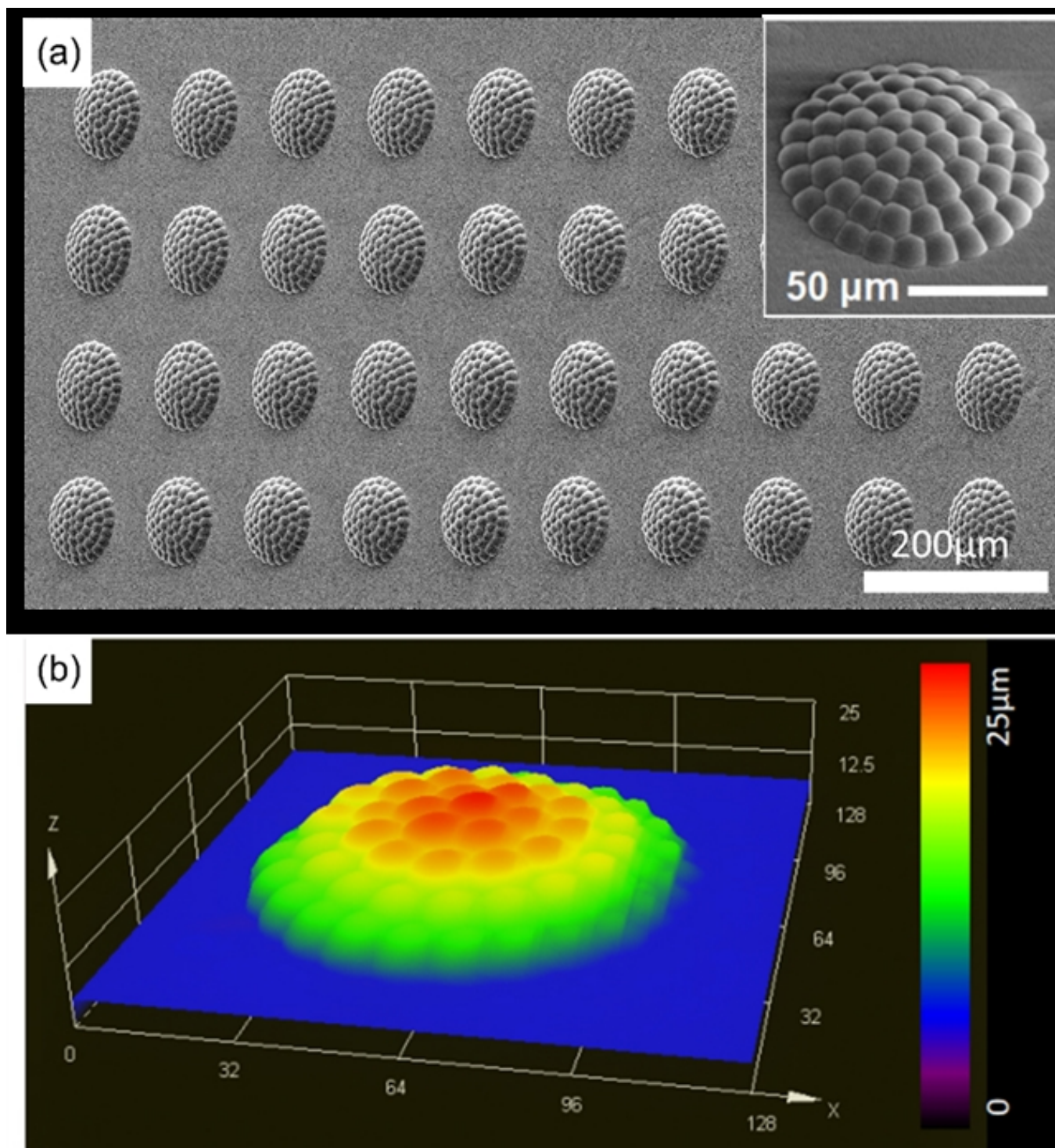


图2：人工仿生复眼的大规模制造样品图

全息激光加工技术制造的复杂的光学器件是可扩展的。为解决工艺的复杂性和耗时性，图2展示了利用石英玻璃基的复眼微透镜作为硬模板大规模量产聚二甲基硅氧烷（PDMS）的软微型光学元件。在此过程中，微光学元件依然保持了高表面质量（扫描电子显微镜图2a及三维景深图像图2b）。

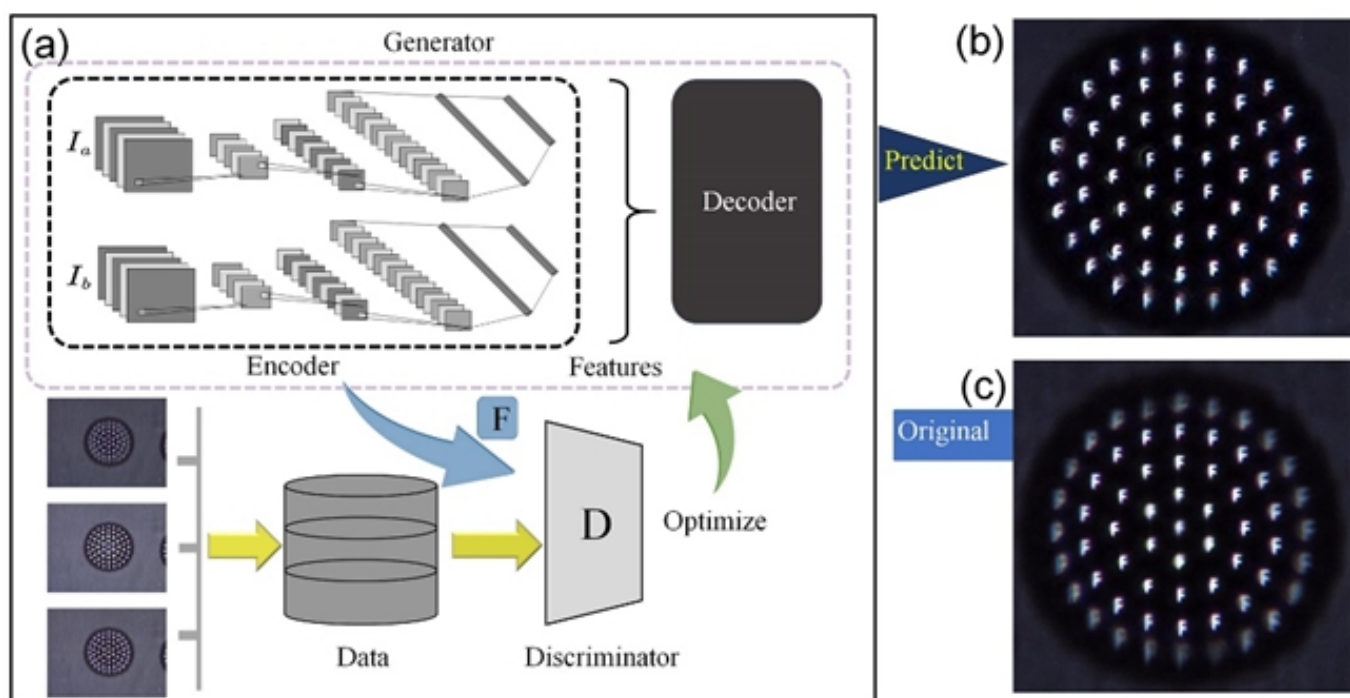


图3：基于生成对抗网络（GAN）深度学习算法的图像重建图

弧形轮廓使复眼拥有大视野，但同时也限制了其聚焦位置，只能定位在一个弯曲的焦平面上。对于真正的生物复眼来说，有一根光纤可以接收光线并将其直接导入视网膜。然而，这很难与目前的传感器程序兼容，也很难在芯片上集成光学元件和探测器。理论上，每个小透镜的参数，包括高度、曲率和焦距，都应重新设计，但很难根据平面在曲线轮廓上的位置来确定平面。为此，我们提出了一种基于生成对抗网络（GAN）的深度学习算法，用于图像处理。在这项研究中，我们利用了两个神经网络来最大化判别器的生成能力并最小化其损失函数，而判别器则被训练成最大化其损失函数。如图3a所示，神经网络经过训练后，可以利用图3c所示的图像对所有眼睛进行图像复原。图像复原与入射波长、材料折射率或单透镜厚度无关。有了这项技术，复眼成像可以保留大视野，并显著提高图像质量，使其适用于更广泛的应用场景（图3b）。

本研究提出了高效飞秒全息激光制备人工仿生复眼的方法，引入了人工智能方法对图像进行反向重建，解决了人工仿生复眼制造效率低的痛点问题，为未来人工仿生复眼与平面成像传感器匹配集成打下基础。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2023.026>

作者：陈岐岱等 来源：《光：先进制造》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发