
硅光子芯片3D打印机

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/29089.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！

硅光子芯片3D打印机。 导读

近日，美国麻省理工学院电气工程和计算机科学系Jelena Notaros教授团队结合硅光子学和光化学研究出首台基于芯片的3D打印机。该系统仅由一个毫米级光子芯片组成，在没有任何移动部件的情况下，能将可重构的可见光全息图发射到一个简单的固定树脂井中，以实现非机械3D打印。

此外，受立体光刻启发，该团队通过实验展示了一种基于芯片的3D打印机概念验证版本，该版本使用可见光光束控制集成光学相控阵和可见光固化树脂，首次展示了使用基于芯片的系统进行3D打印。这项工作向高度紧凑、便携和低成本的下一代3D打印机迈出了重要一步。

该文章近日发表在国际顶尖光学期刊《Light: Science Applications》，题为Silicon-Photonics-Enabled Chip-Based 3D Printer，Sabrina Corsetti为论文的第一作者，Jelena Notaros为论文的通讯作者。

研究背景

3D打印改变了现代制造业，其影响包括从消费品到公共基础设施和医药等众多领域。迄今为止，使用挤出、粉末床熔融、喷射和光诱导聚合等技术的3D打印方法已经商业化。虽然熔融沉积成型在增材制造方面取得了许多进步，但与其他常见打印方法相比，其基于细丝的方法往往会导致打印分辨率较低。

相比之下，立体光刻、数字光处理和掩模立体光刻等基于光固化的方法可以实现更高的打印分辨率，但它们需要庞大而复杂的机械系统（图1a）。这种对大型复杂机械系统的要求和对逐层印刷的依赖，限制了其便携性、形状因素、分辨率、印刷速度和材料复杂性。

为了应对这些挑战，已经进行了大量研究工作来推动3D打印的新模式，这些模式受益于构建速度的提高、对升降机机制依赖性降低以及各向异性的降低。然而，这些方法仍然依赖于庞大而复杂的机械系统，例如旋转台和多角度照明框架。因此，对新型紧凑、便携和低成本3D打印技术的需求日益增长。

硅光子学领域有望实现一种范式转变的解决方案，以满足对下一代3D打印技术的需求。基于光学相控阵的系统已经成为自动驾驶汽车下一代激光雷达传感器的一个有效解决方案。然而，在这种初始激光雷达应用的推动下，集成光学相控阵演示到目前为止主要集中在以红外波长工作的系统上，这使得它们与传统上用于3D打印的紫外线波长激活光化学不兼容。集成光学相控阵以及

整个硅光子学领域以前从未被提议为3D打印的解决方案。

创新研究

为了解决对先进3D打印技术的需求，研究团队结合硅光子学和光化学领域提出了第一台基于芯片的3D打印机。所提出的系统仅由一个毫米级光子芯片组成，没有任何移动部件，可以将可重构的可见光全息图发射到一个简单的固定树脂井中，以实现非机械3D打印（图1c）。

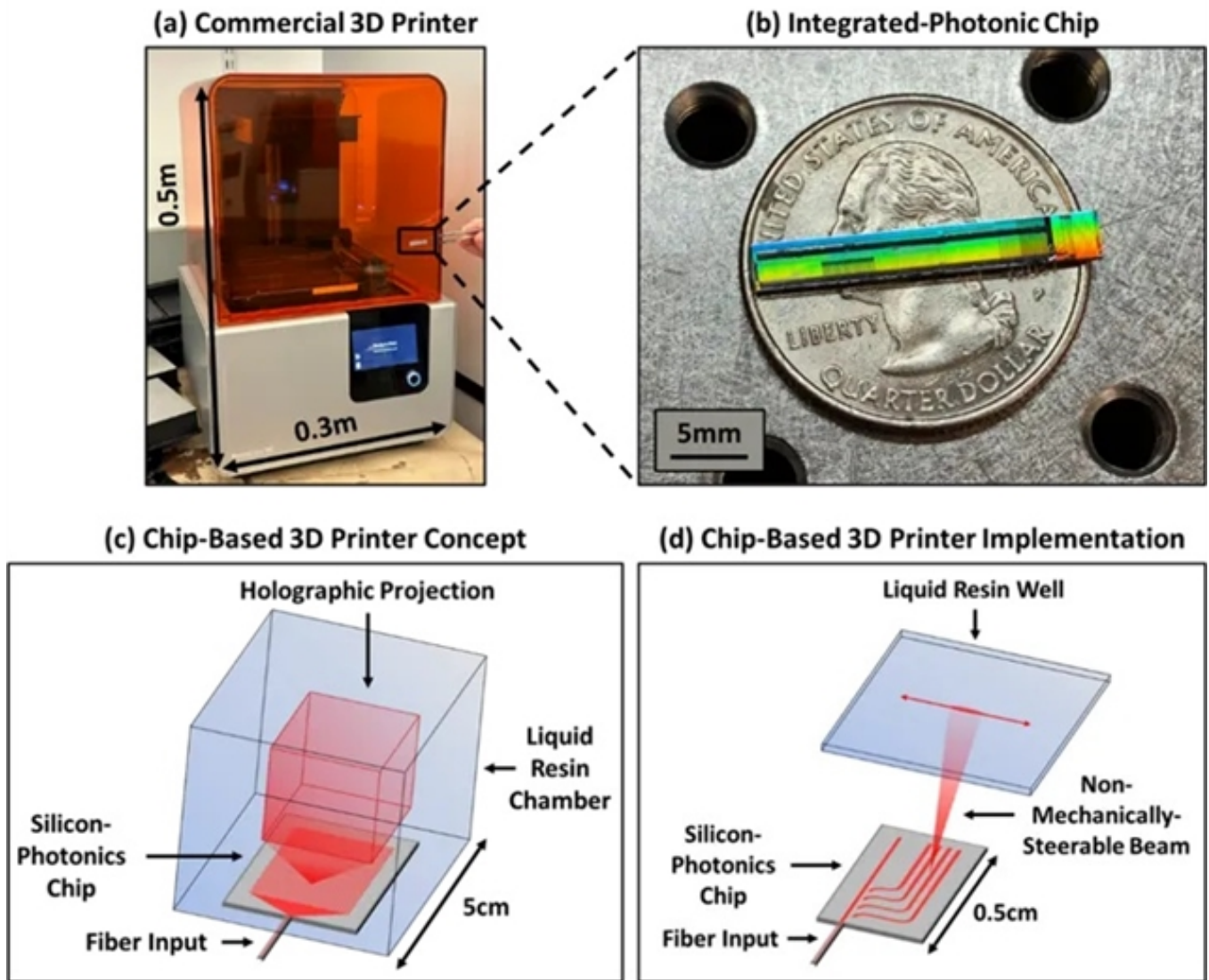


图1:基于芯片的3D打印机概念。照片显示: (a) 一台典型的商用3D打印机，带有一个用于缩放的光子芯片（黑色轮廓）和 (b) 一个制造和封装的光子芯片。(c) 拟议的基于芯片的3D打印机的概念图，显示了由树脂室内的芯片形成的全息图。(d) 这项工作中演示的受立体光刻启发的基于芯片的3D打印机的概念验证示意图。

作为概念验证演示，研究团队首先结合可见光集成光学相控阵和可见光激活光化学的新兴技术，展示了这种基于芯片的3D打印机概念的立体光刻启发版本；该系统由可见光集成光学相控阵列组成，该阵列发射光束以非机械方式将光束引导到可见光固化树脂井中(如图2)。之后，团队利用该系统光固化体素，首次展示了使用基于芯片的系统进行3D打印。通过测量单个3D打印体素

的尺寸作为固化时间的函数来表征该系统的固化速率，观察到了亚毫米级体素的打印(如图3)。团队利用系统的非机械光束控制能力在没有任何移动部件的情况下实现一维线条的3D打印。最后，团队进一步扩展了这种能力，使用该系统演示了二维任意图案的3D打印(如图4)。

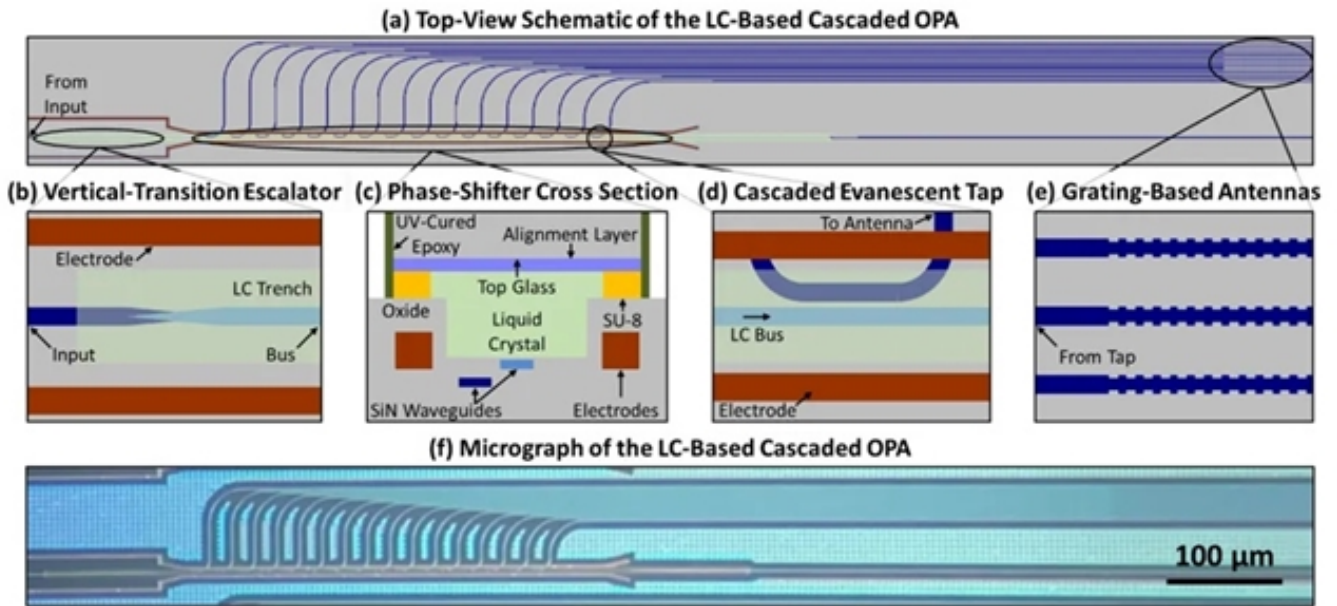
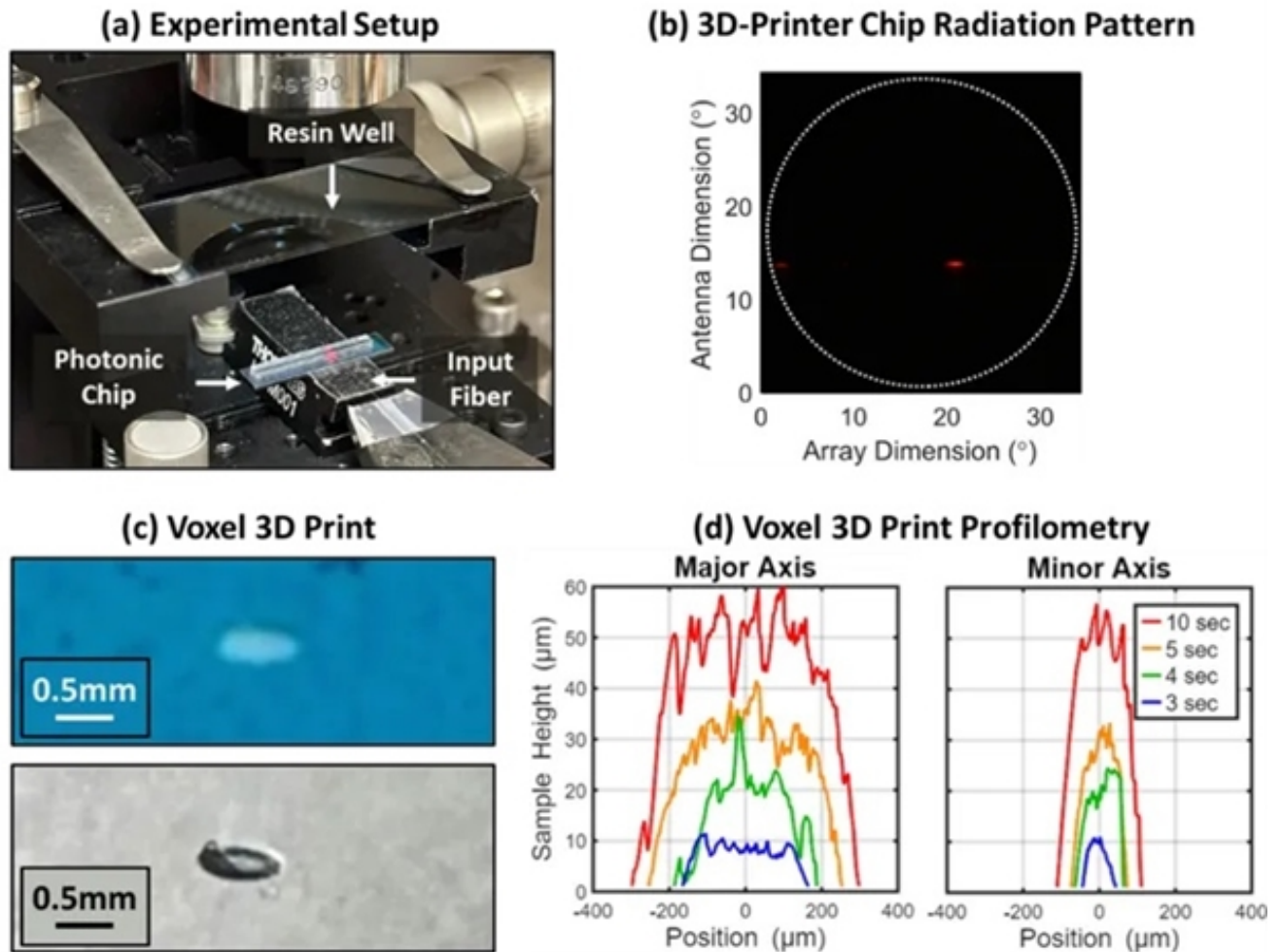


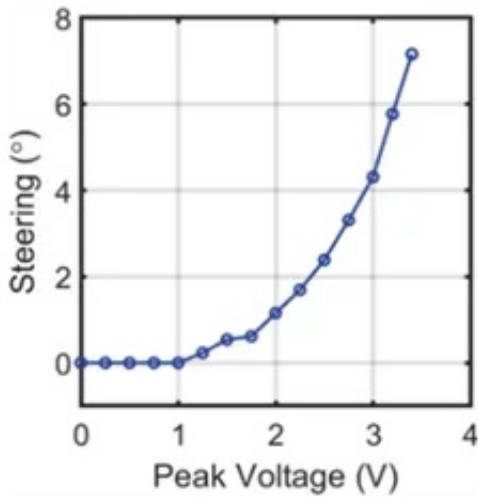
图2:3D打印机集成光学相控阵架构。(a) 基于可见光液晶的级联集成光学相控阵列的俯视简化示意图，该阵列实现了受立体光刻启发的基于芯片的3D打印机系统。(b) 液晶区正下方从底部波导到顶部波导的垂直过渡自动扶梯的俯视简化示意图。(c) 内部后处理封装步骤后移相器的横截面简化图。(d) 将光从上部总线波导耦合到底部抽头波导的级联渐逝抽头的俯视简化示意图。(e) 基于光栅的天线的俯视示意图。(f) 制造和封装的基于可见光液晶的级联集成光学相控阵列的显微照片。



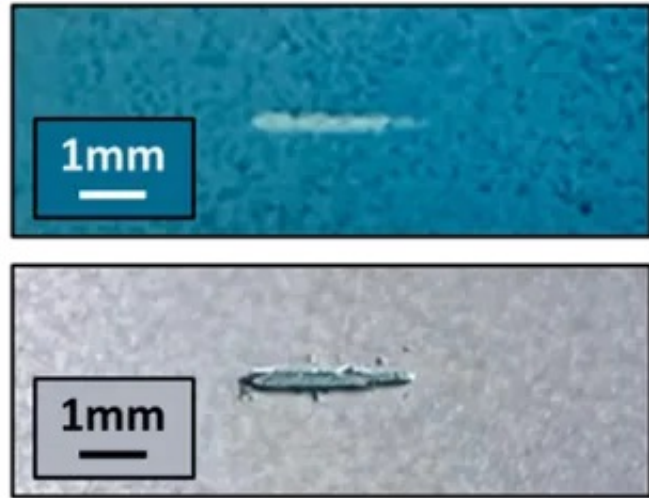
图片

图3:基于芯片的3D打印机设置、辐射模式和体素表征。(a)用于概念验证3D打印机演示的设置照片,描绘了输入光纤、光子芯片和树脂井。(b)可见光集成光学相控阵发射的测量远场辐射模式,用于受立体光刻启发的基于芯片的3D打印机,显示了主瓣和光栅瓣。(c)使用基于芯片的打印机创建的3D打印体素的照片,在剩余液体树脂的井中(顶部)和与剩余液体树脂分离后的相同固体3D打印体素(底部)。(d)用3、4、5和10秒的不同打印时间3D打印的四个独立体素的测量尺寸,证明体素的形成是时间的函数。

(a) 3D-Printer Chip Steering



(b) Line 3D Print



(c) MIT Logo 3D Print

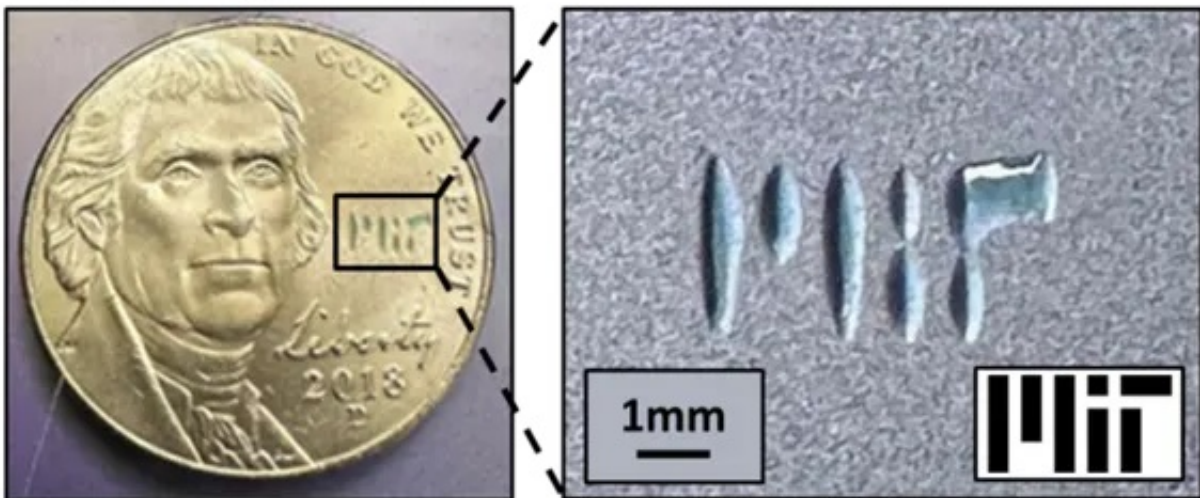


图4:基于芯片的3D打印机非机械光束控制、线条打印和任意2D图案打印。(a)当具有变化峰值电压的方波施加在基于液晶的移相器上时,3D打印机芯片的可见光集成光学相控阵主瓣的电控光束转向。(b)使用基于芯片的打印机创建的3D打印线的照片,在剩余液体树脂的井中(上)和与剩余液体树脂分离后的相同固体3D打印线(下)。(c)3D打印的麻省理工学院标志照片,使用基于芯片的打印机创建,美国镍币用于缩放(左)和放大(右)。

总结展望

这项工作中引入的基于芯片的3D打印技术有可能为下一代3D打印机提供高度紧凑、便携和低成本解决方案。这种解决方案将为生成3D对象提供更方便、更快速的机制,将会对军事、医疗、工程和消费领域产生广泛的影响。(来源:LightScienceApplications微信公众号)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41377-024-01478-2>

特别声明:本文转载仅仅是出于传播信息的需要,并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用,须保留本网站注明的“来源”,并自负版权

等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们联系。
作者：Jelena Notaros 来源：《光：科学与应用》

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

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