

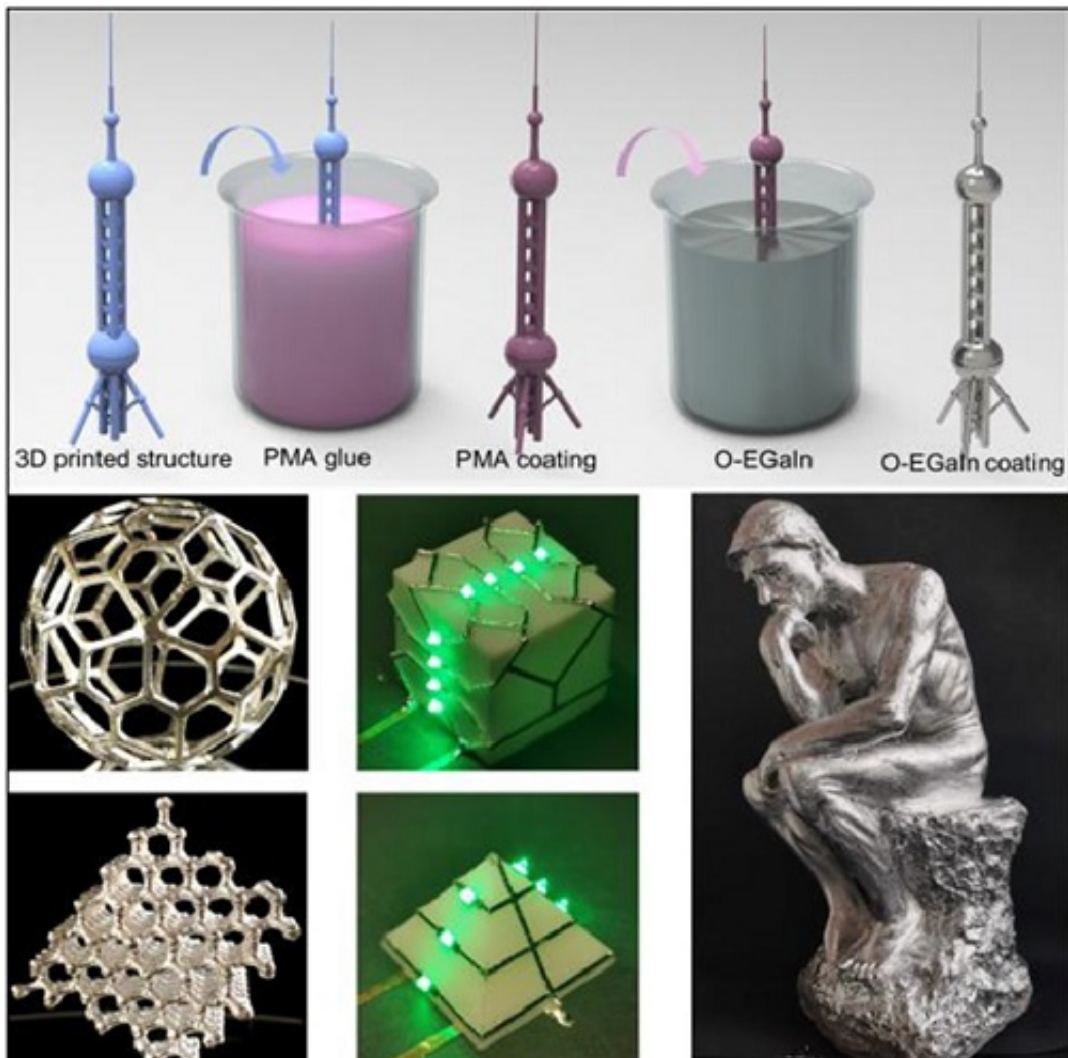
液态金属“墨水”给3D打印“通上电”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/16662.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！

液态金属“墨水”给3D打印“通上电”。



转印上镓铟合金的样品受访者供图

在清华大学医学微系统技术实验室宽大的操作台上,摆放着两个大烧杯。其中一个烧杯盛着乳白色的高分子涂料——PMA glue,另一个装满泛着银光的液态金属镓铟合金。

实验人员操作机械臂,将尼龙材质的东方明珠塔模型缓缓浸入高分子涂料中再缓缓提起,随后,用同样的手法将模型放进镓铟合金中再拿出。前后约15秒钟,东方明珠塔模型就身披银装,完成了一次液态金属墨水的3D打印过程。

以往的塑料或聚合物类3D打印结构件不具备电子功能,因而无法满足现实中对某些特殊功能的需求。清华大学教授、中科院理化所研究员刘静对《中国科学报》说,这项工作相当于为传统的3D打印赋予了特定功能,在实际应用中有重要意义。

液态金属邂逅3D打印

增材制造(3D打印)不需要传统工具及繁琐的加工程序,能完美解决复杂零件加工成型问题,因此在航空航天、文物保护、医疗健康等领域崭露头角。

另一方面,多功能电子器件或系统大多是三维立体结构,其组成单元则由各种金属或非金属电子材料构筑而成。以增材制造手段直接层叠式打印出立体终端电子产品,一直是学术界和工业界无法解决的难题。

传统的3D打印主要基于塑料、聚合物一类的材料,由此打印出的物件一般并不具备电子功能。刘静说,而经典的金属3D打印针对的是高熔点金属粉末或线材,它们与非金属材料由于存在巨大熔点差而难以实现复合打印。

近年来,随着液态金属印刷电子学的发展,以低熔点金属镓为基础的室温液态金属合金材料逐渐进入人们视野,在柔性电子、二维材料制备、智能机器等领域都得到广泛的研究和应用。

刘静团队长期从事液态金属相关研究,在液态金属二维电子材料制备方面有丰厚的积累。看到3D打印电子设备存在的局限性,他隐约意识到,在立体电子制造领域,液态金属有可能发挥独特作用。

为实现这一构想,刘静团队对液态金属功能材料进行改造,并结合3D打印技术,开发出一种基于液态金属选择粘附性的3D电路转印技术。在这项研究中,他们首先利用3D打印工艺制作出一系列复杂的立体结构,并在这种立体结构表面,覆盖对液态金属材料具有较高粘附性的高分子涂层,然后将这种立体结构浸润到液态金属中,从而实现液态金属在立体结构表面的附着。

近日,相关研究在国际期刊《今日应用材料》上发表。该论文审稿专家评论说:(该团队)在可重构3D电子设备、可逆刚度机器人和可拉伸电子设备的制造方案演示,说明这一方法具有广泛适用性。这项工作描述得很好,很扎实,代表了最先进的3D功能设备技术的重大进步。

让液态金属站起来

液态金属是一类低熔点的合金材料,可以在室温环境中保持液体形态。

虽然液态金属有可能在三维立体电路制备中大显身手,但目前大多数工艺采用流道灌注方式,将液态金属封装在三维模型中。

在这些研究中，液态金属仅充当导电介质，无法展示出液态金属独特的界面性能在三维立体电路中的应用。该论文第一作者、清华大学博士国瑞告诉《中国科学报》。

该团队在实验中发现，用于3D打印的液态金属——镓铟合金在室温下受重力影响，难以稳定地附着在立体结构表面。而要在实际中应用该技术，必须让液态金属在3D打印时能稳定地站起来。

我们在研究中发现，3D打印工艺制作的立体结构是由颗粒熔融堆积而成，因此具有粗糙的表面形貌，这种粗糙的表面使得液态金属难以附着。国瑞说。

经多次实验，研究人员发现，通过事先将具有较高粘附性的高分子涂层涂抹在3D打印器件上的方法，可以将镓铟合金材料黏在打印器件上。同时，对镓铟合金进行特殊处理，在降低其流动性的同时，提高其黏附性，从而可以让其稳定维持在立体结构表面。

基于上述原理，研究人员实现了对复杂结构立体电路的转印制备。

这种镓铟合金的外形，取决于高分子层涂敷的形状、图案和部位。刘静说，借助机器或手工，很容易实现各种镓铟合金图案、花纹的印制。

比如，用3D打印出任意形状的器具后，可借助特定笔刷或机器手，将高分子涂层绘制到物体表面，然后就能轻松将镓铟合金转印上去，而且整个过程简单快捷。

激活3D打印应用

在实验室一侧的陈列柜上，摆放着十几种不同材质的器件，转印上镓铟合金的样品。其中有塑料材质的思想者雕像、木质的小人、聚乙烯小球、金字塔模型、菜园里摘下的葫芦、甚至各种纺织品。

这种经过改良的镓铟合金具有极佳的适形性。国瑞说，不管什么材质、或任何奇形怪状的三维打印物品，只要在其表面提前涂抹特殊的高分子涂层，镓铟合金都会均匀沉积，并牢牢黏附其上。

此外，附着在立体结构表面的液态金属涂层还可以与周围的液态金属涂层形成液桥，从而实现金属焊接的效果。

利用这种现象，将相同尺寸的立体结构单元进行堆积组合，可以构建出更复杂的立体结构。而且，各单元之间的液态金属涂层可形成稳定的导电通路，实现可组装的立体电路。

刘静一边介绍，一边将展示柜上一个金字塔模型的电路接通。随即，一排连接在镓铟合金电路上的LED灯珠闪起了绿光。

这种高分子涂层+液态金属的结构可通过适当封装，增强其稳定性。因为镓铟合金涂层很薄，封装后的镓铟合金不仅不会出现泄漏和流淌，还能满足一些柔性物品的特殊要求，在保持电子性能的同时适应改变形状。

当然，如果电子设备需要一定强度，还可以采用不同熔点的液态金属墨水，实现印刷后即固化。刘静补充说，将液态金属涂层覆盖在柔性硅胶结构表面，还可利用液态金属材料在不同温度下的

相变特性，实现立体结构可调控的力学性能。

从安全性上看，此类材料在环境下很难蒸发。如果没有大剂量皮肤接触、吞咽、停留体内等情况，使用起来是比较安全的。国瑞补充说。

液态金属3D打印技术将机械制造和电子制造巧妙地结合在一起，而且制造过程便捷、成本低廉，具有较高的个性化特点，因此有望在艺术设计、文化创意、消费电子、甚至大中小学电子工程教育普及方面得到广泛应用。

除本身的电子工程学意义外，这项研究为三维立体功能电子器件快速制造，提供了一种重要且易于规模化普及的实用技术。刘静说，该技术具有非常强的实用性，有望赋能3D打印行业，推动传统3D打印的可持续健康发展，有望激发3D打印行业活力，促成其规模化应用。（来源：中国科学报张双虎）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.apmt.2021.101236>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：刘静等 来源：《今日应用材料》

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](https://www.iikx.com)转发