

纳米线“墨水”造就了纸基可印刷电子产品

高导电性薄膜可制作功能性电路而无需外加高热量

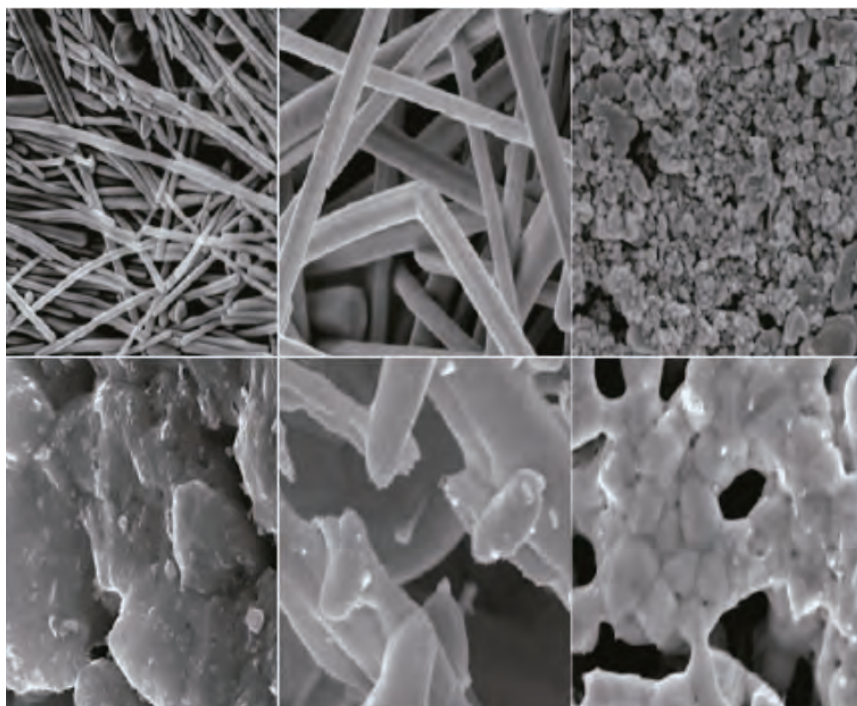
通过在液体中让微小的金属纳米粒子处于悬浮状态，美国杜克大学 (Duke University) 的科学家们正酝酿推出导电的喷墨打印机“墨水”，以便可以在几乎任何表面上印刷廉价的可定制电路图形。

印刷电子产品已经在许多设备中得到了广泛的使用，比如您可能在新型 DVD 的背面看到的防盗射频识别 (RFID) 标签，但是此类产品目前存在一个重大缺陷，即：为了让电路工作，首先必须对它们进行加热以把所有的纳米粒子熔融在一起成为单根导电线，因而使得无法在便宜的塑料或纸张上印刷电路（因为这些材料都怕热）。

杜克大学研究人员开展的一项新的研究表明，改变墨水中纳米粒子的形状就有可能免去加热的需要。

通过比较用不同形状银纳米结构做成的薄膜的导电性，研究人员发现：电子穿过由银纳米线制成的薄膜要比穿过其他形状的银纳米颗粒（像是纳米球或微型薄片）制成的薄膜容易得多。事实上，电子流过纳米线薄膜极为容易，因此它们无需熔融在一起就能在印刷电路中运行。

杜克大学化学助理教授 Benjamin Wiley 说：“这种纳米线的导电性是您能在 RFID 标签的印刷天线上找到的常用银纳米粒子的 4,000 倍。因此，



假如您使用纳米线，就无须把印刷电路加热到这么高的温度，而且可以使用比较便宜的塑料或纸张。”

Wiley 补充道：“除了这些银纳米线，我想不出别的什么东西可以直接印刷，并且导电，而无需任何后置处理。”

此类印刷电子产品的应用领域可能远远不止智能包装；研究人员设想使用该技术制作太阳能电池、印刷显示器 (printed displays)、LED、触摸屏、放大器、电池、甚至一些可植入式生物电子器件。ACS 旗下的 Applied

Materials and Interfaces 杂志于 2016 年 12 月在网上公布了相关的研究结果。

Wiley 说，银已经成为了制作印刷电子产品的首选材料，而且最近出现了一些以测量具有不同形状银纳米结构的薄膜的导电性为内容的研究。然而，实验变差使得难以在形状之间进行直接比较，且几乎没有什么研究报告把薄膜的导电性与所用银的总质量关联起来，而在使用昂贵材料时这是一个重要的因素。

Wiley 实验室的一名研究生和 ACS 论文的第一作者 Ian Stewart 说：

“我们希望把任何额外的材料从墨水上去除，而简单地把纳米结构之间的薄膜和界面中银的用量作为唯一的变源进行研究。”

Stewart 使用已知的“配方”来构建不同形状的银纳米结构，包括纳米粒子、微型薄片 (microflakes)，以及短的和长的纳米线，并把这些结构与蒸馏水相混合以制作简单的“墨水”。接着，他发明了一种采用几乎任何实验室里都有的设备（载玻片和双面胶带）来制造薄膜的简便快捷的方法。

Stewart 说：“我们用打孔机在双面胶带上切出井坑 (well)，再把这些粘到载玻片上。”通过把精准的墨水量添加到每个胶带“井坑”中，并随

后把这些井坑加热到相对低的温度（以简单地使水分蒸发）或较高的温度（以开始把纳米结构熔融在一起），他制成了多种薄膜以进行测试。研究团队说，他们对于最长的纳米线具有最高的导电性并未感到惊讶。Wiley 解释道，电子通常可以容易地流过单独的结构，但是当它们不得不从一种结构跳到下一种结构时则会被卡住，而长的纳米线极大地减少了电子必须完成这种“跳跃”的次数。

但是，研究人员对于变化的剧烈程度感到惊讶。Stewart 说：“长的银纳米线薄膜的电阻率比银纳米粒子低了几个数量级，而且仅比纯银高 10 倍。”

该研究团队目前正在试验使用

气溶胶喷射 (aerosol jets) 技术将银纳米线墨水印刷成可以使用的电路。Wiley 说，他们还希望探究镀银的铜纳米线（其生产成本明显低于纯银纳米线）是否能起到与纯银纳米线同样的作用。此项研究来自美国国家自然科学基金会的资助 (ECCS-1344745 和 DMR-1253534) 和通过杜克大学化学系获得的 GAANN Fellowship 奖学金提供支持。◆

参考文献

“The Effect of Morphology on the Electrical Resistivity of Silver Nanostructure Films,” Ian E. Stewart, Myung Jun Kim, and Benjamin J. Wiley. ACS Applied Materials and Interfaces, Dec. 16, 2016 (online). DOI: 10.1021/acsami.6b12289

追随伟特科技在 SEMICON China 2018 的足迹

伟特科技在 2018 年 3 月 14-16 日在上海举办的 SEMICON China 展会上展示其不同系列的后端半导体检测系统，包括托盘式检测机台 TH1000Si 和编带后视检机台 VR20Li。



TH1000Si 视检系统设有先进的技术，专为托盘里的 BGA, QFP, QFN, CSP, TSSOP, MSOP, SOP 封装提供快速、精确及一站式的视觉检测方案。TH1000Si 的 16 支吸嘴可提高机

器的吞吐量至 42K (托盘至托盘)。其自动间距调整提供更快、更准确的吸嘴间距调整。TH1000Si 系统备有分类功能，可分类印字与管脚不良品。此视检站采用 2k x 2k 摄像机以执行印字，pin 1，表面检测及被动元件检测。此视检可检测任何安装在 PCB 上的被动元件。如缺元件，不良焊点，位置偏移，元件立件，破损和错元件。

另外，TH1000Si 提供 3 合 1 视检，包括了管脚检测，锡球检测，QFN 检测。这不但可以减少维修费，同时可以检测元件印字及其表面。TH1000Si 可以以更快速、高准确性和低误报地检测不同种类的 2D 和 3D 的缺陷。

伟特的编带后视检机台 VR20Li，包含了编带密封检测，字模检测，管脚检测，塑封体检测和载带底部检测。它可以快速更换不同带宽的载带。它



也提供了不同带宽的载带检测，如 8, 12 和 16 毫米。VR20Li 的产出量大过 40 千 (12 毫米的口袋间距)，产出量大过 25 千 (16 毫米的口袋间距) 和产出量大过 20 千 (24 毫米的口袋间距)。在电子业，这独特的多站式视检系统加强了生产量及检测选项。

关于伟特科技的产品和服务的更多信息，请访问 www.vitrox.com。