



刘云圻,江苏靖江人,中国科学院院士,分子材料与器件专家。现为中国科学院化学研究所研究员。主要从事分子材料的设计、合成,包括 π -共轭小分子、高分子和石墨烯;以及这些材料在光电子器件中的应用,包括场效应晶体管和分子器件等。

卷首语 Foreword

科技导报 2017, 35(17)

弘扬中华民族发明精神, 再创印刷电子世界辉煌

印刷电子是基于印刷原理制备的电子器件和产品。众所周知,指南针、火药、印刷术和造纸术是中国古代四大发明,它们对中国古代的政治、经济、文化的发展产生了巨大的推动作用;这些发明经由各种途径传至西方,对世界文明发展史也产生了很大影响。将印刷技术应用于电子产品的制造,开拓印刷电子的新时代,是古代文明和现代科学技术的完美融合,给炎皇子孙提供了一次得天独厚的机遇。

以硅为半导体材料、光刻技术为主体加工技术、固体理论为基本理论框架的微电子,对发展经济、巩固国防、改善人们生活做出了巨大贡献,在20世纪的半个多世纪中一直占据电子技术的主导地位。但由于硅基半导体材料品种少、集成技术对环境要求高、设备昂贵、投资巨大、缺乏柔性等原因,限制了微电子的进一步发展和多方面的应用。针对这些科学和技术问题,在过去的20多年中,基于 π -共轭的有机小分子和高分子半导体材料的电子器件,利用溶液法加工技术,包括甩膜、印刷、打印和卷对卷等技术制备电子器件的研究和产业化取得了巨大的进展和成功。与传统的硅基半导体材料不同,这些 π -共轭的分子材料是通过分子间弱相互作用,如氢键、范德瓦耳斯力、 π - π 作用等形成的一类材料,它们一般都能找到适当的溶剂而溶解。因此溶液法加工技术是这类材料的一个本征特点。同时,这类材料由于分子间作用力比较小,容易被拉伸或压缩,天然地赋予了柔性的特点。另外,这些材料还具有成本低、种类多、可以通过分子设计来调控性能等优点。

印刷电子技术目前还处于产业发展的初期,但已显现巨大的市场规模和很大的发展潜力。专门从事市场调研的IDTechEx公司最近公布了它们的调研报告,有机和印刷电子器件相关产业2017年市场总规模为481.8亿美元;2027年预测为3003亿美元,其中有有机场效应晶体管占15%,有机发光二极管占14%,有机太阳能电池占8%的份额。

中国在分子材料的研究方面基本与世界同步,近几年取得了一系列进展和突破。例如,高迁移率分子体系在国际上初步形成了集群优势,目前在国际上迁移率超过 $1.0 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的50余种 π -分子半导体中,近1/3来自中国研究团队,多种功能材料体系的性能为同类型材料的最高水平。值得一提的是分子材料的迁移率已经超过无定形硅,与多晶硅相当。但在溶液法加工技术、器件的集成技术和电路的功能及产业化等方面,与世界先进水平相比还有一定的差距。

在这样的背景下,《科技导报》组织了柔性印刷电子专题,邀请的作者既有本领域国内外的著名专家,又有近几年崭露头角的青年才俊,他(她)们全部工作在科研、教育、公司的第一线,从事本研究和研发工作多年,基础理论扎实,经验丰富,成果卓越,分别从材料、油墨、有机场效应晶体管、纸电池、超级电容器、发光二极管和3D打印等方面总结介绍了最新研究进展、存在问题和发展趋势,相信他(她)们的论文一定会帮助广大科技工作者把握柔性印刷电子的发展动态,促进原始创新能力的提升,推进研究、研发和市场化的快速发展,为中国柔性印刷电子的发展做出贡献。

虽然印刷电子已经取得了巨大的成功,但仍然存在许多科学和技术问题亟需解决。1) 材料:综合性能优越,品种齐全(p-型、n-型、双极性半导体,介电,电极材料),理性设计、性能可调。2) 墨水:流变性能,成膜动力学,环境友好溶剂和正交溶剂的使用。3) 技术:大面积印刷工艺,线条分辨率,重复性,稳定性,集成技术,过孔工艺等关键技术。4) 功能:显示,能量转换与储存,信息存储,传感及相应的产品。

我们的祖先发明了印刷术,这已是历史。今天我们能否成功地把印刷术应用于电子学,再铸印刷电子学的辉煌,可能性固然存在,但要把可能变成现实,仍有漫长的路要走。从某种意义上说,这也是历史赋予中华儿女的机遇与责任。

刘云圻

(中国科学院化学研究所,北京 100190)