

石墨烯材料

石墨烯(Graphene)是由碳原子以 sp^2 杂化方式形成的蜂窝状平面薄膜,是一种只有一个原子层厚度的准二维材料。石墨烯一直都存在于自然界中,只是难以剥离出单层结构而限制了其特殊性能的表现与应用。2004年,英国曼彻斯特大学物理学家安德烈·盖姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫用微机械剥离法成功从石墨中分离出石墨烯,并且在单层和双层石墨烯体系中分别发现了整数量子霍尔效应及常温条件下的量子霍尔效应,因此共同获得2010年诺贝尔物理学奖。

石墨烯具有十分优良的强度与柔韧性,其抗拉强度和弹性模量分别为125 GPa和1.1 TPa,杨氏模量约为 42 N/m^2 ,是目前已知的强度最大的材料。由于其独特的载流子特性和无质量的狄拉克费米子属性,电子迁移率可达到 $2 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$,温度稳定性高,电导率可达 $10^8 \text{ }\Omega/\text{m}$,是室温下导电最好的材料。同时,单层石墨烯对可见光以及近红外波段光垂直的吸收率仅为2.3%,对所有波段的光无选择性吸收。由于其独有的特性,石墨烯被称为“神奇材料”,科学家甚至预言其将“彻底改变21世纪”。

2013年初,美国加州大学洛杉矶分校的研究人员就开发出一种以石墨烯为基础的微型超级电容器,该电容器不仅外形小巧,而且充电速度为普通电池的1000倍,可以在数秒内为手机甚至汽车充电,同时可用于制造体积较小的器件。正是看到了石墨烯的应用前景,许多国家纷纷建立石墨烯相关技术研发中心,尝试使用石墨烯商业化,进而在工业、技术和电子相关领域获得潜在的应用专利。欧盟委员会将石墨烯作为“未来新兴旗舰技术项目”,设立专项研发计划,未来10年内拨出10亿欧元经费。英国政府也投资建立国家石墨烯研究所(NGI),力图使这种材料在未来几十年里可以从实验室进入生产线和市场。

中国在石墨烯研究上也具有独特的优势,从生产角度看,作为石墨烯生产原料的石墨,在我国储能丰富,价格低廉。另外,批量化生产和大尺寸生产是阻碍石墨烯大规模商用的最主要因素。我国最新的研究成果已成功突破这两大难题,制造成本已从5000元/克降至3元/克,解决了这种材料的量产难题。利用化学气相沉积法成功制造出了国内首片15英寸的单层石墨烯,并成功地将石墨烯透明电极应用于电阻触摸屏上,制备出了7英寸石墨烯触摸屏(图8.1)。

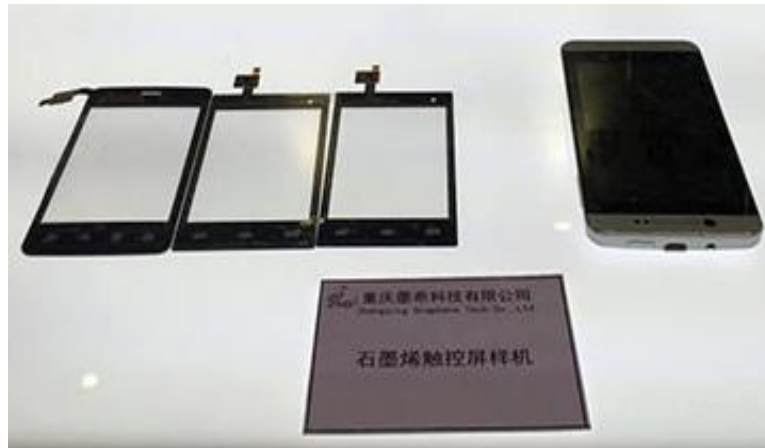


图 8.1 透明石墨烯触摸屏

2014 年，中国科学院山西煤炭化学研究所与清华大学和中科院金属研究所合作，成功研制出高导热石墨烯/碳纤维柔性复合薄膜。中国科学技术大学在石墨烯等类膜材料输运特性研究方面首次发现，石墨烯可以作为良好的“质子传导膜”。2015 年，全球首批 3 万部石墨烯手机在渝发布，其核心技术由中国科学院重庆绿色智能技术研究院和中国科学院宁波材料技术与工程研究所开发。南开大学的联合科研团队通过 3 年的研究，获得了一种特殊的石墨烯材料。该材料可在包括太阳光在内的各种光源照射下驱动飞行，其获得的驱动力是传统光压的千倍以上。

2015 年 1 月，西班牙 Graphenano 公司同西班牙科尔瓦多大学合作研究出首例石墨烯聚合材料电池，其储电量是目前市场最好产品的三倍，用此电池提供电力的电动车最多能行驶 1000 公里，而其充电时间不到 8 分钟。2015 年 9 月，据日本科学技术振兴机构(JST)与日本东北大学的原子分子材料科学高等研究机构(AIMR)发表，在作为下一代蓄电池而被热切期待的锂空气电池中，通过使用具备三维构造的多孔材质石墨烯作为阳极材料，获得了较高的能量利用效率和 100 次以上的充放电性能。如果电动车使用这种新型电池，则续航里程将从目前的 200 公里左右增加到 500-600 公里左右。

2016 年，全球首款石墨烯电子纸在广州宣布成功研发问世，这一技术将电子纸的性能提升到一个新的高度，也为石墨烯的产业化开创了一个全新的空间，标志着我国在石墨烯应用上已经走在了世界的前沿。