

十八、透明加热器

项目背景：

透明加热薄膜是飞机与火车视窗、室外显示屏、汽车前灯与挡风玻璃等防雾加热器的核心部件，其应用价值和空间非常巨大。透明加热薄膜的性能（包括可见光透过率、雾度、加热速率与均匀性等）决定了以上应用中的客户满意度。国内外市场上的 ITO 薄膜加热速率慢、驱动电压高、重量大、制备工艺复杂且不能集成于柔性器件上，很难被高端产品市场所采纳，如在大面积室外显示屏上使用 ITO 进行液晶控温，会因加热速率慢、不能维持液晶向列的快速转换造成图像失真，且 ITO 玻璃大大占用了显示屏的内部空间、不利于超薄显示屏的开发。在中低端产品应用领域，以汽车除雾玻璃为例，目前广泛使用的是合金格栅加热，满足 12V 车载电压下的发热效率（ITO 面电阻过大无法应用）；然而玻璃中间的条状合金丝影响视觉且加热不均、除雾慢，从驾驶安全出发只能用于后挡风玻璃，前挡风玻璃除雾只有采用空调吹风且需预留车窗缝隙排风，对于雨天驾驶非常不利。基于银纳米线薄膜的透明加热器可以实现低驱动电压、高透过率前提下的快速加热，并能应用于反复弯折的柔性器件上，降低占用体积，满足高端和中低端应用的不同需求。

技术指标：

特性	ITO	合金格栅	碳纳米管	石墨烯	导电聚合物 PEDOT:PSS	其他公司银纳米线薄膜	我们的产品
升温 35℃ 时间 (s)	>120	>180	>120	>100	>120	>60	<40
驱动电压 (V)	>36	>12	>36	>12	>50	>10	<12
可见光透过率 (%)	85	90	90	95	90	90	90
雾度 (%)	1	1.5	1.5	1	1.5	5	1-2
缺点	泛黄、反光	遮挡视线、加热不均	深色	深色	泛蓝	图像不清晰	
抗弯折性	很差	好	好	好	很好	好	好
成本	高	较低	较高	很高	较低	较低	低
技术稳定性	好	好	较差	一般	一般	好	很好

我们在前期银纳米线透明导电薄膜十余项国家发明专利的基础上，针对透明加热器申请了国家发明专利 201410206950.X，相比较传统 ITO 薄膜加热器在驱动电压、加热速度、柔韧性等方面均具有显著优势。