

十五、智能变色薄膜

项目背景：

目前热致变色技术广泛应用于防伪、保密、智能显示等领域，与其它变色技术相比热致变色具有显著优势：不像电致变色对变色涂层有导电性要求；不像光致变色要么依赖观察视角被动变色（可见光致变色）、要么需要特殊光源激励（紫外、红外光致变色），而且在一种光源下只显示一种对象，变色单一；也不像水致变色需要湿润；更不像压敏变色，不可逆变色，一次性使用。热致变色已在日常票券、防伪标签、生化检测试纸等产品上批量使用，然而目前使用的技术还过于简陋，如摩擦生热或火烤变色即可，只要使用一定温度下可变色的油墨就能仿制，达不到真正的防伪效果。结合不同变色温度的油墨以及油墨的变色方向也不同（有色变无色或者无色变有色），组合成复杂的防伪图像，就能够在一系列温度下实现图像的复杂变化，真正达到防伪或保密效果。这就需要精确、快速控温的加热器实现上述系列温度变化，目前使用的大多是溅射金属薄膜加热器，缺点是不透明，只能在防伪标签等背面使用（标签正面是防伪图像），加热速率慢、影响使用效果；而 ITO 等商用透明导电薄膜在纸张等基材上使用抗弯折性差。具有柔性、透明的加热薄膜是最优选择，银纳米线透明加热薄膜完全满足，且面电阻远小于 ITO，可以在微型电池的低电压下实现快速变温，进而结合不同变色温度、变色方向的油墨，达到智能防伪变色效果，如在高档烟酒的包装盒内置入微型电池，通过按压接通电源实现防伪图像变换。

技术指标：

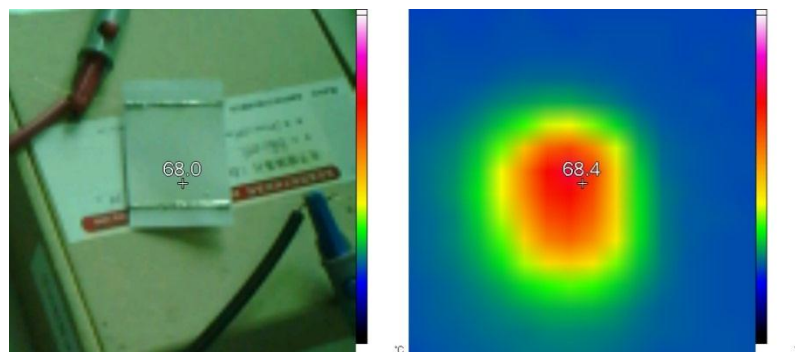
变色时间：< 10 s

驱动电压：< 3 V

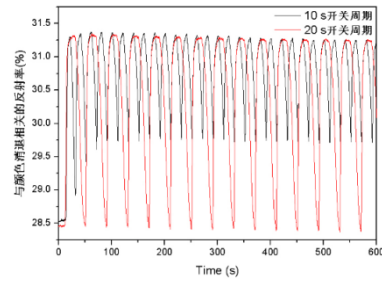
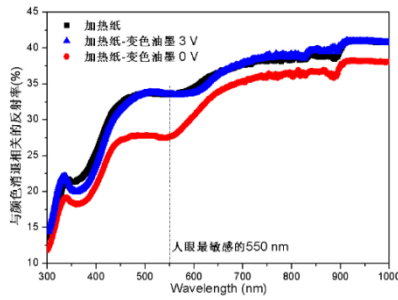
同一标签变换图像数：> 3 组

图像可反复变换次数：> 10000 次

标签抗弯折次数：> 1000 次

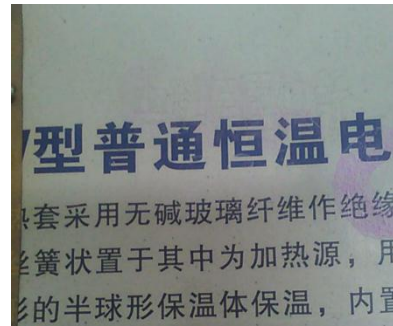
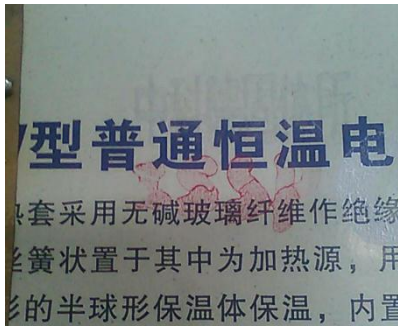


纸张上银纳米线薄膜加热器在低电压下（3 V）的均匀温度分布



色度值 材料	X	Y	Z	L*	a* (红色)	b*
加热纸	28.75	30.21	30.56	61.84	0.12	3.26
加热纸-变色油墨 3 V	29.77	31.21	31.84	62.69	0.42	2.92
加热纸-变色油墨 0 V	27.8	28.4	28.77	60.25	3.24	3.11

由纸张/银纳米线透明加热薄膜/变色油墨组成的智能变色纸：在 3V 低电压下的精准、快速、大色差、反复可逆的变色效果



智能变色纸 3V 电压下实际变色效果：喷印的棕色“中科院固体所”消失、涂写的红色“ISSP”消失、涂写的无色“C”变为橙红色，其它印刷普通油墨文字不变

市场前景：

使用包括纸张、油墨、光学、磁码甚至原子能反应堆原理产生的核径迹等技术在内的整个防伪市场空间十分巨大，据不完全统计，全国防伪印刷产品（不含人民币和证件等特殊防伪产品）年销售额由 80 年代初的几千万元，发展到目前的近百亿元。我国防伪技术产品市场需求之大、发展速度之快是惊人的。世界上包装印刷的假冒制品每年以 20% 的速度增长，而防伪产品每年却只有 8% 左右的增长，而我国防伪技术含量高的产品相对较少。

在众多防伪技术中油墨防伪技术的应用最为普遍，而热敏油墨是主要的一种，国内主要依赖进口，如铁道部使用澳大利亚马克热敏有限公司(mark)的热敏油墨印制新车票。一方面热敏油墨技术依赖进口，另一方面油墨等由于使用多年，防伪技术已基本无安全可言，防伪功能已基本丧失，且多用于丝印版印刷，性能的不稳定限制了其广泛应用；因此开发结合热敏油墨与透明加热薄膜于一体的智能变色技术，并能用于精确的喷墨印刷，将显著提升防伪能力、打破进口依赖，具有巨大的利润空间。