

# Optoelectric Properties and Research Situation of Silver Transparent Conductive Film

Detao Lv<sup>1\*</sup>, Jiwei Sun<sup>1</sup>, Kexun Li<sup>2</sup>, Xiaoli Xu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>33th Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Taiyuan Shanxi

<sup>2</sup>Shanxi Key Laboratory of Electromagnetic Material and Technology, Taiyuan Shanxi

Email: \*13303519165@163.com, \*xldsdd@163.com

Received: July 3<sup>rd</sup>, 2019; accepted: July 18<sup>th</sup>, 2019; published: July 25<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

With the rapid development of intelligent electronic products, finding a new low-cost transparent conductive film to replace ITO film has become a research hotspot. Due to the high carrier concentration, high deformation elongation and oxidation resistance, the silver mesh film and silver nanowires film have broad application prospects in many fields such as microelectronic and touch screens. In recent years, silver mesh film and silver nanowires film have been studied widely because of the optoelectronic properties. The structure, preparation methods, optoelectronic properties and current situation of the two silver transparent conductive films are introduced. The structure design of silver mesh film is illustrated in this paper, the characteristics and application scenarios of different mesh structures are also explained. Finally, we tested the transmittance, square resistance and electromagnetic shielding effectiveness of the two silver transparent conductive films. The experimental results show that the optoelectronic property of the silver mesh film prepared by nanoimprint method is better, meanwhile the nanoimprint technology is self-controllable.

## Keywords

Silver Mesh Film, Silver Nanowires Film, Nanoimprint, Electromagnetic Shielding, Transparent

---

# 透明导电银膜光电性能及研究概况

吕德涛<sup>1\*</sup>, 孙继伟<sup>1</sup>, 李克训<sup>2</sup>, 许晓丽<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>中国电子科技集团公司第三十三研究所, 山西 太原

<sup>2</sup>电磁防护材料及技术山西省重点实验室, 山西 太原

Email: \*13303519165@163.com, \*xldsdd@163.com

---

\*通讯作者。

收稿日期: 2019年7月3日; 录用日期: 2019年7月18日; 发布日期: 2019年7月25日

## 摘要

伴随着智能电子商品的迅猛发展, 寻求一种新的成本低廉的透明导电薄膜来替代ITO薄膜已成为人们的研究热点。网栅银膜和纳米银线薄膜(AgNWs)由于高载流子浓度、高变形伸长率和耐氧化的特点, 在微电子、触控等许多领域有广阔的应用前景, 成为近年来广泛研究的多功能材料之一。本文介绍了两种透明导电银膜的薄膜结构、制备工艺、光电性能及发展现状, 说明了网栅银膜的图形结构设计及不同网栅结构的特点及应用场景, 测试对比了两种透明导电银膜的透光率、方阻、电磁屏蔽效能。结果显示纳米压印工艺制备的网栅银膜光电性能最优异, 同时该技术自主可控。

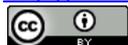
## 关键词

网栅银膜, 纳米银线薄膜, 纳米压印, 电磁屏蔽, 透明

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着电子信息技术的发展, 越来越多的透明导电薄膜被开发利用, 透明导电薄膜在各种元器件包括在电子通讯、新能源、探测器等方面得到越来越多的应用。

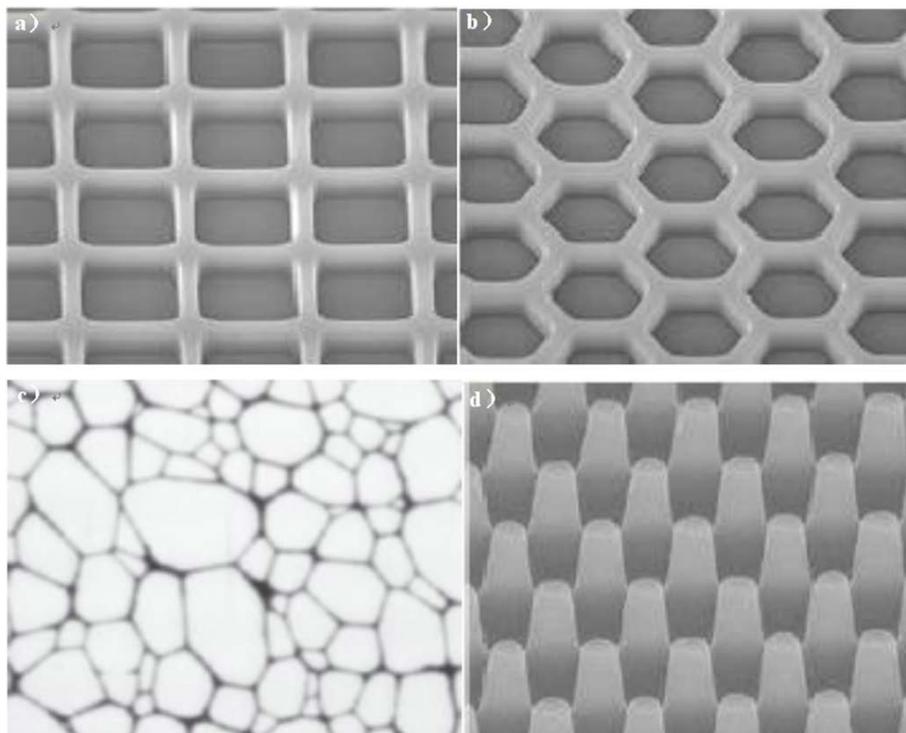
目前常规的透明导电薄膜是 ITO 膜, ITO, 既掺锡氧化铟(indium tin oxide), 是一种 n 型半导体材料, 具有高电导率、可见光透过率、表面硬度和化学稳定性, 是液晶显示器、触摸屏、太阳能电池中最常用的薄膜材料, 但屏幕尺寸越大所需的处理数据量也会增加, 从而对阻抗值的要求也随之提高, 当尺寸大到 14 吋以上时, ITO 的使用受限。ITO 的替代材料如 metal mesh、纳米银线、碳纳米管、石墨烯等受到重视。石墨烯处于研发阶段, 距离量产还有很远的距离, 碳纳米管工艺化量产技术尚未完善, 其支撑的薄膜产品导电性还不能大到 ITO 薄膜的水平, 而高电导率、低阻抗[1]、具有一定拉伸延展性的银膜在 2016 年后快速发展且较为成熟, 在大尺寸屏幕中已经有大到 70% 的占有率。目前性能稳定的银膜共有两种, 根据制备工艺不同, 分别为网栅银膜、纳米银线薄膜。本文从制备工艺、薄膜结构、光电性能三个方面介绍两种银膜。

## 2. 网栅银膜

网栅银膜是利用银在 PET 基底上通过压制、刻蚀等工艺所形成的导电金属网格膜。主要性能优势有:

1) 周期结构可设计。得益于激光刻蚀工艺的发展, 可在掩模板或 PET 等基材上制作各类屏蔽效能仿真设计的微纳图形结构, 与传统丝网编制的正方形、菱形结构相比, 金属网栅图形结构更加丰富[2], 有正方形、菱形、六边形、砖墙图形、蛾眼图形、无规则图形等。2) 表面方阻低, 可达  $0.1 \Omega/\square$ , 且老化试验后, 方阻  $< 1 \Omega/\square$ 。3) 屏蔽效能高。同等体积下 Ag 膜载流子密度远高于 ITO 膜, 高频电磁干扰场在 Ag 膜表面形成的涡流更容易被卸载[3]。4) 网栅线径细, 可做到  $3\sim 5 \mu\text{m}$ 。细线径可有效解决与显示屏像素点间距的干涉, 从而避免莫尔条纹, 另外人眼可辨识线径约  $6 \mu\text{m}$ , 与  $23 \mu\text{m}$  丝径的金属丝网相比, 使用网栅银膜的加固显示屏有更高的分辨率和显示效果。

网栅银膜可根据光学及电磁屏蔽性能要求,通过 CST、HFSS 等软件可仿真设计网栅线径、间距、高度,获得不同结构的具有调节光波、电磁波传播路径的周期图形,目前常用的网栅银膜周期图形如图 1 所示。



**Figure 1.** Different structures of metal mesh. (a) square element structure; (b) hexagonal element structure; (c) random mesh element structure; (d) moth eye element structure

**图 1.** 金属网栅的不同结构。(a) 正方形单元结构; (b) 六边形单元结构; (c) 随机网格单元结构; (d) 蛾眼单元结构

图 1 中为四种不同结构的金属网栅周期图形,图 1(a)为正方形结构,是最早研制并使用的图形,是模仿编制类型的金属丝网周期结构而研发的第一代图形,但该图形的网栅银膜在显示屏上使用时需要调角解决与显示屏像素点间距的干涉条纹。图 1(b)为六边形结构,六边形结构比正方形结构力学构架更稳定,具有较强的变形伸长率,适用于曲面观察窗,但在显示屏上使用,由于六边形具有 3 条平行边,其干涉条纹更难解决,适用的角度范围更小。图 1(c)为随机网格结构,由不同大小、形状的四边形、五边形、六边形组成,主要解决了网栅与显示屏像素点间距的干涉问题,即在使用中任意角度都可获得良好的视觉效果,另外力学结构介于正方形和六边形之间,也具有一定的拉伸延展性,该图形结构由于使用方便,已逐渐取代正方形和六边形结构。图 1(d)为亚波长的蛾眼结构,可以通过优化设计改变亚波长微结构不同的结构参数组合使其等效成任意折射率的薄膜,理论上锥形结构的亚波长微纳抗反射结构可以很好实现折射率渐变特性,形成有效的陷光结构,并使宽光谱、大角度入射的增透性问题也能得到较好的解决;而在纵横比小时,蛾眼结构的等效折射率渐变特性更接近线性变化,从而提高减反效果[4] [5]。

根据制作工艺,网栅银膜分为卤化银曝光工艺、激光刻蚀工艺和纳米压印工艺。卤化银曝光工艺出现最早,日本富士基于胶片生产经验,改造了 AgBr 涂布生产线,最早批量化生产网栅银膜,目前市场占有率约 2/5,而激光刻蚀工艺和纳米压印工艺出现较晚,激光刻蚀工艺与卤化银曝光工艺相比,膜层附着力强,但成本及效率未有改善,纳米压印工艺区别于卤化银曝光工艺和激光刻蚀工艺,是加法工艺,成本较低,且工艺成熟,发展迅猛。

## 2.1. 卤化银曝光法

卤化银曝光工艺是在 PET 基底上先涂覆一层 AgBr, 由于 AgBr 遇光分解成 Ag 和 Br, 通过光刻掩模板的透光部分曝光可在 PET 基底上形成网格图案的银膜, 在经过洗银工序, 清洗残存的 Br, 最后进行热处理, 工艺流程如图 2 所示。

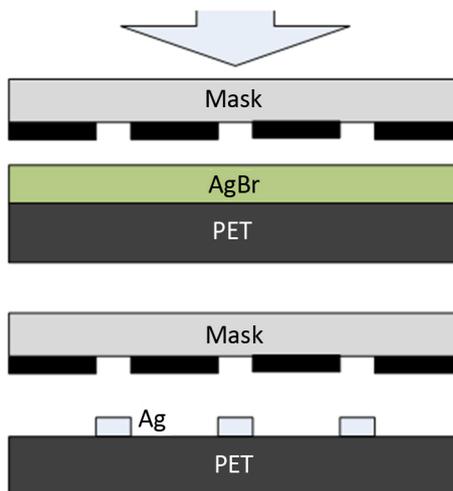


Figure 2. Schematic diagram of silver halide exposure process

图 2. 卤化银曝光工艺示意图

该工艺是减法工艺, 通过曝光显影技术去除多余遮光部位, 只留下网栅图案。该法制备的银线位于 PET 表面, 易刮擦, 且由于银线是 AgBr 分解而成, 其致密性较差, 耐盐雾腐蚀能力差。目前日本企业富士和郡是主要采用该工艺, 国内的乐凯基于胶片生产基础也有卤化银曝光工艺线。

## 2.2. 激光刻蚀法

激光刻蚀工艺是通过蒸镀、印刷等工艺在 PET 基材上形成一层银膜, 在银膜表面涂覆光刻胶, 由于光刻胶具有光化学敏感性, 通过掩模板光照引起曝光区域的光刻胶发生化学反应, 再通过显影技术溶解去除曝光区域或未曝光区域的光刻胶(前者称正性光刻胶, 后者称为负性光刻胶), 使掩模板上的图形被复制到 PET 基材上[6], 激光刻蚀制备网栅银膜工艺流程如图 3 所示。

激光刻蚀工艺也是减法工艺, 需要刻蚀掉约 90% 的 Ag, 有可能存在刻蚀漏洞, 造成局部 Ag 膜残留, 且成本较高, 但由于 Ag 是通过蒸镀、印刷等工艺制备的, 其附着力强且厚度不受限制, 因此可形成厚度/线径  $> 1$  的膜层, 形成波导结构, 因此屏蔽效能高[7]。美国 ATMEL 公司、OPTERA 公司、3M 公司主要采用该工艺, 产品主要用于触摸屏行业。

## 2.3. 纳米压印法

纳米压印工艺全流程是紫外光固化纳米压印, 首先将设计好的网栅图形用光刻机制作到镍模板上, 再将 PET 基材进行清洗, 将紫外光致固化胶(例如 TSR-820, 是一种用于三维光成型环氧树脂基 UV 固化的聚合物)涂敷在 PET 基材上, 当镍模板压向液体胶并停止后, 可用 UV 光对其进行曝光照射, 使液体胶固化成型, 然后移去模板, 对没有固化的胶体用丙酮洗去, 将调制的 Ag 基浆料灌注到紫外光固化压印的凹槽中, 最后进行热处理, 将 Ag 颗粒烧结成连续 Ag 丝。纳米压印制备网栅银膜的工艺流程图如图 4 所示。

纳米压印工艺属于加法工艺, 是在图形凹槽中填充 Ag 基浆料, 因此材料成本较低, 另外由于纳米

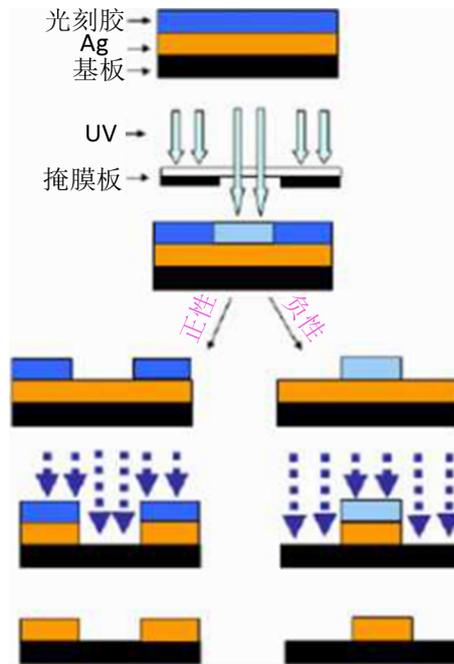


Figure 3. Schematic diagram of laser etching process

图 3. 激光刻蚀工艺示意图

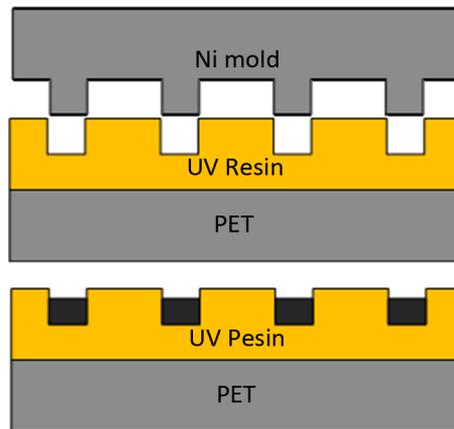


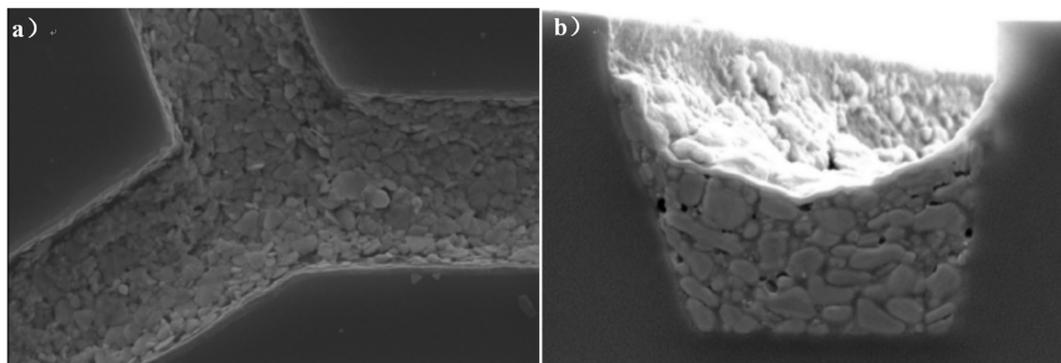
Figure 4. Schematic diagram of ultraviolet curing nanoimprint

图 4. 紫外光固化纳米压印工艺流程图

压印工艺特点，其网栅厚度/线径比  $\leq 1$ ，且灌注的 Ag 基浆料低于 UV 树脂表面，因此耐磨性、耐腐蚀性优于减法工艺制备的网栅银膜，图 5 为纳米压印制备的网栅银膜的电镜图。

纳米压印的关键材料是 Ag 基浆料。Ag 基浆料是将高固含量(最高可达 80%)的纳米 Ag 颗粒分散在溶剂、树脂连结料和助剂中，形成稳定均匀的分散体系。Ag 基浆料在应用时具有以下三方面的优势：①纳米 Ag 颗粒的尺寸小，固化温度可以降低到 100℃甚至更低，能满足低温烧结获得高导电性的要求，扩大了基材的选择范围；②通过印刷或涂布可以制作出精细的导电路径，满足轻薄化、透明化的要求；③采用韧性树脂作为连结料，使得导电路径具有很高的柔韧性[8]。

纳米压印技术对 Ag 基浆料的基本要求有以下三点：①高固含量。固含量直接影响导电路径精细(最



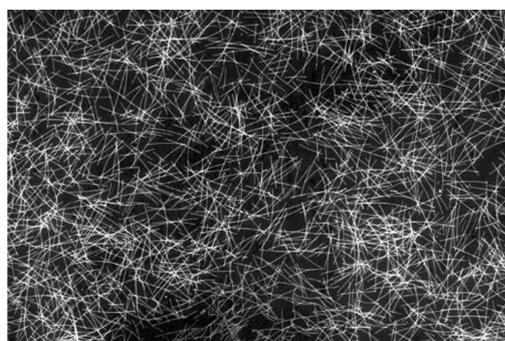
**Figure 5.** SEM morphology of silver mesh film prepared by nanoimprint. (a) Surface image; (b) Cross section image  
**图 5.** 纳米压印金属网栅银线 SEM 图。(a) 表面形貌; (b) 横截面形貌

低可达几个微米), 只有 Ag 基浆料具有很高的导电性, 才能满足要求。银含量高的 Ag 基浆料还可以减少凹槽填充油墨的次数; ②较高的表面张力和较慢的干燥速度。表面张力和干燥速度与 Ag 基浆料所用溶剂的类型关系密切。Ag 基浆料的表面张力较低, 不易去除网栅已经银膜空白部分的残余浆料; Ag 基浆料的干燥速度过快, 则会使残余浆料在去除之前就干燥了; ③高柔韧性与高附着力。韧性和附着力与 Ag 基浆料采用的树脂类型有关[9]。若 Ag 基浆料成膜后脆性高, 网栅银膜卷曲时会发生膜层断裂, 影响导电性能。若 Ag 基浆料附着力低, 擦拭过程会发生线路脱落的情况。Ag 基浆料要实现高韧性与高附着力, 最主要的途径是加入合适的连结料树脂。

目前日本企业日精、TDK 集团、国内苏大维格、昇印光电具备纳米压印工艺生产能力, 开发有各种不同规格的网栅银膜, 产品主要应用在大尺寸触摸屏, 另外在 Micro-LED 背光、手机 LOGO 等领域也广泛采用纳米压印工艺。

### 3. 纳米银线薄膜

纳米银线(AgNWs, silver nanowires)薄膜是将纳米银线均匀地分散在水、乙醇、异丙醇等各种易挥发的溶剂中, 形成纳米银线墨水, 将墨水以一定工艺涂覆在 PET 基板上形成的透明导电银膜。纳米银线直径在 20~250 nm 范围内, 长度在 5~100  $\mu\text{m}$  范围内, 长径比约 1000 左右, 一条纳米银线可与更多条的纳米银线发生搭接, 整个纳米银线网络存在很多接点, 纳米银形成的导电网络是通过纳米银线之间的范德华力搭建, 电子通过隧道效应在彼此接点处传输, 当受到弯折或拉伸时彼此之间接触节点相对移动并不影响电子的传输, 所以弯折或拉伸后薄膜的导电性并不会受到太大的影响, 因此 AgNWs 膜具有优异的电性能, 其 SEM 电镜照片可充分反映其导电特性, 如图 6 所示。



**Figure 6.** SEM morphology of silver nanowires film  
**图 6.** 纳米银线薄膜 SEM 电镜图

纳米银线薄膜的光电机理不同于网栅银膜，其光电特性不取决于设计的图形结构，而是其选用的纳米银线及纳米银线墨水中纳米银线的浓度。

AgNWs 膜的透光率和方阻常用以下关系式表示：

$$T(\lambda) = \left[ 1 + \frac{Z_0}{2R_s} \frac{\sigma_{OP}(\lambda)}{\sigma_{DC}} \right]^{-2} \quad (1)$$

其中， $Z_0$  表示自由空间阻抗 (Impedance of Free Space,  $337 \Omega$ )， $R_s$  为方阻， $\sigma_{OP}(\lambda)$  是指薄膜材料在不同波长的光学传导率，与波长  $\lambda$  有关。 $\sigma_{DC}$  代表薄膜材料的直流电导率。这一公式可用作表征 AgNWs 膜，但是只适用于纳米银线密度较高、表面连续均匀的透明导电薄膜，不适合分布稀疏、密度较低、表面很多网孔的纳米银线导电网络。逾渗理论最早被用来解释有机小分子的聚合过程，其核心是指在系统组成成分的密度、浓度增加或减小到一定程度(逾渗阈值)时，系统的物理性质如透光性、导电性等会发生质的突变，即逾渗转变。逾渗转变现象可以用于解释 AgNWs 膜的导电现象，当纳米银线的浓度较低时，纳米银线没有形成连续的导电网络；当纳米银线的浓度达到一定浓度时，纳米银线搭接更加紧凑，形成连续的导电网络，薄膜导电性会突然变好。逾渗理论还可以用来解释 AgNWs 膜的透光机理。当纳米银线的直径远小于可见光的波长达到逾渗阈值时，银表面的光散射会大大降低，纳米银线柔性透明导电薄膜的透光率也会突然增加。基于纳米线二维导电网络的逾渗现象，对公式(1)重新修正得到新的关系式：

$$T = \left[ 1 + \frac{1}{\Pi} \left( \frac{Z_0}{R_s} \right)^{1/(n+1)} \right]^{-2} \quad (2)$$

$$\Pi = 2 \left[ \frac{\sigma_{OP}/\sigma_{DC}}{(Z_0 t_{min} \sigma_{OP})^n} \right]^{1/(n+1)} \quad (3)$$

其中， $n$  是逾渗临界指数， $\Pi$  是二维纳米线导电网络发生逾渗时的品质因数， $t_{min}$  是纳米银线柔性透明导电薄膜的电导率与薄膜厚度相关的等效最小厚度。由修正后的公式可知，纳米银线的线径越细，透光率越高，当纳米银线直径在 50 nm 时，其可见光吸收峰在 380 nm 处左右，在可见光(400~780 nm)范围内基本没有吸收，随着纳米银线直径减小，长径比增大，其在 380 nm 处的吸收峰会蓝移至 370 nm 甚至 365 nm 处，对可见光吸收值越小，所得到的薄膜透光率高；纳米银线长度越高，电子传输经过的触点少，导电性能更优[10]。

纳米银线的制备方法主要有模板法、光还原法、晶种法、水热法、微波法、多元醇法等。苏州顾氏新材、合肥微晶、乐凯胶片等公司可提供细线径、大长径比的纳米银线，苏州诺菲、深圳华科创智、苏州冷石是国内领先的纳米银线薄膜供应商，不仅可生产纳米银线墨水，且配备涂布机，具有批量生产卷绕式纳米银线薄膜能力。纳米银线薄膜相比于网栅银膜具有较小的弯曲半径，且在弯曲时电阻变化率较小，应用在具有曲面显示的设备，例如智能手表，手环等上的时候，更具有优势，但由于纳米银线薄膜中存留的有机溶剂，其薄膜颜色偏黄雾度较高，光学性能稍差于网栅银膜。另外也可利用激光光刻技术，刻蚀周期网络结构的透明导电薄膜。由于其特殊的制成物理机制，纳米银线的线径远小于  $1 \mu\text{m}$ ，因而不存在莫尔干涉的问题，可以应用在各种尺寸的显示屏上。

#### 4. 光电性能

本文选用了日本富士公司的卤化银曝光法制备的网栅银膜(样品 1<sup>#</sup>)、美国 OPTERA 公司的激光刻蚀法制备的网栅银膜(样品 2<sup>#</sup>)、国内昇印光电公司的纳米压印制备的网栅银膜(样品 3<sup>#</sup>)、青岛九维公司生产的纳米银线薄膜(样品 4<sup>#</sup>)、常州百斯特公司生产的 ITO 镀膜玻璃(样品 5<sup>#</sup>)，通过透光率、雾度、表面方阻

和屏蔽效能四个性能指标对五种透明导电材料的光电性能。

#### 4.1. 透光率和雾度

网栅银膜根据网栅结构的不同，其透光率和雾度亦不同，因此需先确定 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>的目数和线径。先通过目数仪测量目数和显微镜测量线径，再按照 GB2410-2008 的雾度计法测量五种样品的透光率和雾度，测试数据如表 1 所示。

**Table 1.** Transmittance and haze of five transparent conductive materials

**表 1.** 五种透明导电材料的透光率和雾度

| 测试样            | 目数 | 线径( $\mu\text{m}$ ) | 透光率(%) | 雾度(%) |
|----------------|----|---------------------|--------|-------|
| 1 <sup>#</sup> | 80 | 15                  | 81.6%  | 3.4%  |
| 2 <sup>#</sup> | 80 | 15                  | 82.6%  | 2.6%  |
| 3 <sup>#</sup> | 79 | 6.5                 | 89.8%  | 2.9%  |
| 4 <sup>#</sup> | /  | /                   | 75.6%  | 8.7%  |
| 5 <sup>#</sup> | /  | /                   | 83.6%  | 1.2%  |

#### 4.2. 表面方阻和屏蔽效能

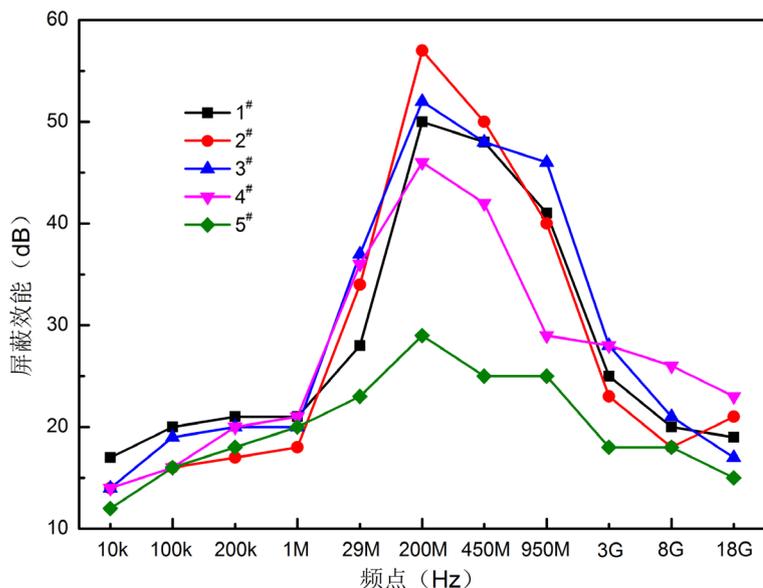
由于网栅银膜线径较细，四探针方阻测试仪的探针与网线不能有效搭接，因此可用宽带电阻电压表测量表面方阻，测试数据如表 2 所示。

**Table 2.** Square resistance of five transparent conductive materials

**表 2.** 五种透明导电材料的表面方阻

| 测试样                      | 1 <sup>#</sup> | 2 <sup>#</sup> | 3 <sup>#</sup> | 4 <sup>#</sup> | 5 <sup>#</sup> |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 表面方阻( $\Omega/\square$ ) | 0.2            | 0.1            | 3.5            | 5.6            | 8.7            |

屏蔽效能按照 GJB6190-2008 屏蔽室法测量，测试数据如图 7 所示。



**Figure 7.** Shielding effectiveness of five transparent conductive materials

**图 7.** 五种透明导电材料的屏蔽效能

## 5. 结论与展望

通过光电性能测试可知,网栅银膜的透光率和雾度与ITO薄膜相当,而且屏蔽效能远高于ITO薄膜,而纳米银线薄膜雾度8.7%,可视效果较差,因此网栅银膜具有更好的光电性能,有望成为透明导电薄膜的迭代产品。

各种工艺制备的网栅银膜屏蔽效能相当,但激光刻蚀工艺主要掌握在美国企业手中,而国内企业重点参与的纳米压印工艺制备的网栅银膜具有高透光率(89.8%)的特点,可完全替代激光刻蚀工艺。鉴于网栅银膜在触摸屏和电磁兼容领域的应用前景,建议加大纳米压印行业开发力度,提升国内纳米压印工业的工艺水平,增加自主创新产品的种类与数量。

## 基金项目

装备预研领域基金项目(61409220114)。

## 参考文献

- [1] 易明芳, 祝祖送, 李伶俐. 纳米银立方体与银膜耦合结构的电场特性[J]. 红外与激光工程, 2017, 46(7): 1-6.
- [2] 高鹏飞. 银膜凹槽及其周期结构表面等离子激元的研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2012.
- [3] 杨士运. 电磁屏蔽理论与实践[M]. 北京: 国防工业出版社, 1981.
- [4] 李秋顺, 向栋, 孟庆军, 等. 单端面透射模式长周期光栅的设计与测试[J]. 中国光学, 2017, 10(6): 783-789.
- [5] 刘瑞宏. 基于纳米压印技术的亚波长抗反射结构的工艺研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2012.
- [6] 郗慧霞, 周侃, 贾天卿, 等. 飞秒激光在银膜表面诱导亚波长周期条纹的超快成像研究[J]. 华东师范大学学报, 2017(2): 89-96.
- [7] He, F., Cheng, Y., Xu, Z., et al. (2010) Direct Fabrication of Homogeneous Microfluidic Channels Embedded in Fused Silica Using a Femtosecond Laser. *Optics Letters*, **35**, 282-284. <https://doi.org/10.1364/OL.35.000282>
- [8] Blackman, S.S. and Broide, T.J. (1990) Multiple Sensor Association and Fusion in Aerospace Application. *Journal of Robotic Systems*, **5**, 290-300.
- [9] Faddoul, R., Reverdy, B.N. and Blayo, A. (2012) Formulation and Screen Printing of Water Based Conductive Flake Silver Pastes onto Green Ceramic Tapes for Electronic Applications. *Materials Science and Engineering: B*, **177**, 1053-1066. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2012.05.015>
- [10] 刘克明, 堵永国, 余翠娟, 等. 纳米银线的尺寸和添加量对导电银浆性能的影响[J]. 贵金属, 2017, 38(4): 13-18.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;  
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7613, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ms@hanspub.org](mailto:ms@hanspub.org)