

ITO镀膜对化学钢化玻璃力学及透过性能的影响研究

李会

(中国建筑玻璃与工业玻璃协会 北京市 100037)

摘 要 锡掺杂氧化铟 ($\text{InO}_2\text{-SnO}_2$, ITO) 薄膜因具有良好的电学及透过性能而被广泛应用。本文以化学钢化玻璃为基体, 采用磁控溅射对玻璃基体进行锡掺杂氧化铟 ($\text{InO}_2\text{-SnO}_2$, ITO) 薄膜的制备。研究了镀膜工艺对玻璃基体力学及透过性能的影响。研究结果表明: 镀膜对玻璃强度有一定影响, 随着镀膜温度的升高及时间的延长, 玻璃的强度和表面应力逐渐下降。ITO薄膜的制备也对玻璃的透过性能有所影响, 从92%降低至85%。虽然镀膜工艺降低了玻璃强度及透过性, 但是总体影响不大。镀膜温度小于320℃, 镀膜时间为1 h, 对玻璃性能的影响比较小。

关键词 化学钢化玻璃 ITO镀膜 玻璃力学性能 玻璃透过性能

中图分类号: TQ171 文献标识码: A 文章编号: 1003-1987(2014)08-0049-03

Study on the Effect of ITO Film on Mechanical Properties and Transmittance of Chemical-toughened Glass

Li Hui

(China construction glass and industrial glass association, Beijing, 100037)

Abstract: The film of $\text{InO}_2\text{-SnO}_2$ (ITO) is widely used as its excellent electrical and optical properties. In this paper the preparation of this film with magnetron sputtering technology on chemically toughened glass was described. Study shows that the film may affect the strength of the substrate glass. The strength and surface stress of the glass gradually decrease with the increasing of coating temperature and the prolonging of coating duration. The transmittance of the glass was also affected by this film, from 92% down to 85%. It is concluded that the optimum parameters of the process is 320℃ of the temperature and 1 hour of the coating time.

Key Words: chemically toughened glass, ITO film, mechanical property of glass, transmittance of glass

0 引言

锡掺杂氧化铟 ($\text{InO}_2\text{-SnO}_2$, ITO) 是一种重掺杂、高简并n型半导体。ITO薄膜因具有导电能力好、可见光透过率高、硬度高、耐腐蚀等特点, 被广泛应用于电子、汽车、国防工业等领域。近年来, 由于ITO薄膜材料所具有的优异光电特性, 其应用得到迅速发展, 如触摸屏、电加热薄膜、电磁屏蔽膜等^[1-3]。这些产品的基体以普通无机玻璃为主, 在某些特殊的领域, 如高铁列车的风挡玻璃以化学钢化玻璃为基体制备ITO薄膜。ITO薄膜的制备技术包括化学气相沉积、激

光脉冲沉积、磁控溅射沉积等^[4-7]。

目前大部分研究人员主要关注ITO镀膜的工艺优化, 以满足电学性能等方面的要求, 而联ITO镀膜工艺对玻璃基体, 尤其是化学钢化玻璃强度及透过性能影响方面的文章比较少。采用磁控溅射沉积制备的ITO薄膜一般在300~350℃高温下进行, 难免对玻璃基体的性能有所影响。而玻璃强度对于某些高要求的产品尤为重要, 因此有必要深入研究该过程对玻璃相关性能的影响, 以获得相关工艺参数, 对产品的实际生产有一定的指导作用。

1 实验

将3 mm玻璃原片在450 ℃下进行化学钢化8 h, 然后采用磁控溅射仪对玻璃进行ITO镀膜。靶材为 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2=5:1$ 的陶瓷靶(纯度99.9%), 基片温度为280~400 ℃, 时间为0.5~1.5 h, 溅射气压0.8 Pa, 氩气流量与氧气流量比为45:1。采用万能试验机以三点抗弯法测试玻璃的强度, 每组试样为10个, 取平均值作为玻璃的强度。玻璃的表面应力采用表面应力仪测试, 玻璃的透过性能采用WGFS透光率/雾度测定仪测量。

2 结果与讨论

2.1 镀膜工艺对玻璃力学性能的影响

固定镀膜时间为1 h, 研究镀膜温度对玻璃力学性能的影响。化学钢化玻璃原片的强度为312 MPa, 表面应力为520 MPa。表1给出了玻璃抗弯强度和表面应力随镀膜温度的变化规律。从表中可以看出, 随着镀膜温度的升高, 玻璃的抗弯强度和表面应力均有所下降, 温度高于320 ℃时尤为明显。化学钢化玻璃是利用钾离子替换玻璃中的钠离子, 在玻璃表面产生应力而使玻璃强度提高。但是, 对化学钢化玻璃进行二次高温处理会使应力分布发生变化, 这是由于温度升高, 玻璃内应力松弛, 导致玻璃力学性能降低。因此, 玻璃的镀膜温度应不高于320 ℃。

表1 镀膜温度对玻璃力学性能的影响

镀膜温度/℃	抗弯强度/MPa	表面应力/MPa
280	287	470
320	272	448
360	183	323
400	158	289

固定镀膜温度为320 ℃, 研究镀膜时间对玻璃力学性能的影响。表2给出了玻璃抗弯强度和表面应力随镀膜时间的变化规律。从表中可以看

出, 随着镀膜时间的加长, 玻璃的抗弯强度和表面应力逐渐下降。当处理的时间大于1 h时, 玻璃的力学性能削弱比较大。玻璃力学性能的降低也是由于高温下长期处理导致的内应力松弛, 在当前温度下, 镀膜时间小于1 h对玻璃的力学性能影响较小。

表2 镀膜时间对玻璃力学性能的影响

镀膜时间/h	抗弯强度/MPa	表面应力/MPa
0.5	276	463
1	272	448
1.5	247	406
2	225	389

2.2 镀膜工艺对玻璃透过性能的影响

上述研究表明, 镀膜温度为320 ℃时对玻璃基体的力学性能影响较小, 因此, 我们选用此温度进一步研究镀膜工艺对玻璃透过性能的影响。未进行镀膜处理的化学钢化玻璃原片透过率为92%。表3为镀膜时间对玻璃透过性能的影响规律。从表3中可以看出, 随着镀膜时间的延长, 玻璃的透过率逐渐下降。随着镀膜时间的延长, 薄膜的厚度也会逐渐增加。虽然ITO薄膜可见光的透过率比较高, 但是薄膜过厚也会影响到玻璃的透过性能。镀膜时间为1 h时, 玻璃的透过率可保持在85%。

表3 镀膜时间对玻璃透过性能的影响

镀膜时间/h	0.5	1	1.5	2
透过率/%	88	85	80	78

3 结论

本文以化学钢化玻璃为基体, 采用磁控溅射对玻璃基体进行锡掺杂氧化铟($\text{InO}_2\text{-SnO}_2$, ITO)薄膜的制备。研究了镀膜温度和镀膜时间对玻璃基体力学及透过性能的影响。研究表明: 镀膜对玻璃强度有一定影响, 随着镀膜温度的升高及时间

的延长,玻璃的强度和表面应力逐渐下降。ITO薄膜的制备也对玻璃的透过性能有所影响,从92%降低至85%。虽然镀膜工艺降低了玻璃强度及透过性,但是总体影响不大。镀膜温度小于320℃,镀膜时间为1 h对玻璃性能的影响比较小。

参考文献

- [1] 李世涛,乔学亮,陈建国.透明导电薄膜的研究现状及应用[J].激光与光电子学进展,2003,40(7):54-56.
- [2] 张树高,黄伯云,方勋华. ITO薄膜的半导化机理、用途和制备方法[J].材料导报,1997,11(4):12-13.
- [3] 李世涛,乔学亮,陈建国.射频磁控溅射室温下制备ITO薄膜的光学性能研究[J].材料导报,2005,19(1):101-103.
- [4] 岳锡华,赵屹,张维佳. ITO透明导电膜的制备及性能[J].航空学报,1996,17(1):57-63.
- [5] 林钰,辛荣生,贾晓林. ITO透明半导体膜的研究[J].河南教育学院学报,2003,12(1):28-29.
- [6] 段学臣,杨向萍.新材料ITO薄膜的应用和发展[J].稀有金属与硬质合金,1999,138:59-61.
- [7] 王德苗,黄士勇,等.真空和大气退火对ITO膜特性的影响[J].浙江大学学报,1997,31:533-538.

秦皇岛玻璃工业研究设计院节能技术所

- ◆全氧燃烧玻璃生产线工程咨询、设计和技术服务
- ◆浮法玻璃0号小炉全氧助燃系统供货、安装调试
- ◆全氧燃烧喷枪及燃烧系统供货、安装调试
- ◆浮法玻璃在线Low-E镀膜、增透膜和TCO玻璃技术的合作开发
- ◆电熔窑、马蹄焰窑玻璃生产线设计和技术服务
- ◆玻璃原料COD值及Redox数的分析控制技术
- ◆化学钢化/单片防火玻璃技术和设备转让
- ◆玻璃熔窑富氧燃烧技术节能改造

联系地址: 河北省秦皇岛市河北大街西段91号(066004)

联系人: 赵恩录

联系电话: 0335-5911522(兼传真) 13903338152