

可钢化双银低辐射镀膜玻璃的加工

杨沐芳

格兰特工程玻璃(中山)有限公司 广东中山 528437

摘要 通过对低辐射镀膜玻璃现有技术进行分析,采用一种独特的膜系设计方案,运用磁控溅射镀膜技术,生产出可钢化双银低辐射镀膜玻璃,相关性能可满足国家标准和国际标准,并可实现产业化。

关键词 可钢化 双银 低辐射 镀膜玻璃 膜系设计

1 低辐射镀膜玻璃技术现状

自低辐射镀膜玻璃问世以来,其所具有的优异节能特性迅速被大家所认可。低辐射镀膜玻璃在建筑使用上每年都有30%以上的增长,市场已进入成熟阶段。低辐射镀膜玻璃按制造工艺分类,可分为在线低辐射镀膜玻璃和离线低辐射镀膜玻璃两大类。

1.1 在线低辐射镀膜玻璃

在线低辐射镀膜玻璃在浮法玻璃生产线末端完成生产。颜色比较单一,辐射率较高,一般在0.25左右,节能性能一般,抗氧化性能较好,膜层较硬,可进行钢化深加工处理。

1.2 离线低辐射镀膜玻璃

1.2.1 传统离线低辐射镀膜玻璃

传统离线低辐射镀膜玻璃一般采用磁控溅射镀膜技术生产,颜色非常丰富,辐射率较低,一般在0.04~0.15之间,不同地区可选择达到节能要求的低辐射镀膜玻璃。但是由于银层特别容易氧化,必须在严格条件下进行加工,并在短时间内合成中空玻璃使用。不能再进行钢化深加工处理。

1.2.2 可钢化单银低辐射镀膜玻璃

可钢化单银低辐射镀膜玻璃是近几年才出现的,其性能和传统离线低辐射镀膜玻璃一样,但膜系结构特殊,工艺复杂,国内只有几家大的采用磁控溅射镀膜技术的玻璃镀膜厂家能够生产。这种膜层结构可以进行钢化深加工处理,钢化后仍能保持原有性能。

1.2.3 可钢化双银低辐射镀膜玻璃

根据国外低辐射镀膜玻璃技术的最新发展趋势,国外又出现一种更高性能的可钢化双银低辐射镀膜玻璃,它是目前技术含量最高、性能最优的产品。它的膜系结构由于镀有两层银膜,比单银低辐射镀膜玻璃具有更低的辐射率,可达到0.03以下。在保持与单银低辐射镀膜玻璃拥有相同透过率的同时,具有更加优越的传热系数(U值)和遮阳系数。U值可达到 $1.1\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$,遮阳性能比单银低辐射镀膜玻璃可提高30%。和可钢化单银低辐射镀膜玻璃一样,这种膜层结构可以进行钢化深加工处理,钢化后仍能保持原有性能。

2 可钢化双银低辐射镀膜玻璃的工艺方案

2.1 工艺流程

可钢化双银低辐射镀膜玻璃的工艺流程如图1所示:

原片玻璃→检验→去离子水清洗→溅射镀膜→检验→包装、发货
↓
发往工地附近工厂(或在本地工厂内)→检验→自动切割→磨边、清洗→检验→钢化→检验→进行中空加工→检验→包装、发往工地。

图1 工艺流程

2.2 膜系制定

可钢化双银低辐射镀膜玻璃必须保证镀膜玻璃本身性能稳定，膜层质量良好，低辐射镀膜玻璃钢化后仍能保持原有性能。

2.2.1 膜层的受加热性能稳定，可承受700℃的钢化工艺。

2.2.2 设置增强层和阻挡层防止玻璃表面的钠离子扩散到膜层，增强膜层的附着力，银层两边必须有很好的阻挡层包裹，防止银层氧化。

2.2.3 顶层膜必须有足够的硬度，有很强的抗化学和机械性能，进一步保护膜层，使膜层不会轻易受到机械损伤和化学破坏。

根据以上要求，可钢化双银低辐射镀膜玻璃的膜系设计如下：

玻璃//Si₃N₄//TiO₂//NiCr//ZnO//Ag//NiCr//TiO₂//ZnO//Ag//NiCr//TiO₂//Si₃N₄

膜层结构如图2：

顶层保护层
阻挡层
银层
阻挡层
中间干涉层
阻挡层
银层
阻挡层
低层附着力加强层
玻璃

图2 膜层结构如图

2.3 膜系特点

2.3.1 所镀的第一层膜为Si₃N₄膜，微观结构为Si-C键，而玻璃表面微观化学结构为Si-OH键，二者的微观结构基本相同，相容性好，结合紧密，附着力强。

2.3.2 比传统离线低辐射镀膜玻璃技术多镀一层TiO₂膜，可对低辐射层银层进一步保护，增强银层的抗氧化能力。另外，TiO₂膜具有较高的折射率，并且膜层结构致密，可改良银膜的导电性，可保证可钢化双银低辐射镀膜玻璃获得高的可见光透过率和低的反射率。

2.3.3 在镀ZnO膜之前，先镀一层NiCr层，NiCr层具有很好的绝缘性能，可防止银层被氧化和破坏。另外，NiCr层和ZnO层的结合力也较好。

2.3.4 可钢化双银低辐射镀膜玻璃最大的特点是中间增加了一层TiO₂膜作为干涉层，它具有增透的性能。TiO₂膜的折射率较高n=2.5，可代替n=2的SnO或ZnO来作增透层。一般光学厚度为波长的1/4，可用来增透可见光550nm附近的波段。通过中间干涉层，可使双银低辐射镀膜玻璃在银层加厚的情况下，可达到单银低辐射镀膜玻璃相同透过率的效果。

2.3.5 使用TiO₂和Si₃N₄膜作为保护层，TiO₂膜沉积速率高，工艺稳定，膜层结构致密，表面十分光滑，Si₃N₄材质硬度是玻璃的3倍，用它们作顶层非常合适。可使保护层达到足够的厚度和硬度，使外界氧气很难侵蚀到膜层结构中，Si₃N₄膜的抗机械损伤和化学破坏能力也很强。

3 双银低辐射镀膜玻璃的后续钢化加工

3.1 不能在传统的钢化炉中钢化

由于低辐射镀膜玻璃的特性——即高的远红外辐射的反射，在传统的钢化炉中钢化时，必然要增加加热时间，而加热时间过长，会造成双银低辐射镀膜玻璃受热变形和出现很大的波形，甚至会产生严重的光学畸变缺陷。因此不能用传统的钢化炉钢化双银低辐射镀膜玻璃。

3.2 采用强对流的新型钢化炉钢化可钢化双银低辐射镀膜玻璃

- 3.2.1 使用强对流热空气循环,可减少加热时间,可缩短30%左右,防止玻璃加热过量而变形。
- 3.2.2 炉温分布均匀,钢化时玻璃上下表面均匀加热,受热均匀,确保钢化外观质量。
- 3.2.3 采用低温加热技术,比一般钢化加热温度设低20℃~30℃,确保膜层不因炉温过高而破坏。
- 3.2.4 钢化后玻璃的弓形变形和波形变形可控制在0.2%和0.08%以内。
- 3.3 可钢化双银低辐射镀膜玻璃钢化后出现的问题和解决办法如表1所示:

表1 钢化后出现的问题和解决办法

编号	缺陷种类	钢化后成品的表现	产生原因及解决方案(括号内)
1	氧化	银层氧化,颜色变色	1、加热过量(减少加热时间或对流); 2、化学腐蚀(禁止使用SO ₂); 3、炉温过高(调整加热温度); 4、膜层结构不合理(改进镀膜工艺)
2	划伤	膜面有细划伤	1、各工序玻璃摆放、搬运不当(加强监控); 2、磨边机压轮或皮带设置不合理(调整机器); 3、清洗机毛刷太硬(使用直径≤0.1mm的软毛刷)
3	吸盘印	和吸盘直径一样大小的线状白色圆圈	由浮法线的吸盘造成的,原片本身有吸盘印,玻璃没洗干净(调整镀膜清洗机)
4	手印	手指状印记	不带手套或手套被污染造成(必须带干净的手套,并且定期更换)
5	水印	条状或团状雾状物	清洗后玻璃没有完全风干水分(调整清洗机或风刀设置)
6	边部变形或变色	边部波形超标并且和中间有明显色差	钢化过程加热温度设置不当(调整加热温度或对流,避免玻璃进炉后过上弯曲)
7	钢化外观不合格	弓形、波形太大	加热时间过长或上、下淬冷风压不平衡(调整加热时间和上、下风压)

4 结语

由于生产可钢化双银低辐射镀膜玻璃涉及的工序非常多,包括镀膜、切裁、磨边、钢化等工序。每个环节出问题,都会影响成品率。因此如何提高生产可钢化双银低辐射镀膜玻璃的成品率是大家以后努力研究的方向。另外,可钢化双银低辐射镀膜玻璃产品还很少,市场占用率很低,如何使之产业化,并得到大力推广应用,是未来玻璃深加工行业不断探索的过程,也是行业全体同仁携手合作共进的方向。

参考文献

- [1] 姜燮昌.大面积反应溅射技术的最新进展及应用[J],真空,2002,(3)。
- [2] 周永文.可钢化低辐射(Low-E)镀膜玻璃的技术与生产[J],玻璃,2009,(6)。

作者简介

杨沐芳,男,广东梅州人,1971年出生,工程师,学士学位。单位:格兰特工程玻璃(中山)有限公司,通讯地址:广东省中山市火炬开发区火炬大道,邮编:528437。

E-mail: yang.mufang@163.com