

曾梓劲¹, 王长宏¹

¹广东工业大学

Abstract

透明导电薄膜是柔性触摸屏、太阳能电池、透明加热器等现代设备中的关键部件。基于模板法制备的透明导电薄膜没有结电阻，具有高光学透明度及低薄层电阻，特别适用于透明加热器中。这种透明导电薄膜的电学、光学性能及稳定性与其中随机金属线网络的几何结构有着紧密关联。由于随机的金属线网络尺寸小至微米甚至纳米级，只能通过高分辨率的红外显微镜研究薄膜电加热时的温度分布情况，而其中电流的分布则要通过数学方程计算。因此，需要开发一种电-热耦合模型，探究透明导电薄膜在电加热过程中的电流及温度的分布情况，分析薄膜电加热性能与金属线网络几何结构的关系。首先在MATLAB中通过Voronoi图构建随机的金属线网络，再将随机金属线网络导入COMSOL Multiphysics中构建仿真模型。模型采用了"AC/DC模块"中的"电流、多层壳"接口模拟金属线网络产生的热量；使用"固体传热"接口中的"薄层"特征模拟结构中的传热过程。结果发现，随机金属线网络在通电时内部电流分配不均匀，局部电流密度可达平均电流密度的5.5倍以上，内部温差可达18°C以上。最后，就以上结果分析了金属线网络在高负载情况下失效的原因，并提出金属线网络的优化方案。

Figures used in the abstract

Figure 1: 金属线网络通电时的电流密度分布如图所示。可见，随机金属线网络在通电时内部电流分配不均匀，与电场方向接近水平的分支具有较高的电流密度。