

Abstract

激光加热金属的热传导行为是传热应用的重要研究内容。镀有薄层金 (~50 nm) 的玻璃片作为表面等离子共振显微成像的传感芯片，能够用于绘制镀金玻片在汇聚激光加热下，由于温度升高而引起的金膜/水界面的折射率异相分布图像。为了研究金膜表面微小区域内的温度变化在三维空间中的分布，以及随时间的热扩散规律，我们利用传热 (heat transfer) 模块中的固体传热物理场建立了玻璃/金/水模型，模拟了镀金玻片表面经红外共聚焦激光加热过程中三相介质间的热扩散场分布，并与实验结果比较。其中，将玻璃和水两个域之间的界面设定为金薄膜，在物理场中采用薄层 (thin layer) 来设置金膜的几何厚度和热学参数，边界热源 (boundary heat source) 来设置激光强度，求解纳秒尺度的热扩散动力学。根据温度升高值 (ΔT) —— 扩散距离 (x) 曲线和温度升高值 (ΔT) —— 时间 (t) 曲线，拟合随时间和空间变化的热扩散方程。考虑到介质热学性质的影响，对比了水和甘油中，金膜/介质界面的扩散行为，与实验结果相吻合。该模型不仅为实验工作提供了理论指导，也为多相介质间的传热提供了建模思路。

Figures used in the abstract

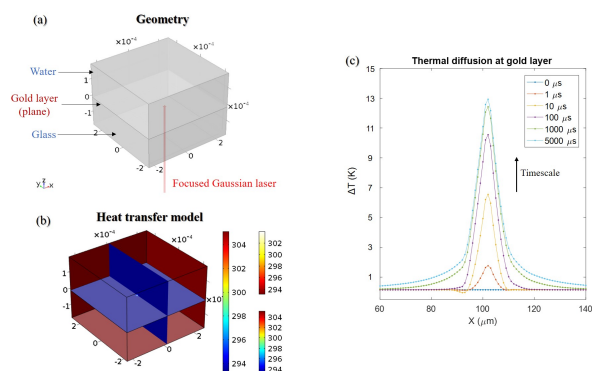


Figure 1: (a) 玻璃/金/水几何模型；(b) 传热模拟结果展示，色度条为温度，单位：K；(c) 不同时刻 (t) 下，温度升高值 (ΔT) 随着热扩散距离 (x) 的变化曲线