

新闻动态

您当前所在位置: 首页>新闻动态>科研进展

- 图片新闻
- 综合新闻
- 学术活动
- 科研进展
- 媒体报道

邮箱登录

用户名: @ iet.cn

密 码:

请输入关键字

科研机构

- 国家能源风电叶片研发（实验）中心
- 能源动力研究中心
- 轻型动力实验室
- 循环流化床实验室
- 分布式供能与可再生能源实验室
- 储能研发中心
- 传热传质研究中心
- 先进燃气轮机实验室
- 无人飞行器实验室
- 新技术实验室（筹）

研究所在金属/相变材料界面热导研究方面取得重要进展

发稿时间: 2021-03-15 作者: 郑兴华 杨啸 来源: 储能研发中心 【字号: 小 中 大】

近日, 储能研发中心联合中国石油大学(华东)及大连理工大学, 采用双波长飞秒激光时域热反射技术(TDTR)测量了不同金属与相变材料在固/液两个相态下的界面热导, 结合分子动力学模拟, 初步揭示了晶格震动与金属/相变材料界面适配性是影响界面热导的关键因素。相关工作在传热传质顶刊《International Journal of Heat and Mass Transfer》上发表。

泡沫金属相变复合材料在储热(冷)系统中起着至关重要的作用, 不同泡沫金属与相变材料在不同相态下的界面热导是影响蓄热(冷)系统蓄热(冷)过程的重要因素之一。团队首先采用TDTR(图1)测定了三种金属(铜、铝、镍)与两种相变材料(石蜡、赤藻糖醇)分别在固/液相态时的界面热导。实验结果(图2)表明, 相同条件下金属/石蜡的界面热导大于金属/赤藻糖醇, 这是由于石蜡分子尺寸小于赤藻糖醇, 使得石蜡和金属的润湿性更好。同时实验表明与固态相比, 液态两种相变材料与各种金属的界面热导都更大。与固态相比, 液态pcm与基体金属的相互作用更强, 润湿性更好, 这导致液态粘附层的ITCs受基体材料的影响更大。由于金属/pcm的润湿性不同, 对于同一种金属材料, 相变前后金属/石蜡界面热导的变化比金属/赤藻糖醇界面热导的变化更大。另外无论是石蜡还是赤藻糖醇, 无论是固相还是液相, 相变材料的界面热导结果都保持了铜<镍<铝的相同趋势。

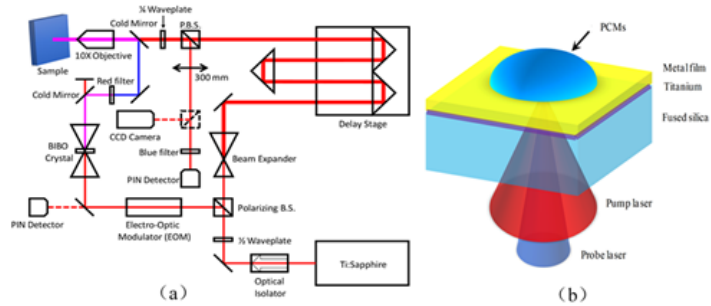


图1 (a) TDTR系统原理图; (b) 金属/相变材料界面热导测量结构示意图

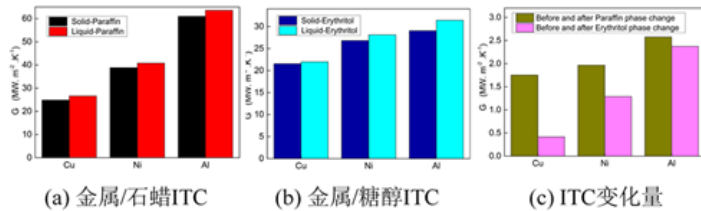


图2不同金属/相变材料ITC变化图

为了揭示上述现象机制, 建立图3的分子动力学模型, 模拟了不同金属与石蜡的界面热导以及x、y、z方向晶格振动对总热流的相对贡献(图4)。模拟界面热导变化趋势与实验一致, 晶格振动的贡献在z方向主导界面热传输的所有三个石蜡-金属界面, 这与图5中只有z方向vdos随金属变化一致。

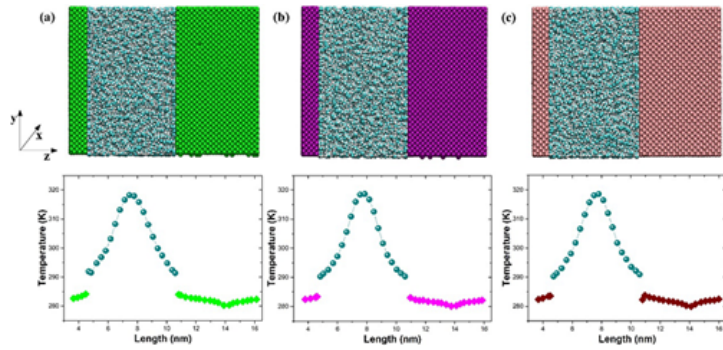


图3. 铜/铝/镍与石蜡界面结构及温度分布

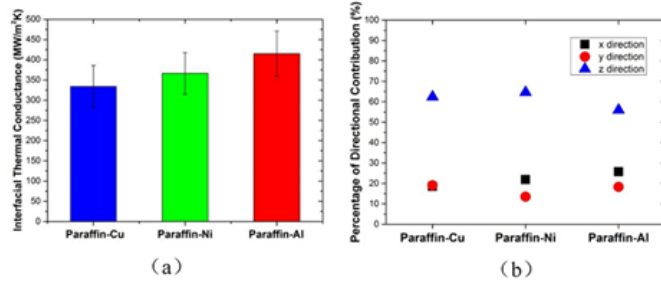


图4. (a) 石蜡- Cu/Ni/Al模型系统的ITCs; (b) 石蜡/金属模型系统x、y和z方向晶格振动对总热流的相对贡献

为了确定界面热导趋势的声子特异性机制，通过对原子速度自相关函数进行傅里叶变换，计算了石蜡-金属体系界面原子的声子振动态密度(VDOS)，如图5所示。可以看出，三种系统在x、y方向的VDOS基本相同，而在z方向的VDOS却有很大差异。石蜡与Ni之间的VDOS间隙小于石蜡与Cu之间的VDOS间隙，表明VDOS失配减少，这是增强界面热输运的重要机制。与石蜡- Ni相比，石蜡- Al之间的VDOS间隙更小，界面热输运最好，与图4(a)的分子动力学模拟结果及图2的实验结果一致。

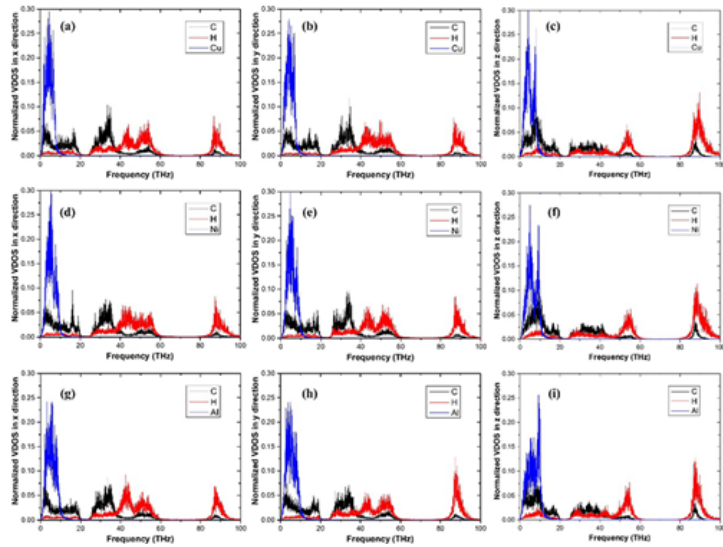


图5. (a, b, c) 石蜡- Cu, (d, e, f) 石蜡- Ni和(g, h, i) 石蜡-Al模型系统的归一化声子振动态密度。VDOS方向计算：(a)、(d)、(g)为x方向；(b)、(e)、(h)为y方向；(c)、(f)、(i)为z方向。颜色编码：黑色代表C，红色代表H，蓝色代表Cu，Ni和Al

工作受到国家自然科学基金(51976215, 51806031)、中科院国际合作重点项目(182211KYSB20170029)以及中央高校基本科研业务费专项资金(19CX02014A)的资助。

评论

相关文章