工程热物理所微槽群毛细润湿流动特性研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/4746.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

工程热物理所微槽群毛细润湿流动特性研究取得进展。微槽群复合相变换热技术以其换热系数高、工作稳定等特点在大功率LED等战略性先进电子材料领域得到广泛应用，它利用在微槽中液体工质通过毛细力形成的扩展弯月面处三相接触线附近蒸发薄液膜区域的高强度蒸发和固有弯月面处厚液膜区域液体工质的核态沸腾的复合相变换热机理，实现高强度的换热能力，是一种典型的高性能微尺度相变换热技术。

然而在较高热流密度条件下，随着热流密度的不断升高，微槽群内的液体工质将极易干涸，如果干涸持续发生，液体工质无法及时补充，扩展弯月面上的高强度蒸发将无法发生，高强度的复合相变换热也无法进行，微槽群热沉的换热能力受到极大的恶化。因此，研究液体工质沿微槽在扩展弯月面上的润湿及流动特性对分析及改善微槽群复合相变换热能力具有关键作用。

中国科学院工程热物理研究所传热传质研究中心光电系统热管理团队承担了国家重点研发计划——“高效高可靠LED灯具关键技术研究”项目，在该项目的支持下，开展了微槽群复合相变热沉中介质流动与强化换热特性影响的研究。

该团队根据微槽群毛细润湿及其流动特性，发展了微槽群毛细润湿及流动特性的理论模型，旨在揭示微槽群取热热沉微流动机理及其与复合相变强化传热的内在联系。由于毛细压力梯度的逐渐变化使得曲率半径连续变化，该模型建立了液膜厚度和微槽几何结构尺寸的普适关系(图1)，数值分析了微槽群内液体工质沿轴向润湿长度、润湿面积随微槽几何尺寸、与竖直方向倾角及固液接触角等的变化影响规律，微槽内液膜曲率半径、液体流速随倾角变化沿润湿长度方向的影响规律。结果表明：数值计算结果与实验结果具有一致性(图2);液膜的曲率半径和润湿面积随轴向方向逐渐减小，在最大润湿长度(干涸点)位置趋近于0;液体润湿面积随倾角和固液接触角的增大而减小;较小的微槽尺寸能使液体产生更长的润湿长度;由于毛细压力沿轴向方向的变化，微槽内液膜流速先增大，后减小，在最大润湿高度上，随着水力半径逐渐减小，流阻增大，流速为0(图3)。在相同热流下，微槽内液体的流速随倾角的增大而减小。上述成果已在国际传热学术期刊APPLED THERMAL ENGINEERING
上发表，该成果为大功率高功率密度LED微槽群热管理系统的应用设计提供了理论支撑。

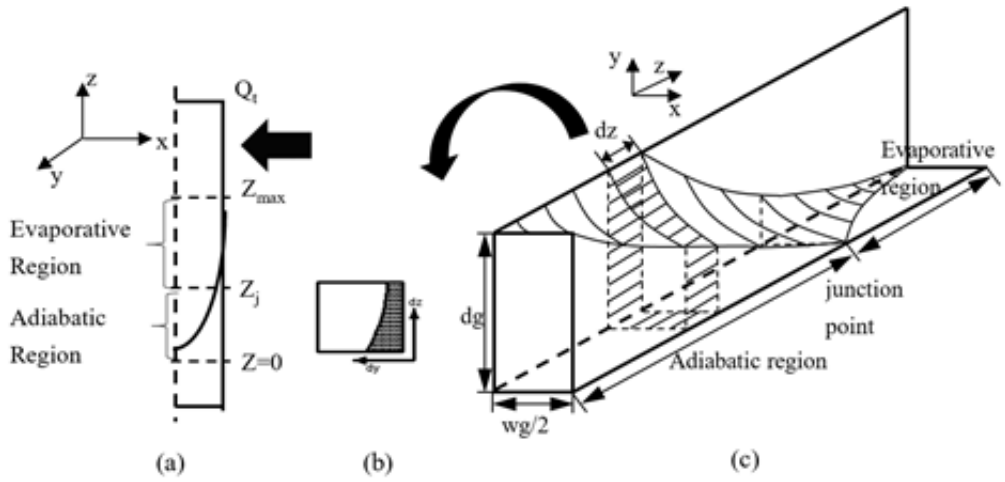


图1 开放式微槽群模型

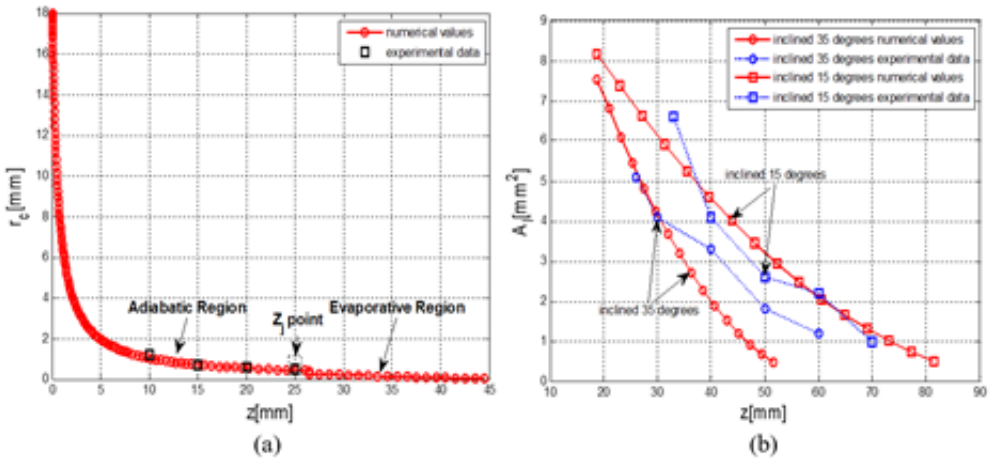


图2 曲率半径(a)和润湿面积(b)随润湿长度变化的数值结果与实验结果的对比

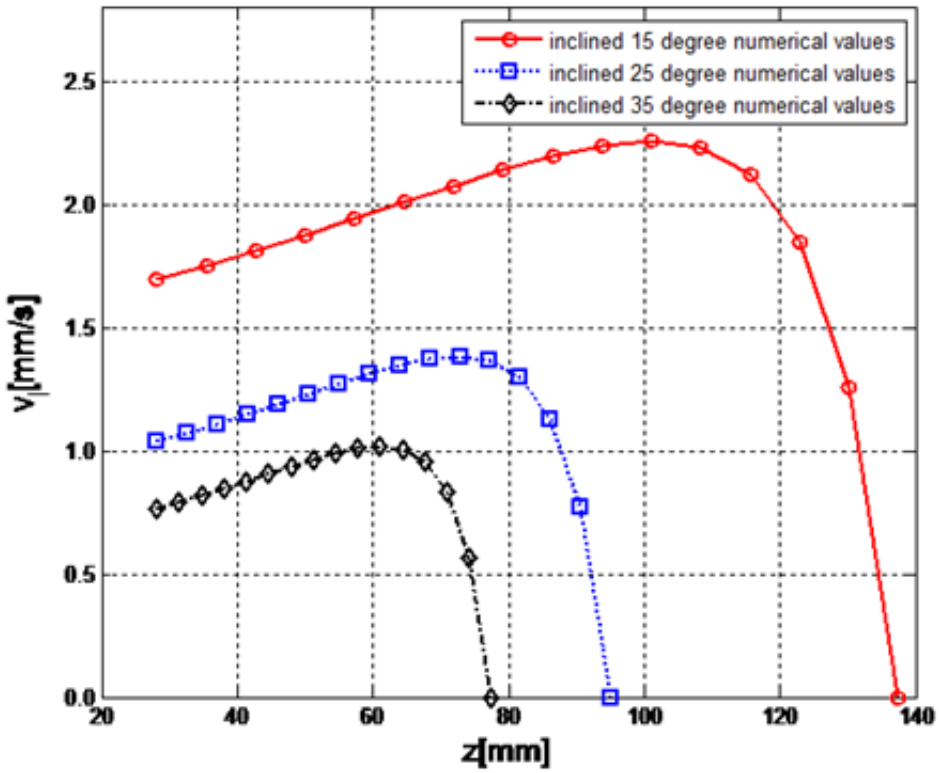


图3 微槽内液体沿随倾角变化在不同润湿高度的流速

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发