

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12782 号
------	---------------

氏 名 常 新雨

論 文 題 目

Study on high performance and multi-functionalized loop heat pipe for spacecraft based on understanding of internal heat flow phenomena

(宇宙用ループヒートパイプの内部熱流動現象理解に基づく高性能・多機能化に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	笠原 次郎
委員	名古屋大学	教授	長野 方星
委員	名古屋大学	准教授	森 浩一
委員	名古屋大学	教授	辻 義之

論文審査の結果の要旨

常新雨君提出の論文「Study on high performance and multi-functionalized loop heat pipe for spacecraft based on understanding of internal heat flow phenomena (宇宙用ループヒートパイプの内部熱流動現象理解に基づく高性能・多機能化に関する研究)」は、将来宇宙機熱制御要求の高度化、多様化を見据え、複数の蒸発器と複数の凝縮器を有するマルチ蒸発器・凝縮器型ループヒートパイプ (MLHP) を提案し、その基本的な熱流動挙動の理解、性能予測モデルの構築、内部熱流動現象の可視化による蒸発、凝縮メカニズムの理解に基づき、宇宙機への搭載可能なMLHPの構築を行っている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、複数蒸発器と複数凝縮器を有するMLHPが従来提案されているシングル蒸発器・凝縮器型LHPと比べて、様々な内部熱条件と周囲熱制御に対応でき、将来の深宇宙探査、月面長期滞在など複雑なミッションに役立てられる背景を記した。現在MLHPの内部熱流動特性に関する理解が不足しているため、内部熱流動特性に関する理解を深めることを通じて、宇宙用LHPの高性能・多機能化の実現を本研究の目的とすることを述べている。

第2章では、MLHPの一次元定常熱流動モデルの構築を実施した。まず片側蒸発器に熱負荷を加わった場合と片側凝縮器に熱負荷を加わった場合に対する熱流動モデルを初めて構築した。そして、熱流動モデルに対応する実験系を構築し、検証実験の実施を通じて、計算結果と実験結果で数℃以内の良好な一致が確認された。また、フローレギュレータと呼ばれる凝縮器の放熱機能の改善用多孔質構造の効果を実験およびモデルにより明らかにした。

第3章では、世界で初めてとなるMLHPに関する可視化実験を通じ、各熱負荷条件に対するMLHPの蒸発器コア、リザーバ中に生じる熱リーク、核沸騰現象、気液分布と凝縮器中の気液二相領域の分布、凝縮フローパターンなどを明らかにした。これは蒸発器コアで発生する熱リークの伝熱過程を初めて明らかにするとともに、従来予想されていたリザーバ内の気液分布とは異なる挙動が確認された。また、凝縮器の熱流動パターンも熱輸送量により段階的に変化することを明らかにした。これはMLHP内部熱流動現象を示す重要な知見である。

第4章では、第2章のMLHPの熱流動モデルの構築と第3章MLHPに関する可視化実験からの知見を融合し、宇宙用MLHPのブレッドボードモデルを設計、製作した。また、異なる作動流体と異なる周囲熱環境がMLHPの熱輸送特性に及ぼす影響を初めて明らかにした。さらに、性能予測モデルの有効性も確認した。これはMLHPの設計製作技術の確立、内部熱流動現象の理解かつ将来宇宙機に搭載するMLHPの開発に有用な知見である。

第5章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文ではMLHPの内部熱流動現象を実験的に明らかにし、性能予想モデルを構築し、宇宙用MLHPの設計、製作、評価によりその有効性を実証している。これらの評価方法並びに得られた結果は、宇宙用LHPの高性能・多機能化、将来宇宙機の熱制御デバイスへの応用を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である常新雨君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。