

課題番号 : F-15-UT-0011
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 三次元積層チップへの内装を目指した小型自励振動ヒートパイプの試作と熱流動解析
Program Title (English) : Fabrication and Thermo-Fluid Analysis of Micro Pulsating Heat Pipes Designed for the Integration into 3D IC Chips
利用者名(日本語) : 杵淵郁也, 吉本勇太, 阿部佑太朗, 磯村浩一
Username (English) : I. Kinefuchi, Y. Yoshimoto, Y. Abe, K. Isomura
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻
Affiliation (English) : Department of Mechanical Engineering, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

本研究では、三次元積層チップの回路層間に自励振動ヒートパイプを利用した熱拡散層を設け、隣接する回路層のホットスポットから発生する熱を熱拡散層全体に速やかに拡散させることで、局所温度上昇を抑える技術の確立を目指している。

自励振動ヒートパイプを三次元積層チップに内装するためには流路寸法の縮小が必須であるが、作動流体の自励振動が持続するための条件は未だ不明確であり、ヒートパイプの小型化を実現する上で課題となっている。そこで、ヒートパイプ内部のスラグ流を高速カメラで撮影し、自励振動が生じる機構に関して検討を進めた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線描画装置、深堀 ICP エッチング装置、ステルスダイサー、高速シリコン深掘りエッチング装置

【実験方法】

東京大学拠点の高速大面積電子線描画装置、高速シリコン深掘りエッチング装置を用いてシリコン基板に幅・深さともに 300 μm 程度の流路パターンを形成し、さらに東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻 鈴木研究室所有の陽極接合装置を用いてガラス基板と貼り合わせることで、自励振動ヒートパイプを作成した (Fig. 1a)。

次に、我々の所属研究室内に構築した評価装置 (Fig. 1b) を用いて、自励振動ヒートパイプの実効熱伝導率の計測と、内部のスラグ流の解析を行った。作動流体にはフロリナート(3M 社製 FC-72)を用いた。高速カメラで取得した画像から作動流体の気液界面位置の時間変化を追跡し、気相の圧力差、管摩擦力、重力、表面張力を考慮した運動方程式に基づく解析を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

気液界面の運動の解析から、液柱を駆動する気相の圧力差は、蒸発が生じている高温側の気液界面における飽和蒸気圧との相関が強いことが確認された。しかしながら、定量的な力の予測のためには、低温側の気液界面における凝縮流束も考慮に入れて気相圧力を記述するモデルの構築が必要であることが示唆された。また、自励振動が停止する直前の流動構造の観察に基づいて、性能向上のための新たな流路形状を考案した。

4. その他・特記事項(Others)

自励振動ヒートパイプの加工には、鈴木雄二教授、森本賢一講師(東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻)のご協力を頂いた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。

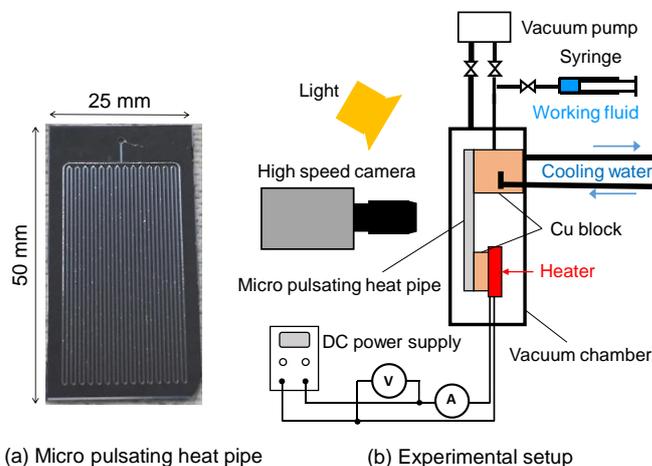


Fig. 1 A micro pulsating heat pipe and a testbed for performance evaluation.