

課題番号 : F-14-UT-0156
利用形態 : 装置利用
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式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, 小栗吉晴
Username (English) : I. Kinefuchi, Y. Oguri
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)

本研究課題では、三次元積層チップの回路層間に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。

本年度は、チップ内への実装に適していると思われる自励振動ヒートパイプを試作し、動作時における内部の流動現象の評価を試みた。得られた結果から、ヒートパイプが動作するための条件を把握するとともに、小型化を実現するための設計指針の検討を行った。

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

・実験方法

電子線描画装置、深堀 ICP エッチング装置を用いてシリコン基板に幅・深さともに $300\mu\text{m}$ 程度の流路パターンを形成し、陽極接合により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。

流路内を真空引きしてから作動流体(フッ素ナート FC-72)を封入し、その後、Fig. 1 に示すようにチップの両端をヒーターブロック・冷却水ブロックを用いて加熱・冷却し、作動流体の動きを高速カメラにより撮影した。また、チップ表面に取り付けた熱電対を用いて温度分布を測定し、ヒートパイプの実効的な熱伝導率を算出した。なお、実験系は雰囲気への熱の散逸を防ぐため、真空容器内に設置した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

自励振動ヒートパイプを鉛直方向に設置し、下部を加熱、上部を冷却することにより、作動流体が蒸発・凝縮を伴いながら激しく振動する様子が確認された。高速カメラにより取得した作動流体の動きの解析から、流路寸法を $100\mu\text{m}$ 程度まで縮小すると、表面張力よりも粘性による管摩擦が卓越し、既往研究で行われてきたボンド数(作動流体の密度、表面張力、水力等価直径により定義される無次元数)による動作条件の整理は不適切であり、新たな指標が必要であることが明らかになった。

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。

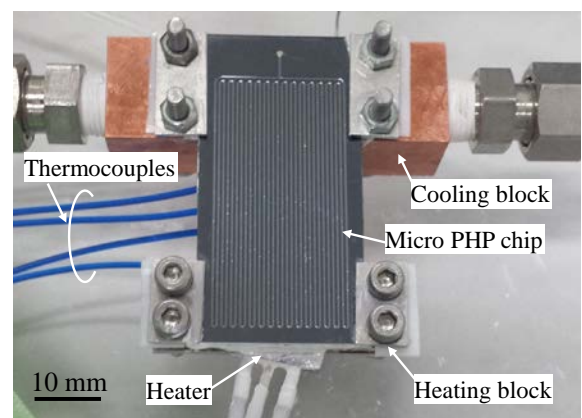


Fig. 1 A micro pulsating heat pipe (PHP) mounted on a testbed for performance evaluation.