

新規ヒートパイプの製法及び構造開発

(株) 洵上ミクロ 鶴田克也, ○江口祐一, 大沢健治

鹿児島大学 水田 敬

鹿児島県工業技術センター 化学・環境部 西元研了*, 新村孝善

素材開発部 中村俊一

電子部 上菌 剛, 永吉弘己

(現 *食品工業部)

1. はじめに

半導体の微細化と動作周波数の高速化に伴い、半導体部品の発熱量が加速度的に増加しており、熱問題が深刻化してきている。このため、電子部品の冷却方法として、低コスト・小型高性能を念頭においた新たな冷却技術が求められており、今回ヒートパイプ構造をベースにした新しいタイプの高性能ヒートスプレッダを開発した。(株) 洵上ミクロにおいて製造技術の開発、鹿児島大学においてコンピュータシミュレーションによる最適構造の開発、そして工業技術センターにおいて強度性能、密閉性、腐食性及び放熱特性の各評価技術を担当した。

2. ヒートスプレッダの構造

図1は開発したヒートスプレッダの内部写真であり、サイズは40mm×40mm×1.2mmである。極薄銅板のエッチング加工技術と特殊金属接合技術により微細3次元ウィック（毛細管構造）及び冷媒を内部に有している。

図2にヒートスプレッダの動作原理を示す。まず、発熱源であるシリコンチップから金属材料による熱伝導により吸熱する。次にヒートスプレッダ内部に封入された冷媒（作動液）に熱が伝えられ、作動液が気化し、蒸発潜熱により発熱源は冷却される。また気化した蒸気は、蒸気拡散流路を通じて温度の低い周辺部分に拡散し、凝縮して元の液体に変化する。この凝縮した作動液は、内部に形成されたウィックの毛細管力によって、作動液の不足している領域に帰還して平衡状態に戻る。この蒸気の流れと、作動液の環流サイクルが形成されることにより、ヒートスプレッダとしての機能を有するものである。

このヒートスプレッダの製造に当たっては、高精度エッチング加工技術により形成した外壁とウィックを一括積層技術により積層し、さらに作動液を真空脱気封入し封止することにより、密閉空間を形成する新たな製造方法を開発した。

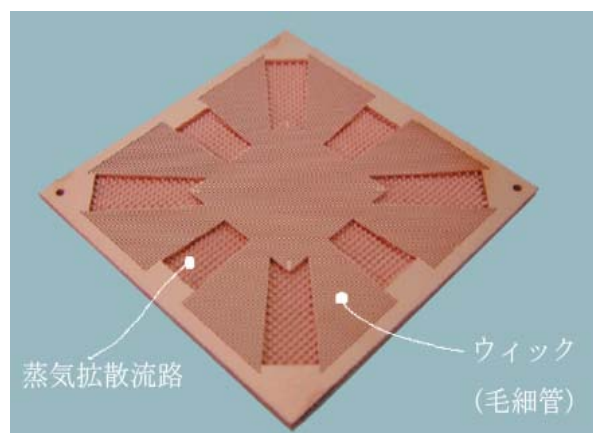


図1 開発したヒートスプレッダ

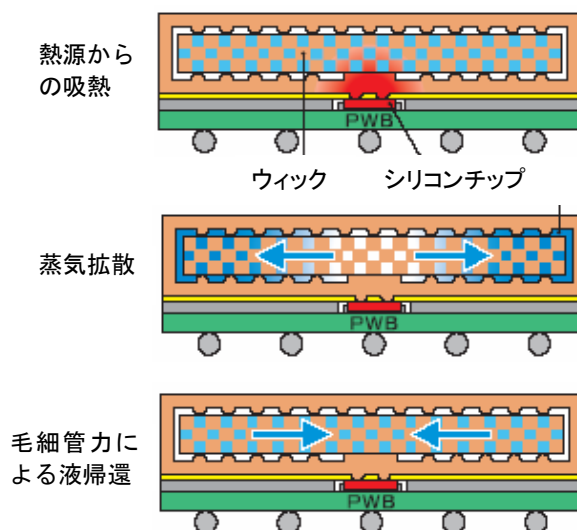


図2 ヒートスプレッダの冷却機構

3. 熱放散特性のシミュレーション

ヒートスプレッド内部のヒートパイプ構造の最適化及びヒートスプレッド構造全体としての放熱特性を予測するためにコンピュータシミュレーションを実施した。まずヒートパイプ構造の最適化については、全体の性能に大きな影響を及ぼすウィック部分に着目し、その構造と液帰還特性の関係について検証した。シミュレーション法としてはVOF法を用いた。気液界面形状及びウィック部通過時間とウィック構造との関係を明らかにし、毛細管力と粘性抵抗の推算値から最適なウィック構造を決定した。

なお、ヒートスプレッド構造全体の放熱特性について、銅製ヒートスプレッドと今回の開発品との放熱特性のシミュレーション結果を図4に示す。これは、40mm角、厚さ1mmで下部中央の15mm角の領域から444kW/m²で加熱し、上面から均一に除熱した場合の表面温度分布である。この結果から、銅製ヒートスプレッドに比べ、ヒートパイプ構造のヒートスプレッドでは表面温度が大幅に平準化され、優れた放熱特性を示すことがわかった。

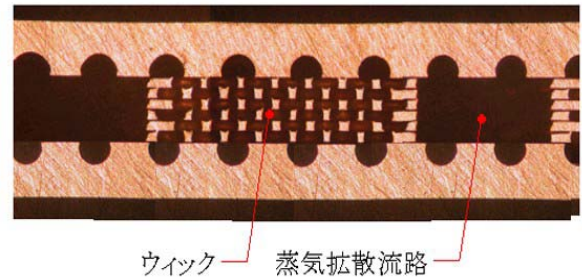


図3 ヒートスプレッドの積層断面

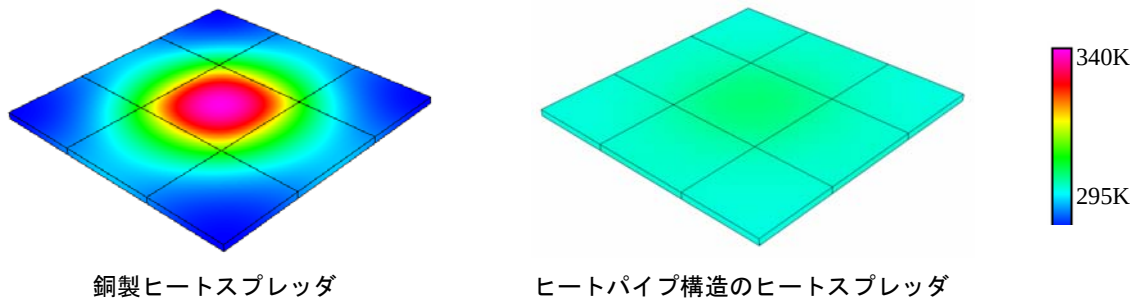


図4 放熱特性のシミュレーション結果

4. 評価結果

4. 1 強度性能

強度性能は90°方向引き剥がし試験により測定を行った結果、十分な強度であることを確認した。

4. 2 密閉性

密閉性は密閉容器に試験片を入れ、加圧または減圧することにより測定を行った結果、十分な密閉性が確保されていることを確認した。

4. 3 腐食性

腐食性は高温に設定した恒温装置に試験片を入れ、所定時間経過後の試験片の内部をデジタルマイクロスコープと電子線マイクロプローブで分析した結果、腐食は認められなかった。

4. 4 放熱特性

放熱特性は熱電対測定による評価と赤外線熱画像装置による評価を実施した結果、銅板と比較して優れた熱放散性を有していることを確認した。

5. おわりに

ヒートパイプ構造を極薄の金属材料上に形成したヒートスプレッドを開発し、優れた放熱特性を有することを確認した。今後とも、電子機器の小型化と薄型化はますます進展し、冷却技術の要求は更に増えてくるものと予想されるため、更なる製造技術と性能の向上をめざす予定である。なお本研究は、経済産業省の平成17年度中小企業技術革新成果事業化促進事業として実施した。