

パワー半導体冷却用 Si ペルチェ素子の開発

Investigation of Si-based Peltier devices for cooling power semiconductors

広島大ナノデバイス・バイオ融合科学研究所¹, マツダ(株)技術研究所²。

古林 寛¹, 種平 貴文², 米盛 敬², 瀬尾 宜英², 黒木 伸一郎¹

RNBS Hiroshima Univ.¹, Mazda Motor Corp.²

°FURUBAYASHI Yutaka¹, TANEHIRA Takafumi², YONEMORI Kei², SEO Norihide², KUROKI Shin-Ichiro¹

E-mail: (furuban, skuroki)@hiroshima-u.ac.jp

はじめに: パワー素子は大電流・高電圧を直接制御できるため、車両等の動力源や発電機などの小型軽量化に不可欠な要素である。しかし動作時に大量の熱を発生するため、迅速に排熱出来る機構が必要である。ペルチェ素子は能動的な排熱方法の一つとして有効であるが、パワー素子からの排熱手段として利用するためには、高いゼーベック係数に加えて高い熱伝導性を有する材料が必要である。本研究では、上記の条件を満たす材料の中で、安価かつプロセス技術が確立されている Si に注目し、ペルチェ素子動作時における熱輸送の可能性を検証した。

実験方法・結果: Si ペルチェ素子は、図(a)に示す通り、p+Si および n+Si 単結晶ブロックを上下の絶縁性 Si 単結晶板で挟む構造を有する。p+Si, および n+Si は、それぞれ予め Sn/Ni/Al 膜を両面に成膜した後、2.0 mm × 2.0 mm × 0.3 mm に切断した。絶縁 Si 基板には、リソグラフィによって Sn/Al 電極パターンを作製した。これらを図(a)のように組み立てた後、空气中でホットプレート(200 °C)とハンダごてを用い、加圧熱処理によって各ブロックを接着した。作製した Si ペルチェ素子を図(b)のように上下銅ブロックで挟み、サーミスタによって銅ブロックの温度変化を観測した。図(c)に、室温下にて Si ペルチェ素子に電流 1 A, 3.0 A を流した際の上下ブロック温度差 ($T_{上} - T_{下}$) の時間変化を示す。温度変化の幅が電流の大きさに、傾きが印加電流の向きにそれぞれ依存しており、本 Si 素子がペルチェ素子として能動的熱輸送の機能を果たしていることを確認した。一方、本素子の抵抗値は約 2.5 Ω と高く、ジュール熱による温度上昇は避けられなかった。現在、接触抵抗・電極抵抗の軽減に加え、パワー素子への組み込みを視野に入れた薄膜ペルチェ素子の作製を検討している。

謝辞: 本研究は未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合(TherMAT)のプロジェクトとして行われている。

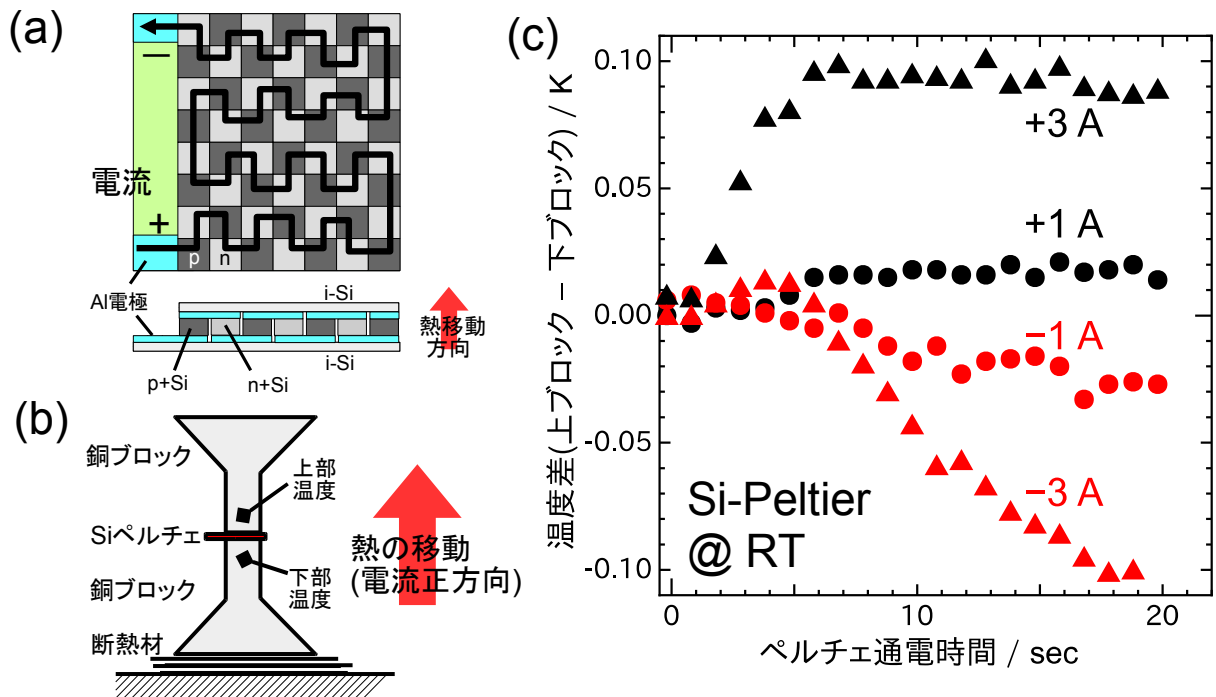


図: (a) Si ペルチェ素子の内部構造・電流の向きと熱移動方向との関係 (b) 銅ブロックを用いた温度測定の大略。(c) Si ペルチェ動作時における上ブロックと下ブロックの温度差の時間変化