

振動する圧電素子につながれた Si 基板の熱起電力

Thermoelectromotive force of Si substrate connected with vibrating piezoelectric device

静大電研¹, 静大院工² ○ 内藤 琴武^{1,2}, 鈴木 悠平^{1,2}, 早川 泰弘^{1,2}, 下村 勝²

村上 健司², 池田 浩也^{1,2}

Shizuoka Univ.

○ K. Naito, Y. Suzuki, Y. Hayakawa, M. Shimomura, K. Murakami, H. Ikeda

E-mail: naito.kotomu.14@shizuoka.ac.jp

【背景】 エナジーハーベスティングの観点から、我々は圧電素子と熱電素子を積層した新しい発電デバイスの開発を進めている。そのために、Si 基板に圧電素子を接続した試料についての振動発電・熱電発電について調べている [1]。本研究では、n 型 Si 基板に与える温度差と圧電素子に加える振動が、測定される起電力に与える効果について調べた。

【実験】 1cm×5cm に切り出した n 型 Si ウェハ（抵抗率：0.14–0.21Ωcm）に市販の圧電素子（THRIVE, KINES K7520BP2）を接続して、圧電／熱電発電試料とした。図 1 に、本実験に用いた測定系の概略図を示す。2つのヒートシンクを、1つは温度勾配を与えるためのペルチェ素子を介して、もう1つは電気的絶縁テープを介して Si 基板の裏面に接続した。銅・コンスタンタン熱電対とロガー（HIOKI 8430）を用いて、高温領域および低温領域の温度とその間の起電力を測定した。

【実験結果】 温度差 $\Delta T=0\text{K}$ および 39K において、圧電素子に振動を加えたときの起電力の変化を図 2 に示す。同図には、振動を印加していないときの起電力の平均値を直線で示してある。この図から、圧電素子の振動により発生した起電力が、Si 基板の両端に現れることがわかる。

温度差が無い $\Delta T=0\text{K}$ では、その起電力の振動が、振動の無いときの起電力 (0mV) を中心に変化しているように見える。一方 $\Delta T=39\text{K}$ では、振動の無いときの起電力 (-44.5mV) が振動振幅の中心よりも高い値を持つことがわかる。この結果は、Si に温度勾配を加えることにより圧電素子の起電力の極性が影響を受けており、圧電素子／Si 界面におけるキャリアの移動を示唆している。したがって、圧電／熱電積層構造における自己整流作用の可能性がある。

【まとめ】 圧電素子／n 型 Si 基板の起電力を、振動印加および温度勾配下にて測定した。温度勾配の有無により、異なる起電力特性が得られた。現在、この試料構造におけるキャリアの輸送メカニズムについて実験・考察を進めている。

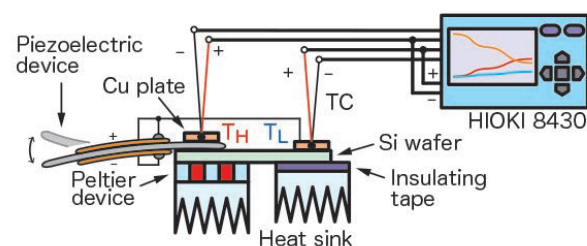


Fig. 1 Schematic of measurement system.

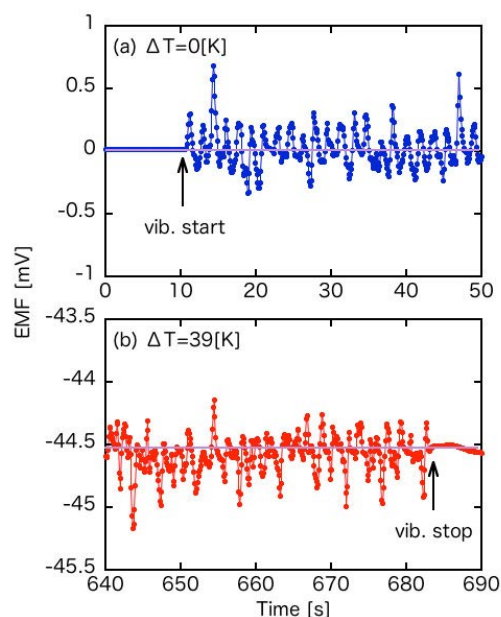


Fig. 2 Time evolution of electromotive force (EMF) with piezoelectric-device vibration under a temperature difference of (a) $\Delta T=0\text{K}$ and (b) $\Delta T=39\text{K}$.

本研究の一部は、科学研究費・挑戦的萌芽研究「熱と振動を利用して発電する低コスト・大面積フレキシブルコジェネレータの開発」の助成により遂行された。

1. H. Ikeda, et al., Proc. of 2017 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (2017) 364.