

振動発電素子と強誘電体メモリからなるバッテリーレス衝撃記憶素子

Battery-less Impact-logging Device Consisting of a Vibration Energy Scavenger and Ferroelectric Memory

パナソニック株式会社 先端研, °金子 幸広, 西谷 雄, 上田 路人, 表 篤志

Panasonic Corporation, °Yukihiro Kaneko, Yu Nishitani, Michihito Ueda, and Atsushi Omote

E-mail: kaneko.yukihiro001@jp.panasonic.com

【背景】センサ社会の広がりとともに、センサに使用する電源を周囲に存在するエネルギー源から賄う試みがなされている。なかでも、周期的な振動や繰り返される衝撃などを利用した振動発電が注目を集めている[1]。また一方で、この素子は振動を受けた時にその振動に応じて電圧(電流)を出力するので、これを用いて即座に不揮発メモリに書き込むことができれば、電源のいらない衝撃記憶素子ができるはずである。しかしながら、一般的な振動発電素子から得られるエネルギーは、不揮発性メモリを駆動するには十分ではなかった。本報告では省電力メモリとして強誘電体トランジスタ(FeFET)メモリに着目し、衝撃記憶素子を作製した結果について述べる。

【素子構造】今回用いた FeFET は、ZnO(30 nm)/ Pb(Zr,Ti)O₃(450 nm)/ SrRuO₃(30 nm)/SrTiO₃ 基板の積層構造を持ち、半導体プロセスを用いて TFT 形状に加工したものである[2]。作製した FeFET はゲート電極に正電圧を印加した際に低抵抗状態となり、負電圧を印加した際に高抵抗状態となった。この時の ON/OFF 比は 5 桁以上であり、保持特性も良好であった。また、振動発電素子には、カンチレバー形状に加工した膜厚 28 μm の polyvinylidene fluoride(ビーム形状 10 mm $\times$ 3 mm)を用いた。基板には 125 μm の樹脂を、電極にはスクリーン印刷の銀を用い、先端には 1.2 g の錘を取り付けた。

【結果と考察】Fig.1 は今回作製したシステムの回路概略図である。Fig.2 は振動発電素子のみを内部抵抗 1 M Ω のオシロスコープに接続し、デバイスを落下させたときの出力である。共振周波数が 200 Hz であり、落下高さに応じて出力電圧が増大していることがわかる。本デバイスの動作を確認するため、まず Node 2 を接地し、Node 1 に -10 V 印加することで高抵抗状態とした。その後すべての端子を切り離し、所定高さからデバイスを落下させ、その後 Node 2 と Node 3 間の抵抗値を測定した。Fig.3 はその結果である。落下高さに応じて振動発電素子からの出力電圧が変化し、それに応じて FeFET の抵抗値が変化している。つまり、衝撃の強さが記憶できていると言える。振動発電素子と FeFET を組み合わせることで電池のいらない衝撃記憶素子を作製することに成功した。今後、多くの用途への応用が期待される。

[1] R. Elfrink, et. al., *Technical Digest of IEDM 2011*, 677, (2011).

[2] Y. Kaneko, et. al., *Japanese Journal of Applied Physics* 48, 09KA19, (2009).

Piezoelectric Vibration Energy Scavenger

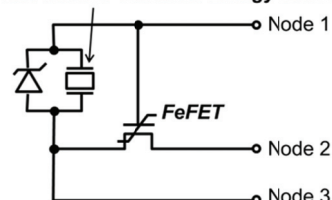


Fig.1 Schematic circuit diagram of the impact-logging device consisting of a piezoelectric vibration energy scavenging device, an FeFET, and a Zener diode.

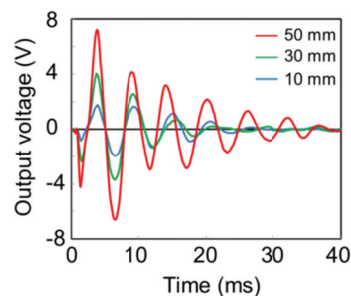


Fig.2 Output-voltage behavior of a piezoelectric vibration energy scavenger. Various impact amplitudes were applied by changing the drop height.

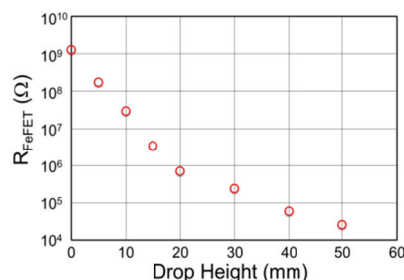


Fig.3 Channel resistance behavior of the FeFET as a function of the drop height of the impact-logging device.