

Nb 非鉛系と鉛系ペロブスカイト圧電材料の振動発電特性

Vibrational Power Generation of Lead-Free Nb- and Lead-Perovskite Piezoelectrics

豊田中央研究所 ○齋藤 康善, 浅井 満, 和田 賢介

Toyota Central R&D Labs., Inc., ○Yasuyoshi Saito, Mitsuru Asai, and Kensuke Wada

E-mail: ysaito@mosk.tytlabs.co.jp

【緒言】環境中の光・熱・振動から発電するエネルギーハーベスト技術がIoTセンサの電源として注目されている[1]。この中で圧電振動発電素子は夜間も発電可能な素子として期待されている。現在主流の圧電材料は鉛系(Pb,Zr)TiO₃(PZT)であるが、将来の鉛使用規制対象になる可能性がある為、非鉛圧電材料を用いた振動発電素子が重要になると予想される。我々は振動発電効率を正確に測定可能な鋼球衝突法を開発し、非鉛圧電材料の発電性能の比較評価を行ってきた[2,3]。(K,Na)NbO₃系、(K,Na)NbO₃-LiTaO₃系、(K,Na)NbO₃-LiSbO₃系非鉛圧電材料では最大発電効率15.7%が可能であり、発電効率(η)はパラメータ K_p^2/Q_m (K_p :電気機械結合係数, Q_m :機械的品質係数)に比例する事を報告した。本発表では更に圧電定数が大きい鉛系PZT材料においてもこの比例関係が成立するか調べた結果を報告する。

【実験方法】発電効率は前報[3]と同様に測定した。 ϕ 21mm, t0.3mmの真鍮板に ϕ 15mm, t0.5mmの焼き付けペースト電極付き圧電素子サンプルを接着し、真鍮板中心に鋼球(ϕ 8mm, 2g)を接着した後、高さ15mmの位置から金属プレートに落下させ、累積発電エネルギーを負荷抵抗に流れる電流/電圧/時間の積分から求め、累積発電エネルギー/鋼球位置エネルギーで発電効率を算出した。圧電素子サンプルは{(Pb_{0.85}Ba_{0.15})_{0.99}La_{0.005}}(Zr_xTi_{1-x})O₃+0.0025La₂O₃ (x=0.52~0.57)組成の焼結体を通常のセラミック合成法により作製して用いた。共振反共振法により誘電率, 圧電定数, Q_m , K_p を測定し振動発電効率とパラメータ K_p^2/Q_m の関係を調べた。

【結果】Fig.1 に振動発電素子の出力電圧パターンを示す。50V以上の電圧が観測された。発電効率は素子インピーダンスと負荷抵抗が整合した時に最大となり回路理論に一致した。 $K_p=62.7\%$ の x=0.54 組成の PZT が最大発電効率 24.6%を示した。効率 η はパラメータ K_p^2/Q_m が 0~20 と 20~73 の領域で異なる傾きを持つ線形関係を示した (Fig.2)。異なる傾きの原因については当日議論する。非鉛系と鉛系圧電材料の何れにおいても K_p が大きく Q_m が小さい材料が高効率発電に有利である事が分かった。

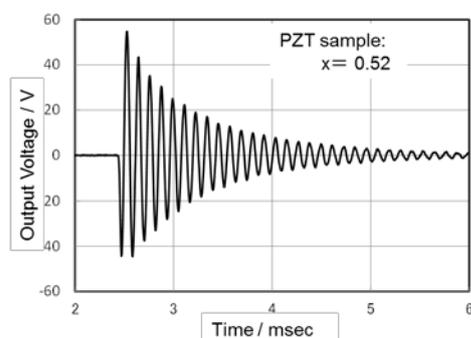


Fig.1 Output voltage vs. time for PZT piezoelectric power generator.

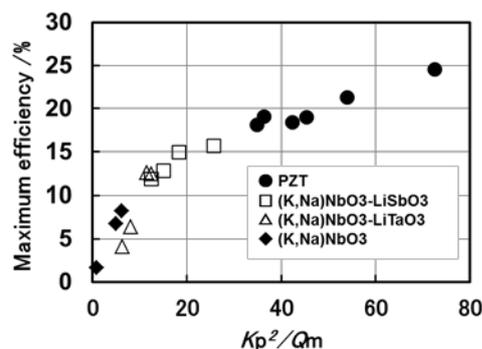


Fig.2 Power generation efficiency vs. K_p^2/Q_m for lead-free Nb and PZT piezoelectric generators.

[1] Kenji Uchino; Jpn. J. Appl. Phys., Vol.43, 6178 (2004).

[2] 齋藤康善, 浅井満, 和田賢介; 日本セラミックス協会第30回秋季シンポジウム, 1D01 (2017.9).

[3] 齋藤康善, 浅井満, 和田賢介; 応用物理学会第65回春季学術講演会, 20a-p8-3 (2018.3).