

(K,Na)NbO₃-LiSbO₃ 系非鉛圧電材料の振動発電特性**Power Generation by Vibration of Lead-Free (K,Na)NbO₃-LiSbO₃ Piezoelectrics**

豊田中研 ○齋藤 康善, 浅井 満, 和田 賢介

TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC., ○Yasuyoshi Saito, Mitsuru Asai, Kensuke Wada

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

【緒言】 振動・熱電・太陽光発電などのエネルギーハーベスト技術が注目されている[1]。この内、車の機械振動など身の回りに存在する振動から電気エネルギーを取り出す圧電振動発電素子が将来のユビキタスセンサネットワーク社会の基盤素子として期待されている。検討されている圧電材料は鉛系(Pb,Zr)TiO₃であるが、将来の鉛使用規制に対して非鉛圧電材料を用いた振動発電素子が必要になると予想される。我々はこれまでに自由振動状態で振動発電効率の正確な評価が可能な鋼球衝突法を開発し、(K,Na)NbO₃系、(K,Na)NbO₃-LiTaO₃系非鉛圧電材料で発電効率13.1%が可能な事を報告してきた[2, 3]。本発表では更に発電効率を向上させるため、圧電定数の大きな(K,Na)NbO₃-LiSbO₃材料を合成し、材料特性と発電効率の関係を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φ21mm, t0.3mmの真鍮板にφ15mm, t0.5mmの金ペースト電極付き非鉛圧電素子を接着し、真鍮板中心に鋼球を接着した後、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/鋼球の位置エネルギーで発電効率を算出した(Fig. 1)。圧電素子は{(K_{0.5}Na_{0.5})_{1-x}Li_x}(Nb_{0.96}Sb_{0.04})O₃ (x=0~0.1)組成の焼結体を通常のセラミック合成法により、1100℃で作製して用いた。共振反共振法により誘電、圧電、機械的品質係数 Q_m 、電気機械結合係数 K_p を測定し、真鍮板/非鉛圧電発電サンプルの振動発電効率と圧電特性との関係を調べた。

【結果】 作製した焼結体の相対密度はいずれも98%以上を示した。発電効率は素子の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と整合した。電気機械結合係数 $K_p=37.9\%$ のx=0.10組成が最大発電効率15.7%を示した。最大発電効率は圧電パラメータ K_p^2/Q_m が20以下の領域ではこれに比例し大きくなったが、20以上で飽和した(Fig. 2)。電気機械結合係数 K_p が大きく、 Q_m が小さい材料が高効率発電に有利となった。

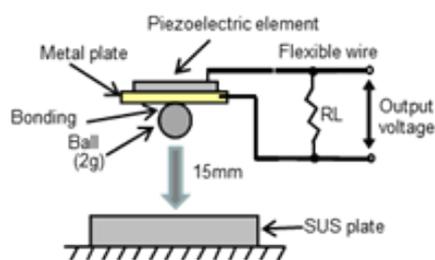


Fig.1 Measurement system of efficiency for electric power generator.

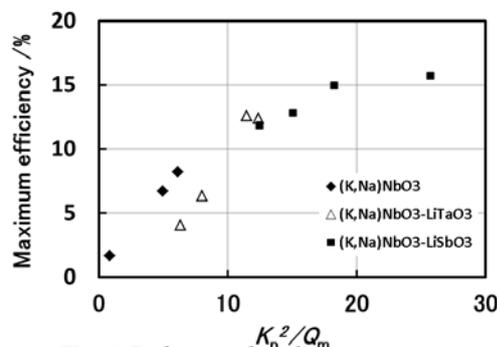


Fig.2 Relationship between power generation efficiency and K_p^2/Q_m for lead-free piezoelectric generators.

[1] Kenji Uchino, et al.: Jpn. J. Appl. Phys., Vol.43, No.9A (2004) pp.6178-6183.

[2] 浅井満, 齋藤康善, 和田賢介; 日本セラミックス協会第25回秋季シンポジウム, 1P32 (2012.9).

[3] 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).