

非鉛系圧電材料を用いた振動感知システムに関する研究

評価技術課 角田龍則 材料技術課 二口友昭* 機械電子研究所 坂井雄一

1. 緒言

現在もっとも多く使用されている圧電セラミックス材料は、チタン酸ジルコン酸鉛(以下PZT)であり、その中に含まれる鉛は、その有害性から、廃棄処理などによる環境への悪影響が懸念されている。また、鉛は、EU 圏において RoHS(Restriction on Hazardous Substances)指令により輸入が制限されている。電子機器の多くを輸出している日本でも、これら鉛等の使用制限が広がり、商品設計の段階でできる限り使用しないことが重要視されてきている。また、鉛不使用として市場に供給することは他社との差別化が可能となり市場を独占し、大きな利益を得ることができると考えられる。

本研究の目的は、非鉛系圧電材料の中ですぐれた圧電特性をもつ BaTiO_3 系材料を使用した発電素子を作製すること、およびその素子を電源とした RFID による振動感知システムを作製することである。

2. 実験方法

2. 1 発電素子の作製

BaTiO_3 と $\text{BaTi}_{0.9}\text{Zr}_{0.1}\text{O}_3$ 粉末を秤量混合、プレス成形し、 1400°C で焼結させ $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.95}\text{Zr}_{0.05})\text{O}_3$ セラミックスを作製した。研磨機により平面研磨した後、ダイサーで所定形状に切断し、スパッタ法によって Ag/Ti 電極を付けた。その後、 $700\text{V}/\text{cm}$ で分極処理を行い、導電性接着剤でガラエポ基板に貼り付けた。図 1 は作製したバイモルフ構造の素子である。また、電極付けたセラミックスを導電性樹脂で十層積層接着し、積層方向にカットした。絶縁樹脂を櫛状に塗布して、その上から導電性樹脂で導通をとり積層を交互に引き出した。その後、 $700\text{V}/\text{cm}$ で分極処理を行い、エポキシ系の接着剤でガラエポ基板に貼り付けた。図 2 は作製した積層構造の素子である。最後に両素子とも導電ペーストとリード線で配線をおこなった。配線は得られる電荷が多くなるよう、表裏のセラミックス素子を並列接続とした。



Fig.1 The appearance of the bimorph sample.

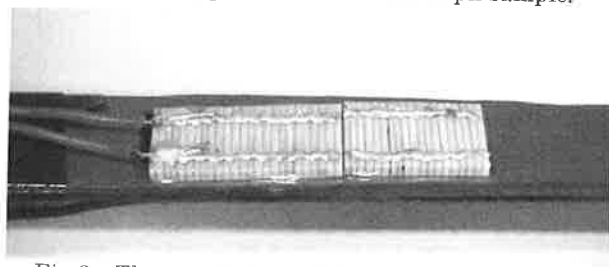


Fig.2 The appearance of the multilayer sample.

2. 2 試験および測定方法

発電素子を貼り付けたガラエポ基板の一端に穴を開けネジで固定し、反対の端を一回だけ強制振動させた。圧電体に発生した電圧をブリッジ回路によって整流し、 $100\text{k}\Omega$ の負荷抵抗にかかる電圧をオシロスコープで測定した。その電圧から電力を算出した。

3 実験結果および考察

図 3 は BaTiO_3 系材料を用いたバイモルフ構造および積層構造素子の出力電圧と時間、図 4 は PZT を用いたバイモルフ構造素子の出力電圧である。

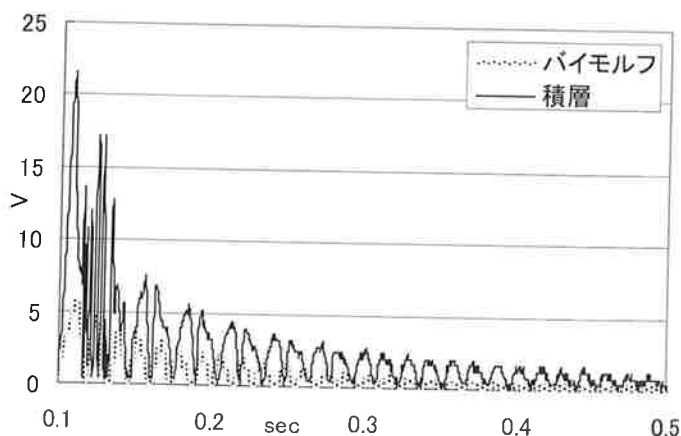


Fig.3 Output voltage as a function of time
(BaTiO_3 based ceramics bimorph and multilayer).

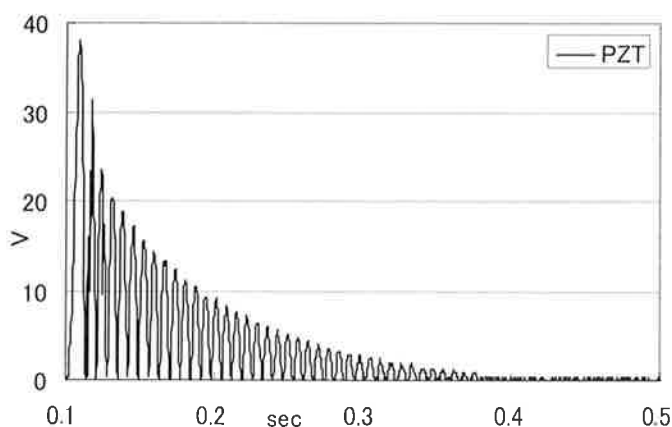


Fig.4 Output voltage as a function of time (PZT bimorph).

電圧を電力に換算すると、 d_{33} を利用している BaTiO_3 系積層構造では $57 \mu\text{W}$ 、 d_{31} を利用している BaTiO_3 系バイモルフ構造では $7 \mu\text{W}$ となり約 8 倍に増加した。PZT バイモルフ構造での発電量は $192 \mu\text{W}$ であり、同じ構造では BaTiO_3 系の 30 倍近い値となった。

今回作製した BaTiO_3 系材料の圧電定数 d_{31} は -95pC/N 、PZT は -300pC/N 程度である。発電量は電圧の 2 乗に比例し、電圧は圧電定数に比例すると考えられるが、今回の結果は、圧電定数だけでは説明できない。共振状態での発電を計測しているため、機械的品質係数 Q_m が大きく影響している¹⁾と思われるが、今回は検証できなかった。

4. RFID による検出実験

最後に、作製した発電素子を 5 枚並べ、ガラエポ基板の曲げ応力と磁石の引き合う力およびバネの力を利用した発電装置を作製した。図 5 は作製した発電装置の構造である。上から天板を押し付けると天板裏の磁石とガラエポ基板端部の磁石が引き合う。天板を抑える力をなくした時、バネと磁石の力によってガラエポ基板が曲げ

られ、曲げ応力が加わる。曲げ応力が磁石の力を超えるとガラエポ基板が天板から開放されて振動する。この時、セラミックスに発生する電圧を整流し、 $22 \mu\text{F}$ のコンデンサに蓄電した。この運動を数回おこなうと RFID タグ²⁾ (303.825MHz) を動作させる電力が得られた。タグが発信するコンデンサの両端電圧は約 3V であり、RFID タグの消費電力は、1 回の発信で約 $100 \mu\text{W}$ であった。

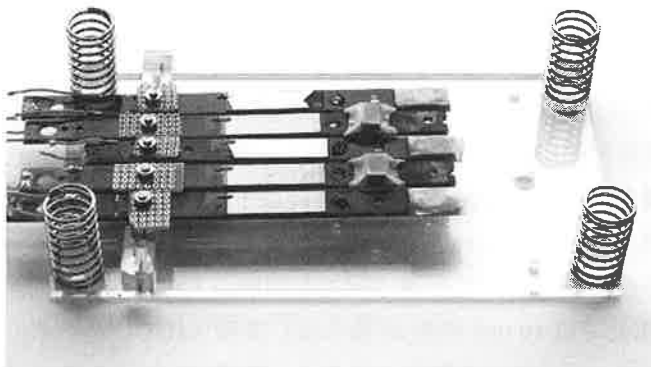


Fig.5 The structure of piezoelectric power generator.

5. 結言

本研究では、非鉛系圧電材料である $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.95}\text{Zr}_{0.05})\text{O}_3$ セラミックスを作製し、その圧電特性を利用して、発電素子を作製した。 d_{33} を利用した積層電極構造で、 $57 \mu\text{W}$ の電力を得ることができた。

また、発電素子を複数個使用した装置を作製し、数回力を加えることで RFID タグが十分動作する電力を得ることができた。

「参考文献」

- 1) 金子誠 NEC TOKIN Technical Review Vol.30 2003
- 2) Masao Takeuchi, et al., Proc. Ultrasonl. Electron., Vol. 27 (2006), pp. 85-86

キーワード：非鉛、積層、発電、RFID

Research of Vibration Detection System Using Lead-Free Piezoelectric Materials

Tatsunori KAKUDA, Tomoaki FUTAKUCHI and Yuichi SAKAI (Toyama Industrial Technology Center)

In lead-free piezoelectric materials, recent researches have revealed that BaTiO_3 based ceramics show relatively good piezoelectric properties. In this study, the power generator device of with cantilever structure was prepared and evaluated about its output voltage as functions of time. In conclusion, the output power was $57 \mu\text{W}$ in multilayer structure. The device was manufactured using plural generation elements. The electricity that is enough to work RFID tag was obtained by pressurizing several times.