

極薄 PZT/Si を用いたフィルム音響デバイスの開発

Development of film acoustic device using ultra-thin PZT/Si

産総研, 山下崇博, 竹下俊弘, 大内篤, ○小林健

AIST, T. Yamashita, T. Takeshita, A. Ouchi, and ○T. Kobayashi, e-mail: takeshi-kobayashi@aist.go.jp

【はじめに】

PZT 薄膜を用いた圧電 MEMS の新たな応用として超音波センサ[1]やスピーカー[2]などの音響デバイスが注目されている。我々はこれまでに MEMS 技術で作製した極薄 PZT/Si 構造をフレキシブル基板上に転写、配線する手法を開発してきた[3,4]。今回、フレキシブル基板上の PZT に電圧を印可することで、可聴音が発生することを見出したので、基本特性からスピーカーへの応用可能性について報告する。

【作製方法】

厚さ $2\mu\text{m}$ の(100)/(001)配向 MPB-PZT 薄膜が $1\text{ mm} \times 5\text{ mm} \times 3\mu\text{m}$ の Si に搭載された極薄 PZT/Si を MEMS 技術により作製した。フリップチップボンダーにより、上記極薄 PZT/Si を基板から剥離し、接着剤を印刷した厚さ $50\mu\text{m}$ ポリイミド基板上に転写した。その後、銀ペーストをスクリーン印刷して配線を形成した。図 1 に作製したフィルムスピーカーを示す。

【特性評価結果】

ポリイミド基板上の PZT/Si の変位を、レーザードップラー振動計で測定した。、 $0\text{-}4\text{V}$ のユニポーラ電圧で駆動したところ、 5kHz 、 10kHz のいずれの周波数でも約 400nm の振幅で振動していることが確認できた。

次に、作製したフィルムスピーカーから 10cm 離れた位置に計測用マイクロホンを設置し、周波数を $100\text{-}20000\text{Hz}$ でスイープさせながら $0\text{-}5\text{V}$ の正弦波ユニポーラ電圧を印加し、その際の音圧レベルを測定した。比較のために市販の圧電セラミックタイプ小型スピーカー (SPS-3530-03, Sonitron) の音圧レベルも測定した。

図 2 に音圧レベルの測定結果を示す。市販のものと比較して、開発したフィルムスピーカーの音圧は低かったが、周波数 10kHz 付近では 45dB 程度の音圧が発生しており、 $2000\text{-}15000\text{Hz}$ の範囲では一般成人の聴力で十分に聞き取れる音が発生していた。また曲率半径 10mm 程度にまで曲げても音が発生し続けることを確認した。上記の市販小型スピーカーのサイズは $44 \times 39 \times 2\text{ mm}^3$ であり、フィルムスピー

ーカーの極薄 PZT/Si 部分に対して面積で $1/340$ 、厚さで $1/20$ という極小サイズであるにも関わらず可聴音を発生できたと言える。今回開発した極薄 PZT/Si 搭載フィルムスピーカーにアンプを接続することで、パソコンやスマートフォンを音源に音楽を再生できることを確認しており、極薄スピーカーとして応用できる可能性が示された。

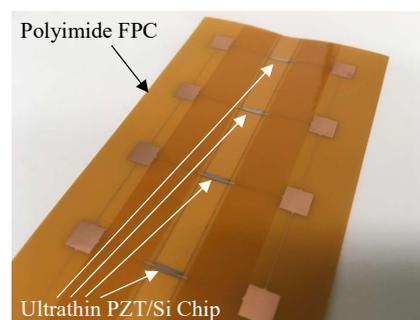


Fig. 1. Developed film speaker, where ultra-thin PZT/Si is integrated on polyimide substrate.

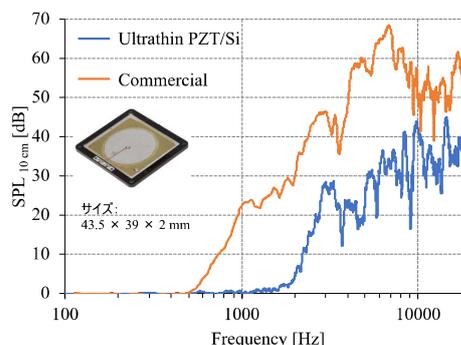


Fig. 2. Sound pressure level as a function of frequency.

【参考文献】

- [1] G.L. Luo et al., *Proc. MEMS 2019*, pp. 787-790.
- [2] F. Stoppel et al., *Proc. Transducers 2017*, pp. 2047-2050.
- [3] T. Yamashita et al., *IEEE SENSORS J.*, **16** (2016) 8840.
- [4] T. Takeshita et al., *Proc. Transducers 2017*, pp. 2143-2146.