

Mg_{0.6}Zn_{0.4}O/ZnO 圧力センサの共振・反共振法による圧電特性評価 Characterization of piezoelectric property in Mg_{0.6}Zn_{0.4}O/ZnO pressure sensors by the resonance-antiresonance method

岩手県工技センタ¹, 岩手大², [○]遠藤治之¹, 二瓶貴之¹, 鈴木一孝¹, 茨島明¹, 柏葉安兵衛²

Iwate Ind. Res. Inst.¹, Iwate Univ.², [○]H. Endo¹, T. Nihei¹, K. Suzuki¹, A. Barajima¹

and Y. Kashiwaba²

E-mail: haru-endo@pref.iwate.jp

1. はじめに 我々は高温環境下での高速圧力計測用途を目指し ZnO 基板を使用した圧力センサ開発を進めてきた¹⁾。一般に圧電素子は高い内部抵抗が必要とされるが、ZnO 単結晶基板では酸素欠損等に起因する欠陥がドナーとして働き n 形伝導を示すため圧電素子には適さない。そのため高抵抗基板²⁾や熱処理で高抵抗率化した基板を使用するが、これらの基板は抵抗率のばらつきが大きい素子抵抗を安定的に高抵抗化する技術が必要となった。そこで、ワイドバンドギャップ化により高抵抗率化し且つ圧電性も有する Mg_xZn_{1-x}O 薄膜に着目し、ZnO 基板へ積層することで素子抵抗の高抵抗化と圧電特性の改善を目指した。本報告では、Mg_xZn_{1-x}O/ZnO 圧力センサ³⁾のインピーダンスの周波数特性とその温度依存性を共振・反共振法により評価したので報告する。

2. 実験及び結果 実験には両面ミラー高抵抗 ZnO 基板((0001)、 $\rho=3 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$; 東京電波株)2枚を使用した。Mg_{0.6}Zn_{0.4}O 薄膜の成膜には MBE 装置を使用し、基板(厚さ 0.53 mm)を真空チャンバー中で 850℃、30 分間サーマルクリーニング後、400℃に降温し低温バッファ層として Mg_{0.6}Zn_{0.4}O 薄膜を膜厚 5 nm、基板の Zn 面に成膜した。次に基板温度を 750℃まで昇温して Mg_{0.6}Zn_{0.4}O 薄膜を 0.7 μm 成膜した。その後、基板両面へリフトオフ法により Pt(80 nm)/Ti(20 nm)を $1.5 \times 1.5 \text{ mm}^2$ サイズにパターンニング後、 $2.0 \times 2.0 \text{ mm}^2$ サイズにダイシングし評価用素子とした。また、Mg_{0.6}Zn_{0.4}O 薄膜を成膜しない基板(厚さ 0.63 mm)でも同様に作製し比較用素子とした。圧電特性の評価は、大気中の加熱チャンバー内でプローブを素子電極へ接触させインピーダンスアナライザで測定した。試料温度は室温から 400℃まで 50℃間隔で制御し、面積振動モードの周波数帯域 1.4 MHz~1.54 MHz におけるインピーダンス Z を測定した。

Fig. 1 に測定結果と圧電素子等価回路を示す。図中、Z の最低値と最高値が共振周波数と反共振周

波数を示し、共振点における Z は並列容量 C1、反共振点の Z は直列抵抗 R の値を反映している。また、高温における素子抵抗低下は並列抵抗 R_p で表される。Fig.1(a)に示す ZnO 基板単体素子では、室温から 200℃までは良好な圧電特性を示すが、300℃以上では反共振周波数でのピークが鈍化し、素子抵抗が低下していることが分かる。一方、Mg_{0.6}Zn_{0.4}O 薄膜を積層した素子では、300℃まで明瞭にピークが見られ 400℃でピークが鈍化していることから、Mg_{0.6}Zn_{0.4}O 薄膜の積層に一定の効果があつたと考えられる。

3. まとめ Mg_{0.6}Zn_{0.4}O/ZnO 構造における Z の周波数特性を評価し、素子抵抗の改善効果を確認した。

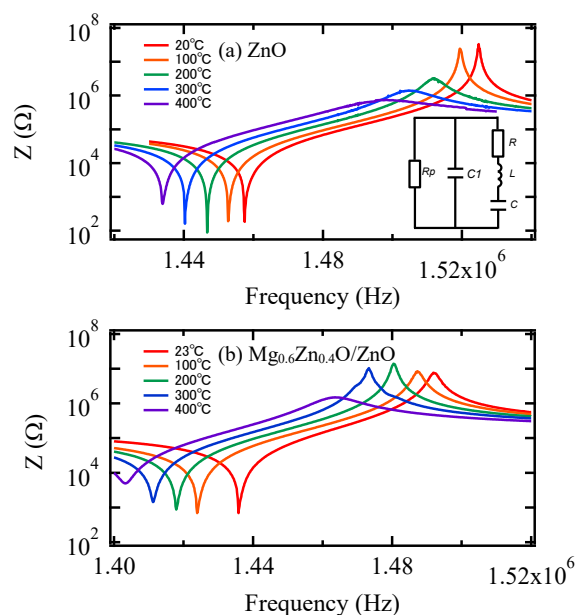


Fig. 1. Impedance-frequency characteristics in the (a) ZnO and (b) Mg_{0.6}Zn_{0.4}O/ZnO. Inset shows the equivalent circuit of piezoelectric device.

参考文献

- 1) 遠藤治之ほか, 特許 5256423.
- 2) 前田克己ほか, 日本結晶成長学会誌 38(1), 36-44, (2011).
- 3) 遠藤治之, 特願 2020-196563.