

課題番号 : F-21-TU-0029  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : PZT 単結晶薄膜を用いた高性能超音波デバイスの研究  
Program Title (English) : Research of high performance ultrasonic device using PZT single crystal thin film  
利用者名(日本語) : 吉田慎哉  
Username (English) : S. Yoshida  
所属名(日本語) : 東北大学大学院工学研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Tohoku University  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、PZT、超音波デバイス

## 1. 概要(Summary)

PZT 単結晶薄膜を用いた高性能の超音波 MEMS デバイスを研究開発する。具体的には、PZT 単結晶薄膜に適したデバイス設計を見出す。また、機械的な特性の評価も行う。

## 2. 実験(Experimental)

### **【利用した主な装置】**

i 線ステップ、レーザ描画装置、Vapor HF エッチング装置、XRD

### **【実験方法】**

SOI ウエハ上に、PZT 単結晶薄膜をスパッタ法によってエピタキシャル成長させた。そして、PZT 部を島状もしくは環状型にエッチングしたデバイスを試作し、その性能を評価した。また、インデンテーション試験を行い、PZT 単結晶薄膜の脆性を評価した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

良好な単結晶性を持つバッファ層を敷くことで、その上に PZT をエピタキシャル成長させることに成功した。また、従来の島状型デバイスと比較して、環状型デバイスの方が、大きな振幅と高い共振周波数とを両立できる可能性があることが示された。

さらに、インデンテーション試験から PZT 単結晶薄膜は、多結晶と比較して低脆性であることが判明した。そのため、PZT のエッチング端面などを極力滑らかにしたり、膜内のデブリをなくしたりして、応力集中箇所を徹底的に排除ことが、高信頼性のデバイスを実現する上で重要であることがわかった。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

### **【論文】**

[1] Z. Liu, S. Yoshida, and S. Tanaka, "Fabrication and Characterization of Annular-Shaped Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducer Mounted with Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>-Based Monocrystalline Thin Film," *J. Micromechanics Microengineering*, Oct. 2021, doi: 10.1088/1361-6439/ac349f.

[2] Y. Katsumata, S. Yoshida, and S. Tanaka, "Sputter deposition and characterization of 'epi-poly' Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub> thin film on (100) Si substrate for MEMS applications," *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 60, no. 10, p. 101005, Oct. 2021, doi: 10.35848/1347-4065/ac262c.

### **【学会発表】**

[1] 関口 拓真、吉田 慎哉、金森 義明、田中 秀治、「圧電 MEMS 超音波センサのための単結晶 PZT/Si/内空メムブレン構造の作製プロセスの開発」、第 38 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 10P2-SS2-4

## 6. 関連特許(Patent)

なし