

P (VDF/TrFE) 薄膜を用いた 高周波型MEMS超音波センサ

研究の背景

- 超音波センサは障害物検知用や、物体を透過する特性を生かして内部検査装置に使われている



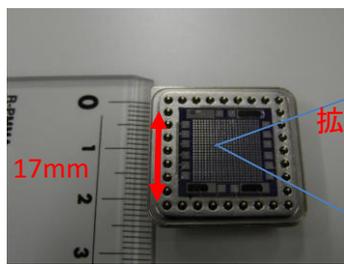
- 高分解能化が要求されており、周波数特性の高周波化に取り組む

障害物検知センサとしての利用例

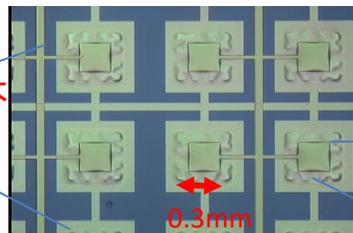


MEMS超音波アレイセンサ

アレイセンサ素子寸法: 17mm x 17mm x 1mm
 センサ素子単体の寸法: 0.2 ~ 1.0mm
 センサ数: 10~1000 個
 共振周波数: 50~400 kHz 制御可能
 Q値 5~30



超音波アレイセンサ
16 x 16 (256アレイ)



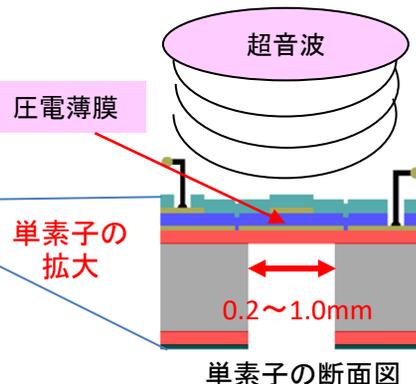
超音波アレイセンサの拡大図

センサの動作原理

超音波がダイアフラムを振動させる



圧電効果により機械的振動が電気信号に変換される



単素子の断面図

センサ作製プロセス

大阪技術研は以下のMEMS加工全てに対応

- ベアシリコン(2,4インチ)
- 熱酸化膜作製
- LPCVD SiN膜作製
- LPCVD ポリシリコン膜作製
- 熱酸化膜作製
- 下部Pt電極スパッタ作製
- リソグラフ
- Pt電極膜のドライエッチング
- P(VDF/TrFE)圧電薄膜作製
- 上部Pt電極スパッタ作製
- リソグラフ
- Pt電極のドライエッチング
- ICP-RIE装置 Arガス
- AGC Cytop フッ素樹脂作製
- 表面保護用
- リソグラフ
- コンタクトホール作製
- RIE装置 CF4, O2ガス
- 両面リソグラフ
- 裏面エッチングホール作製
- SiO2/SiN/SiO2膜ドライエッチング
- RIE装置 CF4, O2ガス
- Si-DRIE Boschプロセス
- シリコン垂直深掘りエッチング
- Si-DRIEにより17mm角に分離
- パッケージング
- Auワイヤーボンディング

P(VDF/TrFE)薄膜

- 高分子圧電薄膜P(VDF/TrFE)の作製技術を確立
- 強誘電特性はバルク材料並に良い
- スピンコート法により膜厚を制御

溶液の作製方法

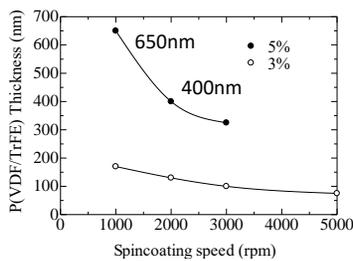
材料 クレハKFポリマー P(VDF/TrFE) (75/25)	溶媒 DEC 炭酸ジエチル Diethyl Carbonate 沸点 126°C
---	---

1. 材料と溶媒を用意, 計量
2. フラスコ瓶で常温にて混合
3. ホットスターラーを使用
4. 液温(90°C)に加熱, 攪拌
5. 材料が溶けた後, 2時間加熱攪拌継続
6. 溶液を自然冷却し完成

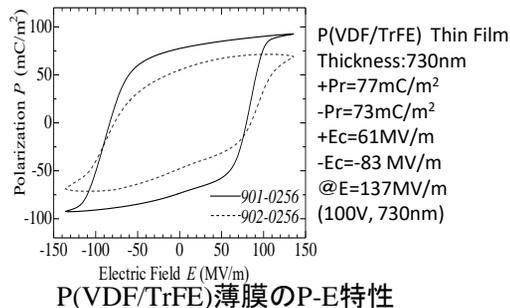


薄膜の作製方法

1. スピンコート 1000~4000rpm 30s
2. 乾燥 ホットプレート 90°C 5min
3. 結晶化 ホットプレート 140°C 60min

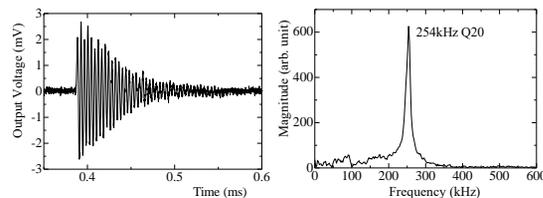
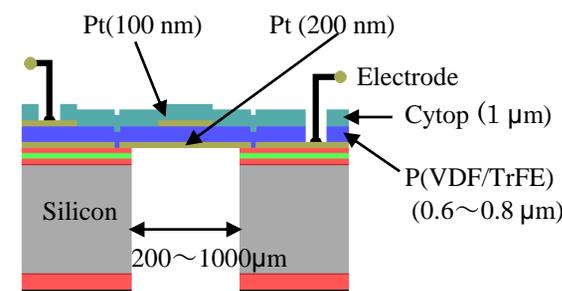


スピンコート法による膜厚の制御

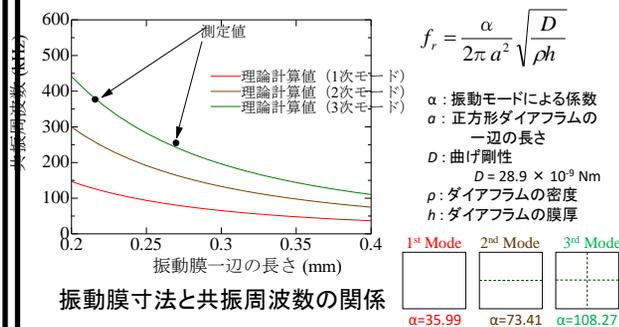


センサ特性

センサ単素子の断面模式図



270μm型センサの受信波形と周波数特性
増幅回路無しで5mVの出力電圧を観測



- 周波数特性の高周波化に取り組む
- 振動膜の小型化により50kHzから400kHzの周波数を検知するセンサ開発に成功
- 振動膜の薄膜化により高感度化に成功

謝辞

本研究の一部は国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の平成29年度地域産学バリュープログラム(VP29117940005), 研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)機能検証フェーズ試験研究タイプ(VP30218087201)の支援によって行われた。