

# 研究スタッフ

教授： 中村 僖良

助教授： 山田 顕

助手： 山崎 大輔

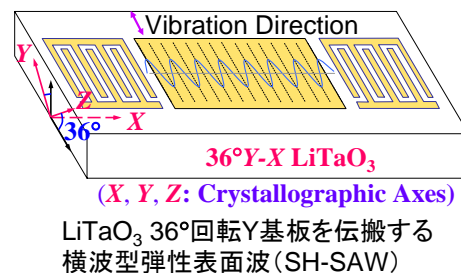
## 研究目的

当研究室では、高結合・高機能圧電材料の開発とその電子・通信デバイスなどへの応用に関する研究を行っている。

## 主な研究テーマ

### 1. SH型弾性表面波を用いた通信用フィルタ

当研究室で発見されたLiTaO<sub>3</sub> 36°回転Y基板の高結合横波弾性表面波 (SH-SAW) は、携帯電話用RF-SAWフィルタに世界中で使われている (シェア95%以上)。

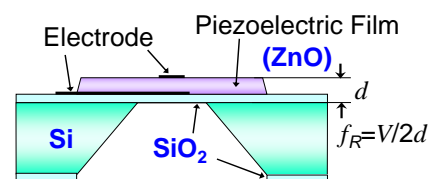


LiTaO<sub>3</sub> 36°回転Y基板を伝搬する横波型弾性表面波 (SH-SAW)

### 2. 超高周波通信用圧電薄膜共振子

#### ■ダイヤフラム型圧電薄膜共振子 (FBAR) (0.5~5GHz)

- ・1980年に当研究室で提案
- ・シリコンウエハの異方性エッチングにより形成
- ・圧電薄膜の厚み縦振動利用
- ・現在世界中で実用化研究が活発に行われている



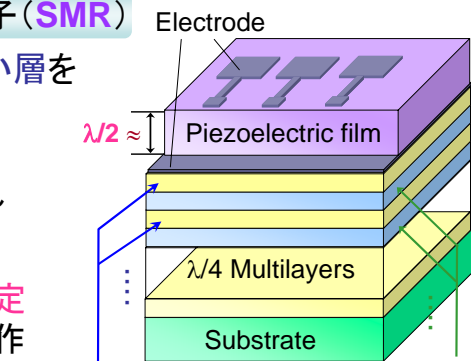
ダイヤフラム型共振子 (FBAR)

#### ■λ/4多層膜を用いた圧電薄膜共振子 (SMR)

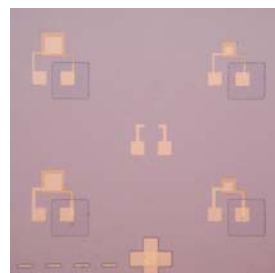
- ・音響インピーダンスが高い層と低い層をλ/4の厚さで交互に積層

共振振動は圧電膜に閉じ込められ基板の影響を受けない

- ・圧電膜が全面で保持されており安定
- ・超高周波帯 (1GHz~20GHz) で動作
- ・半導体基板上に一体形成可能



多層膜共振子 (SMR) の構造



作製した多層膜共振子 (3GHz、多層膜層数: 9層)

### 3. 高結合KNbO<sub>3</sub>圧電結晶とその応用

- 鉛フリーの強誘電結晶（擬立方晶）
- 非常に大きな電気機械結合係数

#### ■ 弾性表面波

- ・ 高結合横波弾性表面波(BGS波)が存在  
電気機械結合係数： $k_{SAW}=73%$  (Y-cut)



超広帯域RF-SAWフィルタ

#### ■ バルク波

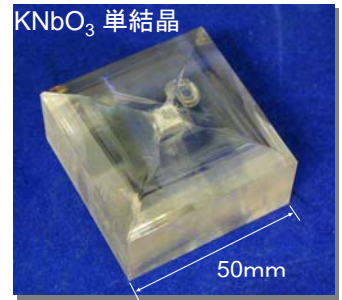
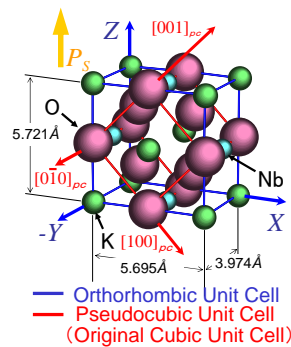
- ・ 厚み縦振動： $k_t=70%$  (49°回転X-cut)  
(当研究室で発見、既知圧電材で最大)
- ・ 幅縦振動： $k_{ww}=82.4%$



広帯域超音波トランスデューサ・アレイ

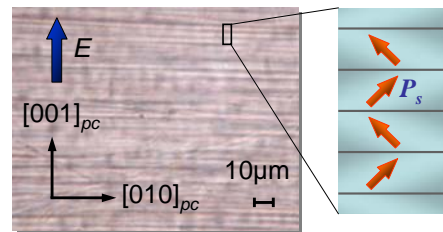
#### ■ ECR-PLD法による高結合圧電薄膜成長

- ・ KNbO<sub>3</sub>およびBaTiO<sub>3</sub>強誘電体薄膜
- ・ ECR酸素ビーム+Pulsed-Laser Deposition
- ・ (001)BaTiO<sub>3</sub>膜のロッキングカーブの半値幅(FWHM)=0.095°



#### ■ 有極性マルチドメイン構造

- ・ 幅縦振動子の幅方向([001]<sub>pc</sub>方向)に分極処理
- ・ 2種類の90°ドメインからなる層状マルチドメイン構造
- ・ ドメインウォールの電界短絡効果により結合係数増大(71%→80%)



幅縦振動子における有極性マルチドメイン構造

### 4. LiNbO<sub>3</sub>/LiTaO<sub>3</sub>結晶の熱処理による分極反転現象

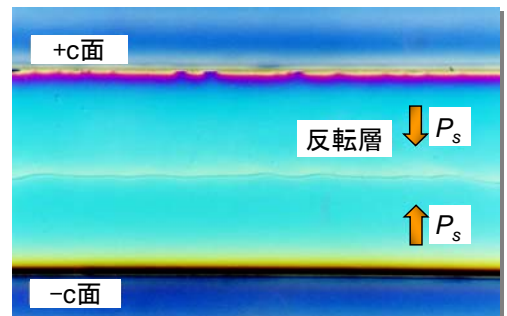
1985年に当研究室で発見

#### 特徴

- ・ キュリー点(~1150°C)直下で熱処理すると+面側が反転
- ・ 電界を印加せずに熱処理のみで分極の向きが反転
- ・ 熱処理の温度が高く、時間が長いほど厚くなる
- ・ 反転ドメイン境界は板厚の中央で止まる

#### 応用

- 回転・屈曲変位超精密アクチュエータ
  - ・ 単一結晶で実現できる
  - ・ ヒステリシスのない変位特性
- 広帯域超音波トランスデューサ
  - ・ 反転層厚の制御により1次モードから2次モードにかけての広い帯域で動作
  - ・ 超音波Harmonic Imagingに応用



熱処理(1140°C、10h)したLiNbO<sub>3</sub>結晶板の断面内の分極構造(上半分が分極反転層)