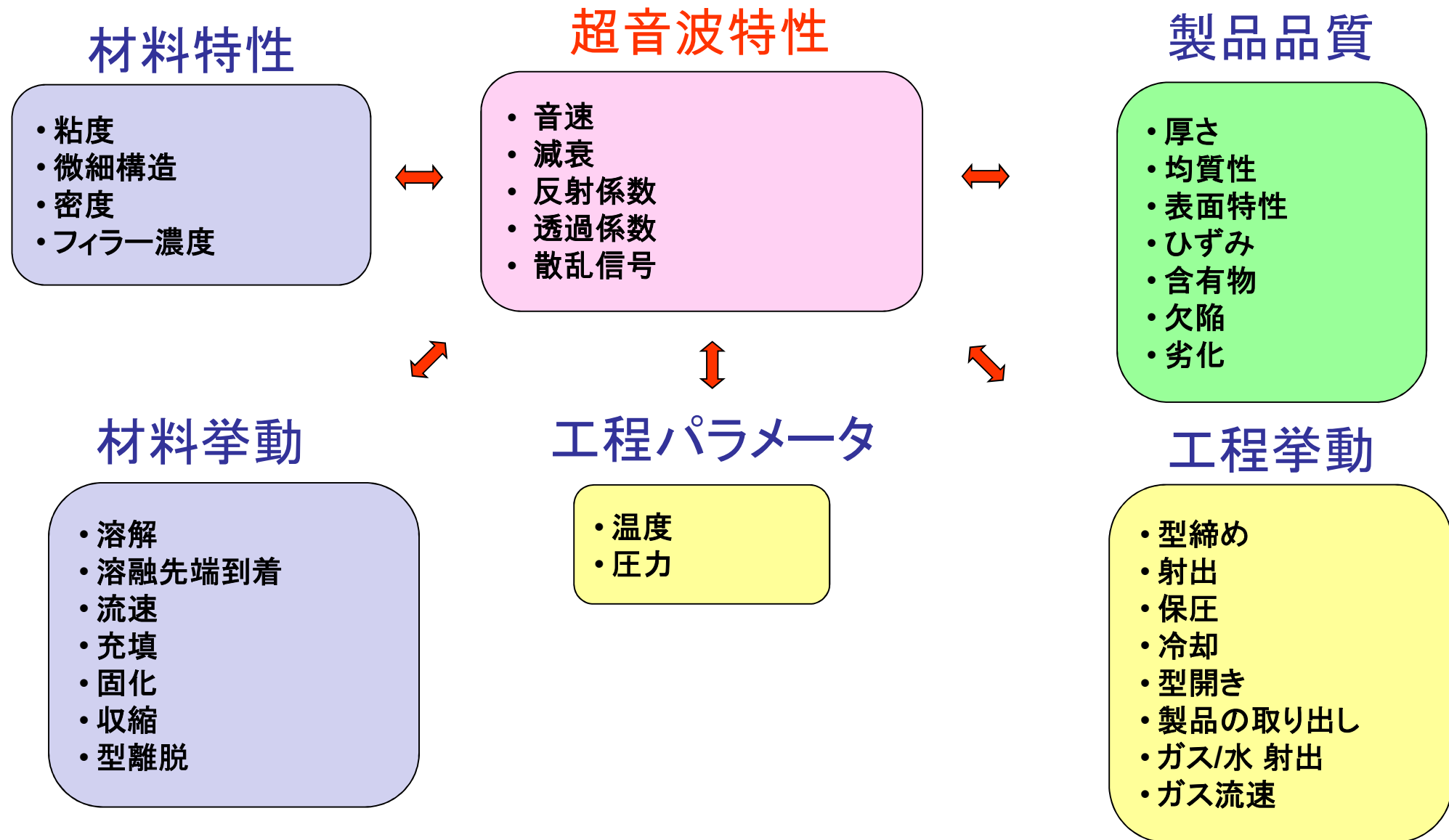


非鉛かつ安価な高耐熱性 圧電デバイスの作製方法

熊本大学 大学院先端科学研究部
情報・エネルギー部門
准教授 小林 牧子

令和元年9月26日



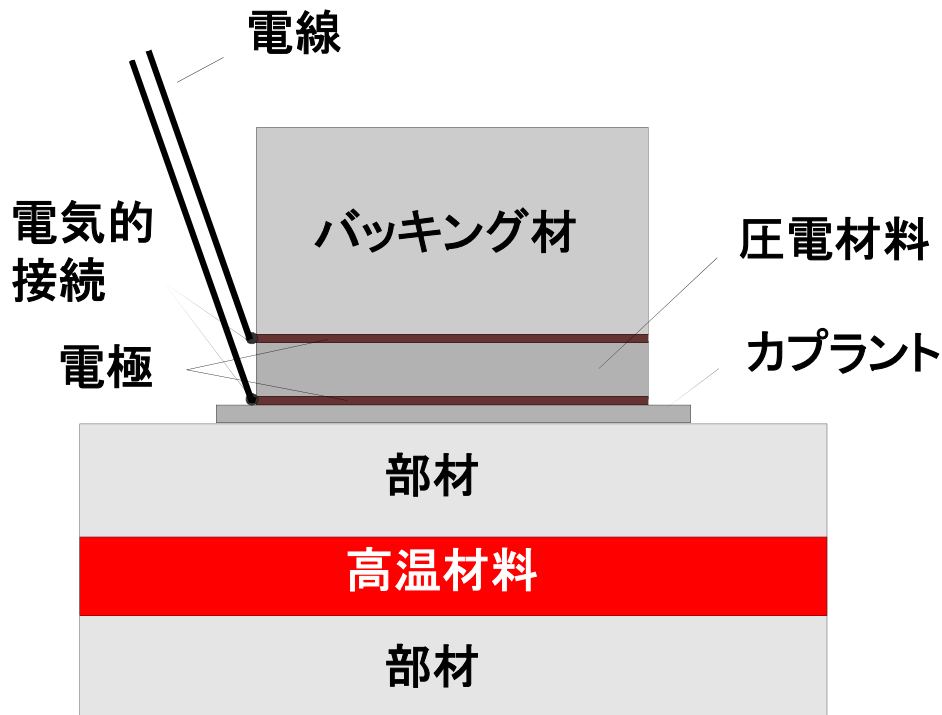
➡ 耐熱性があれば高度なスマート工場の実現に貢献可能

非鉛の圧電体材料で一般的なものは
チタン酸ビスマス(セラミックス)
ニオブ酸リチウム、ニオブ酸タンタル(単結晶)
などがあるが、

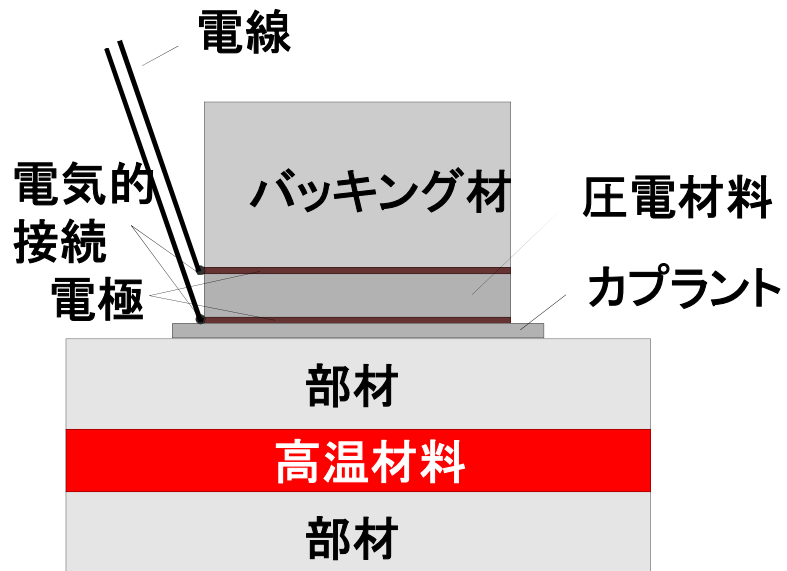
高キュリー一点に起因する分極困難性

バックング材の耐熱性

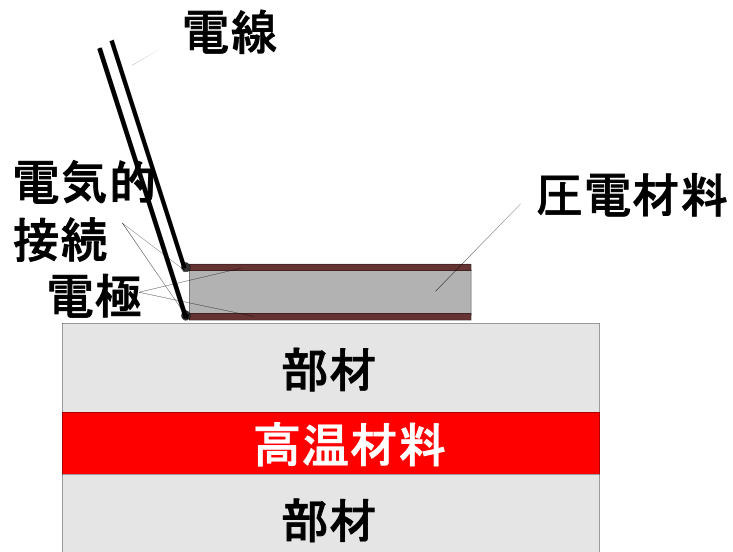
等の問題があり、高温において広く利用される
までには至っていない。



- ・通常の超音波センサは、
バッキング材の耐熱性
カプラントの耐熱性
温度変化に起因するクラック
圧電材料の分極困難性
曲面に不適合
コスト
等の問題があり、高温では
広く利用されるまでには至っていない。

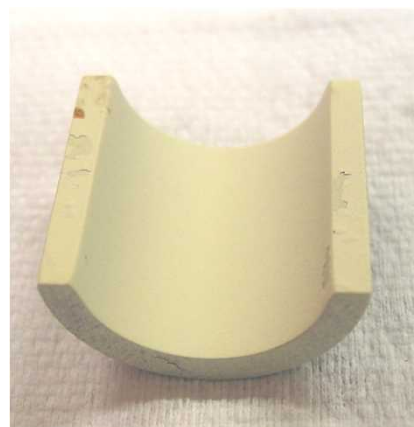


- 従来はカプラントやバッキング材の点で短時間の使用に限られていたが、両材料は不使用のため、長時間高温で運用することが可能となった。
- 従来技術の問題点であった、温度変化によるクラックを抑制することに成功した。
- 曲面適合性を実現した。

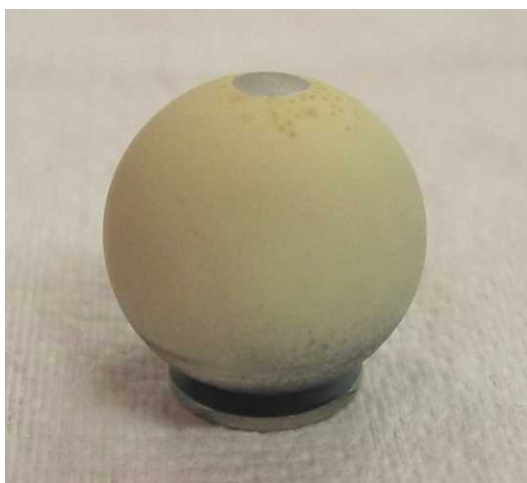




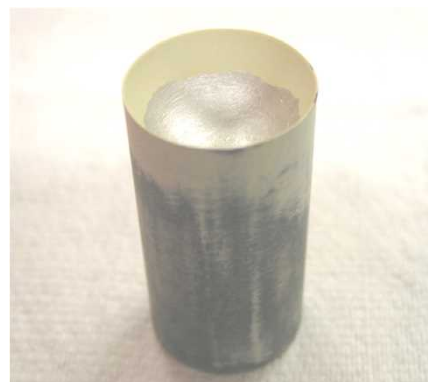
凸曲面 (25.4 mm Φ)



凹曲面 (50.8 mm Φ)

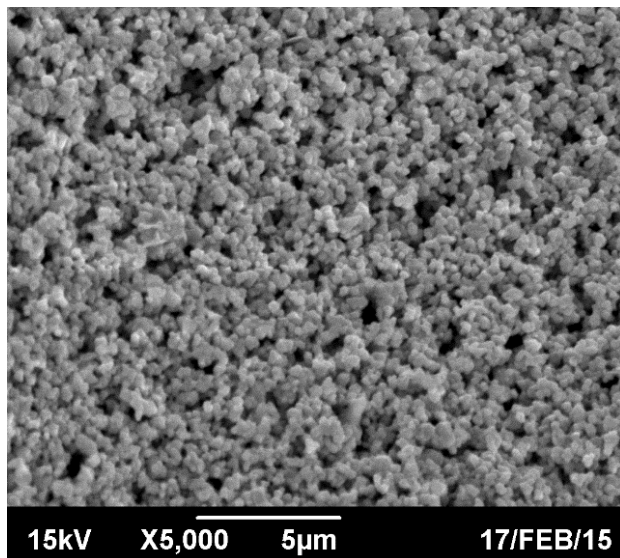


球状凸面 (19 mm Φ)

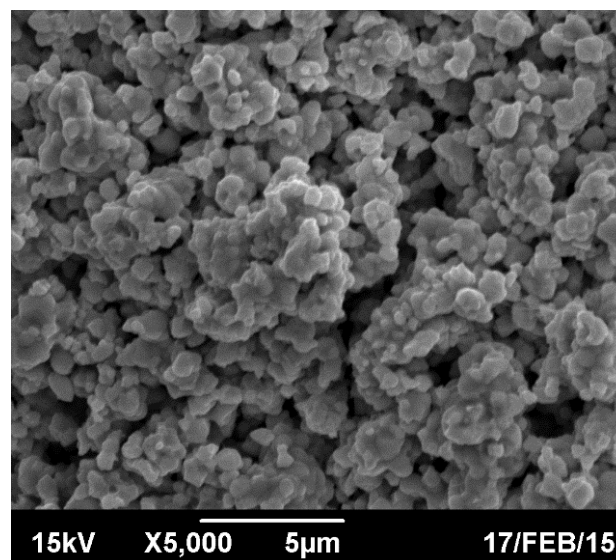


球状凹面 (19 mm Φ)

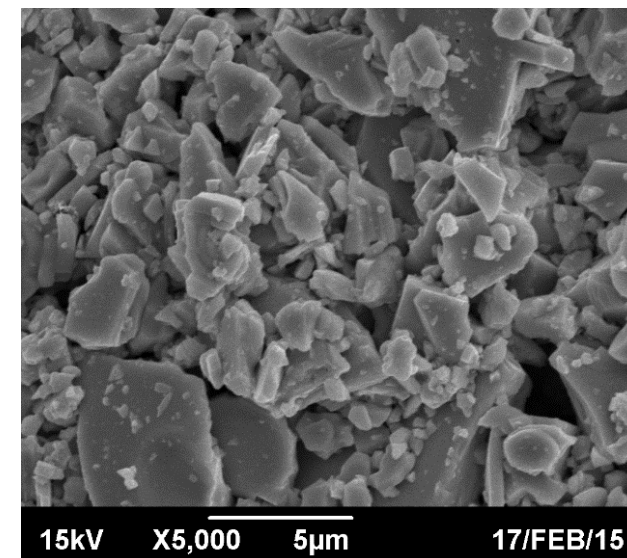
M. Kobayashi and C.-K. Jen,
“Piezoelectric thick bismuth
titanate/lead zirconate
titanate composite film
transducers for smart NDE of
metals”, Smart Materials and
Structures, vol. 13, no. 4,
pp.951-956, Aug. 2004.



PbTiO₃/PZT
Thickness: 70μm



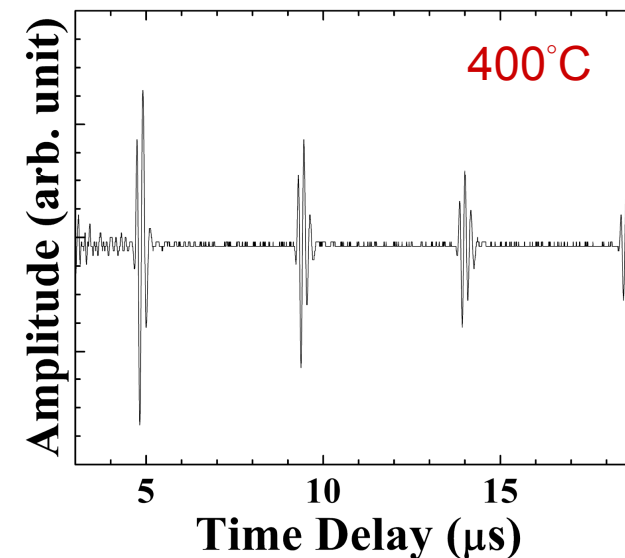
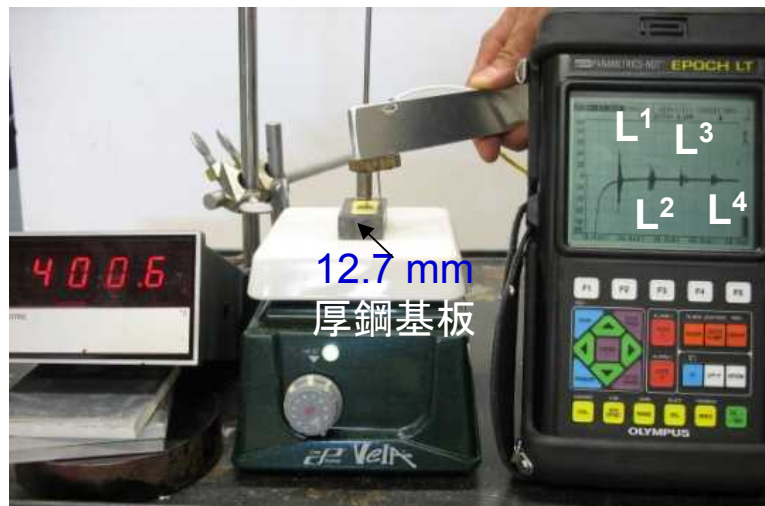
PZT/PZT
Thickness: 80μm



BiT/PZT
Thickness: 80μm

T. Kaneko, K. Iwata and M. Kobayashi, "Piezoelectric sol-gel composite film fabrication by stencil printing", IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Frequency Contr., vol. 62, no. 9, pp. 1686-1695, Sep. 2015.

➡ 多孔性により、高SN比、高耐熱衝撃性、曲面適合性を獲得



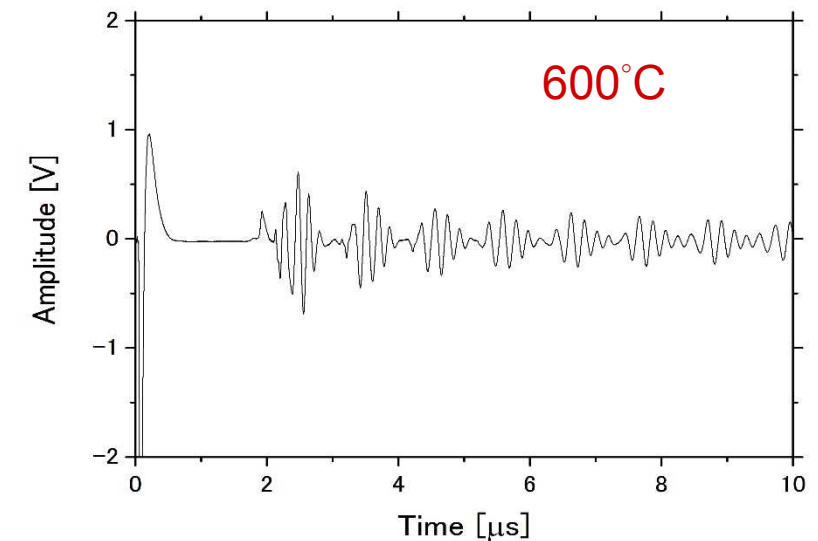
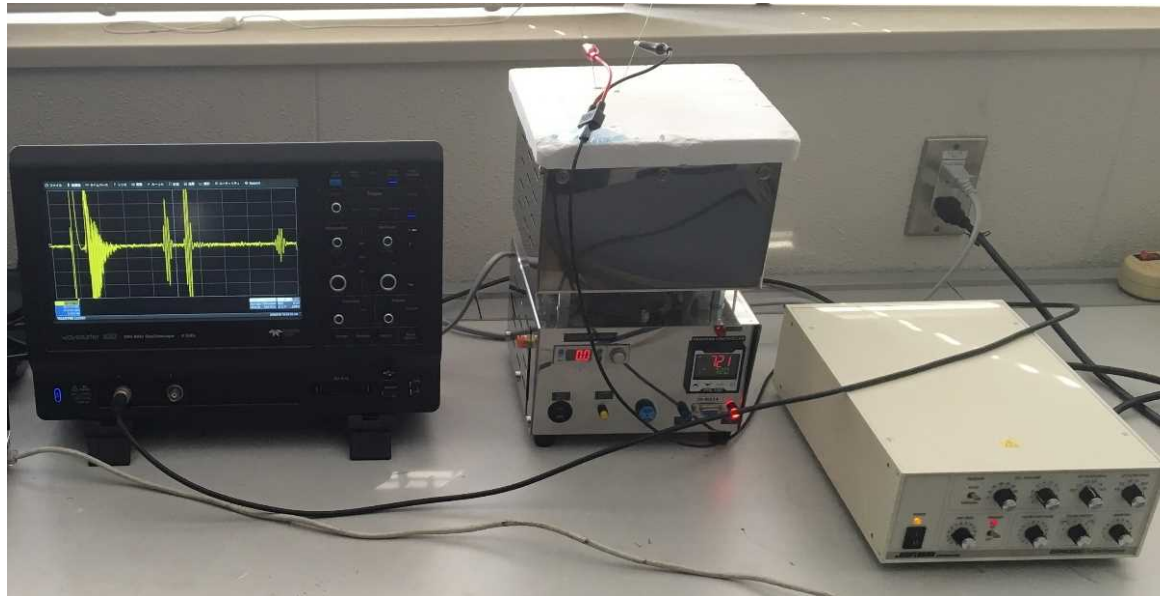
熱サイクル: 室温 ~ 400°C 約20分
 400°C保持 30分
 冷却 20-45分

375熱サイクル後、
 サンプルの劣化は検出せず

400°Cまで安定した動作保証

室温分極可能

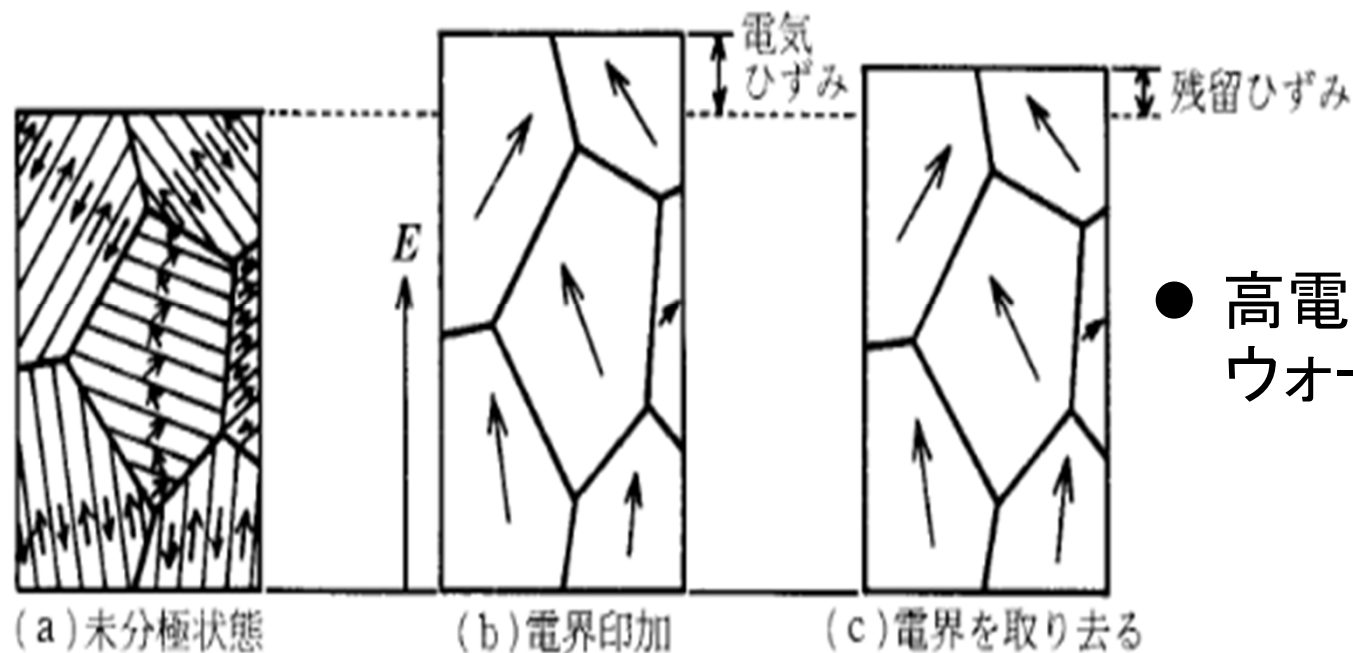
環境に有害な鉛を含んでいるため、高温長期運転に不安



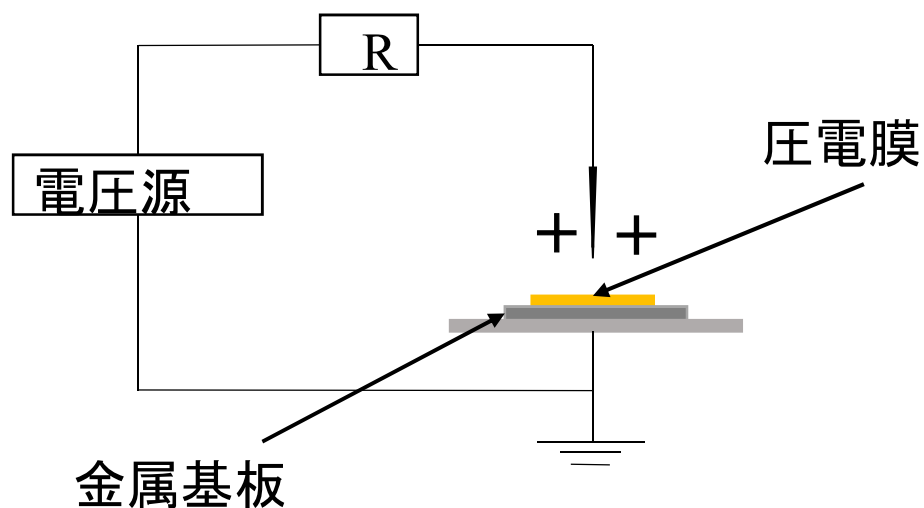
熱サイクル: 室温～ 600℃ 約30 分
600℃保持 5 分
冷却

3熱サイクル後、
サンプルの劣化は検出せず

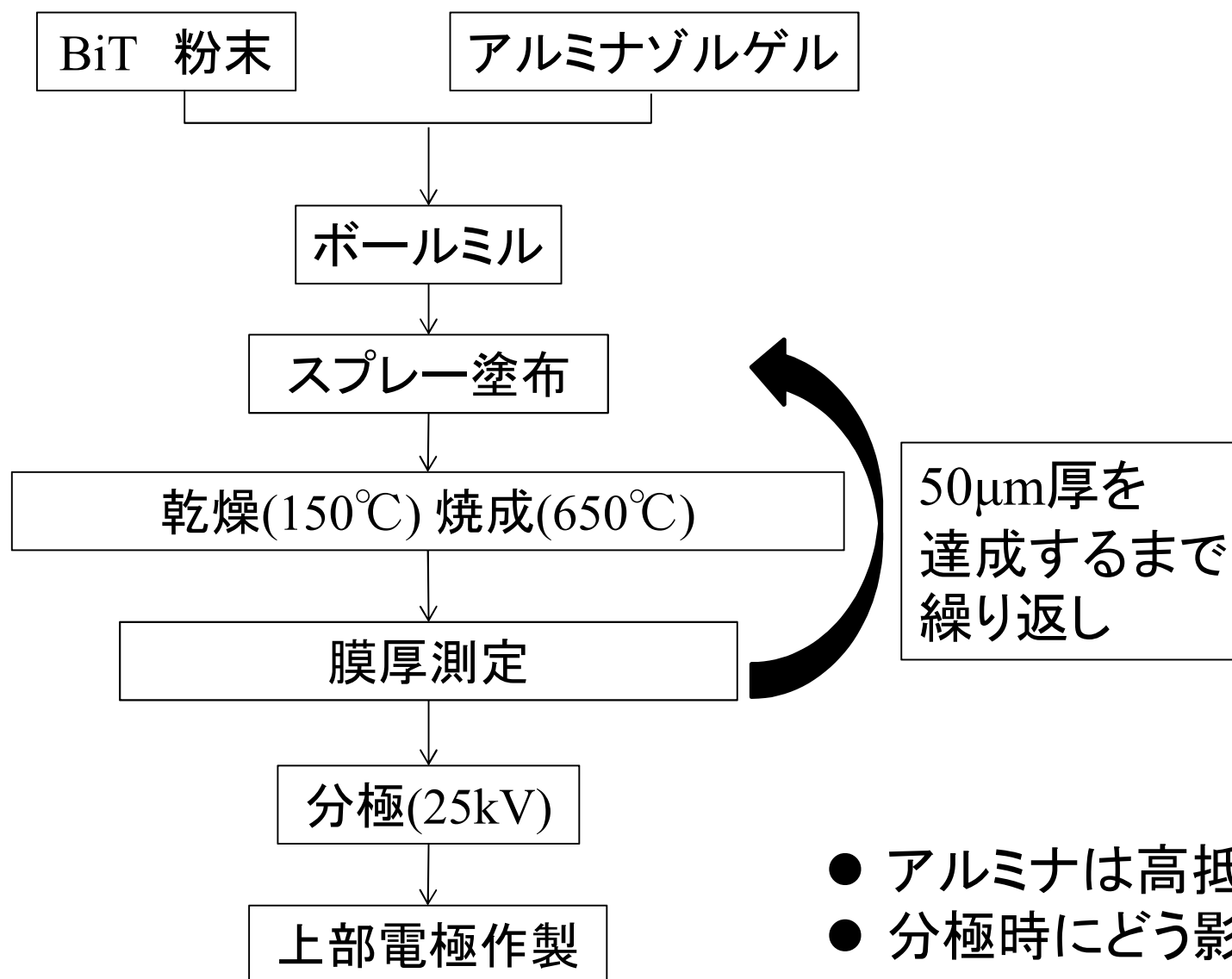
600℃まで安定した動作
非鉛材料
分極に高温を必要とする



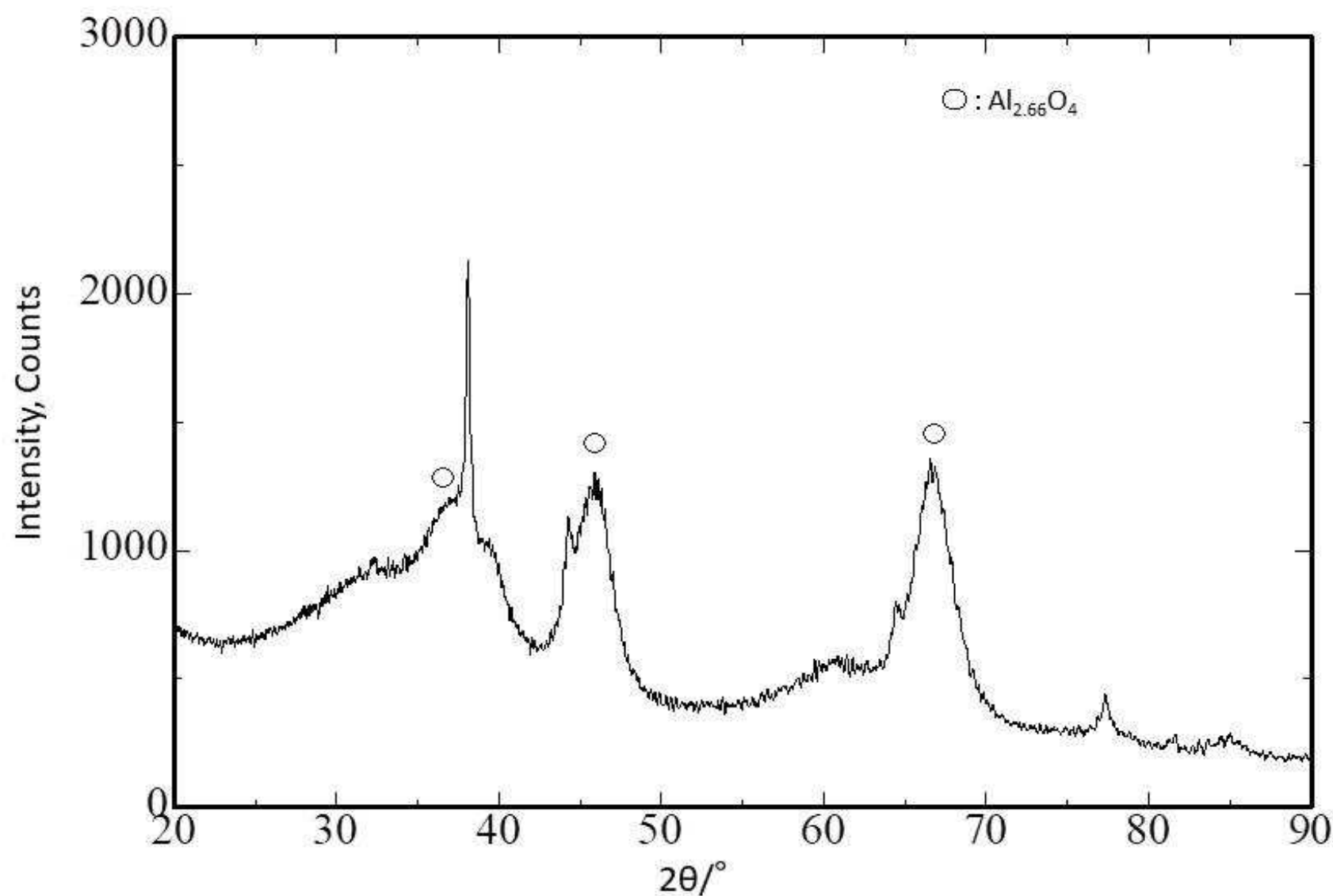
- 高電界を加えてドメインウォールの向きをそろえる

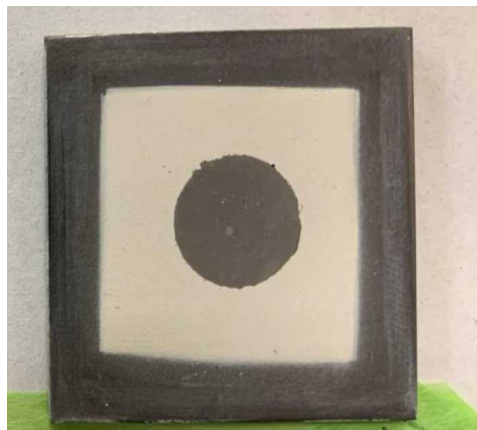


- ギルゲル複合体の場合、コロナ放電を用いている
- 高温が必要な場合、高コスト



- アルミナは高抵抗率かつ安価
- 分極時にどう影響？





Heating



RT → 100°C → 200°C → 300°C → 400°C → 500°C → 600°C

Cooling

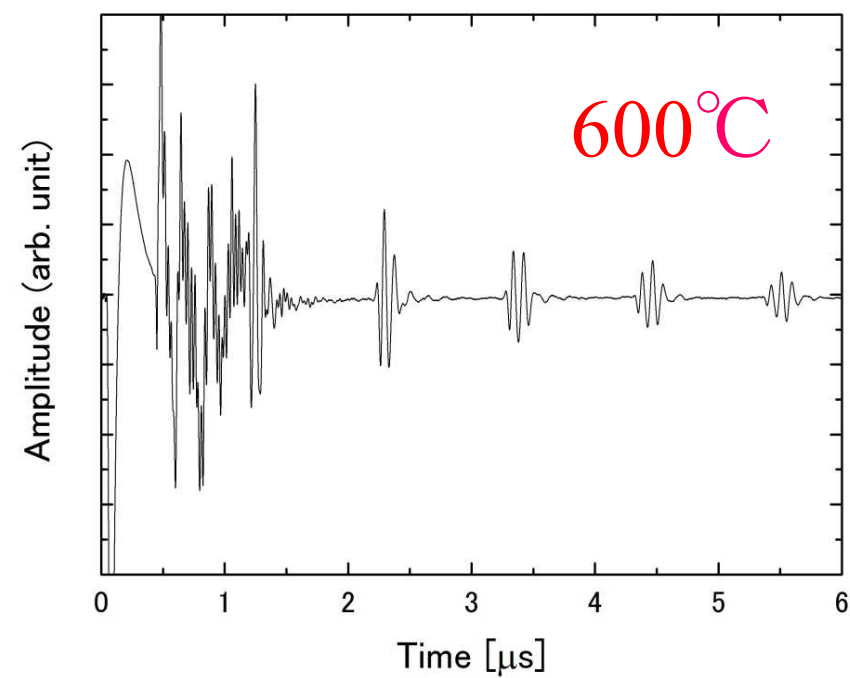
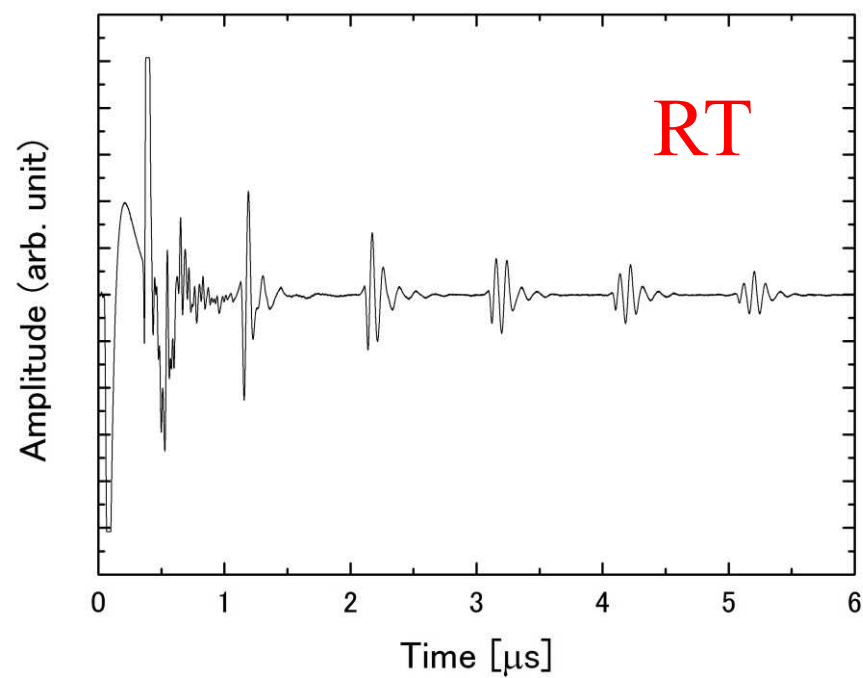


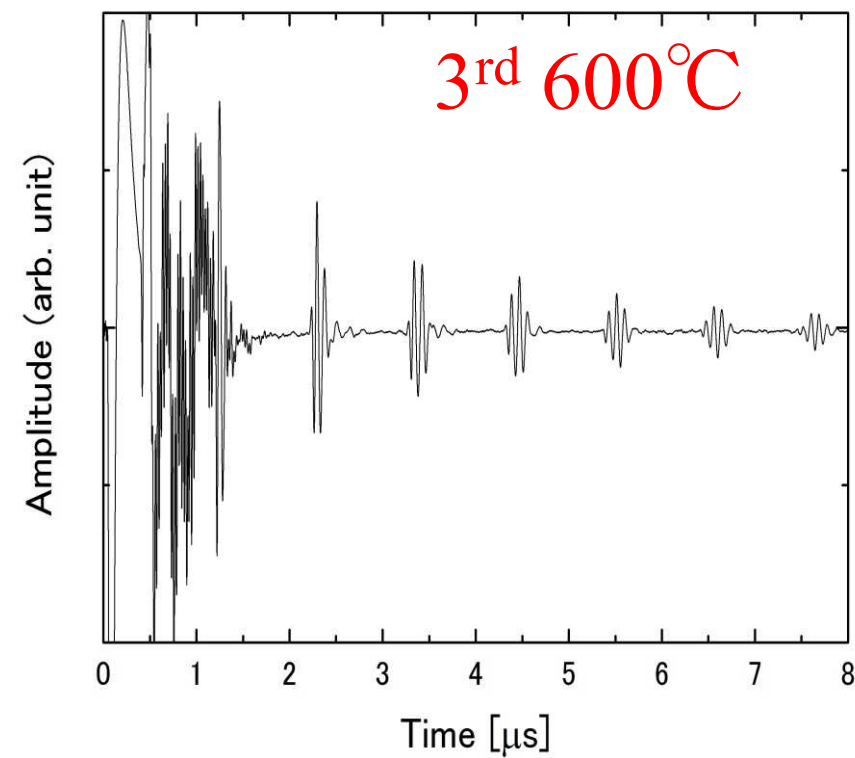
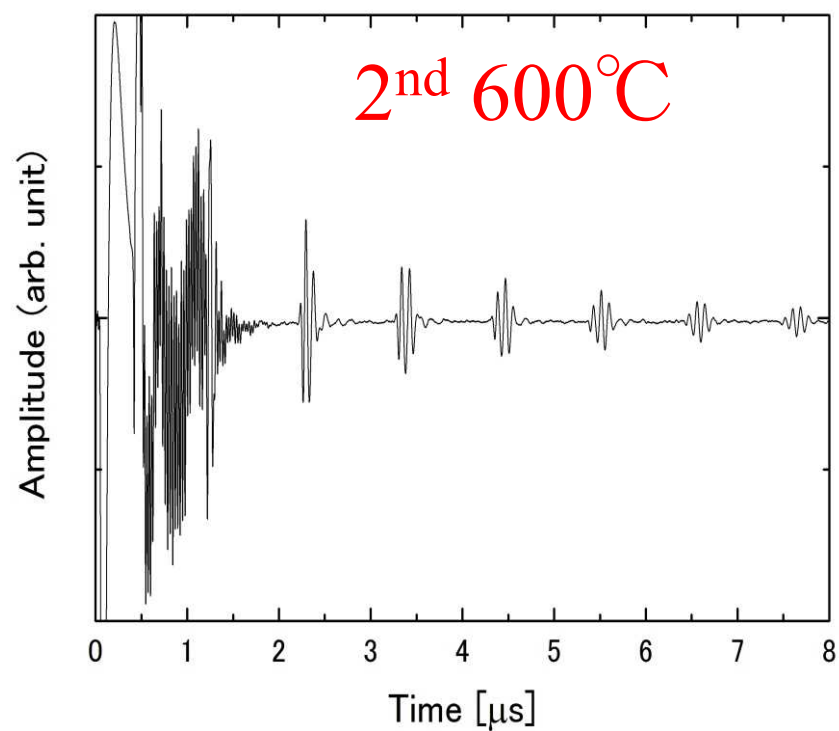
RT → 100°C → 200°C → 300°C → 400°C → 500°C → 600°C

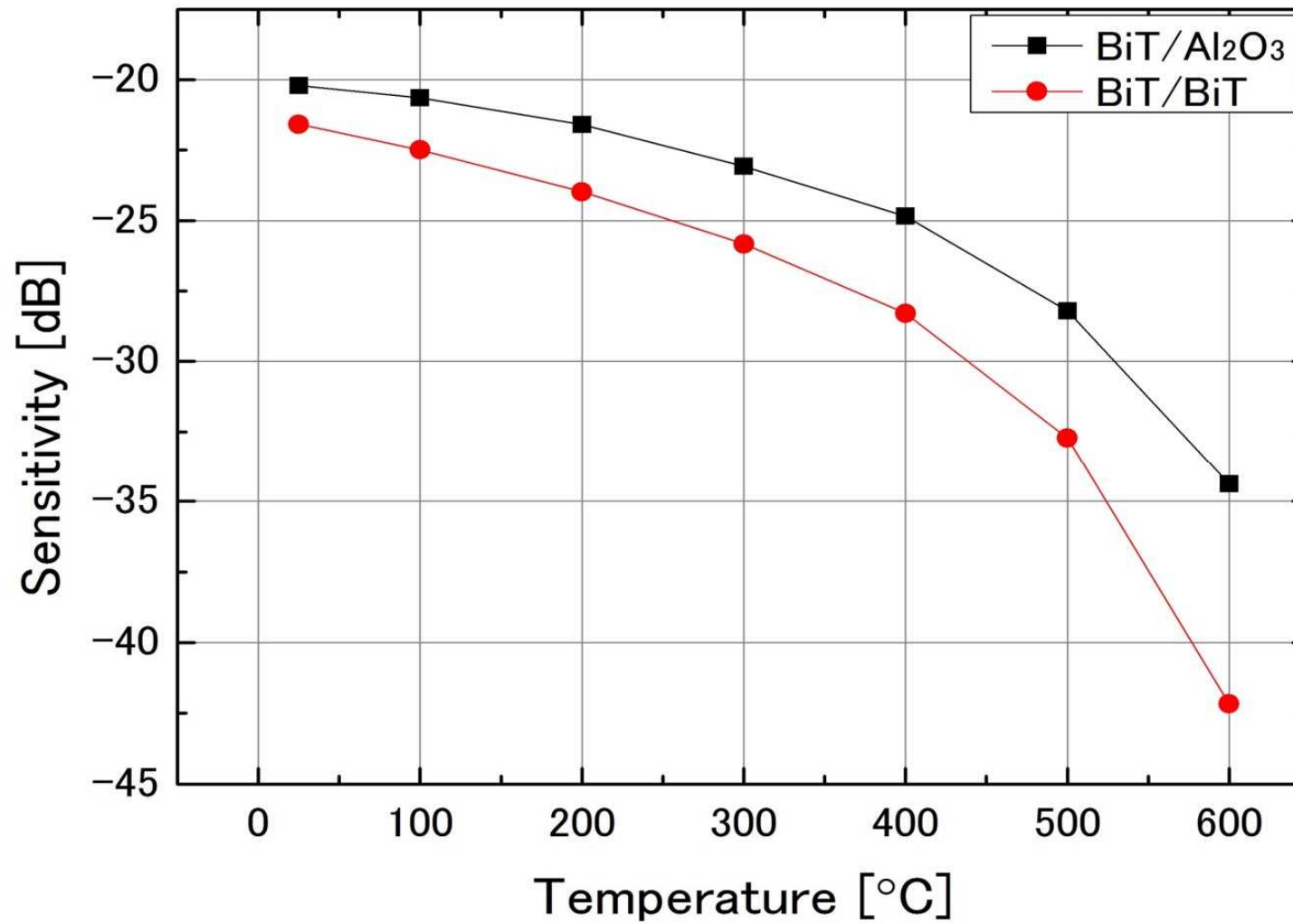
Cooling



RT → 100°C → 200°C → 300°C → 400°C → 500°C → 600°C







- 従来技術の問題点であった、完全非鉛材料での効率の良い分極に成功した。
- 高温で分極しなければならない既開発材料と同等の信号強度をもち、温度特性は改善された。
- 本技術の適用により、アルミナゾルゲルは安価で作製が容易であるため、低コスト化につながる。

- 本技術の特徴を生かすためには、工場内の大きな構造物への非破壊評価応用が考えられる。
- 上記以外に、低コストな高温超音波センサ応用も考えられる
- また、環境発電応用といった分野や用途に展開することも可能と思われる。

- 現在、短期的使用について超高温まで可能なところであることは解決済みであるが、長期使用の点は未解決である。
- 超音波センサの再現性向上のため、自動スプレー装置による成膜を行う予定である。
- 再現性、コスト面、耐熱性に優れた上部電極ならびに電氣的接続方法を探索中である。

- スマート工場を導入中の企業、高温下での超音波モニタリングを行いたい企業には、本技術の導入が有効と思われる。
- 上部電極、電氣的接続に関する技術を所有する企業からの情報提供・共同研究希望。
- サンプル提供可能。

- 発明の名称 : 膜基板生産方法及び基板
- 出願番号 : 特願2018-202318
- 出願人 : 国立大学法人熊本大学
- 発明者 : 小林 牧子、中妻 啓

- 2015年-2016年 X社と共同研究実施
- 2015年-2017年 Y社と共同研究実施
- 2014年- NEDO「次世代ロボット中核技術開発」
- 2019年- 大学発ベンチャー設立予定

熊本大学 熊本創生推進機構
主任リサーチ・アドミニストレーター
松浦 佳子

TEL 096－342－3145

FAX 096－342－3300

e-mail liaison@jimu.kumamoto-u.ac.jp