

## 199187 Maestría en Ciencias de los Materiales; Q. Fernando Soto Nieto, Dr. Héctor Camacho Montes

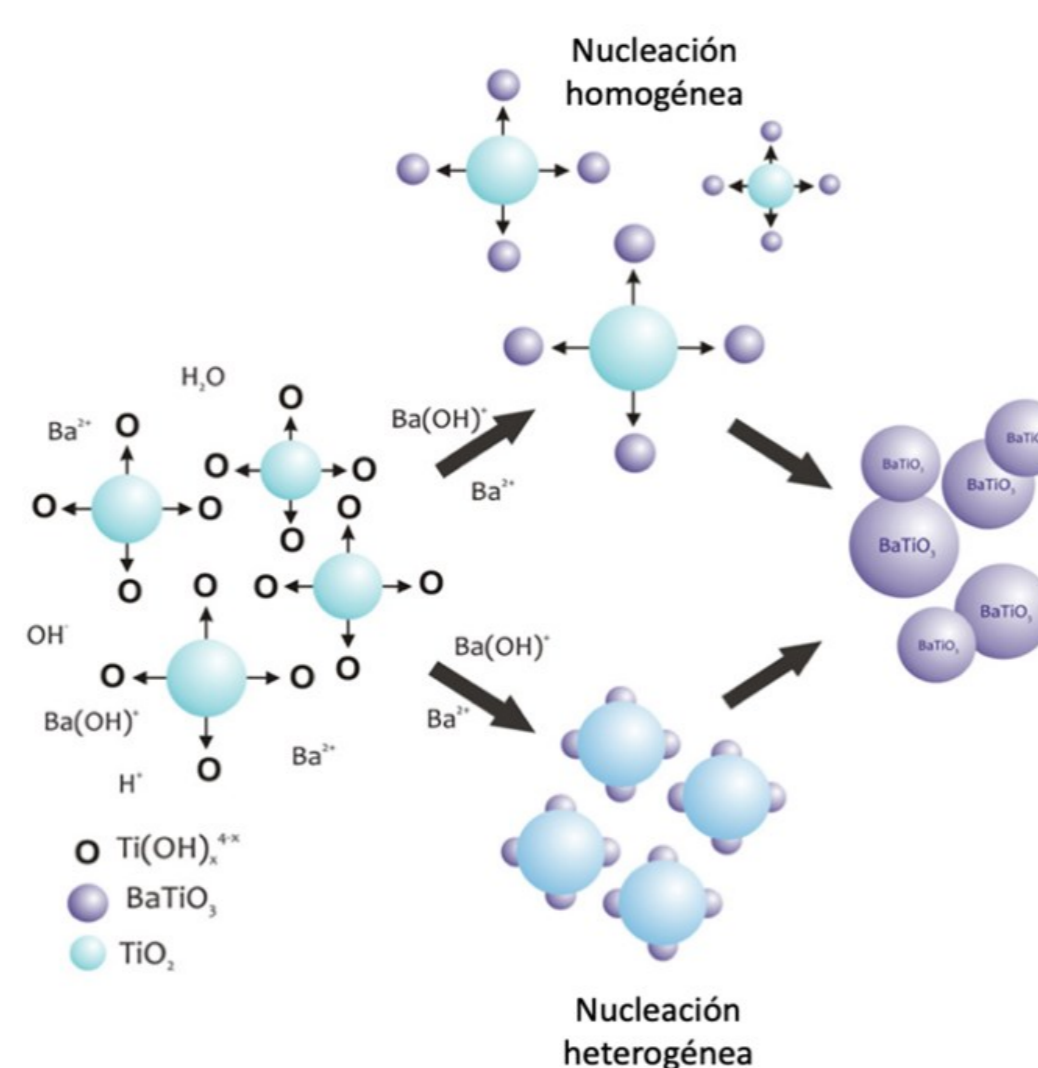
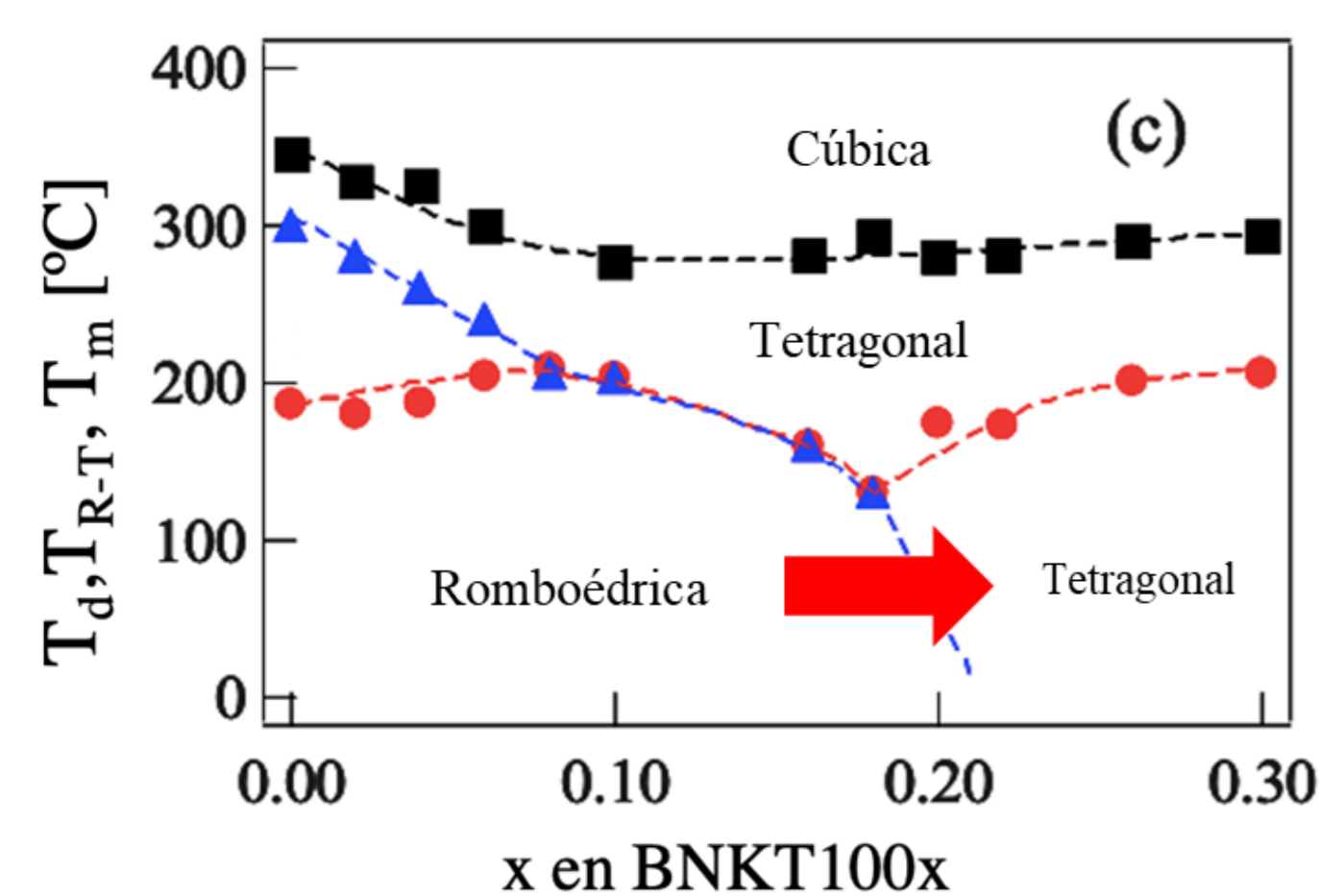
Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Av. Del Charro No.450 Col. Partido Romero 32310, Cd. Juárez

### RESUMEN

En medio de la búsqueda urgente de materiales que sustituyan a los cerámicos ferroeléctricos a base de plomo por alternativas más ambientalmente benignas, el sistema  $(1-x)\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$  (BNKT) es estudiado por sus formidables propiedades piezoeléctricas en composiciones alrededor de la frontera morfotrópica de fase. La síntesis hidrotermal plantea la obtención directa de BNKT de fase pura a menor temperatura de tratamiento, mayor velocidad de nucleación, nula fluctuación estequiométrica y menor costo que otros medios convencionales [1]. Pocos estudios ahondan en la influencia de varios parámetros del tratamiento hidrotermal y sus interacciones sobre las características del BNKT producido, de modo que la presente investigación propone su síntesis y el establecimiento de las relaciones que la rigen. El tipo de precursor ( $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  y  $\text{BiCl}_3$ ), concentración de mineralizantes ( $\text{KOH}/\text{NaOH}$ ), temperatura y tiempo de tratamiento figuran como las variables a modificar. Se espera encontrar variaciones en la morfología así como en la distribución del tamaño de partícula, entre otros efectos tras la variación de los parámetros de interés. Los polvos sintetizados se caracterizarán por microscopía electrónica de barrido, espectroscopía de rayos X de energía dispersiva, difracción de rayos X y espectroscopía Raman.

### INTRODUCCIÓN

La predominancia actual de sistemas con plomo, como  $\text{PbZrO}_3\text{-PbTiO}_3$  (PZT), en el mercado de piezoeléctricos ha llevado a la búsqueda de materiales alternativos que ostenten características comparables o superiores pero excluyan las consecuencias ambientales generadas por el plomo [2]. Se ha reportado que la combinación de titanato de bismuto y sodio con titanato de bismuto y potasio evidencia propiedades piezoeléctricas amplificadas en composiciones cercanas a la frontera morfotrópica entre las fases romboédrica y tetragonal. A diferencia de los métodos de síntesis de estado sólido y rutas químicas como sol-gel, la síntesis hidrotermal asegura la estequiometría del producto, inhibe la formación de aglomerados, favorece la obtención de fases cristalinas a baja temperatura, y prescinde de la calcinación y molienda, brindando un mayor grado de control sobre la morfología de los polvos cerámicos [3]. Sin embargo, las investigaciones en torno a la síntesis hidrotermal de titanato de bismuto, sodio y potasio (BNKT) son escasas y no existe constancia de un estudio que reporte la influencia de más de dos variables de proceso en las características microestructurales del producto. Los parámetros estudiados en la presente investigación son la naturaleza del precursor, concentración de mineralizantes, temperatura y tiempo de tratamiento.



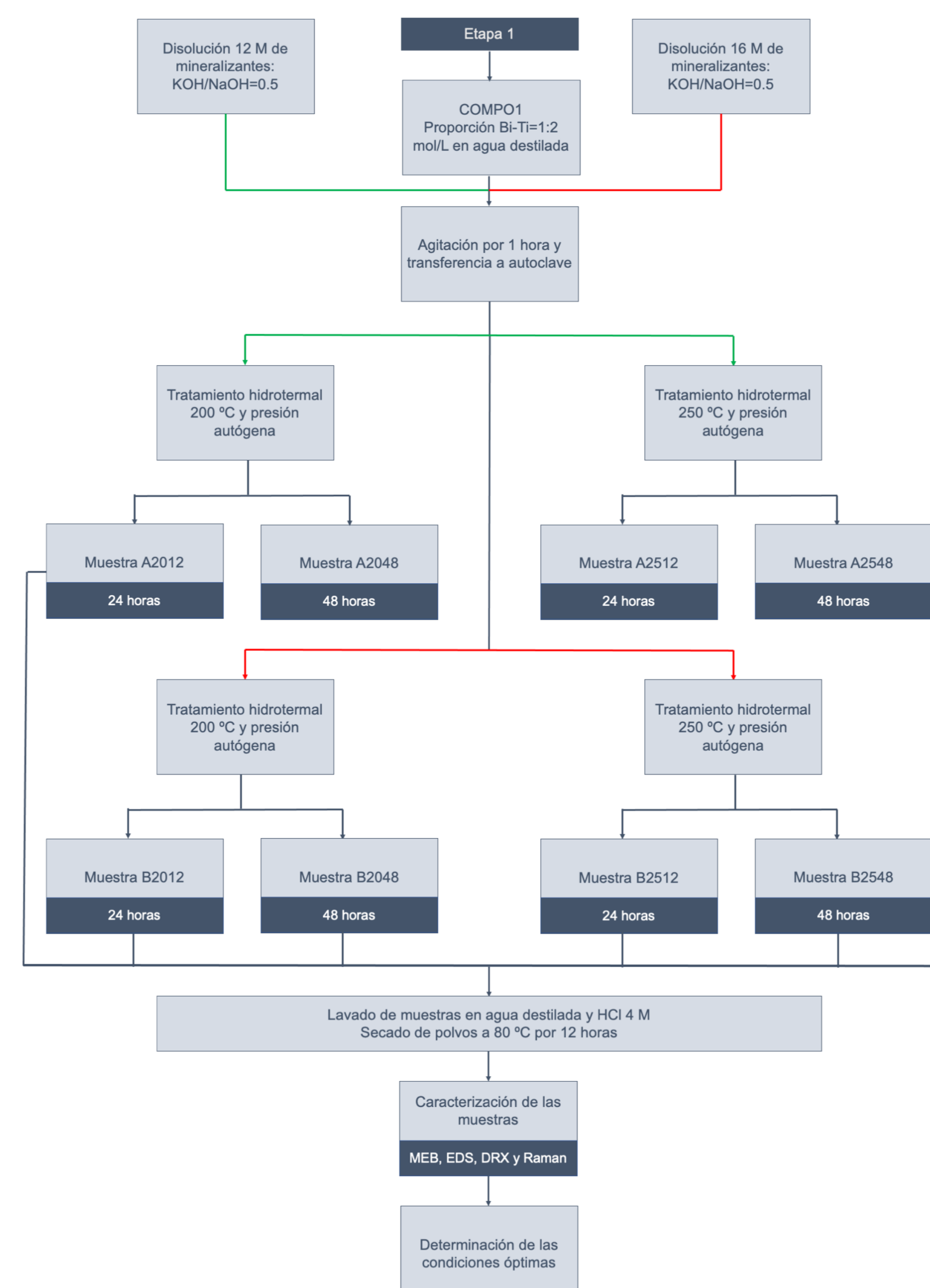
### OBJETIVO GENERAL

Sintetizar titanato de bismuto, sodio y potasio por el método hidroter-

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las condiciones óptimas de temperatura y tiempo para la síntesis de BNKT a partir de  $\text{TiO}_2$  y  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ .
- Identificar el efecto de los precursores y concentración de mineralizantes en BNKT a partir de  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  y  $\text{BiCl}_3$ .
- Establecer la relación entre las variables de proceso y la estructura de los polvos de

### METODOLOGÍA



Fuente Bi	Abreviatura
$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$	BN
$\text{BiCl}_3$	BCl

Fuente Ti	Abreviatura
$\text{TiO}_2$	TO

		200 °C		250 °C	
		24 h	48 h	24 h	48 h
COMPO1	KOH/NaOH 12 M	A2024	A2048	A2524	A2548
	KOH/NaOH 16 M	B2024	B2048	B2524	B2548
COMPO2	KOH/NaOH 12 M	C2024	C2048	C2524	C2548
	KOH/NaOH 16 M	D2024	D2048	D2524	D2548

### APLICACIONES

Los polvos de BNKT sintetizados por la ruta hidrotermal poseen una composición estequiométrica homogénea, estrés residual bajo y térmico nulo, y pueden obtenerse en morfologías variadas, lo que los hace aptos para aplicaciones piezoeléctricas y termoeléctricas. Concretamente:

- Actuadores piezoeléctricos
- Capacitores con capacitancia sintonizable
- Sensores de fuego, combustible, entre otros
- Transductores



### CONCLUSIONES

En esta temprana etapa se concluye que los efectos que las variables de proceso y sus interacciones ejercen sobre las características del BNKT sintetizado es mejor estudiado a través de un diseño de experimentos factorial completo, acotando los intervalos de tratamiento a los valores extremos de los parámetros.

### REFERENCIAS

- M. B. Ghasemian, A. Rawal, Y. Liu, and D. Wang, "Approaching Piezoelectric Response of Pb-Piezoelectrics in Hydrothermally Synthesized  $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)\text{TiO}_3$  Nanotubes," ACS Appl. Mater. Interfaces, 2018, doi: 10.1021/acsami.8b06312.
- K. Yoshii, Y. Hiruma, H. Nagata, and T. Takenaka, "Electrical properties and depolarization temperature of  $(\text{Bi}_{1/2}\text{K}_{1/2})\text{TiO}_3$ - $(\text{Bi}_{1/2}\text{K}_{1/2})\text{TiO}_3$  lead-free piezoelectric ceramics," Japanese J. Appl. Physics, Part 1 Regul. Pap. Short Notes Rev. Pap., 2006, doi: 10.1143/JJAP.45.4493.
- W. L. Suchanek and R. E. Riman, "Hydrothermal Routes to Advanced Ceramic Powders and Materials," in Ceramics Science and Technology, vol. 3-4, 2013





[3] R. L. Myer, "Parametric oscillators and nonlinear materials," in *Nonlinear Optics*, vol. 4 P. G. Harper and B. S. Wherret, Eds. San Francisco, CA: Academic, 1977, pp. 47-160.