

薄膜分極ドメインの高速イメージング

電極を用いない全光学的イメージング技術を開発中

- ▶ レーザー（高強度の光電場）を活用した配向性評価技術を提案
- ▶ 原理となる非線形分極と材料中の極性（配向）の相関を実証
- ▶ 窒化物圧電薄膜を用いて原理検証、顕微鏡技術と融合して高速イメージングの実現へ

研究の狙いとコア技術

- 高い機能性（圧電性、焦電性、強誘電性等）を有する材料の開発の効率化に貢献する光学技術の開発を目指します。
- これらの機能性材料は配向を持ち、配向の制御は高性能なデバイスの製造において重要です。
- 従来より、配向の観察には材料に電極を作製したり、プローブの針を接触させたりする必要があり、時間と手間がかかっていました。
- 本研究では、レーザーの特徴である「高強度の光電場」を活用し、機能性材料の配向を高速で可視化する技術に取り組みます。

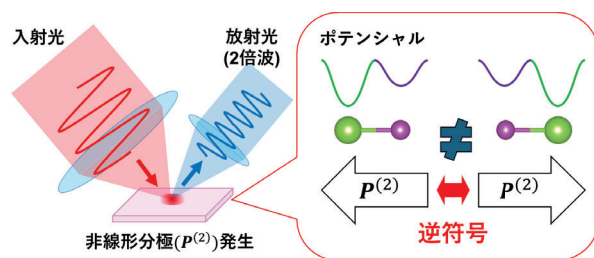
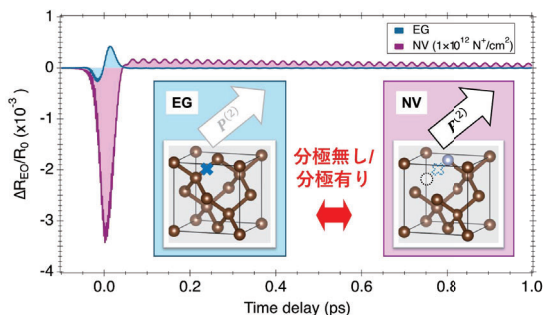


図1. 「高強度の光電場」により非線形分極($P^{(2)}$)が発生し、その符号を調べることで機能性材料の配向がわかります。

これまでの研究プロジェクトの成果紹介



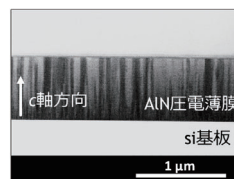
- ダイヤモンド中の非線形分極の発生を過渡的な反射率変化応答を介して調べました。（筑波大学博士後期課程在籍時の研究）
- 無極性なダイヤモンド(EG)、および、その中に極性を有する欠陥を形成したダイヤモンド(NV)で反射率変化応答を比較したところ、非線形分極の有無による大きな応答の違いがあることを発見しました。よって、非線形分極の強度が材料中の極性の強度を反映することを原理的に実証しました。
- 機能性材料の性能は分極との相関があるため、この原理に基づくことで非線形分極計測を性能評価に利用できる可能性が示されました。

図2. 極性欠陥の有無により、非線形分極の発生に由来する反射率変化応答が著しく異なることを観察しました。

今後の研究プラン

- 技術開発の方針として、まずは我々のチーム内でスパッタ法により作製されている窒化物圧電薄膜の配向性の評価を実現する技術を開発します。
- これまでの研究プロジェクトのように反射率変化応答を調べる以外にも、図1に示すような非線形分極による放射光(2倍波)の利用を検討します。
- 薄膜の配向制御には元素ドーピング技術が開拓されており、そのようなサンプルで予想される分極強度の変化・反転が見られるかどうか調べます。ノウハウを集めて、顕微鏡技術による高速イメージング実現に挑戦します。

材料の例:
ScAlN圧電薄膜
(→5G用高周波フィルタ材料)



開発装置のイメージ

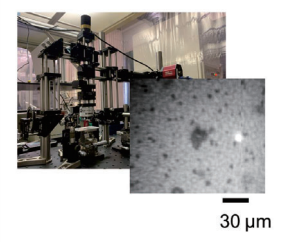


図3. 窒化物圧電薄膜の配向性の評価のイメージ