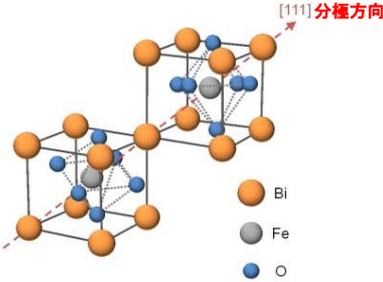


BiFeO₃ ～鉛を含まない強誘電体・圧電体～

圧電体・強誘電体として広く用いられているPb(Zr,Ti)O₃(チタン酸ジルコン酸鉛:PZT)は、有害な鉛を含むことから、代替材料の開発が望まれています。



BiFeO₃の結晶構造

BiFeO₃は、キュリー温度が高いこと(T_c ~830°C)、薄膜化により巨大な自発分極を示すことから、注目を集めている材料です。特に、PZTと比べて比誘電率ε_rが小さいにもかかわらず、圧電応力定数e₃₁が比較的大きいため、圧電方式の振動発電素子材料として期待されています。

しかしながら、優れた特性を発現させるためには、高品質な結晶にする必要がありますが、結晶化の際にBiや酸素が欠損(格子欠陥)し、絶縁性の低下など、特性の劣化を招きます。

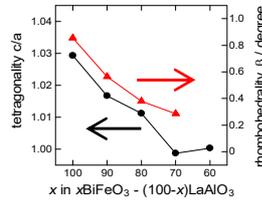
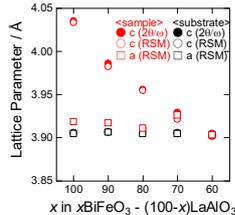
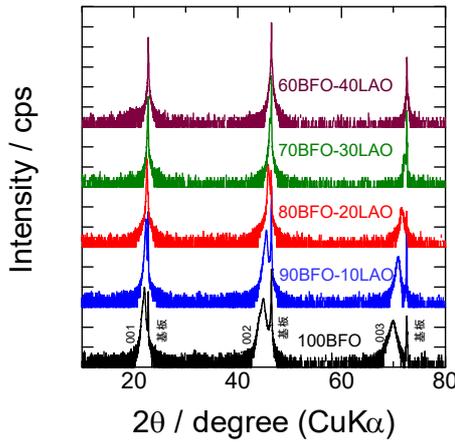
そこで、BiFeO₃の結晶構造を安定化させることで格子欠陥の生成を抑え、絶縁性に優れた強誘電体・圧電体とするために、LaAlO₃との固溶体を形成し、その誘電特性の評価を試みました。

パルスレーザー蒸着(PLD)法



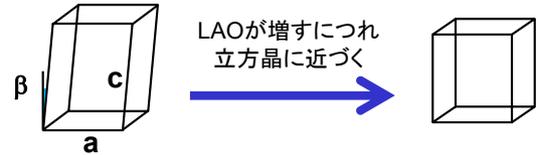
パルスレーザー蒸着(PLD)法は、パルスレーザーをターゲットに集光させ、その表面を瞬間的に蒸発させることを繰り返し、対向させた基板に薄膜を形成する手法で、ターゲットの組成を維持した薄膜が得られやすいという特徴を有しています。

結晶構造の変化

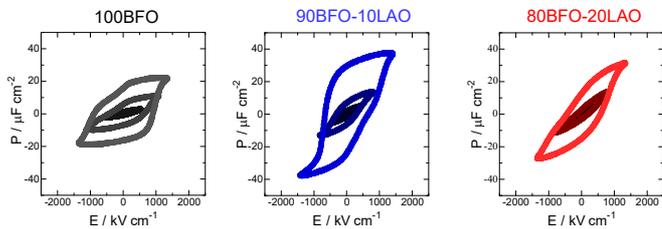


600°Cに加熱したNbドープSrTiO₃(001)基板の上に成膜したところ、BiFeO₃(BFO)にLaAlO₃(LAO)を加えたすべての試料で、ペロブスカイト型構造の(00l)反射のみが見られました。また、004面および103面近傍の逆格子空間マッピングの結果から、膜は基板に対してcube-on-cubeでエピタキシャル成長していることがわかりました。

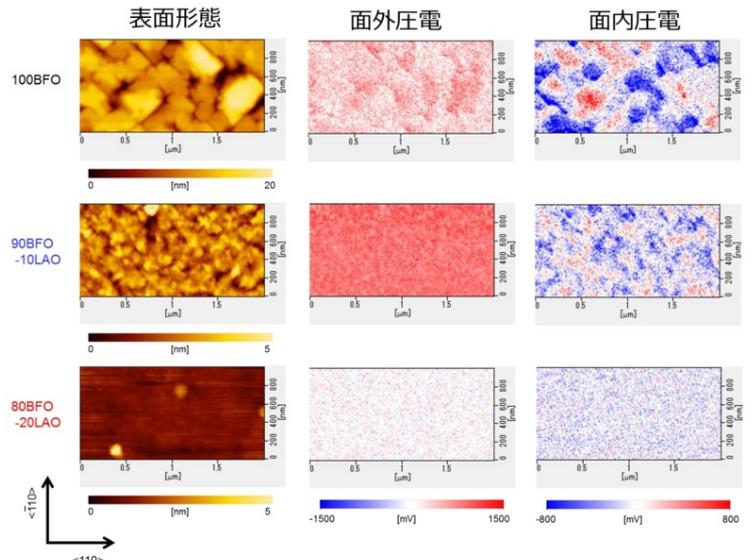
ピーク位置から算出した面外方向の格子定数は、LAO量が増すにつれて小さくなっています。また、正方晶歪(c/a)と菱面体晶歪(β)もLAO量の増加とともに小さくなりました。



強誘電体・圧電体としての特性



LAOを添加することで、膜表面の平坦性は大きく改善されるとともに、結晶粒が微細化されました。また、面外方向の圧電応答が大きくなる一方、面内方向の圧電応答は小さくなり、ドメインも小さくなりました。これは、LAOを添加することで菱面体晶歪が小さくなり、優勢な分極方向が<111>から<001>になったためではないかと考えられます。さらにLAO量が増えると、膜表面はより平坦となりましたが、圧電応答が見られなくなりました。分極-電場ヒステリシスでは残留分極が見られていることから、膜表面に何らかの常誘電相の生成していることが示唆されます。



本研究は、大阪府立大学 藤村紀文教授・吉村武准教授との共同研究です。