

電子 情報工学専攻	学籍番号	023345	指導 教員	井上 光輝
申請者 氏名	山口 貴志			内田 裕久

論文要旨 (博士)

論文題目	エアロゾルデポジッション法による PLZT 薄膜の形成と応用
------	--------------------------------

(要旨 1,200 字程度)

電気光学 (Electro-optic: EO) デバイスに応用するため、透明で EO 効果を示す PLZT $[(\text{Pb}_{0.91}, \text{La}_{0.09})(\text{Zr}_{0.65}, \text{Ti}_{0.35})\text{O}_3]$ 膜を ITO $[(\text{InO}_3)_{0.9}, (\text{SnO}_3)_{0.1}]$ などの透明導電膜で挟み込んだ ITO/PLZT/ITO 積層構造が提案されている。大きな変調量を得るためには数 μm から数十 μm の厚さをもつ良質な PLZT 膜が求められるが、ITO 多結晶膜にペロブスカイト構造の複合酸化物である PLZT を従来の成膜手法で得ることは困難であった。本研究では、数 μm から数十 μm の膜の形成に適した、エアロゾルデポジッション (Aerosol deposition: AD) 法によって PLZT 膜を成膜し、この PLZT 膜を利用して EO 変調器の試作を行なった。

PLZT 結晶性微粒子を加速して基板に衝突させて成膜する AD 法を用いて、PLZT 膜をガラス基板上に成膜した。成膜直後の PLZT 膜は、X 線回折ピークの位置が低角側へシフトしたことから、PLZT 膜の結晶(100)面に 1.5 %の歪が生じたが、これは AD 法による成膜時に結晶性粒子が機械的な衝撃を受けるために発生したものであると言える。この PLZT 膜の結晶歪みは、450 °C 以上の熱処理することによって取り除くことができた。600 °C の熱処理では、AD 法によって作製した PLZT 膜の飽和分極値は約 25 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ まで達した。AD 法で使用する PLZT 粉末の直径は、作製した PLZT 膜の光損失の大きさに影響することを見出した。PLZT 粉末は、ボールミリング処理と上澄み除去処理によって粒子の平均直径を制御した。上澄み除去処理の結果、直径 0.2 μm 以下の粉末を取り除いて成膜を行った場合、光波長 780 nm において PLZT 膜の吸収係数は $3.4 \times 10^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ まで低減させることができた。

AD 法によって作製した PLZT 膜を用いて、EO 変調器を試作した。その膜構造は、 $(\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2)^2/\text{ITO}/\text{PLZT}/\text{ITO}/(\text{SiO}_2/\text{Ta}_2\text{O}_5)^8/\text{Quartz}$ で、2つの誘電体多層膜の間に欠陥層として ITO/PLZT/ITO 積層膜が導入されており、光学スペクトル中に、急峻に反射率が増加する局在モードが発現する。2つの ITO 電極の間の PLZT 膜に電界を印加することで膜の屈折率が変わるため、欠陥層の光学膜厚によって設計される局在モードの中心波長をシフトさせることができ、反射率を変化させることができる。PLZT 膜に 400 kV/cm の電界を加えることによって、局在モードの中心波長を約 1.0 nm シフトさせることができ、そして波長 777 nm において反射率変化 7.2 % が得られた。

さらに AD 法による PLZT 膜作製プロセスを用い、EO 変調器の上部透明電極をピクセル状に形成することによって、2次元に配列した 2×2 個のピクセルを持つ電気光学空間光変調器 (Electro-optic spatial light modulator: EOSLM) を試作した。1つのピクセルに 400 kV/cm の電界を印加することによって、反射光の輝度が増加することを確認できた。本研究によって、電圧駆動型の電気光学を利用した空間光変調器が実現可能であることが明らかになった。