

結晶性酸化亜鉛系薄膜を用いた光電子メモリーの研究

Study of the optoelectronic memory using the crystalline zinc oxide-based thin films

青木 孝憲(AOKI Takanori)

本研究の目的は、酸化物薄膜を用いて新規な超高密度情報ストレージデバイスの開発およびシステムの構築を通して光電子メモリー効果の研究・開発を行うことにある。情報処理システムが高性能化すれば蓄えられる情報量は膨大になり、特に本研究で目指す情報処理システムでは、情報処理を行うための信号処理システムが光ベースで行なうことを目指すため処理速度は従来の電子を扱う情報処理システムと比較し格段に高速化され、それに伴う情報の蓄積量は飛躍的に増大する。その要求を満たすためには従来の記録デバイスでは限界が生じ、新規な発想に基づく情報ストレージシステムの構築が不可欠となるため、以下の新規なシステムを考案した。このシステムで従来のメディアと大きく異なる点は、多層積層構造であることとレーザー光による光記録システムと電界印加効果を融合させた画期的な情報記録システムである。まず結晶性酸化亜鉛系薄膜を用いた光電子メモリーにおいて、光記録層および透明導電膜を実際に積層させ、その問題点を探った。成膜には既存の PLD (レーザーアブレーション) 実験装置を活用した。一般的に光ディスクで用いられる半導体レーザーの波長は青紫色の 400 nm から赤色の 600 nm 程度であるため、可視光域で透明な ITO 透明導電膜(バンドギャップ 3.75 eV \approx 330 nm の吸収端波長のためレーザー光は吸収されない)や酸化亜鉛系透明導電膜(バンドギャップ 3.37 eV \approx 368 nm)が使用可能となるが、本研究の電極材料については従来から使われている ITO (酸化インジウムスズ) はインジウムの枯渇・毒性の問題があるため酸化亜鉛系を用いた。膜厚を極限まで薄くしなければならぬため室温で透過率が大きく抵抗率の低い膜が要求されるため結晶性が重要となる。次に膜厚は 50 ~ 100nm 程度で透過率は 85% 以上を保ち抵抗率は $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ オーダー、表面平均荒さ Ra の値は、0.5 nm 以下を目標とした。また、光電子メモリーの透過率は総膜厚 1000 nm ~ 3000 nm とした場合、80% 以上の透過率の薄膜を作製する必要がある。そこで申請者らが独自に開発した。たとえばスプリットターゲット方式などの独特の工夫を施した PLD 法で研究を進め、大きな研究成果を挙げることができた。しかしながら、光ディスクの基板の多くはポリカーボネートのため、また記録膜材料は一般的に熱に弱い透明導電膜は室温で、且つ堆積時に記録膜にダメージを与えず、さらにノイズレベルを抑制するため表面形態が平滑な成膜技術が必至となる。また膜厚が数十 nm しかないため出来る限り低抵抗率を有する透明導電膜の作製が要求される。この点、光ディスク程度の大きさでは大面積化技術がそれほど必要でないため申請者らが長年取り組んでいる PLD 法は有効な作製手法と思われ、次に示す多くの研究成果に繋がった。

これらの研究成果は、たとえば、J. Vac. Soc. Jpn., Vol. 55, No. 3, (2012) pp. 112-114. など 4 編の学術論文(査読付き)に掲載されている。尚、本研究の一部は大阪産業大学産業研究所平成 23 年度分野別研究費で行った。