

結晶性酸化鉛系薄膜を用いた光電子メモリー効果の研究

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

鈴木 晶雄(SUZUKI Akio)

本研究では、結晶性酸化鉛系薄膜を用いた光電子メモリーにおいて、まず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。単層膜では問題が生じないが積層した場合特有の現象の起源、特に結晶性について既存の FIB, TEM などを駆使し詳細な界面情報を得て、成膜段階まで遡って問題解決をはかった。また、光記録膜の測定評価システムでは、選択した膜へのアドレッシングが電界により可能となった場合の光学機構の制御などの問題点を探った。具体的には、フォーカシング(焦点合わせ)が従来通りの手法で通用するかなどである。さらに積層化技術および電界印加技術の成果を反映し、多値記録の研究を同時に展開した。ここでのキーテクノロジーは二つに集約され、ひとつは透過率変化を段階的に電界で制御できること、次に透過率変化を多値情報として制御系で読み取ることである。これらの研究成果を統合して積層構造の光電子メモリーを作製し、光記録特性における基礎特性測定を行った。ここでは、各層間のクロストークが最も懸念されるが、その解決法として第 3 の膜の必要性が挙げられるので検討を試みた。また、若干のクロストークを無くすことは出来ないと予想されるため、読みとり機構においてソフト的な対応の可能性を探った。次に多値記録の基本実験に着手し、まず書き込みレーザードットの透過率変化が印加した電界に相関があるかを確認した。以前に酸化物光記録膜を作製し、透過率差 50%以上(5%きざみで 10 進法が成立する値)の高い値を示す材料を見出しているため、そのノウハウを駆使し基礎実験を進めた。また、反射率が数%きざみで 10 段階に分離できるかは読み取り側の制御技術に大きく依存するため、その基礎特性を測定した。本研究では成膜に既存の PLD(レーザーアブレーション)実験装置を活用した。電極の透明導電膜については、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ない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。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。光記録膜では、EC(エレクトロクロミック)材料の酸化物薄膜の一種(WO₃: 三酸化タングステン)を 20~50 nm の膜厚に誤差 5%以内で成膜し、特に積層時の障害となる表面平均荒さ Ra を 0.8 nm 以下の平坦な膜生成を目指した。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、研究成果を上げることができた。

これらの研究成果は、たとえば、J. Vac. Soc. Jpn., Vol. 53, No. 5, (2010) pp. 361-363. など 3 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 22 年度分野別研究費で行った。