

日立中研 浅井彰二郎 丸山瑛一

1. 緒言

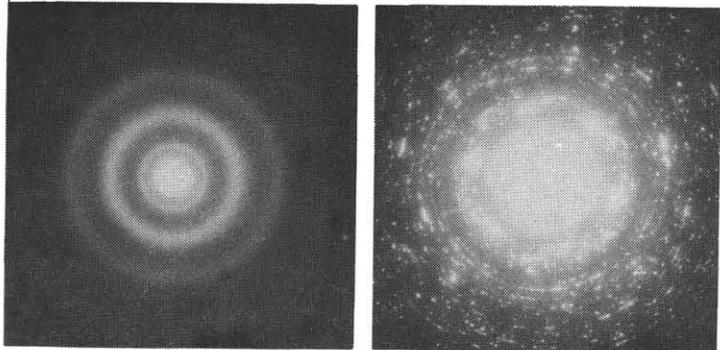
非晶質半導体の多くが電流制御型のスイッチング特性と、可逆的記憶特性を示すことは広く知られている。この記憶特性がスイッチング後の大電流によるジュール熱の結果起る非晶質-結晶相転移にもとづいていることもほぼ明らかにされている^(1,2)。記憶特性が相転移のジスキ熱的機構によるものならば、ジュール熱以外の加熱手段、たとえば光、電子線等によって無電極的にこれを制御することが可能と考えられる。本研究は非晶質半導体の光によるスイッチングならびに記憶作用を調べ、その新たな振舞いを探索したものである。

2. 実験方法

As₅₀, Te₃₀, Ge₂₀ を原子比で含む混合物を石英アンブル中に真空封入し、攪拌しつつ1000°Cに18時間以上保った後急冷し非晶質半導体原料を得た。これを透明石英板、単結晶シリコンウエハ等の上に約1000Åの厚さに蒸着した。光照射にはビーム径約3mm、出力約3Wの連続動作CO₂レーザ(10.6μ)またはKrレーザ(6470Å)を用いた。照射前後の試料について、電子線回折、電子顕微鏡観察、X線マイクロアナライザ(XMA)による成分分析、電気抵抗の測定、可視および赤外光透過特性の測定を行った。

3. 実験結果

図1(a)はレーザ光照射前の、(b)はCO₂レーザ照射後の同じ試料の透過電子線回折写真である。レーザ光照射によって薄膜が結晶化したことはこの図から明らかである。また電子顕微鏡観察から、結晶化した部分は最大粒径約0.5μmの細粒からなっていることがわかった。

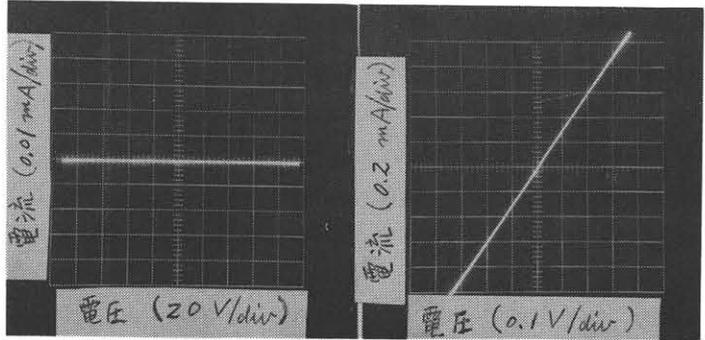


(a) 蒸着したまま (b) レーザ光照射後

図1. As-Te-Ge 蒸着薄膜の透過電子線回折写真
 図1(b)の回折写真から、考之うる単純な結晶との同定を試みたが、As₂Te₃, GeTe, As₂O₃, TeO₂, GeAs, GeAs₂ などのいずれとも同定できなかった。レーザ光照射によって結晶化したスポットを横切ってXMA分析を行った結果では、照射条件によっては著しい組成の変化なしに結晶化させることが可能であることがわかった。薄膜試料を結晶化させるに必要な熱量密度は基板の熱伝導度大きく依存するが、石英板の場合には約 $1 \times 10^2 \text{ J/cm}^2$ であった。なおKrレーザを集光させることによって、結晶化スポットの径は50μmにまで小さく

とができ、このスポットによって薄膜上にパターンを描かせることが可能である。

ガラス板上に蒸着したままの薄膜と、これにレーザ光を照射し結晶化したスポットを得たものについてタンゲステン針を電極として電気抵抗を比較した。その一例を図2に示す。タンゲステン針の間隔は2.5 mmである。レーザ光を照射した部分の抵抗はもとの非晶質部分に比して少くとも 10^6 倍低いことがこの回から明らかである。このような電気抵抗の大きな変化は、電流で記憶状態に変化させた場合によく対応している。



(a) 照射前 (b) 照射後
図2. レーザ光照射前後の電気抵抗の変化

蒸着したままの薄膜試料、これにレーザ光を照射し十分均質な結晶化部分の得られたもの、および原料インゴットから切り出し平行鏡面研磨した薄板試料(厚さ約200 μ)の3種類について測定した分光透過特性を図3に示す。薄板試料の場合にはバンドギャップに相当する基礎吸収端が1.7 μ 付近に見られる。これより長い波長域ではいずれの試料の透過率もほぼ一定なので、この領域で吸収を無視して屈折率を求めると非晶質試料の屈折率は約4.4、結晶化したものでは屈折率が約30%減少していることがわかる。

このような屈折率の変化は相転移の結果原子の結合状態が変り、格子および自由電子誘電率が変化したことによるものと考えられる。

4. 結論

非晶質半導体薄膜をレーザ光照射によって結晶化させることができるとおよびその結果電氣的、光学的

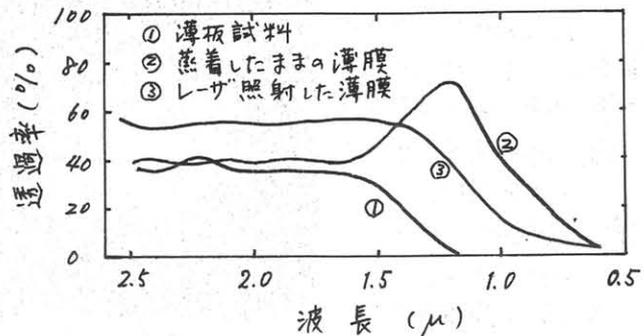


図3. As-Te-Ge 試料の分光透過特性

性質が大きく変化するを見出した。結晶状態から非晶質への逆転移は、電氣的には大電流パルスによって可能なことが知られているので、光による場合もQスイッチレーザ等によって可能と思われる。したがって非晶質半導体を、電氣的にも光学的にも書き込みと読み出し可能な光メモリや光空間変調器として応用することができると考えられる。

- 1) S. R. Ovshinsky, *Phys. Rev. Letters* 21, 1450 (1968) (1970年3月)
- 2) 菊池誠ほか, 利回圓体電子コンファレンス講演6-4 (Proc. p.203), 17回応物学会講演^{31A1}~A4