放電を用いた $Ge_2Sb_2Te_5$ 薄膜の相変化現象

Phase Change Phenomenon of $Ge_2Sb_2Te_5$ Thin Layer Induced by Electric Discharge

東北大通研[1]，豊島製作所[2]，産総研[3] ○(B)森田 爽[1]，坂井 穣[2]，桑原 正史[3]，片野 諭[1]

RIEC, Tohoku Univ.[1], Toshima Manufacturing Co., Ltd.[2], AIST[3], ○So Morita[1], Joe Sakai[2], Masashi Kuwahara[3] and Satoshi Katano[1]

E-mail: so.morita.q2@dc.tohoku.ac.jp

Ge-Sb-Te に代表されるカルコゲナイド半導体は、外部刺激によってアモルファスと結晶の状態間を可逆的に遷移させることができる。このような構造変化によって光学的、電気的性質が大きく変わることを利用した相変化型不揮発性メモリーの実現が期待されている。通常、パルスレーザーやパルス電源により二状態間遷移が実現されているが、より簡便な方法による相変化の確立が求められている。そこで本研究では放電処理による局所加熱によって $Ge_2Sb_2Te_5$（GST）薄膜の相変化を誘起することができないか検証した。

Si 基板上にマグネトロンスパッタ法で厚さ 100 nm の GST 層を堆積し、アモルファス GST 薄膜試料を得た。室温、大気中の環境で帯電させた鋼鉄製の針を GST 薄膜基板に近づけ放電を起こし、試料を加熱した。この GST 薄膜基板の表面構造を走査電子顕微鏡（SEM; 加速電圧: 10 kV）と顕微 Raman 分光法（波長: 532 nm、ビーム径: 1 μm、パワー: 0.4 mW/μm^2）を用いて調べた。

コンデンサ（容量 2 mF）に電圧（32 V）を印加して電荷を蓄積し放電処理を行ったところ、針直下の試料表面に直径 0.3 mm の領域で色相の変化が観察された(Figure 1(a))。その色相変化した境界付近の SEM 像を Figure 1(b)に示す。大きさ 5−10 μm の島状構造が多数観察され、この結果は放電による加熱によって GST 薄膜の溶融と凝集が起こったことを示唆している。この放電処理した試料基板で得た Raman スペクトルを Figure 1(c)-(e)に示す。放電処理していない場所では、アモルファス GST に帰属されるブロードなピークが 151 cm^{-1} に観察された（Figure 1(c)）。一方、放電処理によって出現した島状構造では 117 cm^{-1} にピークが出現し（Figure 1(d)）、これは結晶 GST に特徴的に出現するラマンピークに帰属される。つまり、放電による GST の局所的な加熱によってアモルファスから結晶への相変化が起こったと考えられる。また、Raman 観察よりも高強度のレーザー光（波長: 532 nm、ビーム径: 1 μm、パワー: 6.8 mW/μm^2）を放電処理されていない場所に 20 秒照射した後に得た Raman スペクトルを Figure 1(e)に示す。ここでも結晶 GST のピークが 118 cm^{-1} に出現し、光照射による GST の相変化が確認される。一方で高波数側のアモルファス GST のピークも明瞭に観察されていることから、この場合 GST の結晶化が完全では無いことが示唆される。

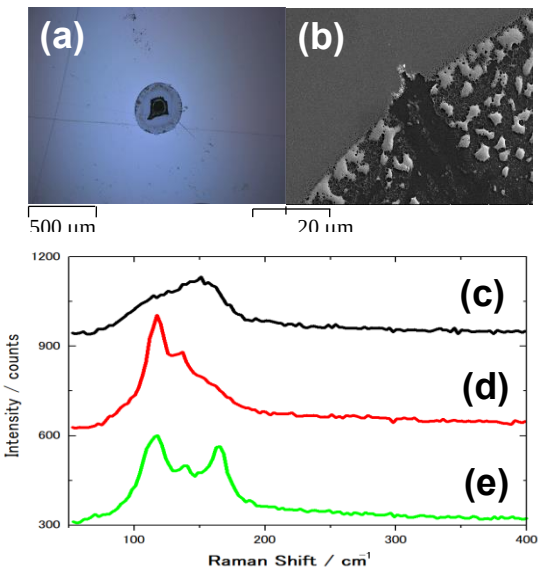

Figure 1 (a) An optical microscope and (b) SEM images of GST/Si. (c)-(e) Raman spectra of GST/Si obtained at (c) the intact area, (d) the island formed by the electric discharge and (e) the area where the intense laser was irradiated.

© 2021年 応用物理学会