

アモルファス Ge の結晶化に及ぼす水素の効果 Effects of hydrogen on crystallization of amorphous Ge

阪府大工¹, 九工大工², 阪大工³,

○(M1)半谷 祐樹¹, (D)奥川 将行¹, 仲村 龍介¹, 沼倉 宏¹, 大島 悟郎¹, 溝口 幸司¹, 石丸 学², 保田 英洋³

Osaka Pref. Univ.¹, Kyushu Inst. Univ.², Osaka Univ.³,

○Yuki Hanya¹, Masayuki Okugawa¹, Ryusuke Nakamura¹, Hiroshi Numakura¹, Goro Oohata¹, Kohji Mizoguchi¹, Manabu Ishimaru², Hidehiro Yasuda³

E-mail: sxb02114@edu.osakafu-u.ac.jp

背景 電子・光学デバイスに使われる多結晶 Ge 薄膜はアモルファス薄膜を結晶化させて得られるので、その結晶化挙動に関する基礎的な知見が不可欠である。我々は、スパッタリングで作製したアモルファス Ge (a-Ge) の構造が室温時効によってランダムな構造に変化し、それに応じて結晶化組織が変化することを発見した^[1]。実用材料では水素を含有する薄膜も使用されるため、水素が結晶化挙動に及ぼす効果を知ることも重要である。水素がアモルファス Si の構造を規則化させ結晶化を促進する効果を持つことが報告されているが^[2]、アモルファスの構造とマイクロ組織形成へ及ぼす効果を併せて調べた例はない。本研究では、スパッタリング法で水素を含む a-Ge:H 薄膜を作製して、アモルファス構造と結晶化挙動を主に透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて調べた。先行研究^[1]を考慮して時効効果も併せて調べた。

実験方法 高周波スパッタリング装置を用いて、Ar と H₂ の混合ガス雰囲気中で薄膜を作製した。純度 99.99% の Ge をターゲットとし、NaCl 結晶をへき開した清浄面に厚さ 40 nm のアモルファス薄膜を堆積させた。Ar 及び H₂ の分圧をそれぞれ 0.7 Pa および 0.17 Pa、高周波出力を 50 W とした。蒸留水中で分離した薄膜を Mo メッシュで掬い、TEM 観察試料とした。室温で 3 日、3 週間、5 ヶ月時効した試料に、TEM 中で電子照射またはその場加熱し、照射誘起結晶化と加熱結晶化を観察した。また、アモルファスの電子散乱強度分布から二体分布関数を得た。フーリエ変換赤外分光法により、a-Ge:H 薄膜から水素結合に由来する吸収ピークを観測した。

結果 Fig. 1 に室温時効した a-Ge:H の照射誘起結晶化組織の TEM 像を示す。3 日時効した試料の結晶化組織(a)には、アモルファスの母相の中に 100 nm 程度の粗大粒子 (コントラストの暗い部分) が現れた。粒子はボイド (明るい部分) に囲まれている。5 ヶ月時効した試料では、数十 nm 程度のナノ結晶組織となった(b)。時効に伴う結晶化組織の変化は、水素を含まない a-Ge と同様であった。数日時効した a-Ge:H を 20 K min⁻¹ で加熱すると、450°C で部分的に結晶化が始まり、(a) のような粗大粒子と (b) のような微結晶が混在した組織となった。水素を含まない a-Ge では 500°C で薄膜全体が結晶化し、粗大粒子のみが出現する^[3]が、その挙動とは異なる。種々の等時加熱における結果も併せて発表する。

[1] M. Okugawa, et al., J. Appl. Phys., **119**, 214309 (2016).

[2] L. Felix, et al., J. Appl. Phys., **113**, 193511 (2013).

[3] M. Okugawa, et al., AIP Advances, **6**, 125035 (2016).

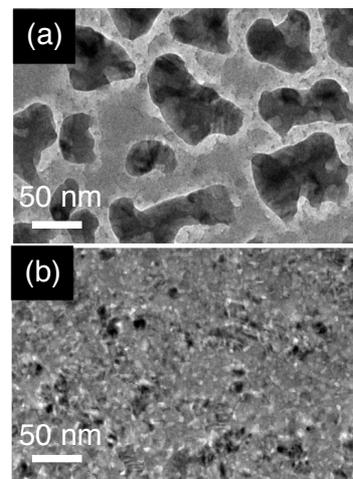


Fig. 1 TEM images of regions crystallized by electron irradiation in a-Ge:H films aged at room temperature for (a) 3 days and (b) 5 months.