

Si 直上 Ge 薄膜形成におけるスパッタ電力の効果と表面平坦化の試み

Effects of sputtering conditions on formation of Ge layers on Si substrates

東京農工大院工¹, 情報通信研究機構²○塚本 貴広¹, 広瀬 信光², 笠松 章史², 三村 高志², 松井 敏明², 須田 良幸¹Tokyo Univ. Agric. Technol.¹, National Institute of Information and Communications Technology²°T. Tsukamoto¹, N. Hirose², A. Kasamatsu², T. Mimura², T. Matsui², Y. Suda¹

E-mail: t-tsuka@cc.tuat.ac.jp

【はじめに】Si より移動度の高い Ge は次世代チャネル材料として期待されている。これまでに我々はスパッタエピタキシー法において、Si 基板のドーパントの効果による平坦 Ge 薄膜形成に成功してきた[1,2]。しかし、高抵抗 Si 基板上ではドーパントの効果が小さいため、平坦 Ge 薄膜形成が困難であった。本研究では、Si 基板上への Ge 薄膜形成におけるスパッタ条件が及ぼす効果を明らかにし、高抵抗 Si 基板上への平坦 Ge 薄膜形成を試みた。

【実験方法】Si 基板 (抵抗率: $3.5 \Omega \text{ cm}$) 上に Ge 薄膜をスパッタエピタキシー法により形成した。基板温度は 450°C とし、電力は 10 W から 100 W まで変化させた。作製したサンプルを走査型電子顕微鏡(SEM)、原子間力顕微鏡(AFM)、およびラマン分光法により評価した。

【結果および考察】図 1 に Ge 薄膜を 40, 80 W において 20, 40, 60, 100 nm 成膜した場合の表面 SEM 像を示す。Ge 薄膜の膜厚が増えるにつれ平坦性が改善され、高い電力 (80 W) において Ge 薄膜の表面は平坦化しやすく、スパッタ電力 80 W で 60 nm 成膜することにより、平坦な Ge 薄膜が得られることがわかった (図 1 (g))。図 2 にスパッタ電力 100 W で 200 nm 成膜した Ge 薄膜の表面 AFM 像を示す。RMS 値はおよそ 0.23 nm であり、優れた平坦性を有する Ge 薄膜が形成可能であることがわかった。図 3 に 20 - 80 W の電力で Ge 薄膜を 20 nm 成膜した場合のラマンシフトを示す。電力が上がるにつれてラマンピークポジションが高波数側にシフトしている。高波数側へのラマンシフトは、圧縮歪の増大を意味しており、高い電力における歪緩和の抑制を示唆している。これは、スパッタ電力の制御により、歪緩和に伴う 3 次元成長が抑制され、Ge 薄膜表面の平坦性が向上したと考えられる。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 25630123, 25820121 の助成を受けたものです。また、本研究の一部は情報通信研究機構先端 ICT デバイスラボで実施された。

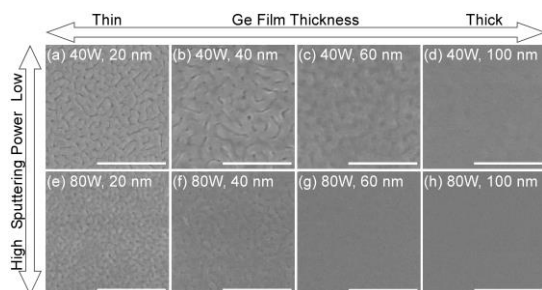


Fig. 1. Typical SEM images of surfaces of (a) 20, (b) 40, (c) 60, and (d) 100-nm-thick Ge layers prepared by sputtering power of 40 W, and those of (e) 20, (f) 40, (g) 60, and (h) 100-nm-thick Ge layers prepared by sputtering power of 80 W. The scale bars are 1 μm .



Fig. 2. AFM image of 200-nm-thick Ge layer grown on Si substrate by sputtering power of 100 W. The scale bar is 4 μm .

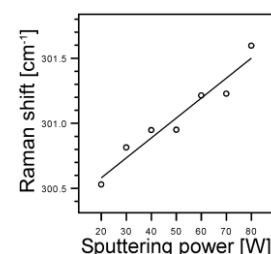


Fig. 3. Ge-Ge Raman peak positions of 20-nm-thick Ge layers as a function of sputtering power. Lines are guides for the eye.

[1] H. Hanafusa *et al.*, *Jap. J. Appl. Phys.* **51**, 055502 (2012). [2] T. Tsukamoto *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **103**, 172103 (2013).