## 液浸ラマン分光法で観測される GOI 極薄膜ラマンスペクトルのブロードピークと 歪の関係に関する考察

Study on Correlation between Broad Peaks in Raman Spectra of Extremely Thin GOI Observed by Oil-Immersion Raman Spectroscopy and Strain States

<sup>•</sup>横川 凌<sup>1,2</sup>、Chia-Tsong Chen<sup>3</sup>、 Kasidit Toprasertpong<sup>3</sup>、竹中 充<sup>3</sup>、高木 信一<sup>3</sup>、小椋 厚志<sup>1,2</sup> (1.明治大理工、2.明大 MREL、3. 東大院工)

°R. Yokogawa<sup>1,2</sup>, C.-T. Chen<sup>3</sup>, K. Toprasertpong<sup>3</sup>, M. Takenaka<sup>3</sup>, S. Takagi<sup>3</sup>, and A. Ogura<sup>1, 2</sup>

(1. Meiji Univ. 2. MREL 3. Univ. of Tokyo)

E-mail: r\_yokogawa@meiji.ac.jp

【背景と目的】 GOI (Ge on Insulator)は寄生容 量、リーク電流の低減およびSiより高電子・高 正孔移動度を有し、次世代CMOSや光デバイス 構造として期待されている。さらに引張り歪を 有するGOI構造を薄膜化することで、電子移動 度が増大することが見出されており[1]、極薄 膜GOIの歪状態、およびキャリア散乱機構の解 明は重要となる。

歪評価手法の一つとしてラマン分光法が挙 げられ、GOI薄膜化に伴い、Geラマンスペクト ルの低波数側に特徴的なブロードピークが出 現することについて報告されている[2]。しか しながら、極薄膜GOIで検出されるブロードピ ークに関しては未だ不明瞭であり、さらにキャ リア移動度を考える上で重要な歪状態との関 係も不明である。

本研究では、酸化濃縮法で作製された圧縮・ 無歪・引張り歪を有するGOI極薄膜を準備し、 液浸ラマン分光法によりブロードピークと歪 状態との関係を詳細に検討した。

【実験】 10 nm の(100)SOI 基板上に60 nm の Si<sub>0.75</sub>Ge<sub>0.25</sub>エピタキシャル層を形成した後 に酸化濃縮を行い、面内圧縮歪GOI構造を形成 した。酸化濃縮後、さらに850°Cで追加酸化を 行い、歪緩和および面内引っ張り歪GOI構造を 形成し[1]、プラズマ酸化でGeO<sub>x</sub>形成後ALD-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を10 nm堆積した。計3種類(面内圧縮歪、 歪緩和、面内引っ張り歪)のGOI構造を準備し、 X線回折法(XRD)で面外方向の歪量を算出した。 面内圧縮歪、歪緩和、面内引っ張り歪GOIの膜 厚はそれぞれ5.7, 12.3, 3.7 nmであった。

液浸ラマン分光法は、、偏光配置z(x, x)zで行い、 Ge-Ge modeを得た。測定条件として、液浸レン ズの開口数、オイルの屈折率はそれぞれ1.4、1.5 とし、また励起光源の波長、分光器の焦点距離 はそれぞれ 532 nm、2000 mm とした。

【結果・考察】 XRD で得た GOI の 004 回折 ピークを図1に示す(Si 基板 004 ピークも含み、 点線は Bulk Ge の 004 ピーク位置を示してい る)。 歪緩和 GOI は Bulk Ge の 004 ピーク位置 とおおよそ一致しており、歪緩和していること を確認した。一方で面内圧縮、引っ張り歪 GOI は Bulk Ge004 ピーク位置と比較してそれぞれ 低角、高角側にシフトしており、面外方向では 面内と逆向きの歪が印加されていることが明 らかになった。

液浸ラマン分光法で得た GOI ラマンスペク トルを図 2 に示す(点線は Bulk Ge のピーク位 置を示している)。面内引っ張り、圧縮歪 GOI では Bulk Ge と異なり低波数側にブロードピ ークが確認され、ブロードピークのスペクトル 強度は膜厚減少に伴い増加することを確認し た。これらの振舞いから、このブロードピーク の起源は表面極近傍に局在する表面フォノン に起因する mode だと考えている[3,4]。さらに 面内方向の歪状態に伴い、ブロードピークも Ge-Ge mode と同じ方向にシフトしていること が明らかとなった。ゆえにこのブロードピーク は面外ではなく面内歪の影響を受けており、こ のブロードピークは GOI 極薄膜表面近傍の歪 状態を理解する上で重要な要素の一つである と考えている。





Fig. 1 GOI 004 profile obtained by XRD.



Fig. 2 Oil-immersion Raman spectra of GOI and bulk Ge in the  $z(x, x)\overline{z}$  configurations.

[1] K.-W. Jo 他, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 演予稿集, 17-173 (2020).

[2] V. Poborchii et al., Appl. Phys. Lett. 108, 083107 (2016).

[3] V. A. Gaisler et al., JETP Lett. 45, 441 (1987).

[4] K. Takeuchi et al., Appl. Phys. Express 9, 071301 (2016).