固相エピタキシー法による SOI 基板上 GeSn MSM ダイオードの作製 Fabrication of GeSn MSM Diode on SOI Substrate by Solid-Phase Epitaxy

1 産総研 2 阪大院工 ^O岡 博史¹, 水林 亘¹, 石川 由紀¹, 細井 卓治², 志村 考功², 渡部 平司², 前田 辰郎¹, 内田 紀行¹, 遠藤 和彦¹

1 AIST 2 Osaka Univ. ^OH. Oka¹, W. Mizubayashi¹, Y. Ishikawa¹, T. Hosoi², T. Shimura²,

H. Watanabe², T. Maeda¹, N. Uchida¹, and K. Endo¹

E-mail: oka.hiroshi@aist.go.jp

【緒言】GeSnはSn添加によりバンドギャップが縮小しカットオフ波長が1.55 µm以上に長波長 化するため、Si プロセスにより集積可能な IV 族の中赤外受光材料としてイメージセンサーや LiDAR (Light Detection and Ranging) への応用が期待されている[1,2]。我々はこれまでにSi 基板 上にGeSn 結晶層を直接成長させる一つの手法として固相エピタキシー法を報告しており、アモ ルファス GeSn の低温堆積と非平衡固相結晶化によりSi 基板上高品質単結晶GeSn 薄膜形成を確 認している[3]。本研究ではSi ベースGeSn 中赤外受光素子に向け、固相エピタキシー法を用い てSOI 基板上にGeSn MSM (Metal-Semiconductor-Metal) ダイオードを作製したので報告する。

【実験及び結果】SOI 基板上(SOI/BOX 膜厚: 40/145 nm)にスパッタリング法で膜厚 85 nm のノ ンドープアモルファス GeSn 層(Sn 組成約 5%)を堆積し、厚さ約 300 nm の SiO₂キャップ層を成 膜した。窒素雰囲気中で 400-600°C、1 分間の急速加熱処理を施し固相エピタキシャル成長を促し た後、金電極を形成し GeSn MSM ダイオードを作製した(Fig. 1)。一方、金属/Ge 界面ではフェ ルミレベルピニングによりいかなる仕事関数をもつ金属を接合させても正孔に対して低いショッ トキー障壁 (SBH)となることから、GeSn MSM ダイオードにおいては高い暗電流が懸念される。 そこで本実験では金属/Ge 界面の SBH を変調する手法として知られる極薄絶縁膜挿入[4]による暗 電流抑制を検討し、金属/GeSn 界面に ALD 法により極薄 SiN 層(~2 nm)を挿入した GeSn MSM ダイオードも作製した。Fig. 2(a)に示すラマン分光測定より 600°C の熱処理では Ge-Ge 結合振動モ ードの明瞭なピークが見られ、固相結晶化していることがわかる。また顕微フォトルミネッセン ス (PL) 測定より固相成長 GeSn の発光スペクトルは Ge 基板に対してレッドシフトしておりピー ク位置が 1.8 μm 以上に長波長化していることから、Sn 添加によるバンドギャップ縮小を確認した (Fig. 2(b))。Fig. 3 に作製した GeSn MSM ダイオードの電流-電圧特性を示す。極薄 SiN 層の挿入 により暗電流が 2 桁程度低減していることを確認し、以上の結果から固相成長 GeSn が中赤外受 光素子に応用可能であることがわかった。

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費(18H05912)の助成を受け行われた。

【参考文献】[1] H. Oka *et al.*, IEDM, p. 393 (2017). [2] H. Oka *et al.*, VLSI, p. 58 (2017). [3] T. Maeda *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 04DA07 (2015). [4] M. Kobayashi *et al.*, J. Appl. Phys. **105**, 023702 (2009).







Fig. 1 Device structure of solid-phase-grown GeSn MSM diode.

Fig. 2 (a) Raman spectra of solid-phase-grown GeSn with various RTA temperature. (b) PL spectrum of GeSn formed by 600°C RTA.

Fig. 3 Dark current of GeSn MSM diode with and without 2-nm-thick SiN layer.

1.0