

課題番号 : F-13-AT-0179
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 高移動度チャネル材料の研究
 Program Title (English) : Fabrication of high-mobility FET devices
 利用者名 (日本語) : 三浦 脩¹⁾, R. R. Lieten^{2,3)}
 Username (English) : S. Miura¹⁾, R.R. Lieten^{2,3)}
 所属名 (日本語) : 1) 横浜国立大学大学院 工学府物理情報工学専攻, 2) KU Leuven, 3) IMEC
 Affiliation (English) : 1) Yokohama National University, 2) KU Leuven, 3) IMEC

1. 概要 (Summary)

シリコン(Si)よりも優れた移動度特性をもつゲルマニウム(Ge)は、ポストシリコン材料と呼ばれ、同じ IV 族半導体としてシリコン技術とのプロセス的な相性が良いことから、次世代集積回路のチャネル材料として最も有望視されている。さらに、Ge に同じ IV 族元素であるスズ(Sn)を添加することで、さらなる移動度の向上も期待されている。本研究では、(1) Si 基板上での高品質極薄膜 GeSn 結晶の成長技術、(2) 簡便かつ低温プロセスで高性能 GeSn 金属ソース/ドレイン型 MOSFET の動作実証を目的としている。

2. 実験 (Experimental)

MBE 法により非晶質(アモルファス)GeSn を Si (111) 基板上に直接堆積させた後に、窒素中の加熱により GeSn 層を固相結晶成長させた。今回固相成長法により作製された GeSn 膜は、膜厚 40nm で、ホール濃度 $1.6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、移動度 $128 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ で、同じホール濃度を有する Si の移動度よりも高い値を示した。次に、GeSn 層の電気的評価するために、今回、デバイス構造として、pn 接合の有さない金属ソース/ドレイン型 MOSFET を採用した。GeSn 層を薄膜化後、MOSFET を作製した。この FET 作製にあたり、産総研ナノプロセッシング施設(NPF)の i 線露光装置及び関連する付帯装置を用いた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 に実際に作成したゲート長 400nm の金属ソース/ドレイン型 GeSn pMOSFET の断面透過型電子顕微鏡(TEM)像を示す。TaN/Al₂O₃ ゲートスタックと、Ni 合金により自己整合的に NiGeSn 金属ソースドレインが形成されていることがわかる。GeSn/Si 界面は極めて平坦で、良好な半導体ヘテロ界面が形成されている。Fig.2 はゲート長 10 μm の MOSFET の Id-Vg 特性である。ドレイン電

圧が-1V の時、オン/オフ比にして 84 まで得られた。今回の結果から、固相結晶法により作製された薄膜 GeSn 膜は、デバイス動作をするのに十分な結晶性を有すること、また、Si 基板上の高品質 GeSn 層の直接形成により、金属ソース/ドレイン型 MOSFET の動作が可能であることが明らかになった。今後は、GeSn 結晶層のさらなる高品質化により、高移動度化とオン/オフ比向上が望まれる。

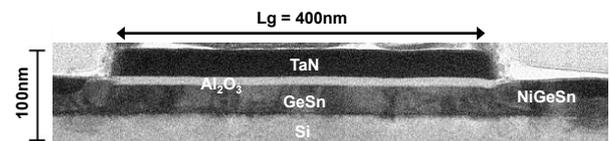


Fig.1 TEM image of GeSn p-MOSFET.

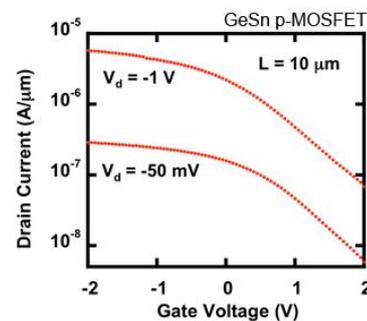


Fig.2 IV characteristics of junctionless GeSn p-MOSFET.

4. その他・特記事項 (Others)

特になし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) Lieten *et al.*, SSDM, Japan (Sept. 25, 2013).
- (2) Lieten *et al.*, Appl. Phys. Express 6 (2013) 101301.
- (3) Imec news, Sept. 17, 2013.

6. 関連特許 (Patent)

特になし。