ガラス基板上の自己整合ダブルゲート Cu-MIC Poly-Ge_{1-x}Sn_x TFT

Self-Aligned Double-Gate Cu-MIC Poly-Ge_{1-x}Sn_x TFT on a Glass Substrate 東北学院大工, ⁰西口尚希, 宮崎寮, 内海大樹, 原明人 Tohoku Gakuin Univ., [°]Naoki Nishiguchi, Ryo Miyazaki, Hiroki Utsumi, Akito Hara E-mail: akito@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

1.はじめに

ゲルマニウム(Ge)はSiに比べて優れた移動度を有している。また融点がSiに比べて450 ℃程 度低いためSiよりも低温で結晶化できる。更にGe_{1-x}Sn_xはGeよりも低温で結晶化できる。また Ge_{1-x}Sn_xはSnの濃度が7%を超えると直接遷移型半導体になることが報告されている。したがって Ge_{1-x}Sn_xを用いることで、ガラス基板上に薄膜トランジスタ(TFT)と光デバイスをモノリシックに 集積化することが期待できる。しかし、poly-Ge_{1-x}Sn_xは欠陥から生じるホールによって強い p型 を示し、高い off 電流が発生する。これを解決するためには上下からゲートでチャネルを挟み、 上下から空乏層を広げるダブルゲート(DG)構造が有効である。本研究はガラス基板上にDG 構造を 持つ poly-Ge_{1-x}Sn_x TFT を形成し、特性を評価することを目的としている。 2.実験方法

Ge1-xSnx の結晶化には、銅(Cu)¹⁻³⁾を用いた金属誘起固相 成長(metal induced crystallization: MIC)を利用した。 Cu は図 1 に示したように結晶化後 Ge 中に固溶し(pure-Ge の実験であるが),元素置換による層(相)交換を生じない。 TFT プロセスは以下である。ガラス基板上にモリブデン (Mo)を成膜し、ボトムゲート(BG)に加工した。次に、 $Si0_2$ を 30 nm 成膜した。引き続いて、半導体層とし T a-Ge_{0.98}Sn_{0.02}/Cu/a-Ge_{0.98}Sn_{0.02}を Ge_{1-x}Sn_xの厚さが 15 nm に なるように成膜した。 その後, アイランドに加工し, トッ プゲート(TG)絶縁膜として 30 nm の SiO₂を成膜した。 ற SiO₂層は熱処理時の Ge_{1-x}Sn_xのキャップ層としての役割も 持つ。その後, 500 ℃, 10 h, N2 雰囲気中での結晶化を行 った。次に上下ゲートを連結するためのコンタクトホール を形成した。引き続いて TG メタルの Mo を成膜した。TG メ タルは BG メタルをマスクとした背面露光により, BG に対 して自己整合的に加工した。次に層間絶縁膜SiO2を成膜し、



Fig. 1. SIMS analysis for Cu-MIC after crystallization

コンタクトホールを形成した。 電極として Al を成膜した。 最後に Al と Ge の横方向の元素置 換により、ソース・ドレインを金属化 (Al) 化し, aluminum induced lateral metallization source drain (Al-LM-SD)を形成する

ことにより, SD 抵抗を低減した。

3.実験結果と考察

図 2 にデバイスの特性を示 す。(a) はトランスファー特性、 (b) は出力特性である。トラン スファー特性から on/off 比は 約 4500 であり, s 値は 1.2 V/dec であった。(a) 挿入図に 示すように線形領域から求め た移動度は 18 cm²/Vs であっ た。この移動度は上下のゲー トを連結して動作させたとき の移動度であるため,実際の





移動度は9 cm²/Vs 程度だと推測される。我々が以前発表した Ge_{1-x}Sn_x (Sn=7%)と比較すると, on/off 比では大きな差は見られないが、Ge_{1-x}Sn_x (Sn=7%)では DG 動作時の移動度 25 cm²/Vs であった ⁴。 これらは Sn の濃度が上昇することによって Cu-MIC poly-Ge_{1-x}Sn_xの結晶性が向上するというラマ ン散乱の結果と一致する。

4. 結論

ガラス基板上で Cu-MIC を用いた DG poly-Ge_{1-x}Sn_x TFT を作成した。Ge_{1-x}Sn_x (Sn=2%)、Ge_{1-x}Sn_x (Sn=7%)において、DG 動作時の移動度として 18 cm²/Vs、25 cm²/Vs を実現した。

謝辞:本研究は科学研究費基盤(C)16K06311と池谷科学技術振興財団によって支援されている.

参考文献:1) B. Hekmatshoar et al., Appl. Phys. Lett. 85, 1054 (2004). 2) T. Sadoh et al., Electrochem. Solid-State Lett. 14, H274 (2011). 3) M. Uenuma et al., J. Crystal Growth 382, 31 (2013). 4) 西口 そ の他, IEICE Technical Report EID2017-24, SDM2017-85, p.67 (2017).