

スピンオングラス法による Zn 拡散を用いた プレーナ型 InGaAs TFET の動作実証

Demonstration of planer type InGaAs TFETs with Zn diffusion by spin-on-glass technology

¹ 東京大学大学院工学系研究科, ² 住友化学,

○野口宗隆¹, 金相賢¹, 横山正史¹, 市川磨², 長田剛規², 秦雅彦², 竹中充¹, 高木信一¹

¹The University of Tokyo, ²Sumitomo Chemical Co.Ltd.

M. Noguchi¹, S.H. Kim¹, M. Yokoyama¹, O. Ichikawa², T. Osada², M. Hata², M. Takenaka¹, and S. Takagi¹

E-mail: noguchi@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】急峻な Subthreshold slope (S.S.) を実現するデバイスとして、トンネル FET (TFET) が期待されている。TFET のチャネル材料として、バンドギャップが狭く有効質量が軽い InGaAs が注目されており、バルク InGaAs [1,2] や InGaAs-On-Insulator (InGaAs-OI) [2] TFET の動作が報告されている。ソース領域のドーピングに C を用いた MBE 成長による縦型 TFET では、S.S. として 60 mV/dec が達成されている[1]。一方、ソース領域のドーピングに Be のイオン注入を用いたプレーナ型のデバイスでの S.S. は 230 mV/dec に留まっており、この高い S.S. 値は、イオン注入時に形成された欠陥によるリーク電流に起因すると考えられている[2]。そこで本研究では、欠陥生成が抑制できると期待される Spin on glass (SOG) 法による Zn 拡散を用いて p 型ソース領域を形成すると共に、低温でゲート電極と自己整合的にドレイン領域を形成できる Ni-InGaAs 合金を用いて[3]、プレーナ型 InGaAs TFET を作製し、その動作に初めて成功したので報告する。

【研究内容】まず、InP 上に InGaAs を 500 nm 成長させた基板を用いて、SOG 法を用い Zn 拡散を行って、p⁺/n InGaAs ダイオードを作製し、I-V 特性から接合の理想係数を算出した。Zn のイオン注入を用いて作成されたもの[2]との比較を図 2 に示す。SOG 法で Zn を拡散することで、ダイオードの逆バイアス電流が低減され、理想係数が 1.2 と改善することがわかった。

次に、この方法を用いて TFET の作製を行った。i-InP(001) 基板上に i-InGaAs を MOCVD 法により成長させた後、基板を前処理し、ALD で Al₂O₃ を成膜した。ソースパターン形成後、Zn 入り SOG 塗布し、窒素雰囲気下にて 450 °C, 500 °C, 550 °C にて 1 分間 RTA を行う。Al₂O₃ をフッ酸で除去し、素子分離を行う。基板洗浄を行い、ALD で Al₂O₃ を 3 nm 成膜した。ゲート電極として Ta をスパッタし、ドレイン用の Ni を熱蒸着後、合金層を形成し、塩酸により未反応の Ni を除去した。パッドの電極をつけ、TFET を完成させた。図 3 に作製された In_{0.53}Ga_{0.47}As TFET の V_G-I_D 特性を示す。ドレイン電圧は 0.3 V である。550 °C で 1 分間 RTA することで Zn 拡散を行った素子でオンオフ比 6.5 桁程度、高いオン電流特性を持つ TFET 動作をしていることが分かる。図 4 に作成された TFET の I_D-S.S. 特性を示す。550 °C の拡散における S.S. の最少値として、74mV/dec の値が得られた。

【結論】SOG 法による Zn 拡散 p 型ソースおよび Ni-InGaAs メタルドレインを用いた InGaAs TFET の作製に成功し、0.3V の駆動電圧で高いオンオフ比、低い S.S. を実現できた。

【参考文献】[1] G. Dewey et al., IEDM 2011, p785-788 (2011). [2] R. Iida et al, JAP, 110 (2011) 12450. [3] S.H. Kim et al., IEDM 2010, p596-599 (2010).

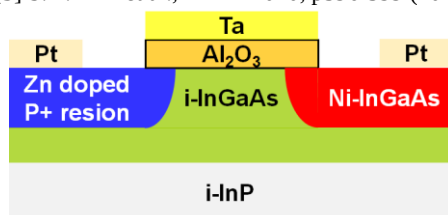


Fig. 1 Fabricated device structure of InGaAs TFET with Zn doped source and Ni-InGaAs drain

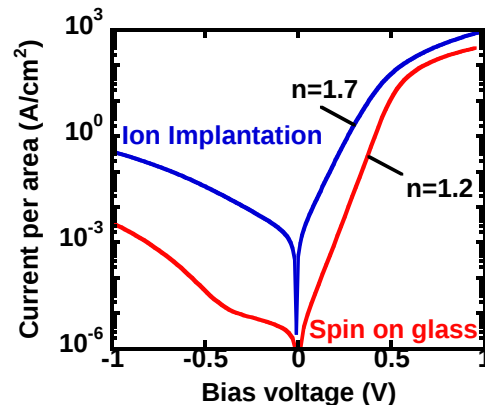


Fig. 2 I-V characteristics of the Zn-implanted and -diffused by spin-on-glass InGaAs p⁺/n diodes

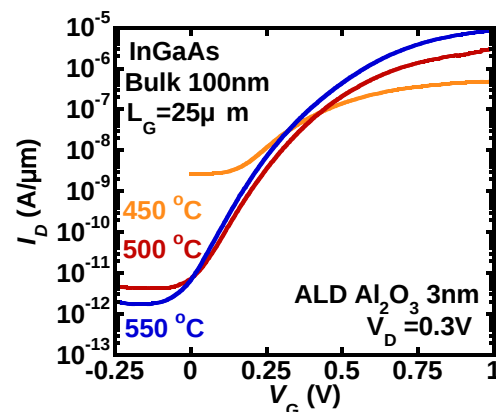


Fig. 3 V_G-I_D, I_s characteristics of In_{0.53}Ga_{0.47}As TFET (Diffusion temperature=450 °C, 500 °C, 550 °C)

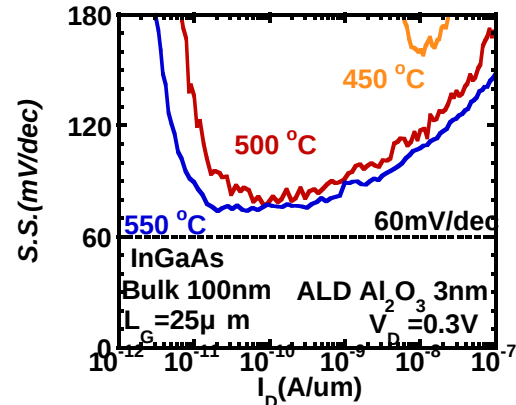


Fig. 4 I_D-S.S. characteristics of In_{0.53}Ga_{0.47}As TFET (Diffusion temperature = 450 °C, 500 °C, 550 °C)