InAs/Ni-InAs 間のコンタクト抵抗率とその評価法に関する実験的検討

Experimental study of contact resistivity between InAs/Ni-InAs and extraction methodology

○竹安 淳, 隅田 圭, トープラサートポン カンディット, 竹中 充, 高木 信一 (東大院工)

^OJ. Takeyasu, K. Sumita, K. Toprasertpong, M. Takenaka, S. Takagi

(U. Tokyo, School of Engineering), E-mail: takeyasu@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【背景】Ni-InAs source/drain (S/D) nMOSFET は低温プロセスで S/D を形成できること, InAs が金属と 負のショットキーバリア高さを示す為に接触抵抗が低いこと等から 3 次元集積 CMOS に有望な技術と して期待されている[1]. 我々は既に Ni-InAs と InAs 間の接触抵抗率を Multi-Sidewall TLM (MSTLM) を 用いることによって定量的に評価した[2]が,メタル S/D 形成後に未反応 Ni のみを選択的にエッチング するプロセスが困難であることが課題として残されていた.そこで,本研究では従来の MSTLM を改 良し測定精度を向上したテスト構造を InAs-OI 上で作製し, 測定した接触抵抗を InAs-OI の電子濃度の 深さ方向分布を考慮した理論計算と比較することによって定量的に評価したので報告する.

【実験手法・結果】作製した MSTLM の構造を Fig. 1 に示す. この構造では Ni とコンタクト金属を in-situ で同時に堆積しており, メタル S/D 形成後に未反応 Ni のみを選択的にエッチングするプロセスが不要 となる為, 従来の MSTLM よりも作製プロセスが著しく簡単化されている. 作製した MSTLM のコン タクト金属/Un reacted Ni/Ni-InAs 領域の抵抗成分 R_{SD} の等価回路を Fig. 2 に示す. R_{metal} が極めて小さい コンタクト金属を Ni-InAs 上に堆積したことにより, R_{sh} が低抵抗となる. その結果, 接触抵抗 R_{int} が総 抵抗 R_{total} を占める割合が従来の MSTLM よりも大きくなり, 接触抵抗率の測定精度を向上することが できる. この MSTLM を(111)InAs-OI 構造[3]上で作製し, InAs 膜厚 40nm の素子について抵抗を測定 した結果を Fig. 3 に示す. 各 N (素子中の InAs 島の数) における近似直線の縦切片は R_{SD} の総和であ り, 別の TLM で測定した R_{sh} 成分を引くことにより R_{int} を計算できる.

Hall Bar を用いて測定された InAs-OI の電子濃度の深さ方向分布を Fig. 4. に示す.また,MSTLM を 用いて,異なる InAs 膜厚の素子でコンタクト抵抗率を測定した結果を Fig. 5 に示す.薄膜になるほど InAs/Ni-InAs 間の接触抵抗率が低くなることが分かる.これは薄膜ほど,InAs の表面または裏面界面 に蓄積される電子の影響が大きくなることで説明できる.更に図中の実線は,InAs のエネルギー分散 関係の非放物線効果と,Fig. 4.の InAs 中の電子濃度の深さ方向分布を考慮した,実効的なコンタクト 抵抗率の計算値[4]である.実験結果は、 Φ_B =0eV よりもバリアフリー(no-barrier)を仮定した計算とより 良く一致することが分かる.InAs が縮退している為 Φ_B =0eV でもバリアが生じることを考えると、本 結果は、InAs/Ni-InAs 界面のフェルミレベルが InAs の伝導帯の中にあることによって、バリアフリー (no-barrier)の界面が実現され、極めて低いコンタクト抵抗が実現されることを示したものと考えられる. 【**謝辞**】本研究は、科学研究費補助金(17H06148)の支援により実施した.

【参考文献】[1] S. Takagi *et al.*, Proc. MIXDES (2019) 26. [2] K. Sumita *et al.*, JJAP. **59**, SGGA08 (2020). [3] K. Sumita *et al.*, JJAP. **58**, SBBA03 (2019). [4] A. Baraskar *et al.*, JAP. **114**, 154516 (2013).



40nm InAs-OI MSTLM.



© 2021年 応用物理学会

13.5