

Multi-Sidewall TLM を用いた精密な InAs/Ni-InAs 間の接触抵抗率測定 Measurement of contact resistivity between InAs/Ni-InAs by Multi-Sidewall TLM

○隅田 圭, 竹安 淳, 加藤 公彦, トプ ラサートポン カゲ イット, 竹中 充, 高木 信一 (東大院工)

○K. Sumita, J. Takeyasu, K. Kato, K. Toprasertpong, M. Takenaka, S. Takagi

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

【背景】メタル S/D を有する InAs nMOSFET は低温での素子作製が可能であり、金属とのショットキー障壁が負であることから低い接触抵抗が期待されるので、将来の 3 次元集積 CMOS への応用が期待されている [1]。しかしながら、代表的な合金である Ni-InAs と InAs 間の接触抵抗率を定量的に評価した例は未だ報告されていない。これは、(i) 非常に低い接触抵抗の測定自体の難しさと、(ii) Ni-InAs/InAs 材料系固有の難しさの両方の側面から、適したテスト構造が無かったことに由来する。Fig. 1 に、Ni-InAs S/D 構造とその寄生抵抗の分類を示す。(i)の問題は主に、従来の TLM モデルでは 0 と仮定していたコンタクト金属の抵抗が無視できないことに起因する。(ii)の問題は、Ni-InAs/InAs の接合が単純な planar 型ではなく複雑な形を取ることに起因する。そこで本研究では、この両方の問題を同時に解決する為のテスト構造として、Multi-Sidewall TLM (MSTLM)を提案し、抵抗評価を実証したので報告する。

【提案手法・結果】従来のテスト構造とその特徴を Fig. 2 にまとめる。単位面積あたりの接触抵抗を求める為には、実効的に電流が界面を通過する断面積を求める必要がある。しかし Fig. 2 (a)の構造では Ni-InAs/InAs の接合構造が複雑であり、なおかつコンタクト金属/Ni-InAs の抵抗と接触抵抗も無視できないため、従来の TLM モデルによる評価が不可能である。一方で Fig. 2 (b)の STLM 構造[2]では、InAs-OI 基板を導入し Ni-InAs を BOX 層界面まで形成することで、Ni-InAs/InAs の接合界面を単純化している。これにより、電流が Ni-InAs/InAs 界面を通過する断面積を近似なく求めることが初めて可能となる。しかしながら、非常に低い接触抵抗を測定する為には、コンタクト金属の影響が大きい STLM では不十分である。従って、測定精度を向上させる為に導入した MSTLM の構造を Fig. 3 に示す。ここで電流は素子の両端の電極間から流れ、電圧を中間にある電極でモニターし、各電極間の抵抗を算出することを想定している。STLM とは異なる特徴として、(i) 測定された抵抗値にコンタクト金属/Ni-InAs 間の接触抵抗成分が含まれないこと、(ii) 端子の組み合わせによって電流が Ni-InAs/InAs 断面を通過する回数を増加させることが出来ること、が挙げられる。これらの工夫によって、全体の抵抗 R_{total} のうち、目的とする接触抵抗 R_{int} の寄与を大きくできる為、結果として測定精度が向上する。この MSTLM を 50nm の膜厚の(111) InAs-OI 構造[4]上で形成し、Ni-InAs/InAs 間の接触抵抗率を評価した結果を Fig. 4 に示す。測定値はショットキー障壁が 0 eV の時の接触抵抗の計算値[3]とよく整合しており、低接触抵抗のショットキー障壁フリーなコンタクトが InAs/Ni-InAs 系で実現されていることが実証された。

【謝辞】本研究は、科学研究費補助金 (17H06148) 及び JST CREST, JPMJCR1332 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. Majumdar *et al.*, Elect. Dev. Lett. **34**, 1082 (2013). [3] A. Baraskar *et al.*, JAP. **114**, 154516 (2013). [4] K. Sumita *et al.*, JJAP. **58**, SBBA03 (2019).

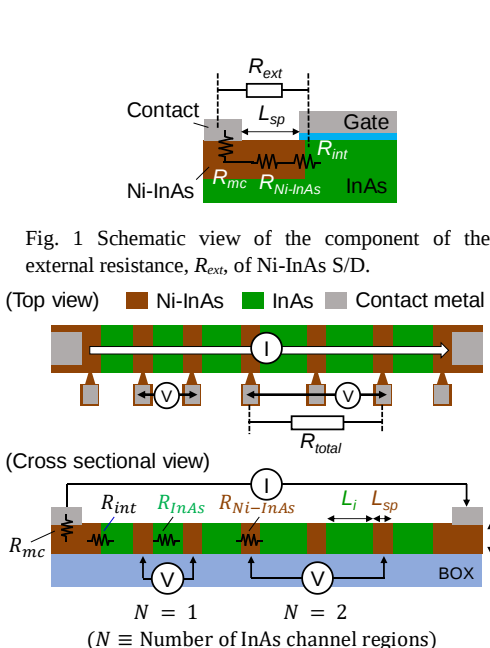


Fig. 3 The structure of MSTLM and the evaluation flow to calculate the contact resistance

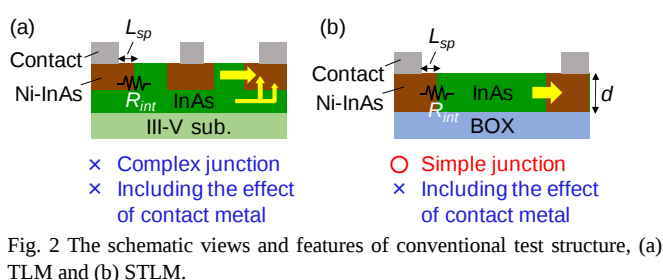


Fig. 2 The schematic views and features of conventional test structure, (a) TLM and (b) STLM.

$$R_{total} = R_{InAs} \times \Sigma L_i + NR_{Ni-InAs}L_{sp} + 2NR_{int}$$

$$\downarrow R_{total} - \Sigma L_i \text{ plots}$$

$$R_{ext} = NR_{Ni-InAs}L_{sp} + 2NR_{int}$$

$$\downarrow R_{Ni-InAs} \text{ is measured by the other TLM}$$

$$R'_{ext} = 2NR_{int}$$

$$\downarrow R'_{ext} - N \text{ plots}$$

$$R_{int} = \rho_{int}/d$$

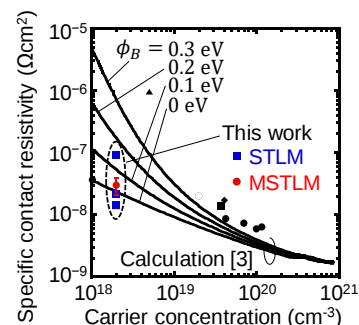


Fig. 4 The contact resistivity as a function of the electron concentration of the InAs region.