

スパッタ WS₂ 膜への Cl₂ プラズマ処理によるシート抵抗低減

Sheet resistance reduction of sputtered WS₂ film by Cl₂ plasma treatment

東工大, °(B)黒原 啓太, (D)今井 慎也, 富谷 茂隆, 辰巳 哲也, 若林 整

Tokyo Tech, °Keita Kurohara, Shinya Imai, Shigetaka Tomiya,

Tetsuya Tatsumi, and Hitoshi Wakabayashi, E-mail: kurohara.k.aa@m.titech.ac.jp

【背景】 熱電デバイス応用について、TMDC (遷移金属ダイカルコゲナイド) 膜が注目されており[1]、その実現に向け n 型 p 型両方の素子が必要とする。代表的な TMDC である WS₂ 膜において、塩素やフッ素での化学ドーピングによる n 型化の例が報告されているが[2][3]、熱的不安定性が懸念される。一方で、WS₂ 膜表面のプラズマ処理によってドーパントの硫黄置換を促進することも報告されており[4]、熱的に安定なドーピングが期待できる。そこで本研究では、WS₂ 膜に Cl₂ プラズマ処理を施し、WS₂ 膜のシート抵抗の変化を測定した。

【実験方法】 SiO₂(400 nm)/n-Si 基板上に 80 nm 厚の窒化チタン(TiN)電極を作製し、スパッタ法で WS₂ 膜 5 nm を成膜した。WS₂ 膜表面に ICP-RIE を使用して Cl₂ 10 sccm, RF 電力 5 W, 圧力 0.4 Pa で 10 秒間プラズマ処理を行った。最後にドーパントの活性化と硫黄の補填を兼ねて、硫黄雰囲気下でのアニールを 700 °C 1 時間行った。その様子を Fig. 1 に示す。Circular transfer length method (CTLM)測定を行った[5]。

【結果】 Cl₂ プラズマ処理を行った WS₂ 膜と行っていないものの CTLM 測定の結果を Fig. 2 に示す。Cl₂ プラズマ処理を行うことでシート抵抗が約 1/2 低減した。

【まとめ】 本研究で、WS₂ 膜に Cl₂ プラズマ処理を行い、シート抵抗が低減したことにより、ドーピングによるキャリア密度の増加が予想できる。この技術により、n 型 WS₂ 膜の熱電特性向上が期待できる。

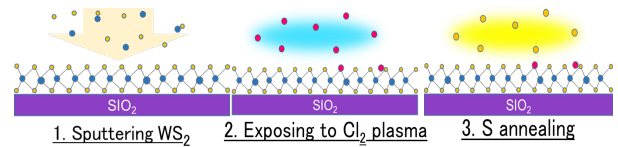


Fig. 1 : Illustration of the process.

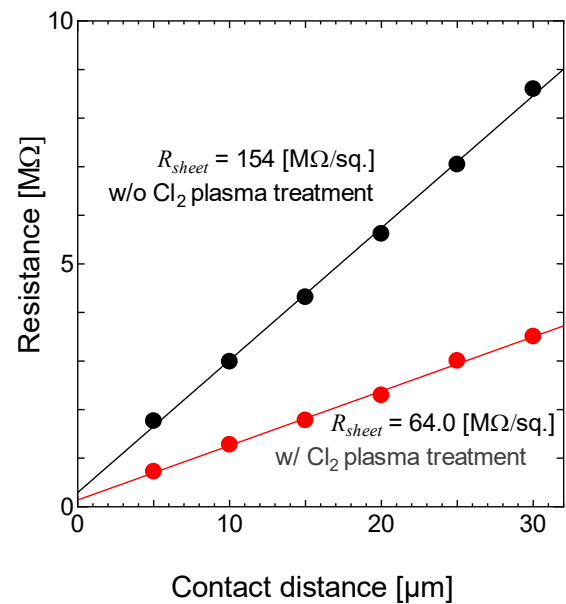


Fig. 2 : Resistance dependence on contact distance by CTLM.

【謝辞】 本研究の一部は、文部科学省次世代 X-nics 半導体創生拠点形成事業(JPS011438)、ソニー・東工大共同研究講座、科研費(22K04181)の助成を受けたものである。

【参考文献】

- [1] K. Hippalgaonkar, *et al.*, Phys. Rev. B, 95, 115407 (2017).
- [2] L. Yang, *et al.*, Nano Lett. 14, 6275 (2014)
- [3] H. Khalil, *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces, 7, 23589 (2015)
- [4] J. Jiang, *et al.*, Small 15, 1901791 (2019)
- [5] T. Hamada, *et al.*, J-EDS 9, 278 (2021)