

Mg 層挿入による  $\text{TiO}_x/\text{Si}$  ヘテロ接合の接合特性の向上Implementation of Mg layer to  $\text{TiO}_x/\text{Si}$  heterocontact for improvement of contact property名大院工<sup>1</sup>, <sup>○</sup>中川 裕太<sup>1</sup>, 後藤 和泰<sup>1</sup>, 黒川 康良<sup>1</sup>, 宇佐美 徳隆<sup>1</sup>Graduate School of Eng., Nagoya Univ.<sup>1</sup>, <sup>○</sup>Y. Nakagawa<sup>1</sup>, K. Gotoh<sup>1</sup>, Y. Kurokawa<sup>1</sup>, N. Usami<sup>1</sup>

E-mail: nakagawa.yuta@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

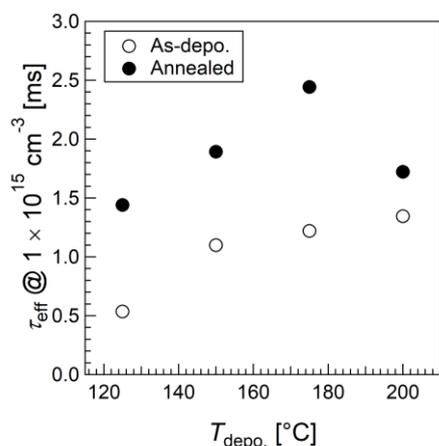
【研究背景】原子層堆積(ALD)法によって作製した酸化チタン( $\text{TiO}_x$ )薄膜は、結晶シリコン(c-Si)に対して良好なキャリア選択性を示すことから、Si ヘテロ接合太陽電池への応用に注目されている。本研究グループでは、界面制御により高性能な  $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x$  電子選択層の開発を行ってきた<sup>[1]</sup>。しかし、 $\text{TiO}_x$ 上に Al 電極を堆積させると、Al/ $\text{TiO}_x$ 界面ではショットキー障壁が形成され、電子の円滑な輸送が妨げられることが課題となっている<sup>[2]</sup>。このショットキー接合は、Al/ $\text{TiO}_x$ 界面に仕事関数の低い材料を挿入することで接合特性の改善が期待できる。そこで、本研究では Al/Mg/ $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$  構造を作製し、Mg 電極が電気的特性に及ぼす影響について調査した。

【実験方法】両鏡面仕上げ、Fz-n 型 c-Si(100)基板を用いた。基板表面の自然酸化膜を 5% HF で除去し、 $\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O} = 1:1:4$  の混合溶液に基板を浸漬させ、約 1 nm 厚の  $\text{SiO}_x$  膜を形成した。次に、ALD 法を用いて  $\text{TiO}_x$  膜を約 3 nm 形成した。実効キャリアライフタイム ( $\tau_{\text{eff}}$ ) を擬定常状態光伝導度測定により測定した。電流電圧特性測定のため、真空蒸着法を用いて裏面に Au-Sb 電極、表面に Al および Al/Mg 電極を形成した。電極蒸着後の試料に対して、275 °C、3 分間のアニールを行った。

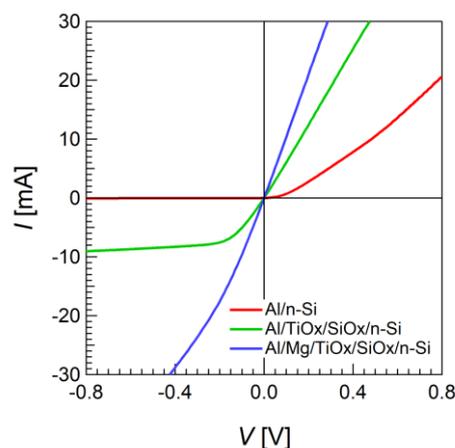
【結果と考察】図 1 は、注入少数キャリア密度  $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  におけるアニール前後の  $\tau_{\text{eff}}$  の  $\text{TiO}_x$  製膜温度 ( $T_{\text{depo}}$ ) 依存性を示す。 $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$  構造では、 $\text{TiO}_x$  を 175 °C で製膜することで、 $\tau_{\text{eff}}$  が 2.4 ms と最も向上した。図 2 は、Al/n-Si、Al/ $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$ 、Al/Mg/ $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$  構造における電流電圧特性を示す。Al/n-Si、Al/ $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$  構造においてはショットキー接触であるのに対し、Mg を挿入した Al/Mg/ $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$  構造においてはオーミック接触を示した。これは、Al/ $\text{TiO}_x$  界面でのショットキー障壁が緩和された結果と考えられる。これらの結果から、高いパッシベーション性能を示す  $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$  構造において、Al/ $\text{TiO}_x$  界面に Mg 電極を挿入することにより、良好な接触特性を実現できることがわかった。

【謝辞】本研究は、NEDO、MEXT 科研費 JP18H05514 の支援を受けて行われた。

【参考文献】 [1] T. Mochizuki *et al.*, *Adv. Mater. Interfaces* **6**, 1801645 (2018). [2] X. Yang *et al.*, *Adv. Mater.* **28**, 5891 (2016).



**Figure 1.** Dependence of effective carrier lifetime of the  $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$  heterocontacts on deposition temperature at the injection-level of  $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ .



**Figure 2.** I-V measurement of Al/n-Si, Al/ $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$ , Al/Mg/ $\text{TiO}_x/\text{SiO}_x/\text{n-Si}$  heterocontacts.