

***n*-Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>/*p*-Si ヘテロ接合素子における分光感度の光入射方向依存性**Dependence of spectral sensitivity on light incidence direction in *n*-Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>/*p*-Si heterojunction devices

九工大情報工, °森本 耕平, 寺井 慶和

Kyushu Inst. of Tech., °K. Morimoto, Y. Terai

E-mail: morimoto.kohei874@mail.kyutech.jp

【はじめに】シリサイド半導体 Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>は約 0.8 eV のバンドギャップを有し、高い光級数係数を持つことから、短波赤外領域(0.77-1.2 eV)の光電変換材料として期待される。これまでに我々は、*p*型高抵抗 Si 基板 ( $\rho > 1 \text{ k}\Omega\cdot\text{cm}$ ) 上へ固相成長法により *n*-Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 多結晶膜を成長させ、*n*-Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>/*p*-Si ヘテロ接合素子を作製してきた。その素子において分光感度の *n*-Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 膜厚依存性を評価した結果、*n*-Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 層厚が 500 nm の素子において、短波赤外領域の最大分光感度が得られることを報告してきた[1]。しかし、この分光感度評価では Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 側から光入射 (Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 入射) しているため、Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 表面での非輻射再結合の影響を大きく受けていると懸念される。Si 基板表面での非輻射再結合割合は Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> より小さいと考えられるため、Si 側から光入射 (Si 入射) することで分光感度が向上すると期待される。そこで、本研究では、分光感度の光入射方向依存性を検証することを目的とした。

【実験方法】マグネトロンスパッタリング法により、厚さ約 500  $\mu\text{m}$  の *p* 型 Si(111)基板( $\rho = 3\sim 6 \Omega\cdot\text{cm}$ )上に Ru-Si アモルファス層を 450, 700, 1000 nm 堆積させ、真空中 800 °C, 8 h の熱処理を行うことで *n*-Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>/*p*-Si ヘテロ接合試料を作製した。その後、Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> と Si 側の両面にドット状( $\phi \approx 0.8 \text{ mm}$ )の Al オーミック電極を形成した。この新素子では従来素子より抵抗値が低い Si 基板を使用したため、-1 V 印加時の Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 内空乏層厚は、約 10 nm (従来素子)と約 200 nm (新素子)と異なる。分光感度測定では、単色化したハロゲンランプ光を Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> または Si 側から照射し、分光感度スペクトルを測定した。

【結果】Fig. 1 に膜厚 450 nm の素子における分光感度スペクトルの光入射方向依存性を示す。0.8-1.2 eV では、Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 入射より Si 入射で感度が向上することが明らかとなった。一方、1.2 eV 以上では入射光エネルギーの増加に伴い、Si 入射の分光感度が急激に下がり、Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 入射と異なるスペクトル形状を示した。Fig. 2 に示した 0.95 eV での分光感度の膜厚依存性では、全ての膜厚で Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 入射より Si 入射で感度が向上していることが分かる。この Si 入射の優位性は、従来素子の光入射方位依存性においても確認された。よって、短波赤外領域の分光感度向上では、Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 内の空乏層厚より光入射方位が重要であると判断される。

Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 入射の場合、全エネルギー領域において Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 表面で光生成キャリアが発生する。それに対し Si 入射では、Si のバンドギャップ (約 1.1 eV) より高エネルギー側では Si 表面、低エネルギー側では Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>/Si ヘテロ界面近傍の Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 内空乏層で光生成キャリアが発生する。Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> のバンド端は伝導帯および価電子帯とも状態密度の高い Ru-4*d* 軌道から構成されているため、前述したように Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 表面での非輻射再結合割合は高い。しかし、Si 入射では Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 表面で光を吸収しないため、光生成キャリアに対する非輻射再結合の影響が抑制された結果、短波赤外領域の分光感度が向上したと考えられる。

[1] 大石 他, 2023 年度応用物理学会九州支部学術講演会, 26Aa-1.

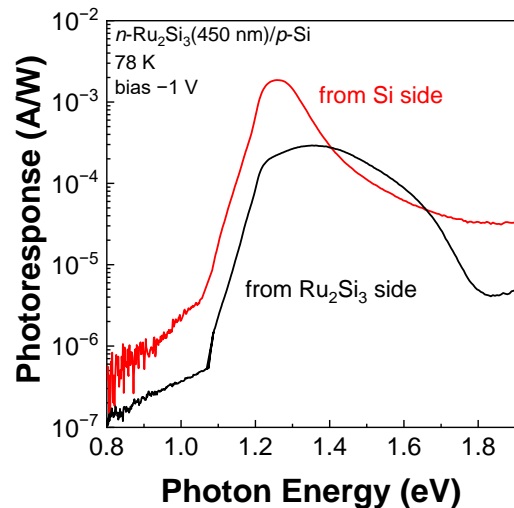


Fig. 1 Photoresponse spectra of *n*-Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>/*p*-Si at 78 K.

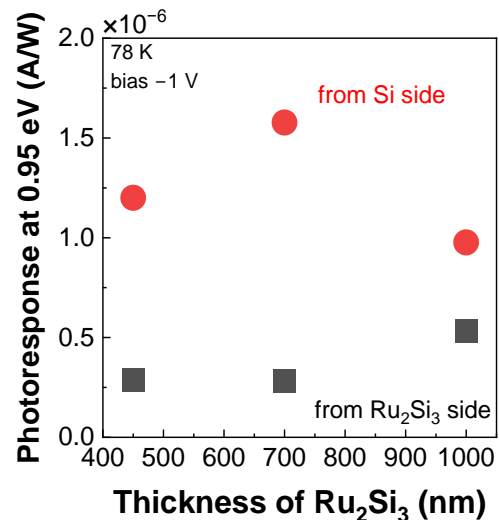


Fig. 2 Thickness-dependence of photoresponse at 0.95 eV in *n*-Ru<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>/*p*-Si.