

Epitaxial Cu(In, Ga)Se₂ 太陽電池のアルカリ金属添加効果

Effects of alkaline metal doping on epitaxial Cu(In,Ga)Se₂ solar cells

産総研 ○西永慈郎, 石塚尚吾

AIST, °Jiro Nishinaga, Shogo Ishizuka

E-mail: jiro.nishinaga@aist.go.jp

はじめに: Cu(In, Ga)Se₂ (CIGS)太陽電池は光吸収係数・変換効率が共に高く、低コスト・高効率太陽電池として期待されている。CIGS 太陽電池は青板ガラス基板上に作製され、多結晶 CIGS 薄膜を光吸収層として利用しているが、さらなる高効率化のためには、結晶粒および結晶粒界それぞれの基礎的物性を理解することが重要である。今回、結晶粒界のない Epitaxial CIGS に対するアルカリ金属添加効果について調査し、多結晶 CIGS との相違点に関する考察を行った。

実験結果と考察: MBE 法により p 型 GaAs(001)基板上に Epitaxial CIGS 薄膜を成膜させた。基板温度 520°Cにて Ga 組成(GGI) 0.7 の CIGS 層を 1.1μm 成膜し、その後、GGI: 0.23 の CIGS 層を 1.1μm 堆積させ、Ga grading 構造を形成させた。CIGS 成膜中に NaF を添加し、CIGS 成膜後に基板温度 350°Cにて KF 処理(KF-PDT)を行い、SIMS 測定および時間分解 PL(TRPL)測定を行った。

図 1 に SIMS 測定による GGI 分布を示す。Cu 濃度(CGI)が 0.95 の場合、Na 濃度は $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度であるが、CGI: 1.0 の CIGS 薄膜は Na 濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下であった。これは CGI: 1.0 の場合、Cu 空孔(V_{Cu})が消失し、Na の溶解度が減少したためと考えている。図 1 より CGI: 1.0 の場合、急峻な GGI 分布を示すが、CGI: 0.95 の場合、成膜中に Ga の拡散が起こり、Na 添加によってその拡散が促進されることがわかった。この結果は多結晶 CIGS の報告と異なっており、Colombara らの報告と一致する[1]。図 2 に CdS/CIGS 構造の TRPL の結果を示す。NaF doping, KF-PDT を行わない Epitaxial CIGS は短いキャリア寿命を示し、変換効率は 13%程度であった。一方、NaF doping, KF-PDT を行った Epitaxial CIGS は高い変換効率を示し、多結晶 CIGS 層と同程度のキャリア寿命を示した。以上より、Epitaxial CIGS においても、アルカリ金属添加は大変重要であるといえる。

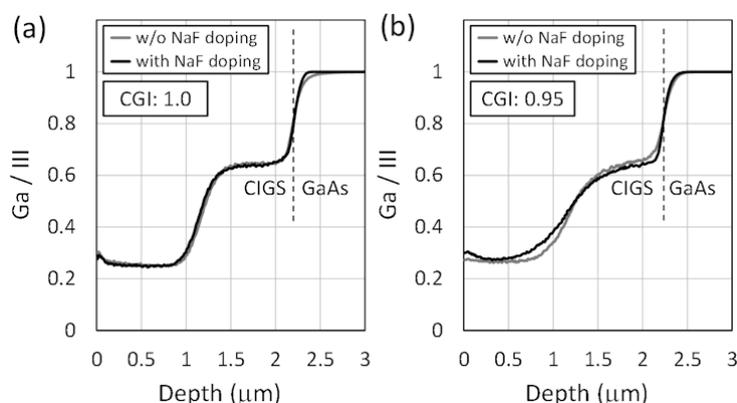


図 1. SIMS 測定による Ga 濃度分布

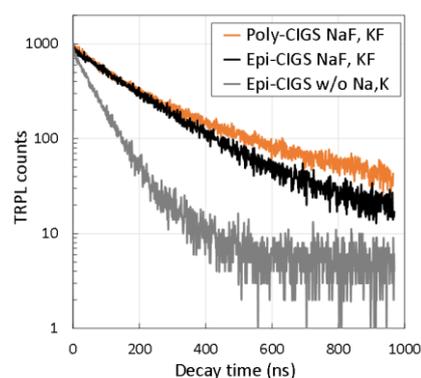


図 2. CdS/CIGS の時間分解 PL

[1] D. Colombara, et al. Nature Communications, **9**, 826 (2018).