

CZTSe太陽電池の表面処理効果

反保衆志*1、金信浩*1、柴田肇*1、仁木栄*1,*2
産業技術総合研究所 *1太陽光発電研究センター *2エネルギー・環境領域

研究の背景および研究の目的

今後の太陽電池の加速的導入およびその期待

the Terawatt Workshop

2016.3.17-18: 開催
日米独の国立研究機関から
PVの今後についての声明発表

将来的に
数TW/年以上の生産が必要*1,3

TWスケールPV時代に対応できる材料が必要

In資源量(最大15 GW/年)*4
Ga資源量(最大25 GW/年)*4
Te資源量(最大5 GW/年)*4

2016年0.3 TW 累積導入*2
2030年3 TW 累積導入予測*1
2040年20 TW 累積導入期待*1

*1 Statement of "the Terawatt Workshop"
*2 ITRPV 2017

- CZTSe太陽電池: 12.6%
- 産総研ではGe混晶により12.3%達成*
- *S. Kim *et al.*, Appl. Phys. Express **9** (2016) 102301.
- CZTSe太陽電池: 11.6%
- JST-CRESTプロジェクトにより11.7%達成*
- *H. Tampo *et al.*, to be submitted.

CIGS太陽電池の変換効率22.6%と比較して
10ポイント変換効率が低い

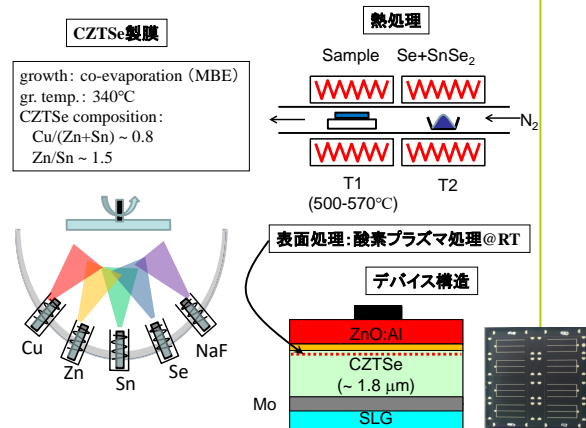
低い変換効率の原因の特定とその対応が必要
⇒大きな開放電圧損失の解明と対応策必要
⇒**Na添加効果と表面処理効果**

CZTSe太陽電池の特徴

- 希少金属フリー
- CIGSの基本技術を利用可能
- 結晶シリコンをベースとしたタンデム型太陽電池に適用可能

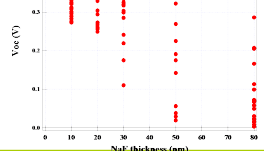
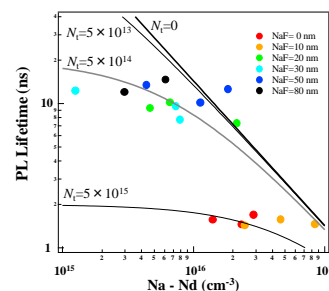
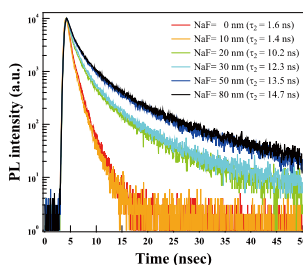
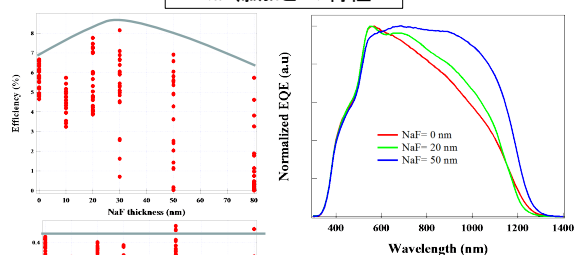
希少金属のIn,Ga(III族)を
Zn(II族), Sn(IV族)で置換
Cu(In,Ga)Se → Cu₂ZnSn(S,Se)₄

実験

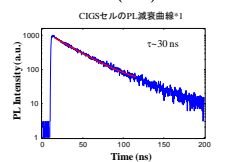


結果および考察 (NaF添加効果)

NaF添加とPV特性



NaF添加による効率の向上は、主として J_{SC} と FFO の向上による
 V_{OC} は向上しない



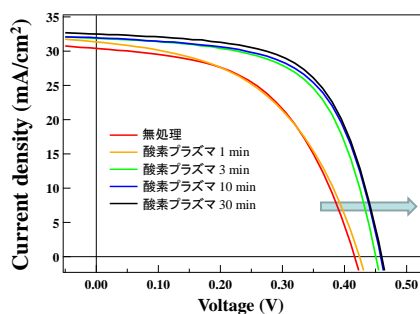
Na添加により発光寿命は、単調に増大し、欠陥の減少が予測される
 V_{OC} が向上しない理由は何? ⇒表面再結合が律速

*1 Y. Kamikawa *et al.*, JAP-SS (2016) 022304.

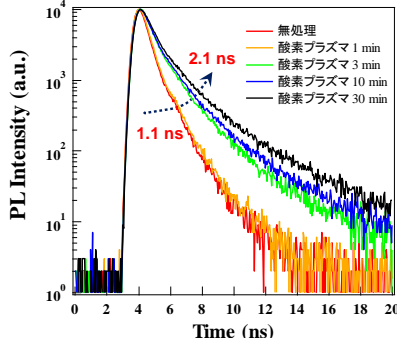
H. Tampo *et al.*, JAP submitted.

結果及び考察 (表面処理効果)

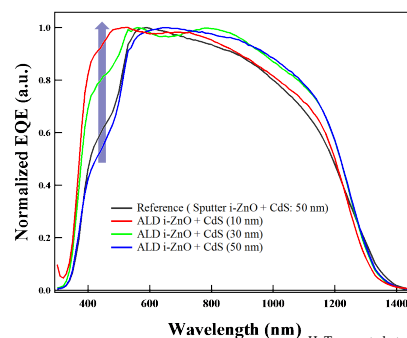
開放電圧向上



発光寿命(τ_1)の増大

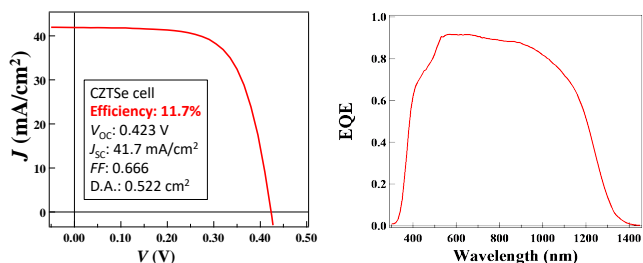


CdS吸収損失の低減



H. Tampo *et al.*, to be submitted.

ベストセル



従来報告のCZTSe太陽電池では最も高い変換効率達成!!

結論

- Na添加によるCZTSe薄膜のバルク品質の向上(欠陥の1桁減少)により太陽電池特性が向上した。(主として J_{SC} , FF が向上)
- 酸素プラズマによる表面処理により表面再結合が抑制され、その結果として V_{OC} が向上した。
- さらに、CdS膜厚の最適化により、従来報告例で最も高い変換効率11.7%のCZTSe太陽電池作製に成功した。