

石塚尚吾

産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 化合物薄膜チーム

## 研究の目的

ワイドギャップCIGSで  
更なる高効率化を目指す

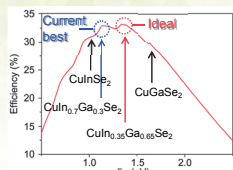
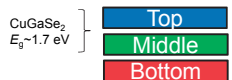


Fig. Theoretical efficiency vs  $E_g$   
S. Siebentritt, Sol. Energy Mater. Sol. Cells  
95, 1471 (2011).

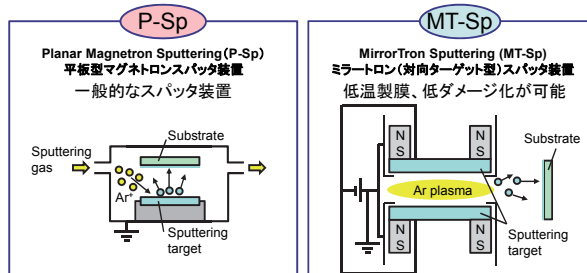
CuGaSe<sub>2</sub> (CGS)の研究意義

- ワイドギャップ(~1.4 eV) CIGSの出発材料
- タンデム型太陽電池のトップセル材料としての可能性
- 水素エネルギー分野への展開 (水分解による水素生成用材料)

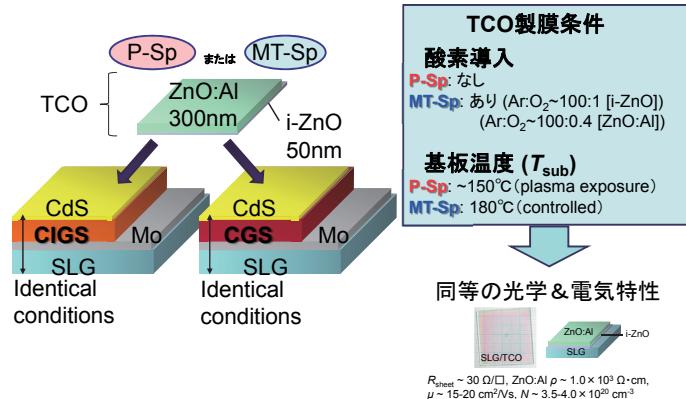


## 実験

二種類のTCO製膜装置(P-Sp, MT-Sp)を用いて、CGSとCu(In,Ga)Se<sub>2</sub>デバイスのポストp-n接合形成プロセスの影響を評価

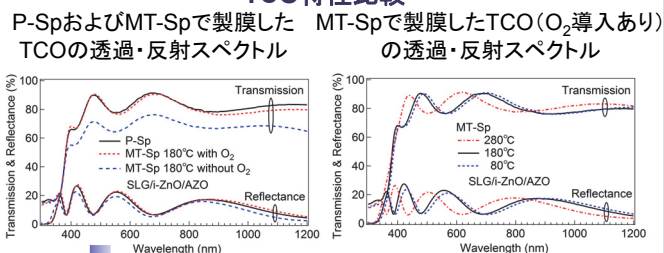


- ソーダライムガラス→CdSまでを同一条件で作製
- 透明電極層(TCO) i-ZnO/ZnO:Alを異なる条件で製膜



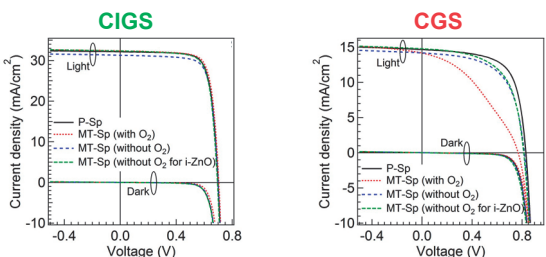
## 結果 & 考察

### TCO特性比較



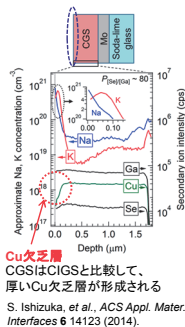
MT-Sp酸素導入無しでは透過率低下

### P-SpとMT-Sp(O<sub>2</sub>導入有無の影響)比較

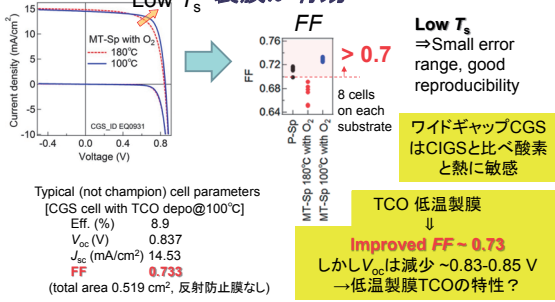


- ✓ P-SpとMT-Spでほとんど変化なし (MT-Sp (without O<sub>2</sub>))において、TCO透過率低下に伴う $J_{sc}$ の減少が見られるのみ)
- ✓ P-SpとMT-Spで大きな変化
- ✓ MT-SpではO<sub>2</sub>を導入しないことでP-Spに近い性能得られるも同等レベルまでには至らない

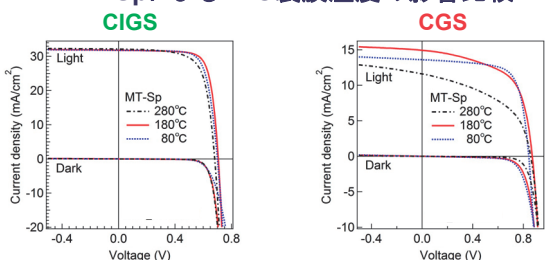
### CGSの表面層



### CGSのFF改善(界面再結合の抑制)にTCO低温製膜が有効



### MT-SpによるTCO製膜温度の影響比較



- ✓ 80 → 180°Cで性能向上
- ✓ 180°C → 280°Cで性能低下
- ✓ 180°C, 280°CではJ-V曲線に極端な変形が見られる
- ✓ TCO低温製膜(100°C以下)ではO<sub>2</sub>導入製膜でも高いFF値が得られた

## 結論

- ✓ CGS太陽電池ではp-n接合形成後のデバイス作製工程(TCO製膜条件)の影響を大きく受ける(CIGSは比較的鈍感)
- ✓ CGS太陽電池のFF値向上にはTCOの低温製膜が有効
- ✓ 高Ga組成ワイドギャップCIGS太陽電池においても同様の効果が見込まれ、低温製膜TCOの高性能化は一つの課題
- ✓ もう一つの重要課題として、CGS光吸収層表面に形成されるCu欠乏層の制御が挙げられる

本研究はH26年度産総研環境・エネルギー分野イノベーション課題及びH27年度産総研エネルギー・環境領域イノベーション課題の支援により実施された。