

CIGS太陽電池の高効率化に関する研究

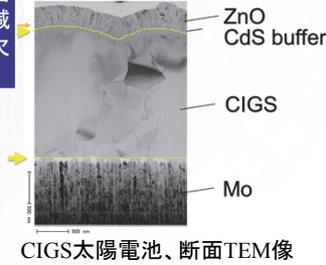
上川 由紀子

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

CIGS太陽電池中には、複数のヘテロ界面が存在する。これらの界面品質の改善 and / or 影響の低減が、太陽電池の性能向上に不可欠である。

本研究では、特にCdS/CIGSのヘテロ界面品質向上を目指し、CIGS成膜後にKF表面処理(KF-PDT: KF-post deposition treatment)¹⁻³を行った。



CIGS太陽電池、断面TEM像

実験

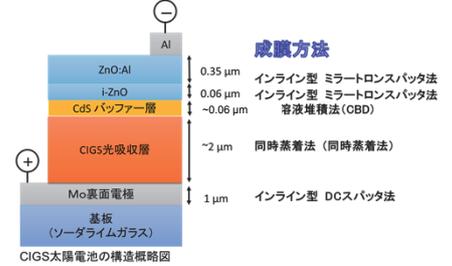
CIGS成膜条件 (3段階法)^{4,6}

- 1段階: In, Ga, Se照射
- 2段階: Cu, Se照射
- 3段階: In, Ga, Se照射
- KF-PDT: KF, Se照射

Growth condition
P<sub>[Se]/P_{[(Ga)+[In]]}: 7~15
T_{sub}: 350/550°C</sub>

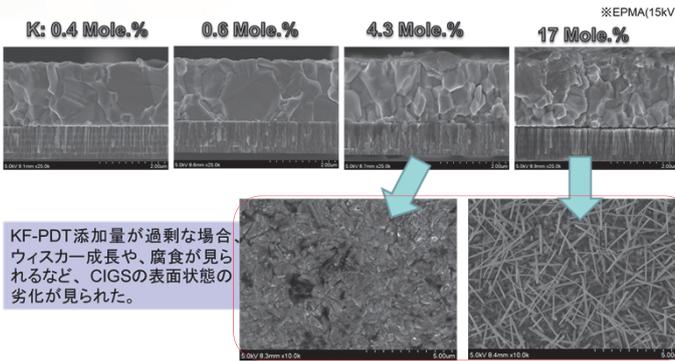
Composition of the absorber layer
Ga/III ratio: 0.37~0.42*
Cu/III ratio: 0.85~0.95*
*MPMA (Vacc: 15kV)

太陽電池構造と成膜方法



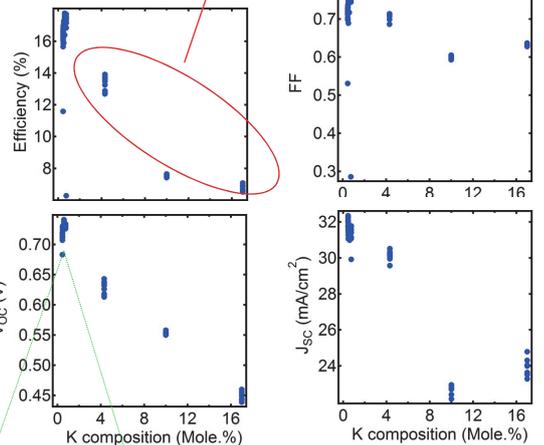
結果と考察

KF-PDTとCIGS表面状態

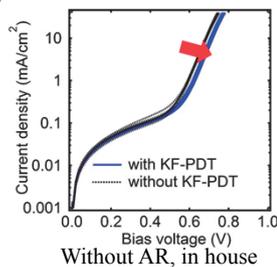


KF-PDT添加量が過剰な場合、ウィスカー成長や、腐食が見られるなど、CIGSの表面状態の劣化が見られた。

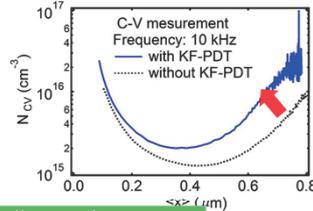
[KF過剰供給] 界面品質が低下



KF-PDT 最適条件付近

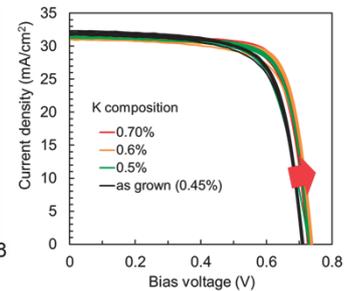
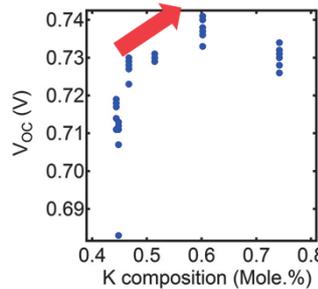


最適条件でのKF-PDTにより逆方向飽和電流密度(J_0)の改善、 N_{CV} の増加が見られた。



KF-PDT	Eff (%)	Voc (V)	Jsc (mA/cm²)	FF
○	19.9	0.75	34.0	0.78
×	18.5	0.72	33.6	0.76

KF-PDT	Rsh (kOhm·cm²)	Rs (Ohm·cm²)	n	J0 (mA/cm²)
○	6.17	0.34	1.4	1.6E-08
×	6.10	0.44	1.4	5.8E-08



最適条件KF-PDTにより、開放電圧(V_{oc})の改善が見られた。

結論

KF表面処理(KF-PDT: KF-post deposition treatment)におけるKF添加量の最適化を行った。

【供給過剰な場合】

供給量が過剰な場合には、CIGS表面にウィスカー成長や表面腐食等が見られた。また、 pn 接合品質は劣化し、太陽電池特性は顕著に低下した。

【最適供給条件】

逆方向飽和電流密度(J_0)が改善した。 $(pn$ 接合品質が向上)
CV測定により算出されるキャリア濃度(N_{CV})が増加した。

→ 開放電圧(V_{oc})が改善した。

参考文献

【参考文献】

- [1] EPMA press release, 2013/01/18.
- [2] A. Chirilă, P. Reinhard, F. Pianezzi, P. Bloesch, A. R. Uhl, C. Fella, L. Kranz, D. Keller, C. Gretener, H. Hagendorfer, D. Jaeger, R. Erni, S. Nishiwaki, S. Buecheler, and A. N. Tiwari, Nature Material, **12**, 1107 (2013).
- [3] F. Pianezzi, P. Reinhard, A. Chirilă, B. Bissig, S. Nishiwaki, S. Buecheler, and A. N. Tiwari, Phys. Chem. Chem. Phys. **16**, 8843 (2014).
- [4] M. A. Contreras, B. Egaas, K. Ramathanan, J. Hiltner, A. Swartzlander, F. Hasoon, and R. Noufi, Prog. Photovoltaics, **7**, 311 (1999).
- [5] A. M. Gabor, J. R. Tuttle, D. S. Albin, M. A. Contreras, and R. Noufi, Appl. Phys. Lett., **65**, 198 (1994).
- [6] J. R. Tuttle, M. A. Contreras, M. H. Bode, D. Niles, D. S. Albin, R. Matson, A. M. Gabor, A. Tennant, and R. Noufi, Appl. Phys. Lett., **77**, 1 (1995).