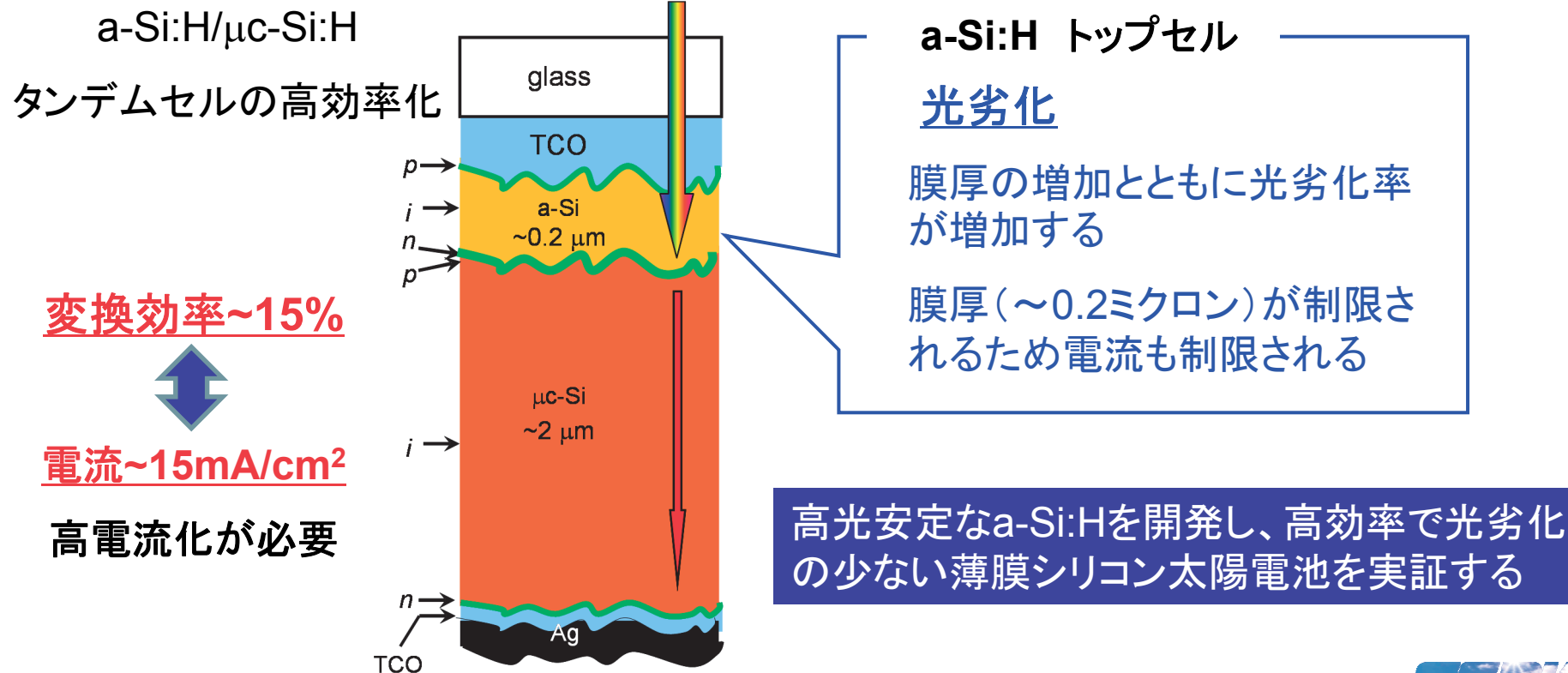


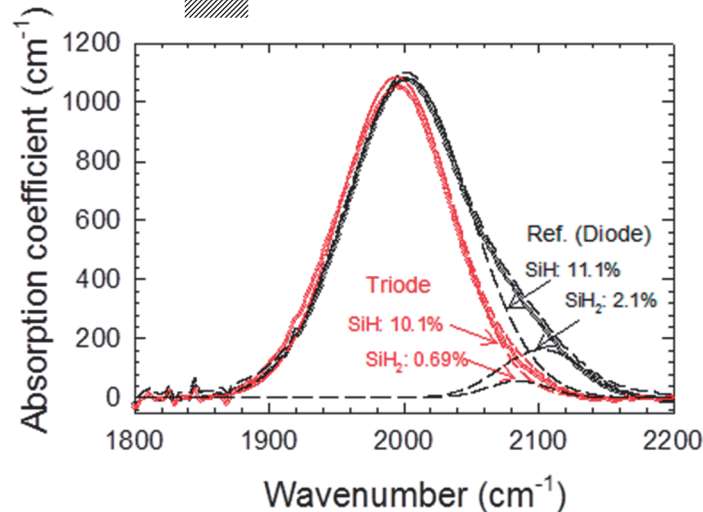
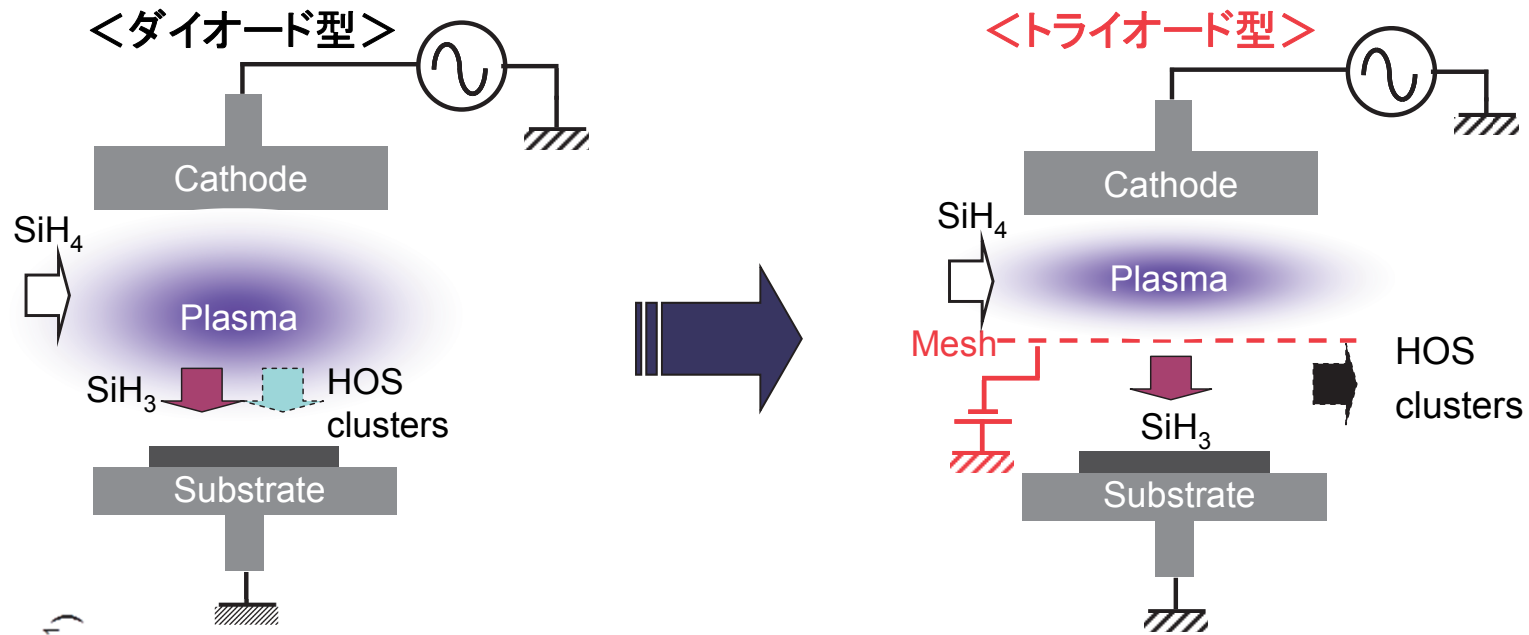
高光安定薄膜シリコン太陽電池の開発

産業技術総合研究所¹、太陽光発電技術研究組合²

松井 卓矢¹、齋 均¹、斉藤 公彦²、近藤 道雄¹

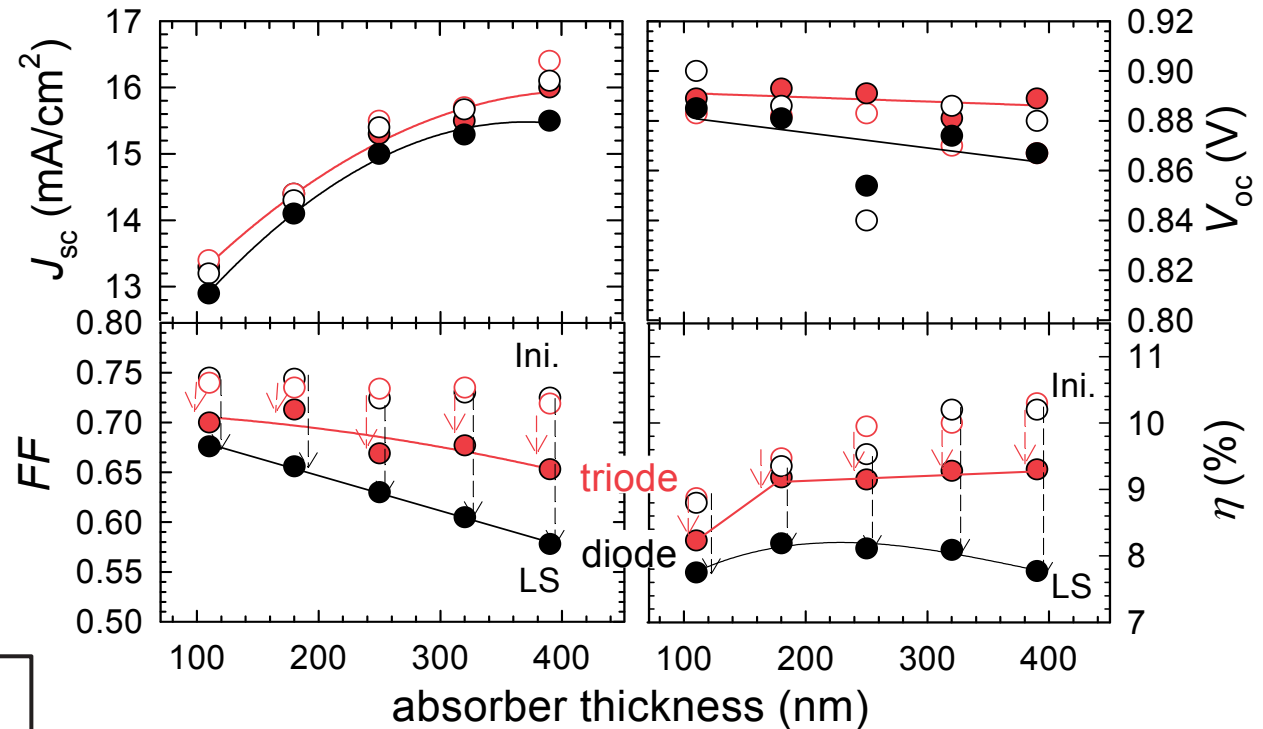
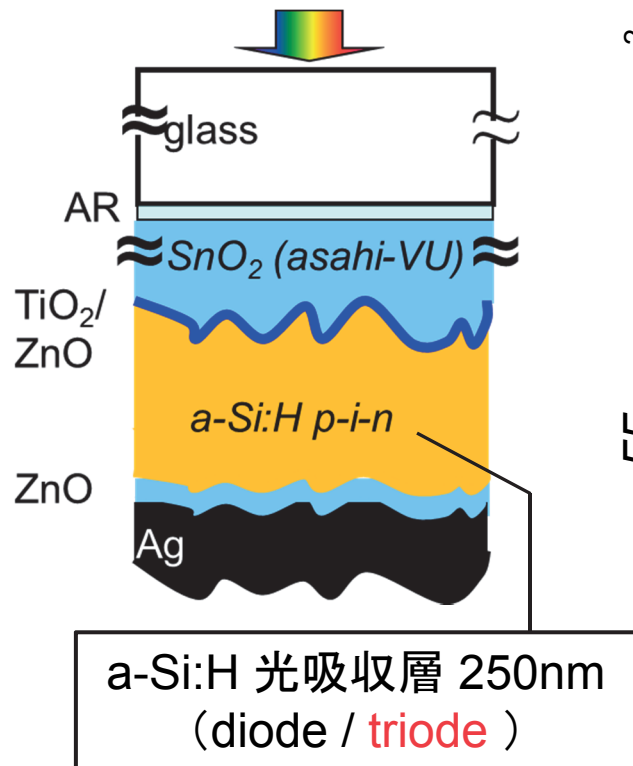


プラズマCVDによるa-Si:Hの製膜



- プラズマで発生する高次シラン種(ナノクラスター)は光劣化を誘発する一つの要因
- トライオード法により、高次シラン種の膜への取り込みを抑制する
- 製膜速度が低下するが、バンドギャップや水素含有量はほぼ同等
- SiH₂濃度が少ないa-Si:Hが得られる

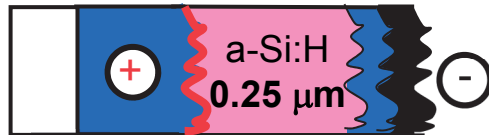
a-Si:Hシングルセルの光劣化特性 - 膜厚依存性 -



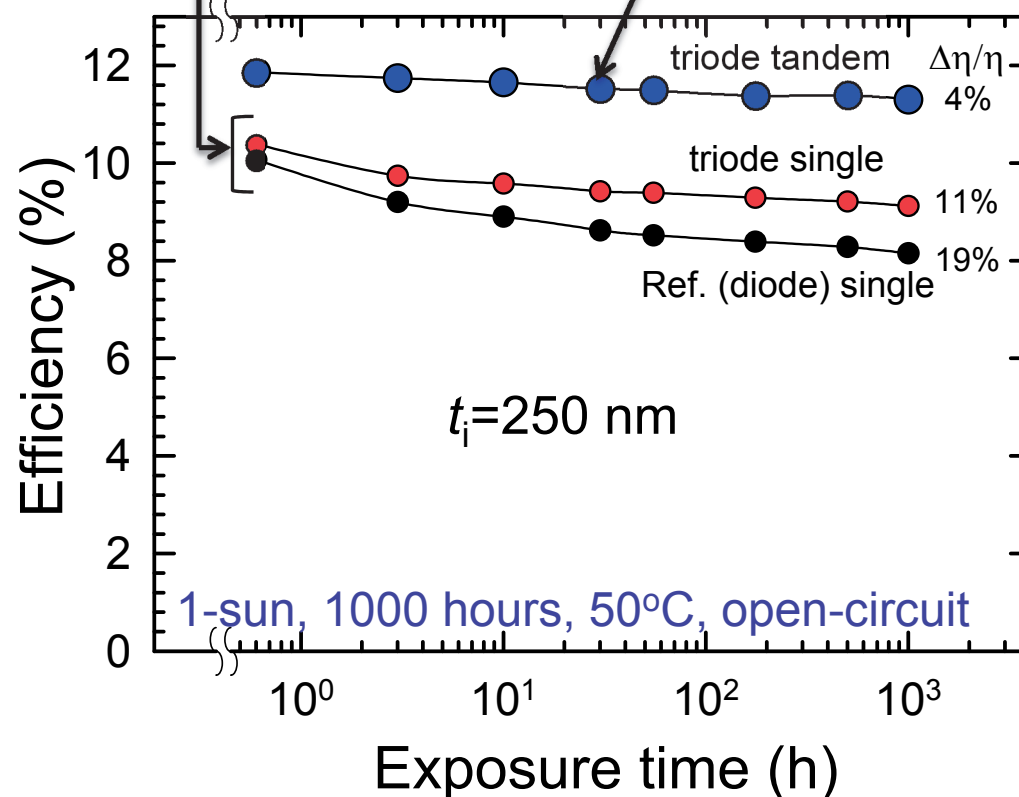
- 従来法では、膜厚が厚くなるにしたがってFFと効率が顕著に低下する
- トライオード法で作製したセルでは安定化効率の膜厚依存性が小さい

シングルセル・タンデムセルの光劣化特性と安定化効率

a-Si:Hシングルセル



a-Si:H/ μ c-Si:H タンデムセル



■ a-Si:Hシングルセル: $\Delta\eta/\eta \sim 10\%$
(Ref.セルに比べて8%低い劣化率)

■ シングルセル安定化効率: **9.6%**
(cf. 10.0% Oerlikon solar)

Benagli et al. 24th EU-PVSEC

■ a-Si:H/ μ c-Si:Hタンデムセル: $\Delta\eta/\eta \sim 4\%$
(シングルセルより高い光安定性)

■ タンデムセル安定化効率: **11.7%**
(cf. 12.3% Oerlikon solar)

Kroll et al. 26th EU-PVSEC

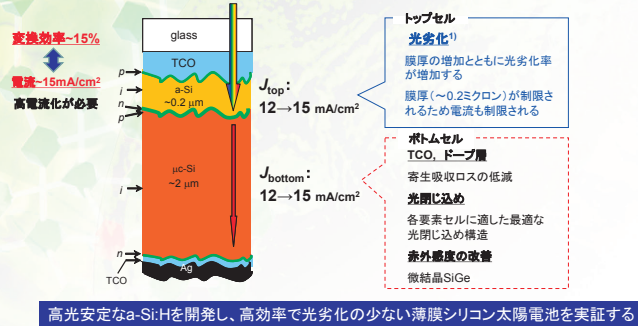
■ ライトマネージメントによりさらなる高効率化が可能

高光安定薄膜シリコン太陽電池の開発

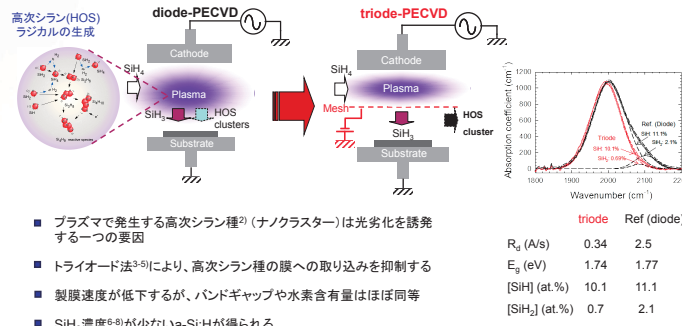
松井 卓矢¹、齋 均¹、斉藤 公彦²、近藤 道雄¹

産業技術総合研究所¹ 太陽光発電技術研究組合²

薄膜シリコン太陽電池の高効率化に向けた課題

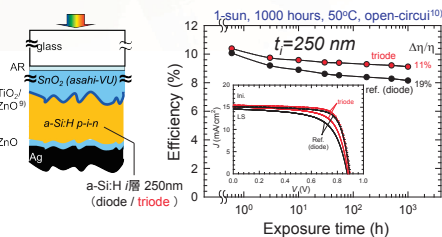


プラズマCVDによるアモルファスSiの製膜

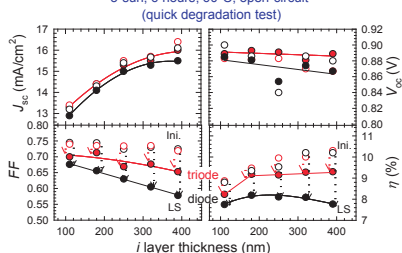


a-Si:H シングルセルの特性

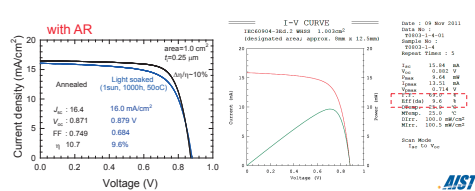
<a-Si:Hシングルセルの光劣化特性>



<太陽電池特性の膜厚依存性>

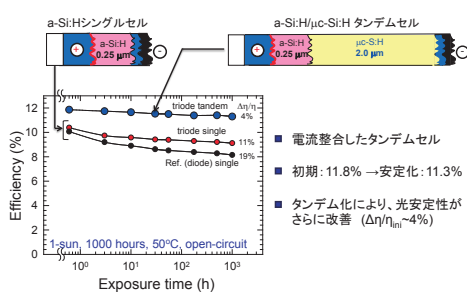


<a-Si:HシングルセルのI-V特性>

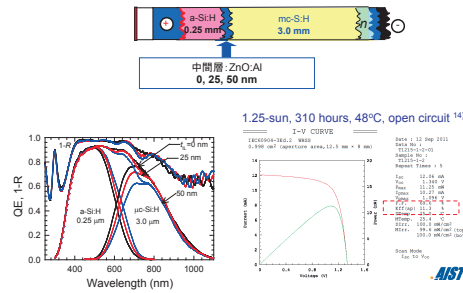


a-Si:H/μc-Si:H タンデムセルの特性

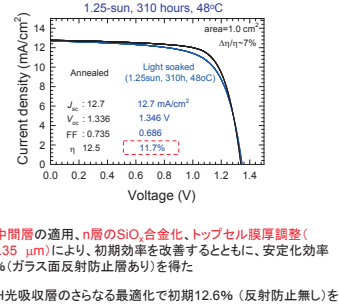
<シングルセル・タンデムセルの光劣化特性と安定化効率>



<中間層の適用によるタンデムセルの高効率化>



<タンデムセルの最適化>



結論

- トライオード型プラズマCVD法を用いて低光劣化アモルファスシリコン太陽電池を作製した。
- 光劣化率は約10% (@ $t_f = 250 \text{ nm}$)であり、従来法のものに比べて約5%劣化率が低い。
- 安定化効率は膜厚に大きく依存しない ($\eta_{stab} > 9\%$ @ $t_f = 200\text{-}400 \text{ nm}$)。
- タンデムセル化により、より高い光安定性が得られる ($\Delta\eta/\eta_{ini} < 5\%$)
- 市販基板 (Asahi-VU)を用いて、シングルセル、タンデムセルでそれぞれ9.6%、11.3%の安定化効率を得た。さらなる最適化で安定化効率11.7% (ラボ測定)のタンデムセルを得た。

参考文献

- 1) D.L. Staebler, and C.R. Wronski: Appl. Phys. Lett. 31 (1977) 292.
- 2) A. Matsuda, K. Nomoto, Y. Takeuchi, A. Suzuki, A. Yuuki, and J. Perrin: Surf. Science 227 (1990) 50.
- 3) A. Matsuda, T. Kaga, H. Tanaka, and K. Tanaka: J. Non-Cryst. Solids 59-60 (1983) 687.
- 4) S. Shimizu, M. Kondo, and A. Matsuda: J. Appl. Phys. 97, (2005) 033522.
- 5) H. Sonobe, A. Sato, S. Shimizu, T. Matsui, M. Kondo, and A. Matsuda: Thin Solid Films 502 (2006) 306.
- 6) E. Bhattacharya, and A.H. Mahan: Appl. Phys. Lett. 52 (1988) 1587.
- 7) T. Nishimoto, M. Takai, H. Miyahara, M. Kondo, and A. Matsuda: J. Non-Cryst. Solids 299-302 (2002) 1116.
- 8) A.A. Langford, M.L. Fleet, B.P. Nelson, W.A. Lanford, and N. Maley: Phys. Rev. B 45, (1992) 13367.
- 9) T. Fujibayashi, T. Matsui, and M. Kondo: Appl. Phys. Lett. 88 (2006) 183508.
- 10) W. Luft, B. von Roedern, B. Stafford and L. Mrig: Proc. 23rd IEEE Photovoltaic Specialists Conference, (1993) 860.
- 11) B. Rech, and H. Wagner: Appl. Phys. A 69 (1999) 155.
- 12) J. Meier, J. Spitznagel, U. Kroll, C. Bucher, S. Fay, T. Moriarty, and A. Shah: Proc. 3rd World Conference on Photovoltaic Energy Conversion 3 (2003) 2801.
- 13) S. Benaghi, D. Borrello, E. Vallat-Sauvain, J. Meier, U. Kroll, J. Hoetzel, J. Bailat, J. Steinhauser, M. Marmelo, G. Monteduro, and L. Castens: Proc. 24th European Photovoltaic Solar Energy Conference (2009) 21.
- 14) S. Igari, J. Nose, T. Hiruma, F. Nagamine, and K. Fujisawa: Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 34 (1994) 473.