

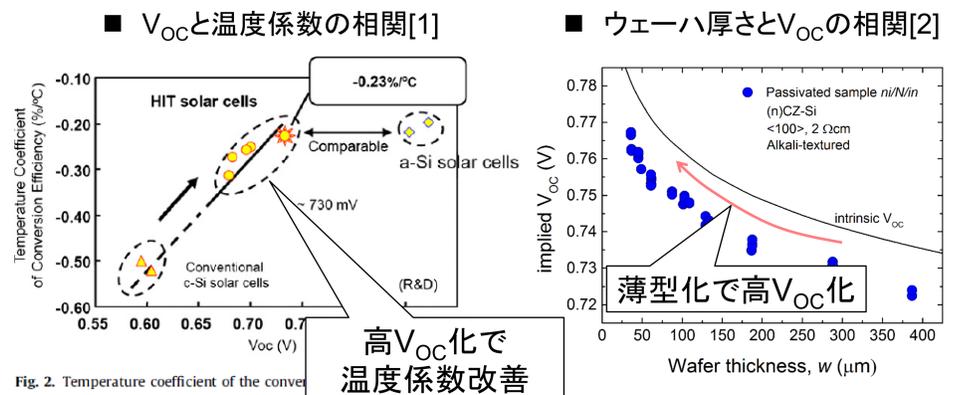
超薄型化による結晶シリコン太陽電池の高V_{OC}化と温度特性

齋 均、海汐 寛史、松井 卓矢
産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター



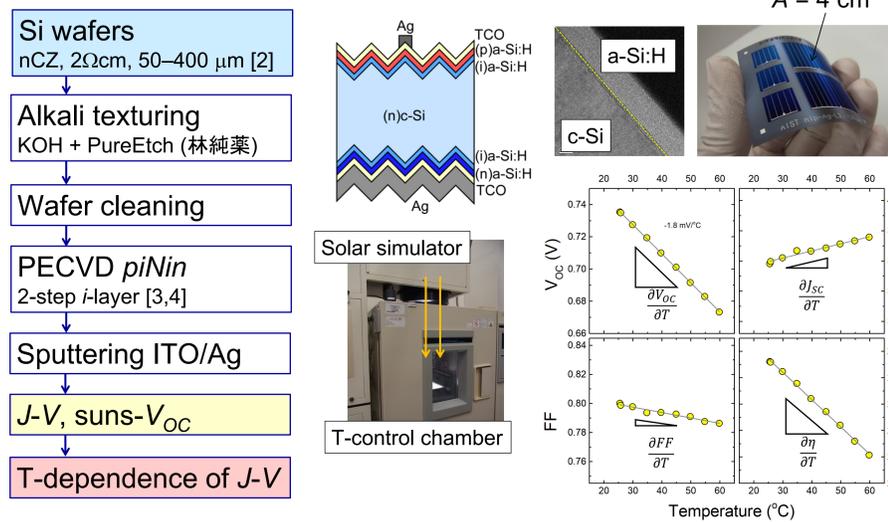
研究の目的

結晶シリコン太陽電池の発電効率は、温度上昇と共に低下し、その程度は温度係数(TC)により定量化される。屋外設置された太陽電池の温度は、標準条件(25°C)を超えることが多いため、TCを小さくする(温度耐性を高める)ことで実発電量を増やすことができる。TCを小さくするには、高V_{OC}化が有効であり、その方策の一つにウェーハの薄型化がある。本研究では、ウェーハ薄型化による高V_{OC}化とTCへの影響について、シリコンヘテロ接合型(SHJ)太陽電池を用いて実験的に検討した。



実験

■ プロセス・評価の流れ



結果: SHJセル特性とウェーハ厚

■ 2水準のセルを評価

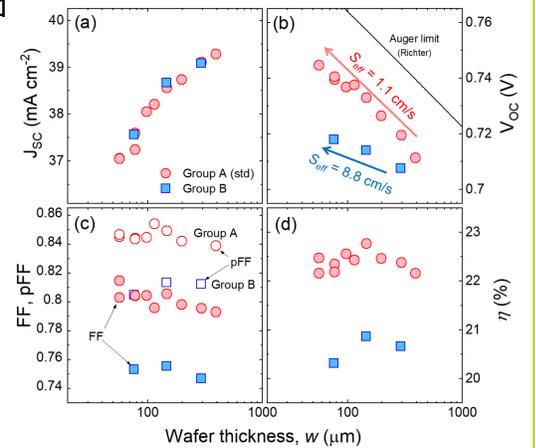
表面再結合速度をPECVD条件で調整:
A(good) S_{eff} = 1.1 cm/s
B(poor) S_{eff} = 8.8 cm/s

ウェーハ厚減少により:

	A	B
V _{OC}	↑	↑
J _{sc}	↓	↓
FF, pFF	←	←
η	←	←

● 高精度評価値:

w(μm)	J _{sc} (mAcm ⁻²)	V _{OC} (mV)	FF(%)	η(%)
56.5	37.27	750	81.4	22.72



結果: 温度係数

■ SHJセルの温度係数とウェーハ厚の相関

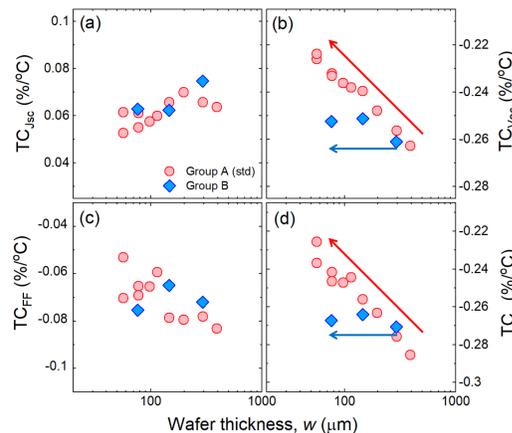
$$TC_{V_{OC}} = \frac{1}{V_{OC,25^\circ C}} \frac{dV_{OC}}{dT}$$

$$TC_{J_{sc}} = \frac{1}{J_{sc,25^\circ C}} \frac{dJ_{sc}}{dT}$$

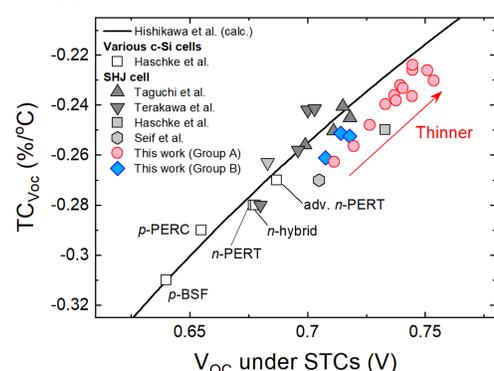
$$TC_{FF} = \frac{1}{FF_{25^\circ C}} \frac{dFF}{dT}$$

$$TC_{\eta} = \frac{1}{\eta_{25^\circ C}} \frac{d\eta}{dT}$$

- TC_ηはTC_{V_{OC}}に強く依存
- 表面パッシベーションが良好ならば、薄型化によりTC_{V_{OC}}及びTC_ηが向上

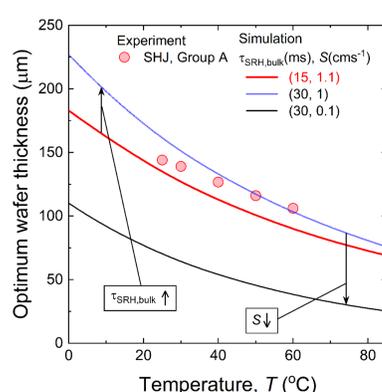


■ V_{OC}と温度係数の相関[5-9]



- 高V_{OC}化でTCが改善

■ 動作温度と最適ウェーハ厚の相関



- 温度上昇に伴い最適厚さが減少

結論

- 高V_{OC}化の方策: SHJ構造 + ウェーハ薄型化
 - 高V_{OC}化により温度係数(TC)が改善
 - 温度上昇に伴い最適なウェーハ厚が薄型化
 - 高温下では薄型化で発電量を向上できる可能性有
- 詳細は:
H. Sai et al., Prog. Photovolt. **29** (2021) 1093–1104

謝辞

本研究にご協力いただいた以下の方々並びにNEDOのご支援に感謝申し上げます。

コマツNTC(株): 河津 智之、長井俊樹
産総研: 奥登 志喜、佐藤 芳樹、田辺 まゆみ、吉田 正裕、上田 孝、志村 晴哉、佐々木 あゆみ



参考文献

- T. Mishima et al., SOLMAT 95 (2011) 18.
- H. Sai et al., JJAP **57** (2018) 08RB10.
- H. Sai et al., JAP **124** (2018) 103102.
- H. Sai et al., PSSa **218** (2021) 2000743.
- Y. Hishikawa et al., IEEE JPV **8** (2018) 48.
- J. Haschke et al., Energy Environ. Sci. **10** (2017) 1196.
- M. Taguchi et al., JJAP **47** (2008) 814.
- A. Terakawa et al., Proc. 15th PVSEC (2005) 2.
- J.P. Seif et al., IEEE JPV **5** (2015) 718.