

単結晶 Si 太陽電池の薄型化へ向けたスライスダメージ評価 II

Slicing damage evaluation for thin Si solar cells II

原 豊¹、横川 凌^{1,5}、西原 達平¹、神岡 武文²、中村 京太郎²、大下 祥雄²、河津 知之³、
長井 俊樹³、山田 昇⁴、宮下 幸雄⁴、小椋 厚志^{1,5}

(1. 明治大理工、2. 豊田工大、3. コマツ NTC 社、4. 長岡技大、

5. 再生可能エネルギー研究インスティテュート)

Y. Hara¹, R. Yokogawa^{1,5}, T. Nishihara¹, T. Kamioka², K. Nakamura², Y. Ohshita², T. Kawatsu³,
T. Nagai³, N. Yamada⁴, Y. Miyashita⁴ and A. Ogura^{1,5}

(1. Meiji Univ., 2. Toyota Tech. Inst., 3. Komatsu NTC Ltd., 4. Nagaoka University of Technology,

5. Meiji Renewable Energy Laboratory)

E-mail: ce201039@meiji.ac.jp

【背景と目的】近年、結晶シリコン太陽電池のスライスプロセスにおいて、その生産性の高さからダイヤモンドワイヤーソー(DWS)を用いたスライスが主流となっている[1]。しかし、スライス後には表面にダメージ層が形成されることが知られている。シリコンウェハーの薄型化によって低コスト化が見込めるが、それに伴いダメージを起点としたウェハーの破損が懸念される。

薄型ウェハーの破損を抑制するためには、高精度なスライス技術の確立が必要である。さらに、スライスダメージが十分に抑制された薄型ウェハーは高いフレキシビリティを持つことから、自動車や建物等の高屈曲率が求められる次世代太陽電池デバイスへの応用も期待される。

これまでに我々は、ラマン分光法や μ -PCR 法によりスライス条件の制御と結晶性の間に相関関係があることや、スライス終盤、すなわちワイヤー出口側のダメージが大きいことを確認している[2]。

本研究ではスライスプロセスの制御に関して有用な知見を得ることを目的に、ウェハーの表面状態、結晶状態などのスライスダメージや、ウェハー内のダメージの詳細な分布を評価した。

【実験方法】スライス条件の異なる試料(改良スライス、従来スライス)を用いて、ラマン分光法、 μ -PCR 法、走査型電子顕微鏡(SEM)により、ウェハー破損の原因となる表面ダメージや、そのダメージの分布を評価した。

Fig. 1 に、スライスのイメージ図を示す。インゴットはワイヤーの方向へ送られ、スライスされる。よって下側がワイヤー入り口、上側がワイヤー出口側となる。

【結果と考察】

Fig. 2 に、各ウェハーのワイヤー入り口側、出口側の SEM 像を示す。SEM 像より、改良スライス条件ではスライスダメージが抑制され、一方従来スライス条件では大きなダメージが残っていることが確認できる。よってダメージとスライス条件の間には明確な相関関係があると考えられる。どちらの条件においても、出口側のスライス痕が入り口側と比較して深くなっていることが確認でき、この傾向はこれまでに行った μ -PCR 法

の結果と一致する。また、ラマン測定の結果から、従来スライス条件では Si の高压相の存在が確認された。

これらの結果から、スライス条件によって表面のダメージに大きな差があることが明らかとなった。ワイヤーの出口側のダメージが大きいという傾向はワイヤーの摩耗に起因していると考えられ、高いフレキシビリティを持つ薄型ウェハー実現のためにはワイヤーの寿命を考慮する必要がある。

【謝辞】本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構の支援のもと実施された。

[1] K. Kinoshita et al., Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 055702(2018).

[2] 原豊 他、第 67 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集、13a-A403-5 (2020).

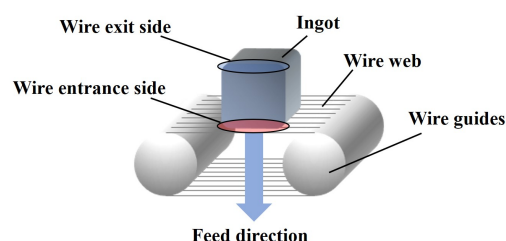


Fig. 1. Schematic of the DWS

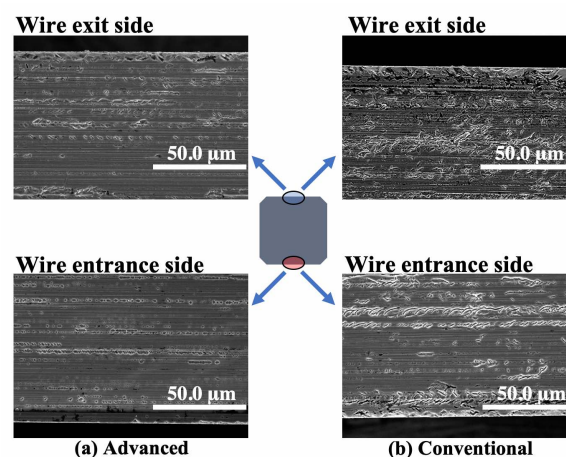


Fig. 2. SEM images of the surface of (a) Advanced sample (b) Conventional sample.