## 薄型フレキシブル Si 太陽電池へ向けたスライスダメージ評価

Slicing damage evaluation for thin flexible Si solar cells

<sup>°</sup>大西 康平<sup>1</sup>、横川 凌<sup>1,5</sup>、西原 達平<sup>1</sup>、神岡 武文<sup>1</sup>、中村 京太郎<sup>2</sup>、大下 祥雄<sup>2</sup>、河津 知之<sup>3</sup>、長井 俊樹<sup>3</sup>、

## 山田 昇<sup>4</sup>、宮下 幸雄<sup>4</sup>、小椋 厚志<sup>1</sup>

(1.明治大理工 2.豊田工大 3.コマツ NTC 株式会社 4.長岡技大 5.学振特別研究員 DC)

°K. Onishi<sup>1</sup>, R. Yokogawa<sup>1,5</sup>, T. Nishihara<sup>1</sup>, T. Kamioka<sup>1</sup>, K. Nakamura<sup>2</sup>, Y. Ohshita<sup>2</sup>,

T. Kawatsu<sup>3</sup>, T. Nagai<sup>3</sup>, N. Yamada<sup>4</sup>, Y. Miyashita<sup>4</sup> and A. Ogura<sup>1</sup>

(1. Meiji Univ. 2. Toyota Tech. Inst. 3. Komatsu NTC Ltd. 4. Nagaoka University of Technology. 5. JSPS Research

Fellow DC)

E-mail: ce181018@meiji.ac.jp

【背景と目的】現在、結晶シリコン太陽電池のス ライスプロセスにおいて、マルチダイヤモンドワイ ヤーソーを用いた技術が主流となっている[1]。太陽 電池におけるスライスプロセスではウェーハの薄型 化が課題であるが、薄型化に伴いウェーハの破損が 懸念される。

薄型ウェーハ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重要である。さらに、スラ イスダメージが十分に抑制された薄型ウェーハはフ レキシブル性能を持つことから、車載用途等の次世 代太陽電池デバイスへの応用も期待される。

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、ウェーハの表面状態、 結晶状態などのスライスダメージやライフタイムの 関係を評価した。

【実験方法】スライス条件の異なる試料 (Well-controlled, Poor-controlled)を用いて、共焦点 光学顕微鏡、顕微フォトルミネッセンス(PL)イメ ージング、ラマン分光法により、ウェーハ破損の原 因となる表面ダメージを評価した。ラマンイメージ ング測定においては励起光源の波長、分光器の焦点 距離、波数分解能をそれぞれ 532 nm、2000 nm、0.1 cm<sup>-1</sup>とした。レーザーを高速駆動させたガルバノミ ラーで疑似線上光源とすることで、一度に約 200 nm 間隔で 512 点分のデータを取得した。また、曲げ破 壊応力を調べ、スライス面の状態とウェーハの破損 との関係を明らかにした。さらに両面受光型のセル を試作し、その特性を評価した。

【結果と考察】 図1に、共焦点光学顕微鏡によ り得られた表面イメージ像と表面粗さを示す。表面 の粗さは、スライス条件の制御された試料 (Well-controlled) と 制 御 さ れ て い な い 試 料 (Poor-controlled)との間で明らかに異なる。また、光 学顕微鏡画像の白いコントラストは、ダイヤモンド ワイヤーソーで発生した深い傷であると考えられる。 図2にラマンイメージ像を示す。 結晶 Si (c-Si) のラマンシフトは 520 cm<sup>-1</sup>、アモルファス Si (a-Si) は 480cm<sup>-1</sup> に示される。 したがって、結晶性 (c-Si/a-Si)はラマンシフトにより評価することがで きる。 図2より、スライスダメージが多く観察され た試料では、a-Si の割合が高く、スライスダメージ が抑制された試料では、c-Si の割合が高いことが分 かる。 したがって、結晶性はスライス条件の制御と 明確に相関関係があると考えられる。スライス条件 を良く制御した試料では、薄型化に伴い、寧ろウェ ーハ強度が向上する傾向が見られ、図3に示すよう に大きなフレキシビリティーを示した。さらに、試 作したセル効率は、通常厚さ(180 µm)に比べて、遜 色ない性能を示した。

【**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., J. Appl. Phys. 57, 055702(2018).



Fig 1. Confocal optical microscope images and roughness scaling on the (a) well-controlled and (b) poor-controlled slicing surface.



Fig 2. Raman images from (a) well-controlled and(b) poor-controlled slicing surface.



Fig 3. 90 µm thick as-sliced wafer (156 x 156 mm2).