## 単結晶 Si ウェハーの表面構造が柔軟性に与える影響

Influence of Surface Structure on Flexibility of Single Crystalline Si Wafer

○原 豊<sup>1</sup>、井手 康貴<sup>1</sup>、西原 達平<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>1,5</sup>

(1. 明治大理工、2. 豊田工大、3. コマツ NTC 社、4. 長岡技科大、5. 明大 MREL)

<sup>o</sup>Y. Hara<sup>1</sup>, K. Ide<sup>1</sup>, T. Nishihara<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>1,5</sup>

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

5. Meiji Renewable Energy Laboratory)

E-mail: ce201039@meiji.ac.jp

【背景と目的】近年、移動体など新しい分野への太陽電池の導入が検討されている。これらの応 用では軽量性に加え、意匠性等の観点から柔軟性が求められる。特に自動車等の移動体では空力 性能も燃料効率に直結するため、ボディに 3D の曲面が多用されており、これらの曲面に適用で きるような 3D の柔軟性を持つ太陽電池の開発が必須である。単結晶 Si 太陽電池は高い安定性や 変換効率を持つことが知られている。我々はこれまでに基板である Si ウェハーがスライス時のダ メージを抑えると薄型化に伴い柔軟性を持つことを確認し、フレキシブル太陽電池モジュールと して期待されることを示した[1]。一方で、光吸収率を向上させるための Si ウェハー表面のテクス チャ構造が機械特性に影響を与えることが報告されており、ウェハー表面構造が三次元的な柔軟 性に与える影響は未だ明らかになっていない[2]。本研究ではウェハーの表面構造が柔軟性に与え る影響を評価することを目的に、様々な表面構造を持つ Si ウェハーに対し、3 次元的な曲げの評 価が可能な二軸曲げ試験の一種である Ball-on-Ring 試験を行い、柔軟性を評価した。

【実験】厚さ 180 µm にスライスした Si(100)ウェハーに対し(As-sliced)、20 wt% KOH による 70°C、 10 分のダメージエッチングを行った(Etched)。エッチングした試料に対し、3 wt% KOH 水溶液+ 添加剤による 80°C、10 分のテクスチャーエッチングを行った(Textured)。各試料に対して Ball-on-Ring 試験を行い、ウェハー破壊時の曲げたわみを最大曲げたわみとして柔軟性を評価した。 また、テクスチャされたウェハーの破壊起点近傍を SEM で観察した。

【結果・考察】図1に各表面構造のウェハーにおける曲げ試験結果を示す。As-sliced のウェハー に対してダメージェッチングを行うことで破壊の起点となるような亀裂などが除去され、柔軟性 が大きく向上している。この時、ウェハーは粉々に破壊された(図2(a))。一方でテクスチャエッチ を行った試料は柔軟性が As-sliced のウェハーと同程度まで低下し、破壊後のウェハーは大きく4 片に劈開されたような形となった(図2(b))。この柔軟性低下の機構を明らかにするため、破壊起点 の近傍を SEM によって観察したところ、ピラミッド構造の谷部に沿って破壊されていることが確 認できた(図3)。ウェハー表面のテクスチャ構造によって太陽電池の変換効率は向上するが、その 構造がウェハーの柔軟性を大きく低下させる恐れがあるため、フレキシブル単結晶 Si モジュール 実現のためには高い柔軟性が確保できる表面構造を検討することが必要である。発表では混酸エ ッチングによってピラミッド構造を丸めた試料や、セル構造等の柔軟性と比較し、柔軟性の改善 について定量的に報告する。

【**謝辞**】本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託で実施された。 [1] K. Onishi *et al.*, Proc. of 36<sup>th</sup> EUPVSEC, 126-130 (2019). [2] J.H. Woo *et al.*, Scripta Materialia **140**, 1-4 (2017).



<sup>0</sup> As-sliced Etched Textured Fig. 1. Results of Ball-on-Ring test.



Fig. 2. Fractured wafer. (a) Etched, (b) Textured



Fig. 3. SEM images of textured, fractured wafer.