

PECVD法を用いた高品質・フルサイズTOPCon構造の開発

研究の背景および目的

- TOPCon構造太陽電池は高いパッシベーション性能及び変換効率を示すことが知られている。
- PECVD法によるTOPCon構造の作製は製膜速度が速いことから高い生産性が期待され、今後の導入量の増加が予想される[1]。
- 課題の一つはブリストリングの抑制である[2]。

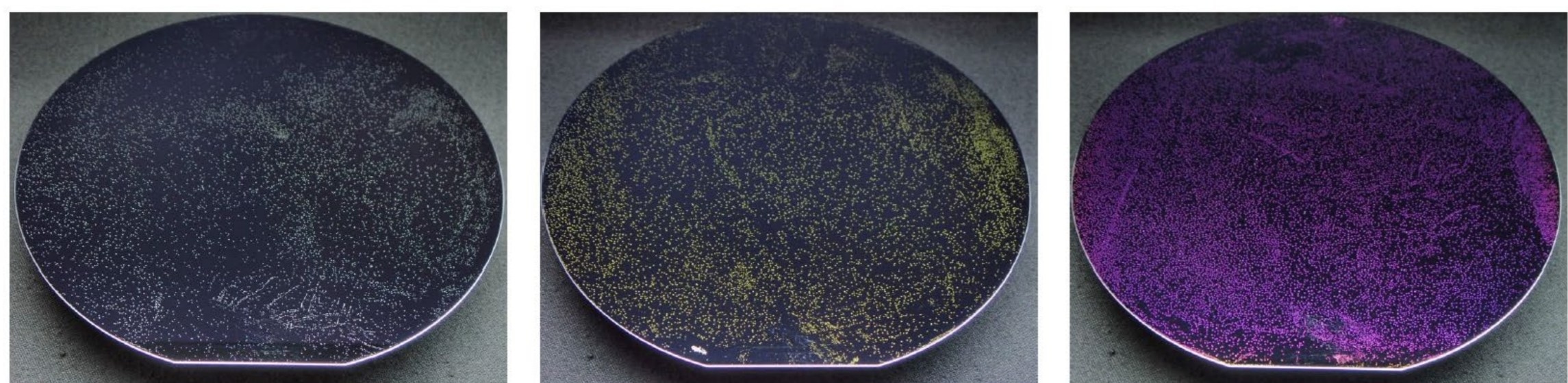
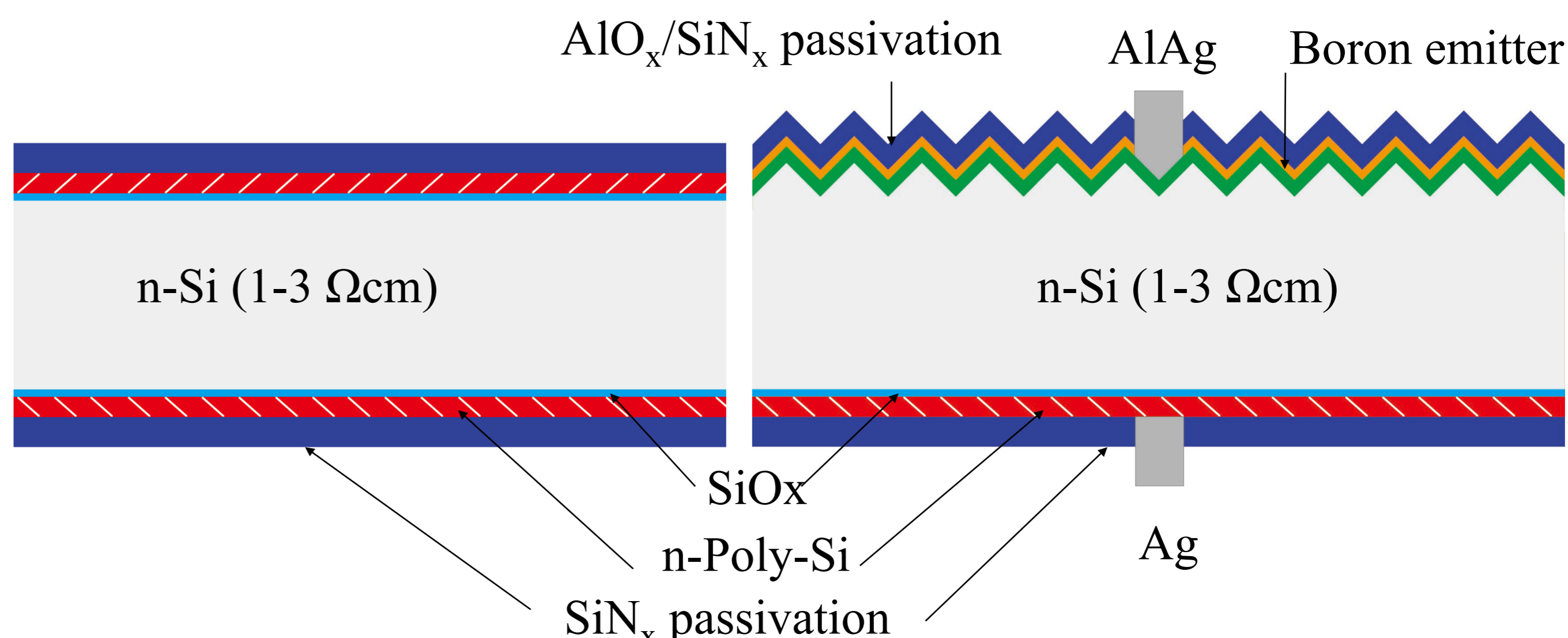


Fig. for example of blistering after TOPCon structure fabrication on mirror wafers (Poly-Si thickness is (a) 30 nm, (b), 45 nm, and (c) 60 nm).

- 本研究ではフルサイズのウェハを用いた高品質パッシベーション膜をPECVD法を用いて作製することを目的とした。
- 製膜条件および結晶化熱処理条件を制御することでブリストアの発生を完全に抑制することを試みた。

実験

- パッシベーション特性評価のため、N型156.75mm角ウェハに極薄酸化膜形成後、PECVD法によるn-a-Si:Hを両面に製膜した。その後、結晶化のための熱処理を750度から950度の間で施した。試料構造は両面对称構造とした(下記図左)。
- セル特性評価のため、受光面側にはエミッタ層を形成し、裏面側にSiO_x/n-Poly-Siを形成した(下記図右)。



結果と考察

● パッシベーション特性評価結果

- a-Siの製膜条件と結晶化温度制御によってブリストアを完全に抑制し、高い*iVoc*を示すことを確認した。
- シリコン基板とポリシリコン層の界面に形成した極薄酸化膜は硝酸酸化法および熱酸化法で作製した。
- 硝酸酸化法で酸化膜を作製した試料では、結晶化温度750度の際、*iVoc*=716 mVを示した。結晶化温度を上げると*iVoc*の値は上昇し、850度で最大となり*iVoc*=737 mVを示した。その後、*iVoc*の値は低下し、950度の際には*iVoc*=624 mVとなった。この*iVoc*の値の低下は酸化膜の破壊によって引き起こされたと考えられる[3]。
- 熱酸化法で酸化膜を作製した試料では、結晶化温度850度及び900度で同等の*iVoc*の値を示した。

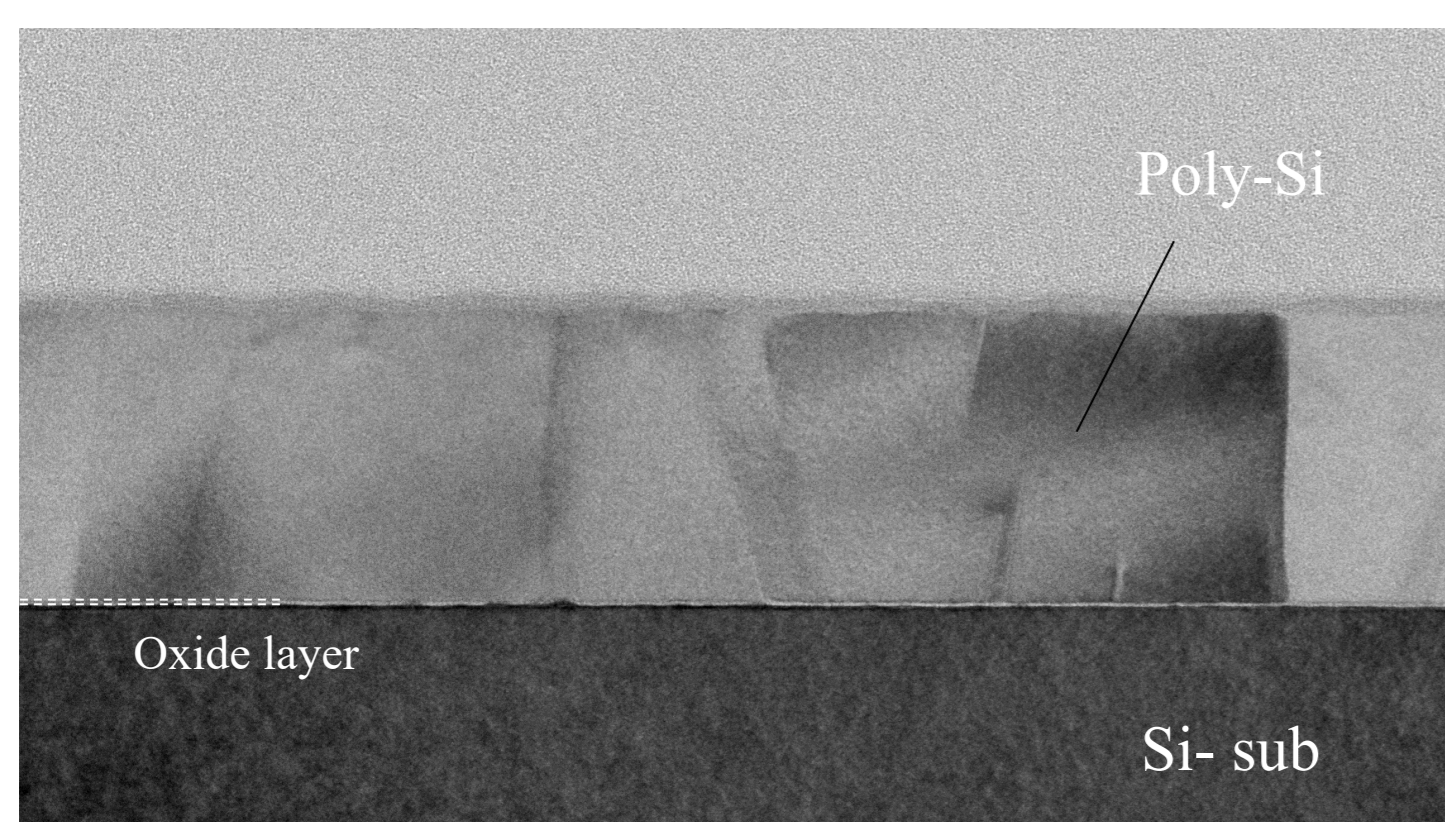
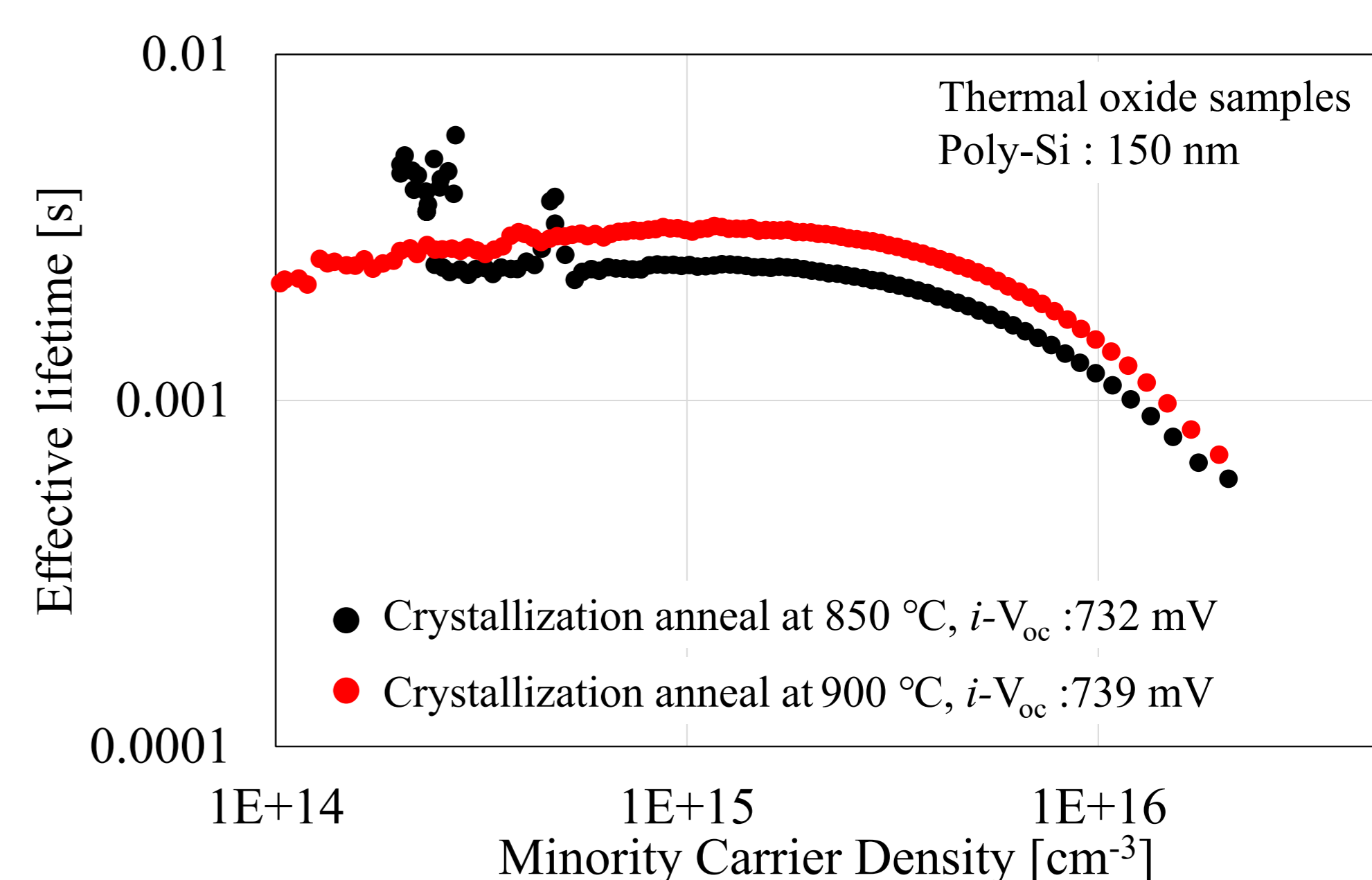
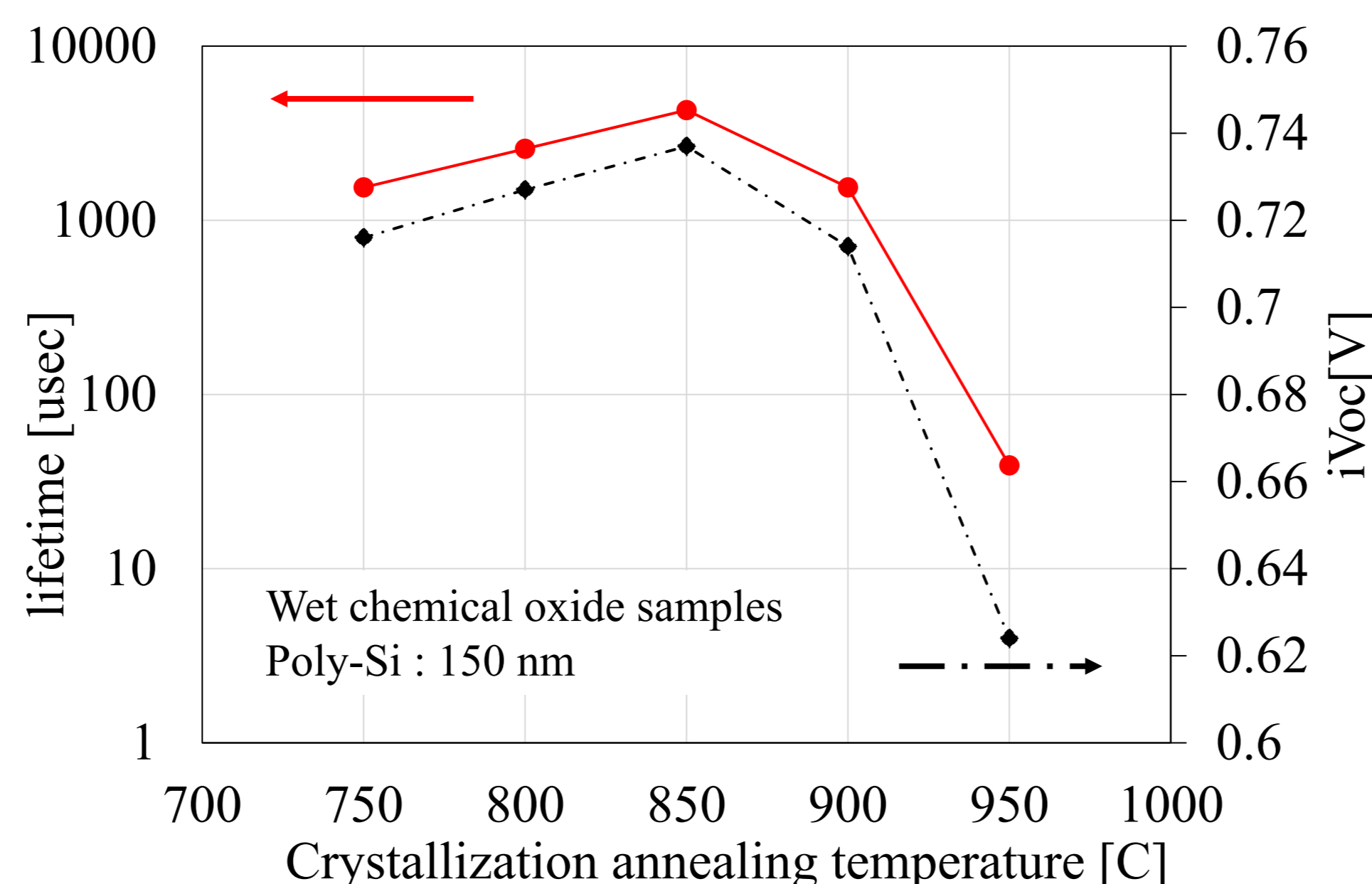
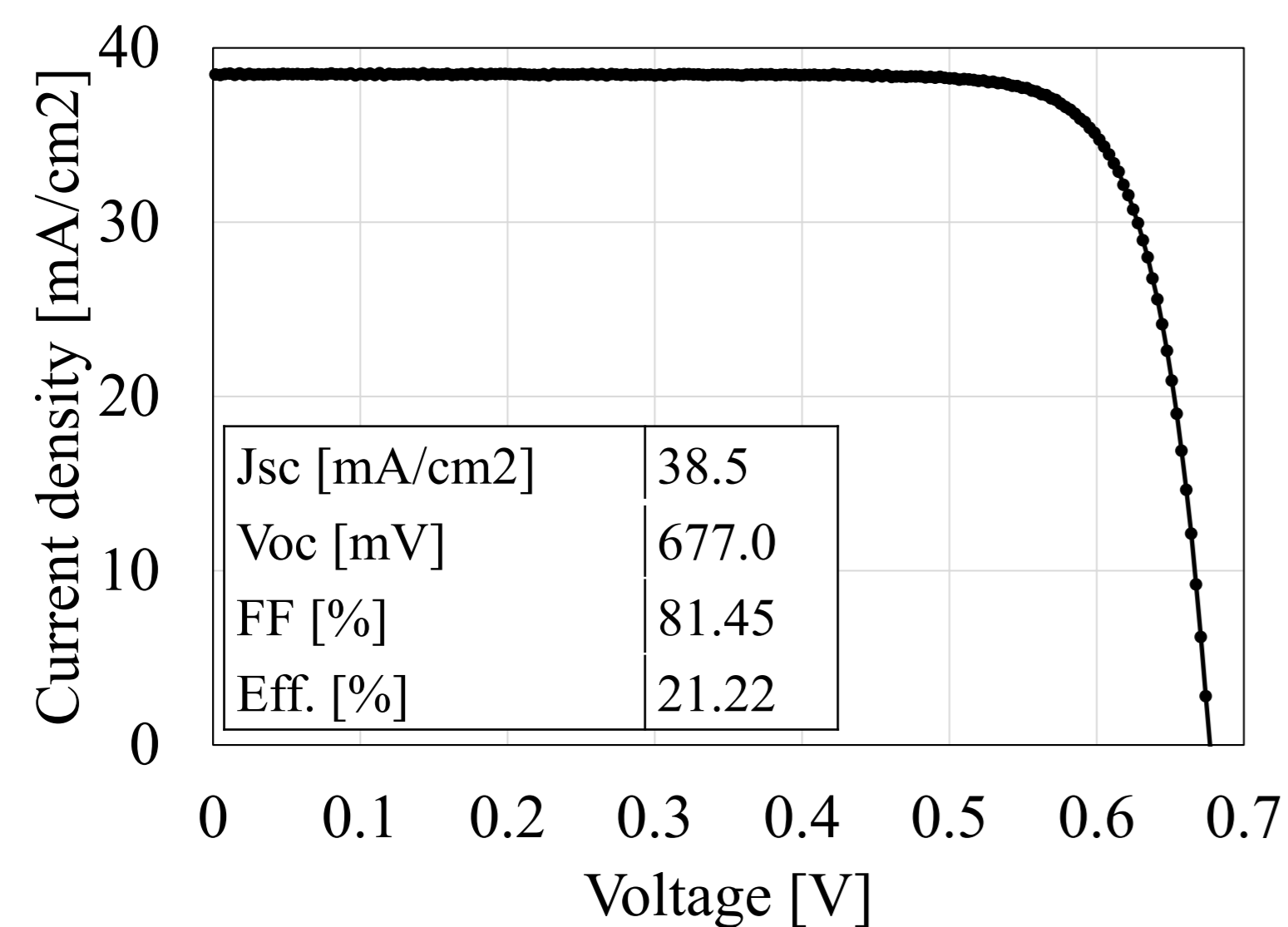


Fig. Cross sectional view of Si-sub/SiO_x/n-Poly-Si by TEM analysis. Thickness of n-Poly-Si is 50 nm.



● セル特性評価結果

- 電極形成前は*iVoc*=700 mVを示した。エミッタ側の再結合特性が十分に抑制されていないと考えられる。エミッタ層の不純物分布とパッシベーション膜の最適化が必要である。
- 電極形成後は*Voc*=677 mV、*FF*=81.5%を示した。電極形成時の焼成工程での特性劣化の抑制および電極部のキャリア再結合の抑制が更なる高効率化には重要である。



I-V properties of fabricated TOPCon cell.

まとめ

- フルサイズシリコン基板向けのn型TOPCon構造をPECVD法によるa-Siの製膜と結晶化温度の制御によりブリストアを完全に抑制して作製し、高いパッシベーション性能を示すことに成功した。
- 結晶化温度850度の際に得られた*iVoc*の値は737 mVであった。
- セル化の結果、*Voc*は677 mVを示し、また、*FF*は81.5%を示した。更なる高効率化のためにはエミッタ層形成の最適化および電極形成工程の改善が重要となる。

参考文献

[1] ITRPV 14 edition (2023), [2] S. Choi, *et al.*, Scientific reports 10 (2020) 9672., [3] A. Moldovan, *et al.* Sol. Energy Mater. Sol. Cells 142 (2015) 123.