

Cat-CVD 法による最大表面再結合速度 2 cm/s 以下の透明パシベーション膜低温形成

Cat-CVD Technology to Prepare Transparent Passivation Films with Surface Recombination Velocity Lower Than 2 cm/s

北陸先端科学技術大学院大学 松村英樹、小山晃一、東嶺孝一、T. Cham Thi、大平圭介

Japan Adv. Inst. Sci.&Tech., H. Matsumura, K. Koyama, K. Higashimine, T. Cham Thi, K. Ohdaira
E-mail: h-matsu@jaist.ac.jp

1. はじめに:

下地基板にプラズマ損傷を与えない低温薄膜堆積技術、Cat-CVD 法により作られたシリコン窒化 (SiNx) / 非晶質シリコン(a-Si) 積層膜を、結晶シリコン(c-Si)太陽電池表面パシベーション(PSV)膜として用いると、キャリアの最大表面再結合速度($S_{eff\ max}$) (バルク内でのキャリア再結合がないと仮定した最大見積値) が 1.5 cm/s 以下の極めて優れた値を示す。その理由を検討、その過程で得られた指針から、 $S_{eff\ max}$ 2 cm/s 以下の透明 SiNx 単層 PSV 膜も Cat-CVD 技術により低温形成可能なことを見出した。

2. SiNx/a-Si 積層膜による低 SRV の実現:

SiNx/a-Si/c-Si 系における $S_{eff\ max}$ を、挿入する a-Si 膜厚の関数として (図 1) に示す[1]。a-Si 膜厚が 10 nm 以上で $S_{eff\ max}$ は 1.5 cm/s 以下となる。(図 2) は、a-Si 膜厚、0、2、10 nm の時の透過型電子顕微鏡(TEM)像である。 $S_{eff\ max}$ が大きな系では、c-Si 表面近傍に黒く見える欠陥層が生じることが確認でき、(図 1)の結果が、構造的変化によることを見出した[2]。さらに、この構造的変化は、SiNx 膜堆積中 N 原子の c-Si 内混入に起因することを見出し、SiNx 膜堆積を低温化して N 拡散を抑制、膜中水素 (H) 含有量を増やし、堆積後の熱処理により c-Si 中に H を拡散させ欠陥を除去することを試みた。

3. 透明 SiNx 単層膜による低 SRV の実現:

(図 3) に、SiNx 膜堆積時の基板温度の関数として、堆積直後と堆積後に 350°C の熱処理を加えた場合に対し、SiNx/c-Si 構造のキャリア寿命(τ_{eff})を示す[3]。基板温度 100°C で作られた SiNx 膜を熱処理すると、 $\tau_{eff}=3$ ms に向上する。ところで一方、我々は、フォスフィン(PH₃)を Cat-CVD 装置内で触媒分解した種に c-Si を曝すと、100°C 以下の低温でも、c-Si 表面にリン(P)原子が導入され、表面が n 型になることを見出している[4]。そこで、この低温 P ドーピングにより c-Si 表面のポテンシャルを制御し、一層の低 $S_{eff\ max}$ 化を図ることとした。

(図 4) に c-Si 表面の P ドーピングのための PH₃ ガス流量の関数として、350°C 熱処理後の SiNx/c-Si 系試料の $S_{eff\ max}$ を示す。透明な SiNx 単層でも、 $S_{eff\ max} < 2$ cm/s を実現できることを見出した[5]。

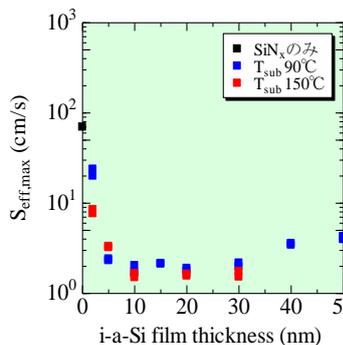
4. まとめ:

Cat-CVD 技術を用いることで、透明な SiNx 単層でも c-Si の $S_{eff\ max}$ を 2 cm/s 以下にすることができる。

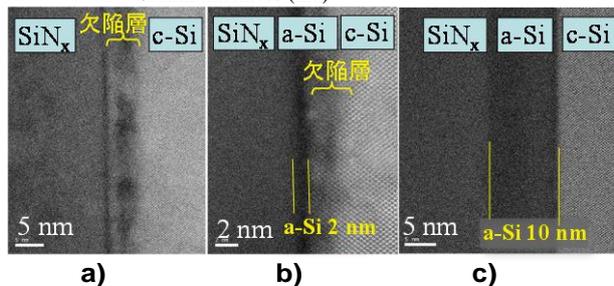
[謝辞] 本研究は JST、CREST 研究として行っているもので、関連諸氏に感謝する。

[文献]

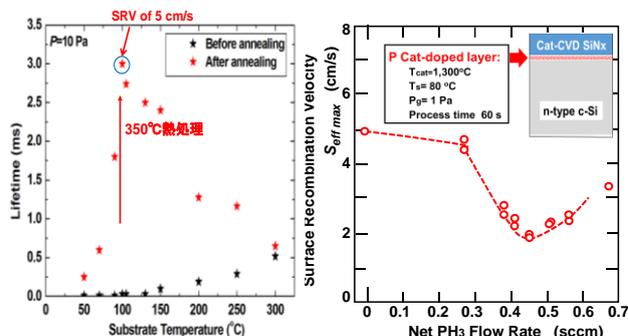
- [1] K. Koyama, *APL*, **97**, (2010)082108.
- [2] K. Higashimine, *JVST-B*, **30** (2012) 031 08.
- [3] T. Cham Thi., *JJAP*, (2014) (in press).
- [4] T. Hayakawa, *JJAP*, **50**, (2011), 121301.
- [5] T. Cham Thi, *Tech. Dig. PVSEC23*, (2013).



(図 1) SiNx/a-Si/c-Si 系における最大表面再結合速度の a-Si 膜厚依存性。



(図 2) a) SiNx/c-Si, b) SiNx/2 nm a-Si/c-Si, c) SiNx/10 nm a-Si/c-Si の TEM 像。



(図 3) キャリヤ寿命の (図 4) $S_{eff\ max}$ のドーピング基板温度依存性。 (図 4) $S_{eff\ max}$ のドーピングガス流量依存性。