

非真空プロセス「液体 Si 印刷法」で形成した a-Si:H の光安定性

Photo-stability of a-Si:H fabricated by non-vacuum process “Liquid-Si printing method”

パナソニック¹, 北陸先端大², JST-ERATO 下田ナノ液体プロセス³村山 博子¹, 大山 達史¹, 吉田 功¹, 寺川 朗¹, 増田 貴史^{2,3}, 大平 圭介², 下田 達也^{2,3}Panasonic Corp.¹, JAIST², JST-ERATO Shimoda Nano Liquid Process Project³Hiroko Murayama¹, Tatsushi Ohyama¹, Isao Yoshida¹, Akira Terakawa¹,Takashi Masuda^{2,3}, Keisuke Ohdaira², Tatsuya Shimoda^{2,3}

E-mail: murayama.hiroko5@jp.panasonic.com

グリッドパリティ実現のためには、薄膜Si層を形成するプラズマCVD装置のコスト低減が最大の課題である。我々はこれまでに、独自の高速製膜技術である局在プラズマCVD法を開発し、高品質 $\mu\text{-Si}$ 薄膜の大面积・超高速製膜に成功した。これまでに、a-Si/ $\mu\text{-Si}$ タンデム型太陽電池で小面積セル 12.2% (1cm^2) および大面积モジュール 10.7% (G5 サイズ) の安定化後変換効率をそれぞれ実現している^[1]。

更なる低コスト化を目指して、非真空製膜プロセスの検討も進めている^[1-2]。裏面電極にナノインク (ITO, Ag, Silica) 印刷技術を用いた太陽電池では大面积の初期変換効率 10.6%を達成している。また、発電層としては液体Si材料の利用を検討している。液体Si材料としては SiH_x ポリマー系とSiナノインク系の開発が報告されており、 SiH_x ポリマー系の液体Si材料から印刷形成したa-Siを用いて作製したTFTは、プラズマCVDにより形成したa-Siを用いて作製したTFTと遜色ない特性を示すことが知られている^[3]。太陽電池応用も検討されており、a-Si太陽電池で変換効率 1.79%が報告されている^[4]。

今回我々は、 SiH_x ポリマー系の液体Si材料から印刷形成したa-Si:Hを通常のプラズマCVD法により形成したa-Si:Hと比較検討した。「プラズマCVD法」および「液体Si印刷法」により形成したa-Si:H膜のFT-IRスペクトルを比較すると、通常のプラズマCVD法で形成したa-Siでは膜中水素はmono-hydride (SiH) 結合モードが支配的であるのに対して、液体Si印刷法で形成したa-Siではdi-hydride (SiH₂) 結合モードが支配的であった。

Table. 1に初期および光劣化後 (5sun, 25°C, 180min) の光導電率の比較を示す。液体シリコン形成膜はSiH₂結合が支配的であるものの、比較的良好な初期光導電率 (σ_{init}) を示すとともに照射後光導電率 (σ_{LS}) の低下がプラズマCVD形成膜と比較して小さかった。

Table. 1 Comparison of photo-conductivity of a-Si:H before and after light soaking.

method	photo-conductivity[S/cm]		$\sigma_{\text{LS}}/\sigma_{\text{init}}$
	Initial σ_{init}	Light soaked σ_{LS}	
Liquid-Si printing	1.73E-06	1.01E-06	0.58
Plasma-CVD	2.64E-05	5.93E-06	0.22

液体Si材料によるa-Si:HはプラズマCVD法によるものと比較して水素を含むネットワーク結合構造が異なり、通常のa-Si:Hよりも光安定性が向上する可能性が示された。

【謝辞】

本研究の一部は、戦略的創造研究推進事業 ERATO 下田ナノ液体プロセスプロジェクトにおいて実施したものであり、関係各位に感謝いたします。

【参考文献】

- [1] A Terakawa, M Hishida, S Yata, W Shinohara, A Kitahara, H Yoneda, Y Aya, I Yoshida, M Iseki and M Tanaka: *Proc. EU PVSEC-26* (2011, Hamburg) 2362.
 [2] W Shinohara, Y Aya, M Hishida, A Kitahara, M Nakagawa, A Terakawa and M Tanaka: *Proc. WCPEC-5 (EU PVSEC-25)* (2010, Valencia) 2735.
 [3] T Shimoda, Y Matsuki, M Furusawa, T Aoki, I Yudasaka, H Tanaka, H Iwasawa, D Wang, M Miyasaka and Y Takeuchi: *Nature* 440 (2006) 783.
 [4] 液体シリコンに賭ける！ 第4回; 半導体産業新聞 第1932号。