

ガラス基板上 a-Si 膜の熱プラズマジェット結晶化における 中間緩衝層によるクラック抑制メカニズムの調査

Investigation on Cracks Reduction by Buffer Layers in Thermal-Plasma-Jet Crystallized Amorphous Silicon Films on Glass Substrate

広大院先端研 °田中 敬介, 林 将平, 上倉 敬弘, 東 清一郎
Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University,
°K. Tanaka, S. Hayashi, T. Kamikura, and S. Higashi
E-mail: semicon@hiroshima-u.ac.jp

序 フラットパネルディスプレイや薄膜太陽電池等の大面積エレクトロニクスにおいては安価なガラス基板が用いられるが、アモルファスシリコン(a-Si)膜結晶化等の大きな熱的応力が発生する急速熱処理プロセスにおいて、処理条件によってはクラックが発生する[1]。クラック発生抑制には a-Si 膜と基板の間に SiO₂ 膜や SiN 膜を中間緩衝層として挿入する手法が有効である[2]。本研究では、a-Si 膜の熱プラズマジェット(TPJ)結晶化における中間緩衝層のクラック発生抑制効果について熱処理後における基板の反りから残留応力を算出することで詳細に調査した。

実験 ガラス基板(コーニング社製Eagle2000)上にリモートプラズマ化学気層堆積(PECVD)法により基板温度(T_{sub}) 300 °Cにおいて膜厚(t_b) 0 ~ 550 nm のBuffer SiO₂膜を堆積後、PECVD法により $T_{\text{sub}} = 250$ °Cにおいて100 nmのa-Si膜を直接堆積し、450 °Cで1 hの脱水素処理を行った。大気圧下においてArガス流量2.8 L/min、投入電力1.8 kW、噴出孔径2.0 mmより発生したTPJ前面1.5 mmにおいて、速度1000 mm/sで試料を掃引することで結晶化を行った。このプロセスにおいて各熱処理後の基板の反りを触針式段差計により測定し、曲率半径から基板表面の最大応力(S)を算出した。**結果及び考察** 各プロセス前後における(a)基板表面の反り及び(b)異なる t_b により作製した試料の S をFig. 1に示す。Buffer SiO₂膜を堆積することにより、試料は上に凸に反り、基板表面域に圧縮応力が発生した。この圧縮応力は t_b の増加に伴い増加し、 $t_b = 550$ nmにおいて $S = 2.4$ MPaに達した。次にa-Si膜を堆積することにより圧縮応力は増加したが、脱水素後においては減少が認められた。a-Si膜中の水素脱離及びBuffer SiO₂膜の緻密化により、基板の反りが緩和したためと考えられる。TPJ照射による結晶化後においては、下に凸の反りが観察され、全ての試料において基板表面に引張応力が発生した。a-Si膜を基板に直接堆積した試料においては $S = 2.4$ MPaの大きな引張応力を示したが、 t_b 増加に伴い引張応力は減少していき $t_b = 550$ nmにおいては $S = 1.4$ MPaとなった。この時、結晶化後の試料における単位長さ当たりのクラック本数を各試料において算出した(Fig.2)。 t_b の増加に伴い、単位長さあたりのクラック本数の顕著な減少が観察され、 $t_b = 550$ nmにおいて $N_c = 0.25$ /cmとなった。各工程毎の応力の積算の結果として引張応力を緩和することでガラス基板のクラック発生を大幅に抑制できることが分かった。

結論 Buffer SiO₂ 膜堆積により TPJ 照射前の基板表面に圧縮応力が発生し、熱処理後における引張応力の緩和が認められた。

謝辞 本研究の一部は、広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の施設を用い、最先端・次世代研究開発支援プログラム(NEXT プログラム)の支援の下に行われた。

[1]田中他, 第 73 回応用物理学関係連合講演会 (2012 年秋季) 13-142, 12a-F5-5.

[2] Y. Fujita, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 02BH05.

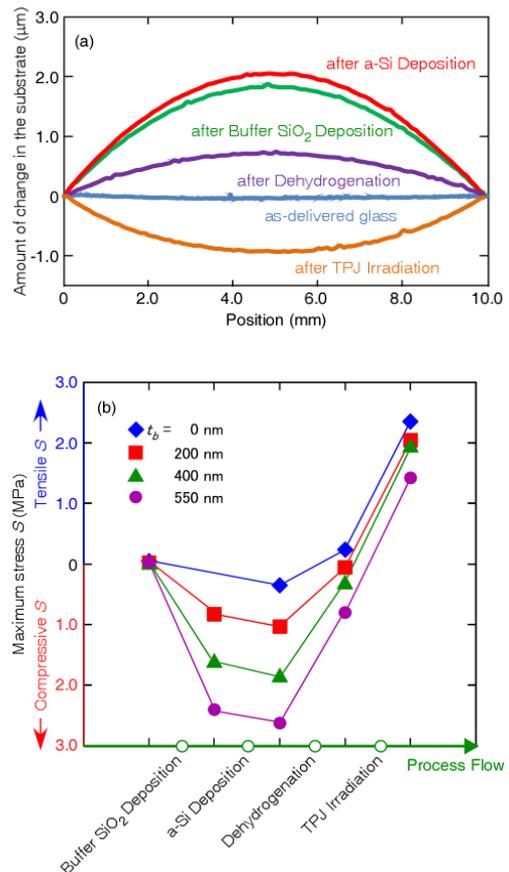


Fig.1(a) Warping of the substrate ($t_b = 550$ nm) and (b) variation of maximum stress (S) at each processes.

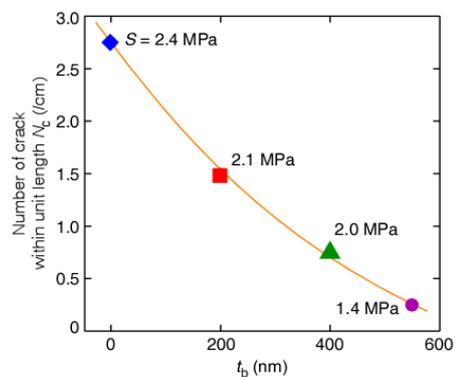


Fig.2 Dependence of N_c on t_b .