

HC-PECVD 成膜された SiO₂ 薄膜の特性

The Characteristics of SiO₂ Thin Films Coated with HC-PECVD

光融合技術協会¹, 宇都宮大学工², [○]大谷 毅¹, 依田 秀彦²

AIOT¹, Utsunomiya Univ.², [○]Tsuyoshi Otani¹, Hidehiko Yoda²

E-mail: totani@mti.biglobe.ne.jp

1. はじめに

SiO₂ 薄膜は、光学薄膜のほか、酸素や水蒸気のバリア膜^[1]として用いられる。HC-PECVD で成膜された SiO₂ 薄膜の膜密度を向上させるとバリア性が向上するとの報告^[2]がなされている。成膜時圧力 1.5Pa 以下で高密度、高硬度 SiO₂ 薄膜を成膜できたので報告する。

2. HC-PECVD (Hollow-Cathode PECVD)

HC-PECVD 装置概略を図 1 に示す。SiO₂ 成膜のための前駆体として TMSO、プラズマ源として酸素、AGC-PTS (Asahi Glass Plasma Technol. Solutions) 製^[3]のホロカソード(HC)を用いる。本装置の特徴は、2対の HC が空洞のキャビティからなりそれらに交流電力が印加されること、前駆体が 2つのキャビティの間に設けられたノズル列から放出されること、である。これらの構造によって指向性の高い酸素イオンと前駆体を基板方向へ供給できる。

3. 成膜条件と膜の諸特性

HC-PECVD の成膜変数 (TMSO 流量、酸素流量、ガス圧、印加電力) を検討する。まず膜密度を上げるために成膜時のガス圧が重要と考え、排気バルブ開閉度 (全開 or 半開) を変えてガス圧 0.5~3.0Pa になるよう成膜したときの、酸素流量とガス圧の関係を調べた (図 2)。1次関数の関係を得た。この成膜では、酸素流量に対する TMSO 流量を 3% に固定した (TMSO 分解後の分圧を無視可)。また各ガス圧で放電電圧が約 650V になるよう印加電力 2.5~3.0kW とした。独立変数はガス圧のみとなる。

ガス圧 (0.5Pa ではバルブ全開、1.0~3.0Pa ではバルブ半開) を変えて SiO₂ 膜を成膜し、4つの膜特性 (i) 膜密度、(ii) 膜硬度、(iii) 膜のそり量、(iv) 膜内元素組成、を測定した結果を表 1 にまとめる。

- (i) 不純物を含まない SiO₂ 膜では、膜密度と膜屈折率に正の相関がある。分光測定の結果から求めた屈折率は、ガス圧 0.5~1.5Pa で高い。
- (ii) ガラス基板の上に 500nm 厚の SiO₂ 膜を成膜、鉛筆硬度を測定した。0.5~1.5Pa で膜硬度が高い。
- (iii) 50 μ m 厚の PET 短冊 (50mm x 20mm) に 100nm 厚の SiO₂ 膜を成膜し、そのそり量を測定した。ガス圧が低いほどそり量が多い。

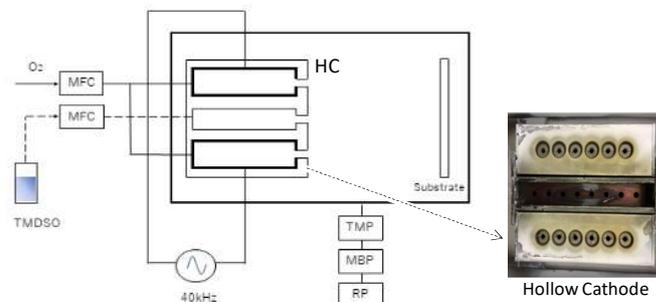


Fig.1 Schematic diagram of HC-PECVD system and hollow cathode

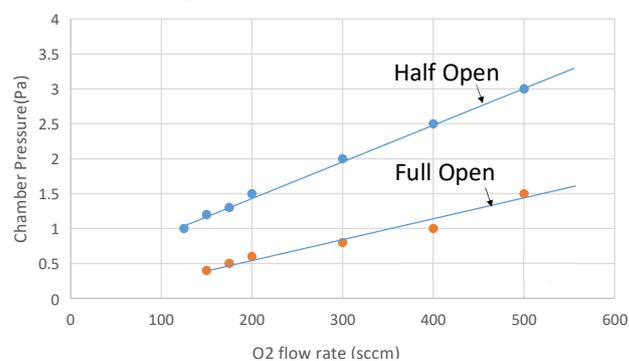


Fig.2 O₂ flow rates vs chamber pressures

Table 1 Characteristics of SiO₂ films

P (Pa)	(i) n at 550nm	(ii) Pencil Hardness (H)	(iii) Curl (mm)	(iv) C/Si (%)	(iv) O/Si (%)
0.5	1.466	9	8	0.99	226
1.0	1.464	9	8	0.42	224
1.5	1.466	9	5	-	-
2.0	1.454	8	5	-	-
2.5	1.445	7	5	4.5	218
3.0	1.433	7	-	3.1	224

(iv) SiO₂ 膜中の残留炭素量を XPS で測定した。

TMSO の分解が不十分のため残留炭素量が多いと、膜密度、膜硬度が低くなると考える。

4. まとめ HC-PECVD を用いてガス圧 0.5~1.5Pa にて成膜することで、スパッタ膜と同等の高密度・高硬度・少炭素量の SiO₂ 膜を、50 μ m 厚の PET 基板上に成膜できることを実証した。

参考文献

- [1] M.Komada, T.Oboshi, K.Ichimura, Proceeding of the 43th Technical Conference of Soc. Vacuum Coaters, 2000, 352
- [2] M.Top, J.Fahlteich, J.T.M.De Hosson, Plasma Processes and Polymers, 2017, 14, 9
- [3] J. Chambers, Proceeding of the 60th Technical Conference of Soc. Vacuum Coaters, 2017