

溶液抜き取りによる液面降下を利用した新規薄膜形成法の開発

Development of novel thin film coating method causing a liquid level lowering by solution drawing

北陸先端大 先端科学技術 ○藤井 悠貴, 酒井 平祐, 村田 英幸

JAIST, °Yuki Fujii, Heisuke Sakai, Hideyiki Murata

E-mail: murata-h@jaist.ac.jp

【はじめに】スピコート法、ドクターブレード法、ディップコート法などの溶液プロセスによる薄膜形成は低コストなデバイス作製法として近年注目されている。しかしスピコート法やドクターブレード法は塗布溶液の粘度に制限があり、塗布対象物も平面であることが必須であるなど製膜条件に一定の制限がある[1]。また均一な薄膜を大面積基板に作製することは容易ではない。本研究では、塗布溶液を容器から抜き取ることにより基板に接した塗布溶液の液面を降下させることで薄膜形成を行う新規な薄膜形成法の開発に成功したので報告する。

【実験方法】薄膜形成法の概略図を Fig.1 に示す。超音波洗浄と UV オゾン洗浄を行ったガラス基板を PMMA 溶液 (濃度 9.0 wt%) で満たした容器内に固定し、容器に蓋をして閉鎖系とした。シリンジポンプを用いて等速で PMMA 溶液を抜き取り、液面を降下させることで基板上に成膜した。得られた PMMA 薄膜はホットプレートを用いて 130 °C で 15 分間加熱乾燥させた後、AFM を用いて膜厚を測定した。

【結果と考察】Fig.2 に溶液採取法とディップコート法において液面降下速度が膜厚に与える影響を示す。薄膜の膜厚は、一定の液面降下速度までは液面降下速度の 1/2 乗に比例しており、液面降下速度によって膜厚が制御可能であった。これは、ディップコート法の膜厚決定式[2]

$$h = C \left(\frac{\nu \eta}{\rho g} \sin \alpha \right)^{\frac{1}{2}}$$

の膜厚と速度の関係に一致している。一方、いずれの方法においても低速領域では、溶液表面の溶媒蒸発によって溶液濃度が上昇し、膜厚の制御が不可能となった。膜厚が制御できる限界速度を比較すると、ディップコート法では 50.4 $\mu\text{m/s}$ 、溶液採取法では 16.8 $\mu\text{m/s}$ であった。その結果、後者でより薄い膜厚まで制御可能であった。Fig. 3 に膜厚の基板位置依存性を示す。膜厚は測定位置 20 mm の膜厚で規格化した。ディップコート法では、基板下部で膜厚の顕著な減少が観られた。これに対して、溶液採取法では基板全体に渡って均一な膜厚が得られた。これらの違いは、溶媒蒸発による基板周囲の溶媒蒸気濃度の違いに起因しており、溶液採取法では基板周辺の溶媒蒸気濃度が一定に保たれるためと考察した。

【参考文献】

[1] F. C. Krebs, Sol. Energy Mater. Sol Cells, **93**, 394(2009)

[2] L. Landau and B. Levich., Acta Physicochimica, U.R.S.S., **17**, 42 (1942)

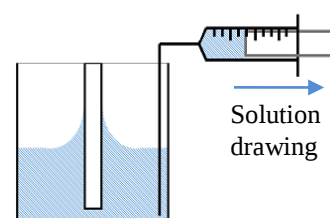


Fig.1 Schematic diagram of solution drawing method.

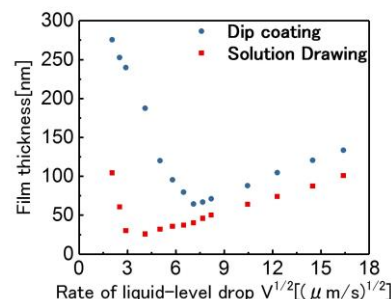


Fig.2 Thickness dependence on liquid level lowering speed

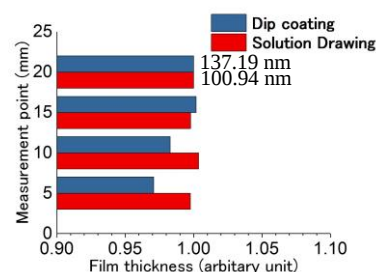


Fig.3 Uniformity of film thickness prepared with dip-coating and solution drawing methods.