

酸化物単結晶基板上における完全に濡れたイオン液体ナノ薄膜の作製

Preparation of ionic liquid nano-thin films on oxide single crystal substrates

東北大院工 °丸山 伸伍, 鳥屋部 果穂, 山内 美保, 松本 祐司

Tohoku Univ., °Shingo Maruyama, Kaho Toyabe, Miho Yamauchi, Yuji Matsumoto

E-mail: maruyama@atomol.che.tohoku.ac.jp

【背景】非常に低い蒸気圧と高い熱安定性をもつイオン液体は、真空中における材料プロセスや新しい機能性液体としての応用が期待されている。これまで、我々はイオン液体をナノレベルで真空蒸着する技術を開発し、微小液滴や液膜を作製してきた[1]。しかし一般に、酸化物基板上に蒸着したイオン液体は、不均一に分布する 3 次元的な液滴を形成してしまうため、ナノスケールのイオン液体薄膜そのものの物性や構造の評価は容易ではなかった。そこで今回、イオン液体を均一に 2 次元成長させることを目的に、濡れ性向上処理を検討した。その結果、酸化物単結晶基板上でイオン液体を真空中で蒸発させた蒸発痕において、完全に濡れた 2 次元的なイオン液体ナノ薄膜を作製することができたので報告する。

【実験】原子レベルで平坦なサファイア(0001)基板上に、大気中でイオン液体[Emim][TFSA]を滴下し、高真空中 300°C で 20 分間加熱して蒸発させた (蒸発処理と呼ぶ)。その後、CW-IR レーザ蒸着法[1]を用いて[Emim][TFSA]を室温で真空蒸着した。得られたイオン液体薄膜の膜厚を X 線反射(XRR)測定から見積もり、表面モルフォロジーを原子間力顕微鏡(AFM)で観察した。

【結果と考察】Fig. (a)にサファイア基板、蒸発処理後の基板、蒸発処理後に[Emim][TFSA]を 2.1 nm 蒸着した試料、蒸発処理の有り・無し基板上に同時に 9.3 nm 蒸着した試料の XRR パターンを示す。蒸発処理後の基板では、膜厚約 1.7 nm の濡れ層(WL: wetting layer)が残っていることが示唆された。蒸発処理を行った濡れ層上のイオン液体薄膜では明瞭なフリンジが観察されたのに対し、蒸発処理無しの基板上では全くフリンジが観察されなかった。これは、AFM で観察された表面粗さ 13 nm の 3 次元的な液滴

形成(Fig.(b))と矛盾しない。

一方、Fig.(c)に示した、濡れ層上のイオン液体薄膜の AFM 表面粗さ(0.53 nm)は XRR から見積もられた表面粗さ(0.75 nm)とほぼ対応しており、均一なイオン液体ナノ薄膜の形成が確認された。

講演では、イオン液体蒸発痕においてイオン液体の濡れ性が向上するメカニズム等についても議論する。

[1] S. Maruyama et al.,

ACS Nano 4, 5946–5952 (2010).

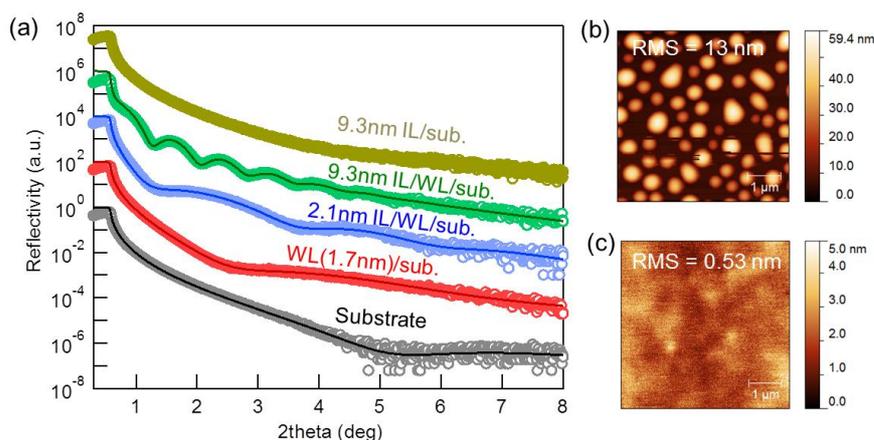


Fig. (a)サファイア基板(黒)、蒸発処理後の基板(赤)、蒸発処理後に[Emim][TFSA]を 2.1 nm(青)及び 9.3 nm(緑)蒸着した薄膜、蒸発処理無し基板上の 9.3 nm 蒸着膜(黄)の XRR パターン(実線はフィッティング結果)。(b)蒸発処理無し及び(c)有り基板上における 9.3nm 蒸着膜の AFM 像(5µm×5µm)。