

液体を使った真空薄膜作製

丸山伸伍

東北大学大学院工学研究科応用化学専攻

真空薄膜プロセスの多くは非平衡プロセスであり、通常では得られない準安定な状態や、超構造を作製できる反面、欠陥が生成しやすいという問題があった。我々のグループでは、複雑な酸化物薄膜作製において、フラックスエピタキシー法を提案し、高品質な結晶性薄膜の作製に有効であることを実証してきた[1]。この方法は、基板上に高温・真空中で安定化された酸化物の液体フラックスが共存する環境で、目的薄膜の原料を気相供給し、過飽和度を溶質の濃度により制御する方法である（図 1）。薄膜形成過程においては、溶液プロセスの特徴である固液界面での溶解/析出過程の利用と、気相法によるナノレベルの制御性が融合した、クリーンな溶液プロセスであるといえる。

近年は、この新しいプロセスを酸化物だけでなく、Si-金属合金フラックス結晶性 SiC 薄膜[2] や、常温・真空中で液体として安定なイオン液体をフラックスとして用いた低分子有機半導体[3,4]、アルカリハライド[5,6]、ポリマー[7]などの多様な薄膜作製へ展開してきた。これらの材料においては、通常の蒸着では見られない結晶成長や構造化、化学反応の促進等が観察されており興味深い。さらに最近では、電気化学的堆積と真空蒸着を融合させた新しい蒸着反応プロセスを提案し[8]、液体を使った真空薄膜作製法は、外場を利用した能動的制御を行う新しいステージへと進化しつつある。講演では、酸化物に始まったこのプロセスの近年の展開を紹介するとともに、液体をいかに真空中・基板上でハンドリング[9]し、反応場として利用するかという点について議論する。

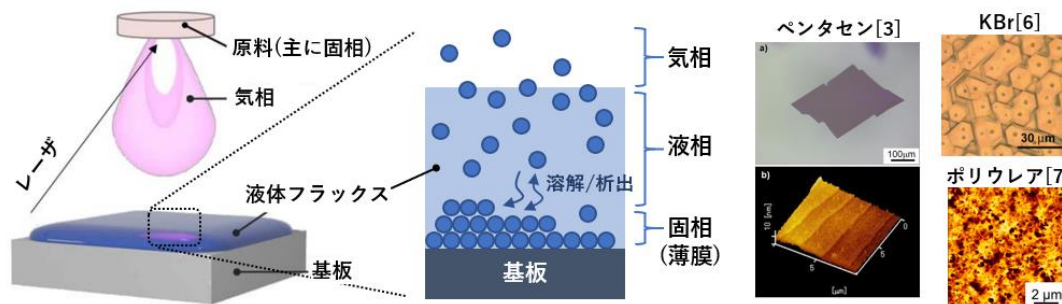


図 1. 液体を使った真空薄膜プロセスの概念図と近年の適用例

- [1] Y. Matsumoto et al., J Crystal Growth 275, 325-330 (2005).
- [2] A. Onuma et al., CrystEngComm, 18, 143-148 (2016).
- [3] Y. Takeyama et al., Cryst. Growth Des. 11, 2273-2278 (2011).
- [4] Y. Takeyama et al., CrystEngComm 16, 684-689 (2014).
- [5] S. Kato et al., Cryst. Growth Des. 10, 3608-3611 (2010).
- [6] M. Yamauchi et al., CrystEngComm 18, 3399-3403 (2016).
- [7] Y. Ohsawa et al., ACS Macro Lett. 5, 1009-1013 (2016).
- [8] Y. Sato et al., J. Vac. Sci. Technol. A 36, 031516 (2018).
- [9] S. Maruyama, et al., ACS Nano 4, 5946-5952 (2010).