

液体金属の完全濡れ現象の探求と III-V 族りん化物製膜への展開

Exploration of complete wetting phenomena of liquid metals

and their application to the preparation of thin films of III-V phosphides

京大院工¹, 東北大金研², °勝部 涼司¹, 今宿 晋², 鳴海 大翔¹, 安田 秀幸¹

Kyoto Univ.¹, IMR, Tohoku Univ.², °Ryoji Katsube¹, Susumu Imashuku², Taka Narumi¹, Hideyuki Yasuda¹

E-mail: katsube.ryouji.7a@kyoto-u.ac.jp

【はじめに】液体金属は表面張力が大きいので、一般的には固体表面で液滴化しやすい。これを利用して、高品質な III-V 族半導体のナノワイヤを成長できることが古くから知られている。一方我々は、液体 In が MoO_x 薄膜上で完全濡れ状態となることを見出し、これをりん蒸気と反応させることで、室温でバンド端発光が観測できる InP 薄膜を形成できることを報告した [1]。この現象を In 以外の金属に一般化できれば、III-V 族半導体を代表とする化合物半導体の高品質結晶の任意基板上への製膜プロセスの新たな選択肢への発展が期待できる。本研究では種々の低融点金属の MoO_x 薄膜上における濡れ性を調査し、その応用として III-V 族りん化物の製膜を実施した。

【実験方法】 MoO_3 を蒸発源とする真空蒸着法により、ソーダライムガラス (SLG), もしくは Mo 基板上に MoO_x を製膜した。この上に種々の金属を蒸着することで、金属/ MoO_x /SLG (or Mo) 積層試料を作製した。これらを内圧 10^{-2} Pa 以下の石英管中に封入し、製膜した金属の融点より 100 K 以上高い温度で保持後、空冷することで溶融時の表面形態を可能な限り凍結した。その後、SEM-EDS, および XRD によって組織観察と相同定を行った。凝固後の表面形態から判別が難しい金属については、加熱ステージを装備した SEM によって溶融状態のその場観察を行った。りん化には $\text{Sn}/\text{Sn}_4\text{P}_3$ 二相試料をりん蒸気供給源とする手法を用いた [2]。

【実験結果・考察】Figure 1 に SLG および MoO_x /SLG 上に製膜した Ga, Bi の熱処理後の SEM-EDS 観察結果を示す。Ga, Bi ともに SLG 基板上では基板が露出しており、液滴化したことが分かる。Bi は MoO_x /SLG 上も同様に液滴化していたが、Ga は一部 MoO_x の SLG からの剥離が見られたものの基板上全体に存在しており、完全濡れ状態にあったと考えられる。SLG の軟化点以下で溶融する金属を系統的に調査した結果、III 族元素である In, Ga のみが完全濡れ状態となることが明らかになった。講演では、これらをりん化して III-V 族半導体を製膜した結果も併せて報告する。

【謝辞】本研究は池谷科学技術振興財団と東北大学金属材料研究所共同利用の助成を受けた。

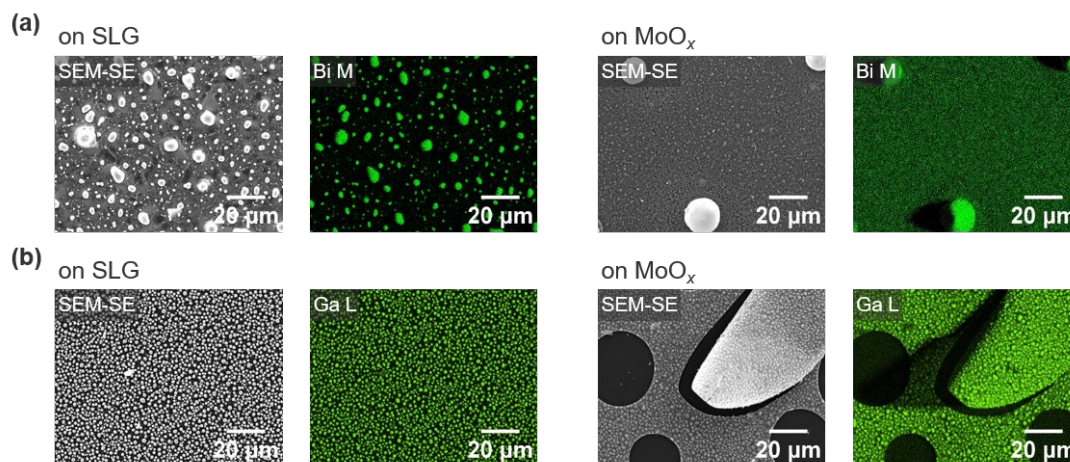


Figure 1. SEM-SE images and the corresponding EDS maps of (a) Bi and (b) Ga films on SLG and MoO_x /SLG substrates after annealing at more than 100 K above the melting point of metals.

[1] R. Katsube et al., *ACS Appl. Electron. Mater.* (2019). [2] S. Nakatsuka et al., *Thin Solid Films* (2015).