

α -Al₂O₃ (0001) 単結晶基板上 Ni 薄膜の脱濡れ過程Dewetting Process of Ni Films on the α -Al₂O₃(0001) single crystal substrate東大生研¹, 東大教養² ○神子 公男¹, 福原 智², 野瀬 健二¹, 光田 好孝¹IIS, The Univ. of Tokyo¹, The Univ. of Tokyo² ○M. Kamiko¹, S. Fukuhara², K. Nose¹, Y. Mitsuda¹

E-mail: kamiko@iis.u-tokyo.ac.jp

【序論】一定のサイズで規則的に配列した金属のナノ構造は、光センサー、太陽電池等への様々な応用が期待されている。我々は近頃、エピタキシャル成長した自己組織化金属ナノドットの新たな作製手法を開発した [1-3]。本手法は、貴金属薄膜に熱処理を施す際、基板との間にシード層を挿入することで、凝集（脱濡れ）現象を促進させ、自己組織化を図る薄膜作製手法である。シード層となる遷移金属（Ni, Ti etc.）は基板との相互作用（界面での結合力）が強いため、基板対称性を反映した凝集現象を観測できるものと考えられ、金属の脱濡れ研究の分野に於いて、大変興味深いものである。今回、単結晶基板上の遷移金属の脱濡れ過程に着眼して研究を行った。遷移金属として Ni を用い、アニール条件を変えることで、Al₂O₃ 基板上の Ni 層の脱濡れ過程を詳細に観察した。

【実験方法】本研究では DC マグネトロンスパッタリング法を用いて成膜を行った。基板表面が六回対称である、 α -Al₂O₃(0001) 単結晶基板上に Ni 層 (30 nm) を 200℃ で蒸着した。その後、アニール処理 (500-800℃) を施すことで、脱濡れを促進させた。脱濡れした Ni 薄膜の微細構造を、AFM、SEM(EDS)、XRD を用いて評価した。

【測定結果】Fig. 1(a) は 600℃ で 5 時間アニール処理を施した後の Ni 薄膜表面の AFM 像である。脱濡れ過程の初期段階で見られるホール (Hole) やリム (Rim) といった構造が確認される。更にアニール温度を上げた場合 (700℃、5 時間)、Fig. 1(b) に見られるように、ドット化が膜全体に進行している様子が観測された。SEM-EDS の結果から、Ni 薄膜が脱濡れした箇所の多くの部分で Al₂O₃ 基板が露出していることが確認された。一方、脱濡れが遅れている箇所（薄膜のエッジの部分）では、リムの残存や紐状構造物 (Strand) の存在も確認された。薄膜とリムの高低差は約 200 nm 程度あり、典型的な曲率駆動表面拡散による薄膜の不安定性 (Capillary Instability) に依るものと考えられる。また、Strand 構造も中央で括れており、Rayleigh-Taylor 不安定性に依るドット形成へ至る構造変化も観察された。以上の結果より、Al₂O₃ 基板上の Ni 薄膜のドット化に至る脱濡れ過程は、概ね Solid-Solid Dewetting モデルと類似していると考えられる [4]。XRD 結果から、ドット化した Ni 薄膜は fcc-Ni (111) 配向しており、基板とのエピタキシャル関係が維持されていることが確認された。また、形成された Ni ドットの中には、六角形状を持つものも存在しており、Al₂O₃ 基板の対称性をある程度反映した凝集過程が観測された。

【謝辞】本研究は科研費補助金 (24560874) の助成を受けて行われました。

References

- [1] M. Kamiko *et al.*, *J. Phys.*, **D 46**, 505304 (2013).
- [2] M. Kamiko *et al.*, *J. Appl. Phys.*, **114**, 244307 (2013).
- [3] 神子公男 他、特開 JP-2011137230-A (2011).
- [4] C. V. Thompson, *Annu. Rev. Mater. Res.*, **42**, 399 (2012).

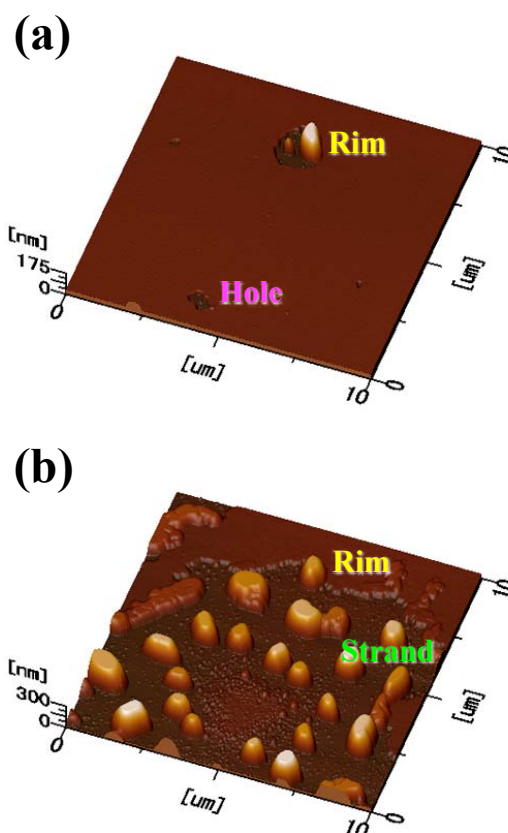


Fig.1 AFM images of Ni(30 nm) films on the α -Al₂O₃(0001) substrate after annealing at (a) 600 and (b) 700 °C for 5 hours.