

2次元 CuNi 合金の STM 観察—スピノーダル分解の直接観察の可能性—

阪市大院工¹, 阪府大高等教育推進機構²

福田常男¹, 岸田逸平¹, 梅澤憲司²

緒言

CuNi 合金は全率固溶し定量比の金属間化合物を作らないが, CuNi 間の混合エネルギーが正 (endothermic) であるため, 627 K 以下で相分離し溶解度ギャップが生じることが予測されている. [1] このような相分離は核生成によるのではなく, 成分の空間的な濃度揺らぎが特定の波長で不安定化する, いわゆる Spinodal 分解を起こすことが知られている. [2] Bulk ではこれらの金属の拡散係数がきわめて小さいため, CuNi 合金で Spinodal 分解を実験的に検証することは難しいが, 表面の大きな拡散係数のために2次元のスピノーダル分解を原子レベルで直接検証できる可能性がある. 本稿では, 直接検証の試みとして CuNi を同時蒸着し1層の CuNi 合金薄膜を UHV-STM 観察し, 合金組成の不均一性を見出したので報告する.

実験

Cu は抵抗加熱, Ni は EB 加熱により, スパッターアニールによって清浄化した Ni(111) 表面に単独, もしくは同時蒸着によって試料を作製した. 蒸着レート (0.27 ML/min.) は 10%以内で制御し Ni:Cu=1:1, 10:1, 1:10 の組成比とした.

結果と考察

室温では Cu はステップフロー成長し, サブ ML の Cu はステップエッジに Ni(111) の面間隔より約 20%高いバンドとして観察される. これは Cu(111) の Shockley state が Cu/Ni(111) でも存在することを示しており, STS からも Cu(111) とほぼ同じエネルギー (-0.45 eV) に LDOS のピークが見られた. 一方, Ni は異方的な2次元島成長をする.

CuNi を同時蒸着した場合, 成長モードの異なるステップフロー成長と2次元島成長が同時におきるが, 成長した2次元膜中にフィラメント状の構造(下図)ができ, これは膜中の CuNi 組成が均一でないことを示している. また, 低バイアス条件 ($V_s=0.6$ mV) では DOS の大きな Ni が輝点として観察される[3]が, 高バイアス条件 ($V_s=18$ mV) では, Shockley state のために Ni サイトは約 1 nm の暗点として観察されることが分かった.

[1] T.B.Massalski, *et. al* eds., Binary Alloy Phase Diagram, 2nd Ed. ASM International (1990).

[2] 例えば, 藤田栄一「金属物理—材料科学の基礎」アグネ技術センター (1996).

[3] T. Fukuda, *et. al*, Phys. Rev. B78, 195422 (2008).

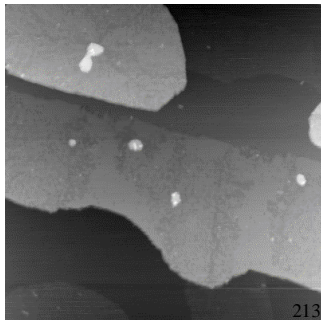


図 Ni(111)表面に基板温度 100°C で Cu, Ni をそれぞれ 0.27 ML 蒸着した時の STM 像. 走査範囲 60 nm×60 nm.