

STMによるCu(111)面上の窒化鉄単原子層膜の形成過程と構造の観察

○服部卓磨, 宮町俊生, 小森文夫

東京大学物性研究所

バルク中の窒化鉄化合物は、特に鉄の含有率の多い領域で多様な化合物を形成し、その結晶構造と組成の違いに応じて様々な磁性を示すことが知られている。¹⁾特に Fe_{16}N_2 は、ネオジウム磁石に匹敵するほどの高い飽和磁気モーメントを持つため、元素戦略の観点からも注目されている。しかしながら、窒化鉄は複数の安定な組をもつため、単相の単結晶の成長はきわめて困難であり、その詳細な物性はほとんど調べられてこなかった。唯一、 Fe_4N の組成を持つ薄膜は4回対称を持つ $\text{MgO}(001)$ や $\text{LaTiO}_3(001)$ などの基板の上にエピタキシャル成長で作製されており、強磁性を示すことが知られている。^{2) 3) 4)}窒化鉄化合物の多様な組成と、それに応じて様々な異なる結晶構造をとることを踏まえると、対称性の異なる基板上に窒化鉄薄膜を成長させることで、これまでにない組成や構造並びに磁性をもつ単結晶薄膜を作製できることが期待される。そこで本研究では、3回対称を示すCu(111)面上に窒化鉄薄膜を作製し、窒化鉄薄膜の形成過程と表面構造の変化を、走査トンネル顕微鏡(STM)を用いて原子レベルで観察した。

窒化鉄薄膜は、 Ar^+ スパッタとアニールにより清浄化したCu(111)面上に、1)窒素イオンボンバードメント、2)Feを超高真空中で蒸着した後に、3)アニールすることで作製した。その表面構造を室温超高真空中でSTMおよびLEEDで観察した。600 K以下のアニール温度では規則構造が観察できなかった。630 Kまでアニールすると、表面に $1.1 \text{ nm} \times 1.0 \text{ nm}$ の平行四辺形型の超構造が形成した。アニール温度を680 Kに上げると、新たに幅1.8 nmの縞状の超構造が形成した。これらの超構造を原子分解能でSTM観察すると、両方の超構造とともに輝点が四角形に配列していた。680 Kで見られた縞状の超構造では、窒化鉄薄膜の原子配列が正方格子ではなく、ひし形に歪んでいることが、LEEDパターンの解析からわかった。この表面では、 Fe_4N の Fe_2N 面が単原子層として成長し、3回対称のCu(111)面上に四角格子の窒化鉄膜が成長する際に、四角形を歪ませることで最安定な構造となると考えられる。

1) J. M. Gallego, *et al.*, Phys. Rev. B 70, 115417(2004)

2) K. R. Nikolaev, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 82 4534(2003)

3) J. L. Costa-Kramer, *et al.*, Phys. Rev. B 69 144402(2004)

4) J. M. Gallego, *et al.*, Phys. Rev. Lett. 95 136102(2005)