

先端追跡

[R-208] Si 基板上にヘテロエピタキシャル成長させた Ge 薄膜に残留する格子歪みの可視化

Si 基板上の Ge のエピタキシャル成長においては、成長初期は平坦に Ge が成長し、成長膜厚が臨界値を越えると 3 次元的な島成長にかわる。このような成長様式は Stranski-Krastnov 型と呼ばれ、基板と成長膜との間の結合力が強く、かつ基板と成長層との格子定数差が大きい場合に現れるとされる。本ヘテロ系の成長メカニズムを明らかにするため、従来、様々な成長方法で Si 上に形成した Ge 層の透過電子顕微鏡 (TEM) 観察結果に基づく、成膜条件と Ge 薄膜の形態との関係に注目した多くの研究が行われてきた^{1, 2)}。

一方、TEM 画像の濃淡は格子歪みに対応している。最近、このことを利用し、TEM 画像を 2 次元フーリエ変換するソフトを開発し、ナノメートルレベルの空間分解能で、1% 以下の格子歪みを可視化できる方法を Ide らが提案した³⁾。彼らの実験では、分子線エピタキシャル (MBE) 成長法により、基板温度 600°C で Si(100) 基板上に Ge を堆積し、Ge のアイランドを形成した。断面高分解 TEM により本 Ge 薄膜を観察し、その画像を今回開発したフーリエ変換ソフトを用いて数値処理し、Ge 膜に残留する格子歪みの空間分布を求めた。得られた結果をもとに、Ge アイランドの端に大きな歪みが存在していること、その大きさは Keating モデルでは説明できないこと、などを示し、Ge アイランド端において原子レベルでの Si と Ge のミキシングが生じている可能性を指摘している。TEM 観察による構造解析に加え、成長様式を決定する要因の 1 つである成長膜の歪みを空間的に把握することができるようになり、歪み関連ヘテロエピタキシャル成長メカニズムの研究においてより深い理解が進むものと期待している。

文 献

- 1) D.J. Eaglesham and M. Cerullo: Phys. Rev. Lett. **64**, 1943 (1990).
- 2) A. Sakai and T. Tatsumi: Phys. Rev. Lett. **71**, 4007 (1993).
- 3) T. Ide et al.: 1998 MRS Fall meeting.

(NEC 大下祥雄)

[R-209] マグネシウム表面の酸化皮膜

マグネシウムは最近、従来のダイキャストに変わるチクソモールディング (半凝固鑄造法) の実用化と共にパソコンや携帯電話のボディーとしての需要増加が話題になった。マグネシウムは実用金属で最も軽量でかつ人体に無害であるという特質を持ち、自動車工業をはじめ車椅子、松葉杖など、環境負荷軽減の観点や人にやさしい素材として様々な分野での活用が期待される。しかし活性な金属であるため、耐食性向上のための表面処理が重要な役割を持つ。マグネシウムについては表面処理皮膜の生成挙動に関してばかりでなく、大気中での自然酸化膜についてもその基礎的研究はアルミニウムに比較しかなり遅れている。

マグネシウムは酸化物になる時、体積が減少するため金属表面を被覆できず耐食性が得られないといわれてきた。しかし Nordlien ら¹⁾によれば、この自然酸化膜は厚さ 20 nm 程度の均一で連続的なアモルファス皮膜であった。この酸化膜はマグネシウムイオンの外側への移動により生成すると考えられた。Cabrera-Mott の理論から予想される値よりかなり厚いのは、膜が理想的な酸化物とは異なり水和構造を含むためと考えられる。自然酸化膜は湿度 40% 程度以下の環境で保持するかぎり変化しないが、大気中に放置すると、初めに生成した酸化膜中を水分が移動し酸化物/素地界面で反応して新たな水分含量の多い 150 nm 程度の酸化皮膜を形成する。以上の結果は Mg 表面を鋭利なガラスナイフで切削した素地新生面上で検討しているが、湿式法によりエメリー研磨した場合、Mg 表面に 100 nm 程度の不均一な厚い酸化膜が生成する。Mg を水中に浸漬放置した場合は、初めに存在した薄い自然酸化膜を境界として内側の水和酸化物層と外側の薄片状水和物層から成る 3 層構造が生成される。これらの自然酸化皮膜の構造はマグネシウム素地へのアルミニウム添加で大きく変化し、それぞれの膜厚は Al 添加濃度の増加とともに減少する²⁾。特にその変化は Al 濃度 4~5% 程度までが顕著であり、それ以上の添加ではあまり変わらない。この時、皮膜中の Al 濃度は 35% に達する。濃縮された Al は素地付近で緻密で保護性の高いアルミニウム酸化物となるため、皮膜の更なる水和を妨げ安定化し Mg の不働態性を高める役割を果たすと考えられる。

文 献

- 1) J.H. Nordlien et al.: Corrosion Sci. **39**, 1397 (1997).
- 2) J.H. Nordlien et al.: J. Electrochem. Soc. **143**, 2564 (1996).

(千葉工大金属工学 小野幸子)