

平滑アルミナ基板と無電解純Niめっき膜の密着性と内部応力との関係

伊藤 潔*, 福室 直樹*, 八重 真治*, 松田 均*

The Relations between Adhesion and Internal Stress of Electroless Pure Ni Film on Smooth Alumina Substrate

Kiyoshi ITO*, Naoki FUKUMURO*, Shinji YAE* and Hitoshi MATSUDA*

*兵庫県立大学大学院工学研究科物質系工学専攻 (〒671-2280 兵庫県姫路市書写2167)

*Department of Materials Science and Chemistry, Graduate School of Engineering, University of Hyogo (2167 Shosha, Himeji-shi, Hyogo 671-2280)

概要 平滑アルミナ基板と無電解純Niめっき膜の密着性の向上を目指し、基板/膜界面に作用するエネルギー収支の観点から、密着性と内部応力との関係を検討した。そのため、両測定における単位をエネルギー(J/m^2)に統一することで理想的な付着エネルギーの導出を試みた。その結果、ピールエネルギー G_p は膜厚依存性がみられ、ピールエネルギー G_p はいずれの純Niめっきにおいても膜厚が増加するにつれて、低下が見られた。膜厚 $0.2\mu m$ 以上では、柱状晶純Niめっきが最も高い値を示し、平滑アルミナ基板との高い密着性が得られた。理想的な付着エネルギーである界面付着エネルギー G_{ad} はピールエネルギー G_p と内部歪エネルギー G_{in} の和にはならず、さらに、曲げ変形エネルギー G_{bend} 、弾性変形エネルギー G_{el} 、破断エネルギー G_f を考慮する必要がある。柱状晶純Niめっきがナノ結晶純Niめっきと比べて高い密着性が得られた理由として、内部歪エネルギー(内部応力)の極小化による基板/膜界面の空隙発生の抑制および弾性変形エネルギー G_{el} 、破断エネルギー G_f の極小化による基板/膜界面近傍の強靱化によるものと考えられる。

Abstract

We investigated the relationship between adhesion and internal stress to improve the adhesion of electroless pure Ni plating on a smooth alumina substrate, focusing on the energy balance in the interface between the substrate and the film. We measured both parts for unified energy (J/m^2) and found the ideal adhesion energy. In the measured results, peel energy G_p is dependent on film thickness, and thicker film reduced the G_p of the Ni plating. Since the thickness of columnar crystal pure Ni plating film is more than $0.2\mu m$, columnar crystal pure Ni plating is highly adhesive on smooth alumina substrates. Interfacial adhesion energy G_{ad} which is the ideal adhesion energy is not simply the sum of peel energy G_p (adhesion) and internal strain energy G_{in} (internal stress); we also must consider bending energy G_{bend} , elastic energy G_{el} , and fracture energy G_f . The gains achieved reflect the high adhesion property of columnar crystal pure Ni plating compared to nano crystalline pure Ni plating. In this study we successfully controlled both the appearance of the void for the interface between the substrate and the film to minimize internal strain energy G_{in} , and the strength around the interface between the substrate and the film to minimize elastic energy G_{el} and fracture energy G_f .

Key Words: Electroless Pure Ni Plating, Al_2O_3 , Internal Strain Energy, Peel Energy, Peel Test