

スルファミン酸ハイスピード浴を用いて電気めっきした ニッケル膜の機械的特性に及ぼす電流密度の影響

Effects of Current Density on Mechanical Properties of Electroplated Nickel with High Speed Sulfamate Bath

○山本 貴大¹, 井川 健吾¹, Chen Chun-Yi¹, Chang Tso-Fu Mark¹,

名越 貴志², 工藤 緯³, 前田 龍⁴, 曾根 正人¹

(東工大¹, 産総研², アルファ精工³, シナプス⁴)

°Takahiro Yamamoto¹, Kengo Igawa¹, Chun-Yi Chen¹, Tso-Fu Mark Chang¹,

Takashi Nagoshi², Osamu Kudo³, Ryu Maeda⁴, Masato Sone¹

(Tokyo Tech.¹, AIST², Alphaseiko³, Synapse LLC⁴)

E-mail: yamamoto.t.bn@m.titech.ac.jp

【はじめに】電気めっきは、電子デバイスに使われる材料の製造において重要な技術である[1]。ニッケルめっきの中でスルファミン酸ニッケルめっきは、高い成長速度、低い内部応力、高い電流効率などの利点を有するため、正確な寸法の制御を伴う 3D 材料の製作などに適用される。また電子デバイスの信頼性は構造材料の機械的特性に大きく依存する。一般にめっき金属の機械的特性は Hall-petch の関係に基づいて平均粒径と相関し、平均粒径はめっき条件である電流密度によって制御することができる。本研究では、スルファミン酸浴を用いて電気めっきしたニッケル膜の平均粒径およびビッカース硬さに対する電流密度の影響、微小材料の機械的特性を評価した。

【実験方法】スルファミン酸ニッケルハイスピード浴の組成は $\text{Ni}(\text{SO}_3\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 600g / L、 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 10g / L、 H_3BO_3 40 g / L である。めっき反応の電流密度は 10~50 mA / cm² の範囲で変化させた。平均結晶粒径は X 線回折 (XRD) 装置および Scherrer の式を用いて計算した。ビッカース試験で機械的特性 (硬度) を評価した。同時に集束イオンビームを用いて $10 \times 10 \times 20 \mu\text{m}^3$ の寸法を有するマイクロピラーを作製し、マイクロ圧縮試験より微小機械的特性を評価した。

【結果および考察】Fig.1 に示すように、電流密度 2 mA / cm² のとき最小の平均粒径を示した。電流密度 10~20 mA/cm² では、電流密度の上昇に伴い平均粒径が減少した。一方、電流密度が 20 mA / cm² を超えると、副反応である水素発生が生じ、粒径が減少した。Fig.2 に平均結晶粒径とビッカース硬さの関係を示す。最小の平均粒径を有するニッケル膜が最大のビッカース硬さ 371 HV を示した。また、マイクロ圧縮試験より最小の粒径を有するニッケル膜は 2.6 GPa と非常に高い降伏応力を示した。

【謝辞】本研究は、戦略的基盤技術高度化支援事業 (サポイン事業) の支援を受けたものである。

[1] M. Gad-el-Hak, The MEMS Handbook, CRC, Taylor & Francis, Boca Raton, Florida, 2006

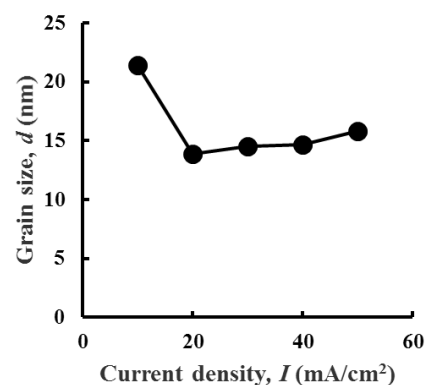


Fig. 1 Effect of the current density on the grain size

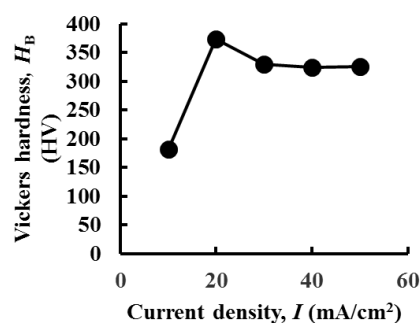


Fig. 2 Effect of the current density on the Vickers hardness