

無電解めっき法で作製したFe-Ni-B合金薄膜の応力と微細組織

(原題：Stress and Microstructure of Electroless Deposited Fe-Ni-B Films)

表面処理チーム 山本 貴代, 永山 富男, 中村 俊博

要 旨

鉄-ニッケル (以下, Fe-Ni) 合金は, 合金組成に依存してその熱膨張係数 (coefficient of thermal expansion, 以下, CTE) が 1~13 ppm/K の幅広い値を示す“熱膨張制御合金”である。特にFe含有率50~70 mass%のFe-Ni合金 (インバー Fe-Ni合金) は, 低CTE特性を呈する。そのため, 無電解インバー Fe-Ni合金めっき法により, パワー半導体デバイスに使用される半導体や無機絶縁基板に匹敵する低い, 低CTEを有する薄膜の成形が可能となると期待される。

これまで, 無電解めっき法でFe-Ni-B (ホウ素) 合金膜をシリコン基板上に作製し, 得られた膜の成膜時の応力 (歪), 加熱・冷却時の熱応力, 熱膨張挙動, 及び結晶構造を評価した。膜の結晶構造評価及び組織観察の結果, 膜の熱応力挙動はCTEと微細構造に関連していることが示唆された。

他の無電解めっき膜に関する報告でも指摘されているように, 無電解Fe-Ni-B合金めっき膜のような極微細な組織を有する膜の応力に関する理解には, ナノスケールオーダーの組織観察に基づく調査が必要である。したがって, 本研究では, 合金組成比の広いFe-Ni-B合金膜について, 透過型電子顕微鏡を用いてより詳細な微細構造を調べ, その結果と膜の応力挙動とを関連付けた考察を行った。

めっきしたままの膜の微細組織において, 粒径は膜中へのBの含有に強く依存することが示唆された。すなわち, B含有率が5 mass%のNi膜は非晶質に近く, B含有率が1~2 mass%のFe含有率20~40mass%のFe-Ni合金膜は極微細組織を有し, さらにB含有率が0.3 mass%以下でFe含有率55~63 mass%のインバー組成の膜は, 得られた膜の中では最も大きな柱状組織を呈した。成膜応力の発生メカニズムは, これらの微細組織 (粒径) と関連付けることで, 結晶合体説に従うことが示唆された。さらに, 次世代高温パワーデバイスの耐熱動作温度を想定した300 °C加熱後の微細組織は, Fe含有率20 mass%以上の膜では, めっきしたままとほとんど変化は見られなかった。そのため, 結晶組織の観点からこれらの合金膜は耐熱性を有することが期待される。

(本研究は, 環太平洋電気化学大会2020にて発表した。)