

インバー組成範囲のFe-Ni合金めっき膜の熱膨張及び機械的特性

(原題: Thermal expansions and mechanical properties of electrodeposited Fe-Ni alloys in the Invar composition range)

表面処理チーム 永山 富男, 山本 貴代, 中村 俊博

要 旨

サッカリンを添加しためっき浴から、少量の硫黄S (約0.02mass%) を含有するインバーFe-36~40mass%Ni合金めっき膜を作製した。めっきしたままのインバーFe-Ni合金めっき膜の線膨張係数(CTE)は、約9~11ppm/°Cであり、溶解鑄造法で作製したインバーFe-Ni合金のCTE値よりも大きな値を示した。400~500°Cの熱処理後、それらのCTEは約5 ppm/°Cに急激に低下した。さらに、600°Cの熱処理により、めっき膜のCTE値は2~4 ppm/°Cに達した。これらのCTE値は、溶製インバーFe-Ni合金のCTE値と同等であった。めっきしたままのインバーFe-Ni合金めっき膜は、主に準安定体心立方(bcc)相から形成されており、その結果、溶製インバーFe-Ni合金とは異なる大きなCTEを示した。400°C以上で熱処理することにより、高温平衡相である面心立方(fcc)相が支配的となり、CTEが大幅に減少した。bccからfccへの変態により、熱収縮が生じると共にCTEが低下した。めっき時にbcc粒界に存在していた硫黄S(硫化物として)は、熱処理により、NiリッチFe-Ni合金めっき膜において観察されるような薄膜状ではなく旧bcc粒界で粒状S化合物として凝集したと考えられる。さらに500°C以上で熱処理すると、bcc粒子は消失すると共に、fcc粒子の成長が生じた。その結果、粒状S化合物はさらに凝集すると共に、マトリックス粒子内または粒界三重点に取り込まれた。熱処理の有無にかかわらず、引張試験においてインバーFe-Ni合金めっき膜の延性挙動が確認された。400~500°Cの熱処理により、インバー合金は、その低いCTEと共に、良好な延性と高い強度を示した。熱処理後、インバーFe-36~40mass%Ni合金めっき膜中のSが粒状S化合物として存在していたため、インバーFe-36~40mass%Ni合金めっき膜の著しい脆化は認められなかった。

(本研究は、Electrochimica Acta, 205, 178 (2016)にて発表した。)