

氏名	石井 一也
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第4969号
学位授与の日付	平成26年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 機能分子化学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	機能性合金めっきの電析挙動と皮膜特性に関する研究
論文審査委員	准教授 林 秀考 教授 岸本 昭 教授 藤井 達生

### 学位論文内容の要旨

めっきはその組合せにより、新たな機能的特性を持たせることが可能である。組合せには金属マトリクス同士や、金属マトリクスと金属酸化物、炭化物および有機化合物などの非金属との組み合わせがあり、単一金属めっきで得られない多様な機能を発現させることが出来る。必要な機能を意図的に持たせためっきは「機能めっき」と呼ばれ、近年、様々な工業分野への適用開発が進められている。本論文は、これらの機能めっきのうち、電気化学反応を利用した、いわゆる機能性電気めっきに関する研究をまとめたものであり、二部構成から成る。

第一部では、複合機能の要求される自動車用表面処理鋼板への全く新しい機能めっき皮膜として、有機物粒子を複合共析させた Zn 系電気合金めっきに関する研究を述べた。有機物粒子の共析挙動について、従来の共析機構適用による挙動解析および電位差滴定法や第一原理計算による別視点からの挙動解析を行い、その特異な共析挙動を明らかにした。また、有機物粒子の存在状態の把握、有機物粒子により発現する高耐食機構などを解明した。更に、自動車用途に要求される基礎性能についても検討し、他の既存めっきとの比較により、本めっきの工業活用性を明らかにした。

第二部では、部品金型やロール等のいわゆる工具表面への高硬度および耐摩耗性が要求される機能めっき皮膜として、その特殊な合金共析機構の解明にも未だ研究価値の高い Ni-W 電気合金めっきに関する研究を述べた。W 共析機構解明への一指針を得るべく、X 線分析手法を用いためっき浴中のクエン酸-金属錯体構造の直接的な評価を試みた。また、工業活用の観点から、高 W 共析量および高生産性を得るための最適なめっき浴中金属成分組成並びにめっき電解条件を明らかにした。更に、Ni-W 電気合金めっき皮膜の皮膜特性に関し、熱処理前後の皮膜物性変化を評価し、これら皮膜物性が及ぼすめっき摩耗性およびめっきクラック性などの工業活用上懸念すべき基礎性能への影響を明らかにした。めっきクラック性については、W 共析量によるめっき内部応力の変化に着目した検討を行い、めっきクラックとめっき内部応力との関係を明らかにした。

## 論文審査結果の要旨

本研究は、金属マトリクス同士や、金属マトリクスと金属酸化物、炭化物および有機化合物などの非金属とを組み合わせた単一金属めっきで得られない多様な機能を発現させることが出来る「機能めっき」に関する研究をまとめたものであり、二部構成から成る。

第一部では、複合機能の要求される自動車用表面処理鋼板への全く新しい機能めっき皮膜として、有機物粒子を複合共析させたZn系電気合金めっきに関する研究を述べている。有機物粒子の共析挙動について、従来の共析機構適用による挙動解析および電位差滴定法や第一原理計算による別視点からの挙動解析を行い、その特異な共析挙動を明らかにした。また、有機物粒子の存在状態の把握、有機物粒子により発現する高耐食機構などを解明している。更に、自動車用途に要求される基礎性能についても検討し、他の既存めっきとの比較により、本めっきの工業活用性を明らかにしている。

第二部では、部品金型やロール等のいわゆる工具表面への高硬度および耐摩耗性が要求される機能めっき皮膜として、その特殊な合金共析機構の解明にも未だ研究価値の高いNi-W電気合金めっきに関する研究が行われている。W共析機構解明への一指針を得るべく、X線分析手法を用いためっき浴中のクエン酸-金属錯体構造の直接的な評価を試みており、工業活用の観点から、高W共析量および高生産性を得るための最適なめっき浴中金属成分組成並びにめっき電解条件を明らかにした。更に、Ni-W電気合金めっき皮膜の皮膜特性に関し、熱処理前後の皮膜物性変化を評価し、これら皮膜物性が及ぼすめっき摩耗性およびめっきクラック性などの工業活用上懸念すべき基礎性能への影響を明らかにした。

以上のように、本研究の成果は機能めっきの基礎から応用に関わる幅広い領域に及ぶものであり、学術的価値は極めて高く、今後さらに応用が期待される。よって、本論文は博士学位論文に値するものである。