

自己触媒型無電解パラジウムおよびビスマスめっきの開発ならびに亜鉛微粒子接触型無電解スズめっきに関する研究

著者	内田 衛
学位名	博士(理工学)
学位授与機関	甲南大学
学位授与年度	平成26年(2014年度)
学位授与番号	34506乙第41号
URL	http://doi.org/10.14990/00001550

氏名・本籍	内田 衛（兵庫県）
学位の種類	博士（理工学）
報告番号	乙第41号
学位授与の日付	平成27年3月31日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当者
論文題目	自己触媒型無電解パラジウムおよびビスマスめっきの開発ならびに亜鉛微粒子接触型無電解スズめっきに関する研究
審査委員	（主査） 教授 赤松 謙祐 （副査） 教授 村嶋 貴之 （副査） 教授 松井 淳

論文内容の要旨

電子部品の表面処理には、耐食性、電気伝導性、接触抵抗、およびはんだ付け性などの機能を付加するために主に電気めっきが使用されている。特に、はんだ接続部等における要求機能を満たすため、化学的に安定な金めっきが使用されているが、コスト軽減や機能向上を目的として金の代替めっきの要求が増加している。金の代替として対象となるのは白金族元素である。本研究では、電子部品の製造分野において必要不可欠な技術と考えられる「自己触媒型無電解パラジウムおよびビスマスめっき」について、従来法である無電解金めっきおよび置換型スズめっきの問題点の抽出、および問題点を克服するための新規無電解めっき浴の開発に取り組んだ。特に次亜リン酸塩および亜リン酸塩を還元剤に用いためっき浴を検討し、めっき浴中における化学種の化学平衡および電気化学平衡を明らかにするとともに、基本めっき浴組成およびめっき条件の確立、めっき皮膜組成、めっき皮膜の特性、および析出機構について検討し、電子部品への用途展開の可能性を検討した。

パラジウム-リン合金の析出に対する還元剤の利用効率は、次亜リン酸イオンの酸化速度（亜リン酸イオンの生成速度）に関係し、次亜リン酸イオンの酸化速度の増大に伴い急激に低下した。次亜リン酸ナトリウム濃度および pH を制御することにより、還元剤の利用効率 50%以上を達成した。また、亜リン酸塩を還元剤に用いた系においても、利用効率は 60~80%の高い値を示し、Meerakker らの理論に基づき反応機構を明らかにした。

さらに、無電解パラジウム-リン合金めっき部材とゴムとの接合を目的とした直接加硫接着について検討した。接着後の試料は、耐水試験においてもはく離強度の低下は認められなかった。無電解パラジウム-リン合金めっきは、複雑な形状の素材に均一な成膜が可能であり、優れた耐食性を有していることから、ゴムとの直接加硫接着の中間皮膜としての用途展開が期待される。

また、将来的に増加すると考えられる新しい電子部品である SiC パワーデバイスにおける接合材料としての適用が期待される自己触媒型無電解ビスマスめっきの開発および用途展開、フレキシブルプリント配線板や液晶駆動用 IC チップの接合を目的とした、亜鉛微粒子の接触を利用するクエン酸錯体浴からの無電解スズめっきについて、めっき条件を確立するとともに、皮膜物性および析出機構を検討した。

Sn イオンを還元剤とするクエン酸錯体浴からの無電解ビスマスめっきが可能であり、パラジウム置換処理を施した銅板上にビスマス皮膜が自己触媒的に析出することがわかった。得られた皮膜の融点は 273℃であり、SiC デバイスの表面処理における条件を満たしていた。まためっき浴は非常に安定であり、早急な実用化が期待される。

審査結果の要旨

申請者は、電子部品の表面処理およびシリコンカーバイドパワーデバイスの周辺技術に有用な、無電解パラジウム、スズ、ビスマスめっき技術の開発に取り組んだ。これまで無電解パラジウムめっきについては、ヒドラジンおよび次亜リン酸塩を還元剤とするアンミン錯体浴に関する報告があるのみで、浴の安定性等に問題があり工業的な使用には至っていなかったが、申請者が新たに開発しためっき浴により、電気伝導性、機械的特性に優れた皮膜の形成に成功した。さらに部品剥離強度等について実用面から評価した結果、得られた皮膜は優れたはんだ付け性および接点特性を兼備し、部品固定強度も大きいことが明らかとなった。これらの結果は、これまでのめっき浴の課題を解決し、実用化に向けた浴設計指針を明確に示している。

さらに、申請者は OA 機器や防振材料の分野においてゴム-金属機能部品において重要な合金めっき皮膜とゴムの直接加硫接着について検討し、耐水試験および剥離強度試験において実用化に十分な特性を有する界面構造を見いだした。この合金めっきは複雑な形状の素材に均一な成膜が可能であり、優れた耐食性を有していることから、ゴムとの直接加硫接着の中間皮膜としての用途展開が期待される。これら工業的に有用なプロセスの開発に成功したことは極めて意義深い。さらに、申請者は SiC パワーデバイス周辺技術への展開を目的とし、無電解ビスマス浴の開発にも取り組んだ。その結果、スズイオンを還元剤とし、ビスマス皮膜自己触媒的還元析出することを見だし、現行のめっき浴の性能を上回る安定性を有する浴開発に成功した。

これらの成果は、国際的専門誌である、*International J. Adhesion and Adhesives* (2003), *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.* (2014)において発表され、計 11 報の論文、1 件の解説として公表されている。また学会においても成果を発表し、平成 7 年度表面技術協会技術賞を受賞するなど、高い評価を受けている。

平成 27 年 1 月 27 日、本学の学位規程に従い公開講演会を行い、本論文に関する説明と質疑応答を行った。申請者の説明はきわめて明快であり、応答内容も十分満足できるものであった。

以上により審査委員は本論文提出者（内田衛）の博士論文の審査、試験及び学力の認定を行った結果、本論文提出者が博士（理工学）の学位を授与せられるに充分なる資格をもつものであると認める。