

氏名	恒吉 俊彦		
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	5976	号
学位授与の日付	平成31年 3月25日		
学位授与の要件	自然科学研究科 応用化学 専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	界面における無電解めっき反応制御による新規金属材料および調製プロセスの開発		
論文審査委員	教授 小野 努	教授 岸本 昭	教授 後藤 邦彰
学位論文内容の要旨			
<p>本論文では、多様な物質界面へ無電解めっき反応を適用、制御することによる新規金属材料およびその調製プロセスの開発について報告する。一般的な無電解めっきはバルク体の材料表面に適用されるが、本研究では無電解めっき反応の反応機構および触媒の付与過程を制御することにより、従来めっきの対象とされることの無かった分散体や液体の界面への金属薄膜の導入を可能にすることで、新しい金属材料およびその調製プロセスの開発に取り組んだ。</p> <p>まず、分散体材料の中でも Core-Shell 構造を有し、内包物の保持、運搬などに用いられる「マイクロカプセル (MC)」に無電解めっきにより金属層を導入することで、金属由来の機能性を付与した金属複合化 MC を開発した。Sensitizing-Activating 法により表面にパラジウム触媒を担持させた MC に、無電解 Ni-P めっき処理を行うことで、連続的な Ni-P 合金膜を有する金属被覆型 MC が得られた。さらに、この無電解 Ni-P めっき反応液の pH を調製することで、形成される金属膜中に含まれる Ni 含有量を調整することで、容易に磁気応答性の制御が可能な複合 MC を開発することに成功した。</p> <p>また、反応触媒の付与手法としてナノ粒子の界面吸着に注目することで、無電解めっきの対象界面を従来の固体-液体界面から液体-液体界面に拡大し、油水界面を鋳型とした金属薄膜の形成プロセスを開発した。水相（無電解銅めっき液）と油相の界面に、両親媒性高分子により安定化されたパラジウム触媒ナノ粒子 (PdNPs) を注入、吸着させることで、油水界面における無電解めっき反応を可能とし、液体を鋳型とした金属薄膜の調製に成功した。本手法においては、使用する油相の種類や比重の違いによる位置的な上下関係および、界面に吸着する PdNPs の個数密度により、その形状や物性が変化することがわかった。</p> <p>さらに、PdNPs の界面吸着による無電解めっき反応場形成をさらに発展させ、PdNPs により安定化された Pickering emulsion を形成させることで、Oil-in-Water (O/W) 液滴界面での金属膜形成による金属 MC の合成手法を開発した。本手法では、PdNPs を分散させた油相を無電解めっき液中で攪拌することにより、液滴形成時に液滴内部から PdNPs が O/W 液滴界面に吸着し、液滴の安定化および界面への触媒担持が同時に行われる。触媒担持された液滴に無電解めっきにより直接金属膜を導入することで、極めて金属純度の高い MC の合成に成功した。</p> <p>本論文中で報告した無電解めっきを様々な物質界面に適用した調製プロセスは、簡便で、省エネルギーであることから、新たな金属材料の合成手法として応用、展開されることが期待される。</p>			

論文審査結果の要旨

一般的な無電解めっきは、固体材料表面に適用されるが、本研究では、無電解めっき反応の反応開始点である触媒をソフト界面に固定化することにより、従来めっきの対象とされることの無かった界面においても金属析出による金属薄膜の構築手法について検討した。無電解Ni-Pめっき反応を制御することによって、液体を内包した磁気応答性マイクロカプセルを調製した。高pH条件で調製された金属被覆マイクロカプセルは、純ニッケル結晶の成長により強磁性を有し、内包物の液体を輸送する磁気応答性マイクロカプセルとして利用できることが示された。また、触媒粒子の界面への吸着を利用することで、液-液界面における金属薄膜形成を実現し、新たな金属薄膜の調製プロセスを構築した。本手法により得られる金属薄膜は、油相の比重および、界面に注入するパラジウムナノ粒子分散液の濃度により、その膜厚や表面形状が変化することを観察した。さらに、触媒ナノ粒子の液-液界面への吸着を液滴（O/W）界面に適用することで、液滴界面における*in-situ*金属析出による金属マイクロカプセルの開発に至った。本手法では、油相に分散させたパラジウムナノ粒子を油水界面に集積し、界面における無電解めっきをトリガーとして、金属薄膜で覆われた液体マイクロカプセルの形成を実現した。

以上のように、固-液や液-液といった多様な物質界面において無電解めっき反応を適用することで、金属成分を表層に呈示したマイクロカプセルの創製とその調製プロセスの構築について纏めたものである。これによって、磁気応答性カプセルや導電性を有する金属製マイクロカプセルといった機能性コロイド材料の創出へと繋げた。よって、本論文は博士（工学）の学位論文に値するものと認める。