

超臨界二酸化炭素を用いた電析方法を用いた 生体適合性MEMS集積化の新規アプローチ

Novel Approach to Integrate Biocompatible MEMS
by Electrodeposition Using Supercritical Carbon Dioxide

H26海自25

派遣先 Integrative Biology 2014- International Conference on
Integrative Biology Summit (アメリカ合衆国・シカゴ)

期間 平成26年8月2日～平成26年8月7日(6日間)

申請者 東京工業大学 精密工学研究所 准教授 曾根 正 人

海外における研究活動状況

研究目的

本研究は、申請者が開発した超臨界二酸化炭素と電解質のエマルション(乳濁状態)を用いた電気化学反応をベースとしたポリマーのメタライジング化の延長技術として、反応媒体である超臨界流体の高拡散性を利用・制御することでポリマーに高い密着性を有する金属薄膜を析出させ、その上に欠陥の無い平滑かつ均一結晶組織を有する金属をナノメートルレベルかつ高密度に成長させるためのめっき反応原理と結晶成長原理を構築し、同時にその原理を利用してナノレベルの三次元構造体の形成方法を確立することを目的としている。更にこの形成方法をニューラル・プロステティクス(神経補綴学)へ応用することを計画している。

海外における研究活動報告

貴財団の海外派遣援助により、平成26年8月2日から7日の日程でアメリカ合衆国(シカゴ)で開催された国際会議“Integrative Biology 2014- International Conference on Integrative Biology Summit”に参加し、「Novel

Approach to Integrate Biocompatible MEMS by Electrodeposition Using Supercritical Carbon Dioxide (超臨界二酸化炭素を用いた電析方法を用いた生体適合性MEMS集積化の新規アプローチ)」と題して、招待講演を行った。Integrative Biologyは、医学、電子工学、機械工学、材料工学、生物工学、化学工学、農学という幅広い分野の研究者を世界各地から招待し講演させて、新しい生物学を構築させようといった挑戦的な会議である。また、2013年度に開始され、今回が二回目の会議である。今回も多種多様な国から、多種多様な分野の研究者が集まり、活発な議論を行った。以下に発表内容を報告する。

急速に発展している微小電気機械システム(MEMS)やマイクロマシンの技術は、「人工神経デバイス」、「人工皮膚」などニューラル・プロステティクス(神経補綴学)といわれる最先端研究へと展開している。神経補綴デバイスの特徴は基板がポリマーということである。ポリマーに微小な電子デバイスを搭載するための問題は、ポリマーのメタライジングである。このメタライジング化の重要課題としてポリマーとの密着強度および金属皮膜の均一性・緻密

性・機械的強度などの向上がある。また配線形成技術では電解めっき法を用いて銅配線を形成する手法が主流であるが、微細化や組織制御といった技術課題が山積している。

曾根らは、電解質溶液と超臨界二酸化炭素のエマルジョンを形成して電気めっきを行うと、ピンホールや欠陥の無い平滑な皮膜が形成されることを明らかにした。この技術を超臨界ナノプレーティング法(SNP法)と呼ぶ。SNP法は、レベリング効果(表面粗さを低減して平滑にする効果)及び均一電着性効果(膜厚を均一にする効果)において優れた金属めっき被膜を提供することが明らかになっている。長年の研究の結果、SNP法では、被処理物の微細領域の凹部に隙間や欠陥なくめっき金属を埋め込む能力である段差被覆性が非常に高いことが明らかになった。例えば、直径70nm、深さ350nmのナノサイズの埋込穴を有する半導体用埋込テストチップに、銅を埋め込みめっきした結果ナノサイズの埋込穴に、ボイドが無く単結晶銅が埋め込まれていた。また、SNPを用いてレジストパターンにNi埋込めっきを行った結果、ボイドフリー金属パターンが得られることが明らかになった。更にSNP法はチタニアや酸化亜鉛などの高機能金属酸化物(セラミックス)のパターニングにも利用可能であることを見出した。一方、曾根らは平行して、エンジニアリングプラスチックであるポリイミドの表面を、有機パラジウム錯体を用いた超臨界二酸化炭素触媒処理と無電解SNP法で処理する新しいメタライジング法を提案している。この

新しいメタライジング法により、プラスチック内部に150~200nmのニッケルの根が形成されることを見出した。

本研究では、これらの方法を融合して、高分子であるナイロンを基板として、ニッケル金属の被覆を行い、密着強度の向上と金属皮膜の均一性・緻密性・機械的強度などの向上を試みた。超臨界流体による触媒化処理とSNP無電解めっき法を組み合わせることにより、金属表面の無欠陥化と金属/プラスチック間の密着強度を上昇させることを明らかにした。

以上の研究報告では、次世代の神経補綴MEMSデバイスに繋がる新しい材料形成技術を提案できた。また、世界の様々な視点を有する研究者と意見を交換し、またそれらの研究者による研究を勉強することにより幅広い視野を獲得することができた。最後にこのような貴重な機会を与えていただいた村田学術振興財団に厚く御礼申し上げます。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

[講演者]

曾根 正人

[講演題目]

「Novel Approach to Integrate Biocompatible MEMS by Electrodeposition Using Supercritical Carbon Dioxide」

[学会名]

Integrative Biology 2014- International Conference on Integrative Biology Summit

[期間]

2014年8月4~5日

[場所]

Hilton Chicago/Northbrook, Chicago, USA