



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Corrosion Protection of Copper by Conductive Polypyrrole Films Incorporated with Inhibitors [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	類, 延華
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11444号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55616
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yanhua_Lei_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 類 延 華

審査担当者 主 査 教 授 上 田 幹 人
副 査 特任教授 大 塚 俊 明
副 査 教 授 安 住 和 久 (総 合 化 学 院)
副 査 准教授 坂 入 正 敏

学位論文題名

Corrosion Protection of Copper by Conductive Polypyrrole Films Incorporated with Inhibitors
(インヒビターを含有した導電性ポリピロール膜による銅の防食)

銅ならびに銅合金は耐食性が比較的高い材料であり、構造材と広く使われてきている。しかし、銅・銅合金が海浜地区あるいは海中で使用する時には激しい腐食損傷を受けるので、耐食性を高める表面処理が必要となる。本研究では、導電性高分子 (CP) であるポリピロール (PPy) 被覆を用いた新しい耐腐食 (耐食) 性表面処理手法を開発した。安定した耐食性を維持するためには、耐食被覆膜に自己修復機能を付与させる必要がある。自己修復機能のために、PPy 膜に銅の腐食抑制剤 (インヒビター) を取り込む工夫をした。ここでは、銅インヒビターとしてフミン酸 ($C_6H_{18}O_{24}P_6$ 、 IP_6) とベンゾトリアゾール (BTA) を用いている。

1 章では、CP の今までの概要と CP 被覆による防食の概要、ならびに本研究の目的を述べている。

2 章では、フミン酸塩水溶液から PPy を銅上に電気化学的に酸化重合・析出させた。フミン酸は植物内に多く含まれる自然環境に優しい化合物である。生成した PPy 膜は、重合時に同時にフミン酸イオン (IP_6) を水溶液からドーブされる。PPy- IP_6 からなる CP 膜で被われた銅は NaCl 水溶液中で 800 時間以上比較的高い開回路電位を示し、銅が不動態化状態になっていた。この時の銅の溶解は裸の銅に比較すると (1/19) まで減少した。

3 章では、PPy- IP_6 膜生成における水溶液 pH の耐食性への影響を調べた。pH 4 の IP_6 水溶液中で析出させた PPy 膜が一番耐食性が高かった。また、アノード重合・析出に必要な最低アノード酸化電流は pH の減少とともに高くなる。

4 章では PPy- IP_6 膜の耐食性として働く機構を石英結晶微量重量法 (QCM) と電気化学インピーダンス分光法 (EIS) を用いて調べている。PPy- IP_6 膜で被覆された銅が高い不動態化電位を示すことから、同膜は強い酸化作用をもっていることが分かる。また、電位走査時の膜重量変化から PPy- IP_6 膜は陽イオン選択透過膜として作用することが分かった。それ故、PPy- IP_6 膜は NaCl 水溶液からの塩化物イオンの膜内への侵入を抑えることが予測される。同膜が高い防食機能は塩化物イオンの侵入の抑制のためと考えられる。

5 章では、シュウ酸 (Ox) 水溶液中での PPy の重合・析出時に、同時に BTA をドーブした。BTA は銅・銅合金の最も効果的に働くインヒビターである。BTA をシュウ酸水溶液内に入れると、銅上により均一な PPy 膜がアノード酸化で生成した。PPy 膜への BTA の挿入は、PPy 膜の密着性と耐食性を高め、その結果、銅の溶解は PPy- Ox -BTA 膜被覆で裸の銅に対して 20 パーセント抑制さ

れた。

第 6 章は総括である。

本研究では、海浜ならびに海中環境での、銅の耐食性被覆を開発した。銅のインヒビターであるフミン酸と BTA をドーブした導電性 PPy 膜は銅の腐食を効果的に防ぐことが見出せた。

これを要するに、著者は、銅ならびに銅合金の海浜環境での耐食性向上を目指し、導電性高分子被覆の酸化作用とフミン酸ならびに BTA のインヒビター作用を組み合わせることで効率良い耐食性表面処理被覆を開発した。これらの結果は、銅・銅合金の海浜・海洋環境での利用を可能にするものであり、材料工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。