

マイクロニードルの開発

— 鉄の表面処理方法の検討 —

材料科 材料スタッフ 宮原鐘一* 増井裕久** 田光伸也***

Development of a micro-needle

— Surface treatment for iron —

Shouichi Miyahara, Hirohisa Masui and Shinya Takou

1. はじめに

近年、微小化学分析システム (μ -TAS) や経皮薬物伝達システム (TDS) の様に、微小流体を扱うシステムに注目が集まっている。これらを使う際には、サンプリングや薬品投与のためにマイクロニードルが必要となる。当所では、フォトリソグラフィ技術を利用して作製した電鍍型(厚膜レジストSU-8転写型PDMS)による電鍍条件を検討し、機械的強度に優れる鉄や鉄合金の電鍍マイクロニードルを開発するための研究を行っている¹⁻⁴⁾。フォトファブリケーション技術と精密電鍍技術を組み合わせることにより、微細な吐出口を有する中空針の実現を目指している。注射針のマイクロ化が可能になれば、医療・バイオ産業分野での応用可能性が拡大できると考えている。鉄製マイクロニードルを使用する際には、薬液等をニードル中に充填したりニードル外へ射出したりことを考慮しなければならない。そのためには、ニードルの内・外表面の親水化あるいは疎水化制御することが有効と考えている。また、防錆等の表面保護も考慮する必要がある。

本発表では、機能性薄膜の付与による表面処理に注目し、チオール系あるいはシラン系の自己組織化単分子膜 (Self-Assembled Monolayer ; SAM) を利用した表面処理方法を検討した結果について報告する。

2. 実験方法

2. 1 処理方法

鉄電鍍マイクロニードル等の立体形状への展開を検討するに先立ち、鉄平板の表面処理について、チオール系SAMあるいはシラン系SAMの効果を確認

した。基材は、鉄ハルセル板 (榊山本鍍金試験器製 B-60-P01) を約35×15mm (0.3mm厚) に切り出し、20 vol%塩酸にて亜鉛鍍金を除去し、水洗・エタノール洗・乾燥したものをを用いた。この鉄基板を紫外線洗浄した後 (SEN LITGHS CORP.,製PL16-110D)、各種溶液に浸漬することで各種SAMの付与を試みた。

チオール系溶液においては、オクタデカンチオール[CH₃(CH₂)₁₇SH、以下C18SH]によるSAM形成を期待した。シラン系溶液においては、オクタデシルトリクロロシラン[CH₃(CH₂)₁₇SiCl₃、以下OTS]によるSAM形成を期待した。処理後の鉄基板を評価し、チオール系およびシラン系SAMを用いた表面処理の効果について検討した。表面処理の条件を表1に示す。

表1. 表面処理条件の概要

処理条件	期待する効果	溶質/溶媒	濃度	浸漬時間
Etching	OTSのSAM	-	-	約12hr
UV	紫外線洗浄	-	-	-
EtOH	溶媒の影響	- /EtOH	-	12hr
C18SH-1mM	C18SHのSAM	C18SH/EtOH	1.0mM	12hr
C18SH-3mM	C18SHのSAM	C18SH/EtOH	3.0mM	12hr
Toluene	溶媒の影響	- /Toluene	-	1hr
OTS-5min	OTSのSAM	OTS/Toluene	2.4mM	5min
OTS-1hr	OTSのSAM	OTS/Toluene	2.4mM	1hr

2. 2 評価方法

鉄基板の水接触角は、接触角計(KSV製CAM200)を用いて確認した。さらに、1kMのNaCl溶液中の自然電位をポテンショスタット(HD製HA-151A)等を用いて測定した。測定システムの概要を図1の通り。

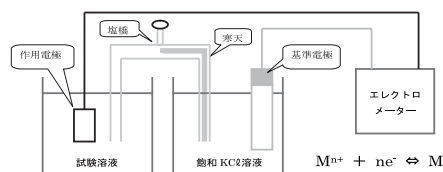


図1. 自然電位測定システムの概略図

*) 現 金属材料科

**) 現 経済産業部新産業集積課

***) 現 浜松工業技術支援センター

3. 結果

3.1 水接触角

チオール系溶液に浸漬した鉄基板について、水接触角の測定結果を図2に示す。チオール系溶液に浸漬した鉄基板の水接触角は、C18SH-3mMにおいても85°程度に留まっている。表面処理に起因する撥水効果は不十分であり、C18SHのSAMが十分な膜構造を以って形成できていない可能性が高い。

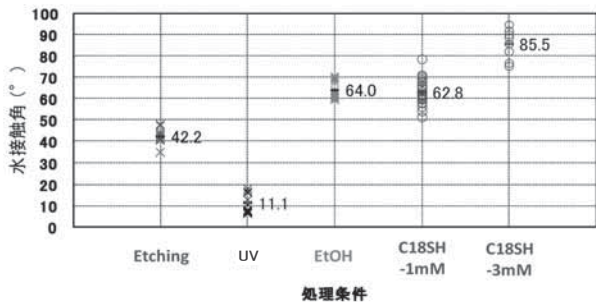


図2. チオール系溶液で処理した鉄基板の水接触角

シラン系溶液に浸漬した鉄基板について、水接触角の測定結果を図3に示す。シラン系溶液に浸漬した鉄基板の水接触角は、OTS-5minでもOTS-1hrでも130°に達している。鉄表面の撥水化が実現できており、OTSによるSAMあるいは類似する膜構造が形成できている可能性が高いと考えられる。

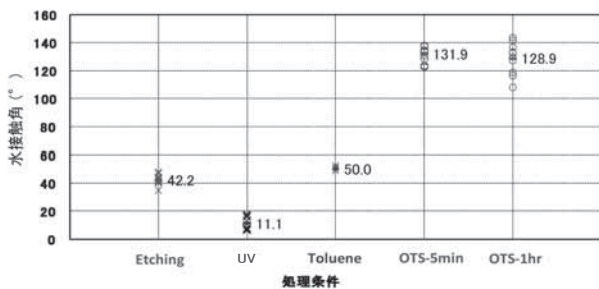


図3. シラン系溶液で処理した鉄基板の水接触角

3.2 自然電位

各種溶液で処理した鉄基板において、自然電位の測定結果を図4に示す。C18SH-3mMでもOTS-1hrの処理でも、自然電位はEtching時よりも高くなっている。いずれの処理においても、何らかの膜が鉄基板上に形成されていると思われる。ただし、チオール系溶液よりシラン系溶液で処理した方が、自然電位はより高くなる傾向がある。チオール系溶液による処理よりも、シラン系溶液で処理した方が鉄基板の表面保護効果は大きいと推測している。

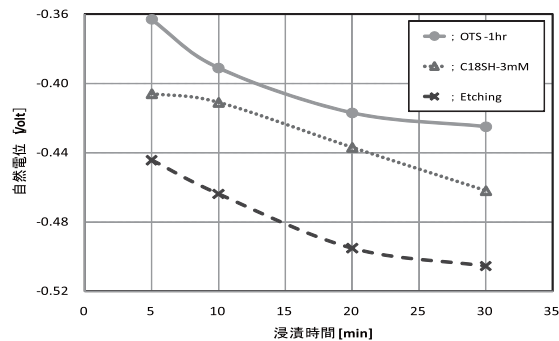


図4. 各種溶液で表面処理した鉄基板の自然電位

4. 考察

本報告で検討した条件においては、チオール系溶液による処理で十分な撥水効果が得られなかった。鉄の表面処理方法としては、適していない。

一方、シラン系溶液による処理では、オクタデカンチオールのトルエン溶液 (2.4mM) に数分間浸漬することにより、水接触角 $\theta \approx 130^\circ$ 程度の撥水性を実現できることが確認した (図5)。未処理の鉄表面の水接触角 $\theta \approx 40^\circ$ 程度であるため、親水・撥水性表面の使い分けが実現できる。ただし、膜構造の解析は不十分であり、撥水効果の持続性・耐久性等には検討の余地が残されている。さらには、防錆等の保護効果や超撥水化等について、引き続き検討する必要がある。



図5. OTS/Toluene溶液 (2.4mM) に5分間浸漬した鉄基板の水接触角の実測例 (OTS-5min)

参考文献

- 1) 増井裕久他：静岡県工業技術研究所研究報告, 2, 32-35(2009).
- 2) 田光伸也他：静岡県工業技術研究所研究報告, 2, 62-64(2009).
- 3) 増井裕久他：静岡県工業技術研究所研究報告, 1, 5-8(2008).
- 4) 高木誠他：静岡県工業技術研究所研究報告, 1, 27-28(2008).