

論文題名『ABS樹脂上に無電解めっきしたNi薄膜の密着強度影響因子の定量評価』

掲載ページ：「分析化学」第68巻第5号307-314ページ

著者名：八木祐介¹，天野久美¹，光岡拓哉¹，加藤雄一¹（¹株式会社豊田中央研究所）

2019年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

【選定理由】ならびに「論文概要」

プラスチック上のめっきは、金属製品に比べて製品の軽量化や低コスト化のメリットがある。また、装飾性やデザイン性などの商品の付加価値を高めながら、プラスチック素材自体の耐摩耗性、耐候性などの特性も向上する。これらのメリットから、現在では装飾用として自動車の内外装部品、家電製品などに広く利用され、装飾用途以外に電気・電子部品のプリント配線基板やパッケージ基板などの回路形成まで用途が拡大している。アクリロニトリル-ブタジエンスチレン共重合体(ABS樹脂)と無電解Niめっき間の密着性は製品の耐久性や品質への影響が大きいことから、その管理が重要となる。ABS樹脂と無電解Niめっきの密着機構は、エッチングで形成したABS樹脂表面の微細な凹痕に無電解Niめっきがくい込み、表面凹凸の形成によるアンカー効果で密着力が確保されているという物理的因子で理解されることが多い。このため、過去からABS樹脂の表面形状の定量評価法について多くの提案がなされてきた。一方で、ABS樹脂と無電解Niめっきの剥離界面は樹脂表面層であることから、物理的因子の他に化学的因子の寄与も指摘されている。化学的因子は、エッチング処理でABS樹脂表面に生成した極性基による化学結合とABS樹脂自身の酸化劣化の二つと考えられている。いずれの場合においても、エッチング処理が密着強度を管理するための重要な工程と考えられる。しかしながら、密着強度への影響に物理的因子と化学的因子を含めた定量評価はなされていないのが現状である。

本論文では、ABS樹脂のエッチング処理時間を変化させたときの密着強度に対して、表面分析の手法を用いた影響因子の簡易的な定量評価法と、密着強度への寄与について詳細に検討した。物理的因子の定量化法として、エッチング処理におけるABS樹脂表面の立体的な特徴を捉えるため走査型プローブ顕微鏡(SPM)に着目した。タッピングモードによる表面形状像から表面積

を求めた結果、エッチング初期の表面積増加率の挙動は、密着強度と相関することが分かった。SPM観察から得られた表面積増加率には凹痕のオーバーハングなどを考慮することはできないが、物理的因子である表面凹凸の指標になり得ると推定した。一方、化学的因子の定量化法として、エッチング処理におけるABS樹脂表面の酸化劣化を捉えるため、高屈折率のGe結晶を用いた全反射赤外分光(ATR-IR)法に着目した。スチレン基に対する酸化官能基量(C=O/Ph(Ge))を求めた結果、エッチング初期では増加し、エッチング後期の10分以降では減少することから、密着強度と相関することが分かった。この傾向は、エッチング処理によるABS樹脂表面のゴム成分の溶解とスチレンの酸化のバランスによるものと推察され、化学的因子の指標になり得ることが分かった。以上より、得られた両因子の寄与は重回帰分析により定式化($y = -0.022x_1 + 48.99x_2$, 補正 $R_2 = 0.67$, y : 予測密着強度, x_1 : 表面積増加率, x_2 : C=O/Ph(Ge))できることを見いだした。本手法はABS樹脂/無電解Niめっきの密着強度を予測するための簡易的な定量法になり得ると考えられる。

本論文は、ABS樹脂/無電解Niめっきにおいて、Niめっきの密着強度影響因子を明らかにしたものであり、樹脂めっき界面全般における密着強度影響因子の一般化にあたっては、樹脂やめっきの種類、エッチング処理以外のプロセスへの適用を個別に検討する必要があると考えられる。本論文では、複数の分析手法の定量化から得られた説明因子を、重回帰分析により、密着強度と相関付けた。このアプローチは、めっき製品に限らず、樹脂-金属の複合材を用いた部品や製品の密着性影響因子の寄与の把握や、強度予測評価に展開できると考えられ、設計指針や信頼性の確保につながることを期待される。

委員会では慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を2019年「分析化学」論文賞受賞論文に値すると認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕