フェライトめっき法によるフェライトカプセル化技術

齊 藤 孝 夫*, 大 石 雅 夫*

Ferrite Capsulation by the Ferrite Plating

Takao SAITO* and Masao OOISHI*

Key Words : Ferrite Plating, Capsule, Resin Particle

1. 緒 言

フェライトめっきは、種々の組成のスピネル型磁性膜を常圧の水溶液中で基材上に直接、結晶質で得ることが出来る。

この技術の最大の特徴は、一般的なLPE, CVD, スパッタ、プラズマ溶射、熱分解法などのフェライト形成技術に比べ高温を必要としないことにある。

これを通常のフェライト膜形成方法と考えた場合には、基板にプラスチックなどの耐熱性を有しない材料を用いることが可能となり、今までにない新しいデバイスの可能性を提示できる。^{1,2)}

筆者らは、このフェライトめっき法を高分子樹脂粒子上に被覆させる技術として適用させ、極めて均一にフェライトでカプセル化された樹脂粒子という新しい複合材料を比較的安価で簡便に作成できる技術を開発したので報告する。

2. 原理と装置

図1にフェライトめっきの原理を模式的に示した。

図1 フェライトめっき法の原理

基本的には基体中存在している-OH, -COOHなどの吸着席への金属イオンの吸着から $\text{Fe(II)} \rightarrow \text{Fe(III)}$ への酸化, 金属イオンの再吸着, のプロセスが繰り返されて, フェライト膜が形成されてゆく。

このプロセスを樹脂粒子に適用する方法である, リアクター法を図2に示す。

樹脂粒子を分散させた液をかく拌しながら反応液及び酸化剤を滴下してゆく。

樹脂粒子を分散させた液にはpH緩衝剤として酢酸アンモニウムなどを添加し, pHの安定化を図る。反応液としては, Fe(II) 又は Fe(II) と Me^{n+} の塩を溶解した水溶液, 酸化剤としては, 空気, 亜硝酸ナトリウムなどの水溶液を使用する。樹脂の分散液の温度及びpHは反応中一定に保たれる。

3. 実 験

種々のやり方が考えられるが, 本報告では反応液及び酸化剤の滴下速度を一定とし, 酸化剤として亜硝酸ナトリウム, 緩衝剤として酢酸アンモニウムを使用した場合のフェライトカプセル化条件について若干詳細に報告する。

図2 リアクター法

* 日本ペイント株式会社 (〒572 大阪府寝屋川市池田中町19-17, ☎0720-27-1111)

Technical Center, Nippon Paint Co., Ltd. (19-17, Ikeda-Naka-machi, Neyagawa-shi, Osaka 572)

図3 カプセル化の条件

図4 磁化量の推定値と実測値の関係

Fe(II)として塩化第一鉄を使用し、浴温度30℃、pH10でマグネタイト膜を形成させた場合の実験結果を図3に示す。

マグネタイトの形成と樹脂粒子へのカプセル化は反応液のイオン濃度、浴中の酢酸アンモニウム濃度がバランスされた点で行われる。

緩衝剤濃度が高くなると、鉄イオンの安定化が計られて、マグネタイトそのものの形成が行われない。一方、低すぎても反応が急激に進むため、マグネタイトの形成はされるが、樹脂粒子表面での吸着と酸化結晶化の速度があわなくなり、マグネタイトが樹脂粒子上以外にも発生し、樹脂粒子とマグネタイトとの混合物が形成される。さらに緩衝剤が少なくなると水酸化物の沈殿が初期から生じてしまう。又、塩化第一鉄濃度を上げてゆくとカプセル化領域は広がる傾向を示すが、酸化の条件が変わり、スピネル型の結晶形成がされにくく α -Fe₂O₃との混晶系となる。

このことは実際に反応させた量から推定される磁化量と実測した磁化量から算出した変換率(図4)及び、粒子の色からも推定できる。粒子の色は、塩化第一鉄の濃度が高くなるほど茶色味を帯びて来る。

シード重合法により作成された2 μ mの単一粒径樹脂粒子についてマグネタイトの形成を行ったものを図5に示す。樹脂粒子表面に選択的にマグネタイトが形成され、均一に被覆されていることがわかる。

図5 フェライトカプセル化した樹脂粒子のSEM写真

4. 今後の展開

4. 1 技術課題

フェライトめっきを利用したフェライトカプセル化技術は、フェライトめっきの本来持っている特徴、①低温で均一に、結晶性の良い膜が得られる、②水溶液中の反応であるため、被覆物の形状を問わない、③装置、工程がシンプルである、を十分に生かした新しい技術である。従来からある様々なカプセル化方法に比べても、核となる材料の性質、大きさ、性状をあまり問わず、選択域が極めて広く、被覆量の制御が容易であるなど、大きな特徴を持つ。

しかし一方で、樹脂粒子への応用を例にとっても樹脂粒子の作成方法、表面性状(官能基など)とフェライトカプセル化の関係、カプセル化されたフェライトの結晶形、大きさなど解明しなければならない課題も多い。

4. 2 応用展開

磁性体であることに着目すれば、単一粒径が比較的作りやすいことと相まって、バイオセンサー及びバイオリアクター用材料、電子写真関連材料、マグネタイトの導電性に着目すれば、帯電防止、静電防止用添加剤、さらには電波吸収用材料、無機質カプセルであると考えれば、吸着用材料など新しい材料ゆえに様々な用途展開の可能性を持っている。現在まだ残っている技術課題を解決してゆく中で、さらに用途開発を進めてゆきたい。

謝辞

本研究を行うにあたり、日頃御協力いただいている東京工業大学 阿部正紀、玉浦 裕、両氏に深く感謝の意を表します。

(1988-11-28 受理)

文 献

- 1) 阿部正紀, 玉浦 裕; 金属表面技術, 38, 416, (1987)
- 2) 阿部正紀, 玉浦 裕; 機能材料 9月号: 39, 1985