

純鉄粉含有エポキシ樹脂の絶縁性と透磁率の評価

Characterization of insulation properties and magnetic permeability of composites based on epoxy resin containing iron powders

明大理工 ○(D) 平田 雄也, 小原 学, 勝俣 裕

Meiji Univ., °Katsuya Hirata, Gaku Obara, Hiroshi Katsumata

E-mail: khirata@meiji.ac.jp, katumata@meiji.ac.jp

1. 緒言 世界的な省エネ動向に合わせ、主な動力源である AC モータの高効率化が進んでおり、その市場規模は近年大幅に拡大している。AC モータの高効率化として鉄損低減のために圧粉磁心などの検討が進められている。圧粉磁心のような鉄粉を含有した樹脂においては鉄粉間が絶縁されていないと導体面積が増加することで渦電流が大きくなり、渦電流損の増大が懸念される[1]。本研究では渦電流損低減をしながらも高透磁率化を図るために、高密度に鉄粉を含有した樹脂を作製し、透磁率の向上を図るとともに、絶縁性低下とのトレードオフ関係を両立させるためにプロセス条件や鉄粉形状の最適化を図る。

2. 実験方法 水アトマイズ純鉄粉 (JFE 製 JIP301A, 純度 99%以上, 平均粒径: $D_{50}=69 \mu\text{m}$) を遊星ボールミリングによりヘキササン中で 60~420 min, 湿式ミリングを行い粉碎した。その後、粉碎した純鉄粉の形態および結晶構造を各々 SEM および XRD により評価した。絶縁性および透磁率の評価には、樹脂に対する鉄粉の体積比が 0~70 Vol% になるように純鉄粉とエポキシ樹脂を遊星式攪拌機を用いて混練し、マッフル炉にて N_2 雰囲気中で、 150°C , 3 時間の加熱硬化を実施し、 $20 \times 20 \times t5 \text{ mm}$ の試料を作製した。その後、厚さ方向のインピーダンスの周波数依存性と B-H 特性を評価した。なお、比較のために、鉄粉含有樹脂の現行品も評価した。

3. 結果 SEM 観察の結果、純鉄粉の形態はミリング前後で球状から扁平になり微細化することが分かった。XRD 測定の結果、 $\alpha\text{-Fe (110)}$ と $\alpha\text{-Fe (200)}$ のピークが観測され、ミリング時間の増加に伴い(110)ピークの半値幅が 0.40° から 2.55° へ増大した。図 1, 2 に各々エポキシ樹脂に対するミリング前の鉄粉の体積比を変えた試料のインピーダンス測定結果とその解析結果を示す。50 Vol%までは鉄粉の体積比が増加するにつれて、抵抗率 ρ が減少し比誘電率 ϵ_r が増大した。50Vol%の試料は、鉄粉含有エポキシ樹脂の現行品と同等の特性を示した。その他詳細は当日報告する。

[1] I. Masui et al, Trans. Mag. Soc. Jpn., 1, 53-56 (2017).

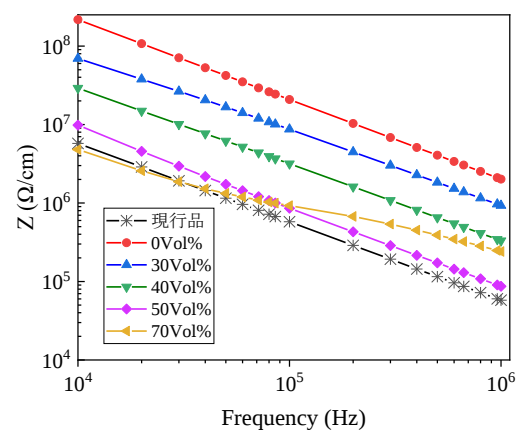


図 1 インピーダンスの周波数依存性

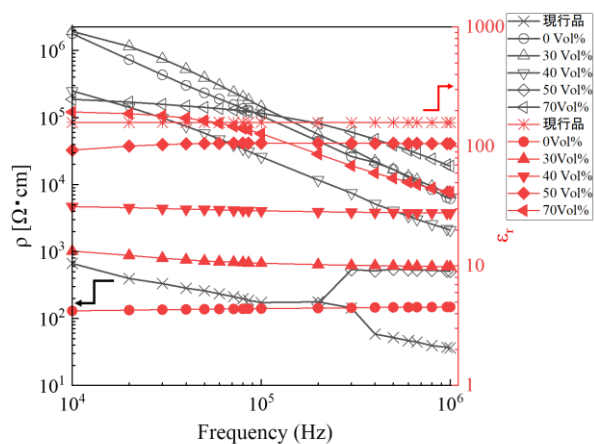


図 2 抵抗率と比誘電率の周波数依存性