

ナノフェライト粒子の 量産製造技術の開発と応用展開

分野 粉末冶金 [一般枠]

川下の抱える課題及びニーズ

●情報機器・家電に對する事項
高機能化

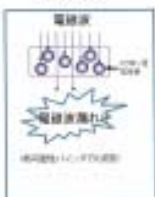
高電圧化

小型高機能化に對するマイクロ部品製造技術の開発

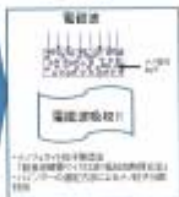
研究開発の背景及び経緯

■ナノフェライト粒子の必要性

＜従来技術＞



＜新技術＞



●新技術のメリット
①高周波帯域での電磁波吸収特性が優れる
②高周波帯域での電磁波吸収特性が優れる
③高周波帯域での電磁波吸収特性が優れる

●新技術のデメリット
①高周波帯域での電磁波吸収特性が劣る
②高周波帯域での電磁波吸収特性が劣る
③高周波帯域での電磁波吸収特性が劣る



高密度実装されている携帯電話に代表される。モバイル機器内部の電磁干渉対策用のノイズ抑制シート、及び電波吸収体やRFIDに利用される、フレキシブル電磁波吸収シートは、需要が急激に高まると予測されているが、GHz帯の電磁波ノイズを吸収できるものは少ない。

そこで、ナノサイズの粒径を有する磁性粒子（ナノフェライト粒子）を用いると、さらにノイズ抑制機能が向上するので、ナノフェライト粒子へのニーズが高まっている。しかしながら、量産可能なナノフェライト粒子の製造技術、及びナノフェライト粒子を用いた、フレキシブル電磁波吸

収シートの製造技術が開発されていないという課題がある。従来のフェライト製造の課題と、研究開発動向は下記のとおりである。

- ①フェライト製品の結晶粒径が大きいため、電気損失とエネルギー損失が大きく、高性能化が阻害されている。
- ②高温での焼成を止め、省エネルギー化と、低コスト化を実現する必要がある。
- ③チップインダクタは90℃以下の低温での焼成が必要である。

ナノフェライト粒子が、これらの課題を解決できると期待されており、具体的には、下記のようなメリットが実現できる。

- ①ナノフェライト粒子を出発原料とする、微小結晶粒径フェライトの作製が可能となる。
結晶粒径が数 μm サイズのフェライト結晶を得るためには出発原料のサイズを100nm以下にする必要がある。これを用いると、うず電流が発生しない、熱損失の少ない磁性材料が製造できる。
- ②ナノフェライト粒子の表面活性エネルギーを利用して低温焼成できる。
- ③高価な電極を、安価な銅などの金属に置き換えることができる。

研究開発の概要及び成果

■ナノフェライト粒子製造技術課題への対応

電子機器がますます小型化・薄型化・軽量化して作動するためには、高密度表面実装が必要になってきている。本プロジェクトが対象としている表面実装可能なデバイスとして、フレキシブル電磁波吸収シート、及びチップインダクタがある。これらの磁性デバイスに要求される小型化・高性能化を実現するためには、出発原料のフェライト粒子をナノ化する必要がある。このフェライト粒子をナノサイズ化できる製造装置を製作するとともに、その技術を確認することを目標として推進した。

■超音波溶融脱脂法による先行研究

埼玉大学においては、すでにニッケルフェライト (NiFe_2O_4) 粒子のナノ化技術を研究室レベルで確立し、特許も申請している。しかし、上述のデバイス化には、さらなる電磁気特性の向上が必要であるため、先行研究を行い、ニッケル ON 一置鉛 (Zn) 系フェライトにおける最適条件を見出し、量産装置で採用した。

■マイクロ波加熱法による先行研究

ナノフェライト粒子を製作する場合に、噴霧した粒子を瞬間に加熱・分解してナノフェライト化することが必須である。このため、マイクロ波エネルギーを効率的に集中できる装置を開発して先行研究を行い、粒子どうしの

融着がなくナノフェライト粒子を得る条件を見出し、製造装置の設計に反映した。

■ナノニッケル一置鉛フェライト粒子の量産装置の開発

上記の先行研究の成果と検証に基づき、粒子径が100nm以下のフェライト粒子を連続的に製造できる装置を設計し、量産装置を製作した。

抵抗加熱とマイクロ波加熱を複合した「超音波噴霧マイクロ波・抵抗加熱複合法」によって製造したところ、3~4kg/月のナノフェライト粒子の量産化に成功した。

■ナノフェライト粒子のペースト化技術の確立

ナノフェライト粒子を使用した厚さ0.1mmのフレキシブルシートに適用できる、ペースト化のための分散技術の研究開発を行った。サブミクロン、及びナノサイズのフェライト粒子の分散化・シート成形・性能評価を行ったところ、0.1mmの厚さのシートは分散性も良く、塗料特性も有していることを確認できた。

■磁性シート成形技術の確立と特性評価

上記で得られた分散ペーストをPET支持フィルム上に塗布して0.1~0.25mm厚の磁性シートを製作した。このシート表面を電子顕微鏡観察したところ、面状・分散状態も良好であり、電磁波吸収特性評価用シートとして使用可能と判断した。

■磁性シートの電磁波吸収特性評価

厚みの異なる磁性シートの磁気特性、及び電磁波吸収特性の評価を行った。それぞれの磁性シートの飽和磁化値、及び保磁力はバルク材とほぼ同等の磁気特性を示しており、シート作製の最終段階における磁性ペーストの均一性が十分に高いと判断された。

また、磁性粒子サイズを小さくすることによって、シート化する際の磁性粒子の密度分布を狭くすることが可能であることも確認した。特に、薄型シートを製作する際には密度ムラが生じやすいため、ナノフェライト粒子を用いることは意義がある。

磁性シートの電磁波吸収特性に大きな影響を与える比透率の虚数部は約2 GHzで極大を示した。一方、比

透率の実数部は、周波数の上昇とともにほぼ直線的に減衰していることから、2 GHz付近から電磁波の吸収が大きくなった。以上のことより、ナノフェライト粒子を用いた磁性シートの電磁波吸収特性は良好であり、実用化が可能であることが確認された。

開発された製品・技術のスペック

■ナノフェライト粒子の量産化

粒子径が100nm以下のフェライト粒子を連続的に製造できる量産装置を設計・製作し、粒子径20~50nmのナノフェライト粒子の量産化に成功した。磁気特性もバルク材とほぼ同等であり、実用できることを確認した。

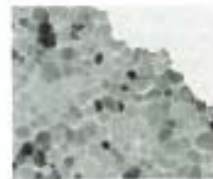


図2 製造したナノニッケル一置鉛フェライト粒子 (TEM写真)

■ナノフェライト粒子を用いた磁性シート

0.1~0.25mm 程度の厚さのシートを成型できるペーストを合成し、塗料特性も有していることを確認できた。このペーストを原料とした磁性シートの電磁波吸収特性は良好で、実用化が可能であることが確認された。



図3 作製した磁性シートの外観

この研究へのお問い合わせ

株式会社高純度化学研究所

◎担当者: 佐々木 聡 ◎所在地: 〒150-0264 埼玉県所沢市千代田5-2-26
◎TEL: 049-284-1512 ◎FAX: 049-284-1351 ◎E-mail: sasaki.ama@hokujokyo.co.jp

【事業運営者名】財団法人さいたま市産業創造財団

◎所在地: 〒338-0001 埼玉県さいたま市中央区上落合2-3-2 新都市ビジネス交流プラザ3階
◎TEL: 049-857-3901 ◎FAX: 049-057-9321 ◎E-mail: shibetsu@scsai.or.jp
◎プロジェクト企画研究機関 (大学、公設財団): 埼玉大学、埼玉県産業技術総合センター
◎プロジェクト企画研究機関 (企業): (株)高純度化学研究所、リンクアップ(株)、河津合成(株)
◎土壌研究実施場所: (株)高純度化学研究所