

塗布型磁性粉シートの高周波材料定数特性の実験的検討

Experimental Study on Material Constants of Paint Type Magnetic Sheet at High Frequency

○ 杉澤光二*, 岡 英夫*, 三浦健司*, 久保田賢二*,

○ Koji Somazawa*, Hideo Oka*, Kenji Miura*, Kenji Kubota*,

*岩手大学,

*Iwate University,

キーワード: 磁性粉 (Magnetic powder), 塗布型 (Paint type), 高周波 (High frequency), 材料定数 (Material Constants), 電波吸収特性 (Electro-magnetic Wave Absorption Characteristics)

連絡先: 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学 工学部 電気電子・情報システム工学科 岡研究室 岡英夫, Tel.&Fax.: 019-621-6389, E-mail: hoka@iwate-u.ac.jp

1. 序論

磁性粉とバインダを混合し、塗布・乾燥して作製する塗布型磁性シートは、低コストで作製が可能であり加工容易性を有することから磁気記録テープや電波吸収体など幅広い分野で応用されてきた^{[1][2]}。しかし、塗布型磁性シートが有する高周波帯域における複素誘電率及び複素透磁率の相互関係や磁性粉濃度による複素誘電率の決定要因等については十分に明らかにされていない。

本研究では磁性粉をセンダストならびに Mn-Zn フェライトとし、磁性粉濃度を 21Vol%、30Vol%、41Vol%、46Vol%、54Vol% とした塗布型磁性シートを作製し、磁性粉濃度が MHz~GHz 帯域における複素誘電率及び複素透磁率に与える影響を明らかにし、高周波帯における複素誘電率決定要因について検討を行

った。また、塗布型磁性粉シートの磁性粉濃度ならびにシート厚さに対する電波吸収性能評価を行った。

2. 塗布型磁性シートの作製

作製されたシートの作製方法を以下に示す。

① 目標とする磁性層厚さ及び磁性粉濃度に応じた磁性粉及びクリヤラッカーの質量を算出する。今回の実験においては目標厚さを 1.5 mm とした。

② 磁性粉とクリヤラッカーを攪拌機で混合する。ベーク板 (縦 100 mm, 横 100 mm, 厚さ 1.02 mm) の上に磁性粉とクリヤラッカーの混合液を流し込み 48 時間以上乾燥させた後、磁性層部分を剥離し塗布型磁性層とした。

本実験では磁性粉として粒径 45 μm 以下の Mn-Zn フェライト (PC40:TDK 社製)、センダス

ト (SENDUST ALLOY T:エプソンアトミックス社製) の2種類を、バインダはクリヤラッカー(シントーファミリー社製)を使用した。

3. 材料定数の測定

3.1 測定方法

作製した塗布型磁性シートにおいて、ネットワークアナライザ HP8720D (ヒューレットパカード社製) を用いて同軸管 S パラメータ法及びニコルソン・ロス法で複素誘電率及び複素透磁率を算出した。ネットワークアナライザにおいて複素誘電率及び複素透磁率を測定するために内径 3.00 mm、外径 7.00 mm の環状試料を作製した。磁性層厚さはすべて 1.5 mm であり、測定周波数は 50MHz~10GHz とした。

3.2 測定結果

Fig. 1-2 に Mn-Zn フェライトの磁性粉濃度による材料定数周波数特性測定結果を示す。複素誘電率は磁性粉濃度の増加に伴い、複素誘電率実部 ϵ' 、複素誘電率虚部 ϵ'' とともにほぼ比例した増加傾向を示した。複素透磁率も同様に磁性粉濃度の増加に伴い複素透磁率 μ' 、複素透磁率虚部 μ'' とともに増加傾向を示した。

Fig. 3-4 にセンダストの磁性粉濃度による材料定数周波数特性測定結果を示す。Mn-Zn フェライトの測定結果と比較するとセンダストの複素誘電率実部では磁性粉濃度に比例した増加傾向が得られていない。これは Mn-Zn フェライトよりもセンダストの方が密度が大きく粒子が沈降しやすいため磁性粉シートの内部構造に影響を与えていることが要因であると考えられる。

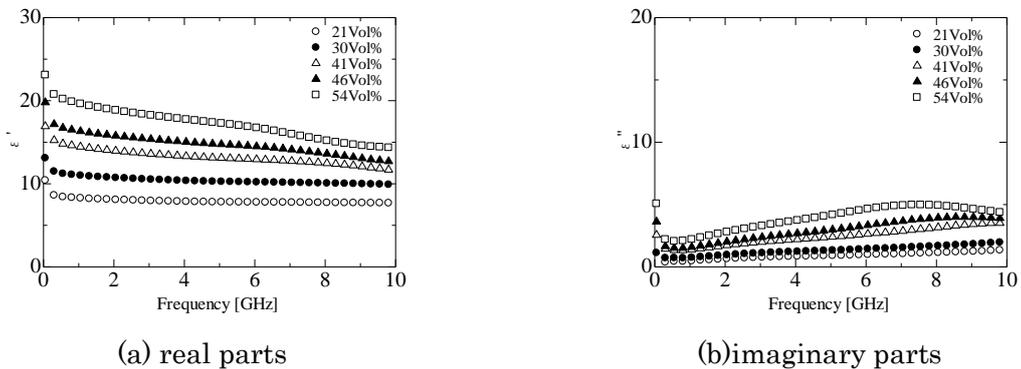


Fig. 1 Mn-Zn フェライト試料の複素誘電率

Complex permittivity of Mn-Zn ferrite material samples

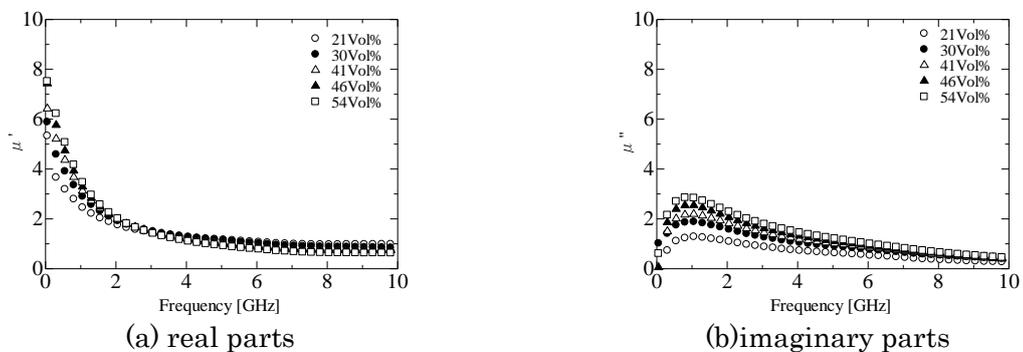


Fig. 2 Mn-Zn フェライト試料の複素透磁率

Complex permeability of Mn-Zn ferrite material samples

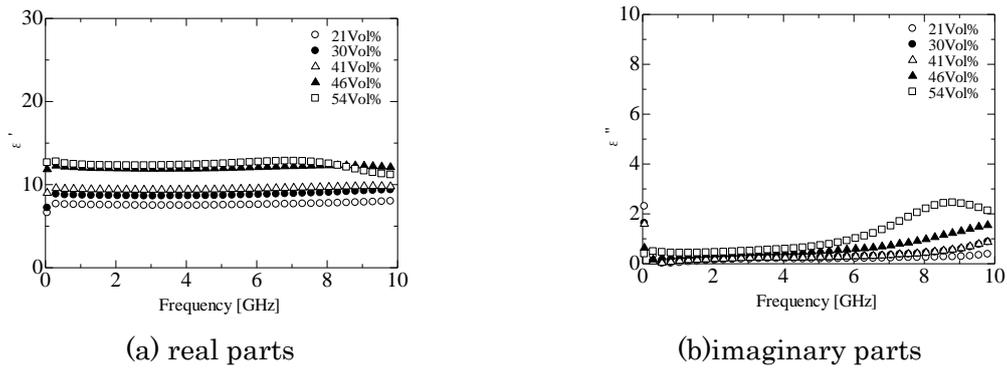


Fig. 3 センダスト試料の複素誘電率

Complex permittivity of sendust material samples

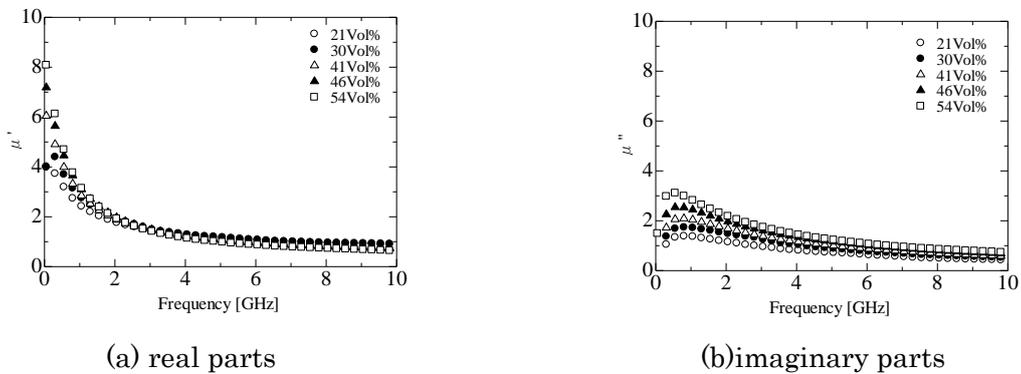


Fig. 4 センダスト試料の複素透磁率

Complex permeability of sendust material samples

5. 塗布型磁性シート電波吸収特性

作製した Mn-Zn フェライト及びセンダストの磁性粉濃度 21~54Vol%の塗布型磁性シートにおいて VEE プログラムを用いた電波吸収量の評価を行った。Fig.4 にシート厚さに対する Mn-Zn フェライトの磁性粉濃度 21Vol%の塗布型磁性シートの反射減衰量算出結果を示し、Table 1 に厚さに対する整合周波数 f_0 及び最大反射減衰量 RL_{max} の関係を示す。

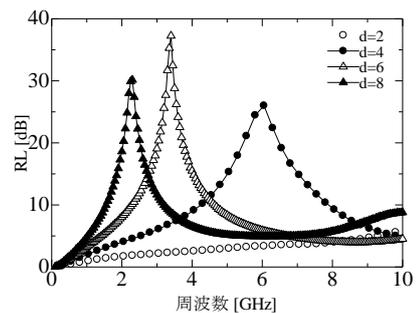


Fig.5 磁性粉濃度 21Vol%の Mn-Zn フェライト試料の反射減衰量

Reflection loss of Mn-Zn ferrite material samples

(Magnetic powder concentration=21Vol%)

Table1 Mn-Zn フェライト磁性粉濃度 21Vol%
における諸特性

Measured results of absorption
characteristics of Mn-Zn ferrite material
samples
(Magnetic powder concentration=21Vol%)

	f_0 GHz	RL_{max} dB
d=2	-----	-----
d=4	6.05	26.0
d=6	3.4	37.2
d=8	2.3	30.1

Mn-Zn フェライトの磁性粉濃度 21Vol%の塗布型磁性シートは磁性粉濃度 21~54Vol%の中で最も良好な電波吸収性能を示した。最大反射減衰量は d=4~8 の厚さ全てにおいて 20dB を超え、整合周波数も d=4 から d=8 にかけて 3.75 GHz 低周波側へシフトし大きな整合周波数調整効果を有することを示した。Fig. 6 にシート厚さに対する Mn-Zn フェライトの磁性粉濃度 54Vol%の塗布型磁性シートの反射減衰量算出結果を示し、Table2 に厚さに対する整合周波数 f_0 及び最大反射減衰量 RL_{max} の関係を示す。

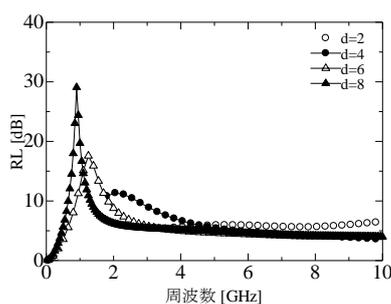


Fig.6 磁性粉濃度 21Vol%のセンダスト試料の
反射減衰量

Reflection loss of sendust material samples
(Magnetic powder concentration=21Vol%)

Table2 Mn-Zn フェライト磁性粉濃度 21Vol%

における諸特性

Measured results of absorption
characteristics of sendust material samples
(Magnetic powder concentration=21Vol%)

	f_0 GHz	RL_{max} dB
d=2	-----	-----
d=4	3.05	13.7
d=6	1.7	21.4
d=8	1.25	32.2

磁性粉濃度 21Vol%の塗布型磁性シートでは d=4 で最大反射減衰量 37.3 dB であるのに対し、磁性粉濃度 54Vol%の塗布型磁性シートでは d=8 で最大反射減衰量 32.2 dB となっている。Fig. 7 に Mn-Zn フェライト及びセンダストの磁性粉濃度と整合周波数の関係を示す。

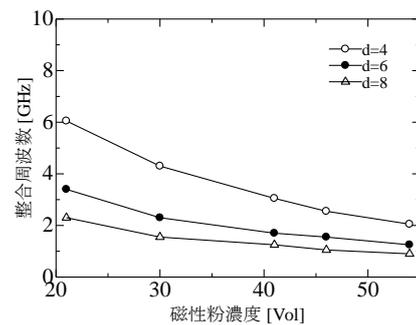


Fig. 7 Mn-Zn フェライトの塗布型磁性シート
における磁性粉濃度と整合周波数
Matching-Frequency and Magnetic powder
concentration of Mn-Zn material samples

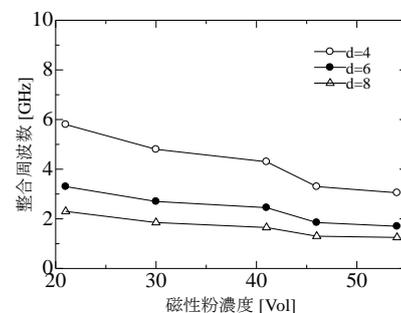


Fig. 8 センダストの塗布型磁性シートにおけ
る磁性粉濃度と整合周波数
Matching-Frequency and Magnetic powder
concentration of sendust material samples

Mn-Zn フェライト及びセンドラスト双方の塗布型磁性シートにおいて磁性粉濃度が高くなるほど整合周波数が低周波側へシフトした。

6. 結論

①塗布型磁性シートの磁性粉濃度を高くするほど複素透磁率だけでなく複素誘電率の値も増加することを示した。また、高周波帯における複素誘電率は塗布型磁性シートの磁性粉濃度による内部構造の違いによって決定される。

②Mn-Zn フェライト及びセンドラスト双方の塗布型磁性シートにおいて磁性粉濃度 21Vol%で最も良好な電波吸収性能を示した。また、磁性粉濃度が高くなるほど塗布型磁性シートの整合周波数は低周波側へシフトすることを確認した。

参考文献

[1]阿部直人 他 “塗布型磁気テープの技術動向将来展望” 日本応用磁気学会誌 Vol.26, No.11, 2002

[2]鈴木 圭 “ミリ波帯用塗布型電波吸収体の広帯域化に関する検討” 電子情報通信学会論文誌 B Vol. J86B No7, pp1243-1245 2003年7月