

# ノイズ抑制およびインダクタンス部品用 球状磁性粉末の製品群

Spherical magnetic powders for noise suppression and inductance parts

## 1. はじめに

近年の電子機器は、スマートフォンやウェアラブルデバイス等に見られる小型化が進み、電磁干渉が起きやすい環境であり、ノイズ対策部品の重要性が増している。また、CPU等で見られる動作の高速化も進んでおり、電子機器に組み込まれるインダクタンス部品等の作動周波数は100kHz～数GHzと広い帯域になってきている。

ノイズ対策部品やインダクタンス部品には例えばFeSi、FeSiAl、FeSiCrなどの金属磁性粉末と樹脂の複合材からなるものがあるが<sup>1,2)</sup>、これら製品の周波数特性は主に用いる金属磁性粉末の特性で決まるため、幅広い機器の作動周波数に合わせた磁気特性を有する金属磁性粉末が必要である。そこで当社では、合金成分と粒度の組み合わせで各種用途に必要な周波数特性を提供することが出来るよう、球状磁性粉末の製品群をラインナップしたので紹介する。

## 2. 各製品の特徴

球状磁性粉末の製品群の飽和磁束密度、比重、保磁力、平均粒径およびタップ密度（代表値）を表1に示す。粉末は全てガスアトマイズ法で作製されており、代表としてFeCr系粉末のSEM像を図1および図2に示すとおり球形を有する。粒度はどの粉末においても2水準あり、充填性に優れた高充填タイプと渦電流の発生が少ない小粒径タイプである。当社の球状磁性粉末を樹脂と混合し、シート状に成形した場合の高周波特性（粉末体積充填率50%換算値）を図3～8に示す。実透磁率が図3および図4、損失係数（ $\mu'' / \mu'$  :以後、 $\tan \delta$ ）が図5および図6、虚透磁率が図7および図8であり、以下に製品群の特性を特徴別に示す。

### 2.1 高実透磁率品 (PST-S、PST-SHT)

高実透磁率品であるPST-SおよびPST-SHTは低保磁力

表1 球状磁性粉末の製品群の諸特性（代表値）

		高実透磁率品		高飽和 磁束密度品	高周波対応品		
		PST-S	PST-SHT	Fe-3Si	FeNiCo 系 A	FeCr 系	FeNiCo 系 B
飽和磁束密度(T)		1.0	1.0	1.9	1.7	1.1	0.9
比重(Mg/m <sup>3</sup> )		6.9	6.9	7.7	8.0	7.4	8.1
小粒径 タイプ (-25 μm)	保磁力 (A/m)	220 <sup>※1</sup>	16 <sup>※1</sup>	580 <sup>※1</sup>	6400 <sup>※2</sup>	17000 <sup>※2</sup>	17000 <sup>※2</sup>
	平均粒径 (μm)	15～20					
	タップ密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	4.5	4.4	4.8	5.2	5.0	4.9
高充填 タイプ (-106 μm)	保磁力 (A/m)	180 <sup>※1</sup>	16 <sup>※1</sup>	390 <sup>※1</sup>	6200 <sup>※2</sup>	13000 <sup>※2</sup>	18000 <sup>※2</sup>
	平均粒径 (μm)	20～70					
	タップ密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	5.1	4.8	5.2	5.7	5.0	5.4

※1 保磁力計による測定値

※2 振動試料型磁力計による保磁力(bHc)測定値

で、実透磁率は周波数100MHzまで高い値を維持する。また、高いインダクタンスを得る因子として寄与する $\tan\delta$ は低い方が好ましく、本製品は周波数10MHz以下の範囲において0.1以下の低い値を示す。高実透磁率品をインダクタンス部品の磁心として活用した場合、10MHz以下の周波数帯域で高いインダクタンスが得られるので、電子機器の小型化につながる。また、高実透磁率品を磁性シートとして活用した場合、10MHz以下で高い電波収束効果と低損失特性が得られるので、近距離無線通信（Near Field Communication:以後、NFC）の通信距離確保に有効である<sup>3)</sup>。

一方で、虚透磁率はノイズ電波の熱変換、吸収に関わる因子で、ノイズ吸収効果に寄与する<sup>4)</sup>。高実透磁率品の虚透磁率は、100MHz～数GHz程度までの周波数帯で高い値を示すため、この周波数帯を対象としたノイズ吸収部品にも活用可能である。

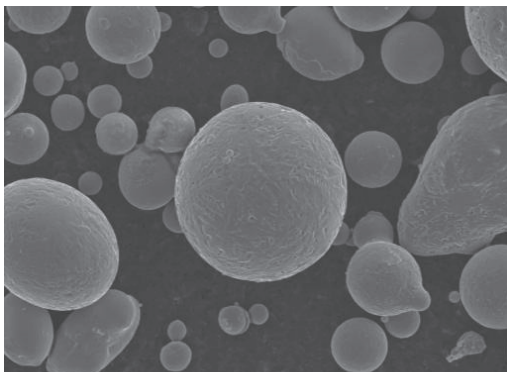
50  $\mu$  m

図1 球状磁性粉末のSEM外観写真(FeCr系:高充填タイプ)

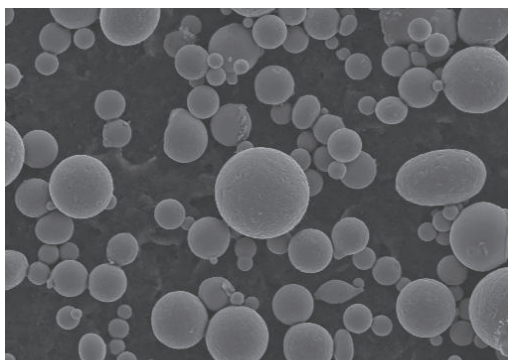
50  $\mu$  m

図2 球状磁性粉末のSEM外観写真(FeCr系:小粒径タイプ)

## 2.2 高飽和磁束密度品 (Fe-3Si)

Fe-3Siは飽和磁束密度が1.9Tと製品群中において最も高く、直流重畳特性を活用するインダクタンス部品に特に有効である。

## 2.3 高周波対応品 (開発組成:FeNiCo系AおよびB、FeCr系)

開発した高周波対応品は、高いインダクタンスを得る因子として寄与する $\tan\delta$ が100MHzまで低い値を維持する。インダクタンス部品の磁心として活用した場合、100MHzまで高いインダクタンスが得られ、電子機器の小型化につながる。また、磁性シートとして活用した場合、100MHz以下の周波数を対象としたNFCの通信距離確保に有効である。特に図6よりFeNiCo系BおよびFeCr系の小粒径タイプは数百MHzの周波数まで低い $\tan\delta$ を維持するので、他の製品と比較し、より高周波で使用する電子機器の小型化やNFCの通信距離改善にも活用可能である。

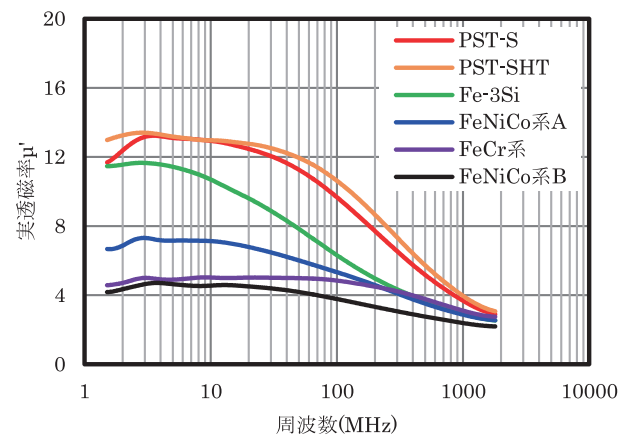


図3 球状磁性粉末の実透磁率の周波数特性(高充填タイプ)

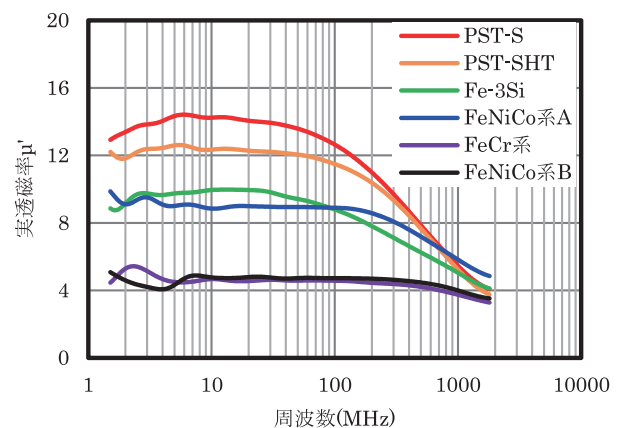


図4 球状磁性粉末の実透磁率の周波数特性(小粒径タイプ)

### 3. 製品群の用途

各種ノイズ対策部品、インダクタンス部品および磁性シート全般。

### 4. まとめ

本製品群には様々な磁性材料があり、必要とする周波数に合わせた適切な製品を選択し複合化することで、各種部品においてインダクタンス向上、直流重畳特性向上、NFCの通信距離改善、ノイズ吸収効果の向上等、多様な特性を発揮させることが可能である。このように、本製品群は幅広い周波数のノイズ対策部品やインダクタンス部品作製に活用可能である。

### 参考文献

- 1) 澤田俊之, 特殊鋼:63 (2014), 15-17
- 2) 藤田雄一郎, 特殊鋼:63 (2014), 21-23
- 3) 三浦滉大, 澤田俊之: 山陽特殊製鋼技報, 24 (2017) 1, 38-45
- 4) 相川芳和, 柳本勝: 山陽特殊製鋼技報, 9 (2002) 1, 59-63

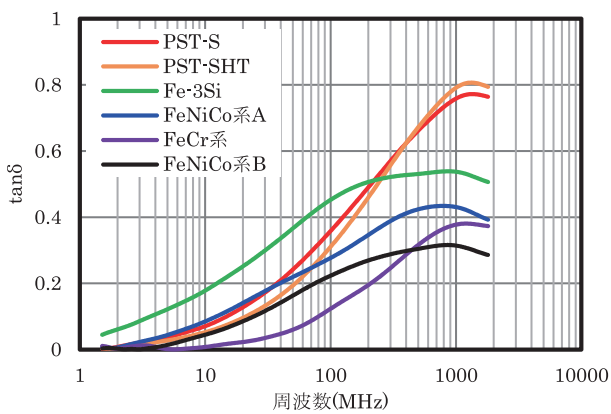


図5 球状磁性粉末のtan δの周波数特性(高充填タイプ)

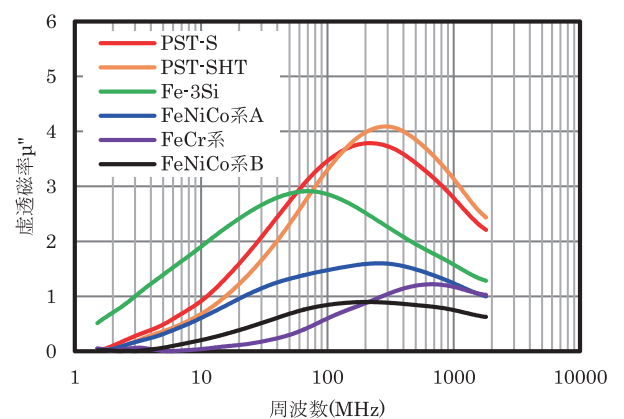


図7 球状磁性粉末の虚透磁率の周波数特性(高充填タイプ)

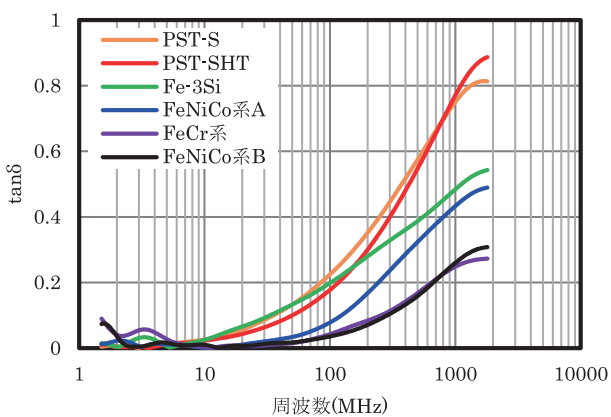


図6 球状磁性粉末のtan δの周波数特性(小粒径タイプ)

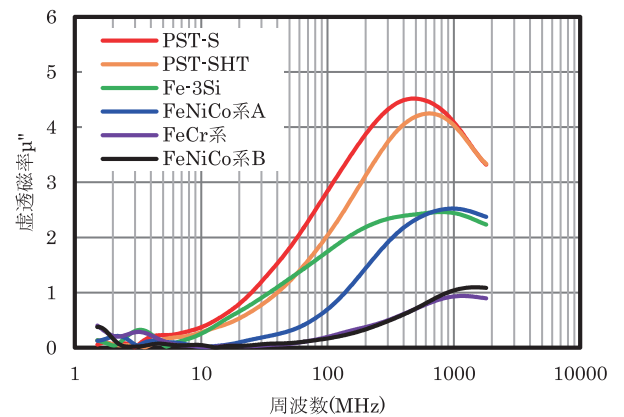


図8 球状磁性粉末の虚透磁率の周波数特性(小粒径タイプ)