

# 高周波磁性材料の実用化のための技術動向調査専門委員会 設置趣意書

マグネティックス技術委員会

## 1. 目的

近年、従来の限界を超え3 GHz以上の周波数帯でも低損失で使用可能な新しい磁性材料が開発されている。現在この周波数帯においては、磁性体を用いない磁気的な空芯デバイスが使用されており、磁性体の応用については未踏領域である。従って、これまで乖離していた空芯と磁性体装荷型磁気デバイスとの研究分野を速やかに融合させ、新しい高周波磁性材料を実用化へ導くことが適当である。

磁気応用分野における高周波の定義は時代とともに推移しており、1982年に「マイクロ磁気調査専門委員会」が発足以来、「次世代スマートデバイス構築のための高周波磁気調査専門委員会」(～2017年3月)までに、MHz帯からGHz帯まで継続的に高周波化の動向が調査されてきた。その結果、応用分野によって高周波化のトレンドが異なり、また、磁性材料に求められる特性も異なることが明らかになっている。

よって本調査専門委員会は、対象周波数帯を3 GHz以上に拡張しつつも限定せず、高周波磁性材料分野を中心に、その応用分野として、ノイズ抑制・デバイス・回路・システム・計測・解析など、高周波磁気工学に係わる研究開発動向を総括的に調査することを目的とする。

## 2. 背景および内外機関における調査活動

電気電子機器を高周波で駆動させることには、高速処理化・情報伝送量の増大・周波数カウントによるセンシングでの分解能向上など、多大な利点がある。これらを構成するインダクタ等の磁気デバイスに磁性体を装荷することは、デバイスの小型化・高効率化・輻射ノイズ抑制などに有用であり(東北大 山口ら 1993年、信州大 佐藤ら 1998年など)、特に小型・多機能化が著しい情報通信端末業界からの期待は未だ根強い。その一方で、磁性体の高周波利用における課題は、透磁率が低下すること、磁性体そのものの損失による交流抵抗および比抵抗由来の渦電流損失が無視できなくなること、そして高周波透磁率の計測や解析の困難さに帰する。また、最新の高周波デバイスの取り扱う周波数帯は、かつては従来材料の低損失利用も十分期待できるデシメートル波(UHF: 0.3～3 GHz)が主流であったが、近年ではセンチメートル波(SHF: 3～30 GHz)の周波数帯域以上、中でもミリメートル波(EHF: 30～300 GHz)やデシミリメートル波(THF: 300 GHz～3 THz)に達している(東北大 黒木ら 1985年、山口大 小寺ら 2011年など)。もはや従来材料が損失増加の要因となる磁気的な共鳴を起こし、低損失に利用できない周波数帯域であるため、磁気デバイスの検討は磁性体抜きにして行われているのが現状である。

しかし、磁性材料も進化している。磁性体の高周波限界性能を高めるには、磁性損失が最大となる透磁率の共鳴周波数を高めるための強い磁気異方性に加え、高周波渦電流損失を低減するために高い電気抵抗率が必要であるが、例えば、強磁性ナノグラニューラ薄膜は、従来膜よりもさらに高異方性化・高抵抗化され、真空の数倍の透磁率を有しながらも共鳴周波数が10 GHzを超えるものが得られている(電磁研 直江ら 2015年、東北大 青木ら 2016年など)。さらには、イプシロン酸化鉄(東大 生井ら 2009年)やマンガン-ガリウム規則合金薄膜(東北大 水上ら 2012年)など、常識を覆す巨大な異方性によって、上記の共鳴周波数を100 GHz以上に延ばすことが期待できる材料も登場している。しかしながら、これらの応用については未踏領域であり、総括的な調査が必要である。

## 3. 調査検討項目

- (1) 高周波磁性材料、およびそれを用いた磁気デバイスの技術動向調査
- (2) 上記材料、およびデバイスが用いられた高周波回路・システムの技術動向調査
- (3) 上記材料、およびデバイスの諸特性に関する評価・解析手法の技術動向調査
- (4) センチメートル波以上の周波数帯で磁性体を用いない高周波磁気デバイス分野の技術動向調査
- (5) 国外における最新の研究開発動向の調査
- (6) 産学官連携実例の調査

## 4. 予想される効果

- (1) 高周波磁性材料、およびそれを用いた磁気デバイス・高周波回路・システムの新規開発と発展
- (2) 上記材料、およびデバイスの諸特性に関する評価・解析手法の新規開発および発展
- (3) センチメートル波以上の周波数帯で駆動する高周波磁気デバイスへの磁性体装荷
- (4) 高周波磁性体応用に関する国際的な活動の活性化

(5) 高周波磁気工学分野における産学官連携強化

5. 調査期間

平成 29 年(2017 年)4 月～平成 32 年(2020 年)3 月 (3 年間)

6. 委員会の構成

職名	氏名	(所属)	会員・非会員区分
委員長	直江 正幸	(電磁材料研究所)	会員
委員	青木 英恵	(東北大学 学際科学フロンティア研究所)	会員
同	池田 慎治	(富山高等専門学校)	会員
同	飯田 聡子	(木更津工業高等専門学校)	非会員
同	石田 光一	(ドレスデン工科大学)	非会員
同	上田 哲也	(京都工芸繊維大学)	非会員
同	上原 裕二	(富士通株式会社)	会員
同	海住 英生	(北海道大学)	会員
同	加藤 充次	(FDK 株式会社)	会員
同	河合 正	(兵庫県立大学)	会員
同	川井 哲郎	(中央大学)	非会員
同	菊池 弘昭	(岩手大学)	会員
同	黒木 太司	(呉工業高等専門学校)	会員
同	小寺 敏郎	(明星大学)	非会員
同	近藤 幸一	(NEC トーキン株式会社)	非会員
同	佐藤 紘介	(長野県工業技術総合センター)	会員
同	佐藤 敏郎	(信州大学)	会員
同	繁澤 功士	(KOA 株式会社)	非会員
同	菅原 聡	(福山大学)	非会員
同	鈴木 健司	(TDK 株式会社)	会員
同	竹澤 昌晃	(九州工業大学)	会員
同	武田 茂	(有限会社 Magnontech)	会員
同	田中 輝光	(九州大学)	非会員
同	辻本 浩章	(大阪市立大学)	会員
同	蔦岡 孝則	(広島大学)	会員
同	生井 飛鳥	(東京大学)	会員
同	新妻 清純	(日本大学)	会員
同	能崎 幸雄	(慶應義塾大学)	会員
同	深瀬 美紀子	(大同特殊鋼株式会社)	会員
同	松浦 準	(太陽誘電株式会社)	会員
同	松村 武	(情報通信研究機構)	非会員
同	森角 博行	(双信電機株式会社)	会員
同	藪上 信	(東北学院大学)	会員
同	山口 正洋	(東北大学 大学院工学研究科)	会員
同	山田 啓壽	(株式会社東芝)	会員
同	山本 節夫	(山口大学)	非会員
同	和田 光司	(電気通信大学)	会員
幹事	曾根原 誠	(信州大学)	会員
同	中山 英俊	(長野工業高等専門学校)	会員
幹事補佐	後藤 太一	(豊橋技術科学大学)	会員

7. 活動予定

委員会：6 回/年、幹事会：2 回/年、研究会の協賛：2 回/年

8. 報告形態

技術報告を以て報告とする。

以上