

小形軽量化を目指した高周波駆動電磁アクチュエータシステムのための
磁性材料とその磁気現象に関する協同研究委員会
設置趣意書

リニアドライブ技術委員会

1. 目的

現代社会において、人・物を高効率に移動・輸送することが不可欠であり、自動車だけではなく、船舶、電気鉄道および航空機における電磁アクチュエータの普及および持続可能性の確保は、これまで以上に重要な課題である。特に、半導体デバイスの技術的革新に伴い高速動作が可能となり、電磁アクチュエータを駆動する電力変換回路の動作周波数が数百 kHz から数 MHz オーダまで高めることが可能となってきた。このような背景を受けて、半導体デバイスの高速動作や電力変換回路の高周波駆動に伴って、構成要素である磁性材料の特性にこれまで以上に関心が高まってきている。磁性材料は電磁アクチュエータシステム全体の主要構成要素であるためにその特性評価を多面的に行なう必要があると同時に、電磁アクチュエータの駆動および電源に必要な構成要素をシステムとして評価する必要がある。

これまでの3期に亘る調査専門委員会にて、電磁アクチュエータシステムのための磁性材料を調査して有益な情報を取りまとめられているが、特に高速動作する半導体デバイスおよび高周波駆動する電力変換回路を用いるようになってきた本分野において、相互の技術理解がまだ十分に行き届いているとは言い難い状況であることがわかった。そこで、半導体デバイスの高速動作および電力変換回路の高周波駆動に対する磁性材料への影響やその磁気現象に特化した調査を材料、解析、計測、応用の観点から実施し、高速動作および高周波駆動する電磁アクチュエータシステムの小形軽量化に有益な情報を取りまとめ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

移動・輸送装置は、これまで内燃機関および油圧・空気系の駆動装置が幅広く使用されてきたが、磁性材料技術およびパワーエレクトロニクス技術の進展により、それらの電磁アクチュエータへの転換が地上据え置き工場内だけではなく機上置きの自動車および船舶さらには航空機などの移動体でも急速に進んでいる。特に機上置きの用途において小形軽量化の要求が高まっており、小形軽量化を目指した高周波駆動の傾向を加速させている。電磁アクチュエータシステムにおける小形軽量化は、高周波励磁が不可欠であり、そのために現状よりもより高性能・低損失かつ量産化に適した磁性材料の出現を必要としている。

このように電磁アクチュエータシステムにおける磁性材料はその評価も含めてこれまでも今後も重要な技術である。もともと磁性材料は、物理学の本道のひとつであり、磁区構造を持つものとして他の材料にない難解な材料である。そのため、応用物理学会、IEEE Magnetics Society、日本磁気学会などで磁性材料についての研究が活発に報告されていたり、また電気学会 基礎・材料・共通部門マグネティクス技術委員会にて電力用磁性材料の利用技術や高周波 (GHz オーダ) 磁気材料の調査が 40 年以上実施されたりしている。その状況すべてに関して電磁アクチュエータシステムを研究開発する上で理解する必要は必ずしもないが、その中のいくつかは今後の電磁アクチュエータシステムの研究開発にとって重要な事項といえる。これまで電気学会 産業応用部門 リニアドライブ技術委員会では、3 期に亘り調査されてきた。

① 電磁アクチュエータシステムのための磁性材料とその評価技術調査専門委員会

平成 26 年 (2014 年) 2 月 ~ 平成 29 年 (2017 年) 1 月 (3 年間)

(技術報告 第 1397 号)

② 電磁アクチュエータシステムのための磁性材料および磁気現象の技術調査専門委員会

平成 29 年 (2017 年) 2 月 ~ 令和 2 年 (2020 年) 1 月 (3 年間)

(技術報告 第 1493 号)

③ 電磁アクチュエータシステムのための高周波大電力の磁気技術調査専門委員会

令和 3 年 (2021 年) 11 月 ~ 令和 6 年 (2024 年) 10 月 (3 年間)

(技術報告 令和 7 年 (2025 年) 3 月 発刊予定)

一方、電磁アクチュエータシステムの分野は、電力用半導体デバイスおよび制御技術の進展とリニアモーター・EV をはじめとした社会的要請により、技術や応用が広く多岐に亘っているため、電磁アクチュエータシステム分野における磁性材料の特性は、これまで B-H, B-W 曲線といった簡便な磁気特性を用いて表現してきた。しかしそれだけで複雑な磁性材料は十分に表現されていないことは明白である。更にパワーエレクトロニクス技術の進展で小形軽量化のためにシステムの高速度動作・高周波駆動に対する磁性材料およびその関連技術の必要性が生じている。特にこれまで 3 期の委員会では、シンポジウムを中心に活動をしてきたが、関連技術調査の必要性から本委員会より調査を主とする活動に切り替えるために協同研究委員会として新たに調査活動を進める予定である。

3. 調査検討事項

電磁アクチュエータをシステムとして小形軽量化するために必要な半導体デバイスの高速動作および電力変換回路の高周波駆動に対する磁性材料とその磁気現象解明の技術動向調査を行なう。

- (1) 電磁アクチュエータシステムに必要な磁性材料および磁気現象の基礎技術の調査
- (2) 高速動作や高周波駆動する電磁アクチュエータシステムに必要となる電磁界解析と計測評価方法の調査
- (3) 電磁アクチュエータや電力変換回路における高速動作や高周波駆動時の磁性材料の応用技術の調査

4. 予想される効果

高速動作および高周波駆動する電磁アクチュエータシステムを対象にする研究者や技術者が集い、多様な視点から調査および企画することにより、以下の効果が期待できる。

- (1) 電磁アクチュエータシステムの磁性材料・磁気現象の理解とそれによる小形軽量化電磁アクチュエータシステムの実現
- (2) 電磁アクチュエータシステムからみた電磁界数値解析と計測評価方法の技術進展
- (3) 高速動作や高周波駆動する電磁アクチュエータシステムにおける磁性材料の応用技術の推進

5. 調査期間

2025 年 (令和 7 年) 4 月 - 2027 年 (令和 9 年) 3 月 (2 年)

6. 委員会の構成 (職名別の五十音順に配列)

職名	氏名	(所属)	会員・非会員区分
委員長	南 政孝	(近畿大学)	会員
委員	今岡 淳	(名古屋大学)	会員
委員	大竹 充	(横浜国立大学)	会員
委員	小田原峻也	(オータマ)	会員

委員	上川畑 正仁	(日本製鉄)	会員
委員	川添 良幸	(東北大学)	非会員
委員	NGUYEN Gia Minh Thao	(島根大学)	会員
委員	笹山 瑛由	(九州大学)	会員
委員	佐藤 敏郎	(信州大学)	会員
委員	佐原 亮二	(物質・材料研究機構)	非会員
委員	関屋 大雄	(千葉大学)	会員
委員	槌田 雄二	(大分大学)	会員
委員	藤崎 敬介	(豊田工業大学)	会員
委員	水野 勉	(信州大学)	会員
委員	村松 和弘	(佐賀大学)	会員
委員	八尾 惇	(産業技術総合研究所)	会員
委員	矢島 久志	(SMC)	会員
委員	柳井 武志	(長崎大学)	会員
委員	山崎 貴大	(東京理科大学)	非会員
幹事	浅野 能成	(ダイキン工業)	会員
同	宮城 大輔	(千葉大学)	会員
幹事補佐	酒井 昌彦	(神戸市立工業高等専門学校)	会員

7. 活動予定

委員会 3回/年 程度

8. 報告形態 (調査専門委員会は必須)

電気学会全国大会または産業応用部門大会でのシンポジウム

9. 活動収支予算

収入 委員負担金 0円

支出 通信費等 0円