

論文審査の結果の要旨

氏名 長谷川徳信

本論文では、強磁性体パーマロイ($\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$)を微小円盤に加工した際に現れる、磁気渦構造の静磁モードや磁気渦コアの旋回モードに着目し、静磁結合した磁気渦格子のマグノンニック結晶としての発展を見据え、単一磁気渦及び静磁結合した磁気渦列のダイナミクスに関する研究を纏めたものである。7章からなり、第1章の序論においては研究の背景と研究目的、第2章においては磁気渦構造やそのダイナミクス及び静磁結合に関する基礎理論、第3章では、強磁性微小円盤を有する素子の作成手法と測定手法、第4章では単一磁気渦の励起モードの検出、第5章では、静磁結合した磁気渦対におけるダイナミクスの検出及び静磁結合の理解、第6章では第5章結果に基づき行った、静磁結合した磁気渦一次元列についての実験、第7章では全体の総括と今後の展望が述べられている。

博士論文において、長谷川徳信氏は精緻な実験から確立した単一磁気渦および磁気渦一次元列におけるダイナミクスの電氣的な検出手法および定量評価法を用いて、今後のマグノンニッククリスタルの研究に資する以下に述べる3つの重要な成果を得ている。

- (1) 単一磁気渦において、スピンプンピングと呼ばれるスピンドイナミクスからのスピンプン生成と、スピントルク効果によるスピンプン流電流変換を用いた電氣的な検出手法を確立した。この手法は静磁モードの検出に有効であり、検出される電圧がダイナミクスの分布に関する情報を与えることを示した。一方で、スピントルクダイオードと呼ばれる、磁気渦のダイナミクスに伴う異方性磁気抵抗効果を利用した手法によって、コアの旋回モードの観測及び定量評価手法を確立した。加えて、従来観測されていなかった旋回の倍周波数で振動する抵抗変化を観測した。
- (2) マグノンニック結晶の基本単位である磁気渦対のダイナミクスを、上述のスピントルクダイオードを用いて検証し、静磁結合が磁気渦の持つ自由度である渦芯の吹き出し磁化(ポラリティ)及び面内磁化の旋回方向(カイラリティ)により変調されることを確認した。加えて、旋回振幅の定量評価から、非共鳴周波数領域で旋回のエネルギーが異方的に蓄えられることを実験的に示した。シミュレーションとの比較から、同効果は両コアの旋回位相に依存し静磁相互作用がダンピングを変調するためであることを見出し、旋回位相が静磁結合に対して重要な役割を果たすことを明らかにした。
- (3) 磁気渦対から更に系を拡張した三連磁気渦列において、全体が連成振動する定在波モードが存在し、それぞれのモードが異なる波数を持っていることを実験的に明らかにした。加えて、両端の磁気渦を同強度の電流で励起した場合には、その電流の位相差に対応した波数のモードを選択的に励起できることを示し、同実験結果が磁気渦無限一次元鎖の分散

関係に対応することを確認した。

なお上述した研究成果は、論文提出者の長谷川氏が主体となって行った研究から得られたもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上、本博士論文は、パーマロイ円盤における磁気渦構造のダイナミクスに関して、その電氣的な検出手法を提案し定量的な議論を可能にすることで、磁気渦格子において本質的な役割を果たす静磁結合の効果を明らかにした。このことは磁気渦を用いたマグネティック結晶に関する研究の更なる発展を促し、物性科学の発展に十分に寄与するとみなせる。よって、長谷川徳信氏の学位論文の論文審査の結果、博士（科学）の学位を授与できると認める。

以上 1425 字