

理研と大阪府立大、磁区構造を可視化する新しい電子顕微鏡法を開発

2019/3/14 17:30 | 日本経済新聞 電子版

発表日:2019年3月14日

磁区構造を可視化する新しい電子顕微鏡法

－ホロコーン照明を用いた第3のローレンツ顕微鏡法の開発に成功－

理化学研究所（理研）創発物性科学研究センター創発現象観測技術研究チームの原田研上級研究員、大阪府立大学大学院工学研究科の森茂生教授らの共同研究チームは、磁性材料中の磁区[1]と磁壁[1]を同時に、かつ焦点の合った高い空間分解能で観察できる新しいローレンツ電子顕微鏡法[2]を開発しました。

本研究成果は、磁性材料の持つ磁化情報を余すところなく観察可能にするもので、今後、磁性体試料や磁性素子などの開発に貢献すると期待できます。

従来、磁性体試料中のナノスケール（1ナノは10億分の1メートル）の磁区構造を観察するには、ローレンツ顕微鏡法が用いられてきました。ローレンツ顕微鏡法には、焦点を外して磁壁を観察する「フレネル法[3]」と、磁化により進行方向に変化（偏向）を受けた電子線を選別して磁区を観察する「フーコー法[4]」があります。しかし、フレネル法では空間分解能が劣る、フーコー法では全方位の磁化情報を得られないといった欠点があります。

今回、共同研究チームは透過電子顕微鏡を用いて、磁性体試料に「ホロコーン照明[5]」を行うとともに、フーコー法による磁区観察技術を合わせて、焦点が合った状態で、光軸を中心に試料からの全方位にわたる磁化情報を結像できる「ホロコーン・フーコー法」を開発しました。この手法により、磁区と磁壁を同時に、かつ焦点のあった高い分解能で観察することに成功しました。本研究成果は、応用物理学会の速報雑誌『Applied Physics Express』のアクセプト版（2月7日付）、オンライン版（3月13日付）に掲載されました。

※研究支援

本研究は、日本学術振興会（JSPS）科研費基盤研究(B)「単一電子による電子波干渉の遡及計測（研究代表者:原田研）」による支援を受けて行われました。

■背景

汎用型の透過電子顕微鏡において、磁性体材料の磁化分布や誘電体の分極構造などは、電子線にとっては弱散乱体であり、観察の難しい対象です。そこで、電子線ホログラフィーや位相板を用いる位相差顕微鏡法、走査型透過顕微鏡を用いる微分位相コントラスト法など、複数の手法が開発されています。しかし、それぞれに特別な付加装置を用いる必要があり、広く普及するには至っていません。

このような状況において、透過電子顕微鏡を用いて磁性材料の磁化分布を観察する手法としてローレンツ電子顕微鏡法が開発されており、なかでも焦点を外して磁化分布の境界（磁壁）にコントラストを得る「フレネル法」が、最も広く利用されています。このローレンツ顕微鏡法にはフレネル法のほかに、進行方向に変化（偏向）を受けた電子線の一部を光学系の絞りによって除去し、結像に寄与させないことで磁区構造のコントラストを得る「フォーコー法」があります。

しかしフレネル法では、焦点を外すために高い空間分解能が得られず、またフォーコー法では、光学系の絞り孔の位置により光軸に対して非対称な結像となり、コントラストを得られる方位が限定されるといった欠点があります。また、従来のローレンツ顕微鏡法では空間の電磁場にはコントラストがつかないので、その観察は不可能でした。

* 以下は添付リリースを参照

リリース本文中の「関連資料」は、こちらのURLからご覧ください。

添付リリース

https://release.nikkei.co.jp/attach_file/0505128_01.pdf

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、日本経済新聞社またはその情報提供者に帰属します。また、本サービスに掲載の記事・写真等の無断複製・転載を禁じます。

Nikkei Inc. No reproduction without permission.