マンガン酸化物 $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{MnO}_3$ の磁気微細構造の温度・磁場依存性

東北大学多元物質科学研究所 村上 恭和 柳 正晃 進藤 大輔

Fig. 1 $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{MnO}_3$ の磁束分布. (a), (b) はゼロ磁場下で温度を変えた結果, (c), (d) はキュリー温度近傍の 293 K で磁場を印加した前後の結果を表す.

$\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{MnO}_3$ などペロブスカイト型構造を持つマンガン酸化物は, 巨大磁気抵抗効果(磁場印加に伴う抵抗率の著しい変化)等の興味深い性質を示すことから, 近年高い関心を集めている. $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{MnO}_3$ の巨大磁気抵抗効果に関する注目すべき性質として, キュリー温度(T_C)近傍でその効果が顕著になるという事実がある. この結果は, 量子的スケールではスピンや伝導電子の状態に関わる二重交換相互作用に基づいて説明される⁽¹⁾. 一方, 最近もう少しスケールの大きな組織レベルの状態, 具体的には T_C 近傍での磁気微細構造とその磁場依存性も磁気抵抗効果に重要な役割を果たすという指摘がある. 本研究では, 電子線ホログラフィーによる磁束イメージングの技術と, TEM 内での動的観察を実施できる磁場印加試料ホルダーを駆使して, T_C 近傍での磁気微細構造を探索した.

Fig. 1 にホログラムの位相再生像を示す. 黒線と赤い矢印はそれぞれ磁束線とその方向を表し, また破線は観察した試料のエッジを示している. $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{MnO}_3$ の T_C は約 302 K で, Fig. 1(a), (b) に示す通り, 125 K では試料の全域で磁束線が見られるのに対し, 室温(293 K)では視野の一部が強磁性(FM: ハッ

チを掛けた部分), その他の部分が常磁性(PM)という, 不均一な磁化分布が観察された. Fig. 1(c) は, やはり 293 K で観察した位相再生像で, 視野の上下に二つの強磁性領域(FM1 と FM2)があり, それらは常磁性領域に隔てられている. 注目すべき点として, Fig. 1(c) の印加磁場がゼロの状態($H=0$ A/m)では, 磁束線は強磁性領域内で完全に閉じている. しかしこの温度で, 33 kA/m 程度の磁場が加わると, Fig. 1(d) の矢先が示す通り, 常磁性領域への磁束の浸み出しが起こり, FM1 と FM2 がこの“磁束チャンネル”によって繋がる. ホログラフィーの位相情報解析により磁束密度を算出したところ, 磁束チャンネル内, および元々の強磁性領域である FM1 内のいずれも約 0.3 T という値が得られ, Fig. 1(d) の段階で強磁性ドメインの磁気的な結合が実現していることが示された⁽²⁾.

文 献

- (1) 十倉好紀: 応用物理, **65**(1996), 230-236.
- (2) J. H. Yoo, Y. Murakami, D. Shindo, T. Atou and M. Kikuchi: Phys. Rev. Lett., **93**(2004), 047204(1)-(4).

(2004年 8月18日受理)

Temperature and Magnetic-field Dependence of Magnetic Microstructure in $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{MnO}_3$; Yasukazu Murakami, Jung Ho Yoo, Daisuke Shindo(Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University, Sendai)

Keywords: electron holography, transmission electron microscopy(TEM), magnetic domain, manganite, perovskite

TEM specimen preparation: ion milling at the liquid-nitrogen temperature(Gatan 600 N; 3 keV Ar^+ , irradiation angle 12°) TEM utilized; JEM-3000F, to which a magnetic-shielded objective lens is installed(300 kV)