

# Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 磁石の外部磁場印加による磁区構造変化の観察

(JFCC) ○鈴木俊正・川原浩一・田中春佳（産総研）尾崎公洋

**【緒言】**ネオジウム(Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B)磁石はハイブリッド自動車や電気自動車用モーターなどの分野で使用されている永久磁石である。Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B は使用温度が高くなるにつれ、保磁力が減少することが知られており、高効率モーター開発のためには、高温域で使用可能な永久磁石の開発が期待されている。磁石の磁気特性は材料内部に形成される磁区構造と密接に関係がある。そのため、磁区・磁壁構造を観察することは保磁力低下の原因を解明するためには非常に重要である。本研究では、Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 磁石に加熱および外部磁場を印加し、磁区・磁壁構造の変化を透過型電子顕微鏡/ローレンツ顕微鏡法を用いて観察した。

**【実験方法】**産総研中部センターで HDDR 法<sup>1)</sup>によって作製した微結晶 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 試料を本研究では使用した。TEM 観察のための薄膜試料は FIB (Hitachi FB-2100) によって作製し、Mo メッシュ上に固定した。TEM 観察は Hitachi HF-3300EH を用いて、室温から 473K まで TEM 内部で加熱を行い、加熱中試料に対して、外部磁場を±100mT 印加し、磁区・磁壁構造の変化を観察した。

**【結果・考察】**種々の条件下での Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 磁石ローレンツ顕微鏡像を図 1 に示す。外部磁場印加では、試料表面全域に磁区・磁壁構造が観察された(図 1(a))。一方、外部磁場 1.7 T 印加後では磁場印加方向に磁気モーメントの向きが揃うため磁区・磁壁構造は部分的に観察されなくなった(図 1(b))。さらに、着磁した Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B に TEM 内で室温~473K まで加熱を行ったが、磁区・磁壁構造にほとんど変化はみられなかった(図 1(d))。しかしながら、473K まで加熱している際に、着磁方向と逆方向に外部磁場を 100 mT 印加すると、矢印周辺の磁区・磁壁構造に大きな変化が観られた。(図 1(d))。室温で外部磁場を 100 mT 印加しても磁区・磁壁構造にほとんど変化が観られなかったが、

473K で加熱している際に、外部磁場を-100 mT 印加すると、加熱による磁気モーメントのゆらぎが起こり、更に外部磁場を印可することで、磁気モーメントが誘導され、逆磁区が発生したと考えられ、高温では磁区構造変化が起きやすいことがわかった。

**【参考文献】** 1) M. Homma *et al.*, *IEEE Trans. Magn.*, MAG-17, 3473 (1980).

**【謝辞】**本研究は未来開拓研究プロジェクト(次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発)の助成を受けたものです。

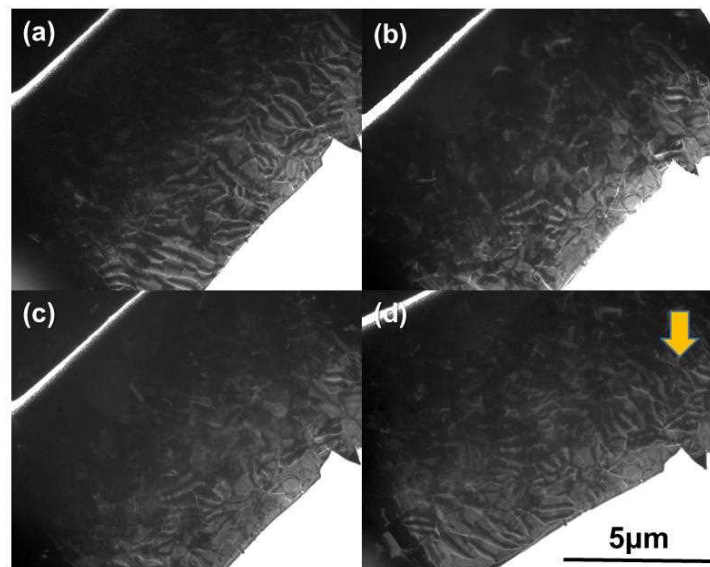


図 1 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 磁石のローレンツ顕微鏡像  
(a)着磁前・室温, (b)着磁後・室温, (c)473K, (d)473K -100 mT 印加, (デフォーカス量 1800 nm)