

動的磁壁画像の可視化による強磁性体の磁化特性

石井 隆^o, 齋藤 兆古(法政大学大学院), 堀井 清之(白百合女子大学)

Magnetization Characteristics of Ferromagnetic Materials by Visualizing The Dynamic Magnetic Wall Movements

Takashi ISHII, Yoshifuru SAITO and Kiyoshi HORII

ABSTRACT

The Bitter method is most commonly observing way of the magnetic domains even though it is limited to the surface observation of specimen. To observe the magnetic domains by Bitter method, magnetic liquid is put on the target magnetic material surface after electrical field polishing processes. Applying magnetic field to this magnetic material covered by magnetic fluid makes it possible to observe the magnetic domain dynamics by a microscope.

We have previously reported that local magnetization characteristics could be obtained from the visualized magnetic domain dynamics.

Final purpose of our research on visualized magnetic domain dynamics is to work out a fully automatic quality control system for the thin magnetic materials by visualizing the magnetic domain dynamics.

In this paper, we try to visualize the magnetic wall dynamics of ferromagnetic materials when superposing the direct current magnetic fields to the alternating current magnetic field excitation, i.e. anhysteretic magnetizing condition.

Keywords: Ferromagnetic materials, Magnetic wall dynamics, Visualization.

1. 緒論

磁性鋼板は電気・電子機器を構成する主要な材料である。一般に、磁性材料は磁区と呼ばれる微小磁石の集合で構成され、外部磁界に応じて材料中の磁気エネルギーが最小となるように磁区が変化する。すなわち、磁性材料の磁化過程は外部磁界に対する磁区挙動である。所望の磁化特性を持つ材料開発・評価に、磁区挙動の可視化は磁化過程を掌握するために重要な役割を担う。磁区挙動の可視化は、磁性コロイド溶液を用いたビッター法、電子顕微鏡に拠る方法、磁気光学効果を利用した方法等で行われる。ビッター法は手軽な方法であるが、磁区間の磁壁しか観察できない。また、磁気光学的方法是磁性体表面の磁区挙動可視化に限定される。電子顕微鏡に拠る方法は磁性体内部の磁区挙動を観察可能とするが、高価な機器を必要とする。

従来、我々は磁区の電子顕微鏡画像から磁性体の磁化

特性を抽出する全く新しい方法を提案した。現在、我々は安価な設備で磁性体の磁壁を可視化可能とするビッター法を用いて磁性体の磁化特性を抽出する方法を開発している¹⁾。

本稿では、鉄、珪素鋼板、パーマロイ 45%、ニッケルの 4 種類の強磁性体を用いて、交流磁界中における強磁性体の磁壁移動および、交流磁界中に直流磁界を印加させた場合の磁壁移動をビッター法で可視化し、その結果から直流偏磁した場合の磁化特性抽出を試みる。

2. 磁壁移動の可視化と磁化特性

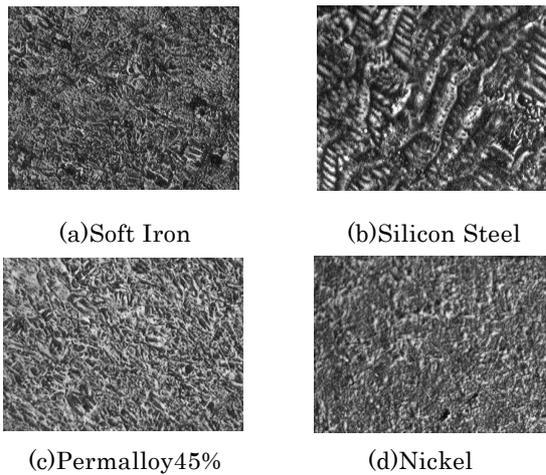
2.1 ビッター法による磁壁移動の可視化

試料台に試料を載せて、研磨した試料面にスポイトで磁性コロイド溶液をたらし、カバーガラスを載せて観察する。強磁性体微粒子 (γ 酸化鉄) のコロイド液を強磁性体表面につけると、コロイド液内に分散していた酸化

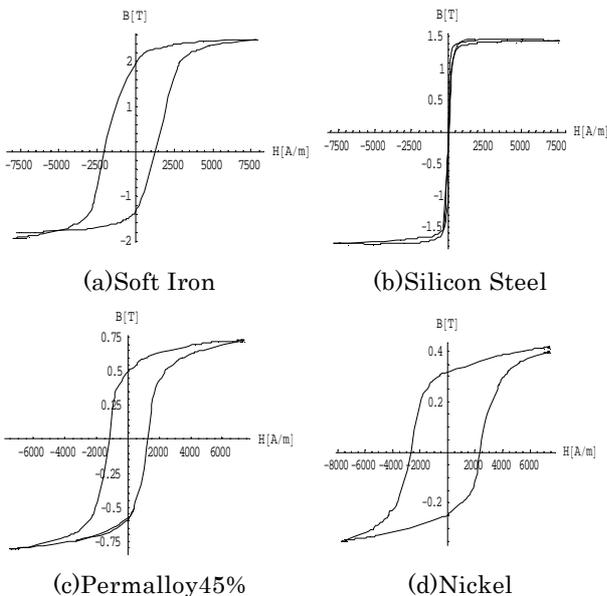
鉄の微粒子が、磁壁付近の急峻な磁化変化に起因する表面の漏れ磁束の傾斜に引き付けられて集まり、表面近傍の磁壁の観測ができる。この引き付けられた微粒子を光学顕微鏡で観察する。この原理は、マグネットビューワ商品などに应用されており、比較的面倒な実験準備を必要とせず実行可能である¹⁾。

2.2 交流磁界中の磁壁移動と磁化特性

Fig.1 に周波数 1[Hz]の交流磁界を印加した場合の磁区フラム画像例を示す。Fig.2 は各試料の磁化特性である。



(a)Soft Iron (b)Silicon Steel
(c)Permalloy45% (d)Nickel
Fig.1 Flame Images of Magnetic Domain Dynamics under the Alternating Magnetic Fields

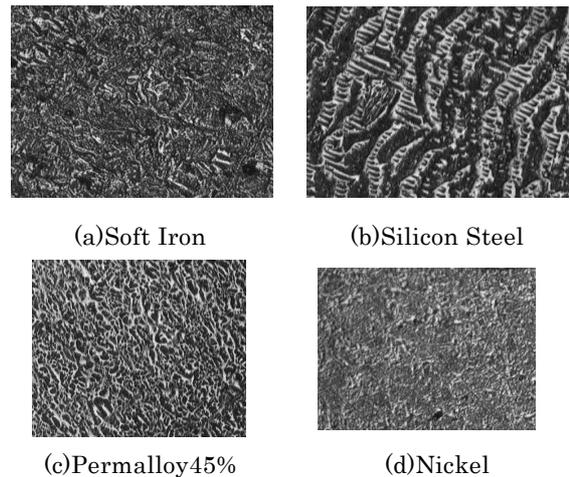


(a)Soft Iron (b)Silicon Steel
(c)Permalloy45% (d)Nickel
Fig.2 B-H Loops of the Tested Magnetic Materials

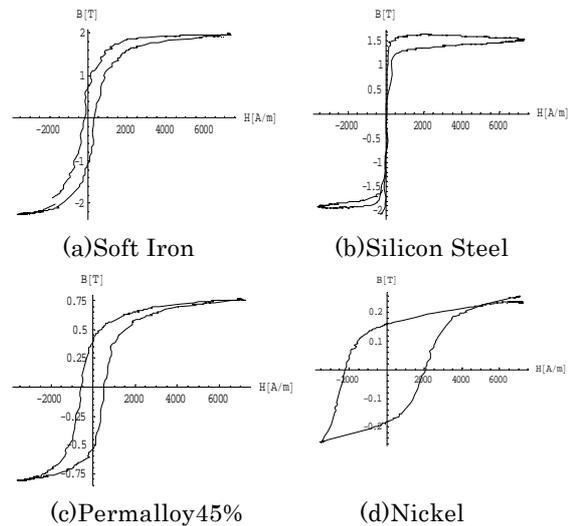
2.3 直流偏磁下の磁区の可視化と磁化特性

Fig.3 に周波数 1[Hz]の交流磁界下に直流磁界を重畳した場合、すなわち、直流偏磁下の磁区画像を示す。

Fig.4 は各試料が直流偏磁された場合の B-H 特性である。



(a)Soft Iron (b)Silicon Steel
(c)Permalloy45% (d)Nickel
Fig.3 Flame Images of Magnetic Domain Dynamics under the Anhyseretic Magnetic Fields



(a)Soft Iron (b)Silicon Steel
(c)Permalloy45% (d)Nickel
Fig.4 Anhyseretic B-H Loops of the Tested Magnetic Materials

3. まとめ

本稿では、従来から我々のグループで開発している可視化磁区動画から局所磁化特性の抽出法を直流偏磁下へ拡張を試みた。

その結果、直流偏磁下の磁区動画がビッター法で十分に可視化可能であり、直流偏磁がどのように局所的偏反映するかを可視化可能とした。

参考文献

- 1) 須永高志、寺西正晃、齋藤兆古、堀井清之：ビッター法による可視化画像から $1/f$ ゆらぎの抽出、可視化情報学会シンポジウム、2006年7月、A311.
- 2) 川西健次、近角聡信、櫻井良文：磁気工学ハンドブック、朝倉書店(1998).