A204

強磁性ナノ微粒子挙動の暗視野可視化における ハイビジョンカメラの適用性

高橋 秀治[○](成蹊大院), 木倉 宏成(東工大)
有富 正憲(東工大), 小川 隆申(成蹊大)

Applicability of Hi-Vision video camera to ferromagnetic nano-particles visualization using darkfield microscopy

Hideharu TAKAHASHI, Hiroshige KIKURA
Masanori ARITOMI, Takanobu OGAWA

ABSTRACT

We are aiming at the development of an inexpensive system that can shoot, record, and analyze the minute world of nano-scale. As the first step, a new visualization system was built using a household high-definition video camera (HDR-HC3) and an optical microscope with the darkfield illumination. And, we evaluate its usage in ferromagnetic nano-particles visualization of magnetic fluid, and make sure its effectiveness in it.

Keywords: Hi-Vision video camera, ferromagnetic nano-particle, cluster formation
darkfield microscopy, micro visualization

1. 緒 論

超高解像度のハイビジョン技術が、次世代映像技術としてテレビ放送、映画、医療、教育等幅広い分野で活用が期待される中、特に我が国では地上デジタル放送や2005年日本国際博覧会(愛知)で上映された走査線4000本級スーパーハイビジョン映像システム(NHK放送技術研究所)等、高精度HD(High definition)映像を一般人が目にする機会が増えてきている。そして、近年のハイビジョンビデオカメラの技術革新は目覚しく、数年前まで高価かつ業務用であったものが、最近では安価かつ民生用で扱いが容易なものが市販されるようになってきた。

一方、近年のナノテクノロジーの進展に伴い、磁性流体のような液体中の強磁性微粒子の巨視的振舞いが、外力による液体・伝熱制御の分野で関心を集めている。たとえば、①無磁場での強磁性微粒子のブラウン運動 ②外部磁場作用下での鎖状クラスター構造とその形成過程の可視化と解明は、磁性流体工学での異常粘性増加現象の問題解決に期待が寄せられている。

著者らはナノスケールの微小世界を可視化すると同時に、PTV解析などの画像解析に耐えうる画像を撮像・記録できる安価なシステムの開発を目指している。その第一歩として光学顕微鏡に民生用ハイビジョンビデオカメラ(HDR-HC3)を組み込んだ可視化システムを構築した。

民生用ハイビジョンビデオカメラの暗視野可視化における適用性について、磁性流体中の強磁性ナノ微粒子挙動を対象として検討した。

2. 実験装置および方法

Fig.1に実験装置の概略図を示す。供試体としてタイホー工業製水ベース磁性流体W-40を使用した。76×26mmのスライドガラス上に、マイクロピペットでMFを5 μ l添加し、22×22mmのカバーガラスで挟み込み薄膜状(薄膜厚約10 μ m)にしこれを試料とした。試料を恒温プレート上(25℃)に設置し定常状態に保ってからオリンパス光学工業(株)製の生物顕微鏡(BX50)で観察した。磁性流体の分散粒子径は10nm程度と可視光の波長よりはるかに小さいため、光学顕微鏡に油浸式暗視野コンデンサレンズを取り付け、粒子からの散乱光のみを対物レンズを通して結像させる暗視野法¹⁾²⁾を用い水ベース磁性流体の可視化を行った。対物レンズにはユニバーサルプラン・アポクロマート・レンズ(100x,oil iris)を用い、中間レンズは1.25倍とした。またコンデンサレンズとスライドガラス間、カバーガラスと対物レンズ間にはガラスと同屈折率のマッチングオイルを充填し光学精度を高めた。円筒型誘導電磁石を試験領域両サイドに設置し安定化電源より電流を印加してDC磁場を発生させた。

なお、試料に対して X 軸方向に磁場を印加した (Fig.1).

Fig. 1 Experimental apparatus

顕微鏡画像は鏡塔に固定した SONY 製民生用デジタルハイビジョンビデオカメラ (HDR HC-3) により撮影した。画像は HDV 形式(1440×1080 pixel)でミニ DV テープに圧縮記録し、その後、パーソナルコンピュータに取り込んだ。画像表示時には HDV 形式を補完し 1920×1080pixel(アスペクト比 16:9)とし扱った。

3. 実験結果と考察

暗視野顕微鏡法により、暗視野中の強磁性ナノ微粒子を輝点として観測した。磁性流体中の強磁性微粒子のブラウン運動を可視化し、民生用ハイビジョンビデオカメラで撮影・記録した映像の 1 フレーム画像を Fig.2 に示す。強磁性ナノ微粒子がブラウン運動している様子が記録された。次に、水平方向に磁場 $B=32\text{mT}$ を印加することで鎖状クラスターが形成されている映像の 1 フレーム画像を Fig.3 に示す。磁場印加によって強磁性ナノ微粒子が鎖状に凝集していく様子が観察された。また、鎖状クラスター形成後に、印加している DC 磁場を解除した際のクラスター崩壊時映像の 1 フレーム画像を Fig.4 に示す。鎖状クラスターが分解していく様子が観察され、粒子のブラウン運動により、しだいに、Fig.2 に示す分散状態になった。これらの実験を通じ、磁場を印加することで、水ベース磁性流体中の強磁性ナノ微粒子が鎖状構造を形成し 2 次クラスターを形成する様子や、磁場を解除することで 2 次クラスターが崩壊する様子を民生用ハイビジョンビデオカメラにより撮像・記録できた。しかしながら、すべての画像において、四隅に画像のカケ・歪が見られた。ビデオカメラレンズが顕微鏡の光学系に対し適当でないことが考えられる。

4. 結言

実験結果の観察を通じて、強磁性ナノ微粒子挙動の暗

視野可視化に民生用ハイビジョンカメラの適用が可能であることが分かった。また、画像解析において画像の全領域を使用する場合には、画像四隅のカケ・歪は問題となり、今後、光学系の改良が必要である。

Fig. 2 Ferromagnetic particles brownian motion in a water-based magnetic fluid (W-40,1wt%)

Fig. 3 Cluster formation in a water-based magnetic fluid under a magnetic field (W-40,1wt%, $B=32\text{mT}$)

Fig. 4 Dispersion of cluster formation in a water-based magnetic fluid W-40,1wt%)

参考文献

- 1) I. Nakatani, Direct observation on Brownian motions and agglomeration of magnetic particles in magnetic fluids, *Proc. Int. Symp. On Hydrodynamics of Mag. Fluid. And its Applications*, 1997, pp.9-12.
- 2) H. Kikura, *et al.*, Flow visualization and particle size determination of primary clusters in a water based magnetic fluid, *J. Magn. Magn. Mat.*, 2005, pp.289, 392-395