

専門分野	機械工学	氏名	山田 怜	指導 教員	川本 広行 印
研究指導	精密工学				
研究 題目	電磁界中における電磁粒子のダイナミクス				

## 1. まえがき

高速レーザプリンタなどに利用される二成分磁気ブラシ現象では、電磁粒子として、トナーとキャリアが使用されている。キャリアは磁界中で磁化し、相互に磁気的作用を及ぼし、図1(a)のようなチェーンを形成する。このチェーンの先端が感光体に接触し、チェーンに静電気力によって付着したトナーを感光体表面の静電潜像に移送することで現象が行われる。この現象システムにおいて高画質化を図るためには、形成されるチェーンの特性と磁束密度、キャリア量などの設計パラメータの関係を精度よく把握する必要がある。そこで本研究では、ソレノイドコイルを磁界発生源としたチェーン形成実験を行い、三次元個別要素法に基づく数値シミュレーションによる結果と比較・検討した。また、実際のプリンタに則した高磁界下でのチェーンの力学特性を把握する必要性から、超高磁界発生装置(数T程度)を用いた実験を行った。さらに、現像の際にはBCO (bead-carry-out) と呼ばれる、帯電したキャリアが電界作用により、感光体表面上に残留する画像劣化現象が知られており、そのメカニズムの解明として、平行平板電極間を電界作用により飛翔する電磁粒子挙動を調べた。

## 2. チェーン形成

磁界発生源としてソレノイドコイルを使用し、チェーン形成を行った。図1には、実験で観測されるチェーンと三次元個別要素法によるチェーン形成シミュレーションの結果を

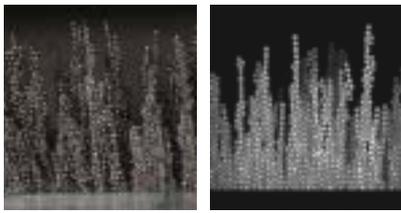


Fig. 1 Comparison of chain profiles.

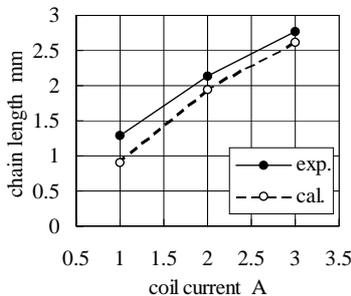


Fig. 2 Comparison of experimental and calculated results of chain length.

## 3. 超高磁界チェーン形成

ソレノイドコイルによっては実現できない高磁界中(0.1 T以上)のチェーン特性を調べるために、超高磁界装置を用いた。実験方法はソレノイドコイルの場合と同様で、図3に示すように、チェーン長さとの関係を調べた。チェーン長さは0.1 Tまで増加傾向にあり、10 mm程度にまで達するが、それ以上の磁束密度では減少に転じることがわかった。この傾向はシミュレーションによっても確認できる。

## 4. 電界飛翔特性

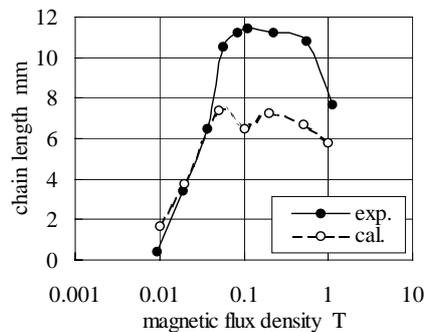


Fig. 3 Variation of chain length in high magnetic field.

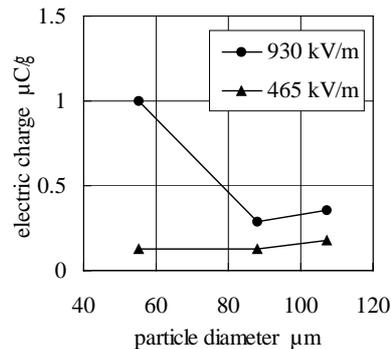


Fig. 4 Relation between electric charge and particle diameter.

電界中における電磁粒子挙動の把握のために、キャリア粒子の電界飛翔特性を調べた。ここでは平行平板電極間を往復振動するキャリアの速度を測定した。キャリアに作用する電界による静電気力、重力、空気抵抗力から運動方程式を導出し、測定した速度を代入してキャリア帯電量を求めた。図4より、キャリア帯電量は、電界強度によってわずかに増減するが、数 $\mu\text{C/g}$ 程度であり、粒径による影響は小さい。

## 発表論文

- 中山, 山田, 川本, 平行平板電極中における導電性粒子のダイナミクス, 機械学会情報・知能・精密機器部門講演会 (2004).
- N. Nakayama, H. Kawamoto and S. Yamada, Resonance Frequency and Stiffness of Magnetic Bead Chain in Magnetic Field, *J. Imaging Sci. Technol.*, 47-5 (2003) pp.408-417.
- 中津原, 山田, 須甲, 中山, 川本, 電磁界中における電磁粒子の電界効果, 第15回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム (2003) pp.223-226.
- 高橋, 山田, 須甲, 中山, 川本, 磁界中で形成される磁性粒子の力学特性, 第15回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム (2003) pp.227-230.
- 須甲, 中山, 山田, 川本, 電磁界中における磁性粒子のチェーン形成, 第40回粉体に関する討論会 (2002) pp.31-35.
- N. Nakayama, H. Kawamoto, S. Yamada and A. Sasakawa, Statics of Electromagnetic Bead Chain in Electromagnetic Field, *IS&T's NIP18: Int. Conf. on Digital Printing Technologies* (2002) pp.742-747.
- H. Kawamoto, N. Nakayama and S. Yamada, Resonance Frequency and Stiffness of Magnetic Bead Chain in Magnetic Field, *IS&T's NIP18: Int. Conf. on Digital Printing Technologies* (2002) pp.28-35.
- 中山, 山田, 川本, 磁界中で形成される磁性粒子チェーンの動力学特性, *機論 C*, 68-673 (2002) pp.2627-2634.
- 川本, 山田, 笹川, 中山, 磁界中で形成される磁性粒子チェーンの力学特性, 第14回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム (2002) pp.125-130.
- 中山, 川本, 山田, 笹川, 電磁界中の電磁粒子チェーンのダイナミクス, 機械学会情報・知能・精密機器部門講演会 (2002) pp.246-251.