

電気流体力学的対流を用いた ナノダイヤモンドネットワーク構造の形成メカニズムの検討

(東工大・物質理工) ○庭野幹生・赤坂修一・浅井茂雄

1. 緒言 ナノダイヤモンド (ND) は、ダイヤモンド結晶構造を持つ、一次粒径がナノサイズの粒子である。ダイヤモンドの優れた物性を示すほか、表面電荷を持つことが知られている。当研究室の過去の研究において、誘電性液体中に ND を分散させた系に電場を印加することで、正極表面に網目状のネットワーク構造を形成することを見出した。これは、マトリックスの電気流体力学的 (EHD) 対流により ND が流動し、静電引力によって正極表面に偏在したためだと考えられるが、構造形成の詳細なメカニズムは明らかになっていない。本研究では、誘電性液体に ND を分散させた試料に電場を印加した際の EHD 対流による ND ネットワーク構造の形成メカニズムについて検討した。

2. 実験 マトリックスとして光重合性モノマーである Polyethylene glycol dimethacrylate (PEGDM、 $M_n = 750$)、フィラーとしてナノダイヤモンド (ND、一次粒径： 3.9 ± 0.7 nm) を用いた。乳鉢で 10 min 粉碎した ND を PEGDM に添加し、6 h 攪拌した。2 枚の ITO 付きガラス板を電極 (正極、ground) としたセルを作製し、電極間に注入した分散液に電場 (250 V/mm) を印加したときのフィラーの構造形成の様子を観察した。

3. 結果と考察 PEGDM/ND に電場を印加すると、時間経過とともに Fig. 1 のような挙動を示した。1. 電場印加前、ND は一様に分散していた。2. 電場印加を開始すると網目状に色の濃淡 (構造 1) が現れた。3. 2 の濃淡の差が小さくなった。4. 2 の色の淡かった部分に ND が凝集した。5. 4 の凝集部分が成長し、ネットワーク (構造 2) を形成した。6. ネットワークが成長するとともに濃淡の差が明瞭となった。構造 1 (Fig. 1-2) が形成した段階で電場印加を止め、ITO 付きガラスを外して正極表面を確認したところ、傾けても流れ落ちない付着物が形成していた。この付着物はエタノールで洗浄すると再分散した。構造 2 (Fig. 1-5) が形成した段階でも同様の操作を行ったところ、正極表面にゲル状の付着物が形成していた。この付着物はエタノールで再分散しなかった。この結果から構造形成のメカニズムを次のように考察した。1. PEGDM/ND に電場を印加すると EHD 対流が生じ、対流に押しやられた ND が静電引力により正極表面に付着して弱い付着物を形成した。2. 1 の段階で正極表面に付着した構造物は、エタノールで再分散される程度の弱い構造物であり、EHD 対流によって少しずつ剥離した。3. 2 で剥離した付着物は、ND が付着せず電場が強く働いている部分に静電引力により付着し、ゲル状の付着物を形成した。2 と 3 の過程は競争的に進行した。4. 3 の段階で正極表面に形成した付着物はエタノールで再分散されない比較的強い構造物であり、EHD 対流により剥離されず、横方向に成長して、最終的にネットワーク構造を形成した。

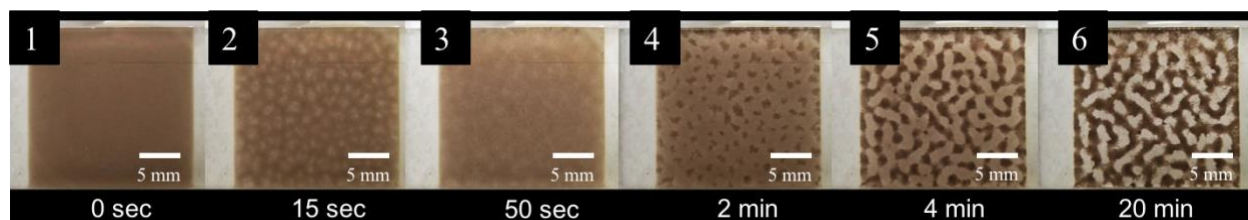


Fig. 1 Time dependence of photographs of PEGDM/ND(1.0 wt.%) applied an electric field (250 V/mm) for 20 min.

Investigation of mechanism of nanodiamond network structure by electrohydrodynamic convection, Mikio NIWANO, Shuichi AKASAKA, Shigeo ASAI : Graduate School of Tokyo Institute of Technology, 2-12-1-S8-43 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8550, Tel:03-5734-2431, Fax:03-5734-2431, E-mail : niwano.m.ab@m.titech.ac.jp