

# 表面修飾した単分散微粒子を用いた二次元規則配列構造の作製

(豊橋技科大) ○天野堯仁, 河村剛, 松田厚範, 武藤浩行

## 【緒言】

ナノ、マイクロサイズの単分散微粒子を規則的に配列させた粒子集合体は、光を人工的に制御することができる光学デバイス（フォトニック結晶）として、様々な工学領域で注目されている。近年、寸法精度の高い単分散ナノ、マイクロ粒子が入手できるようになり、これらを規則配列させる技術も報告されているものの、同一径粒子から構成される規則構造に関する研究が主流であり、微構造を自由にデザインする技術には至っていない。本研究では、基礎的な検討として単分散微粒子表面に粒径の異なる単分散微粒子を吸着させた集積複合粒子を作製し、この複合粒子を規則配列させることで、特異な集積構造を作製する手法を検討した。特に、短時間で幾何学精度の高い集積体を得るために、交流一直流重畳電場中で外部刺激を付与する集積手法を用いて種々の集積構造を作製した。

## 【実験方法】

集積構造作製に用いた複合粒子は、粒径の異なる二種類の単分散  $\text{SiO}_2$  粒子（粒径: 200 nm, 16  $\mu\text{m}$ ）を用いて作製した。荷電物質である高分子電解質（ポリカチオン：ポリジアリルジメチルアンモニウムクロリド（PDDA）、ポリアニオン：ポリスチレンスルホン酸ナトリウム（PSS））をそれぞれの  $\text{SiO}_2$  粒子上に交互に積層させ、粒径の大小で相反した表面電荷を有するように調整し、その後、それらの懸濁液を混合することで、静電相互作用により粒径の大きい粒子上に小さな粒子を静電吸着させた複合粒子を得た。さらに、作製した複合粒子表面に PDDA と PSS を積層することで、均一かつ電荷密度の高い状態になるようにした。この懸濁液を自作した電極を有する基板上に滴下し、交流と直流の重畳電場を印加することで複合粒子に外部刺激を与え、2次元の規則配列構造を作製した。配列過程は、基板上部に設置したデジタル顕微鏡で観察を行った。基板に複合粒子を含む懸濁液を滴下した後、直流電場を付与し、この後、交流電場を重畳させながら配列過程を観察した。

## 【結果および考察】

直流電場により複合粒子が泳動しながら、電極付近に効率良く堆積していく過程が観察された。しかし、直流電場のみの場合、点、線欠陥が残存してしまうことが多く、広範囲な規則配列は観察することができなかった。これに、交流電場を重畳させることで、電極間方向での単振動運動を示しながら堆積していく様子が観察された。この結果、先の直流電場だけの堆積に対して、残存した欠陥が効率良く除去され、短時間で規則配列構造が形成されることが示された。重畳電場の付与により得られた二次元規則構造の一例を図 1 に示す。大粒径の粒子の隙間に、小粒径の粒子が配列した特異な構造体を得ることができた。この結果から、複合する粒子の相対径を様々に変化させることで、自在にフォトニック結晶の構造を制御できることが示された。

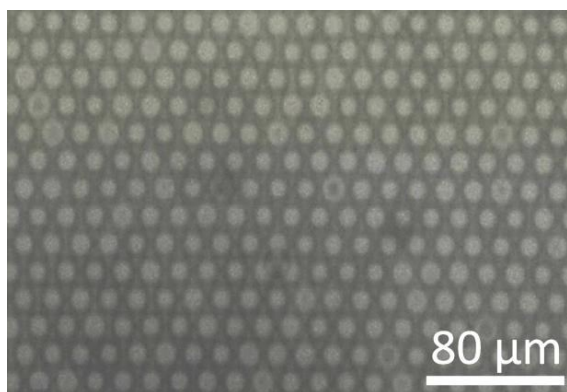


Fig. 1. Optical microscope image of the grain aggregate comprising with  $\text{SiO}_2$ - $\text{SiO}_2$  composite particles under AC

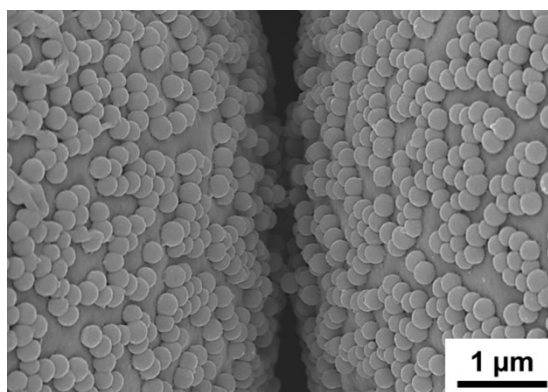


Fig. 2. Grain-boundary between composite particles