黒リンの液相中における微粒子化の条件

Conditions for fine particles of black phosphorus in liquid phase

信大繊維　滝沢辰洋

Shinshu Univ.　Faculty of Textile Sci. and Tech., Tokihiro Takizawa

E-mail: ttakiz1@shinshu-u.ac.jp

黒リンの単層物質であるフォスフォレンがグラフェン以上の特性を持つ半導体ナノシートとして注目されている。その電気的、物理的性質が報告されている一方で、簡易かつ大量に生産する手法は確立されていない。本研究では液体中に分散させた粉体あるいは粒子状の黒リンを超音波の照射によって微粒子化さらには単層状態(フォスフォレン)に至るまで小さくすることを目指した。黒リンを微粒子化させる方法として、最大出力 600 W のホーン型超音波照射装置を用いた。この時、Fig. 1 のように容器外側の動的ひずみを計測することで超音波照射による媒質中粒子に加えたエネルギーを相対的に評価することを試みた。また、異なる材料の容器および 2.45 GHz のマイクロ波照射も補助的に使用した場合の影響も評価した。上記の処理と遠心分離を行った後、黒リン粒子径の測定としては動的光散乱法を用いた。

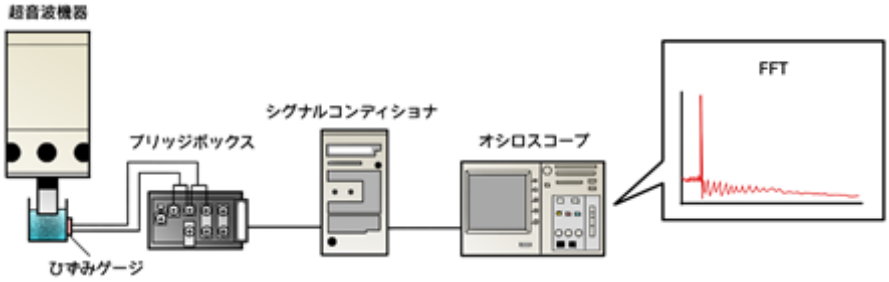

Fig. 1 分散媒中への超音波照射と照射強度の評価

数種の分散媒に粉末状黒リンを分散させ超音波照射を行った後、粒子径を測定した。この結果を Fig. 2 に示す。分散媒容器にガラスを使用した場合、ほぼ全ての分散媒において照射した超音波の出力が大きくなると平均粒径が小さくなることが確認できた。このとき、最も平均粒径が小さくなったのは分散媒として N-メチル-2-ピロリドンを用いたときであった。同様の測定を超高分子量ポリエチレン容器においても行ったが、照射出力との相関関係は確認できず、超音波の強度による粒径の大きな差は見られなかった。最小粒子径は約 80[nm]であったが超音波照射によって液相中に分散させた黒リン粒子の微粒子化さらには単層化を行うには使用容器との共鳴や溶媒粘度さらには音波の伝播効率等を考慮する必要がある。また黒リン粉末を 30[mL]の分散媒に入れ微粒子化した際の微粒子化率は約 35[%]で粒子数は 10^12[個]と見積ることができた。

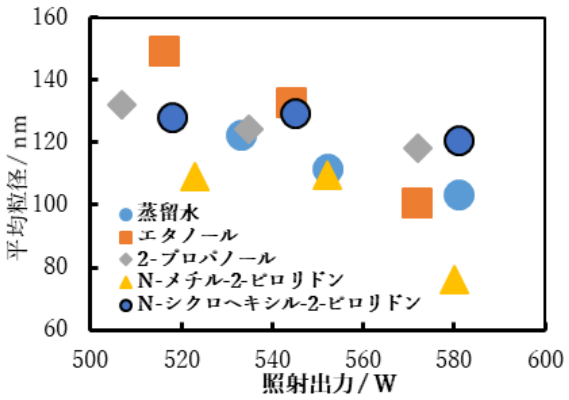

Fig. 2 超音波照射出力と黒リンの粒子径分布