

フェムト秒レーザー生成液中プラズマによる六方晶窒化ホウ素微粒子の表面改質 (1) -実験系の構築およびプロセス評価-

Surface Modification of Hexagonal Boron Nitride Fine Particles by Femtosecond Laser Generated Plasma in Liquid (1) -Construction of Experimental System and Process Evaluation-

東大院新領域¹, 産総研オペランドOIL²

○宗岡 均¹, 小池 健^{1,2}, 伊藤 剛仁¹, 寺嶋 和夫^{1,2}, 三浦 永祐²

The Univ. of Tokyo¹, AIST-UTokyo OPERANDO-OIL²

○Hitoshi Muneoka¹, Takeru Koike^{1,2}, Tsuyohito Ito¹, Kazuo Terashima^{1,2}, Eisuke Miura²

E-mail: muneoka@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

【背景・目的】 フェムト秒レーザー (fs レーザー) は、短いパルス幅に起因する非常に高い尖頭電場強度を持つため、水分子を直接電離して水和電子を豊富に含む液中プラズマ反応場が生成される[1]。これまでに、例えば金ナノ粒子の生成[2]や微細化[3]などの材料プロセス応用が報告されており、ユニークな微粒子改質の場を提供することが期待される。この反応場の性質を生かした材料プロセスへの展開として、本発表では複合材料作製に向けたフィラーの表面改質プロセスへの展開を報告する。

複合材料の性能向上のためには、フィラー微粒子の液中・材料中分散性の向上が必要である。六方晶窒化ホウ素(hexagonal boron nitride: hBN)は高熱伝導性と電気絶縁性を併せ持ち、柔軟なエラストマーにフィラーとして添加し複合材料とすることで、柔軟性や強靱性といった機械的特性と高熱伝導性、電気絶縁性を併せ持つ絶縁性材料の合成が可能となる。これまでに本研究グループでは、液中放電プラズマにより hBN 微粒子表面に欠陥を形成・OH 基等で官能基修飾することで、hBN の液中分散性が向上し、複合材料の特性が向上することを報告してきた[4]。

本研究では、hBN 微粒子の表面改質を目的として、hBN 微粒子を分散させた純水 (hBN 分散水) 中に fs レーザーを集光照射する実験系を構築し、微粒子の微細化等について評価した。

【実験方法】 fs レーザーパルス (繰り返し周波数 10 Hz、波長 800 nm、パルス幅 50 fs) を、プラズマ生成用のポンプ光 (エネルギー 5 mJ/pulse) とシャドウグラフ像取得用のプローブ光に分割し、Fig.1(a)に示すようにキュベット内の hBN 分散水 2 mL (hBN 微粒子を 0.01wt%含有) に照射した。プロセス評価として、ポンプ光の散乱光像、プローブ光によるシャドウグラフ像の取得、紫外可視吸収分光 (UV-VIS) 測定を実施した。

【結果・考察】 シャドウグラフ像より、hBN 分散水中でも水和電子が生成しており、プラズマ反応場が形成されていることを確認した。また、散乱光像では、hBN の粒径が大きいものほど明るく大きな輝点となるが、レーザー処理時間経過とともに大きな輝点が減少した。また、UV-VIS により光学的厚さ τ の波長 λ 依存性を評価した結果を Fig.1(b)に示す。実験開始前は τ の λ 依存性は小さかったが、処理時間の増加と共に主に短波長側で増加した。 $\tau \propto \lambda^{-\alpha}$ の形でフィッティングした場合の α は Ångström 指数と呼ばれるが、 $\alpha=0.4$ (未処理) から $\alpha=2.2$ (30 分処理) に増加しており、これは hBN 微粒子の微細化を示唆している。本発表では更なる結果と共に詳細を報告する。

【謝辞】 本研究の一部は JSPS 科研費 21H04450 の助成を受けたものである。

【引用文献】 [1] N. Sakakibara *et al.*, Phys. Rev. E **102** (2020) 053207. [2] Muttaqin *et al.*, Appl. Phys. A **120** (2015) 881. [3] D. Werner *et al.*, J. Phys. Chem. C **115** (2011) 8503. [4] K. Inoue *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **54** (2021) 425202.

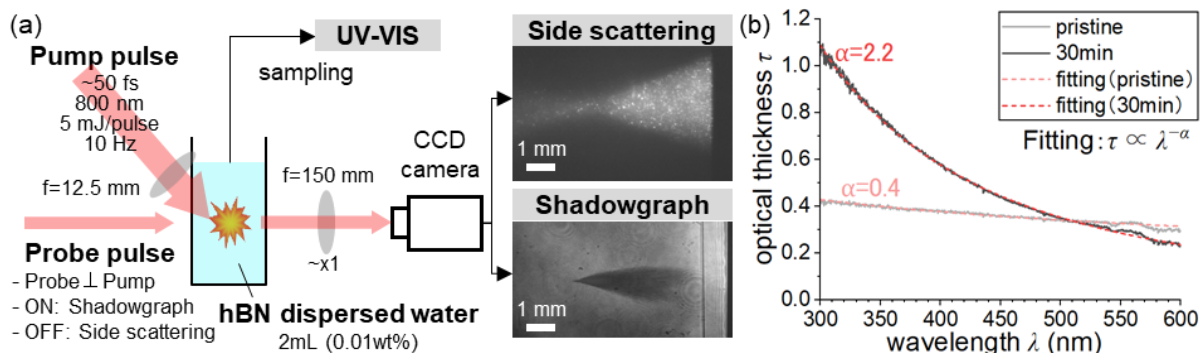


Fig.1 (a)Schematics of surface modification of hBN fine particles by fs laser generated plasma in liquid and process evaluation system, (b) Results of UV-VIS of hBN dispersed water.