流動液体マイクロ波プラズマによるナノ粒子生成

Nanoparticle Production by Liquid flow-type Microwave Plasma

名大工 °(M2)藤村 昇平, 楊 少菲, 鈴木 陽香, 豊田 浩孝
Nagoya University °Shohei Fujimura, Shaofei Yang, Haruka Suzuki, Hirotaka Toyoda
E-mail: s_fujimu@nuee.nagoya-u.ac.jp

はじめに これまでに我々は、液体流路狭隘部に設けた放電用ギャップにベンチュリ効果による減圧環境を生成し、円環状マイクロ波プラズマを生成するインライン型マイクロ波プラズマ装置を開発するとともに、本装置による液体中での化学活性種の増加や、本装置を用いた流体処理効果について報告してきた[1]。一方、特定波長の光と共鳴し強い吸収および散乱を起こす表面プラズモン共鳴(SPR)などの物性的特徴や高い体積・表面積比を持つという特徴から、ナノ粒子が触媒やバイオセンサなど幅広い分野で注目されている。そこで今回我々は、液体を容易に処理可能で、かつ高い処理能力の可能性を持つ本装置をナノ粒子生成に適用し、銀ナノ粒子を例としてその合成を試みたので報告する。

実験装置 本装置は処理液体を循環とする構造になっており、タンクの中の液体がポンプで汲み上げられ、プラズマ処理部を通過・処理されたのち再びタンクに戻る。Figure 1 にプラズマ生成部の断面図を示す。2.45 GHz パルスマイクロ波電源からの電力（平均電力 1 kW）がプラズマ生成部に導かれる。プラズマ生成部には導波管を貫くノズルがあり、は針構造を用いて液体流路狭隘部において減圧環境を生成している。なお、針構造を調節することにより、放電部付近での液体流速、すなわち放電部の圧力を変化させることが可能である。狭隘部には放電用ギャップが設けられており、ギャップ間に生成された強マイクロ波電界により直径約 6 mm の円環状プラズマを生成可能である。

ナノ粒子生成実験 純水を用いたプラズマ生成における発光スペクトル例を Figure2 に示す。OH および H による発光が見られ、H_2O を放電ガスとしたプラズマ生成が確認されるとともにプラズマによる化学活性種の生成が予想される。次に処理液体として硝酸銀水溶液(濃度:1 mM)を用いることで銀ナノ粒子合成を試みた。プラズマ生成に用いたマイクロ波は 10 kHz のパルスで制御しており、ON Duty は 40%である。また、硝酸銀溶液を 1 分間プラズマ処理した後に、処理液体を乾燥させ走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察したところ、50～100 nm のナノ粒子生成が確認された。さらに、エネルギー分散型 X 線分析(EDX)をおこなったところ、これらのナノ粒子が銀によるものであることも確認された。

参考文献

[1] M. Ito et al. : Jpn. J. Appl. Phy. **56** (2017) 026201.

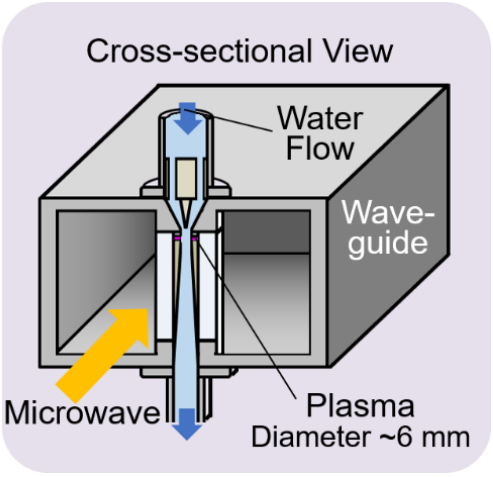

Fig. 1 Cross-sectional view of discharge gap.

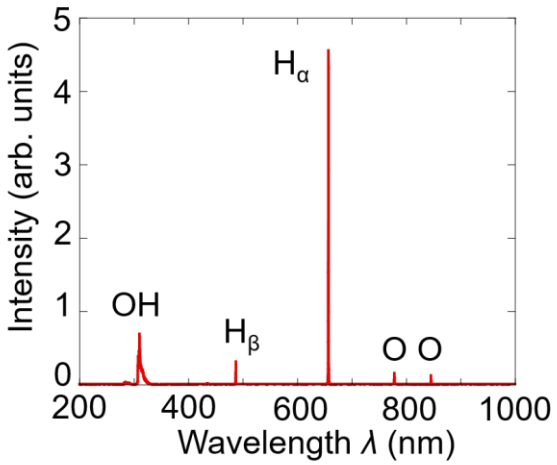

Fig. 2 Plasma emission spectrum.

© 2018年 応用物理学会