

櫛歯状碍子被覆電極を用いた誘電体バリア放電により発生した活性種の ガス種依存性

Induced gas dependence on radical generation by using dielectric barrier discharge with insulator-coated comb-electrodes

佐々木徹, 間和喜, 高橋一匡, 菊池崇志, 阿蘇司, 原田信弘

Toru Sasaki, Kazuki Hazama, Kazumasa Takahashi, Takashi Kikuchi, Tsukasa Aso,
and Nob. Harada

長岡技術科学大学

Nagaoka University of Technology

誘電体バリア放電を利用した大気圧プラズマは、活性種を多量に生成することができ、材料プロセスや有害ガス処理等に用いられ始めている。しかしながら、従来型の誘電体バリア放電では、一對の電極と誘電体が必要となり、その絶縁破壊電圧がプロセス面積や活性種の量を決定してしまう。そこで、我々は誘電体バリア放電の特徴に着目し、櫛歯状に加工した電極を誘電体で被覆した電極を用いて、多重にスタックしていくことで大体積のプラズマを生成する手法を構築した。本手法の特長は、スタック枚数を増やすことで生成されるプラズマの体積を可変することができ、電極間の電界は電極間距離で自由に決定できる点にある。これまでの研究により、本手法を用いて電極間に一様にプラズマを発生させることができ、活性種の一つであるオゾンが多量に生成できることを明らかにした [1-2]。本研究の目的は、櫛歯状碍子被覆電極を用いた誘電体バリア放電装置を用いて、導入ガス種を制御することで活性種の生成量を評価することである。

櫛歯状碍子被覆電極を用いた大気圧プラズマ発生装置 [1-2] は、櫛歯状碍子被覆電極とガス流入出口により構成され、ガス流量を制御して大気圧プラズマを発生させるものである。櫛歯状碍子被覆電極は、櫛歯状に加工したタンタル線をアルミナチューブで被覆されており、その大きさは 25×45 mm である。この電極は、互い違いに配置されており、その枚数は 1~10 枚まで変化させることができる。電極間には、プラズマ発生用電圧 ~ 20 kV, 200 ns と、プラズマ維持用電圧 ~ 1 kV からなる高電圧パルス電源によって電圧を印加する。このプラズマ発生用電圧の周期とプラズマ維持用電圧の持続時間を制御することで、様々なパラメータのプラズマを発生させることができる。本実験では、プラズマ発生用電圧を 15 kV, プラズマ維持用電圧 1 kV, パルス幅 1 ms, 繰り返し周波数 1 kHz に固定して行った。活性種の生成量については、オゾンと OH ラジカルに対して吸収分光計測及び発光分光計測により評価を行った。導入ガスは、5 l/min の酸素と 5 l/min の乾燥空気+水素 (3%) で評価を行い、活性種の生成量の変化を観測した。

酸素ガス投入時のオゾンと OH ラジカルについて計測を行った結果、オゾンについては、少量の酸素ガスを添加することで高密度なオゾンを生成することができ、電極枚数を増加させることによってオゾンの生成量も増加することが確認された。OH ラジカルについては、酸素ガスを投入することで発光スペクトルは減少してしまうものの、流量を増やすことでその減少を抑えることができることを確認できた。

一方、乾燥空気+水素 (3%) の場合、水素流量及び電極枚数により OH ラジカル生成量が大きく変化し、添加ガスの影響が強く現れることが明らかとなった。これらの結果より、導入ガス種を制御することで活性種の生成量が変化し、オゾンや OH ラジカルの生成量を制御できることが明らかとなった。

本研究の一部は、一般財団法人佐々木環境技術振興財団より支援を受けて実施したものである。

[1] M. Honda, et. al., Journal of Physics: Conference Series, **441**, 012020 (2013).

[2] M. Honda, et. al., Submitted to IEEE Trans Plasma Sciences (2013).