イオン計測による大気圧プラズマジェットの活性種分析

Analysis of Reactive Species of Atmospheric Pressure Plasma Jets by Ion Measurement

高知高専 [1]，豊橋技科大 [2]，○長門 研吉 [1]，栗田 弘史 [2]，高島 和則 [2]

Natl. Inst. Tech. Kochi Col. [1], Toyohashi Univ. Tech. [2],

○Kenkichi Nagato[1], Hirofumi Kurita [2], Kazunori Takashima [2]

E-mail: nagato@me.kochi-ct.ac.jp

大気圧プラズマを利用した多くの応用技術では、プラズマで生成する反応性の高い活性種（活性酸素種、活性窒素種）が重要な役割を果たしていると考えられている。しかしながら、大気圧プラズマから発生する気相活性種の種類や放電条件に対する依存性については十分には明らかになっておらず、より詳細な情報が求められている。

我々は質量分析法を用いて大気圧プラズマで生成するイオンの測定を行い、計測されたイオンと反応活性種の関連性について調べてきた。研究に用いている実験システムを Fig.1 に示す。プラズマ発生器を大気圧イオン化質量分析計のサンプリングオリフィスの前面に配置し、プラズマによって生成したイオンをオリフィスを通して質量分析計に取り込んでイオンの質量スペクトル測定を行っている。

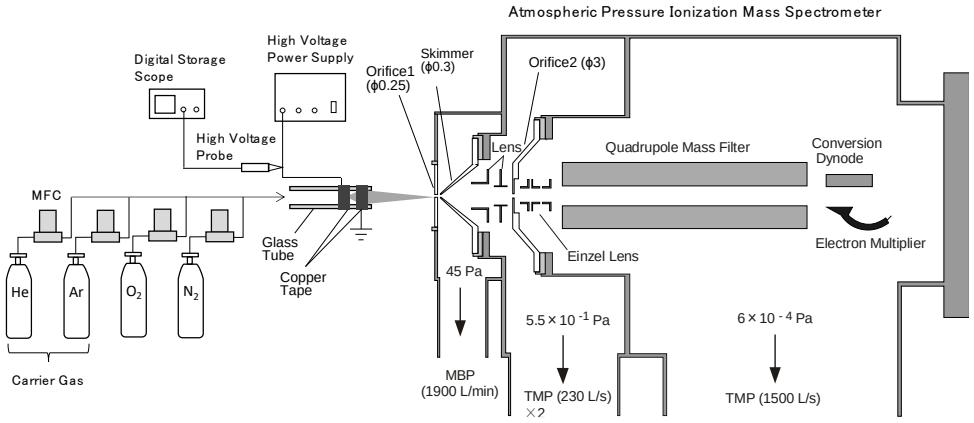

Fig.1 Experimental setup of ion measurement system using an atmospheric pressure ionization mass spectrometer.

Table.1 は検出されたイオンと反応活性種の対応関係を表したものである。ほとんどの活性酸素種(ROS)および活性窒素種(RNS)が負イオンとして検出されることがわかる。検出される活性種は、イオン・分子反応によって直接イオン化されるもの(OH, O_3, NO_2, NO_3 など)と、それ自身はイオン化しないが他のイオンに付加して検出されるもの(H_2O_2, HO_2, HNO_3 など)の 2 種類に分けられる。このように質量分析法によるイオンの計測によって、大気圧プラズマで生成する主要な活性種のほとんどを検出することが可能である。またプラズマジェットとオリフィスの相対位置を微調整し、プラズマジェット内外でのイオンの空間的な変化を測定することにより、活性種の空間分布に関する情報を得ることもできる。プラズマジェットの近傍では発光がない領域においてもイオンが検出されることから、発光分析では測定不可能な領域でも活性種の検出・分析が可能である。以上の特徴から、質量分析法を用いたイオン計測は大気圧プラズマで生成する活性種分析の有効な手段であると考えられる。

Table 1. Detected ions and corresponding reactive species

ROS	Ion	RNS	Ion
O_2^-	O_2^-	NO_2	NO_2^-
O_3	O_3^-	NO_3	NO_3^-
OH	OH^-	HNO_3	X^-HNO_3
HO_2	X^-HO_2		
H_2O_2	$X^-H_2O_2$		

© 2021年 応用物理学会