

大気圧プラズマ中のイオン計測

Measurements of ions in atmospheric pressure plasmas

高知高専 ○長門 研吉

National Institute of Technology, Kochi College, ○Kenkichi Nagato

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

大気圧プラズマで発生するイオンは様々なアプリケーションで重要な役割を果たす。イオンの生成反応はプラズマガスの種類や放電条件によって変化するだけではなく、周囲の空気成分の影響も強く受ける。そのため、質量分析計を用いてイオンの測定を行うと、プラズマジェット内の中心軸から距離や、プラズマジェット先端からの距離によって、異なったイオンが存在していることが示される。また、検出されたイオンの生成反応の解析から、プラズマ中で生成する中性活性種に関する知見も得られる。ここでは、大気圧ヘリウムプラズマ中のイオン測定の結果について報告する。

本研究で使用した大気圧プラズマ発生器をFig.1に示す。石英ガラス管(内径 1.6mm、外径 3.0mm、長さ 100mm)の内部にステンレス棒を通して電極とした。ガラス管の先端には幅 10mm の銅テープを巻いてもうひとつの電極

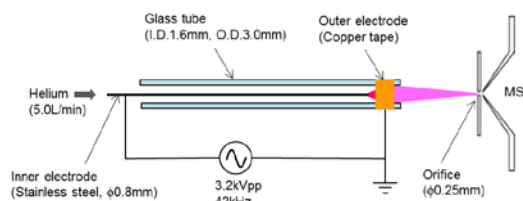


Fig.1 Schematics of plasma generation and ion measurements using a mass spectrometer.

として用いた。ガラス管内に 5.0L/min のヘリウムを流しながら、2つの電極間に 3.2kVp-p、42kHz の放電電圧を与えてプラズマジェットを発生させた。

Fig.2 は質量分析計のサンプリングオリフィスとプラズマジェットの中心軸間の位置を変化させて測定した正イオンスペクトル(a-c)と負イオンスペクトル(d-f)である。プラズマジェットの中心では正イオンは O^+ 、 OH^+ 、 H_2O^+ 、 H_3O^+ 、 N_2^+ 、 O_2^+ が観測された(Fig.2a)。プラズマジェットの中心をオリフィスからずらすと、 $H_3O^+(H_2O)_n$ が主要なイオンとなり(Fig.2b, 2c)、プラズマジェットの境界から外側の領域では空気中の水蒸気がイオン反応に大きく影響することがわかる。

プラズマジェット中心部の主要な負イオンは O^- である(Fig.2d)。境界部分では OH^- 、 O_2^- 、 HO_2^- 、 O_3^- 、 CO_3^- 、 HCO_3^- 、 HCO_4^- などの様々なイオンを核とした水和クラスターイオンが観測され(Fig.2e)、空気中の成分とそれらをもとにした放電による副生成物の影響で複雑なイオン反応が起こっていることが示されている。一方、プラズマジェットの境界の外側ではほとんど $O_2^-(H_2O)_n$ のみとなり、空気の影響が強くなると安定なイオンの形成が急速に進むことがわかる。

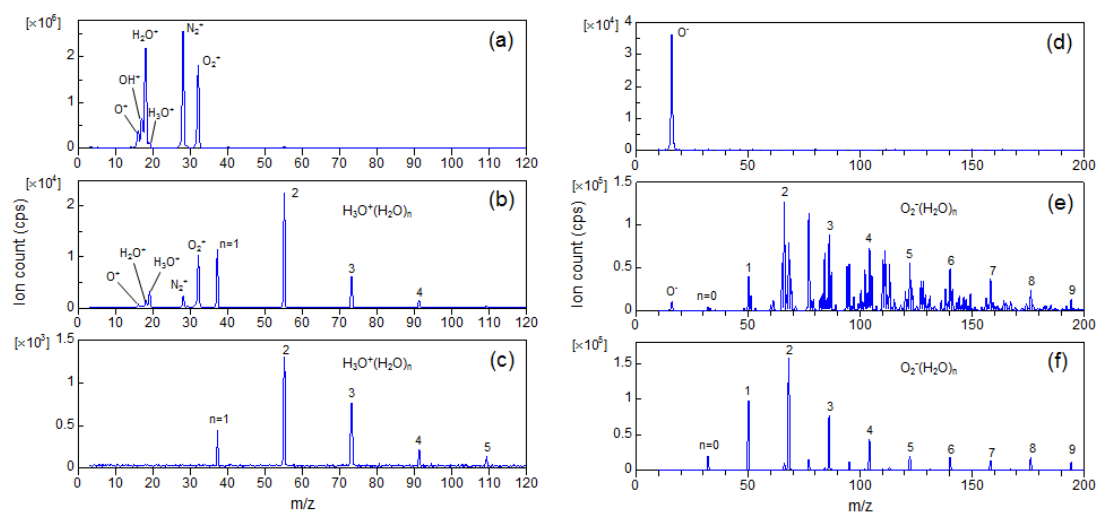


Fig.2 Mass spectra of positive (a-c) and negative ions (d-f) generated by atmospheric pressure helium plasma. (a, d): center of the plasma jet, (b, e): border of the plasma jet, (c, f): outside of the plasma jet.