

## 電子温度が異なるプラズマにおける NH<sub>3</sub> の生成レート

### Production rate of NH<sub>3</sub> in plasmas with different electron temperatures

北大工<sup>1</sup> ○山崎 方弘<sup>1</sup>, 佐々木 浩一<sup>1</sup>

Hokkaido Univ.<sup>1</sup>, M. Yamazaki and K. Sasaki

E-mail: myamazaki@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

#### 研究の背景と目的

非平衡プラズマと触媒を組み合わせた「プラズマ触媒」により、N<sub>2</sub> 分子の内部エネルギー状態を制御し、N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> を原料とした NH<sub>3</sub> 生成の効率化を図る研究が行われている。電子温度は N<sub>2</sub> 分子の励起過程を左右する重要なパラメータであるが、それを制御量として NH<sub>3</sub> の生成レートを調べ、プラズマ中の分子過程を追求することは容易ではない。本研究では、ヘリコン波放電装置を用い、放電に用いるガス種と高周波電力を変えることにより電子温度を制御し、NH<sub>3</sub> の生成レートを比較した。

#### 実験方法

一様磁場中に設置された内径 16mm の石英管に巻かれたヘリカルアンテナに高周波電力を印加し、ヘリコン波プラズマを生成した。高周波電力 800W を境界としてヘリコン波放電の密度ジャンプ現象が生じ、低密度モードでは放電ガス種にかかわらず電子温度が 1eV 以上の電離進行プラズマが生成され、高密度モードの He プラズマは電子温度が 0.1eV 程度の再結合プラズマとなった。Ar を 2.5% 添加した高密度モードプラズマの電子温度は再結合プラズマと電離進行プラズマの間と推測された。これらのプラズマに原料ガスである N<sub>2</sub> および H<sub>2</sub> を 10ccm ずつの流量で導入した。5 秒間のパルス放電における N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> 密度の時間変化を質量分析計により測定し、NH<sub>3</sub> 密度の時間変化率から生成レートを求めた。

#### 実験結果

図 1 は NH<sub>3</sub> 生成レートの高周波電力依存性を示している。Ar 添加の有無に関わらず生成レートは高周波電力に対して増加した。800W において生じる密度ジャンプに対応して、NH<sub>3</sub> の生成レートも不連続に増加した。

#### 考察

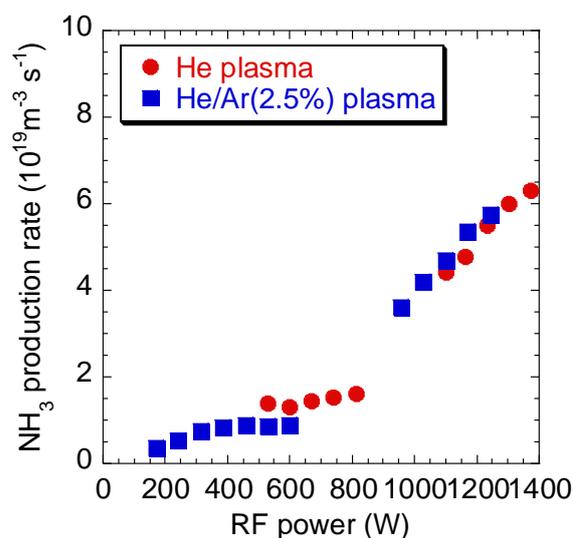


図 1 NH<sub>3</sub> 生成レートの高周波電力に対する依存性

NH<sub>3</sub> 密度の時間変化の時定数がガス滞在時間より長いことから、NH<sub>3</sub> の生成プロセスは気相反応ではなく、真空容器材料である SUS304 表面における表面反応が支配的であると考えられた。電子温度が 0.1eV 程度の再結合 He プラズマでは電子衝突による N<sub>2</sub> および H<sub>2</sub> の解離反応は生じない。再結合 He プラズマにおける NH<sub>3</sub> の生成レートが電離進行プラズマにおける生成レートと同等であることを示す図 1 の結果から、電子衝突によって生成された振動励起状態分子が表面反応に寄与している可能性が示唆された。今後、それぞれの放電条件におけるプラズマ密度を調べ、高周波電力に対する依存性ではなくプラズマ密度に対する依存性として図 1 を整理し直す予定である。また、電離進行 He プラズマと電離進行 Ar プラズマにおける NH<sub>3</sub> の生成レートが異なることから、NH<sub>3</sub> の生成に準安定状態原子が関与している可能性があり、準安定状態原子密度を実測して相関を調べる予定である。