

誘電体バリア放電大気圧窒素プラズマジェットにおける 振動ラマン散乱による振動温度計測

Measurement of vibrational temperature in atmospheric-pressure dielectric barrier discharge nitrogen plasma jet by vibrational Raman scattering

北大工, ^{○(M1)}三宅 淳文, 白井 直機, 佐々木 浩一,

Hokkaido Univ. ^{○(M1)}Atsufumi Miyake, Naoki Shirai, and Koichi Sasaki

E-mail: miyake.atsufumi.a9@elms.hokudai.ac.jp

【はじめに】

アンモニア合成など触媒表面での反応を用いたガス転換プロセスにおいて、気相のプラズマ化の効果が研究されるようになった。プラズマにより反応速度が増加するメカニズムは振動励起状態分子が触媒表面において高い吸着確率を有するためであるという報告がある。振動励起状態の触媒反応に対する寄与を定量的に調べるためには、プラズマ中の分子の振動励起状態密度 (振動温度) を測定することが必要である。本研究では、振動ラマン散乱法を用いて大気圧窒素プラズマジェット中の窒素分子の振動温度を計測した。

【実験方法】

図 1 に実験で使用したプラズマジェットの概略図を示す。放電電極は内径 4 mm 外形 6 mm の石英管に巻かれた長さ 20 mm の銅リングと管の軸中心に位置するタングステン棒である。タングステン棒に高電圧パルス電源を接続し、銅リングは接地した。石英管上部から放電部へ 7 slm の窒素ガスを供給した。タングステン棒に繰り返し周波数が 10 kHz で振幅が 18 kV(p-p) のパルス電圧を印加し、誘電体バリア放電によりプラズマジェットを生成した。Nd:YAG レーザー光(532 nm, 15.9 mJ/pulse)を石英管出口から 3 mm 下のプラズマジェットに集光照射し、発生した散乱光をレーザービームに垂直な方向からレンズを用いて光ファイバーに集光し、ツェルニターナ型分光器を経て ICCD カメラを用いてスペクトルを観測した。

【実験結果及び考察】

ストークス散乱光には $v = 0$ および $v = 1$ 、アンチストークス散乱光には $v = 1$ 、 $v = 2$ および $v = 3$ の窒素分子の振動状態に対応するスペクトル成分がみられた。散乱光の強度は各振動状態の数密度に比例する。図 2 は散乱光の強度を振動状態のエネルギーに対してプロットしたものである。図

中に描いた破線は $v = 0$ と $v = 1$ の数密度比に対応するボルツマン分布をあらわしており、その傾きから求まる振動温度は 1400K 程度であった。一方、 $v = 2$ 以上の振動励起状態の密度はボルツマン分布から逸脱した。今回の実験結果により、誘電体バリア放電大気圧窒素プラズマジェットでは、ノズルから 3mm 離れた位置まで振動励起状態が輸送されていることが明らかとなった。本研究は JST CREST (JPMJCR19R3) のサポートを受けている。

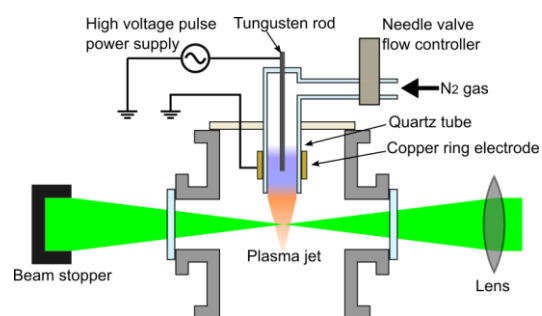


Fig1. Schematic of experimental apparatus.

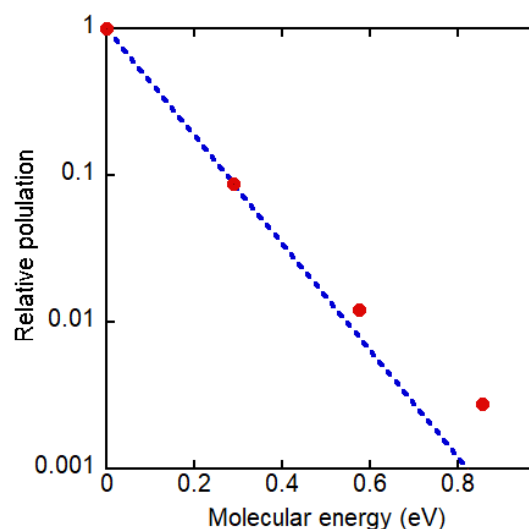


Fig2. Population distribution of vibrational states of molecular nitrogen.