

低電子温度再結合 H₂ プラズマによる CO₂ 分解効率の評価

Efficiency of CO₂ Reforming in Low Electron-Temperature Recombining H₂ Plasmas

北大工 〇山崎 方弘, 西山 修輔, 佐々木 浩一

Hokkaido Univ., M. Yamazaki, S. Nishiyama, and K. Sasaki

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

[はじめに] 近年、CO₂のリフォーミングにおけるエネルギー効率改善のため、振動励起状態を経た分解が注目されている。しかし、一般的な電離進行プラズマでは電子衝突解離を避け振動励起状態のみを選択的に生成することは難しく、振動励起状態の分解への寄与を実験的に調べることは容易でない。我々は、前回までに、電子温度が 0.1 eV 程度の低電子温度再結合 H₂ プラズマを用いた CO₂ の分解について報告した。今回は時間応答に優れた四重極質量分析計を用いて質量スペクトルの時間変化を測定し、振動励起状態を経た CO₂ の分解の効率を評価した。

[実験方法] 実験にはヘリコン波放電装置[1]を使用した。H₂ 圧力を 70 mTorr として、高周波電力 4 kW をヘリカルアンテナに 2 秒間印加すると、アンテナ直下には電離進行プラズマが生成され、直線磁場 (550 G) によって半径方向に閉じ込められながら下流側へ流れるため柱状となる。アンテナから 300 mm 下流のプラズマ柱終端部に再結合プラズマが生成される。CO₂ を再結合プラズマのみと相互作用させるために、電離進行プラズマから再結合プラズマへの遷移部に隔壁を設置し、下流側に CO₂ を導入した。下流部のガスをサンプリングし、四重極質量分析器を用いて CO₂ および反応生成物を定量した。また、再結合プラズマの発光分光測定を行い、プラズマ電子温度および電子密度の CO₂ 分圧依存性を得た。

[実験結果および考察] 質量分析の結果から、CO₂ の分解によって生成される最終生成物

は CO、H₂O、および微量の O₂ と判明した。再結合プラズマのガス温度は最大でも 600 K であり、基底振動状態 CO₂ と原子状水素との化学反応による分解は無視できる。下流側容器における CO₂ の封入分圧が 4 mTorr の場合には、各分子の分圧は図 1 のように時間変化し、放電開始後 0.4 s 程度で定常状態に達した。電子衝突に起因する分解と真空排気を考慮したレート方程式の解を用いて実験結果をフィッティングすることにより、振動励起状態を経た分解の総括的な速度係数は電子温度 0.2 eV において約 $1 \times 10^{-18} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ と推定された。以上は途中経過であり、今後は、実験に用いた質量分析器の時間応答速度を確認するとともに、プラズマ密度の軸方向分布を考慮に入れて、総括反応速度係数の電子温度依存性を調べる予定である。

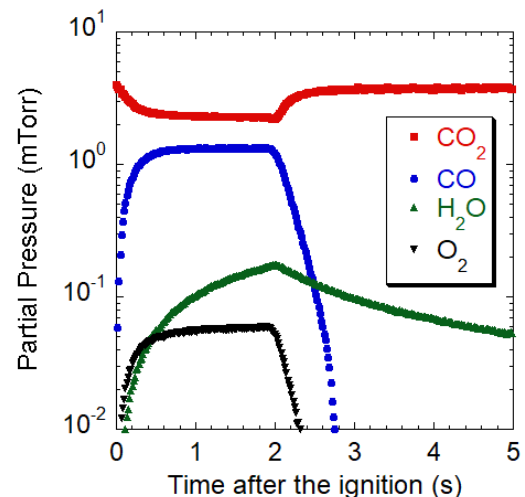


図 1 放電開始からの各分子分圧の時間変化

[1] K. Shibagaki and K. Sasaki, J. Phys. D: Appl. Phys. 41, 195204 (2008).