

同軸型水素プラズマシャワー法による二酸化炭素のメタンへの変換

Conversion of Carbon Dioxide to Methane by a Coaxial Hydrogen Plasma Shower Method

東北大院工, [○]佐藤 史明、飯塚 哲

Grad.School Eng., Tohoku Univ. [○]Fumiaki Sato, Satoru Iizuka

E-mail: satofumi@ecei.tohoku.ac.jp

1. 序論

現在, 化石燃料は日本に欠かせないエネルギー資源であるが, 二つの大きな問題を抱えている. 一つは化石燃料の燃焼に伴って地球温暖化の原因となる二酸化炭素(温室効果ガス)を排出してしまうことであり, もう一つは化石燃料が有限な資源であり, 数十年で枯渇すると言われていることである. 以上の状況を踏まえ, 本研究では植物の光合成にならって二酸化炭素を水素プラズマを用いて効率良く分解し, 備蓄可能なエネルギー資源であるメタンに効率良く変換するという「プラズマ人工光合成」の実現を目指して様々な実験を行ってきた[1]. 今回は同軸型水素プラズマ照射装置を用いて放電電流, 圧力依存性, 及び有磁場放電がメタンの生成に与える影響について調査した.

2. 実験

本研究では, 生成されたメタンの再分解を防ぐために水素と二酸化炭素の空間を分け, 水素のみに対して放電を行った. 両空間をオリフィスによって仕切ることで圧力差をつけ, 二酸化炭素の流れる領域に放電部で生成した水素ラジカルをシャワーのように降り注ぐことによって水素ラジカルと二酸化炭素を反応させる. 二酸化炭素の流れる領域には, 水素ラジカルとの反応機会の増加させるために滞留用のねじによる螺旋流路を導入した. 適宜水素と二酸化炭素の混合ガスの放電(混合放電)も行い, 結果を比較した. また, 本研究ではサマリウムコバルト磁石を用いて有磁場放電も行った. 放電は矩形波パルス電源を用い, 生成ガスの解析には FTIR を用いた.

3. 結果

放電後の排ガスを FTIR で解析した結果, 本実験における主な生成物はメタンと一酸化炭素であった. 放電電流値は高ければ良いと言うわけではなく, メタンの収率やエネルギー効率(投入エネルギーに対するメタンの収量)のバランスや, 生成物の再分解を考慮して適切な値を定める必要があることが分かった. 圧力を $4.2 \times 10^2 \sim 5.0 \times 10^3$ [Pa] に変化させて実験を行った結果, 高圧力では混合放電形式と比べてシャワー法形式の方が高い分解率を示した. また, 放電部の電界と磁界がクロスするように磁石を配置して実験したところ, メタンの収率とエネルギー効率が上昇した.

4. まとめ

放電で生成した水素ラジカルを二酸化炭素と反応させることにより, 二酸化炭素を分解し, メタンに変換できることが分かった. 主な副生成物として一酸化炭素を検出した. 高圧力では, 混合放電形式と比べてシャワー法形式の方が二酸化炭素の分解を促進することも分かった. また, 電界と磁界をクロスさせて放電を行うことにより, メタンの生成が促進することが分かった.

参考文献

[1] 有田, 他, 第 74 回応用物理学会講演予稿集, 17p-P2-40, 2013 秋.