

静電気学会講演論文集'08

於 大分大学
2008年9月18日→19日

ハニカム放電の発光スペクトル測定

豊技大*、FMFI UK** ○佐藤 聡*、Karol HENSEL**、山内浩輝*、高島和則*、水野 彰*
*愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1

**Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenskeho,
Mlynska dolina F2, Bratislava, Slovakia

Emission spectrum of honeycomb discharge

○Satoshi SATO*, Karol HENSEL**, Hiroki YAMAUCHI*,
Kazunori TAKASHIMA* and Akira MIZUNO*

*Department of Ecological Engineering, Toyohashi University of Technology

**Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University

Abstract— Selectivity and energy efficiency of plasma chemical processes can be improved significantly if plasma is combined with a catalyst. Generation of stable discharge plasma inside narrow capillaries of honeycomb catalyst for automobile exhaust after treatment, however, has been quite difficult. The paper presents a method to generate discharge inside honeycomb. The method uses a packed-bed discharge connected in series with honeycomb capillaries. With a DC voltage across the capillaries, streamers are extended from the packed-bed discharge into the capillaries. With this method, ionization can be made inside fine channels of honeycomb catalyst made of insulating materials. This discharge is designated as “honeycomb discharge”. Electrical and optical characteristics of the honeycomb discharge generated inside a bundle of quartz capillaries were measured. Effects of the applied voltage and power, diameter of the capillaries, and composition of the gas mixture passed through the capillaries on the emission spectra of the honeycomb discharge are presented.

1,はじめに

現在、大気圧放電プラズマは排気ガス中におけるNO_x処理やVOC処理など多くの分野において研究され使用されている。[1-2] パックドベット放電などに用いられている触媒ペレットと放電プラズマの併用など、プラズマ化学反応の選択性とエネルギー効率を改善するために、放電プラズマと触媒の組合せは、効果的であると考えられる。また、触媒を利用する場合反応ガスとの接触面積の増加などの利点を生かしハニカム構造を用いた触媒などが多く使用されている。そこで、このハニカム構造内に放電プラズマを発生させることにより、放電プラズマによる触媒反応へのアシストがより広範囲で効率的に行えると考えられる。しかし現状としてハニカム構造内にて均一な放電空間を作成することは、電極構造などの点において困難と考えられる。

そこで本研究では、ハニカム構造の前段にてあらかじめ放電プラズマを発生させ、ハニカム構造の後段より電圧を印加することにより、前段の放電空間を源としてスライド放電[3]を発生させることによりハニカム構造内にて均一な放電空間を作成した。本研究では前段の放電プ

ラズマ発生にはパックドベット放電を使用し、ハニカム構造の後段には負極性直流高電圧を印加してスライド放電を発生させている。

本研究ではハニカム構造内部の放電を観察するために、ハニカム構造をしたセラミックスの代わりとして石英ガラス細管を束ねハニカム構造を模擬したものを使用し、内部での放電の様子を発光スペクトルを測定することにより観察した。

2,実験構成

本実験で使用した実験構成及び反応器の概略図をFig.1に示す。石英ガラス管(φ26mm)内の中央に高電圧電極としてステンレスロッド(φ6mm)を設置し、γ-Al₂O₃ペレット(3mm)を充填している。また、石英ガラス管の外面にはアルミテープを接地電極として設置した。γ-Al₂O₃上部に石英ガラス細管(φ2mm)を束ねたものを設置し、模擬的なハニカムとした。石英ガラス細管上部にステンレスメッシュ(16mesh)を設置し負極性直流高電圧を印加しハニカム放電電極とした。また、ガスはN₂、3L/minを反応器下部より流入させている。印加

電圧は、パックドベット放電にAC25kV_{p-p},1kHzを用い、ハニカム放電に-15kV印加している。

発光スペクトルの測定にはスペクトロメーター (Ocean Optics USB4000) を使用した。

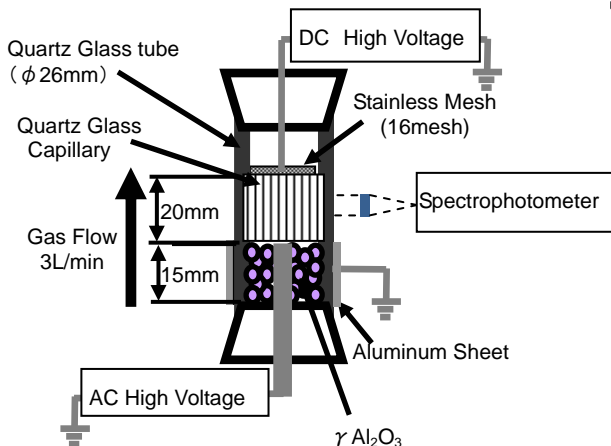


Fig.1 Experimental Setup and Schematic diagram of the reactor with bundle of capillary

3,実験結果

本実験では、得られたスペクトル波形より337.01nm (N₂ C-B,0-0)を用いて、発光スペクトルの評価を行った。スペクトル波形は石英ガラス細管のパックドベット側(下部)、真ん中、直流電極側(上部)およびパックドベット放電部の4か所にて測定している。測定概略図をFig.2に示す。また、本実験で測定した発光スペクトル結果より337.01nm (N₂ C-B,0-0)の波形を拡大したものをFig.3に示す。

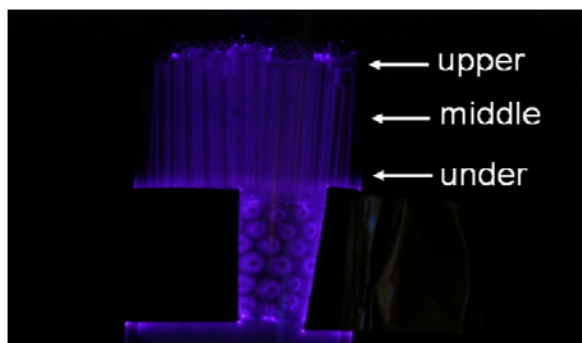


Fig.2 Schematic of measurement

Fig.3より発光スペクトルの強度は、源の放電からの距離に応じて減衰していることが確認できる。下部の強度を基準とすると、真ん中では89%、上部では81%とそれぞれ11%、19%減衰し、1cmで約10%程度減衰していることがわかる。このことは、源の放電より距離が遠くなるにつれて、放電が弱くなっていることが示唆されている。

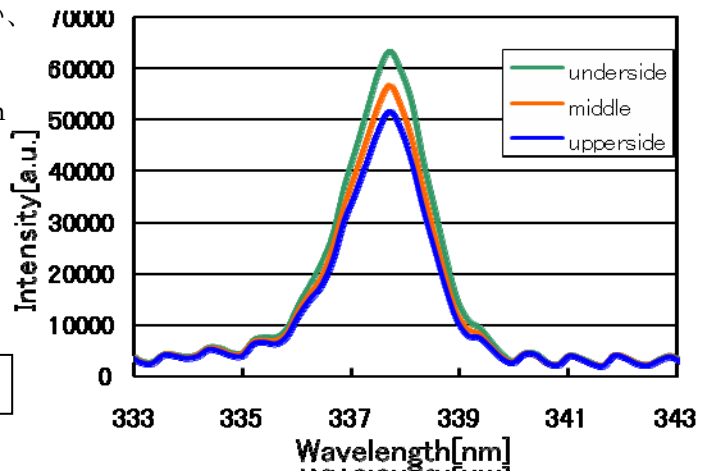


Fig.3 Emission vs. Wavelength

また、今回測定したスペクトル波形よりその空間のガス温度を計算した。[4] その結果をTable.1に示す。

Trを回転方向の温度、Tvを振動の温度とした。Table.1よりハニカム内での放電は非平衡プラズマであることが確認され、また放電形態はハニカム内どの場所でも均一であることが示唆される。

Table.1 calculation of gas temperature

	Tr [K]	dTr [K]	Tv [K]	dTv [K]
Packed middle	300	50	2150	150
Honeycomb underside	300	50	2100	200
Honeycomb middle	300	50	2100	150
Honeycomb upside	300	50	2100	150

4,まとめ

本実験では、ハニカムを模擬した石英ガラスキャピラリー内にてスライド放電を発生させ、放電の様子を発光スペクトル測定することにより、評価を行った。

その結果、ハニカム内での放電プラズマは非平衡プラズマ状態であり、なおかつ発光スペクトルより源の放電より距離に応じて減衰していくことが確認された。

参考文献

- [1] Toshiaki Yamamoto, Masaaki Okubo, Tomoyuki Kuroki and Yukio Miyairi, "Nonthermal Plasma Regeneration of Diesel Particulate Filter", SAE Technical paper, SP-1759, No.2003-01-1182
- [2] T. Oda et al, IEEE Trans. Ind. Appl. 34 (2), 1998, 268-272.
- [3] C.Louste, G.Artana, E.Moreau, G.Touchard, J. Electrostat. 63, 2005, 615-620
- [4] C.O. Laux, T.G. Spence, C.H. Kruger and R.N. Zare, "Optical diagnostics of atmospheric pressure air plasmas", Plasma Sources Sci. Technol. 12, 125-138 (2003).