

水素添加ヘリウムプラズマジェットの発光分光測定

Emission spectroscopy measurements of water-saturated helium plasma jets

1230169 森 魁世 (プラズマ応用研究室)
(指導教員 八田 章光 教授)

1. 背景と目的

近年、地球温暖化対策や次世代エネルギーの一つとして、二酸化炭素が排出されない水素エネルギーが注目されている。しかし、実際の利用において、水素を保存する容器の耐久性が問題視されている。水素は破壊へと繋がる水素脆化を引き起こすためである。水素脆化への対策として作業を短時間化する等が行われているが、脆化のメカニズムは未解明であり、根本的な対策は未だない。

プラズマジェットを用いることで、反応を加速させれば、効率的に研究し、対策へと繋げることができる。発生したプラズマを分光測定し、水素原子の発光強度の割合を確認することで、より効果的な照射条件を見出す。

2. 実験方法

実験では二種類の装置を扱った。実験装置を図1と図2に示す。

ガラス管・キャピラリーには電極とガラス管先端との間にグラウンドを設置、電極とグラウンドの距離を短くすることで、プラズマがより発生しやすいようにした。

二重管は小川広太郎による修士論文“[1]シースガス流による大気圧プラズマジェットの反応過程制御”を参考に作成した。水素添加ヘリウムプラズマジェットを発生させるガラス管の周りを覆うように管を設置し、窒素を流す事で周囲の空気の影響を受けにくいようにした。

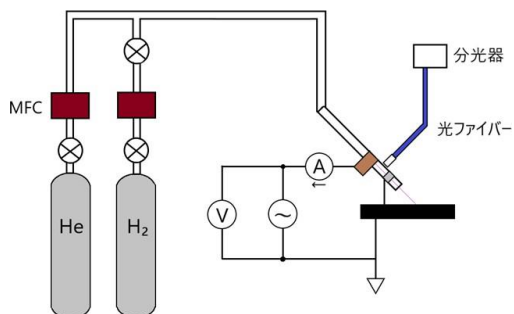


図1 ガラス管・キャピラリーを用いた実験装置

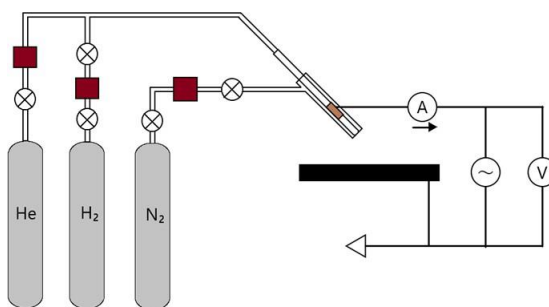


図2 二重管を用いた実験装置

3. 実験結果・考察

キャピラリーを用いた実験結果を図3に示す。これは、ヘリウムガス 200sccm を流した際発生したプラズマジェットの発光強度の違いを表している。

結果として、ガラス管でのヘリウム発光強度に対する窒素発光の相対強度と比べて、キャピラリーでの相対強度は小さくなっている。二つ目に、キャピラリーにおけるヘリウムの発光強度と、ガラス管における発光強度では

大きな違いはない。

キャピラリーはその構造的に、周りの空気が逆流してくることはあり得ない。よって、キャピラリー使用時に窒素の相対強度が大きくなったことは、他の要因によるものと考えられる。

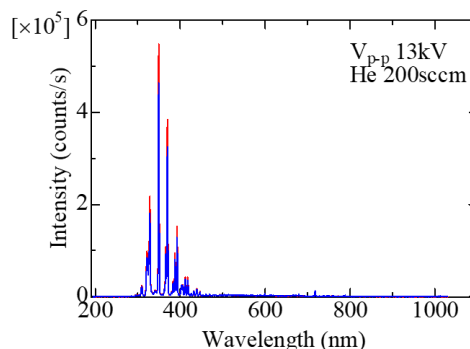


図3 ヘリウム (706nm) の発光強度に対する窒素の発光強度
キャピラリー (赤) とガラス管 (青)

次に二重管を用いた実験結果を図4に記す。これは、水素添加したヘリウムプラズマジェットに 11、12、13kV と電圧を増加させた際の発光強度の変化を示している。

結果として、電圧が上がるに連れて、全体的な発光強度も増加しているが、特に水素の発光波長である 656nm の発光強度がとても大きくなっている。

これより、水素は 13kV のような一定以上の電圧をかけることで水素が発光するのではないかと考える。

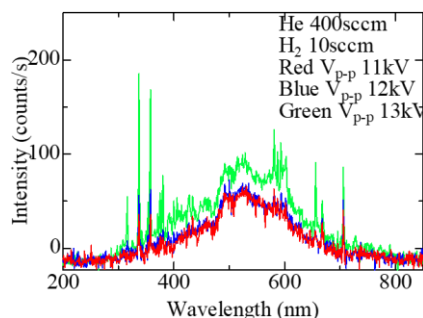


図4 電圧による二重管内部のプラズマジェットの発光強度 11kV (赤) 12kV (青) 13kV (緑)

4. まとめ

水素添加ヘリウムプラズマジェットから水素の反応を加速させるためには、以下の点が重要であるとわかった。

- ・電圧上げる程、水素の発光波長の強度は増加する
- ・水素の流量を上げると放電に必要な電圧値も上がるため、プラズマジェットによる熱に耐えられる機器が必要。

参考文献

- [1] 小川広太郎“シースガス流による大気圧プラズマジェットの反応過程制御”高知工科大学 2019 年度大学院修士課程修士論文