

カスケードアーク放電を用いた大気圧アルゴン熱プラズマの発生

Generation of argon thermal plasmas by a cascade arc discharge

上田 恵¹, 岩本勇樹², 松岡雷士¹, 難波慎一¹

UEDA Megumi¹, IWAMOTO Yuki², MATSUOKA Leo¹, NAMBA Shinichi¹

¹ 広大院工, ² 広大工

¹Hiroshima Univ, ²Hiroshima Univ

1. 研究背景・目的

アークプラズマは溶接・切断等の金属処理や廃棄物処理、プラズマ推進等の様々な分野に応用されている。アークプラズマの応用の1つであるプラズマウィンドウ技術は、大型の真空設備なしに大気と真空を隔てるインターフェースとして期待されている。

プラズマウィンドウは大気圧熱プラズマによって生成されるプラズマ圧力と真空容器外の圧力が均衡することにより実現される。本研究では、高温・高密度のプラズマを安定に生成することのできる内径3 mmのカスケード型アークプラズマ源（改良型アーク放電）の開発し、従来のアーク放電よりも高温・高密度プラズマ（電子温度：4 eV, 電子密度： 10^{17} cm^{-3} ）を発生させることを目的としている。

2. 実験方法

カスケードアーク型放電源の概略図を図1に示す。陰極には3.2 mm径CeWロッドを、陽極にはMoを用い、陰極・陽極間には中間電極としてSUSあるいはMoを8枚設置した。この中間電極により電位勾配を緩やかにすることが可能となる。陽極・中間電極の穴径はいずれも3 mmで水冷されている。放電ガスにはアルゴンを使用し、1 kVを印加しグロー放電をさせた後、自己加熱方式でアーク放電へ移行する。プラズマは陽極側から大型真空容器へ放出され、ロータリー・メカニカルブースタポンプで排気される。アルゴンガスの流量はマスフローコントローラで調整し0.5～2.0 L/min、放電電流は5～50 Aとした。

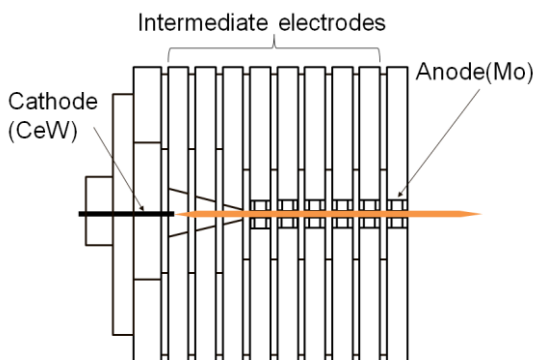


図1. カスケードアーク型放電装置.

プラズマの特性を調べるために、陽極出口付近のプラズマ光を焦点距離350, 700 mmの石英レンズによって集光し、可視分光器に直接イメージ転送した。線スペクトル計測に

はジョバイボン製 HR-1000、焦点距離 $f=1 \text{ m}$ 、回折格子数2400 grooves/mm、CCDカメラはANDOR製DU934P-BU2-SEを用いた。電子密度はH β 線スペクトルのシュタルク広がりから評価した。なお、装置幅（ガウス関数を仮定）の決定には低圧水銀ランプを用いた。

3. 実験結果と考察

図2は放電部・膨張室ガス圧の放電電流依存性である。放電電流を上げると放電部ガス圧が高くなり、アルゴンガス2.0 L/min、放電電流50 Aにおいて放電部ガス圧は約100 kPaと大気圧となった。これは放電に伴い中性ガス圧が高くなること、および、ガス粘性が高くなり、ガスの流れが大幅に抑制されたためである。また、アルゴンガス流量を増やした場合、放電部と膨張室の圧力比は高くなり、最大で約720倍と約3桁の圧力勾配を発生させることに成功した。

発表では、アルゴンスペクトル、水素スペクトルについても示し、発生するプラズマパラメータについて詳細に報告する。

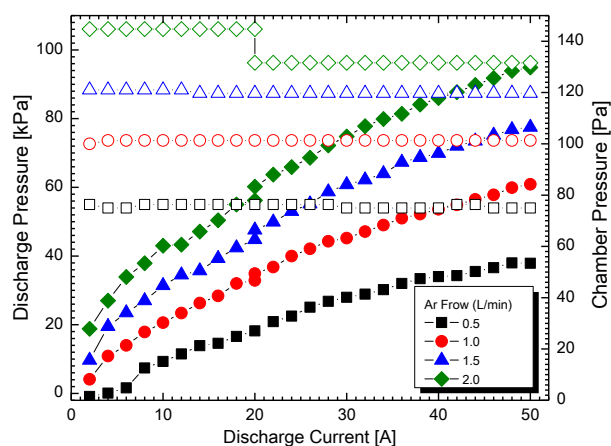


図2. 放電部・チャンバー室ガス圧の放電電流依存性.