

放電型プラズマ中性子源の並列運転 Parallel operation of discharge plasma neutron sources

大澤穂高, 鶴谷拓海, 島田龍樹, 山本靖
Hodaka OSAWA¹, Takumi TURUTANI², Ryuju SHIMADA², Yasushi YAMAMOTO¹

関西大学システム理工学部¹, 関西大学大学院理工学研究科²
Kansai Univ. Faculty of Engineering Science¹, Kansai Univ. Grad. Sch. of Sci. and Eng.²

概要

放電型プラズマ中性子源（慣性静電閉じ込め中性子源）は、30～50cm程度の真空容器内に1Pa程度の重水素を満たし、その中で30kV程度のグロー放電を起こすことで中性子発生を伴う核融合反応を起こすことができる。本研究ではこの電極を8～12cm程度の大きさに小型して複数電極を同一真空容器配置しグロー放電を起こし並列運転を実施した。その際の放電特性と中性子計測について報告を行う。

慣性静電閉じ込め核融合

球状の真空容器と内部中心に配置した中空構造の球状陰極との間に直流電圧を印可する。真空容器内部にはガス供給装置と真空ポンプで調整された1 Pa程度の重水素で満たされている。両極間でのグロー放電により重水素イオンが発生し、球中心にある陰極に向かって静電場により加速される。陰極は中空状になっているため重水素イオンの大部分は陰極と衝突せずに陰極内の中心部へ高速のまま侵入する。その際に同じく他の方向から侵入してきた別の重水素イオンや、バックグラウンドの重水素ガスなどに衝突することで、中性子発生を伴う核融合を起こすことができる。重水素イオンは静電場により閉じ込められているので陰極内外へ往復運動を繰り返す。印加電圧が30kV程度で約 10^5 個/秒、50kVで約 10^7 個/秒の中性子を計測でき、最大で100kV程度の印可した研究がある。しかし中性子発生効率は印可電圧の上昇とともに悪くなる。

放電電極の小型化および並列化

本研究では複数電極で同時運転させることで中性子発生効率を増加させることを考えた。従来の装置では球形真空容器を陽極として用いているものが多かったが本研究では円筒真空容器を用いて真空を確保し、内部にメッシュ状の陽極と陰極を設置しその間でグロー放電を行う設計とした。また複数個の電極を内部に

設置するために、それぞれのサイズを小型化した。小型化することで印加できる最大電圧は減少することは知られているが将来的に多くの電極を配置することで中性子発生総量を増加させる。小型化した陽極は8, 10, 12cmの球形と生産性を考慮した立方体陽極8cmの実験を行った。真空容器内に配置する電極の個数もそれぞれ単独, 1×2, 1×3, 2×2, 3×3個とした。できるだけ同一平面状に配置しその上方で左右の水平方向に³Heカウンタを移動させて中性子の測定を行った。これは将来大型の真空容器内で電極個数を10×10個程度に増やした際における平面源としての利用について検討を行うためである。

実験結果

放電特性については小型化したことにより従来のものより同一ガス圧で高い電圧が印可できるようになったが最大は30kV程度となった。目視する限り複数電極間で同時に安定して放電は行えた。中性子の生成数については単独の電極に比べて、1×2個の電極で2.0倍、2×2個で4.2倍と並行運転させる電極個数にほぼ比例した中性子が生成された。その発生の広がりについても平面源としての利用が可能のように考えられる。しかし3×3個の電極の場合には約6.9倍とやや飽和している様子が伺えた。これらの詳細についてはポスタにて発表を行う。



図1. 8cm球形電極を2×2個配置した放電写真
(4つめの電極は奥に配置されている)