

混合ガスを用いた発散型ガスパフ Z ピンチにおける

軟 X 線強度の充電電圧依存性

布目 宇範, 高尾 美陽, 伊藤 弘昭, 竹崎 太智 (富山大学)

1. はじめに

これまでプラズマフォーカスやガスパフ Z ピンチを用いた中性子源の研究が行われてきた。後者の装置では高速電源を用いて D_2 と Ar の混合ガス実験が行われ、少量の Ar ガスを加えることでより均一で効率的かつ安定したピンチの発生を促し、純粋な D_2 と比較して 1 桁高い中性子量が得られた。本研究では、高輝度中性子源の開発を目指すとともに熱的な核融合を起こすことを目的として、発散型ガスパフ Z ピンチ装置を用いて実験を行っている。本装置では、Ar などの重いガスを混ぜると、放射冷却によって強いピンチが発生し高温のプラズマを生成が可能であるので、重水素の代わりに水素を用いて高温プラズマ生成による軟 X 線放射に対する最適なガス混合比や充電電圧について調べたので報告する。

2. 動作原理

図 1 に実験装置を示す。電極は内部電極と外部電極で構成されており、内部電極にはガスパフが取り付けられている。ガスノズルは中心軸に対して 10° 外側に向いており、ガスが発散状に噴き出すようになっている。電極間にガスが噴出された後、内部電極に負の高電圧パルスを加えることでプラズマを生成し、このプラズマ内に流れる電流と周囲に発生する磁場によるローレンツ力で Z ピンチが引き起こされる。

3. 実験

電源には $18 \mu F$ のコンデンサバンクを使用し、充電電圧を -18 kV から -32 kV に変化させて実験を行った。内部電極の直径は 20 mm 、外部電極の内径は 60 mm 、電極間距離は 30 mm である。全電流とプラズマ柱に流れる電流はログスキーコイルを用いて測定した。軟 X 線 ($\geq 1 \text{ keV}$) は厚さ $5 \mu m$ の Be フィルタが取り付けられたシンチレータ (SCI) から光電子増倍管を通して観測している。実験では混合ガス圧が 5 気圧になるよう Ar と H_2 を封入している。図 2 に充電電圧が -25 kV 時の典型波形を示す。電流波形において放電開始から約 $2 \mu s$ のタイミングで著しいスパイクがあり、これは SCI の X 線信号を同じ時刻なので、Z ピンチの発生タイミングである。X 線強度は、ピンチタイミングに観測される SCI 信号のピーク値を測定した。図 3 に混合ガス圧比を変化させたときの X 線強度を示す。Ar 分圧が 3 気圧以下では、X 線強度は Ar のガス圧の増加とともに線形的に大きくなっていくが、3 気圧以上では X 線強度は飽和する傾向にある。

4. まとめ

混合ガス圧比依存性の実験では Ar と H_2 の混合比が 3 : 2 のときを境界として X 線強度の特性に変化が見られた。そのため、充電電圧が -25 kV においては、混合

比 Ar : $H_2 = 3 : 2$ が高い X 線強度で H_2 ガス量が多い最適な混合比であると考えられる。しかし、充電電圧に対する最適な混合比についてはわかっておらず、Ar が 3 気圧以上で X 線強度が飽和傾向となる原因として入力エネルギーの不足が考えられるため、現在、充電電圧を変化させて実験を行っており、詳細な結果や考察は、発表にて報告する。

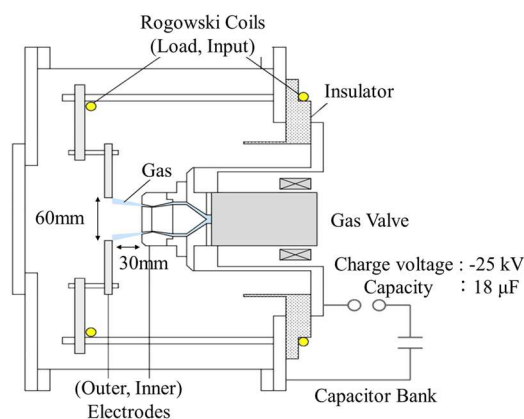


図 1 : ガスパフ Z ピンチ装置図

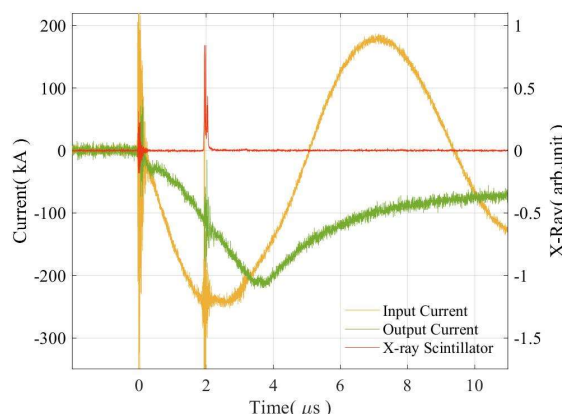


図 2 : 典型波形

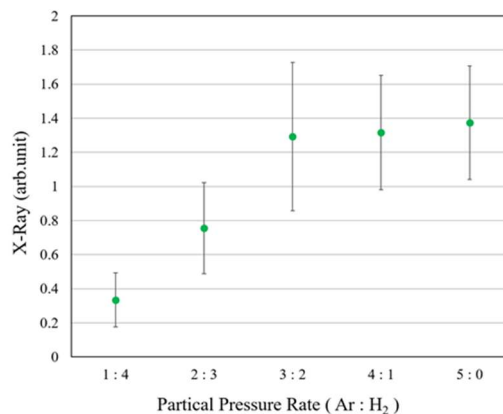


図 3 : X 線強度の混合ガス圧比依存性