

低エネルギー高電流密度イオンビームシステムにおける
炭素プラズマの長時間維持

Long Duration Carbon Plasma Discharge in an Ion Beam System with Low
Energy and High Current Density

小口 治久、木山 學、榊田 創、佐藤康宏、島田 壽男、平野洋一
Haruhisa KOGUCHI, Satoru KIYAMA, Hajime SAKAKITA,
Yasuhiro SATO, Toshio SHIMADA, Yoichi HIRANO

産総研 エネルギー技術
AIST Energy Electronics Institute

原子炉／核融合プラント／加速器等で使用される高性能な中性子検出器の為にダイヤモンドを成膜する目的で、炭素イオンビーム源の開発を行なってきた。この為、低エネルギーで集束性の良いビーム源の開発と炭素プラズマをメタンガスを用いずに生成するプラズマ源の開発を行なってきた。炭素プラズマ源として、シャンティンクアークプラズマガン（以降単にプラズマガンと称す）を採用している。原料を兼ねる電極にパルス電流を通電し、ジュール加熱で固体から炭素を昇華させ、プラズマ化して放出する装置である。

プラズマガンの放電は、PFNバンクからパルス電流を通電して行なう。パルス幅はフラットトップで2.4msecに設計されており、最大充電電圧600V、最大電流7kAでの通電が可能となっている。本実験では繰り返し放電回数等の観点から充電電圧300V、電流2kA程度の設定で繰り返し放電を行なっている。このプラズマガンからのプラズマを、カusp磁場を配置した閉じ込め装置内に導入し、マイクロ波によるプラズマ生成を行なう。単発の放電では、プラズマガンに蓄積されている熱が冷めてしまう為に、昇華される炭素量は限定され、プラズマはプラズマガンのパルス幅を超えて持続する事は無い。しかし、放電を一定間隔で繰り返して行くとプラズマガンの蓄積熱が上昇し昇華される炭素の量が増え、カusp磁場装置への粒子供給量が増加する。この為、カusp磁場装置内ではマイクロ波によって持続的にプラズマが生成される様になる。放電が持続される様になると、外部に漏れるマイクロ波が無くなる為、2.45GHzのカットオフ密度に

達していると考えられる。壁付近に存在するカusp磁場との電子サイクロトロン共鳴により加熱されている事が考えられるので、圧力平衡を考えるとプラズマ密度はカットオフ密度の数倍であると推察される。プラズマ源を用いてイオンビームを発生させ、ダイヤモンドの基盤に照射する実験を始めている。詳細は講演にて

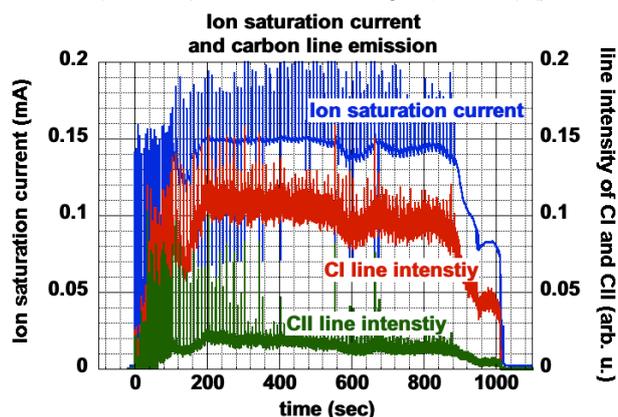


図1、イオン飽和電流、炭素ライン(CI, CII)。イオン飽和電流の細かいスパイク状の信号が、それぞれ単発のプラズマガン放電に相当する。放電開始後は5秒程度に一回の繰り返し放電、150秒程度から10秒に一回の放電に切り替えた。放電の合間では炭素の供給は無いが、炭素の発光ラインCI, CIIは連続的に発光しており、プラズマガンから放出された炭素粒子が再結合、電離を繰り返している。

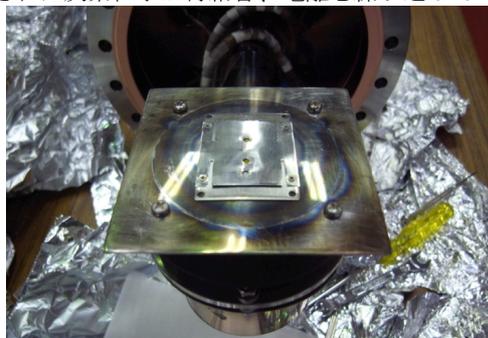


図2、ダイヤモンド成膜の為にターゲットフォルダ。モリブデン製のカバーを使用し、2mm角のターゲットが2つセット出来、1000度まで温度を上げる事が出来る。