

サーマルプローブで測定した熱流束の簡便な較正法

Simple calibration method of heat flux measured with thermal probe

松浦 寛人 [1]

Hiroto Matsuura[1]

[1] 阪府大・工・機械

[1] Graduate School Eng., Osaka Pref. Univ.

ラングミュアプローブはプラズマプロセス、核融合ダイバータープラズマ、宇宙プラズマ等の様々な分野で電子温度などのプラズマパラメーターの決定に広く用いられている。これはプローブに流入する電流をプローブバイアス電圧の関数として測定する。プローブに流入する熱流束もまたその電圧に依存している。熱流束-電圧特性は電流-電圧特性に比べて非常に複雑である。サーマルプローブ(感熱プローブ)法は熱流束-電圧特性を用いて負イオン密度やイオン温度など他のプラズマパラメーターの推定法として提案されている [1,2]。サーマルプローブはラングミュアプローブと同様に良い空間分解能を持つが、時間応答はあまり良くない。我々はこの欠点を克服するため「トリプルサーマルプローブ」の概念を提案している [3]。

熱流束測定のもう一つの問題点はセンサーの絶対較正である。負にバイアスされたプローブのシースを通過する熱流束は主に正イオンによって運ばれる。このイオン熱流束は3つの成分からなり、それぞれ熱成分、加速成分、再結合成分と称される。これらの内、再結合成分はイオンの組成(電離や解離のエネルギー)やプローブの表面状態(つまり仕事関数)に依存し、理論的に見積もることは困難である。全熱流束は浮遊電位近くで最小値をとる。もし、バイアスによる熱流束の増分を観測すれば、再結合成分の寄与は無視できる [4]。

平板シース理論によればイオン熱流束のうちで加速成分のみがバイアスに依存するので、熱流束の値を粒子束の値(つまりイオン飽和電流)と比較することが可能になる。詳しい手続きは次の通り。第一に浮遊電位(V_f)で基準となる熱流束を測定する。浮遊状態は全プローブ電流をモニターして確かめる事が出来る。次に、バイアス電圧を負の値(V_1)に変える。熱流束の増分を $dQ(V_1)$ とする。同じ手続きを他の電圧(V_2)で繰り返す。 $dQ(V_1)-dQ(V_2)$ は V_2-V_1 とイオン飽和電流の積に比例するので、熱流束の較正係数をイオン飽和電流でチェックできる。

我々のトリプルサーマルプローブは2つの独立なサーマルプローブとしても使うことが出来る。そのため上記の方法をプラズマの再現性を仮定せずにテストすることが出来る。

[1] E.Stamate et al.: Appl. Phys. Lett. Proc., 80(2002)3066-3068. [2] H.Matsuura et al.: Contri. Plasma Phys., 44(2004)677-682. [3] 松浦他: 第22回プラズマ核融合学会年会, 船堀 (2005)30aB09P.[4] E.Stamate et al.: Proc. 6th ICRP/23nd SPP, Matsushima(2006)P-3B-13.