

イオン敏感プローブ計測の原理的な問題点とその解決法

Principle of ion sensitive probe technique revisited

河森 栄一郎、謝東原、西田靖
Eiichirou Kawamori¹, Tung-Yuan Hsieh¹, Yasushi Nishida²

¹ Institute of Space, Astrophysical and Plasma Sciences, National Cheng Kung University, Taiwan
² Plasma and Space Science Center, National Cheng Kung University, Taiwan

比較的低温度の磁化プラズマにおけるイオン温度計測法としてイオンセンシティブプローブ(ISP)は広く用いられてきたが[1,2]、標準的ISPの計測原理によれば本来受かるはずのない電子電流により、プローブ電流-電圧特性が汚染されることが多くの実験で確認されている[3-5]。本研究では、その原因と解決法を見だし、正確なイオン温度計測を実験的に示した。

標準的ISP計測の原理では、イオンと電子のラーマー半径の大きな差を利用し、イオン電流のみをコレクターで捕集する。通常のラングミュアプローブ計測では桁違いに大きな電子電流に覆い隠されてしまう、イオンのパラメータ(温度、密度、空間電位)のみに依存したイオン電流-電圧特性が計測できるので、イオン温度を得ることができる。標準的ISPでは、磁場に垂直方向に向けたコレクターに入射する電子をブロックするのに、図1のようにガード電極やセラミックケーシングを利用する。しかし、ほとんどのISP計測実験で観測されているように、この標準的な方法では電子電流を零にすることはできなく、得られた電流-電圧特性には電子電流の寄与がかなり大きな割合で混入している。

詳細はポスター講演で発表するが、原因

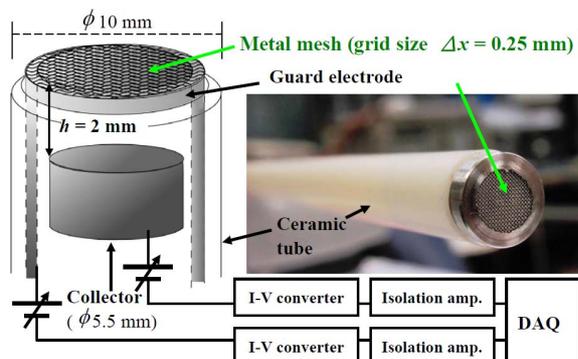


Fig. 1 The new ISP sensor structure with electric circuit components.

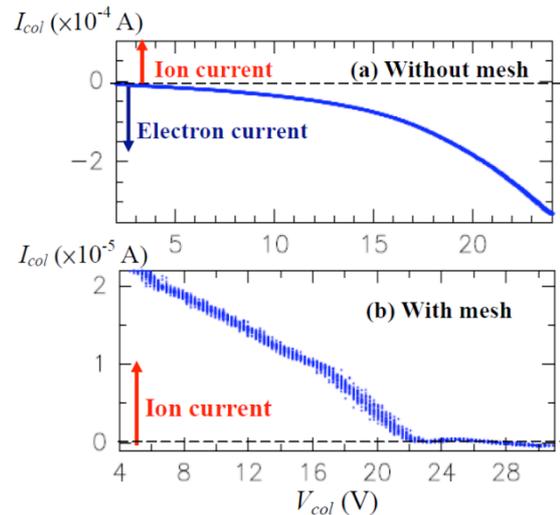


Fig. 2 I - V characteristic curves measured by (a) the conventional Katsumata probe, and (b) the new ISP with a mesh electrode.

は、標準的ISPモデルでは無視されているイオン電流による空間電位だと考えられる。図1に示すように、コレクターの入口部に金属メッシュを設置することでこの問題は解決できる。図2は、標準的ISPと新型のISPにより得られた電流-電圧特性である。標準的ISPでは完全に電子電流に汚染され、通常のラングミュアプローブの電流-電圧特性のようであるが、金属メッシュを設置した場合、電子電流成分はほぼ零になっていることがわかる。この計測で評価されたイオン温度は0.4 eVである。

1. I. Katsumata and M. Okazaki, Jpn. J. Appl. Phys., **6**, 123 (1967).
2. I. Katsumata, Contrib. Plasma Phys., **36**, 73 (1996).
3. K. Uehara, A. Tsushima, H. Amemiya, J. Phys. Soc. Jpn., **66**, 921 (1997).
4. N. Ezumi, J. Nucl. Mater., **337-339**, 1106 (2005).
5. R. Ochoukov, D. G. Whyte, B. Lipschultz, B. LaBombard, and S. Wukitch, Rev. Sci. Instrum., **81**, 10E111 (2010).