

位相変調 2 倍高調波干渉計による高気圧プラズマ電子密度計測

Diagnostics of electron density in high-pressure plasma using phase-modulated dispersion interferometry

東大院新領域¹, 核融合研² ○占部 継一郎¹, 秋山 毅志², 寺嶋 和夫¹

Univ. Tokyo¹, NIFS² ○Keiichiro Urabe¹, Tsuyoshi Akiyama², Kazuo Terashima¹

E-mail: k.urabe@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

核融合プラズマ電子密度計測に用いられる位相変調 2 倍高調波干渉計 (Phase-modulated dispersion interferometry: PMDI) [1] は, 従来の干渉計と比較して, 装置の振動によるプローブ光位相変化や受光部でのプローブ光強度変化が計測結果に与える影響を除去できるという利点を有する. これは, 高気圧低温プラズマ電子密度のレーザー干渉計測時に問題となるプラズマ中と周囲のガス密度 (温度) 変化によるプローブ光位相変化 [2] が同様の原理により除去され, PMDI による高気圧プラズマ中の高精度電子密度計測の実現可能性を示唆している. 本発表では, PMDI による高気圧プラズマ計測に関する理論的検討や, 核融合科学研究所において行った大気圧マイクロプラズマの PMDI 計測実験結果を紹介する.

2. 理論的検討

本研究で用いる PMDI は, プローブレザー光源の基本波と 2 倍波の位相変化を比較し, 測定対象の屈折率変動の「分散成分」のみを計測する. 光路長 (振動) やガス密度 (温度) 変化による屈折率変化 [3] は, 電子生成による屈折率変化 [4] と比較して分散が非常に小さく, PMDI では殆ど検出されない. そのため, 高気圧プラズマ計測に PMDI を用いた場合, 電子生成・消滅による屈折率変化が通常の干渉計よりも明瞭に測定され, 電子密度計測の高精度化が予想される.

3. 実験

PMDI による高気圧プラズマ電子密度計測の高精度化を確認するため, 大気中に吹き出したヘリウムガス中にパルス DC 放電 ($\phi < 1$ mm) を発生 [5] させ, 内部の電子密度計測を行った. 実験結果より, 測定対象 (50~125 mA) の電子密度が $4 \times 10^{13} \sim 1.4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ であり, 今回使用した PMDI 計測系は電子線密度分解能 $7 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$, 時間分解能 110 μs を有していることが判明した. [6]

謝辞 本研究は, 科研費補助金 (文部科学省, 日本学術振興会) 及び核融合科学研究所の補助を受け行いました. この場を借りて深く感謝申し上げます.

参考文献

- [1]: T. Akiyama *et al.*, Plasma Fusion Res., **5** (2010) S1041. [2]: F. Leipold *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys., **33** (2000) 2268. [3]: C. W. Allen, *Astrophysical Quantities* (The Athlon Press, London, 1973). [4]: I. H. Hutchinson, *Principles of Plasma Diagnostics* (Cambridge Univ. Press, New York, 2002). [5]: K. Urabe *et al.*, Appl. Phys. Express, **6** (2013) 126101. [6]: K. Urabe *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys., **47** (2014) 262001.