

短波長レーザーにおける微小偏光角計測の高精度化 High-precision measurement of small polarization angle using short wavelength laser

荒川弘之¹、笹尾一¹、河野康則¹、伊丹潔¹

Hiroyuki ARAKAWA¹, Hajime SASAO¹, Yasunori KAWANO¹, Kiyoshi ITAMI¹

原子力機構¹
JAEA¹

磁場閉じ込め型核融合炉のプラズマ生成制御では、長時間(～数ヶ月)に渡り高精度な電子密度データをリアルタイムにフィードバックすることが必要不可欠である。これらに加え、将来の核融合実験装置においては、高密度プラズマ中での計測が可能であること、計測を行う物理的なアクセス領域が小さいこと、アクセス窓や伝送ミラーの曇の影響が小さいこと等が求められる。これらにより、利用できるレーザー波長は制限されてしまい、十分な分解能が得られない可能性がある。

本研究では、レーザー偏光計による電子密度計測において[1]、任意の波長のレーザーで、高精度計測を行うために、微小な偏光角を拡大し、高分解能化する手法の提案・原理実証を行った。

偏光角の拡大は、回折格子を用いて行った。回折格子には入射光の偏光によって回折効率が異なる特性を持つ為、図1(a)の様に、入射偏光角を拡大させることができる。図1(b)に本研究での実験の体系を示す。炭酸ガスレーザー(10.6 μm)を用い、回折格子(溝本数150本/mm、ブレイズ角は、26.7°)はリトロー配置、偏光角計測には光弾性変調器(PEM)を用いた。

偏光角の拡大の研究は、他分野において、平板を用いた手法の開発がされている[2]。しかし、図2の計算結果が示す様に、偏光角の拡大率において、平板は回折格子と比べて入射角の依存性が大きいため、計測の安定性が劣る。

図3に本実験で入射偏光角が拡大された結果を示す。拡大は約2.7倍で、計算結果とよく一致している。この結果から、拡大光学系を多段にすることで、入射偏光角の拡大率を制御できる。また、レーザーパワーを大きくすることで、分解能を向上させることができる。

本研究によるレーザー偏光計の高分解能化は、プラズマ電子密度計測の他、高分子材料、創薬分野などの高機能材料の旋光性の計測を行う際にも役立つことが見込まれる。

[1]Y. Kawano, et al., Rev. Sci. Instrum 70, 2 (1999)

[2]M. Lintz, et al., Rev. Sci. Instrum. 76, 043102 (2005)

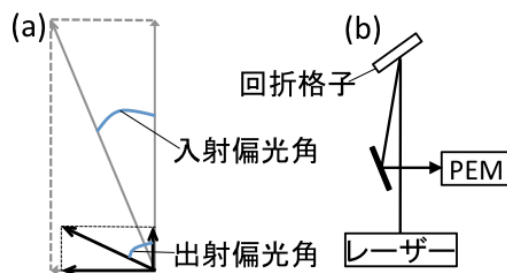


図1 (a) 回折格子による偏光角拡大原理。(b)本実験の体系。

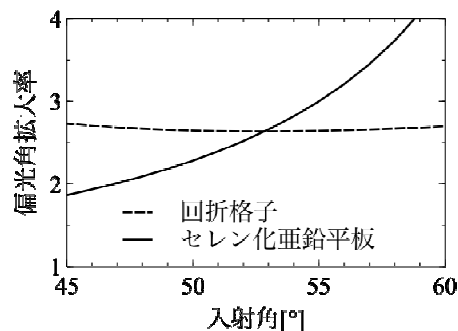


図2: 回折格子と平板(セレン化亜鉛)による拡大率の入射角依存性。(計算値)

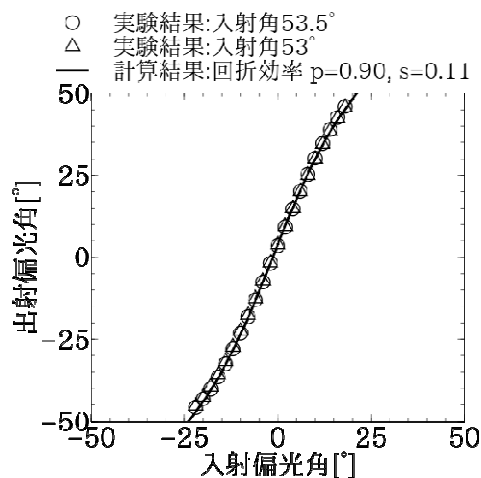


図3: 回折格子による偏光角拡大実験(入射角53.5°、53°)と計算結果。