

単一干渉フィルタによるトムソン散乱計測用分光器の開発

Development of Single Interference-Filter Spectrometer for Thomson Scattering Measurement

中井颯馬¹、石田俊介¹、南佑典²、小野靖^{1,2}

Soma NAKAI¹, Shunsuke ISHIDA¹, Yusuke MINAMI² and Yasushi ONO^{1,2}

東大院新領域¹、東大工²

Graduate School of Frontier Sciences, Tokyo Univ.¹, Department of Engineering, Tokyo Univ.²

トムソン散乱計測は計測点の局所的な情報を得ることができるため、視野の広い集光系を構築できれば計測点数にほとんど制限がない。計測点の拡充における障害としては、計測点毎に必要な分光器のコスト及び設置場所が挙げられるが、本研究室ではこれまで、レーザを往復させる2次元計測により、計測点毎の必要機器を1次元分に低減する工夫を行ってきた[1]。今回は、高精細な1次元のトムソン散乱計測を実現すべく、低コストな分光器を開発した。

従来の分光器では一般に、異なる透過波長を持つ複数の干渉（バンドパス）フィルタに対し、散乱光を次々反射させ、透過した成分を各チャンネルで検出する。干渉フィルタ及び検出器に用いられるAPDは高価であり、これが計測点数×チャンネル数だけ必要となることは、計測系全体のコストに大きく影響する。また、複数の干渉フィルタをリレーすることは広い空間を必要とし、計測系を設置する上での制約となる。

干渉フィルタは屈折率の異なる層を多数重ねることで、各層での反射光を干渉させ、限られた波長のみを透過させる。光の干渉は光路差と波長に依存するため、入射角度に応じて透過する波長も変化する。筆者はこの性質を利用し、散乱光を単一のフィルタに対し、角度を変えて複数回入射することによる波長帯の切り出しを提案・実証している。

図1に示すような等倍光学系により、光ファイバから出た散乱光に角度をつけて干渉フィルタへ入射する。フィルタで反射した成分は、同一のレンズにより別の光ファイバへ集光された後、再びこの系へと入射される。再入射時はフィルタへの入射角度を変え、この工程を繰り返すことで複数の波長帯の切り出しを行う。又、この際入射毎に時間差をつけることで単一の検出器による複数信号の計測が可能となる。

提案する新規分光手法における実験結果を図2に示す。実験では3度目の入射時に光量が約49%まで低下しており、周回の効率は約70%であった。講演では提案したモデルの光学設計の結果と共に、実際の計測信号から得られる性能の評価について報告する。

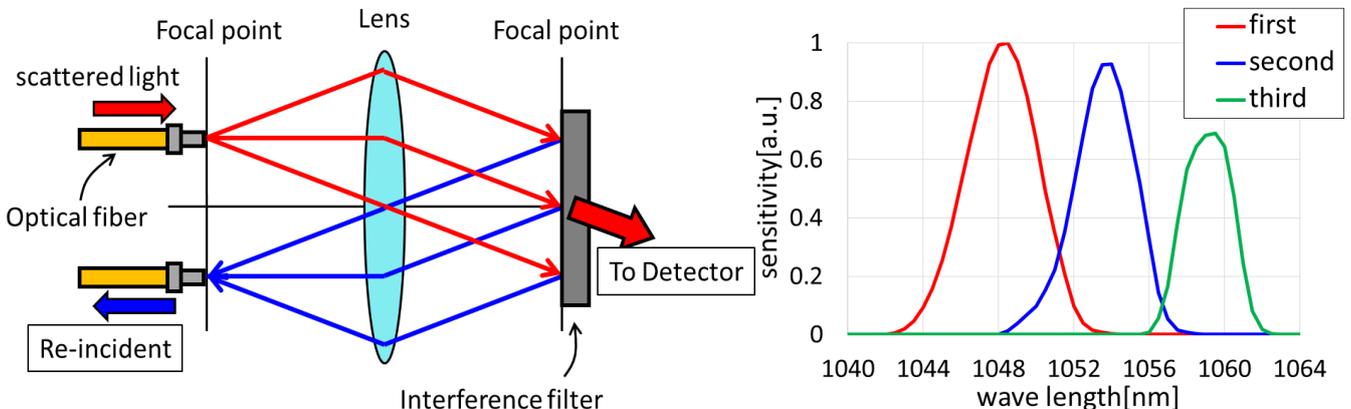


図1：干渉フィルタへの散乱光の複数回入射

図2：複数回入射時のフィルタ透過波長の変化

[1] T. Sumikawa, K. Yamashita, E.Kawamori, K. Narihara and Y. Ono, Plasma Fus. Res. 2, S1108 (2007)

本研究はJSPS日中韓フォーサイト事業ならびに科研費15H05750、15K14279、26287143の助成を受けたものです。