

QUEST における光ファイバーを用いた反射型サニャック干渉計の 真空容器電流計測への適用

Application of Fiber-Optic Reflective Sagnac Interferometer to Diagnostics on Vacuum Vessel Current of QUEST.

南 良貴、飯尾 俊二、筒井 広明、
御手洗 修¹、中村 一男²、長谷川 真²、図子 秀樹²、秋山 毅志³
Yoshiki Minami, Shunji Tsuji-Iio, Hiroaki Tsutui,
Osamu Mitarai¹, Kazuo Nakamura², et al.

東工大、東海大¹、九大²、核融合研³
Tokyo Tech, Tokai Univ.¹, Kyushu Univ.², NIFS³

真空容器に流れる電流は誤差磁場を作り、トカマク型核融合装置の電流の立ち上げに悪影響を及ぼす。これを評価するために、九州大学の球状トカマク装置 QUEST において、真空容器電流+CS コイル電流×216 巻を 3 桁の精度で測る計測器を開発している。真空容器電流の減衰時間を超える長時間放電においては、プラズマ電流計測器としても機能する。

真空容器を囲むように光ファイバーを 1 周巻き、光ファイバーに沿った磁場の積分をファラデー効果による偏光面の回転で計測し、電流を評価する。光ファイバーは曲げによる複屈折・温度変化・機械的振動等の影響を受けて計測精度が劣化する。石英ガラス・ファイバーと比較して温度依存性が若干大きい、ベルデ定数（感度）が約 6 倍で光弾性定数が小さくて曲げ半径を小さくできる鉛ガラス・ファイバーをセンサとする。入手可能な 1550 nm 用低複屈折シングルモード・ファイバーを、保護のためにトーラス中心軸に設置したテフロンチューブとトーラス上下と外側に敷設したフレキ管に通す。

ファラデー回転計測に反射型サニャック干渉計を採用した。サニャック干渉計はファイバーと相性がよく、特に反射型サニャック干渉計は、光の伝搬経路がすべてファイバーで構成され、機械振動に対して強い。図 1 に反射型サニャック干渉計を模式的に示す。ファイバー内には 2 偏波が伝搬しており、ミラーで反射されてそれぞれの経路が逆転し、その後に偏光子で干渉する。両者が受けるファラデー効果による位相差は単光路方式の 4 倍になり、高い感度の計測が可能である。両偏波は往復で同じ光路を通ることになり、振動からくる位相変化は等しくなり振動ノイズの影響は小さくなる。干渉信号の位相変調周波数の基本波成分と 2 倍高調波成分の比から、ファラデー回転角を評価する。

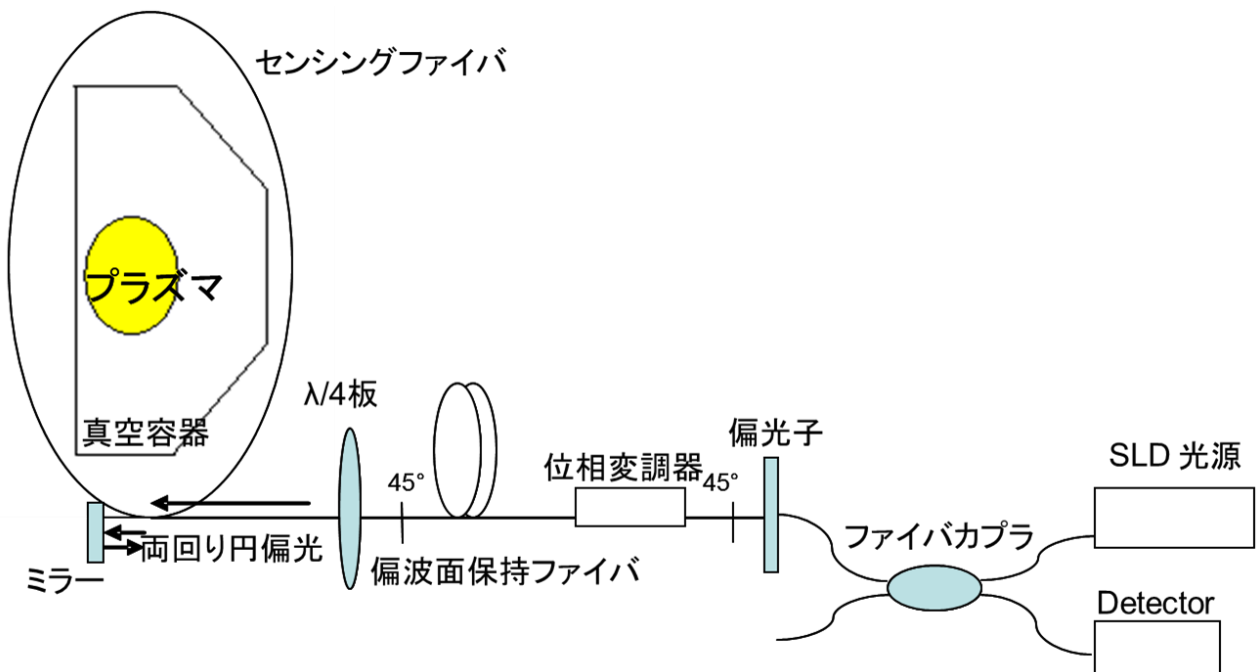


図 1 反射型サニャック干渉計の構成図