

QUEST における 75 GHz 準光学干渉計システムの開発 The development of 75 GHz quasi-optical interferometer system in the QUEST spherical tokamak

柚木美羽¹, 福山雅治¹, 中村一男², 恩地拓己², 池添竜也², 吉川正志³, 出射浩²

YUNOKI Mi¹, FUKUYAMA Masaharu¹, NAKAMURA Kazuo²,
ONCHI Takumi², IKEZOE Ryuya², YOSHIKAWA Masayuki³, IDEI Hiroshi²

¹九大総理工 ²九大応力研 ³筑波大プラ研

¹IGSES, Kyushu Univ. ²RIAM, Kyushu Univ. ³PRC, Univ. of Tsukuba

干渉計によるプラズマの線平均密度計測は高時間分解能を有するため、トムソン散乱による局所密度計測と相補的に使える重要な密度診断法である。QUESTのミリ波干渉計は、コルゲートホーンアンテナと二枚の準光学ミラーで構成されており、図1にそのシステムの構造及びビームの経路を示す。発振器から入射されたビームは2枚のミラーで真空容器内のセンターポストに集光された後、センターポスト上のミラーで反射され、同一の往復経路を通過する。今回、周波数・位相ロックが可能なシステムを構築するため、ミリ波周波数を140 GHzから75 GHzに変更した。本発表では、75 GHzに対応したコルゲートホーンアンテナの設計、低電力試験結果及び、二枚の準光学ミラーの設計について報告する。

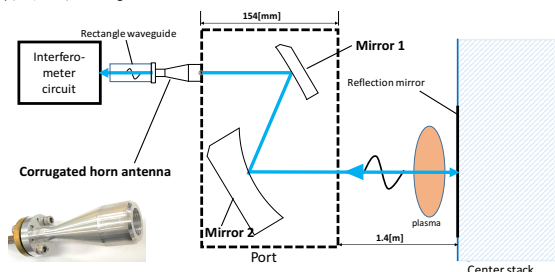


図1 干渉計システム及びビーム軌道

QUEST の干渉計システムでは、矩形導波管 TE_{10} モードは円形 TE_{11} モードに変換され、さらに HE_{11} モードに変換される。 HE_{11} モードは、ガウスビームの分布によく似ているため、準光学ミラー伝送に用いられる。コルゲートホーンアンテナ設計では、滑らかに TE_{11} モードから HE_{11} モードまでを変換することが重要である。図2は、文献[1]に基づいて設計されたコルゲートホーンアンテナの設計図面である。アンテナに TE_{11} モードを入射したときのアンテナ出力の電場分布をシミュレーションソフト COMSOL で計算した結果を図3に示す。電場ベクトルが矢印で表されている。

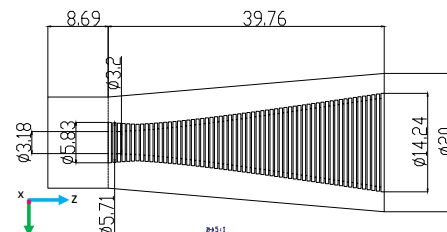


図2 コルゲートホーンアンテナ断面図

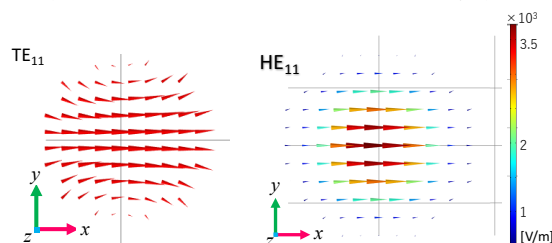


図3 入射ビームの電場(左)と開口部の電場(右)

次に、作成したコルゲートホーンアンテナの低電力試験を行った。放射電場について実測値と COMSOL 計算、及びキルヒホッフ積分コードで導いた強度及び位相を x 軸、 y 軸方向について比較した結果を図4に示す。 x 軸 y 軸ともに伝搬特性はいずれもほぼ一致した。今後はこのアンテナを用いて、今回設計した準光学ミラーの低電力試験を行う予定である。

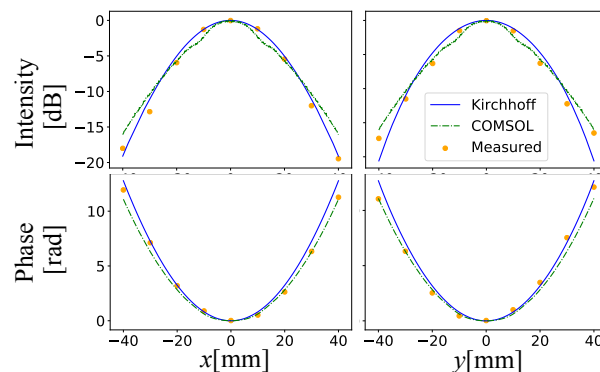


図4 コルゲートホーンアンテナ低電力試験結果
($z = 100$ mm)

[1] Christophe Granet and Graeme L. James. Design of Corrugated Horns : A Primer IEEE Xplore (2005)