

JT-60SA電子サイクロトロン電流駆動システム用低損失広帯域偏波器に関する開発研究

## Development of Low Loss Wide Band Polarizer for ECCD System in JT-60SA

大森航平<sup>1)</sup>, 堀江直之<sup>1)</sup>, 大森惇史<sup>1)</sup>, 三枝幹雄<sup>1)</sup>, 小林貴之<sup>2)</sup>, 森山伸一<sup>2)</sup>, 安良田寛<sup>2)</sup>, 宇野毅<sup>3)</sup>  
OMORI Koehi<sup>1)</sup>, HORIE Naoyuki<sup>1)</sup>, OMORI Atsushi<sup>1)</sup>, SAIGUSA Mikio<sup>1)</sup>, KOBAYASHI Takayuki<sup>2)</sup>,  
MORIYAMA Shinichi<sup>2)</sup>, ARATA Hiroshi<sup>3)</sup>, UNO Tsuyoshi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>茨城大工, <sup>2)</sup>量研機構, <sup>3)</sup>金属技研

<sup>1)</sup>Ibaraki Univ., <sup>2)</sup>QST, <sup>3)</sup>Metal Technology Co.Ltd.

### 1.はじめに

核融合プラズマ電子サイクロトロン電流駆動方式(ECCD)において、駆動効率を最大とするためにはジャイロトロンから入射された直線偏波を特定の楕円偏波に変換する偏波器が必要となる。TwisterとCircular Polarizerの2種類の反射型偏波器を組み合わせることであらゆる楕円偏波を生成することができる。本研究ではJT-60SAで使用予定の110/138 GHzの2周波数ジャイロトロンに対応した広帯域偏波器の開発を目指している。

### 2.矩形型偏波器の大電力試験

矩形型回折格子のTwisterにおいて、ジャイロトロン周波数110/138 GHz、入射電力0.3 MW、発振幅10秒での損失評価を行った。ワイヤー放電加工にて製作したTwisterでは、110 GHzにおいて0.50~1.26%、138 GHzでは0.65~1.34%であったが、表面粗さを小さくするため機械加工にて再製作したところ、110 GHzで0.20~0.44%、138 GHzで0.29~0.57%と損失を半分以下に低減することができた。

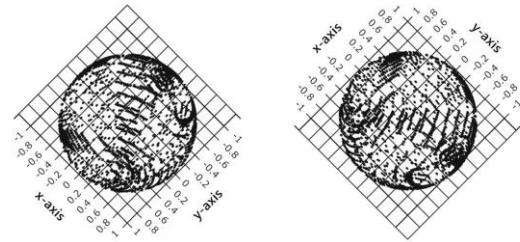
また、入射電力0.9 MWにおいて発振幅20秒の長パルス試験を行い、温度上昇が飽和していることを確認した。試験後分解した際、回折格子表面に大きな損傷は見られなかった。

### 3.Sin型偏波器の特性評価

ワイヤー放電加工で製作した矩形型回折格子偏波器の大電力試験をもとにした熱応力解析の結果からJT-60SAで予定されている1 MW、100秒の運転に耐えられない可能性が指摘されたため、熱応力の低減が予測されるSin型回折格子の偏波器に関しても広帯域で十分な偏波特性が得られる設計を試みた。形状はSin型の溝の底部と上部を $R=0.20$  mmの丸みで近似したモデルで、FDTD法による電磁界解析を行った。Twisterの形状は溝周期1.17 mm、溝深さ0.93 mm、Circular Polarizerは1.17 mm、0.66 mmで両周波数で良好な偏波特性を確認した。

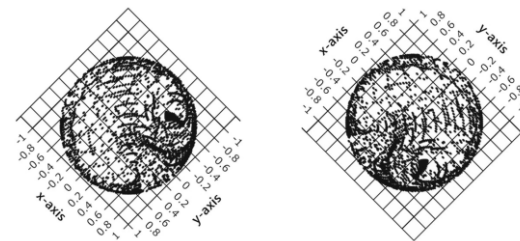
最適化した2つの偏波器の組み合わせでできる最終的な偏波を確認するため、ポアンカレ球での評価を行った(図1、2)。110/138 GHzにおいて北半球・南半球共に全領域覆えていることから、両周

波数帯において全偏波生成可能であることを確認した。なお、プロットは生成領域を明確にするため3.75°の線形補間を行っている。



(a)Northern Hemisphere (b)Southern Hemisphere

図1 110 GHzでのポアンカレ球



(a)Northern Hemisphere (b)Southern Hemisphere

図2 138 GHzでのポアンカレ球

また、実際に解析により最適化したSin型Twisterを製作し低電力試験で偏波特性を確認した(図3)。

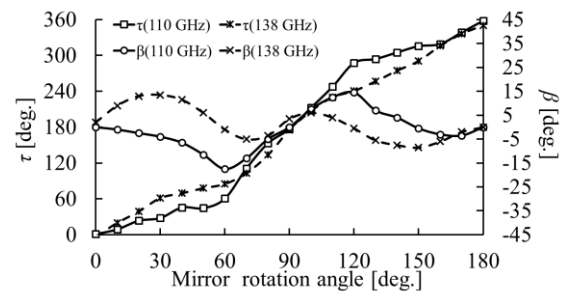


図3 Sin型Twisterの試験結果

### 4.まとめ

矩形型回折格子を用いた偏波器の加工方法をワイヤー放電加工から機械加工に変更することで大幅な損失低減を大電力試験にて確認した。また、Sin型回折格子を用いた偏波器において、数値解析により最適な形状を決定すると共にポアンカレ球による評価を行い、任意の偏波が生成可能であることを確認した。