

成膜用カスプ磁場装置に適したマイクロ波アンテナ Microwave antenna suitable for cusp magnetic field plasma deposition device

小口 治久
Koguchi Haruhisa

産総研
AIST

成膜用に固体元素プラズマ源の開発を行っている。固体元素はガス分子ではない為壁に到達すると吸着してしまう事が想定される。この為プラズマから見た壁面積を狭くする方法としてカスプ磁場を用いている。カスプ磁場は電子サイクロトロン加熱（ECH）面も兼ねており波長と同程度の大きさの装置（プラズマチェンバーはICF203フランジのニップルで構成される）に対して、カスプ磁場の存在する壁付近にだけマイクロ波を導入したい。しかし、使用している導波管とプラズマチェンバーは同等のサイズであり、ホーンアンテナ等でマイクロ波を導入するとチェンバーの中心付近に輻射される。この為プラズマはアンテナ近傍のチェンバー中心付近で生成されてしまい、壁付近に存在するカスプ磁場の領域にはマイクロ波が十分には供給されない事が問題となっていた。又石英ガラスがプラズマチェンバーに面していると熱負荷が直接石英ガラスに掛かってしまい最悪真空漏れに繋がる。チェンバー壁付近に存在するカスプ磁場領域に選択的にマイクロ波を導入し、更に真空境界にあたる石英ガラスへの熱負荷を軽減したアンテナ系を設計し実験を行っている。

図にアンテナ系の概要を示す。テーパ導波管から垂直に円形石英ガラス（図中石英1）を配置すると入射マイクロ波はマジックTと同様に図中上下に二分岐される。石英1と石英2の間にはクロススロットアンテナが上下2対作られており、方形導波管から入射されたマイクロ波はクロススロットアンテナを介し石英1から石英2へと入射される。ここで、石英2は真空封じも兼ねている。石英2をプラズマ生成による熱負荷から守る為とプラズマチェンバーの壁付近にマイクロ波を導入する為に、プラズマ対向面のフランジとして円周の一部分を円弧上に縁を切り取ったアルミ製の板を設置している。切り取る部分を大きくすればマイクロ波の射出性は向上するが、一方でこのアルミ板

はプラズマに対向している為熱負荷がかかる。プラズマチェンバーへは残された部分の接触で主に熱を逃がすことになるが、排熱が上手くいかないと背面の石英2へ熱負荷が掛かってしまう。接触面の確保とより均等な輻射を目標に様々な形状のアンテナ系に対して有限要素法を用いた計算を行っている。又、実際に製作したアンテナ系でプラズマ生成を試験している。

計算上は、1/4波長の円弧状スロット6個を均等に配置する事が、より均等なマイクロ波供給と接触面の確保に有効であるが、実際のプラズマチェンバーには他の要素も組み込まれているので、実験で調べている。又、プラズマ対向アルミ板はSUS製フランジに接しており、接触抵抗とSUSの熱伝導の悪さを軽減する為にフランジとプラズマ対向板を一体型にしたアルミ製のフランジを製作し導入に向け準備を行っている。詳細は講演にて。

