

氏名	水内 亨 みずうち とおる
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第796号
学位授与の日付	昭和58年1月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科電気工学第二専攻
学位論文題目	ヘリオトロン DM 装置における不整磁場およびプラズマの閉じ込めに関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 宇尾光治 教授 飯吉厚夫 教授 秋宗秀夫

論文内容の要旨

本論文は、ヘリオトロン DM 装置を用いて行った、不整磁場が磁気面及びプラズマの閉じ込めに及ぼす影響に関する研究とレーザーによるプラズマの生成及び閉じ込めに関する研究をまとめたものであり、7章から成っている。

第1章は序論であり、磁場によるプラズマの閉じ込めに関する歴史的経緯を概括し、又ヘリオトロン型装置におけるこれまでの研究の展開について述べ、本研究の目的とその位置づけを明らかにしている。

第2章では、実験に使用されたヘリオトロン DM 装置の磁場配位であるヘリカルヘリオトロン磁場について、その解析法及びそれから得られる磁気面の諸性質が述べられている。更に、ヘリオトロン DM 装置について、又、それを用いて実験を遂行するに際して開発、工夫された技術的手法についても述べられている。

第3章では、まず解析的手法により不整磁場が磁気面に与える影響を、発生する磁気島の大きさの観点から検討され、次いで、計算機を用いた数値計算により、解析的に与えられる磁気島の巾の式がヘリカルヘリオトロン磁場の場合にも適用され得る事が示されている。更に実際にヘリオトロン DM 装置で考えられる不整磁場に関して検討が行われており、特に給電部に関してその改善策が示されている。

第4章ではヘリオトロン DM 装置の磁気面の実測結果が述べられている。当初磁気面はかなり破壊されていたものが、不整磁場の小さい給電部、並びに振巾、位相が共に可変の補正コイルの使用により十分に修正され得る事が報告されている。更に回転変換の測定結果についても述べられている。

第5章では、ヘリオトロン DM 装置で生成されるジュール加熱プラズマを対象として不整磁場がプラズマの振舞いに与える影響について検討されている。即ち、不整磁場がある場合のプラズマの密度、温度の空間分布が調べられ、磁気面の実測結果との比較検討が行われている。又、磁気面の修正によりこれらの性質がどの様に変化するかについても述べられている。

第6章は、無電流プラズマ生成法の一つであるレーザービームによるプラズマ生成をヘリオトロン DM

装置で行った結果を述べている。その結果、回転変換の大きいヘリカルヘリオトロン磁場配位において、トラス上1点で生成されたプラズマが十分トラスを周回し、トロイダルプラズマとして閉じ込められる事が示されている。又、燃料ペレットと大出力レーザービームを組み合わせたプラズマ生成法の可能性についても論じられている。

第7章では本研究で得られた成果をまとめて本論文の総括が行われている。

論文審査の結果の要旨

トラス型プラズマ閉じ込め装置の製作に際しては、不整磁場が閉じ込め磁場性能に与える影響について十分検討を加えておかなければならない。一方、実際の装置製作に際しては、完全に不整磁場を無くすることは不可能である。従って、現実的には不整磁場の許容値を明らかにすること、および不整磁場の修正のための方策を見出すことが重要である。

本論文は、ヘリオトロン DM 装置を用いて、不整磁場のヘリカルヘリオトロン磁場に与える影響について、理論、実験の両面から系統的に研究を行ったものである。まず、存在する不整磁場が閉じ込めに与える影響を解析的、数値的計算によって明らかにし、続いて、実験によって、不整磁場による磁場配位の破壊の様子を観測し、ジュール加熱プラズマパラメータに対する相関を調べている。得られた主な成果は次の通りである。

1. ヘリオトロン磁場に不整磁場が加わると、閉じ込め磁場配位（磁気面）は破壊され、磁気島が形成されるが、その不整磁場の大きさと磁気島の大きさの関係について比較的簡単な解析式を導き、実測値が十分良い近似で一致することを明らかにした。
2. 不整磁場発生の主要因となり得るヘリカルコイルの給電部に関して、その不整磁場を最小にする構造を提案し、実機に適用してその有効性が実証された。
3. ヘリカルコイル、垂直磁場用コイルの製作にあたって許容される位置精度を数値的に明らかにした。
4. 電子ビームを用いて磁気面の追跡を行い、給電部の構造改善、修正用コイルの動作による不整磁場の修正前後の磁気面の破壊の様子を詳細に実測した。不整磁場の修正により回転変換の大きなヘリオトロン磁場が形成され、ほぼ計算通りの正常な磁気面が形成されていることが確認された。
5. 不整磁場の修正のために、装置の上部に一对の比較的簡単な補正コイルを設置し、低モード数の不整磁場に対して容易に磁気面が修正され得ることが示された。
6. ジュール加熱プラズマを用いて、不整磁場がプラズマの閉じ込め性能に与える影響を調べた結果、磁気島の存在によりプラズマの温度、密度分布が変化すること、そのために閉じ込め性能が劣化することが明らかになった。
7. 回転変換の大きなヘリオトロン磁場中におかれたターゲットにレーザー光を照射してプラズマを生成したところ、プラズマは高い効率でヘリオトロン磁場中に捕捉されることが示された。

以上の様に、本研究で得られた成果はヘリオトロン装置における不整磁場の影響等に関して多くの有用な知見を与えるものであり、既に、これらの結果はヘリオトロンE装置の設計に際しても重要な資料を提供したものである。今後の核融合実験装置製作に有用な知見を与えるものとして、学術上、実際上の寄与

は少なくないものとする。

よって、本論文は、工学博士の学位論文として価値あるものとする。