

氏名(本籍)	たなか さとる 田中 覚(大阪府)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第2,066号		
学位授与年月日	平成11年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	Control of Macroscopic Instability in the GAMMA 10 Tandem Mirror (タンデムミラーガンマ10における巨視的不安定性の制御)		
主査	筑波大学教授	理学博士	長 照 二
副査	筑波大学助教授	理学博士	斉 藤 輝 雄
副査	筑波大学助教授	理学博士	北 條 仁 士
副査	筑波大学助教授	工学博士	市 村 真
副査	東北大学教授	工学博士	犬 竹 正 明

論文の内容の要旨

本論文は、プラズマ研究センターで稼働しているタンデムミラー装置ガンマ10プラズマの、巨視的不安定性の同定とその抑制方法に関するものである。

直線型装置であるタンデムミラー実験の主な目的は、電位による磁力線に沿った方向の閉じ込め改善及び高ベータプラズマの生成である。ガンマ10では、巨視的に安定な多極磁場を併用したアンカー部を、主たる閉じ込め領域であるセントラル部の両側に配置することにより、平均として全体を安定化する平均磁場配位を導入している。より高いベータ値達成を目指した強い高周波加熱時、及びプラグ部電子加熱による閉じ込め電位形成時に、プラズマの蓄積エネルギーの減少を伴う強い低周波密度揺動が観測される場合がある。本論文は、このような低周波揺動の時間的及び空間的な解析を行い、不安定性を同定し、その抑制法を確立する事を目的としている。

ガンマ10では、プラズマが安定に存在できる領域と存在できない領域を分ける巨視的な安定境界の存在が実験的に確認されている。この安定境界は、閉じ込め電位形成に伴う径方向電場の存在に強く依存する。不安定時に発生する低周波密度揺動の測定は、ガンマ10各部に設置した静電プローブを用いて行った。セントラル部中央の固定リミッター上に設置した静電プローブアレイを用いて揺動の方位角方向のモード数、位相速度を求め、磁力線方向に設置したプローブを用いて同一磁力線上での軸方向波数を求め、揺動を同定した。揺動に関して得られた結果を以下に要約する。

1. セントラルプラズマの高ベータ化を目的として、高電力の高周波を印加した実験において観測される揺動はフルートタイプの揺動であり、セントラル部プラズマの圧力が増大し、セントラル部とアンカー部のベータ値の比が安定境界付近に到達する事によって不安定となるフルート交換不安定性である事を明らかとした。

2. 閉じ込め電位の形成を目的としたプラグ電子加熱の実験において観測される揺動も、同じくフルートタイプの揺動であり、強い径方向電場の発生に起因するフルートE×B回転駆動不安定である事を明らかとした。

以上の実験結果は、タンデムミラーの目標である、高ベータプラズマの電位による閉じ込め改善を目指した実験において、フルート不安定性の抑制が不可欠である事を示したものである。ガンマ10におけるフルート不安定性の抑制法及び制御法を確立する事を目的として行った実験における成果を以下に要約する。

1. ガンマ10アンカー部のプラズマは、セントラル部両端(東西)に設置されているアンテナで励起される高周波波動により加熱・維持されている。東西のアンテナを同一周波数で駆動した場合、波動が干渉を起こし、ア

ンカー部の加熱に影響を与える。両アンテナに給電する高周波電流間の位相を系統的に変化させ、波動の干渉を制御した結果、波動の重ね合わせで加熱が有効に行われる位相では、セントラル部とアンカー部のベータ値の比を小さく維持できるとともにセントラル部の蓄積エネルギーが高い値で維持される事を明らかとした。波動が打ち消し合う位相では、フルートタイプの揺動が発生しプラズマが崩壊する。これにより、高周波加熱アンカー部による平均極小磁場配位の有効性、及び高周波の位相制御によるアンカー部のベータ値制御が可能である事を初めて実験的に示した。

2. 外側磁場変換部（アンカー部とプラグ/バリア部の間）には、従来より、径方向に可動な導体板のリミターが設置されている。この可動リミターにより、閉じ込め電位形成時のプラズマの安定維持が可能である。発生するフルートタイプ揺動の強度は、可動リミターを挿入するにつれて減少する。この安定化機構を明らかにする為、方位角方向に分割した可動リミターを新しく設置した。同じ挿入位置において電氣的に絶縁した時、フルートタイプの揺動強度が顕著に増加することを実験的に明らかとし、ガンマ10におけるフルート不安定性に対して、導体板によるline tyingの効果が抑制に有効である事を初めて示した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、タンデムミラーにおいて高ベータプラズマの電位による閉じ込め改善を行う上で、フルート不安定性の抑制が不可欠である事を示し、その方法を実験的に明らかとした。本研究の成果は、タンデムミラー装置での高ベータプラズマ閉じ込めの実証に大きく貢献するものである。また、本研究の成果は、すでに学術誌に掲載されており、その価値が認められている。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。