

氏 名	朴 德 圭 パク ドク キュ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1297 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	STUDIES ON LOW PRESSURE DISCHARGES AND PLASMA PROPERTIES IN COMPLEX MAGNETIC FIELDS RELATED WITH PLASMA CONFINEMENT (プラズマ閉じ込めに関連する複雑な磁界中の低気圧放電と プラズマの性質に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 板 谷 良 平 教 授 飯 吉 厚 夫 教 授 上 之 園 親 佐

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はプラズマの閉じ込めに用いられるような非一様な磁界中の低気圧有極放電について行った実験とその成果をまとめたもので、7章からなっている。

第1章では緒言として、プラズマ閉じ込め用磁界の形状と特徴を紹介し、そのような磁界中の放電現象解明の意義と目的、並びに論文全体の構成を述べている。

第2章では、本研究に使用した実験装置の構成、特徴を記述するとともに、本実験装置を用いて得た低気圧放電の形状を示して、本論文の研究対象の実体を具体的に明らかにしている。すなわち、ガラス外壁をもつ真空容器内にミラー磁界、カスプ磁界、単純トロイダル磁界などを作り、これらの磁界中に陰極又は陽極を置いたときの低気圧放電の光条を示して、磁界の方向との関係から、この光条は陰極から放出された電子によって作られたものであることを定性的に明らかにし、以下の章で解明すべき問題提起を行っている。

第3章では、従来かかる複雑な磁界中の放電開始並びに放電維持電圧に関する組織的研究が皆無であることから、先ず低気圧放電のV—I特性を測定し、理論的に予想される通り、陰極と陽極が同じ磁力管上にある場合には最も放電が容易であり、実際の電極間距離ではなく、陰極又は陽極の何れか一方を磁力線に沿って他方に投影したときの距離に依って放電特性が変わることを示している。

第4章では、複雑な磁界中の放電で発生する光条の実体を定量的に明らかにしている。すなわち、非一様な磁界として $\times$ (ジェー)型カスプ磁界を取上げ、軸から離れた位置に小陰極を置いて放電させたときのプラズマ光条の曲りをプローブを用いて測定して、陰極を通る磁力線からの隔りを求め、一方、磁界の曲率並びに磁界強度の勾配による電子のドリフトから同じく隔りを理論的に算定して比較し、電子の速度をプローブから得た電子温度に等しい熱速度とすると両者は大きく喰違うが、これを陰極降下で加速されたものと置くと、両者は実験誤差の範囲内で一致することを示し、この事実をもって、磁界中に陰極を置いて放電したときに見られる光条は陰極を出て陰極降下によって加速された電子の軌跡を示すものである

ことを定量的に説明している。

第5章では、ダイバーターの基本をなす磁界配位の一般的なものとして、三個の同軸円環コイルで作られる軸対称磁界をとりあげ、コイルに流す電流比を変えることによってセパトリクスの位置並びに形状を変え、この磁界中を軸方向に流れるプラズマ流を調節できることを定量的に検討している。すなわち、この磁界の軸に垂直な対称面の片側に陰極を置いて放電してプラズマを作り、反対側のプラズマ密度を測定して、セパトリクスの位置、形状とプラズマ密度比の関係を求め、一方、この種の磁界中の荷電粒子の運動可能領域から通過粒子のエネルギー分布を算定し、さらに磁気能率の不変性が破れる領域について仮定を導入して粒子の通過量を算定し、両者の比較から仮定の妥当性を評価し、この種の磁界のプラズマ分流器としての性能を検討している。

第6章は、トロイダル磁界の代表的なものとして取上げたスフェレーター磁界中の放電について述べている。すなわち、スフェレーター磁界中に陰極を置いて放電させ、この陰極の位置を変えて光条の形状を観察し、さらにプローブで密度分布を測定して、この磁界中低気圧放電の方法が、磁界の形状の大略を知る上で極めて有効であるばかりか、有理面の位置や擾乱磁界の効果などを調べることに役立つことを示している。

第7章は結論であって、本研究で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、核融合装置で用いられる可能性がある非一様な磁界中の低気圧有極放電の特性、並びにその結果として作られるプラズマの実体を解明し、この結果を非一様な磁界の特性の基礎的な試験に応用する研究結果を述べたもので、得られた主な成果は次の通りである。

(1) 複雑で非一様な磁界中に電極を置いて放電させると、電極の位置関係によって全く異なった形状の光条が得られるが、陰極がその磁界中にあるときのプラズマの光条は陽極の位置には無関係であって、陰極を通る磁力線の形と陰極降下とによってきまり、陽極が磁界中にあり、陰極が磁界の外にあるときには、光条の形は磁力線の形状とは全く関係のないものとなることを実験的に示している。

(2) 非一様な軸対称磁界を例にとり、低気圧放電特性すなわち、放電開始電圧と放電維持電圧が磁力線と電極との位置関係によってどのように変るかを、3種の固定陽極及び可動陽極を用いて実験し、次の知見を得た。すなわち、放電特性は両極間の距離には殆んど依存せず、陰極を出発した電子が陽極に到達する容易さに決定的に依存しており、電極間隔そのものの代りに、一方の電極の位置でその磁力線に直交する平面上に他方の電極をほぼ磁力線に沿って投影したときのこの平面上の電極間隔を用いることによって説明されることを明らかにしている。

(3) 放電後のプラズマ内の電位分布に関してプローブを用いて空間電位を測定し、光条の電極近傍以外は平坦な分布をしていることを確かめ、この結果が放電維持電圧の電極間隔依存性と一致していることを明らかにしている。また、この測定から陰極降下の存在を確かめ、その大きさを測定している。これらの結果を用いて非一様な磁界中の電子の軌跡を計算し、光条の形状と比較して、磁界中に置かれた陰極によって作られるプラズマの光条は陰極から放出され陰極降下によって加速された電子によって励起された気体

原子の発光によるものであって、この一次電子の軌跡を示すものであるとの重要な知見を得た。すなわち、磁界中に置かれた陰極は放電させることによって陰極降下を加速電圧とする電子銃と同等の動作をするようになり、これによって作られた光条は、磁界の形状を直接視覚に訴えて示すものであることを明らかにしている。

(4) プラズマから不純物を除去するためのダイバーターの動作の基本である磁界のセパトリクスによるプラズマ粒子束の制御に関する基礎的な解析及び実験を行い次の知見を得ている。すなわち、セパトリクスの基本形を電流比の設定によって自由に作り得る最も単純なコイル配置を採用し、この磁界を通過するプラズマのエネルギー分布及び流量が電流比によって制御できることを明らかにし、プラズマ分流器としての可能性を示している。

(5) スフエレーター磁界中に陰極を置いた放電を例に挙げて、トーラス形磁界においても光条の観察によって有理面の状態や不整磁界の存在などの検証が可能であることを示し、磁界中に陰極を置いた低気圧放電が複雑な磁界の形状の概要を把握するに極めて有効であることを実証している。

以上要するに本論文は複雑な磁界中の低気圧有極放電の特性と発生したプラズマの光条の実体を解明し、この方法が複雑な磁界の形状や特性の把握に極めて有効であることを提示したもので、学術上、実際上貢献するところは少なくない。

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認める。