



Title	気体プラズマのマイクロ波特性と振動に関する研究
Author(s)	久保, 宇市
Citation	大阪大学, 1967, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/29440
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍) 久 保 宇 市
 学位の種類 工 学 博 士
 学位記番号 第 1 2 3 9 号
 学位授与の日付 昭 和 42 年 5 月 30 日
 学位授与の要件 学位規則第 5 条第 2 項該当
 学位論文名 気体プラズマのマイクロ波特性と振動に関する研究
 論文審査委員
 (主査) 教授 犬石 嘉雄
 (副査) 教授 山村 豊 教授 西村正太郎 教授 山中千代衛
 教授 藤井 克彦 教授 吹田 徳雄 教授 板倉 清保
 教授 伊藤 博

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は気体プラズマとマイクロ波の相互作用を利用したプラズマ診断とそれに関連したプラズマの振動現象に関する研究をまとめたもので 9 章より成っている。

第 1 章は序論で、プラズマ研究及び工学の分野でマイクロ波測定が占める地位と問題点を述べ、本論文の目的と意義を明らかにすると共に、これまでの研究を概説している。

第 2 章はマイクロ波によるプラズマ電子密度及び衝突周波数の測定と題し、自由空間透過法によつてプラズマを透過したマイクロ波の移相量及び減衰量をマイクロ波干渉計を用いて測定し、それから電子密度及び電子衝突周波数を求める場合の誤差とその原因について述べている。

その結果、電磁ホーンとプラズマの結合に問題があり、プラズマ柱によるマイクロ波散乱、電子密度の場所的分布、多重反射、回折などが原因であることをプラズマ・ホーン間距離、プラズマ半径とホーン開口面の大きさの関係、電波レンズによるビーム集中などのマイクロ波移相量、減衰量に及ぼす影響を詳しく調べることによって明らかにしている。この結果に基いて、マイクロ波干渉計による測定誤差を小さくする条件をあたえ、このような条件下で実際にプラズマ電子密度を測定したところ、同時に電子捕集探針法で求めた値とよく一致することを述べている。

第 3 章はマイクロ波干渉計による磁場中プラズマ探針法の検討と題し、磁場中プラズマの電子密度を正イオン捕集探針法とマイクロ波透過法で同時測定し、第 2 章の結果確立されたマイクロ波値を基準として、正イオン捕集探針法による測定の誤差とその原因を論じている。その結果、電子捕集探針法と異なり、正イオン捕集探針法から電子密度を求める種々の式は限られた適用範囲をもち、実際の実験条件に合わない式を用いると大きい誤差の原因となることを述べ、イオン・シースの厚みの評価に注意すべきことを提案している。また、Gardner などのイオン電流自乗対電圧特性の傾斜から密度を求める方法は、軌道運動領域で滲透電場効果の無視出来る限られた場合以外は用いられないこと

を述べている。しかし、上述の諸点に注意をはらえれば、正イオン探針法による電子密度とマイクロ波法による値とは一致し信頼し得る磁場中プラズマ診断法であることを結論している。

第4章はプラズマ透過特性に及ぼすマイクロ波偏波面の影響と題し、円柱プラズマの軸方向とマイクロ波偏波面の相対関係によって、透過マイクロ波の移相量及び減衰量が異なることを述べている。特に振動のあるプラズマでは、マイクロ波の電気ベクトルが軸方向に平行な場合の減衰量が垂直な場合に較べて著しく増大するが、振動が小さいときはこの両者が近づくことを見出している。

第5章は磁場中プラズマの振動とマイクロ波散乱と題し、前章で述べたプラズマの振動によるマイクロ波減衰量の増大の原因を明らかにするために行なった実験について述べている。特に工夫された径の異なる部分より成る放電管を磁場中におくことによって、局部的に振動のあるプラズマと静かなプラズマを作り、各部のマイクロ波透過と散乱を入射方向と30°, 90°, 150°の角をなすホーンで測定し、上述の見掛け上の異常減衰が振動のあるプラズマでのマイクロ波散乱の増加によることを確かめている。また、この結果を市丸・Pines らの理論に結びついている。

第6章は磁場中プラズマの振動と題し、プラズマにヘリカル限界磁場以下の磁場を加えたときと、以上の磁場を加えたときの磁場による各種振動の変化やプラズマのピンチ現象にともなうマイクロ波異常輻射について、実験的に調べた結果を述べ、これに考察を加えている。

第7章は He-Ne レーザーの雑音とプラズマ振動と題し、レーザー干渉計のための低雑音 He-Ne レーザーについて行なった研究の結果を述べている。即ち、レーザー光出力のゆらぎと放電々流のゆらぎの関係を調べ、その主因が移動縞にあることを明らかにし、或限界周波数以上では放電々流のゆらぎにレーザー光出力のゆらぎが従わないことを見出している。この原因を明らかにするため強制的に放電々流を変調したときのレーザー光出力の変調を種々の条件でしらべると共に、レーザー準位に関する rate equation を解いた結果によって、上述の限界周波数が He の準安定状態の寿命に関係することを結論している。

第8章は遮断領域付近でのマイクロ波のプラズマ透過特性と題し、名古屋大学プラズマ研究所の T P-D 装置について行なった 35GHz マイクロ波の遮断点付近での透過実験の結果を述べ、高密度プラズマ診断法としての遮断点法の問題を論じている。

第9章は結論で、以上の結果を総括している。

論文の審査結果の要旨

本論文は、核融合、MHD 発電などに代表されるプラズマ工学の基礎測定技術として重要なマイクロ波透過干渉計法の誤差の原因と、その軽減法を実験的に詳細に検討したもので、探針法などと比較しながら正しい電子密度、衝突周波数などを得るための測定条件を確立している。また、このようにして確立されたマイクロ波測定法を基準にして、磁場中プラズマの正探針法の誤差と適用限界を実験的に明らかにし、特に他にさきがけて、プラズマの振動がマイクロ波の異常散乱をもたらすことを実験的に見出した。

さらに、He-Ne レーザーの放電振動によるレーザー光出力のゆらぎに限界周波数のあることを見出し、これに理論的考察を加えたことは、低雑音レーザーの開発に重要な手がかりを与えるものである。

以上述べたように、本論文は磁場中プラズマのマイクロ波計測技術、正イオン捕集探針による測定技術、低雑音気体レーザーの開発などのプラズマ工学の重要課題に寄与する処が大きく、博士論文として価値あるものと認める。