

Title	Fundamental and Applied Studies of a Pulse-Operated Argon Microwave-Induced Plasma Discharge
Author(s)	Moustafa, Moustafa Mohamed Ahmed
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/37009
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名・(本籍)	^{ムスタファ} MOUSTAFA ^{ムスタファ} MOUSTAFA ^{モハメド} MOHAMED ^{アハメド} AHMED
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8 8 4 2 号
学位授与の日付	平成元年 9 月 22 日
学位授与の要件	工学研究科 応用物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	Fundamental and Applied Studies of a Pulse-Operated Argon Microwave-Induced Plasma Discharge (パルス動作マイクロ波誘起アルゴンプラズマ光源の開発とその基礎研究)
論文審査委員	(主査) 教授 南 茂夫 (副査) 教授 一岡 芳樹 教授 庄野 利之

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高感度発光分光分析を目的としたパルス動作マイクロ波誘起プラズマ(MIP)光源の開発とその応用に関する研究をまとめたもので5章より構成されている。

第1章においては、発光分光分析用プラズマ光源研究の現状と動向について概観し、新しく提案したパルス動作MIP光源の位置づけを行なうとともに、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章においては、大電力パルス駆動MIP光源を提案し、伝送ケーブルや TM_{010} 共振器あるいはプラズマチューブの熱破損なしに極めて高い輝度の発光強度が得られることについて述べている。またタイムゲート検出法との併用により検出限界の改善を示唆する結果を得ている。さらにパルス動作MIP光源の発光分光特性、電気的特性を時間分解測定により明らかにし、最適動作条件についての詳細な検討を行なっている。

第3章においては、従来困難とされていた固体試料のMIPによる直接分析を目的としたスパークサンプリグセルを提案し、動作条件が分析精度に及ぼす影響についての詳しい測定ならびに検討結果について述べている。ここでは特に、試料サンプリグレートの精密な制御を行なうため、空間的・時間的に安定な制御型スパーク法についてユニークな提案を行なっている。この結果、従来の発光分光分析法に比べて検量線の直線性、ダイナミックレンジの著しい改善ならびにスペクトル干渉の軽減が可能であることを明らかにしている。

第4章では、プラズマの反応過程解析を目的とした励起温度の時間分解測定の結果について述べている。プラズマガスのArおよび被分析元素のFe, Cuについて重点的に測定し、それらのマイクロ波パルス電力、繰り返し周波数、パルス幅等への依存性を明確にしている。さらに大気圧におけるArアッ

タグローエンハンスメントを見出し、励起温度への影響は殆んどないことを確認している。

第5章は結論であり、以上の研究で得られた結果をまとめ本論文の総括としている。

論文の審査結果の要旨

M I Pは極めて感度の高い小型発光分光分析用光源として注目を浴びているが、発光プラズマ容積が小さいことに起因して、発光強度が小さい、溶液試料の噴霧導入に伴うプラズマの不安定性、固体試料の直接分析の困難さといった欠点のため実用化されず研究室段階に留まっているのが現状である。

本論文はこれらの諸問題を一挙に解決するための新しいM I Pの提案とその発光分光特性に関する研究をまとめたもので、その成果を要約すると以下の通りである。

- (1) プラズマチューブ、共振器、伝送ケーブル等の発熱・焼損の問題に煩わされることなく大きなプラズマ発光強度を得る方法として、低バイアスマイクロ波に大電力マイクロ波パルスを重ねるパルス駆動方式を提案し、プラズマガス及び被分析元素の発光の時間変化特性の詳細な検討から、本方式が従来の方式に比べ、発光強度、その安定性、分析感度及び精度、S N比の改善に極めて有効であることを確認している。またタイムゲート型検出方式との併用による、スペクトル干渉の軽減法を提案している。
- (2) 従来困難とされたM I Pによる固体試料の直接分析を目的として、電流波形制御型スパークサンプリングセルを考案、さらに低合金鋼の発光分光分析に応用して、ダイナミックレンジ、分析精度・感度、S N比、スペクトル干渉、バックグラウンド発光特性のいずれも従来のスパーク発光分光分析法に比べて著しく優れていることを確認している。
- (3) 動作条件が発光分光特性、分析精度に及ぼす影響を詳細に測定し、分光分析用光源としての最適条件選択上の指針を与えている。
- (4) 励起温度の時間分解測定を詳細に行ない、励起種、励起遷移レベルによる測定値のずれから、局所熱不平衡の程度はパルス駆動時も変わらず、初めて観測されたArのアフタグローエンハンスメントは励起温度の時間変化にそれほど影響を与えないことを明らかにしている。

以上のように本研究で開発されたM I P光源は、従来のM I P光源のもつ数々の問題点を一挙に解決するものであり、達成された研究成果は分光学、分析化学の分野は勿論のこと、応用物理学全般に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。