

グロー放電イオンサイクロトロン共鳴元素選択励起発光・
質量相関分光法

課題番号 11650826

平成11年度～平成13年度科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)）
研究成果報告書

平成14年3月

研究代表者

松田 秀幸

(東北大学金属材料研究所)

東北大学図書



00031005841

附属図書館

1. はしがき

表記、科学研究費に関する研究組織、研究経費、及び研究発表の詳細は以下に示す通りである。

(1) 研究組織

研究代表者 : 松田 秀幸 (東北大学金属材料研究所、助手)

研究分担者 : 我妻 和明 (東北大学金属材料研究所、教授)

(2) 研究経費

科学研究費補助金 (基盤研究(C)(2)) 研究経費

平成11年度 3200千円

平成12年度 300千円

平成13年度 300千円

計 3800千円

(3) 研究発表

学会誌等

(1) 松田 秀幸、我妻 和明、北川 邦行 : "レーザーアブレーション支援高周波ヘリウムグロー放電発光分光法の開発"、分析化学、Vol. 49、849 - 855、(2000)

(2) Hideyuki Matsuta and Kazuaki Wagatsuma : "Emission Characteristics of a Low Pressure Laser-Induced Plasma - Selective Excitation of Ionic Emission Lines of Cu -", Appl. Spectrosc., (2002), to be published.

口頭発表

- (1) 松田 秀幸、我妻 和明、北川 邦行：“高周波ヘリウムグロー放電支援及び減圧下レーザーアブレーション発光分光法の研究”、日本分析化学会、第 61 回分析化学討論会 (2000)、講演要旨集 p19.
- (2) 松田 秀幸、我妻 和明、北川 邦行：“減圧下レーザーアブレーション原子発光スペクトルに与える雰囲気ガスの影響 —電荷移動衝突の重要性—”、日本分析化学会第 49 年会 (2000)、講演要旨集 p242.
- (3) 松田 秀幸、我妻 和明：“レーザーアブレーション支援高周波ヘリウムグロー放電発光分光法及びレーザーアブレーション発光分光法の研究”、日本鉄鋼協会第 140 回秋季講演大会 (2000)、材料とプロセス Vol.13、p1404.
- (4) 松田 秀幸、我妻 和明：“レーザーアブレーション支援グロー放電発光分光法及び低圧レーザー誘起プラズマ発光分光法による鉄鋼分析”、日本鉄鋼協会第 141 回春季講演大会 (2001)、評価・分析・解析部会シンポジウム資料・製鋼工程管理分析の高速化と高感度化の研究、p15.
- (5) 松田 秀幸、我妻 和明、北川 邦行、新井 紀男：“レーザー誘起減圧プラズマ中での時間分解した銅の原子発光二次元分布の測定”、日本分析化学会、第 62 回分析化学討論会 (2001)、講演要旨集 p147.
- (6) 松田 秀幸、我妻 和明、北川 邦行：“時間・空間的に積分した低圧レーザー誘起プラズマ発光スペクトルの特性”、日本分析化学会第 50 年会 (2001)、講演要旨集 p5.
- (7) Hideyuki Matsuta, Kazuaki Wagatsuma, Kuniyuki Kitagawa : "Laser Ablation-Assisted R.F. Glow Discharge Emission Source", IUPAC International Congress on Analytical Sciences 2001, Program & Abstracts, p300.

(8) Hideyuki Matsuta, Kazuaki Wagatsuma, Kuniyuki Kitagawa : "Measurement of time-resolved two-dimensional distribution of Cu atomic emission in a reduced pressure laser-induced plasma", The 28th Annual Conference of the Federation of Analytical Chemistry & Spectroscopy Societies (2001), FACSS2001 Final Program Book of Abstracts, p216.

依頼講演

(1) 松田 秀幸 : ” 低圧レーザー誘起プラズマ発光分光法 ”、日本学術振興会製鋼第 19 委員会、製鋼計測化学研究会 (2001)、東北大学工学部青葉記念会館。

2. 研究目的

本研究では、分析用グロー放電プラズマ中の特定元素を、ラジオの選局を行うように選択的に励起して強く発光させ、他元素からの妨害を最小限として発光分光法の検出感度を大幅に増大させることができ、同時に質量スペクトルも測定できる分析装置を開発し、固体試料（主に金属試料）の直接分析を行うことを目的としている。この目的のため、イオン化しにくいハロゲン元素（フッ素、塩素など）までイオン化できるヘリウムプラズマを用い、元素を選択励起するためにイオンサイクロトロン共鳴現象を利用する。またイオンサイクロトロン共鳴を起こさせるために用いる高周波の周波数と吸収量から質量スペクトルを同時に得、新しい発光・質量相関分光法を確立する。

3. 研究成果の概要

高周波ヘリウムグロープラズマが発生でき、レーザーアブレーションによるプラズマへの試料導入が可能で、自己バイアス電流を流すことにより試料の発光スペクトル強度が増大させることが出来るグロー放電セルを開発して実験を行った。試料としてはCu及び蛍光X線用標準試料のFe-Cu合金を用いた。高周波ヘリウムグロープラズマの場合、高周波スパッタリングによる試料導入はほとんど起こらないので、レーザーアブレーションによりヘリウムグロープラズマ中に試料を導入した。Cuイオンの共鳴条件である72KHzの高周波をイオンサイクロトロン共鳴用電極に加え、その電場の方向と直交した外部磁場を3kG付近で変化させてイオンサイクロトロン共鳴によるCuイオンの選択励起を試みたが、Cuイオン、Cu原子線の発光強度に大きな変化は見られず、また72KHzの高周波の吸収も観測できなかった。この原因として考えられるのは、ヘリウムグロー放電管の動作圧力は3 Torr程度必要であるが、この圧力ではCuイオンとプラズマガスであるヘリウムとの衝突が非常に頻繁に起こるため、イオンサイクロトロン共鳴吸収のピークが非常にブロードになり、元素を選択励起するための高周波の吸収がほとんど起こらなかったためであろうと考えている。

グロープラズマ中でのイオンサイクロトロン共鳴による元素の選択励起は成功しなかったが、本研究で開発したグロー放電セルに”レーザーアブレーション支援高周波ヘリウムグロー放電発光分光法”という名前を付け、論文、学会講演、及び国際会議などで発表した。

また、実験では試料をグロープラズマ中に導入するためにレーザーアブレーションを用いたが、レーザーアブレーションに伴い固体試料表面近傍に発生するレーザー誘起プラズマからの発光スペクトルを測定したところ、試料原子の発光強度が非常に強く、雰囲気ガスからの発光は弱く、バックグラウンド発光

が非常に低いという分光化学分析に非常に適した特性を持つことが分かった。また雰囲気ガスを替えると特定のイオン線の発光強度が選択的に増加し、レーザー誘起プラズマ中での試料原子の励起機構の解明に有用な情報が得られたため、論文、学会講演、及び国際会議などで発表した。

4. 報告資料

(1) 論文の別刷等 : (1-2)

(2) 学会報告等の講演要旨

国内学会発表要旨 : (1-6)

国際学会発表要旨 : (7-8)

(3) 依頼講演要旨 : (1)

本報告書収録の学術雑誌等発表論文は本ファイルに登録していません。なお、このうち東北大学在籍の研究者の論文で、かつ、出版社等から著作権の許諾が得られた論文は、個別に **TOUR** に登録しております。