

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 混合ガス雰囲気におけるガスタングステンアークのプラズマ特性とその分光学的研究  |
| Author(s)    | 平岡, 和雄  |
| Citation     | 大阪大学, 1997, 博士論文  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.11501/3129181">https://doi.org/10.11501/3129181</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

|               |  |
|---------------|--|
| 氏 名           | 平 岡 和 雄<br><small>ひら おか かず おお</small>                              |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)  |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 2 7 8 5 号  |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 9 年 1 月 16 日   |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 4 条第 2 項該当   |
| 学 位 論 文 名     | 混合ガス雰囲気におけるガスタングステンアークのプラズマ特性<br>とその分光学的研究                         |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 黄 地 尚 義<br>(副査)<br>教 授 松 縄 朗 教 授 牛 尾 誠 夫 教 授 小 林 紘 二 郎 |

## 論 文 内 容 の 要 旨

アーク溶接プロセスを制御する手法の一つとして、種々の混合ガスアークが注目されている。また、プラズマ CVD による新素材創製においても、混合ガスアークプラズマが利用されている。しかしながら、混合ガスアークの電気的特性および物理的特性については、未解明な部分が多く、その解明が必要である。本研究は、このような観点から、混合ガスアークの電気的特性および熱源としての特性を明らかにするとともに、混合ガスアークを対象としたガス分析、分光分析を試み、その組成分布、温度分布など、プラズマの物理的状态を解析することを目的としたものである。

本論文は、7つの章から構成されている。

第1章は緒論であり、本研究の背景と必要性ならびに本研究遂行の方針を述べている。

第2章では、アルゴン-ヘリウム混合ガスアークを対象に、その電圧特性、アーク圧力特性、熱輸送特性を明らかにし、アルゴンアークに対するヘリウムの添加が陰極および陽極降下電圧、アーク柱電位傾度に及ぼす影響を明らかにしている。

第3章では、アークプラズマを対象に各種分光法による計測を試み、アルゴンアークの場合には、各分光法による温度分布はほぼ同一となるが、混合ガスアークに従来法をそのまま適用した場合には、各分光法によるプラズマ温度の計測値が、必ずしも一致しないことを示し、混合ガスアークを分光分析する上での問題点を明らかにしている。

第4章では、混合ガス雰囲気内のアーク空間におけるプラズマガス組成の分布に注目し、陽極直上のプラズマガスをその場ガス分析する手法を開発し、アルゴン-ヘリウム混合ガスアークでは、ヘリウムがアーク中心部に濃縮する可能性を指摘している。

第5章では、アーク空間におけるガス組成と温度を未知とする新たな発光分光分析法を提案し、アルゴンアークに水素やヘリウムを混合した場合には、これらの元素が陰極近傍部に著しく濃縮し、ガス組成が不均一となることを明らかにしている。また、これによって第3章で指摘した分光分析上の問題点が解消できることを示している。

第6章では、混合ガスアークを対象に電子密度を計測し、その分布が第5章で得られた温度分布と矛盾しないことを示し、新たに提案した分光分析法の有効性を確認するとともに、アルゴンアークにヘリウムや水素ガスを添加した

場合の温度分布への影響を示し、いわゆるアークの熱的ピンチ効果について新しい知見を得ている。

第7章は総括であり、本研究によって得られた結果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

アーク溶接プロセスやプラズマ CVD などにおいては、混合ガスの雰囲気積極的に利用される。このため、これらのプロセスを解析し制御するためには、混合ガス雰囲気場におけるアークプラズマの特性を把握することが重要である。本論文は、このような観点から、混合ガスアークの電気的特性および熱源としての特性を解析するとともに、混合ガスアークを対象にガス分析および分光分析を試み、混合ガスアークプラズマの物理的特性を明らかにすることを目的としたものである。本論文で明らかにされている主な点は以下のとおりである。

- (1) アルゴン-ヘリウム混合ガスアークについて検討し、アルゴンへの少量のヘリウムの添加がアーク圧力を大幅に減少させること、また、ヘリウムアークへのアルゴンの添加が、陽極への入熱量及び入熱密度を大幅に減少させることなどを明らかにしている。
- (2) 従来から広く利用されている各種分光分析法によるプラズマ温度の計測値を比較・検討し、混合ガスアークプラズマの計測に従来法をそのまま適用すると、各分光法によるプラズマ温度の計測値が一致しないことを示し、混合ガスアークプラズマを分光分析する上で問題点を指摘している。
- (3) 混合ガスアークの陽極直上のプラズマガスを直接採取し、これをガス分析することにより、アルゴン-ヘリウム混合ガスアークにおいては、ヘリウムがアーク中心軸近傍に濃縮することを明らかにしている。
- (4) 上述のような混合ガスアークの特性を配慮し、アーク空間におけるガス組成と温度を同時に評価できる手法として、新たに“二線強度相関分光分析法”を提案している。
- (5) 新たに提案した分光分析法により、アルゴンアークに水素やヘリウムを混合した場合、水素、ヘリウムとも、陰極近傍部に著しく濃縮することを定量化して示している。
- (6) 提案した分光分析法を用いて、アルゴンアークに水素やヘリウムを添加した場合の温度分布への影響を明らかにするとともに、水素ガスの添加によりプラズマ温度が低下することを示し、いわゆるアークの熱的ピンチ効果についての新しい知見を得ている。

以上のように、本論文は、混合ガス雰囲気場におけるガスタングステンアークの電気的特性を明らかにするとともに、新たに混合ガスアークを分光分析する手法を開発し、混合ガスアークプラズマの組成分布ならびに温度分布について解析したものである。その結果として、混合ガスアークにおいては、アーク空間中におけるガスの組成が不均一になること、さらにはこの不均一が混合ガスアークの特性に著しい影響を与えることを明らかにしている。その成果は、アーク溶接プロセスやプラズマによる材料創製プロセスの解析や制御に応用され、プラズマ工学および生産加工工学の発展に寄与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。