



Title	Development of New Tungsten Electrode by Rare Earth Metal Oxide Additions for Inert Gas DC Arc Welding
Author(s)	Alber, Alphonse Sadek
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36991
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 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	アルベール アルフォンス サデク ALBER ALPHONSE SADEK
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 9 1 6 8 号
学位授与の日付	平成 2 年 3 月 24 日
学位授与の要件	工学研究科溶接工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	Development of New Tungsten Electrode by Rare Earth Metal Oxide Additions for Inert Gas DC Arc Welding (希土類酸化物を添加した不活性ガス DC アーク溶接用 新タングステン電極の開発)
論文審査委員	(主査) 教授 松田 福久 教授 西口 公之 教授 丸尾 大 教授 中尾 嘉邦 教授 松縄 朗

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ティグアーク溶接に用いられる希土類酸化物を含有する新しいタングステン電極の開発に関するものである。すなわち、酸化ランタン、酸化セリウムおよび酸化イットリウムについて、それらがアーク放電の陰極動作の安定性や電極物質の消耗現象におよぼす影響を解明し、それらを含むタングステン電極が安定性及び耐久性に優れていることを示している。さらに、この結果をもとに、それらの酸化物を適当な割合で複合して含有する長寿命のタングステン電極を開発しており、本論文はつぎの 7 章からなっている。

第 1 章では、従来のタングステン電極に関する研究について概観し、本研究の必要性、および目的について述べている。

第 2 章では、タングステン電極のアーク放電用陰極として満足すべき材料的条件を考察し、それをもとに添加する希土類酸化物の選択について述べている。また、希土類酸化物を添加した試作電極を用いて、アーク起動性や使用中の熔融変形・消耗等について従来の酸化トリウム入りタングステン電極との比較実験を行ない、酸化ランタンを 2% 程度含有する電極が動作安定性及び耐久性に最も優れていることを示している。

第 3 章では、各種電極のアーク放電中の動作温度を測定した結果について述べ、同時に赤外線放射率、および実効的な仕事関数について検討している。そして動作の安定性及び耐久性に優れた電極は動作温度が低いことを明らかにしている。

第 4 章では、タングステン電極の酸化消耗についての輸送現象論的解析を行ない、その消耗特性を明らかにするとともに、リムの形成現象とその機構について検討している。

第5章では、各種電極に含有される酸化物のアーク放電中の挙動について検討し、その安定性や耐久性が、電極内部の酸化物の反応・融解・移動現象と強い関連を有することを明らかにしている。また、形成される温度分布によってこれらの現象が支配的に影響されることを明らかにし、希土類酸化物添加電極が従来の電極に比較して、これらの添加元素の電極表面への移動・供給機能に優れており、それが電極の動作安定性や耐久性を高めていることを示し、その機構について考察を加えている。

第6章では、上記3種の希土類酸化物の複合添加効果を実験的に検討し、適当な割合でこれらを含有する電極が、さらに耐久性に優れていることを示している。また、その理由について、これまでの諸結果に基づいて考察を加えている。

第7章では、本研究で得られた諸結果を総括している。

論文の審査結果の要旨

ティグアーク溶接に代表される直流アーク放電の陰極用タングステン電極としては、従来より酸化トリウム入りタングステン電極が広く用いられている。しかし、この種の電極はその動作の安定性や耐久性の点で、近年の高度の技術的要求に十分応えることができず、これに代わる性能の優れた新しいアーク放電用タングステン電極の開発が期待されている。本論文では、この課題に着目して、タングステンに希土類元素の酸化物を添加した電極を試作し、アーク放電中のこれら各種酸化物の挙動を検討し、アーク放電の安定性と電極の耐久性が、その酸化物の挙動に深く関連していることを明らかにしている。また、その解析結果をもとに、数種の希土類酸化物を添加した新しいタングステン電極を試作し、それらがさらに優れた性能を示すことを確かめている。得られた主な成果はつぎのようである。

- (1) 酸化ランタン、酸化イットリウムまたは酸化セリウムをそれぞれ2%含むタングステン電極は、従来から広く実用されている酸化トリウム入りタングステン電極に比較して、アーク起動性、アーク安定性および耐久性の点で優れており、これらの電極は、この順序の上位ほど良好な性能を有することを明らかにしている。
- (2) 電極表面のアーク電流密度、および見かけの仕事関数は電極内部の表面近傍の酸化物の消耗の度合いによって変化し、この添加酸化物の電極表面への移動と消耗のバランスが電極動作の安定性および耐久性に支配的に影響を与えることを明らかにしている。特に酸化ランタン、酸化イットリウムおよび酸化セリウムは、比較的低い温度でタングステンと反応して低融点のタングステン酸塩を形成することなどが、これら酸化物の電極内部から表面への移動・供給を容易にしている要因であることを確かめている。さらに、それらの検討結果と電極温度の測定をもとに、酸化ランタン入りタングステン電極が最も安定した見かけの仕事関数を示すことを明らかにしている。
- (3) 酸化ランタン、酸化イットリウムおよび酸化セリウムをそれぞれ0.4、1.2および0.4%程度含有させたタングステン電極が、複合効果によって耐久性や動作の安定性に極めて優れていることを示し、その合理性を考察している。

(4) タングステン電極の蒸発消耗現象，特に微量の酸素が作動ガス中に混入した場合の異常な消耗について，数値解析モデルにより実験結果を解析して検討している。また，この際に形成されるリムについて，その形成原因を検討し，その形成機構の一部を明らかにしている。

以上のように，本論文は酸化物入りタングステン電極の直流アーク放電時の動作安定性および耐久性について，放電特性および酸化物挙動の観点より詳細に検討し，理論的解析を加え，多くの新しい知見を得るとともに，それらの知見に基づいて新しい電極の開発を行なったものである。これらの成果は，溶接工学の発展に寄与するのみならず，溶接技術，アークプラズマ応用技術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。