Osaka University Knowledge Archive

Title	エア・プラズマアーク切断用RU-, Ir-Y2O3系電極材料の開発と有効性に関する研究
Author(s)	楠元, 一臣
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38203
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【3】

氏　　名	楠（くす）　元（もと）　一（かず）　臣（おみ）
博士の専攻分野の名称	博　士　（工　学）
学 位 記 番 号	第　1 0 4 2 5　号
学位授与年月日	平成 4 年 9 月 28 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科　溶接工学専攻
学 位 論 文 名	**エア・プラズマアーク切断用 RU-, Ir-Y_2O_3 系電極材料の開発と有効性に関する研究**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教 授　松田　福久 教 授　西口　公之　　教 授　中尾　嘉邦　　教 授　小林紘二郎 教 授　牛尾　誠夫

論 文 内 容 の 要 旨

近年，作動ガスに圧縮空気を用いたエア・プラズマアーク切断機は薄板材等の切断分野を中心に急速に普及している。この経済性の優れた切断法は，使用の便利さもあって今後も拡大していくものと予想されるが，今日の生産システム等に十分に対応するには，現在の Zr や Hf 電極の耐久性では十分とは言えない。

このため，本研究は最も実用性に富んでいる50A 程度以下の小電流型エア・プラズマアーク切断機を対象として，耐久性の高い電極材料の開発を行なうことを目的とした。

本論文は，全体が七つの章で構成されている。第 1 章は緒論であり，本研究の歴史的背景および目的を述べた。第2章では，エア・プラズマアーク切断用電極として適当と思われる材料群を物理・化学的性質およびアーク放電機構から検討した。そして，高融点金属に低仕事関数の酸化物を添加した焼結型の試作電極に対して予備的な耐久性評価実験を試みた。その結果，Ru-Y_2O_3 および Ir-Y_2O_3 系電極は Hf 電極に比べて耐久性が期待できることを示した。

第3章では，Ru-Y_2O_3 と Ir-Y_2O_3 系電極における酸化物の添加量と消耗量との関係を詳細に検討し，各電極系の中で最も良好な耐久性を示す成分比を明らかにした。次に連続点弧および多数回点弧時の消耗特性を検討した結果，885Ru-15Y_2O_3 と 85Ir-15Y_2O_3 電極は Hf 電極に比べ約3倍の耐久性を有することを明らかにした。

第4章では，Ru-Y_2O_3 系電極の消耗特性を焼結材（バルク材）の熱的・電気的物性値から検討した。80Ru-20Y_2O_3 焼結材の熱伝導率は Hf 材より高く，電気抵抗率は Zr や Hf 材に比べて低いことを確認した。そして，Ru-Y_2O_3 系電極のY_2O_3 添加量と消耗量との関係をバルク材の電気抵抗率から説明した。

第5章では，開発した電極ならびに Hf 電極の消耗過程をチップ電極のアーク放電現象から検討した。その結果，放電中の Ru-Y_2O_3 および Ir-Y_2O_3 系チップ電極の陰極挙動は，酸化性雰囲気（Ar-O_2 ガスや圧縮空気）では陰極表面をY_2O_3 層が覆った状態で放電が行なわれ，非酸化性雰囲気（Ar やN_2）では金属 Ru,Ir）が陰極表面に露出した状態で，同時に陰極物質のスパッタ（飛散）を伴いながら放電が行なわれることを明らかにした。

第6章では，第4および5章で得られた実験事実を基にRu-Y_2O_3 および Ir-Y_2O_3 系電極の消耗機構を検討した。その結果，Ru-Y_2O_3 および Ir-Y_2O_3 系電極の良好な耐消耗性は，圧縮空気中の O_2が熱電子放出能に優れたY_2O_3 層を陰

極表面に定常的に維持させているためと説明した。最後に，本研究において開発した電極材料の有意性について述べた。

第7章では，本研究で得られた結果をまとめた。

論文審査の結果の要旨

薄板鋼材等の切断を中心に普及しているエア・プラズマアーク切断機の電極材料としては，もっぱらZrやHfが広く用いられているが，この種の電極は耐久性の点で問題があり，近年の高度化された生産加工技術の要求に十分応えているとはいえず，これに代わる性能の優れた新しい電極材料の開発が期待されている。本論文は，この点に着目して，高融点金属と放電特性の良好な酸化物を複合した焼結型電極の試作検討を行ない，耐久性が期待できる$Ru\text{-}Y_2O_3$および$Ir\text{-}Y_2O_3$系電極を見いだしている。さらに，開発したこれらの電極の最小消耗量を示す成分比を見いだすと共に，その消耗特性および消耗機構を検討し，その優れた理由を明らかにしている。得られた主な成果は次のとおりである。

(1) エア・プラズマアーク切断用電極材料には高融点でしかも熱・電気伝導性の良好な白金族（Ru，Ir）と高温において安定で仕事関数の低い酸化物（Y_2O_3）との複合材料が適していること，および最小の消耗量を示すY_2O_3添加量は約10〜25mass%であることを見いだしている。そして，その理由について考察を加えている。

(2) 焼結型電極の消耗は，焼結体の緻密度に影響され，良好な耐消耗性を得るには焼結時に絶縁性の化合物が生成せず，密度比が約90%以上の緻密な組織が必要であることを明らかにしている。

(3) 連続点弧消耗試験（アーク電流25A）の結果，$85RU\text{-}15Y_2O_3$および$85Ir\text{-}15Y_2O_3$系電極はHf電極に比して約3倍の寿命を有することを示している。また，多数回点弧消耗試験においても，上記の電極はHf電極に比して約3倍以上の耐久性を有することを確認している。

(4) $Ru\text{-}Y_2O_3$および$Ir\text{-}Y_2O_3$系電極のアーク安定性や耐消耗特性は，Y_2O_3添加量ならびに作動ガス中の酸素や窒素に大きく影響され，放電部のY_2O_3層の被覆状態に主に律速されることを直接観察および表面分析の結果を利用して明確にしている。

以上のように，本論文は従来の電極に比して耐久性の優れた新しいエア・プラズマアーク切断用電極材料の開発を行なうと共に，その消耗機構に関して多くの新しい知見を得ている。これらは今後のアーク切断加工ならびにアークプラズマ応用技術の進歩に有用な基礎資料を与えており，その成果は溶接工学ならびに生産加工技術上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。