

| | |
|--------------|---|
| Title | オージェ電子分光に基づく金属/セラミックス界面近傍の化学結合状態に関する研究 |
| Author(s) | 高橋, 邦夫 |
| Citation | 大阪大学, 1992, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.11501/3065748 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

| | |
|---------------|---|
| 氏 名 | 高 橋 邦 夫 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学) |
| 学 位 記 番 号 | 第 1 0 5 1 4 号 |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 4 年 2 月 3 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 | オージェ電子分光に基づく金属/セラミックス界面近傍の 化学結合状態に関する研究 |
| 論 文 審 査 委 員 | (主査) 教 授 西 口 公 之 教 授 小 林 紘 二 郎 教 授 中 尾 嘉 邦 教 授 平 木 昭 夫 教 授 馬 越 佑 吉 |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、金属とセラミックスを対象とし、異種材料界面近傍における価電子情報をオージェ電子分光によって得る手法を提案している。またそれによる計測結果を価電子状態の2つの側面から検討し、化学結合状態からみた材料選択のあり方を考察している。

第1章では、金属/セラミックス界面における化学結合状態の重要性と必要性をあげ、それに関する研究現状および問題点を考慮して、本研究の目的と方針を述べている。

第2章では、界面近傍の化学結合状態に関する予備考察を行い、先ず熱力学データに基づく検討を行っている。次に電子論的な考察から、界面近傍の化学結合状態の系統的な理解には界面近傍の結合状態を実測する必要性のあることを指摘している。また、その実測手法について予備検討を行っている。

第3章ではオージェ電子分光法 (AES または SAM) を界面化学結合分析に適用するための分析手法を確立している。アルゴンイオンスパッタリングや一次電子線によるダメージが分析に及ぼす影響を明らかにし、またスペクトルの重畳を回避する手法 (サブトラクション法) の適用限界を明らかにしている。

第4章では金属と酸化物セラミックスの界面近傍における化学結合状態を本研究で確立した手法により分析している。酸化物系に対してはサブトラクション法による重畳スペクトルの分離が難しいことを考慮し、オージェピークの重畳しない系を対象としている。すなわち、酸化物セラミックスとしてアルミナとシリカを用い、金属に活性金属のチタンを用いている。オージェ強度比やケミカルシフトから界面の化学結合状態の遷移を明らかにしている。

第5章では金属と窒化物セラミックスの界面近傍における化学結合状態を本研究で確立した手法により分析している。窒化物系にはサブトラクション法の適応が容易であることを考慮し、遷移金属としてクロム、チタンおよび銀を、セラミックスとして窒化アルミニウムおよび窒化硅素を採用している。オージェスペクトルの界面における変化を分類し、化学結合状態の遷移を考察している。

第6章では酸化物系セラミックスおよび窒化物系セラミックスと金属の界面近傍での化学結合状態に関する情報をまとめ、熱力学と電子論の観点から原子間結合状態を検討している。熱力学データと計測結果の矛盾点に対し、電子

論的な説明を与え、それらに基づいて金属セラミックス界面の化学結合状態に対して系統的な理解を与えている。

第7章では、本研究で得られた知見を総括し、金属とセラミックスとの界面を構築する際の材料選択のあり方について論じている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、金属とセラミックスを対象に、異種材料接合界面のあり方について、界面近傍における原子間の化学結合状態を実験的に計測し、理論的な検討を行っている。界面化学結合状態を実測するには、価電子情報を分析する必要のあることを示し、その問題点と界面分析への適用限界を明らかにしている。また、オージェ電子分光による界面化学結合の分析手法を提案して界面の価電子情報を実測し、化学結合状態を検討している。理論的な検討としては、価電子状態の2つの側面から計測結果を考察しており、これらの結果が界面における材料選択の指針となることを示唆しており、次のような成果を得ている。

- (1) オージェ電子分光による界面の化学結合状態分析にはケミカルシフトだけでなくオージェ強度比の変遷を見る手法やサブトラクション法が有効であることを提案している。
- (2) ケミカルシフトを利用する手法は、系の原子が相互作用する際の電荷移動が大きいほど顕著に現れ、低エネルギーのオージェ電子を出す系ほど有効であること、逆にサブトラクション法は、その電荷移動や波動関数の重なりが小さいほど有効であること、オージェ強度比を用いる手法は、電荷移動が大きい系ほど有効であることを実験的に示し、また分子軌道論でその根拠を説明できることを示している。
- (3) 分析においては、電子ビームやアルゴンイオンスパッタリングによる還元が局所分析を難しくするが、それらの回避手法を考案し、実際に分析できることを示している。
- (4) 電子状態には局所波動的な側面と平面波動的な側面があり、前者を見積もるために熱力学データを用い、後者を見積もるために電子論的な単純モデルを提案している。金属／セラミックス界面の分析結果はおおむね標準自由エネルギー変化から予測できるが、電子論的な考察を加えなければならぬ系もあり、界面における材料選択には、少なくとも熱力学データと電子論的な考察が有用であることを示唆している。

以上のように、本論文は接合の本質ともいうべき原子間結合状態について論じており、溶接工学ならびに加工技術に貢献するところは大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。