The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Fundamental Research and Development in Refractory Metal Coatings by Chemical Vapor Deposition
Author(s)	礒部, 仁博
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37010
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【1】

氏名・(本籍)	礒部仁博（いそべ よしひろ）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 8743 号
学位授与の日付	平成元年5月29日
学位授与の要件	工学研究科 原子力工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	Fundamental Research and Development in Refractory Metal Coatings by Chemical Vapor Deposition **（CVD法による高融点金属被覆材の開発基礎研究）**
論文審査委員	(主査) 教授 三宅 正宣 (副査) 教授 岡田 東一　教授 関谷 全　教授 山本 忠史 教授 住田 健二

論文内容の要旨

本論文は，種々の使用環境条件下における材料の表面特性を改善することを目標に行ったCVD（化学蒸着）法による高融点金属被覆材の開発基礎研究の結果をまとめたもので，本文9章より構成されている。

第1章は緒論で，CVD法の特徴についてまとめ，本研究の位置付けと目的を明らかにしている。

第2章では，CVD法によりグラファイト上に蒸着されたモリブデンコーティング材の基礎的特性についてまとめている。また等温加熱試験，熱サイクル試験，熱衝撃試験を行うことにより，コーティング材の耐熱特性が蒸着条件に大きく依存することを明らかにしている。

第3章では，CVD法によりグラファイト上に蒸着されたレニウムコーティング材の基礎的特性についてまとめている。また等温加熱試験を行うことによりコーティング材の高温挙動について明らかにしている。

第4章では，CVD法によりグラファイト上に蒸着されたモリブデン／レニウム2層コーティング材を等温加熱することにより，レニウム中間層がグラファイト基板からの炭素の拡散に対する拡散バリアとして有効であることを示している。

第5章では，CVD法によりグラファイト上に蒸着されたタングステンコーティング材の基礎的特性についてまとめている。また熱衝撃試験を行うことによりコーティング材の熱損傷が蒸着条件に大きく依存することを示している。

第6章では，CVD法により316Lステンレス鋼上に蒸着されたクロムコーティング材の基礎的特性についてまとめている。また等温加熱試験の結果より，クロムコーティング層とステンレス鋼基板とは

800℃以下で良好な共存性を持つことを示している。

第7章では，第4章で得られた実験結果をもとに，モリブデン／レニウム2層コーティング材中における炭素の拡散解析を行った結果，レニウム層中の炭素の拡散係数の値が，バルクレニウム中の炭素の拡散係数の値に比べ約100倍大きいことを見いだしている。

第8章では，第2章で行った熱衝撃試験の結果をもとに，コーティング材中の熱伝導について解析を行っている。その結果，熱衝撃を受けたコーティング材の表面温度は加熱時間の平方根と加えた熱負荷の積で表せることを示している。

第9章では，本研究で得られた知見を要約している。

論文の審査結果の要旨

原子炉や核融合炉の炉心材料に見られるように，最近の材料にとってはエネルギー的にも，また，化学成分的にも非常に厳しい環境での使用が要求される。材料にとって環境に接するまず第一の接点は材料の表面であり，従って，この表面の性質を適当な方法で改善することによって，その使用環境により適合出来る材料の開発が可能と考えられる。ここで，表面の性質を改善する1つの有力な方法としては，母材の表面を使用環境条件により適合する他の材料で被覆することがあげられる。この観点から，本論文では，CVD（化学蒸着）法による高融点金属被覆材の開発の基礎研究として，原子炉，核融合炉の有力な炉心材料であるグラファイト及びステンレス鋼を母材とし，これにモリブデン，レニウム，タングステン等の高融点金属をコーティングした被覆材を作成し，それらの基礎的特性を検討した結果をまとめたもので，その主要な成果は以下の通りである。

(1) グラファイト母材についてはモリブデン，レニウム，タングステンのコーティングを，ステンレス鋼母材についてはクロムのコーティングを，それぞれこれらの金属のカルボニルをフィード物質（熱分解物質）とするCVD法により行い，蒸着温度400～700℃の範囲で，密着性の良いコーティング材の作成に成功している。コーティング層はいずれも柱状晶からなり，その直径や結晶配向性，層表面の形状やラフネス，硬度などを蒸着温度やフィード物質の供給速度によって比較的容易に制御できることを示している。

(2) グラファイト母材のコーティング材の基礎的特性については，主として，耐熱性に注目して等温加熱試験，熱サイクル試験，熱衝撃試験等を行い，多くのデータを集積している。モリブデンコーティング材を中心とした等温加熱試験では，グラファイト母材からの炭素の拡散によるコーティング層の炭化について検討し，炭化物層の成長が放物線則に従い，その成長速度が柱状晶構造に依存すること，また，熱サイクル試験では，蒸着速度の大きいコーティング材ほど熱サイクルによるクラックの発生し易いことなどを見いだしている。更に，電子線加熱装置を用いた熱衝撃試験では，コーティング表面の融解の起こる熱負荷を評価すると共に，それらの値が蒸着温度に依存することを見いだしている。

(3) レニウムコーティング材についての加熱試験では，母材の炭素のレニウム層への拡散は生じるもの

の，炭化物層は形成されないことを確認している。更に，この事実を応用し，レニウムを中間層とするモリブデン／レニウム2層コーティング材を作成し，高温でのモリブデン炭化物層の成長をこのレニウム層によりある程度抑制出来ることを示している。

(4) ステンレス鋼を母材とするクロムコーティング材については，その加熱試験から，800℃以下ではその健全性が十分保たれることが示され，高速増殖炉の被覆管材料としての応用が示唆されている。

このように本論文は，高融点金属コーティング材の作成とその性能評価に関する基礎データと知見を集積しており，今後の原子力材料をはじめ過酷な使用環境に適合できる新しい材料の開発の上で極めて有用な知識と手法を与えるもので，原子力材料学並びに材料開発技術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。