

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 10740号
------	--------------

氏名 矢嶋 美幸

論文題目

希ガスプラズマ照射によるタンクステン表面構造変化とガス吸蔵特性に関する研究

論文審査担当者

主査	名古屋大学	准教授	梶田 信
委員	名古屋大学	教授	大野 哲靖
委員	名古屋大学	客員教授	中村 浩章
委員	大阪大学	教授	上田 良夫

論文審査の結果の要旨

矢嶋美幸君提出の論文「希ガスプラズマ照射によるタンゲステン表面構造変化とガス吸蔵特性に関する研究」は、磁場閉じ込め核融合発電炉実現において重要な課題であるプラズマ照射損傷に着目し、アルゴンおよびネオンの希ガスプラズマ照射によるタンゲステン表面構造変化、ナノ構造タンゲステンの表面積変化に対するトリチウム保持特性、アニーリング時のナノ構造内部変化を明らかにしたものである。

本論文は 5 章で構成されている。

第 1 章では、現在のエネルギー事情、核融合発電の開発の位置づけについて述べた後、炉内で熱粒子負荷が集中するダイバータ材料の候補材料であるタンゲステンとヘリウムプラズマ照射により形成される繊維状ナノ構造について詳述している。このナノ構造タンゲステンに関する核融合炉材料としての課題をまとめ、本研究では、放射冷却に使用される希ガスプラズマとタンゲステンの相互作用、ナノ構造タンゲステンのトリチウム吸蔵現象、さらにナノ構造タンゲステンのアニーリング時の詳細な構造変化を明らかにすることを目的としている。

第 2 章では直線型ダイバータ模擬試験装置 NAGDIS-II を用いてアルゴンおよびネオン プラズマ照射によるタンゲステン表面構造変化について調査されている。ヘリウムプラズマ照射ではナノ構造が形成される条件であっても、アルゴンおよびネオンプラズマ照射ではバブル・ホールやナノ構造といった照射損傷が形成されないことを明らかにしている。さらに、エネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) による分析の結果、アルゴンやネオンが表面近傍に保持されていないことが示されている。

第 3 章ではナノ構造タンゲステンの表面積測定およびトリチウム保持特性について調査している。ナノ構造タンゲステンの表面積を、BET 法を用いて計測し、表面積は、ナノ構造の厚みに伴い増加し、ナノ構造が形成されると少なくとも 10 倍から 30 倍になることが明らかにされた。さらにトリチウム濃度 0.5 % の重水素トリチウム混合ガス (全圧、1.2 kPa) に曝露した後、表面近傍のトリチウム濃度をイメージング・プローティング法 (IP) および β 線誘起 X 線計測法 (BIXS) により測定した結果、ナノ構造の形成により表面近傍トリチウム濃度が未照射タンゲステンに比べて著しく増加することが示された。

第 4 章では、ヒーター付試料台を用いて、熱アニーリング時のナノ構造内部変化を観察するとともに、昇温脱離法 (TDS) を用いてヘリウム脱離の温度依存性を明らかにしている。およそ 1173 K でナノ構造内部のバブルの大部分が消失し、大きく構造が変化することが示された。また TDS においても、1173 K でナノ構造タンゲステンからのヘリウムの脱離量が最大となり、温度の上昇に伴ってタンゲステンの表面拡散が活発になった結果、ナノ構造が崩壊し、その結果ヘリウムが放出されたと推察している。400 K 以下の低温領域にピークが確認され、さらに 1000 K 近傍にもブロードなヘリウムの脱離が確認された。ヘリウムイオノビーム照射材料の TDS スペクトルとの比較から、ナノ構造タンゲステンでは照射温度より低温でナノ構造の崩壊によりヘリウムの放出が起こることが示された。

第 5 章では、本研究の総括を行い、今後の課題と展望についてまとめている。

以上のように、本論文では、核融合炉内で使用されるタンゲステンへの希ガスプラズマ照射による表面構造変化およびトリチウムガス吸蔵特性の変化を明らかにし、核融合炉内での材料およびトリチウム吸蔵の制御に見通しを立てたものであり、その成果は学術上、工学上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者、矢嶋美幸君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。