

Title	銅、ニッケル、アルミニウムにイオン注入された重水素の透過挙動
Author(s)	古山, 雄一
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3054435
DOI	10.11501/3054435
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	ふる 古	やま 山	ゆう 雄	いち 一
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9548	号	
学位授与の日付	平成3年2月28日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	銅, ニッケル, アルミニウムにイオン注入された重水素の透過挙動			
論文審査委員	(主査)			
	教授 三宅 正宣	教授 岡田 東一	教授 住田 健二	
	教授 三宅 千枝	教授 宮崎 慶次	教授 山本 忠史	

論文内容の要旨

本論文は、核融合炉の実現のために克服しなければならない材料問題の中で、最も重要な問題の一つであるプラズマと第一壁等炉心材料との相互作用に関連して、特に、燃料成分である水素同位体がイオンとして炉心材料中に注入された後の挙動について基礎的知見を得ることを目的として、銅、ニッケル、アルミニウム等の金属材料を試料として、高エネルギー（30keV）でイオン注入された重水素の挙動を測定、解析した結果をまとめたものである。

第1章では、本研究分野に関する背景と研究状況について述べ、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、まず、本研究で用いた主要な実験装置の構成とその諸特性及び実験手順について述べ、次に、測定結果の解析法を説明し、イオン注入透過実験の結果から金属中の重水素の拡散係数が求められることを示している。

第3章では、銅中にイオン注入された重水素の透過実験の結果について述べている。イオン注入透過実験から得られた銅中の重水素の拡散係数の値は文献値と広い温度範囲において一致すること、即ち、本実験でイオン注入された重水素の透過速度は銅中でのその拡散過程で律速されていること、及び、重水素の透過速度は一旦最大値を取った後、時間と共に減少する、いわゆる、スパイク現象を呈することを認めている。

第4章では、ニッケル中にイオン注入された重水素の透過実験と、ガス状重水素の透過実験、及び、イオン注入された重水素の入射面よりの再放出実験について、それぞれ、得られた結果について述べている。透過実験から得られたニッケル中の重水素の拡散係数の値は、広い温度範囲で文献値と良く一致

しており、透過速度は、銅の場合と同様に、重水素の拡散過程によって律速されていることを示している。また、銅同様、スパイク現象も観測されている。このスパイク現象については再放出実験の結果とも合わせて考察し、イオン注入による照射欠陥の生成が入射面からの重水素の再放出を促進し、それにより試料内の重水素濃度が低下して裏面への透過速度が減少すると説明している。

第5章では、アルミニウム中にイオン注入された重水素の透過実験の結果について述べている。特に、このイオン注入透過実験から、表面酸化物の影響を少なくして拡散係数を求められることを示し、この手法が拡散係数のより正確な決定に有用であることを提示している。

第6章では、本研究で得られた結果を総括し、今後の研究課題についても言及している。

論文審査の結果の要旨

核融合炉の第一壁をはじめとする炉心材料と核融合プラズマとの相互作用に起因する材料問題は核融合炉実現の成否にも係わる大きな問題の一つである。この観点から、本論文は、核融合プラズマの燃料成分である重水素と銅、ニッケル、アルミニウム等の材料との相互作用について、主として、これらの金属材料中にイオン注入された重水素の挙動を中心に研究した結果をまとめたもので、その主要な成果は以下の3点に集約できる。

- (1) 10~30keVのエネルギーの重水素イオンを板状の銅、ニッケル、アルミニウム試料表面に注入し、その裏面への透過速度を測定した結果、各材料種についてそれぞれある温度までは、透過速度が一旦最大値に達した後時間と共に減少する、いわゆる、スパイク現象を示すが、それより高い試料温度では、透過速度が初期の増加後一定値を保つことを見いだしている。
- (2) この点について、ニッケル試料を対象に更に詳しく検討している。即ち、イオン注入の代わりに、ガス状重水素の透過挙動を調べた結果ではスパイク現象は観察されないこと、また、重水素イオン注入の繰り返しやヘリウムイオンを先に照射した場合、イオン注入重水素の透過速度は明らかに減少すること、しかし、この透過速度の減少は試料を高温で焼鈍すれば回復すること等を見いだしている。更に、イオン注入面から放出される重水素の再放出速度について測定し、イオン注入、あるいは、前照射等によって再放出速度が増大することを示している。これらの結果を総合し、スパイク現象を含め、重水素の透過挙動をイオン注入に伴う照射欠陥との関連で説明している。
- (3) 更に透過現象の機構として、重水素原子の材料内での拡散過程とそれらが材料表面で結合して起こる重水素分子の放出過程の両者を組み合わせたモデルについて検討、解析した結果、透過速度は材料内での重水素の拡散過程によって律速されていることを明らかにしている。またこれから逆に、注入イオンの透過速度の測定結果の拡散解析から、表面酸化物等の影響を排除し、また、低い温度に対しても、より正確な拡散係数の決定が出来ることを提案している。

以上のように本論文は、金属材料に於ける水素同位体の透過挙動を中心に、核融合炉炉心材料とプラズマの相互作用の評価に必要な測定データを集積してその解析、検討を行った結果から、核融合炉材料

の開発の上で有用な知見を与えており、原子力材料学並びに核融合炉工学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。