



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	超高圧電子顕微鏡用ガス環境その場観察法の開発と応用 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	若杉, 剛伸
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11882号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58624
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Takenobu_Wakasugi_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 若杉 剛伸

審査担当者 主 査 特任教授 大貫 惣明
 副 査 教 授 鶴飼 重治
 副 査 教 授 米澤 徹
 副 査 准教授 橋本 直幸
 副 査 准教授 坂口 紀史

学位論文題名

超高压電子顕微鏡用ガス環境その場観察法の開発と応用

(Development and Application of Environmental High Voltage Electron Microscopy)

本論文は超高压電子顕微鏡用のウインドウ型高压ガス環境セルシステムを開発し、材料と環境ガスとの反応の直接観察に応用した研究の成果をまとめたものである。

第1章では本研究の背景と目的を述べている。環境制御型透過型電子顕微鏡法は隔膜の有無により2種に大別されるが、著者は最近の研究開発の状況をまとめ、それぞれの長所と短所を論じた。本研究では高压でのガス反応の観察を目指すことから、ウインドウ型と超高压電子顕微鏡を選択するに至った理由を述べている。

第2章では本環境セルシステムの開発の経緯を述べている。著者は第1世代から第3世代までの製作と改良を独自で行い、真空から100 kPaの水素、酸素、アルゴンおよびそれらの混合ガスを、室温から350℃で透過電子顕微鏡での観察が可能な環境セルシステムを完成させた。装置性能の評価として、厚さ20 nmのパラジウム薄膜のガス雰囲気高分解能観察を行った結果、室温で100 kPaの水素とアルゴン雰囲気での像分解能はそれぞれ0.12 nm および0.19 nm を達成した。この結果は大気圧クラスのガス環境での像分解能として世界最高水準であり、新しい領域を拓いたと判断された。また、システムを完成させる努力は並大抵ではなく、最近の実験科学への範を示すものである。

第3章では本環境セルシステムを典型的水素貯蔵材料であるパラジウムの薄膜の水素化その場観察に応用した結果を述べている。同一視野のパラジウム結晶粒は水素圧の上昇とともに粗大化することを観察し、水素化に伴う体積の増加が原因とした。また、高分解能観察から水素化の進行に伴い転位数が増加することを観察し、水素化は結晶粒界から始まり内部に進行することを明らかにした。このように、反応の生じる位置を明確にした成果は大いに評価される。

第4章では、本環境セルシステムを原子力材料として研究が進みつつあるSiC繊維の酸素雰囲気電子線照射観察に適用した結果を述べている。酸素ガス雰囲気では、電子線照射量の増加に伴い高次の電子線回折スポットが消失することから、酸素ガスはSiCの非晶質化を促進するとしている。このような条件での照射実験は他に例がなく、今後の応用が大いに期待される。

第5章は総合的考察と結論である。

これを要するに、著者は、超高压電子顕微鏡用のウインドウ型高压ガス環境セルシステムを独自に開発するとともに、材料とガスとの化学反応のその場連続観察に応用し、水素吸蔵材料や原子炉

材料の新しい反応機構の説明に成功した。これらの成果は、大学における実験科学の範を示すとともに、将来のエネルギーシステムの材料開発に道を拓くものであり、材料工学の発展に貢献するところ大である。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。