



Title	ニッケルおよび鉄中の水素の拡散
Author(s)	山川, 浩二
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31883
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

氏 名・(本籍)	山 川 浩 二
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 1 4 5 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 2 月 20 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	ニッケルおよび鉄中の水素の拡散
論文審査委員	(主査) 教 授 藤 田 英 一 (副査) 教 授 成 田 信 一 郎 教 授 中 村 伝 教 授 笛 野 高 之 教 授 菊 田 米 男 助 教 授 桐 谷 道 雄

論 文 内 容 の 要 旨

液体水素又は低温の水素ガス中で試料細線を通電加熱，急冷する方法（水素急冷法）を開発しそれによって水素あるいは重水素原子をニッケル及び鉄中に過剰に導入した。そしてそれらの金属中の水素原子（重水素原子）の拡散消滅過程を電気抵抗測定によって調べた。

(1) ニッケル

半径 $50\mu\text{m}$ の線状試料の場合，電気抵抗の等時焼鈍曲線は $160\sim 200\text{ k}$ と $200\sim 380\text{ k}$ に回復段階を持つ。低温の回復段階はその位置が試料寸法に依存しないことから試料内部での現象と結論できる。一方，高温の回復段階は試料寸法の減少と共に低温へ移動するので水素が試料表面から放出される過程であることがわかる。それ故円柱の拡散方程式を解いて試料内部での水素原子の時間的空間的分布変化を求め，それから電気抵抗の時間変化を計算し等温焼鈍曲線と比較解析した。その際電気抵抗はその場所での水素濃度に比例する抵抗を持った薄肉円筒の並列抵抗和と考えた。実験による焼鈍曲線と計算曲線は試料寸法，焼鈍温度によらず非常によく一致し拡散係数 $D_{\text{H}} = 1.90 \times 10^{-3} \times \exp(-8,890 / RT) \text{ cm}^2 / \text{sec}$ （水素）， $D_{\text{D}} = 3.18 \times 10^{-3} \exp(-9220 / RT) \text{ cm}^2 / \text{sec}$ （重水素）が得られた。以上のごとく本研究は水素原子の拡散放出過程をはじめて明白にすると共に，極めて精度よく拡散係数を求める方法を確立したものである。拡散の次元の異なる平板試料についても同種の実験を行ないほぼ同様の結果を得た。

本研究では精度良く求めた水素と重水素原子の拡散係数の比 $D_{\text{H}} / D_{\text{D}}$ は $340\sim 200\text{ k}$ の温度範囲で温度の低下と共に増加し，既存の調和振動あるいは非調和振動を考慮した拡散理論の予想とは全く異なることが判明した。

(2) 鉄

半径 $50\mu\text{m}$ の線状試料の場合、等時焼鈍曲線は二つの回復段階(100～210 kと210～260 k)を持つ。低温の回復段階の速度論的取扱いから水素原子の移動の活性化エネルギーの概略値 2.2 kcal/mol を得た。水素はニッケルの場合と同様試料表面から放出されるがその移動に際してはトラッピングサイトや内部シンクの影響が強いことがわかった。

論文の審査結果の要旨

本論文は液体水素又は低温水素ガス中で試料細線を通電加熱後、電流を切って急冷する方法(水素急冷法)を開発し、それによって水素あるいは重水素原子をニッケル及び鉄中に過剰に導入して、それらの拡散消滅過程を精密な電気抵抗測定によって追跡し解析した結果を報告したものである。

ニッケルでは水素が線状試料の表面に拡散して放出される過程が200～380 k近傍に現れ、その際に円柱の拡散方程式と線の電気抵抗変化とを結びつけた解析は実験結果をよく説明し、拡散係数として、 $D_H = 1.90 \times 10^{-3} \exp(-8890/RT)$ と言う正確な値が得られた。また水素、重水素の拡散係数の比 D_H/D_D は温度の低下と共に独特な変化を示し、質量効果量子効果に対する初めて精密なデータが得られた、鉄においては試料内部の不純物や欠陥による拡散水素の捕獲が大きな影響を及ぼすことが判明した。これらの結果は、原理的な興味と基本的に重要なデータを与え、新しい実験方法と解析方法の開発と共に、物性工学の進展に容与するものであり、博士論文として価値あるものと認める。