

Title	メスバウア効果による純鉄中の点欠陥の研究
Author(s)	吉田, 豊
Citation	
Issue Date	
oaire:version	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1837
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	よし 吉	た 田	ゆき 豊
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	6063	号
学位授与の日付	昭和58年3月25日		
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第5条第1項該当		
学位論文題目	メスバウア効果による純鉄中の点欠陥の研究		
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 長谷田泰一郎 助教授 大嶋隆一郎

論 文 内 容 の 要 旨

純鉄中の点欠陥の挙動については不明な点が多い。例えば、原子空孔が200℃程度で移動するのか、それとも200Kで移動するのか、理論実験共に結論に至っていない。本研究は、従来困難とされてきた“純鉄”中の欠陥、特に原子空孔や格子間原子をメスバウア効果で捉え、純鉄中の点欠陥の挙動及び、その周囲の電子や格子に与える影響を詳細に調べることに成功した。

メスバウア効果は局所的な環境の乱れに対して非常に敏感であるが、導入できる点欠陥濃度は通常0.1at%以下であり、通常のスペクトル測定法では観測することが非常に困難である。そこで純鉄中に入れた ^{57}Co を用いて点欠陥をトラップする「欠陥トラップ法 (Defect Trapping Method)」と、点欠陥の回復過程を詳細かつ短期間で測定しうる「サーマル・スキャン法 (Thermal Scan Method)」という2つの新しい方法を用いた。さらに、点欠陥による乱れをメスバウア・スペクトル上に見い出す為に、プローブ核である ^{57}Fe を直接照射する方法も試みた。

^{57}Co をドーブしたFe試料を30Kで高速中性子照射した後、メスバウア・スペクトル測定を77Kで行なうと、明瞭な欠陥によるサテライトは見い出されなかったが、全吸収面積が減少し、平均内部磁場が増加した。

これをサーマル・スキャン法とスペクトル測定を併用することにより、等時焼鈍時、計数率及びメスバウア・パラメーターの変化を詳細に調べると、110K付近で計数率、平均内部磁場が減少し、全吸収面積が増加した。さらに220K付近の焼鈍では、計数率は小さな増減を伴いながら減少し、内部磁場はわずかに減少、また吸収面積は増加した。これらの変化は、点欠陥の回復過程を反映していると考えられ、従来報告されている格子間原子の回復ステージ (110K) や原子空孔の回復ステージ (220

K) と良く一致している。以上から、格子間原子は平均内部磁場を増加させ、原子空孔は、デバイ・ワラー因子を減少させることがわかった。点欠陥回復挙動に大きく影響する鉄中の炭素不純物の効果は、特に 160 K 付近のステージで、計数率の変化に顕著に現われ、炭素原子や Co 原子が格子間原子集合体形成時に重要な役割を果たしていることがわかった。

次に点欠陥の分布状態による差異を検討する為、77 K で 28 MeV 電子による照射を行なった。照射後 77 K の測定で、面積が減少することは中性子照射の場合と同じ傾向にあるが、平均内部磁場は逆に減少した。ところが、4.2 K の同じ試料での測定では、中性子照射の場合の値に近い。これから、フレンケル・ベアが均一に導入された系では、デバイ・ワラー因子とキュリー温度が共に減少していることがわかった。

最後に 200 keV $^{57}\text{Fe}^+$ イオン、及び $^{56}\text{Fe}^+$ イオンを室温で照射し、透過法及び散乱法でメスバウア・スペクトルを測定し、電子顕微鏡観察の結果と比較した。電顕観察からは 500~1000 Å の深さに、小さな格子間型点欠陥集合体のみが観察されたが、メスバウア・スペクトルには、内部磁場の異なる 2 種の成分が点欠陥に関連して存在し、そのうち、値の小さい方の成分が、より浅い所に多いことがわかった。これから電顕では見えない小さな原子空孔型点欠陥集合体が深さ 500 Å までの所に存在することが考えられる。

以上の如く、メスバウア効果が点欠陥の研究に非常に有効であることが証明され、鉄中の点欠陥の多くを解明することができた。

論文の審査結果の要旨

本論文はメスバウア効果を用いて純鉄中の自己格子欠陥を初めて検出し、その状態と挙動を追究した実験を纏めたものである。従来、鉄中の格子間原子や原子空孔の状態・挙動については不明な点が多く、またメスバウア効果はこのような自己欠陥を研究するには不相当とされていたので、この種の研究結果は存在しなかった。それに対して本研究では、純鉄中に ^{57}Co をドーピングして上記の点欠陥をトラップする「欠陥捕獲法 (defect trapping method)」、点欠陥の移動変化過程を精度よく測定する「サーマル・スキャン法 (thermal scan method)」、及び欠陥を作り出す為の電子、中性子照射に加えてプローブ核である ^{57}Fe イオンの照射 (self ion irradiation) を組合せて、点欠陥とそれに対する不純物原子の作用を検出、測定することに成功した。サーマル・スキャンによる回復曲線及びスペクトルの解析から、低温照射で生成した点欠陥は、格子間原子が 110 K、空孔が 200 K 付近で移動すること、前者は平均内部磁場を増加させ後者は無反跳分率を減少させるのが顕著であること、またイオン照射では生成欠陥の深さ分布があつて電子顕微鏡などでは検知できない空孔型欠陥が浅い所に在ることなどが判った。以上の結果は重要な新しい知見であり、技法の確立と共に、格子欠陥の研究に寄与する所が大きく、博士論文として十分な価値がある。