



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Al希薄合金における電子照射損傷過程の電子顕微鏡による研究   |
| Author(s)    | 江澤, 正思  |
| Citation     | 大阪大学, 1984, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/33677">https://hdl.handle.net/11094/33677</a>   |
| 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、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>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） | え江                             | ざわ澤      | ただ正      | し思 |
| 学位の種類   | 工                              | 学        | 博        | 士  |
| 学位記番号   | 第                              | 6        | 3        | 5  |
|         |                                | 6        |          | 号  |
| 学位授与の日付 | 昭和 59 年 3 月 16 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  | Al 希薄合金における電子照射損傷過程の電子顕微鏡による研究 |          |          |    |
|         | (主査)                           |          |          |    |
| 論文審査委員  | 教授 藤田 英一                       |          |          |    |
|         | 教授 中村 伝                        | 教授 山田 安定 | 教授 久米 昭一 |    |
|         | 教授 藤田 廣志                       |          |          |    |

## 論文内容の要旨

希薄合金の電子照射損傷に及ぼす合金元素の影響を知るために、純 Al, Al-Mg, Al-Zn, Al-Si, Al-Ag および Al-Cu 希薄合金を 2 MV 超高電圧電子顕微鏡及び 200KV 電子顕微鏡内にて電子照射すると共にその場観察を行った。その結果は、第 1 に電子照射により純 Al の場合と同様に二次欠陥集合体として格子間型転位ループが観察されたが、純 Al よりもループの数密度が高く、ループが出現するまでの潜伏期間が長くなり、それらは合金の種類により大きく変化した。第 2 に、合金元素が転位ループの空間分布に強く影響を及ぼすことが見出された。空間分布を定量的に取扱うために、ステレオ観察法を活用し、潜伏期間が長い合金ほど転位ループが試料表面近くに局在することを明らかにした。また、ループの空間分布の照射時間及び照射温度依存性が次のように明らかにされた。即ち、照射初期には試料表面近くのみループが観察されるが、照射時間が長くなるにつれて徐々に試料内部の転位ループも観察されてくる。また、照射温度が高くなるにつれて、ループの分布は均一になってくる。第 3 に、ループの数密度は純金属の場合と異なり、照射時間と共に増加した。

以上の特徴の本質を明らかにするために、反応速度理論に基づいた解析を照射損傷過程の計算機実験により行った。特にこの計算では、実験から予想される格子間原子と溶質原子の強い相互作用及び転位ループの局在的な分布を説明するために点欠陥の試料表面への拡散を考慮した。この解析により実験結果が次のように解釈された。第 1 に挙げた転位ループの数密度の増加と潜伏期間の増大は、格子間原子と溶質原子の結合によるループの核形成の促進と、それによるループの成長速度の遅延によると考えられる。第 2 の試料表面付近のループの局在分布は、点欠陥の表面への拡散が表面近くでループ密度を減少させ、そのためループの成長速度が速くなるためと考えられる。従って、照射時間と共に

に、まず表面近くのループのみが観察され、次第に内部のループも観察されてくることになる。照射温度が高くなると、転位ループ密度は減少し、点欠陥の動きと、内部のループの成長速度が速くなり、照射初期よりはほぼ均一に観察されと考えられる。第3のループ密度の連続的増加は、溶質原子の濃度が点欠陥濃度に比べて高いために、格子間原子と溶質原子からなる集合体が連続的に形成され、それが転位ループの核となるためと考えられる。これらの解釈は、定性的、定量的に実験結果をよく説明している。

以上のように、Al 希薄合金の電子照射損傷における基本的特徴が電子顕微鏡によるその場観察により明らかにされ、それらは反応速度論による解析により基本的に理解された。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は核融合炉材料の基礎研究として、希薄合金の電子照射損傷に及ぼす合金元素の影響を解明する為に、純 Al, Al-Mg, Al-Zn, Al-Si, Al-Ag 及び Al-Cu 希薄合金を 2 MV 超高電圧電子顕微鏡及び 200 kV 電子顕微鏡内において電子照射をしながらその場観察を行い、数量的解析を加えたものである。その結果として、第一に、電子照射により純 Al の場合と同様に合金でも二次欠陥集合体として、格子間型転位ループが観察されたが、純 Al よりもループの数密度が高く、出現までの潜伏期間が長くなり、それらは合金の種類により大きく変化した。第二に合金元素が転位ループの空間分布に強く影響する事が見出された。精密なステレオ観察法により、潜伏期間が長い合金ほど転位ループが試料表面近くに局在すること、照射初期には表面近くにのみループが見られるが、照射時間と共に徐々に試料内部にもループが現れること、及び照射温度が高いほど分布が均一になることが見出された。第三にループの数密度は純金属の場合と異なり、照射時間と共に増加した。

以上の現象の本質を明らかにする為に、反応速度論に基づいて損傷過程の計算機シミュレーションを行った。実験から予想された格子間原子と溶質原子の相互作用と点欠陥の試料表面への拡散を考慮する事により、実験結果がよく解析され、次のように解釈された。第一のループの数密度の増加と潜伏期間の増大は、格子間原子と溶質原子の結合によるループの核形成の促進と成長速度の遅延によると結論される。第二の表面付近のループの局在分布は、点欠陥の表面への拡散が表面近くでループ密度を減少させ、その為、内部よりもループの成長速度を速めと考えられる。従って照射時間と共に、まず表面近くのループのみが観察され、次第に内部のループも観察されてくる。照射温度が高いと、転位ループ密度は減少し、点欠陥の動きと内部のループの成長速度が速くなり、照射初期よりはほぼ均一に観察されと考えられる。第三のループ密度の連続増加は、溶質原子の濃度が点欠陥濃度に比べて高い為に、格子間原子と溶質原子からなる集合体が連続して形成され、それが転位ループの核になる為と考えられる。これらの解釈は定性的、定量的に実験結果をよく説明している。

以上の研究により、Al 希薄合金の電子照射損傷における基本的挙動が明らかにされ、反応速度論的解析により理解されたので、この研究分野の発展の為の一つの布石ができたと言える。よって本

論文は博士論文として十分の価値があると認める。