OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	非晶質合金の電子線局所構造解析手法とその応用に関する研究
Author(s)	大久保, 忠勝
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3184340
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	大久保 忠勝（おおくぼ ただかつ）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 15831 号
学位授与年月日	平成13年1月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	非晶質合金の電子線局所構造解析手法とその応用に関する研究
論文審査委員	（主査） 教授 弘津 禎彦 （副査） 教授 馬越 佑吉　教授 中嶋 英雄　教授 森 博太郎

論文内容の要旨

本論文は、非晶質合金の局所構造（短範囲及び中範囲規則構造）について電子線を用いた精度の高い解析手法の検討、改善を行い、いくつかの非晶質合金の構造解析に応用した結果をまとめたもので、以下の7章より構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的及び本論文の構成について記述している。

第2章では、非晶質合金での中範囲規則構造と高分解能電顕像との対応についての知見を得るため、具体的な構造モデルに関する高分解能電顕像計算を行い、中範囲規則構造の最適観察条件について調べた結果を述べている。次いで短範囲規則構造の情報を得るための電子線動径分布解析の高精度化手法について述べ、多重散乱の解析精度への影響についての考察も行っている。さらに、リバースモンテカルロ法の非晶質合金構造解析への応用について検討している。

第3章では、非晶質 $Pd_{82}Si_{18}$、$Pd_{75}Si_{25}$合金、$Fe_{90}Zr_7B_3$合金の急冷試料の構造について、前章で記述した解析手法を適用した結果について述べている。非晶質 Pd-Si 合金の場合、実験で得られた2体分布関数がナノスケール相分離構造モデルにより最もよく説明できることを示し、また同様に、非晶質 $Fe_{90}Zr_7B_3$の場合においてもナノスケール相分離構造のモデルが適用できることを指摘している。

第4章では、非晶質 $Fe_{90}Zr_7B_3$合金の結晶化過程に関する電子線動径分布解析、ナノ領域元素分析を行い、α-Fe 析出に伴う非晶質母相の局所構造変化と組成変動について調べた結果、ならびに、α-Fe ナノ結晶組織の安定化について考察した結果を述べている。非晶質 $Fe_{89}Zr_7B_3Cu_1$合金の結晶化過程においては、α-Fe ナノ結晶が Cu ナノ結晶サイトに不均一核生成することにより、α-Fe ナノ結晶の高密度分散組織が形成されることを見出している。

第5章では、非晶質 $La_{55}Al_{25}Ni_{20}$合金の過冷却液体温度域での超塑性挙動を調べ、破断伸びと歪速度の関係の温度依存性、ならびに、変形誘起による動的結晶化について述べている。次いで、その場加熱観察による電子線構造解析とリバースモンテカルロ法による検討から、過冷却液体温度域で化学的短範囲規則構造が発達することを明らかにしている。

第6章では、非晶質 $Pd_{100-x}Si_x$（x=0～25）合金についての分子動力学液体急冷シミュレーションを行い、非晶質化するまでの構造変化を追跡した結果について述べている。中範囲規則構造の形成に関する組成及び急冷速度依存性について調べ、中範囲規則構造の生成と成長条件について考察している。

第7章では、本論文の結論について述べ総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、非晶質構造に関する従来の高分解能電顕観察ならびに電子線動径分布解析手法の問題点を明らかにし、精度の高い非晶質構造の解析手法の検討を行い、いくつかの非晶質合金の急冷状態及び熱処理状態の局所構造解析への応用を試みたものである。得られた結果を要約すると、以下の通りである。

(1) 非晶質合金の具体的な構造モデルを作成し、高分解能電顕像計算から中範囲規則構造と高分解能電顕像との対応について述べ、中範囲規則構造観察条件について明らかにしている。また、電子回折強度の解析手法を改善するとともに、多重散乱の影響を明らかにし、電子線動径分布解析精度の向上をはかっている。さらに、リバースモンテカルロ法によって実験結果に対応する具体的な非晶質構造モデルを作成する方法について示している。

(2) 非晶質 $Pd_{82}Si_{18}$ 合金について、従来のX線・中性子回折実験結果、X線小角散乱実験及び高分解能電顕観察等の結果を包括的に説明する構造モデルとして、ナノスケール相分離構造モデルが妥当であることを明らかにしている。また、非晶質 $Pd_{75}Si_{25}$ および $Fe_{90}Zr_7B_3$ 合金の場合についても、同様なナノスケール相分離構造の存在を指摘している。

(3) 非晶質 $Fe_{90}Zr_7B_3$ 合金の結晶化過程について解析し、α-Fe 析出に伴う非晶質母相の構造変化と組成変動、化合物析出による α-Fe の安定化機構を明らかにしている。また、Cu を微量添加した試料の場合、析出 Cu ナノ結晶が α-Fe ナノ結晶の不均一核生成サイトとなり、α-Fe ナノ結晶の高密度分散が促進されることを指摘している。

(4) バルク金属ガラス $La_{55}Al_{25}Ni_{20}$ の超塑性変形について、破断伸びと歪速度の関係の温度依存性、変形に伴う構造変化とその変形挙動への影響を調べ、さらに、その場加熱実験による電子線構造解析から、超塑性が発現する過冷却液体温度域において、化学的短範囲規則構造が発達することを見出している。

(5) 分子動力学液体急冷シミュレーションを非晶質 $Pd_{100-x}Si_x$ ($x=0\sim25$) 合金について行い、中範囲規則構造発達に対する組成、冷却速度の影響を調べ、本研究の構造解析で判明した Pd-Si 合金におけるナノスケールの相分離が過冷却液体温度域で形成・進行することを推測している。

以上のように、本論文は、非晶質合金の局所構造を解析するために、電子線を用いた精度の高い解析手法を提案し、いくつかの非晶質合金の急冷構造及び熱処理に伴う構造変化を明らかにしたものであり、材料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のあるものと認める。