OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高分解能電子顕微鏡を用いた像のオンライン計測処理装置の製作と原子格子像による金属合金および化合物の結晶格子欠陥の研究
Author(s)	横田, 康広
Citation	大阪大学, 1982, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33206
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

【25】

氏名・(本籍)	横田康広
学位の種類	工学博士
学位記番号	第5660号
学位授与の日付	昭和57年3月25日
学位授与の要件	工学研究科　応用物理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**高分解能電子顕微鏡を用いた像のオンライン計測処理装置の製作と原子格子像による金属合金および化合物の結晶格子欠陥の研究**
論文審査委員	(主査) 教授 橋本初次郎 教授 藤田　茂　教授 南　茂夫　教授 鈴木　達朗 教授 三石　明善

論文内容の要旨

高分解能電子顕微鏡の性能を更に向上させるため，像を劣化させている球面収差の影響を取り除く結像条件を実現する基礎的な研究として，電子顕微鏡の球面収差係数，焦点外れ量を精密に測定解析し，その計測を迅速に行なうため電子顕微鏡とオンラインで働く画像計測処理装置を製作したことを述べている。また，この高分解能電子顕微鏡法の応用としてポリタイプを含む硫化亜鉛の結晶構造の観察と電子線照射に伴うその構造変化，Al-4%Cu合金中のGuinier-Prestonゾーンの観察とその解析結果について述べている。本論文は6章より成っている。

第1章では，これまでの高分解能電子顕微鏡学の理論や実験を概観し，第2章以下の研究の基礎となる事柄を取り上げて述べ，本研究の位置づけを行なっている。

第2章では，使用した高分解能電子顕微鏡の性能を知るために主にカーボン薄膜の像を撮影しこの光回折像より，球面収差係数・色収差係数・電子ビームの開き角などを測定した結果について，述べている。

第3章では，高分解能電子顕微鏡像をオンラインで計測処理の可能な装置を製作し，種々の応用を試みた。すなわち画像の2次元フーリエ変換を行なうことにより焦点はずれ量の計測・ノイズの除去・欠陥を含む格子像の解析・画像の平均化などの処理を行なったことについて述べている。

第4章では，多くの積層不整を含む硫化亜鉛薄膜結晶について，結晶格子像を撮影し，含まれる数種のポリタイプの同定を行っている。また100kVの電子線照射によって相転移に伴う結晶格子内原子の移動過程の動的観察を行ない得られた結果を解析している。

第5章では，Al-4%Cu合金中に時効によりGuinier-Prestonゾーンを作り高分解能結晶格子像を

撮影し，格子歪の様子を記録している。得られた結果を解析し電子顕微鏡像を説明する格子歪の新しいモデルを提出している。

第6章では，得られた結果を総括し将来の課題について述べている。

論文の審査結果の要旨

高分解能電子顕微鏡は，最近回折理論，収差理論の適用と共にエレクトロニクスや材料技術の急速な進歩により著しい高倍率高分解能化が達成され，分子や結晶内の個々の原子を直接観察することも試みられ，その応用範囲も急速に広がっている。しかしながら原子像を得ることは必ずしも容易ではなくまた分解能が高くなるに従って高輝度照明に伴う試料の電子線照射損傷や観察された微細な構造像の解釈など解明を迫られている問題が少なくない。

本論文は高分解能電子顕微鏡がその性能を充分発揮するための基礎的な研究として結像条件の精密測定と，その計測をすみやかに行ないまた得られた像を解析処理するオンライン画像計測処理装置を開発試作し，また高分解能電子顕微鏡法の応用として，ポリタイプを含む硫化亜鉛の結晶構造，アルミニウム銅合金中のG. P. ゾーンの研究を行ったもので得られた成果は次の通りである。

(1) 高分解能電子顕微鏡像の解釈を行なう際重要となる電子顕微鏡対物レンズの球面収差，色収差，ビームの開き，焦点はずれを従来からの測定法と，近年提案された方法とそれを改良した方法を用いて測定し良好な結果を得ている。また球面収差の影響を軽減させる結像法(Aberration Free Focus条件) を種々の物質に使用できるような条件を導いている。

(2) (1)の測定を容易に行なうことを目的として電子顕微鏡とオンラインで働くデジタル画像計測処理装置を作製し，光回折法と等価な2次元フーリエ変換像を求め，これを用い非点収差の補正，焦点はずれ量の測定の自動化，逆空間でのノイズ除去や像の平均化，暗視野法の導入による像の抽出など多様な処理を実現することに成功している。

(3) 硫化亜鉛結晶の高分解能電子顕微鏡観察を行ない，zincblende型，wurtzite型およびポリタイプの4H型，9R型などの原子構造像を撮影し，更に観察中の硫化亜鉛が電子線の照射によって分解して原子配列がくずれて行く過程を動的観察することに成功し，格子結合の異方性の存在を直接的に証明する結果を得ている。

(4) アルミニウム銅合金中に含まれるG. P. ゾーンと母格子のアルミニウム結晶の高分解能電子顕微鏡像を観察し主にG. P. ゾーン近傍の結晶格子の歪について原子レベルの定量的なデータを得ることに成功している。また観察された像を説明する結晶歪の新しいモデルを提出している。

以上のように本論文は，高分解能電子顕微鏡がその性能を充分発揮するための基礎的な問題についての検討を行ない画像処理装置を用いて像解析を行うと共に，硫化亜鉛，アルミニウム銅合金の原子像を撮影することにより各種格子欠陥の性質を明らかにしたもので，電子顕微鏡学，材料物性工学上貢献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あるものと認める。