OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	超高圧電子顕微鏡用並列検出電子エネルギー損失分光系に関する研究
Author(s)	吉田, 清和
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3063592
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【 31 】

氏名	吉田清和（よしだきよかず）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 10375 号
学位授与年月日	平成4年7月30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	**超高圧電子顕微鏡用並列検出電子エネルギー損失分光系に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 裏 克己 (副査) 教授 西原 浩　教授 藤岡 弘

論文内容の要旨

本論文は、超高圧電子顕微鏡用並列検出電子エネルギー損失分光法（EELS）の実用化のための，超高圧電子顕微鏡の改良および並列検出器の開発に関する研究をまとめたものであり，論文は8章から構成されている。

第1章において，超高圧並列検出電子エネルギー損失分光法が，必要である理由と，その研究の歴史，現状および問題点について述べ，本論文の位置づけを行なった。

第2章において，本装置の電子幾何光学的考察を行った。まず，透過走査電子顕微鏡（STEM）として用いるためのレンズ系の軌道解析を行った。つぎに，高分散，かつ，可変分散の分光器の設計と製作を示した。そして，装置全体の電子幾何光学系のエネルギー分解能を示した。

第3章において，超高圧STEMのプローブビームの安定化について述べた。まず，加速電圧そのものの安定化について述べ，つぎに，漏洩磁束による電子ビームの偏向の変動量とその補償法について述べた。

第4章では，加速電圧の残留変動成分をスペクトルの位置変動として検出し，帰還制御によって補償する方法について述べた。そのために，位置変動の検出とスペクトル測定が同時にできる蛍光板を開発した。この補償方法の特性の実測値と解析値を比較し，ショット雑音を含む系では最適帰還利得があることを示した。

第5章において，並列検出器の構造とその特性について述べた。特に，蛍光板について，発光領域幅が異常に広がる現象，ならびに，発光効率に対する蛍光体材料，蛍光板厚さ，支持構造の依存性を調べた。さらに，発光領域での広がりを抑制した蛍光板の開発について述べた。

第6章において，検出系を評価するための検出量子効率（DQE）が，並列検出器では，「チャンネルミキシング効果」のために，1を越える場合があることを理論と実験によって示した。さらに，並列検出法の信号記録系と，信号処理について述べた。

第7章では，この並列検出EELS装置の特性を測定時間，空間分解能，エネルギー分解能の関係で示した。そして，この装置を用いて測定したEELSスペクトルの例を示した。

第8章において，得た成果をまとめ，今後の課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

電子顕微鏡の試料を透過した電子のエネルギー損失を測定することで，各種の貴重な情報が得られる。従来はスペクトル信号を時間系列として測定してきたが，並列検出方式によって測定時間が大幅に短縮可能となり特に超高圧電子顕微鏡によるその場観察で有用である。後者の方式は最近，各所で研究され始めたばかりで，十分な知見が得られていない。本論文はこれに関する研究であり，得られた主な成果は次の通りである。

(1) 蛍光板に電子線が衝突し，それを発光させる場合，蛍光板の厚みをいくら薄くしても，また電子線をいくら細くしても発光領域の大きさが変わらず，これが並列検出方式のエネルギー分解能向上に本質的制約となっていることを発見し，その対策を提案し実証している。

(2) 理論的には検出量子効率が1を越えることがないにも拘らず，実際の測定で見かけの上で1を越える場合があることを見いだし，これを「チャンネルミキシング効果」と名付けて理論的説明を行っている。

(3) これらは，並列検出系に共通の事項であるが，それ以外にも，超高圧電子顕微鏡特有の問題点である高分散分光器の設計，加速電圧の安定化，直流加速電圧発生回路からの漏洩高周波磁束による電子ビームの偏向の補償法，加速電圧変動によるエネルギースペクトル位置変動の補償・抑制などについて実験と理論解析によって貴重な知見を得ている。

以上の様に本論文は並列検出電子エネルギー損失分光法の要となる並列検出系，とくに超高圧電子顕微鏡へ適用した場合について有用な知見を与えるものであり，電子工学に貢献するところが大きい。よって博士論文として価値あるものと認める。