The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	電子線ホログラフィー顕微鏡法の開発
Author(s)	原田, 研
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3085231
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【28】

氏名・(本籍)	原田　研（はらだ　けん）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第　9743　号
学位授与の日付	平成3年3月26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	**電子線ホログラフィー顕微鏡法の開発**
論文審査委員	(主査) 教授　志水　隆一　　教授　一岡　芳樹　　教授　南　茂夫 教授　樹下　行三　　教授　興地　斐男　　教授　豊田　順一 教授　後藤　誠一

論文内容の要旨

本論文は電子線ホログラフィーについて，ホログラムの記録，ホログラムからの像再生の各々の段階における問題点を装置改良などのハード面，及び方法論の向上などのソフト面より解決または改善し，電子線ホログラフィーのより一層の実用化と新たな可能性の開発研究の成果についてまとめたものである。全体の構成は下記の7章よりなっている。

第1章では，ホログラフィーの基礎原理について述べ，電子線ホログラフィーの発展の過程，及び現在行われている電子線ホログラフィーについて観察対象と関連づけながら概説している。さらに現技術の問題点として触れ，本研究の目的，有用性について言及している。

第2章では，高輝度電子銃が電子線ホログラフィーにとって本質的に必要不可欠な装置であることを述べ，LaB_6 単結晶からのエミッションパターン観察と，その熱電界放射特性評価について，及び透過型電子顕微鏡において輝度測定を行なった結果について評価を行なっている。

第3章では，開発した加熱清浄型電子線バイプリズムの作成方法，構造やその特徴，及び電子顕微鏡鏡筒内における白金フィラメントの清浄化作用について明らかにしている。さらに，電子線ホログラフィーとしての予備的な実験結果についても言及している。

第4章では，従来の再生方法より3倍高い空間周波数を持った再生像を得ることのできる新しい再生方法を提案し，実験結果よりこの再生方法の有効性について確認している。

第5章では，電子線ホログラフィーの実時間化を目的とした再生方法について述べ，実験結果より処理時間が短時間で済むことを確認している。さらに，実時間再生像観察をするための具体的な方法について提案を行なっている。

第6章では，電子線ホログラフィーの応用研究として電子レンズの球面収差の補正について，予備的な実験を行ない，電子線ホログラフィーが電子レンズの球面収差に対しても有効な補正手段となり得ることを結論している。

第7章では，電子線バイプリズムにより干渉縞が形成されていく様子をシミュレーションにより再現し，電子線バイプリズムに関して測定困難な種々のパラメータが定まることを確認している。

総括では，上記研究成果をまとめ，併せて今後の指針についても触れている。

論文審査の結果の要旨

電子線ホログラフィーは，現在原子レベルの高分解能観察を実現している電子顕微鏡に，より実用的な物性計測を可能にする機能をもたらすものとして注目されている。本研究では独自に加熱清浄型電子線バイプリズムを開発し，バイプリズムの寿命延長を果たすとともに，フーリエ変換を用いたデジタル画像処理による像再生法，精度の向上を実現するための新たな2種類の再生方法，さらに，写真処理を全く用いずオンライン処理により像再生を行なうシステムの開発を行っている。装置面では，LaB_6 単結晶を用いた熱電界放射による高輝度化に関する基礎的研究を行ない高輝度電子銃の開発に成功している。本論文は以上の研究についてまとめたものであり，その結果を要約すれば以下の通りである。

(1) 加熱清浄型電子線バイプリズムの開発に関連して，Wollaston 法によって作製された白金極細線フィラメントを通電加熱によって清浄化する方法を提案し，その清浄化作用を走査型及び透過型電子顕微鏡にて観察し，その有用性を確認している。

(2) 新たに開発した空間周波数拡張再生法が従来のフーリエ変換再生法と比較して，最高で3倍の高い空間周波数を持った再生像を得ることができる可能性について明らかにしている。そして，この空間周波数拡張再生法を実現するため電子線ホログラフィー用オンライン処理システムを開発し，その有効性を確認している。

(3) 縞解析法とモアレトポグラフィーの技術を応用した新たな縞走査再生法についてモアレトポグラフィーを応用すれば，電子線ホログラムから直ちに干渉顕微鏡像が得られることを示し，この干渉顕微鏡像より，ホログラムに記録された位相分布が再生できることを実験的に明らかにしている。

(4) 電子線ホログラフィーのデジタル画像処理による再生方法の応用として，電子レンズの収差補正に関する研究を行ない，既知の波面収差関数を用いた収差補正の実験結果より，電子線ホログラフィーが電子レンズの球面収差補正に対して有効な方法であることを確認している。

(5) 電子線の伝搬を波動光学的に取り扱い，電子線バイプリズムによって干渉縞が形成されていく過程を，シミュレーションにより再現し，実際の電子顕微鏡により得られた干渉縞の強度分布とシミュレーション結果が一致するようパラメータを調整することにより，電子光学系における電子線バイプリズムの位置を精度良く求められることを明らかにした。

(6) 電子線ホログラフィーにとって必要不可欠な高輝度電子銃として，LaB_6 熱電界放射型電子銃を開

発し，それを実際に透過型電子顕微鏡に装着して輝度測定を行ない良好な特性が得られることを確認し，実用化への指針を得ている。

以上のように本論文は，電子線ホログラフィーについてソフトとハードの両面から検討し，ホログラムの記録から情報の再生までを一貫したプロセスとしてとらえ，その性能の向上についての研究の成果についてまとめたものであり，応用物理学とくに電子顕微鏡の発展に寄与すること大であると考えられる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。