

Title	実時間画像演算機能を有するCCDカメラの開発
Author(s)	西方, 健太郎
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44244
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	にし せう けん たろう 西 方 健 太 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 7 7 8 9 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科物質・生命工学専攻
学位論文名	実時間画像演算機能を有する CCD カメラの開発
論文審査委員	(主査) 教 授 高 井 義 造 (副査) 教 授 横 山 正 明 教 授 伊 東 一 良 教 授 金 谷 茂 則 教 授 福 住 俊 一 教 授 宮 田 幹 二 教 授 柳 田 祥 三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、1フレーム内で撮影期間の異なる二枚の画像を撮影し、その演算出力を可能とする実時間画像演算機能を有する CCD カメラの設計・作製・改良を行い、本装置を画像演算機能有する撮像装置として確立し、光学分野および電子顕微鏡分野への応用結果についてまとめた。

第1章では、本研究の背景について述べた。現在までに開発されてきた画像演算機能を有する撮像装置との特徴を比較することで、本研究の位置付けを行った。

第2章では、実時間画像演算機能を有する CCD カメラの設計を行った。撮影期間の異なる二枚の画像を用いた画像演算処理の特徴について説明し、その処理を実現する二相蓄積法の原理を説明し、全体設計を行った。

第3章では、実時間画像演算機能を有する CCD カメラを作製・改良し、その動作検証を行った。まず、二相蓄積法の動作確認を行い、続いて、二相蓄積法により二枚の画像を1フレーム内で撮影・出力できるカメラの試作と動作検証を行った。最後に、実時間画像演算機能を有する CCD カメラの作製およびその動作検証を行った。

第4章では、高画質ロックインイメージングを行った結果について述べた。変調周波数の性能的な限界を見積り、実質的な限界については LED パターンジェネレータの同期点滅を撮影した実験により求めた。最後に、デモンストラーションとして、水面の波紋を観察した結果について述べた。

第5章では、高分解能透過型電子顕微鏡における球面収差補正位相像再生の実時間化について述べた。本研究で開発したカメラを能動型電子顕微鏡に導入することで 1/30 秒毎の実時間処理が可能になることを記述し、この実時間処理によって球面収差補正位相像観察をした結果について述べ、実時間能動型画像処理電子顕微鏡はナノ構造のダイナミズムを解明する有力な手法の一つとして考えることができることを主張した。

第6章では、開発と応用の両面に関する展開について記述した。まず、実時間ロックインエネルギーロスイメージングシステムの開発について記述し、次に開発の展開として、4インターレース走査による高画素数出力の可能性について議論した。さらに、輪郭線縞の観察による移動物体の速度分布検出について、実験による検証を行い、最後に、三相蓄積法についてその構想示して、その展開について記述した。

最後に総括として、本論文のまとめと今後の課題、将来への展望について記述した。

論文審査の結果の要旨

撮像装置は光学的情報を画像信号に変換し出力する装置であり、その動作は人間の「眼」を基本としている。近年の半導体微細化技術の進化により、撮像デバイスの解像度と感度は人間の眼に匹敵する性能を実現しており、現在は「脳」までを含む「視覚」の実現を目指した撮像装置、すなわち「画像演算機能を有する撮像装置」が CMOS 型撮像素子を用いて開発されている。これらの撮像装置では実時間処理が可能であり、従来の画像処理方式において画像を演算処理部に取り込む時間が処理の実時間化を不可能にするという問題を解決している。しかし、現在実用化されている撮像装置は、高画質が要求される分野への利用に対しては画素数という点において十分なものではない。本論文は、高画素数を実現したうえで実時間画像演算処理を可能とする実時間画像演算機能を有する CCD カメラを開発し、本装置を画像演算機能有する撮像装置として確立し、光学分野および電子顕微鏡分野への応用結果についてまとめている。

実時間画像演算機能を有する CCD カメラは、ハイビジョン用フレームインターライン型 CCD 撮像素子における垂直 CCD レジスタの新しい駆動方法（二相蓄積法）により、1 フレーム内に撮影期間の異なる二枚の画像を独立に撮影し、その二枚の画像の減算結果を実時間で連続出力することが可能である。また、1 フレーム内での二枚の画像の撮影期間、露光回数は任意に設定することが可能で、能動型画像処理方式を適用することで複数枚の画像を使用する高度な画像演算処理と同様の画像処理を実時間で行うことも可能である点も特徴である。

本論文にまとめられた主な研究成果は以下の通りである。

- (1) 1 フレーム内で撮影期間の異なる二枚の画像の撮影を可能にする二相蓄積法の原理を示し、その二枚の画像の実時間演算出力を可能とする CCD カメラの設計を行っている。
- (2) 二相蓄積法を実現するために、駆動信号生成回路を作製し、回転円盤の撮影結果から、1 フレーム内で撮影期間の異なる二枚の画像を撮影でき、任意の撮影タイミングおよび露光回数を設定できることを実証している。
- (3) ラインメモリを導入し、二相蓄積法により撮影した二枚の画像の減算結果を常時出力できる実時間画像演算機能を有する CCD カメラを開発している。
- (4) 実時間画像演算機能を有する CCD カメラを用いた高画質ロックインイメージングを提案し、水面の波紋の検出により原理確認を行っている。また、ロックイン・イメージングの変調周波数である撮影切替周波数については LED パターンジェネレータの同期点減撮影により 16 kHz という比較的高い周波数の変調にも追従できることを確認している。
- (5) 実時間画像演算機能を有する CCD カメラを能動型画像処理電子顕微鏡の撮像装置として用い、高分解能電子顕微鏡における球面収差補正位相像再生の実時間化に成功している。
- (6) 実時間画像演算機能を有する CCD カメラを電子エネルギー損失分光イメージングのバックグラウンド除去に用いた実時間ロックイン・エネルギーロス・イメージングシステムの開発を行っている。浮遊型エネルギーフィルタを用いた選択エネルギー範囲の高速変調とそれに同期した二つのエネルギー範囲の像の撮影・減算により、バックグラウンド成分を実時間で除去できることを実験により明らかにしている。
- (7) 実時間画像演算機能を有する CCD カメラの高画素数化について 4 インターレース走査による出力方法を提案している。
- (8) 移動物体の輪郭線縞を用いた速度分布検出法を提案し、移動物体を撮影した実験から原理確認を行っている。
- (9) 二相蓄積法を拡張した三相蓄積法を提案し、それを電子エネルギー損失分光イメージングの高精度バックグラウンド除去法（3-window 法）に適用できることを示している。

以上のように、本論文は、応用物理学、特に画像演算機能を有する撮像装置の新しい展開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あるものと認める。