

Title	Research and Development of Low Noise, High Sensitivity Imaging with Charge Coupled Devices
Author(s)	Watanabe, Takashi
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3178728
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	わた 渡 　 なべ 辺 　 たか 恭 　 し 志
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 7 1 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平成12年 9 月 27 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	Research and Development of Low Noise, High Sensitivity Imaging with Charge Coupled Devices (電荷結合デバイスによる低雑音・高感度撮像の研究開発)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 邑瀬 和生
	(副査) 教 授 大貫 惇睦 　 教 授 大山 忠司 　 教 授 竹田 精治 教 授 常深 博

論 文 内 容 の 要 旨

本論文で半導体電荷結合デバイス (CCD) によるイメージセンサを理想的な機能に近づけるための物理学に基づいた独自の研究開発について述べる。まず、

- (1) リセットトランジスタの形状を工夫することにより、チャンネル内にポテンシャル勾配を形成し、リセットノイズを大幅に低減、これにより低ノイズの電荷検出を達成した。
- (2) 埋め込みチャンネル型の金属/酸化膜/半導体 (MOS) 構造におけるノイズの詳細な解析から、新しいノイズ発生現象を見いだした。このノイズは弱反転動作の回避により抑圧でき、これと埋め込みチャンネルモードを組み合わせることにより超低ノイズ動作を実現し、低ノイズの MOS 型増幅器を開発した。
- (3) 優れたノイズ抑圧技術である相関 2 重サンプリング法で課題であった、高域ノイズが低域ノイズに変換される現象を、独自の積分回路の導入で抑圧し、一層の低ノイズ化を達成した。

高性能イメージセンサには、感度と解像度も重要な特性である。次に、この 2 点を高めるための物理学的な解析について述べる。特に新規手法について詳述する。

- (4) 縦型オーバーフロードレイン (VOD) 構造の物理学的解析から、その動作を簡単な数値計算により最適化できる手法を考案し、CCD イメージセンサの高感度化を容易にした。

CCD は半導体物性に敏感な素子である点を利用し、イメージセンサに重要な半導体物性、特に発生・再結合中心、表面状態密度、拡散長の新しい測定結果について詳細に議論する。CCD イメージセンサを応用する上で唯一課題であった、CCD を駆動するのに複数の比較的高い電圧源を必要とする点を下記手法の導入により解決できること、及び、下記技術により CCD 撮像素子の高密度化が可能になることを示す。

- (5) チャージポンプ回路の高効率化、独自のパルス加算回路の開発及びシャッタ電圧低電圧化技術により、CCD を 5 V 単一電源で駆動可能とした。
- (6) 受光部の下側に独自の縦型構造を考案した。これにより、小画素サイズでも VOD 電圧を大幅に低下させることが可能になり、高密度 CCD の実現を可能にした。

理想的なイメージセンサでは光電変換に伴うショットノイズのみが存在する。上記新技術の採用により CCD はほぼ理想的なイメージセンサとみなすことが可能となる。

論文審査の結果の要旨

本論文は半導体電荷結合デバイス (CCD) によるイメージセンサを理想的な機能に近づけるための、物理学に基づいた独自の研究開発の内容を含んでいる。各種のノイズの詳細な解析を行い、デバイス構造の創意、独自の周辺回路の導入により、超低ノイズ動作を実現した。半導体物性、とくに発生・再結合中心、表面状態密度、拡散長を独自の新しい測定法を用いて測定している。渡辺恭志君は、低電圧駆動、高感度、高解像度のほぼ理想的なイメージセンサを実現させた。

以上のように本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。