



Title	高感度イメージセンサに関する研究
Author(s)	山脇, 正雄
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40437
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	山 脇 正 雄
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 8 8 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 3 月 18 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	高感度イメージセンサに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 濱口 智尋 (副査) 教 授 吉野 勝美 教 授 西原 浩 教 授 尾浦憲治郎 教 授 森田 清三 教 授 谷口 研二

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、イメージセンサの高感度化を図るために、感度の律速要因を明確にしながら、LSIの設計及びプロセス技術的な視点から高感度化を図ると共に、将来的に有用と考えられる増幅型のイメージセンサに関する研究効果をまとめたもので、全6章から構成されている。

第1章では、高感度イメージセンサに関する研究を概観し、感度の理論的な限界および律速要因について述べると共に本研究の目的を示している。

第2章では、テレビカメラ用のイメージセンサにおいて、LSIの微細加工技術を適用しながら画素面積の縮小を図るとともに高感度化を行うための最適化について述べている。高開口率が実現できるCSD (Charge Sweep Device) の採用によりイメージセンサの高感度化を図ることができ、また高感度対応のカラーフィルタ配列を提案しその有効性を確認している。更に高感度が要求されるハイビジョン用のイメージセンサにおいて、疑似ノイズの発生メカニズムの考察を行い、マイクロレンズを用いた光学的最適設計手法の提案を行い、素子の試作により実用的な感度が実現できることを明らかにしている。

第3章では、イメージセンサの感度を劣化させる原因として暗電流の低減実験について述べている。デバイス構造的な対策、不純物濃度などのLSIプロセスの最適化、酸化膜界面に発生する界面準位の低減などについて検討を行い、素子の試作により低暗電流のイメージセンサが実現することを明らかにしている。

第4章では、CMOSデバイスを用いた増幅読み出し型イメージセンサの研究結果を述べている。画素面積の微細化のために新しい画素の回路構成を考案し、素子の試作によりその効果を確認している。更に、感度低下要因となる固定パターンノイズについて発生要因を解析し、改善の効果を確認している。また、イメージセンサ高機能化の一例として、ラインメモリを内蔵し垂直輪郭強調に適した信号処理が可能となるイメージセンサを設計し、評価結果からその有用性を明らかにしている。

第5章では、将来イメージセンサとしてa-Seのアバランシェ増倍動作をイメージセンサ上で実現するための基礎的な検討を行った結果を述べている。また、シリコンチップ上の段差を低減する平坦化プロセスを開発し、テストチ

ップにより固体撮像素子上でアバランシェ動作が可能であることを確認している。

第6章では、得られた知見を総括し、本研究の結論としている。

論文審査の結果の要旨

イメージセンサはLSIの微細加工技術を用いて作られた1次元あるいは2次元の光電変換素子と信号読み出し回路を備えた集積回路であり、高解像度化、あるいは小型化を進めるためには、受光素子の基本的な性能である感度を向上することが必須である。本研究は、画素面積の縮小化の要求に対して、イメージセンサの高感度化を図るために、実効的な受光面積の拡大、マイクロレンズなどによる集光効率の改善、ノイズ発生原因である暗電流の低減による高感度化、LSI技術を用いた高集積化が可能な增幅型撮像の提案、更に将来に実用化が望まれているアンバランシェ増倍型のイメージセンサなどの検討と試作を行い、それらの有効性を実証したものであり、その主な成果をまとめると以下の通りである。

- (1) 画素面積の縮小化が進む2次元カラーイメージセンサにおいて、受光面積の拡大を図るべくCSDの採用と製造プロセスの最適化により、実用的な性能の1/2インチ25万画素イメージセンサが実現できることを示している。また、色信号の高S/N化のための独自のカラーフィルタ配列を提案し、試作によりその有効性を確認している。
 - (2) 更に、画素面積の微細化が要求されるハイビジョンテレビカメラ用のイメージセンサにおいて、マイクロレンズの採用とその光学的最適化手法を提案し、疑似雑音を低減しながら高感度化を図ることができることを示し、1インチ150万画素イメージセンサの試作によりその効果を確認している。また、不純物分布の最適化により、更に疑似雑音の低減が可能なことを示している。
 - (3) イメージセンサの高感度化のためには雑音源を低減する必要があり、その最も大きな寄与となっている暗電流を低減する技術を検討している。暗電流の発生原因を解析し、デバイス構造的な対策やLSIプロセスの最適化により暗電流の低減が可能であることを示し、1次元イメージセンサの試作に適用し、それらの有効性を確認している。
 - (4) 一層の高感度化を図るために、増幅型イメージセンサの実用化が必須となる。本研究では、CMOSデバイスを用いた高集積化が可能な増幅型MOSイメージセンサの新しい回路方式を提案し、試作によりその効果を確認している。増幅型イメージセンサの雑音の発生原因についても解析し、その低減効果を示している。
 - (5) 更に高感度化を図るために、増幅型イメージセンサとしてシリコンウェハ上に増倍膜を形成した固体素子を検討している。イメージセンサとしての性能予測を行うとともに、新しいLSIプロセスを開発し、それを適用したテストチップ試作により増倍効果を確認し、将来イメージセンサとして実用化が可能であることを示している。
- 以上のように、本論文はイメージセンサの画素面積の縮小を図りながら高感度化を実現するため、種々の高感度化技術の分析と検討を行い、素子構造や回路構成、最適設計手法の提案を行い、イメージセンサを試作し、それらの有効性を示している。画素面積の小さい高感度LSIイメージセンサの実用化と可能性を示しており、電気電子工学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。