

Title	高密度・高速CCD固体撮像素子及びその応用に関する研究
Author(s)	板倉, 啓二郎
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42743
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	板倉啓二郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第15616号
学位授与年月日	平成12年5月24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	高密度・高速 CCD 固体撮像素子及びその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 浜口 智尋
	(副査) 教授 吉野 勝美 教授 尾浦憲治郎 教授 西原 浩 教授 森田 清三 教授 谷口 研二

論文内容の要旨

本論文は、小型・高性能のビデオカメラを実現するための CCD 固体撮像素子に関するもので、全7章から構成されている。

第1章では固体撮像素子に関する研究を概観し、CCD 固体撮像素子の課題を指摘し、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では画素を微細化する上で起きる性能低下を克服するための垂直 CCD の最大転送電荷量を増大させる不純物濃度プロファイルの制御技術、感度を向上させるオンチップマイクロレンズ技術、スミア特性を向上させる遮光構造技術について述べている。

第3章では、ハイビジョンや次世代デジタル放送用の CCD に要求される高速電荷転送について述べている。水平 CCD の高速化に関しては、転送ゲート端部の直下に生じる加工上の歪みが少ない $\text{SiO}_2/\text{SiN}/\text{SiO}_2$ 層ゲート絶縁膜プロセスと、チャンネルの不純物プロファイルの最適化が有効であること、また垂直 CCD の高速化については、配線抵抗低減が可能となる Al の裏打を施した画素構造が有効であることを実験・理論両面から示している。

第4章では新たに考案した CCD 固体撮像素子の基本性能を大きく向上させることができ、かつ順次走査にも対応可能とする時分割転送方式について述べている。この方式は、受光部の信号電荷を垂直ブランキング期間に、複数回に分割して、蓄積部に転送するもので、分割転送することにより CCD の取り扱い電荷量が增大するため、画素をバランス良く設計すれば、飽和、感度、スミア性能をすべて向上させることが可能となることを明らかにしている。

第5章では放送用カメラへの応用事例として、小型・高精細の HDTV ハンディカメラを実現した水平転送周波数が 74.25MHz、垂直転送周波数が 2 MHz の CCD 固体撮像素子や、世界で初めて放送用グレードの性能を有するプログレッシブ(順次走査)カメラを実現した時分割転送方式採用の CCD 固体撮像素子を示している。

第6章では医療内視鏡への応用事例として、画素の高密度化、周辺回路の縮小化、入出力端子の削減などの超小型チップ設計技術、外形サイズを最小にするパッケージレス実装技術、大幅な低消費電力化を可能にした駆動技術により実現した世界最小・外形サイズ $1.2 \times 1.5 \text{mm}^2$ の CCD 固体撮像素子を示している。

第7章では、第2章から第6章までの研究結果を統括し、本研究の結論を述べると同時に、今後の問題点を提起している。

論文審査の結果の要旨

CCD 固体撮像素子は家庭用ビデオカメラのみならず、デジタルスチルカメラ、監視用カメラ、放送用カメラ、医療内視鏡カメラ等あらゆる分野に使われており、撮像素子の主流をなしている。そのなかにおいて、本研究で開発された CCD 固体撮像素子は従来にない高解像度、高速度、高感度、小型化を実現したものである。本論文は、高密度・高速 CCD 固体撮像素子及びその応用に関する研究開発において得られた知見をまとめたものであり、その主な成果は以下の通りである。

- (1) 垂直 CCD の不純物濃度プロファイルを最適化することで、高い（従来比 2 倍）最大取り扱い電荷量を実現し、オンチップマイクロレンズの最適化により高感度化し、低反射バリアメタルの導入と層間膜の薄膜化により低スミア化を実現しており、微細画素でも高い撮像性能を得ることに成功している。
- (2) 不純物濃度プロファイルの最適化とゲートバースビークフリープロセスにより、100MHz で動作可能な水平 CCD と、また配線抵抗低減のために導入したアルミ裏打ちプロセスにより 4 MHz で動作可能な垂直 CCD の開発に成功している。
- (3) 垂直ブランキング期間に、受光部の信号電荷を複数回に分割して蓄積部に高速転送する新しい時分割転送方式を考案し、CCD の基本性能である感度・飽和・スミアを改善し、かつ全画素読み出しが容易なプロセスで実現している。
- (4) 次世代放送用カメラへの応用として、高密度・高速 CCD 技術を駆使し、水平駆動周波数 74.25MHz、垂直駆動周波数 2 MHz の CCD 固体撮像素子の試作・実用化に成功し、また時分割転送を採用した高性能順次走査 CCD 固体撮像素子の開発に成功している。
- (5) 医療内視鏡カメラへの応用として、超小型チップ設計技術と超小型実装技術により、世界最小の外形サイズ $1.2 \times 1.5\text{mm}^2$ の CCD 固体撮像素子の開発に成功し、直径 2.2mm の膀胱電子内視鏡を実現している。

以上のように本論文は、独自の方法で高密度・高速の CCD 固体撮像素子を開発し、次世代テレビ放送用カメラや超細径医療内視鏡カメラへの応用を可能としたものであり、これらの研究成果は、CCD 固体撮像技術の実用範囲をより広げたものであり、電子工学とくにイメージセンシング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。