OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ショットキバリア赤外線イメージセンサに関する研究
Author(s)	木股, 雅章
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3087990
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	木股雅章（きまたまさふみ）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第9989号
学位授与年月日	平成4年1月16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	ショットキバリア赤外線イメージセンサに関する研究
論文審査委員	（主査）教授 浜川 圭弘 （副査）教授 末田 正 教授 小林 哲郎 教授 奥山 雅則

論文内容の要旨

赤外線撮像技術は，熱現象を対象とする工業計測や科学技術計測，救難やセキュリティ等の監視分野，非破壊検査等幅広い応用が期待されている。本研究は，高性能な赤外線撮像装置を実現するためのキー・デバイスである赤外線イメージセンサのうち，特に高解像度化に適したショットキバリア赤外線イメージセンサに関する研究をまとめたものである。

検出器の性能改善として，白金シリサイド（PtSi）ショットキバリア構造を用いSi基板上に配線金属なしに直接PtSiを薄膜化することで1桁以上の量子効率改善が達成されることを示した。この改善効果を1次元モデルを用いて解析し，PtSi中で正孔の平均自由行程として43nmの値を得た。また，量子効率の改善策として，裏面入射方式における光学的共振構造をショットキバリア部分に設けるが有効であることを示した。さらに，表面入射による短波長側への検出波長域拡大とイリジウム・シリサイドを用いた長波長側への検出波長域拡大を検討し，ショットキバリア検出器が広い波長範囲で使用可能であることを示した。

もう一つの重要な構成要素である埋め込みチャネル電荷結合素子（BCCD）に関しては，赤外線イメージセンサの動作する低温領域での転送損失の温度依存性と駆動条件依存性を評価した。試作したBCCDの転送損失は200K～90K以下の2つの温度領域で特徴ある振舞いをする。200K～90Kにおける転送損失の密度の低いバルク・トラップをもった転送モデルで解析し，この温度領域の特徴を支配しているのが伝導帯から0.28eVにあるトラップであることを示した。従来モデルでは説明できない90K以下の転送損失の挙動に関し，転送クロック遷移期間のトラップの転送方向の障壁低下を考慮した2放出時定数モデルを提案し，このモデルにより90K以下の温度領域での転送特性を解析した。この結果，この温度領域での転送損失の増大は埋め込みチャネルを形成している不純物準位への電荷の凍

結に起因していることが判った。また，この温度領域で転送特性を改善するためには，浅いレベルの不純物を用いること，不純物濃度を下げること，フリンジ電界を大きくすることが有効であることを示した。

ショットキバリア赤外線イメージセンサを用いた場合の赤外線撮像性能を簡単なモデルで予測し，改良後の検出器性能で実用レベルの赤外線撮像装置が実現できることを明らかにした。従来の読みだし方式であるインターライン転送CCD（IL-CCD）方式を採用した256×256画素赤外線イメージセンサを試作し，その性能評価による性能予測が妥当であることを示した。

従来の LI-CCD 方式では，検出器と垂直ＣＣＤの最大取扱電荷量のバランス設計を考慮する必要があり充分な開口率（画素面積に対する検出器有効面積の割合）を得ることができなかった。画素サイズの縮小が必要となる高解像赤外線イメージセンサで高性能を維持するために，新規な電荷転送素子として電荷掃き寄せ型デバイス （CSD） を考案し，開口率改善により感度改善を図った。新規な読みだし方式を採用した512×512画素のショットキバリア赤外線イメージセンサを製作し，その性能が実用十分 （f／1.2）の光学系を用い標準テレビフレームレートで動作させたときの雑音等価温度差が 0.07K であることを確認した。この素子を用いて赤外線カメラを製作，幅広い応用分野で使用可能であることを実証した。

論文審査の結果の要旨

現在オプトエレクトロニクスの分野で広く利用されている赤外線検出器は，半導体の光伝導効果を利用したものと，狭エネルギーギャップ半導体のp-n接合の光起電力効果を用いたものに分類されるが，本研究は二次元集積化を行いやすいシリコンを基板とした新しい原理によるショットキーバリア型赤外イメージセンサ開発をめぐる一連の基礎研究をまとめたものである。

論文では，まず，シリコン半導体とショットキーバリアを形成する金属電極材料を選ぶ一連の調査研究から，光学的に半透明でしかも障壁電位差が出せる白金シリサイドについて，組織的な実験的研究を実施し，これを用いて光電感度の改善策として，光学的共振構造を提案し，接合形成に関する熱処理条件，シリサイド膜厚と光電感度スペクトル領域の関係など，センサ素子作製をめぐる最適設計条件を明らかにした。

ついで，検出された光信号をアドレス順に拾いだす信号転送用埋め込みチヤネル電荷転送素子の開発に関する材料学的研究を行い，低温動作時の転送効率劣化のメカニズムを明らかにするとともに，特性改善をめざした作製方法を考案し，その効果を実証した。こうした要素技術に関する基礎研究を通して，256×256画素のインターライン転送型CCD（Charge Coupled Device)赤外イメージセンサの試作に成功した。

本論文の後半では，上記のイメージセンサの画素の集積密度向上と微細加工技術をめぐる組織的研究を実施し，従来方式の問題点を一挙に解決する新しい信号読み出し方式として，電荷掃き寄せ型

(Charge Sweeped Device)，略してCSD）方式を開発し，512×512画素ショットキーバリア型赤外撮像デバイスを設計試作し，これを実用化した。

以上述べたように，本研究はショットキーバリアを用いた新しい量子型赤外撮像デバイスを開発し，従来と比べて，その高速応答性ならびに高解像度の赤外線イメージング撮像の基礎技術を確定したもので，画像工学の進歩に貢献するところ多大で，博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。