

Title	誘電ポロメータ・焦電型赤外線アレイセンサとそのセンシング技術に関する研究
Author(s)	橋本, 和彦
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43422
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	橋本和彦
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17184 号
学位授与年月日	平成14年3月25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	誘電ボロメータ・焦電型赤外線アレイセンサとそのセンシング技術に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 奥山 雅則 (副査) 教授 蒲生 健次 教授 岡本 博明 助教授 野田 実

論文内容の要旨

赤外線センサは赤外線の検知メカニズムによって量子型と熱型とに大別されるが、本論文は熱型赤外線センサ、その中でも特に強誘電体材料からなる誘電ボロメータ型および焦電型赤外線センサに関するものである。本研究の目的は、人体検知可能な高感度高解像度赤外線センサを開発するために、1) 半導体プロセスによるマイクロマシン技術を用いた強誘電体薄膜誘電ボロメータ型赤外線アレイセンサの提案、2) 半導体プロセスにおけるマイクロマシン技術を用いたデバイスの高解像度化への応用に関する提案、3) セラミックタイプ多素子1次元アレイ焦電型赤外線センサの提案、4) 1次元アレイ赤外線センサを用いて2次元画像による人体情報センシングシステムの提案を行い、その可能性について考察を行った。

まず、半導体プロセスによるマイクロマシン技術を用いてSi基板にダイアフラムを作製するプロセス技術に関する課題を明らかにし、その解決策としてTMAH(テトラメチルアンモニウムヒドロキシド)水溶液を用いたエッチングにより、歪のない、機械的強度の強い、熱絶縁性の高いSiダイアフラム作製に成功した。

このダイアフラム上にレーザーアブレーション法を用いて(Ba, Sr)TiO₃強誘電体薄膜を作製した。この強誘電体薄膜のBa/Sr比を変化させることによって、室温近傍での薄膜の誘電率の温度変化率TCD1%/K以上が得られた。さらに、MgO基板上に(Ba, Sr)TiO₃強誘電体薄膜を作製することによって、またセラミックタイプの(Ba, Sr)TiO₃強誘電体材料の誘電率の温度依存性とを比較することによって、薄膜のグレインサイズと誘電率の温度依存性との関係を明らかにした。このようにして得られた誘電ボロメータ型赤外線センサの感度特性は電圧感度R_v約0.1kV/Wを得ることができた。

次に、PbTiO₃系バルクセラミックを用いたシート作製法を開発し、バルクセラミックの薄体化に成功し焦電型赤外線センサ作製技術を確立した。焦電体素子厚を40μmに薄くすることによって、従来比約2倍の高感度化を達成することができた。この作製方法により4素子マトリックス、8素子・16素子1次元アレイセンサを実用化し、D*1.2×10⁸cmHz^{1/2}/W(500,10,1)の出力特性が得られた。

この1次元焦電型赤外線アレイセンサを用いた8素子固定型による通過検知システムでは、新たな判定アルゴリズムを開発することにより、低温物体や連続通過人体の検知が可能な高精度な通過人数検知システムが実用化できた。また、高精細度16素子センシングシステムに関して、微小高温物であるタバコの火を良好に検知することができ、在室者の人数、位置等の人体情報を正確に検知することが可能となった。さらに、焦電型赤外線アレイセンサと超音波

センサとを用いて複合型人体情報センシングシステムを試作し、従来不可能であった人体と人体以外の熱源を正確に分離することができた。

論文審査の結果の要旨

赤外線を用いたセンシングは医療、環境、セキュリティ、交通などで重要であるが、その中でキーデバイスである高性能赤外線アレイセンサの開発が望まれる。本論文では、室温動作可能な誘電ポロメータ型と焦電型の赤外線センサアレイを半導体微細加工技術と強誘電体厚膜・薄膜作製技術の融合により試作するとともに、これを用いてセンシングを行い有用な情報を得る技術を確立した。

まず、半導体マイクロマシニング技術により Si 基板上に熱絶縁性の高いダイアフラムを異方性エッチングにより形成する技術を確立した。このダイアフラム上に (Ba, Sr) TiO₃ (BST) 強誘電体薄膜を、レーザアブレーション法により 500°C の低温で作製した。Ba/Sr および製膜条件を適性化することにより誘電率の温度変化率が ~1% 以上得られた。ダイアフラムと Si バルク上に BST 膜を成長させ、直列 1 対のコンデンサを形成し、この両端に正負の電圧を印加したマイクロ誘電ポロメータにおいて、赤外線を照射して得られた応答から電圧感度として 100V/W を得た。このマイクロ誘電ポロメータを FFT スイッチを設けた Si 基板上に形成し、作製したシリコンモノリシック赤外線センサを評価し、チョッパレス、低消費電力赤外線センサアレイを実現していく上で非常に有効であることを示した。

次いで、PbTiO₃ の厚さ 40 μm の非常に薄いセラミックを用いた赤外線センサの小型化に成功した。この 4,8,16 素子の 1 次元アレイセンサを作製し、面積、電極形状、チョッピング周波数依存性などから感度の最適化を行い、比検出能 $D^* = 1.2 \times 10^8 \text{ cmHz}^{1/2}/\text{W}$ を得ることができた。この 1 次元赤外線アレイセンサを人体情報センシングシステムに応用した。まず、デフォーカス、レンズ、アパーチャ等の光学系と ASIC による信号処理系を最適化し、検知システムへの適用を可能にした。固定型の通過人体検出では、平均化、3 値化、補間、微分により、低温物体や連続通過人体検出可能な高精度の検知システムを確立した。また、回転型モジュールでは判定アルゴリズムを確立するとともに、超音波センサとの融合により人体のみを検知するシステムを構築した。

以上述べたように、本論文は、誘電ポロメータアレイセンサならびに焦電型アレイセンサのデバイス膜作製技術を確立し、これを実用的なセンシングシステムに適用するという重要な成果を得ており、学位（工学）論文として価値のあるものと認められる。