

工学専攻	学籍番号	999005
申請者氏名	富田 勝彦	

指導教官氏名	石田 誠
--------	------

論文要旨(博士)

論文題目	強誘電体電子放出型赤外面像デバイスに関する研究 ()
------	--------------------------------

(要旨 1,200字程度)

・赤外線は我々の眼には不可視であるが、熱として感じる事ができる。赤外線の可視化技術、特に赤外センサは可視化の核となる技術である。今後重要な医療、輸送、環境制御の応用分野には、常温で使用できる高感度なセンサが必要とされる。熱型赤外センサは、赤外線の吸収による材料の温度変化を応用する。取り扱いやすく、室温で動作する。近年、熱型の二次元赤外面像デバイスは盛んに開発されている。可視光センサ、イメージンテンシファイヤ (I/I) は可視領域から近赤外領域まで高感度である。I/Iは光電変換面と二次電子増倍管で構成されている。二次電子増倍管が低雑音でその出力を10万倍に増幅でき、高感度に貢献している。光電変換面は、 $2\mu\text{m}$ 近傍に原理上の感度限界がある。熱型の赤外センシング材料に赤外線を照射して電子放出を実証すれば、新しいセンサ原理の発見となり、二次電子増倍管と組み合わせると、高感度赤外イメージセンサが実現できる。本研究の目的は、強誘電体の熱型赤外センシング機能と電子放出型機能の融合した電子放出型赤外センサの原理発見である。更に二次電子増倍管、特にマルチチャンネルプレート (MCP) と組み合わせ、赤外-電子増倍管の計測システムを構築し、二次元赤外面像の計測を実証することである。

第3章では、熱型一電子放出型センサを開発する基礎実験として、赤外センシング機能材料と電子放出機能材料が異なったセンサを検討した。このハイブリッドセンサは赤外入射エネルギーに対して線形応答を示した。センサ出力が電子放出であり、容易に電子増幅されるので、高感度となる。低周波領域で応用する場合、入力信号がMOSFETの $1/f$ 雑音に制限されるので、このセンサを用いた高感度赤外センシングは期待できない。

第4章では、赤外線の照射により強誘電体から電子を放出する赤外センサを試作した。試作センサは赤外線の照射強度に依存した電子を放出した。電子放出は典型的な微分波形を示し、電子放出効率は焦電流の約55%となった。赤外線の吸収による強誘電体の電子放出を実証した。PZT薄板、MCP、蛍光板およびビデオカメラを組み合わせ、イメージンテンシファイヤを構築した。PZT薄板全体からの電子放出赤外面像を蛍光板に捉えることが出来た。PZT薄板は熱吸収による赤外センシング一電子放出変換機能 (IR-E変換) があることを実証した。

第5章では、電子放出と電子補償のサイクルを検証した。PZTのバルクを通して電子が補償されると仮定して、 $0.1\text{ Hz}-1\text{ Hz}$ 赤外パルス照射実験をした。その結果、電子放出は照射パワーに依存し、PZTバルクを通して電子が補償される仮定は成立しなかった。

第6章では、電子放出型赤外センサにおける動作原理の理論的考察をした。自発分極を直流電源とする強誘電体の内部電界と空隙 (アノード電極-PZT間) 電界を算出し、PZT表面の放出閾値電界を超えた時の電子放出を論じた。外部電界による電子放出効果を計算し、空隙が狭いほど電子放出効果があることを説明した。電子補償一放出サイクルに関する問題点を検証した。最後に高感度センサモデルを提示し、電子の放出閾値電界を想定した電子放出プロセスを明らかにした。