

電子・情報工学専攻	学籍番号	D079301
申請者氏名	カマルゴ エジソン ゴメス	

指導教員氏名	澤田 和明 石田 誠 高尾 英邦
--------	------------------------

論文要旨(博士)

論文題目	Development of Miniaturized InSb p-i-n Photodiode Based Infrared Sensor for Room Temperature Operation (InSb系p-i-nフォトダイオードを用いた非冷却超小型赤外線センサの開発)
------	---

微小エネルギーの長波長の赤外線を検出する受動型赤外線センサとしては、焦電センサ、サーモパイル、ボロメータが一般的に用いられている。

防犯、照明の用途では、人体の接近・動きの検出は人体が放出する $10\mu\text{m}$ 付近の赤外線を検出することによって可能となる。人体の輻射を検出するのに、長波長領域でも高感度を持つ焦電センサが一般的に用いられる。焦電センサは熱型であり、高感度を得るためには赤外輻射を吸収する吸収体を機械的に浮かせ、その熱容量を小さくする必要がある。吸収体に設けられた焦電体の温度変化によって出力電圧信号が発生する。一定の赤外線輻射量に対しては、吸収体の温度変化はないので、出力信号が消滅する。従って、動いた被検出物体の場合、又は、光の入射量が増加した場合のみしか出力信号が得られない。一方、サーモパイルやボロメータは一定の赤外線の輻射量に比例した電気信号を出力することができる。そのため、輻射温度計などに適している。

これら赤外線センサは室温で高感度を持つが、熱形であるため、高速応答を得るには困難である。また、周囲の温度変動及び外乱電磁ノイズの影響を抑制するために中空の缶パッケージが必要となるので、センサ・パッケージの小型化は困難となる。熱型に対して、半導体を用いた量子型の赤外線センサにおいては、一般的に長波長の量子型赤外線センサは高感度を得るために冷却機構が必要となる。このため、これまでは高感度、高周波数応答性、小型の特徴を持つ長波長の赤外線センサは実現できなかった。

この研究は、これらの問題を踏まえ、また、携帯電子機器への応用を目指し、InSb系のp-i-nフォトダイオード構造を用いた室温動作可能な超小型の量子型のInSb赤外線センサを目指した。

InSbのフォトダイオードは室温で多数の真性キャリアが励起されるため、センサの暗電流は高く、高感度は得られなかった。このため、一般的に、他の長波長の赤外線センサと同様に、冷却機構を用いて利用される。また、高い暗電流によってインピーダンスが低くなり、外部回路による信号取り出しは困難となる。

この問題を解決するために、以下の技術を利用した。

- ・ 拡散電流を抑えるため、AlInSbのバリア層を導入し、室温でのInSbのフォトダイオードの整流性を実現した。
- ・ 電流によるノイズを抑制するため、無バイアスでセンサを動作させた。
- ・ 多数のフォトダイオードを直列接続することによって、高感度・高信号雑音比(SNR)のInSb系の赤外線センサを実現した。

これらの方法を利用することによって、従来のInSbフォトダイオードに比べ1000倍以上の出力向上を実現し、これまで報告されていなかった室温動作可能な高感度・高SNRのInSb系の赤外線センサを実現した。

本研究で開発したセンサを利用することによって、人体が中赤外領域で放射する輻射を検出することができる。また、センサの超小型の寸法という特徴を活かした場合、ノート型パソコンや携帯電話のような携帯電子機器の応用に適していると考えられる。