

報告番号

※ 甲第 1168 号

# 主論文の要旨

題名 PbSnTe 赤外線検出器の研究

氏名 神保孝志



# 主論文の要旨

報告番号

※甲第

号

氏名

神保孝志

しかし、重要な特性の一つである分光感度特性については研究が少ない。

## 第2章 赤外線デバイス用三元化合物半導体 PbSnTe

Dimmock による PbSnTe のエネルギーバンドの理論的研究結果をもとに、(a) キャリヤの有効質量、(b) エネルギー状態密度、(c) フェルミ準位とキャリヤ濃度の関係を計算して、各種の電子物性の計算に利用できるように、結果を図示した。これらの結果から、 $Pb_{1-x}Sn_xTe$  の場合、キャリヤのエネルギー  $E$  が  $E \leq |E_g|/10$  ( $E_g$  はエネルギーギャップ) であれば放物型バンドの近似が成立すること、キャリヤ濃度が  $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$  以上あれば、液体窒素温度でもフェルミ準位はバンド内に侵入していることなどが明らかになった。

## 第3章 PbSnTe 赤外線検出器の設計

PN 接合型光検出器について、表面 N 層内での自由キャリヤ吸収と Burstein-Moss シフトを考慮して分光感度特性の解析を行なった。第2章の結果を用いて  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$  検出器について計算した。分光感度特性は表面 N 層のキャリヤ濃度  $n$  と接合深さ  $d$  によって大きく変化する。例えば  $n = 8.2 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 、 $d = 30 \mu\text{m}$  のとき応答感度  $R_\lambda$  のピーク値  $R_{\lambda p} = 1.25 A/W$ 、 $R_\lambda = R_{\lambda p}/2$  になる二つの波長の差を帯域幅としたとき、この帯域幅は

# 主論文の要旨

報告番号

※甲第

号

氏名

神保孝志

0.5  $\mu\text{m}$  となる。又,  $n = 3.3 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ,  $d = 5 \mu\text{m}$  に選  
ばば  $R_{\lambda p} = 1.9 \text{A/W}$ , 帯域幅 5.5  $\mu\text{m}$  となる。これら  
の結果は, 仕様として分光感度特性が与えられ  
た場合, これを満足する検出器を作製するため  
の指針となる。

## 第4章 PbSnTe赤外線検出器の作製

種々の方法によって試料を作製し, その結果  
を踏まえて各方法の優劣を調べた。(a) フリッ  
ジマン法, (b) 気相成長法, (c) 溶液析出法  
の種類の方法で PbSnTe 単結晶を育成した。フリ  
ッジマン法では, 従来の報告と同程度のキャリ  
ヤ移動度 (例えば  $\mu \approx 19,000 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ ,  $T = 77\text{K}$ , PbTe)  
を持つ結晶が得られた。これらの結晶成長法は  
更に改良する必要がある。

フリッジマン法で育成した結晶を用いて, (d)  
不純物拡散法, (e) 真空蒸着法の2種類のダイ  
オード作製法の研究を行ない, 真空蒸着法では  
従来の金属蒸着に代わって非晶質半導体蒸着に  
よる非晶質/結晶ヘテロ接合の採用を提案する。  
この構造は結晶基板を液体窒素温度に保ちなが  
ら半導体を蒸着することによって実現でき, 金  
属を蒸着したショットキー接合よりも良い特性  
が期待される。

## 第5章 PbSnTe赤外線検出器の特性

第4章で論じた各種方法で作製した赤外線検  
出器の特性測定結果を示してその特徴を論じた。

# 主論文の要旨

報告番号	※甲第1163号	氏名	神保孝志
<p>Pbを拡散したPN接合素子では比検出能 <math>D_{10.2\mu m}^* = 3.5 \times 10^{10} \text{ cm}\sqrt{\text{Hz}}/\text{W}</math> が得られた。素子の抵抗面積積 <math>R_oA</math> は熱処理が長いほど大きくなる。これは焼鈍効果によるキャリヤ寿命の増加が原因である。又、分光感度特性は拡散する不純物の種類や拡散条件によって変化する。これは表面キャリヤ濃度と接合深さが不純物の種類や拡散条件によって変化するからである。</p> <p>Pbを蒸着して得られる素子の特性は再現性が悪い。これに対してPbTeを蒸着して得られる非晶質/結晶ヘテロ接合素子の特性は再現性が良い。真空蒸着法で得られる素子の応答感度 <math>R_{\lambda}</math> は小さい (PN接合の <math>1/100 \sim 1/1000</math>)。これは、金属蒸着の場合には蒸着膜の赤外透過率が小さいこと、非晶質半導体蒸着の場合には蒸着膜の抵抗率が高いためとがそれぞれ原因である。将来、非晶質半導体膜の抵抗率を下げることで可能であると考えられ、この非晶質/結晶ヘテロ接合は、素子のアレイ化に適した赤外線検出器作製方法の一つとして有望である。</p>			
<p>第6章 赤外線撮像装置への一提案</p> <p>赤外領域の <math>9 \sim 10 \mu\text{m}</math> 帯を青、<math>10 \sim 11.4 \mu\text{m}</math> 帯を緑、<math>12.2 \sim 14 \mu\text{m}</math> 帯を赤にそれぞれ対応させて赤外線カラーテレビジョンを構成することを提案する。この方式では人間の図形認識能力と色識別能力を利用でき、被写体の特徴を短時間で捕えることができる。30フレーム/秒以上の高速撮像が</p>			

# 主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	神保孝志
<p>可能となるよう、PbSnTe赤外線検出器アレイとSi-CCDを組み合わせてカメラを構成すれば、単素子の大きさが制限されるので温度分解能は制限されるにもかかわらず、<math>F=2.8</math>のレンズを用いて10m離れた黒体を撮像する場合、被写体温度<math>27^{\circ}\text{C}</math>付近で<math>0.43^{\circ}\text{C}</math>の温度差が識別可能である。この方式では、物体から放出される赤外線を検出以外に、赤外線光源で被写体を照明して撮像することも可能で、大気汚染気体の検出などの新しい応用も可能となろう。</p>				
<p>第7章 総括</p>				
<p>本研究全体にわたる総括を行ない、更に各章で明らかにされた研究結果を列記した。</p> <p>PbSnTe赤外線検出器は、広い応用範囲にわたって利用されるであろう。今後、高速応答化、多素子アレイ化、低価格化の実現が望まれる。これには、結晶成長技術の改良、高品質絶縁性保護膜の開発などが更に必要である。</p>				