

Title	高純度CdTe単結晶の物性と工学的応用に関する研究
Author(s)	田口, 常正
Citation	大阪大学, 1977, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32021
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・(本籍)	田 口 常 正
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 1 1 7 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 12 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	高純度 CdTe 単結晶の物性と工学的応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 犬石 嘉雄 (副査) 教授 鈴木 胖 教授 西村正太郎 教授 横山 昌弘 教授 木下 仁志 教授 三石 明善 教授 山中千代衛 教授 川西 政治 教授 藤井 克彦

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高純度 CdTe 単結晶の物性と放射線検出器への応用の研究成果をまとめたものであり、7章よりなりたっている。

第 1 章は、序論であって本研究に関連する従来の研究と、最近の趨勢について概説し、著者が行なった研究の目的と意義を示して、本論文が占める地位を明らかにしている。

第 2 章では、溶液成長法によって得られた単結晶の結晶性及びその電気的光学的性質について述べた。特にトラベリングヒーター法 (THM) によって Te 溶液から高純度結晶を育成するための最適成長条件は成長温度 675°C 付近、成長速度 3~5 mm/day であることを示している。育成した結晶の特性を含有不純物分析、ホール効果及びフォトルミネッセンスにより評価し、従来のブリッジマン法で育成したものより結晶性が傷れていることを示している。また Cd 過剰圧下での THM 育成法を考案し、ドナ不純物の電荷補償なくして常温で $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 近くの高抵抗のものが得られた。

第 3 章では、CdTe 結晶の光物性をフォトルミネッセンスで調べた結果を述べている。1.42 eV 発光帯は、その時間分解スペクトル、励起光強度依存性及び発光の減衰時定数の測定からドナとアクセプタの対発光であることを明らかにしている。発光スペクトルの多くは、光工学フォノンと強い結合を示し、アクセプタの深さが増すにつれてその結合度は大きくなることがわかった。また中性アクセプタに束縛された励起子の起源は熱解離効果、100 KG までのゼーマン効果とその異方性の測定から解明された。即ち励起子を束縛している局性アクセプタ準位は価電子帯上約 0.06 eV に位置し、そのまわりの対称性は、母体格子の対称性より低いと推定され、その可能性として C_{3v} が考えられた。

第 4 章では電荷輸送過程を走行時間法により調べた結果を述べている。Cd 過剰圧下から育成された高抵抗結晶では、電子、正孔の捕獲時間とドリフト移動度の積はそれぞれ $5 \times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{v}$ と $10^{-4} \text{cm}^2/\text{v}$ と推定された。

vであった。これは従来の結晶より大きな値であり、結晶の特性が改善されていると推定された。電子ドリフト移動度の温度依存性は330~120Kまで格子移動度に近いことがわかった。それ以下の温度ではトラップ制御型移動度に変わると推定された。また正孔に対しても同様な現象が見い出され、価電子帯上約0.14eVの捕獲準位は、ホール効果、フォトルミネッセンスから得られた準位と同一の起源を有すると考えられた。

第5章では、電子、中性子及びガンマ線を照射することによって、導入された照射欠陥の性質とその回復過程を電気的光学的測定を通して追求した結果を述べている。77Kの電子照射後正孔のホール移動度は、約340K、一方電子のホール移動度は約600Kを中心に回復することがわかった。前者の回復ステージは1次反応であり、欠陥の移動に対する活性化エネルギーは約0.7eVに見積られた。

電子のドリフト移動度は 10^{13} photons/cm²のガンマ線の照射により、著しく低下し、トラップ制御型移動度に変り、新しく伝導帯下約0.5eVに捕獲準位が見い出された。

第6章では、高抵抗CdTe単結晶を用いて表面障壁型放射線検出器を試作し、常温でアルファ粒子、ガンマ線の検出を行なった結果を述べている。特に²⁴¹Amガンマ線の59.5KeVの光電ピークを半値巾分解能約8 KeVで検出した。また⁵⁷Coガンマ線の122KeVの光電ピークを12KeVで検出した。

第7章は、結論であって、本研究の成果を総括して述べた。

論文の審査結果の要旨

CdTe単結晶は禁止帯巾が広くキャリア移動度が大きいために、常温で使用できる γ 線やX線の固体放射線検出器材料として最近注目されている。本論文はこの目的のために著者が行なった高純度単結晶の作成に始まり、その電気物性、光物性、放射線効果等の基礎的研究をへて γ 線検出器の試作に至るまでの一連の研究をまとめたもので多くの新知見や新方法を含んでいる。

即ち、(i)過剰Cd蒸気圧下でのトラベリングヒーター法で欠陥の少ない良質のCdTe単結晶を育成する方法を開発し、他の方法で得られた結晶と比較している。(ii)CdTeのフォトルミネッセンスと材料の欠陥の関係を、時間分解測光などの方法で詳細に測定し広い範囲のスペクトルを自由励起子、束縛励起子、D-A対発光に分解し、それぞれの発光機構をその温度依存性、励起光強度依存性、強磁場依存性(ゼーマン効果)などから物性論的に追求している。(iii)CdTe中のキャリア輸送過程をホール効果、N₂レーザー光により走行時間法などによって調べ、電子、正孔のホール及びドリフト移動度、捕獲時間、トラップの深さ、飛程などを求め結晶の欠陥との関係を明らかにしている。(iv)CdTeの中性子及び電子線、 γ 線による放射線効果及びその焼鈍過程を、ホール効果、フォトルミネッセンスドリフト移動度の測定などから調べている。(v)試作した高純度CdTe単結晶によるショットキー障壁放射線検出器の γ 線に対する特性を調べている。

以上のように本論文は、CdTe単結晶の作成、電気物性、光物性とその放射線検出器への応用について重要な多くの新知見を与えるものであり、電気物性工学の分野に寄与する所が大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。