OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	CdS単結晶の音響電気効果に関する研究
Author(s)	山田, 正良
Citation	大阪大学, 1973, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30751
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【25】

氏名・（本籍）	山田正良
学位の種類	工学博士
学位記番号	第2789号
学位授与の日付	昭和48年3月24日
学位授与の要件	工学研究科電子工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**CdS単結晶の音響電気効果に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 中井 順吉 (副査) 教授 犬石 嘉雄　教授 川辺 和夫　教授 三石 明善

論文内容の要旨

本論文は、硫化カドミウム単結晶における音響電気効果に関して、光学的な手法を用いて得られた研究成果をまとめたもので、9章から構成されている。

第1章では、圧電半導体中での伝導電子と音波（フォノン）との相互作用に関する研究の意義を述べ、本研究をはじめた動機を明らかにしている。また硫化カドミウム単結晶に代表される圧電半導体での音響電気効果に関する研究の沿革と現状に触れ、未解決の問題を列挙するとともに、その問題点の解明に光学的な手法を用いた本論文の占める位置を明らかにしている。

第2章では、電子と音波の相互作用を取り扱った Hutson と White の小信号理論を三次元に拡張し、増幅利得の周波数依存性と伝播角依存性および非電子的格子損失が増幅特性に及ぼす効果を考察しつづいて、熱振動を音波源とする場合、増幅される音波束の周波数分布や伝播角分布およびそのエネルギー密度を求めている。実験結果の解析に心要な規準を述べ、最後に小信号理論からずれた場合のいろいろの非線形効果について考察している。

第3章では、光学的異方性媒質である硫化カドミウム中を伝播する音波の周波数や伝播方向を調べるもっとも有力な方法であるブリラン散乱について述べている。ダイポール・モーメント近似を用いて、熱振動中の各モードに対する散乱強度と散乱光の偏向ベクトル方向を求め、試料の境界での入射光や散乱光の反射損失による散乱光強度の減少や測定の分解能について論じ、音波のエネルギー密度の求め方を示している。

第4章では、試料の製作方法やその諸特性、ブリラン散乱の測定装置や測定方法および格子損失の測定方法について述べ、散乱信号の例を示すとともに、off −axis 成分によるブリラン散乱について説明している。

第5章では、熱振動から増幅された超音波束をブリラン散乱によつて観測した結果とデュアル・パ

パルス法で測定した格子損失について述べている。熱振動から増幅される超音波束は中心周波数が数GH_zで半値巾が1GH_z、伝播角の半値巾が10°であり、熱振動から10^6～10^7倍に増幅されるまでは小信号理論が適用でき、それ以上では、高調波や低調波の発生およびそれらの周波数混合が重要になることを示している。また、格子損失は音波の表面散乱によって強い伝播角依存性があることを示している。

第6章では、試料の不均一性を光学的に測定する方法について述べ、試料の不均一性が電流不安定性現象にどのように影響するかを調べている。光変調法を用いての音響ドメインの発生や伝播の測定結果と試料の不均一性との対応から、高抵抗な領域での増幅利得が一番大きく、その領域で音響ドメインが作られ易いことを示し、高抵抗部分が陰極付近にあるとドメインは伝播し電流は振動し、一方、陽極付近にあるとドメインは伝播せず電流は飽和することを明らかにしている。

第7章では、音響ドメインが真性吸収端近くの光を変調することを示し、この現象が何に起因するかを変調の波長依存性やドメインの直流電界と変調度などの測定結果から検討し、もっとも有力な機構として圧電電界によるFranz－Keldysh効果とResonant Brillouin散乱を挙げている。さらに、この光変調を用いて、音響ドメインの空間分布や陽極端での反射やoff－axisドメインの観測結果を示している。

第8章では、音響電気効果とブリラン散乱や光変調の工学的応用を考察している。

第9章結論では硫化カドミウムにおける音響電気効果に関して光学的な手法を用いて行なった研究成果を総括して本論文の結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文は、超音波増幅素子材料として注目されている硫化カドミウム単結晶での電気超音波変換の諸特性およびこれに伴う電流振動現象について著者が光学的測定方法を用いて行なってきた結果をまとめたものである。

電気超音波変換によって生じる超音波束を調べるもっともよい方法であるブリラン散乱を取り上げ、超音波束の周波数分布や伝播角分布および格子損失の精密な測定を行なっており、とくに音波の表面散乱による格子損失の伝播角依存性を見い出している。従来、超音波束のふるまいについては一次元的解析しか行なわれていないが、音波束のエネルギー密度を求めるため三次元的解析を行ない、音波束のエネルギー密度が$10^{-3}J/cm^3$となるまでは熱振動中の音波からの線形増幅理論で説明できることを示している。さらに超音波束強度が大きくなると、高調波や低調波が発生することを見い出し、それに検討を加えている。また、電流振動現象に強く影響する試料の不均一性を非破壊で高分解能な光学的方法で測定を行ない、電流振動波形との対応を見、検討している。さらに、強い超音波束が、真性吸収端近くの透過光を変調することを見い出し、それに検討を加えており、ブリラン散乱による光偏向素子とともに、光変調素子としての応用の可能性を示している。

以上のように本論文は半導体物性工学上重要な新知見を含み電子工学の分野で貢献するところが大

きい。

よって本論文は博士論文として充分価値あるものと認める。