



Title	CdS単結晶の音響電気効果に関する研究
Author(s)	石田, 晶
Citation	大阪大学, 1970, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30211
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

【4】

氏名・(本籍)	いし	だ	あきら
	石	田	晶
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	2107	号
学位授与の日付	昭和45年7月25日		
学位授与の要件	工学研究科電気工学専攻 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	犬石 嘉雄	
	(副査)		
	教授	山村 豊	教授 藤井 克彦
	教授	川辺 和夫	教授 西村正太郎
		教授 山中千代衛	教授 中井 順吉

論文内容の要旨

トランジスタ回路や集積回路が電子機器の限らない複雑化、大規模化に追従できそうもなくなったことは、電子工学の将来に一種の危機感を与えている。これを救うものとして、半導体固有の物理現象をそのまま取り出そうとする機能素子が有望視され始めた。本論文は9章よりなりCdS単結晶に見られる伝導電子と超音波の強い相互作用（音響電気効果）に注目してそれがひきおこす非オーミック電気伝導、音響的不安定性、光学効果などの機構を明らかにして半導体機能素子の実現に役立てようとするものである。

音響電気効果がひきおこす非オーミック伝導現象として電流飽和や電流振動が観測されるが、本論文ではこれを比抵抗の相違によって三つに分け、光伝導性CdSの比抵抗 $10^3 \sim 10^4 \Omega \text{ cm}$ における階段状飽和、 $10^2 \sim 10^4 \Omega \text{ cm}$ における減衰振動を伴った飽和、および、半導性CdS（ $1 \sim 10 \Omega \text{ cm}$ ）での音響ドメイン運動を伴った電流振動に関し、超音波と伝導電子のエネルギーのやりとり（超音波増幅）に注目して物性論的に論じている。すなわち、光伝導性CdSでは超音波増幅に往復利得と片道利得の二つのプロセスが存在して二様の電流飽和をひきおこすこと、半導性CdSでは試料や音響的不均一性のために超音波が局所的に増幅されて音響ドメインとなり、その発生、移動消滅に対応して電流振動がおこることを指摘している。

レーザ光のブリルアン散乱を光学として用いることにより、CdS試料内に発生した超音波束を直接観測できることが本研究で明らかにされた。音響的不安定性に関して、本論文では、光伝導性CdSの二つの電流飽和や半導性CdSの音響ドメインの発生に伴って超音波束が増幅されていく様子、その周波数スペクトル、超音波束の場所分布および印加電界を取り除いたあとの減衰などを実験的に調べている。そして光伝導性CdSでは周波数スペクトルは $30 \sim 300 \text{ MHz}$ の範囲にあって比抵抗の減少とともに高周波側にずれることなどを示し、また、半導性CdSについてはドメイン内 $300 \sim 2000 \text{ MHz}$ の強い

超音波束が局在し、超音波同志の非線型相互作用が見られること、超音波束と試料電流の間には線型な関係がなく大信号理論を展開する必要があること、超音波束の減衰には線型過程と非線型過程があり、その各々は電子損失と格子損失に分けられること、横波超音波の線型格子損失は周波数の1.4乗に比例することなどを指摘している。

音響電気効果に付随した光学効果として、本論文は、音響ドメイン内の超音波束によるブリルアン散乱およびドメインによる光変調を取り扱っている。すなわち、ブリルアン散乱は偏向角 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 、パルス幅約 $0.3\ \mu\text{sec}$ 、繰返し周波数 $200\text{KHz}\sim 1\text{MHz}$ のデジタル偏向でその効率が数%に及ぶこと、偏向光は入射光より 1GHz 程度の周波数シフトを持っており光がFM変調されていること。また、ドメインによる光変調は、 $5000\sim 5400\text{\AA}^2$ の波長範囲にわたってパルス状の光吸収という形で現れ、その変調度は60%以上に達すること、この光吸収がドメインの高電界によるフランツ・ケルディッシュ効果であることなどを示している。

論文の審査結果の要旨

本論文は圧電半導体中の電子と音波の相互作用である電気音響効果と超音増幅の機構を基礎的に究明したものである。

たとえばまず光電導性CdS結晶中の超音波増幅及びそれにもなう電流飽和に往復利得と片道利得の二機構があること、音響ドメインに移動型と定在型の2つの型があることを見出しこれに考察を加えている。さらにブリルアン散乱を利用してCdS中の音波を直接観測することによって超音波増幅の理論を検討し、音波束の減衰からフォノンの寿命及び減衰機構を明らかにしている。この他種々のCdS中の音響ドメインの光学的電氣的なふるまいを究明している。これらの結果は光、音、電気の三者の相互作用を利用した。超音波による光偏光素子や、遅延素子などの新しい機能素子にも応用され得ることが示されオプト・エレクトロニクスや半導体工学に大きな貢献をするものである。

以上の点から本論文は、博士論文として価値あるものと認める。