Osaka University Knowledge Archive

Title	光伝導性CdS単結晶における高電界効果に関する研究
Author(s)	山本, 恵一
Citation	大阪大学, 1969, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/29805
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【28】

氏名・(本籍)	山本恵一（やまもとけいいち）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 1585 号
学位授与の日付	昭和44年2月20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	**光伝導性 CdS 単結晶における高電界効果に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 成田信一郎 (副査) 教授 伊藤 順吉　教授 藤田 英一　教授 中村 伝 教授 難波 進

論文内容の要旨

圧電半導体における電流飽和現象は，R. W. Smith や J. H. McFee によって行なわれ，電子の drift 速度が，結晶中を伝播する音速に等しくなったときに生ずることが A. R. Hutson によって明らかとなった。

この現象は音波と電子との関係，量子的には音響子と電子との相互作用の問題として，注目されてきた。

本論文では，光伝導性を示す CdS 単結晶における電流飽和現象に附随した幾つかの現象を物性的な立場から記述した。

光伝導性 CdS 単結晶を低温雰囲気に置いたとき，電流飽和現象より，むしろ，負性抵抗を持つ特性を発見した。

この負性抵抗は約 222°K 以下の温度や，光照射によって $10^{-3}\Omega^{-1}\mathrm{cm}^{-1}$ 以上の伝導度になったときのみにおいて観測され，それら以外では，電流飽和を示すのみである。

この現象は光照射強度による peak 位置の変化，あるいは Hutson による小信号理論からの解析結果などから，電流飽和と類似の見かけの負性抵抗であると結論ずけられる。

なお，負性抵抗発生後の CdS 試料の抵抗値が，電界印加前の抵抗値に比して，著しく，変化していることに注目して，負性抵抗に伴う，電子の緩和現象について，くわしく論じた。

伝導度と印加電界を取り去ったのちの時間 t との間の関係を調べることにより，$\log\{\sigma(\infty)-\sigma(t)\}$ と t との間に非常に良い直線関係があることをみつけ，その関係を次式で表わして緩和時間 (τ) を求めた。

$$\sigma(\infty)-\sigma(t)=\mathrm{A}\exp(-t/\tau)$$

ここに $\sigma(\infty)$ は電界印加前の伝導度，及び，印加電界を取り去った後一定値となった伝導度を示

し，$\sigma(t)$ は印加電界を取り去った直後からの時間における伝導度を示している。

緩和時間は数秒から数10秒にも達する。

緩和時間（τ）と温度 T との間には 222°K にするどい折れ曲り点を持ち，222°K 以下の温度では温度に無関係な平坦な特性となり，温度が上昇すると，ある勾配を持って減少する。高温側の勾配から，約 0.168 eV の準位が計算出来，ほぼ sulphur vacancy 準位と推測される。低温側の現象は光のみに帰因する因子を含む。222°K は負性抵抗発生温度と良く一致する。

緩和時間（τ）は伝導度（σ）の逆数に比例することから電子捕獲準位が関与していると結論づけられる。

一方，電流飽和の臨界電界は drift 速度と音速との関係から論ぜられてきたが理論的に明確な解答は与えられていない。

したがって，本論文では CdS 単結晶の mobility の電界依存性を測定し，電流飽和臨界電界とその電界における mobility との積から，音速と drift 速度との結合関係を光の強度を変えることにより論じた。

この場合，結晶のC軸方向に電界を印加した場合でも shear mode の音速が優先して，電子の drift 速度と結合することが明らかになった。その他，電流飽和ののちの mobility は音響子の散乱を受け電場の逆数に比例して減少し drift 速度が音速を大きくこえることはないとの結果を得た。80°K までの測定結果からは，mobility は acoustic phonon の散乱を受けていることが明らかになったし，又発生する音波の周波数は 10^8 の order であることも確められた。

電流飽和直後に見られる電流振動現象も又多くの研究者によってなされているが，その原因である高電界層の形成に関する実験結果はなかった。本論文では，発振現象の温度変化を測定することにより，高電界印加による shock waveの成長であろうとの結論に達した。

以上，電流飽和現象及びそれに附随する現象を考察し，ほぼその基本的な関係を明らかにした。

論文の審査結果の要旨

本論文は圧電半導体である硫化カドミウムの電流飽和現象とそれに附随する現象を考察し，光伝導硫化カドミウムの超音波増巾現象の基礎となる物理的な種々の現象とそれらの間の関係を明らかにしたものである。まづこの結晶が約 222°K 以下の温度あるいは $10^{-3}\Omega^{-1}\mathrm{cm}^{-1}$ 以上の伝導度において負性抵抗を示すことを発見している。これに関連して光照射強度によるその peak 位置の変化，負性抵抗に伴う電子の緩和現象等を詳しく論じている。また電流飽和の臨界電界について実験を行っている。その結果，結晶のC軸方向に電界を印加した場合でも shear mode の音速の優先することを確かめている。また電流振動現象についても温度変化させて実験を行って発振現象の原因に論及している。これらの研究成果の特徴は豊富な実験事実の集積により，この結晶中の音波と電子の相互作用に対する新らしい知見を得ている点である。