

Title	Ge中の浅い中性ドナー (Sb) 電子による $\mu$ -波超音波の吸収とその磁場効果
Author(s)	宮里, 達郎
Citation	大阪大学, 1972, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/30661">https://hdl.handle.net/11094/30661</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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)	みや 宮	さと 里	たつ 達	ろう 郎
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	第	2485	号	
学位授与の日付	昭和47年3月25日			
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	<b>Ge中の浅い中性ドナー(Sb)電子による<math>\mu</math>-波超音波の 吸収とその磁場効果</b>			
論文審査委員	(主査) 教授	石黒 政一		
	(副査) 教授	堀江忠男	教授	大塚頼三
		助教授	赤尾文雄	講師
				沢田康次

### 論 文 内 容 の 要 旨

従来の実験では、Sbをドーピングしたn型Geの超音波吸収は、AsやPをドーピングしたものと、かなり異った様相を呈し、その吸収の機構に判然としないものがあった。この実験では、 $\langle 111 \rangle$ 軸方向に伝播する1 GHzの縦波超音波を用い、30°K~1.4°Kの温度範囲に於いて測定を行い、1.8°Kに大きな吸収のピークを見出した。この1.8°Kでのピークの存在は、ドナーの基底状態のsinglet stateとtriplet stateに於けるドナー電子の緩和機構によって良く説明することができる。次に上述の超音波の伝播方向に、パルスマグネットによって、0~200KGの磁場を加え、超音波吸収の磁場効果を測定した。その結果超音波吸収の磁場効果が非常に大きいことを見出した。Ge中の浅い中性ドナー電子による超音波吸収の磁場効果については、P. C. Kwokの理論に基く計算があり、それによると、磁場によって、triplet stateのレベル巾が変化し、即ち、life time  $\tau$  が変化する。それによって、吸収係数が変化することになるが、その計算結果は、ここで得られた実験結果を定性的には一応説明するが、定量的には実験結果の数分の1となって合わない。これの説明の1つとして、高磁場による波動関数の収縮(即ち、有効Bohr半径の収縮)効果を加味することが、考えられる。即ち、Sbドナーの有効Bohr半径を60Åとすると、収縮効果もかなり効いてきて、実験値に近い値が得られる事がわかった。

### 論 文 の 審 査 結 果 の 要 旨

多谷間半導体(n型Ge, n型Si)のドナー電子による超音波吸収についてはいろいろと論じられている。

しかし、浅いドナー準位についての理論は未だ多くの疑問点を残している。宮里君の論文は、Ge中

にSbを $10^{14} \sim 10^{16}/\text{cm}^3$ ドープした場合の浅いドナー準位に存在する電子によるマイクロ波音波吸収の温度変化及び、その磁場効果についての実験的研究である。

実験方法としては、1 GHzのマイクロ波超音波が用いられ、結晶軸〈111〉方向に縦波を伝播させたときの吸収が測定された。又、磁場効果については、磁場が音波吸収に影響を及ぼすのは、少くとも数十KG以上であると推論されたため、パルス磁場を用いる方法をとった。用いた磁場の最高は200 KGである。実験上の困難は、パルス磁場のため eddy current loss による試料の温度上昇と、機械的衝撃の発生である。特に後者は音波の測定に於いて大きな障害となる。この点を同君は巧みな方法と、めんみつな吟味を行い、真の音波吸収の磁場変化の測定を可能にした。

測定結果は、音波吸収の温度変化については、 $1.8^\circ\text{K}$  に顕著な吸収のピークが存在する事、磁場効果については、予想されるよりはるかに大きな変化がある事が明らかにされた。 $1.8^\circ\text{K}$  のピークの存在は、ドナーの基底状態の singlet state と triplet state 間の間隔  $4\Delta$  を  $0.25\text{meV}$  として Pomerantz の理論及び Kwok の量子論的理論によって定量的によく説明することが出来る。即ち、吸収は音波でゆすられる基底状態のエネルギー準位間の電子の緩和過程に原因することが明らかである。又、上述の  $4\Delta$  の値は、他の光学的方法で得られたものとほぼ一致する。次に吸収の磁場効果であるが、これについては、予想よりはるかに大きいものであることを述べたが、これは Kwok の理論は一応定性的には実験結果を説明するが、その値は実験値の数分の一にすぎないことをさすものである。この点について、宮里君は、この原因の一つとして、Sbドナーの波動関数は大きな拡がりを持ち、したがって高磁場でのその収縮による効果が吸収の減少にかなり効いているものと推論した。

以上、宮里君の論文は、多谷間半導体の浅いドナー準位によるマイクロ波超音波吸収の研究に新しい知見を加えたものであり、理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。