



Title	ゲルマニウムの放射線損傷とその時効効果
Author(s)	大村, 一生
Citation	大阪大学, 1959, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28179
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >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

【10】

氏 名・(本籍)	大 村 一 生
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	第 1 6 号
学位授与の日付	昭 和 34 年 3 月 25 日
学位授与の要件	理 学 研 究 科 物 理 実 験 学 専 攻 学位規則第5条第1項該当
学 位 論 文 題 目	ゲルマニウムの放射線損傷とその時効効果
	(主 査) (副 査)
論 文 審 査 委 員	教 授 浅田常三郎 教 授 渡辺得之助 教 授 正田 大 教 授 石黒 政一

論 文 内 容 の 要 旨

n 型 Ge 単結晶を -78°C に於て Co^{60} γ 線で照射し放射線損傷を起さしめる。Ge 結晶は γ 線照射を受けると Compton electron によって、Ge 原子が結晶の正常位置 (normal site) からたたき出されて、空格子点 (vacancy) と割り込み原子 (interstitial atom) の pair を作り、そのために抵抗や Hall 係数等の電気的性質が変化する。

この vacancy と interstitial atom とによる level は Hall 係数や比抵抗の温度依存性から、その level の深さをきめることが出来、interstitial atom の作る level は conduction band から 0.2eV に在ることがわかった。

放射線損傷を受けた Ge 結晶を高温に放置すれば損傷は次第に回復する。これを annealing と呼ぶ。比抵抗 $15\Omega\text{-cm}$ の n 型 Ge 単結晶を γ 線で照射し、約 30% 抵抗の増加した試料 10 ケを $10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ の間で 5°C 間隔に各々温度一定に保ちながら、その抵抗の変化を測定した。

抵抗変化は

$$R^{-1} = R_0^{-1} - A(1 - \exp(-t/\tau_1)) + B(1 - \exp(-t/\tau_2)) - C(1 - \exp(-t/\tau_3))$$

で示される様に 3 つの夫々異なる relaxation time を持つ process の和と考えられ、次の様な model で説明出来る。Compton electron の衝突により生じた vacancy interstitial pair が annealing 温度まで熱せられると先ず第 1 に vacancy と interstitial atom が結合する。しかしある pair に於ては vacancy と interstitial atom が勝手な方向へ diffuse して、ばらばらになってしまうものがある。この様な状態では interstitial atom は diffusion velocity が vacancy のそれよりも大きいため、結晶の中をより速く動き回り dislocation と結合したり、surface に出たりして消える。最後に結晶中に残された vacancy が diffuse して dislocation と結合したり、surface に出たりして消える。

この 3 つの process を夫々 τ_1, τ_2, τ_3 , の life time を持つものと対応すると考え、各々 annealing

温度についての τ_1 , τ_2 , τ_3 , と絶対温度の逆数との graph より夫々の activation energy が計算出来る。その結果 vacancy と interstitial atom の recombination に対しては $0.89 \pm 0.02 \text{ eV}$ interstitial の diffusion に対しては $0.70 \pm 0.08 \text{ eV}$ vacancy の diffusion に対しては $1.170 \pm 0.003 \text{ eV}$ の値が得られた。

論文の審査結果の要旨

大村君の論文はゲルマニウムの放射線損傷に関する研究をまとめたもので2部よりなっている。

第1部は現在迄の半導体の放射線損傷に関する研究の Review であり, 第2部に大村君の行ったゲルマニウムの Co^{60} γ 線による損傷の研究が述べられている。

ゲルマニウム結晶が γ 線の照射を受けると Compton electron によってゲルマニウム原子が正常な位置からたたき出されて, vacancy と interstitial atom の pair が出来, これらが夫々 acceptor と donor の役割をなすので半導体では, 放射線損傷の研究を行うのに都合がよい。

試料は室温で比抵抗が $15 \Omega \text{ cm}$ の n 型単結晶を用いた。

$0.7 \sim 1.3 \times 10^{18} \text{ r}$ の照射を受けた試料について Hall 係数及び比抵抗の温度依存性を調べ conduction band の下端より 0.2 eV 下に1つの level の存在することが分った。

その後, 放射線損傷を受けたゲルマニウムを室温に放置すると annealing が起って次第に回復してゆく現象に着目してこの研究に主力を注いだ。

試料は放射線実験所の約 1500 curie の Co^{60} を使用し $3 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}$ (深さ) の水槽中で -78°C に保ちながら照射し $4 \times 10^{17} \text{ r}$ で約30%抵抗の増加した試料10ヶを $10^\circ \text{C} \sim 55^\circ \text{C}$ の間で 5°C 間隔に各々温度一定に保ちながら, その抵抗の変化を測定した。

抵抗変化は

$$R^{-1} = R_0^{-1} - A(1 - \exp(-t/\tau_1)) + B(1 - \exp(-t/\tau_2)) - C(1 - \exp(-t/\tau_3))$$

示される様に3つの夫々異なる relaxation time を持つ process の和と考え, 次の様な model で説明した。Compton electron の衝突により生じた vacancy interstitial pair が annealing 温度まで熱せられると先ず第1に vacancy と interstitial atom が結合する。しかしある pair に於ては vacancy と interstitial atom の diffuse の方向が勝手な方向へ diffuse して, ばらばらになってしまうものがある。この様な状態では interstitial atom は diffuse velocity が vacancy のそれよりも大きいため, 結晶の中をより速く動き回り dislocation と結合したり, surface に出たりして消える。最後に結晶中に残された vacancy が diffuse して dislocation と結合したり surface に出たりして消える。

この3つの process を夫々 τ_1 , τ_2 , τ_3 の life time を持つものと対応すると考え, 各々 annealing 温度についての τ_1 , τ_2 , τ_3 と絶対温度の逆数との graph より夫々の activation energy が計算出来る。

その結果 vacancy と interstitial atom の recombination に対しては $0.89 \pm 0.02 \text{ eV}$, interstitial atom の diffusion に対しては $0.70 \pm 0.08 \text{ eV}$ vacancy の diffusion に対しては $1.170 \pm 0.003 \text{ eV}$ の値が得られた。

以上大村君の論文はゲルマニウム単結晶の γ 線による放射線損傷の性質を明にすると共に, その annealing についての機構を解明したものであり, 同君は理学博士の学位を受けるのに十分な資格があるものと認められる。