

Title	接合容量法による半導体素子中の深い不純物準位の解析
Author(s)	熊谷, 修
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33676">https://hdl.handle.net/11094/33676</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)	くま 熊	がい 谷	おさむ 修
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	6 3 0 9	号
学位授与の日付	昭和 59 年 2 月 15 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	接合容量法による半導体素子中の深い不純物準位の解析		
論文審査委員	(主査)		
	教授 成田信一郎		
	(副査)		
	教授 長谷田泰一郎	教授 吉森 昭夫	教授 浜川 圭弘
	教授 斉藤 晴男	助教授 鈴木 勝久	

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は半導体中の深い不純物準位を接合容量法を用いて測定解析し、その成因を探ることを目的とする。接合容量法の緒形式のうち、TSCAP、DLTS、光励起 DLTS の測定法に開発改良を加え、これらを組み合わせて、半導体素子中で重要な再結合中心、補償中心となる深い不純物準位の特性を明らかにした。

再結合中心として働く深い不純物準位としては、イオン注入法で n 型シリコン中に導入された鉄の準位に注目し、この準位が p-n 接合中で有効な再結合中心として働き、少数担体寿命を決定することを TSCAP、DLTS により明らかにした。注入された鉄は伝導帯の下 0.58 eV に準位をつくり、その準位の濃度は注入量に依存している。また、イオン注入層からこの準位の拡散を調べたところ、金属元素特有の拡散プロファイルを持ち、その拡散係数はイオン注入層からは  $4 \times 10^{-11} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$  また P<sup>+</sup> 拡散層近傍では  $9 \times 10^{-9} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$  であると判った。

補償中心として働く深い不純物準位としては、ガリウム砒素アルミガリウム砒素中に存在する準位について研究した。過剰砒素圧下での熱処理やエピタキシーによる不純物濃度制御の結果、化学量論的組成のずれから生じる空格子点が深い不純物準位の形成に関与していることが判った。8種類のガリウム砒素結晶中に存在する深い不純物準位を DLTS 法で調べたところ、電子トラップとして働く準位、特に EL 2 準位にはガリウム空格子点に関与していることを明らかにした。砒素空格子点とドナー不純物の複合体は強い格子緩和を伴い、アルミガリウム砒素中ではドナー不純物種による熱活性化エネルギーの化学シフトが観測された。

接合容量法に静水圧印加を組み合わせて、静水圧下での深い不純物準位の振舞いを調べた。準位の圧

力変化係数は深い不純物準位形成における各バンドの寄与の決定及び深い不純物準位の分類に非常に有力な量であることが判った。

### 論文の審査結果の要旨

半導体デバイスの発達に伴って浅い不純物準位のみならず、深い不純物準位が注目されるようになった。これは深い不純物準位が再結合中心として、補償中心として重要な位置をしめ、また結晶欠陥発達の誘因となって半導体デバイスの寿命と深くかかわっていることが分ってきたからである。しかし深い不純物準位の理論的研究はその困難さから発展が遅れ、現在主として実験的手段によって、半導中の深い不純物準位の濃度、エネルギー位置等を研究するにとどまっている。本研究は実験手段として有力な接合容量法を用い、その中でも TSCAP, DLTS, 光励起 DLTS の測定法をとりあげ、それを開発、改良を加え、これらを組み合わせて、半導体素子中の再結合中心、補償中心となる深い不純物準位の特性を明らかにし、その成因を解明した。まづ n 型シリコン中にイオン注入法で打ち込まれた鉄の準位に注目し、この準位が p-n 接合中で有効な再結合中心となり、少数キャリアの寿命を決定することを明らかにした。またこの準位は伝導帯の下 0.58 eV に位置すること、またその拡散の模様を明らかにした。

補償中心として働く、深い不純物準位としてはガリウム砒素、アルミニウム-ガリウム砒素中に存在する準位について研究を行った。その結果、素子の製造過程に生ずる空格子点が深い不純物準位の形成に関与していることが判った。8 種類の異なった処理によって出来る深い不純物準位を DLTS 法で調べた結果、電子トラップとして働く準位、特に EL2 準位にはガリウム空格子点に関与していることを明らかにした。

その他深い不純物準位の性質、生成過程を多く解明した。

この研究は物性物理の観点からもまた半導体エレクトロニクスの見地からも重要な結果を多く含んでおり、博士論文として価値あるものと認める。