Osaka University Knowledge Archive

Title	アモルファス半導体の電荷輸送現象と再結合過程に関する研究
Author(s)	金, 基一
Citation	大阪大学, 1982, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33473
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

【15】

氏名・(本籍)	金(キム)　基(キ)一(イル)
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5709 号
学位授与の日付	昭和57年4月22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	**アモルファス半導体の電荷輸送現象と再結合過程に関する研究**
論文審査委員	(主査)教授 犬石 嘉雄 教授 木下 仁志　教授 山中千代衛　教授 藤井 克彦 教授 鈴木 胖　教授 横山 昌弘　教授 中井 貞雄 教授 小山 次郎　教授 三石 明善

論文内容の要旨

本論文は「アモルファス半導体の電荷輸送現象と再結合過程に関する研究」の研究成果をまとめたもので，7章より構成されている。以下各章ごとに順次内容の概要を述べている。

第1章

アモルファス半導体の基礎研究の歴史を振り返り，薄膜素子として期待できるに至った研究成果を述べている。これまでに行われた過剰キャリアーの挙動と寿命に関する物理的理解での問題点を指摘することによって本論文の目的を明らかにすると共にこの研究分野での本論文の位置付けを行なっている。

第2章

Ge－Se系ガラスの詳しい作製方法を述べ，光吸収と導電率の測定結果からエネルギー・ギャップの存在と伝導機構を明らかにしている。エネルギー・ギャップはGe組成増加と共に大きくなる傾向があり，フェルミ準位はギャップ中央付近に位置することを示している。光吸収においてギャップ内に数多く存在する局在準位に関連したアモルファス特有のUrbach tailが観測されている。導電率は熱的活性な伝導タイプを示し，そのバンド移動度の値に理論的一致を見ている。

第3章

フォトルミネッセンス測定を行ない，ギャップ内を連続的に分布する局在準位が輻射・非輻射再結合過程に及ぼす影響などを調べている。発光ピーク・エネルギーはエネルギー・ギャップのほぼ半分に相当し，ガラス組成に依らず，ほぼ一定である。吸収と発光スペクトル間に大きなストークス・シフトが観測され，再結合過程で強い電子―格子相互作用があることを示している。また，フォトルミ

ネッセンスの疲労に伴い新しい吸収帯が出現することを見出しギャップ内局在準位を考慮した荷電状態および価電子交換対モデルで発光機構を解析している。

第4章

走行時間法を用いて電子および正孔のドリフト移動度の測定を行っている。キャリアー走行において速い成分と遅い成分を観測し，この伝導機構を非分散型および分散型伝導として解釈している。電子ドリフト移動度が正孔のものより大きいことを初めて見出している。移動度の大きさはGe組成依存性が強く，制御可能な事を示している。過剰キャリアーの走行はScher－Montroll モデルに従わず一般化されたトラップ制限伝導の見地から検討している。

第5章

第3章と4章で明らかにした電気伝導と再結合を土台として光伝導度の波長存依性と温度特性の測定を行い，ギャップ内に存在する局在準位の密度とエネルギー分布を理論的に分析している。過渡的光伝導応答に立上りの遅い成分が現われる結果より，電気伝導がバンド端近傍での局在準位からキャリアーの放出によるトラップ制限型走行であることを再確認している。再結合過程はギャップ内に2つの局在準位を考慮したモデルで説明している。

第6章

将来薄膜素子として期待されるa－Si:H膜をスパッタ法(SP) およびグロー放電法(GD) で作製し，移動度，光伝導度などの測定結果からキャリアーの生成と輸送現象を解析し素子としての可能性を追求している。スパッタ法での基板温度上昇はSi－H結合を増加させ水素原子による結合飽和を確実に実現させる一方，伝導機構でもバンド伝導を現わす効果があることを示している。SPおよびGD膜において，正存の伝導は分散型を示し，その移動度は相等しいが，電子伝導は，SP膜では分散型，GD膜膜では非分散型伝導を示し，その移動度は数段GD膜が大きいことを観測している。膜作製方法によって価電子帯近傍の局在準位分布は大きく影響されないことがわかっている。

第7章

本章では，第2章から第6章までの研究結果および問題点を総括し，本論文の結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

最近太陽エネルギー利用の一環としてアモルファス半導体を用いた太陽電池がその経済性や広面積素子作成の可能性から注目されている。しかし今日の半導体工学の急激な発展は再現性に富み小量の不純物によって特性を価電子制御できて精密な設計が可能な単結晶半導体の採用によるところが大きい。一方アモルファス状態は準安定状態であるため，その特性に再現性が乏しく，制御が困難であり物性がモルフォルジーに大きく依存する欠点がある。

本論文はこのような背景の下にカルコゲナイト系(Ge_xSe_{1-x}) 及びテトラヘドラル系(Si) アモルファス半導体の光電物性を基礎的に究明したもので多くの新知見を得ているが，主なものを例示すると，

i）アモルファスGe_xSe_{1-x}の光学的バンドギャップは化学量論的組成$GeSe_2$に相当する組成比で最大値を示し，フォト・ルミネッセンスピークの光子エネルギーは組成に無関係で，ほぼ光学的バンド幅の半分になりその強度は化学量論的組成の所で最大となることを見出した。また電子及び正孔のドリフト移動度が化学量論的組成を境にしてGeが多い方では電子移動度が，Seが多い方では正孔移動度が大きくなることを見出した。これらの現象を$Ge-Se_2$の準結晶的3次元ネットワークの形成に関連させて論じている。

ii）アモルファスGe_xSe_{1-x}のフォトルミネッセンスの励起スペクトルは光吸収のUrbach tailの所に最大値をもち，また強い励起光の照射でフォトルミネッセンスの疲労現象が起ると共に新しい光吸収帯が現れることを見出し，それをSeのダングリング・ボンドに関係づけて考察している。

iii）アモルファスGe_xSe_{1-x}の電子移動度の走行時間法による測定で速い成分と遅い成分があることを見出し，前者は非分散的なトラップ制限型バンド移動度であり後者は分散的なホッピング伝導によることを明らかにしている。

iv）スパッタ及びグロー放電で作成した水素化アモルファスシリコン(a－Si)の電子・正孔のドリフト移動度を走行時間法で測定し，スパッタ膜では分散型移動度を示すが，グロー放電膜では電子は非分散型，正孔は分散型移動度を示すことを見出した。さらにグロー放電膜の電子移動度にはカルコゲン系と同じく速い成分と遅い成分があることを見出し前者は準結晶的3次元ネットワークでのトラップ制限型移動度，後者は低次元アモルファス部分によるポッピング移動度であるとしている。

以上述べたように本論文はアモルファス半導体素子設計上重要な光電子物性に関する多くの新知見を含み半導体工学上寄与する所が大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。