



Title	水素化アモルファスSiのキャリアダイナミクスに関する研究
Author(s)	小室, 修二
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/908
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	小室修二
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 7594 号
学位授与の日付	昭和 62 年 3 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	水素化アモルファス Si のキャリアダイナミクスに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進
	(副査) 教授 浜川 圭弘 教授 山本 錠彦 助教授 小林 哲郎

論文内容の要旨

水素化アモルファス Si ($a\text{-Si:H}$) は、結晶半導体では得られないアモルファス材料の特徴を生かしつつ、太陽電池を代表とする様々なデバイス材料として利用されている。その光電変換デバイス応用に際し問題となるのは、光照射による $a\text{-Si:H}$ 膜中での電気的特性劣化とヘテロ接合界面での電気的特性劣化である。光照射による $a\text{-Si:H}$ の光伝導度の減少は、その因子であるキャリアの拡散係数の減少か、または寿命の減少によるのか、さらにその光照射効果は $a\text{-Si:H}$ 膜のバルク効果か表面効果かさえも明らかではない。本研究では、キャリアの拡散係数と寿命を同時にかつ独立に測定可能な、パルスレーザー光を利用したトランジェントグレーティング (TG) 法により、 $a\text{-Si:H}$ のキャリアダイナミクスに及ぼす光照射効果を明らかにしている。測定結果より、 $a\text{-Si:H}$ での光伝導度の減少は、キャリアの拡散係数によるのではなく主に寿命の減少によることを明らかにした。また、ピコ秒時間領域では、光照射により新たに約 100ps の緩和時間を持った緩和過程が生ずることを見いだした。これらの光照射によるキャリアダイナミクスの変化を多重捕獲モデルにより説明できることを示した。さらに、この光照射効果は $a\text{-Si:H}$ 膜全体で生じており、バルク効果であることを明らかにした。TG 法により、 $a\text{-SiC:H}/a\text{-Si:H}$ ヘテロ接合界面を含む各種界面でのキャリアの拡散係数と寿命をそれぞれ分離して測定することを試み、界面特性の直接評価に成功した。

微結晶 Si は $a\text{-Si:H}$ 系の新材料の一つであり、光電変換デバイスへの利用が実現されているにも拘らず、そのキャリアダイナミクスの詳細は調べられていない。本研究では、微結晶 Si 膜中でのキャリアの拡散係数と寿命に関して、それらの結晶化率および微結晶径依存性を系統的に測定し、キャリアの微結晶粒界面再結合モデルとキャリア輸送に関するパーコレーションモデルを提出した。さらに、結晶化

率および微結晶粒径に対するフォトルミネッセンスと時間分解フォトルミネッセンスの測定結果から、微結晶Si膜中のキャリアの再結合エネルギーバンドモデルと発光中心の空間的分布モデルを提出した。

論文の審査結果の要旨

本論文は水素化アモルファスSi ($a\text{-Si:H}$) のキャリアダイナミクスに関する研究結果をまとめたものであるが、特に測定法として、半導体結晶中のキャリアダイナミクスの解明に有効に利用されてきたトランジェントグレーティング法 (TG法) を用いて、特長ある実験結果を得ている。

TG法とは、縞状パルス光励起により発生したキャリア密度の縞模様プローブ光をあて、その回析効率の時間変化を測定することにより、キャリアの移動度と寿命を同時かつ独立に測定する方法であり、さらに励起光の波長を変化させることにより、表面、バルク、界面の特性を別々に測定できる特長をもっている。

$a\text{-Si:H}$ を太陽電池のような光電変換デバイスとして応用する際、最も問題となっているのは、光照射による光伝導度の減少と、ヘテロ接合界面における電気的特性の劣化である。

本論文において、光照射前後における $a\text{-Si:H}$ のキャリアの移動度と寿命をTG法により測定し、光伝導特性の劣化の原因が光照射により発生した欠陥によるキャリア寿命の減少に起因することを明らかにしたことは大きな成果である。

次に励起光波長を種々に変化させたTG測定により、 $a\text{-SiC:H}/a\text{-Si:H}$ ヘテロ接合界面を含む各種界面におけるキャリアの移動度と寿命を観測し、光電変換デバイスの特性を左右するキャリアの移動度・寿命積が、バルク>表面> ($a\text{-Si:H}$ /基板) 界面> ($a\text{-SiC:H}/a\text{-Si:H}$) 界面の順に減少することを明らかにした。

これらの成果は $a\text{-Si:H}$ の研究における先駆的役割を果たしており、この分野に与えるインパクトは大きい。よって本研究は博士論文として価値あるものと認める。