

Title	β -SiC結晶の蛍光の研究
Author(s)	莱原, 弘
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/31901
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	くわ 葉	ぼら 原	ひし 弘
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	4 1 9 9	号
学位授与の日付	昭和 53 年 3 月 23 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	β -SiC 結晶の蛍光の研究		
論文審査委員	(主査)		
	教授 成田信一郎		
	(副査)		
	教授 川井 直人	教授 藤田 英一	教授 浜川 圭弘
	教授 久米 昭一	助教授 張 紀久夫	

論 文 内 容 の 要 旨

間接ギャップを持つ SiC において効率のよい発光を得るためには III 族元素の添加が不可欠である。しかし、結晶作成の困難さと結晶構造の複雑さのために発光の性質はよく理解されていない。

本研究の目的は SiC 中での III 族不純物に起因する発光機構を明らかにすることにある。このため主として定常光励起下における蛍光スペクトル並びに時間分解スペクトルを観測した。測定結果の解析を容易にするために、最も単純な結晶構造を有す β -SiC (立方晶形) を対象に選んだ。高純度且つ異種結晶形を含まぬ結晶を Si 融液から作成した。

β -SiC に III 族不純物 B, Al 及び Ga を添加すると、夫々近赤外、橙及び赤色域に発光帯が現われる。これらの発光は発光色を除きほぼ共通の性質を有することがわかった。

いずれの発光帯も低温 ($\sim 4.2\text{K}$) 及び高温 ($\geq 77\text{K}$) で優勢な 2 成分に区別される。これら 2 成分の発光スペクトルは共に幾つかのピークから成る構造を有し、零ホノン線及びそのホノンレプリカとして解釈される。

低温で顕著な成分はそのブロード・バンド・スペクトルの励起光強度依存性・不純物濃度依存性等から Nドナーと夫々のアクセプター間の対発光であることが知れた。この事実は D-A 対に特有な線スペクトルの観測により確証された。線スペクトルの解析から N 及び B は SiC 中で C を置換し、Al 及び Ga は Si を置換することがわかった。

高温で優勢な発光成分に関してはスペクトル幅の温度依存性並びに形状解析から、夫々の D-A 対の一方 (N) が熱的イオン化する結果、伝導電子とアクセプターに捕えられた正孔との間の電子遷移によるものと結論された。

それぞれのⅢ族不純物に関する発光についての高温成分のスペクトル解析とD-A 対の線スペクトル解析からNドナー及びB, Al, Ga アクセプターのイオン化エネルギーが夫々56, 735, 254及び343 meVと求まる。

論文の審査結果の要旨

SiCは研磨剤、発熱体等に広く使用され、強固で耐熱性のある半導体と知られているが、半導体電子素子としても高温素子また発光素子として注目されている。しかし融点が高く、気相法でも結晶を作るのは困難で、これまで研究があまり進んでいない状況であった。桑原君は二重壁のつぼをつかって、代表的な立方晶型の単結晶をかなり純粋な形で作ることに成功し、これにB, Al, Gaの不純物を入れて、フォトルネッセンスを測定することによってこの物質の半導体的性質を研究した。それがこの論文である。この発光はBが赤外部に、Alがオレンジ色に、またGaが赤色部にスペクトルを有しているが、温度によってA発光（高温）とB発光（低温）との2種類の発光を示す。各々はフォノンを伴わない発光（ゼロフォノンライン）とそれに伴った発光（フォノンレプリカ）のシリーズよりなる。このB発光はその性質を詳しくしらべると励起光の強弱、不純物の多少によりピークの位置が変化し、これはドナーアクセプターペアによる発光と結論された。また高分解能のスペクトルをとることによって、ドナーとアクセプターの位置関係がはっきりとした。ドナーは自然に存在する窒素によると考えられ、Bと窒素はC元素の格子点を置き換え、Al, GaはSi元素の位置を置き換えることがはっきりした。また高温におけるA発光は窒素につかまっている電子が伝導帯に放たれて、伝導電子とアクセプター（B, Al, Ga）間の発光であることが種々の実験で明らかにされた。これ等より各々の不純物準位のエネルギー関係も明らかになった。

この物質のこの種の研究としては非常に進んだ研究であり、世界的な水準を抜いた研究だと考え、学位論文として価値あるものと認める。