

Title	エピタキシャル成長した燐化硼素の電気的および光学的性質に関する研究
Author(s)	瀧川, 光治
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/31677
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名・(本籍)	たき 瀧	がわ 川	こう 光	じ 治
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	3683	号	
学位授与の日付	昭和51年7月16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	エピタキシャル成長した燐化硼素の電気的および光学的性質に関する研究			
論文審査委員	(主査)	教授 難波 進		
	(副査)	教授 牧本 利夫	教授 藤沢 和男	教授 末田 正
	教授 浜川 圭弘			

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、著者が上智大学理工学部において行ってきた燐化硼素(boron phosphide; BP)化合物半導体のSi基板へのエピタキシャル成長およびBPの電気的・光学的性質とデバイスへの応用に関する研究の成果をまとめたものである。本論文の内容は6章から構成されている。

第1章では、BP化合物半導体に関する研究の沿革と意義を、最近における研究の動向と関連して述べ、BPの研究に関する問題点を指適し、本研究の目的を明らかにしている。さらに化合物半導体であるBPの研究において、本論文の占める位置と重要性を明確にしている。

第2章では、Si基板上に B_2H_6 - PH_3 - H_2 系の熱分解反応によってBPをエピタキシャル成長させる実験方法とその特徴について述べている。本研究では、できるだけ単純化した実験方式を採用することにより成長に必要ないくつかの基本的条件についてその1つ1つの役割を明確にし、成長条件の十分な制御による良質なBP結晶のエピタキシャル成長技術を確立した。とくにSi基板の結晶面の僅かな傾きがBPの結晶構造に顕著な影きょうを与えることを指適し、これまでは不十分であった電気的・光学的性質を調べるに十分な結晶の作成に成功している。

第3章では、この研究で開発されたSi基板上のBPを選択的に除去する簡便な電気化学的方法について述べている。BPは化学的に極めて安定な物質で通常の化学薬品ではほとんどおこされない。Si上にヘテロ・エピタキシャル成長することで形成されるBP-Si構造を利用したデバイスの開発を考えると、BPがなんらかの方法で選択的に加工できることは重要な技術となる。BP層に通常の写真蝕刻技術を用い、新しく開発された電解はく離装置によって、BP層を微細加工できることを示し、その技術の精度の限界について議論されている。

第4章では、本研究において明らかとなったBP結晶の電気的および光学的性質について述べる。成長条件の制御によってn,p両型のキャリア濃度の異なる値をもつ結晶が得られることを示し、電子および正孔の濃度と移動度の関係を明らかにしている。つぎにBP中に混入されているSi原子の成長方向の分布を計測し、Si混入の原因が究明された。BP薄板を光学測定を試料とし、光透過率の測定を行った。その結果BPは非常に透明度の高い特徴をもつ半導体材料であることを見出した。また吸収係数のフォトン・エネルギー依存性からBPが間接遷移型のエネルギー・バンド構造をもつことを示した。

第5章では、BPのデバイスへの応用可能性について述べられている。数種の金属を電極として形成し、その接合容量を測定しBPの比誘電率を求めた。この値はBPのpn接合から求めた値と比較検討された。BPのエピタキシャル成長中にSi基板表面にn型拡散層が形成される。この拡散層の深さ、および表面濃度を制御し、BPのエピタキシャル成長中に形成されるnBP・n-pSi構造を積極的に利用してBP層を電極および光の入射窓としてもつSi太陽電池を作成した。BP層窓をもたないものと開放電圧、短絡電流、分光感度特性を比較し、BPの窓効果を確認した。とくにこの論文では入射太陽光の反射損を減らすことにBP窓が有効なことが示された。

第6章は、BPのSi基板へのエピタキシャル成長とBPの電気的および光学的性質、応用技術の開発に関する第2章から第5章までの研究結果を総括列挙し問題点を明らかにするとともに、BPに関する今後の研究の方向を示し、本論文の結論としている。

論文の審査結果の要旨

BP（燐化硼素）はSiと同類の結晶構造を持ち、機械的強度ならびに化学的安定性においてSiに優り、かつ可視光に対し透明という特長があるので、オプトエレクトロニクス用半導体材料として注目されている。しかし、これまで結晶成長のむづかしさも原因して良質な結晶が得られなかったため、基礎物性も未知な点の多い半導体であった。

本研究は、 B_2H_6 - PH_3 - H_2 系の熱分解反応という独特の気相エピタキシャル成長法により比較的大きな良質のBP単結晶をしかも低温で得る方法を開発し、結晶成長条件と結晶性との関連を明らかにするとともに、電気的および光学的性質を測定し、さらにSi基板上に成長させたBP結晶によりn-BP/n-pSi構造をもつ太陽電池を試作し、そのデバイスとしての特性評価を行なったものである。成長条件の制御によりn型、p型のキャリア濃度の異なるBP結晶が得られるようになったこと、化学的に安定なBP結晶を選択的に除去できる電解はく離技術を開発したこと、BP結晶の誘電率を始めて測定したことなどは本研究の重要な成果であり、BPという新半導体材料の基礎物性に新しい知見を加えるとともにデバイスへの応用の道を開いたものであり、博士論文として価値あるものと認める。