

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	WIJEMUNI MILANTHA DE SILVA
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論 文 題 目			
Low Resistance Ohmic Contact Formation for Silicon Carbide Power Devices (シリコンカーバイドパワーデバイスのための低抵抗オーミックコンタクトの研究)			
論文審査担当者			
主 査	准 教 授	黒 木 伸一郎	
審査委員	教 授	横 山 新	
審査委員	教 授	MATTAUSCH, HANS JÜRGEN	
審査委員	教 授	東 清一郎	
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文はシリコンカーバイド(SiC)パワー半導体デバイスの低抵抗シリサイド・カーバイドオーミック電極形成に関する研究成果をまとめた論文である。</p> <p>シリコンカーバイド半導体は高絶縁破壊電界などの優れた物性をもっており、次世代パワー半導体デバイスの材料として注目されている。しかし金属-SiC接触によるオーミックコンタクトにおいて大きな抵抗を持つため、この接触抵抗の低減が求められている。特に従来のニッケルシリサイド電極では、SiCとの界面において炭素凝集が発生し、高抵抗化および信頼性劣化が大きな課題である。</p> <p>著者は、この問題を解決するためにシリサイド電極中の炭素原子の制御を試み、これにより低抵抗化を行っている。この方法として、(1) SiC表面の部分的アモルファス化、(2) シリサイド電極への炭素侵入型金属(Nb, Mo, Ti)の導入、およびレーザによる短時間加熱の導入、(3) SiC表面の不純物の高濃度化を行っている。この結果、炭素侵入型金属のチタン(Ti)およびレーザ短時間加熱の導入により低抵抗オーミックコンタクトを形成し、この低抵抗化する条件では形成されたTiシリサイド・カーバイドはSiC半導体基板から部分的にエピタキシャル成長し、また電極膜中にTi-C結合がより多く含まれることを示した。本論文はこれらの研究成果をまとめたものであり、各章の構成は以下のとおりである。</p> <p>第1章ではSiC半導体の特徴について説明し、本研究の背景、目的、目標について述べている。またSiC上でのオーミックコンタクト形成における問題点を記載している。</p> <p>第2章ではオーミックコンタクトに関する基本的な原理について説明し、n型4H-SiCのオーミックコンタクト形成メカニズムについて説明している。</p> <p>第3章では部分的なアモルファス化による4H-SiCオーミックコンタクトの低抵抗化について提案し、その結果を記載している。SiC基板表面を部分的にアモルファス化し、ニッケルシリサイド化時の反応を制御することにより、炭素凝集位置を制御しオーミックコン</p>			

タクト形成を行っている。

第4章では炭素侵入型金属を導入し、更にレーザーによる非平衡加熱を導入している。炭素侵入型金属として Nb, Mo を用い、これを Ni と組み合わせている。アモルファス Ni-Si-Nb-C 合金を形成し、 $5.3 \times 10^{-4} \text{ } \Omega \cdot \text{cm}^2$  の低抵抗オーミックコンタクトを示している。

第5章では、炭素侵入型金属の Ti に関して行った研究を記載している。コンタクト抵抗率  $4.0 \times 10^{-4} \text{ } \Omega \cdot \text{cm}^2$  の Ti シリサイド・カーバイド低抵抗オーミックコンタクトを形成しており、この膜では  $\text{Ti}_5\text{Si}_3$  と TiC 結晶が SiC 上に部分的にエピタキシャル成長しており、膜中には数十 nm 程度の微粒子で構成される Ti-Si-C 混相の薄膜が形成されていることを示している。

第6章では SiC 表面の不純物を高濃度化し、n+4H-SiC の C 面での短時間レーザー加熱により Ti-Si-C オーミックコンタクトを形成している。

上記の要約通り、著者はシリコンカーバイド半導体基板上の低抵抗オーミックコンタクト形成を、炭素侵入型金属の導入および短時間レーザー加熱の導入により確立し、工学的寄与を示している。学術的にはこれらの方法によりシリサイド電極中に炭素原子を分散させ、かつシリサイド-SiC 界面で結晶整合するという半導体プロセス工学における知見と、これら物性と電気特性の相関という電子工学的知見を示している。この成果は、より低抵抗化が求められるシリコンカーバイド半導体パワーデバイスの発展に貢献できると考えられ、高く評価できる。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。