

氏名	服 部 望
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	理 学
学位授与番号	博甲第2544号
学位授与の日付	平成15年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科基盤生産システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	走査トンネル顕微鏡による α -SiC(0001)Si清浄表面及び Ni吸着系表面構造の研究
論文審査委員	教授 岩見 基弘 教授 澤田 昭勝 教授 大嶋 孝吉

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

本研究ではSiC(シリコンカーバイド)の湿式エッチングによる平坦化、及び清浄表面における表面原子構造の研究と、SiC基板表面上にNi(ニッケル)を吸着させた際の、初期過程の研究を行った。

現在、半導体デバイスの材料として主にSi(シリコン)、GaAs(砒化ガリウム)などが使用されているがその中で、SiC(シリコンカーバイド)は、Si等と比較してバンドギャップ、飽和電子速度、絶縁破壊電界強度等が大きいという物理的特性から、高温、高圧、高速デバイスの次世代材料として期待されている物質である。

このSiC表面の研究はデバイスを再現性よく製作するためには非常に重要である。また、SiCのデバイスへの応用として考える場合、そのデバイス性能は金属/SiC界面特性によって大きな影響を受ける。これらの素子やデバイスの実現のためにはナノメートルサイズの微結晶及びその表面構造の研究が不可欠である。しかし現在、SiC清浄表面及び金属原子吸着面構造の研究は他の半導体に比べて非常に少ない。

研究は主に走査トンネル顕微鏡(STM: Scanning Tunneling Microscopy)を用いて表面を観測するという手法を選択した。

今回使用した試料には α -SiCの中でも4H、6H-SiC(0001)Si面を用い、前処理としてHF、NH₄F、KOHエッチングを行った。その結果KOH処理において非常に平坦な清浄表面が得られることがわかった。

また、その表面では $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 、 5×5 、 6×6 超構造が観測され、その構造について考察した。

つづいて、これらの超構造の上にNiを1~2Å吸着したところ $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 構造の上には層状に、 5×5 、 6×6 構造の上には微粒子状に吸着することがわかった。さらに、Niを1~2Å吸着した表面をそれぞれ400℃~800℃に加熱し、その様子をSTMで観測した。その結果、 $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 、 5×5 構造が現れている表面にNiを吸着させ、加熱することによって、Niが内部に拡散するが、 6×6 構造で同様な実験を行っても拡散は認められなかった。さらに、600℃に加熱すると $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 構造の上に吸着したNiによって $2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3}$ 構造を形成することを見出した。さらにこの $2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3}$ 構造を説明するモデルを提案した。

論文審査結果の要旨

炭化硅素 (SiC) 結晶の清浄表面及び金属原子吸着面構造の研究は他の半導体に比べて非常に少ない。本研究では、この SiC 結晶についてナノメートルサイズの表面構造の研究を行っている。

研究は、1) SiC 清浄表面生成法、2) 清浄面の表面構造、3) Ni 吸着面の表面構造についての実験的研究から成り、主に走査トンネル顕微鏡 (STM: Scanning Tunneling Microscopy) を用いて表面を観測するという手法により行われている。

試料には、六方晶 (α) -SiC の中でも 4H、6H-SiC(0001)Si 面を取り上げている。まず、清浄表面確立のために、3 種の前処理、即ち HF、NH₄F、KOH エッチングを行い比較している。その結果 KOH 処理において非常に平坦な清浄表面が得られることを明らかにしている。次に、2) その表面の STM 実験から $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 、 5×5 、 6×6 超構造を観測し、その構造の考察から、 $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 構造について、その構造の確定に寄与する知見を得ている。つづいて、3) これらの超構造の上に Ni を 1~2 Å 吸着した場合、 $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 構造の上には層状に、 5×5 、 6×6 構造の上には微粒子状に Ni 原子が吸着することを見い出している。さらに、Ni 吸着表面をそれぞれ 400°C~800°C に加熱し、その様子を STM で観測した結果、以下のことを示している。 $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 、 5×5 構造が現れている表面に Ni を吸着させ、加熱すると、Ni が内部に拡散するが、 6×6 構造では、Ni の拡散は認められない。さらに、600°C に加熱した表面においては、 $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 構造の上に吸着した Ni によって $2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3}$ 構造が形成されることを明らかにし、この $2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3}$ 構造のモデルを提案している。

以上のように本研究は SiC 結晶清浄面、Ni 吸着面について新しい知見を得ており、博士の学位に値するものと判断する。