

Title	Characterization of 0.1 μm MOSFETs by Cross-Sectional Scanning Tunneling Microscopy
Author(s)	奥井, 登志子
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/323
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	奥井登志子
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17128 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	Characterization of 0.1 μm MOSFETs by Cross-Sectional Scanning Tunneling Microscopy (断面走査型トンネル顕微鏡による0.1 μm MOSFET の評価)
論文審査委員	(主査) 教授 中島 尚男 (副査) 教授 川合 知二 教授 冷水 佐壽

論文内容の要旨

本論文は、ナノメートル (nm) のスケールまで微細化されつつある半導体デバイス構造や個々の領域での電気的性質を、原子分解能を持つ走査型トンネル顕微鏡 (STM) や、局所的な電気的特性を得られる走査型トンネル分光 (STS) を用いて評価した実験的研究の成果をまとめたものである。

研究対象として0.1 μm サイズのシリコン n チャンネル MOS 電界効果トランジスタ (MOSFET) を取り上げている。MOSFET 構造断面を水素終端し STM 観察したところ、ポリシリコンゲート、ソースおよびドレイン、さらに浅いエクステンション領域がはっきりと視覚化されることを示している。STM 像から得られたサイズは、ゲート長85 nm、ソースおよびドレイン深さ48nm、ソース-ドレイン間に存在するチャンネル長は52nm である。さらに厚さ4 nm のゲート酸化膜領域も約3.5nm 幅の細線として観察されている。また各領域において得られたトンネル電流-電圧特性は、その局所領域での伝導型およびキャリア密度に起因したポテンシャルを反映していることを示している。

MOSFET 動作の心臓部であるチャンネル領域に注目してそこでのポテンシャル分布を明らかにしている。具体的には、まず MOSFET 構造と同様な注入不純物濃度で作製された pn 接合において、その深さ方向のトンネル電流-電圧特性分布を調べている。一方、2次イオン質量分析法により得た注入不純物濃度から pn 接合におけるポテンシャル分布を予測し、トンネル電流-電圧特性分布との対応付けを実現した。これを基に、MOSFET 構造において各微小領域から得られたトンネル電流-電圧特性をポテンシャルに変換しその分布を明らかにした。このポテンシャル分布によりソースおよびドレイン領域だけでなく、チャンネル領域も鮮明に見てとれ、微細半導体デバイス構造を空間的・電気的に評価した結果を示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ナノメートル (nm) のスケールまで微細化されつつある半導体デバイス構造や個々の領域での電気的性質を、原子分解能を持つ走査型トンネル顕微鏡 (STM) や、局所的な電気的特性を得られる走査型トンネル分光 (STS) を用いて評価した実験的研究の成果をまとめたものである。

研究対象として0.1 μm サイズのシリコン n チャンネル MOS 電界効果トランジスタ (MOSFET) を取り上げている。

MOSFET 構造断面を水素終端し STM 観察したところ、ポリシリコンゲート、ソースおよびドレイン、さらに浅いエクステンション領域がはっきりと視覚化されることを示している。STM 像から得られたサイズは、ゲート長85 nm、ソースおよびドレイン深さ48nm、ソース-ドレイン間に存在するチャンネル長は52nm である。さらに厚さ4nm のゲート酸化膜領域も約3.5nm 幅の細線として観察されている。また各領域において得られたトンネル電流-電圧特性は、その局所領域での伝導型およびキャリア密度に起因したポテンシャルを反映していることを示している。

MOSFET 動作の心臓部であるチャンネル領域に注目してそこでのポテンシャル分布を明らかにしている。具体的には、まず MOSFET 構造と同様な注入不純物濃度で作製された *pn* 接合において、その深さ方向のトンネル電流-電圧特性分布を調べている。一方、2 次イオン質量分析法により得た注入不純物濃度から *pn* 接合におけるポテンシャル分布を予測し、トンネル電流-電圧特性分布との対応付けを実現している。これを基に、MOSFET 構造において各微小領域から得られたトンネル電流-電圧特性をポテンシャルに変換しその分布を明らかにしている。このポテンシャル分布によりソースおよびドレイン領域だけではなく、チャンネル領域も鮮明に見てとれ、微細半導体デバイス構造を空間的・電氣的に評価した結果を示している。

以上のような本論文の内容は、微細 MOSFET 構造のナノ領域における評価が可能であることを示し、次世代デバイス作製・評価へ多大な貢献をするものである。よって、本論文は、博士（工学）論文として充分価値あるものと認める。