


学位論文の要旨

フリガナ氏名	ナカシマ トシユキ 中島 敏之	
専攻入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 平成 22年度 (10月) 入学	
学位論文題目	ひずみヘテロ接合を用いたSi系デバイスに電子線照射が及ぼす電気的特性の劣化とその耐性向上に関する研究	

【論文の要旨】 (和文の場合1, 200字程度、英文の場合800語程度)

近年、Si電界効果トランジスタ(MOSFET)の微細化の物理的限界が近づいており、従来のサイズスケーリング以外の性能向上技術が研究され、Si/SiGeヘテロ接合を用いたチャネルへの応力印加により移動度を向上させるひずみSi技術が微細化限界を超える為の重要な技術として実用化された。ひずみヘテロ接合を用いた高移動度MOSFETで構成されたデバイスは、過酷な放射線環境下で運用される通信衛星に高周波用途の素子として搭載されることが想定されるが、放射線環境下での特性劣化に関する報告例がない。特に、ひずみヘテロ接合を用いることにより得た高移動度という従来のSi-MOSFETに対する優位性が放射線環境下で保持されるのかは信頼性の観点から重要である。

そこで本論文では、ひずみヘテロ接合で正孔移動度を向上させたSi_{0.8}Ge_{0.2} Source/Drain (S/D) p-MOSFETに2 MeVの電子線を照射し、移動度向上効果が保持されるか評価した。照射前のSi_{0.8}Ge_{0.2} S/D p-MOSFETはSi-MOSFETと比較して1.2倍の正孔移動度を示し、電子線照射量 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ までこの移動度向上効果は保持された。しかし、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の照射後には正孔移動度はSi-MOSFETと同等 (1.0倍) にまで減少し、Si_{0.8}Ge_{0.2} S/D p-MOSFETが持つ優位性が消失することを突きとめた。

次に、電子線照射によるSi_{0.8}Ge_{0.2} S/D p-MOSFETの優位性消失は、Siチャネルに印加されている応力が減少することに起因すると考え、Strained-Si_{0.25}Ge_{0.75} / relaxed-Si及びStrained-Si / relaxed-Si_{0.7}Ge_{0.3}のヘテロ接合構造体に2 MeVの電子線を照射し、Raman分光法を用いて応力変化に対応して生じるひずみの変化を評価した。照射量の増加に伴いそれぞれの構造体でひずみが緩和する傾向が観察され、応力の減少を示唆する結果を得た。このことから、電子線照射がSiチャネルに印加されている応力の減少を起こすことを突きとめ、優位性消失の要因を明らかにした。

更に、電子線照射によるひずみの緩和を抑制し、高移動度の優位性を保持する方法について検討した。まず、SiGe S/DのGe濃度を上げる事で照射前と同じ移動度向上効果が保持される結果が得られた。一方でゲート長を縮小すると、向上効果が保持できず大きな移動度の劣化が生じることが明らかになった。Ge濃度の増加とゲート長の縮小は共にSiチャネルへの応力を増加するが、結果が相反しており、Siチャネルの応力増強が移動度向上効果の保持に寄与しないことを突きとめた。このことから、Ge濃度増加による移動度向上効果の保持は、Siと比較して原子質量の大きなGeが増加し、電子線照射による原子のはじき出しが抑制され、S/D部の欠陥生成を低減したことが要因であることを明らかにした。

これらの結果よりひずみヘテロ接合を用いた高移動度p-MOSFETが電子線を照射されても従来構造のSi-MOSFETと比較して移動度の優位性を保つことを実験的に明らかにした。