

Title	金属/絶縁体トンネル接合トランジスタの特性向上に関する研究
Author(s)	笹島, 亮太
Citation	
Issue Date	1999-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/2600
Rights	
Description	松村英樹, 材料科学研究科, 修士

金属/絶縁体トンネル接合トランジスタの特性向上に関する研究

笹島亮太 (松村研究室)

1. はじめに 電界効果型トランジスタ (MOSFET) をスイッチング素子として用いた現在の集積回路は、MOSFET のチャネル長を 50nm 以下に微細化すると、不純物の統計的なゆらぎにより個々の素子特性がばらつき動作しなくなるなど、高密度集積化の限界があると考えられている。我々はこの集積回路高密度化の限界に対し、不純物濃度に動作原理が依存しない金属/絶縁体トンネル接合トランジスタを集積回路のスイッチング素子として提案している。このトランジスタはゲート電界によりトンネル障壁の実効的な厚さを変化させ、金属/絶縁体/金属の構造 (MIM 構造) に流れる Fowler-Nordheim (F-N) トンネル電流を制御するという新原理にもとづいており、チャネル長を 15nm 程度に微細化できるだけでなく、高速動作、3 次元集積回路の実現なども期待される。本研究は、金属電極にチタン (Ti)、F-N トンネル電流が流れるトンネル絶縁膜にチタン酸化物 (TiO_x)、ゲート絶縁膜にシリコン熱酸化膜 (SiO_2) を用いて本トランジスタを作製し、その動作を確認することを目的としている。

2. 作製方法および素子構造 図 1 に本研究で用いたトランジスタの作製方法およびその断面構造模式図を示す。本トランジスタは低抵抗 n 型 Si 基板をゲート電極として用い、以下の手順で作製した。(1)n-Si 基板を熱酸化し SiO_2 ゲート絶縁膜を形成する。(2) そのゲート構造上にソース電極となる Ti を蒸着後、レジストの端面がゲート絶縁膜上に来るようパターンニングを行ない、露出した Ti をドライエッチングすることでソース電極 Ti の側壁 (サイドウォール) を出す。(3) ソース電極 Ti のサイドウォールを非水溶液中で陽極酸化し、トンネル絶縁膜となる膜厚制御された TiO_x 層を形成する。(4) ドレイン電極となる Ti を蒸着する。(5) Lift-off によりレジスト上の Ti を取り除く。このように本トランジスタは、従来のフォトリソグラフィーを用いて作製した。

3. 実験結果 図 2 は図 1(5) に示す SiO_2 ゲート絶縁膜厚 10nm、 TiO_x トンネル絶縁膜厚 16nm を有する本トランジスタで得られた伝達特性である。ソース・ドレイン間印加電圧 $V_{ds}=3\text{V}$ 、測定温度 90K においてゲート電圧 V_g の -4V から +4V への変化に対し、ドレイン電流が 10^{-12}A から 10^{-7}A へと増加するのが確認される。

4. まとめ 本トランジスタが on/off 比 10^5 というスイッチング特性で動作し、従来の MOSFET に匹敵する特性を示すことが確認された。この結果は、本トランジスタが MOSFET には実現困難な高密度集積回路中の素子として期待できることを示している。

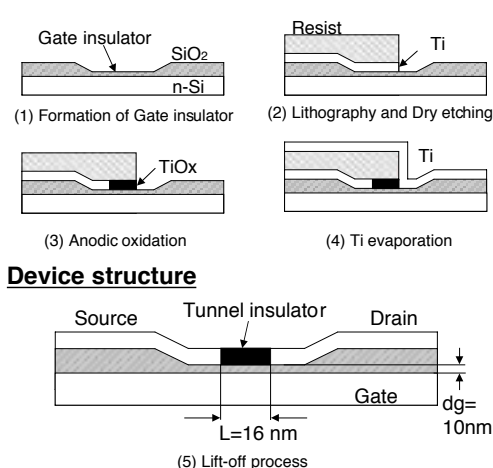


図 1: トランジスタの作製方法及びその断面構造

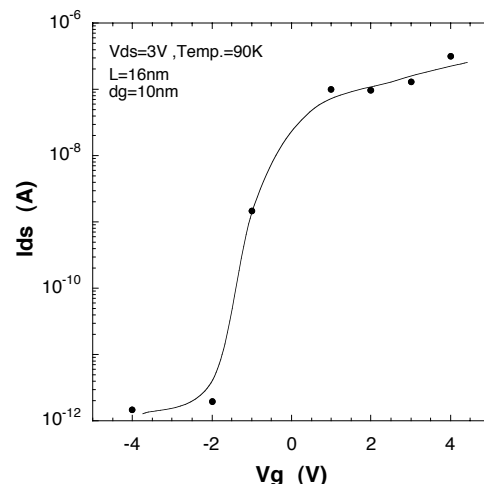


図 2: トランジスタの伝達特性

keywords

ナノ・テクノロジー, チタン (Ti), 陽極酸化法, F-N トンネル電流,