



自己組織化ナノ構造を用いた多値メモリ、 極微細・超高感度光センサーおよび分子認識デバイスの開発

大学院先端物質科学研究科 半導体集積科学専攻

教授

宮崎 誠一

e-mailアドレス miyazaki@sxsys.hiroshima-u.ac.jp

Homepageアドレス <http://home.hiroshima-u.ac.jp/semicon>

情報処理デバイスの主役である極微細シリコンMOSデバイスを機能レベルで進化させることを意図して、ナノメートル領域で寸法制御された量子構造をMOSデバイスに組み込んで、小数電子・小数光子を使って機能動作するデバイスの開発に取り組んでいます。具体的には、室温・低電圧で多値メモリ動作する機能集積デバイスの実用化を目指し、高密度集積したシリコン系量子ドットをフローティングゲートに用いた極微細MOSトランジスタの研究を行っています。この研究において、デバイス設計のガイドライン明らかにするための物理モデルの構築と高機能・高性能化のためのプロセスインテグレーションを推進しています。この研究で得られつつある成果をベースとして、ナノメートルサイズの特定の高分子を高感度認識できる新規な分子認識デバイスの開発への展開も計画しています。また、思案・計画段階ですが、シリコン系量子ドットフローティングゲートMOSデバイスの上部ゲートスタック構造をナノポーラスゲート金属と高誘電率コントロールゲート絶縁膜で構成し、高分子の立体構造の違いでその吸着量が大きく変わることを利用しようと考えています。

さらに、新電子材料の合成の観点からは、セルフアラインプロセスを用いて高密度・三次元配列制御したシリコン系量子ドットにおいて、孤立量子ドットにない結合ドットアレイ固有の物性・機能を探査し、その物性制御手法を確立する事を目指しています。また、この量子ドットアレイ構造をメモリ素子のフローティングゲート層や発光・受光素子の活性層に応用し、その有用性をデバイスレベルで確認する事を計画しています。

本プロジェクトでは、以下の5項目に力点を置いて研究を推進しています。

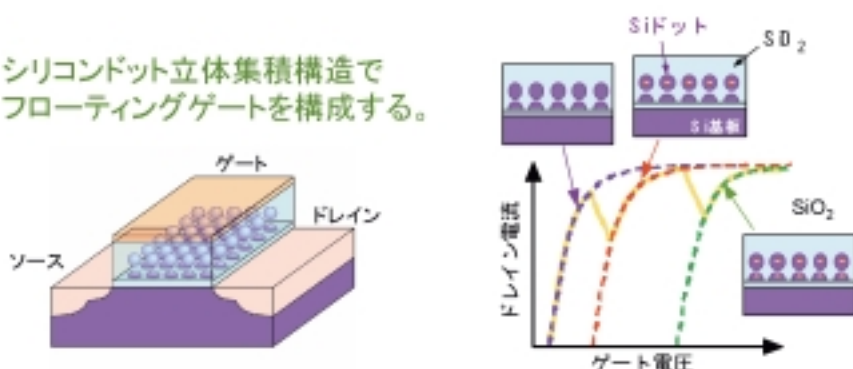
1. ナノメートル寸法のシリコン単結晶粒が極薄シリコン酸化 (SiO_2) 膜を挟んで二次元および三次元に高密度・規則配列した量子ドット集積構造を作成するプロセス技術を確立する。
2. ドットサイズおよび隣接ドット間の SiO_2 膜厚を精密制御して、量子ドット間の電子状態の結合・融合が、物性にどの様に反映されるかを定量的に明らかにする。
3. シリコン量子ドット形成時にIIIおよびV族不純物をデルタドーピングして、量子ドット集積構造の価電子制御を調べると共に、不純物ドーピングがキャリア輸送および再結合ダイナミクスに及ぼす影響を明らかにする。
4. 量子ドット内の電子エネルギー準位の変調・制御を意図して、ゲルマニウムコアを持つシリコン量子ドットやシリコンゲルマニウム量子ドットの立体集積構造を作成し、光学的・電気的特性を調べ、物性制御の指針を得る。
5. 量子ドット集積構造の電子注入および保持特性に基づいて、フローティングゲート型MOSメ



メモリを設計・試作し、室温・多値記憶動作を確認する。また、量子ドット集積構造中のキャリア生成・再結合や電子輸送特性を生かし、トンネルデバイス及びSiチップ内光インターコネクション用アクティブ素子への応用を探索する。

シリコン機能メモリ(室温・低電圧・多値動作)

シリコンドット立体集積構造でフローティングゲートを構成する。



ドット立体集積構造中の電子移動現象の解明と電子間相互作用の制御
 ↓
 半導体ドットの立体集積化による物性制御と新機能材料創成への指針

シリコン高感度光入力カメラ

高感度光検出とメモリ機能が一体化した極微細MOSデバイスを開発する。

少数光子検出と少数電子輸送の制御

光インタコネクト用アクティブ素子

