



Si量子ドット作製プロセス技術と 光入力MOSデバイスに関する研究

大学院先端物質科学研究科 半導体集積科学専攻
助教授

東 清一郎

e-mailアドレス sehiga@hiroshima-u.ac.jp

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

● 光とMOSトランジスタの融合

本COE拠点形成プログラムのナノデバイス・プロセス領域において、光とMOSデバイスの融合に関する研究が重要な位置づけにあります。従来のSi MOSトランジスタを用いた集積回路はすべて電気的接続により信号をやり取りしていたわけですが、MOSトランジスタが光を介して信号をやり取り可能となれば、より高機能なデバイスの実現が期待できます。

● Si量子ドットを用いた光入力多値メモリデバイス

我々はモノシラン (SiH_4) を用いた減圧化学気相堆積 (LPCVD) 法により、 SiO_2 上に10nm程度の大きさを有するSi量子ドットを自己組織化形成する技術を開発してきました。このSi量子ドットでは、共鳴トンネル伝導等、室温で顕著な量子力学的効果が見られることが実験的に明らかになりました。また、Si量子ドットをメモリノードとしてゲート絶縁膜中に埋め込んだフローティングゲート型MOSトランジスタにおいて、Si量子ドットへの段階的電荷注入に伴いMOSトランジスタのゲート電圧ドレイン電流特性に明瞭なヒステリシスが観測され、室温に於ける多値メモリ動作が確認されました。以上の結果を踏まえ、我々は光入力によりSi量子ドットへ多段階電荷注入することができれば図1に示すような光入力多値メモリができると考え、これを実現するためのプロセス技術開発に取り組む計画です。

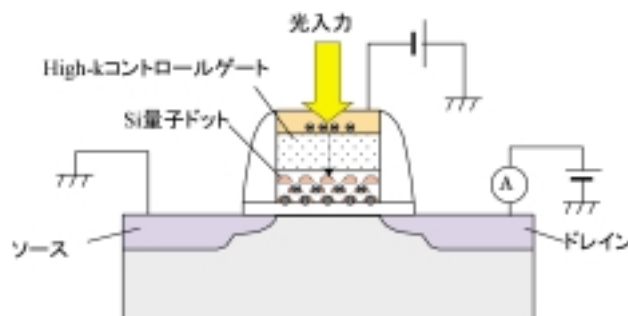


図1. Si量子ドットをゲート絶縁膜中に導入した光入力多値メモリデバイスの概略図



● Si量子ドット形成における核発生制御

図1に示すような多段Si量子ドット構造を実現する上では、 SiO_2 上のSi量子ドットの核形成が重要です。これまでの研究から、 SiO_2 表面のSi-OH結合がSi量子ドットの核形成に重要な役割を担っていることがわかってきました。これに加えて、Si量子ドットを形成する前の SiO_2 表面の吸着物制御も本質的に重要であることが明確となりました。これらの結果を踏まえ、我々は真空一貫プロセスでSi量子ドットの核形成制御およびドットの成長が可能となる新しいプロセス技術の研究に取り組んでいきます。Si量子ドットの核形成サイトを制御するために、図2に示すようなVHF (60MHz) リモートプラズマ源を有するLPCVD装置の開発を進めています。リモート水素プラズマからのラジカル供給により SiO_2 表面にSi-OH結合を高密度形成し、これによりSi量子ドットの核形成からLPCVDによるドット成長までを真空中連続でおこなうことができると期待しています。更に真空中連続でSi量子ドットの表面を酸化する技術を確立できれば、Si量子ドットを積層した多段Si量子ドット構造の実現もより現実的なものにできると考えています。現在、VHFリモートプラズマ源の設計・製作を終え水素プラズマ放電が確認されたので、今後Si量子ドットの核形成制御実験に本格的に取り組んでいく計画です。

● おわりに

以上紹介した本研究の取り組みを通して半導体デバイスの新しい可能性を追求するとともに、協働して研究に取り組む学生たちがより自由で柔軟な発想と強い行動力を身につけ、次世代のリーダーとなっていくことを期待しつつ研究を推進していきたいと考えています。

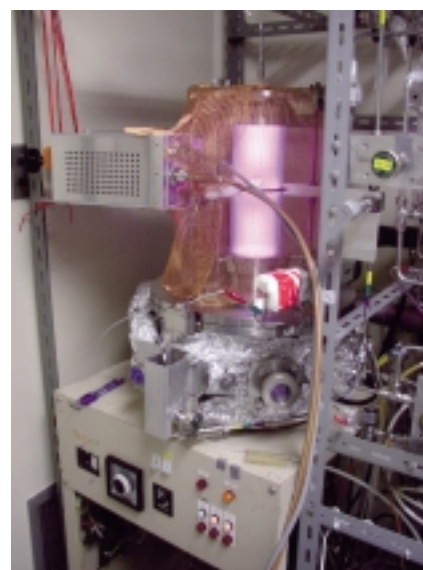
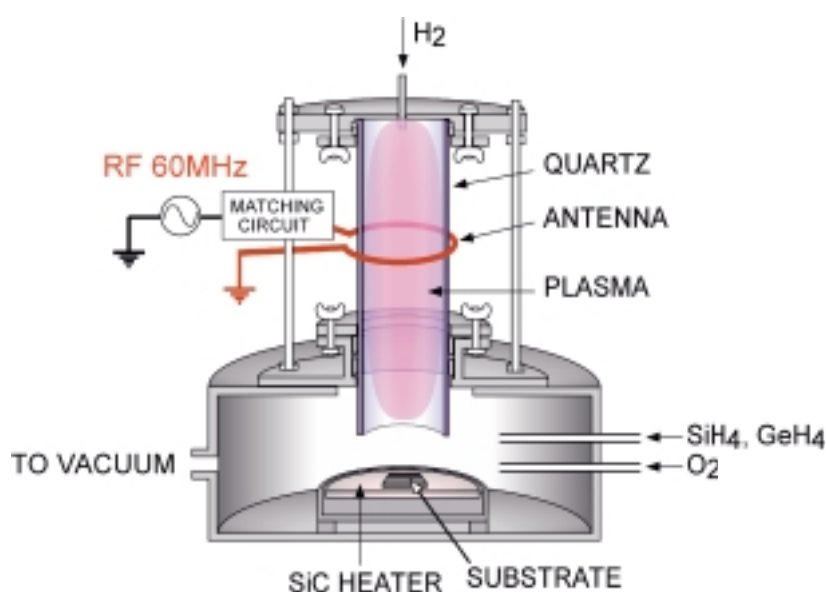


図2. リモートプラズマ源を有する減圧化学気相堆積 (LPCVD) 装置の概略図 (左) とVHF (60MHz) リモートプラズマ源による水素プラズマ放電の様子 (右)