

# 酸化物高速デバイスラボ

## ( High Speed Oxide Electron-Devices Lab. )

### 研究項目及び研究期間

多元系酸化物薄膜の原子層制御MBE成長とデバイス化技術の研究 (平成9年度～12年度)

酸化物高速電子デバイスの研究 (平成10年度～14年度)

強誘電体薄膜等の高品質化 (平成11年度～15年度)

## 1. 背景

情報技術の発展に伴い情報処理量が増大し、半導体メモリへの要求は強まっている。また同時に新たに情報伝達の帯域をTHz領域にまで広げる必要性が出てきている。前者に明確に応えられるものとしてトランジスタ型の強誘電体メモリがある。また、シーズ的研究として進められてきた高温超伝導体固有ジョセフソン接合が後者に対して応えられるとして期待される。

## 2. 研究経過と現状

酸化物薄膜の高度な作製技術と、それを利用したデバイスとして強誘電体デバイスと超伝導デバイスを研究してきた。

強誘電体デバイスの研究の一部は、大学連携型産技制度のPLである東京工業大学石原宏教授のグループと連携を図りながら進めている。このデバイスは強誘電体をゲート絶縁膜とするFETであり、電気分極の残留性を利用しているので不揮発メモリとなる。高速低電圧の書き込み読み出し動作が期待でき、微細化集積化にも適している。原理的には優れているが、シリコン上にエキゾチックな材料である強誘電体を積むため、半導体と強誘電体の両方の性質を損なわない工夫が必要である。現在技術的課題は多々あるが、第1に解決すべき課題は情報保持時間の向上である。我々はSiと強誘電体の間にバッファ絶縁体を挟んだ構造の研究を進め、多結晶SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub>を強誘電体とし、MgO/SiO<sub>2</sub>複合膜をバッファ層とするダイオードを作製し、7日間以上の情報保持時間を実現した。さらに、シリコンの上にエピタキシャルにバッファ層・強誘電体層を成長する研究も行い顕著な成果が出始めている。

超伝導デバイスでは、新分野の研究(ジョセフソン

接合を縦にスタックしたデバイス)を行っている。デバイスの印加電流や磁場に対する応答、磁束量子の発生や運動、電磁波との結合等を扱う一般的理論を発表し<sup>1)</sup>この新分野の構築に著しく貢献してきた。Nb/AlOx/Nb/---AlOx/Nbのようなlow Tcの材料だけでなく、Bi系高温超伝導固有ジョセフソン接合にもこの理論が適用できることが世界的に認められ、現在多くの機関で使われている。Bi系超伝導によるこのデバイスは1THz以上での動作が確実に見込まれる。実験的にはBi系の薄膜での固有ジョセフソン接合作製の研究等を進めている。

## 3. 産業、社会への効果

強誘電体メモリは、低電圧駆動で低消費電力の不揮発性メモリとなるので、情報技術の今後予想されるあらゆる場面で取り入れられるであろう。とりわけ、システムオンチップの一部として携帯端末等への搭載が市場として巨大である。固有ジョセフソン接合デバイスは、通信の基地局(THz領域)や車搭載の発信源、検出器として使用されるポテンシャルを持っている。

## 4. 今後の研究展開の方向

強誘電体デバイスは、これまでダイオードでの研究を進めてきたが、今後トランジスタ構造作製技術を研究開発し、トランジスタ構造でのメモリ特性を測定評価する。特に、長期間の情報保持特性実現を目指す。エピタキシャル技術による素子作製研究も引き続き行い、近い将来微細化された構造で予想される特性のばらつきの抑止に役立たせる。

また、これまで培ってきた酸化物薄膜作製技術を新たに高誘電率酸化膜成膜にも適用し、高誘電率ゲート

CMOS用のゲート酸化膜の研究も行う。具体的にはレーザーアブレーション成膜法等でまず幅広く高誘電率酸化膜作製し、基本的な諸特性の評価を経て材料の種類を絞り込む。

超伝導固有ジョセフソン接合デバイスは、当所から世界に向けて重要な理論を発信した経緯を踏まえ、今後の発展にも引き続き貢献することで責任を果たしていく。THzの発振デバイス・検出デバイスを目指して、具体的なデバイス構造を念頭において特性の数値計算及び素子設計をまず行い、素子試作を経てTHz動作のデバイスを実現することが中心となる。

#### 当該研究担当者等

ラボ構成員(総数16名)

職員(7名) 酒井滋樹\*、右田真司、石井賢一、鈴木英一、河西勇二、大平恒公、松畑洋文(電子デバイス部)

職員以外(9名) 太田裕之(NRDO産業技術研究員)、熊四重(STAポスドクフェロー)、藤野英利(筑波大学博士課程)、小林 寛(日本大学修士課程)、坂巻和男(日本プレジジョンサーキット(株))、垂井康夫(流動研究員、東京農工大学名誉教授)、赤間美文(千葉工業大学卒研究生)、杉俣悦郎(流動促進特別研究員)、毛利尚彦(流動促進特別研究員)

\*ラボリーダー

#### 参考文献

- 1) S. Sakai, P. Bodin, and N.F. Pedersen, J. Appl. Phys., 73 (1993) pp.2411 - 2418.