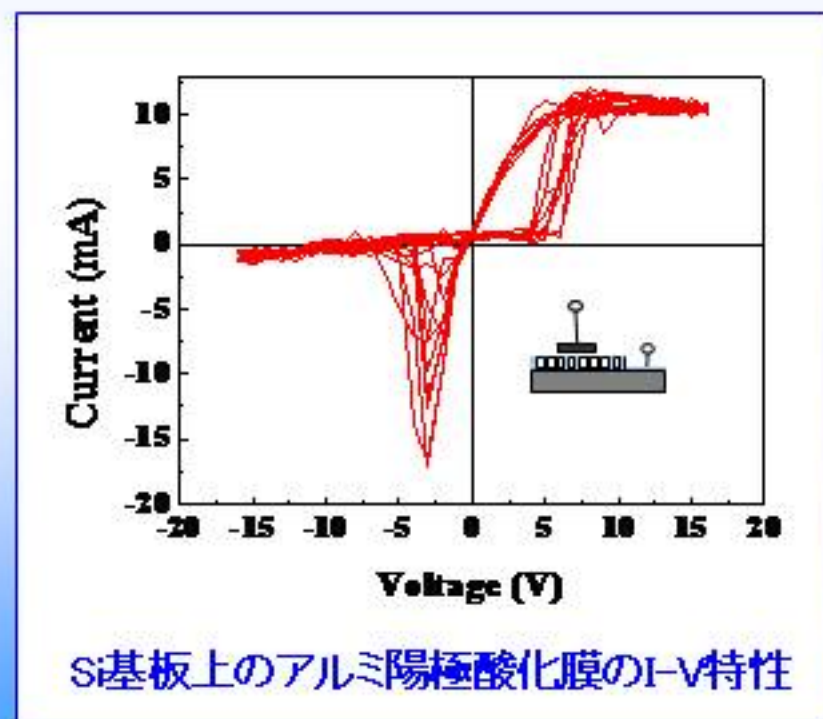
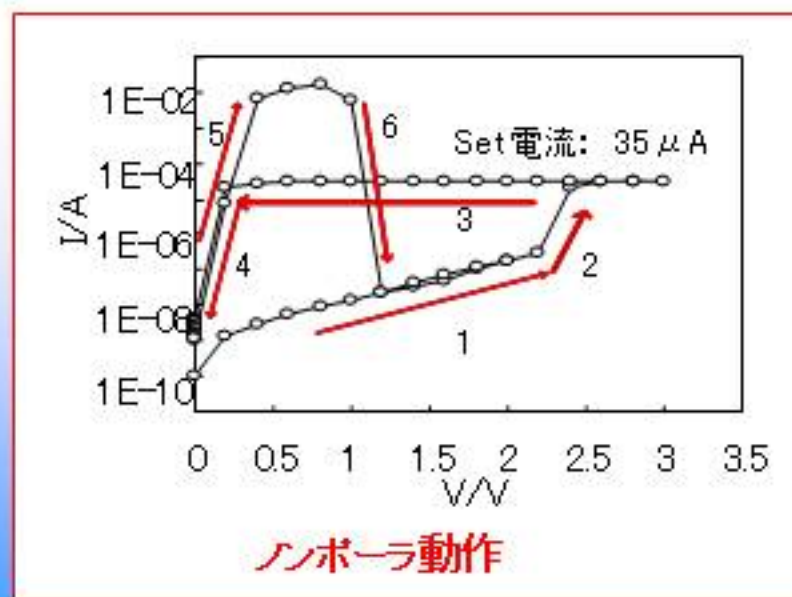


- 目標: AlO_x-ReRAMによる
次世代メモリ(ユニバーサル・メモリ)の開発
- ReRAMは以下の3つを備えたユニバーサル・メモリ
 - ・ SRAM の高速性(書き込み/読み出し)
 - ・ DRAM の高集積性
 - ・ フラッシュメモリの不揮発性



AIO_x系の優位性

- 他の遷移金属酸化物 ReRAM に対して
 - ① 有害元素や希少元素を使用しない
再生処理での環境負荷がない
 - ② Si 半導体製造ラインへの親和性がある

実用化への課題

他のReRAM同様、動作原理が明らかでない

本プロジェクトの研究方針

動作原理の解明

組成分析 AlとOの比率、密度

電子構造解析、物性測定

AlO_xの電子状態密度シミュレーション

動作箇所の確認

メモリ試作

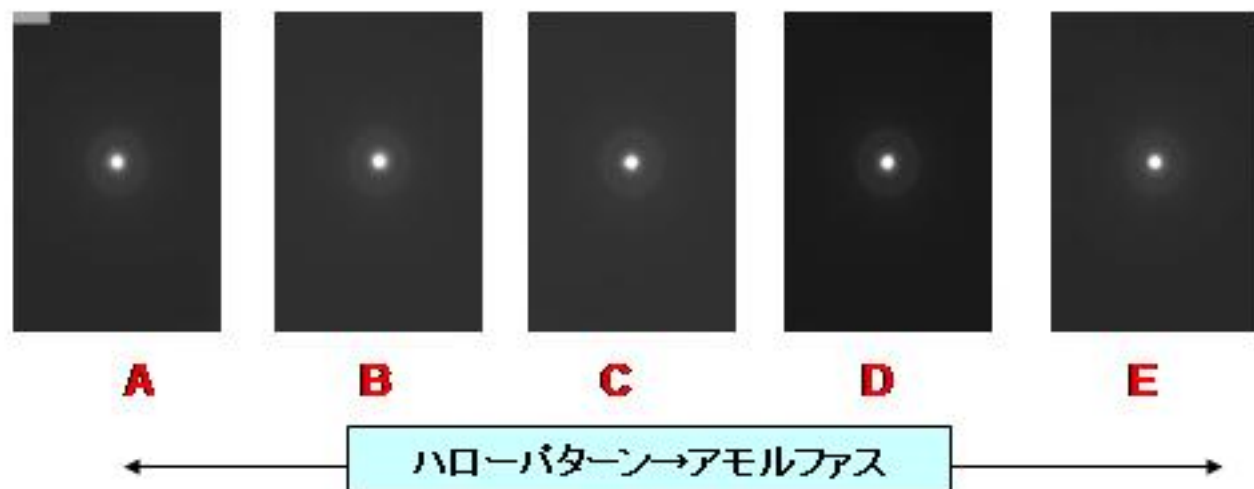
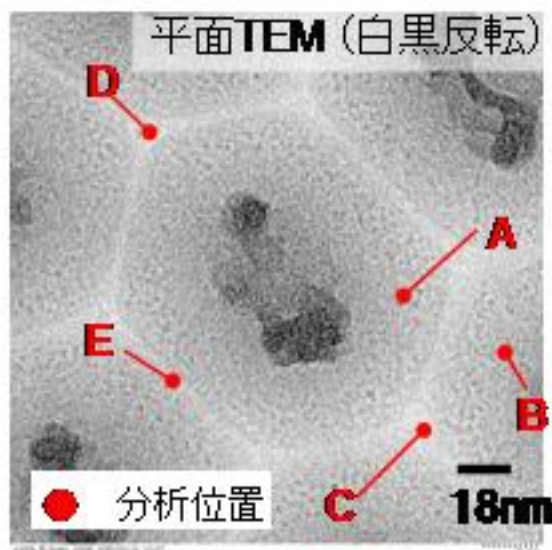
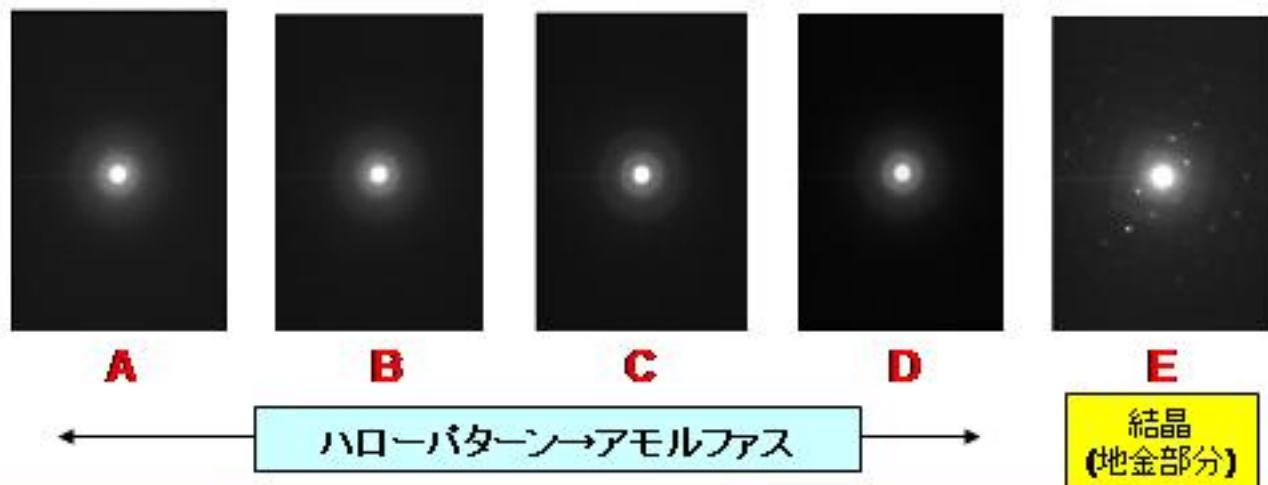
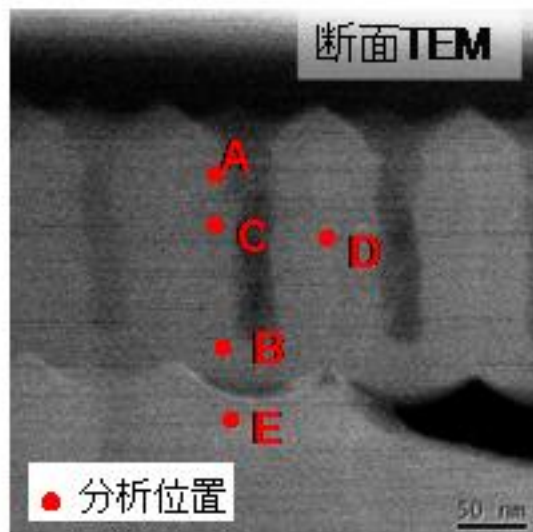
アルミ酸化膜製造技術開発とメモリ動作

微細加工技術開発

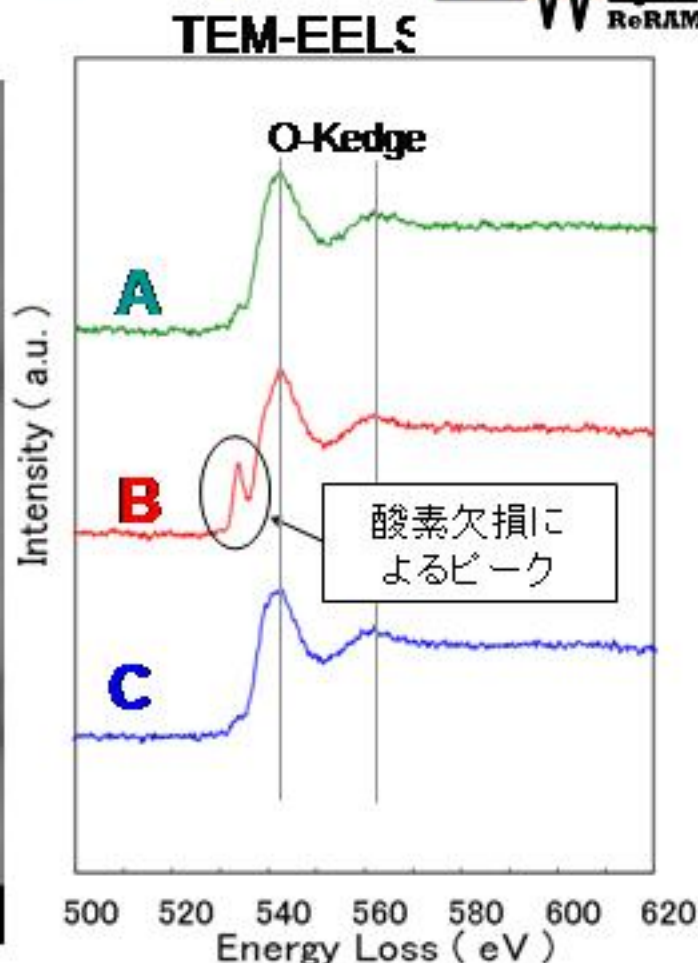
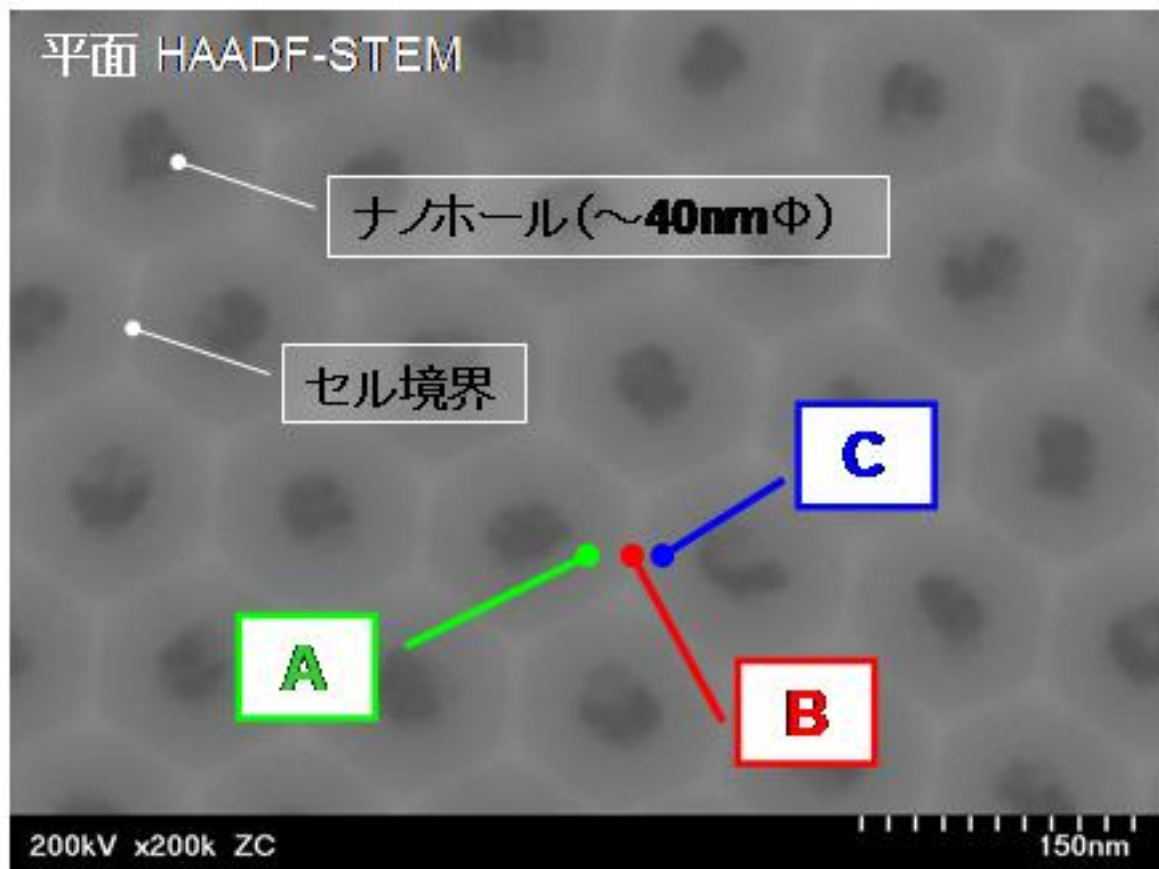
集積メモリの動作

構造の確認: ナノ電子線回折 (1nm Φ 電子線)

1. **AlO_x**膜: 全領域でアモルファスである
2. **Al**微粒子の存在は 確認されなかった

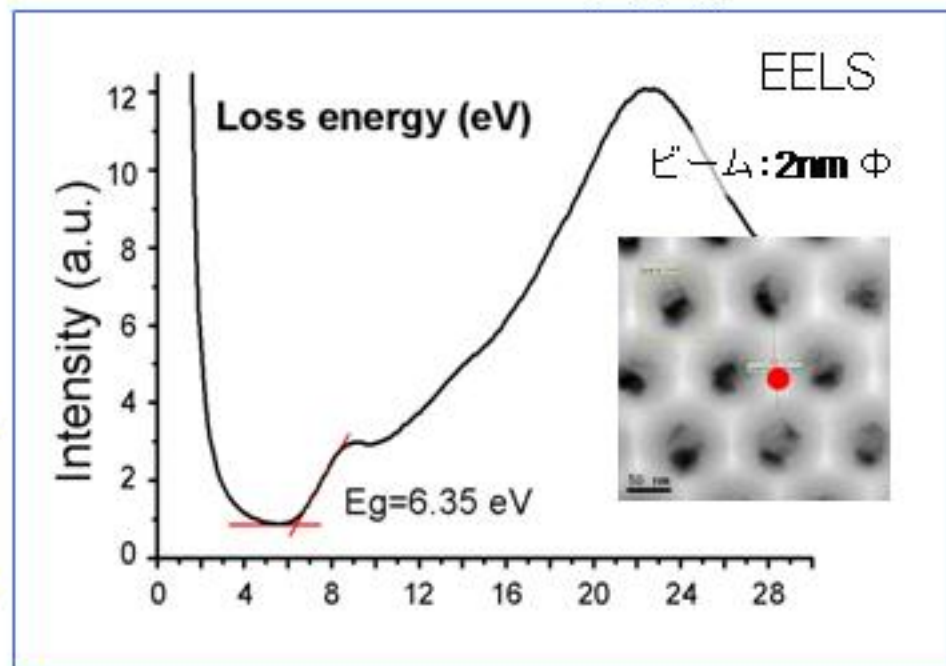
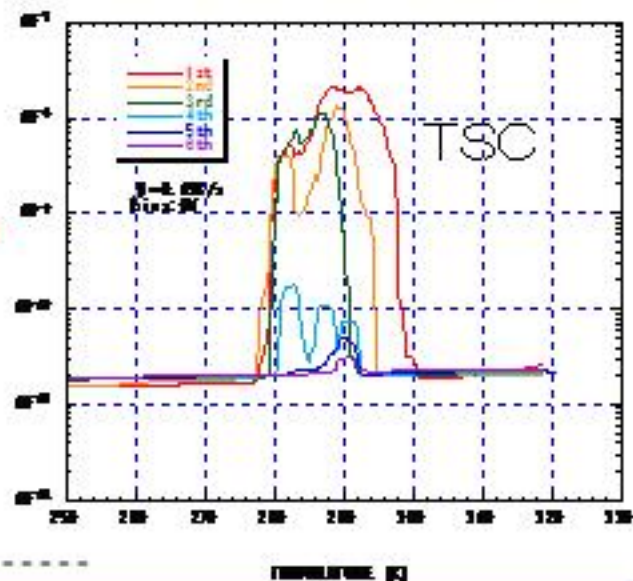
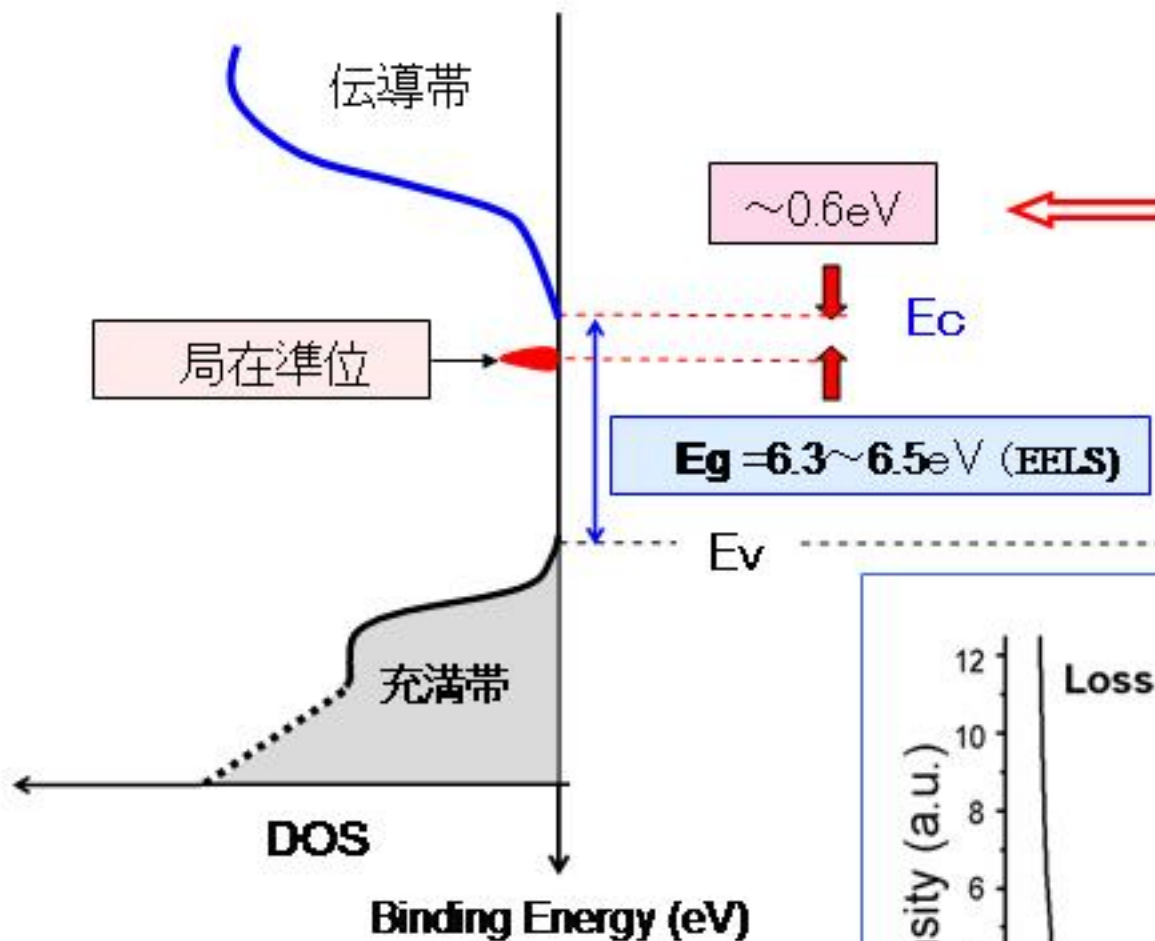


組成分析:セル境界に偏在する酸素欠陥の確認



従前のNMRによる酸素配位数の解析結果と一致
酸素欠損がセル境界に存在、断面TEM-EELSでも確認

AIOx バンド構造



伝導帯から 0.6eV 程度下に 局在準位の存在する特異なバンド絶縁体

第一原理計算シミュレーションによる解析



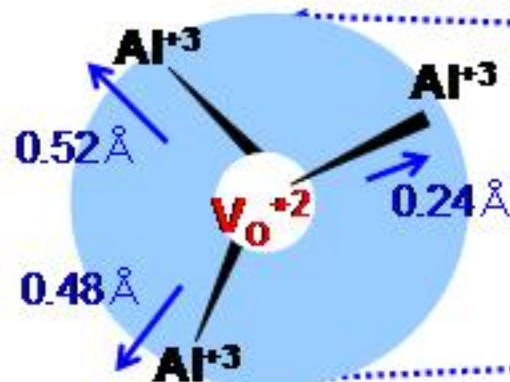
off 状態

電場による電子注入

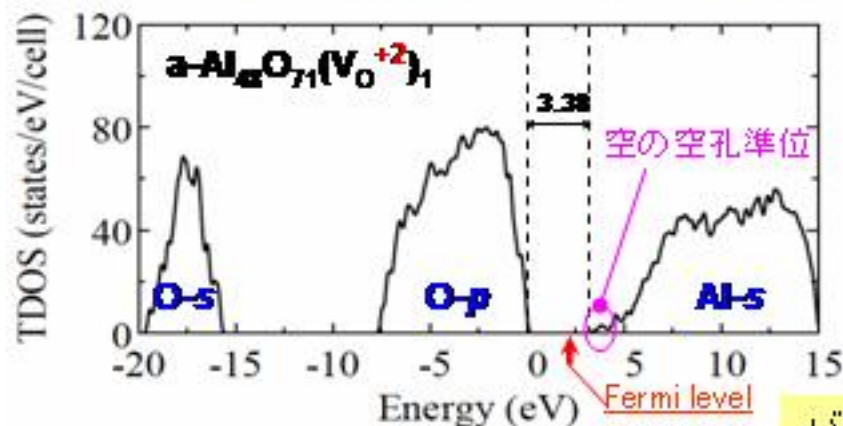
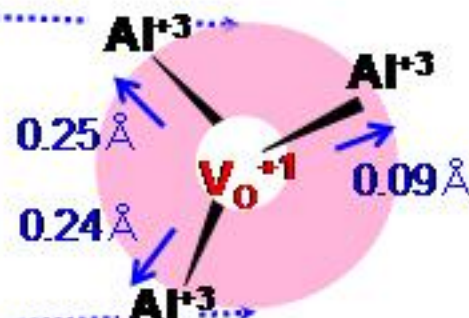


on 状態

(電子温度上昇による) 電子励起・放出

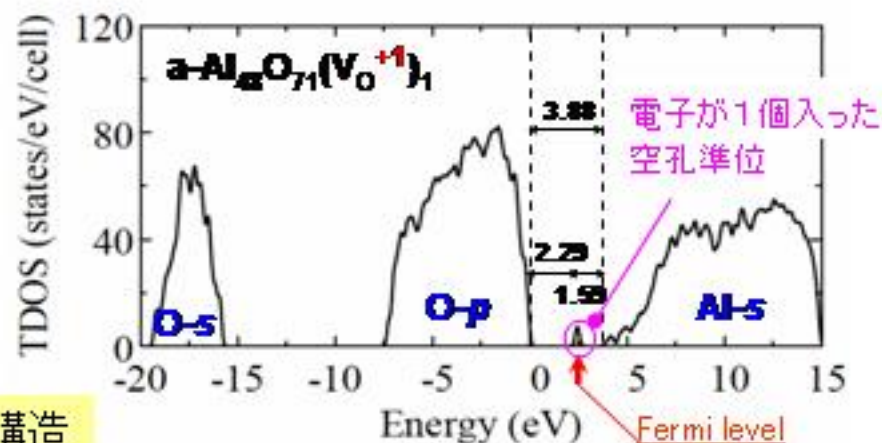


酸素空孔に近接する Al イオンの局所変位



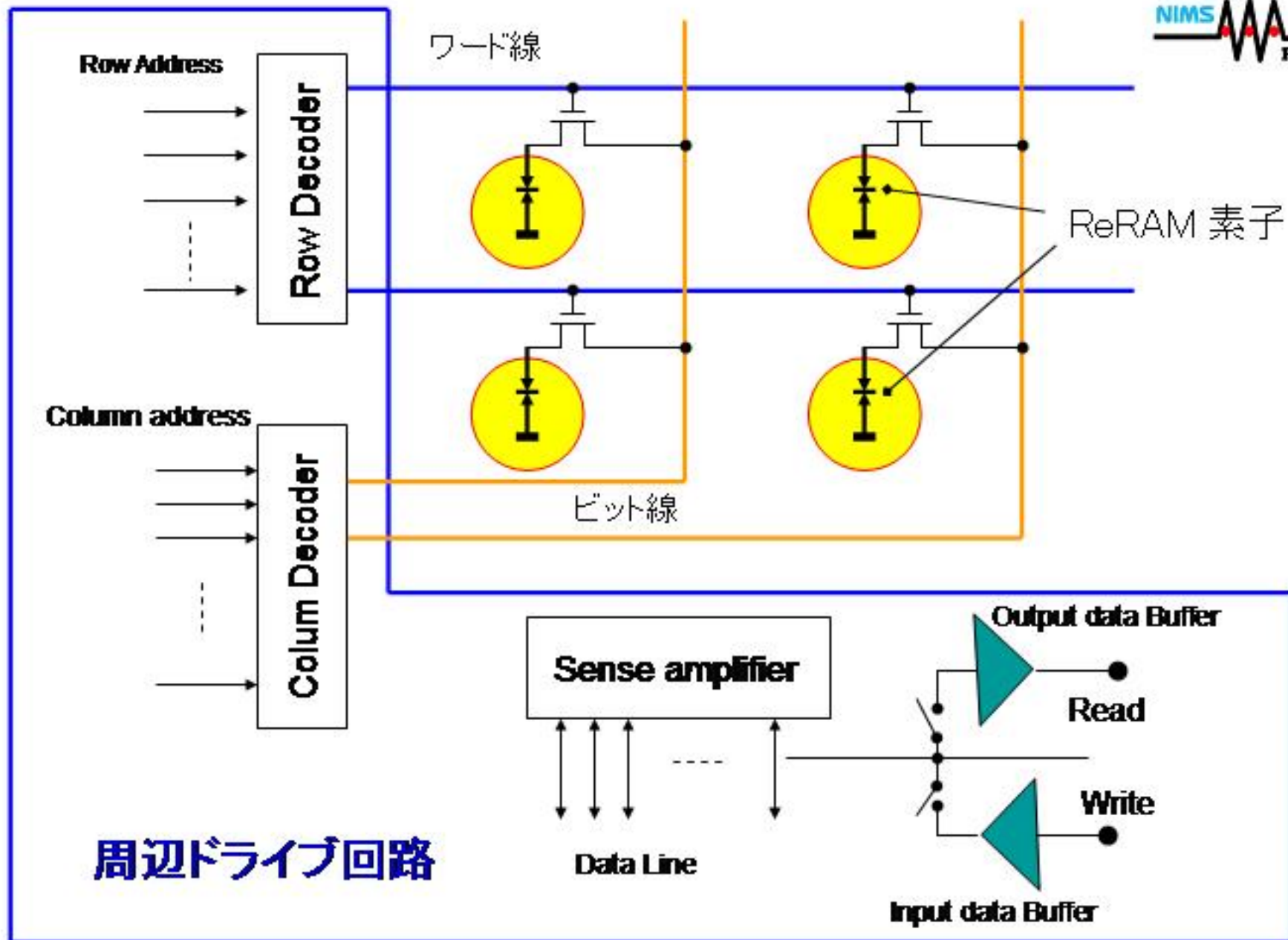
バンド構造

空孔準位が伝導帯へ合体した絶縁体

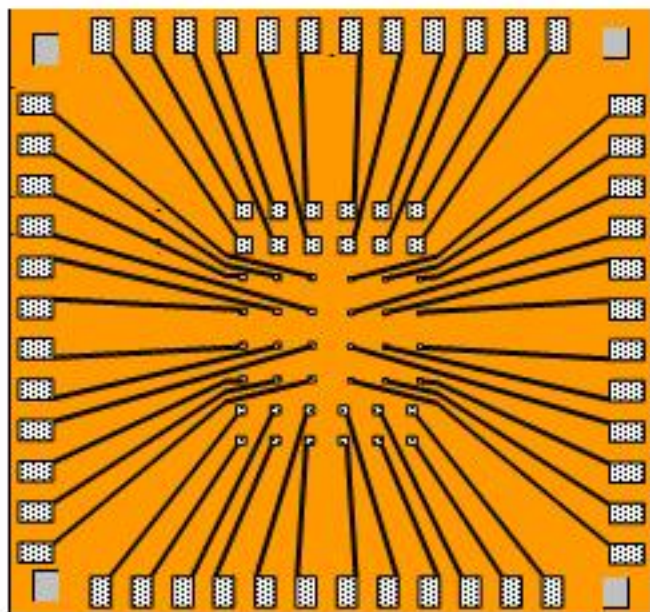


空孔準位に電子がトラップされてバンドが生成

AIOx-ReRAMの基本構成



AIOxメモリアレー試作配線パターン図

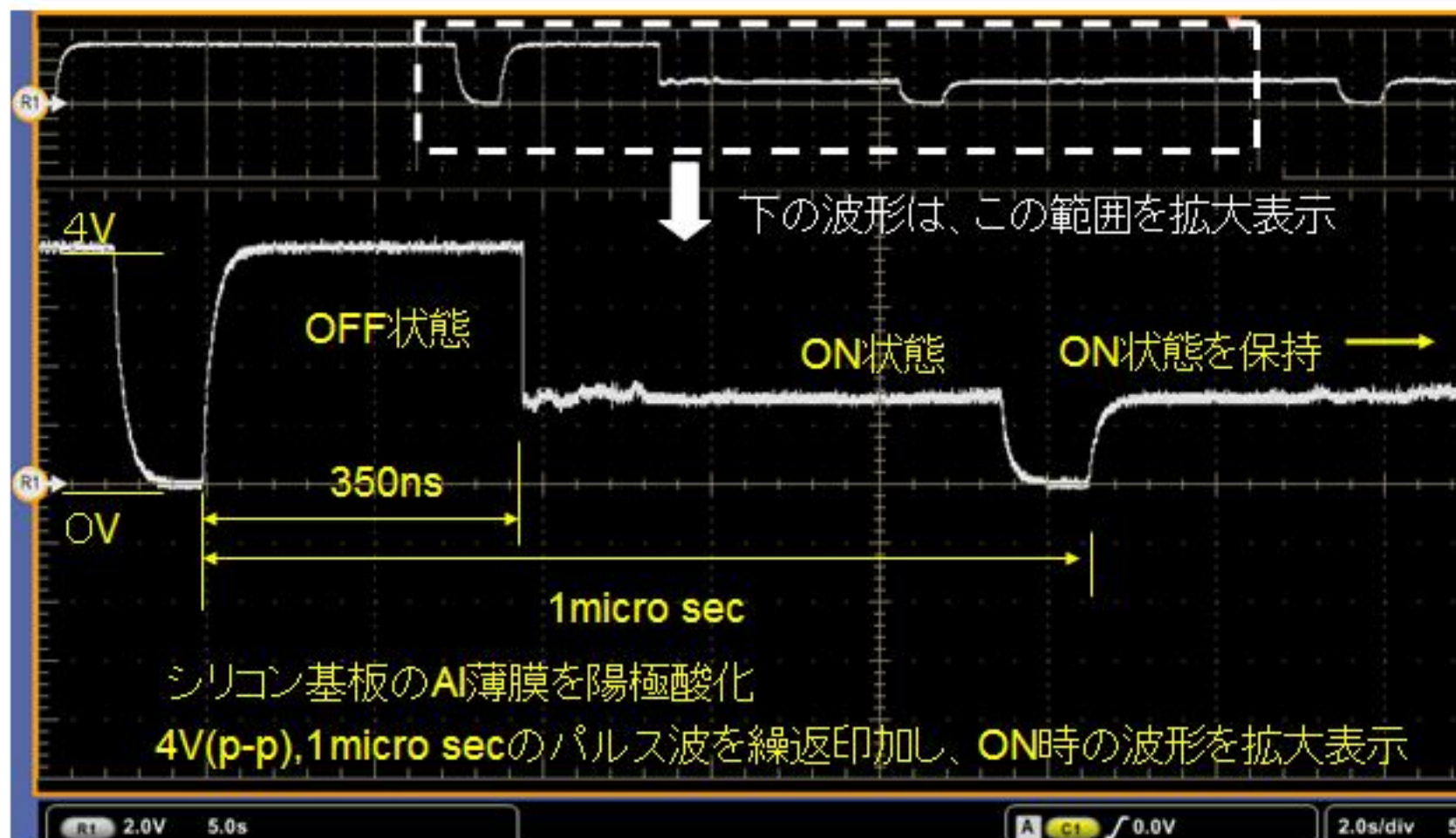


メモリサイズ
25 μm 角から200 μm 角



両面位置決め機構付きマスクアライナ
i線、h線、g線を用いた密着型露光装置
露光最小線幅は0.75 μm 、
位置決め精度は0.5 μm (表面側)

高速パルス信号応答特性観測波形



成果：高速応答性の評価システムが完成
350nsの電圧印加でOFFからONに変化

16ビットメモリ素子用デモ機



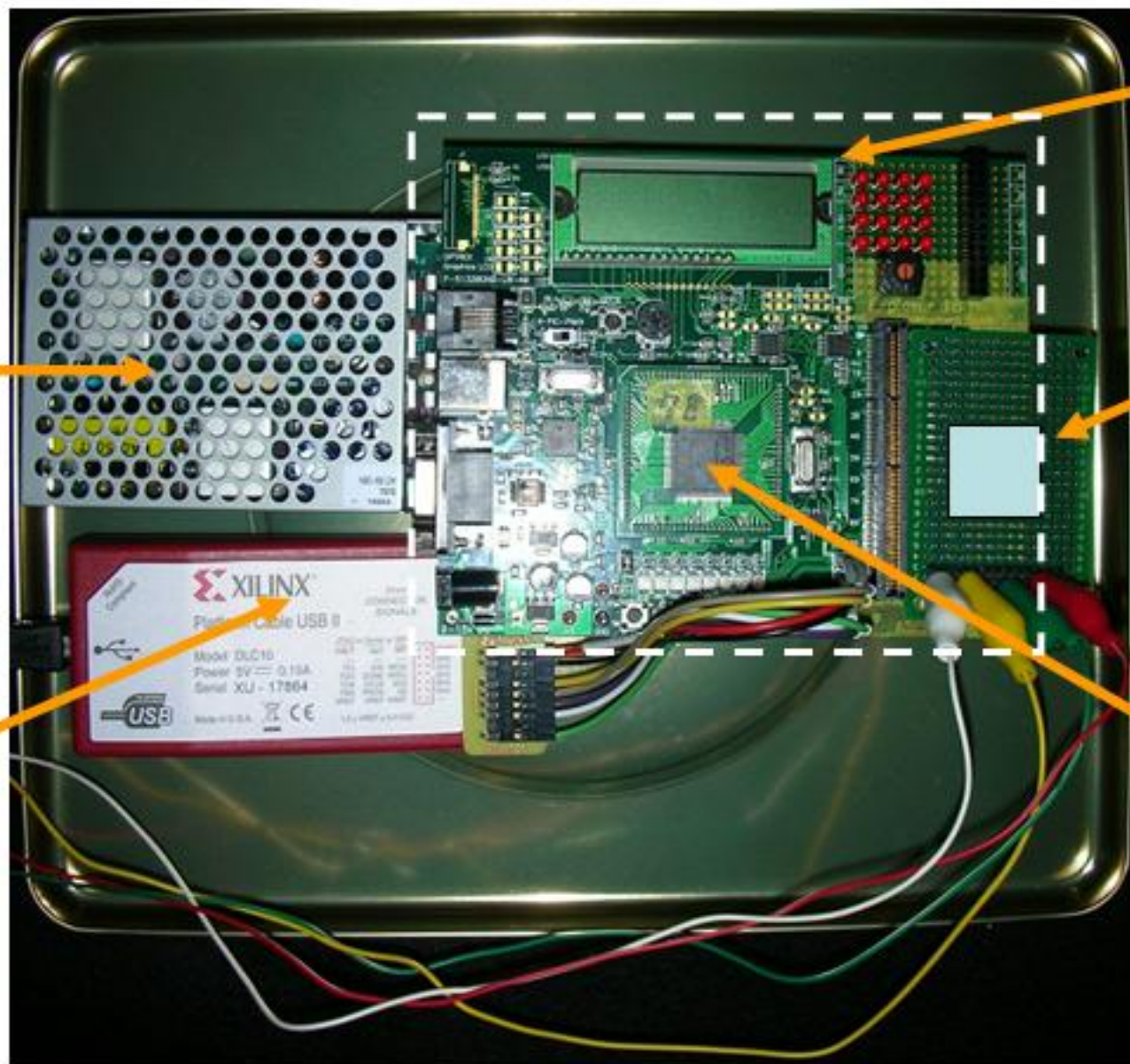
モニター一部

メモリ素子部

駆動回路部

電源部

任意データ
書込部



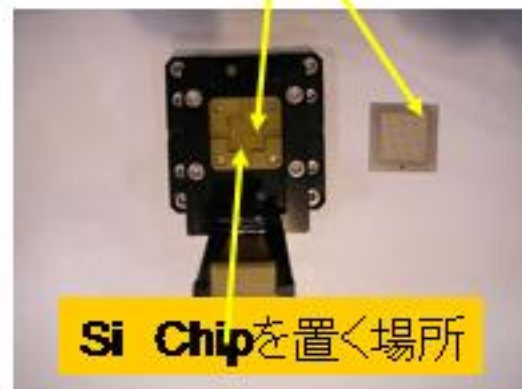
メモリ素子周辺回路

蓋を閉じた状態

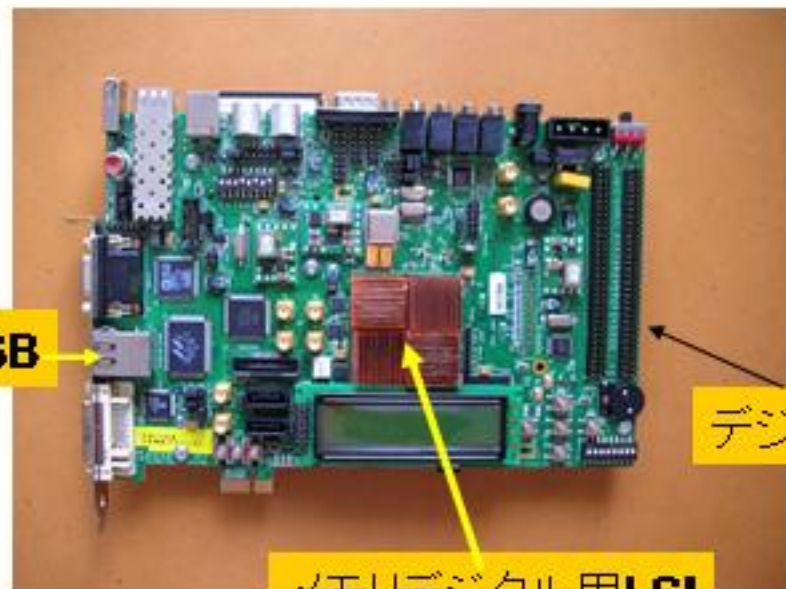


ソケット

コンタクトシート



Si Chipを置く場所



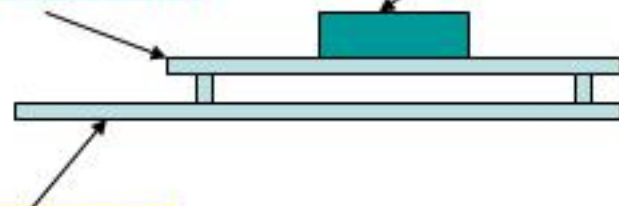
USB

メモリデジタル用LSI

デジタル回路基板

アナログ基板

ソケット



評価用ボードの開発状況

自己評価—大きな進展があった



- 動作原理について有力な知見を得た
電流経路の可視化に成功
スパコンによる第一原理計算の有効性
- 酸化膜成膜技術および微細加工技術
AlO_x成膜法の展開
ドライエッチング技術開発
- 評価装置が完成
- 論文、口頭発表、特許
2008年度後半より大きく増加