

# シミュレーション・実測協奏による半導体ナノワイヤー実用化に向けた課題探索に関する調査研究

## Search of potential problems for realization of semiconductor nanowires

### 目的 Purpose

半導体のナノ構造や新材料では、異種材料との界面において特異な物理現象が存在するため、集積化の際の障壁になっている。本研究では、シミュレーションと材料評価技術を効率的に連携させることで、半導体デバイスへの新材料導入に関する技術課題を抽出する。

### 方法 Method

SiやGeは先端半導体デバイスにおいてバルクとして使われているが、さらなる高集積化を実現するために、Siナノワイヤーアレイをトップダウン方式で作製し、表面のダメージについて電子スピン共鳴(ESR)法にて解析した。種々の条件で熱処理を行うことで、作製時に導入された欠陥へ及ぼす影響を調査した。

### 展望 Prospect

SiナノワイヤーにGeをコーティングした異種半導体コアシェル構造の作製に成功した。一方で、今後このような次世代半導体を用いたデバイスを実現するにあたり、イオン注入によるダメージや欠陥の理解が不可欠となり、原子レベルで起きている現象の解明が必要となってくる。

## トップダウン手法で形成された半導体Siナノワイヤー表面の欠陥評価と低減法

Defect evaluation and reduction for the surface of semiconductor Si nanowires formed by a top-down method

### Siナノワイヤー表面の欠陥検出

- 作製直後のサンプルのESR測定の結果、Siのダングリングボンド由来の信号を観察 ( $g=2.005$ )

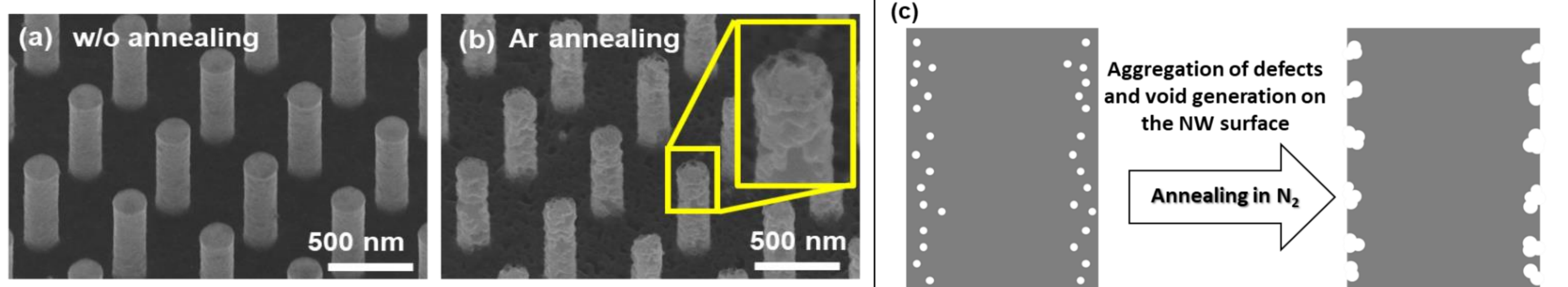


図1. SiナノワイヤーアレイのSEM画像 (a) 前と (b) Ar雰囲気でのアニーリング後。 (c) 表面粗さを生成するためのモデル。ESR強度の熱処理雰囲気依存性の結果。

### Siナノワイヤー表面の欠陥低減法： 熱処理雰囲気依存性

- Ar雰囲気下：  
ESRシグナルの低下→欠陥低減
- H<sub>2</sub>雰囲気下：  
ESRシグナル消失→欠陥消失
- O<sub>2</sub>雰囲気下：  
異なるESRシグナル出現→  
熱酸化膜中の酸素欠損欠陥

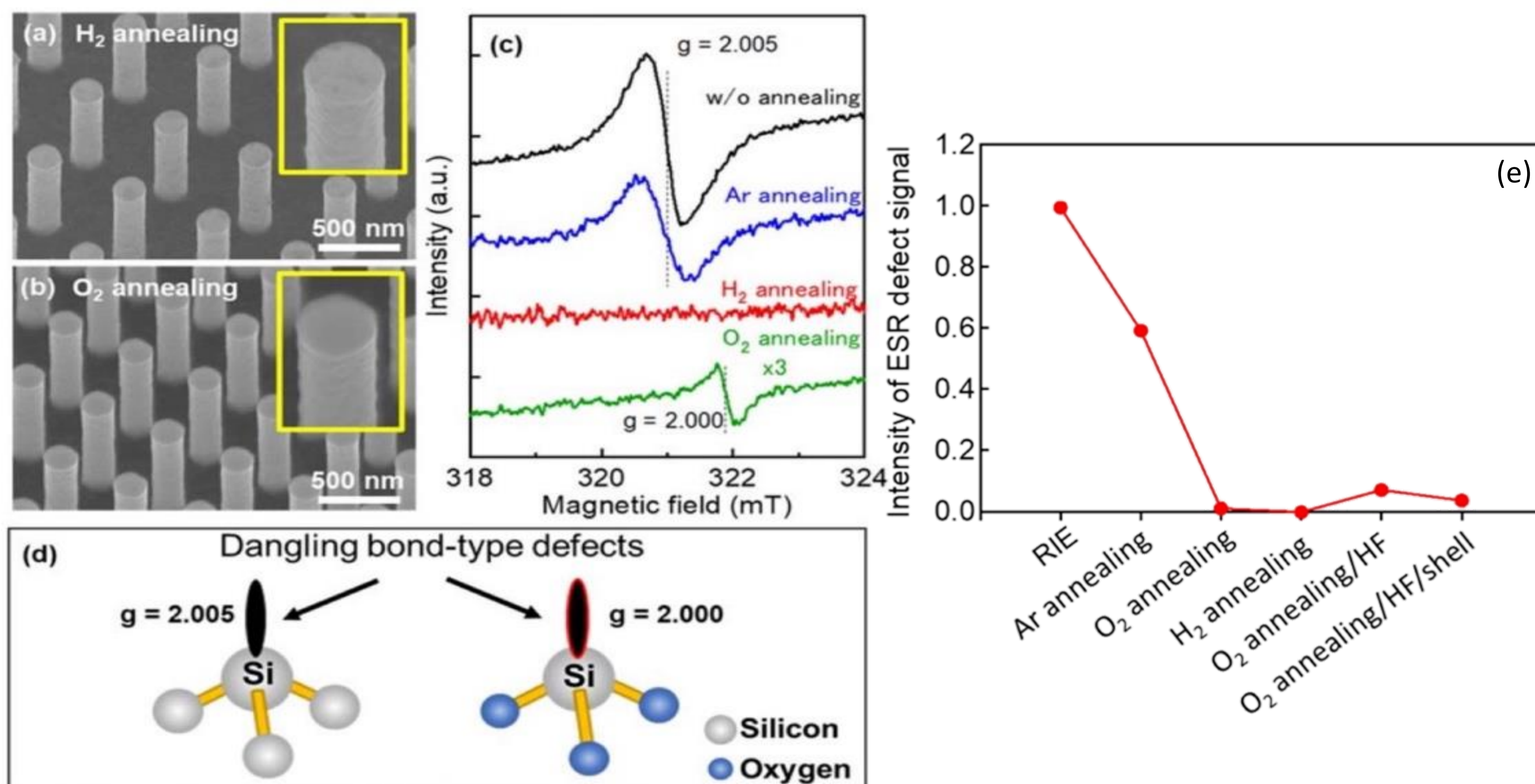


図2. SiナノワイヤーアレイのSEM画像 (a) H<sub>2</sub>と (b) O<sub>2</sub>雰囲気でのアニーリング後、 (c) ESR信号、(d) ダングリングボンドモデル。 (e) ESR信号強度に及ぼす熱処理条件の影響。

Siナノワイヤー表面欠陥の低減に熱処理雰囲気が強く依存

水素・酸素雰囲気中での熱処理が欠陥低減に効果的