

# Siトレンチ構造底部からの光電子の検出とその特性

## Detection and characterization of photoelectrons from bottoms of Si trench structures



大阪大学  
OSAKA UNIVERSITY

阪大院工 ○村瀬詩花, 東知樹, 稲垣耕司, 有馬健太

Osaka Univ. ○Shiika Murase, Tomoki Higashi, Kouji Inagaki, Kenta Arima

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 M1棟422 TEL/FAX : 06-6879-7274 , E-mail: murase@sie.prec.eng.osaka-u.ac.jp



### 1. 研究背景

#### 半導体素子の三次元実装

- 三次元実装技術を用いた高集積化が進行し、アスペクト比（縦横比）の高い構造が形成
- **アスペクト比は増加傾向**にある



#### デバイス製造における洗浄課題

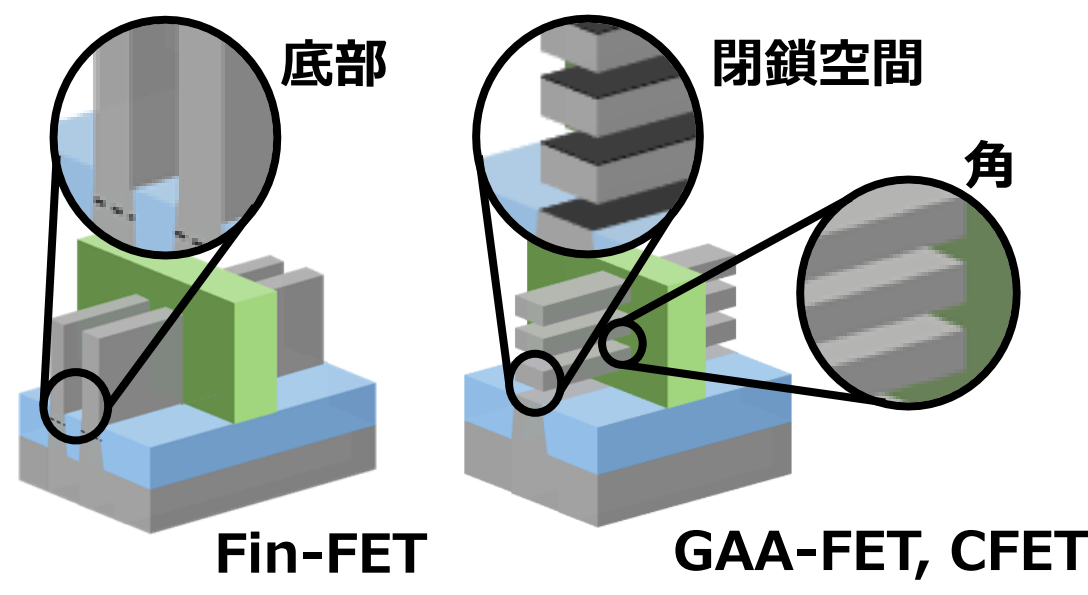
- ✓ 半導体表面には**厳しい清浄度**が要求される
- ✓ 三次元構造に対する洗浄評価（吸着物の種類やその濃度）に関する報告はほとんどない

#### 研究課題

#### 高アスペクト比構造底部に対する非破壊洗浄評価法の開発

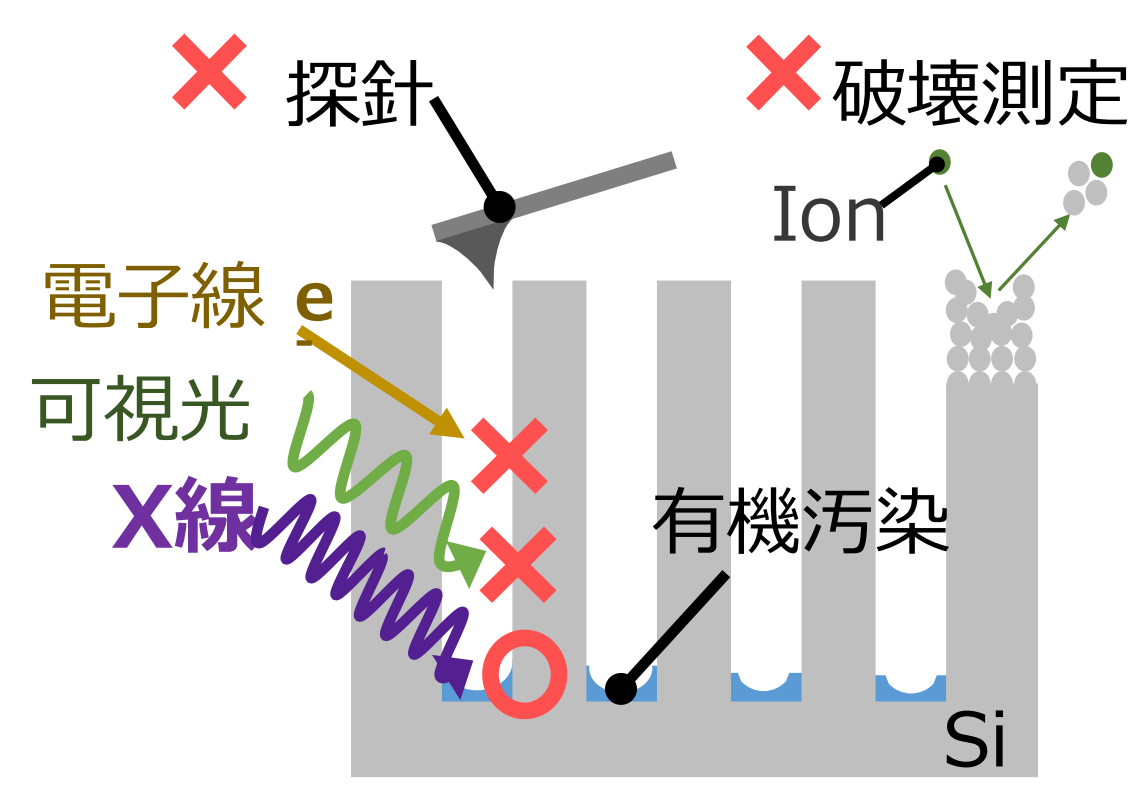
- 三次元ナノ構造での洗浄特性を明らかにし、高効率で低環境負荷な洗浄技術の研究に寄与することを目指す

<洗浄が困難な領域>



1) [https://www.ispd.cc/slides/2016/3\\_1.pdf](https://www.ispd.cc/slides/2016/3_1.pdf)  
 3) <https://news.livedoor.com/article/detail/15823013/>

### 2. XPSの利用と課題



- 透過しやすいX線を入射光に

#### X線光電子分光法 (XPS)

- 非破壊で表面敏感な分析法
- 平坦試料表面での有機汚染・酸化物の洗浄評価として一般的に用いられている

#### 【計測対象】

- 有機汚染
- ▲ 金属汚染
- × 微粒子汚染
- ◎ (酸化膜)

#### XPS測定での底部評価条件

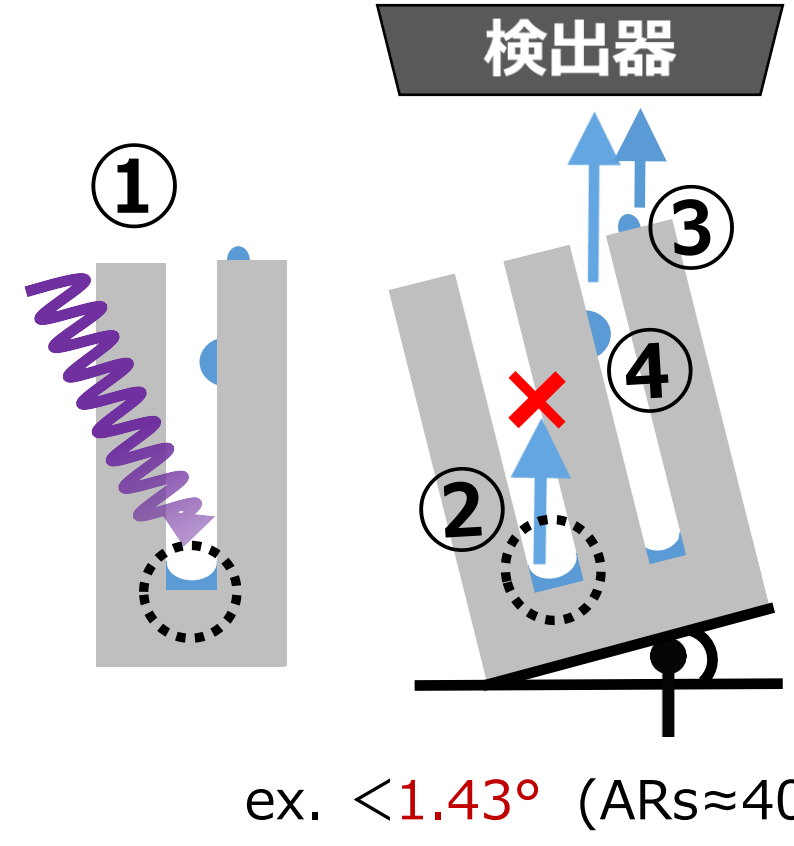
##### 【光電子の検出】

- ① X線の底部への到達
- ② 底部シグナルの検出

##### 【光電子の切り分け】

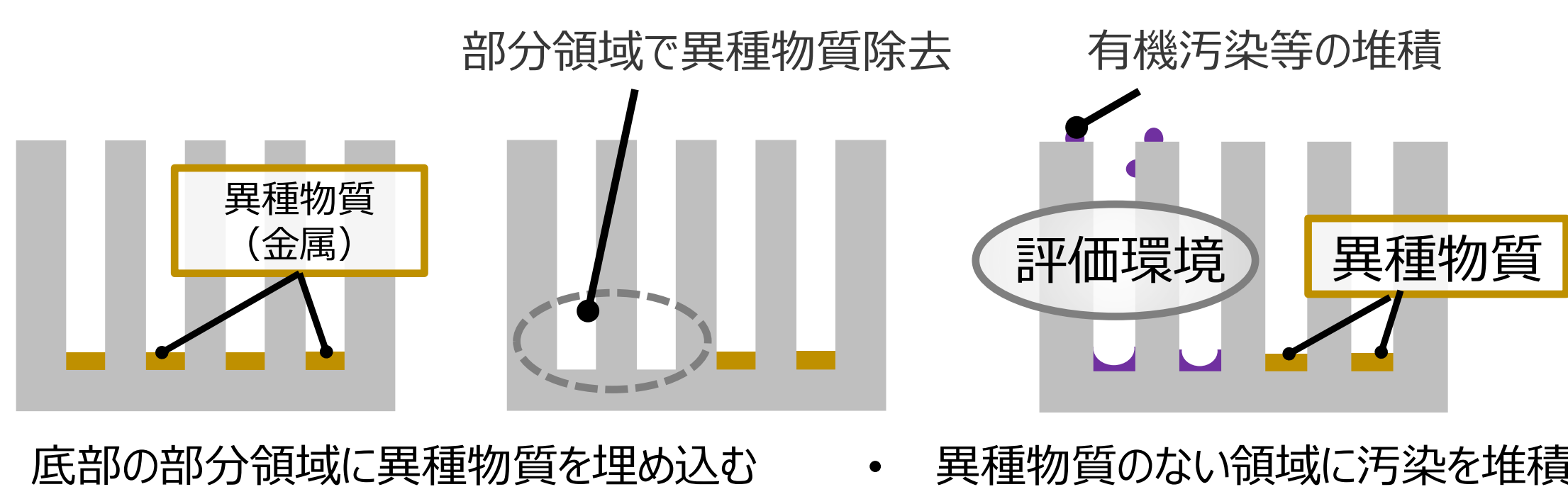
- ③ 上面と底部
- ④ 壁面と底部

- 検出角度がずれると底部からの光電子を検出できなくなる
- 光電子の脱出角度を高精度に調節することが必要

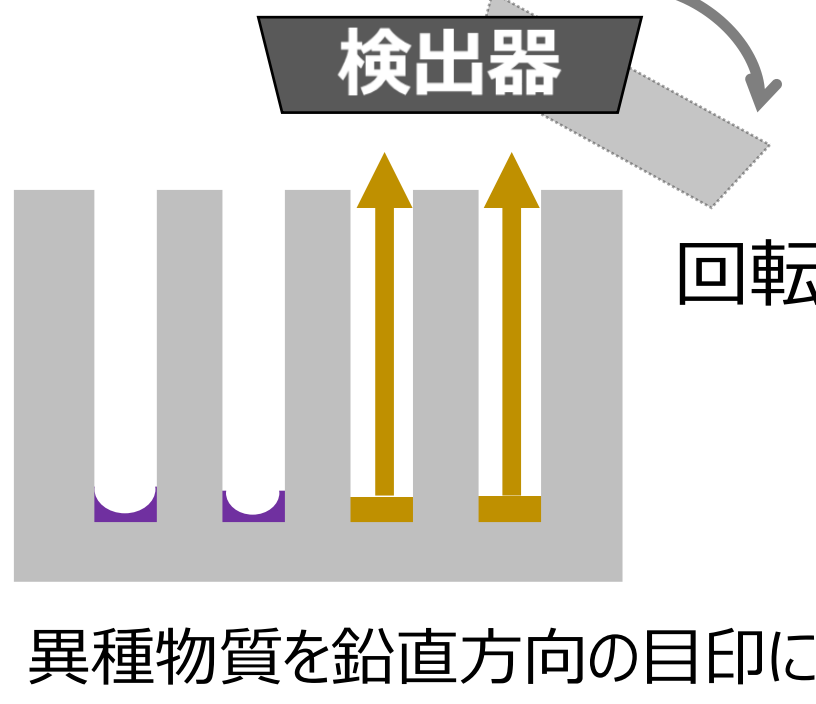


### 4. 提案する洗浄評価法

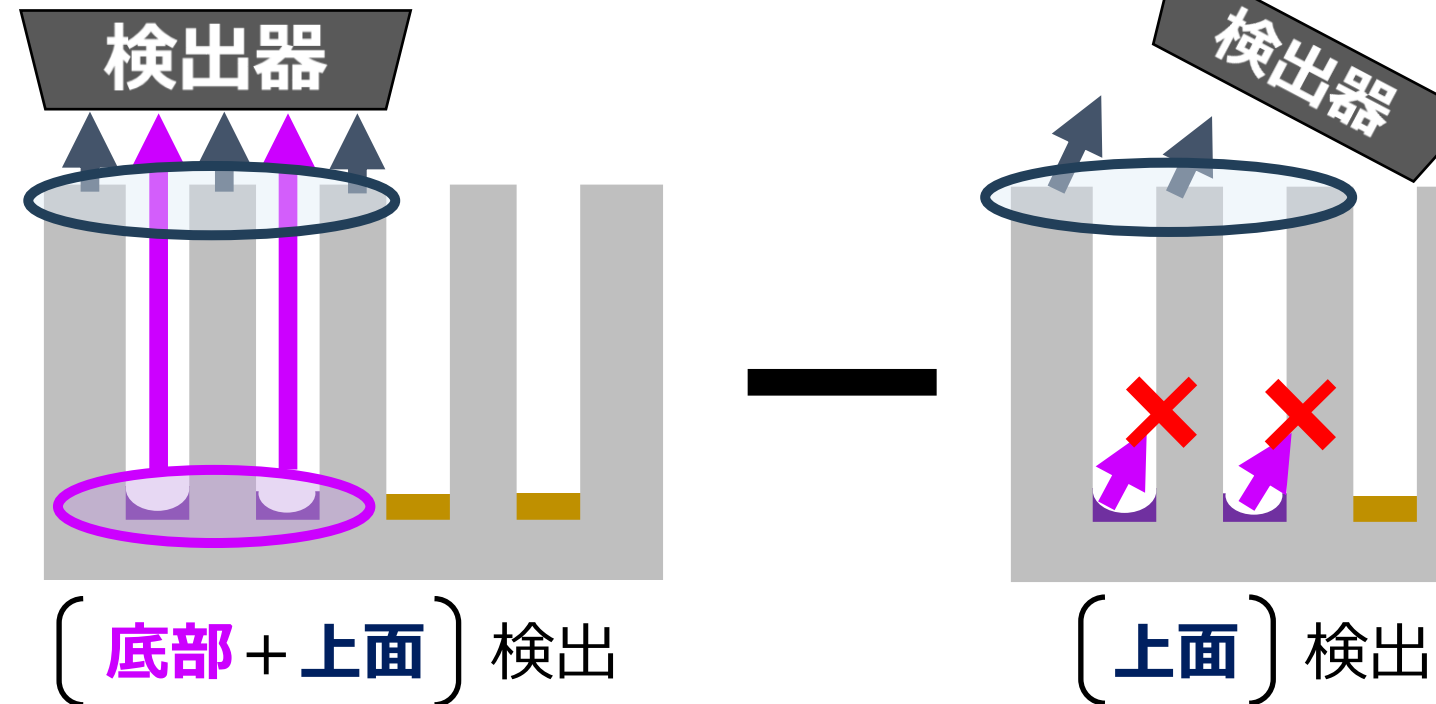
#### ①試料作製：底部への異種物質埋め込み



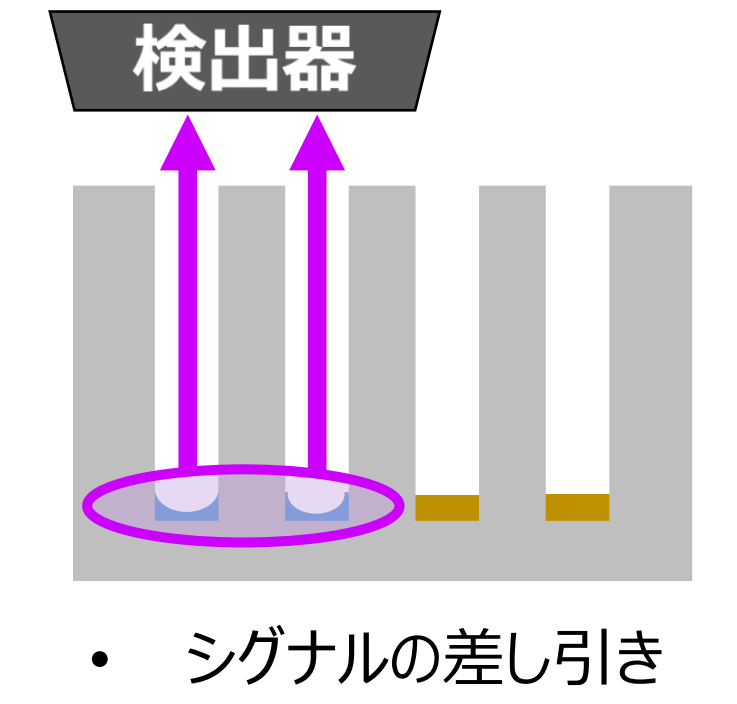
#### ②角度調節



#### ③評価環境の計測

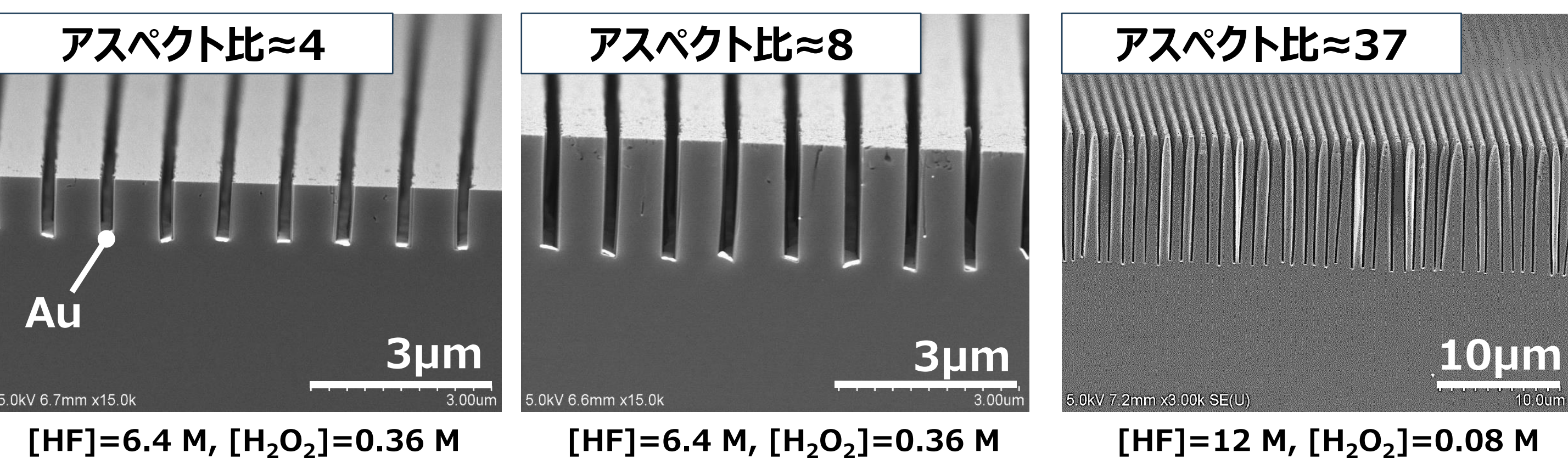
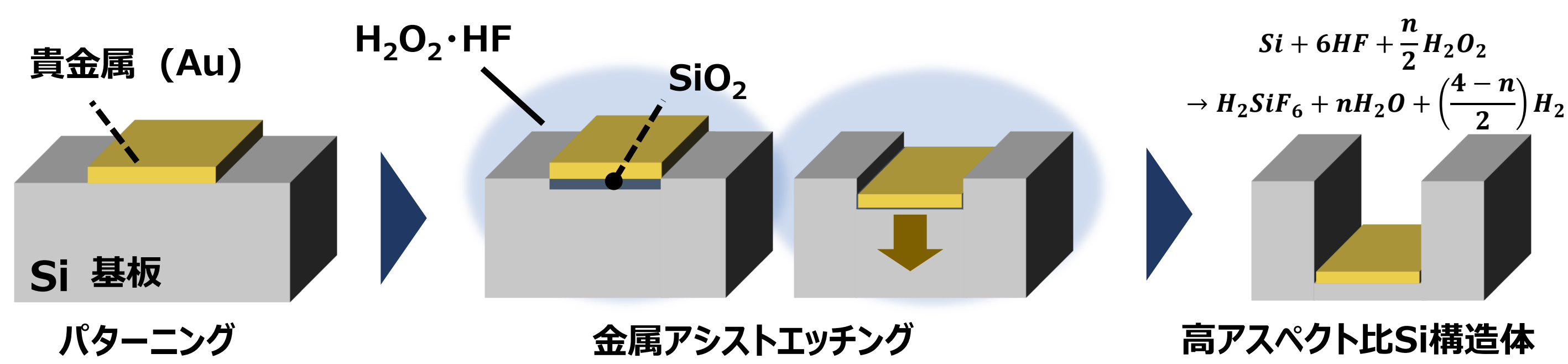


#### ④底部の抽出



### 5. 実験内容・結果と考察

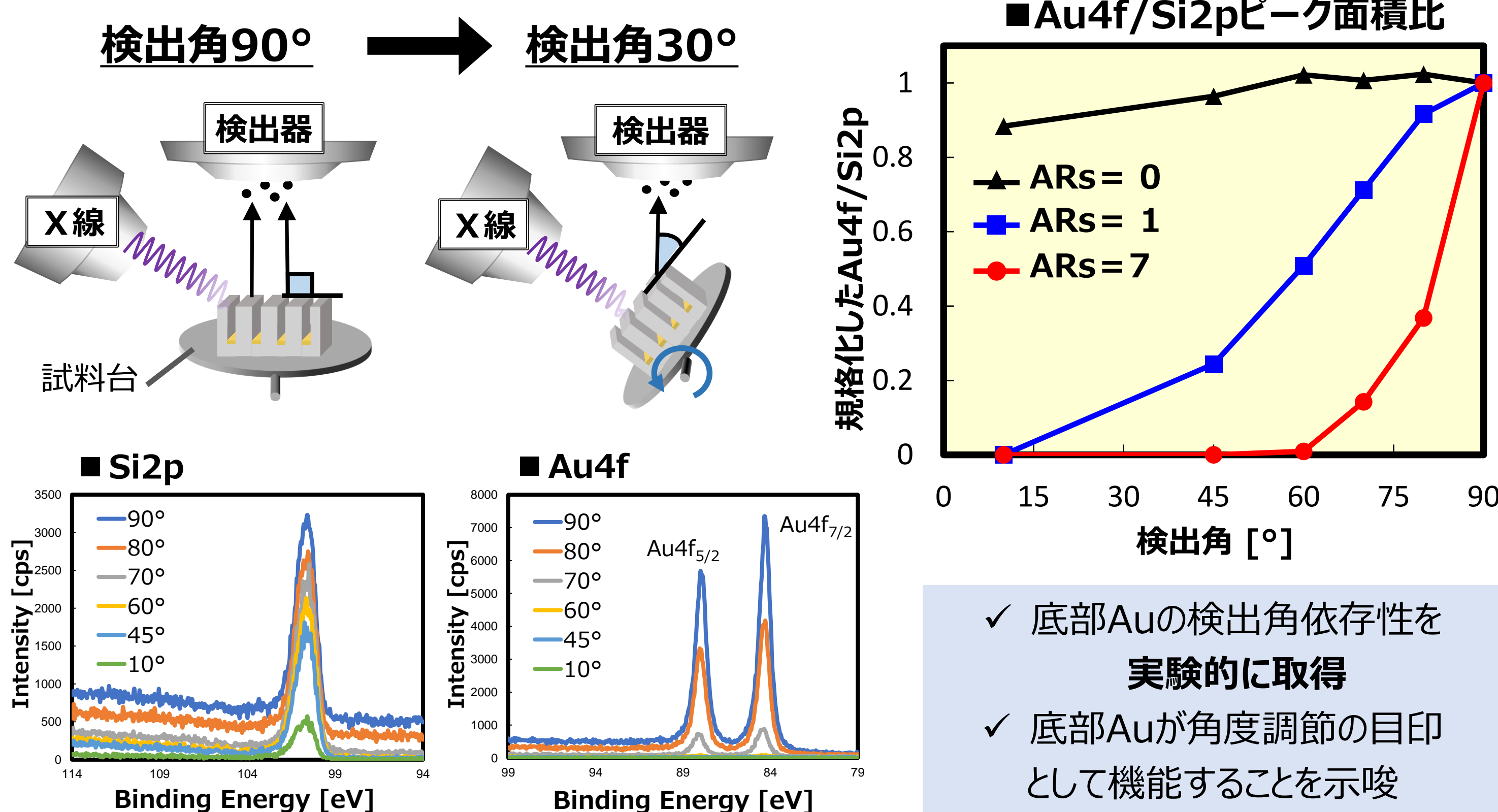
#### ①試料作製：金属アシストエッチング



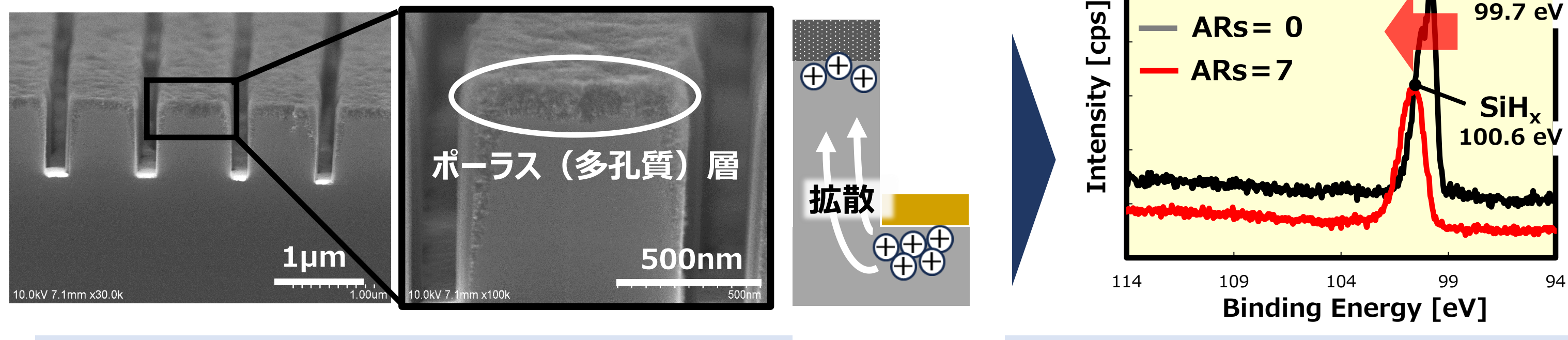
✓ アスペクト比~37までの高アスペクト比Siトレンチ構造を数mm四方の領域で作製

#### ②原理検証実験：底部Auの検出角依存性

- ◆ 検出角を90°から10°まで変化させ、底部Auの検出強度の変化を調査

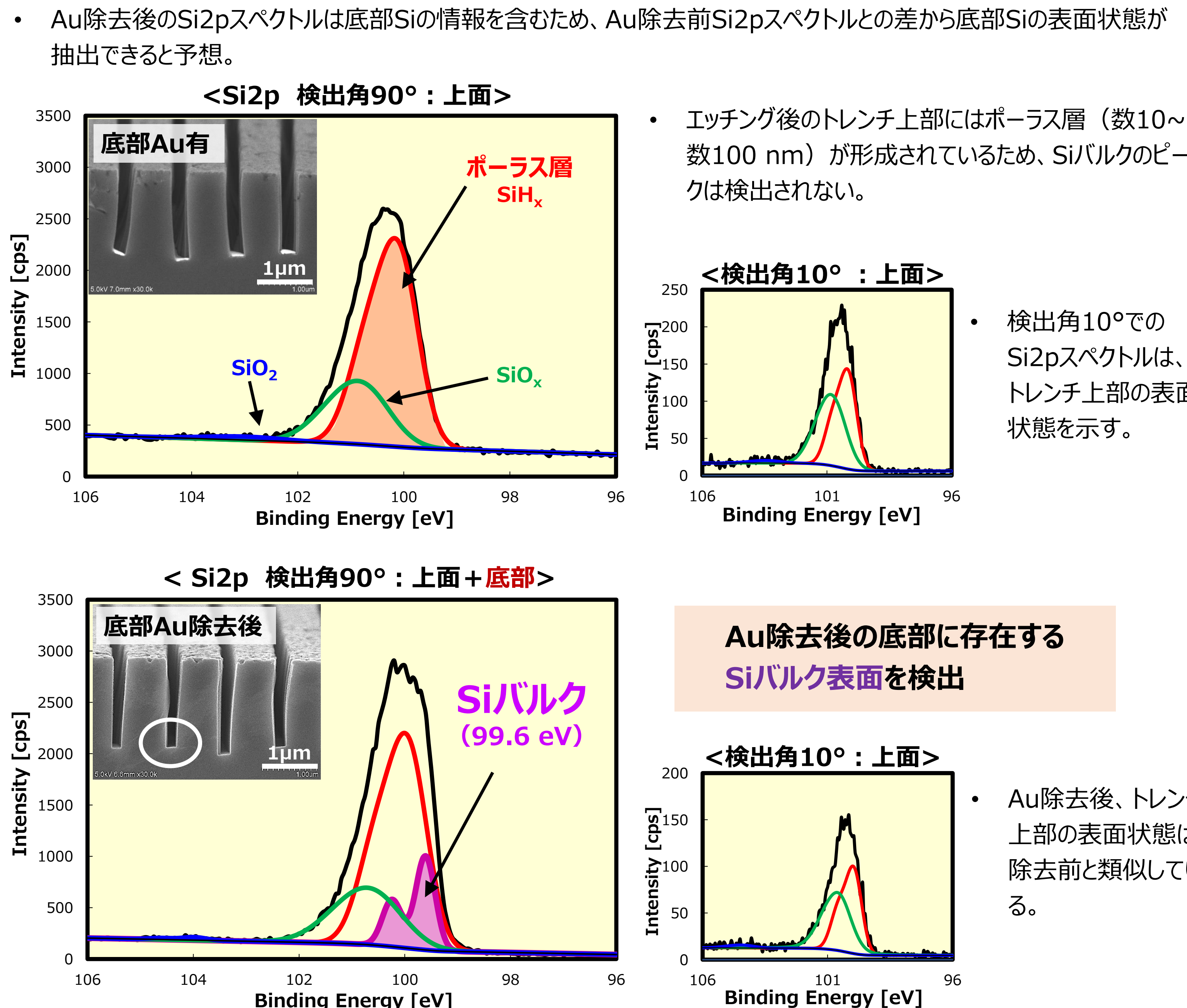


#### ③金属アシストエッチング後の表面特性



#### ④底部Siの表面状態評価

##### 底部Au有・無でのSi2pスペクトル比較



### 6. 結論と今後の展望

- 底部にAuを埋め込んだ高アスペクト比Siトレンチ構造を作製し、底部Auの検出角依存性を実験的に取得
- ポーラス層のピークシフトを利用することで、底部Siの表面状態を検出 → **提案手法の実現可能性を示唆**

【今後の展望】 トレンチ底部における有機物・酸化物の除去特性の調査