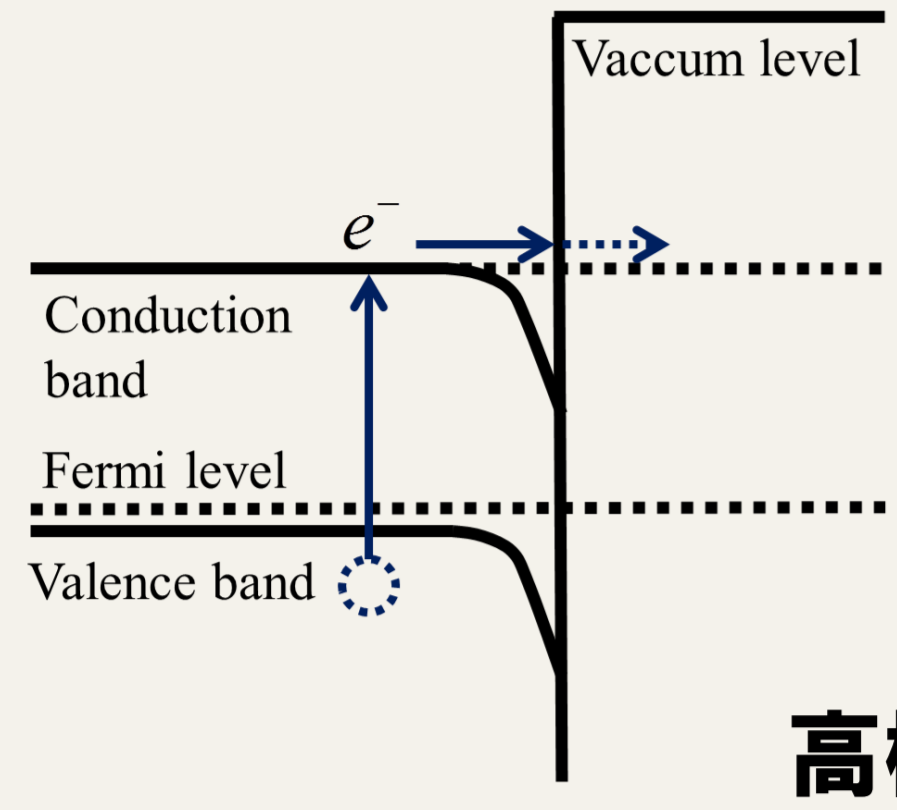


STMによるCs-GaAs表面構造観察

NEA | Negative Electron Affinity 負の電子親和力 表面

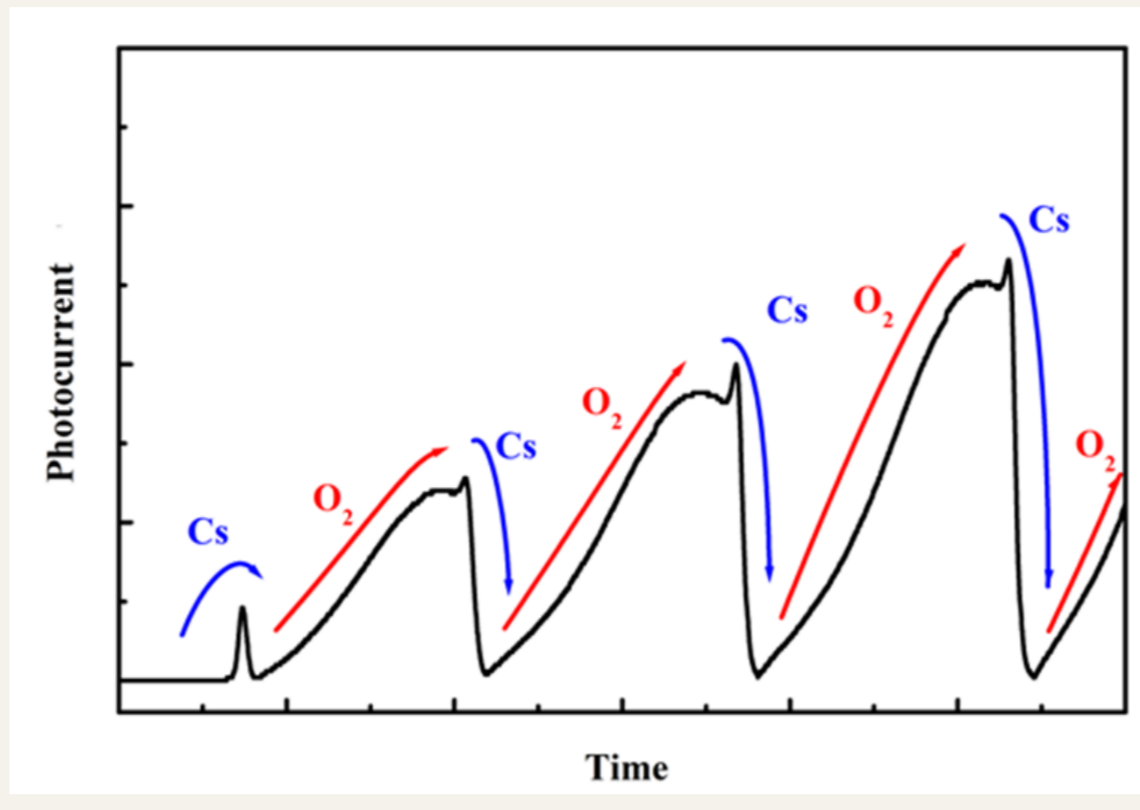
真空準位が伝導体の底を下回った状態



- 利点**
- ・高い電子放出確率
 - ・低エミッタンス

高機能な電子線源への応用

アルカリ金属吸着による性質変化



Yo-yo法
GaAs表面にCsと酸素を交互に吸着

NEA活性化

研究目的

未知であるNEA表面の構造と電子放出サイトの同定

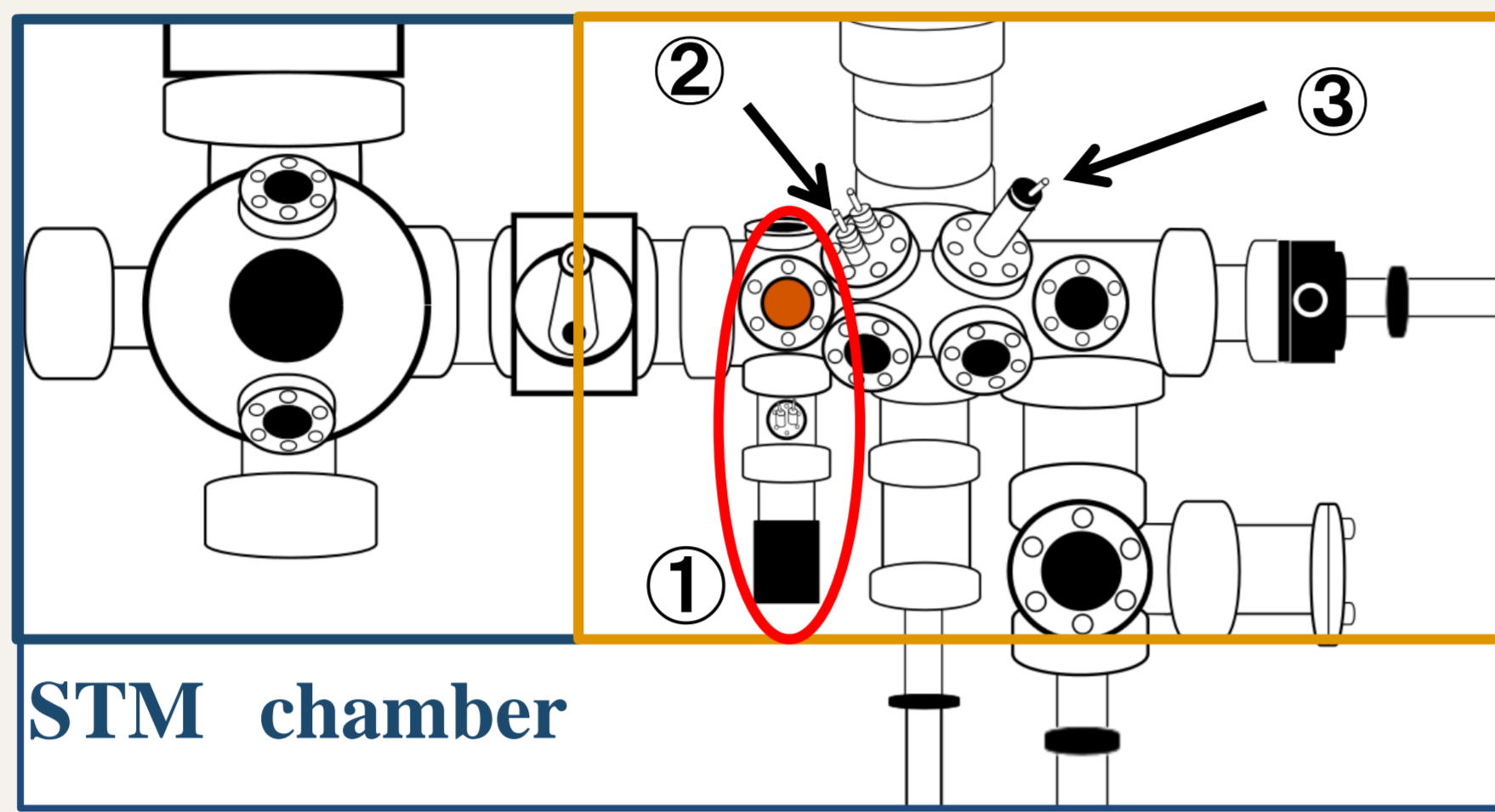
- As終端面において
- ◆ Csのクラスターによる吸着
 - ◆ Csのステップサイトへの優先的な吸着
 - ◆ 酸素のCsクラスターを分解する効果が本研究で明らかになった。

電子放出が起こるGa終端面のCs吸着の観察を行う

実験

走査トンネル顕微鏡

Base Pressure
STM chamber $<1.0 \times 10^{-8}$ Pa
Preparation chamber $<6.0 \times 10^{-8}$ Pa
Cs供給時 $\sim 1.1 \times 10^{-6}$ Pa
酸素導入時 $\sim 4.9 \times 10^{-7}$ Pa



preparation chamber

- ① サンプル加熱機構
ZnSe窓から放射温度計によって温度測定
- ② Csディスペンサー
- ③ 酸素導入バルブ

実験条件

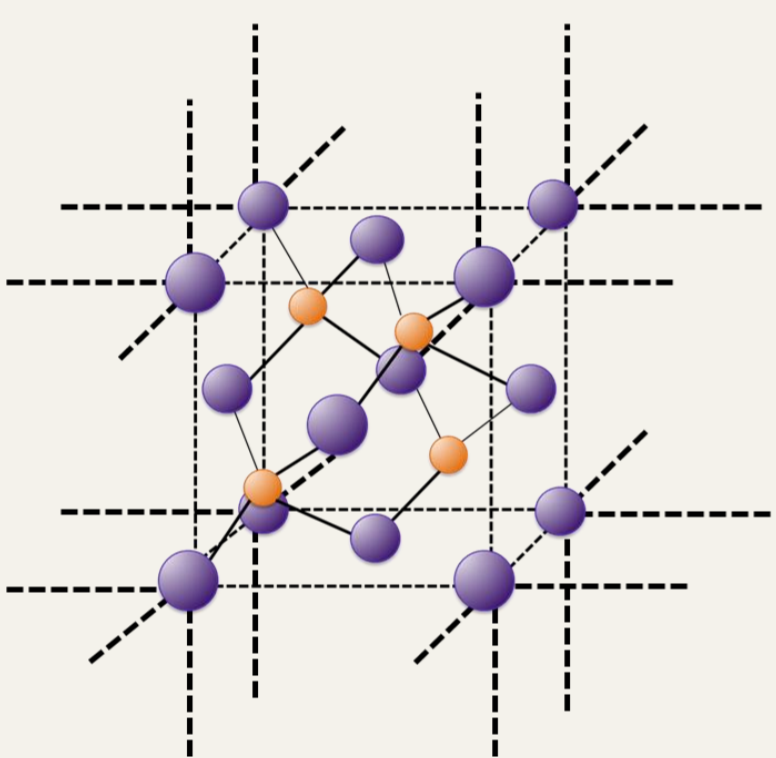
サンプル
1cm
p型GaAs(100) (写真)

MBEチャンパー中 (名古屋大学)
◆ Asフラックス中で酸化物を除去
◆ Asキャップ層を形成
STMチャンパー
300°C程度の加熱によりAsキャップ層を外す。

- ◆ As終端面 $\sim 450^\circ\text{C}$ で加熱処理
- ◆ Ga終端面 $\sim 530^\circ\text{C}$ で加熱処理

GaAs | ガリウム砒素(100)表面へのCs吸着

GaAs(100)面



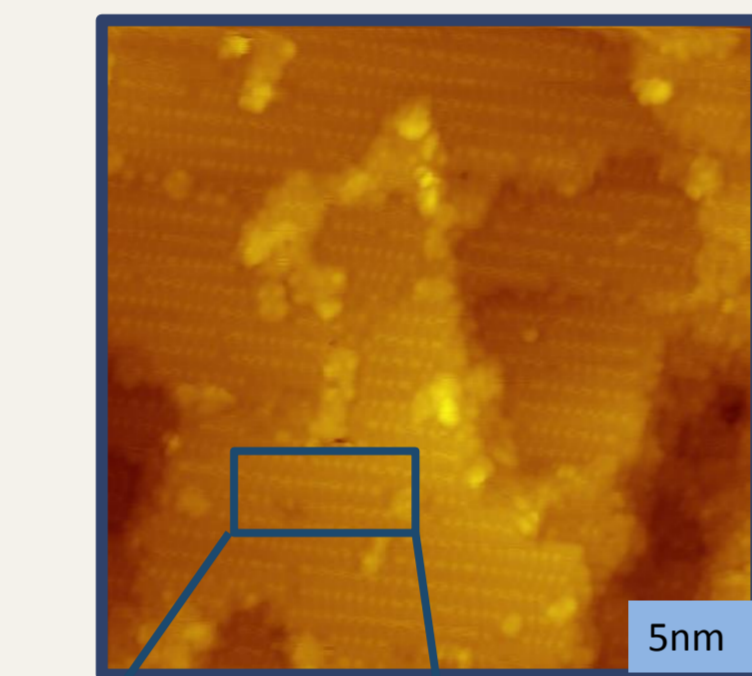
Zinc-blende構造

GaAs(100)表面はGaとAsが交互に存在した構造を持っている。

	As終端面	Ga終端面
加熱温度	$\sim 450^\circ\text{C}$	$\sim 530^\circ\text{C}$
電子放出	×	○

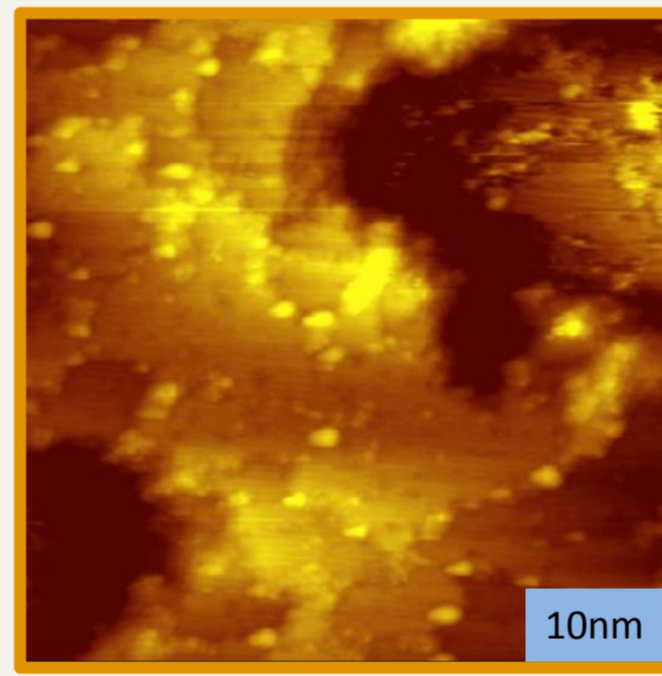
As終端面へのCs吸着

As終端GaAs(100)表面

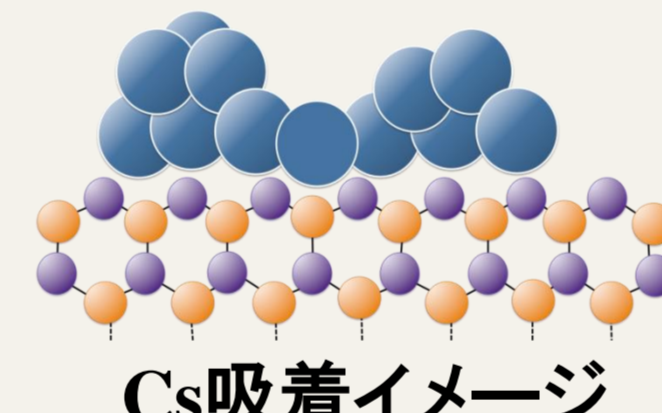


表面構造に特有なダイマール列

Cs2分吸着

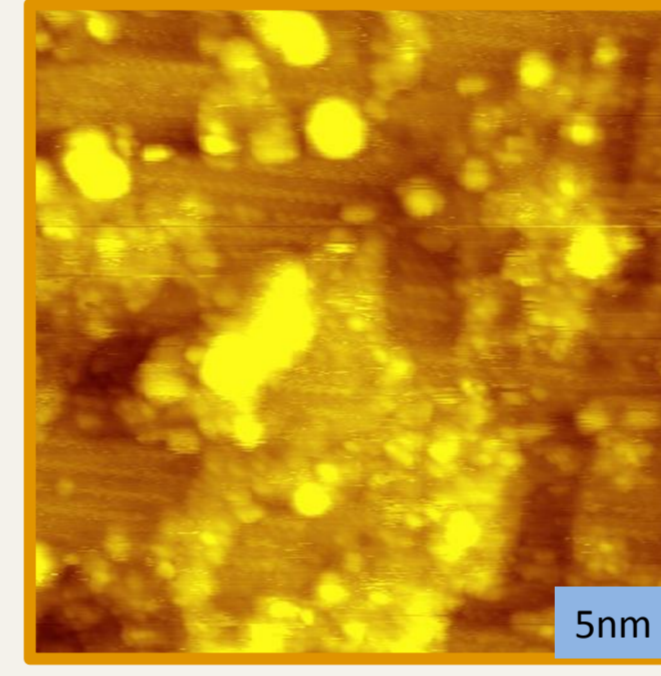


Csは表面にクラスタリングして吸着



Cs吸着イメージ

Cs7分吸着

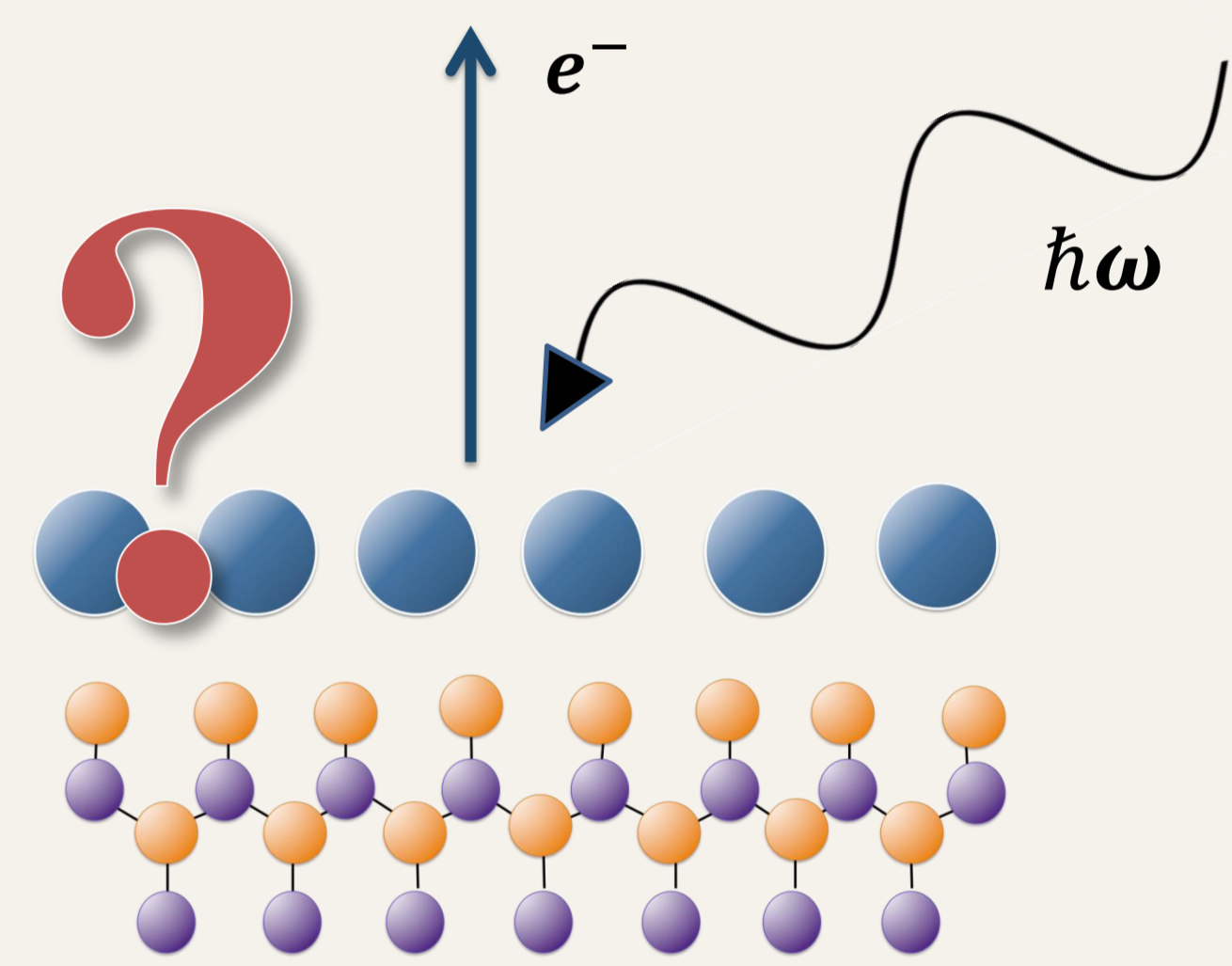


- ◆ ステップサイトへの優先的な吸着
- ◆ Cs吸着後も表面のAsダイマールは壊れずに残っている。

バイアス電圧: $-2.37 \sim -1.94\text{V}$
トンネル電流: $0.17\text{nA} \sim 0.82\text{nA}$

As終端面においてCsは強い結合を持たない可能性

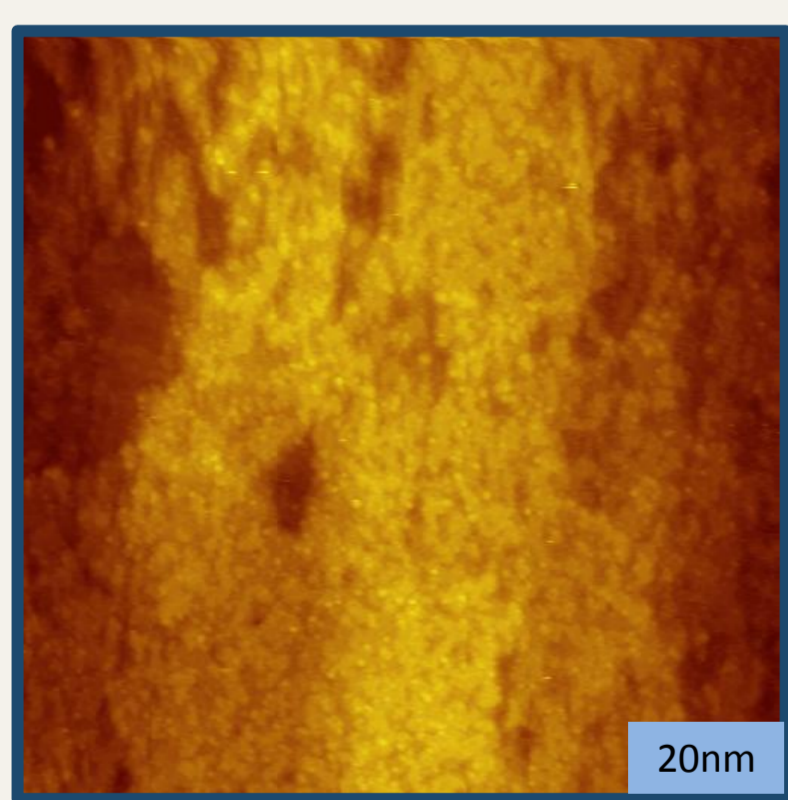
課題



- ☞ 電子放出が起こる表面はどのようなになっているか?
- ☞ Ga終端面でCsはどのような結合を持っているか?

Cs-GaAsからの電子放出

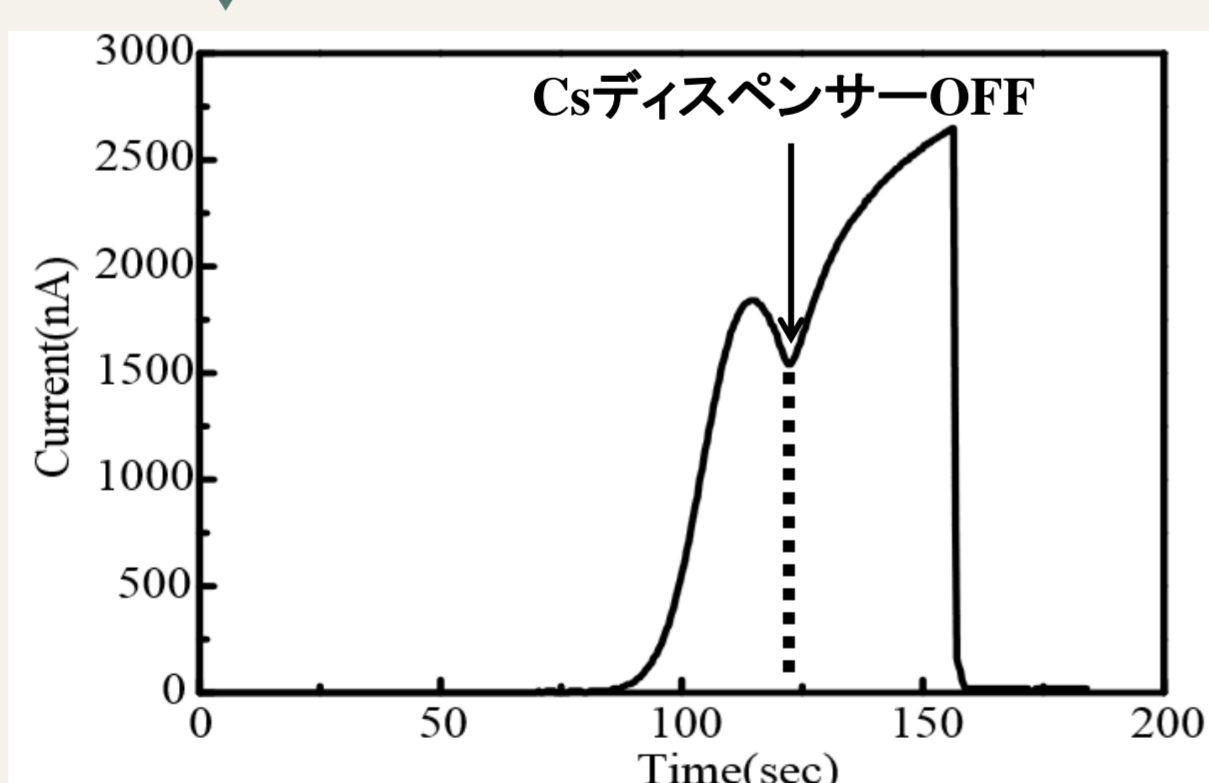
Ga終端面



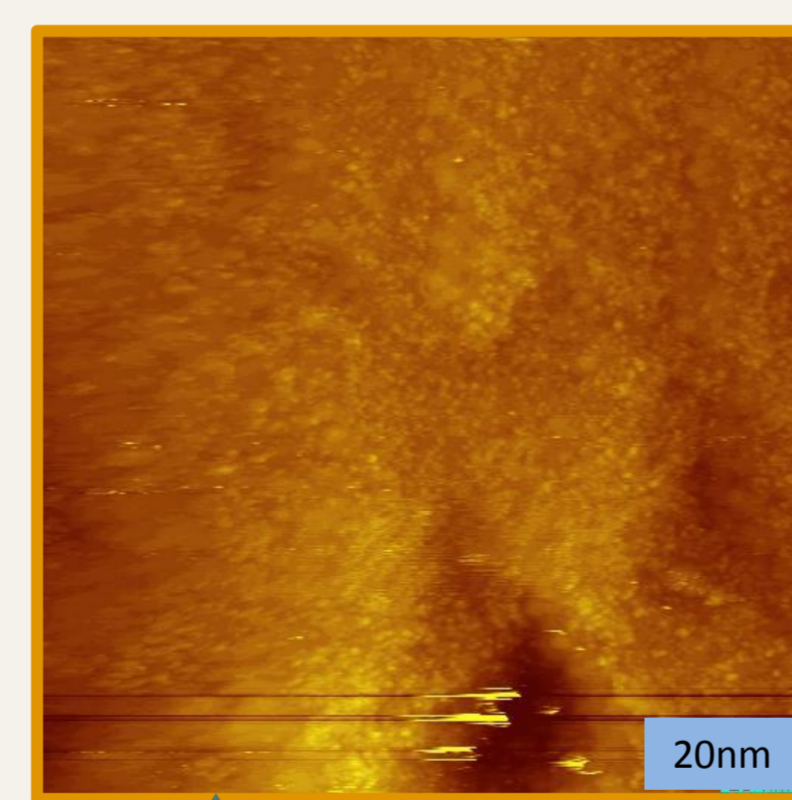
加熱処理の熱履歴
1回目 500°C 30分
2回目 500°C 60分

光電流の測定

Cs吸着による活性化を行いながら光電流を測定。
→ 電子放出が確認できた。



Ga終端面へのCs吸着

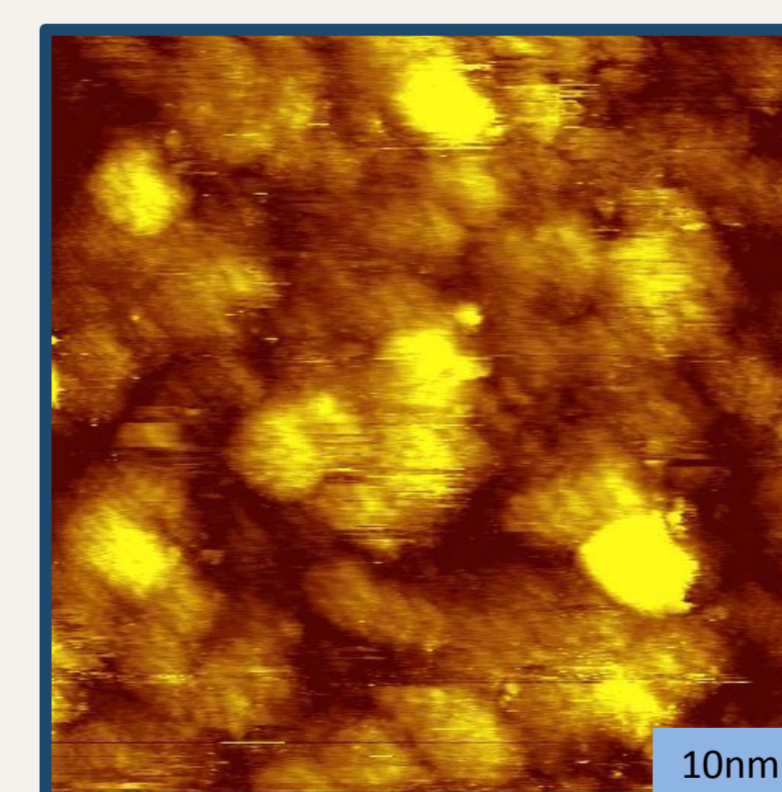


表面が荒れており吸着しているCsの判別が付かない。

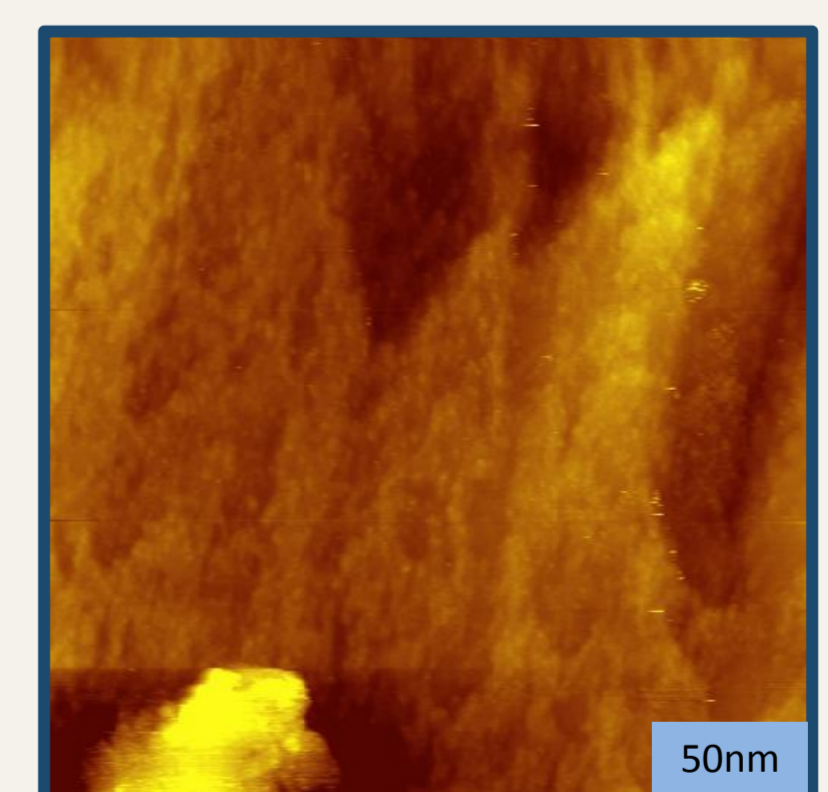
→ 表面の荒れに電子放出のキーがある可能性もある

Ga終端再構成表面へのアプローチ

- ◆ Ga終端面を得ることでCsとGaの結合を調べたい。
- ☞ As終端面をさらに $\sim 530^\circ\text{C}$ まで上昇させた加熱処理温度でGa終端獲得を目指す。



加熱処理の熱履歴
1回目 450°C 30分
2回目 450°C 30分
3回目 500°C 60分



加熱処理の熱履歴
1回目 500°C 30分
2回目 480°C 30分
3回目 520°C 30分

サンプルバイアス: $-2.50 \sim -1.64\text{V}$ トンネル電流: $0.38 \sim 0.98\text{nA}$

加熱によりGaAs終端面を得る温度と表面が荒れる温度が接近している。

☞ Ga終端面を獲得する方法の検討

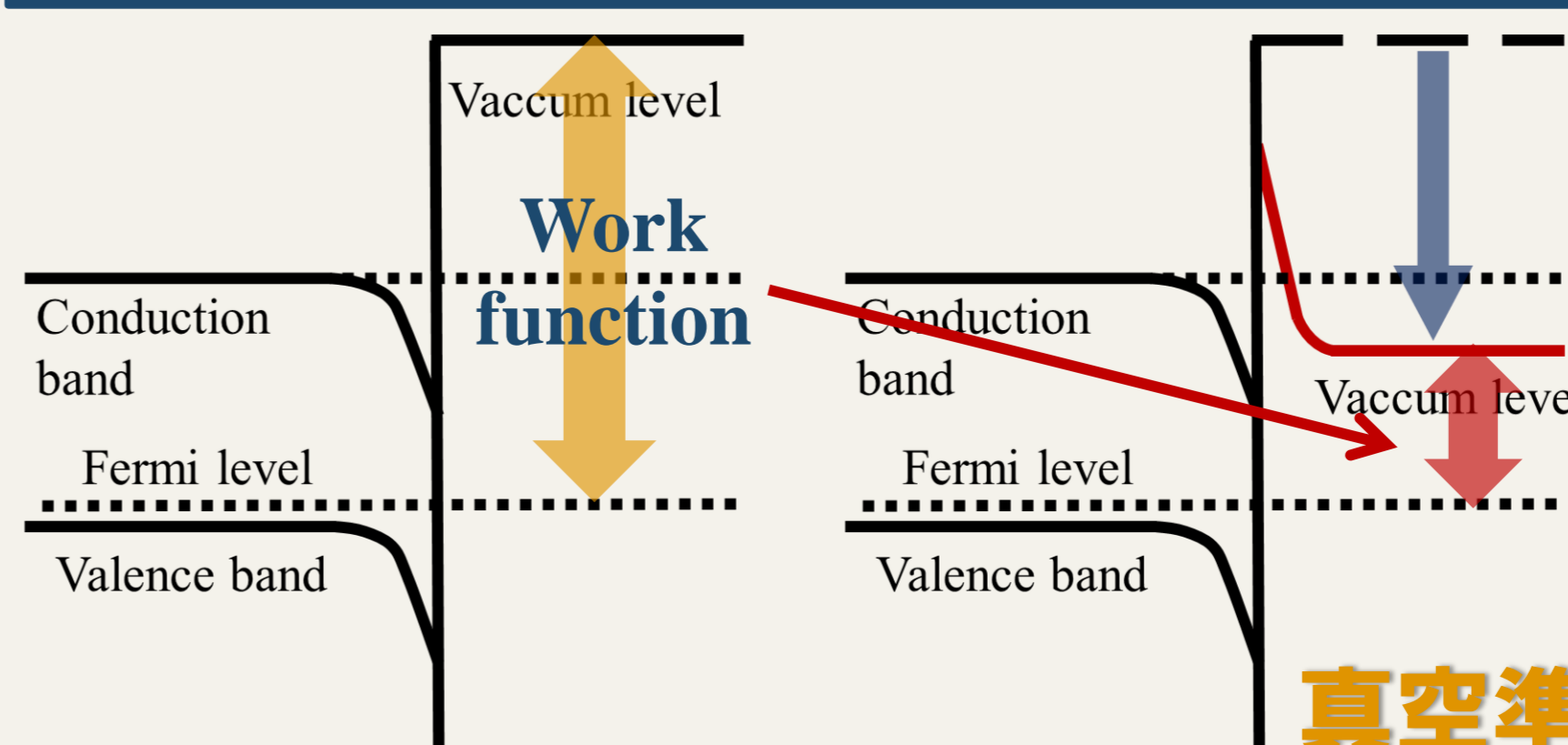
- ◆ 加熱洗浄をアシスト
 - ・ 水素原子の清浄効果
 - ・ Csの清浄効果
- ◆ 低エネルギーイオンスパッタリング

今後の展望

表面への吸着

- ◆ Ga終端面の獲得方法の検討。
- ◆ Ga終端面におけるCsおよび酸素の吸着過程のSTM観察。
- ◆ 光電流との対応を取ったSTM観察。

Local Barrier Height | 局所仕事関数



Barrier Height Imaging

STMの探針-表面間距離を変調し、その変調電流(交流電流)を検出することで、探針と試料の仕事関数の差を検出できる。

真空準位の減少が観察できる可能性