



ラマン分光法による原料ガス断続供給により作製した金を触媒としたGaAsナノワイヤの結晶性の評価

Characterization crystallinity measured by Raman scattering

for GaAs nanowires Au-assisted grown by pulsed jet gas epitaxy

宮崎大学：吉留寛貴、前田幸治、上村健二、仲川豪志、鈴木秀俊、境健太郎

Univ. of Miyazaki : H. Yoshidome, K. Maeda, K. Kamimura, G. Nakagawa, H. Suzuki, K. Sakai

[研究背景]

GaAsナノワイヤ(NWs) は発光ダイオード, レーザー, 太陽電池
GaAsNナノワイヤ(NWs) などへの応用が期待されている

ウルツ鉱(WZ)構造

GaAs-NWsは

閃亜鉛鉱(ZB)構造と共にウルツ鉱(WZ)構造が成長しやすい

→ 光学的, 電気的特性の低下

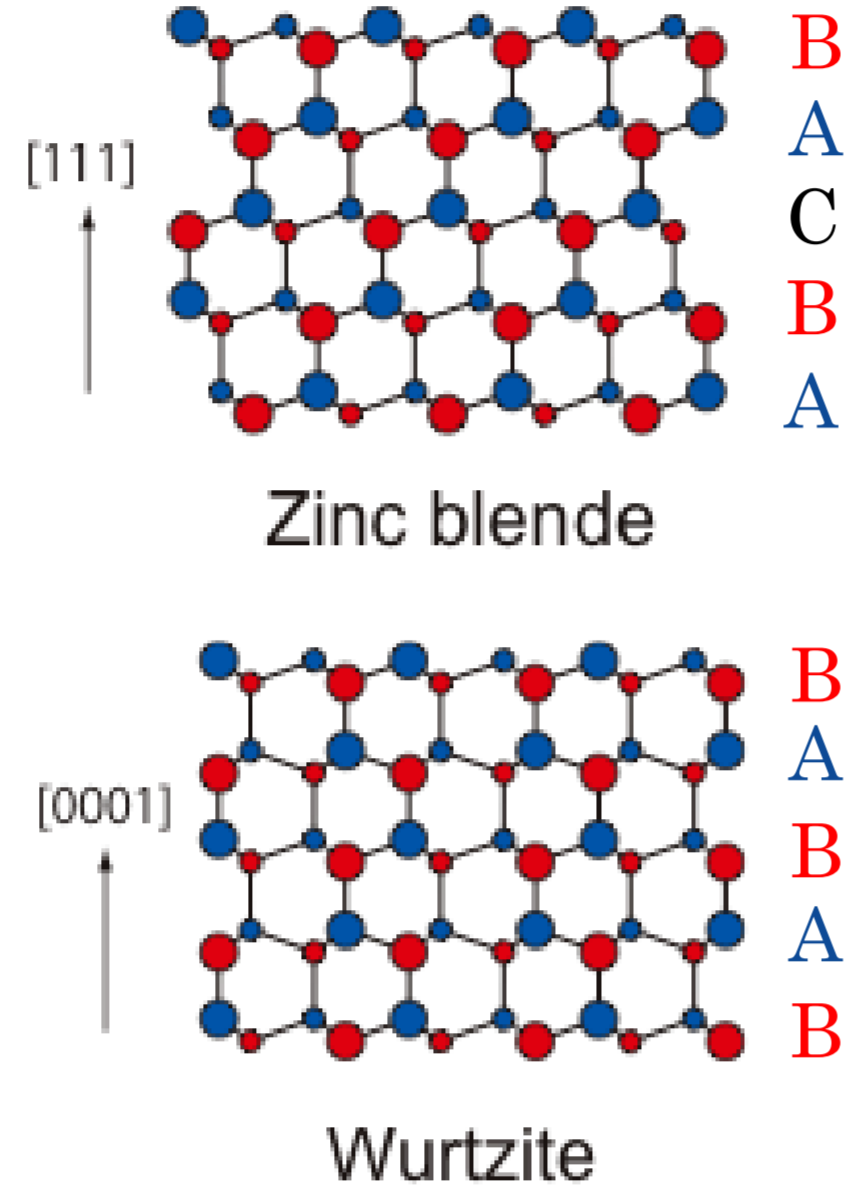
原料ガス断続供給法

MBEによるNWs作製成功の報告は多い

原料ガス断続供給法は

原料ガスを交互に, 断続的に供給する

高品質なNWsが作製できることが期待されている

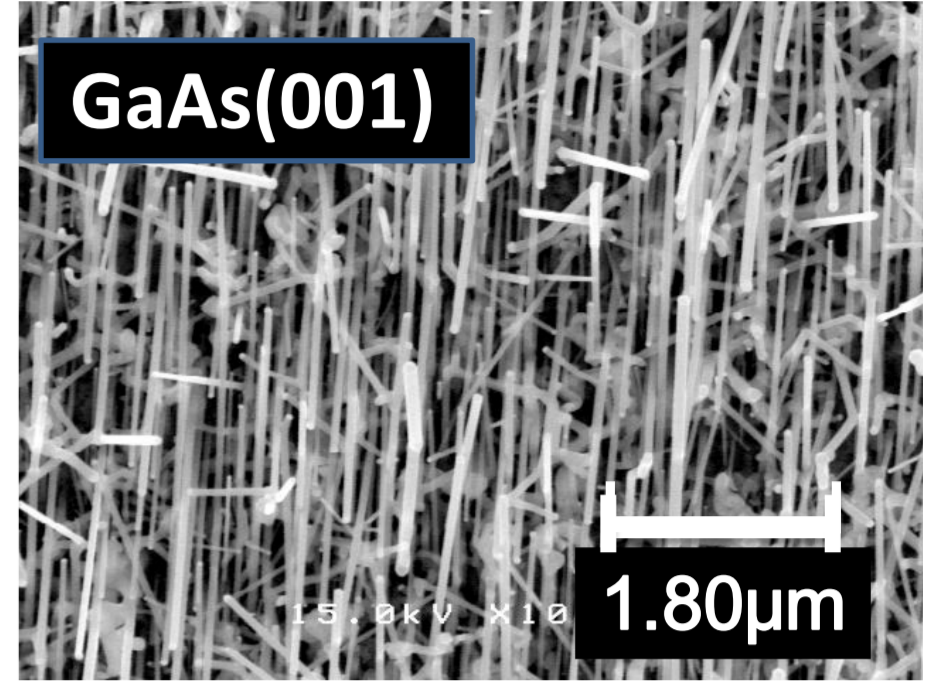


これまで

GaAs基板上のナノ構造をX線回折(XRD), 走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて構造, 欠陥の評価を行ってきた[1]

N原料供給有り

- WZ構造の成長を抑制
- 塊状のナノ粒子を形成



GaAs基板はコストがかかる

→ 安価なSi基板を用いてNWs作製を試みたい

ラマン分光法によるナノ構造の評価

- GaAsのWZ構造特有のピーク出現[2] → WZ構造の割合を評価
- 表面光学(SO)モードの出現 [3] → NWs形状を評価

[目的]

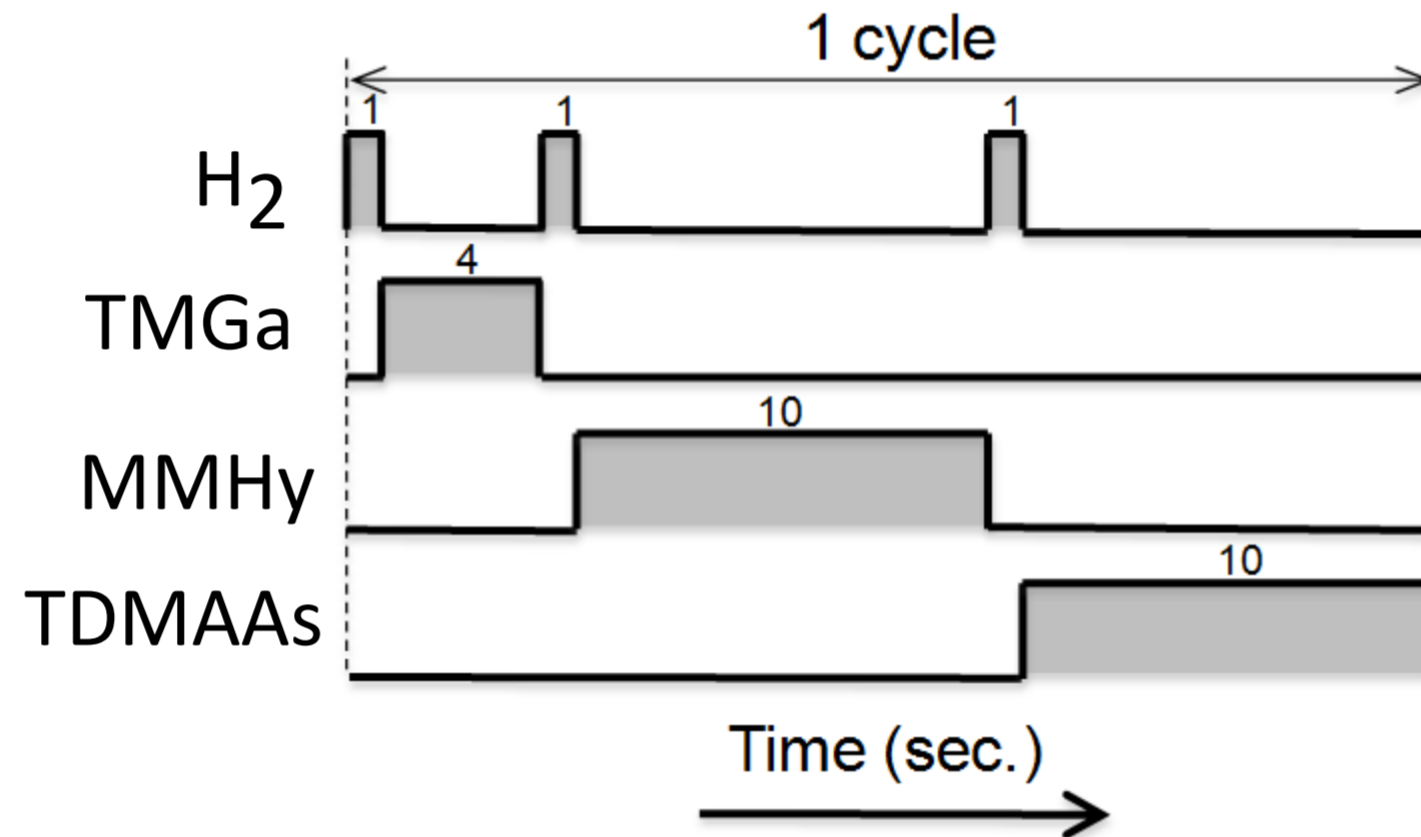
原料ガス断続供給法によりSi基板の上に成長させたGaAs-NWsのN原料供給の有無, Auスパッタ膜厚, 成長温度を変化させたときの結晶性, 結晶構造についてSEMとラマン分光法を用いて評価する

[実験]

作製条件

成長法	原料ガス断続供給法
基板	Si(111)
原料ガス	Ga: TMGa ((CH ₃) ₃ Ga)
	As: TDMAAs ((CH ₃) ₂ N) ₃ As)
	N : MMHy (CH ₃ (NH)NH ₂)
触媒	Au (0.1~10 nm)
Auアニール温度	550 °C
成長温度	480~550 °C
キャリア・パージガス	H ₂
サイクル数	140 cycles

GaAsNのガスパルスシーケンス



測定方法

- 走査型電子顕微鏡 (SEM)
- ラマン分光法
- 励起光 : Arイオンレーザー (488 nm)

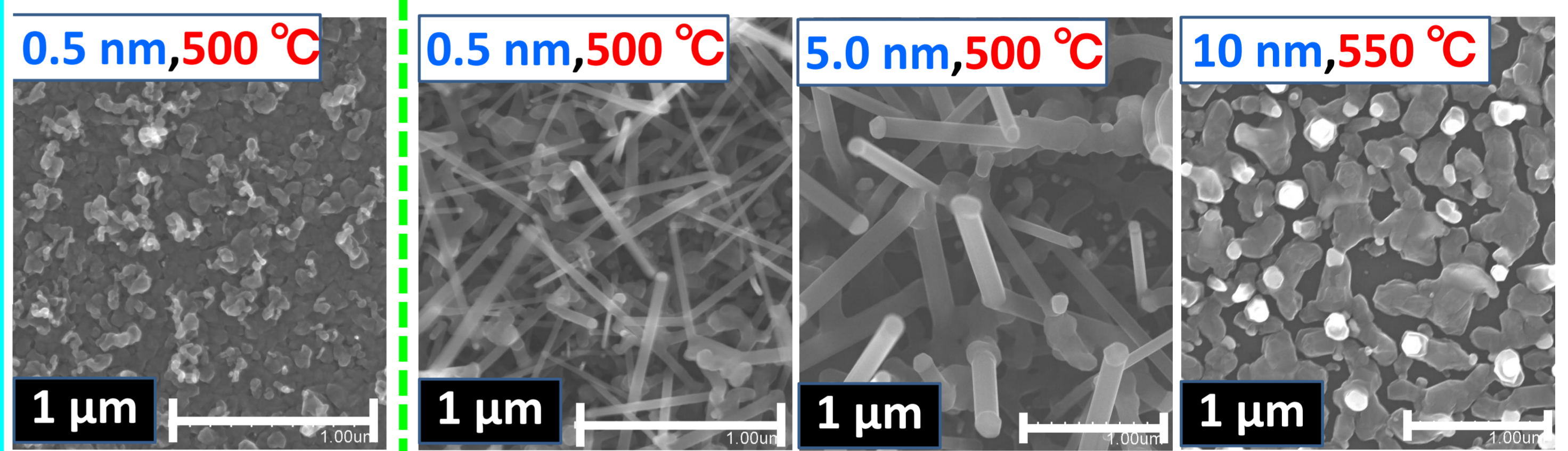
[結果と考察]

①SEM画像観察結果

SEM画像中の 青文字 : Auスパッタ膜厚
赤文字 : 成長温度

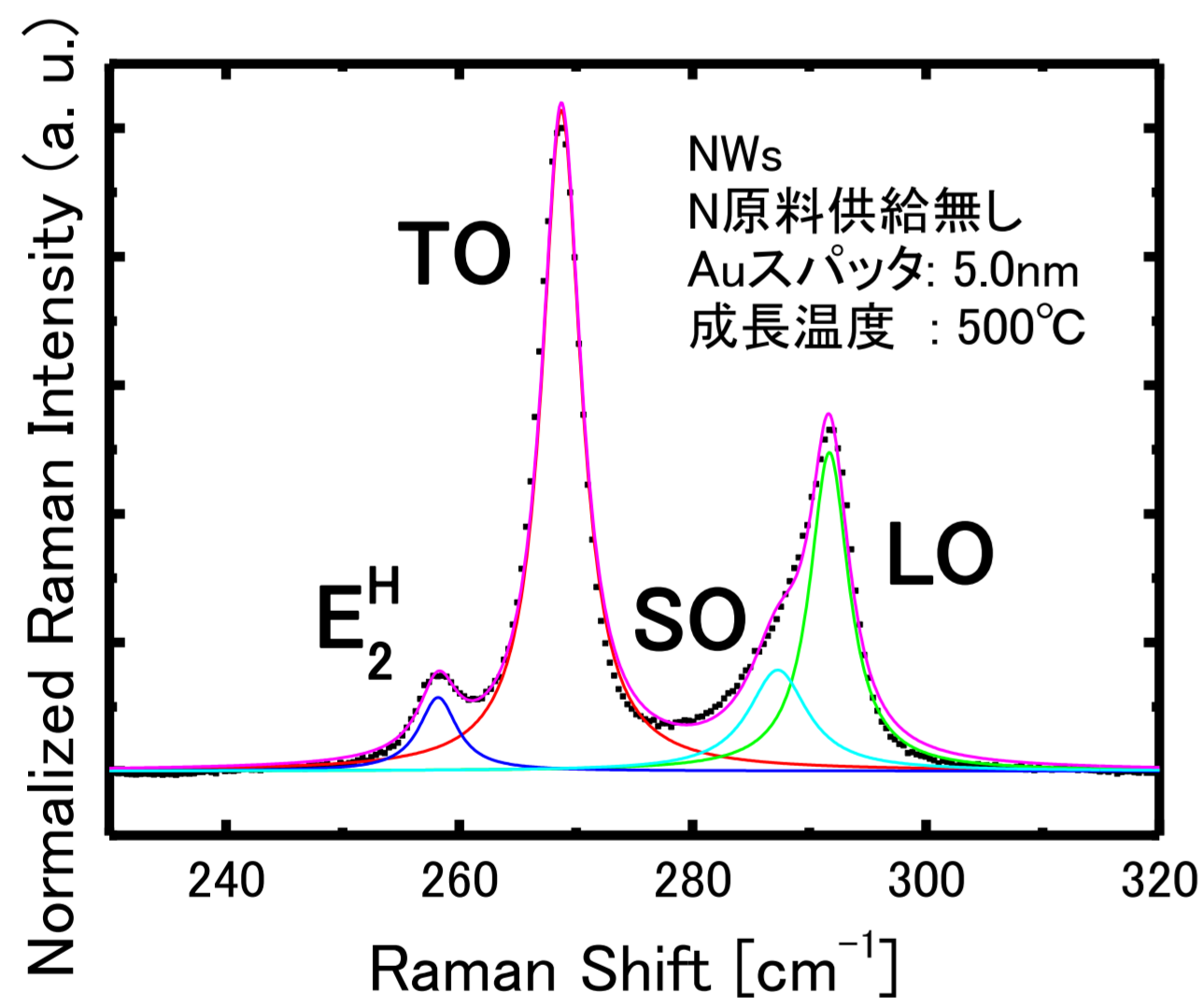
N原料供給有り

N原料供給無し



- N原料を供給 → 塊状のナノ粒子を形成 (GaAs基板と同様)
- Auスパッタの膜厚を増加 → NWsの長さ及び直径が増加
- 成長温度の増加 → NWsの直径が減少

②ラマンスペクトル

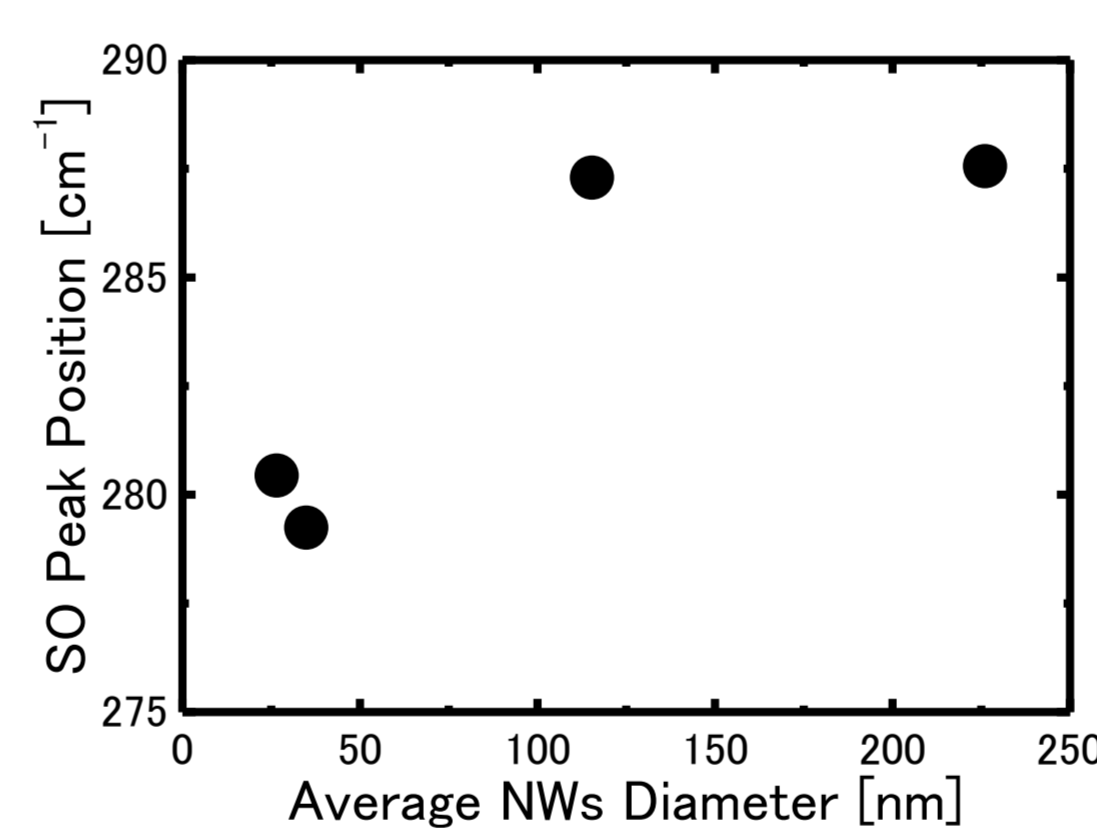


TO : GaAsの横光学モード

LO : GaAsの縦光学モード

E₂^H : WZ構造に関する光学モード

SO : 曲面のある結晶表面における格子振動由来の光学モード



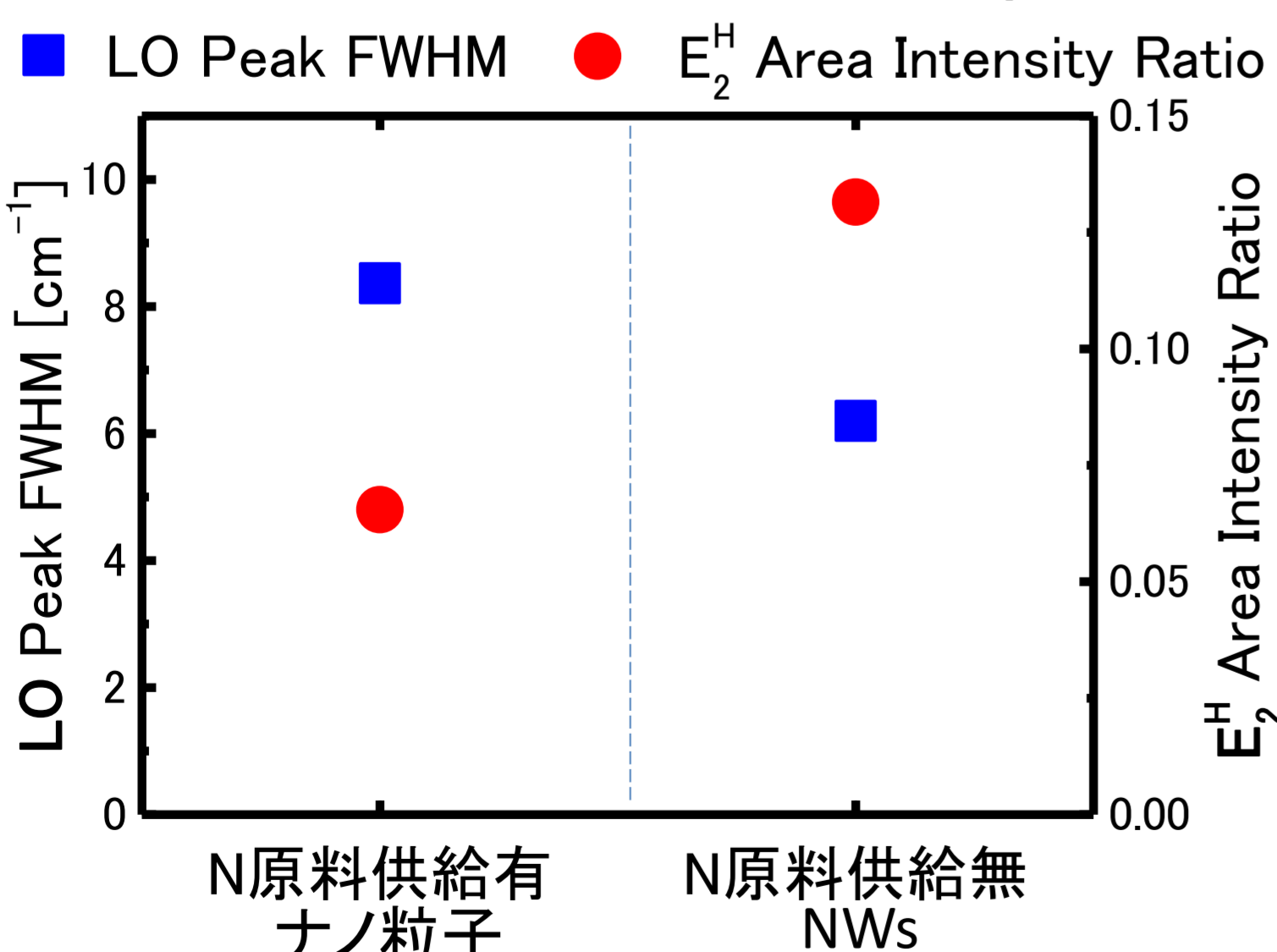
直径の減少により, SOピークのダウンシフトが確認された

③解析

- LOピーク半値幅 → 小さいほど結晶性が良い
- E₂^Hピーク面積強度比
= $\frac{E_2^H \text{ピーク面積}}{\text{SOピーク以外の面積の総和}(LO + TO + E_2^H)}$

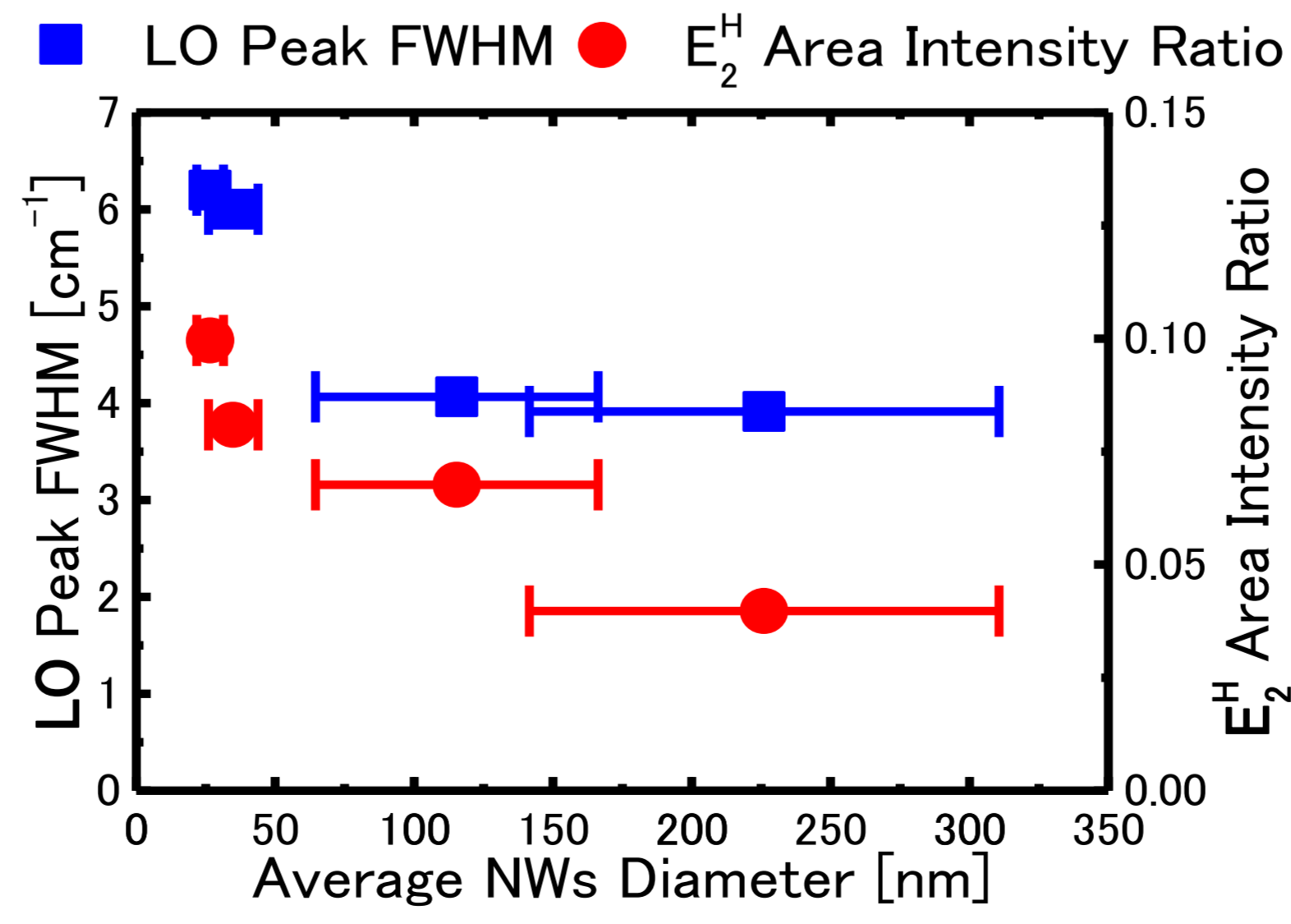
→ 小さいほどWZ構造の成長を抑制

N原料供給による結晶性及び結晶構造への影響



- 結晶性 → NWs > ナノ粒子
- N原料供給 → WZ構造の割合が減少

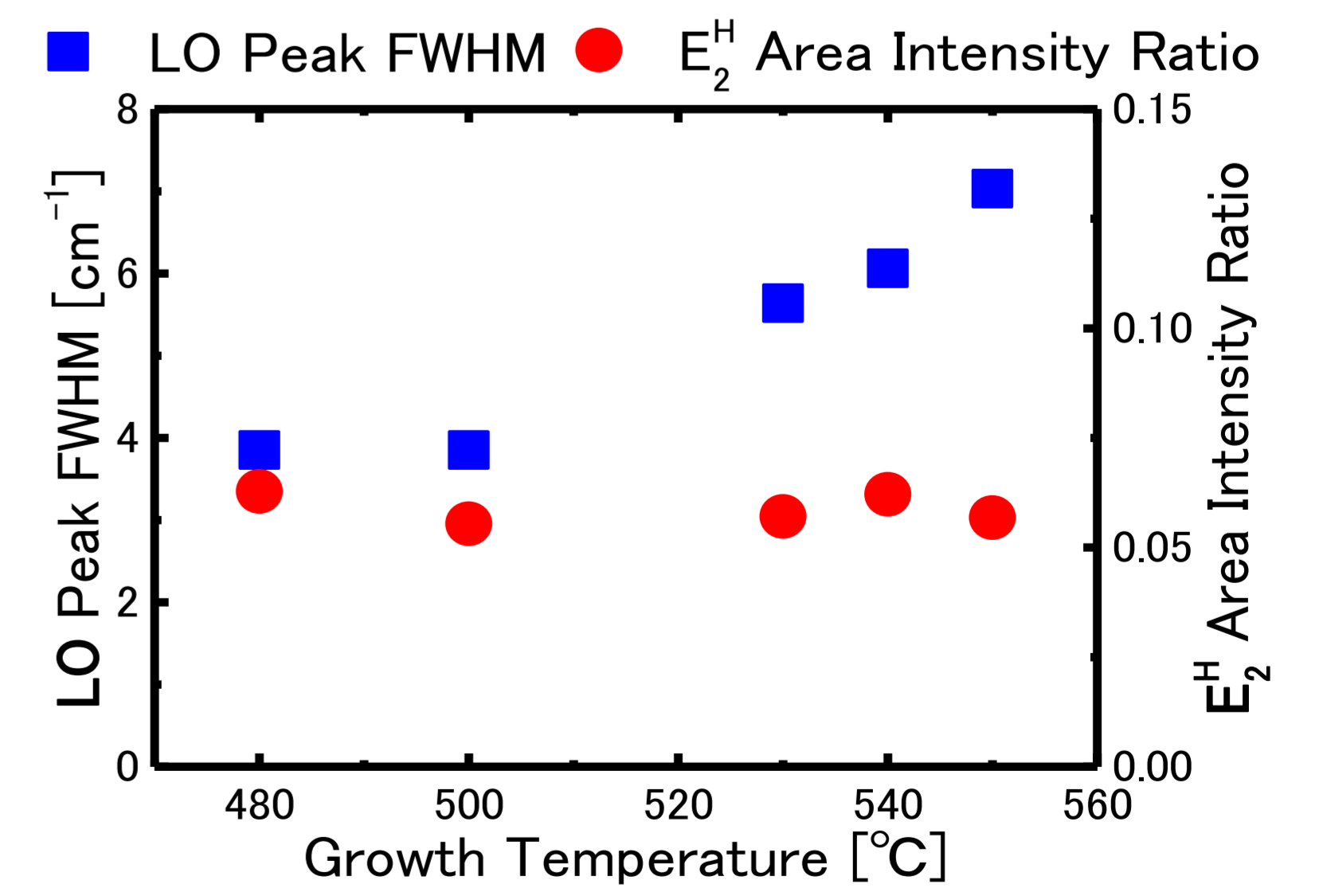
結晶性及びWZ構造のNWs直径依存性



- NWs直径の増加 → 結晶性が向上
- WZ構造の割合が減少

バルク結晶に近づく→ZB構造が成長しやすくなる

結晶性及びWZ構造の成長温度依存性



- 成長温度の低下 → 結晶性が向上
- WZ構造成長に影響無し

成長温度が高くなると, Asの脱離が顕著になる

[まとめ]

- 基板の種類に関わらずN原料を供給するとナノ粒子を形成するが, WZ構造の割合が減少する。
- NWsの直径が大きい方が結晶性が良く, 成長温度が低い方が結晶性が良い。

[1] H. Suzuki et al., J. Cryst. Growth 386 100-106 (2014)
[2] I. Zardo et al., Phys. Review B 80, 245324 (2009)
[3] N. Begum et al., J. Appl. Physics 106, 114317 (2009)