

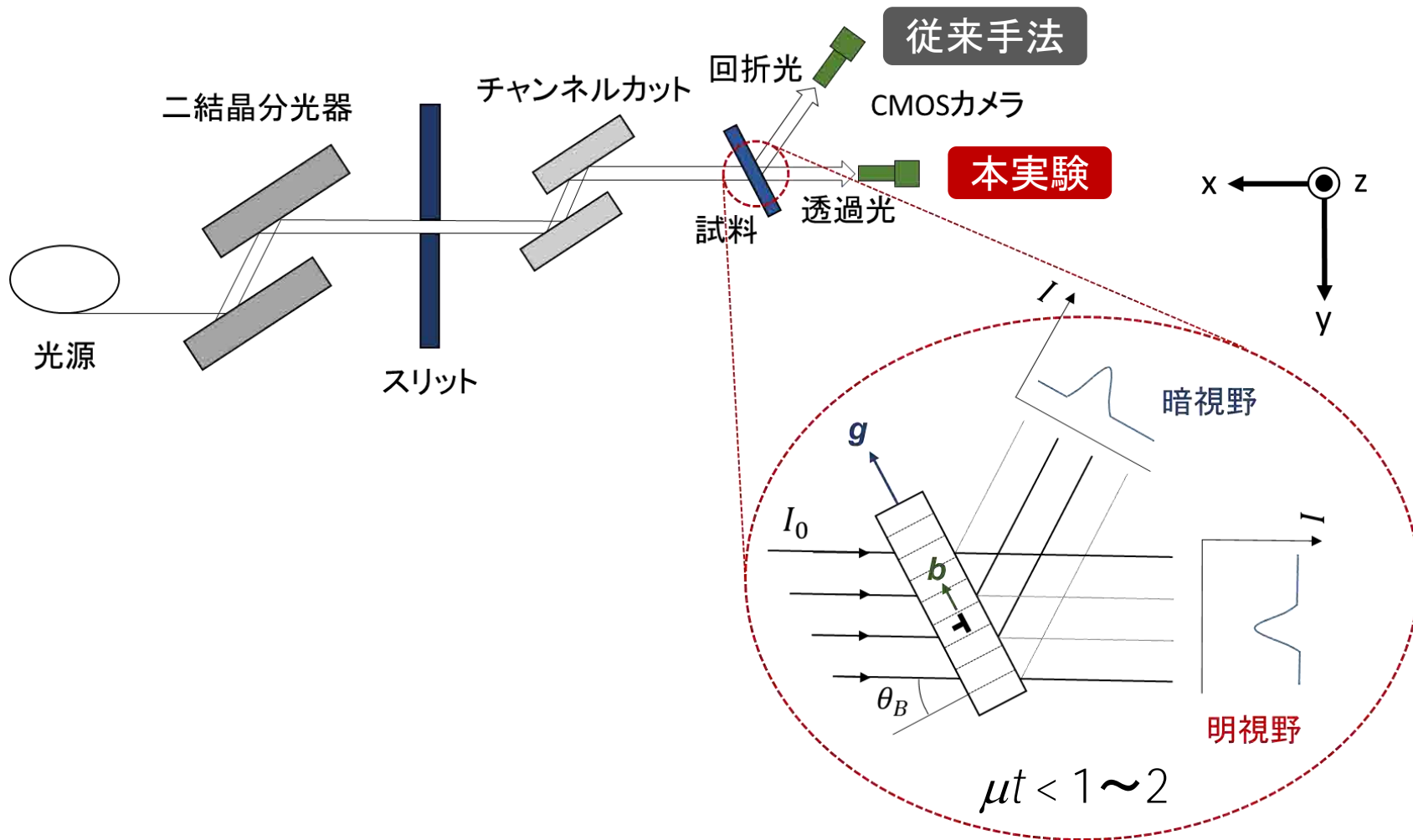
多波回折明視野X線トポグラフィによる Naフラックス法GaN基板中転位の同定

津坂 佳幸^{1,2}, 水落 博之, 鶴丸 哲也¹, 松井 純爾²
今西 正幸³, 今出 完³, 森 勇介³

1. 兵庫県立大学大学院物質理学研究科
2. 兵庫県立大学産学連携・研究推進機構放射光ナノテクセンター
3. 大阪大学大学院工学研究科

明視野トポグラフィの配置

SPring-8 BL24XU
B1 Hutch



六方晶座標

- 六方晶座標を4指数表示から下付きのベクトル表示に変換
 $a_1 \perp m_1, a_2 \perp m_2, a_3 \perp m_3$ となるように定義

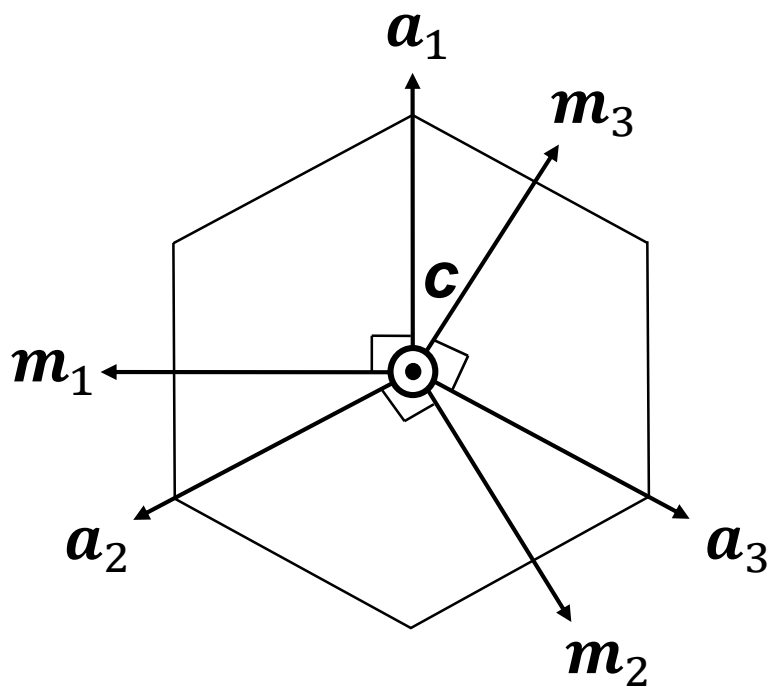


TABLE II. Summary of dislocation types found in nonpolar III-nitride films, where \mathbf{b} is the dislocation Burgers vector.

Dislocation type	\mathbf{b}	Bounds
Frank-Shockley partial	$\frac{1}{6}\langle 20\bar{2}3 \rangle$	I_1
Shockley partial	$\frac{1}{3}\langle 1\bar{1}00 \rangle$	I_2
Frank partial	$\frac{1}{2}\langle 0001 \rangle$	E
Pure (a type)	$\frac{1}{3}\langle 11\bar{2}0 \rangle$	None
Pure ($a+c$ type)	$\frac{1}{3}\langle 11\bar{2}3 \rangle$	None
Pure (c type)	$\langle 0001 \rangle$	None
Stair rod	$\frac{1}{6}\langle 10\bar{1}0 \rangle$ $\frac{1}{6}\langle -3-2-10 \rangle$	BSFs/PSFs

Moram *et al.* J. Appl. Phys. 105, 113501-2 (2009)

$g \cdot b = 0$ の条件

$b : a$ -type と直交する g

b	g
a_1	m_1
	$m_1 + c$
	$m_1 - c$

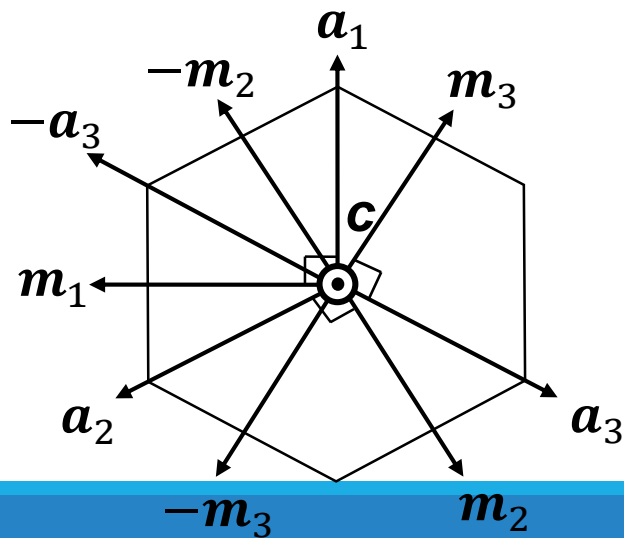
($b = a_2, a_3$ は省略)

$b : a + c$ -type と直交する g

b	g
$a_1 + c$	m_1
	$-m_3 + c$
	$-m_2 - c$

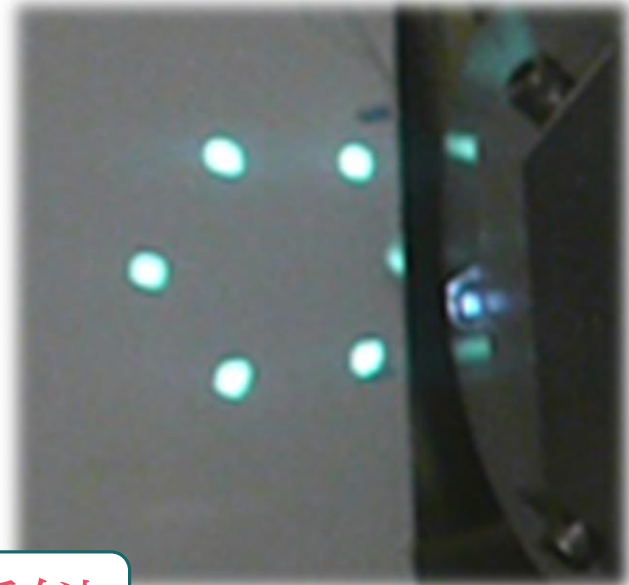
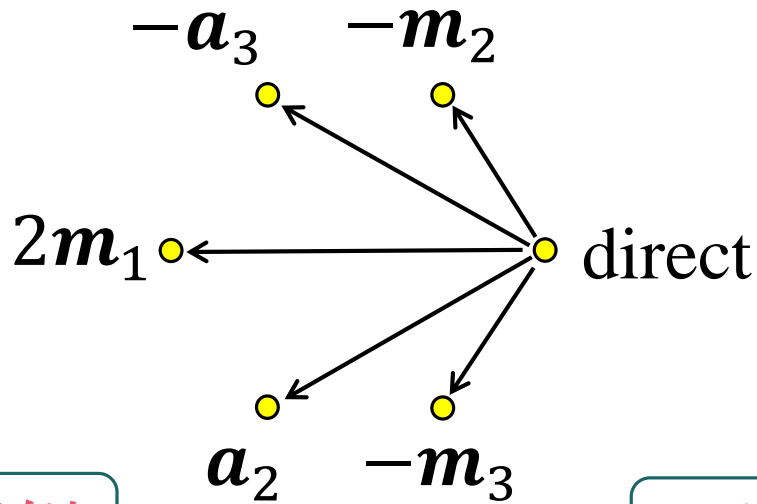
($b = a_2 + c, a_3 + c, a_1 - c, a_2 - c, a_3 - c$ は省略)

六方晶座標

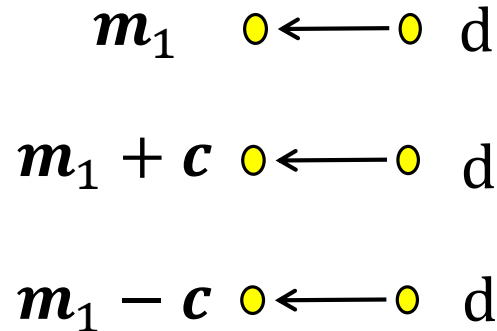


GaN(六方晶)のX線多波近似

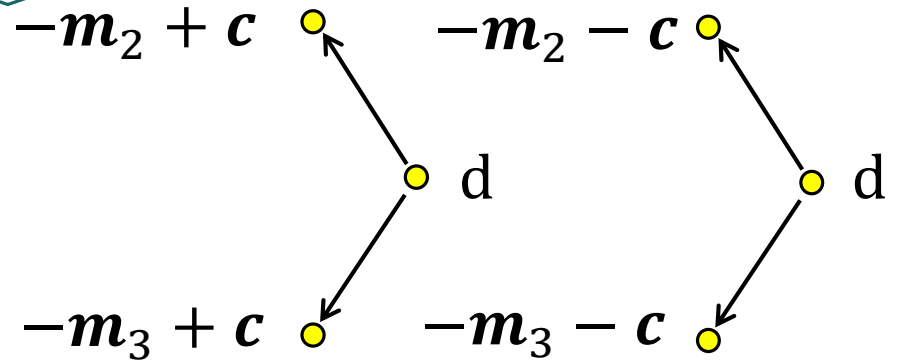
6波近似



2波近似



3波近似



回折光と明視野トポグラフの対応

露光時間: 0.1 sec
step: $\omega = 0.0005^\circ$

蛍光板

CMOSカメラ

ω

$-a_3$ $-m_2$

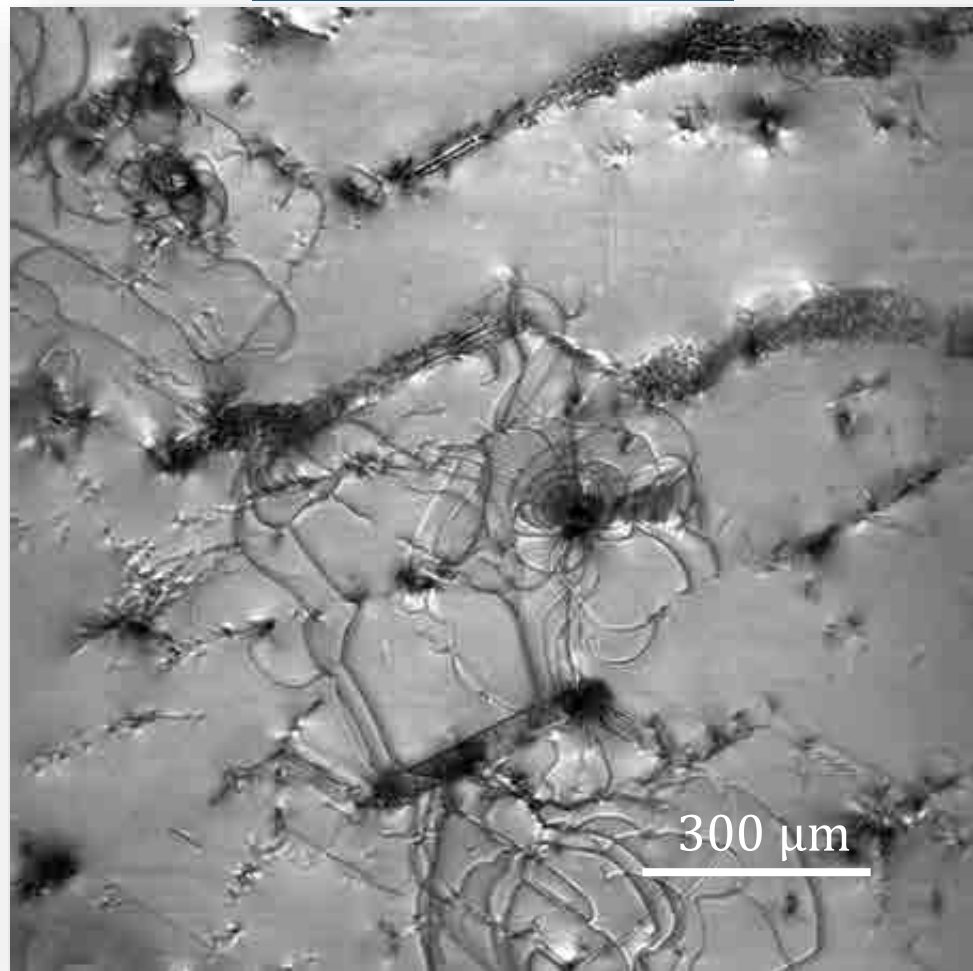
$2m_1$

a_2 $-m_3$

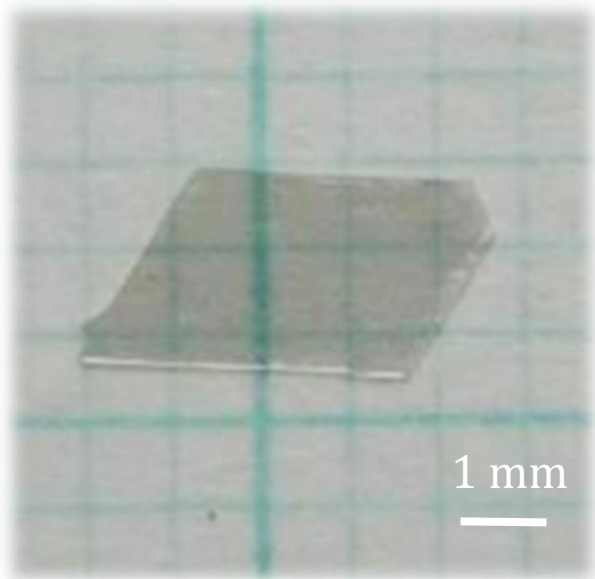
GaN

φ

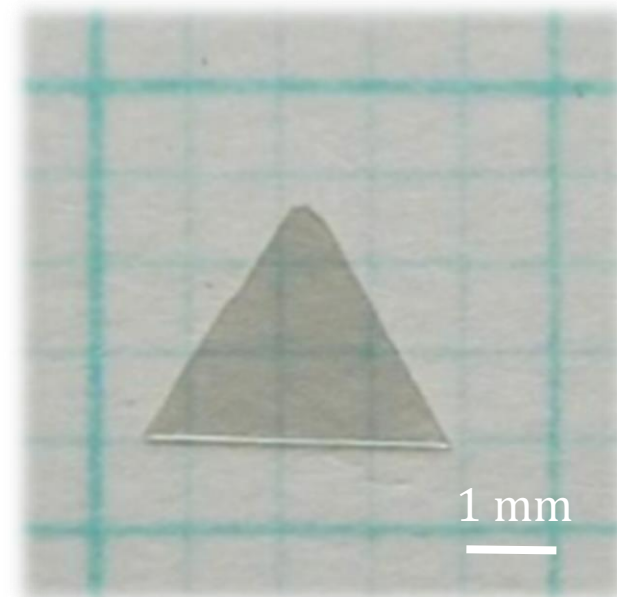
CMOSカメラ像



Naフラックス法GaN基板

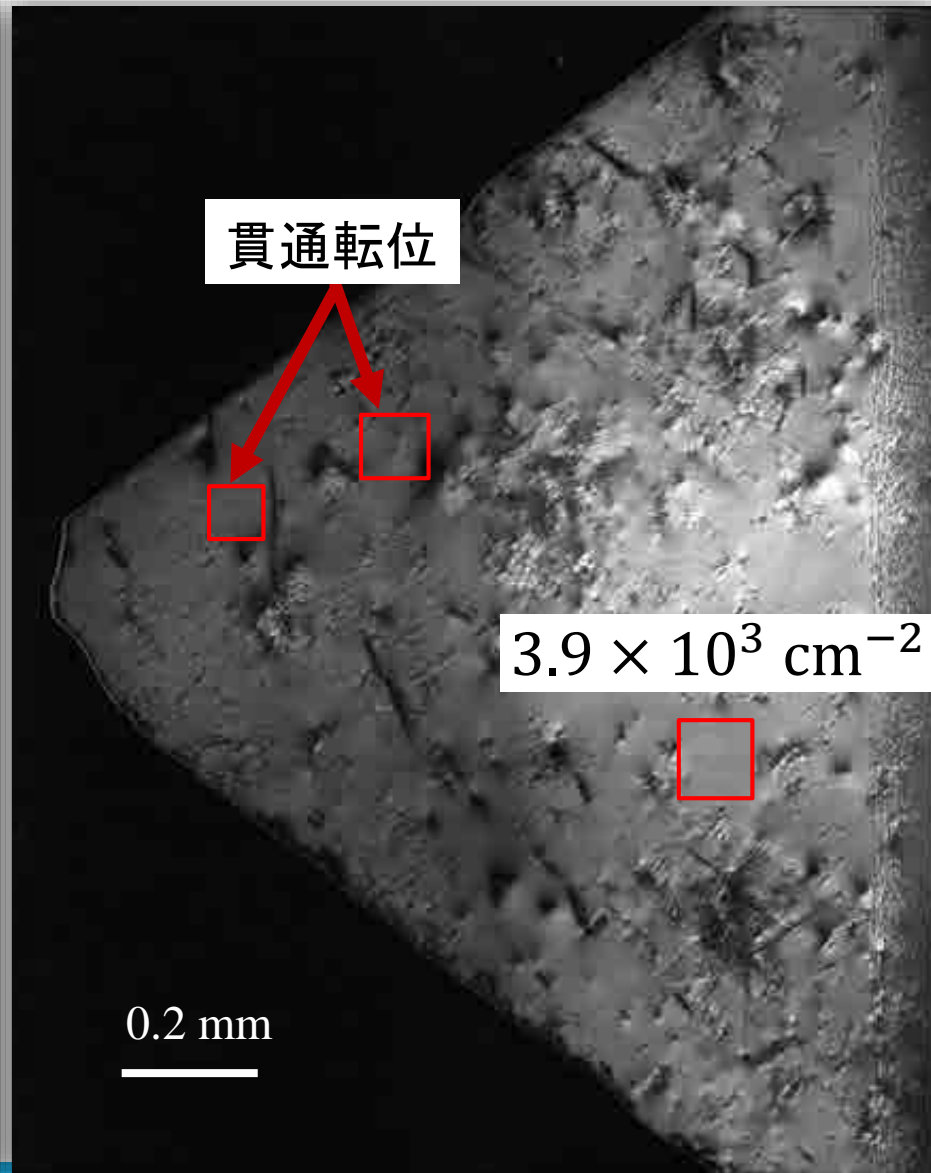
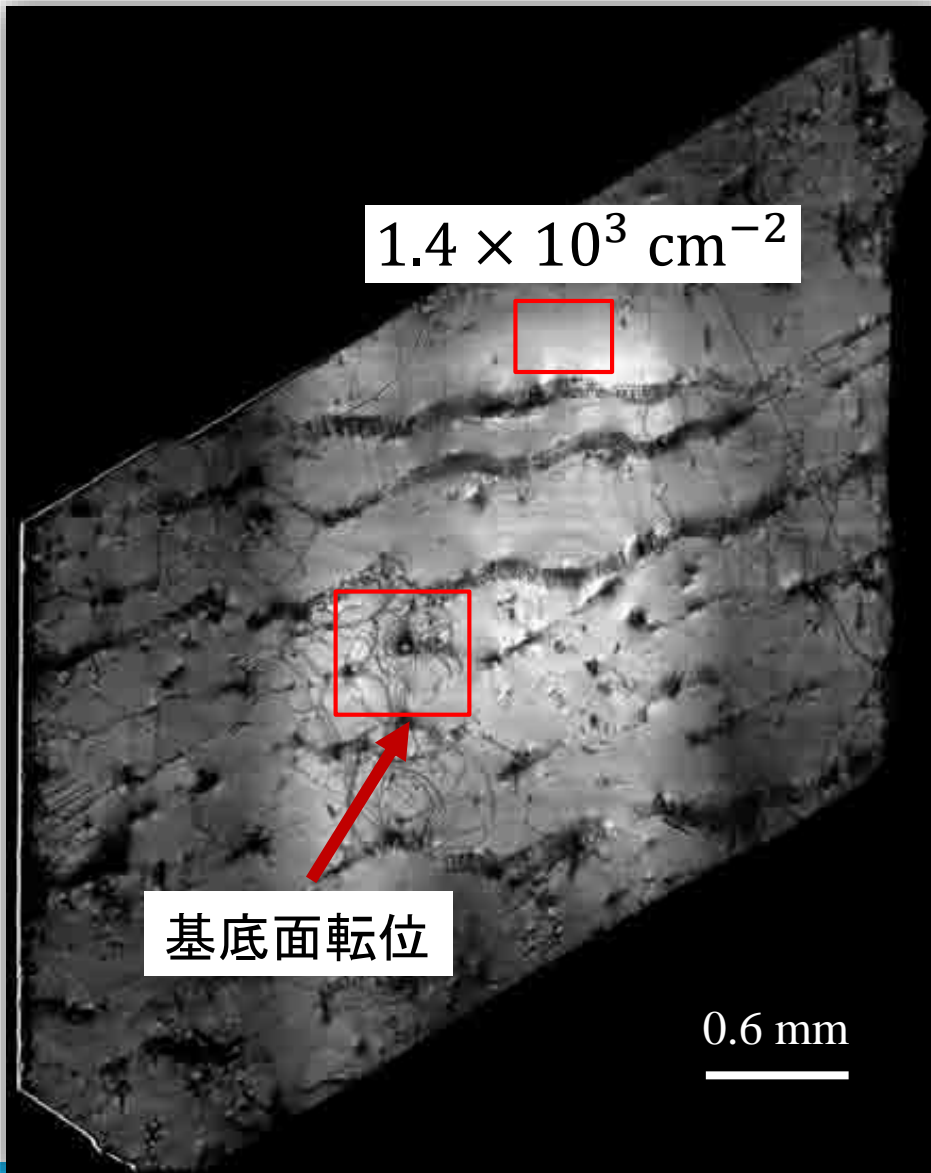


成長方法: FFC
膜厚: 50 μm
表面・裏面: CMP

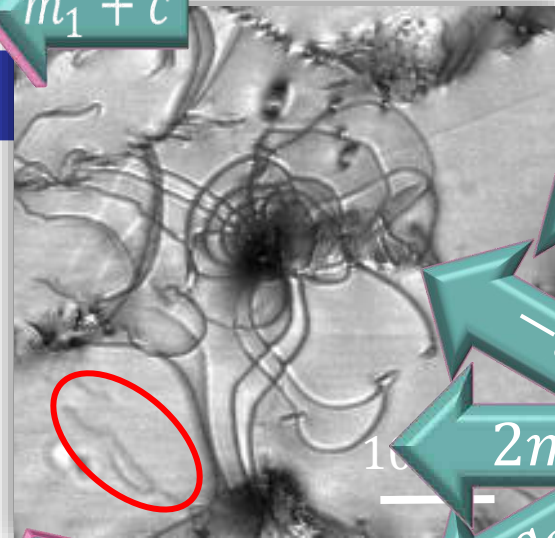
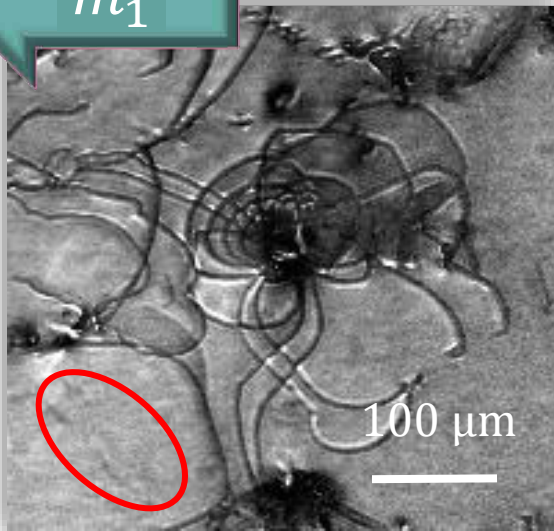
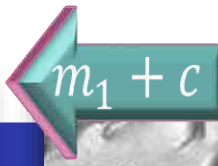


- ✓ 種結晶から離れた成長後期のGa₂N基板
- ✓ 歪みが少なく反りが小さいので、基板の広範囲で回折条件を満たす。

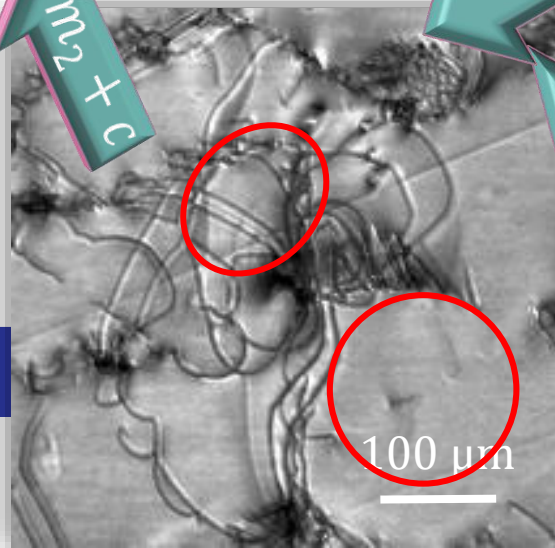
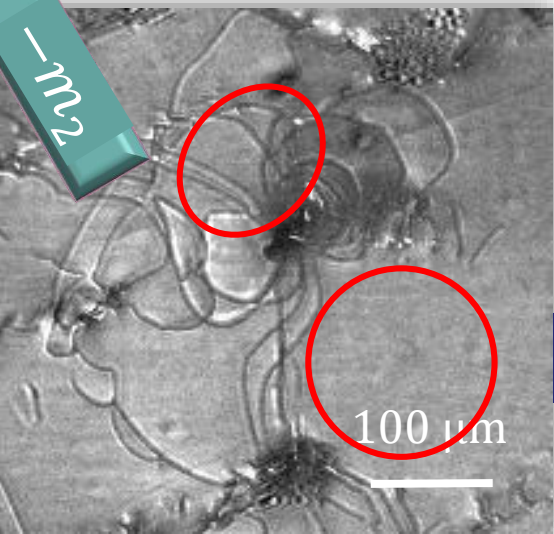
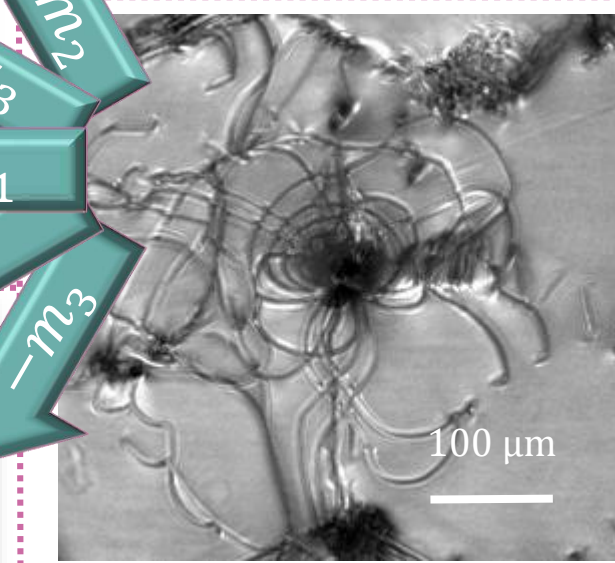
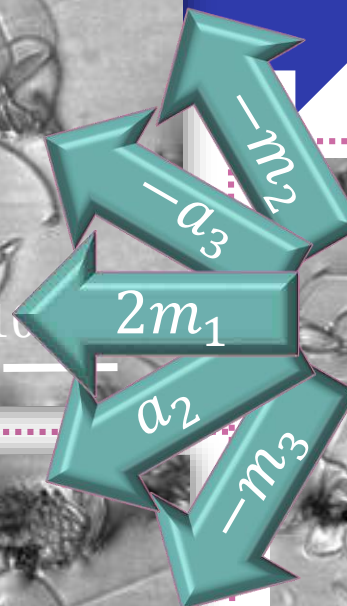
明視野トポグラフィ(全面走査)



基底面轉位

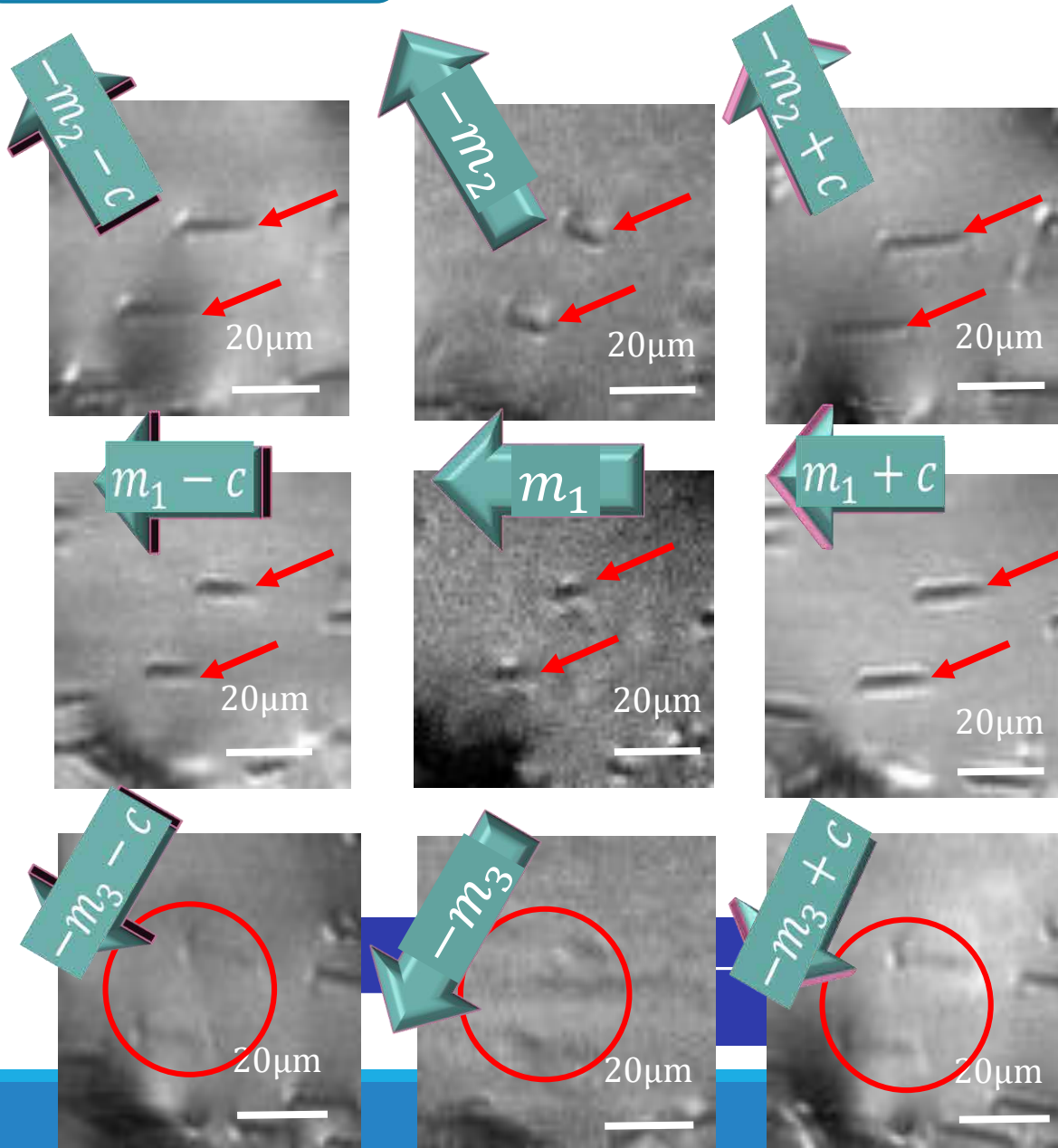


$$b = a_1$$

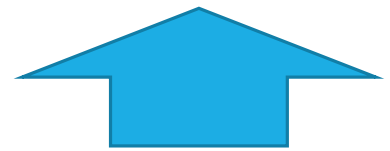


$$b = a_2$$

貫通転位1



a-type



$$b = a_3$$

貫通転位2



$$b = a_1 - c$$

$a + c$ -type

まとめ

- 多波回折明視野X線トポグラフィをGaN基板(六方晶)に適用した。(6波近似、2波近似、3波近似)
 - g ベクトルを m, a だけではなく $m \pm c$ のトポグラフィ像を取得すれば b を決定できる。
 - 基底面転位の b ベクトルは a -typeのみ、貫通転位の b ベクトルは a -typeと $a + c$ -typeの2つを確認した。
-