

# Channeling implantation for 4H-SiC

960 keV Al, P, B, N  $\rightarrow$  4H-SiC(0001),  $\langle 0001 \rangle$  Direction

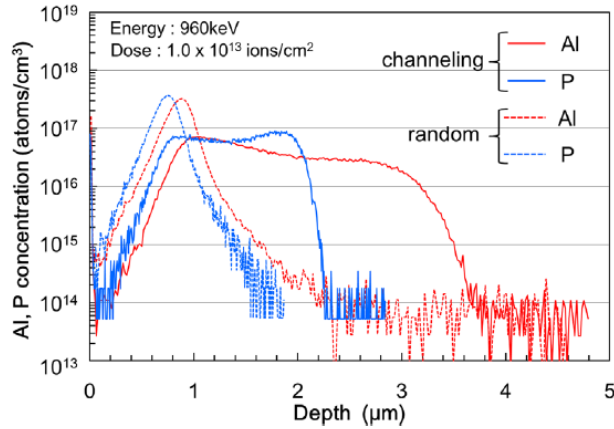


Fig. 1. (Color online) SIMS depth profile of Al and P for channeling and random implantation.

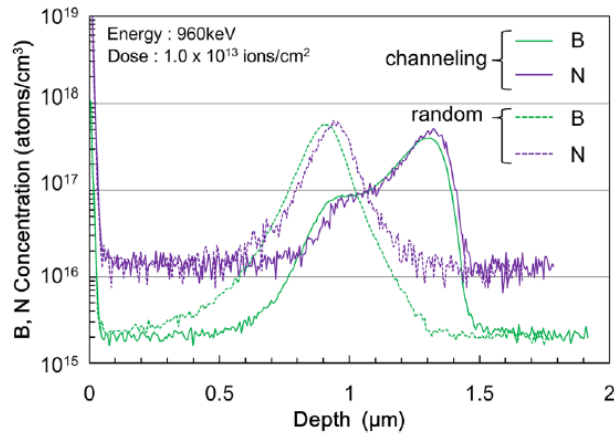
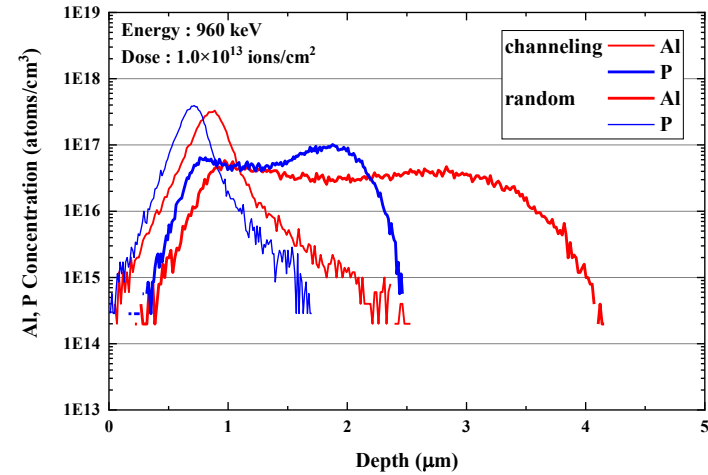
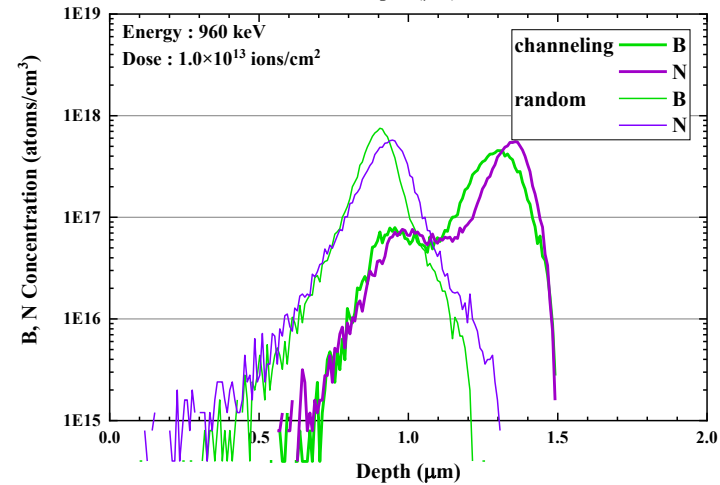


Fig. 2. (Color online) SIMS depth profile of B and N for channeling and random implantation.



Simulation using scatGUI

Channeling :  $\theta=0^\circ$  ,  $\varphi=0^\circ$   
Random :  $\theta=4^\circ$  ,  $\varphi=15^\circ$

Ref. R. Wada et al., JJAP 61, SC1033 (2022).

# Channeling implantation for 4H-SiC, scatGUIで仮定した主なパラメータ

960 keV Al, P, B, N → 4H-SiC(0001), <0001> direction

	電子阻止能 (Se)への補正係数	衝突係数依存阻止能の $\beta$ の係数 $\beta = k/a\_screening$	ビーム発散角 ( $\sigma$ : 標準偏差)
960 keV B → 4H-SiC	1.27倍 (Si, C)	0.38	0.3°
960 keV N → 4H-SiC	0.89倍 (Si, C)	0.31	0.3°
960 keV Al → 4H-SiC	1.0倍 (Si, C)	0.60	0.35°
960 keV P → 4H-SiC	0.8倍 (Si, C)	0.48	0.35°

衝突係数依存の電子阻止能の形

Oen-Robinson 型

E: エネルギー

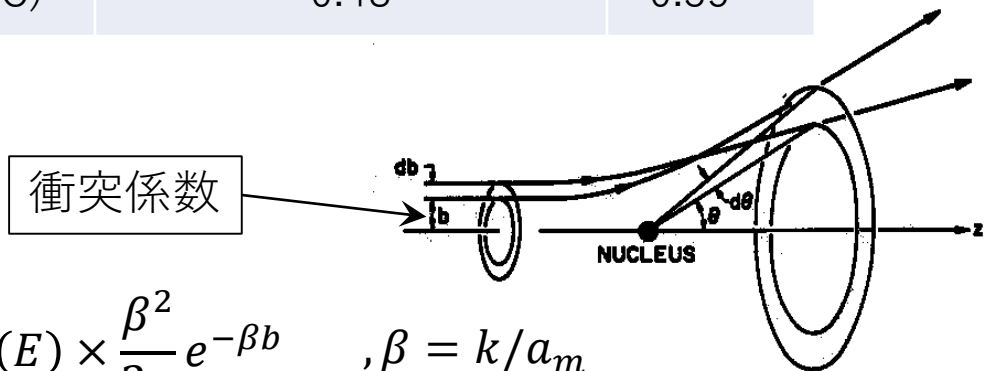
b: 衝突係数

$\beta$ : 減衰係数

$$S_e(E, b) = S_{e,Ziegler}(E) \times \frac{\beta^2}{2\pi} e^{-\beta b}, \quad \beta = k/a_m$$

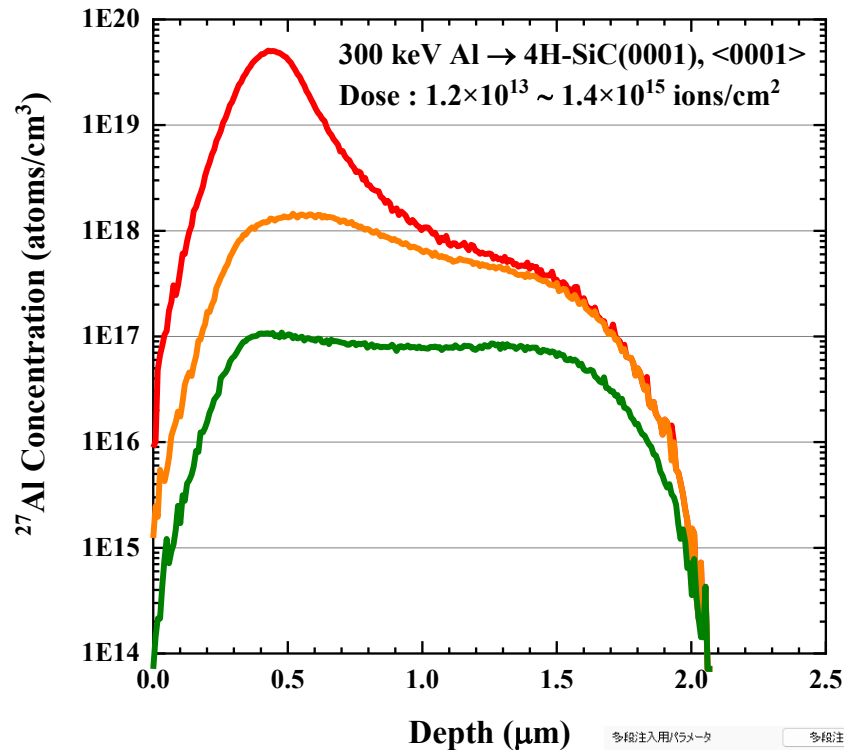
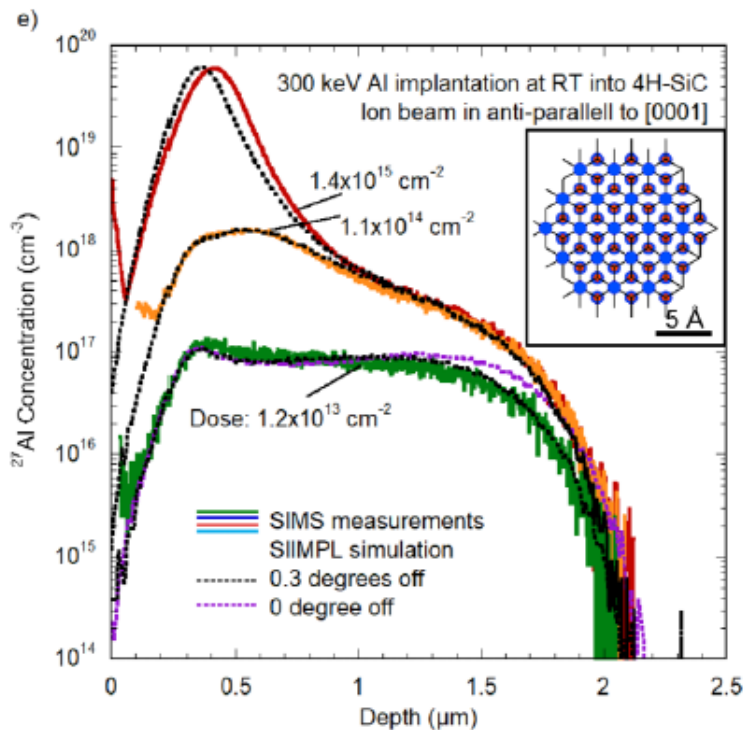
$$a_m = 0.8853 a_0 \left( Z_1^{2/3} + Z_2^{2/3} \right)^{-1/2} \quad \int_0^{\infty} 2\pi b \frac{\beta^2}{2\pi} e^{-\beta b} db = 1$$

$$a_0 = 0.529 \text{ \AA}$$



# 4H-SiCに対する高ドーズチャネリングイオン注入の例

300 keV Al → 4H-SiC(0001), <0001>方向入射,  $1.2\text{E}13 \sim 1.4\text{E}15/\text{cm}^2$



Ref. M. K. Linnarsson et al., J. Appl. Phys. 130, 075701 (2021).

$\sigma = 0.45^\circ$  scatGUIでの再現  
 $\beta = 0.6/a_m$  シミュレーション  
 Se : 1.0倍  
 NRT(欠陥生成率) : 1.0 倍  
 計算: 低ドーズでの分布形状の変化が大きいため複数回注入  
 (分割数はそれぞれ20)

多投注入用パラメータ			多投注入の例		
注入種別	入射エネルギー (keV)	総注入量 (atoms/cm <sup>2</sup> )	計算分割数	X方向のビーム発散角 (deg.標準偏差)	Y方向のビーム発散角 (deg.標準偏差)
<input type="checkbox"/>	300	1.2E13	20	0.45	0.45
<input checked="" type="checkbox"/>	300	9.8E13	20	0.45	0.45
<input checked="" type="checkbox"/>	300	1.29E15	20	0.45	0.45

$$1.2\text{E}13 + 9.8\text{E}13(1.1\text{E}14) + 1.29\text{E}15(1.4\text{E}15)$$