

スーパーボルマン効果を利用した CZ-シリコンネッキング部の転位観察
**Observation of dislocations around crystal necking parts of CZ-Silicon
 using super-Borrmann effect**

○(M1)藤田 優¹, 鎌本 春花¹, 水落 博之¹, 堀川 智之², 津坂 佳幸^{1, 3}, 松井 純爾³

○Yu Fujita¹, Haruka Kamamoto¹, Hiroyuki Mizuochi¹, Tomoyuki Horikawa²,
 Yoshiyuki Tsusaka^{1, 3}, Junji Matsui³

¹兵庫県立物質理学, ²グローバルウェーハズ・ジャパン株式会社, ³兵庫県大・放射光ナノテクセンター

¹Grad. Sch. of Material Sci. Univ. of Hyogo, ²GlobalWafers Japan Co., Ltd., ³Syn. Rad. Nano-Tech. Center

E-mail: ri18x026@stkt.u-hyogo.ac.jp

CZ-Si 引き上げ結晶ネック部内転位を、スーパーボルマン効果を利用した X 線透過トポグラフィで観察した。これまで、数 mm 厚のネック部を非破壊で観察するには、60 keV 程度の高エネルギー放射光 X 線を用いる必要があった[1]。本研究では新たに、低エネルギー X 線を用い、スーパーボルマン効果[2]を利用する手法で結晶内の転位を観察した。通常のボルマン効果とは、一つの回折波 g のみが励起されるように入射波をラウエ配置で入射させたとき、ブロッホ波 O 波と G 波の干渉により異常透過と異常吸収が同時に起こる現象である。スーパーボルマン効果では、 g_{111} , $g_{\bar{1}\bar{1}\bar{1}}$ ベクトルを同時励起することで、ボルマン効果よりさらに吸収係数が小さくなる。表 1 にそれぞれの吸収係数の計算値を示す。

SPring-8 BL24XU にて 15 keV の放射光を用い、多波回折明視野 X 線トポグラフィ[3]で実験を行った。この手法は、多波回折条件下で目的の g ベクトルを励起し、試料からの透過光を CMOS カメラで撮像する方法である。CZ-Si 引上では、種結晶の着液時に発生する転位を消滅させるため、直径を細く絞る Dash ネッキング法が行われている。直径が細くなる箇所では転位密度が減少している様子が観察され、細く絞ることの有効性が確認された(Fig.1)。

高エネルギー X 線は放射光施設など使用できる場所が限られている。しかし、低エネルギー X 線領域でスーパーボルマン効果を利用したトポグラフィにより、ラングカメラ等を使用した実験系でもネッキング部の転位観察が可能であることを示唆する。

[1] S. Kawado *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **38** (2005) A17.

[2] G. Borrmann and W. Hartwig: Z. Kristallogr. **121** (1965) 401.

[3] Y. Tsusaka *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **87** (2016) 023701.

Table.1 The values of the minimum absorption coefficient for σ -polarizations (cm^{-1} @15 keV for Si).

μ_0 (normal)	μ_e (two-beam)	μ_e (three-beam)
22.6	6.62	0.28

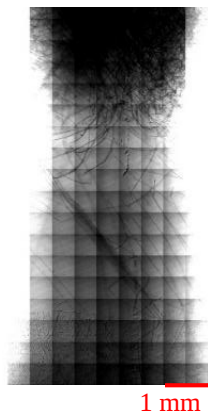


Fig.1 Bright-field X-ray topographs of a necking part of CZ-Si crystal. It can be seen that the dislocations inside the crystal go to outside at a thinner region.