

焦電性結晶の熱励起により発生する X 線強度安定性に及ぼす 結晶形状の影響に関する研究

Study on the Effect of Crystal Shape on the Intensity-stability of X-rays
Emitted by Thermal Excitation of Pyroelectric Crystals

○小川 友輔¹, 佐藤 祐喜¹, 伊藤 嘉昭², 吉門 進三¹ (1. 同志社大院理工, 2. 京大化研)

°Yusuke Ogawa¹, Yuuki Sato¹, Yoshiaki Ito², Shinzo Yoshikado¹ (1.Doshisha Univ., 2.Kyoto Univ.)

E-mail: syoshika@mail.doshisha.ac.jp

【はじめに】真空中で分極を揃えた焦電性結晶の温度を変化させると、結晶やそれに対向するターゲットから X 線が発生することが報告されている[1]。しかし現段階では、発生する X 線は不安定であり強度も低い。X 線強度は、各温度サイクルにおいて、電界の強さと結晶表面の蓄積電荷量が同じであれば安定化するはずである。しかし、同じ温度変化を繰り返しても強度は不安定となる場合がある。強度を安定化させるためには、結晶表面の蓄積電荷量を各温度サイクルで揃え、不安定性の原因の一つである沿面放電が起こらないようにする必要がある。今までの研究より、沿面放電は電界の強度が大きい結晶端部で生じていることが分かっている。そこで本研究では、沿面放電を抑え強度の安定性を向上させるため結晶端部の電界の強さを相対的に小さくするために結晶形状として半球形状はじめとする様々な形状の結晶を評価した。

【実験方法】焦電性結晶として、*c* 軸(*z* 軸)方向に分極を揃えた LiTaO₃ 単結晶 (山寿セラミックス) を用いた。結晶の形状として、半径 5mm、高さ 5mm および 10mm の円柱状に加え、*-z* 面を半径 5mm の半球形状および、*-z* 面および *+z* 面を半径 5mm、高さ 5mm の円錐形状加工し、さらに、それぞれ *+z* 面部分に半径 5mm、高さ 5mm の円柱を加えた全高 10mm の形状も用意した。結晶の加工した面の頭頂部から距離 10mm の位置に厚さ 20 μm の Cu 箔ターゲットに対向させ、対向する電気面をペルチェ素子に導電性テープで固定した。真空容器内の圧力を約 2×10^{-4} Pa とした。周期 1000s の三角波電圧をペルチェ素子に印加することにより、結晶の温度を周期的に変化させた。温度変化幅 $\Delta T = 40, 50, 60^\circ\text{C}$ と変化させた。AMPTTEK 社製の Si 検出器(XR-100CR Si-PIN X-Ray Detector)を用いて X 線強度を約 80~1000 周期連続で測定した。なお、筐体、ターゲット、結晶の *+z* 面は電氣的に接地した。

【実験結果】一例として、Fig. 1 に、半球形状および *+z* 面を円錐形状としその下に円柱を付加した形状の結晶(*+z* 円錐+円柱)に対する X 線光子の周期ごとの平均計数率を $\Delta T = 40, 50, 60^\circ\text{C}$ のそれぞれについて示す。前回発表したように半球形状の場合の円柱形状に比べて *-z* 面における電界強度の急激な勾配が存在しないため、放電が抑えられ安定性が著しく向上した。円柱状結晶と比較して ΔT を大きくすると強度の増加率が大きくなるという特徴があった。一方、*+z* 円錐+円柱結晶に対して、*-z* 面をターゲットに対向させた半球形状の場合よりも強度は小さくなるが、 $\Delta T = 60^\circ\text{C}$ では X 線強度および安定性は円柱の場合と比較して著しく改善された。他の形状の結晶に対する X 線強度および安定性および結晶近傍の電界強度については当日発表する予定である。

[1] J. D. Brownridge et al., J. Appl. Phys., 86, p.460 (1999)

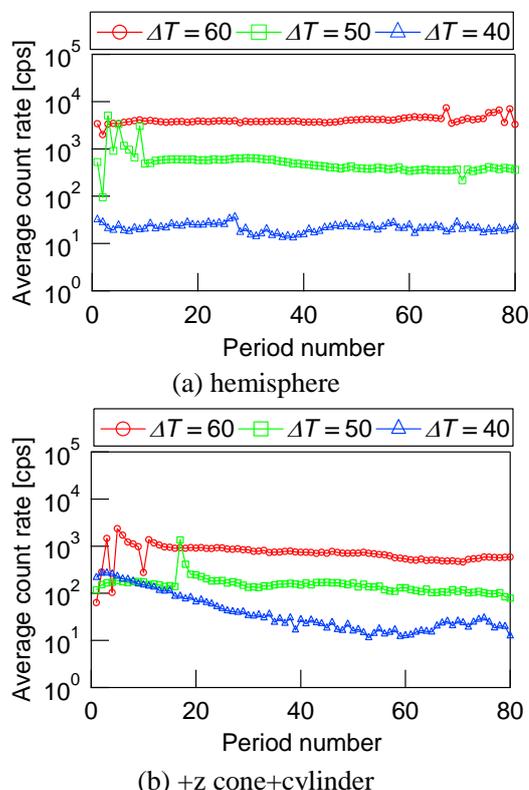


Fig. 1 Average counts of X-ray photons per cycle for various values of shapes and ΔT .