焦電性単結晶 LiTaO₃を用いた X 線放射の強度および安定性の 改善に関する研究

Study on improvement of the intensity and stability of X-rays emission using pyroelectric single crystal LiTaO₃

^O木田 凱遙¹, 西村 駿哉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) [°] Tomoharu Kida¹, Shunya Nishimura¹, Yuuki Sato¹, Yoshiaki Ito², Shinzo Yoshikado¹ (1.Doshisha Univ., 2.Kyoto Univ.) E-mail: syoshika@mail.doshisha.ac.jp

【はじめに】減圧下で分極を揃えた焦電性単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。電界強度は結晶の温度変化幅 ΔT を大きくした時に強くなる。また結晶 とターゲット間の距離をより短くすることで、電気力線がターゲットの中心に集中し電界強度が 強くなる。しかし先行研究より、直方体形状の焦電性結晶を用いた場合、結晶端部で電界強度が 大きいために沿面放電によりX線の発生強度が不安定になることが分かっている。電気力線の集 中を排除し沿面放電を防ぐために結晶の形状を半球状にした。その結果縁面放電の頻度は少なく なったが、直方体形状時と比較するとX線強度が小さくなった。そこで本研究ではX線の強度の 安定性を保持したまま強度の改善を行うために、結晶とターゲット間の距離を極力小さくするこ とを試みた。

【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。-z 面を球面, +z 面を底面とし半径 5.0, 7.5mm の半球形状の結晶を用いた。Fig.1 に示 すように、半球形状部を 20 µm の無酸素 Cu 箔ターゲットに対向させ、半球頭頂部から距離 d を 変化させた。結晶の+z 面(平面)をペルチェ素子上の銅箔に導電性テープあるいは導電性ペース ト(ドータイト550)で固定した。筐体、ターゲット、結晶の+z 面下の銅箔を接地した。真空 容器内の圧力を高真空の場合には約 4×10⁴ Pa、ガスを導入する場合にはその圧力を変化させた。 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 の周期および温度変化幅 ΔT を種々変化させた。AMPTEK 社製の Si 検出器(XR-100CR Si-PIN X-Ray Detector)を用いて X 線強度を約 100 周期分測定した。Si 検出器の検出感度の線形性を確保するた めに、検出器の入射口に直径約 0.3mm の孔を設けた鉛板を取付、X 線を絞り込んだ。

【実験結果】Fig.2に一例として導電性テープで 結晶を固定し、周期 1000 s、ΔT = 50℃の場合、 dを2.5,4.5,6.5,8.5,10.5 mm と変化させた 場合のX線光子の周期ごとの平均計数率を示す. d を複数回繰り返し変化させ,X 線強度を測定 した結果、良好な再現性が得られた。dを4.5~ 10.5mm としたとき計数率は 10^2 程度あったが、 強度の安定化は見られた。一方, d を 2.5mm と したとき,X線強度が2桁以上劇的に増加した。 この原因として電界強度が大きくなったことが 考えられるが、その増加率は強度の増加率より も格段に大きいと考えられる。結晶を導電性ペ ーストで固定した場合には,縁面放電の頻度が 増加したことより、結晶の+z 面と銅箔の接触 部の隙間が X線発生強度に大きな影響を与える ことが示唆された。しかしX線発生強度の劇的 な増加の原因は現段階では不明である。講演当 日に,結晶の大きさ,温度変化周期, ΔT,結晶 の固定法とX線強度の相関性について報告する 予定である。

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







