

X線光学素子用ダイヤモンド結晶の現状と展望

玉作 賢治
理化学研究所

Present status and perspective of diamonds as x-ray optical element

Kenji Tamasaku
RIKEN

Diamonds are now used widely as optical elements in x-ray region, such as phase retarders, transparent high-pressure anvils, and so on. However, the crystalline quality of diamonds is still not sufficient as monochromators for highly coherent x-rays, which is expected to be the most important application. The characterization and related researches on diamonds will be reported.

ダイヤモンドはX線光学素子として、吸収が小さい、熱伝導度が高い、線膨張係数が小さいなどの様々な優れた特徴を有している。高温高压合成により大型の単結晶が育成できるようになると、これらの特徴を生かしたダイヤモンドの利用が急速に広がった。例えば、吸収が少ないため効率の良い移相子として偏光制御に利用されている。また、高い透過率と硬度を生かして超高压環境下でのX線回折散乱研究にも利用されている。

ダイヤモンドの利用として近年最も期待されているのは高熱負荷分光結晶である。例えば、SPring-8では最大 500 W/mm^2 に達する放射光を単色化するために、液体窒素で間接冷却されたシリコンを高熱負荷分光結晶として利用しているが、ダイヤモンドであれば遙かに容易で安価な間接水冷で十分である。液体窒素冷却の限界が 700 W/mm^2 付近にあることから、アップグレード後の ESRF や PETRAIII、ERL ベースの放射光施設、DESY の XFEL ではダイヤモンドが唯一の選択肢になると考えられている。しかし、現在得られる最高品質のダイヤモンドでも結晶性や最近明らかになった表面の問題のため、これらの施設の特徴である綺麗な(高い空間コヒーレンスを持つ) X線ビームを生かし切れない。

この問題に対して、我々のグループでは様々な評価を行い、それを結晶成長側にフィードバックすることで結晶性の向上を目指してきた。また、ダイヤモンドの現状に関して定期的に国際ワークショップが開かれている。発表では、我々の成果を中心としてダイヤモンドの現状について報告し、X線光学素子としてのダイヤモンドの将来性について議論したい。