

平成21年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：LCGTのための単結晶サファイア鏡懸架の開発(V)

英文：Development of Sapphire Mirror Suspension for LCGT (V)

研究代表者 高エネルギー加速器研究機構・講師・鈴木敏一

参加研究者 高エネルギー加速器研究機構・助教・都丸隆行

高エネルギー加速器研究機構・助教・佐藤伸明

高エネルギー加速器研究機構・講師・木村誠宏

高エネルギー加速器研究機構・教授・春山富義

高エネルギー加速器研究機構・教授・山本 明

日本大学大学院総合科学研究科・教授・新富孝和

宇宙線研究所・助教・内山 隆

宇宙線研究所・助教・三代木伸二

宇宙線研究所・准教授・大橋正健

宇宙線研究所・教授・黒田和明

研究成果概要

U字形懸架ロッド成型のために、直線状ロッドと鏡側面の半円弧状のロッドの接合方法を検討した。

EFG(Edge-defined Film-fed Growth)方によるサファイアの板から機械加工により、懸架部品を作り、LCGT建設に即応するための実用的な観点から

(1) 半円形湾曲部と直線部を別々に作り、接合で一体化する

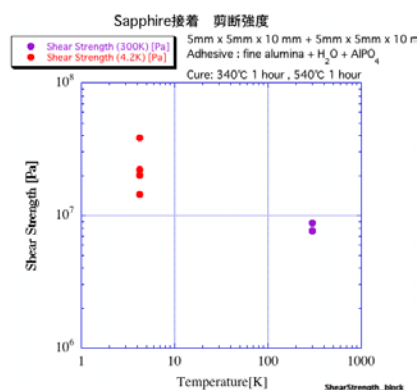
(2) 全体を一つの単結晶から加工する

の二方法を検討した。

接合を行う場合、接合部の強度を確保し、接合部の熱抵抗を下げるために固相接合が望ましいのであるが、試作懸架ロッドの断面が2mm x 2mmであるため、固相接合に必要な精度で接合面の研磨を行うことができなかった。そのため、懸架ロッドの部品を機械加工で製作し、固相接合で組み立てる方法は今のところ断念せざるを得ない。

シリケートボンディングと呼ばれている方法も、同様の理由により、懸架ロッド組み立てには使えない。これらに代わる方法として、接合面の高精度研磨を必要としない、リン酸アルミニウム水溶液にアルミナの未粉末を加えた接着剤の使用を試みた。この接着方法の場合、熱処理(370°C1時間加熱+540°C1時間加熱)を必要とする。

懸架ロッドはまず鏡の重量を支えなければならないので、接合面の強度測定を行った。ロッド長手方向の接着を想定したため、接合面に作用する応力は剪断応力であるとした。5mm x 5mm x 10mmのサファイアブロック2個を5mm x 5mmの面で接着して5mm x 5mm x 20mmの棒状とし、棒の一端を固定、他端に偶力を加えて接合面の破断トルクを計測した。接合面が一樣な剪断強度を持ち、回転軸が接合面の正方形の重心を通っていると仮定して、破断トルクから剪断強度を算出した。測定は300Kと4.2Kで行い、その結果を図に示す。横軸が温度、縦軸が剪断強度を表す。



サンプル数が少ないが、300Kに比べて4.2Kでの強度は上がっている傾向が見られる。4.2Kにおける最大剪断強度は 4×10^7 Paに達しているため、直径250mm長さ150mmのサファイア鏡の重量30kgを支えるために必要な接着面積は7.4mm²となる。鏡を2組のU字懸架ロッドで支える場合、1本当たりの接着面積がロッドの断面積とほぼ等しくなるので、強度面では接着による接合は実用レベルにあると考えられる。

今後の課題として、測定値のばらつきが大きいので、接着工程での品質管理を向上させる必要があり、懸架ロッドとして伝熱性能と機械損失の評価と併せて検討が必要である。

整理番号