

V29b 極低温下での利用に最適化された piezoアクチュエータの開発

中村友彦、宮田隆志、酒向重行、浅野健太郎(東京大学)、塩谷圭吾、片ざ宏一、中川貴雄(JAXA)、SPICA プリプロジェクトチーム

piezoアクチュエータは、セラミックに電圧を印加すると結晶体が伸長する現象(piezo圧電効果)を利用した素子である。この素子の長所は、4K程度の極低温下でも利用可能であること、応答速度が0.1msecと非常に高速であること、非常に高い分解能を得られることなどで、極低温下における精密機械制御において最適な素子であると考えられている。我々はこの素子を、地上中間赤外線観測装置に内蔵する冷却振動鏡や、次世代赤外線天文衛星SPICAでの指向精度向上のための冷却 tip-tilt 鏡に利用することを目指している。

しかし、現在市販されている piezoアクチュエータは解決すべき点が多い。まず1つの問題点は、冷却～昇温の熱サイクルを繰り返すと piezo素子の内部的な不均一性やクラックなどから内部でショートが発生し、破損することがある点である。もう1つは、市販の piezoアクチュエータは極低温での利用に最適化されているわけではなく、極低温に冷却すると、素子の伸び量が常温時($\sim 100\mu\text{m}$)に比べて2-4%程度に低下してしまう点である。

我々はこれらの課題を克服するため、極低温下での利用に最適化された piezoアクチュエータの開発を行った。まず、piezo素子メーカーと協力し、よく品質管理された piezoアクチュエータを構築した。利用したセラミック材は比較的剛性が大きなもので、常温下での伸び量は小さいが、温度による誘電率の変化が小さいために冷却した際の伸び量の低下率が小さい。そして、試作した全長30mmの piezoアクチュエータに熱サイクル試験を行ったところ、統計的に60回以上の熱サイクルに耐えることが分かった。また低温での伸び量は常温での値の16%となり、従来の piezoと比べ下落率が小さく、伸びの絶対量も2倍以上になることが確認できた。本発表では、極低温用 piezoアクチュエータの開発状況について述べる。