フッ化物光学結晶の育成と評価

Crystal Growth and Evaluation of Flouride Optical Crystal

(有)ナカジマ技研　○中畑秀利、中嶋力夫

NAKAJIMA GIKEN CO.,LTD., ○Hidetoshi Nakahata,Rikio Nakajima

E-mail: nakahata@nakajima-giken.co.jp

（はじめに）193nm の ArF エキシマレーザーを使い露光装置による微細加工が、現在行われている。微細化は、さらに進み線幅は、ますます狭くなっている。この作業にエキシマ用の CaF2、MgF2 光学結晶は、光学部品として使用されている。そのなかで透過率低下をもたらさない、エネルギー耐性の強いものが求められている。その結晶を育成することを目的としてγ線照射による耐性評価を行った。

（実験）結晶育成炉は、カーボンヒーターとカーボンルツボから成る高真空加熱炉を使用している。Bridgman-Stockbarger 法の引き下げ法で育成した。CaF2 の結晶は、4N の高純度原料を使用して、焼成しそれをシードの入ったルツボに入れて酸化物除去のためにガススカベンジャーで処理をし熔融し適度な温度勾配を通過させて育成した。MgF2 も固体スカベンジャーを使用している以外は同様の育成方法である。育成した結晶を研磨して、1Mrad（10^4Gy）のγ線を照射した。γ線照射前後の透過率を測定して透過率低下を調べた。

（結果と考察）CaF2 は、120～220nm の VUV 透過率測定よりボトム、コーン、トップとインゴットの上部に行くに連れて 147nm に吸収が起こり透過率が低下する。また、未アニールに比べてアニールを行うと 147nm に吸収が起こり透過率が低下する。この 147nm の吸収は、酸化物である。このことよりコーン部の方がトップ部より酸化物が少なく純度が高い。また、1Mrad のγ線照射を行うと透過率低下は、Fig.1 よりアニール品はトップ部の方が大きく差スペクトルで約 1.5%低下する。未アニール品もトップ部の方が大きく差スペクトルで約 10%低下する。このことよりアニール品の方が、γ線耐性がある。MgF2 は、1Mrad のγ線を照射したものは、260nm に 12%程度の吸収がある。耐性処理したものは 6%程度の吸収になり、γ線耐性は改善された。今後、CaF2 については、147nm の吸収、MgF2 は、260nm の吸収対策を行う。

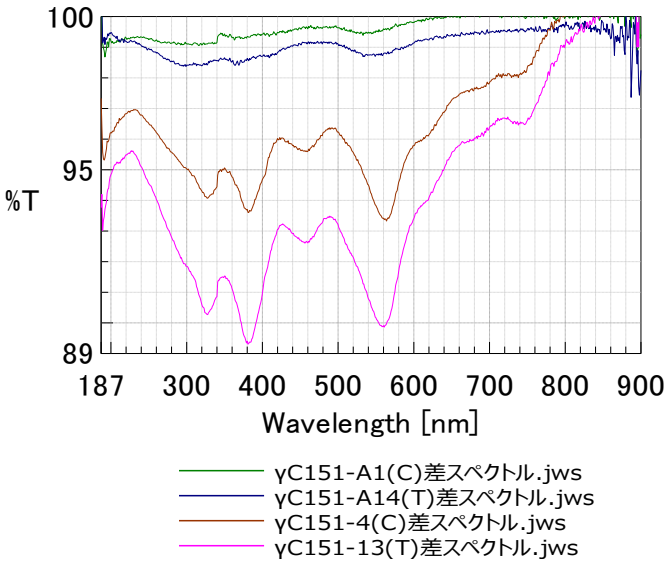

Fig. 1　アニール有無の CaF2 の 1Mradγ線照射前後の差スペクトル

参考論文：V. A. Arkhangel'skaya et al., J. Applied Spectroscopy 67-72, Vol. 32No. 1(1980)

© 2016年 応用物理学会