高平均出力レーザー用大口径 TGG ファラデー回転子の開発

Development of large diameter TGG Faraday rotator for high-average-power laser system.

阪大レーザー研¹,
 ○吉田英次¹, 時田茂樹¹, 椿本孝治¹, 河仲準二¹

ILE, Osaka Univ.¹
 °Hidetsugu Yoshida¹, Shigeki Tokita¹, Koji Tsubakimoto¹, Junji Kawanaka¹

1. 目的

高出力レーザーシステムに採用されているファラデー回転子は、寄生発振防止やレーザー媒質の熱複屈折補償(2パスシステム)等に利用され、システムのレーザー性能維持および高性能化を行う上で必要不可欠な光学部品の一つである。

大口径ファラデー回転子に要求されるファラデー材料のレーザー性能は、(1)高平均出力動作に耐える熱特性、(2)優れた光学特性、(3)大型化が容易、(4)高いベルデ定数、(5)高いレーザー損傷閾値等である。表 1 に代表的なファラデー用材料のベルデ定数と熱伝導率を示す。近年のレーザー用透明セラミック技術の進展により 高品質で大口径の TGG 材料の製造が可能となった。TGG セラミックの熱伝導率はガラス材料に比べ桁高く、TGG 単結晶と同等であり、ベルデ定数はガラス材料に比べ約 2 倍大きい。また、TAG および TSAG は現在開発中の材料であり、大型で高品質化が可能となれば高平均出力用として有望である。

本講演では、高平均出力レーザーシステム(出力 1kW 級)に採用する口径 50mm 級の TGG セラミックを用いたファラデー回転子について報告する。

2. 実験方法、結果

我々は、レーザー加速用の高平均出力(パルス出力 10 J, 繰り返し数 100 Hz) Yb:YAG レーザーシステムの開発を行っている。構成装置の中で大口径 Yb:YAG 増幅器と共に、光アイソレーターとして高平均出力で使用する大口径ファラデー回転子の開発も重要である。ファラデー回転子は、ドーナツ型の強力な磁石(1.4-1.5T 程度)とファラデー材料(TGG セラミック)によって構成され、ドーナツ形状磁石の内側空洞にファラデー材料を挿入し、45°旋光(偏光面が 45°回転)を行う。磁石は、内側の半径方向 30mm と伝搬方向中心約 20mm において最適な磁場設計を行った結果、1.3 T 以上が均一に得られた。また、挿入する大口径 TGG セラミック(口径 53mm、厚さ 5mm)の光学特性は、1 枚当たりの透過波面収差約 0.2 λ ($\lambda=632\text{nm}$)、構成枚数 4 枚での透過率は約 96% ($\lambda=1030\text{nm}$ AR コート付)であった。

詳細は講演で報告する。

【謝辞】本研究の一部は JST 未来社会創造事業の大規模プロジェクト型課題「レーザー駆動による量子ビーム加速器の開発と実証」により行われた。

表 1 代表的なファラデー用材料のベルデ定数と熱伝導率

ファラデー材料	製造寸法 (mm)	ベルデ定数 (rad/T m)@1060 nm	熱伝導率 (W/mK) @室温
TGG(セラミック)	100 ^φ x 3-5 [†]	36-40	5
TAG	10-20 ^φ	52	6.5
TSAG		48	
FR-5 (glass)	400 [□] x 20 [†]	- 23	0.8