

磁気光学ガラスを用いた光アイソレータの開発

日本電気硝子(株) 開発部

佐藤 史雄

Development of optical isolator using magneto-optical glass

Fumio Sato

Development Div., Nippon Electric Glass Co., Ltd.

1. はじめに

近年、様々な材料のマーキングや微細加工にファイバレーザの使用が広がっている。これらのレーザ機器では対象物からの反射光が光源を不安定にしたり破損させたりする恐れがあるため、その反射光を遮断するデバイスとして光アイソレータが用いられる。光アイソレータはファラデ効果を利用したデバイスで、入射した直線偏光の偏光面をファラデ素子により回転させることで偏光子を通過する光を制限し、反射光を遮断する機能を有する。光アイソレータはファラデ素子、偏光子、磁石から構成され(図1)、ファラデ素子には磁気光学材料が用いられる。現在主流となっている波長 $1\mu\text{m}$ 帯、1W以上の高出力ファイバレーザに使用される光アイソレータのファラデ素子には、テルビウム・ガリウム・ガーネット($\text{Tb}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$: TGG)単結晶の磁気光学材料が使用されている。しかし、TGGは磁気光学性能が低く、それを補うために大型のファラデ素子にして使用する必要がある。

る。この大型化に合わせて磁石などの周辺部材も大きくする必要があり、結果としてデバイスが大型化してレーザ機器内で多くの面積を占有することになっている。また、TGGは、製造時の内部歪みに起因する材料選別の必要性があり、品質の不安定さも課題となっている。これら課題への対応として、我々は新しい磁気光学ガラスを開発、さらにこれを用いた光アイソレータの作製を行った。今回、新しい磁気光学ガラスの特性およびその磁気光学ガラスを用いた光アイソレータの性能について報告する。

2. 磁気光学ガラスを用いた光アイソレータ開発の概要

我々は、磁気光学ガラスを用いた世界最小の高出力ファイバレーザ用光アイソレータを開発した。新開発の磁気光学ガラスは可視光から近赤外線まで高い透過率を有する(図3)うえ、従来材料であるTGGの約2倍の磁気光学性能を有する(図4)ことから、光アイソレータの高性能化とともに、大幅な小型化を実現した(図5,6)。

3. 磁気光学ガラスの特長

〈透過特性〉

・現在ファイバレーザで主に使用される波長 1μ

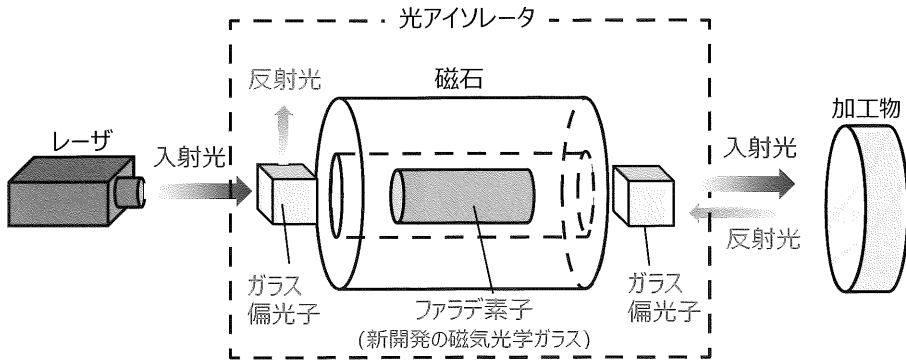


図1 光アイソレータの構造図

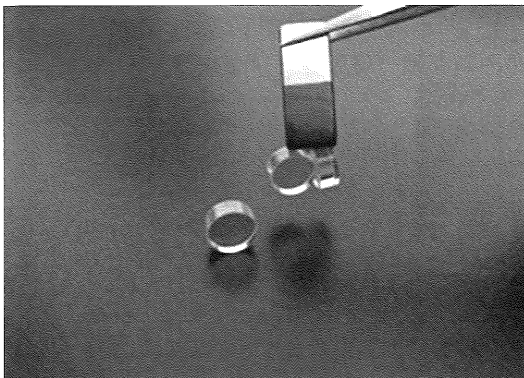


図2 磁気光学ガラス：磁性体のため磁石につく性質がある

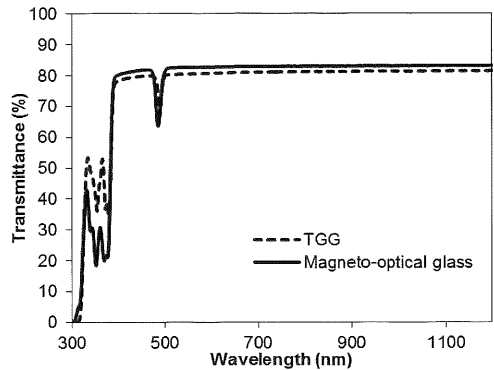


図3 磁気光学ガラスの透過率特性 (t=1mm)

m帯に吸収を持たない(図3)ため、入射する光の損失を非常に小さくすることができる。また、近赤外線だけでなく可視光も透過するため様々な波長のレーザーにも対応が可能。

〈磁気光学特性〉

- ・磁気光学性能の指標であるベルデ定数が、現行品であるTGGの約2倍の高い値を有する(図4)。これにより短い光路長で偏光面の回転が可能となるため、デバイス全体の小型化に貢献できる。

4. 磁気光学ガラスを用いた光アイソレータの特長

〈小型化〉

- ・従来品に比べ占有面積が1/2以下の小型化を達成した。レーザー装置内に占める光アイソレ

ータの面積を低減できるため、装置の小型化および設計の自由度を増すことができる。

〈高性能〉

- ・部材の透過性能が高いため、入射光損失は0.1dB以下を達成した。また、アイソレーションは38dB以上となった。

〈高出力化対応〉

- ・ファラデ素子だけでなく、すべての光学部品を新たに開発したガラス部材で構成したことで高いレーザー耐性を達成。高出力レーザーでの使用に対応できる。

〈幅広い波長域対応〉

- ・1μm帯に限らず、可視～近赤外線の波長域で高い透過率とTGGを上回る磁気光学特性を有しており、様々な波長のレーザーに対応が可能である。

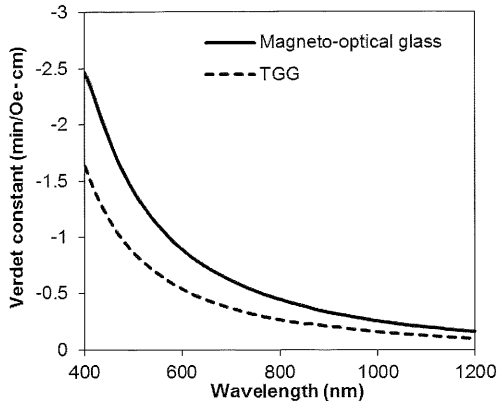


図4 磁気光学ガラスのベルデ定数 (t=1mm)

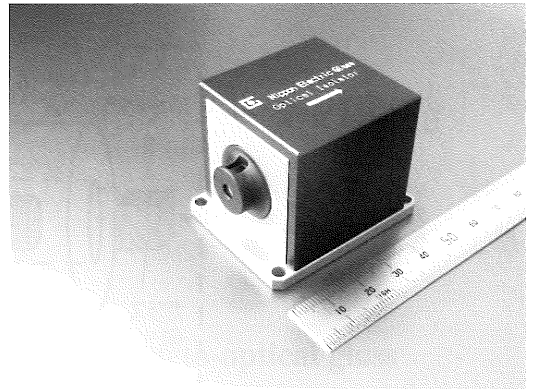


図5 作製した光アイソレータ
L51 × W40 × H40mm

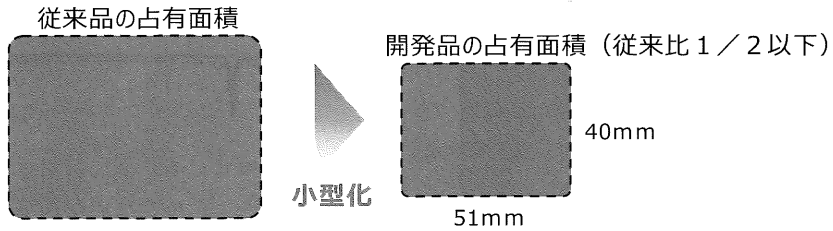


図6 小型化イメージ

5. まとめ

今回、我々は従来の TGG 単結晶に比べ約 2 倍の磁気光学性能を有するガラスを開発した。さらに光アイソレータに用いられるすべての光学部材を自社で開発することにより、高性能でありながら世界最小の光アイソレータの開発を達成した。また、ガラスは製造時に均質性の向上や内部歪みの除去が可能であるため、安定し

た品質での量産にも適している。これらのことから、光アイソレータの品質と供給の両面において大きなメリットが期待できる。

謝辞

本開発にあたり多大なご協力・ご助言を賜りました京都大学 田中勝久教授に深く感謝申し上げます。