

KrF レーザーを用いたファイバーストラッググレーティングの作製

電子工学科 植田研究室 関口知樹

1. はじめに

ファイバーストラッググレーティング (Fiber Bragg grating : 以下 FBG) は、紫外光を用いて光ファイバーのコア中に直接グレーティングを形成し、波長の反射フィルターとしての機能をファイバーに持たせたものである。グレーティングを直接、ファイバー中に形成されることにより、低損失化、小型化、高信頼性、ファイバーとの親和性などの利点を持ち、光通信やセンサーなどの分野を中心に、急速に普及しつつある。植田研究室で行われているファイバーレーザーの研究において、FBG はレーザー発振の共振器として重要なファイバー型光部品といえる。

我が研究室では、ファイバーレーザーでの $2\mu\text{m}$ 帯のレーザーの高出力化について研究している。 $1.4 \sim 2.6\mu\text{m}$ 帯レーザーは、アイセーフ・レーザーと呼ばれており、目に優しいレーザーで、他の波長に比べて高い許容露光量が観測されている。このことを利用した、測距器、レーザー・レーダなどが応用に考えられており、小型、高出力化が求められている。しかし、現在、FBG は主に通信で利用されているため、反射波長は $1.5\mu\text{m}$ 付近のものしか市販されてなく、 $2\mu\text{m}$ 帯の FBG は売られていない。そのため、FBG を研究室で作ることになった。

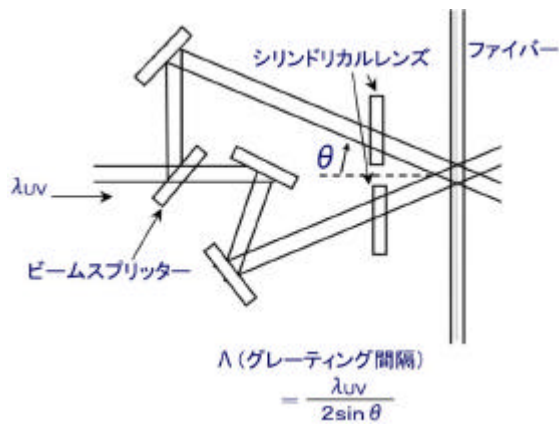


図1、FBG作製方法

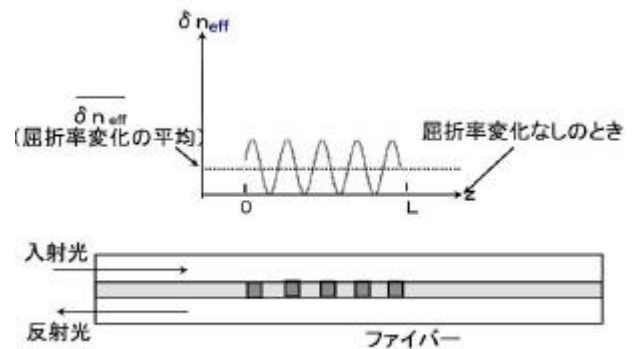


図2、FBGの屈折率分布

図1のように、ファイバーのコア上で干渉縞をつくることで、その強度分布に応じた屈折率分布をつくる事が出来る。

2. 基本特性

周期的な媒質での光の伝搬は、結合モード理論を用いることで解析できる。紫外光によってできた屈折率変化の分布が

$$\mathbf{d}n_{eff} = \overline{\mathbf{d}n_{eff}}(z) \left\{ 1 + v \cos \frac{2\mathbf{p}}{\Lambda} \right\} \quad (1)$$

と表わされるとする(図1)。ここで、 $\overline{\mathbf{d}n_{eff}}(z)$ は、屈折率変化の平均、 v は照射光の干渉縞の可視度、 Λ はグレーティングの周期である。このようなグレーティングでは、波長が、Bragg 波長

$$\lambda_B = 2n_{eff} \Lambda \quad (2)$$

近傍で、光の反射フィルターとなる。

この時、最大反射率 R_{max} は

$$R_{max} = \tanh^2(kL) \quad (3)$$

$$k = \frac{\mathbf{p}}{\lambda_{max}} v \overline{\mathbf{d}n_{eff}} \quad (4)$$

$$\lambda_{max} = \left(1 + \frac{\overline{\mathbf{d}n_{eff}}}{n_{eff}} \right) \lambda_B \quad (5)$$

で表される。

$\overline{\delta n_{eff}}$ の変化と反射率

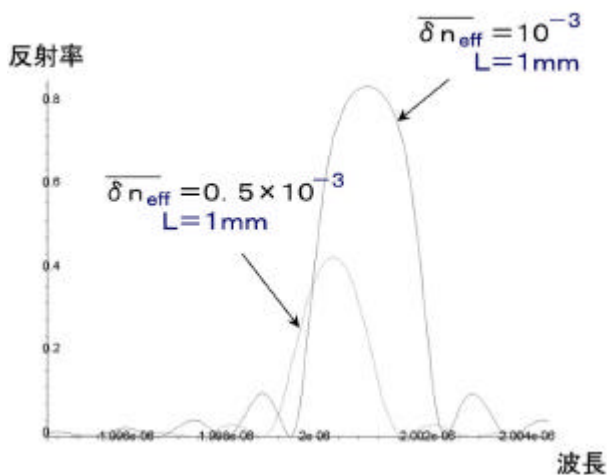


図3、FBGの反射スペクトル

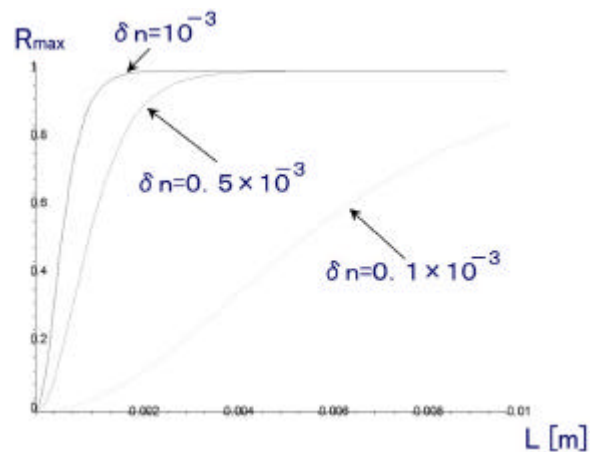


図4、ピーク反射率の特性

(3)式からわかるようにFBGの反射率を上げるには、 $n \times L$ を上げる必要がある事がわかる。また、 n を上げるとピーク反射率の波長はブラッグ波長から長波長側にシフトしていく。これは、屈折率の平均が上がってしまうことが原因と考えられる。

4. 実験結果

CCDカメラで写された干渉縞の移動を観測し、位相差の変化を測定した。



図6、CCDで観測された干渉縞

BをドープすることでGeのみドープしてあるファイバーに比べて、2倍も屈折率変化が異なって観測された。

また、この実験で行ったパルス強度の範囲では依存性は見られなかった。

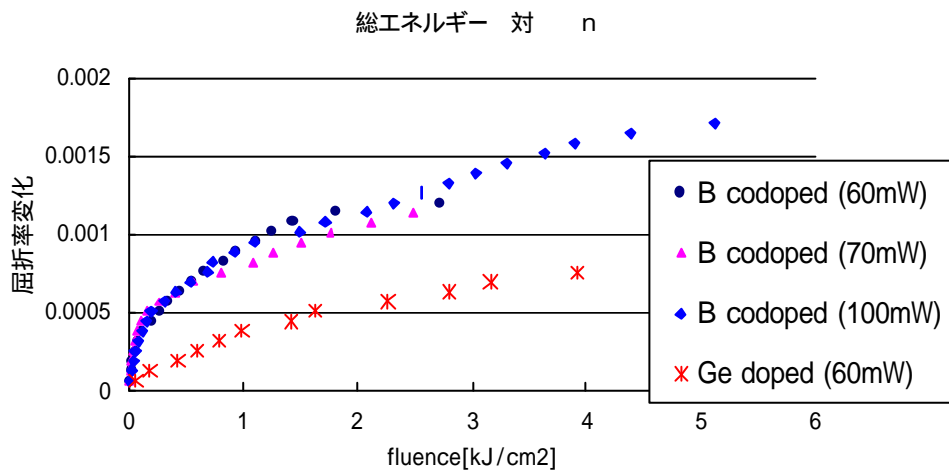


図7、KrFレーザーの照射エネルギーと屈折率変化

5. まとめ、今後の計画

ファイバーに紫外光 (KrFレーザー) を照射することによって起こる屈折率変化を測定した。その結果、照射総エネルギーと屈折率変化の関係について、測定することが出来た。

今後、この結果を元に、求められる反射率からFBGの長さを考え、二光束干渉法を用いて作製を行っていく。