

フェムト秒パルスレーザー照射による光減衰ファイバの作製

Fabrication of optical attenuation fiber by irradiation of femtosecond pulse laser

姫井 裕助^{*1}
Yusuke Himeji

中島 外博^{*1}
Sotohiro Nakajima

坂本 明彦^{*1}
Akihiko Sakamoto

邱 建榮^{*2}
Jianrong Qiu

平尾 一之^{*2,*3}
Kazuyuki Hirao

^{*1} 日本電気硝子株式会社
Nippon Electric Glass Co., Ltd.

^{*2} 科学技術振興機構フォトンクラフトプロジェクト
Photon Craft Project

^{*3} 京都大学
Kyoto University

1. はじめに

近年、フェムト秒レーザーとガラスの非線形相互作用により誘起される屈折率増加等の現象を利用した光デバイスの開発について種々の検討がなされてきた[1, 2]。我々は、シリカガラス製光ファイバのコア部分にフェムト秒レーザーを集光照射することにより、光通信帯域における減衰率が制御できることを見出し、光減衰ファイバへの適用の可能性について報告した[3]。本報告では、実用的な固定光減衰器への適用について検討するため、作製した光減衰ファイバの反射減衰量、偏波依存性損失 (PDL) 等を評価した。

2. 光減衰ファイバの作製および減衰率変化

中心波長 800nm, パルス幅 120fs, パルス繰り返し数 1kHz, 平均出力 5mW のフェムト秒レーザー光を対物レンズを用いてシリカガラス製シングルモード光ファイバに集光照射した。その際、光ファイバ側面からコアにレーザー光の焦点位置を設定することにより、コア部分のみに屈折率変化相を誘起させた。1 照射点当たりのレーザー照射時間は 1/125sec とし、照射点の間隔は 200 μm とした。

光ファイバの減衰率は、フェムト秒レーザーの照射点数増加に伴い直線的に増大した。1.55 μm および 1.31 μm における減衰率の差は 15% 程度であり、その波長領域の減衰率曲線に特定のピークは認められなかった。

3. レーザー照射に伴う反射減衰量変化

Fig. 1 にレーザー照射に伴う 1.55 μm における反射減衰量と全減衰率との関係を示す。光ファイバのコアにフェムト秒レーザーを集光照射することにより、反射減衰量は減少した。これは誘起された屈折率変化相における導波光の光散乱に起因したものと考えられる。低開口数レンズ (NA=0.46) で集光照射した場合は、反射減衰量の低下が著しいが、高開口数レンズ (NA=0.90) を使用して集光ビーム径をより小さく絞った場合は、反射減衰量の低下の割合が小さく、55dB 以上の良好な反射減衰量が保持された。また、10dB 以上の減衰率を有するファイバにおいても、55dB 以上の反射減衰量が保持されることを確認した。

4. レーザー照射に伴う PDL 変化

Fig. 2 にレーザー照射に伴う 1.55 μm における PDL と全減衰率との関係を示す。高開口数レンズ (NA=0.90) を使用した場合、照射点数の増加に伴い PDL は増大した (Fig. 2 中 NA=0.90)。一方、一定方向から 5 点の照射を行ない、続いてコアを中心にファイバを 90° 回転させた後、さらに 5 点の照射を行なったところ (以下、直交照射と記す)、増加した PDL は 5 回の直交照射により、直線的に

0.1dB 程度まで減少した (Fig. 2 中 NA=0.90)。これは、第 1 照射点と直交照射を行なうことで形成された第 2 照射点に対となることにより、PDL の発現に寄与する誘起構造が相殺された結果と考えられる。本手法により、55dB 以上の反射減衰量を維持し、かつ 0.1dB 程度の低い PDL を有する光減衰ファイバを作製できることが判明した。

5. まとめ

フェムト秒レーザーを光ファイバに集光照射することにより、光減衰ファイバを作製した。高開口数レンズを使用し、かつ直交照射を適用することで、実用レベルに達する高い反射減衰量と低い PDL を両立することが可能であった。本光減衰ファイバは、光散乱による減衰を利用しているため、ハイパワー光の入力に対しても発熱を伴わない固定光減衰器への適用が可能と考えられる。

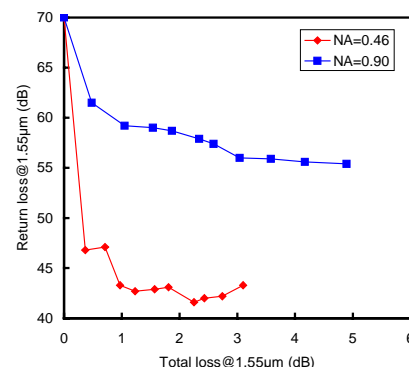


Fig. 1 Relationship between return loss and total optical loss of optical attenuation fiber.

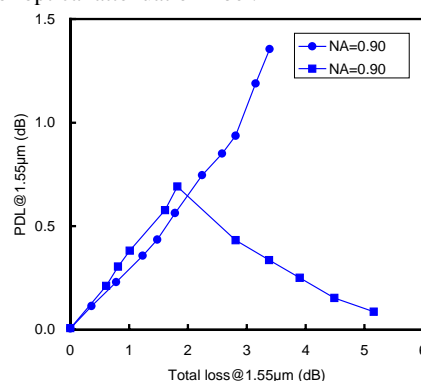


Fig. 2 Relationship between PDL and total optical loss of optical attenuation fiber.

参考文献

- [1] K. Miura et al., Appl. Phys. Lett., Vol.71, 3329 (1997).
- [2] Y. Kondo et al., Opt. Lett., Vol.24, 646 (1999).
- [3] 姫井他, 第 50 回応物講演会予稿集, No. 3, 28p-K-3.