

ポーリング光ファイバの第二高調波発生 -エキシマレーザによる擬似位相整合とファイバ伸張の効果-

伊藤 優希 佐々木 瞭 水波 徹
九州工業大学大学院工学府

1 はじめに

光ファイバの石英ガラスは、反転対称性を示し、光スイッチや光変調器、あるいは紫外域などの短波長光源として光波制御に重要な役割を果たす二次非線形性を持たないため、この光学効果によって得られる第二高調波発生(SHG)はガラス材料においては本来起こりえない。しかし、高電圧印加と加熱を同時に行う熱ポーリングを行えば、反転対称性が崩れ、二次非線形性が生じ、第二高調波を発生させることができる。また、熱ポーリングを行った光ファイバに紫外光を照射して周期的にポーリングの効果を消去し、擬似位相整合を行うことで効率の良い第二高調波が得られる。

本研究ではエキシマレーザを用いて、擬似位相整合を行った光ファイバに伸張歪みを加えて擬似位相整合の効果を確認した。

2 光ファイバにおける第二高調波発生

直径 20 μm のステンレス線を挿入した長さ 12cm のサイドトンネルファイバに熱ポーリングを施し、ファイバのコアに基本波として Nd:YAG レーザ光 (波長 1064nm) を入射し、第二高調波 (波長 532nm) の強度を測定した。熱ポーリング条件は温度 300 $^{\circ}\text{C}$ 、電圧 2.5kV、時間 40 分、湿度 30% で行った。図 1 に実験装置構成図を示す。

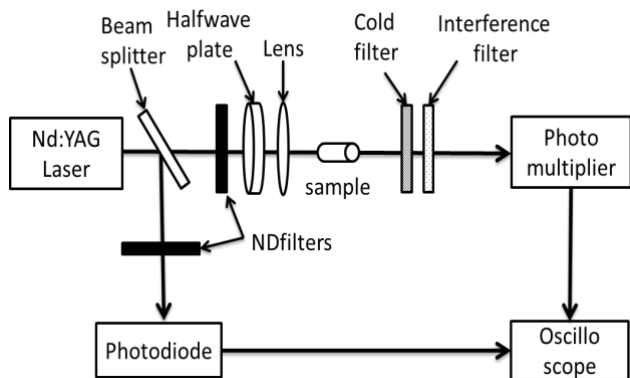
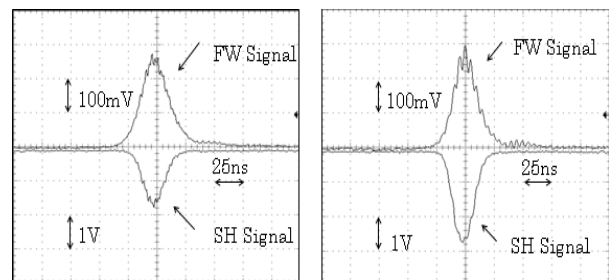


図1 実験装置構成図

3 エキシマレーザによるデポーリングおよび擬似位相整合

熱ポーリングを行った長さ 12cm のサイドトンネルファイバを設計したフォトマスク (ピッチ幅 41 μm : (株) 三谷電子工業製) に所定の位置から 4 $^{\circ}$ 傾けて乗せ、フォトマスク越しにエキシマレーザを用いて紫外光 (波長 248nm) を照射し、長さ 7cm の部分にデポーリングを行い、残りの長さ 5cm の部分に擬似位相整合をデポーリング周期 41.1 μm で行った。図 2 にデポーリングおよび擬似位相整合前後の SH 強度 (SH5% フィルタ使用) の波形を並べて示す。



(a) 擬似位相整合前

(b) 擬似位相整合後

図 2 エキシマレーザによる擬似位相整合

4 ファイバ伸張による第二高調波の測定

擬似位相整合を行った側のファイバに長さ 20cm のポーリングを行っていないファイバを融着接続器で融着させた。スペーサーがついた二つのステージを 3cm 間隔で固定し、エポキシ樹脂系接着剤を用いてステージに接着した。ステージのローラでポーリングを施したファイバ部分に伸張歪みをファイバが切れるまで加え、YAG レーザを入射し SH 強度を測定した。擬似位相整合を行ったファイバに伸張歪みを加えた時の SH 強度を図 3 に示す。

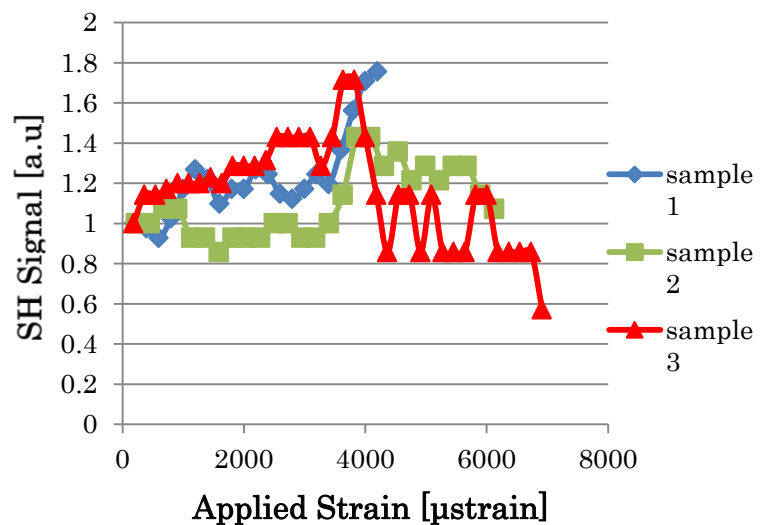


図3 ファイバ伸張による第二高調波効果

5 まとめ

エキシマレーザの照射によって、擬似位相整合を行ったファイバに伸張歪みを加えることで、擬似位相整合の効果を確認することができた。図 3 の結果より、伸張歪みを加えることで擬似位相整合の際に紫外光が照射された領域がそれぞれ広がり、コヒーレンス長にあった紫外光照射間隔に近づいたため増加し、その後適切なコヒーレンス長を超えたため減少したと考えられる。