

マルチコア通信用ファイバ および高出力短波長ファイバレーザーの開発

フロンティア材料研究室
齊藤 和也

当研究室では下記の3つの研究プロジェクトを推進した。

- (1) マルチコア光ファイバ技術の開発
- (2) 高出力ファイバレーザーの開発
- (3) 高出力ファイバレーザーの短波長化

その成果の概要を以下に記す。

(1) マルチコア光ファイバ技術の開発

次世代超大容量空間多重伝送に必要なマルチコア光ファイバ(図1)の開発に取り組み、以下の成果を得た。

- ①光ファイバの損失要因である散乱損失とマイクロベンド損失を低減させるために、アニール線引き技術と耐マイクロベンド性に優れたコーティング材を適用し、マルチコア光ファイバにおける損失を0.185dB/kmまで低減化できた。
- ②空孔遮蔽型マルチコアファイバを開発し、55dB以下(100km換算)にクロストークを抑制することに成功した。
- ③マルチコアファイバにおけるファイバフェーズを初めて評価し、ファイバフェーズ現象は、その構造には依存せず、それぞれのコアのモードフィールド系に依存することを明らかにした。

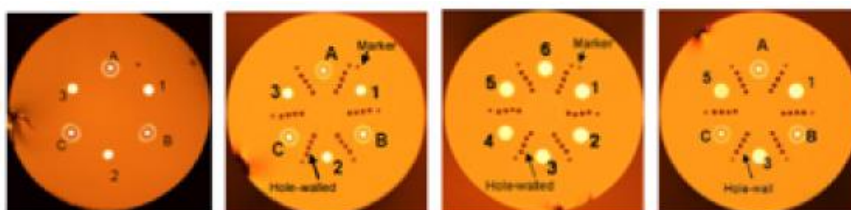


図1 開発したマルチコアファイバ

(2) 高出力ファイバレーザーの開発

Yb添加シリカファイバの高効率化およびフォトダークニング抑制に取り組み、以下の成果を得た。

- ①ガラス組成およびファイバ構造の最適化を行い、2kW出力、スロープ効率87%を達

成した (図 2)

- ②フォトダークニングを抑制するための最適ガラス組成を決定した.
- ③ファイバレーザ加工機への搭載を行い, 企業の製造ラインでの使用を開始した.
- ④さらに, 衛星間光通信に用いる YbEr 添加シリカファイバレーザの放射線耐性を向上させるガラス組成を決定した (図 3)

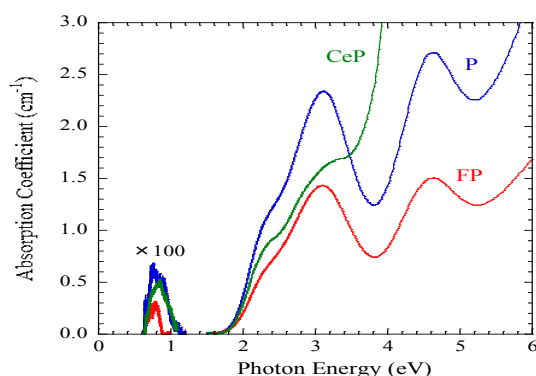
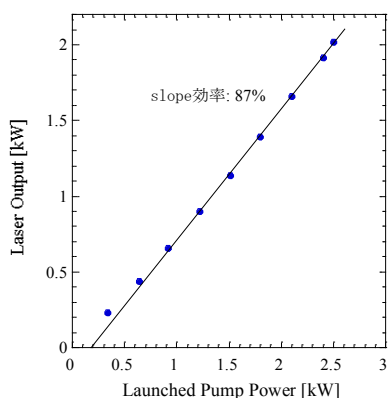


図 2 Yb 添加シリカファイバの発振特性 図 3 放射線照射による欠陥生成量の抑制

(3) 高出力ファイバレーザの短波長化①

蛍光たんぱく質を用いたマルチカラーイメージングを行うための多光子顕微鏡の光源の開発に取り組み, 以下の成果を得た.

- ①Nd 添加シリカガラスにおいて, 1064nm の発振を抑制して 920nm 発振の効率を上げるガラス組成を決定した.
- ②平均出力 6 W, ピークパワーが 100kW を超える 920nm 発振フェムト秒 (~100fs) ファイバレーザの開発に成功し, 実用化の目途がたった.

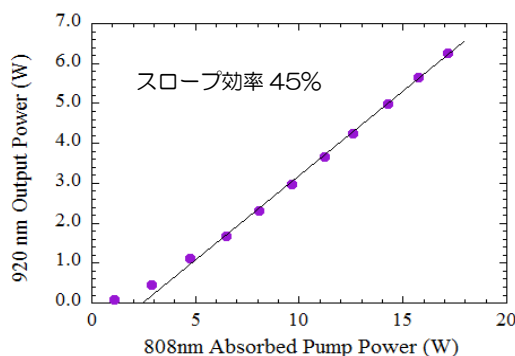


図 4 920nm フェムト秒ファイバレーザの発振特性

(4) 高出力ファイバレーザーの短波長化②

可視～紫外域でレーザー発振する GaN 系 LD の高出力化が進み、GaN 系 LD を励起源とする可視/紫外ファイバレーザーの研究が活発化しつつある。高出力可視/紫外ファイバレーザーの可能性を検討するために、希土類イオンを MCVD 法で気相添加した高品質シリカガラスを作製し、その光学特性を調べ、以下の成果を得た。

①可視光ファイバレーザーの高出力化阻害要因として、励起状態吸収やフォトダークニングがある。これらは高出力近赤外レーザーでも問題となるが、 $4f \rightarrow 4f5d$ 吸収、C T 遷移吸収などの大きな吸収が紫外域にあるために、エネルギー的に近い可視領域ではより大きな問題となる。そこで、各種希土類イオンを添加したシリカガラスで紫外域の吸収を調べ、図 5 のように遷移の種類 ($4f \rightarrow 4f5d$ 吸収か C T 遷移吸収) を明らかにした。

②Pr 添加シリカファイバにおいて、533nm をシード光として 4dB のゲインを得た (図 2)。

③Dy 添加シリカファイバにおいて、594nm をシード光として 5dB のゲインを得た。

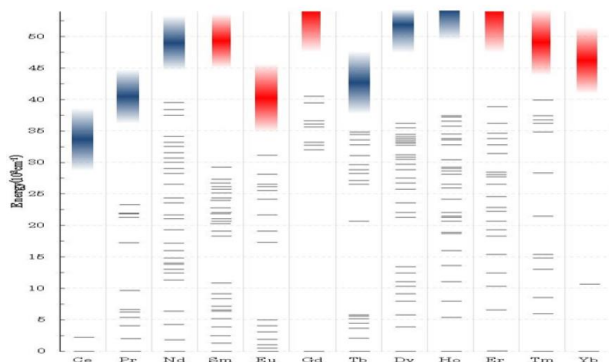


図 5 希土類添加シリカガラスの $4f5d$ (青色, Ce は $5d$) および C T 遷移 (赤色)

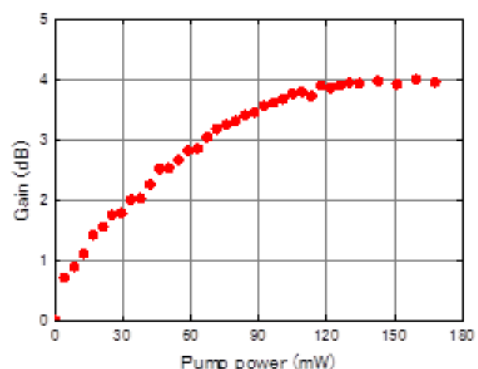


図 6 Pr 添加シリカファイバにおける 533nm 光の増幅特性