

ファイバーレーザーによるレーザー発振

ファイバーレーザーについて

シングルモード光ファイバーのコア部分にErイオンなどの増幅媒体をドープしたものは光ファイバー増幅器として働く。この光ファイバーに適当な波長の励起光を与えることで光を増幅できる。光ファイバー増幅器にフィードバックを与えることでレーザー光を得る装置がファイバーレーザーである。図1に従来のチタンサファイアレーザーをはじめとするバルク型レーザー、図2にファイバーレーザーの構成を示す。ファイバーレーザーは共振器中における光の伝播媒体が空気ではなく、光ファイバーであるため、種々の利点が生じる。

ファイバーレーザーの利点

(1) 大幅な小型化が可能

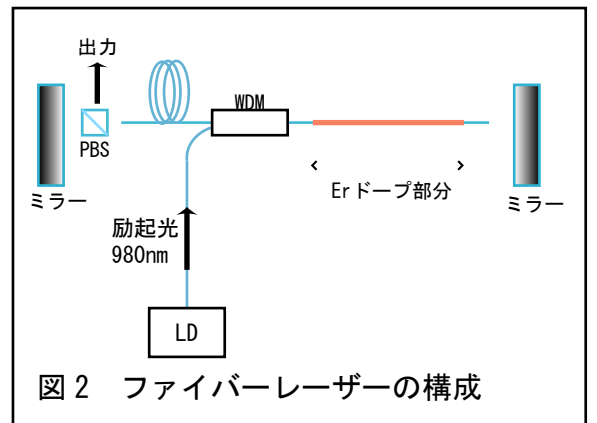
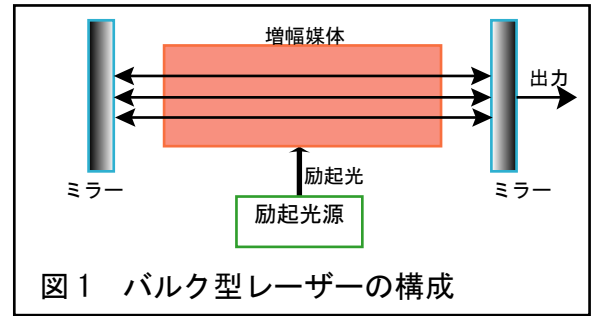
バルク型のレーザーでは光が通る直線空間が必要である。これに対し、ファイバーレーザーはファイバーを巻いて使用することで、光の行路長はそのままに保ちながら、レーザー発振に必要な空間を大幅に小型化できるようになる。

(2) 安定性

レーザー発振のためには、共振器に定在波が生じ、かつ、ミラーの位置が定在波の節の位置でなければならない。そのため、バルク型レーザーの場合、温度変化、振動による光学部品の位置ズレが問題となる。バルク型レーザーの光学系調整には高度な技術と知識が必要とされる。それに対し、ファイバーレーザーはファイバーカップラーや融着などの接続技術を用いることで位置ズレの問題が解決でき、安定してレーザー発振を得られる。

(3) 光通信技術を利用できる

国際通信に用いられる海底光ファイバーは、深海に沈んでいるため容易に修理することができない。そのため光ファイバーには過酷な条件にも耐える高い信頼性が要求される。また、長距離にわたり光を伝播するには低損失であるほうがよい。ファイバーレーザーは、光ファイバー通信によりもたらされた高信頼性、低損失といった既製品の光ファイバーを用いることができる。

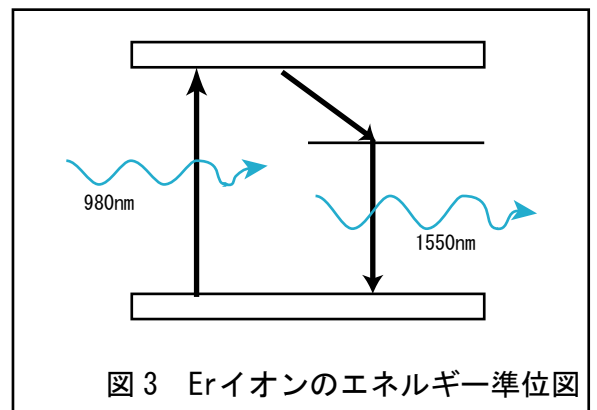


目的

ファイバーレーザーを作ることで、前述したような小型、安定、高信頼性といった性質を持つレーザー発振装置を得る。

原理

図2にファイバーレーザーの構成を示す。我々が用いる光ファイバーは、増幅媒体Erをドープした光ファイバー(EDF)である。EDFには高利得、広帯域、低雑音といった優れた性質がある。Erイオンは図3に示すようなエネルギー準位を持つ。励起光として980nmの光を励起光として入射することで、1550nmの光を増幅させることができる。励起光源には半導体レーザー(LD)を用い、WDMカプラでカップリングする。1550nmの光を一对のミラー間で共振させ、偏光ビームスプリッター(PBS)にて出力光(レーザー)を得ている。



目標

ファイバーレーザーは簡素で安定レーザー発振を行い、さらに超短パルスを発生させることができる有効な装置である。ファイバーレーザーの放つ高出力のフェムト秒パルスは精密加工、トモグラフィー(断層写真)、医療等の分野への応用が期待されている。そのためファイバーレーザーの研究は高出力化、そして短パルス化がメインとなっている。これらの研究に倣い、我々はErドープファイバーを用いて高出力、フェムト秒パルス発生ファイバーレーザーの製作を目指す。