

平成13年12月19日

電子・情報工学専攻	
申請者氏名	Rakkappan Balasubramanian

紹介教官氏名	宮崎 保光
--------	-------

論文要旨 (博士)

論文題目	Studies on Dynamic Response Characteristics of Er-Doped Optical Waveguide-Type Amplifiers (Er 添加光導波路型増幅器素子の過渡応答特性に関する研究)
------	--

(要旨 1,200 字程度)

光通信ネットワークやマルチメディアネットワーク等の構築には光ファイバ伝送方式が大前提となっている。このような近年の光通信技術の著しい進歩は、ファイバ型光増幅器に代表される光直接増幅器の開発によるところが大きい。しかし、ファイバ型増幅器は母体材料にガラスを用いているため、ファイバ長が数十メートルと長く適用範囲が幹線系内に限られる。FTTH 等の家庭内用増幅素子としてより小型・低雑音・高利得を持つ光増幅器が必要となる。この超小型光増幅器の実現のために極めて有望であるのは、希土類イオンを高濃度に添加できるガーネット結晶を母体材料に用いて利得効率を向上させるという方法である。希土類イオンを添加した結晶薄膜を用いて光導波路型増幅素子を構成することにより、①雑音特性の優れている光励起方式を用いた超小型光増幅器(素子長数mm) ②他の光導波路デバイス(光分岐回路、光アイソレータ、光スイッチ、光変調器など)との集積型光増幅器の構成が可能である。これまでに本研究室では、Nd 添加ガーネット結晶薄膜を用いた増幅素子において、波長 $1.06 \mu\text{m}$ 帯の光増幅に成功しており 16dB/cm の増幅利得が得られている。そこで本研究では、より実用できる光増幅素子を得るため、光ファイバの通信波長 $1.55 \mu\text{m}$ 帯における光導波路型増幅素子の開発を目的とした。この光導波路型増幅素子は光中継器の小型・経済化をもたらし、光ファイバを各加入者宅まで経済的に敷設することが可能となるだけでなく、光情報処理や光制御分野にも応用が期待できる。Er 添加ガーネット結晶薄膜導波路を用いた光増幅素子を提案し、時間に依存するレート方程式およびモード伝送方程式を用いて静的および過渡応答特性について理論解析を行っている。増幅素子の利得特性を最適化するために静的応答特性を解析し、さらに過渡応答特性にも用いている。実験的に求められた光学・分光特性を用いて増幅器の特性についての数値計算を行っている。解析結果によりガーネット結晶を用いた増幅素子は他の増幅素子より高効率であることが明らかになっている。光増幅素子における超短パルス伝送において媒質の動的および分光特性は重要な役割を演じる。様々な変調方式を用いた入力信号に対する増幅特性を検討し、パルス歪みなどの非線形特性について解析を行っている。さらに、より小型・低雑音・高効率を目指すため、Er-Yb を共添加した増幅素子について同様な解析を行いその有効性を示した。YAG 単結晶基板上に導波層として Er 添加 YGG 薄膜を RF スパッタ法によって作成し、スラブ導波路型光増幅素子を作成した。波長 633nm での光伝搬特性についての実験を行った。光増幅の対象となる信号光の波長を明らかにするため $1.48 \mu\text{m}$ 帯の半導体レーザをもちいて励起を行い、蛍光スペクトルを測定した。これらの分光特性はバルクの結晶で報告されている特性と一致する。今後、設計値に基づいて素子構造を三次元化し、横方向への光の閉じ込め効果をもたせて波長 $1.55 \mu\text{m}$ 帯における光増幅実験及び超短パルス増幅の解析を行う。