

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 佐藤 俊哉

本論文は、「半導体レーザ利得媒質の非線形利得とその無温調 DWDM 光源への応用に関する研究」と題し、8章より構成されている。近年、IT 技術が社会生活に不可欠な存在としての位置を占める様になると共に、波長多重(WDM) 技術をアクセス・メトロ系へ適用することにより信号フォーマット等は無依存で経済的な光伝送ネットワークの構築を可能とする技術への要求が高まっている。経済的な WDM 用直接変調信号光源としては温度調整機構を省いた DFB-LD が現在用いられているが、出力信号光の波長安定性が悪いことから波長チャンネル間隔を広く設定せざるを得ないという問題がある。本論文は、このような無温調型 WDM 用直接変調信号光源の課題を解決する目的で行われた「無温調型の FBG 外部共振器型半導体レーザー(FBG-ECDL)」(UC-ECDL)の研究についてまとめたものである。

第1章は序論であり、現在の光伝送ネットワークの現状と、経済的な WDM 用直接変調信号光源の必要性が記述され、本研究の目的と論文の構成を明らかにしている。

第2章では、UC-ECDL のユニークな無温調化実現のアプローチとこれを支える新たな基盤的技術の研究結果について詳述している。従来の無温調化技術ではモード・ホップを完全に抑制することにより信号光劣化を抑えるというアプローチがとられるが、UC-ECDL では、孤立化されたモード・ホップ発生時のビットエラーが実用上無視出来ることを理論的検証により担保した上で、モード・ホップを孤立化させることにより無温調直接変調動作を実現させるといったアプローチを採用している。UC-ECDL に於いては、従来の FBG-ECDL の設計とは逆に、目標とする変調帯域を確保出来る範囲で縦モード間隔を極力狭く、さらに外部共振器鏡である FBG の反射プロファイルを縦モード間隔に比べ緩やかに設計し、非線形利得効果を利用出来る状況を生み出すことにより、無温調直接変調動作下でモード・ホップ孤立化を実現し得ることを解明している。また、孤立化モード・ホップが発生する際の信号光のビット・エラー特性劣化に関する理論検討を行い、モード・ホップの実効時間が 10ns 程度以下と十分に短い場合には実効上ビット・エラーは無視出来ることを示している。

第3章では、UC-ECDL の無温調型 WDM 直接変調信号光源としての設計に関して詳述している。FBG-ECDL に於ける非線形対称利得効果の定量的評価および FBG 反射波長特性の検討により、直接変調駆動下での隣接縦モード間の FBG 由来損失の最大逆転量の解析近似式による高精度な定量的評価を可能とし、その結果 FBG-ECDL のモード・ホップ孤立化のための設計指針を確立している。

第4章に於いては、無温調直接変調駆動を実現させるべく製作された FBG-ECDL の諸特性に関しての実験的検証を行っている。2.5Gb/s 直接変調駆動下で環境温度-5°C

から 45°C まで問題なく動作し、発振波長対温度変動率が $\sim 0.02\text{nm}/^\circ\text{C}$ まで抑えられていること等を確認している。さらに、隣接モード信号光の個別検波によりモード・ホップの孤立化が実現されていることを観測・確認し、孤立化モード・ホップに起因する BER の劣化がないことを確かめている。

第 5 章では、BER 特性の信号光消光比依存性に関して定量的に扱うための理論について詳述し、目標 BER を達成出来る最小受信光パワーの消光比に対しての改善効率に関して明らかにしている。さらに、半導体型可飽和吸収素子を用いることにより、UC-ECDL からの出力光パワー 7.5dBm、消光比 6.8 dB の直接変調信号光を消光比 8.2dB まで改善できることを実験的に確認している。

第 6 章では、無温調 WDM 信号光源を用いた WDM システムに於いて必要とされる波長チャンネル間隔の最小値について、光部品間の温度相関を考慮する場合としない場合との両方に関して解析を行っており、その結果、信号光源として発振波長安定性の高い UC-ECDL を用いることは極めて有効であることを示している。

第 7 章は総括であり、本研究の成果をまとめるとともに、今後の課題を展望している。

以上のように本論文は、非線形利得効果を活用することにより FBG-ECDL の単一モード発振と無温調直接変調動作下に於けるモード・ホップの孤立化が両立出来ること、モード・ホップの孤立化が実現された同信号光源にはビット・エラー特性上の劣化は何ら検出されないことを新たな理論と実験の両面から実証し、同信号光源がアクセス・メトロ系に於ける無温調型 DWDM 直接変調信号光源として極めて有望であることを示したものであって、電子工学、特に光エレクトロニクスの発展に貢献するところ大である。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。