

C-013

アイセーフ半導体レーザを用いた高速赤外線通信システムに関する検討

A study on Eye-Safe Laser Diode for high speed wireless infrared communication system

吉田 靖幸†
Yasuyuki Yoshida松本 充司†
Mitsuji Matsumoto河西 秀典‡
Hidenori Kawanishi

1. はじめに

近年ブロードバンドが普及し、音楽や動画といった大容量コンテンツが様々なメディアから配信されている。また最近では携帯電話のマルチメディア機能が充実し、静止画や動画、音楽などが扱えるようになってきている。今後は画像の画素数向上などに伴い更なるデータの大容量化が予想される。しかしその一方で、これらの大容量コンテンツを近距離で高速に受け渡しする方法については未だ確立していないのが現状である。そこで我々は、赤外線通信において通信速度100Mbps以上を目指し、高速化に取り組んでいる。本稿では、特に物理層について高速化に必要な発光素子について評価を行った。シャープ株式会社が試作したアイセーフな構造を施した890nm帯の半導体レーザ[1]を用い100Mbps通信システムの構築に向け、諸特性を計測した。またこれまで発光素子として多く利用されている発光ダイオードとの比較をすることで、赤外線通信高速化に向けレーザダイオードを用いることの優位性を示した。

2. アイセーフ半導体レーザの構造

近距離赤外線通信の発光素子としては発光ダイオードが一般的であるが、今回は高速変調を行う必要性から890nm帯の半導体レーザを選定した。しかしながらレーザから照射されるレーザ光はコヒーレント光であるため、レーザ光が直接目に入射すると網膜上で0.3 μ m程度と微小なスポットに集約され局所的な発熱を起こすため、危険である[1]。そこでシャープ株式会社は従来の半導体レーザに光拡散剤を混入させた樹脂でモールドを施し、スポット径を大きく照射できるアイセーフ半導体レーザを開発した。この構造により、レーザチップからの放射光モールド内で拡散され、モールドから出射される時には大きなスポットとなって出射される。このスポット径は約1000倍以上に拡大されている。この構造により国際安全規格IEC60825-1においてクラス1を満たす安全性を確保している。なおこのモールドは半導体レーザの特性には影響を与えないため、通常の半導体レーザと同等の信頼性が確保できる[1]。

3. 実験系

(1) 実験環境

本検討では発光ダイオード及びアイセーフ半導体レーザ
†早稲田大学大学院国際情報通信研究科
‡シャープ株式会社デバイス技術研究所

ザの両方について空間伝送部も含め、伝達特性を表すSパラメータの S_{21} をネットワークアナライザにて計測した。受光器には株式会社サイエンテックス社製の高帯域APD光受光器(APD-250)を使用した。この受光器は受光素子にアバランシェフォトダイオードを使用しており約1GHzまで帯域保証されている。また内部には高速OPアンプを搭載しており増幅した出力が得られる。

被計測素子となる発光素子はネットワークアナライザのPORTAに接続し、受光側のAPD受光器の出力をネットワークアナライザのPORTBに接続した。計測用実験回路の概念図を図1に示す。

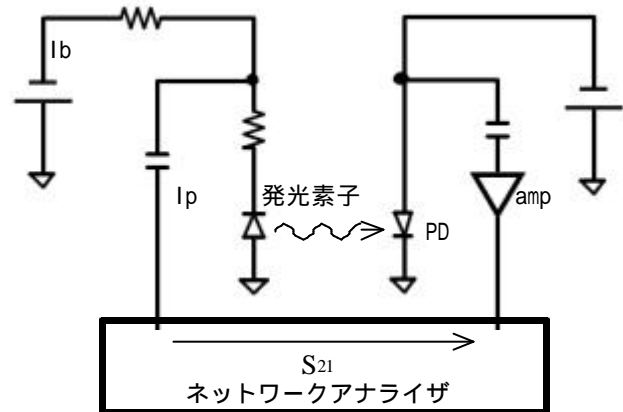


図1 計測用実験回路の概念図

また図2に実験システムの構成図を示す

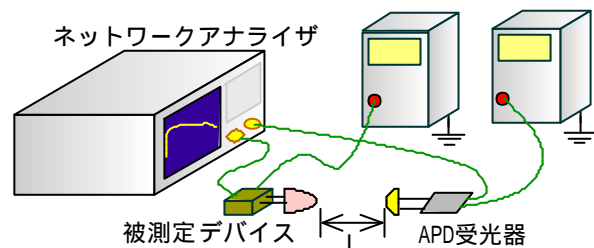


図2 実験システムの構成図

アイセーフ半導体レーザ計測中の様子を図3に示す。



図3 アイセーフ半導体レーザ計測中の様子

図3はアイセーフレーザが発光中の様子を赤外線カメラで撮影したものである。モールド全体が発光しており、受光器に照射された光は大きなスポットとなっている。アイセーフ化が実現されていることがわかる。

(2) 評価方法

Sパラメータの伝達特性を表す S_{21} について被測定対象の発光素子と受光器(回路図中PDと記載)の間隔(図2のL)を変えてそれぞれ周波数特性を測定した。その測定結果より半減値である-3dB時の周波数帯域及び受光電力をグラフにした。なお被測定発光素子にはDC2V, 30mAのバイアスDC電流(I_b)をかけた。[3]

ネットワークアナライザからの変調信号(I_p)をコンデンサを通し、更にインピーダンスを50 に整合させた。この時のネットワークアナライザの出力は0dBmとした。フォトダイオードには高電圧の逆バイアス電圧がかけられている。ネットワークアナライザの出力は0dBmとした。

4. 測定結果

(1) 周波数特性の比較

アイセーフ半導体レーザダイオードと遮断周波数が100MHz(公称値)の発光ダイオードのそれぞれについて、距離Lが10cm及び20cmの計測を行った。計測した S_{21} 伝達特性のグラフを図4に示す。

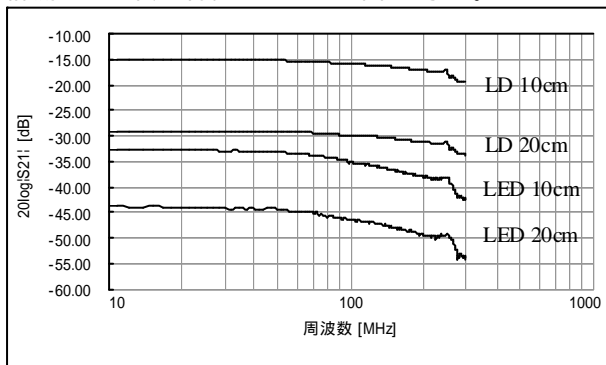


図4 LDとLEDの伝達特性 S_{21} のグラフ

図4のグラフより各距離における周波数特性は、距離を変えても一定であり、半減値である-3dBの周波数帯域はアイセーフ半導体レーザが253.5MHz、発光ダイオードが117.3MHzという数値が得られた。

(1) 電気的特性の比較

続いてアイセーフ半導体レーザ(LD)と発光ダイオード(LED)の電気的特性についての比較を行った。データシート上

	LEDの値	LDの値	単位
順方向電流	2.0	2.0	V
順方向電流	80	100	mA
発光波長	870	890	nm
光出力	40	122	mW

表1 LEDとLDの電気的特性の比較

に記載の電気的特性を表1に示す。なおアイセーフ半導体レーザは試作段階であり数値は計測による算出値である。図3より、距離10cm時の受光パワーの最大値はアイセーフ半導体レーザが-15.0dBm、発光ダイオードが-32.5dBmである。よって受光パワーについては、アイセーフ半導体レーザは発光ダイオードの約3倍である。この計測結果は表1のデータシート上の規格ともほぼ一致していた。また距離と受光パワーの関係は距離の二乗に反比例しており、測定時に受光ポイントのずれなどの問題は生じていないことがわかる。

5. 計測結果のまとめ

本稿では今回試作されたアイセーフ半導体レーザと発光ダイオードの諸特性を比較し、これら発光素子が100Mbpsの通信に適用可能であるかを検討した。その結果、受光器との距離を変えると受光パワーは距離の二乗に反比例して減衰するが、周波数特性はほぼ一定であり、-3dB時の周波数帯域において両素子とも100MHzを超える帯域特性が得られた。また光出力ではアイセーフ半導体レーザは発光ダイオードの約3倍であり、アイセーフ半導体レーザの使用により更なる長距離化、及び200Mbpsの通信にも適用できる見通しが得られた。また半導体レーザ側としては素子構造の工夫をすることで今後更なる高速化が期待できる[1]。

6. 通信システムの検討

通信速度100Mbpsの近距離赤外線通信システムを構築するにあたり、現在は変調方式や通信距離、通信角度、フロントエンドのインターフェイス規格といった諸規格の検討を行っている。これら物理層規格はUFIR(Ultra Fast IR)としてIrDA(Infrared Data Association)にて国際規格として規格策定が進められている。本稿で示した実験により距離は20cm以上での通信が可能であり、半導体レーザを用いた場合でもアイセーフ構造を施すことでスポット径は拡大し、現行の赤外線通信方式IrDAと同一の±15度を実現できる見通しが得られている。

7. 今後の課題

今後は、実際のコントローラLSIから駆動するためのフロントエンド駆動回路の検討を行い、現行のIEEE1394の光伝送規格P1394bでの空間伝送実験やアイパターンの測定、ビットエラーレートの測定など研究を行い、変調方式の検討や具体的通信距離の検討を行う予定である。

参考文献

- [1]財団法人光産業技術振興協会;"光ワイヤレス通信技術"2.5節, pp. 46-60, (2002)
- [2]吉田, 松本, 若原, 河西;"890nm帯アイセーフ半導体レーザによる100Mbps赤外線通信における一検討", 2003年信学会総合大会, B-10-96
- [3]CQ出版社, 平田照二著;"わかる半導体レーザの基礎と応用"