OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	共鳴型発光ダイオードを用いたプラスチックファイバ光伝送システムに関する研究
Author(s)	森倉, 晋
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/54272
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【41】

氏名	森倉 晋（もりくら すすむ）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 23383 号
学位授与年月日	平成21年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学位論文名	共鳴型発光ダイオードを用いたプラスチックファイバ光伝送システムに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 岡村 康行 (副査) 教授 占部 伸二　教授 永妻 忠夫

論文内容の要旨

ブロードバンド・インターネットや地上波デジタル放送の普及に伴い，家庭や自動車内など多様な空間で高速・大容量のコンテンツに接する機会が増えている。このようなネットワークでは，高速のデジタル信号を高品質のまま伝送する媒体が不可欠であり，そのひとつとしてプラスチックファイバ(Plastic Optical Fiber：以下POF)が注目されている． 発光素子としては，AlGaAs/AlAs DBR層の間に，GaInP/AlGaInP量子井戸構造を形成する共鳴型発光ダイオード（Resonant Cavity Light Emitting Diode：以下RCLED）が開発され，周波数帯域100MHz以上が実現されている．デバイスの共同開発を契機として，筆者はRCLEDとPOFを用いた光伝送システムの研究に取り組み，始めて500Mbit/s×50m伝送を実証した．その後，RCLEDの光スペクトルは出射角度に強く依存し，PMMA-POFと結合して高速のデジタル信号を伝送する場合，波長分散に起因する帯域制限で，伝送特性が劣化することを明らかにした．また，PMMA-POFの伝送損は，炭素-水素の振動吸収の影響で強い波長依存性を有するため，発光ダイオードのスペクトルの温度依存性を考慮した光伝送システムの伝送損を明確化する必要性を指摘した．

本論文では，まず高速伝送時に伝送距離を制限する要因として，RCLEDのスペクトル幅が最大伝送距離に与える影響を考察している．次に，任意の角度でDBR層に入射する光波の反射率を導出し，RCLEDのスペクトル幅の理論式に適用することで，出射角とスペクトル幅の関係を理論と実験の両面で検討している．さらに，大口径のPOFに入射する光波に対して新たに実効スペクトル幅を定義し，伝送後の符号誤り率特性（Bit Error Rate:以下BER）の理論値を算出している．最後に，所定のBER特性を確保するためのパワーペナルティの理論値を算出して，実験値と比較・検討し，650nm帯RCLEDとPMMA-POFの許容結合範囲を明確化している．

次に，発光ダイオードの発光スペクトルをガウス分布で，またPMMA-POFの透過スペクトルを非対称ガウス分布でそれぞれ近似し，光伝送システムの伝送損を解析的に導出している．発光ダイオードのバンドギャップエネルギーの温度依存性については，Varshiniの実験式を適用し，650nm帯および520m帯における物性定数より，中心波長の温度依存特性を算出している．発光ダイオードの中心波長の温度依存特性を利用することで，周囲温度が変化する場合の光伝

送システムの伝送損を求めている．

論文審査の結果の要旨

通信の高速化や放送のデジタル化，ディスプレーの多様化，記憶メディアの大容量化に伴い，これらを接続するためのネットワーク化がこれからの情報化社会において不可欠である．そのためには，情報を高速に伝送するための伝送媒体が重要な役割をはたすものと考えられる．これには，現在基幹伝送網で主流となっている石英を主成分としたガラス光ファイバを利用すればよいが，家庭やオフィス，車などのユーザアクセス網でのガラスファイバの利用はコストや安全の面で必ずしも最適とはいえず，他の伝送媒体が要求される．本論文は，ユーザアクセス網での伝送媒体としてプラスチックファイバに着目し，そのために必要な光源や受光素子，光ファイバについて，伝送システムの観点から検討している．

まず，プラスチックファイバを利用した光伝送システムについて，従来から提案されている情報速度が　Mbpsオーダの低速な伝送システムと　100Mbpsオーダの高速伝送システムとの比較検討を行っている．高速伝送システムとして，光源に共鳴型発光ダイオードを，プラスチックファイバに　PMMAを母材とした光ファイバを．さらに受光素子としてシリコンフォトダイオードを用いた伝送システムを取り上げ，実験面および理論面から追求している．共鳴型発光ダイオードは，デバイス単体では変調速度が　100Mbpsと従来型の発光ダイオードに比べて比較的高速ではあるが，さらにエンハンス回路とスイッチ回路を導入することにより　500Mbpsまで高速動作可能になることを実験的に確かめている．さらにまた，共鳴型発光ダイオードの問題点である，発光スペクトルの出射角度による広がりを実験面および理論面から考究し，発光素子の構造に起因することを指摘している．プラスチックファイバについては，通過窓が　650nm 帯，　520nm 帯であること，さらに共鳴型発光ダイオードを用いることを考慮に入れることにより，高速伝送には従来のコア径　1mm の光ファイバでは不適当であり，　750μm とする必要があることを実験により明らかにしている．また，受光素子として受光面積が　400 ～ 800μm 径のシリコン　PIN フォトダイオードでよいことを述べている．これらの素子および伝送媒体を用いて構築した光伝送システムにより　500Mbps，　50m の伝送に成功し，誤り訂正率の測定により，システムのパワーペナルティを明確にしている．さらに，環境温度変化に対する伝送システム許容度を理論面から追求している．その際，発光ダイオードのスペクトルの温度依存性およびプラスチックファイバの伝送損失の波長依存性を考慮に入れ，温度範囲　233K ～ 378K において　650nm の波長帯では　10dB，　520nm の波長帯では　4.5dB の伝送損を伝送システム構築の際に考慮する必要があることを示している．

以上のように，本論文は，共鳴型発光ダイオード，プラスチックファイバ，シリコンフォトダイオードを組み合わせたユーザアクセスネットワーク構築のための優れた知見を与えており，光伝送システムの発展に大きく寄与するものであり，博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認める．