

カオス発振半導体レーザーの軌道不安定性を用いた秘匿通信に関する研究

201312004 石原 太樹

現在の情報通信における暗号化手法は膨大な時間をかけることで解読することができるため、コンピュータの性能が大きく向上すると秘匿性が失われる恐れがある。そのため、計算量のみに依存しない暗号化手法として、量子暗号やカオスを用いた秘匿通信の重要性が高まっている。

本研究では、半導体レーザー (LD) のカオス発振のカオス性自体にバイナリメッセージを割り当てる光カオス秘匿通信手法の確立を目指している。今回はカオス性の 1 つの軌道不安定性に注目し、これを定量的に評価する指標として軌道拡大率を用いる。

現在までに、数値シミュレーションにより戻り光のある LD の光強度の時系列を数値化 (10ps 間隔 2000 点サンプル) し、戻り光係数 $\kappa = 0[\text{sec}^{-1}]$ から $\kappa = 99.9 \times 10^8[\text{sec}^{-1}]$ までの軌道拡大率を求めた。その結果、 κ の増加に伴って軌道拡大率も増加した。

今後、実験により同様の検証を行う。また、送受信器を模した光注入系 LD について同様に数値的・実験的に検証を行い、光注入度と軌道拡大率の関係を明らかにする。

2 つの戻り光をもつ量子ドット半導体レーザーのカオス発振に関する研究

201312006 今泉 雅喜

量子ドット半導体レーザー (QDL) とは、活性層に量子ドットと呼ばれる半導体原子が複数個集まったナノ結晶を用いたレーザーである。量子ドット内に電子を 3 次元的に閉じ込めることによって、より高い量子効果を発生させることができる。これにより、QDL は、低閾値電流、温度無依存性、高速化、戻り光の影響を受けにくいといった特性を持つ。しかし、QDL は製造が困難であり、まだ未解明なダイナミクスが多く存在する。

本研究では 2 つの戻り光をもつ QDL を考え、戻り光と外部共振器長の影響による発振状態を数値シミュレーションにより調査する。これにより秘匿通信などのカオス応用のみならず、QDL を安定に利用するための条件を提案する。

現在、1 つの戻り光を加えた場合の光強度の時系列と分岐図を求めた。外部ミラーの反射率 r の数値を変更し、 $0.4 \leq r \leq 1.4$ ではカオス発振が起きた。特に $r = 0.04$ では準周期発振、 $r = 0.02$ では周期発振となった。今後、2 つの戻り光を加えた QDL について分岐図を求め、1 つの戻り光と 2 つの戻り光の光強度を比較し、QDL がカオス発振する条件を明らかにする。

カオス同期を用いた光カオス通信の秘匿性に関する研究

201312009 小原 悠大

主に計算機の計算量を安全性の根拠としている現在の暗号化手法は、今後の計算機の発展によって安全性が失われる可能性がある。これに対し、計算量に依存しない暗号通信として光カオス通信が研究されているが、光カオス通信の秘匿性を検証する有効な方法は確立されていない。そのため、本研究では、広く研究されているアナログ手法であるカオスモジュレーション法 (CMO 法) について、その攻撃方法を考案し、秘匿性の検証方法を確立することを目的とする。

前期は、CMO 法の数値シミュレーションを行った。送信側と受信側の半導体レーザーの各パラメータが等しい場合にカオス同期が達成され、注入係数 $\eta = 25$ を超える光注入が強い領域においてはレーザーのパラメータに誤差が含まれていてもカオス同期が起きる。後期はこれを基に、攻撃側が解読に用いることができる情報 (フレーム長さやフラグ位置等) の条件を変えながら、メッセージの解読方法を検討する。

擬似ランダム信号を加えた半導体レーザーのカオス発振特性

201312016 外山 晴久

半導体レーザー (LD) に鏡で光を戻すことなどによって起こるレーザーのカオス発振は、工学応用へも期待されているが、レーザーの安定を必要とする分野においては、この不安定なカオス発振は好ましくない。そこで、LD のカオス発振の特性について明らかにしていくことは両者にとって有益である。先行研究において、戻り光のある LD の駆動電流に擬似ランダム信号を印加することでカオス発振 LD の動的特性を制御できることが明らかにされた。そこで本研究では、戻り光のある LD の駆動電流に擬似ランダム信号を印加した際、カオス振動の静的特性 (フラクタル性) に対してどのような影響を与えるかについて実験を通して明らかにし、カオス振動の静的特性制御の手法を確立することを目指す。

現在までに、トランジスタに逆電圧を加えることによって発生するノイズを増幅回路を通して出力する擬似ランダム信号回路を試作した。FFT 解析によると、500MHz 帯をピークとし、1GHz 帯でおよそ -3dB 程度となり、周波数に従って徐々に減少していくことが分かった。今後は、広帯域擬似ランダム信号回路を製作し、これらの回路による擬似ランダム信号を LD の駆動電流に印加した際の LD のカオス発振の静的特性に与える影響を調査する。これにより、静的特性の制御に効果のある周波数帯を明らかにする。