

GaN 系半導体レーザーによる青紫色フェムト秒パルスの発生

Blue-violet femtosecond pulse generation using GaN-based semiconductor laser diode

ソニー(株) ○河野 俊介, 渡邊 秀輝, 幸田 倫太郎, 風田川 統之, 成井 啓修

Shunsuke Kono, Hideki Watanabe, Rintaro Koda, Noriyuki Fuutagawa, and Hironobu Narui
(Sony Corp.)

E-mail: shunsuke.kono@jp.sony.com

はじめに：超短パルスレーザーは、その高いピークパワーや短いパルス時間幅を利用して、2 光子イメージングや非熱加工といった新しいアプリケーションに展開されている。私たちは、こうした次世代応用に資する目的で、GaN 系半導体レーザー (LD) を用いて高ピークパワーの超短パルス光源を開発してきた[1]。GaN 系 LD は、青紫色領域の超短パルスを電流励起で直接発生できることが大きな利点である。その一方で、パルスエネルギーは半導体のキャリア寿命によって制限されるため、パルス時間幅を短くすることは、超短パルス光源としての特性向上のために重要である。

これまでに私たちは、GaN 系モード同期半導体レーザー (MLLD) の外部共振器内に分散補償光学系を導入して発振スペクトル幅を広げ、適切なスペクトルフィルタと組み合わせることで、パルス時間幅が 200 fs の超短パルス光を発生できることを報告した[2]。外部共振器内の群速度分散が負のときに、出力パルス光に対してスペクトルをフィルタすることでフェムト秒パルスが得られたことが特徴である。しかしながら、スペクトルフィルタによって得られるフェムト秒パルスは、MLLD の出力光の 10 % 程度であり、全スペクトル成分を有効に利用することが課題であった。今回、空間光変調器を用いた非線形パルス圧縮器を構成し、MLLD の出力パルス光に対して高次の位相分散を補正した。その結果、パルス時間幅 140 fs、ピークパワー 60 W の超短パルス光が得られたので、これについて報告する。

実験及び結果：回折格子とレンズからなる分散補償光学系を備えた外部共振器内で GaInN 量子井戸構造を有する 2 電極型 LD (BS-LD) を受動モード同期動作させた。BS-LD は、p 電極が利得部と可飽和吸収部に分割されており、利得部に駆動電流として 130 mA、可飽和吸収部に逆バイアス電圧として 6.6 V を印加した。外部共振器内の群速度分散が負のときに得られた強度自己相関波形と光スペクトルを図 1 に示す。平均出力は約 15 mW、パルス繰返し周波数は 0.916 GHz であった。この出力パルス光を、空間光変調器を備えた非線形パルス圧縮器に入射した。空間光変調器には、誘電体多層膜ミラーを備えた LCOS を利用した。高次の位相分散を出力パルス光に与えることで、図 1 の強度自己相関波形にみられるパルスの裾を低減し、パルス時間幅を圧縮した。図 2 に圧縮後のパルス光の強度自己相関波形を示す。圧縮後のパルス光の半値全幅は 210 fs であり、 sech^2 型関数を仮定すると、パルス時間幅は 140 fs である。圧縮後のパルスエネルギーは 8.5 pJ であり、パルスのピークパワーは約 60 W と評価された。スペクトルフィルタを利用したフェムト秒パルス発生に比較すると、パルスエネルギーで約 10 倍、ピークパワーで約 15 倍の改善である。これは、GaN 系 LD を利用して得られた最短パルスである。また、この結果は、非線形パルス圧縮器が GaN 系 LD による青紫色超短パルス光の整形手段として有用であることを示している。

参考文献：

- [1] R. Koda et al., *Appl. Phys. Express*, **5**, 022702 (2012).
- [2] S. Kono et al., *Appl. Phys. Lett.*, **101**, 081121 (2012).

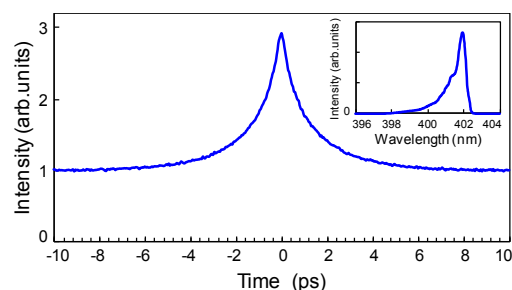


図 1：共振器内群速度分散が負のときの MLLD から出力されるパルス光の強度自己相関波形。挿入図：対応する光スペクトル。

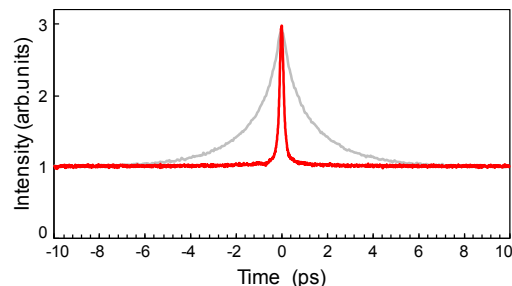


図 2：非線形パルス圧縮後のパルス光の強度自己相関波形（赤色実線）。灰色のトレースは図 1 の強度自己相関波形を比較のために示す。