

安定な光混合を目的としたピコ秒パルス光源の開発

Development of picosecond pulse laser source for stable frequency mixing

○山垣 美恵子¹、奥山 大輔¹、澤田 久¹、折井 庸亮¹、岡田 穰治¹ (1.スペクトロニクス(株))

○Mieko Yamagaki¹, Daisuke Okuyama¹, Hisashi Sawada¹, Yosuke Orii¹, George Okada¹ (1.Spectronix Co.)

E-mail: Yamagaki@spectronix.co.jp

レーザ加工を目的としたピコ秒パルス光源として、ゲインスイッチング半導体レーザ (GSLD) は任意のタイミングでピコ秒パルスを容易に得られるという利点がある。我々は、深紫外から中赤外のピコ秒パルス光源を作る事を目的として、波長帯域幅が適当な分布帰還形半導体レーザ (DFB-LD) をゲインスイッチング動作させて使用している[1]。DFB-LDの利得スイッチングでは、パルス発生機構によりパルス幅と同程度かそれ以上のタイミングジッタを生じ、それに伴いピークパワーも変動してしまう。これらのゆらぎは直接、変換波長の光出力の不安定要因となる。特に和周波や差周波発生など、2つ以上の光源を使用する場合は、その影響を大きく受けることになる。ジッタを低減する方法としては、外部から連続光を注入する方法[2]や自身のパルスの一部を注入する方法[3]が報告されている。しかし、前者ではパルス光繰返し周波数を低くするに従って注入された連続光のパワーの割合が高くなってしまい、注入光とGSLDの出力光の波長が近いので分離することもできず、後段で光増幅を行う際には励起エネルギーが連続光の増幅によって消費されるなどSN比を劣化させてしまうという問題がある。後者では、最初に出射されたパルス光の一部がGSLDに戻るまでの時間内に出射されるパルス光のジッタの抑制はされない。また、繰返し周波数を変える際には、光路長を変えて注入する光パルスのタイミングをGSLDの光パルスの出力タイミングと合わせる必要があるため、繰返し周波数の変更が簡便でないうえ、光路長可変器の光路長可変範囲によってジッタを抑制できるパルス繰返し周波数が制限されるという問題がある。

今回、波長変換用光源として安定した出力特性を持ち、加工用途に適したシステムの柔軟性を持つ光源として、GSLDに外部注入光として別の光源からのパルス光を注入する構成を検討したので報告する。

図1に構成を示す。種光源となるGSLDに、光サーキュレータを介して別のGSLDからのパルス光を注入する。クロック源からの信号を分割して種光源と注入光源とに入力することで、2つのレーザの同期をとっている。更に一方の電気信号に適当な遅延を加える事で、注入光源からの出力パルスを任意のタイミングで種光源に注入している。この方式では、GSLDの繰返し周波数を自由に定める事ができる上、注入光もパルスであるため繰返し周波数が低い場合でも注入光の影響を小さく抑えることができる。また、注入光のパラメータの変更も容易である。図2にオシロスコープで測定した光パルスの時間波形を示す。波長1064nm、繰返し周波数1MHz、種光パルス幅79ps、注入光パルス幅5nsで、電気信号をトリガとしてパルスピークからの閾値3dBとしてパルス立ち上がりの時間ずれを測定した結果、ジッタは3.1ps (rms) であった。

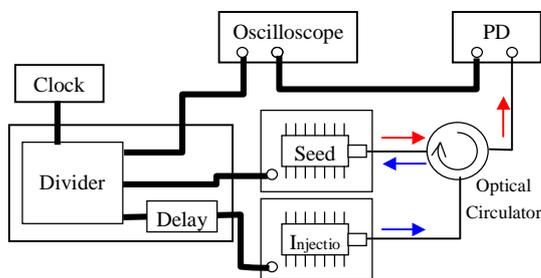


図1. パルスインジェクションによるGSLDのジッタ低減構成と測定系

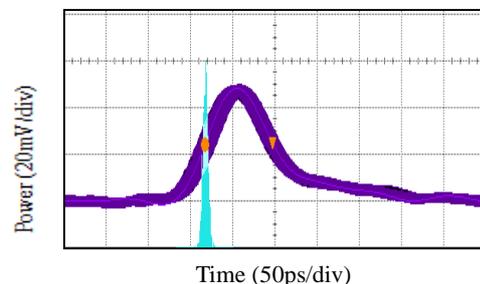


図2. GSLD出力光パルスの時間波形

- [1] 折井庸亮 他, “利得スイッチング半導体レーザを種光源とした高出力深紫外ピコ秒レーザパルス発生” 2013 応用物理学会春季予稿集 30p-C1-3
 [2] 太田裕之, “超高速光サンプリング技術とその応用に関する研究”, 静岡大学博士論文(2000)
 [3] 渡辺啓太, “短光パルスのタイミングジッタ抑圧法の研究”, 高知工大 卒業論文(2002)