

微細加工に革命をもたらす 新世代のUVレーザと超短パルスレーザ

豊田 宏之

Spectra-Physicsは1961年創業の世界初の商用レーザ機器メーカーで、創業以来数多くの世界初となる製品を発表し業界をリードしてきた。当初半導体レーザが実用化されるまではガスレーザや色素レーザが主役を務めており、主に研究開発用途に使用されていたが、1986年に同社が世界初のファイバカップリングLD励起固体レーザを発表したことで、レーザはLD励起固体レーザの時代へと変わっていった。その後、非線形光学素子を用いた波長変換技術により355nmや266nmのUVレーザが製品化され、UVレーザが本格的に産

業用途の微細加工に使用されるようになる。Spectra-Physicsは世界初のLD励起355nm固体レーザを製品化して以来、既に1万台以上のUVレーザを出荷しており、現在もUV微細加工に革命をもたらす新世代のUVレーザを世に送り出している。また2011年にオーストリアのHigh Q Laserを傘下に加え、双方の技術を融合した再生増幅超短パルスレーザを発表した。

高出力ハイブリッド ファイバレーザ Quasar

Quasar (図1)はファイバレーザと固

体レーザの技術を融合させたハイブリッドファイバレーザ(図2)で、355nmにて200kHzで平均出力60Wパルスエネルギー 300 μ Jを出力する。プログラミングによりパルスを形成するTimeShift機能を搭載し(図3)、0~3.5MHzの繰返しにて100nsecから2nsecまでパルス幅を可変、パルススプリット、パーストモード等の多彩なパルス動作にて、これまでのQスイッチレーザの限界を超えた加工を可能としている。

従来のQスイッチタイプのLD励起固体レーザでは、パルス幅は共振器の構造と繰返し周波数に依存し最適な加工条件を得ることが難しく、加工性や加工スピードを犠牲にしていた。TimeShift機能は任意の繰返しで任意のパルス幅を設定可能なため、加工性や加工スピードを犠牲にすることなく、最適な加工条件を得ることができる。またTimeShift機能でパルスをスプリット(分割)することにより、従来のQスイッチ固体レーザでは達成できなかった加工スピードを得られる。

図4はパルス幅25nsecの単パルスと、TimeShift機能を用いてパルス幅5nsecのサブパルスで5分割したスプリットパルスをそれぞれ200kHzで照射し250mm/secの加工速度でフルエンスを変化させた場合の加工深さの比較である。結果TimeShift機能を用いて5分割したスプリットパルスは25nsecの単パルスと比較して、90J/cm²のフルエンスで77%加工深度が増すことが検証されている。



図1 Quasar



図2 Quasar基本構成

究極の低価格ハイパフォーマンス UVレーザ

Talon (図5) は、Spectra-Physics が提唱する『It's in the Box』コンセプトに基づき設計された電源一体型Qスイッチ固体レーザで、355nmにて50kHzで平均出力15Wパルスエネルギー 300 μ Jを出力する。『It's in the Box』は、電源とレーザヘッドを一体化して一つのBoxに収め小型軽量化する設計思想であり、従来定期交換部品とみなされていた励起用LDの長寿命化により実現した。更に波長変換非線形光学素子をレーザ共振器内に配置して低コスト化と高効率化を図ることで、驚くことにワット当たり同社比46%以上の低コスト化を実現しており、今までUVレーザの導入を見送っていた加工用途にも容易に導入が可能となった。

手のひらサイズの超小型UV固体レーザ

Explorer One (図6) も、Talonと同様に『It's in the Box』コンセプトに基づき設計された電源一体型超小型QスイッチUV固体レーザで、1kHzにて349nmでパルスエネルギー 120 μ Jを出力するYLFタイプと、355nmにて50kHzで平均出力300mWを出力するYVO₄タイプがラインアップされている。Explorer Oneは手のひらに乗るほどの超小型UV固体レーザで、設置スペースに制限が無く容易に装置搭載が可能である。空冷で冷却チャラーが不要なため、接続は駆動用のDC電源と制御ケーブルのみで、装置内の配線処理も容易である。Explorerシリーズには同じく電源一体型で高出力モデルのExplorer XP、また電源とヘッドが分離したスタンダードモデルがあり、シリーズ累計で2,000台以上が出荷されている。

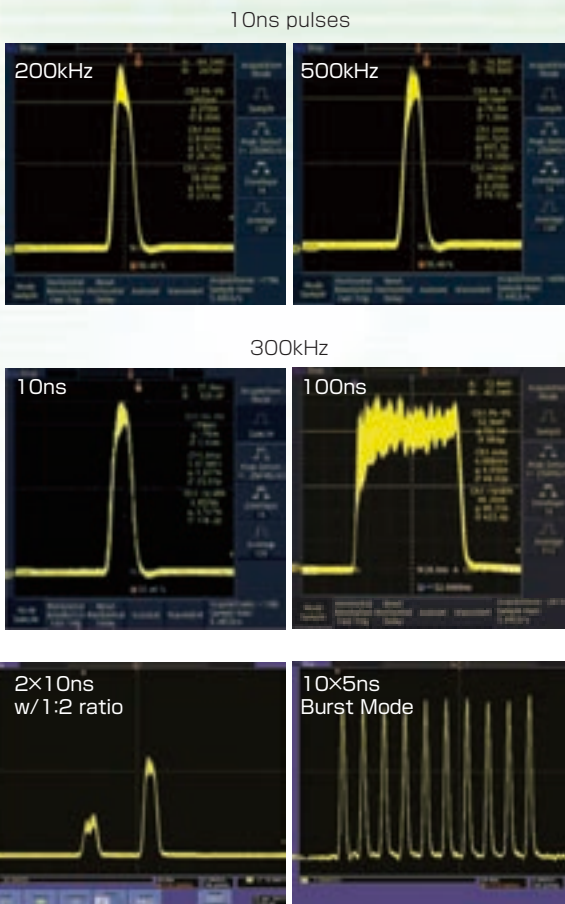


図3 TimeShift機能により形成されたパルス例

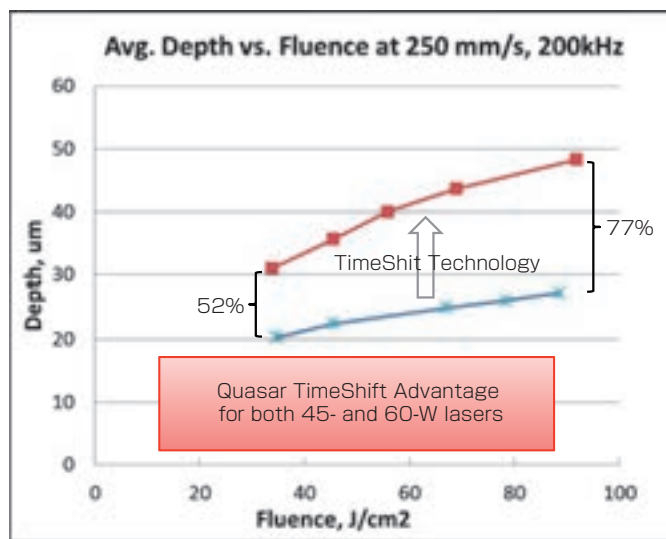


図4 単パルスとスプリットパルスの加工深度比較

One Box型コンパクト再生増幅超短パルスレーザ

Spirit (図7)はSpectra-PhysicsとHigh Q Laserの技術を融合して開発された再

生増幅超短パルスレーザで、1040nmにて400fsecのパルス幅で200kHzにて平均出力8Wパルスエネルギー 40 μ Jを出力する。オシレーター、再生増幅



図5 Talon



図7 Spirit



図6 Explorer One

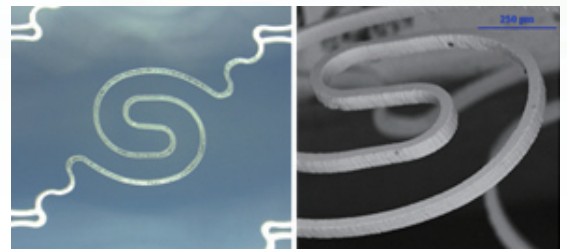


図8 Spirit フェムト秒レーザーによる、Nitinolのマイクロステント加工(筒外形 4.25mm、厚み45 μ m、加工間隔35 μ m)

アンプ、ストレッチャー／コンプレッサーがOne Boxに収められたOne Box型コンパクト再生増幅超短パルスレーザーである。またパルスセクター内蔵で、パルスのON / OFFや出力制御が容易に行える。フェムト秒レーザー加工はナノ秒レーザーにおける熱加工と異なり、熱影響のない非熱加工が特徴である。また電磁強度が非常に高いために、集光点において空間選択的に多光子吸収や多光子イオン化などの非線形作用による加工を誘起することが可能である。これらの特徴を生かし、ガラス、セラミックス、複合材料等の難加工材や、熱影響を極めて嫌う素材において高品質な加工が可能となる。また、加工面の品質が非常に重要となる医療用ステントの加工にもフェムト秒レーザーが使用されている。図8は、Spiritフェムト秒レーザーを使用した、形状記憶合金Nitinolでのマイクロステントの加工例である。大きな特徴は非常に精度が高い加工ができること、HAZ(Heat Affected

Zone)の影響が見られないこと、加工側面、エッジ部分共に非常に滑らかであることである。

スマートフォンやタブレットPC等のIT機器は年々小型・高機能化が進み、搭載部品にはより微細で高品質な加工

が要求されている。また今後ウェアラブル機器が汎用化されると、更なる微細加工が要求されることが予想される。Spectra-Physicsはこれらの要求にこたえるべく、更なる革命をもたらす新製品の開発を続ける所存である。

第3回「レーザー微細加工の最新ソリューション」セミナー開催決定

スペクトラ・フィジックスは、本年11月に第3回「レーザー微細加工の最新ソリューション」セミナーを開催致します。それぞれの専門分野で独自の加工ノウハウを持つシステムメーカーに講演頂き、ユーザーとの出会いの場を提供し、新たなソリューションにてレーザー加工の裾野を広げ、産業技術の更なる発展に貢献出来ればと考えています。

スペクトラ・フィジックス「レーザー微細加工の最新ソリューション」セミナー

【日時】2014年11月18日(火) 10:25～17:30 参加費:無料

【会場】東京国際フォーラム(有楽町)G409

【主催】スペクトラ・フィジックス株式会社

【協賛】Industrial Laser Solutions Japan / Laser Focus World Japan

お問い合わせ:スペクトラ・フィジックス株式会社 TEL:03-3794-5511

URL:http://www.spectra-physics.jp/topics/page1_262.html