feature

スキャナ

3軸レーザスキャニング技術が要求厳しい 材料加工アプリケーションを改善

ムスタファ・コスクン

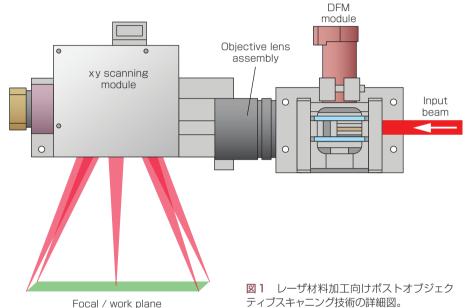
ポストオブジェクティブ、3軸、完全デジタルスキャニングシステムにより、 広い視野、小さなスポットサイズ、高速、高精度が得られる。これらは次世 代リモートレーザ材料加工アプリケーションの要求である。

ラージエリア、ウェブフェド、リモー トレーザ材料加工のアプリケーション の数が激増しており、これにともなっ て切断、エングレービング、模様付け、 レーザ積層造形などのアプリケーショ ンで要求がますます厳しくなってきて いる。多様な市販レーザの多くは、こ れら要求の厳しいアプリケーションに 使えるように開発されており、特定の 材料の特定加工を最適に行うようにな っている。ガルバノメータベースのレ ーザスキャナのような最先端のビーム 供給システムの開発も、これら要求の 厳しいアプリケーションにフォーカス したものとなっている。

ケンブリッジテクノロジー(CTI)の 3軸 Lightning-II (L-II) ガルバノベース レーザスキャニングシステムは、2つの 技術、3軸ポストオブジェクティブス キャニングとL-II完全デジタルスキャ ニングとを組み合わせてこれらのアプ リケーションで使えるようにしている。 3軸L-IIシステムは、スループット向上、 精度向上、レーザ動作の視野拡大によ って、フラットパネルディスプレイ、電 子部品、ソーラ、繊維製品、自動車、3D プリンティング産業といった要求の厳 しいアプリケーションに使用できる。

ポストオブジェクティブスキャニング

3軸作業機構は通常、ポストオブジェ クティブスキャニングと言われている。



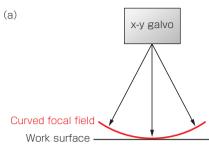
Focal / work plane

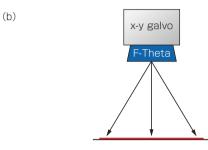
これは、スキャニングミラーが集束(対 物) レンズの後 (post) にあるためであ る(図1)。ポストオブジェクティブス キャニング技術を用いると、スキャニ ングシステムはフィールドサイズを大 きく、スポットサイズを小さくするこ とができ、扱うレーザのパワーレベル を高くすることができる。このアーキ テクチュアでは、生のレーザビームは 動的エキスパンダレンズから光学シス テムに入り、動的エキスパンダレンズ で形成されたビームウエストを対物レ ンズが目標面に再表示する。

動的集東モジュール (DFM)を利用 してエキスパンダレンズを動かすと、 焦点面の距離が変わる、したがってダ

イナミックフォーカスと言う。xyスキ ャニングモジュールで光パスを折り返 し、x軸およびv軸専用スキャナで目標 の作業面をスキャニングする。スキャ ンコントローラで調整することで、作 業面の個々のxy座標がそれぞれ動的 に調整されたz座標を持ち、これによ ってユーザは平坦面で、あるいは立体 でレーザ加工作業を行うことができる。

レーザ加工作業の大半は平坦面で行 われる。従来の2軸スキャンヘッドは、 作業面を平坦にするには特殊なスキャ ンレンズ($f \theta$ レンズなど)を必要とする。 補正のないxyガルバノシステムでは球 状の焦点面となるからである(図2)。 3軸技術は、焦点面を平坦にするため





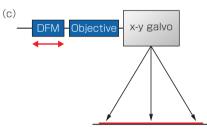


図2 補正していないスキャニングシステムで は湾曲した焦点面となるので(a)、2軸xyシ ステム(b)は特別な $f\theta$ レンズを使って焦点面 を平坦にする必要がある。しかし、3軸シス テムは、さらに多目的に使えるソリューション、 DFMを使って焦点面を平坦にする(c)。

のスキャンレンズを必要としない。代 わりに、DFMによって作業領域の各点 で焦点距離を動的に調整することで、 必要な平坦面を実現する。

大きな視野

3軸スキャニングシステムが主とし て使われるのは、広い範囲のスキャニ ング、フィールド平坦化レンズや2軸 スキャンヘッドがもはや実用的ではな いような2D面のスキャニングである。 2軸システムの不適合性は通常、サイ ズ、複雑さ、究極的には広視野用のス キャンレンズのコストからくるもので ある。

3軸システムでは、集束(対物)レン

ズをスキャンヘッドの前に置くことで、 光学素子のサイズが、フィールドサイ ズに依存しなくなる。つまり、対物レ ンズに対するDFMの位置が、名目的 な作動(焦点)距離を決める。作動距離 によって視野サイズが決まるので、作 動距離が長ければ長いほど視野サイズ が大きくなる(図3)。

3軸技術は設定可能デザインになっ ており、このため1つのレンズセット で大きな視野サイズ、あるいは可変視 野サイズスキャニングアプリケーショ ンが可能になる。しかし、焦点距離(f) と視野サイズが増すにつれて、スポッ トサイズも広がり、パワー密度が減少 する(レーザパワー一定の場合)。効率 的なレーザ加工には一定のパワー密度 が必要であるので、これは好ましくな い。3軸スキャニングは、集光光学素 子のビーム径(D)を大きくしてスポット サイズを小さくすることでこの問題を 解決している。式は次のようになって いる。スポットサイズ = $k \times m^2 \times \lambda \times f/D$ 。 ここではkは一定、m²はレーザビーム の品質係数、 λはレーザの動作波長で ある。

従来の2軸スキャンヘッドソリュー ションでは、ビーム径はスキャニング レンズの入射瞳によって制限されてい る。大きな入力ビーム(通常>30mm) にするには、2軸スキャンヘッド用の スキャンレンズは非常に大きく、高価 になる。3軸システムは対物レンズが スキャニングミラーの上流にあるので、 集東レンズの必要な開口部サイズは大 幅に小さくなる。したがって、経済的 なレンズ設計の光学系で、ビーム径を 大きくして、より小さなスポットサイ ズを実現することができる。言い換え ると、広視野アプリケーションに必要 となるfによるスポットサイズの拡大 は、集光オプティクスのDを大きくす



= 半導体励起小型YAGレーザーの 専門メーカーが提供!=

ョン、LIBS、MALDI-TOF、LIF、 バイオ、分析、医学、環境など

小型パルスYAGレーザー

- 低価格、空冷、コンパクト、高ピークパワー1MW
- 1064nm:>2.5mJ、 532nm:>1mJ、 355nm:>300 μ J. 266nm:>200 μ J 213nm:>50 μ J



高繰返しパルスYAGレーザ-

- ●低価格、超小型、最大15kHzのパルス繰り返し数
- 1064nm: 5μ J \sim 50 μ J、532nm: 2μ J \sim 20 μ J、 355nm: 0.3μ J \sim 15 μ J, 266nm: 0.3μ J \sim 1.2 μ J, 213nm:>1.5 μ J@1KHz



YAG/DYEチューナブルレーザー

- 色素の励起に小型パルス YAG355nm レーザーを内蔵
- 400~900nm (チューナブル)、 SHGオプションで 205~400nm



コンパクトIR-OPOレーザー

- ●出力波長:1.4~1.9 µm、2.4~4.0 µm
- ●最大平均出力:40mW以上





超小型CW 266nmレーザー

- 超小型、半導体励起固体、連続発振、紫外光、 UVレーザー
- 266nm:10mW~200mW



http://www.japanlaser.jp/

E-mail: lase@japanlaser.jp

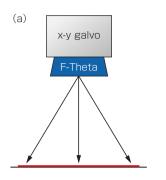
少JLC数日本レーサー

社 〒169-0051 東京都新宿区西早稲田2-14-1

TEL: 03-5285-0863(直)

TEL: 06-6323-7286 大阪支店 TEL: 052-205-9711 名古屋支店

• feature スキャナ



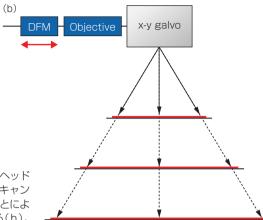


図3 f θ レンズを持つ2軸スキャンヘッドでは視野サイズは1つ(a)。3軸スキャンシステムではDFMの位置を変えることによって、多数の視野サイズが実現できる(b)。

ることで補償することができる。こう することで、レーザ加工に適したパワ ー密度を供給する。

スループットと精度の向上

視野が大きくなることに加えて、新 興の産業用レーザ加工は、スキャニン グシステムのスループット向上も必要 としている。これは、直線的スキャニ ング速度とレーザパワー密度の両方を 増すことで達成できる。所定のスキャ ニング角速度では、作業面での直線的 なスキャニング速度は、単純に3軸シ ステムの焦点距離を長くすることで達 成できる。焦点距離を長くすると、結 果的にスポットサイズが大きくなり、 パワー密度が落ちるので、理想的な解 はガルバノベースのスキャナシステム の角速度を上げることになる。こうす ることによってスポットサイズを損な うことなくスピードを上げることがで きる。角速度に対するこのような難し い要求が、L-IIスキャニング技術の基 盤になった。

正確なガルバノメータ動力学に独自の状態空間モデリングを用いて、LII 技術は速度制限、加速度制限、攣縮制限コマンドをガルバノメータ駆動に適用し、高精度サーボ制御下で最高パフォーマンスを引き出している。パルス 幅変調(PWM)駆動出力は98%に達する効率で、パワーをガルバノメータに伝えるとともにサーボエレクトロニクスを低温に保っている。最適化されたスキャニングミラーが、ガルボとサーボ技術を補完している。最軽量で最も硬い材料、ベリリウムから加工して造ったミラーをテーパー状にガルバノメータに取り付け均衡のとれた構造を造り出している。1×1m領域でスキャニング速度75m/s以上のスキャニング速度が得られるように、最小の慣性で力がシームレスに分布するようになっている。

広視野、高分解能、高速スキャニングアプリケーションでもうひとつの重要な要求は精度である。これは、静的、動的両方の精度で、1℃あたりの非常に低いドリフト(サブミクロンRad)を達成するために、L-IIデジタルガルバノ技術の位置検出器は、高ラインカウント、デュアルエンコーダセンサ、熱平衡設計を取り入れている。加えて、L-IIサーボドライバの24-bitデジタルプロ

セッサによって、高い位置決め分解能、 広視野に対する精度が提供される。

サーボアーキテクチュアの一部として、状態空間モデリングはスキャナへのパワー出力をモニタし、温度とともに変化するコイル抵抗、トルク、共振周波数など、多様なスキャナパラメータを補正する。ピークパワーを得るために空冷でもウォータージャケット組込でも、温度補償が精度を一定に保ってくれる。

高加速アプリケーションでは、ミラーバランスも精度維持の重要要素となる。ベリリウム基板ミラーは、質量平衡を持たせており、設計的に重要な特徴としては、軸外ふらつきを最小に抑えること、新たなバランシング技術を可能にする点が挙げられる。負荷平衡を補完するために、スキャナの高トルクが原因となって生ずる強力な拮抗力に耐えるようにxyブラケットのパフォーマンスが定められている。結果として、この3軸LII技術を用いることでレーザ加工システムは、1×1mの大きな視野サイズでもミクロンレベルの位置精度が達成できる。

従来の機械加工はレーザベースの競合技術で置き換えることができると考えられており、次世代ガルバノベースレーザスキャニングシステムは今後の製造業の不可欠の一部となる。3軸LIIシステムは特に広視野、高スループット、高精度アプリケーションをターゲットにしており、レーザベースの材料加工を改善し、産業革命の次のフェーズを作る。

◆Lightning-II は、ケンブリッジテクノロジーの商標。

参考文献

ムスタファ・コスクンは、ケンブリッジテクノロジー (125 Middlesex Turnpike, Bedford, MA 01730;)の製品マネージャー。

e-mail: mcoskun@cambridgetechnology.com URL: www.cambridgetechnology.com.