

複雑な部品のレーザ加工

ジョナサン・マギー

レーザ自動化の進歩により、レーザ材料加工の新しい道が開かれている。

レーザ加工は、レーザ光を集光して、金属からプラスチック、セラミックス、ガラス、有機物まで、さまざまな材料の切断、溶接、穴あけ、マーキング、彫刻、表面加工を行う技術である。レーザ光は、集光性が高く、加工対象の素材に適合する特殊な特性を持つため、精密な製造に適している。

数年前まではレーザでは効率的に加工できないとされていた複雑な形状や素材の加工も、産業用レーザ加工の自動化で可能になった。最近の例では、自動車のダッシュボードや外装バンパーなど、自由曲面の3D可展面を持つポリマーや金属ベースの部品や、メートル以上のサイズ範囲の部品などの大規模なテクスチャリング加工がある(図1)。

他の例としては、脳卒中で動脈瘤ができた場合に脳の細い血管を塞ぐための医療機器に使われるマイクロワイヤーやコイルなどの、逆に機械的に繊細な部品である。これらの機器は、白金やニチノールなどの繊細な巻線材料で



図1 複雑な表面に従来の小面積レーザ加工を行うと、完成品の表面に起伏ができる場合がある。(画像提供: アクシス・レーザテクノロジック社)

作られており、直径は数十ミクロンのサイズである。

最初のステップ

レーザ光源は、このような複雑な製品を加工するためのソリューションの最初の構成要素にすぎない。レーザ光源は装置の心臓部であり、材料の光吸収特性や熱特性に合わせ、必要な品質とスループットで望ましい加工効果が得られるように選定される。

レーザ光源は、半導体レーザからガスレーザ、ファイバレーザ、固体レーザまで、さまざまな技術に及んでいる。それぞれに特徴があり、加工する部品によって選定される。これらの部品に対する主な加工方法は、レーザマーキング、彫刻、構造化、切断、穴あけ、溶接、表面処理などである。性能、品質、スループット、コストの最適なバランスを持つレーザ光源を特定するためには、多くのアプリケーションの変化する要素を考慮する必要がある。これは、最終的に装置に組み込まれるレーザ光源と同じ構成を使用するアプリケーションラボでの作業である。機械製造工程の後半でコストと時間のかかる開発作業を繰り返さないように、早い段階で正確な構成を使用することが重要である。

統合ソリューション

レーザ材料加工のソリューションには、機械装置が必要である(図2)。レーザを用いた製造の課題に対するソリューションは、自動化、ハードウェア

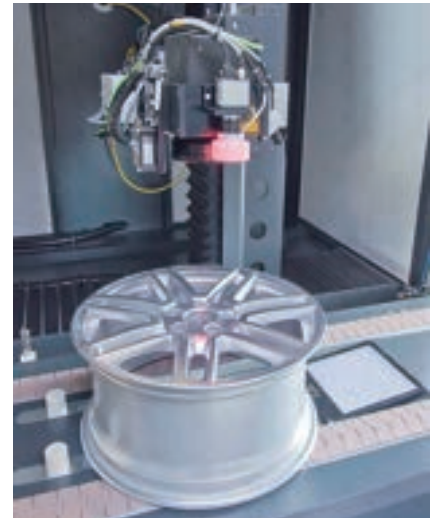


図2 光学式部品認識、自動搬送、レーザ加工、品質検査などの、自動車ホイール加工用統合レーザ装置。

コンポーネント、ビジョンシステム、光学系、レーザビーム伝送、ソフトウェア、データベース、レーザ光源を装置にうまく組み込めるかどうかにかかっている。レーザ光源を複雑な部品のレーザ装置ソリューションに統合することは、非常に専門的な作業であり、組織内の幅広い分野にわたる重要な技術的専門知識を必要とする。特に、自動車やヘルスケアなどの消費者向け製品がターゲット市場の場合は、その傾向が顕著である。関連する安全規格、機械・電気規格、規制への適合を遵守し、常に高品質を確保する必要がある。

最先端オプション

レーザ加工、テクスチャリング、マーキング、彫刻は、一般的に短く鋭いパルスを送るレーザを必要とし、生成技術としてファイバレーザを使用することが多い。これらのレーザ光源はガルボスキャナーヘッド(ガルボ)に

接続され、標準光学系で110×100mmほどの小さな加工領域や、平面部品の2Dベースでレーザービームを動的に操作できる。しかし、複雑な形状の自動車用合金ホイールのような大きな3Dコンポーネントの場合、このような方法では対応しきれない。また、必要な解像度で表面全体を加工するためには、何度もステップ・インデックス（細かい段階的な）動作と位置合わせが必要になり、不可能な場合も多い。従来の方法では、パターンやデザインのセグメントがすべてシームレスに接続されるわけではない。

この問題を解決するために、2000×2000mm以内のサイズの3D可展面に2D CAD設計をラッピングできるレーザー装置を導入し、作業中に加工対象物やレーザーヘッドを移動しないようにした。この工程は、中断せずに1回の連続操作で行われる。同時に、加工領域全体にわたってレーザースポット径を小さく、解像度を高く維持することで、微細形状を加工しやすくする。このような装置は、製造技術者や設計者の関心をすぐに集める。一般に大面積除去装置と呼ばれるこの装置は、加工工程を削減し、複雑な部品加工を比較的容易に行える(図3)。

最終のステップ

大きな3Dパーツを連続的に加工するためのソリューションが特定されると、次のような疑問が生じる。

- ・ 部品の寸法公差がある場合、この複雑な部品のどこにフィーチャが加工されるかを正確に特定することは可能であるか。
 - ・ 部品は加工に適した向きになっているか。
 - ・ それをどのように検証するのか。
- 産業用レーザービジョンシステムを自



図3 部品の位置、向き、詳細を認識し、再現性の高い品質を保証するレーザービジョンシステム。

動部品処理と組み合わせて使用することで、このような疑問に答えられる。この作業には、一般的に高解像度カメラを使用し、レーザービームと同じ視線と光学系で見下ろすか、平行に見る必要がある(図4)。また、認識マーク(特定の形状の穴などの特徴)や、特定領域の材料の色のコントラストなど、部品上の基準位置を特定するには、画像処理ソフトウェアが必要である。この情報と事前にプログラムされた部品のCADデータを使用すると、加工前にレーザーシステムで部品やレーザーヘッドを適切に方向付けるためのオフセットを決定できる。例えば、レーザーガルボ

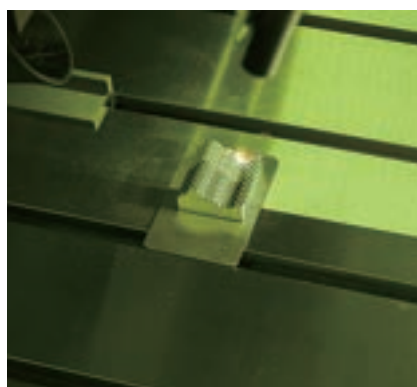


図4 部品を静止させたまま、高精度な光学系を使用して可展面を3Dレーザー加工の様子。

ヘッド、ロボットシステム、直交軸システムの単体、あるいは特定の組み合わせで決定する。

ビジョンシステムは、加工対象領域のオフセットも報告し、部品の高さや奥行き情報も報告できる。複雑な部品をビジョンシステムで加工するには、照明とコントラストを達成可能なレベルに設定することが重要な決定要因である。適切な位置で加工処理できるよう、ポジショニングシステムの精度と再現性も同様に決定要因である。同じシステムを使用して、加工後のパーツを光学的に認識したり、既知の加工処理の絶対的基準に対して品質を検証したりすることもできる。

これらの統合レーザーシステムソリューションは、100μm未満のサイズ領域でより複雑になる場合が多い。このような小さな部品では、レーザービジョンシステムはカメラの解像度の限界に、機械軸や部品処理機器は再現性や要求される位置に停止する能力の限界に、それぞれ直面する可能性がある。このようなケースでは、レーザー光源の出力を最低限に制御して再現性と均一性を確保する場合が多い。例えば、直径50~100μmの白金線やニチノール線の位置を見つけ、それを別の線に近接して正常に溶接することは、システム全体を慎重に統合しなければならない困難な作業である。

複雑な部品加工プロジェクトの最初のステップは、要求仕様を明確に理解することである。材料や部品の形状、品質上の制約など、わずかな仕様変更があっても機械の設計に大きな影響を及ぼすことになる。

著者紹介

ジョナサン・マギーは、英アクシス・レーザー・テクノロジー社のマネージングディレクター。
e-mail:j.magee@acsyslaser.co.uk
<https://acsyslaser.co.uk>

LFWJ