

ガルバノスキャナと ダイナミックビームレーザ

アミ・スピラ

ガルバノスキャナとダイナミックビームレーザを組み合わせることにより、eモビリティの溶接用途に対するフィード速度を増加させるために必要な、レーザ溶接の進歩が実現される。

今日の製造業界において、速度は新製品を製造する上での重要な要素である。ここで効果を発揮するのがガルバノスキャナであり、レーザ溶接や金属積層造形に対して一般的に用いられている。ガルバノスキャナは、高いフィード速度で複雑な形状を描くようにレーザビームを動かすことが可能で、製造プロセスに対するさらなる柔軟性と制御をメーカーに与える。ガルバノスキャナは、自動車業界など、製造のさまざまな分野で広く利用されている。

品質の高い出力を確保するために、ガルバノスキャナは、溶接品質をモニタリングするセンサと組み合わせられる

場合が多い。これによってメーカーは、製造プロセスにおける任意の問題を素早く特定して修正し、廃棄物を低減し、生産性を上げることが可能になる。

しかし、ガルバノスキャナには、正しい焦点位置を維持するためのレンズの機械的動作と、傾斜角を維持するための複雑な光学系が必要である。この複雑さが原因で、この技術を最大限に活用することがメーカーにとって困難となる可能性がある。

そこで登場するのが、ダイナミックビームレーザ技術である。この技術は、ガルバノスキャナとレーザの併用を簡素化し、スキャナ内の機械部品や光学

部品を取り除いて、それらをビームの電気光学動作に置き換えることを可能にする。これはメーカーに対し、品質の高い製品を効率的に製造するために必要な、製造プロセスに対するさらなる柔軟性と制御を与える。

ダイナミックビームレーザとは

ダイナミックビームレーザ(DBL)とは、無限の数のビーム形状と、メガヘルツ周波数のビームウォブルを生成する、高出力ファイバレーザである。これは、コヒーレントビーム結合と光フェーズドアレイという、2つの中核技術に基づいている(図1)。

コヒーレントビーム結合と光フェーズドアレイの構成図

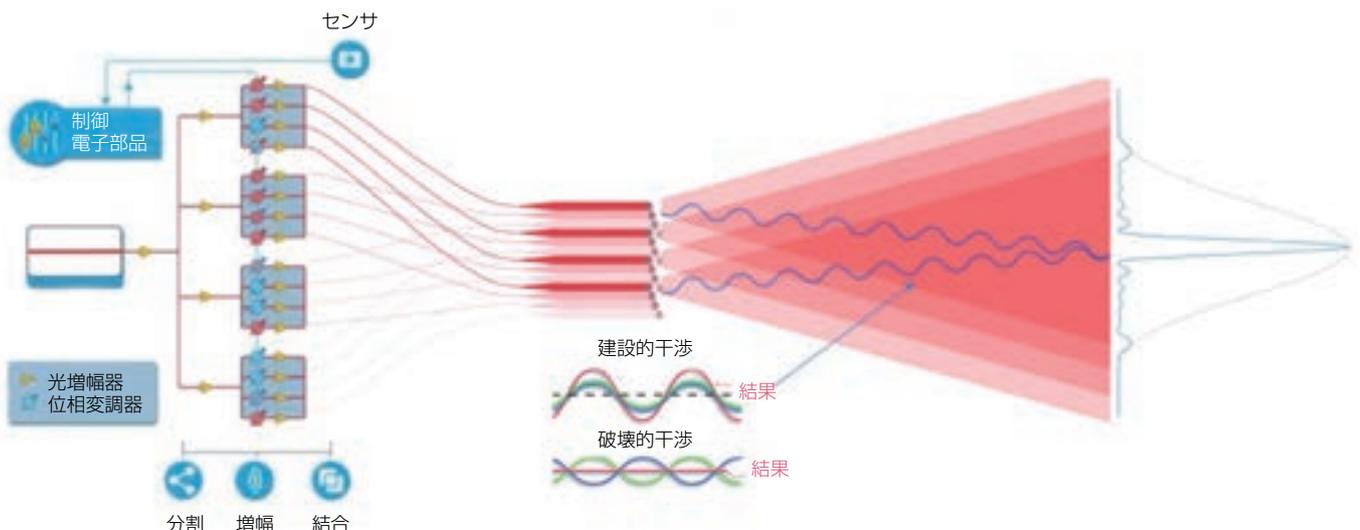


図1 積層造形プロセスの再現性を確保するために、スリットベースのビームプロファイラが使用されている(図1~3は、アクストラ3D社提供)

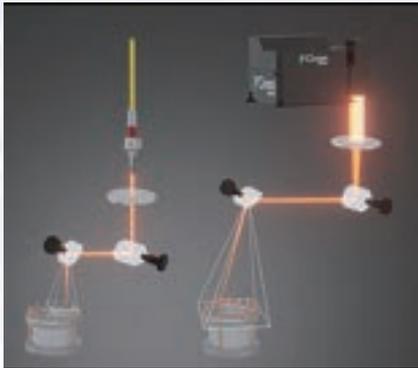


図2 大きな走査範囲は、ステーターのヘアピンを溶接する際に、ステーターを動かすことなくすべてのヘアピンをスキャナによって溶接することが可能で、ステーターを機械的に動かす必要はないことを意味する。これによって、溶接プロセスにおいて最も時間のかかる工程が取り除かれる

コヒーレントビーム結合とは、複数のシングルモードレーザービームを結合して、より大きな単一のビームにする処理である。個々のレーザーが生成する光が遠視野において他のビームと交差することにより、回折パターンが生成される。この方法は、可動部品を必要とすることなくビーム形状をリアルタイムに変更する能力を提供するため、ダイナミックビームレーザーの構築につながる。

図3 さまざまな焦点距離に対する焦点深度

焦点距離 (mm)	焦点深度 (± mm)	焦点ステアリングによる焦点深度 (± mm)
750.00	2.87	7.21
1000	5.09	12.82
1500	11.47	28.92
2700	37.20	94.10

光フェーズドアレイは、光波の位相を変更することによって、レーザービームの向きを制御する手法である。これによって、ビームの向きをリアルタイムに変更することが可能で、複雑な形状を溶接する際に不可欠となる、非対称のビーム形状の使用が可能になる。

DBLを使用する理由

DBLをガルバノスキャナと併用すると、従来のレーザー溶接システムにはない複数のメリットが得られる。最も顕著なメリットの1つは、スキャナを長い焦点距離で使用できることである。既存レーザーは、焦点距離が約300～400mmまでに限られている。DBLの高いビーム品質により、スキャナから加工対象物までの焦点距離を、その2倍以上にすることが可能で、新たな可能性が開かれる。

この機能を利用する1つの例が、ステーターのヘアピンの溶接である。従来のプロセスは、時間のかかる技術的に難しいもので、溶接プロセス全体を通してステーターを動かすことが必要である。DBLを使用することにより、

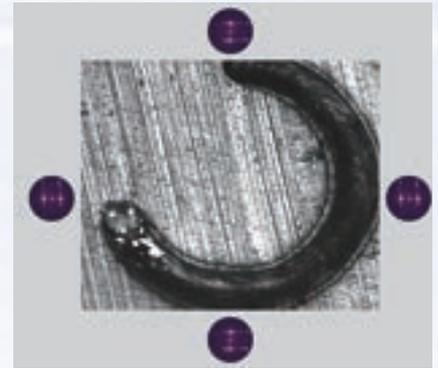


図4 ダイナミックビームレーザーは、ビームの向きをオンザフライで変更し、非対称のビーム形状の使用を可能にする (画像提供: BBW Lasertechnik)

ステーターを動かすことなく、ヘアピン全体をスキャナで溶接することが可能となり (図2)、この処理に必要な時間と労力は大幅に軽減される。

DBLは、焦点補正機能も提供する。既存のスキャナは、レンズを機械的に動かすが、この方法では速度に制約がある。DBLは、焦点位置を電気光学的に変更可能で、より高速な焦点制御を提供する (図3)。

DBLによって実現される、リアルタイムなビームの向きの変更も、ビーム形状とウォブルの新たな可能性を開くものである。従来のレーザー溶接システムでは、これらの手法をスキャナに組み合わせられるのは、対称的な形状に限られていた。高速なフィード速度で形状の向きを変更することができないためである。しかし、位置に基づいて形状の向きを変更する能力は (図4)、溶接プロセスに対してより高い効果を発揮できるビーム形状の新たな可能性を開く。

DBLをスキャナに組み合わせることにより、新たな用途が可能になる。例えば、最大500mm/sのフィード速度でのバッテリー冷却プレートの溶接である。この製品の一般的な設計の一部に、小さな円の溶接が必要になる部分



図5 バッテリー冷却プレート
の溶接。小さな円の溶接にガルバノスキャナを使用する

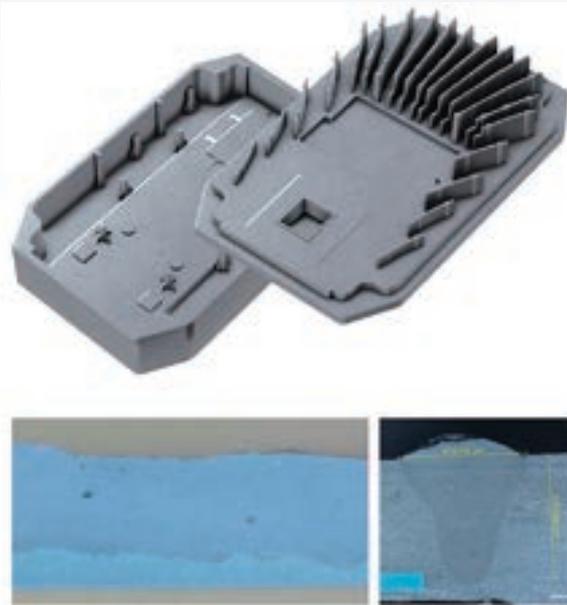


図6 ガルバノスキャナによるアルミニウムダイキャスト熱交換器の溶接

がある(図5)。小さな円の溶接に対しては、ガルバノスキャナが最も効率的なソリューションである。しかし、小さな円を溶接すると、亀裂が生じる可能性が高く、品質の高い溶接部を達成するのは非常に難しい。これに対し、非対称のビーム形状を生成する能力は、メーカーにとって強力なソリューションとなる。位置に基づいてビーム形状を変更することにより、亀裂やその他の溶接欠陥の発生を大きく低減し、欠陥を最小限とした高品質な溶接部を得ることができる。

DBLをスキャナに組み合わせるもう1つの使用事例が、自動車業界におけるパワーエレクトロニクス用のアルミニウムダイキャスト熱交換器の製造である(図6)。DBLとガルバノスキャナ

は、レーザービームを所望の方向に正確に導き、高精度で効率的な溶接を確保するために役立つ。ダイナミックビームレーザー技術は、溶融池の動的特性に対する高度な制御を提供し、ポロシティを低減し、材料安定性を向上させる。

ダイキャストアルミニウム部品を接合するプロセスは、特にレーザー溶接によって行う場合は難しい処理である。この製造プロセスでは、高温高圧と付加材料の処理により、一般的に大量の水素ガスが材料の中にトラップ(捕捉)される。溶接時にこのガスが膨張し、過剰なポロシティとスパッタが発生する。前者は材料の機械的特性を弱め、

全体的な強度を低下させる恐れがある。また、過剰なポロシティは、キーホールの不安定性と崩壊を促進する可能性もある。ポロシティを低減するために、磁場、レーザウォブルプロセス、(回折光学素子による)デュアルビーム溶接など、それ以外にもさまざまな手法が適用されているが、効果は限られている。溶接中の溶融池の動的特性の制御がやはり、課題として残るためである。

ダイナミックビームレーザーは、ビーム成形と、用途に合わせたパワー分布により、溶融池に対する多大な制御を提供する。また、ビームを高周波数で振動させることによって、トラップされた水素が溶融池から流出できるようにする。これによって、ポロシティは最小限となり、気密性の高い溶接部が得られる。

この技術を利用することにより、メーカーは高品質で高強度のアルミニウムダイキャスト部品をより短い時間で製造し、車両の軽量化、高強度化、効率化を求める自動車業界のニーズに応えることができる。また、このダイキャストプロセスを使用して複雑なデザインと形状を製造する能力は、急速に進化する今日の自動車業界に不可欠となる、さらなる柔軟性とイノベーションをパワーエレクトロニクス設計にもたらす。

ガルバノスキャナとダイナミックビームレーザーの組み合わせは、溶接の課題に対する有望なソリューションであり、品質の高い部品をより高速かつ効率的に製造する能力をメーカーに与える。それは究極的に、自動車業界と消費者にメリットをもたらす。

著者紹介

アミ・スピラ (Ami Spira) は、イスラエルのシヴァン・レーザーズ社 (Civan Lasers) のマーケティングマネージャー。e-mail: ami.spira@civanlasers.com URL: www.civanlasers.com