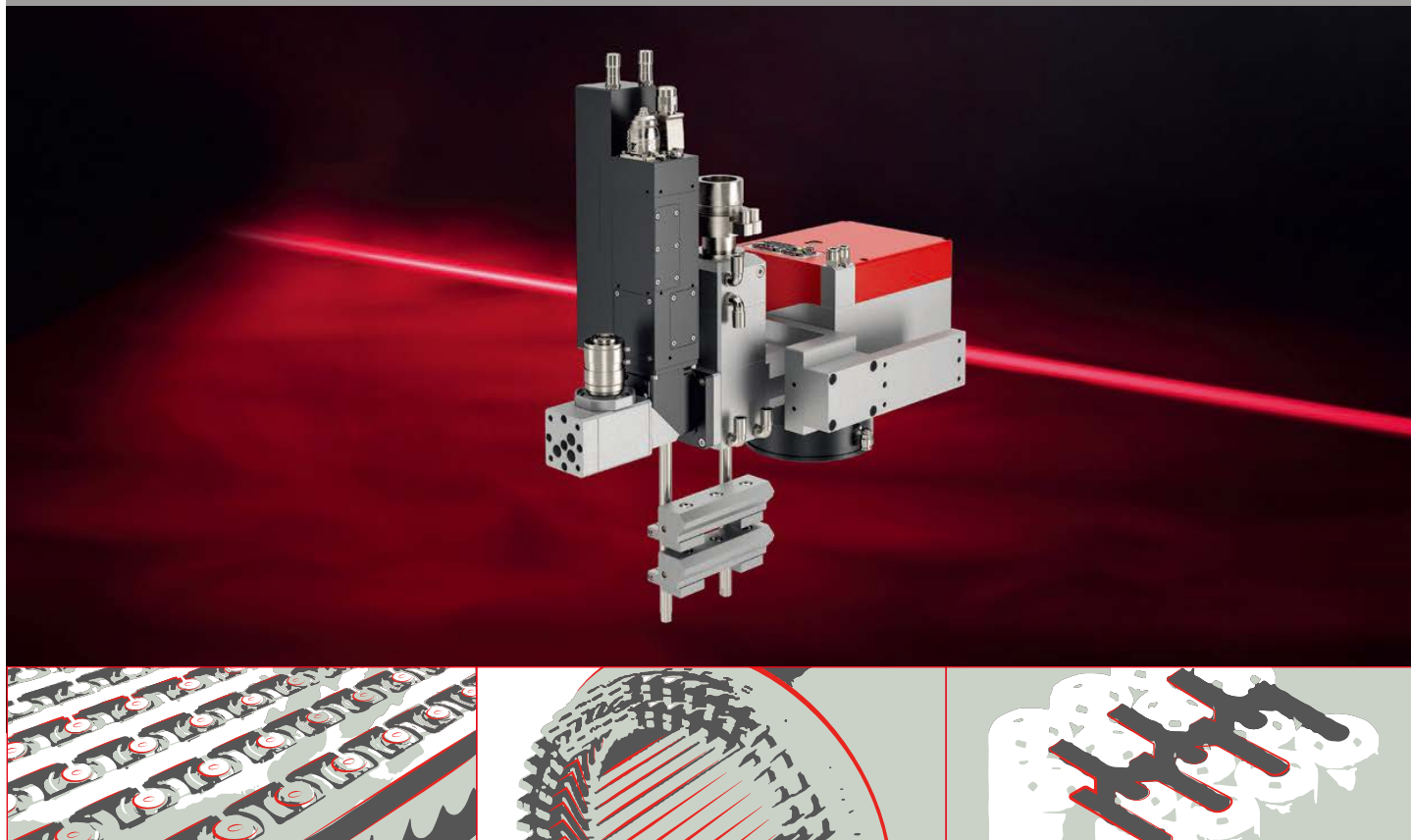


OCTセンサー付き ハイパワー溶接モジュール

preliminary



レーザー溶接 | レーザー切断



柔軟な構成と容易な組み込み

eモビリティ向けの製造では、ヘアピン、セルコネクタ、構造部品、バッテリーハウジングなど、様々な部材に対して高精度・高再現性・高度なモニタリング性能が求められます。さらに、部品ごとの高さの違い、厳しい公差管理、短いサイクルタイムといった条件にも対応しながら、品質や制御性を損なうことなく、生産ラインへ無理なく統合できる溶接システムが必要です。

こうした要求に応えるのが、ハイパワー溶接モジュールです。モジュール型プラットフォームを採用しているため、機械設計、ビジョン構成、ソフトウェア連携まで幅広い要件に柔軟に対応でき、アプリケーションごとに最適化されたシステムを構築できます。しかも、高い柔軟性を備えながら、装置への組み込みは容易です。装置への組み込みを想定したコリメーションユニット、あらかじめ設計された取付インターフェース、さらに適切に構成された制御システムにより、システム全体を効率よく導入可能です。そのため、組み立てや調整に伴って発生しがちな追加作業を最小限に抑え、立ち上げ工数の削減にも貢献します。

オプションのカメラシステムにより、視覚的なプロセスモニタリングが可能です。さらに、装置への組み込みを想定したOCTモジュールを組み合わせることで、溶接プロセスをリアルタイムで監視できます。また、コントロールカード SP-ICE-3 とソフトウェア RAYGUIDE を含む RAYLASE 社のソフトウェアプラットフォームにより、各コンポーネントを効率的に制御できるだけでなく、上位の生産システムへの統合もスムーズに行えます。

その結果、OCTセンサー付きハイパワー溶接モジュールは、高い要求が求められるアプリケーションに対し、信頼性が高く、再現性があり、安全を担保し、実装することができる、堅牢なプラットフォームを提供します。



構成自由で即運用可能な
ソリューション



容易な組み込みと
メンテナンス

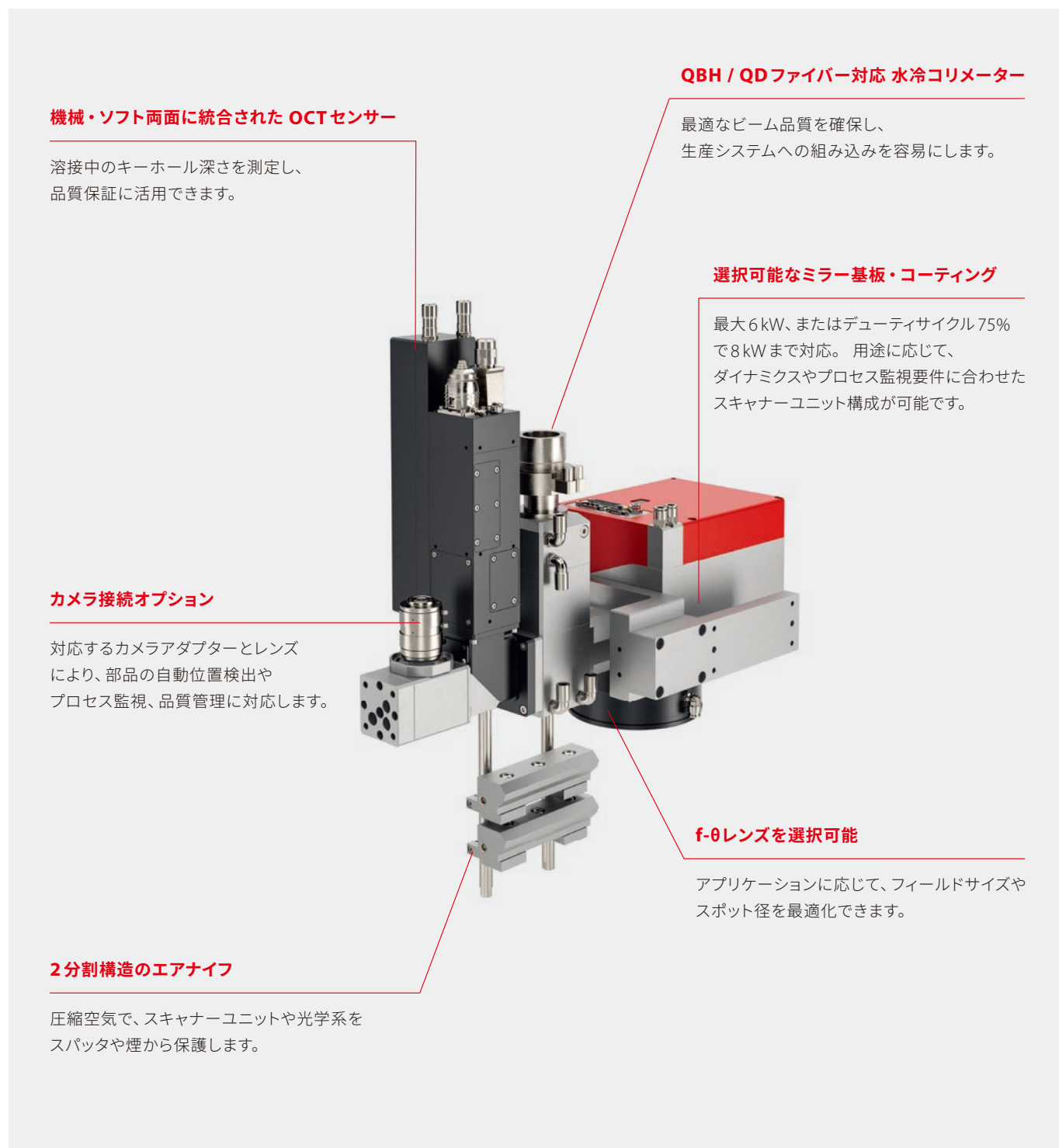


工業生産向けに最適化

総合的なプラットフォームソリューション

OCTセンサー搭載ハイパワー溶接モジュールは、最大6kWのレーザー出力に対応した、要求の厳しい産業用途向けの組み込み型溶接ソリューションです。モジュール式アーキテクチャを採用しているため、機械設計、光学構成、ソフトウェア連携まで、アプリケーションごとの要件に応じて柔軟かつ的確に最適化できます。また、コリメーションユニットに加え、カメラやOCTを接続できる拡張性を備えており、RAYLASE社のソフトウェアプラットフォームとの組み合わせによって、迅速な立ち上げと安定したプロセス運用を実現します。高いサイクルレートが求められる生産環境においても、信頼性の高い運用を支えます。

OCTセンサー搭載ハイパワー溶接モジュールは、お客様の溶接プロセスに最適なソリューションを提供します。高精度かつ安定した溶接工程の実現を支えます。



レーザー溶接中のキーホール深さをリアルタイムに監視

深い溶け込みを伴う動的な溶接プロセスでは、溶け込み深さを正確に制御できるかどうかは接合品質を左右します。そのためには、溶融池の状態をリアルタイムで把握できるモニタリング技術が欠かせません。



OCTを使用することで、溶接プロセス中に直接、溶接深さを特定することができます。
(出典：Lessmüller Lasertechnik GmbH)

OCTセンサー搭載ハイパワー溶接モジュールは、オプションでOCTセンサーを組み込むことができます。採用しているのは、Lessmüller Lasertechnik社のOCT250です。これは、溶接中のキーホール深さを同軸・インラインで高精度に測定できる干渉計ベースの測定システムで、追加のキャリブレーション作業なしに、ビームパス内で直接リアルタイム測定を行えます。

このOCT機能は、機械、光学、ソフトウェアの各レベルで統合されています。また、デジタルスキャナー制御 (SL2-100 または RL3-100) との組み合わせにより、OCT測定レーザーと加工レーザーの位置をアプリケーションに合わせて最適化できます。取得した連続測定データはソフトウェア Lessmüllerで評価でき、ソフトウェア RAYGUIDEではOK/NG判定を確認できます。

代表的な用途としては、バッテリーハウジング、銅コネクタ、アルミ部品などに対する構造部材の溶接が挙げられます。一定の溶け込み深さが品質を左右するアプリケーションにおいて、特に有効です。

同軸カメラモニタリング

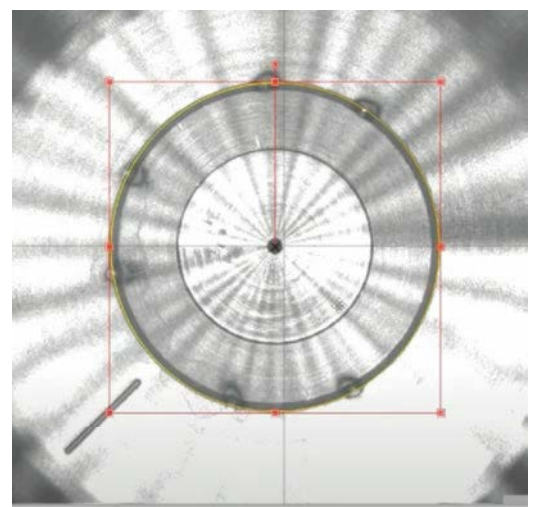
カメラベースの生産準備とモニタリング

セットアップ、ティーチング、生産中の目視確認など様々な工程で、装置への組み込みを想定したカメラモジュールが加工エリアの有効な情報を提供します。ハイパワー溶接モジュールの同軸カメラソリューションは、ビームパスに沿った中心ずれのない画像を取得でき、精密な位置合わせやプロセス記録に適しています。

f-θレンズの採用により、カメラの焦点は常に作業面内に保たれ、Z位置を追従する必要がありません。これによりセットアップが簡単になり、加工エリア全体を安定して観察できます。さらに、RAYGUIDEソフトウェアと組み合わせることで、ワーク位置の検出、加工パスの補正、自動化にも対応できます。

例えば、バッテリーモジュールのセルコネクタ溶接では、部品形状のばらつきやクランプ位置のずれがあっても、接合面ヘレーザースポットを正確に位置決めできます。RAYGUIDE MATCHと組み合わせれば、部品上の基準位置を自動認識し、加工位置を動的に補正することも可能です。

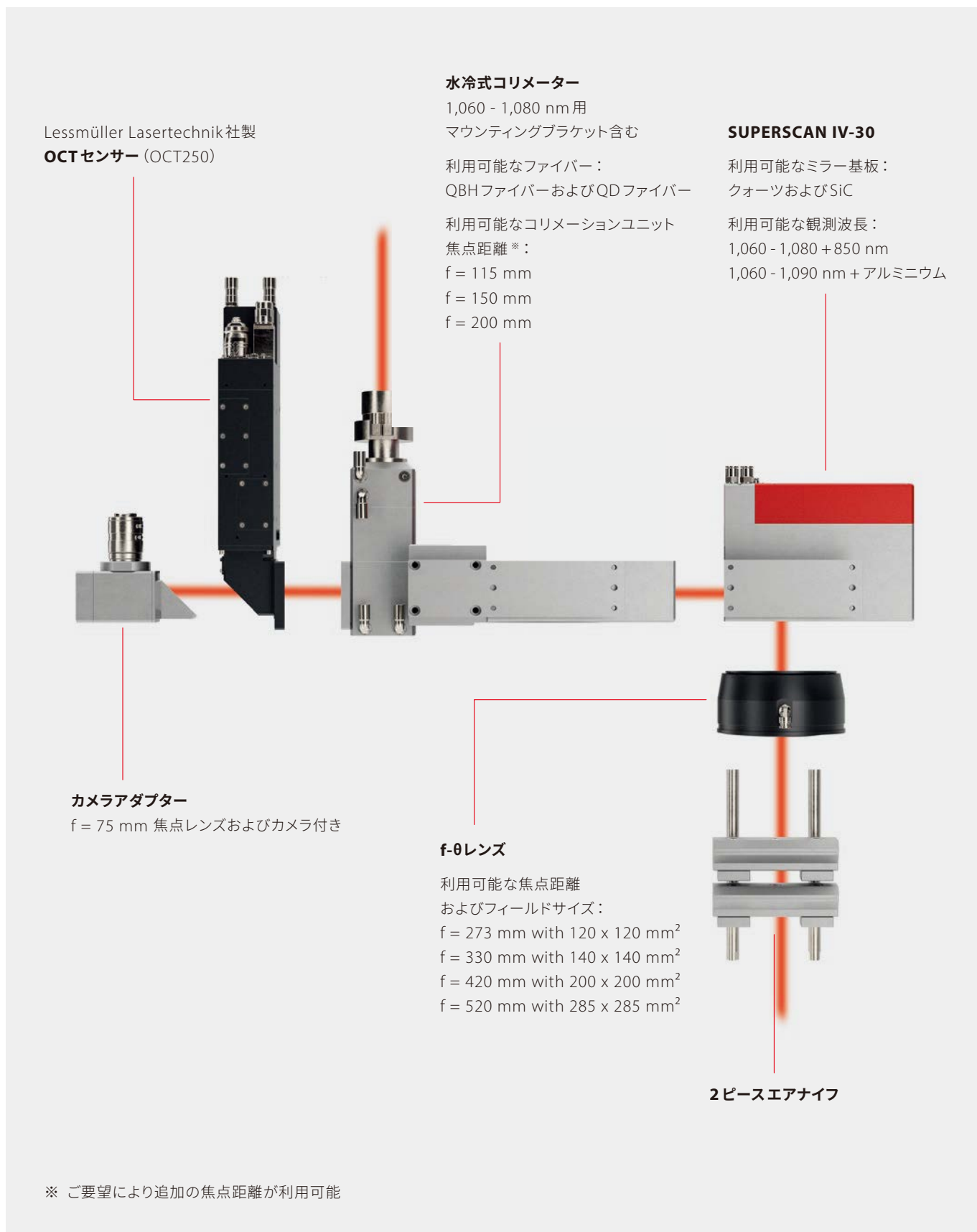
その結果、位置合わせにかかる時間を大幅に短縮し、自動化ラインへの展開を容易にします。また、カメラモニタリングは、加工前の目視確認、セットアップ支援、加工後の記録やトレーサビリティにも有効です。



ワークは同軸カメラで検出でき、その位置に合わせてレーザー加工を最適化できます。

モジュール設計 — 用途に応じて柔軟に構成可能

カメラ、OCT、f-θレンズ、コリメーションユニットなどの各コンポーネントを、プロセスに合わせて自由に組み合わせることができ、最小限の組み込み工数で高い柔軟性を実現します。



難加工材の組み合わせにも対応する高信頼溶接

アルミニウムと銅の接合は、バッテリーモジュール製造に欠かせない一方で、非常に難易度の高いプロセスです。両材料は融点、熱伝導率、レーザー吸収特性が大きく異なるため、特に薄板では安定した溶接が難しくなります。わずかな出力変動やフォーカスずれでも、溶融池の不安定化、気孔の発生、不完全な接合につながるおそれがあります。

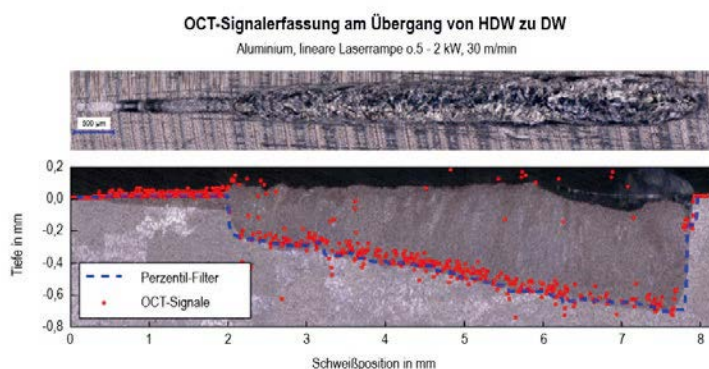
一方で、eモビリティ分野では、低不良率を維持しながら、高速かつスケーラブルな量産プロセスが求められます。1つのバッテリーパックに多数（最大20,000か所）の溶接点が含まれる場合、それぞれの接合品質が安全性と性能を左右します。さらに、製品シリーズやロットの違いによって部品形状が変化するため、プロセス監視には、リアルタイム性、ラインへの組み込みやすさ、材料変動への柔軟な対応が必要です。

OCTとカメラによる一体型モニタリング

OCTセンサー搭載ハイパワー溶接モジュールは、2つのモニタリング技術を統合できます。1つは、Lessmüller Lasertechnik社製 OCT250による干渉計ベースの深さ測定。もう1つは、加工状態を可視化する同軸カメラです。いずれもビームパス内に同軸配置され、機械的に統合されており、RAYLASE社の制御プラットフォームから一元的に制御できます。

OCTは、溶接中の溶け込み深さを直接測定し、複雑なシーム形状や材料条件の変化がある場合でも、キーホルの安定性を高分解能で把握できます。測定データは最大250kHzで取得でき、プロセス監視、記録、フィードバック制御に活用可能です。これにより、深さ変動を早期に検出し、的確な補正につなげることができます。

同軸カメラは、加工部のライブ画像を提供し、目視確認、基準位置の認識、位置補正を支援します。RAYGUIDE MATCHと組み合わせることで、カメラベースの位置決めにも対応し、セットアップから加工中の補正まで幅広く活用できます。



OCTで測定した溶け込み深さと、同一シーム部の断面顕微鏡写真との比較
(出典：Lessmüller Lasertechnik GmbH)

高スループットとゼロ欠陥目標の両立へ

OCTによる深さ測定と同軸カメラを組み合わせることで、ハイパワー溶接モジュールは、アルミニウムと銅のような難加工材の接合に対しても、安定性と信頼性の高い溶接を実現します。加工中の異常はその場で検出でき、オペレーターによる介入にも、自動補正にもつなげられます。その結果、不良低減、量産安定化、トレーサビリティ強化、プロセス記録の充実に貢献します。機械、光学、ソフトウェアを一体で最適化した統合設計により、立ち上げ負荷を抑えながら、変化の大きい量産現場、高スループット要求、ゼロ欠陥を目指す生産ラインに適したソリューションを提供します。

関連製品

RAYGUIDE

シンプルな制御ソフトウェア

カスタマイズされたプログラミングに対応できるよう、スムーズな操作性を実現します。ユーザーフレンドリーなセットアップにより、スキャナーユニットのキャリブレーションや自動化も容易に行えます。

SP-ICE-3

フィードバック機能付きコントロールカード

汎用的にも、また特殊な用途に対しても使用できます。これによりレーザーシステムを最適に制御し、開発中に最適化し、運用中に監視することが可能になります。

一般仕様

Power supply	Voltage [V]	+ 48 or + 30
	Current (RMS) [A]	2
	Current (max.) [A]	5
	Ripple / noise @ 20 MHz bandwidth [mV pp]	Max. 20
Ambient temperature [°C]		+15 to +35
Storage temperature [°C]		-10 to +60
Humidity non condensing [%]		≤ 80
Interface signals	Digital	XY2-100 Enhanced Protocol SL2-100 Protocol
Typical deflection (optical) [rad]		± 0.393
Resolution XY2-100-E 16-Bit [μrad]		12
Resolution SL2-100 20-Bit [μrad]		0.76
Repeatability (RMS) [μrad]		< 2.0
Position noise (RMS) [μrad]		< 3.2
Temperature drift	Max. Gain drift [ppm/K]	15
	Max. Offset drift [μrad/K] ※1	10
Long-term drift 8 h without water temperature control [μrad] ※1		< 60
Long-term drift 8 h with water temperature control [μrad] ※1 ※2		< 40

※1 光学角度。周囲温度一定、ウォームアップ30分後、軸ごとのドリフト

※2 30分間のウォームアップ後、プロセス負荷を変化させながら、水温制御を≥2 l/min、水温22℃に設定

機械仕様

Deflection Unit	HIGH POWER WELDING MODULE with SUPERSCAN IV-30
Input aperture [mm]	30
Beam displacement [mm]	35.4 (QU), 36.0 (SC)
Weight [kg] ※	approx. 30
Dimensions (incl. water connections) (L x W x H) [mm] ※	approx. 522 x 220 x 401

※ Weight and dimensions incl. OCT sensor, camera adapter, collimator, and f = 330 mm F-theta lens (without air knife)

タイプ依存の仕様 — チューニング

Tuning	Description
Vector-Tuning (VC)	Optimized tuning with a wide range of applications with emphasis on processing speed.

動的仕様

Deflection Unit	SUPERSCAN IV-30 QU		SUPERSCAN IV-30 SC	
Tuning	VC			
Supply Voltage [V]	30	48	30	48
Processing speed [rad/s] ※1	30	50	40	65
Positioning speed [rad/s] ※1	30	50	40	65
Tracking error [ms]	0.48		0.3	
Step response time at 1% of full scale [ms] ※2	1.2		0.8	

※1 「スピードの計算」参照

※2 フルスケールの1/5000に設定

加工フィールドにおける最大速度の計算

加工速度 = f - θ レンズの焦点距離 $\times$ 加工速度

例 1: SUPERSCAN IV-30 QU と f - θ レンズ $f=273\text{mm}$ 加工速度 50rad/s (48V)、 $v=273/1,000 \times 50=13.65\text{m/s}$

例 2: SUPERSCAN IV-30 SC と f - θ レンズ $f=420\text{mm}$ 処理速度 65rad/s (48V)、 $v=420/1,000 \times 65=27.3\text{m/s}$

光学仕様

Laser	Fiber laser 1,060 – 1,080 nm	Fiber laser 1,060 – 1,090 nm
Mirror substrate / wavelength [nm]	QU 1,060 – 1,080 + 850	SC 1,060 – 1,090 + AL
Max. laser power, cw [W]	6,000	6,000

QU = quartz, air cooling > 4 kW mandatory

SC = silicon carbide, air cooling > 2,000 W laser power mandatory

Air cooling recommended for optimum beam quality

利用可能なファイバーコリメーター

Collimation focal length ※1 ※2	Wavelength [nm]	Max. laser power [W]	Fiber connector
f = 115 mm	1,060 – 1,080	$\leq 8,000$	QBH / QD
f = 150 mm	1,060 – 1,080	$\leq 8,000$	QBH / QD
f = 200 mm	1,060 – 1,080	$\leq 8,000$	QBH / QD

※1 Additional focal lengths available on request.

※2 For each combination with a fiber laser, the appropriate collimation focal length must be calculated and specified by RAYLASE.

利用可能な f - θ レンズ

Focal length	Working distance [mm]	Wavelength [nm]	Lens material	Field size [mm]	Typical focus diameter (1/e ²) [μm]※
f = 273 mm	314	1,060 – 1,080	Fused Silica	120 x 120	21
f = 330 mm	409	1,060 – 1,080	Fused Silica	140 x 140	23
f = 420 mm	518	1,060 – 1,080	Fused Silica	200 x 200	29
f = 520 mm	618	1,060 – 1,080	Fused Silica	285 x 285	53

※ Spot diameter in the center of the scan field, calculated for an input beam with $M^2 = 1$ and an input diameter of 30 mm (1/e²) cut off at 1/e².

プロセスモニタリング (同軸カメラおよび OCT オプション)

The HIGH POWER WELDING MODULE can be optionally expanded with sensors for process monitoring and process control. It offers the option of on-axis image acquisition via an optical camera adapter. An on-axis OCT sensor can also be integrated. Both sensors can be integrated via the RAYGUIDE software, enabling automated process control.

OCT-System	Light Source (Wavelength [nm] / Optical Power [mW])	Scanning frequency [kHz]	Typical Resolution (lateral / z) [μm]	Applications
Lessmüller OCT250 ※	SLED 840 $\pm$ 15 / max. 30	max. 250	5 / 12	Keyhole depth, Topology scans

※ The working range can be adapted by max. ± 80 mm axial and typ. 15 mm lateral (radius of area around center point)

エアナイフ

To protect the deflection unit and its optics from smoke, spatter, and other contamination, a two-piece air knife is available as an option for the HIGH POWER WELDING MODULE. It can be attached to the underside of the deflection unit using the holes provided.

The air knife is designed for compressed air with 5–7 bar (0.5–0.7 MPa). The incoming air must be passed through an air filter to ensure that it is dry and free of water. We recommend using an automatic air filter with drainage (for particles ≥ 5 micrometers).

スキャナー冷却オプション

The HIGH POWER WELDING MODULE offer the possibility of water temperature control (W) for the electronic components and galvanometer scanners.

It also offers the possibility of air cooling (A) for the deflection mirrors.

Both ensure constant working conditions as well as excellent long-term stability and guarantee reliable operation of high-performance applications.

水冷制御

Cooling water [※]	Clean tap water with additives
Water hardness [ppm]	< 10
ph value	7 – 8.6
Bacterial content [cfu/ml]	< 1,000
Cooling temperature [°C]	22 – 28
Temperature stability [K]	± 1
Max. water pressure at deflection unity [bar]	< 3
Min. water flow [l/min] and pressure drop [bar]	2 / 0.4
Tube outer diameter [mm]	8

※ 注意：脱イオン水を含む冷却水を使用する場合は、藻類の繁殖を防ぎ、アルミニウムと銅の部品を腐食から保護するために、適切な添加剤を使用する必要があります。

添加剤に関する推奨事項（添加量については、添加剤のメーカーにご相談ください）：

標準的な工業用途：NALCO社の製品、例えば CCL 105（プレミックス）または TRAC105A_B（添加剤）

食品・飲料、包装用途：ダウケミカル社のポリプロピレングリコール、例えば DOWCAL N

エアフラッシングの仕様（圧縮空気の仕様 [※]）

Max. water shares [g/m ³]	≤ 0.05
Max. oil shares [mg/m ³]	≤ 0.005
Pore filter [μm]	≤ 5
Recommended air flow [l/min] approx.	50 – 100
Tube outer diameter [mm]	6

※ ISO 8573-1 圧縮空気 第1部：不純物および純度クラス