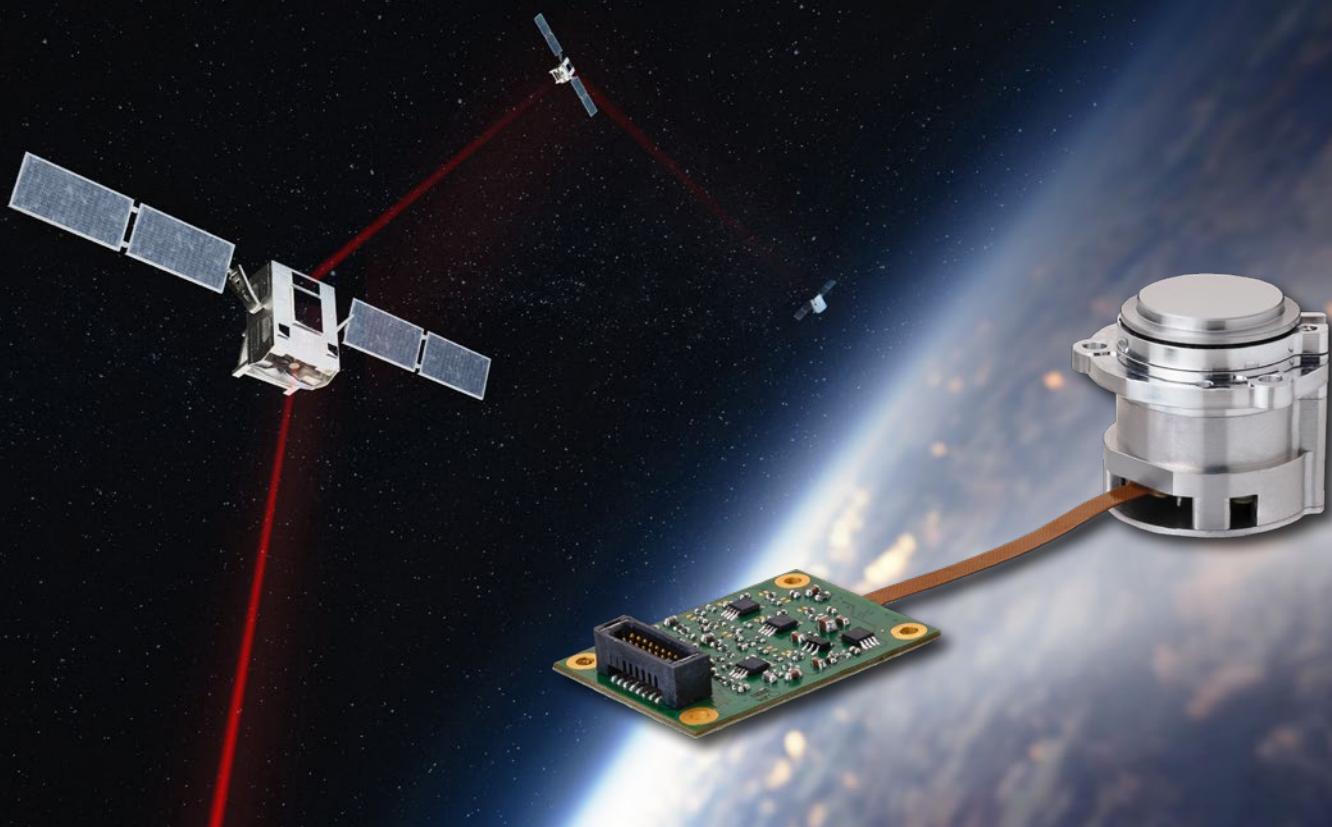




More Precision.

FSM3000 // 高剛性・高精度・高速ステアリングミラー



極めて動的で堅牢なチルトミラーシステム FSM3000

高速ステアリングミラー -

レーザーアライメント用超小型チルトミラー

高速ステアリングミラーは、光線やレーザー光を高速かつ精密に偏向させるために使用されるマイクロメカトロニクスシステムです。動的なシステムは、傾斜軸ごとに2つの電磁コイルから成るアクチュエータによって駆動する高平面度ミラーと、高精度な渦電流式変位センサを使用しています。

高速ステアリングミラーは、2軸を高精度に制御することができます。ミラー中央を回転軸として、ガタや摩擦の発生しない同期した動きが実現されます。

チルトミラーシステムは、航空宇宙、防衛分野、光学測定機器、工業分野において、光通信やレーザー光の安定化に使用されています。

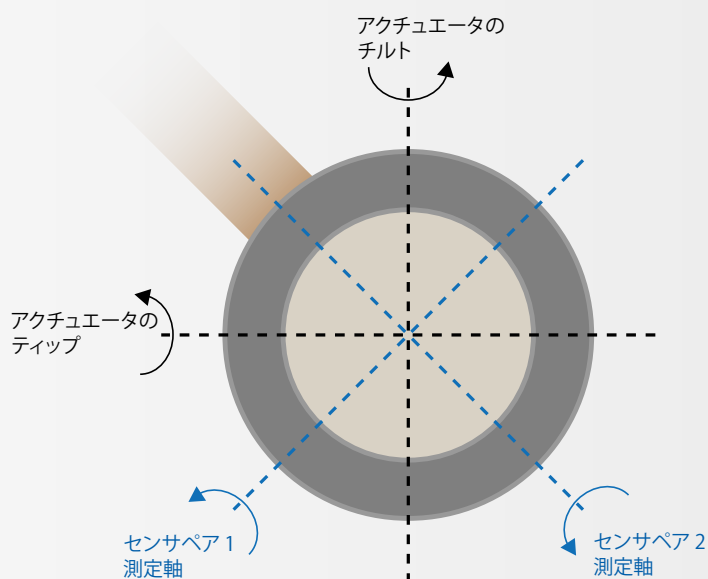


機能原理

Micro-Epsilonの高速ステアリングミラーは、ボイスコイル原理に基づいています。ミラーの動作は4つのアクチュエーターコイルによって駆動し、それぞれ2つのペアで回転軸を形成します。コイルに電流が流れると、コイルの周囲に磁場が発生し、トルクが生じてミラーが回転軸を中心に傾きます（ティップ／ティルト）。これは摩擦を生じさせることなく、中央の回転軸を介して行われます。

セラミック製のリング型基板に埋め込まれた4台の渦電流式センサが、ミラーの位置を測定します。それぞれ対向したペアのセンサが、差動式に角度を検出して、アナログで出力します。アクチュエータ軸とセンサー軸のオフセットはアクチュエータ軸の簡易的リファレンスで、数学的に補正が可能です。さらに、もう1つのセンサがFSM内の温度を監視し、その温度を出力します。温度信号も考慮された線形化多項式によって、リアルタイムのミラーの角度を高い精度で捉えることが可能です。

この結果は、閉ループ運転では、例えば、位置情報はユーザーのコントローラー内の設定値とセンサ値の相殺が可能で、その値をもとにドライバより電流でアクチュエーターコイルの制御が可能となります。



使用分野とアプリケーション

業種／産業分野

- 航空
- 防衛
- 光学測定機器
- 半導体
- 眼光学

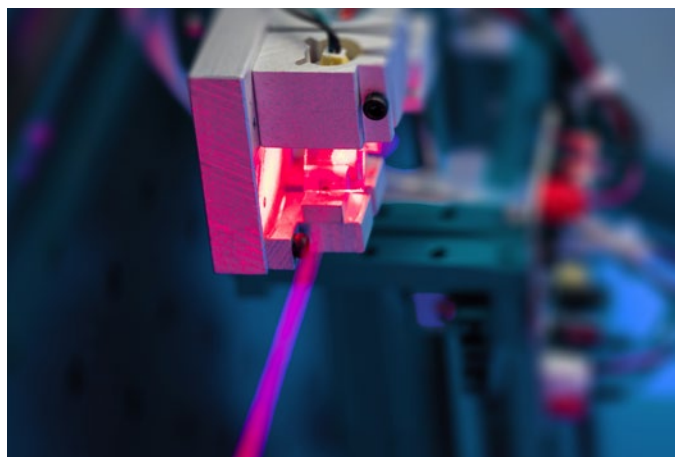
アプリケーション

- レーザ通信
- レーザを利用した加工
- 光イメージング
- トラッキング
- 眼底カメラ
- 光学顕微鏡



衛星通信

レーザ光は、高速ステアリングミラーによって、数千キロメートル上空の低軌道に時速25,000 kmの速度で誘導され、安全な衛星通信を確立します。FSM3000は極めて堅牢に設計されており、宇宙軌道上でも、安定して、高い精度で動作します。



精密レーザー加工（例:レーザーダイシング）

高速ステアリングミラーは高速かつ、高分解能にコントロールすることが可能で、インラインでのアライメントに使用されます。ダイシングや導波路製造、グレーティング製造など、長期間に置ける高速応答性能・高精度・高安定・高剛性の求められる場面でFSM3000は使用されます。



トラッキング

例えばドローンによる物体や車両の光学トラッキングでは、高速ステアリングミラーがドローンと地上ステーション間でレーザを利用した通信を担います。



画像安定化

高速イメージングでは、シャープな画像を捉えるためには、移動中にレンズはできる限り安定していなければなりません。高速ステアリングミラーは、レンズ動作の補正をサポートして、各フレームをほぼ静止した様な状態での撮影が可能となります。その際にはFSMの微細な位置調整と高速な応答性能は大きなアドバンテージとなります。

極めて動的で堅牢なチルトミラーシステム FSM3000

-  最大1.5 kHzの優れた制御特性による高いダイナミクス
-  $\pm 1.5^\circ$ の大きな傾斜角 (26 mrad)
-  0.7 μ rad未満の高分解能の位置測定
-  小型設計、大型ミラー (Ø20 mm)
-  航空宇宙、防衛、光学、工業分野に対応した堅牢性と安定性
-  量産用途用に最適化済み



ダイナミクスと傾斜角の卓越した組み合わせ

高速ステアリングミラー FSM3000はコンパクトな超小型傾斜ミラーであり、レーザー光の微細なアライメントや正確な位置決めに使用されます。FSM3000は、傾斜軸ごとに $\pm 1.5^\circ$ の広い可動範囲と短い応答時間を特徴としています。これにより、動的なアプリケーションにおいても、高精度な性能を提供することができます。

また、優れた表面品質と高い反射率を誇る高精度ミラーは、加熱を抑えつつ、ほぼ損失なく光を偏向させます。

大気中から真空中でも、高い安定性と堅牢性

FSM3000チルトミラーシステムは堅牢性、小型設計、軽量性で高い評価を得ています。そのため、組み込みが容易であるだけでなく、極めて高い耐久性も備えています。例えば、ロケット打ち上げ時の強い衝撃や振動にも、ローンチロックなしで耐えることができます。宇宙空間や真空中でも、このシステムは確実に安定して動作します。



モデル		FSM3000-M20-A26/A1/S1
軸数		2 (ティップ／チルト)
傾斜角 ^[1]		公差±1.5° (26 mrad)
分解能		< 0.7 μrad
直線性 ^[2]		0.2 % (RMS)
傾斜周波数		最大2 kHz
電源電圧		センサ: +5 V (±1 %), オプションで+8 V (±10 %)
消費電力		センサ: < 0.5 W アクチュエータ: 1.5°の時に静的115 mW (公称)
最大消費電流		アクチュエータ: 約7 mA/mrad
コイル抵抗		3.5 Ω ± 0.5 Ω
インダクタンス		540 μH ± 40 μH
アナログ出力		角度: -4~+4 V (1軸当たり) 温度: 0~+4.5 V (115~50℃、非線形)
接続		Samtec社製の型式TFM-108-02の16ピンコネクタ
取り付け		ミラー: 3つの固定穴 (貫通穴 Ø 3.2 mm) によるねじ止め センサ電子機器: 4つの固定穴 (貫通穴 Ø 2.2 mm) によるねじ止め
温度範囲	保管	-40~+80℃
	運転時 ^[3]	-10~+ 65℃ (-40~+80℃)
衝撃 (DIN EN 60068-2-27)		約220g / 100 Hz > 400g (x/y), 600g (z) / 2 kHz
振動 (DIN EN 60068-2-6)		最大55g RMS
材質		アルミニウム製ハウジング (EN AW-6082 T6)
質量		約55 g
プロトコルフォーマット		JSON (オプションでXML) 多項係数、温度係数、その他の情報を含む

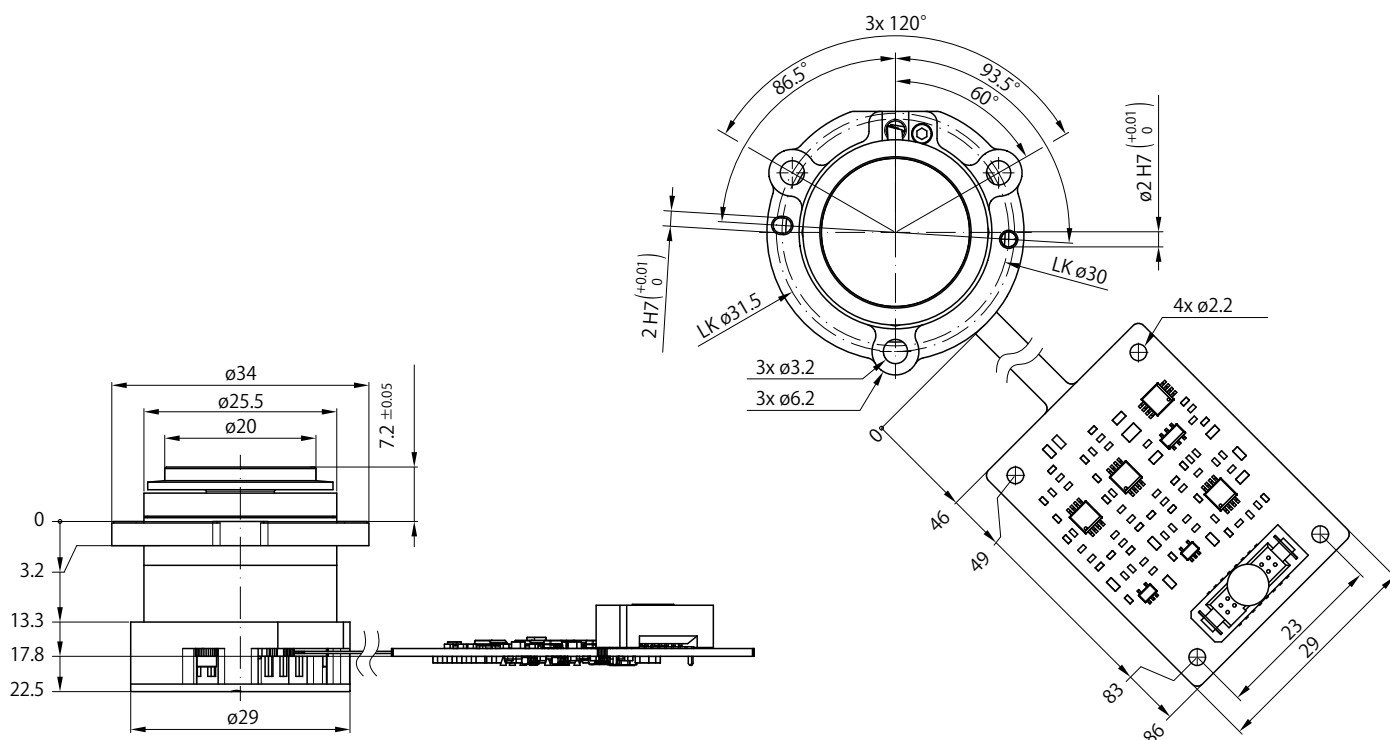
ミラーパラメータ

基板	アルミニウム RSA905
コーティング	誘導体 (オプションで保護ゴールド)
ミラーサイズ	Ø 20 mm (オプションで12.5 mm)
自由開口部	> Ø 18.5 mm
反射率	> 99.3 % (1550 nmの時)
表面偏差	26 nm RMSt

^[1] 傾斜周波数によって異なる

^[2] ゼロ点周囲 < 30 μrad

^[3] -40~+80℃、性能低下あり



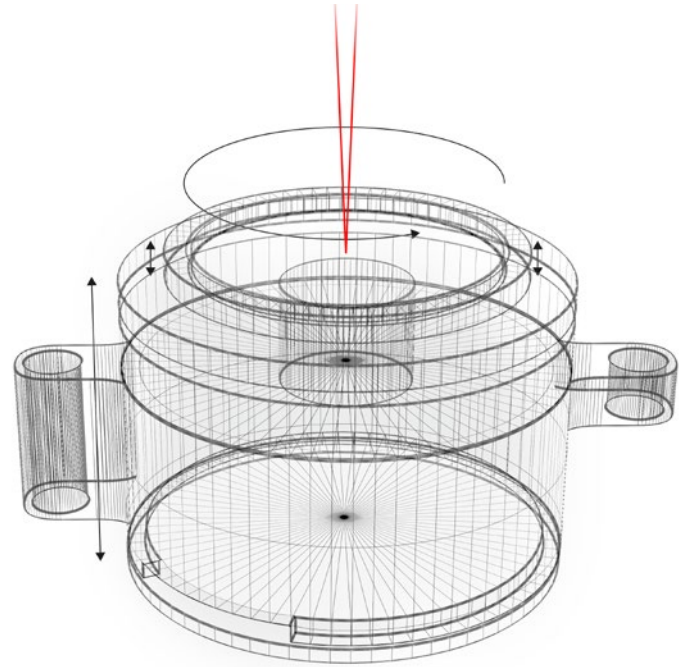
高速ステアリングミラー - ご要望に合わせた開発とカスタマイズ

カタログ製品からOEMまで:連続生産用に最適化されたチルトミラーシステム

Micro-Epsilonは、FSM3000で多種多様なポートフォリオを提供しています:これらは、標準ミラー搭載システム (COTS) や顧客固有の改造 (MOTS) から量産用途向けのOEM開発にまで及びます。最先端の技術と専門化された製造プロセスにより、当社は、最も厳しい要件にも対応した経済的な総合ソリューションを実現しています。

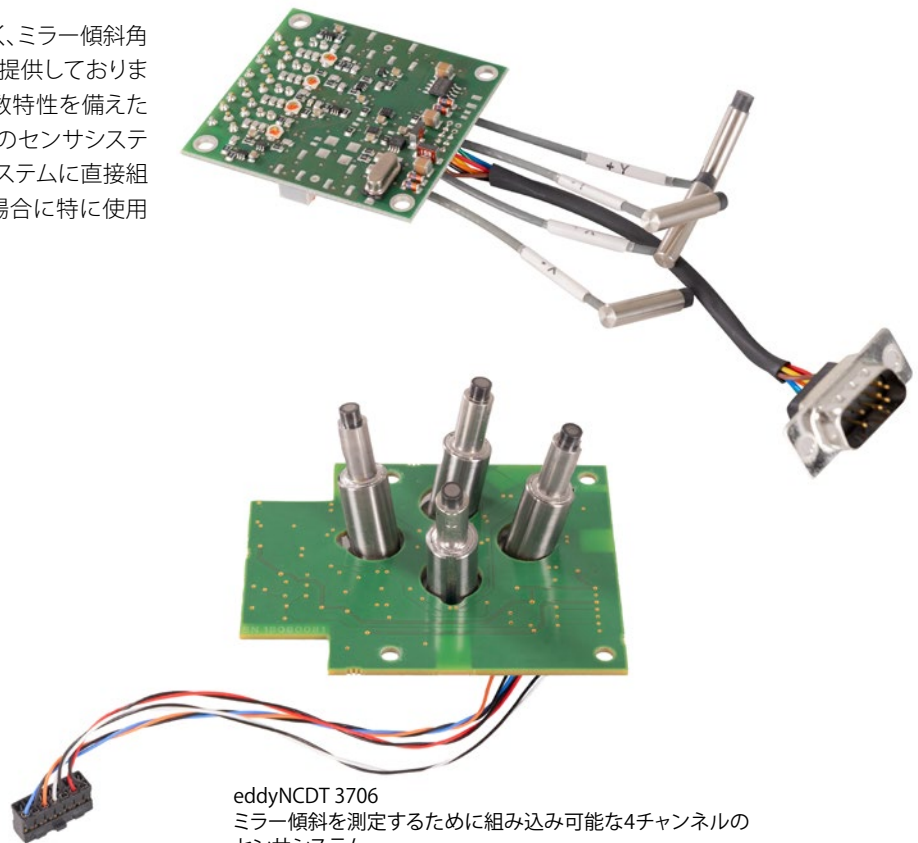
OEM用途の代表的なカスタマイズ:

- ミラー直径
- コーティング (所要レーザ出力に応じて)
- センサ電子機器 (フォームファクタ)
- 航空宇宙用の鉛コーティング/工業用途用の鉛フリー
- フレックス基板の長さ
- 取り付けインターフェース



ミラー傾斜角測定用に高精度なセンサソリューション

Micro-Epsilonは、チルトミラーシステム一式だけでなく、ミラー傾斜角を高精度で測定するための特殊なセンサシステムも提供しております。これらのシステムは、最適化された分解能と周波数特性を備えた4台の渦電流式センサを使用しています。4チャンネルのセンサシステムは、単独で、または既存の高速ステアリングミラーシステムに直接組み込まれ、大型ミラーや特殊な位置決め要件がある場合に特に使用されます。



eddyNCDT 3706
ミラー傾斜を測定するために組み込み可能な4チャンネルのセンサシステム

高精度なシステムに対応した最先端の製造工程

Micro-Epsilonは、変位センサと測定機器において世界をリードするプロバイダーであり、開発、製造、応用において50年を超える経験を有しています。技術、アプリケーション、業種に関する深い知識により、カタログソリューションおよびOEM量産製品を効率的かつ的確に開発することが可能です。最先端の製造システムと自動化されたプロセスにより、「NewSpace」における高い要件と品質要件を満たす大規模な製造バッチを実現できます。



センサに関する専門能力

当社のセンサ製品は、未来志向で開発されています。コンパクトかつ極めて堅牢、組み込みが容易で、ほぼすべての環境で高精度・高信頼性で使用ができます。



More Precision

FSM3000システムは、世界トップクラスの渦電流式センサを使用しています。このセンサは高い堅牢性ながら、高速応答・高精度を誇り、高い精度の求められるモニタリングに最適です。



最高の品質

優れた反射率と表面品質を備えた高品質のミラーにより、光損失を最小限に抑えます。



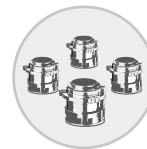
柔軟性

センサシステムはカスタマイズ可能であり、ご要望に応じて大量生産向けに開発することもできます。



業種とアプリケーションに関する経験

航空、半導体、工業分野における50年以上の経験が当社の製品に活かされています。これにより、当社はビジネスパートナーにとって持続的な付加価値を生み出しています。



高度に専門化された自社生産

Micro-Epsilonグループ内に結集されたノウハウと垂直統合を駆使して、高性能なセンサ製品をワンストップで提供しております。大量生産も可能です。



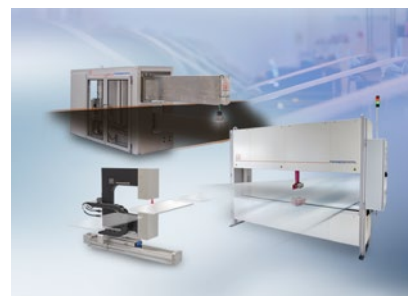
マイクロエプシロン社のセンサとシステム



変位、位置、寸法向けのセンサとシステム



非接触測定向けのセンサと測定装置



品質管理のための測定および検査システム



光式マイクロメータ、光ファイバ測定/試験増幅器



色識別用センサ、LEDアナライザ、インライン分光計



寸法検査および表面検査のための3D測定機器

保証について

①製品の保証期間については、出荷後1年とさせていただきます。

②製品の保証範囲は、①の保証期間中に製造者の責により故障が生じた場合は、製品の故障部分の修理、又は製品内の部品交換を行います。

但し、以下に該当する場合は、保証範囲適用外とさせていただきます。

a)製品の仕様値または、別途取り交わした仕様書などで確認された以外の不適当な条件、環境、取扱い、又は使用による場合。

b)故障の原因が納入品以外の事由による場合。

c)当社以外による納入品の改造または修理による場合。

d)センサ製品本来の使用用途以外の使用による場合。

e)出荷当時の技術水準では予見できなかった理由による場合。

f)その他、天災、災害などで、製造者側の責にあらざる場合。

③製品の保証とは、センサ製品単体の保証を意味するものです。当製品の特定用途での適合性や製品により発生する二次的価値の保証、損失の補償は致しかねます。また、きわめて高い信頼性、安全性が要求される用途、人命にかかわる用途（原子力、航空宇宙、社会基盤施設）を目的として設計、製造された製品では有りません。

このような環境下での使用については保証の適用範囲外とさせていただきます。



Micro-Epsilon Japan株式会社 東京オフィス
〒101-0047
東京都千代田区神田1-15-2
神田オーシャンビル 2F
TEL: 03 3518 9868 · FAX: 03 3518 9869
info@micro-epsilon.jp · www.micro-epsilon.jp

Micro-Epsilon Japan株式会社 大阪本社
〒564-0063
大阪府吹田市江坂町1丁目23-43
ファサード江坂ビル 4F
TEL: 06 6170 5257 · FAX: 06 6170 5258
info@micro-epsilon.jp · www.micro-epsilon.jp