

MEMSミラー

S13989-01H



小型・高性能 電磁駆動式のレーザ2次元走査型MEMSミラー

当社独自のMEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems)技術を応用した電磁駆動式のミラーです。ミラーの下に磁石を配置することで小型化し、気密封止パッケージの採用により高信頼性を実現しています。ミラー周辺のコイルに電流を流すと、フレミングの法則によってローレンツ力が発生し、ミラーを駆動します。当社のMEMSミラーは、広い光学的振れ角、高いミラー反射率も実現しています。

特長

- 小型
- 広い光学的振れ角
- 低電圧駆動: 機器への搭載に適している
- 高信頼性: 気密封止パッケージ
- 低速軸: リニア動作が可能

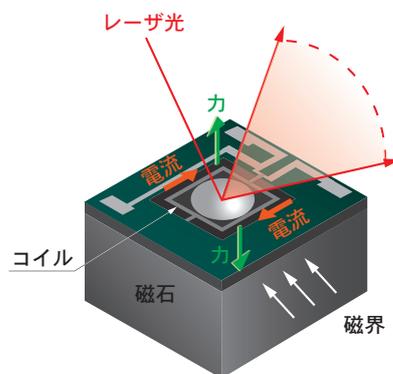
用途

- マシンビジョン (形状認識)
- 産業用LiDAR
- レーザ走査型顕微鏡
- 各種レーザスキャンユニット

構造と原理

MEMSミラーにおいては、単結晶シリコン上に金属のコイルを形成し、コイルの内側にMEMS加工によりミラーを形成し、ミラーの下に磁石を配置しています。磁石の磁界中において、ミラー周辺のコイルに電流を流すことにより、フレミングの法則によってローレンツ力が発生し、ミラーに傾きが生じます。また、MEMS加工により形成された2つのパネの組み合わせにより、ミラーを2次元に駆動することが可能です。これによりミラー面に入射したレーザ光の光路を変え、走査して投影します。電磁駆動式であるMEMSミラーは、静電式・圧電式に比べて、低電圧駆動、使いやすいことが特長です。

構造図



KOTH0058JB

■ 絶対最大定格 (指定のない場合はTa=25 °C)

| 項目 | 記号 | 条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|--------|------------|-------------------|------|------|------|------|
| 高速軸 | 光学的振れ角*1 | θ_{f_max} | -22 | - | +22 | ° |
| 低速軸 | 駆動電流*2 | I_{s_dc} 直流電流 | -100 | - | 100 | mAdc |
| | 光学的振れ角*1 | θ_{s_max} | -14 | - | +14 | ° |
| 消費電力*3 | P_{coil} | | - | - | 520 | mW |
| 動作温度*4 | T_{opr} | 結露なきこと*5 | -20 | - | +60 | °C |
| 保存温度 | T_{stg} | 結露なきこと*5 | -40 | - | +85 | °C |

*1: トーションバーのねじり応力が大きくなり、寿命が短くなる角度

*2: 配線が損傷する直流電流値。直流電流による駆動は寿命低下の恐れがあるため、交流電流による駆動を推奨します。

*3: コイルの消費電力。以下の式で表されます。

$$P_{coil} = (R_s \times I_{s_rms}^2 + R_f \times I_{f_rms}^2) \times 2 \times 1000 \text{ [mW]}$$

I_{s_rms} , I_{f_rms} : 駆動電流の実効値

*4: 周囲温度

*5: 高温環境においては、製品とその周囲で温度差があると製品表面が結露しやすく、特性や信頼性に影響が及ぶことがあります。

注) 絶対最大定格を一瞬でも超えると、製品の品質を損なう恐れがあります。必ず絶対最大定格の範囲内で使用してください。

■ 構成

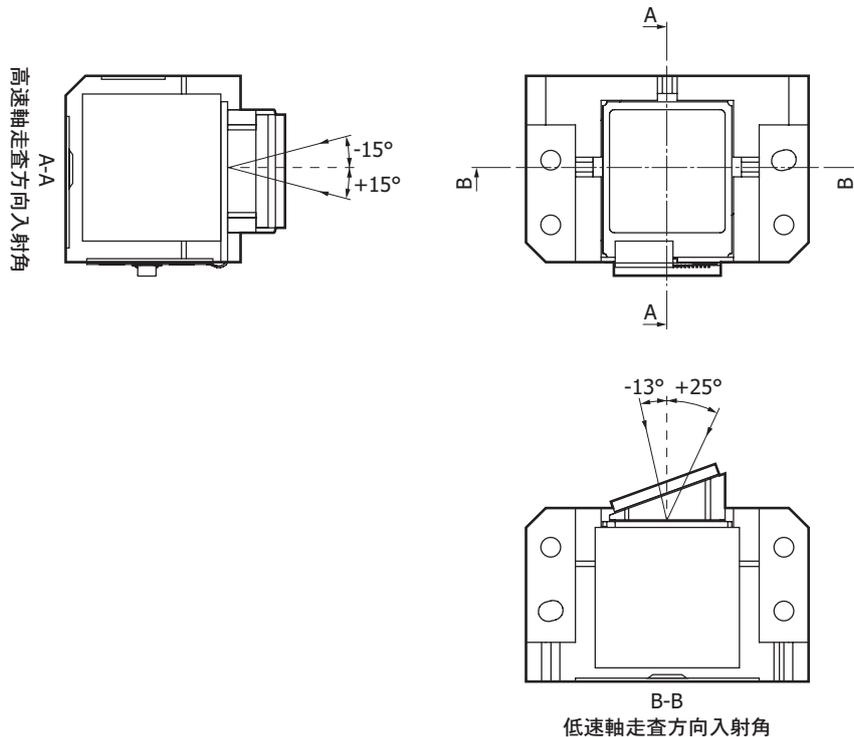
| 項目 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|--------|----------|------------------|-------|----|
| ミラーサイズ | φ1.21 | φ1.23 | φ1.25 | mm |
| ミラー材質 | アルミニウム合金 | | | - |
| 動作モード | 高速軸 | ノンリニアモード (共振モード) | | - |
| | 低速軸 | リニアモード | | - |

推奨動作条件

| 項目 | 記号 | 条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|--------|----------|------------|---------|------|------|----|
| 高速軸 | 入射角*6 | ϕf | -15 | 0 | +15 | ° |
| | 光学的振れ角*7 | θf | -20 | - | +20 | ° |
| | 駆動周波数 | ff | 共振周波数*8 | | | Hz |
| 低速軸 | 入射角*6 | ϕs | -13 | +20 | +25 | ° |
| | 光学的振れ角*7 | θs | -12 | - | +12 | ° |
| | 駆動周波数 | fs | 10 | - | 100 | Hz |
| 動作温度*9 | Topr | 結露なきこと*10 | -20 | +25 | +60 | °C |

*6: 光学的振れ角 0°の位置のミラーに対する入射角で、 $\phi 1$ mmにコリメートされたレーザをミラーに入射し、推奨光学的振れ角で走査した場合にレーザが窓材の有効エリアにある角度。

■ 入射角の定義



K0THC00813A

*7: 光学的振れ角は、機械的振れ角の2倍です。窓材における屈折により光路がずれますので、使用時には考慮する必要があります。

*8: 共振周波数は素子ごとに異なる上に動作条件により変動します。駆動周波数が共振周波数に一致するようにフィードバック制御することを推奨します。

*9: 周囲温度。推奨動作条件: この温度範囲の場合

*10: 高温環境においては、製品とその周囲で温度差があると製品表面が結露しやすく、特性や信頼性に影響が及ぶことがあります。

電気的および光学的特性 (指定のない場合は推奨動作条件)

| 項目 | 記号 | 条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 | |
|-----------|--------|--|--|------|------|----------|----------|
| 反射率*11 | R | $\lambda=460\sim640\text{ nm}$ | 80 | - | - | % | |
| 窓材の透過率*12 | T | $\theta_{in}=0\sim43^{\circ*13}$, $\lambda=460\sim640\text{ nm}$ | 95 | - | - | % | |
| 高速軸 | 共振周波数 | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\theta_f=\pm 20^{\circ}$, $I_s=0\text{ mA}$, 矩形波 | 28.6 | 29.3 | 30.0 | kHz | |
| | 駆動電流 | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $I_f=I_f$, $\theta_f=\pm 20^{\circ}$, $I_s=0\text{ mA}$, 矩形波 | 12 | 22 | 34 | mAamp. | |
| | コイル抵抗 | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $I_f=0.1\text{ mA}$, $I_s=0\text{ mA}$ | 7.5 | 10.5 | 13.5 | Ω | |
| | 逆起電力 | V_f | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\theta_f=\pm 20^{\circ}$, $I_s=0\text{ mA}$ 高速軸コイル読み出し | 23 | 28 | 33 | mVamp. |
| | | V_s | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\theta_f=\pm 20^{\circ}$, $I_s=0\text{ mA}$ 低速軸コイル読み出し | 16 | 20 | 24 | mVamp. |
| 低速軸 | 共振周波数 | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $I_s=0.3\text{ mAamp. (sin波)}$ $I_f=0\text{ mA}$ | 525 | 575 | 625 | Hz | |
| | 品質係数 | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $I_s=0.3\text{ mAamp. (sin波)}$ $I_f=0\text{ mA}$ | 320 | 400 | 480 | - | |
| | 駆動電流 | I_s | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ $f_s=60\text{ Hz (sin波)}$ $I_f=0\text{ mA}$ $\theta_s=+12^{\circ}$ | 140 | 175 | 210 | mAamp. |
| | | | $\theta_s=-12^{\circ}$ | -210 | -175 | -140 | mAamp. |
| コイル抵抗 | R_s | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $I_f=0\text{ mA}$, $I_s=0.1\text{ mA}$ | 6 | 8 | 10 | Ω | |
| 温度センサ | 抵抗 | R_{th} | $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $I_{th}=0.1\text{ mA}$, $I_f=0\text{ mA}$, $I_s=0\text{ mA}$ | 230 | 300 | 370 | Ω |
| | 抵抗温度係数 | α | | 0.36 | 0.38 | 0.4 | %/°C |

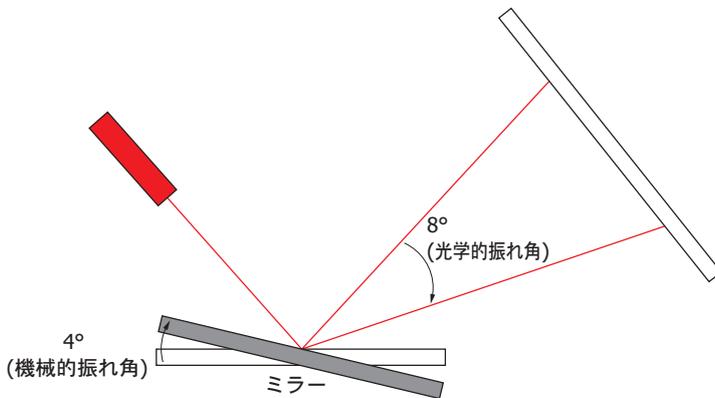
*11: 白色光源を用いる

*12: p偏光とs偏光の窓材透過率の平均値。レーザー光は窓材を透過後、ミラーで反射し、もう一度、窓材を透過する点に注意する必要があります。

*13: 窓材に対する入射角

光学的振れ角

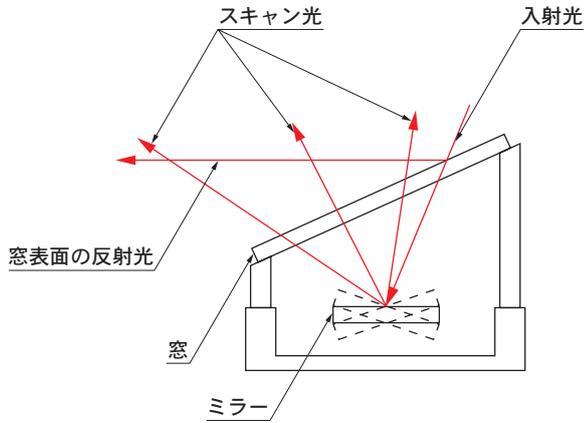
光学的振れ角は、機械的振れ角の2倍です。



K0THC00703A

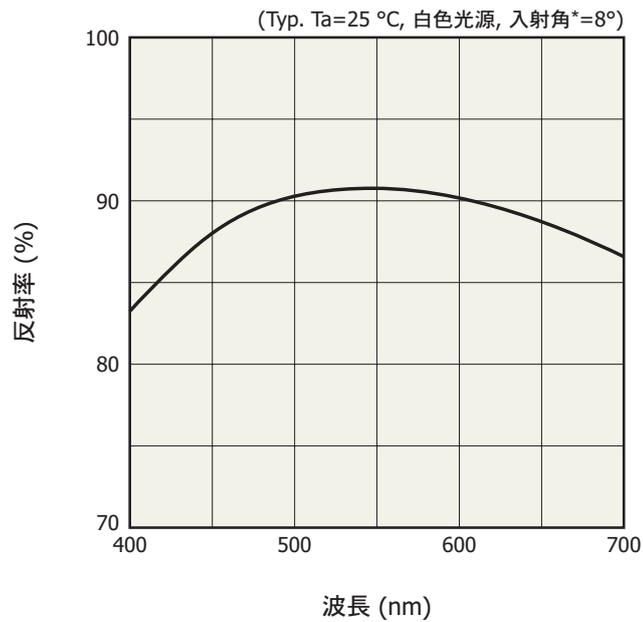
窓材の傾斜による効果

S13989-01Hには、高信頼性の気密パッケージとするために、低速軸走査方向に対して20°傾斜した窓材が付いています。窓の表面または裏面で反射したレーザー光が、ミラー走査の投影範囲に入らないように窓材の傾斜を設定しています。



KOTH0082JA

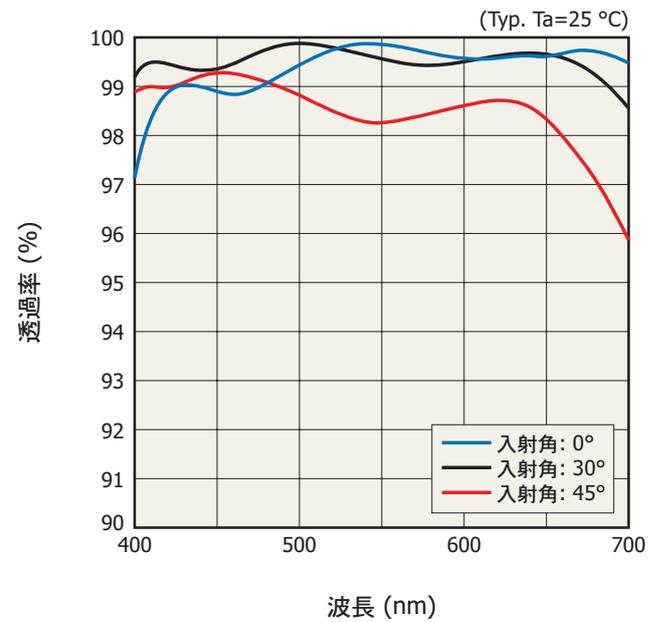
反射率-波長



* ミラーに対する光の入射角

KOTH0060JA

窓材の分光透過特性

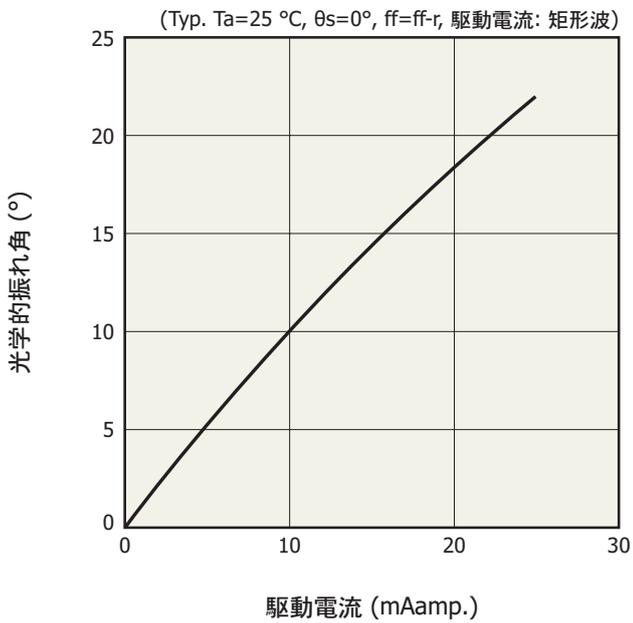


注) 入射角=窓材に対する光の入射角

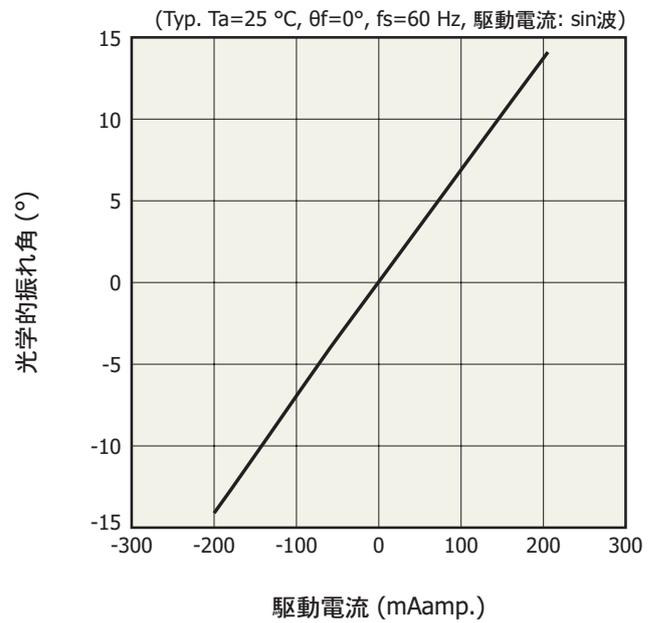
KOTH0061JA

光学の振れ角—駆動電流

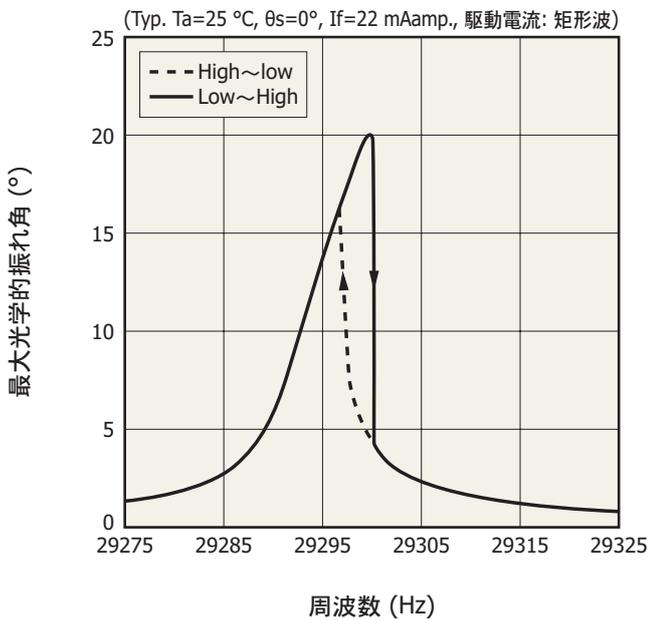
高速軸



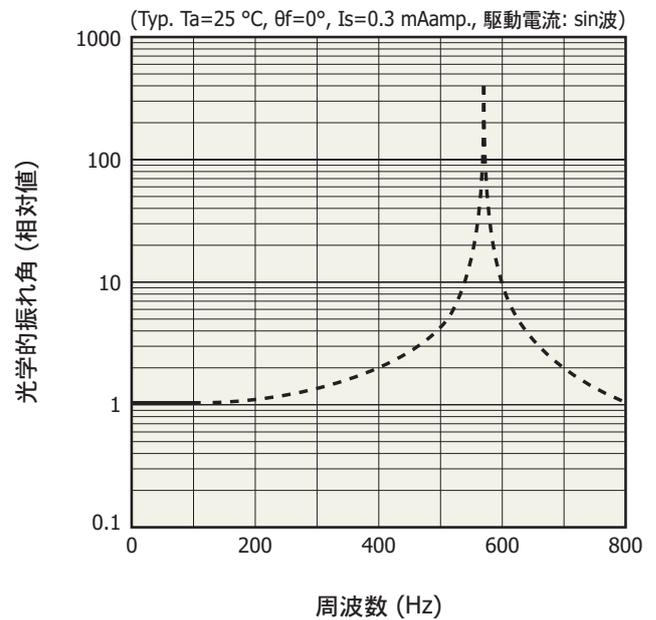
低速軸



最大光学的振れ角一周波数 (高速軸)

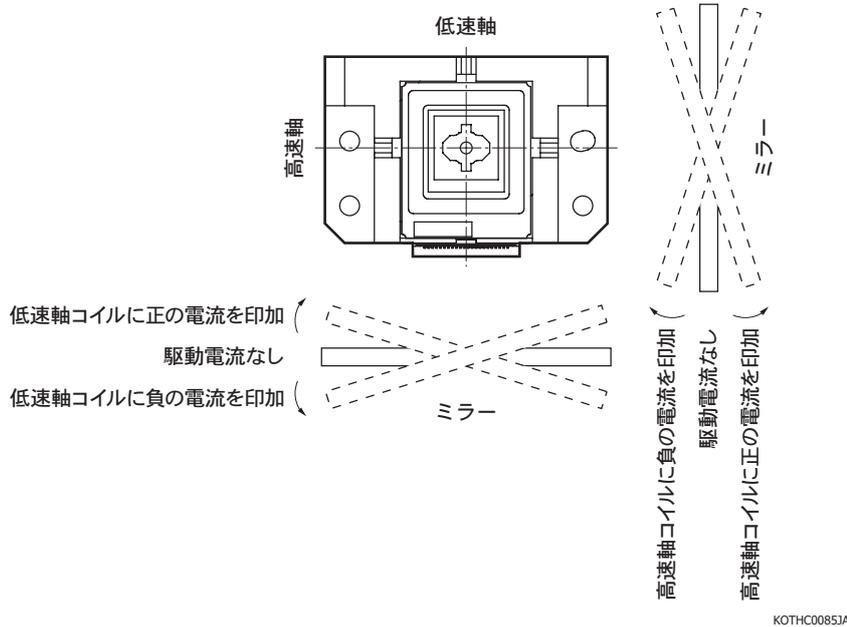


光学の振れ角一周波数 (低速軸)



駆動電流によるミラーの機械的振れ方向

コイルに流す駆動電流の方向によって、ミラーの機械的振れ方向は以下のように変わります。



KOTH0085JA

注) MEMSミラーは、駆動周波数を上げると、駆動電流に対して光学的振れ角の位相遅れが大きくなります。

使用上の注意

- ・「メタル・セラミック・プラスチックパッケージ製品／使用上の注意」を参照してください。
- ・製品内部には強力な磁石が入っています。製品に磁性体を近づけると製品を破損させる恐れがありますので、固定の際には非磁性のネジ、ドライバを使用することを推奨します。
- ・磁界の強い環境で使用しないでください。磁界によって、製品の動作特性が変化する恐れがあります。
- ・複数の製品を運ぶ際には、容器の中で製品を離れた状態で固定するなど、磁石の吸引力で製品同士が付かないように注意してください。
- ・電子医療機器（ペースメーカーなど）を装着した人へ製品を近づけると危険です。絶対に近づけないでください。
- ・磁気テープ、プリペイドカードなどに製品を近づけないでください。これらが磁化によって使用できなくなったり、磁気記録が破壊されたりする恐れがあります。
- ・電子制御機器に製品を近づけると、計器盤・制御盤に影響して、故障や事故につながる恐れがあります。電子制御機器とともに製品を使用する場合には、製品内部の磁石によって電子制御機器の故障や事故が発生しないことを確認してください。
- ・製品は実装時に受けるダメージによって、故障することがあります。製品の実装後には必ず検査を行い、製品が故障していないことを確認してください。
- ・IATA危険物規則書の包装基準953を参照してください。

MEMSミラー評価回路 C13884HC (別売)

C13884HCは、MEMSミラー S13989-01Hを簡易的に評価するための評価回路です。高速軸（ノンリニアモード）については、ミラー位相状態をモニタして常に共振駆動をします。低速軸（リニアモード）は、三角波・正弦波・任意波形から選択して駆動します。USB 2.0インターフェースを採用しており、PCからMEMSミラーの駆動条件を設定します。なお本製品を動作させるためには、別途DC電源が必要です。



絶対最大定格

| 項目 | 条件 | 定格値 | 単位 |
|------|-----------|-----------|----|
| 動作温度 | 結露なきこと*14 | -20 ~ +60 | °C |
| 保存温度 | 結露なきこと*14 | -40 ~ +85 | °C |
| 電源電圧 | | 6 | V |
| 消費電流 | | 1.5 | A |

*14: 高湿環境においては、製品とその周囲で温度差があると製品表面が結露しやすく、特性や信頼性に影響が及ぶことがあります。
注) 絶対最大定格を一瞬でも超えると、製品の品質を損なう恐れがあります。必ず絶対最大定格の範囲内で使用してください。

電気的仕様

| 項目 | Min. | Typ. | Max. | 単位 | |
|-------------------|---------|--------------|------|-------|----|
| 高速軸 (ノンリニアモード) | 出力波形 | 矩形波 | | | |
| | 周波数 | 25000 | - | 40000 | Hz |
| | 出力電流 | -50 | - | 50 | mA |
| 低速軸 (リニアモード) | 出力波形 | 三角波、正弦波、任意波形 | | | |
| | 周波数 | 5 | - | 100 | Hz |
| | 出力電流 | -220 | - | 220 | mA |
| 電源電圧 | 4.0 | 5.0 | 5.5 | V | |
| 消費電流 | - | - | 1.1 | A | |
| インターフェース | USB 2.0 | | | - | |

関連情報

www.hamamatsu.com/sp/ssd/doc_ja.html

注意事項

- ・製品に関する注意事項とお願い

本資料の記載内容は、令和3年1月現在のものです。

製品の仕様は、改良などのため予告なく変更することがあります。本資料は正確を期するため慎重に作成されたものですが、まれに誤記などによる誤りがある場合があります。本製品を使用する際には、必ず納入仕様書をご用命の上、最新の仕様をご確認ください。

本製品の保証は、納入後1年以内に瑕疵が発見され、かつ弊社に通知された場合、本製品の修理または代品の納入を限度とします。ただし、保証期間内であっても、天災および不適切な使用に起因する損害については、弊社はその責を負いません。

本資料の記載内容について、弊社の許諾なしに転載または複製することを禁じます。

浜松ホトニクス株式会社

www.hamamatsu.com

仙台営業所 〒980-0021 仙台市青葉区中央3-2-1 (青葉通プラザ11階)
 筑波営業所 〒305-0817 つくば市研究学園5-12-10 (研究学園スクウェアビル7階)
 東京営業所 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-8-21 (虎ノ門33森ビル5階)
 中部営業所 〒430-8587 浜松市中区砂山町325-6 (日本生命浜松駅前ビル)
 大阪営業所 〒541-0052 大阪市中央区安土町2-3-13 (大阪国際ビル10階)
 西日本営業所 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-13-6 (いちご博多イーストビル5階)

TEL (022) 267-0121 FAX (022) 267-0135
 TEL (029) 848-5080 FAX (029) 855-1135
 TEL (03) 3436-0491 FAX (03) 3433-6997
 TEL (053) 459-1112 FAX (053) 459-1114
 TEL (06) 6271-0441 FAX (06) 6271-0450
 TEL (092) 482-0390 FAX (092) 482-0550

固体営業推進部 〒435-8558 浜松市東区市野町1126-1 TEL (053) 434-3311 FAX (053) 434-5184