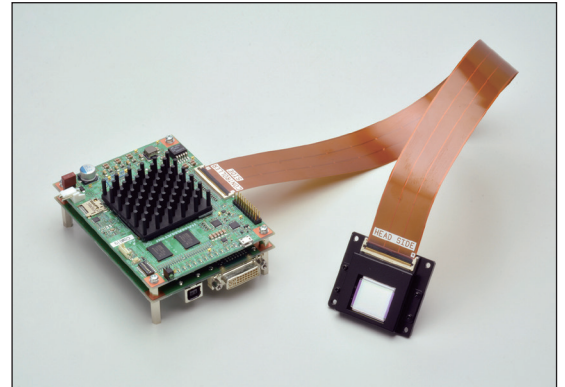


■特長

- 高回折効率
- 高光利用効率
- 高線形変調特性
- 高耐光性
- 小型、低価格
- トリガ機能
- 冷却機構の搭載が容易
- 多様なインターフェース: DVI/USB/シリアル通信/IOピン



■用途

- レーザ加工
- 光マニピュレーション
- 波面収差補正
- パルス整形
- 光学試験

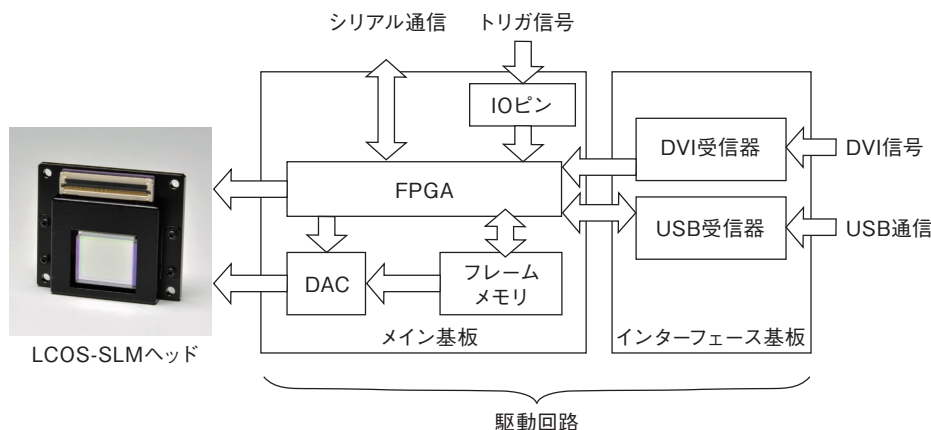
■概要

装置組込用に設計されたLCOS-SLM (Liquid Crystal On Silicon – Spatial Light Modulator) です。LCOS-SLMヘッドと駆動回路をフレキシブルケーブルで接続する構成となっており、容易に装置へ組み込むことが可能です。また、駆動回路には多様なインターフェースが搭載されており、お客様のシステムに最適なインターフェースを選択することができます。

CMOS技術を応用して形成したアドレス部で直接液晶を電圧制御することにより、高速応答かつ高精度な位相変調が可能です。最適な光学設計により光損失を最小限に抑えることで、高回折効率と高光利用効率を実現しています。また、ミラー表面の歪曲・液晶層の厚さの不均一性・液晶の非線形応答性などによる制御歪をデジタル処理により補正することで、高い線形性を獲得しています。

水冷型ヒートシンクを搭載し、耐光性を向上させた水冷タイプもラインアップしています。

■ブロック図



# LCOS-SLM X15223シリーズ

## ■対応波長範囲

X15223シリーズでは、さまざまな波長のニーズに対応した12のラインアップを用意しています。高効率な位相変調をするため、全タイプにおいてガラス基板には反射防止膜・CMOSチップにはミラーが形成されています。ミラーの種類によって、アルミミラータイプと誘電体多層膜ミラータイプに大別されます。

### ●アルミミラータイプ (-01/-07/-08)

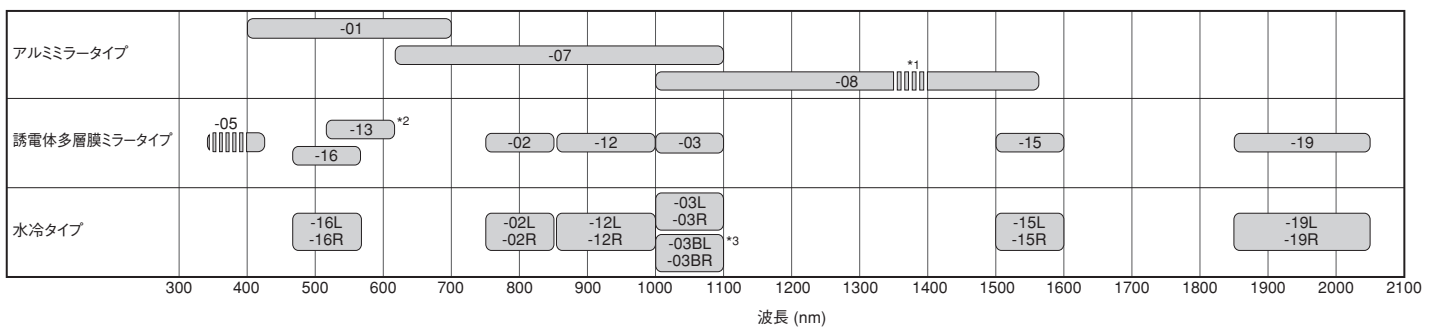
CMOSチップ上のアルミ電極による反射を利用しており、広域の反射波長域を有するため幅広い波長範囲で使用できます。

### ●誘電体多層膜ミラータイプ (-02/-03/-05/-12/-13/-15/-16/-19)

レーザ波長に合わせて専用設計した誘電体多層膜が形成されています。アルミミラータイプと比較して高反射率を実現したことで素子内部での吸収が低減されるため、ハイパワーレーザにも対応することが可能です。

### ●水冷タイプ (-02L/-02R/-03L/-03R/-03BL/-03BR/-12L/-12R/-15L/-15R/-16L/-16R/-19L/-19R)

誘電体多層膜ミラータイプのヘッド部に水冷ヒートシンクを内蔵し、レーザ照射による温度上昇を抑制して、耐光性を向上させています。



\*1 -08は1350 nm～1400 nmの波長帯でガラス基板の吸収により反射率が5 %程度低下します。

\*2 -13と-16は532 nm帯レーザに対応可能です。-16は-13よりも短パルスレーザに対して耐光性が高い設計となっています。

\*3 -03BL/-03BRは-03L/-03Rよりも平均光量に対して高い耐光性を有しています。

## ■構成

### ●ヘッド部

項目	X15223シリーズ	単位
画素数	1272 × 1024	pixel
画素ピッチ	12.5	μm
有効エリアサイズ	15.9 × 12.8	mm
開口率	96.8	%
質量	40 (水冷タイプ: 410)	g

### ●駆動回路部

項目	X15223シリーズ	単位
電源電圧 (DC)	16 ± 0.5	V
消費電力 (Typ.)	11.2	W
入力信号	Digital video interface (DVI-D) / USB-B (2.0 High-speed)	—
DVI信号フォーマット	1280 × 1024	pixel
DVIフレームレート	60	Hz
入力信号階調数	256	level
トリガ信号電圧	High: 1.5 / Low: 0	V
通信仕様	USB-B (2.0 High-speed) / RS232C	—
質量	180	g

## ■絶対最大定格

(Ta=25 °C)

項目	X15223シリーズ	単位
電源電圧	16.5	V
トリガ信号電圧	1.8	V
動作温度 *1	+10 ~ +40	°C
保存温度 *1	-20 ~ +55	°C
水流用コネクタ耐圧	0.3 (水冷タイプ)	MPa

\*1 結露なきこと。湿度によっては特性が劣化するため、注意が必要。

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るため、必ず絶対最大定格の範囲内で使用すること。

# LCOS-SLM X15223シリーズ

## ■電気的および光学的特性

項目	-01	-02 /-02L/-02R	-03 -03L/-03R -03BL/-03BR	-05	-07	-08	単位
対応波長域	400 ~ 700	800 ± 50	1050 ± 50	410 ± 10	620 ~ 1100	1000 ~ 1550	nm
光利用効率 (Typ.)	76 (633 nm)	97 (785 nm)	97 (1064 nm)	97 (405 nm)	80 (1064 nm)	86 (1550 nm)	%
上昇時間 *1 (Typ.)	5 (633 nm)	33 (785 nm)	27 (1064 nm)	7 (405 nm)	9 (1064 nm)	13 (1550 nm)	ms
下降時間 *1 (Typ.)	21 (633 nm)	85 (785 nm)	83 (1064 nm)	17 (405 nm)	73 (1064 nm)	145 (1550 nm)	ms

項目	-12 /-12L/-12R	-13	-15 /-15L/-15R	-16 /-16L/-16R	-19 /-19L/-19R	単位
対応波長域	850 ~ 1000	530 ~ 635	1550 ± 50	510 ± 50	1850 ~ 2050	nm
光利用効率 (Typ.)	97 (940 nm)	97 (532 nm)	97 (1550 nm)	97 (532 nm)	97 (1950 nm) *2	%
上昇時間 *1 (Typ.)	38 (940 nm)	10 (532 nm)	26 (1550 nm)	11 (532 nm)	30 (1950 nm)	ms
下降時間 *1 (Typ.)	109 (940 nm)	21 (532 nm)	135 (1550 nm)	33 (532 nm)	155 (1950 nm)	ms

\*1 各対応波長において、 $2\pi$ 変調の10%から90%の変化に必要な時間。

\*2 設計値。

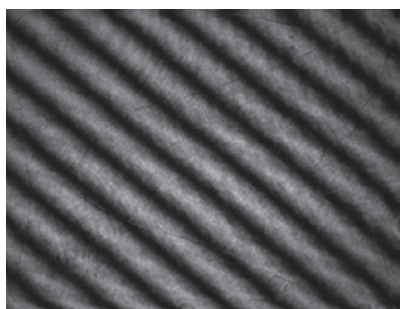
注) 各数値の括弧内は光利用効率、上昇時間、下降時間の測定に使用したレーザの発振波長。

## ■動作特性

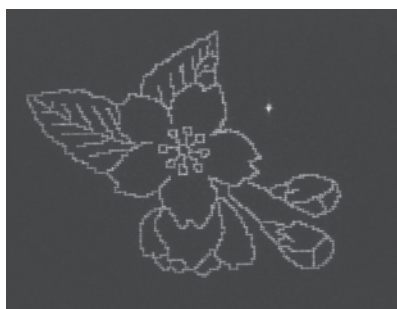
### ●高精度な位相変調

CMOS技術を応用して形成したアドレス部で直接液晶を電圧制御することにより高精度な位相変調が可能です。そのため、ホログラム応用に非常に適しています。図2(a)は補正を加えて一様な空間光位相変調を行った場合の出力波面を、干渉計で計測した結果です。観測される干渉縞に大きな歪みもなく、高精度な波面が出力されていることがわかります。また、図2(b)は位相型ホログラムをフーリエ変換光学系で再生して得られる1次回折像の例です。図2(c)は(0,1)次のLGビームを生成した結果であり、鮮明にLGビームが生成されていることがわかります。

図2 出力像例



(a) 補正後の出力波面  
1272 × 1024 画素  
RMS: 0.025 λ (λ=532 nm)



(b) CGH再生像



(c) LGビーム生成

# LCOS-SLM X15223シリーズ

## ●高い回折効率

最適な光学設計により光損失を最小限に抑えることで、理論値に近い回折効率を得られます。図3は多値位相格子を表示した際に得られる回折スポット像です。多値位相格子を利用することにより、例えば図3(c)に示すように+1次のみに回折スポットを集中させることが可能となるため、高い光利用効率を得ることができます。また、図4に回折効率の代表的な例を示します。ここでの回折効率は、変調を行わない場合（パターンなし）の0次光強度に対する1次回折光強度の比です。

図3 回折スポット像（代表例）

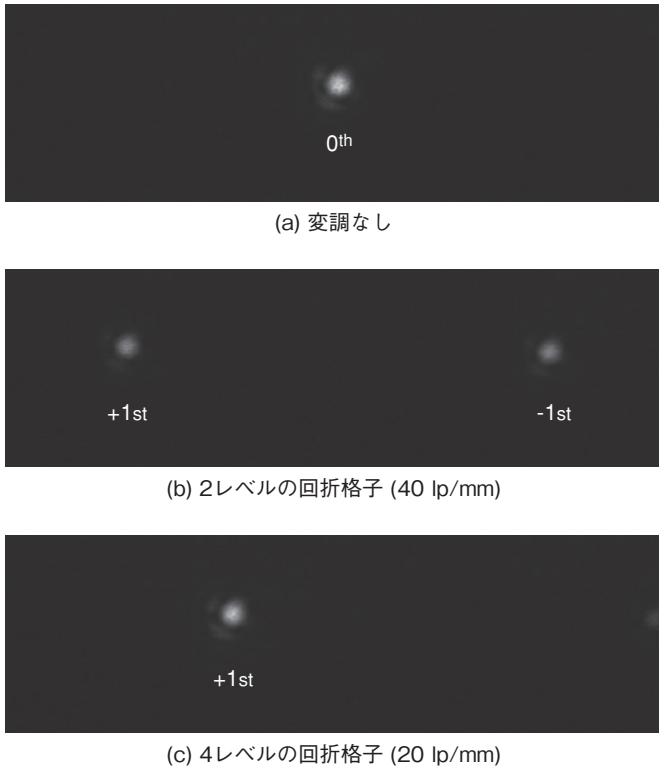
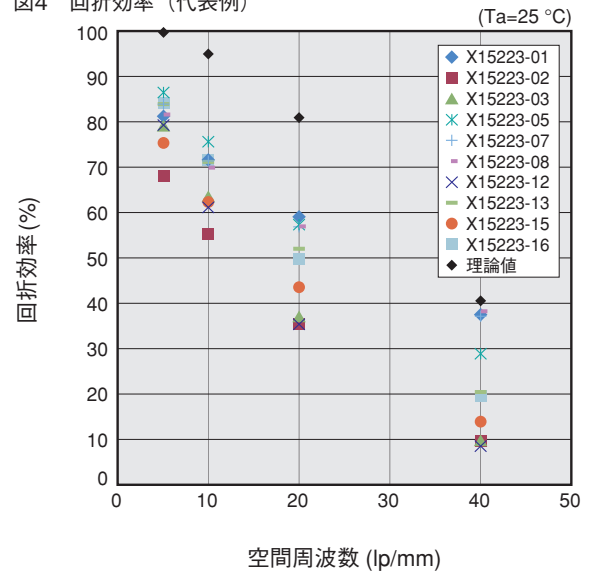


図4 回折効率（代表例）



LEJ-F40004

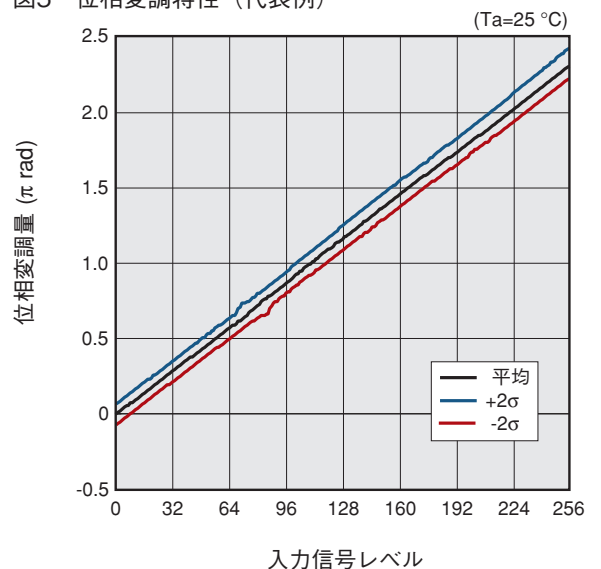
## ●高い光利用効率

入射光強度に対する0次回折光強度の比で表される光利用効率が高いという特長があります。この光利用効率は、主に画素構造による回折ロスと素子に形成されたミラーの反射率に依存します。そこで、CMOS技術を応用するとともに、その設計に細心の注意を払うことにより、回折ロスを5%以下と最小限に抑えています。特に、-02/-03/-03B/-05/-12/-13/-15/-16/-19は誘電体多層膜ミラーにより高反射率を実現しているため、非常に優れた光利用効率を示します。

## ●大きな位相変調特性と高い線形性

400 nm ~ 2050 nmの波長範囲において、 $2\pi$ 以上の位相変調量を得ることができます。出荷時には、タイプごとに特定の波長範囲に合わせて高精度・高線形変調特性が得られるように調整されています。図5は位相変調特性の代表例です。 $2\pi$ 以上の位相変調量が高い線形性をもって得られていることがわかります。また位相変調特性については、有効面内の95%の画素における位相変調が $\pm 2\sigma$ の範囲に収まっており、バラツキが小さいことを確認しています。

図5 位相変調特性（代表例）



LEJ-F40002

# LCOS-SLM X15223シリーズ

## ■耐光性

X15223シリーズは汎用性と高信頼性を実現していますが、ハイパワーレーザー光を照射する際、ピークパワーや平均光量によっては特性変化が発生する懸念があります。ピークパワーが高い場合、2光吸収が発生するため特性変化や損傷につながります。平均光量が高い場合、発熱によって特性変化が発生します。

### ●高耐光性を実現した水冷タイプ

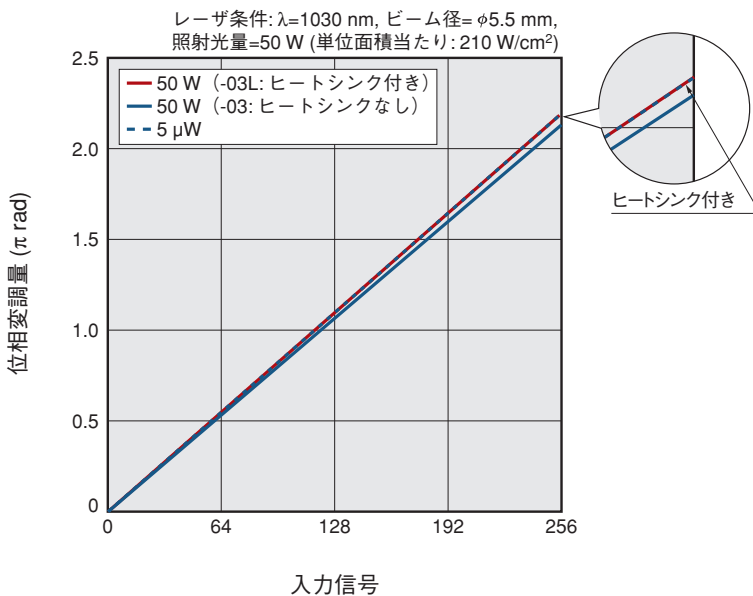
平均光量が高い場合には、水冷型ヒートシンクを搭載した水冷タイプを利用することで発熱を抑制し、耐光性を改善することができます。また、対応波長: 1050 nmの-03タイプには、画素電極の回路設計を見直すことで従来の-03L/-03Rよりもさらに耐光性を向上させた-03BL/-03BRをラインアップしています。100 W以上の平均光量に対応しているため、YAGレーザーなど高出力なレーザーへの対応が可能です。使用時の推奨ビーム径(1/e<sup>2</sup>)はφ8 mm以上です。

タイプ	型名	推奨平均光量
アルミミラータイプ	X15223-01/-07/-08	≤0.5 W *1
誘電体多層膜ミラータイプ	X15223-02/-03/-05/-12/-13/-15/-16/-19	≤10 W
水冷タイプ	X15223-02L/-02R/-03L/-03R/-12L/-12R/ -15L/-15R/-16L/-16R/-19L/-19R	≤100 W
	X15223-03BL/-03BR	≥100 W *2

\*1 単位面積当たり500 mW/cm<sup>2</sup>以下を推奨。

\*2 波長やパルス幅、繰り返し周波数などの仕様にも依存するため、詳細についてはお問い合わせください。

図6 レーザ照射試験結果



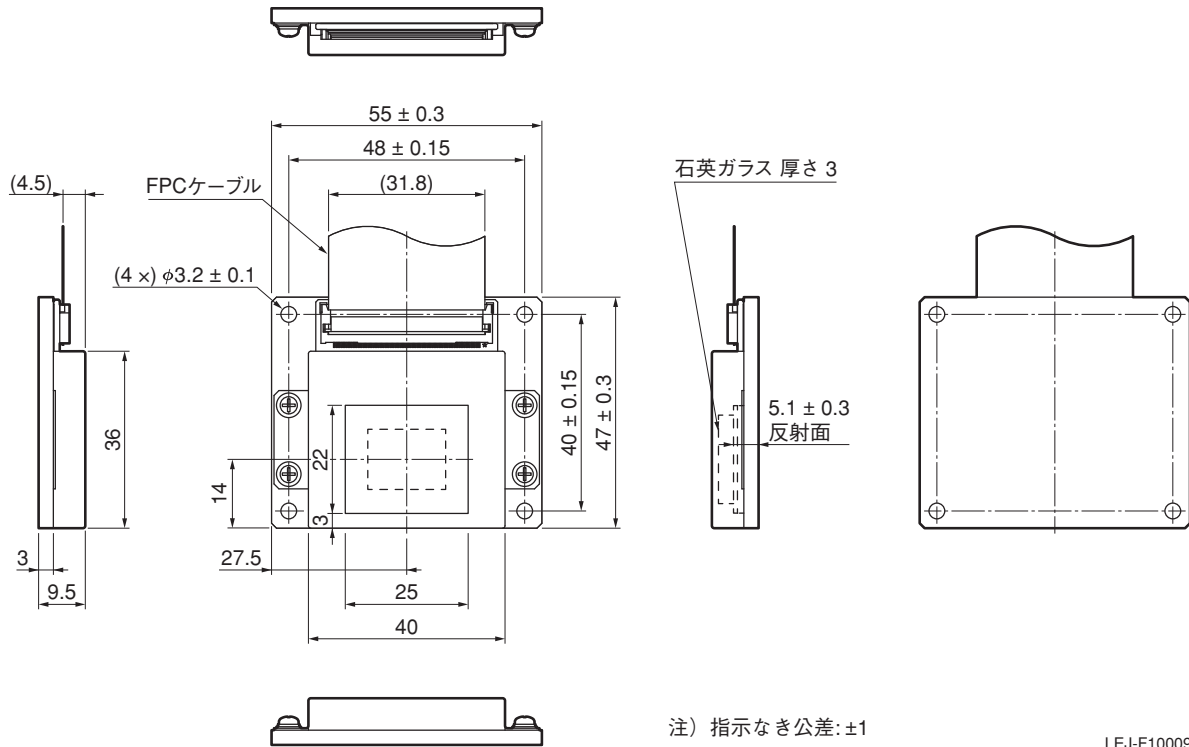
LEJ-F40003

注) 高出力のレーザーを照射しても位相変調量は変化しません。

# LCOS-SLM X15223シリーズ

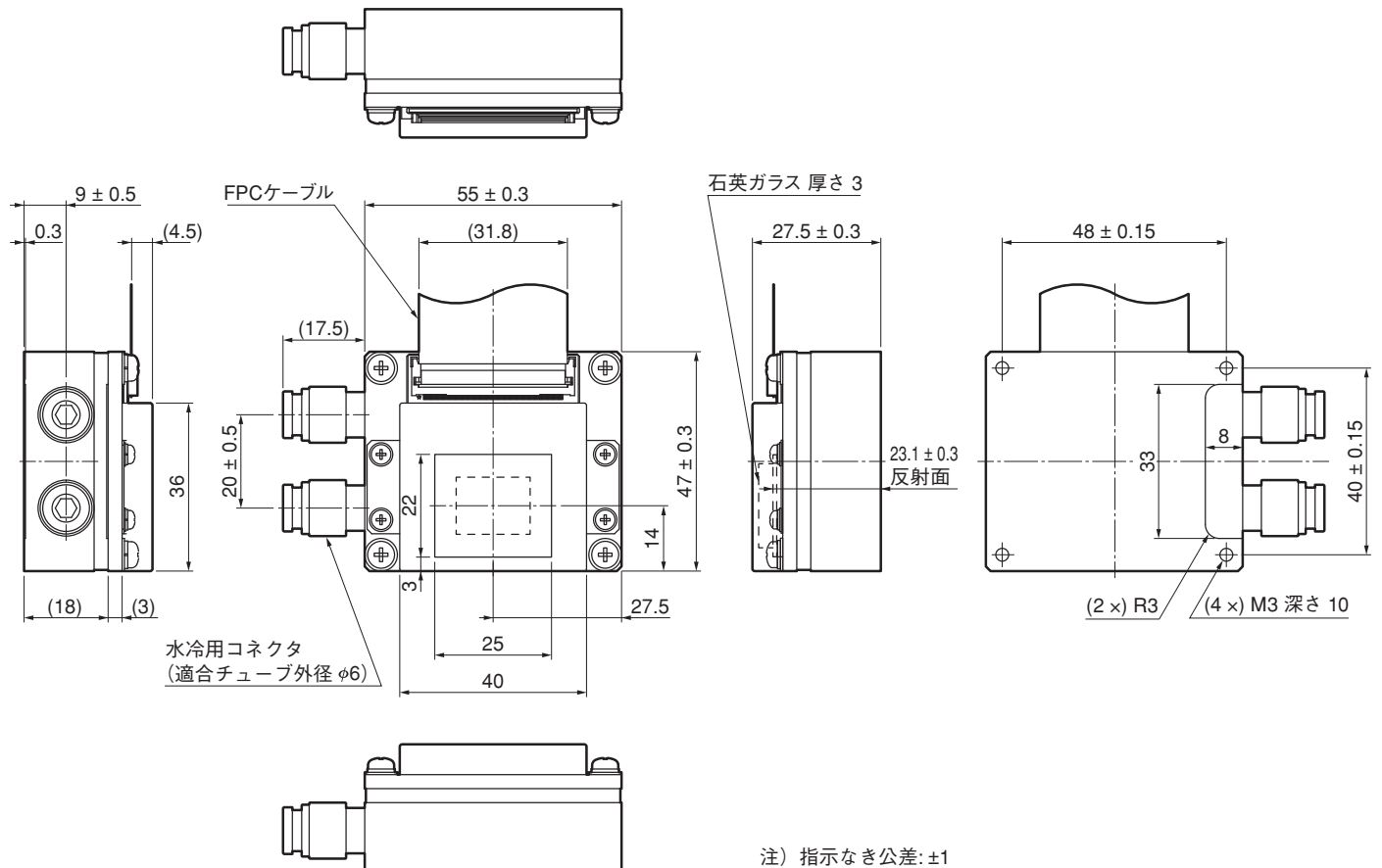
図7 外形寸法図 (単位: mm)

●ヘッド部 (X15223-01/-02/-03/-05/-07/-08/-12/-13/-15/-16/-19)



LEJ-F10009

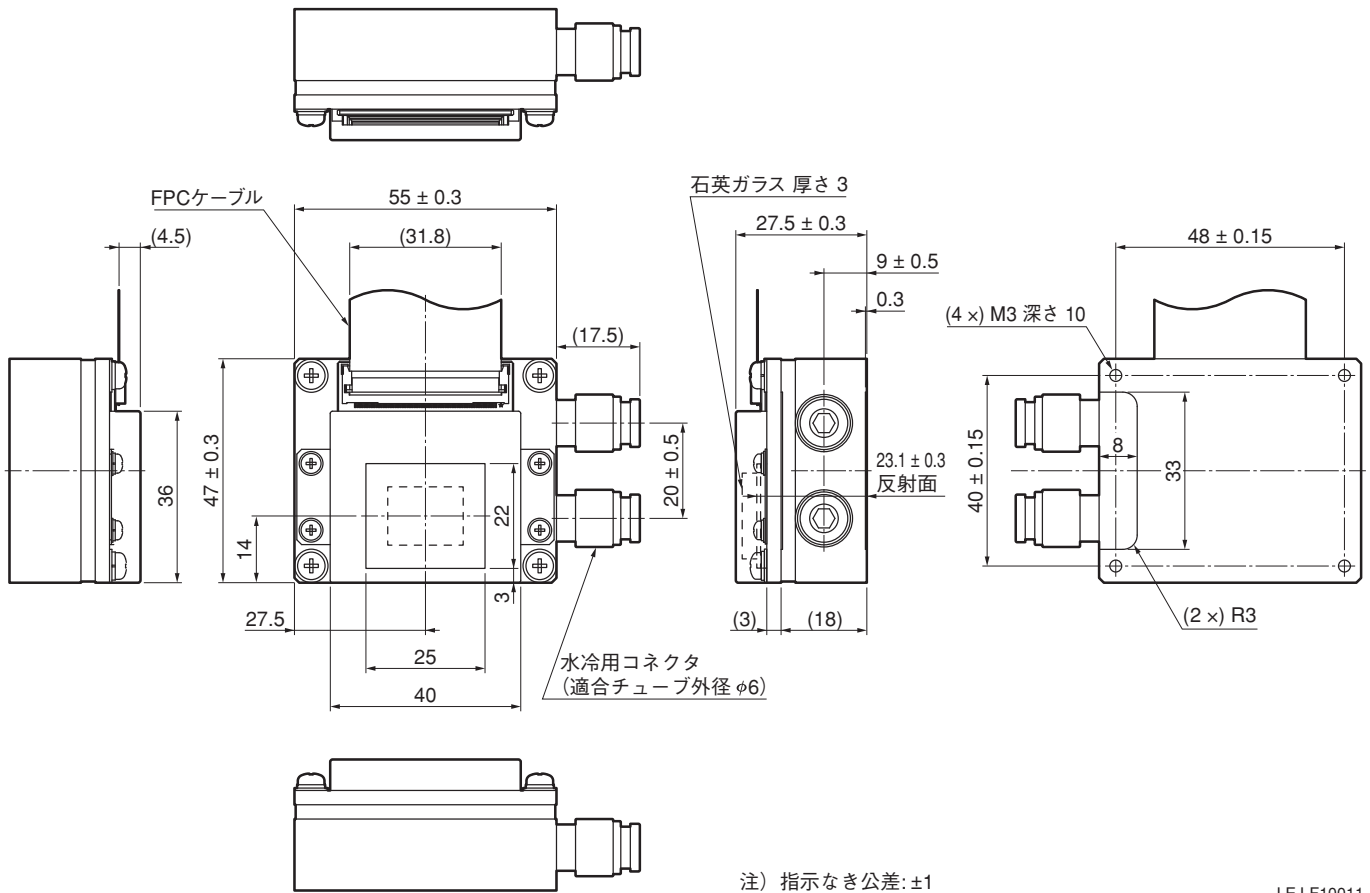
●ヘッド部 (水冷タイプ: X15223-02L/-03L/-03BL/-12L/-15L/-16L/-19L)



LEJ-F10010

# LCOS-SLM X15223シリーズ

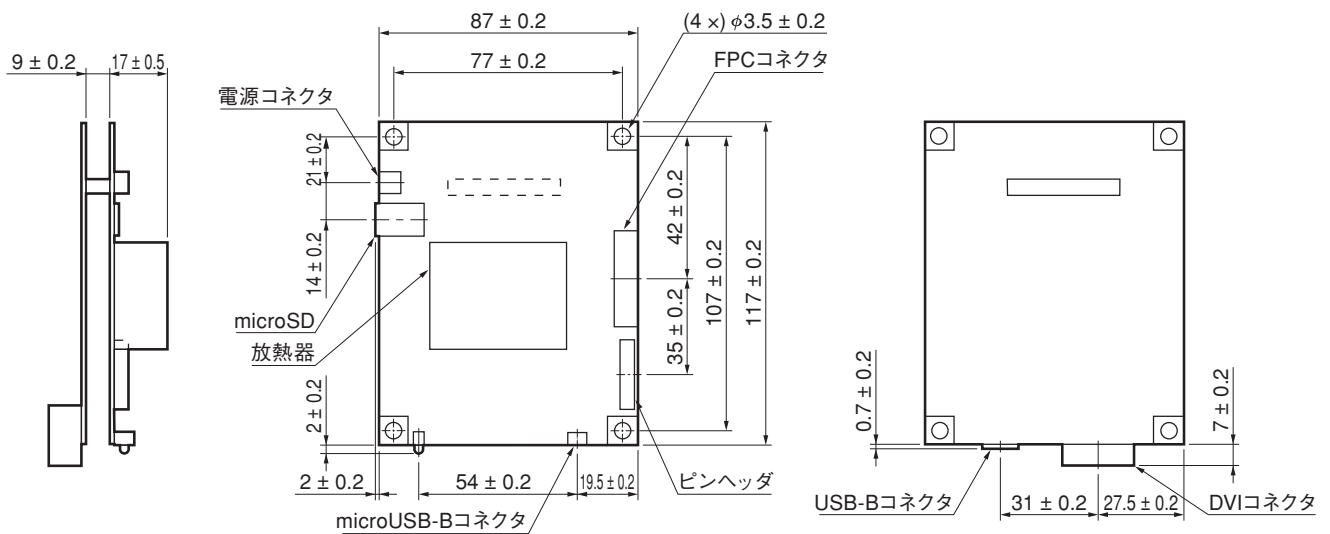
## ●ヘッド部 (水冷タイプ: X15223-02R/-03R/-03BR/-12R/-15R/-16R/-19R)



注) 指示なき公差:  $\pm 1$

LEJ-F10011

## ●駆動回路部



注) 指示なき公差:  $\pm 1$

LEJ-F10012

# LCOS-SLM X15223シリーズ

---

## ■注意事項

- ・製品に関する注意事項とお願い  
<https://www.hamamatsu.com/jp/ja/support/disclaimer.html>

●本資料の記載内容は2022年6月現在のものです。製品の仕様は、改良等のため予告なく変更することがあります。

## 浜松ホトニクス株式会社 [www.hamamatsu.com](http://www.hamamatsu.com)

- |  |   |                   |                   |
|--|---|-------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> 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)        | TEL (022)267-0121 | FAX (022)267-0135 |
| <input type="checkbox"/> 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)  | TEL (029)848-5080 | FAX (029)855-1135 |
| <input type="checkbox"/> 東京営業所             | 〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-4(常盤橋タワー11階)      | TEL (03)6757-4994 | FAX (03)6757-4997 |
| <input type="checkbox"/> 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)       | TEL (053)459-1112 | FAX (053)459-1114 |
| <input type="checkbox"/> 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)      | TEL (06)6271-0441 | FAX (06)6271-0450 |
| <input type="checkbox"/> 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 (092)482-0390 | FAX (092)482-0550 |
| <input type="checkbox"/> レーザ事業推進部 営業推進グループ | 〒431-2103 浜松市北区新都田1-8-3                   | TEL (053)484-1301 | FAX (053)484-1302 |