

フラットパネルセンサ

C16401SK-51

受光面サイズ: 140.0 × 122.8 mm

C16401SK-51は、非破壊検査・ラジオグラフィに対応した高信頼性のフラットパネルセンサです。高品位のデジタルX線画像をリアルタイムでとらえることができます。

特長

- 受光面サイズ: 140.0 × 122.8 mm
- 高速イメージング
- 低ノイズ、低欠陥
- 16ビットデジタル出力
- X線管電圧: 160 kV max.

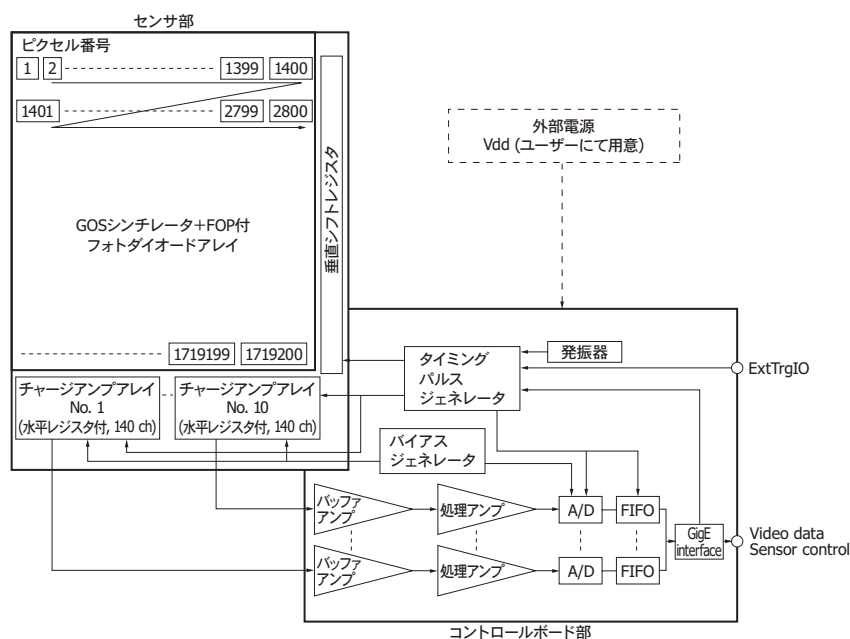
用途

- 非破壊検査
- デジタルラジオグラフィなど

構成 (1 × 1 Flexible partial mode)

C16401SK-51は、センサ部とコントロールボード部から構成されています。センサ部には、2次元フォトダイオードアレイ、行走査用垂直シフトレジスタ、および10ブロックに分割されたチャージアンプアレイから成るCMOSイメージセンサチップが搭載されています。チャージアンプアレイは、1ブロック当たり140 chのCDS回路内蔵チャージアンプと、水平シフトレジスタで構成されています。

2次元フォトダイオードアレイ上にはGOSシンチレータ付FOP (Fiber Optic Plate)が搭載されています。受光部に入射したX線は蛍光に変換されて、2次元フォトダイオードアレイに入射し、光の強度に応じた電荷が各画素に蓄積されます。蓄積された電荷は行走査用垂直シフトレジスタにより1行ずつ順に選択されて、データラインを通じてアンプに転送され電圧信号に変換されます。その後、水平シフトレジスタを走査することで、アンプアレイごとにアナログ信号が送出されます。コントロールボード部ではこのアナログ信号を16ビットのデジタル信号に変換し、Gigabit Ethernetを通してPCに送ります。



注) ピクセル番号の順に読み出されます。

KACCC11683A

■ 構成

項目		1 × 1 Flexible partial mode	2 × 2 Flexible partial mode	単位
受光面サイズ		140.0 × 122.8		mm
画素サイズ		100 × 100	200 × 200	μm
有効受光面サイズ (H × V)	Min.	0.8 × 0.1	1.6 × 0.2	mm
	Max.	127.2 × 110.4	127.2 × 110.4	
有効画素数 (H × V)*1	Min.	8 × 1	8 × 1	画素
	Max.	1272 × 1104	636 × 552	
読み出し回路		チャージアンプアレイ		-
ビデオ出力インターフェース		Gigabit Ethernet		-
デジタル出力		16		bit
ExtTrgIO		TTL (VIH: 2 V, VIL: 0.8 V)		-
シンチレータ		GOS		-

*1: 8の倍数のみ設定できます。

■ 絶対最大定格 (指定のない場合Ta=25 °C)

項目	記号	定格値	単位
供給電圧	Vdd	+8.0 ~ +12.0	V
入力信号電圧 (ExtTrgIO)	Vin	0 ~ +6.0	V
動作温度*2	Topr	0 ~ +40	°C
保存温度*2	Tstg	-10 ~ +50	°C
X線管電圧	-	20 ~ 160	kV

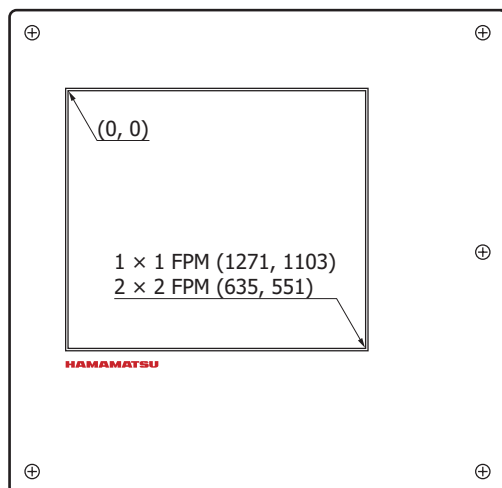
*2: 結露なきこと。

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。

選択可能なスキャンモード

有効画素数・ピクセルサイズの異なる2種類のモードの切り替えが可能です。

☐ スキャンモード別の有効画素エリア



- ・ 1 × 1 Flexible partial mode
 有効画素数: 1272 × 1104 (100 × 100 μm/画素)
- ・ 2 × 2 Flexible partial mode
 有効画素数: 636 × 552 (200 × 200 μm/画素)

KACCC11693A

電気的および光学的特性 (指定のない場合Ta=25 °C, Vdd=+9.0 V)

■ 1 × 1 Flexible partial mode (FPM)

項目	記号	Min.	Typ.	Max.	単位
最大フレームレート*3	Sf(max)	21	-	2783	frames/s
フレームレート	Sf(ext)	0.1	-	Sf(max)	frames/s
ノイズ (rms)*4	N(rms)	-	1200 (34)	2400 (68)	electrons (LSB)
飽和電荷	Cast	-	2.3	-	M electrons
感度*5	S	2320 (260)	2900 (330)	-	LSB/mR (LSB/μGy)
解像度*6	Reso	4.0	4.5	-	line pairs/mm
ダイナミックレンジ	-	950	1900	-	-

■ 2 × 2 Flexible partial mode

項目	記号	Min.	Typ.	Max.	単位
最大フレームレート*3	Sf(max)	67	-	3569	frames/s
フレームレート	Sf(ext)	0.1	-	Sf(max)	frames/s
ノイズ (rms)*4	N(rms)	-	1300 (16)	2600 (32)	electrons (LSB)
飽和電荷	Cast	-	5.4	-	M electrons
感度*5	S	2480 (288)	3100 (360)	-	LSB/mR (LSB/μGy)
解像度*6	Reso	2.0	2.5	-	line pairs/mm
ダイナミックレンジ	-	2050	4100	-	-

*3: 有効画素数 (V)により変わります。

有効画素数 (V)が最大のときに最大フレームレートは最小になり、有効画素数 (V)が最小のときに最大フレームレートは最大になります。

有効画素数 (V)と最大フレームレートの関係を以下に示します。

*4: 最大有効受光面サイズのときの内部トリガモードで、最大フレームレート時

*5: X線画像からダーク画像を差し引いて計算します。管電圧=130 kV

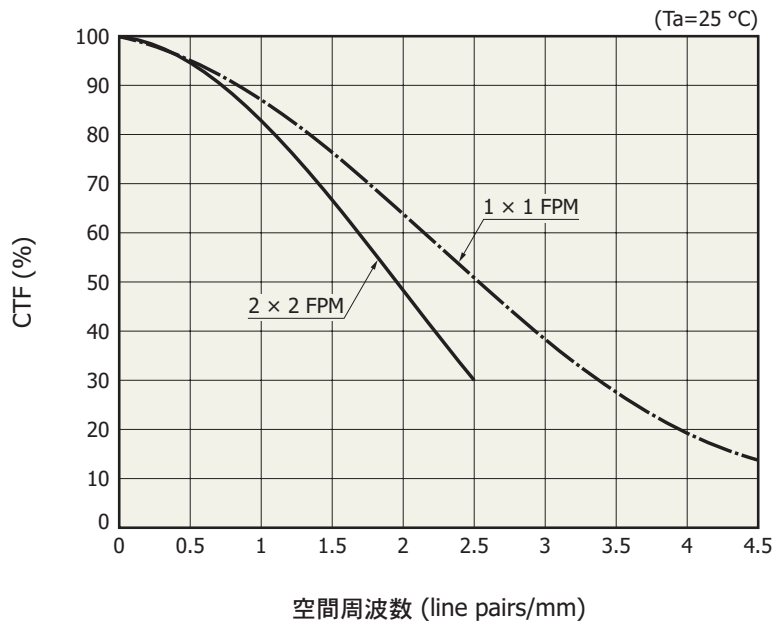
*6: CTF=5%の空間周波数

$$1 \times 1 \text{ FPM: Sf(max)} = \frac{1.0}{\{42.5 \times (\text{Image Vsize} + 4) + 0.12 \times [1228 - (\text{Image Vsize} + 4)]\} \times 10^{-6}}$$

$$2 \times 2 \text{ FPM: Sf(max)} = \frac{1.0}{\{26.7 \times (\text{Image Vsize} + 4) + 0.12 \times [1228 - (\text{Image Vsize} \times 2 + 4)]\} \times 10^{-6}}$$

注) Image Vsize: 有効画素数 (V)

解像度



KACCB0731JA

その他の仕様 [1 × 1 Flexible partial mode (指定のない場合Ta=25 °C, Vdd=+9.0 V)]

項目	Min.	Typ.	Max.	単位
欠陥ライン*7	-	-	12	lines
隣接欠陥ライン*7	-	-	1	line pairs
欠陥ラインに隣接した明ライン出力*8	-	-	120	%
欠陥クラスタ*8	-	-	なし	-
出力オフセット*9	-	1000	3000	LSB

*7: 周辺画素の平均感度と比べて1/8以下の画素が4個以上連続している垂直または水平のライン。

垂直・水平ともに隣接した欠陥がないこと。

*8: 用語説明 (P.5)を参照

*9: 最大フレームレートにおける全有効画素の平均値

用語説明 (1 × 1 Flexible partial mode)

☐ 欠陥ラインに隣接した明ライン出力

以下で定義されるa、bの相対感度比 a/b が、垂直・水平ラインともに120%以下であること。

a: 欠陥ラインに隣接した明ライン (Line A) の平均感度

b: Line A に隣接した標準のライン (Line B) の平均感度

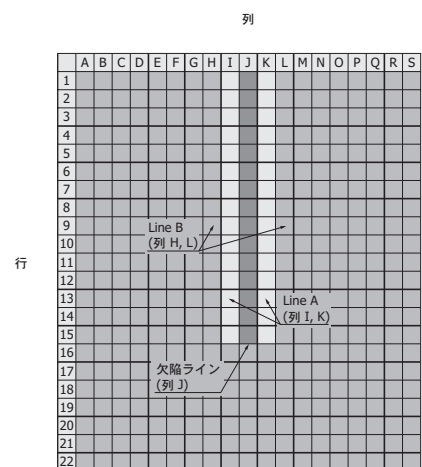
明ラインの平均感度は、欠陥ラインの欠陥部分に隣接する部分から算出する。

例: 右図参照

欠陥ラインの欠陥部分: 画素 (J, 1) から画素 (J, 15)

a: 画素 (I, 1) から画素 (I, 15)、または画素 (K, 1) から画素 (K, 15) の平均感度値

b: 画素 (H, 1) から画素 (H, 15)、または画素 (L, 1) から画素 (L, 15) の平均感度値



KACCC03853B

☐ 欠陥クラスタ

感度が周辺画素の平均感度に比べ1/8以下である画素の 3 × 3画素以上の固まり。



欠陥クラスタ



欠陥クラスタでない

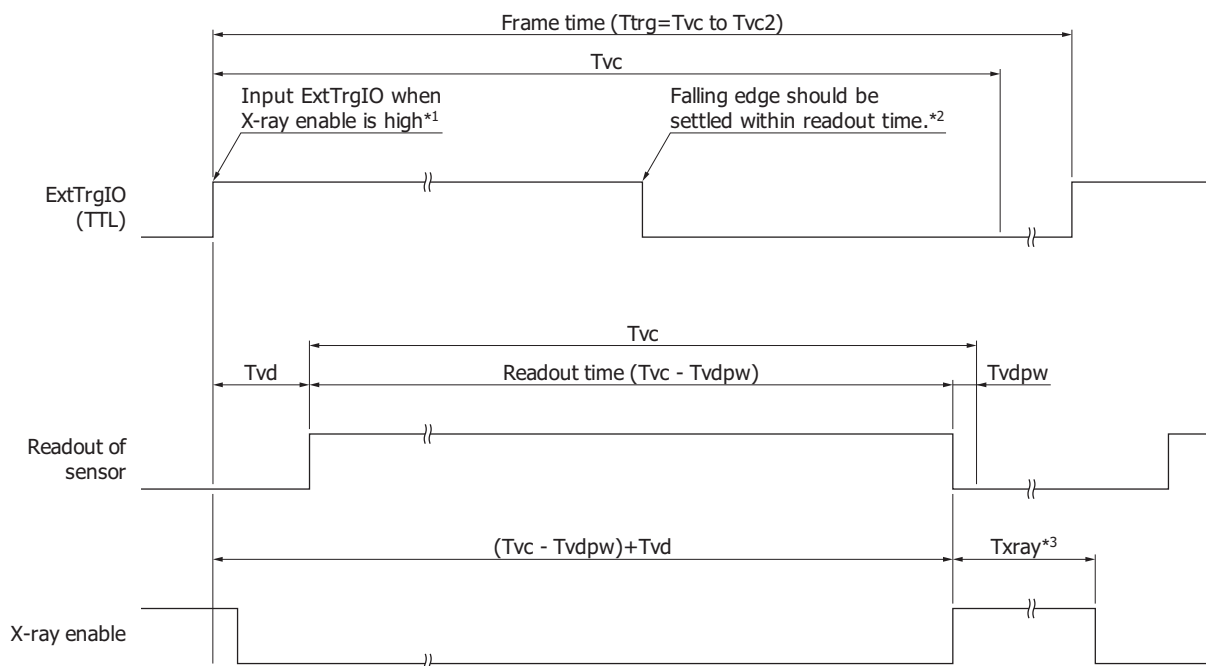
□ 標準画素 ■ 欠陥画素

KACCC03843B

■ タイミングチャート

外部トリガモードで画像を取得するには、以下の図のように外部トリガパルスを入力してください。

パルスX線源と同期させて使用の場合は、Txrayの期間にX線を照射してください。



*1: X-ray enableがHighのときにExtTrgIOにトリガ信号を入れてください。Lowのときのトリガ信号は無視され、画像は取得できません。

*2: 立ち下がり読み出し時間 (Tvc - Tvdpw)内に設定してください。これができない場合、トリガ信号にノイズがないことを確認してください。トリガ信号にノイズが多いと、フラットパネルセンサが誤動作する場合があります。フラットパネルセンサにトリガ信号を入力する前にトリガ信号の波形品質を確認してください。シールドケーブルまたはツイストペアケーブルを使用することを推奨します。

*3: Txray = Ttrg - (Tvc - Tvdpw + Tvd)

KACCC1078JA

項目	記号	1 × 1 FPM	2 × 2 FPM	単位
ExtTrgIO入力～読み出し開始の遅延時間	Tvd	94.2	61.6	μs
1フレームの最小周期	Tvc	$1/Sf(max)^{*10}$		s
1フレームの最大周期	Tvc2	10		s
次フレーム読み出し開始までの待機時間 ^{*11}	Tvdpw	102.4	69.3	μs

*10: 有効画素数 (V)に応じて変化します。電気的および光学的特性 (P.3)を参照。

*11: この期間に入力したExtTrgIOは無視されます。X-ray enableの立ち上がり後、Tvdpw経過してからExtTrgIOを入力してください。

■ 必要なシステム

● PC (動作検証環境)

- ・ PC: Precision T5600 standard model (Dell)
- ・ OS: “<https://dcam-api.com>” 内 Compatibility Note.pdf 参照
- ・ CPU: Intel® Xeon® Processor E5-2620 (15 M Cache, 2.00 GHz, 7.20 GT/s Intel® QPI)
- ・ メモリ: 4 GB (2 GB × 2) 32ビットOS使用時
8 GB (2 GB × 4) 64ビットOS使用時
DDR RDIMM メモリ (1600 MHz, ECC)
- ・ Microsoft.net Framework: Version 2.0以降

● 電源: Vdd=+9.0 V [11 W (1.3 A), 電圧範囲: Vdd=+8.0 V~+12.0 V]

- ・ 上記電圧範囲は、フラットパネルセンサ側での電圧です。
- ・ 外部電源は、低ノイズシリーズ電源をご使用ください (スイッチング電源の使用は避けてください)。
- ・ ACラインからのサージを防ぐため、電源のACラインにはノイズフィルタを設置してください。

● DCAM-API (digital camera application programming interface): 浜松ホトニクス製

- ・ ドライバソフトウェア、DLLはDCAM-APIに含まれています。
- ・ OEMユーザーには関数マニュアルやサンプルソフトを含んだDCAM-SDKを提供可能です。
- ・ DCAM-APIは、“<https://dcam-api.com>” からダウンロードできます。

● Ethernetプロトコル: UDP (User Datagram Protocol)

● Network interface card (NIC)

- ・ 次の仕様を満たすNICを使用してください。
 1. 1 Gbps以上に対応した大手メーカー製相当品 (Intel^{*12}, Marvel, Realtekなど)
 2. OS、PCI-Express、Jumbo Frameをサポートする
 3. フレームを落とさずにすべての画像を転送できる
- ・ フラットパネルセンサは、Point-to-Point接続を前提に設計されています。フラットパネルセンサとPC上のNICは、直接1対1で接続してください。
- ・ フラットパネルセンサが接続されているNICの設定を調整してください。詳細については、“<https://dcam-api.com/>” 内の “Compatibility Note.pdf” のGigEの章を参照してください。
- ・ BIOSを推奨設定にしてください。設定をしないとPCに転送される画像が散発的に破損する可能性があります。詳細については、“<https://dcam-api.com/>” 内の “Compatibility Note.pdf” のNote *23を参照してください。
- ・ データ通信を伴うアプリケーション (Microsoft Teamsなど)は画像の取り込みのパフォーマンスに影響するため、画像取得中は必ず終了してください。
- ・ 装置の仕様上やむを得ずGig-E switchを使用する場合は、Layer 2、Jumbo Frame対応のGig-E switchを使用して十分検証を行い、画像を取りこぼすことなく転送できることを確認してください。
- ・ 推奨のNICを使用できない場合は、PCI-Express、Jumbo Frame対応のNICを使用して十分検証を行い、画像を取りこぼすことなく転送できることを確認してください。

電源ケーブル、LANケーブル、画像取得ソフトウェア、画像処理ライブラリは本体には付属していません。

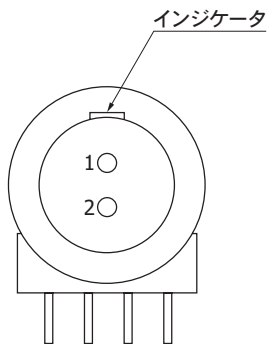
*12: Intel 82577LM Gigabit Network Connectionを除く。

注) Microsoft および Windows は、米国およびその他の国における Microsoft Corporation の登録商標または商標です。

■ ピン接続

■ 電源コネクタ

電源プラグ (フラットパネルセンサ側): ZXG.0B.302.HLN (Quanma社製)



KACCC1171JA

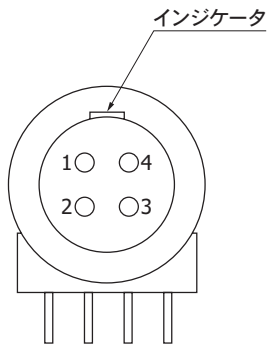
ピンNo.	信号
1	Vdd
2	GND

注) 電源用のケーブルは、ユーザー側で用意してください。

適用プラグ: TGG.0B.302 (Quanma社製), FGG.0B.302 (LEMO社製)

■ 外部I/Oコネクタ

4ピンレセプタクル (フラットパネルセンサ側): ZXG.0B.304.HLN (Quanma社製)



KACCC1172JA

ソケットNo.	信号	備考
1	X-ray enable (TTL)	パルスX線照射タイミングの確認信号。CMOS 5 V出力。HighのときにX線を照射してください。
2	デジタルGND	GND
3	ExtTrgIO (TTL)*13	外部トリガモード時にトリガ信号を入力
4	デジタルGND	GND

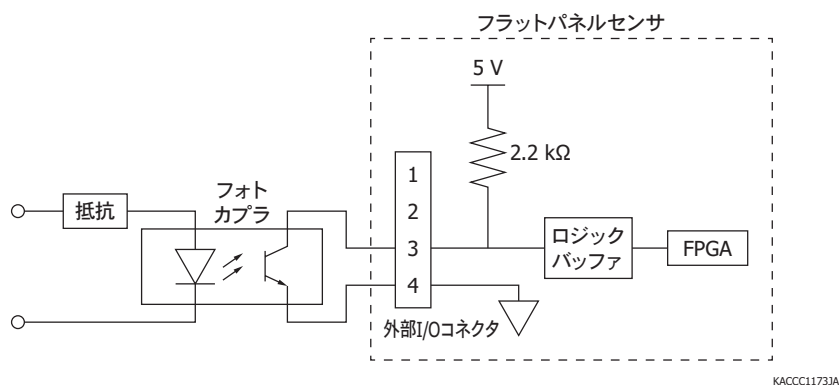
*13: ExtTrgIOの絶対最大定格については、絶対最大定格 (P.2)を参照してください。

注) 外部トリガ信号入力用ケーブルは、ユーザー側で用意してください。

適用プラグ: TGG.0B.304 (Quanma社製), FGG.0B.304 (LEMO社製)

ノイズを低減するため、シールドケーブルまたはツイストペアケーブルの使用を推奨します。オーバーシュートやアンダーシュートが避けられない場合は、フォトカプラ接続 (P.9)を参照してください。

フォトカプラ接続

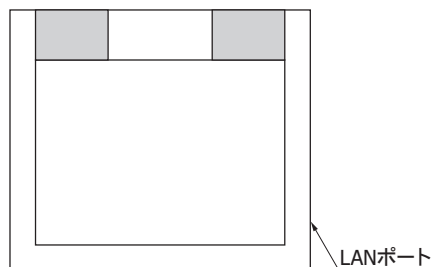


[表1] トリガモード

トリガモード	ExtTrgIO	備考
外部トリガモード	矩形信号	ExtTrgIO信号の立ち上がりで積分時間を制御
内部トリガモード	Highまたは開放	DCAMコマンドによって積分時間を制御

LEDインジケータ

LEDインジケータ① LEDインジケータ②



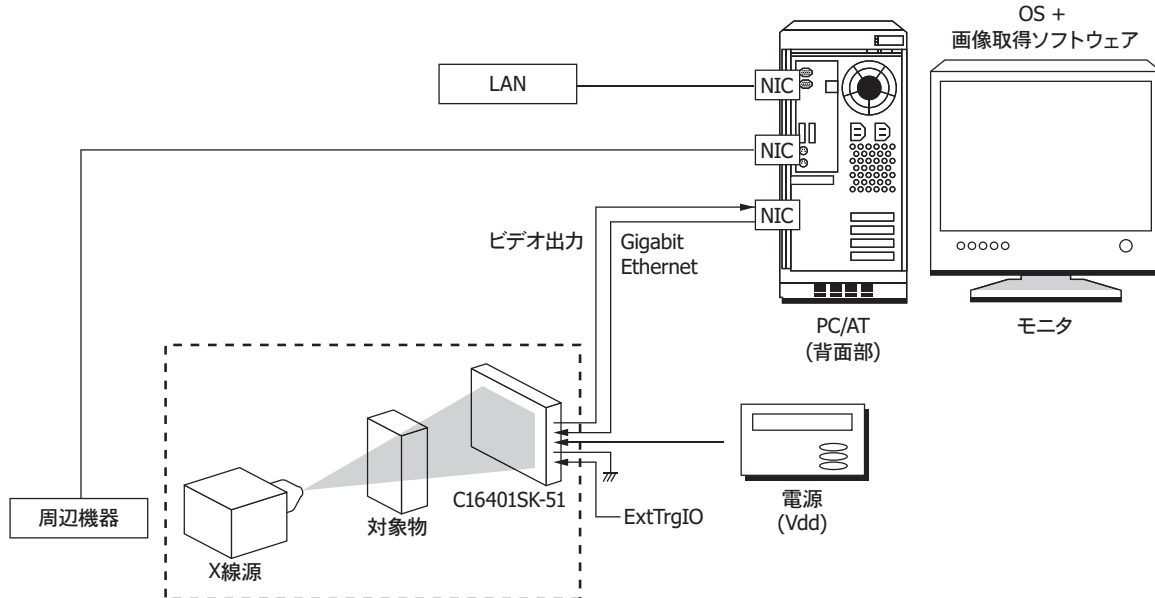
[表2] LEDコネクタのLEDインジケータ情報

LEDインジケータ①	LEDインジケータ②	状態
OFF	OFF	未接続
OFF	点灯	接続中 (1 Gbps)
OFF	点滅	データ送／受信 (1 Gbps)
点灯	点灯	接続中 (100 Mbps)
点滅	点滅	データ送／受信 (100 Mbps)

接続例

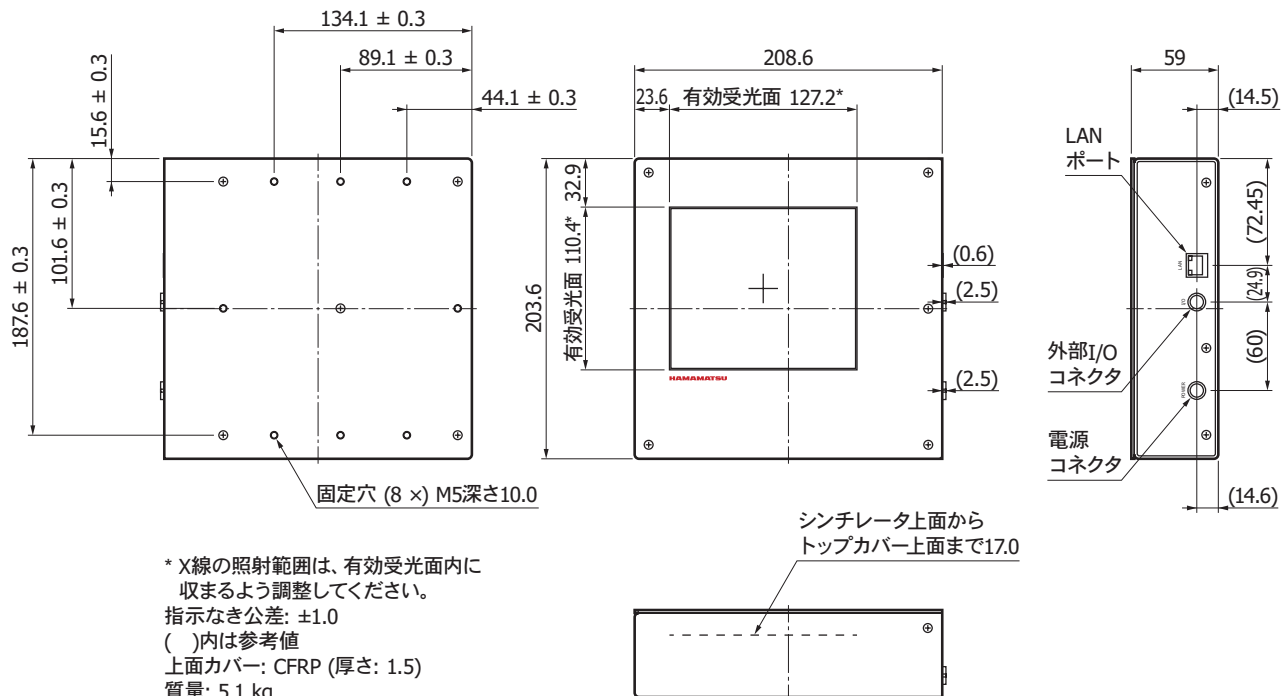
Gigabit Ethernet対応のPCにDCAM-APIをインストールしてから、C16401SK-51をPCに接続してください。

- ・CAT5e以上の規格に適合したLANケーブルを使用して接続してください。
- ・社内LANなどのネットワークを介してフラットパネルセンサを制御した場合、本データシート記載の仕様を満足できない可能性がありますので注意してください。



KACCC11743A

外形寸法図 (単位: mm)



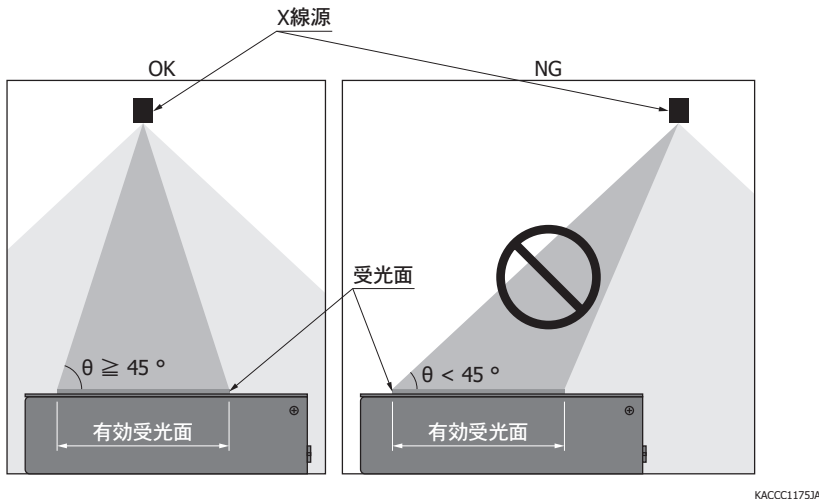
KACCA04883A

■ 注意事項

- ・本製品に強い振動や衝撃を与えないように注意してください。(落下などによる強い衝撃を与えると本製品に回復不可能なダメージを与えることがあります。)
- ・X線に対する必要な安全策や遮蔽は、ユーザーの責任によって実施してください。
- ・センサモジュールの表面はダメージを受けやすいため、鋭利や硬いものをセンサ上に置かないでください。
- ・トップカバーは取り外さないでください。センサを露出させると保証期間が終了します。
- ・本製品に液体をかけないでください。
- ・フラットパネルセンサは、2枚の回路で構成されています。ボードは分離しないでください。
- ・本データシートに記載されているデータ値は、出荷時のものです。X線照射により特性が変動するため、定期的な補正などの適切な措置をとってください。
- ・本製品の保証は、納入後1年以内に瑕疵が発見され、かつ当社に通知された場合、本製品の修理または代替品の納入を限度とします。ただし、保証期間内であっても積算照射量が11.25 MR (100 kGy)を超えている場合 (X線管電圧: 160 kV以下)、もしくは天災および不適切な使用(改造、分解、ならびに本資料に記載の環境・適用分野・使用方法・保管などに関する諸条件に反したことなど)に起因する損害などについては、当社はその責を負いません。
- ・本製品を装置に組み込んで使用する際は、本製品およびその接続ケーブルにシールドを施すなどのEMC対策を行ってください。
- ・本製品に接続するケーブル類は装置などに固定して使用してください。

■ X線照射角度

X線照射角度は、受光面に対して45度以上としてください。45度未満の場合、受光部周辺の電子部品がX線から遮蔽されず、製品に回復不可能なダメージを与える可能性があり、保証対象外となります。



■ 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7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)
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)
中部営業所 〒430-8587 浜松市中央区砂山町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 (03) 6757-4994 FAX (03) 6757-4997
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 浜松市中央区市野町1126-1 TEL (053) 434-3311 FAX (053) 434-5184