

イマジエム ImagEM[®]X2 シリーズ EM-CCDカメラ

超高感度で、さらに高速に！

ImagEM X2 シリーズは、微弱光観察用途に向けて開発した EM-CCD カメラです。ImagEM X2 は、フルフレームで約 70 フレーム / 秒の高速読み出しが可能で、より高速に極微弱光領域の現象をとらえます。最大 90 % 以上の高い量子効率と -100 °C 冷却による低ノイズを実現しました。プログラマブル・トリガ出力などの新しいトリガ機能や IEEE1394b インターフェースを採用し、高い性能だけでなく使い易さを兼ね備えています。高解像度バージョンの ImagEM X2-1K もラインアップしています。

超高速読み出し (ImagEM X2:C9100-23B)

70 フレーム/秒

全画素読み出し時

1076 フレーム/秒

ピンング4×4 サブアレイ使用時

量子効率

90 %以上

波長 500 nm~650 nm

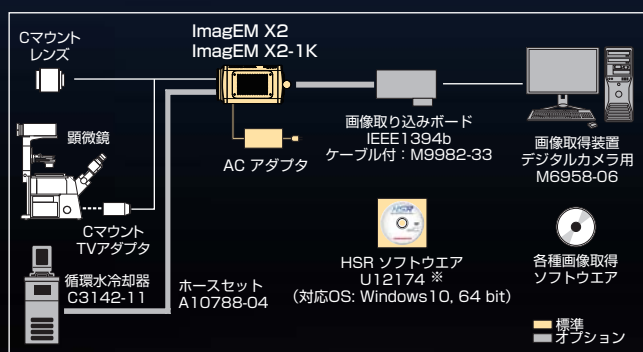
EMゲイン

1200 倍

用途

- 微弱発光計測
- 蛍光イメージング
- TEM画像読出
- 分光測光
- 太陽電池評価 (EL/PL)
- 天文
- X線イメージング
- 中性子イメージング
- 放電観察
- 半導体故障観察

システム構成例



※HSR (High Speed Recording) は、カメラに標準で付属する画像取得ソフトウェアです。



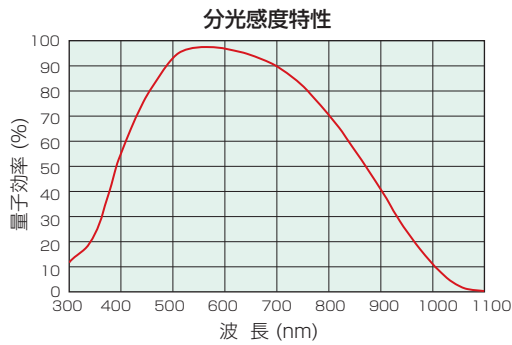
HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

高 感 度

可視域から近赤外域まで広範囲で高感度を実現

量子効率90 %以上

最大量子効率90 %以上を実現し、可視から近赤外の広い波長領域に利用可能です。



最大1200倍の高いEMゲイン

EM(電子増倍)ゲインにより、露光時間を短縮した撮像が可能です。

□ 従来カメラとの感度比較

HeLa細胞内に発現させたRenilla Luciferaseの発光画像。(露光時間:30 秒)

従来の冷却CCDカメラ

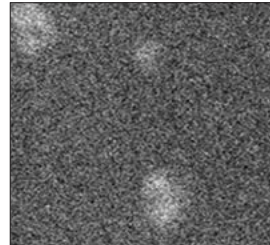
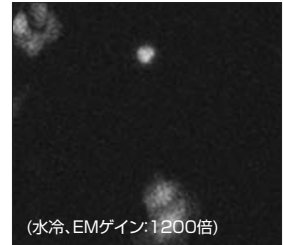


ImagEM X2シリーズ



高 速

従来品の約2倍の高速読み出しを実現

高速読み出し=70.4 フレーム/秒

ImagEM X2は、クロックスピードを高速化したスーパーハイスキャン(22 MHz)を搭載し、全画素読み出し時に70.4 フレーム/秒の高速読み出しを実現しています。さらにビンングを使用することにより、最速1076 フレーム/秒の高速読み出しも可能です。100万画素のImagEM X2-1Kにおいても、18.5 フレーム/秒の読み出し速度を実現しています。

コーナーリードアウト

CCDの読み出しアンブに近い部分での読み出し速度を、通常よりも高速にする機能です。コーナーリードアウトが有効な場合は、自動的に高速読み出しが行われます。

ImagEM X2 (クロック:22 MHz)

ビンング	サブアレイ (垂直方向の有効画素数)					
	512	256	128	64	32	16
1 × 1	70.4	133	241	405	613	820
2 × 2	131	238	400	606	813	981
4 × 4	231	389	588	794	962	1076

(単位: フレーム/秒)

ImagEM X2-1K (クロック:22 MHz)

ビンング	サブアレイ (垂直方向の有効画素数)						
	1024	512	256	128	64	32	16
1 × 1	18.5	34.9	62.7	104	156	208	249
2 × 2	34.7	62.5	104	155	207	248	275
4 × 4	61.8	102	154	205	245	272	288

(単位: フレーム/秒)

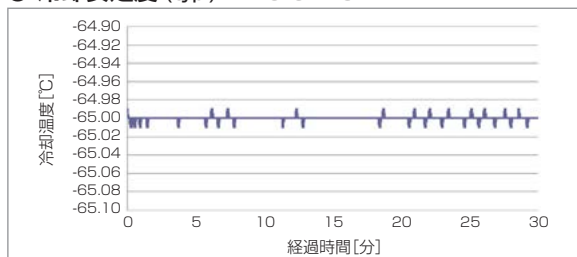
高 安 定

長時間にわたる安定した画像取得を実現

安定した冷却温度、安定したEMゲイン

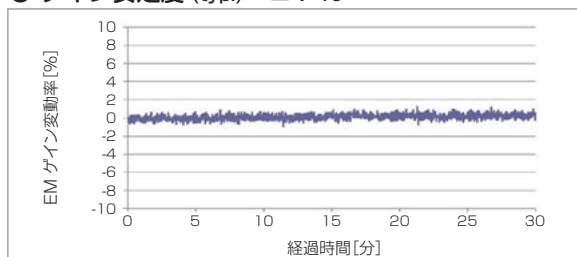
冷却温度は、高精度の温度制御方式によりきわめて安定しています。冷却温度の安定は、冷却温度に依存して変動するEMゲインを安定させます。そのため、長時間にわたる安定した画像取得が可能になります。

● 冷却安定度 (typ.) : ±0.01 °C



● クロック: 22 MHz ● 冷却温度: -65 °C ● 室温: +20 °C (安定時)

● ゲイン安定度 (typ.) : ±1 %

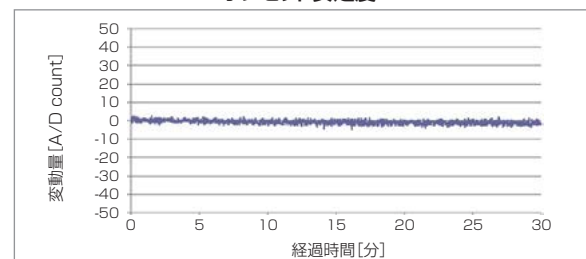


● クロック: 22 MHz ● 冷却温度: -65 °C ● 室温: +20 °C (安定時)

安定したベースライン

長時間にわたりベースラインが安定しているため、信号の経時変化に対する定量解析等も安定して行うことができます。

オフセット安定度



● 室温: +20 °C (安定時) ● クロック: 22 MHz ● EMゲイン: 4倍
● 露光時間: 13.93 ミリ秒 ● 入射光: なし

EMゲインプロテクト機能

過大光入射時にワーニングメッセージまたはアラーム音でお知らせします。EMゲインの劣化を防ぎ、カメラをより長く安定した状態で使用することができます。

EMゲイン再調整機能 ※

長期間使用によりEMゲインが低下した場合、出荷時と同様の状態に再調整する機能です。

ダイレクトEMゲイン機能 ※

EMゲインを直接増倍率で指定する機能です。リニアスケールで指定できるので、より簡単に直感的な操作と定量的な画像取得が可能です。

※ DCAM-APIと組み合わせた場合の機能になります。

DCAM-APIは、浜松ホトニクス製デジタルカメラをサポートするドライバソフトウェアです。

低ノイズ

ノイズを極限まで抑え、微弱な信号も検出！

強冷却による低い暗電流

水冷モードにて、 -100°C (ImagEM X2) / -80°C (ImagEM X2-1K) の強冷却により、低い暗電流を実現します。

独自の低ノイズ駆動方式

独自のCCD駆動方式により、クロックインデューズドチャージ(CIC)[※]を大幅に低減します。

[※]クロックインデューズドチャージ：CCD内で信号電荷転送過程に発生する電荷に起因するノイズ

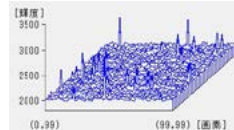
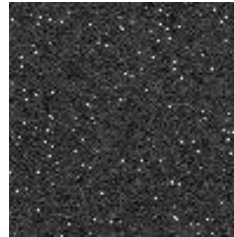
デュアル冷却モード

状況に応じて空冷モードと水冷モードを使い分けることができ、それぞれのモードにおいて最適な冷却温度に制御されます。

□ ノイズ比較例

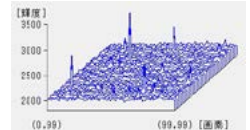
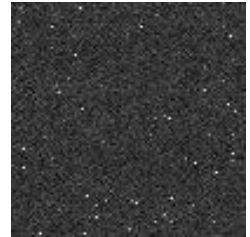
クロックインデューズドチャージの画像比較例
(EMゲイン：1200倍、露光時間：30 ミリ秒、入射光なし、 100×100 画素を拡大)

従来製品 ImagEM (C9100-13)



輝度プロファイル

ImagEM X2 (C9100-23B)



輝度プロファイル

多彩なイメージング機能

2つの読み出しモード

対象物の明るさや露光時間に応じてモードを切り替えることで、最適な画像取得が可能になります。

- EM-CCD読み出し
(短時間露光向き・高感度モード)
- NORMAL-CCD読み出し
(明るい対象物向き・高ダイナミックレンジモード)

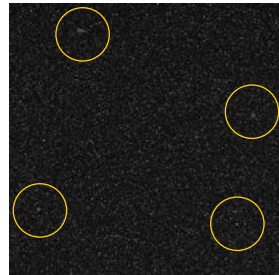
フォトンイメージングモード (特許登録済)

極めて微弱な光の可視化・画像化をサポートする独自技術です。短い露光時間でも信号の視認性が大幅に向上します。蛍光一分子観察や発光の短時間露光での観察等に有効です。

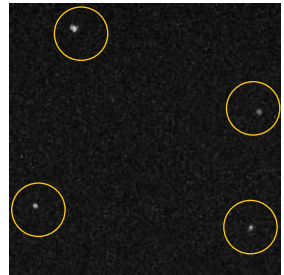
□ フォトンイメージング画像例

励起光強度を弱めて観察した蛍光ビーズ画像。
(露光時間:30.5 ミリ秒、EMゲイン:1200倍)

フォトンイメージングモード OFF



フォトンイメージングモード ON

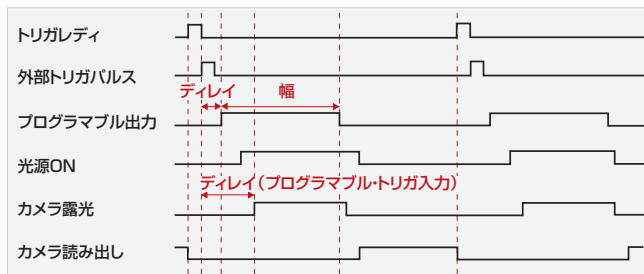


その他

豊富なトリガ機能

● プログラマブル・トリガ出力

カメラから出力するトリガ信号を自由に設定する機能です。ディレイ時間、パルス幅等は、アプリケーションソフトから設定します。



● トリガレディ出力

外部同期時、トリガを受付できる状態になった時に信号を出力する機能です。

● プログラマブル・トリガ入力 (外部トリガ遅延機能)

外部機器の動作に合わせてカメラの露光を開始する機能です。ディレイ時間はアプリケーションソフトから設定できます。

ダイレクトEMゲイン機能[※]

EMゲインを直接増倍率で指定する機能です。リニアスケールで指定できるので、より簡単に直感的な操作と定量的な画像取得が可能です。

EMゲイン測定機能[※] (特許登録済)

専用のソフトウェアにより、被写体を撮像しながらEMゲインの測定が可能です。常に正確なEMゲインを把握でき、入射光量の変化も把握することができます。また、EMゲイン測定機能を用いることにより、EMゲインの再調整が短時間で済みます。

メカニカルシャッター

ソフトウェアでOpen/Closeをコントロール可能で、レンズ交換時など強い光の入射を防ぐ残光防止対策やEMゲインプロテクト機能と連動したEMゲイン劣化対策としても有効です。

エレクトロン表示機能

ドライバソフトウェア DCAM-APIにより、素子上でどれくらい電荷が発生しているかを把握できます。これにより、より正確な測定が行えます。

[※] DCAM-APIと組み合わせた場合の機能になります。

DCAM-APIは、浜松ホトニクス製デジタルカメラをサポートするドライバソフトウェアです。

仕様

製品名		ImagEM X2 EM-CCDカメラ		ImagEM X2-1K EM-CCDカメラ	
型名		C9100-23B		C9100-24B	
カメラヘッドタイプ		真空ハーメチックシールドハウジング空冷/水冷ヘッド *1			
入射窓		両面ARコート、シングルウィンドウ			
反射防止マスク		有		無	
撮像素子		電子増倍型 背面照射フレームトランスファ CCD			
有効画素数		512 (H) × 512 (V)		1024 (H) × 1024 (V)	
画素サイズ		16 μm (H) × 16 μm (V)		13 μm (H) × 13 μm (V)	
有効画素サイズ		8.19 mm (H) × 8.19 mm (V)		13.3 mm (H) × 13.3 mm (V)	
ピクセルクロックレート		EM-CCD読み出し NORMAL-CCD読み出し		22 MHz, 11 MHz, 0.6875 MHz 0.6875 MHz	
EM (電子増倍) ゲイン *2		1×, 4×~1200×		1×, 10×~1200×	
微弱光検出		フォトンイメージングモード (1, 2, 3)			
最速読み出し速度		70.4 フレーム/秒~1076 フレーム/秒		18.5 フレーム/秒~314 フレーム/秒 *3	
読み出しノイズ (rms) typ.		EM-CCD読み出し		EMゲイン	
		4×(C9100-23B)		10×(C9100-24B)	
		EMゲイン1200×		1 electron 以下	
飽和電荷量 typ. *4		NORMAL-CCD読み出し		8 electrons (0.6875 MHz)	
EM-CCDモード		370 000 electrons		10 electrons (0.6875 MHz)	
NORMAL-CCDモード		140 000 electrons		400 000 electrons	
アナログゲイン		EM-CCD読み出し		22 MHz	
11 MHz/0.6875 MHz		NORMAL-CCD読み出し		1×, 0.5×, 1×	
冷却方式 / 温度 *5		空冷		温度制御時 (周囲温度: 0℃~+30℃)	
水冷 *6		温度制御時 (水温: +20℃)		最大冷却時 typ.	
冷却安定度 typ.		±0.01℃		-65℃ (22 MHz)	
平均暗電流 *7 typ.		空冷		-55℃ (11 MHz/0.6875 MHz)	
水冷		0.005 electron/pixel/s (-80℃時)		-60℃ (22 MHz) (周囲温度: +20℃)	
クロックインデュードチャージ typ.		0.0015 events/pixel/frame		-65℃ (11 MHz/0.6875 MHz) (周囲温度: +20℃安定時)	
露光時間 *8 (フルフレーム)		内部同期モード		-65℃ (22 MHz)	
外部同期モード		13.9 ms ~ 1s (22 MHz)		-70℃ (11 MHz/0.6875 MHz)	
27.2 ms ~ 2h (11 MHz)		103.2 ms ~ 2h (11 MHz)		-75℃ (22 MHz) (水温: +10℃)	
421.5 ms ~ 2h (0.6875 MHz)		1616.9 ms ~ 2h (0.6875 MHz)		-80℃ (11 MHz/0.6875 MHz) (水温: +10℃以下)	
ピニング読み出し		2×2, 4×4, 8×8, 16×16 *9		2×2, 4×4	

- *1 真空ハーメチックシールドハウジング空冷/水冷ヘッドは、再排気を必要とせず、10⁻⁸ Torrの高真空度を維持します。
- *2 微弱光イメージング用に、EMゲインが最大の状態でも暗電流は低く抑えられています。
- *3 最速読み出し速度の314 フレーム/秒は、ピニング 4×4、サブアレイ 64×16の場合です。
- *4 飽和電荷量が約370 000 electrons 以上 (C9100-23B)または、約400 000 electrons 以上 (C9100-24B)では、CCDセンサの特性上、リニアリティを保証できません。
- *5 冷却温度は、設置条件により到達しないことがあります。
- *6 水量は0.5 リットル/分です。
- *7 サーマルチャージの代表例を示しています。
- *8 CCDの動作原理上、露光時間が短くなるとスミアが目立つことがあります。
- *9 ピニング 8×8, 16×16はオプションです。

■ ImagEM X2・ImagEM X2-1K 共通仕様

A/Dコンバータ	16 bit
出力信号 / 外部制御	IEEE1394b
サブアレイ読み出し	16ライン単位 (水平、垂直) でサイズ、位置を設定可能
外部トリガモード *10	エッジトリガ、レベルトリガ、スタートトリガ、読み出し同期トリガ
トリガ出力 *10	露光タイミング出力、プログラマブルタイミング出力 (ディレイ・パルス幅設定可能)、トリガレディ出力
リアルタイム画像処理機能 *11	バックグラウンド減算、シェーディング補正、リカーシブフィルタ、フレームアベレージ、スポットノイズリデュース
EMゲインプロテクト機能	EMワーニングモード、EMプロテクトモード
EMゲイン再調整機能	有
レンズマウント	Cマウント
動作電源	AC 100 V~AC 240 V, 50 Hz / 60 Hz
消費電力	約 140 VA
保存周囲温度	-10℃ ~ +50℃
動作周囲温度	0℃ ~ +40℃
性能保証温度	0℃ ~ +30℃
動作周囲湿度	70% 以下 (ただし結露しないこと)

- *10 C-MOS 3.3 V 極性切り替え可能。
- *11 リカーシブフィルタ、フレームアベレージ、スポットノイズリデュースは同時に設定できません。

※ImagEM (イマジエム) は、浜松ホトニクス(株)の登録商標です。

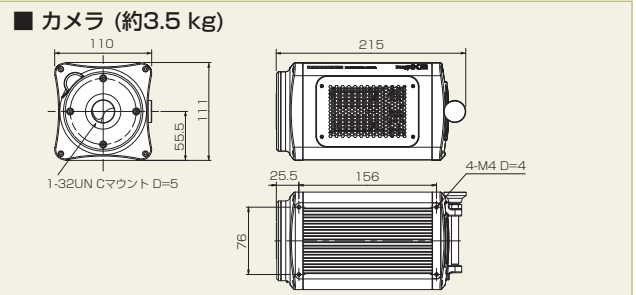
※Windowsは米国Microsoft Corporationの米国、日本およびその他の国における登録商標または商標です。

※その他の記載商品名、ソフト名等は該当商品製造会社の商標または登録商標です。

※カタログに記載の分光感度特性グラフ及び冷却温度・EMゲイン・オフセットの各安定度のグラフは代表例を示すもので、保証するものではありません。

※本カタログの記載内容は2020年4月現在のものです。本内容は改良のため予告なく変更する場合があります。

外形寸法図 (単位: mm)



オプション

- 画像取り込みボード IEEE1394bケーブル付: M9982-33
- ピニングオプション C9100-23B用: M10354-03
- 外部トリガケーブル SMA-BNC 5m: A12106-05
- 外部トリガケーブル SMA-SMA 5m: A12107-05
- IEEE1394bケーブル 9P-9P 4.5m: A12344-05
- 循環水冷却器: C3142-11
- ホースセット ジョイント無し: A10788-04
- ベースプレート ImagEM X2筐体共通: A12263-01
- 画像取得装置 デジタルカメラ用: M6958-06

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

□ システム営業推進部 〒431-3196 浜松市東区常光町812 TEL (053)431-0150 FAX (053)433-8031

Cat. No. SCAS0094J06
APR/2020 HPK