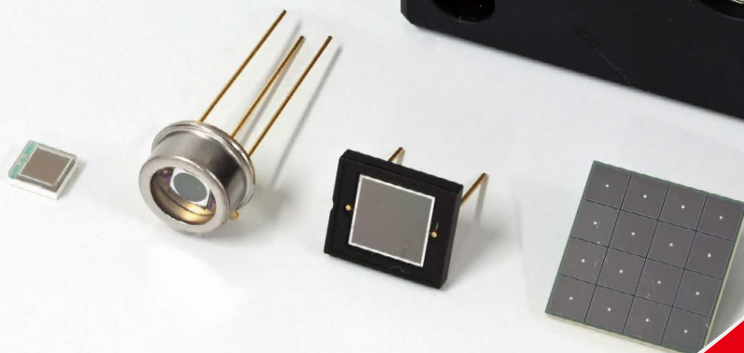


HAMAMATSU

PHOTON IS OUR BUSINESS



MPPC[®]

Multi-Pixel Photon Counter

優れたフォトンカウンティング能力をもつ受光素子

CONTENTS

MPPC [®] (SiPM)とは	P.2
MPPCのラインアップ	P.4
製品情報	P.8
- VIS MPPC	P.9
- VIS~NIR MPPC	P.21
- NIR MPPC	P.25
関連製品	P.28
MPPCの動作原理	P.33

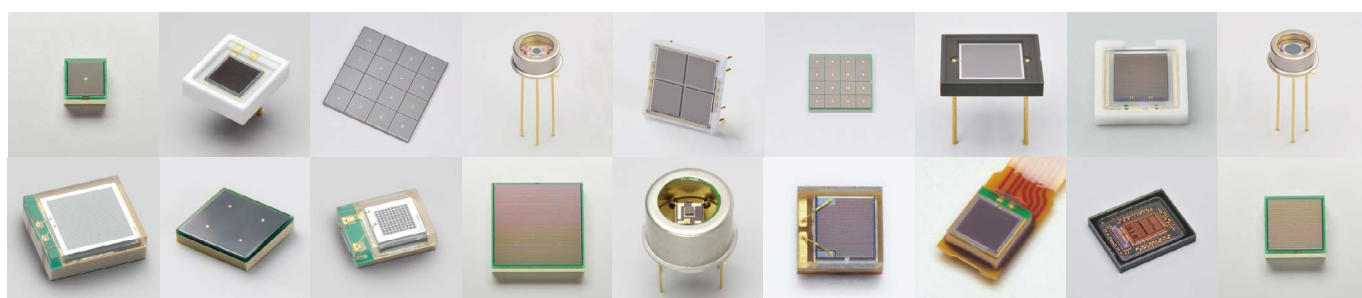
2026.06

MPPC[®] (SiPM)とは



MPPC (Multi-Pixel Photon Counter)は、SiPM (Silicon Photomultiplier)とも呼ばれる受光素子で、ガイガーモードAPDをマルチピクセル化したフォトンカウンティングデバイスです。光半導体素子でありながら優れた検出受光能力をもっており、フォトンカウンティングレベルの微弱光を検出する、さまざまな用途に利用することができます。

低電圧で動作し、高い増倍率、高い検出効率、高速応答、優れた時間分解能、広い感度波長範囲という特長があり、フォトンカウンティングにおいて必要とされる性能を高いレベルで実現しています。さらに、磁場の影響を受けない、衝撃に強い、入射光の飽和による焼き付きがないという固体素子ならではの特性もあります。



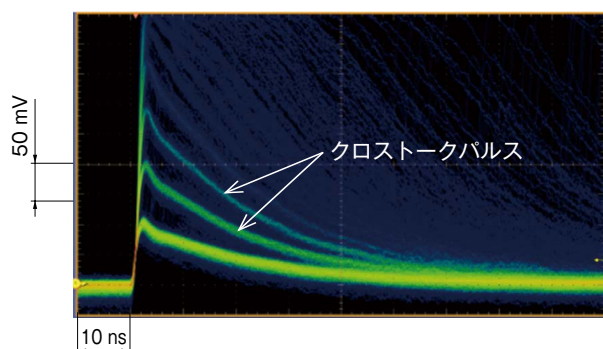
● MPPCの特長

MPPCによるフォトン検出時には、入射フォトンの出力パルスとは別にアフターパルスやクロストークと呼ばれる偽パルスや、ダークカウントと呼ばれる熱に由来したノイズが出力されることがあります。MPPCは、高検出効率を維持しつつ、低アフターパルス・低クロストーク・低ダークカウントを実現しています。

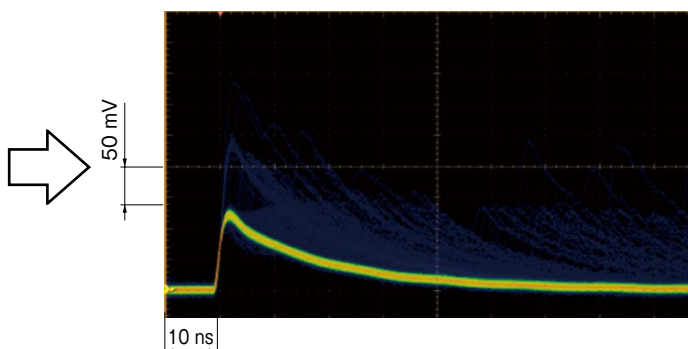
特長 1 低クロストーク

フォトンを検出したピクセルが他のピクセルに影響し、出力パルスとは別のパルスを発生させることがあります。これをクロストークと呼んでいます。MPPCは、クロストークの発生を抑制する構造を採用しています。

■ 従来品 (3 × 3 mm, 50 μmピッチ)



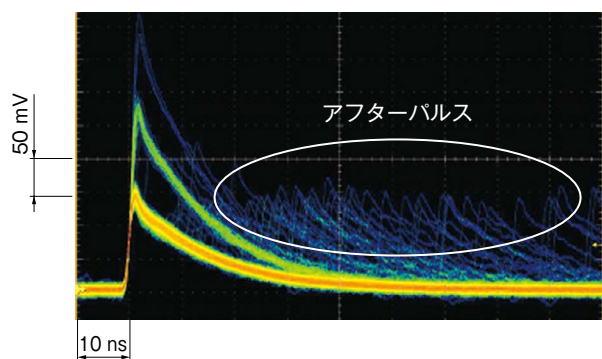
■ 現行品 S13360-3050CS (3 × 3 mm, 50 μmピッチ)



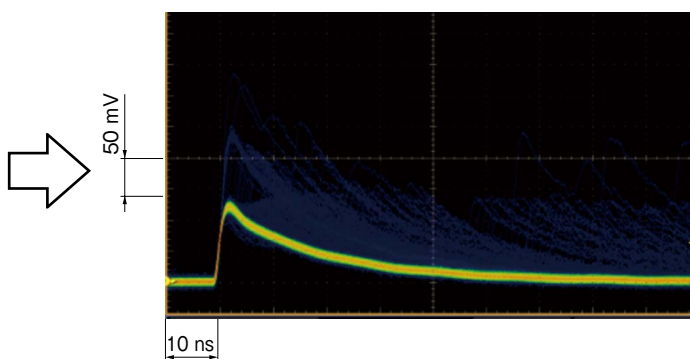
特長 2 低アフターパルス

MPPC による光子検出時に、出力パルスとは別に遅れて再び信号が出力されることがあります。この信号をアフターパルスと呼んでいます。MPPC は、低アフターパルスを実現しています。

■ 従来品 (3 × 3 mm, 50 μmピッチ)



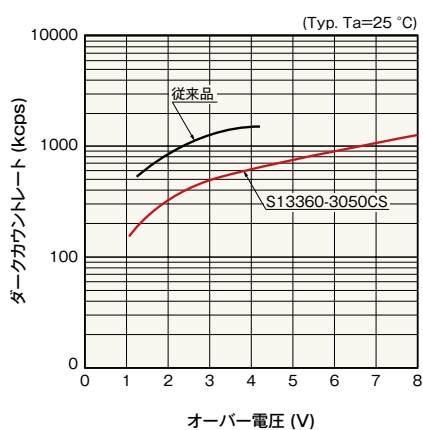
■ 現行品 S13360-3050CS (3 × 3 mm, 50 μmピッチ)



特長 3 低ダークカウント、高増倍率、高検出効率

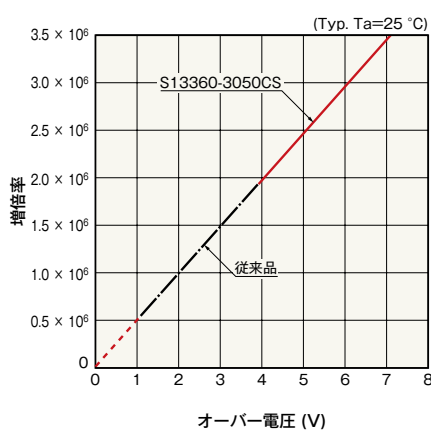
材料やウエハプロセス技術の改善によって、従来品に比べてダークカウントが約1/2に低減されています。

■ ダークカウントレートーオーバー電圧



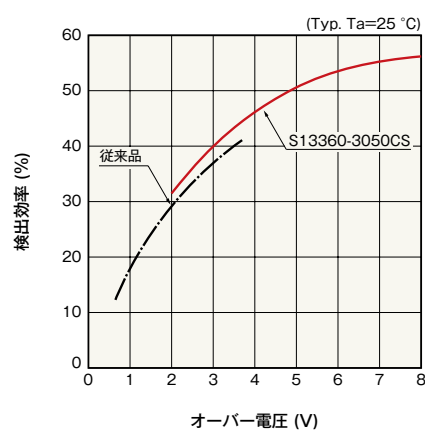
KAPDB0310JB

■ 増倍率ーオーバー電圧



KAPDB0307JD

■ 検出効率ーオーバー電圧

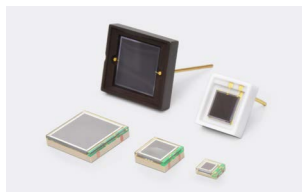


KAPDB0308JC

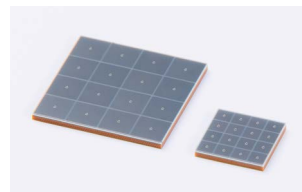
MPPCのラインアップ

浜松ホトニクスは、真空紫外（VUV）から近赤外（NIR）までの波長範囲に対応したMPPCをラインアップしています。さらに、マルチチャンネルや電子冷却などのさまざまな素子タイプも用意しています。

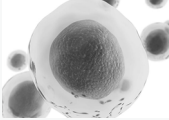
学術研究、計測機器、PET スキャナ、LiDAR をはじめとしたさまざまな用途に合わせた製品をお選びいただけます。



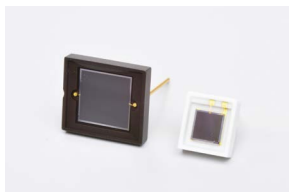
シングルチャンネル MPPC



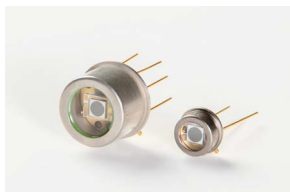
マルチチャンネル MPPC

用途 計測波長	学術研究 	計測機器 (フローサイトメータ、顕微鏡など) 	PETスキャナ 	LiDAR 
VUV/UV	P.27 学術研究用			
VIS	P.9~ 広ダイナミックレンジ S14160シリーズ 		P.12 PETスキャナ用 S14160 / S14161 シリーズ 	
	P.13~ 精密計測用 S13360 / S13362シリーズ 			
	P.19~ 精密計測用 (TSVタイプ) S13360 / S13361シリーズ 			
VIS~NIR		P.21~ 可視光用 S14420 / S14422 シリーズ 		
NIR				P.25~ 近赤外用 S15639-1325PS S16786-0515WM 

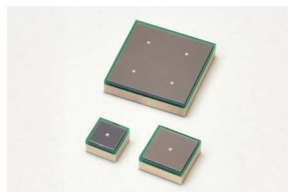
● パッケージオプション



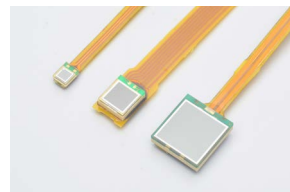
セラミックパッケージ



メタルパッケージ



ガラスエポキシパッケージ



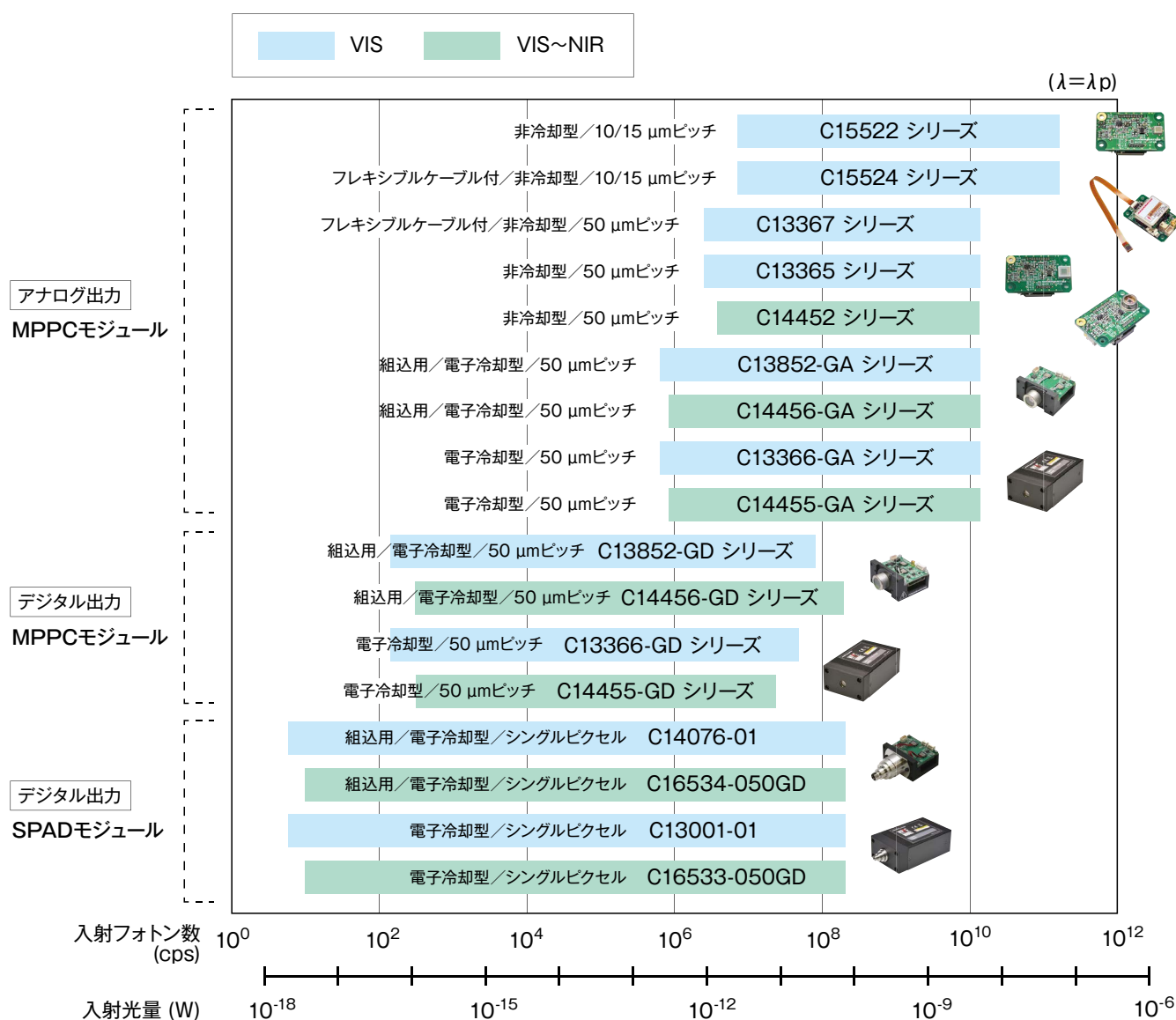
フレキシブルケーブル付き

項目 計測波長	MPPC			パッケージオプション				モジュールタイプ (MPPCモジュール)
	掲載 ページ	型名	素子タイプ	セラミック パッケージ	メタル パッケージ	ガラスエポキシ パッケージ	フレキシブル ケーブル付き	
VUV/UV	VUV/UV MPPCの詳細についてはお問い合わせください。							
VIS	P.9	S14160シリーズ	シングルチャンネル			✓		✓
	P.12	S14160/S14161 シリーズ	マルチチャンネル			✓		
	P.13	S13360シリーズ	シングルチャンネル	✓		✓	✓	✓
	P.17	S13362シリーズ	電子冷却 シングルチャンネル		✓			✓
	P.19	S13360シリーズ (TSVタイプ)	シングルチャンネル			✓		
		S13361シリーズ (TSVタイプ)	マルチチャンネル			✓		✓
VIS~NIR	P.21	S14420シリーズ	シングルチャンネル		✓			✓
	P.23	S14422シリーズ	電子冷却 シングルチャンネル		✓			✓
NIR	P.25	S15639-1325PS	シングルチャンネル			✓		
		S16786-0515WM	シングルチャンネル			✓		

MPPCモジュール／SPADモジュールのラインアップ

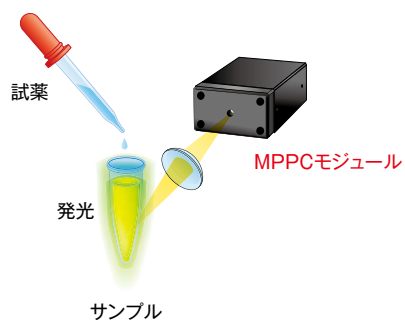
MPPCまたはSPADを内蔵した光検出モジュールです。検出素子に加え、アンプとバイアス回路を搭載しており、電源を供給するだけで測定が可能です。各種装置への組み込みや簡易評価にお使いいただけます。低ダークカウントの冷却モジュール、温度補償機能付きの非冷却モジュール、マルチチャンネルMPPCを搭載したアレイモジュールなど、さまざまな製品タイプがあります。

ご要望に合わせたカスタム対応も可能です。



• 応用例

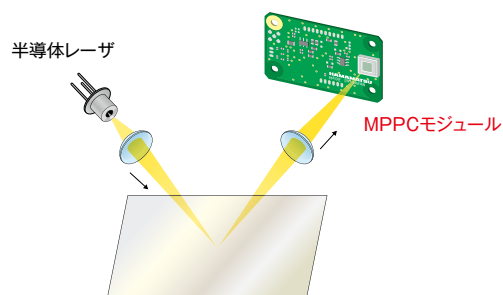
蛍光計測



KACCC0664JA

重要な特性: 高検出効率、低アフターパルス

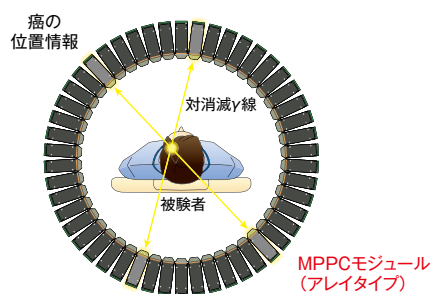
表面検査



KACCC1155JA

重要な特性: 高速応答、広ダイナミックレンジ

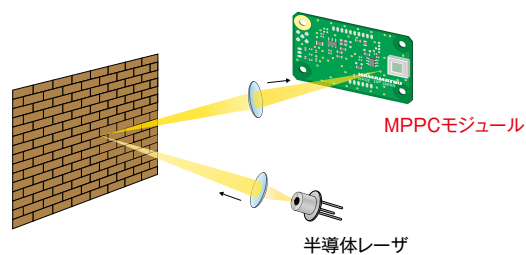
シンチレーション計測



KACCC0598JA

重要な特性: 高検出効率、広ダイナミックレンジ

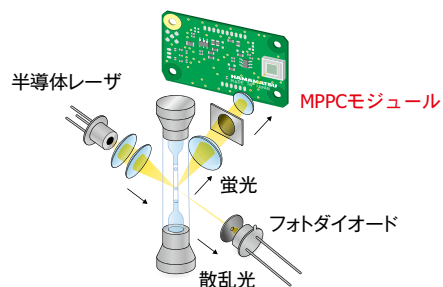
距離計測



KACCC1156JA

重要な特性: 高速応答、広ダイナミックレンジ

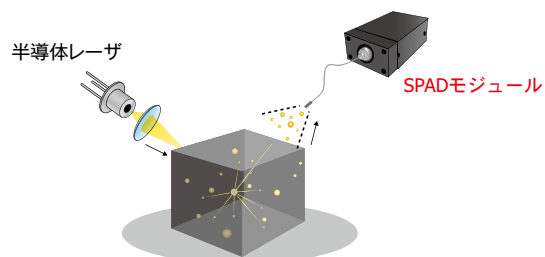
フローサイトメトリ



KACCC1153JA

重要な特性: 広ダイナミックレンジ、高検出効率

粒径計測



KACCC1154JA

重要な特性: 高検出効率、低アフターパルス



製品情報

- VIS MPPC
- VIS~NIR MPPC
- NIR MPPC

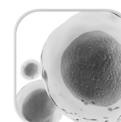
VIS MPPC

広ダイナミックレンジ

S14160シリーズ



学 術 研 究



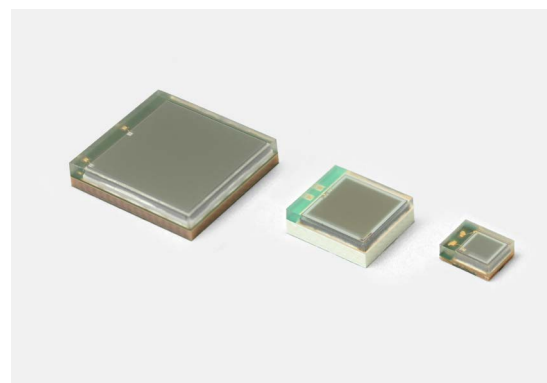
計 測 機 器

▶ 特長

- 小ピクセルピッチ (10 μm / 15 μm)
- 広いダイナミックレンジ
- 低動作電圧 ($V_{BR}=38\text{ V typ.}$)

▶ 用途

- 高エネルギー物理実験
- フローサイトメータ
- DNAシーケンサ
- 環境分析



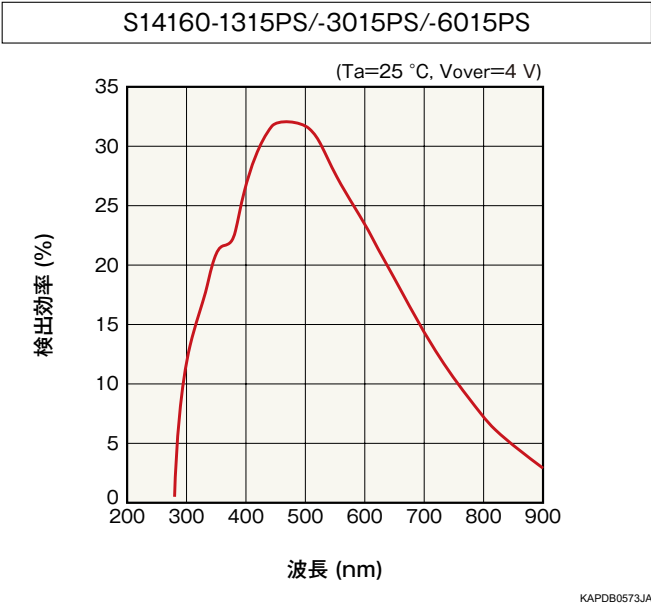
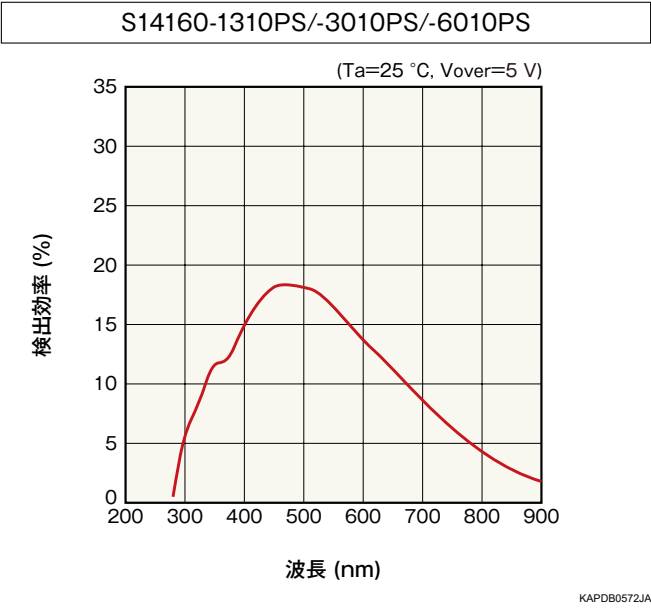
■ 構成

型名		チャンネル数 (ch)	パッケージ	ピクセルピッチ (μm)	有効受光面サイズ (mm)	ピクセル数	開口率 (%)
S14160	-1310PS	1	表面実装型	10	1.3 $\times$ 1.3	16663	31
	-3010PS				3.0 $\times$ 3.0	89984	
	-6010PS				6.0 $\times$ 6.0	359011	
	-1315PS			15	1.3 $\times$ 1.3	7284	49
	-3015PS				3.0 $\times$ 3.0	39984	
	-6015PS				6.0 $\times$ 6.0	159565	

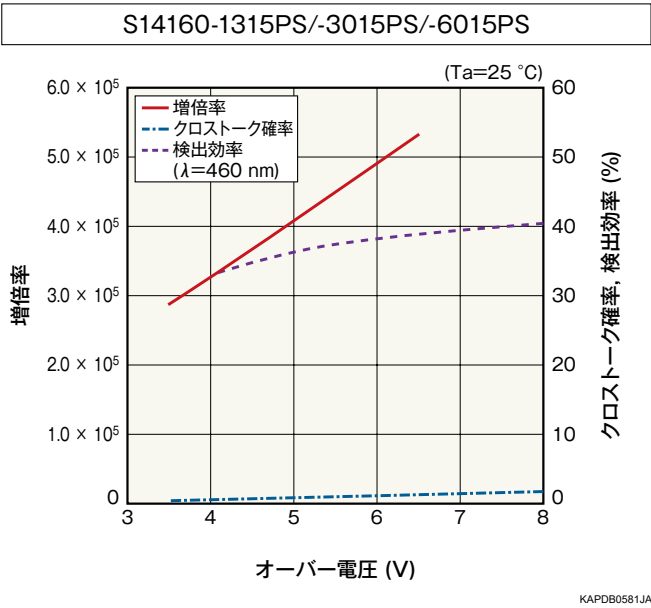
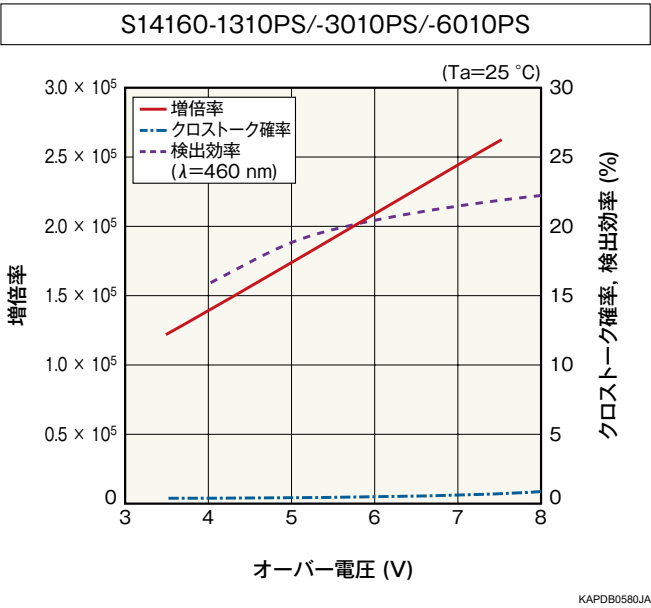
■ 電気的および光学的特性 (指定のない場合はTyp. $T_a=25\text{ }^\circ\text{C}$)

型名		検出効率 $\lambda=\lambda_p$ (%)	降状電圧 (V)	端子間容量 (pF)	ダークカウント	
					Typ. (kcps)	Max. (kcps)
S14160	-1310PS	18	38 ± 3	100	120	360
	-3010PS			530	700	2100
	-6010PS			2200	3000	10000
	-1315PS	32		100	120	360
	-3015PS			530	700	2100
	-6015PS			2200	3000	10000

■ 検出効率－波長 (代表例)



■ オーバー電圧に対する増倍率、クロストーク確率、検出効率 (代表例)



▶ モジュールタイプ

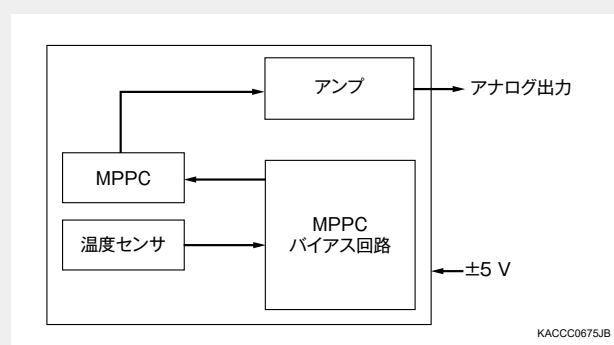
MPPCモジュール C15522シリーズ

■ 特長

- ・ VIS MPPCを内蔵
(S14160シリーズ: 10 μm / 15 μm ピッチ)
- ・ 温度補償回路を内蔵
- ・ アナログ出力



■ ブロック図



型名		出力	タイプ	内蔵MPPC			
				型名	ピクセルピッチ (μm)	受光面サイズ (mm)	ピクセル数
C15522	-1310SA	アナログ	非冷却	S14160-1310PS	10	1.3 $\times$ 1.3	16663
	-3010SA			S14160-3010PS		3.0 $\times$ 3.0	89984
	-1315SA			S14160-1315PS	15	1.3 $\times$ 1.3	7284
	-3015SA			S14160-3015PS		3.0 $\times$ 3.0	39984

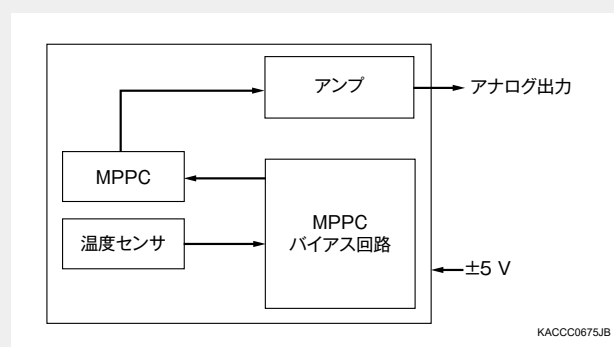
MPPCモジュール C15524シリーズ

■ 特長

- ・ フレキシブルケーブル付VIS MPPCを搭載
(S14160シリーズ: 10 μm / 15 μm ピッチ)
- ・ 温度補償回路を内蔵
- ・ アナログ出力



■ ブロック図



型名		出力	タイプ	内蔵MPPC			
				型名	ピクセルピッチ (μm)	受光面サイズ (mm)	ピクセル数
C15524	-1310SA	アナログ	非冷却	S14160-1310PS	10	1.3 $\times$ 1.3	16663
	-3010SA			S14160-3010PS		3.0 $\times$ 3.0	89984
	-1315SA			S14160-1315PS	15	1.3 $\times$ 1.3	7284
	-3015SA			S14160-3015PS		3.0 $\times$ 3.0	39984

PETスキャナ用

S14160 / S14161シリーズ

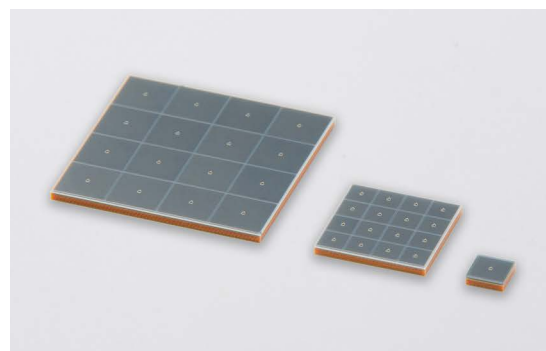


▶ 特長

- 高い検出効率: 50% ($\lambda = \lambda_p$, $V_{op} = V_{BR} + 2.7$ V)
- 有効受光面における小デッドスペース
- 低動作電圧 ($V_{BR} = 38$ V typ.)
- 磁場環境耐性

▶ 用途

- PETスキャナ
- 放射線モニタ



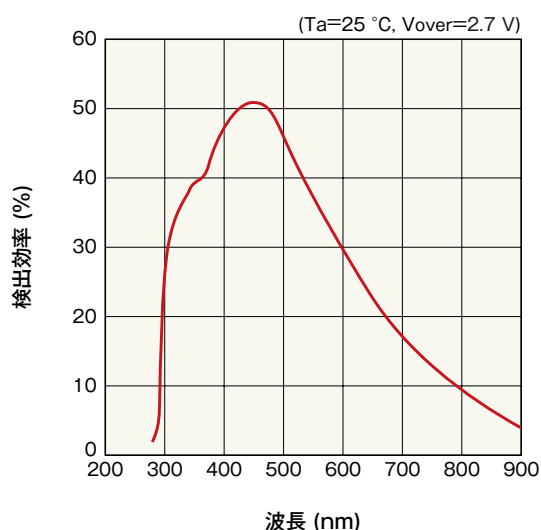
■ 構成

型名	チャンネル数 (ch)	パッケージ	ピクセルピッチ (μm)	有効受光面サイズ/ch (mm)	ピクセル数/ch	開口率 (%)
S14160	-3050HS	ガラス エポキシ	50	3.0 × 3.0	3531	74
	-4050HS			4.0 × 4.0	6331	
	-6050HS			6.0 × 6.0	14331	
S14161	-3050HS-04			3.0 × 3.0	3531	
	-3050HS-08			3.0 × 3.0	3531	
	-4050HS-06			4.0 × 4.0	6331	
	-6050HS-04			6.0 × 6.0	14331	

■ 電気的および光学的特性 (指定のない場合はTyp. $T_a = 25$ °C)

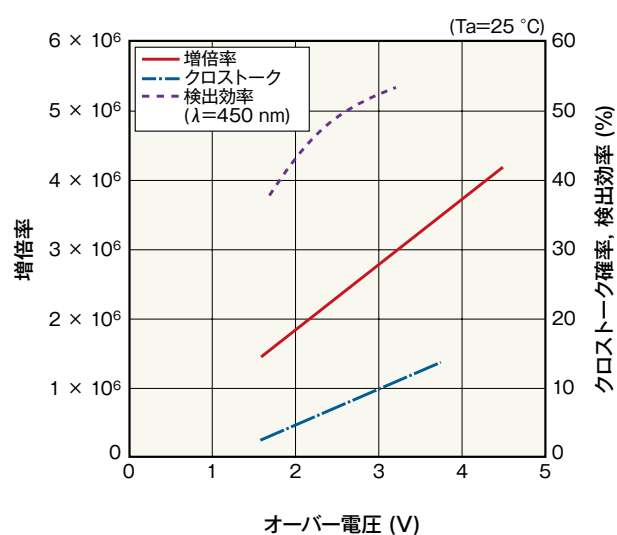
型名	検出効率 $\lambda = \lambda_p$ (%)	降状電圧 (V)	端子間容量 (pF)	暗電流	
				Typ. (μA)	Max. (μA)
S14160/ S14161	-3050HS	50	500	0.6	1.8
	-3050HS-04				
	-3050HS-08		900	1.1	3.3
	-4050HS				
	-4050HS-06		2000	2.5	7.5
	-6050HS				
	-6050HS-04				

■ 検出効率—波長 (代表例)



KAPDB0599JB

■ オーバー電圧に対する増倍率、クロストーク確率、検出効率 (代表例)



KAPDB0582JA

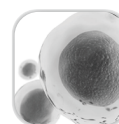
VIS MPPC

精密計測用

S13360シリーズ



学 術 研 究



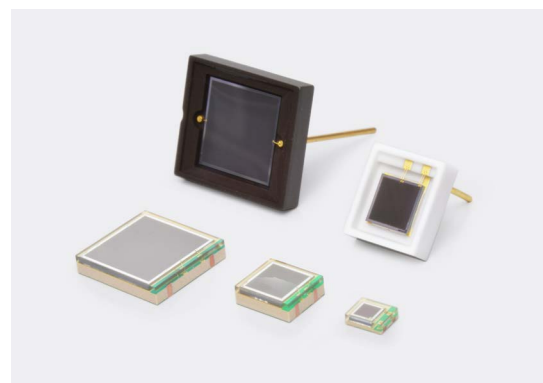
計 測 機 器

▶ 特長

- 豊富な製品ラインアップ
- 常温で動作

▶ 用途

- 蛍光測定
- レーザ顕微鏡
- フローサイトメータ
- DNAシーケンサ
- 環境分析
- 学術研究



■ 構成

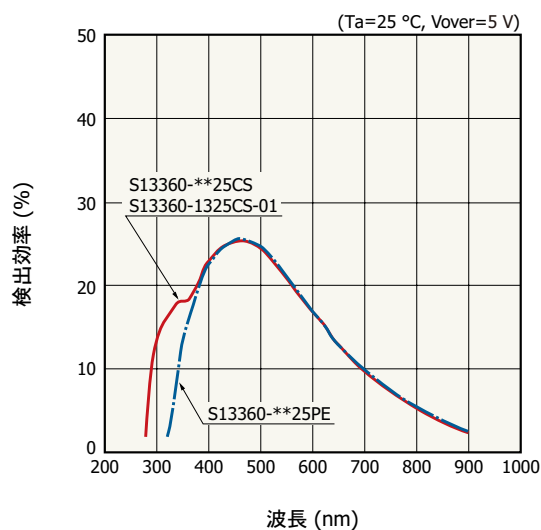
型名		チャンネル数 (ch)	パッケージ	ピクセルピッチ (μm)	有効受光面サイズ (mm)	ピクセル数	開口率 (%)
S13360	-1325CS-01	1	セラミック	25	1.3 × 1.3	2668	47
	-1325PE		ガラスエポキシ				
	-3025CS		セラミック		3.0 × 3.0	14400	
	-3025PE		ガラスエポキシ				
	-6025CS		セラミック		6.0 × 6.0	57600	
	-6025PE		ガラスエポキシ				
	-1350CS-01		セラミック	50	1.3 × 1.3	667	74
	-1350PE		ガラスエポキシ				
	-3050CS		セラミック		3.0 × 3.0	3600	
	-3050PE		ガラスエポキシ				
	-6050CS		セラミック		6.0 × 6.0	14400	
	-6050PE		ガラスエポキシ				
	-1375CS-01		セラミック	75	1.3 × 1.3	285	82
	-1375PE		ガラスエポキシ				
	-3075CS		セラミック		3.0 × 3.0	1600	
	-3075PE		ガラスエポキシ				
	-6075CS		セラミック		6.0 × 6.0	6400	
	-6075PE		ガラスエポキシ				

■ 電気的および光学的特性 (指定のない場合はTyp. Ta=25 °C)

型名		検出効率 λ=λ p (%)	降状電圧 (V)	端子間容量 (pF)	ダークカウント	
					Typ. (kcps)	Max. (kcps)
S13360	-1325CS-01	25	53 ± 5	60	70	210
	-1325PE					
	-3025CS			320	400	1200
	-3025PE					
	-6025CS			1280	1600	5000
	-6025PE					
	-1350CS-01	40		60	90	270
	-1350PE					
	-3050CS			320	500	1500
	-3050PE					
	-6050CS			1280	2000	6000
	-6050PE					
	-1375CS-01	50		60	90	270
	-1375PE					
	-3075CS			320	500	1500
	-3075PE					
	-6075CS			1280	2000	6000
	-6075PE					

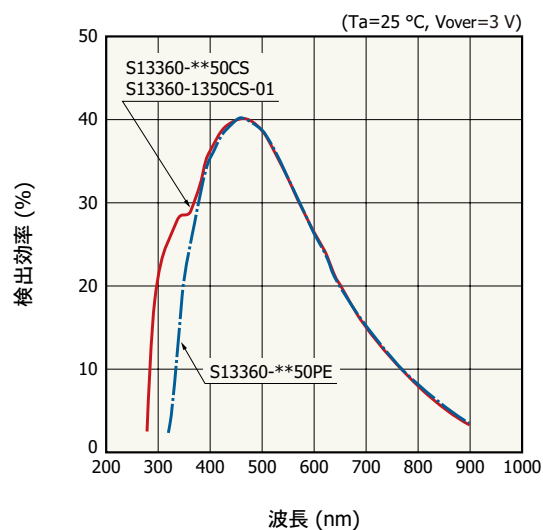
■ 検出効率－波長 (代表例)

ピクセルピッチ: 25 μm

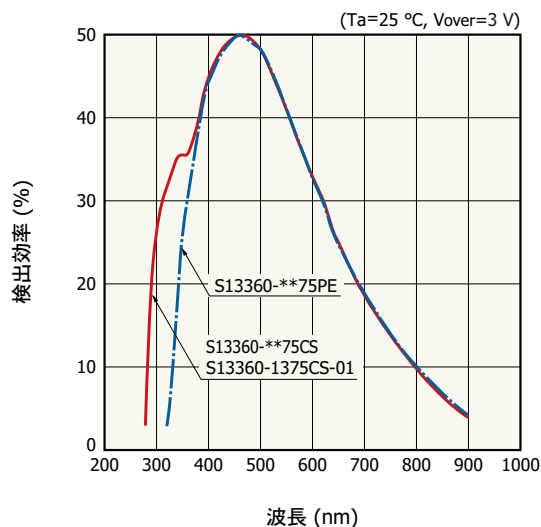


KAPDB0583JB

ピクセルピッチ: 50 μm

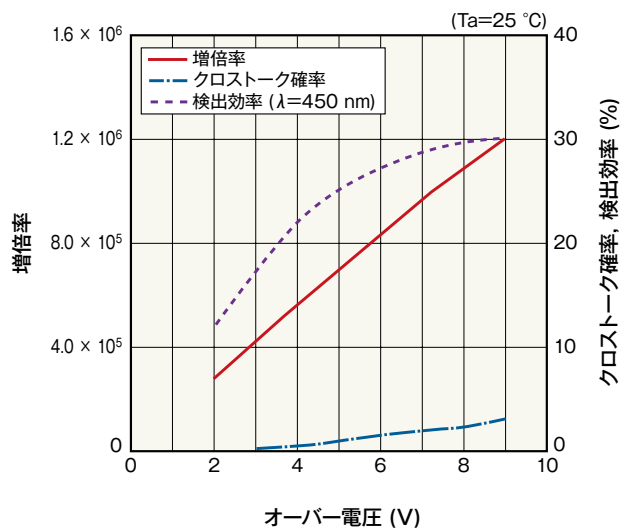


KAPDB0584JB

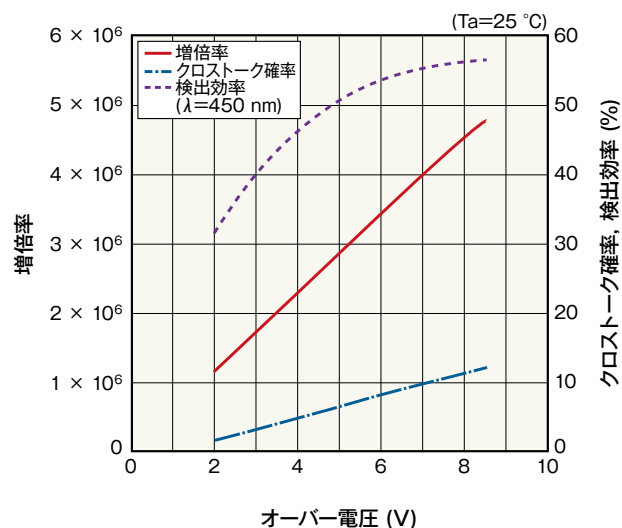
ピクセルピッチ: 75 μm 

KAPDB0585JB

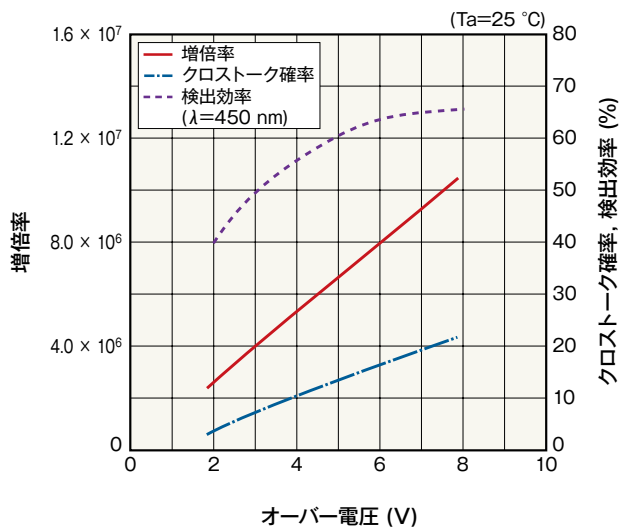
■ オーバー電圧に対する増倍率、クロストーク確率、検出効率 (代表例)

ピクセルピッチ: 25 μm 

KAPDB0595JA

ピクセルピッチ: 50 μm 

KAPDB0587JA

ピクセルピッチ: 75 μm 

KAPDB0596JA

▶ モジュールタイプ

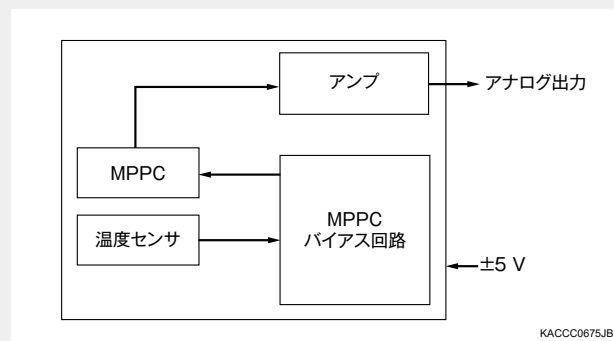
MPPCモジュール C13365シリーズ

■ 特長

- ・ VIS MPPCを内蔵 (S13360シリーズ)
- ・ 温度補償回路を内蔵
- ・ アナログ出力



■ ブロック図



型名	出力	タイプ	内蔵MPPC			
			型名	ピクセルピッチ (μm)	受光面サイズ (mm)	ピクセル数
C13365	-1350SA	アナログ	非冷却	50	1.3 × 1.3	667
	-3050SA				3.0 × 3.0	3600

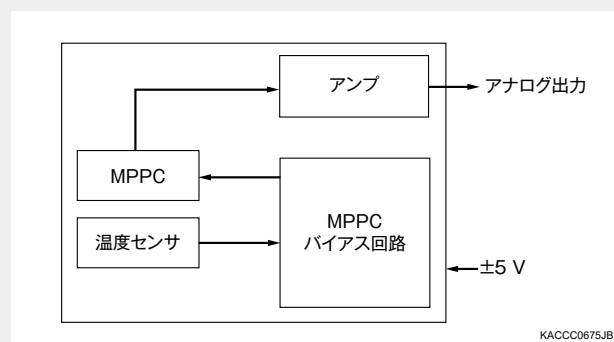
MPPCモジュール C13367シリーズ

■ 特長

- ・ フレキシブルケーブル付VIS MPPCを搭載 (S13360シリーズ)
- ・ 温度補償回路を内蔵
- ・ アナログ出力



■ ブロック図



型名	出力	タイプ	内蔵MPPC			
			型名	ピクセルピッチ (μm)	受光面サイズ (mm)	ピクセル数
C13367	-1350EA	アナログ	非冷却	50	1.3 × 1.3	667
	-3050EA				3.0 × 3.0	3600
	-6050EA				6.0 × 6.0	14400

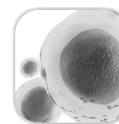
VIS MPPC

精密計測用MPPC (冷却タイプ)

S13362シリーズ



学術研究



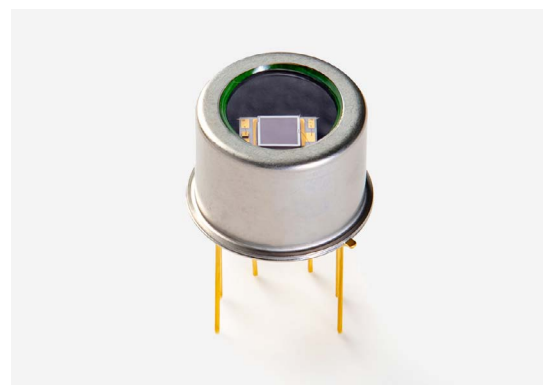
計測機器

▶ 特長

- 簡単な読み出し回路で動作可能
- 低ダークカウント: 非冷却タイプの1/20 ($T_{\text{chip}} = -10^{\circ}\text{C}$)

▶ 用途

- 散乱光測定
- 蛍光測定
- フローサイトメータ
- レーザ顕微鏡



■ 構成

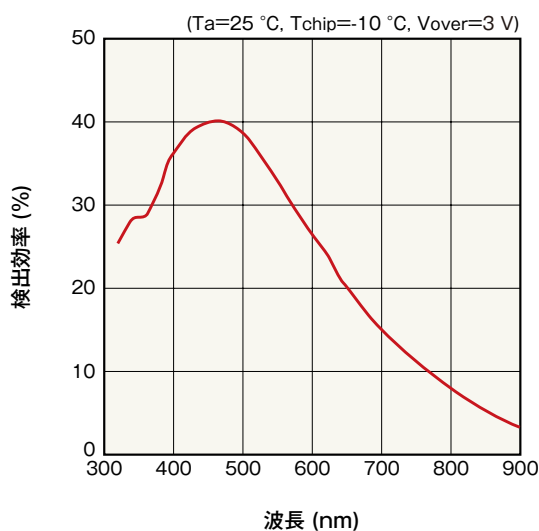
型名		チャンネル数 (ch)	パッケージ	ピクセルピッチ (μm)	有効受光面サイズ (mm)	ピクセル数	開口率 (%)	冷却
S13362	-1350DG	1	メタル (TO-8)	50	1.3×1.3	667	74	2段電子冷却
	-3050DG				3.0×3.0	3600		

■ 電気的および光学的特性 (指定のない場合はTyp. $T_a = 25^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{chip}} = -10^{\circ}\text{C}$)

型名		検出効率 $\lambda = \lambda_p$ (%)	降状電圧 (V)	端子間容量 (pF)	ダークカウント		推奨電子冷却 素子温度 ($^{\circ}\text{C}$)	サーミスタ 抵抗 (k Ω)	サーミスタ B定数 (K)
					Typ. (kcps)	Max. (kcps)			
S13362	-1350DG	40	51.1 ± 5	60	5	25	-10	9^{*1}	3410^{*2}
	-3050DG			320	13	72			

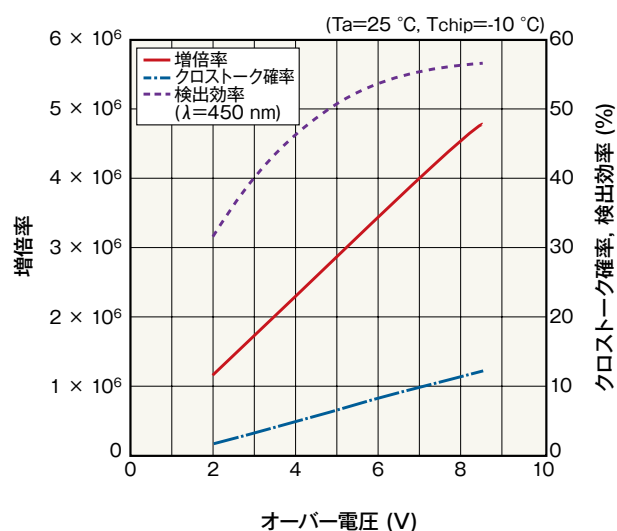
*1: サーミスタ温度=25 $^{\circ}\text{C}$ *2: $T_1 = 25^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 50^{\circ}\text{C}$

■ 検出効率—波長 (代表例)



KAPDB0604JA

■ オーバー電圧に対する増倍率、クロストーク確率、検出効率 (代表例)



KAPDB0589JB

▶ モジュールタイプ

MPPCモジュール C13366/C13852シリーズ

■ 特長

- ・ VIS MPPCを内蔵 (S13362シリーズ: 冷却タイプ)
- ・ 温度制御機能を内蔵
- ・ 低ダークカウント
- ・ 小型・軽量 (C13852シリーズ)
- ・ アナログ出力／デジタル出力タイプを用意

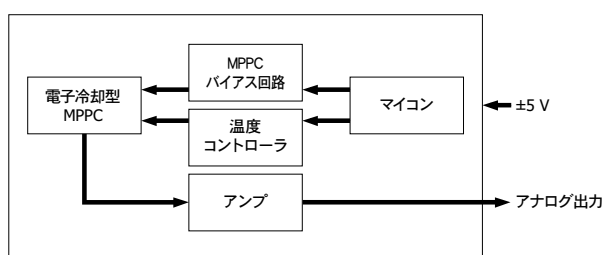


C13366シリーズ
(評価用)



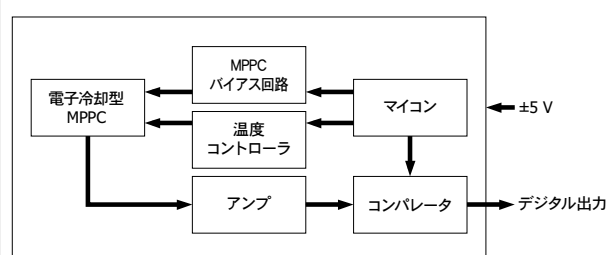
C13852シリーズ
(組込用)

■ ブロック図 (アナログ出力タイプ)



KACCC1165JA

■ ブロック図 (デジタル出力タイプ)



KACCC1166JA

型名		出力	タイプ	内蔵MPPC			
				型名	ピクセルピッチ (μm)	受光面サイズ (mm)	ピクセル数
C13366	-1350GA	アナログ	電子冷却	S13362-1350DG	50	1.3 × 1.3	667
	-3050GA			S13362-3050DG		3.0 × 3.0	3600
	-1350GD	デジタル		S13362-1350DG		1.3 × 1.3	667
	-3050GD			S13362-3050DG		3.0 × 3.0	3600
C13852	-1350GA	アナログ	電子冷却	S13362-1350DG	50	1.3 × 1.3	667
	-3050GA			S13362-3050DG		3.0 × 3.0	3600
	-1350GD	デジタル		S13362-1350DG		1.3 × 1.3	667
	-3050GD			S13362-3050DG		3.0 × 3.0	3600

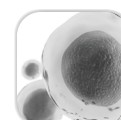
VIS MPPC

精密計測用 (TSVタイプ)

S13360 / S13361シリーズ



学 術 研 究



計 測 機 器



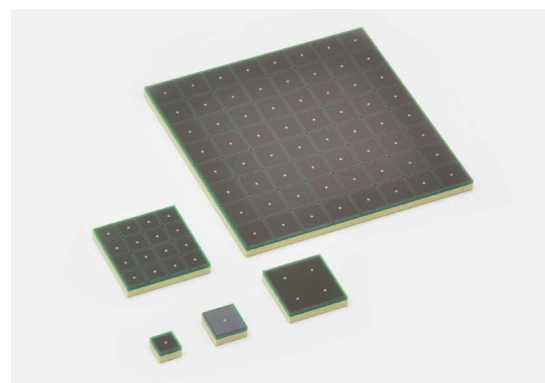
P E T

▶ 特長

- デッドスペースを削減したチップサイズパッケージ

▶ 用途

- 宇宙研究
- 高エネルギー物理実験
- PETスキャナ
- 環境分析



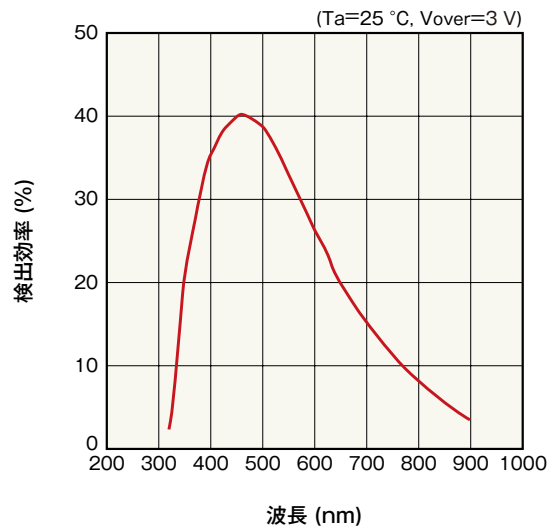
■ 構成

型名		チャンネル数 (ch)	パッケージ	ピクセルピッチ (μm)	有効受光面サイズ/ch (mm)	ピクセル数/ch	開口率 (%)	
S13360	-2050VE	1	ガラスエポキシ	50	2.0 × 2.0	1584	74	
	-3050VE				3.0 × 3.0	3584		
	-6050VE				6.0 × 6.0	14336		
S13361	-2050NE-08	8 × 8	ガラスエポキシ		2.0 × 2.0	1584		
	-2050AE-08		ガラスエポキシ (コネクタ付き)					
	-3050NE-04	4 × 4	ガラスエポキシ		3.0 × 3.0	3584		
	-3050AE-04		ガラスエポキシ (コネクタ付き)					
	-3050NE-08	8 × 8	ガラスエポキシ					
	-3050AE-08		ガラスエポキシ (コネクタ付き)					

■ 電気的および光学的特性 (指定のない場合はTyp. Ta=25 °C)

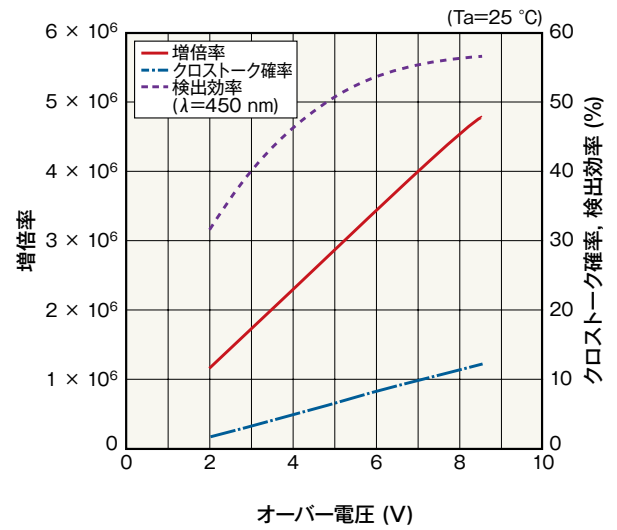
型名		検出効率 $\lambda=\lambda_p$ (%)	降状電圧 (V)	端子間容量 (pF)	ダークカウント	
					Typ. (kcps)	Max. (kcps)
S13360	-2050VE	40	53 ± 5	140	300	900
	-3050VE			320	500	1500
	-6050VE			1300	2000	6000
S13361	-2050NE-08			140	300	900
	-2050AE-08			320	500	1500
	-3050NE-04					
	-3050AE-04					
	-3050NE-08					
	-3050AE-08					

■ 検出効率－波長 (代表例)



KAPDB0600JA

■ オーバー電圧に対する増倍率、クロストーク確率、検出効率の (代表例)



KAPDB0588JA

▶ モジュールタイプ

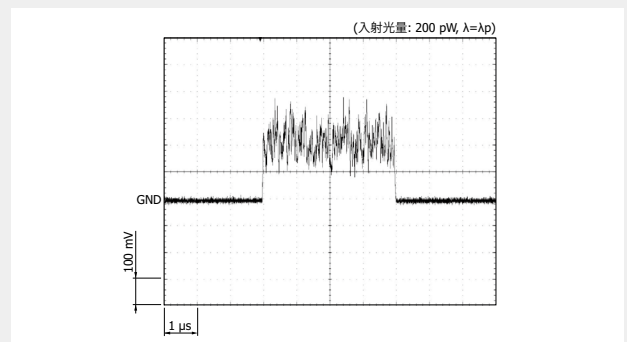
MPPCモジュール C13368-3050EA-16, C13369-3050EA-04

■ 特長

- ・ VIS MPPCアレイを内蔵
- ・ 温度補償回路を内蔵



■ 測定例 (アナログ出力)



型名	出力	タイプ	内蔵MPPCアレイ			
			型名	チャンネル数 (ch)	ピクセルピッチ (μm)	受光面サイズ/ch (mm)
C13368-3050EA-16	アナログ	非冷却	S13363-3050NE-16	1 × 16	50	3.0 × 3.0
C13369-3050EA-04			S13361-3050NE-04	4 × 4	50	3.0 × 3.0

VIS~NIR MPPC

可視光用

S14420シリーズ



計測機器

特長

- 高い検出効率: 40% ($\lambda=600\text{ nm}$, $V_{op}=V_{BR} + 5\text{ V}$)

用途

- フローサイトメータ
- レーザ顕微鏡
- 蛍光測定



構成

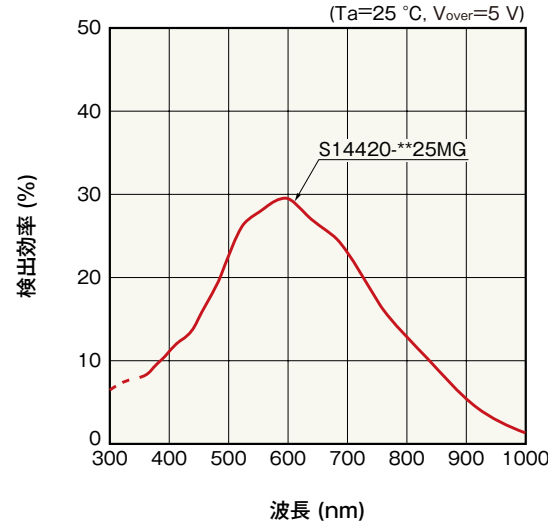
型名		チャンネル数 (ch)	パッケージ	ピクセルピッチ (μm)	有効受光面サイズ (mm)	ピクセル数	開口率 (%)
S14420	-1525MG	1	メタル (TO-5)	25	$\phi 1.5$	2876	63
	-1550MG			50		724	81
	-3025MG			25	$\phi 3.0$	11344	63
	-3050MG			50		2836	81

電気的および光学的特性 (指定のない場合はTyp. $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

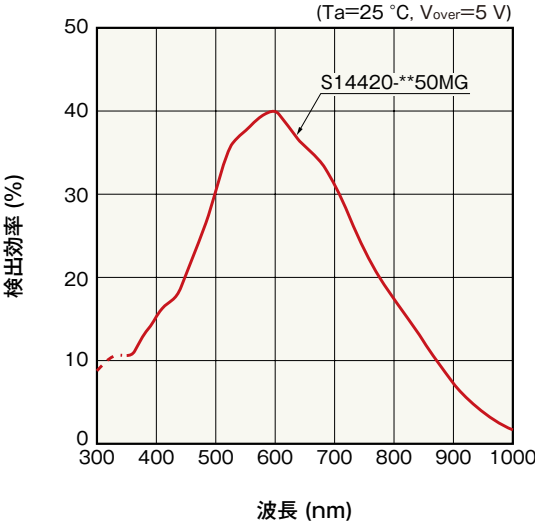
型名		検出効率 $\lambda=\lambda_p$ (%)	降状電圧 (V)	端子間容量 (pF)	ダークカウント	
					Typ. (kcps)	Max. (kcps)
S14420	-1525MG	30	42 ± 5	90	380	1000
	-1550MG	40				
	-3025MG	30		350	1600	4000
	-3050MG	40				

検出効率—波長 (代表例)

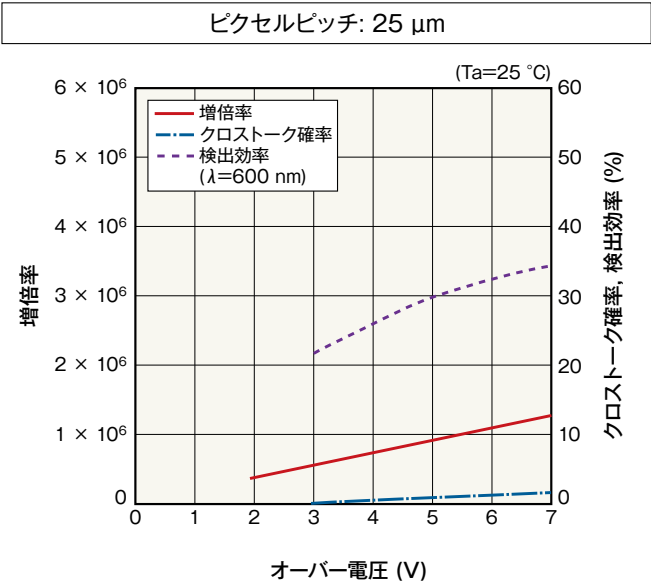
ピクセルピッチ: 25 μm



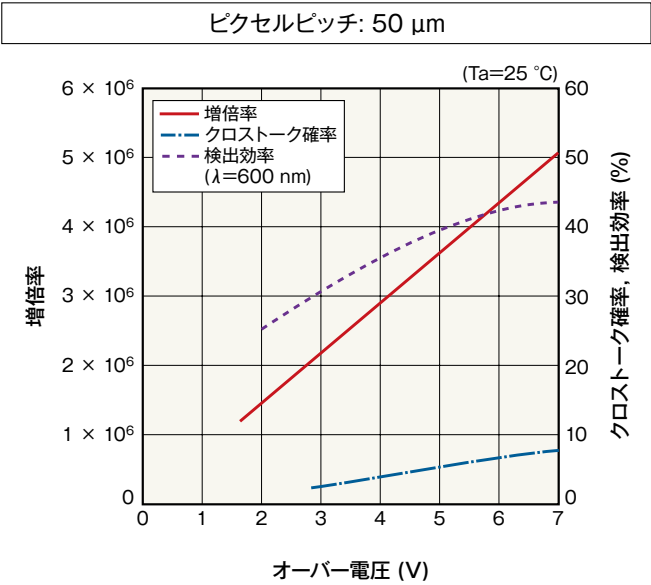
ピクセルピッチ: 50 μm



■ オーバー電圧に対する増倍率、クロストーク確率、検出効率 (代表例)



KAPDB0590JB



KAPDB0591JB

▶ モジュールタイプ

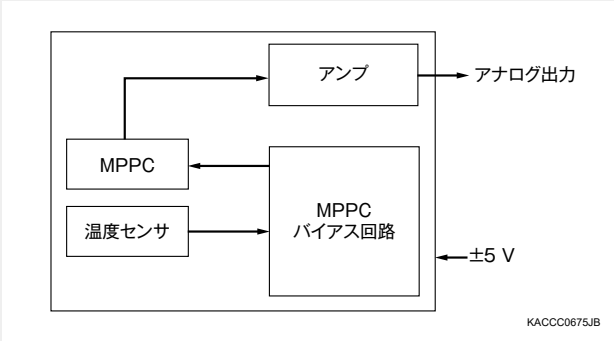
MPPCモジュール C14452シリーズ

■ 特長

- ・ VIS~NIR MPPCを内蔵 (S14420シリーズ)
- ・ 温度補償回路を内蔵
- ・ アナログ出力



■ ブロック図

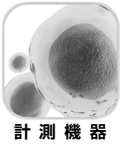


KACCC0675JB

型名	出力	タイプ	内蔵MPPC			
			型名	ピクセルピッチ (μm)	受光面サイズ (mm)	ピクセル数
C14452	-1550GA	アナログ	S14420-1550MG	50	$\phi 1.5$	724
	-3050GA				$\phi 3.0$	2836

VIS~NIR MPPC

可視光用MPPC (冷却タイプ)
S14422シリーズ



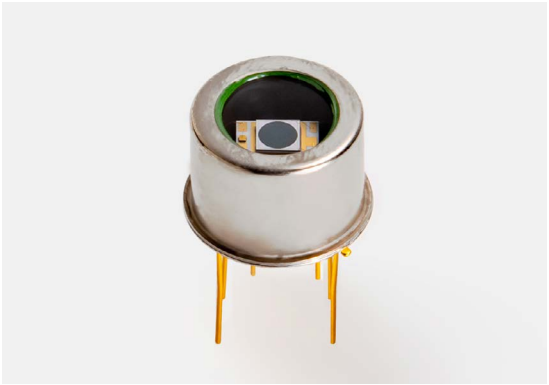
計測機器

特長

- 高い検出効率: 40% ($\lambda=600\text{ nm}$, $V_{op}=V_{BR} + 5\text{ V}$, $50\text{ }\mu\text{m}$ ピッチ)
- 低ダークカウント: 非冷却タイプの1/10 ($T_{chip}=-10\text{ }^{\circ}\text{C}$)

用途

- フローサイトメータ
- レーザー顕微鏡
- 蛍光測定



構成

型名		チャンネル数 (ch)	パッケージ	ピクセルピッチ (μm)	有効受光面サイズ (mm)	ピクセル数	開口率 (%)	冷却
S14422	-1525DG	1	メタル (TO-8)	25	$\phi 1.5$	2876	63	2段電子冷却
	-1550DG			50		724	81	
	-3025DG			25	$\phi 3.0$	11344	63	
	-3050DG			50		2836	81	

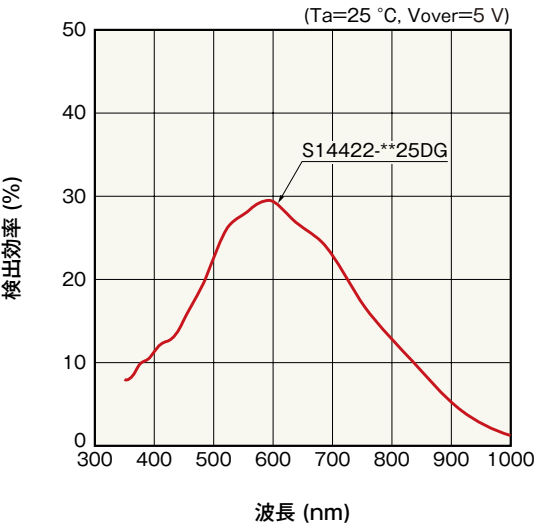
電気的および光学的特性 (指定のない場合はTyp. $T_a=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{chip}=-10\text{ }^{\circ}\text{C}$)

型名		検出効率 λ=λp (%)	降状電圧 (V)	端子間容量 (pF)	ダークカウント		電子冷却素子 推奨温度 (℃)	サーミスタ 抵抗 (kΩ)	サーミスタ B定数 (K)
					Typ. (kcps)	Max. (kcps)			
S14422	-1525DG	30	40.5 ± 5	90	20	50	-10	9 ^{*1}	3410 ^{*2}
	-1550DG	40			350	80			
	-3025DG	30							
	-3050DG	40							

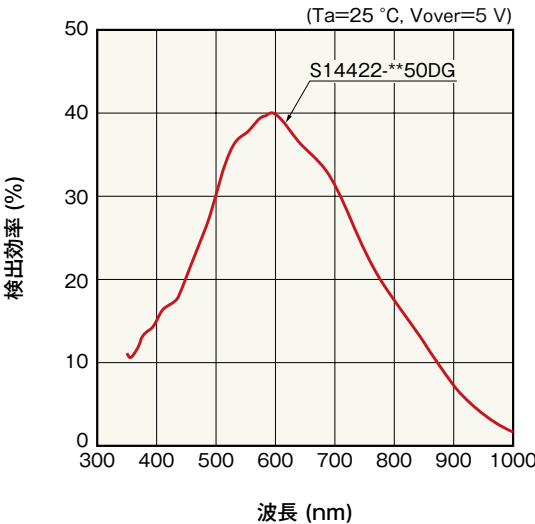
*1: サーミスタ温度=25 $^{\circ}\text{C}$ *2: $T_1=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_2=50\text{ }^{\circ}\text{C}$

検出効率—波長 (代表例)

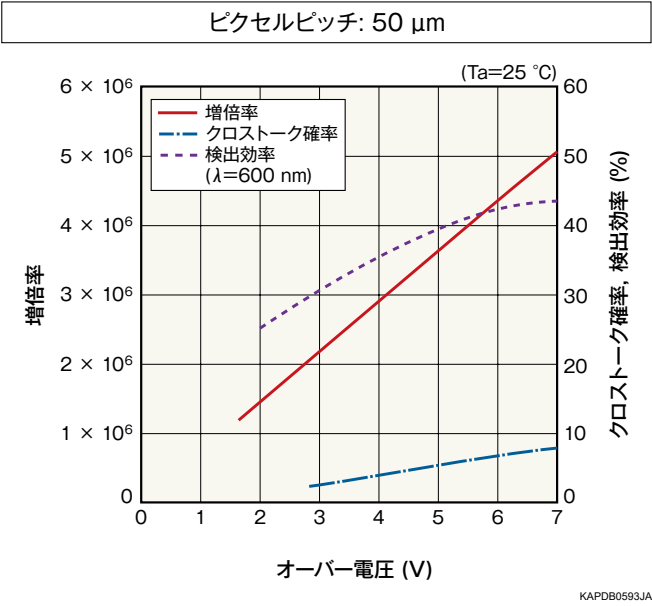
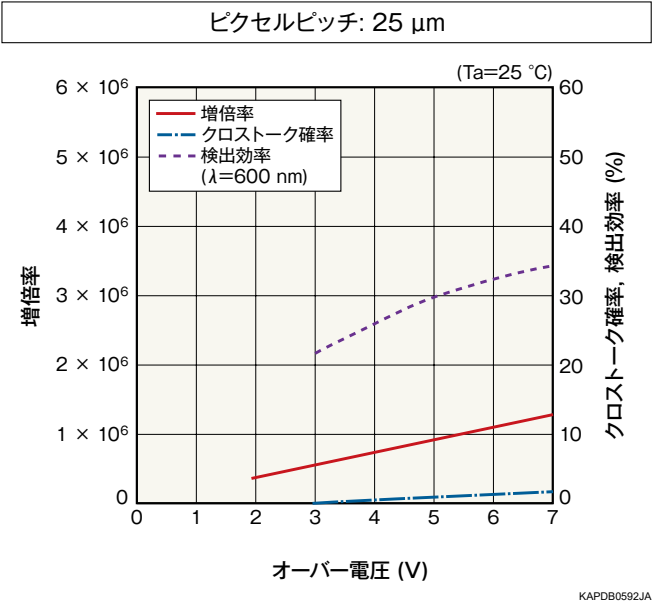
ピクセルピッチ: 25 μm



ピクセルピッチ: 50 μm



■ オーバー電圧に対する増倍率、クロストーク確率、検出効率 (代表例)



▶ モジュールタイプ

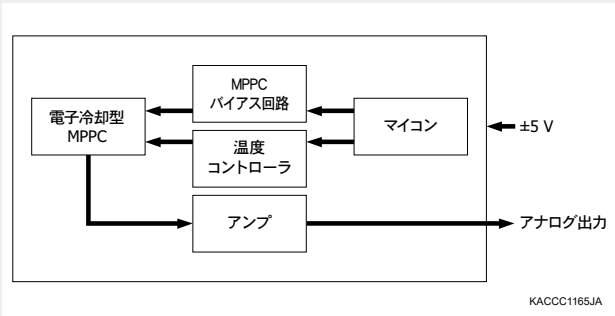
MPPCモジュール C14455/C14456シリーズ

■ 特長

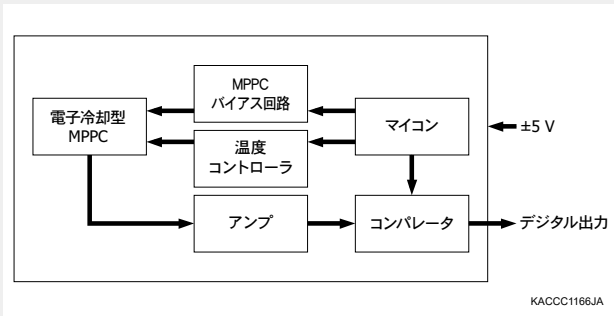
- ・ VIS~NIR MPPCを内蔵
- ・ 低ダークカウント (冷却タイプ)
- ・ アナログ出力／デジタル出力タイプを用意
- ・ 小型・軽量 (C14456シリーズ)
- ・ 低ダークカウント
- ・ 温度制御機能を内蔵



■ ブロック図 (アナログ出力タイプ)



■ ブロック図 (デジタル出力タイプ)



型名	出力	タイプ	内蔵MPPC			
			型名	ピクセルピッチ (μm)	受光面サイズ (mm)	ピクセル数
C14455	-1550GA	アナログ	S14422-1550DG	50	$\phi 1.5$	724
	-3050GA		S14422-3050DG		$\phi 3.0$	2836
	-1550GD	デジタル	S14422-1550DG		$\phi 1.5$	724
	-3050GD		S14422-3050DG		$\phi 3.0$	2836
C14456	-1550GA	アナログ	S14422-1550DG	50	$\phi 1.5$	724
	-3050GA		S14422-3050DG		$\phi 3.0$	2836
	-1550GD	デジタル	S14422-1550DG		$\phi 1.5$	724
	-3050GD		S14422-3050DG		$\phi 3.0$	2836

NIR MPPC

近赤外用

S15639-1325PS, S16786-0515WM

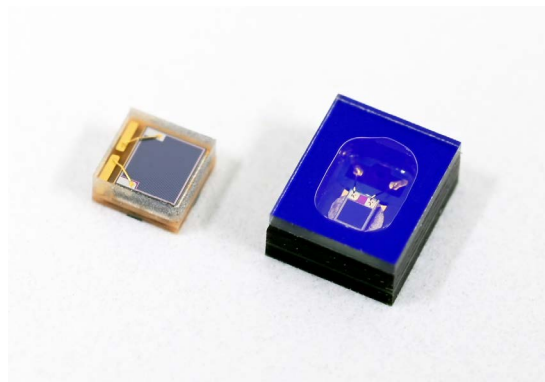


特長

- 高い検出効率
- 小型パッケージ

用途

- 距離測定 (LiDARなど)



構成

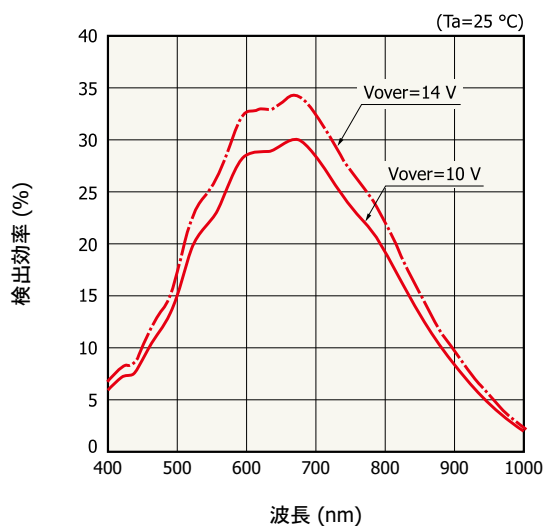
型名	チャンネル数 (ch)	パッケージ	ピクセルピッチ (μm)	有効受光面サイズ (mm)	ピクセル数
S15639-1325PS	1	ガラス エポキシ	25	1.1 (H) $\times$ 1.3 (V)	2120
S16786-0515WM			15	0.5 (H) $\times$ 0.5 (V)	1089

電気的および光学的特性 (指定のない場合はTyp. $T_a=25^\circ\text{C}$)

型名	検出効率 $\lambda=905\text{ nm}$ $V_R=V_{BR}+14\text{ V}$ (%)	降状電圧 (V)	端子間容量 (pF)	暗電流	
				Typ. (kcps)	Max. (kcps)
S15639-1325PS	9	42	42	700	2000
S16786-0515WM	15		8	100	500

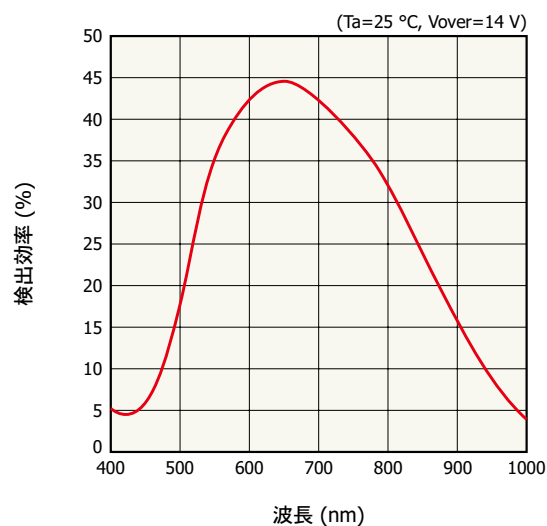
検出効率—波長 (代表例)

S15639-1325PS



KAPDB0632JC

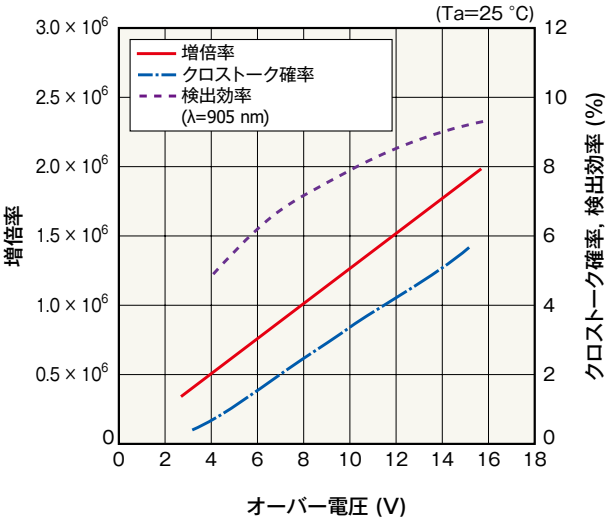
S16786-0515WM



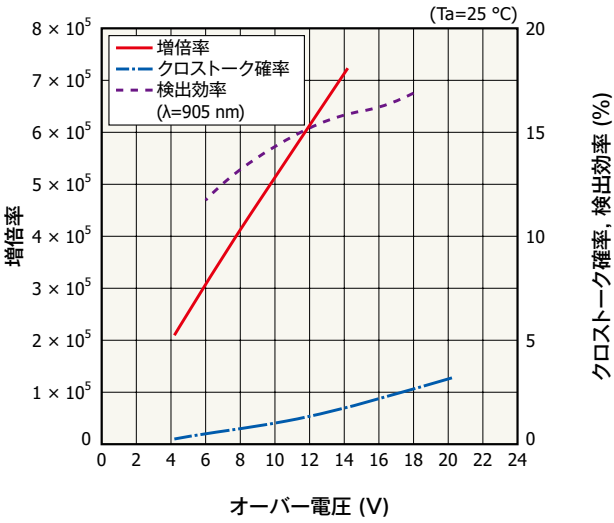
KAPDB0660JA

■ オーバー電圧に対する増倍率、クロストーク確率、検出効率 (代表例)

S15639-1325PS



S16786-0515WM



VIS MPPC

ファイバートラッカー用MPPC S13552

特長

- ・ LHCb SciFi tracker用に開発
- ・ 1次元 128 chアレイ
- ・ 表面実装型

用途

- ・ 高エネルギー物理学実験



構成

型名	チャンネル数 (ch)	パッケージ	ピクセルピッチ (μm)	ピクセル数/ch	開口率 (%)
S13552	128 (1 × 64 ch, 2チップ)	ガラスエポキシ	57.5 × 62.5	104	78

電気的および光学的特性 (指定のない場合はTyp. Ta=25 °C)

型名	検出効率 $\lambda = \lambda_p$ (%)	降状電圧 (V)	端子間容量 (pF)	チャンネル間の 動作電圧のばらつき		ダークカウント	
				Typ. (V)	Max. (V)	Typ. (kcps)	Max. (kcps)
S13552	47	53 ± 5	14	0.4	1	60	300

VUV/UV MPPC

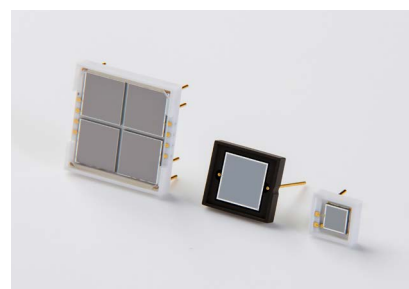
ダークマター観測 / ニュートリノ実験用MPPC

特長

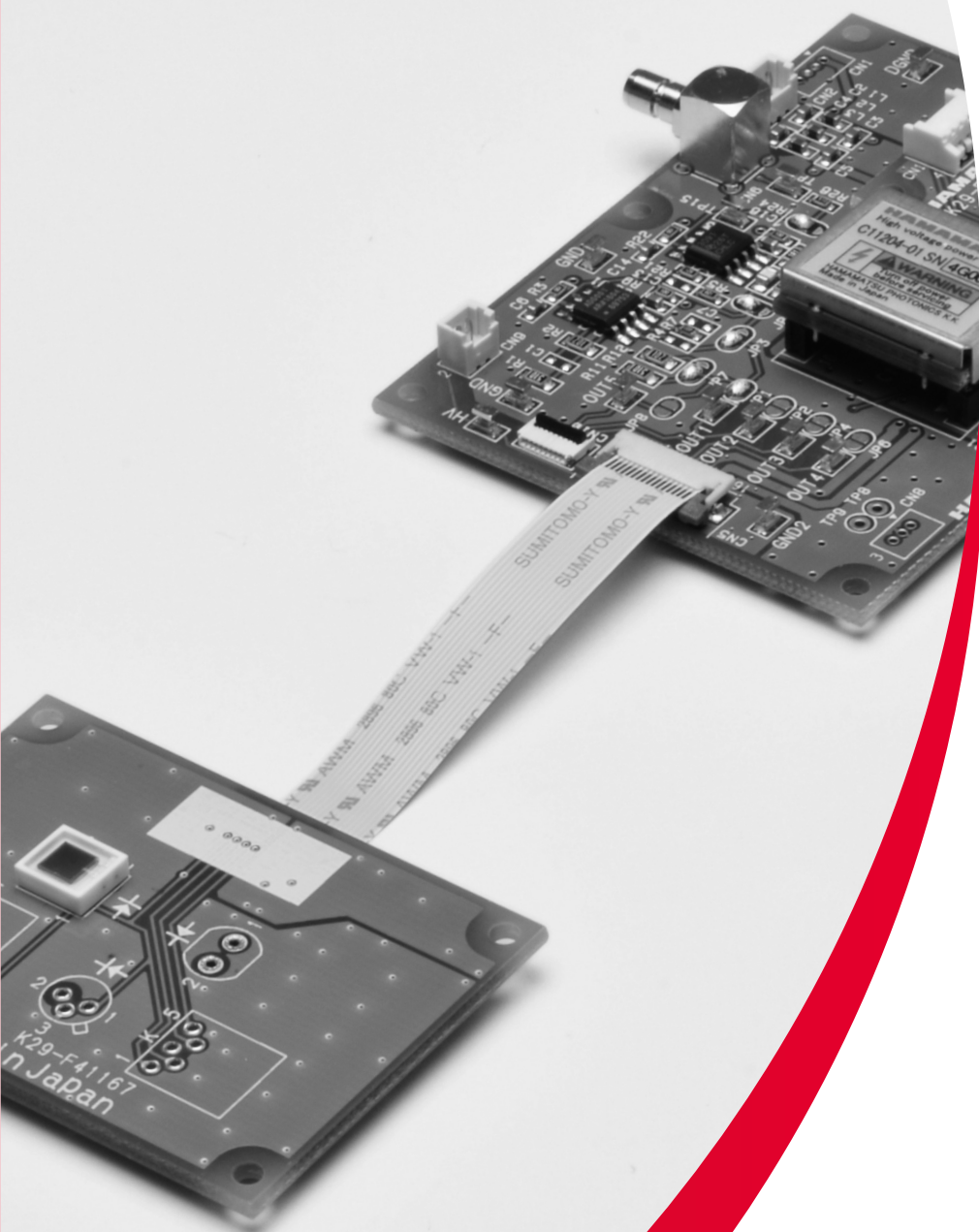
- ・ 液体キセノンと液体アルゴンのシンチレーション光に高い感度
- ・ 極低温条件での適切な動作

用途

- ・ 学術研究実験における液体アルゴンと液体キセノンのシンチレーション光検出



学術研究用MPPCの詳細については、弊社までお問い合わせください。



関連製品

MPPC用電源 C11204-01

MPPC を駆動するために最適化された高圧電源です。温度補償機能を内蔵しているため、温度変化を伴う環境においてもMPPC を安定動作させることが可能です。



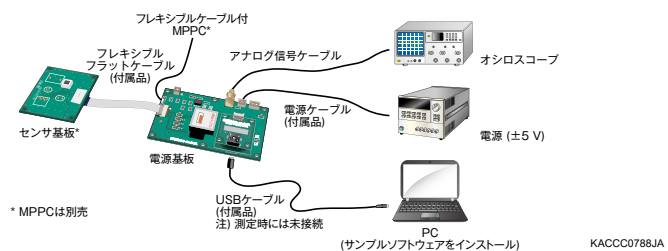
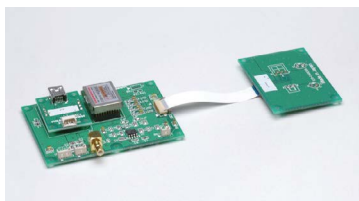
■ 特長

- ・優れた温度安定性: ± 10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
- ・微調整可能な分解能: 1.8 mV ごと
- ・低リップルノイズ: 0.1 mVp-p typ.
- ・シリアルインターフェース
- ・広い出力電圧範囲: 20 V $\sim$ 90 V
- ・パッケージ: ピンタイプ
- ・外形寸法: 19.4 (W) $\times$ 17.0 (H) $\times$ 6.3 (D) mm

MPPC用駆動回路

MPPC を評価するための駆動回路です。電源基板とセンサ基板で構成されています。電源基板にはMPPC 用電源が搭載されています（温度補償機能付き）。センサ基板にはリードピン用のソケットがあり、直接MPPC を実装することができます。

■ 接続例



製品名	写真	型名	適合可能なMPPC*	内蔵電源	出力
MPPC用駆動回路		C12332-02	非冷却MPPC (S13360シリーズ)	C11204-01	アナログ
		C14450	非冷却MPPC (S14420シリーズ)	C11204-01	アナログ

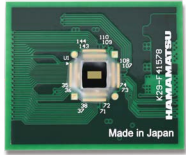
* MPPCは別売

フォトンカウンティングイメージセンサ (PCI)

■ 特長

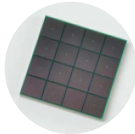
- ・MPPC (またはSPAD)とASICをハイブリッド接続して1パッケージ化
- ・用途に応じたASICをカスタマイズ可能

■ センサ構成と適合用途



2D PCI

受光素子
(MPPC または SPAD)



+

ASIC の機能



=

用途

PET

LiDAR



=

X線フォトン
カウンティング



=

フローサイト
メータ



=

分光器



=

顕微鏡

本製品の詳細については、弊社までお問い合わせください。

PET用MPPCモジュール C13500シリーズ

■ 特長

- ・VIS MPPC (S14160シリーズ)を内蔵
- ・TOF-PETに必要な機能を一体化
- ・タイミング分解能 (FWHM): 210 ps
- ・温度補償回路を内蔵
- ・デジタルインターフェース: 高速シリアル



■ 構造

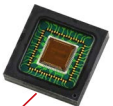
ルテチウムシンチレータ



高品位結晶

- 高光出力
- 潮解性をもたない
- 優れた時間分解能

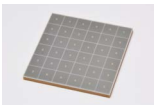
ASIC



高性能 CRT

- 低消費電力
- 高最大カウントレート
- カスタマイズ可能

MPPC: PET に最適なタイプ



- 低クロストーク
- 低アフターパルス
- 低電圧 (Vop=37 V typ.)
- 高い検出効率: 50%
- 高い増倍率 $10^5 \sim 10^6$

高圧電源



- 低消費電力
- 低コスト
- カスタマイズ可能

SPADモジュール

微弱光検出が可能なフotonカウンティングモジュールです。

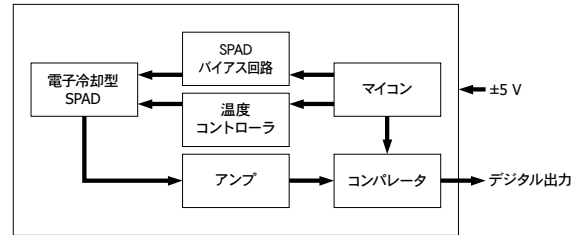
電子冷却型SPAD (Single Photon Avalanche Diode)、アンプ、コンパレータ、バイアス回路、温度コントローラから構成されています。外部から電源 (±5 V) を供給するだけで動作します。

* SPADの詳細については、P.33をご参照ください。

■ 特長

- ・高感度
- ・超低ダークカウント: 7 cps typ. (VISタイプ)
- ・低アフターパルス
- ・温度制御機能を内蔵
- ・デジタル出力

■ ブロック図



KACCC1167JA

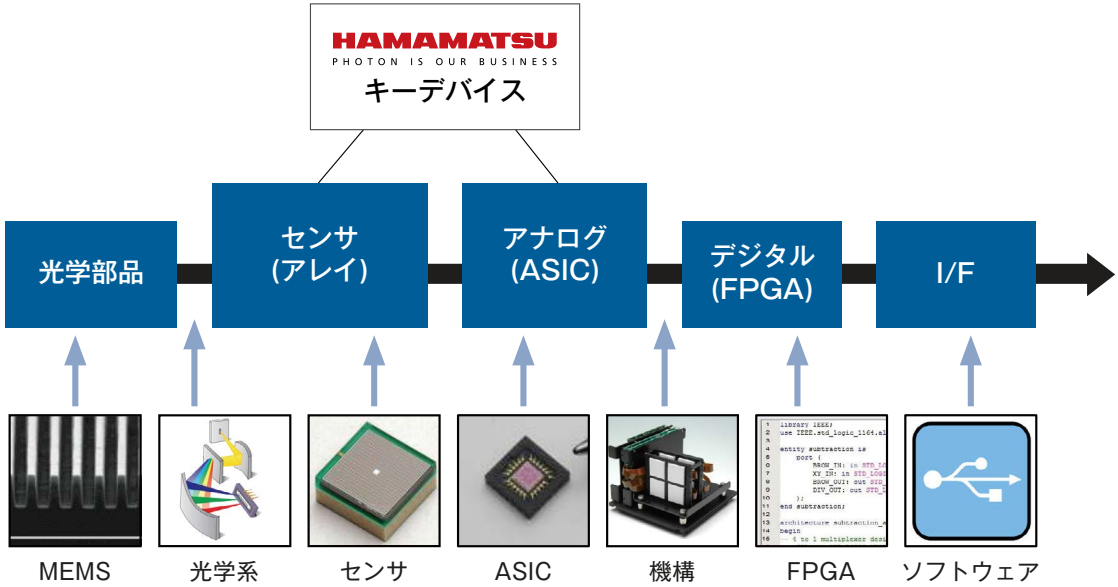
製品名	写真	型名	内蔵素子	受光面 サイズ (μm)	感度波長 範囲 (nm)	出力	タイプ
VIS SPADモジュール		C11202-050	電子冷却 SPAD	φ50	320 ~ 900	デジタル	-
		C11202-100		φ100	320 ~ 900		-
		C13001-01		-	370 ~ 900		ファイバ カップリング
		C14076-01		-	370 ~ 900		ファイバ カップリング 組込用
VIS~NIR SPADモジュール		C16531-050GD		φ50	400 ~ 1000	デジタル	-
		C16531-100GD		φ100	400 ~ 1000		-
		C16533-050GD		-	400 ~ 1000		ファイバ カップリング
		C16534-050GD		-	400 ~ 1000		ファイバ カップリング 組込用

カスタムモジュール

多彩なセンサラインアップと光学技術・回路技術・ソフトウェア技術を組み合わせ、最適なモジュール製品を提供します。

■ 浜松ホトニクスのカスタム対応

弊社の要素技術を組み合わせ、カスタマイズを行います。お客様の用途に適したキーデバイスを選択し、小型モジュールにコンパクトに組み込むことが可能です。

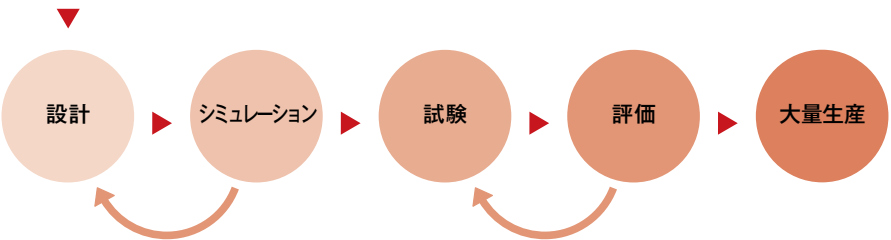


■ カスタムモジュールの開発プロセス

お客様からのご要求 >>> 01 お客様が実現したい機能と性能 02 外形寸法 03 価格

仕様の評価 >>>

センサ	光学系	回路	ソフトウェア
幅広いラインアップからお選びいただくか、または新たにデバイスの開発を承ります。	幅広い経験に基づく適切な光学設計（レンズ、ミラー、フィルタなど）	低光量レベルを扱うことができる独自のアナログおよびデジタル回路設計（回路設計、パターン設計の対応も可能です）	アプリケーションソフトウェアだけでなく、マイコン、FPGA、DSPなどのファームウェアも柔軟に設計できます。



MPPCの動作原理

フォトンカウンティング

光には、粒子と波の二重性があります。光量が極端に少なくなると、光はフォトン（光子）として離散的になり、その数を数えることができます。フォトンカウンティングは、フォトン1個ずつ計測する技術です。

MPPCは、非常に優れた時間分解能と、高増倍率で低ノイズの増倍機能を持ち、フォトンカウンティングに適しています。微弱光計測においてフォトンカウンティングは、出力電流値をアナログ的に測定する方法に比べると、高S/Nと安定した測定を実現することができます。

ガイガーモードとクエンチング抵抗

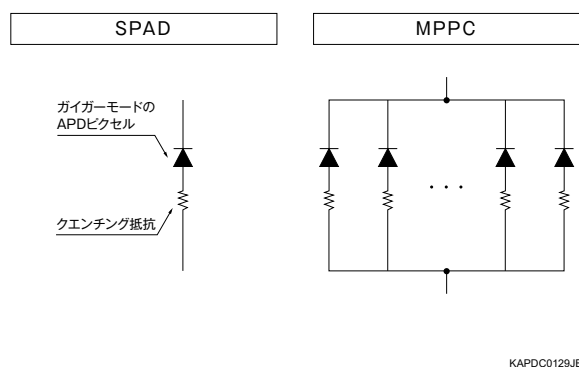
APDの逆電圧を降伏電圧以上にして動作させると、光量の大小に関係なく光の入射によってAPD素子固有の飽和出力（ガイガー放電）が発生します。この電圧でAPDを動作させる状態をガイガーモードと呼びます。ガイガーモードにおいては、1フォンの検出時においても放電現象により大きな出力が得られます。ひとたびガイガー放電が始まると、APD内部の電界が保たれる間は放電が継続します。

ガイガー放電を止めて、次のフォトンを検出するためには、APDの外部回路によって動作電圧を下げる必要があります。ガイガー放電を止める具体的な例として、ガイガーモードで動作するAPDにクエンチング抵抗を直列に接続し、APDのアバランシェ増倍を短時間で停止する方法があります。この方法では、ガイガー放電による出力電流がクエンチング抵抗を流れる際に電圧降下を起こし、直列に接続されたAPDの動作電圧が下がります。ガイガー放電による出力電流は鋭い立ち上がりのパルス形状で、クエンチング抵抗によるガイガー放電停止時の出力電流の立ち下がりとは比較的なだらかなパルス形状となります。

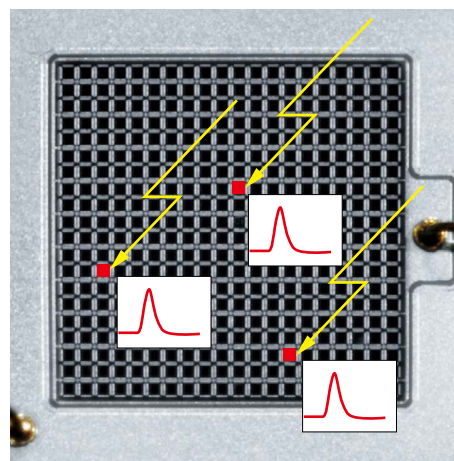
構成

SPADとMPPCの構造を以下に示します。SPADは、ガイガーモードAPDピクセルとクエンチング抵抗を1つのセットとして組み合わせた、1ピクセルで構成されています。MPPCは、そのSPADを複数配列し、電氣的に並列接続した複数ピクセルで構成されています。

■ SPADとMPPCの構成



■ MPPCによるフォトンカウンティングの説明図



KAPDC0049JA

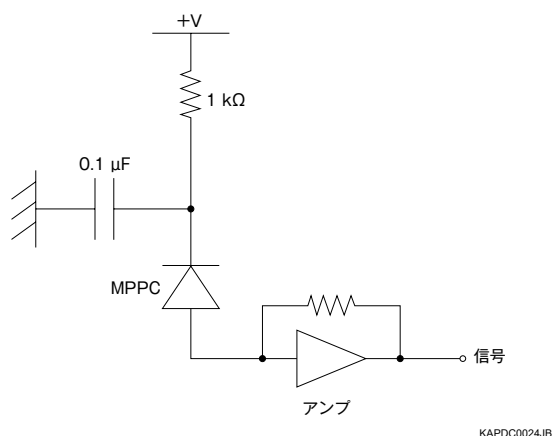
基本動作

MPPC のピクセルは、それぞれが光子の検出時に同じパルスを出力します。複数のピクセルで発生したパルスは、重ね合わされて出力されます。たとえば、3 フォトンが別々のピクセルに同時に入射して検出された場合、MPPC からは3 つのパルスが重ね合わされた高さの信号が出力されます。

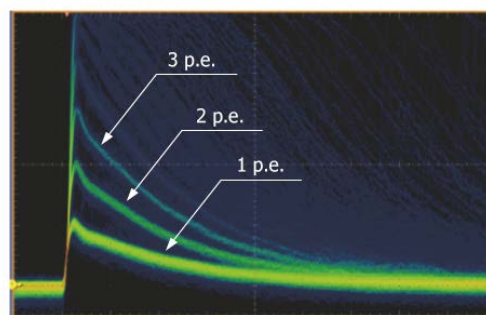
各ピクセルからの出力パルス数は1 つであり、入射光子数によって変化しません。1 ピクセルに1 フォトンが入った場合も、2 フォトン以上が同時に入った場合も出力パルスは1 つだけです。このことは、MPPC に入射する光子の数が増え、1 ピクセルに入射する光子数が複数になった場合、MPPC 出力の直線性が悪化することを意味します。したがって入射光子数に見合ったピクセル数のMPPC を選択することが重要です。

MPPC の読み出し回路には、従来の半導体素子と同様にI/V アンプが使用できます。MPPC からは高速なパルス信号が出力されますが、MPPC 自体のゲインが高いため、回路側で大きくゲインを稼ぐ必要がありません。そのため、回路設計における自由度が増す利点があります。

■ 基本接続図



■ リニアアンプを用いたパルス波形



MPPCは、浜松ホトニクス株式会社の登録商標です。

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。