

プロファイルセンサ S15366シリーズ

目次

1. SPI

p.01

- 1-1 SPIによる設定
- 1-2 SPIの入出力タイミング
- 1-3 SPIレジスタ
- 1-4 センサ駆動条件

2. 重心演算

p.10

- 2-1 重心演算設定
- 2-2 重心演算結果

3. タイミングチャート

p.12

- 3-1 デジタル出力信号タイミング
- 3-2 インターナルスタートパルスモードのタイミングチャート
- 3-3 エクスターナルスタートパルスモードのタイミングチャート

4. 接続回路

p.15

S15366シリーズは、スポット光の入射位置検出用の重心演算回路付プロファイルセンサです。2次元に配置された受光部において、X方向射影データ用の受光部は縦1列を、Y方向射影データ用の受光部は横1行をメタル配線で接続しています。X方向・Y方向において、ラインごとに受光部の出力の和を取得します。全ラインのデータを順次取得して、射影データが得られます。射影データはデータ量が小さいため、通常のエリアイメージセンサに比べて高速の位置検出・動体検出が可能です。重心演算回路が内蔵されており、スポット光の重心演算結果を出力します。また、スポット光の自動追尾モードに対応しています。

1. SPI

1-1 SPIによる設定

SPI（シリアル・ペリフェラル・インターフェース）を用いることによって、センサ駆動条件・重心演算の設定、重心演算結果の出力が可能です。SPIの書き込み／読み出し用端子を表1-1に示します。なおSPIによるセンサ読み出し設定、重心演算結果はSPI_MISO端子から出力します。

[表1-1] SPIの書き込み／読み出し用端子

記号	説明
SPI_MISO	SPI出力信号
SPI_CS	SPIイネーブル信号
SPI_SCLK	SPIクロック信号
SPI_MOSI	SPI入力信号
SPI_RSTB	SPIリセット信号

エクスターナルスタートパルスモードの場合、蓄積時間とブランキング時間は外部トリガ信号（MST端子）で制御します。重心演算モードでは、重心演算用の画素数・画素出力閾値を設定できます。重心演算結果として、以下を出力できます。

- ・重心位置座標
- ・重心演算用の画素出力合計値
- ・最大出力画素の出力値
- ・フレームカウンタ

1-2 SPIの入出力タイミング

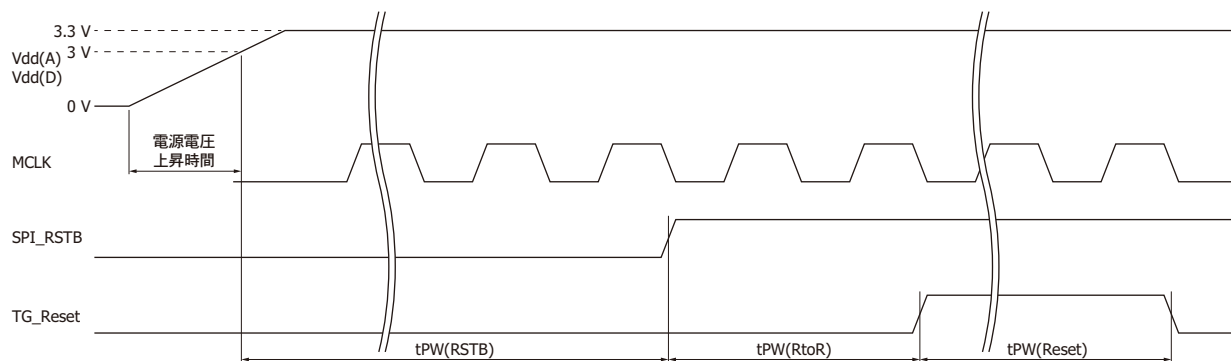
電源投入直後のリセット入力

電源投入直後にアナログ／デジタル電源電圧が推奨動作条件まで上昇した後、タイミング発生回路とSPIレジスタを初期化するために、図1-1のタイミングでSPI_RSTBとTG_Resetを入力してください。

[表1-2] SPIなどによる設定

項目	モードと説明	
フレーム開始モード (初期設定: インターナル スタートパルスモード)	インターナルスタート パルスモード	電源投入後、自動的に読み出しを開始します。フレーム周期は読み出し画素数・ブランキング 期間で決まります。
	エクスターナルスタート パルスモード	MSTの立ち上がりを検出して読み出しを開始します。MSTによって蓄積時間の制御も行い ます。MSTのLow期間が、ほぼ蓄積時間となります。
蓄積時間	インターナルスタート パルスモード	SPIにより、蓄積時間を設定します。
	エクスターナルスタート パルスモード	MSTにより、蓄積時間を設定します。
ブランキング期間	インターナルスタート パルスモード	SPIにより、0～255行分のブランキング期間を設定します。
	エクスターナルスタート パルスモード	読み出し終了後から次のVsyncの立ち下がりまでがブランキング期間です。
読み出し領域	1画素単位で読み出し領域を設定できます。各フレームで設定できる読み出し領域の数は1つです。	
ゲイン1	カラム回路のゲインを1倍、1.33倍、2倍、4倍から選択します。 初期値: 1倍	
ゲイン2	ピニング時の出力飽和を避けるため、出力に応じてゲインを1～0.063倍に設定します。 初期値: 1倍	
ピニング画素数	ピニング画素数を1、2、4、8画素から選択します。 初期値: 1画素	
A/D変換器の変換電圧範囲	下限電圧は0.8～1.55 V、上限電圧は1.85～2.6 Vから設定します。 初期値: 下限電圧=1.0 V、上限電圧=2.25 V	
待機モード	SPIにより、消費電流を抑える待機モードに設定します。待機モード時は、射影データと重心演算結果は取得されま せん。	
重心演算モード	SPIを用いて射影データから重心位置座標を演算して出力します。重心演算モードをOFFにすると、重心演算結果は 更新されません (射影データは出力されます)。	
自動追尾モード	最大出力画素を中心とした読み出し領域を自動設定します。	

[図1-1] SPI_RSTBとTG_Resetの入力タイミング



KMPDC09783A

(Ta=25 °C, Vdd(A)=Vdd(D)=3.3 V, f(MCLK)=20 MHz max., 電源投入時)

項目	記号	Min.	Typ.	Max.	単位
SPI_RSTB信号Low期間	tPW(RSTB)	100	-	-	ns
SPI_RSTB - TG_Reset信号間隔	tPW(RtoR)	100	-	-	ns
TG_Reset信号High期間*1 *2	tPW(Reset)	12	-	-	cycles

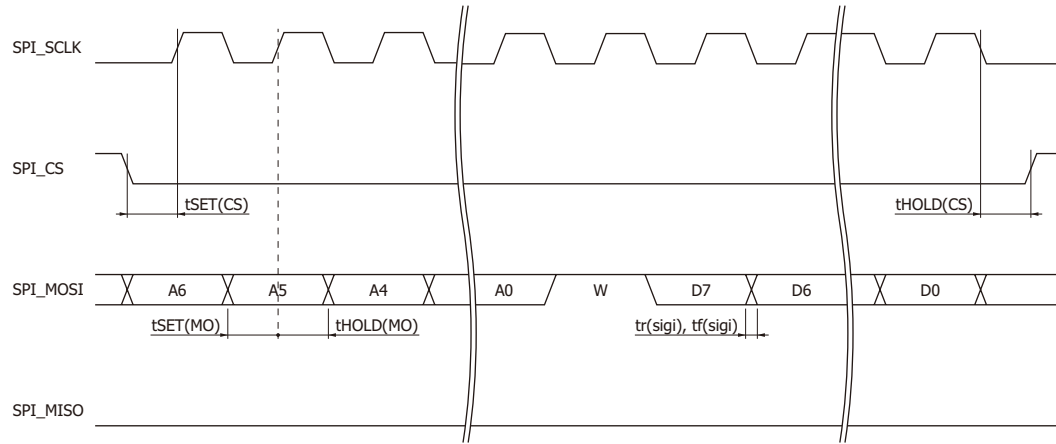
*1: TG_Reset信号の入力直後のフレームでは正しいデータが得られません。2フレーム目以降のデータを使用してください。

*2: 1 cycleはマスタクロックパルスの1周期。

» SPI入力

SPI入力タイミングを図1-2に示します。

[図1-2] SPI入力タイミング



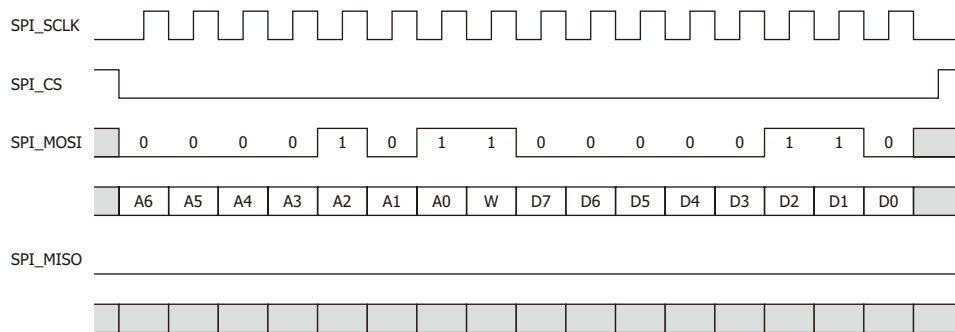
KMPDC09793A

(Ta=25 °C, Vdd(A)=Vdd(D)=3.3 V, f(MCLK)=20 MHz max.)

項目	記号	Min.	Typ.	Max.	単位
SPIクロックパルス周波数	f(SCLK)	-	-	20	MHz
SPI設定時間 (SPI_CS)	tSET(CS)	7	-	-	ns
SPIホールド時間 (SPI_CS)	tHOLD(CS)	7	-	-	ns
SPI設定時間 (SPI_MOSI)	tSET(MO)	7	-	-	ns
SPIホールド時間 (SPI_MOSI)	tHOLD(MO)	7	-	-	ns
デジタル入力信号上昇時間*3	tr(sigi)	-	5	7	ns
デジタル入力信号下降時間*3	tf(sigi)	-	5	7	ns

*3: 入力電圧が10%から90%の間で上昇／下降する時間

[図1-3] アドレス 0x05に0x06を書き込む場合の入力例

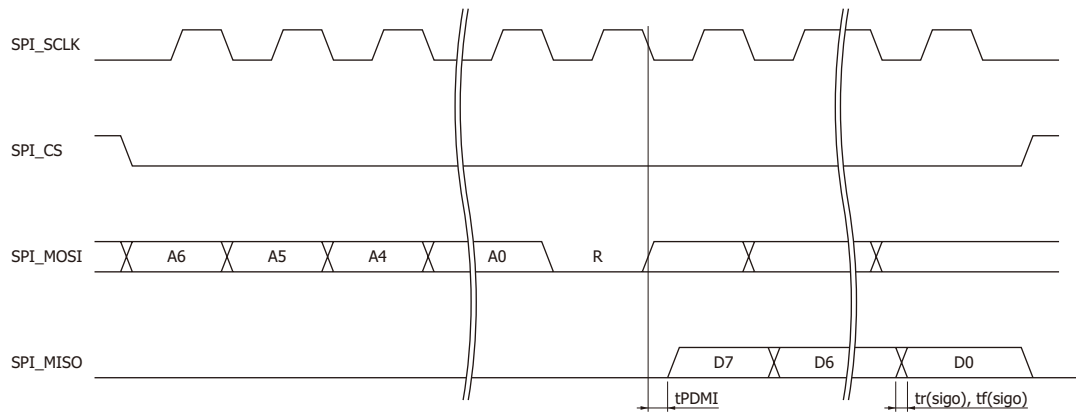


KMPDC0980EA

» SPI出力

SPI出力タイミングを図1-4に示します。

[図1-4] SPI出力タイミング



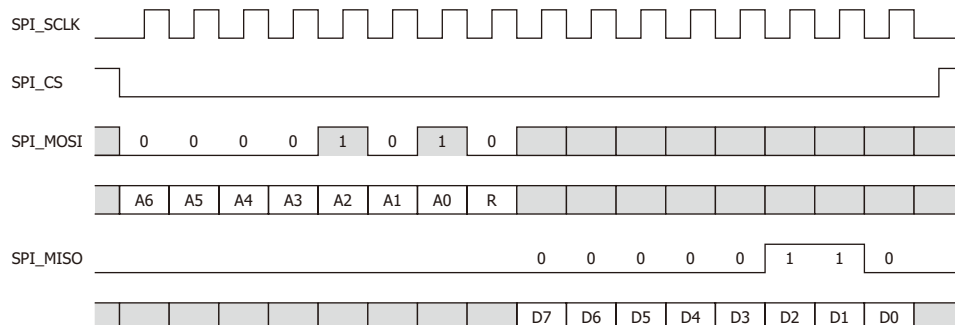
KMPDC0981EA

(Ta=25 °C, Vdd(A)=Vdd(D)=3.3 V, f(MCLK)=20 MHz max.)

項目	記号	Min.	Typ.	Max.	単位
SPI_SCLK - SPI_MISO出力遅延時間*4	tPDMI	-	-	25	ns
デジタル出力信号上昇時間*4	tr(sigo)	-	10	12	ns
デジタル出力信号下降時間*4	tf(sigo)	-	10	12	ns

*4: 出力端子に10 pFの負荷容量が付いたときに、出力電圧が10%から90%の間で上昇／下降する時間

[図1-5] アドレス 0x05を読み出す場合の入力例



KMPDC09823A

» SPI設定が反映されるタイミング

センサ駆動条件・重心演算回路の設定をSPI updateまでに行うと、表1-3のタイミングで反映されます。また、重心演算結果は次のフレームのCoG result updateのタイミングで更新されます [図3-2 (P.13), 図3-3 (P.14)]。

注) CoG: Center of Gravity

[表1-3] センサ駆動条件・重心演算回路の設定が反映されるタイミング

SPI設定パラメータ	反映されるタイミング
Mode, Blanking, WinSY, WinSX, WinW, ADC, Gain, Calc_area, Max_th	SPI updateの次フレーム
Integ	SPI updateの次の次フレーム

1-3 SPIレジスタ

SPI_RSTBをLowにすると、全パラメータが初期値となります。SPI_RSTBの立ち上がりの100 ns後からSPI設定が可能です。SPI updateの前後100 nsの期間は、SPI_RSTBをHighに固定してください。SPIレジスタマップを表1-4に示します。

[表1-4] SPIレジスタマップ

(a) S15366-256

アドレス	名称	アクセス	初期値		説明
			Binary	Decimal	
0	Mode	R/W	0000 0111	7	Mode[0]: トリガモードの切替 1: インターナルスタートパルスモード 0: エクスターナルスタートパルスモード Mode[1]: 重心演算機能のオン/オフ切替 1: オン, 0: オフ Mode[2]: 待機モード 1: オフ, 0: オン*5 Mode[3]: 自動追尾モード 1: オン, 0: オフ (その他のビットを変更しないでください)
1	Integ_U	R/W	1111 1111	255	インターナルスタートパルスモードの蓄積時間
2	Integ_L	R/W	1111 1111	255	
3	Blanking	R/W	0000 0000	0	
4	WinSY	R/W	0000 0000	0	Y方向の読み出し開始画素位置
5	WinSX	R/W	0000 0000	0	X方向の読み出し開始画素位置
6	WinW	R/W	1111 1111	255	読み出し画素数
7	ADC	R/W	1000 0100	132	A/D変換器の電圧範囲 ADC[7:4]: 上限電圧 (VRT) ADC[3:0]: 下限電圧 (VRB)
8	Gain	R/W	1100 0000	192	ゲイン、ピンング値 Gain[7:6]: チャージアンプ帰還容量の切替 (ゲイン1) Gain[5:2]: 読み出し回路ゲインの調整 (ゲイン2) Gain[1:0]: ピング画素数の切替
9	不使用 (読み書きしないでください)				
10	Calc_area	R/W	0000 0000	0	重心演算用画素数 Calc_area[1:0]=0: 5画素 Calc_area[1:0]=1: 9画素 Calc_area[1:0]=2: 19画素 Calc_area[1:0]=3: 29画素 (その他のビットを変更しないでください)
11	Max_th	R/W	0000 0000	0	重心演算用の出力の閾値
12	Frame_cnt	R	---- 0000	0	フレームカウンタ
13	Maxpos_X_int	R	0000 0000	0	X方向の重心位置座標 (整数部)
14	Maxpos_X_dec	R	0000 0000	0	X方向の重心位置座標 (小数部)
15	不使用 (読み書きしないでください)				
16	Maxpos_Y_int	R	0000 0000	0	Y方向の重心位置座標 (整数部)
17	Maxpos_Y_dec	R	0000 0000	0	Y方向の重心位置座標 (小数部)
18	不使用 (読み書きしないでください)				
19	Out_XY_sum_U	R	0000 0000	0	重心演算用の出力合計
20	Out_XY_sum_L	R	0000 0000	0	
21	Maxval_X	R	0000 0000	0	X方向の最大出力
22	Maxval_Y	R	0000 0000	0	Y方向の最大出力

*5: オンからオフにするときは、コマンド送信 (0x07)を2回行った後、TG_Resetを入力する必要があります。

(b) S15366-512

アドレス	名称	アクセス	初期値		説明
			Binary	Decimal	
0	Mode	R/W	0000 0111	7	Mode[0]: トリガモードの切替 1: インターナルスタートパルスモード 0: エクスターナルスタートパルスモード Mode[1]: 重心演算機能のオン/オフ切替 1: オン, 0: オフ Mode[2]: 待機モード 1: オフ, 0: オン*5 Mode[3]: 自動追尾モードのオン/オフ切替 1: オン, 0: オフ (その他のビットを変更しないでください)
1	Integ_U	R/W	1111 1111	255	インターナルスタートパルスモードの蓄積時間
2	Integ_L	R/W	1111 1111	255	
3	Blanking	R/W	0000 0000	0	インターナルスタートパルスモードのフレーム間待機時間
4	WinSY_U	R/W	---- --0	0	Y方向の読み出し開始画素位置 “-”は0に設定してください。
5	WinSY_L	R/W	0000 0000	0	
6	WinSX_U	R/W	---- --0	0	X方向の読み出し開始画素位置 “-”は0に設定してください。
7	WinSX_L	R/W	0000 0000	0	
8	WinW_U	R/W	---- --1	1	読み出し画素数 “-”は0に設定してください。
9	WinW_L	R/W	1111 1111	255	
10	ADC	R/W	1000 0100	132	A/D変換器の電圧範囲 ADC[7:4]: 上限電圧 (VRT) ADC[3:0]: 下限電圧 (VRB)
11	Gain	R/W	1100 0000	192	ゲイン、ピニング値 Gain[7:6]: チャージアンプ帰還容量の切替 (ゲイン1) Gain[5:2]: 読み出し回路ゲインの調整 (ゲイン2) Gain[1:0]: ピニング画素数の切替
12	不使用 (設定を変更しないでください)				
13	Calc_area	R/W	0000 0000	0	重心演算用画素数 Calc_area[1:0]=0: 5画素 Calc_area[1:0]=1: 9画素 Calc_area[1:0]=2: 19画素 Calc_area[1:0]=3: 29画素 (その他のビットを変更しないでください)
14	Max_th	R/W	0000 0000	0	重心演算用の出力の閾値
15	Frame_cnt	R	---- 0000	0	フレームカウンタ
16	Maxpos_X_int_U	R	---- --0	0	X方向の重心位置座標 (整数部)
17	Maxpos_X_int_L	R	0000 0000	0	
18	Maxpos_X_dec	R	0000 0000	0	X方向の重心位置座標 (小数部)
19	不使用 (設定を変更しないでください)				
20	Maxpos_Y_int_U	R	---- --0	0	Y方向の重心位置座標 (整数部)
21	Maxpos_Y_int_L	R	0000 0000	0	
22	Maxpos_Y_dec	R	0000 0000	0	Y方向の重心位置座標 (小数部)
23	不使用 (設定を変更しないでください)				
24	Out_XY_sum_U	R	0000 0000	0	重心演算用の出力合計
25	Out_XY_sum_L	R	0000 0000	0	
26	Maxval_X	R	0000 0000	0	X方向の最大出力
27	Maxval_Y	R	0000 0000	0	Y方向の最大出力

*5: オンからオフにするときは、コマンド送信 (0x07)を2回行った後、TG_resetを入力する必要があります。

注) 本資料のWinSY, WinSX, WinW, Maxpos_X_int, Maxpos_Y_int
S15366-256: WinSY[7:0], WinSX[7:0], WinW[7:0], Maxpos_X_int[7:0], Maxpos_Y_int[7:0]
S15366-512: WinSY[8:0], WinSX[8:0], WinW[8:0], Maxpos_X_int[8:0], Maxpos_Y_int[8:0]

1-4 センサ駆動条件

» 読み出しモード

(1) インターナルスタートパルスモード

Mode[0]を1に設定すると（初期設定）、インターナルスタートパルスモードになります。インターナルスタートパルスモードでは、電源投入後、フレームが自動的に開始します。このモードでは、外部トリガは必要ありません。フレーム周期は、読み出し画素数・ブランキング期間で決まります。

(2) エクスターナルスタートパルスモード

Mode[0]を0に設定すると、エクスターナルスタートパルスモードになります。エクスターナルスタートパルスモードでは、MSTの立ち上がりのタイミングでフレームが開始します。また、MSTで蓄積時間を制御します（図1-6、「1-4 センサ駆動条件／蓄積時間」参照）。

» 重心演算機能

Mode[1]を1に設定すると（初期設定）重心演算機能はオン、0に設定するとオフになります。オフ状態では重心演算結果は更新されません。

» 待機モード

Mode[2]を0に設定すると待機モードがオンになり、1に設定するとオフになります［オンからオフにするときは、コマンド送信（0x07）を2回行った後、TG_resetを入力する必要があります］。TG_Resetを立ち上げて12 MCLK以上

保持した後、立ち下げてください。

待機モードのときの消費電流については「プロファイルセンサ S15366シリーズ」データシート（P.4）を参照してください。

» 自動追尾モード

Mode[3]を1に設定すると、自動追尾モードになります。自動追尾モードと部分読み出しを併せて使うと、スポット光の入射位置を容易に高速検出することができます。自動追尾モードを使わない部分読み出しでは、WinSX、WinSYで読み出し開始画素位置を設定し、WinWで読み出し画素数を設定します（「1-4 センサ駆動条件／部分読み出し領域」参照）。自動追尾モードと部分読み出しを併せて使うと、前のフレームで最大出力画素を検出して、その画素が読み出し領域の中心になるように読み出し開始画素を自動設定します。なお最大出力画素が受光部の端付近にある場合は、読み出し領域の中心は受光部の内側へずれます（読み出し画素数は設定値のままです）。この設定はフレームごとに行われ、スポット光の入射位置を自動追尾して読み出し領域が変化します。読み出し開始画素位置は式（1-1）で表されます。

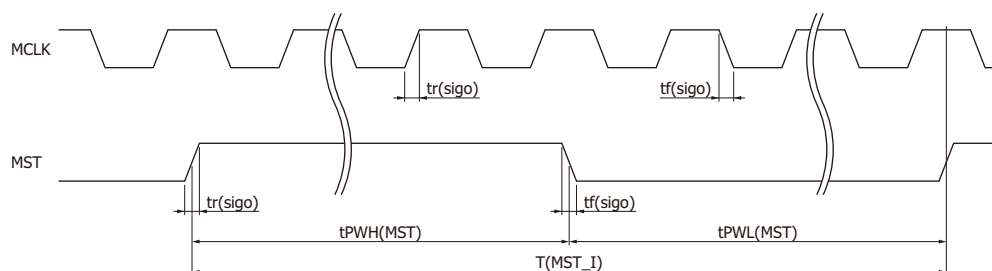
読み出し開始画素位置

$$= \text{int} \{ \text{前フレームの最大出力の画素位置} - (\text{読み出し画素数} - 1) \div 2 \} \dots\dots (1-1)$$

注) int: 整数

読み出し画素数はWinWで設定します。最大出力画素が読み出し領域の端で検出された場合は、スポット光の入射位置が読み出し領域から外れたと判断し、次フレームでは全画素読み出しを行い、最大出力の画素位置の再検出を行います。

【図1-6】 MCLK、MST入力タイミング



KMPDC0983EA

(Ta=25 °C, Vdd(A)=Vdd(D)=3.3 V, f(MCLK)=20 MHz max.)

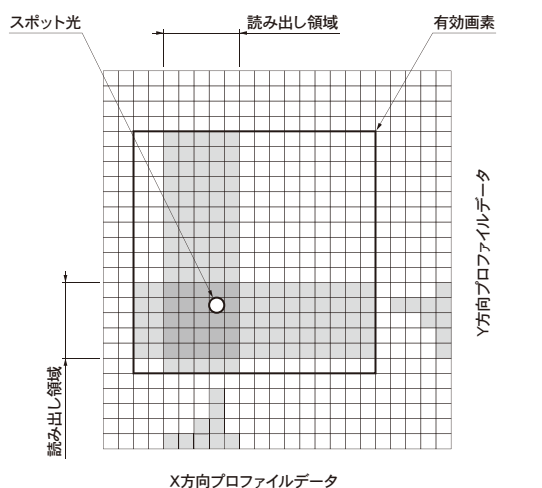
項目	記号	S15366-256			S15366-512			単位
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
マスタースタートパルス間隔*6 *7	T(MST_I)	6336	-	-	12480	-	-	cycles
マスタースタートパルス幅*6	tPWH(MST)	84	-	-	84	-	-	cycles
	tPWL(MST)	84	-	-	84	-	-	cycles

*6: $T(MST_I) = tPWH(MST) + tPWL(MST)$ にする必要があります。エクスターナルスタートパルスモードの場合のみ、マスタースタートパルスの入力が必要です [図3-3 (P.14)]。

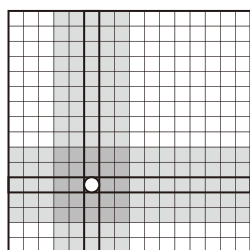
*7: N画素の読み出し時には、 $\{(N + 5) \times 2 + 6\} \times 12$ 周期分の時間がかかります。

【図1-7】自動追尾モードの動作概念図

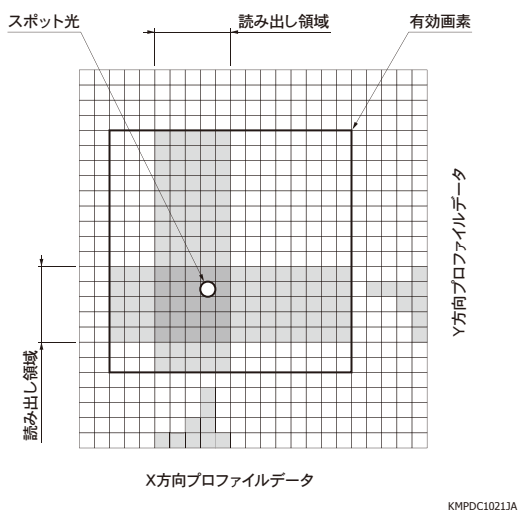
(a) nフレーム目の出力



(b) n + 1フレーム目の読み出し領域設定



(c) n + 1フレーム目の出力



蓄積時間

(1) インターナルスタートパルスモード

インターナルスタートパルスモードの蓄積時間は、Integ[15:0]で設定します。Integ[15:0]が1増加すると、蓄積時間はマスタークロックパルス12周期分（1画素分の読み出し時間）、増加します。蓄積時間は式（1-2）で表されます。

$$\text{蓄積時間} = (\text{Integ}[15:0] + 7) \times 12 / f(\text{MCLK}) [\text{s}] \dots \dots \dots (1-2)$$

本製品はグローバルシャッタ読み出しを採用しているため、蓄積時間の開始と終了は全画素同時に行われます。蓄積時間の終了は、Vsyncの立ち上がりからマスタークロックパルス1周期分後です [図3-2 (P.13)]。

(2) エクスターナルスタートパルスモード

エクスターナルスタートパルスモードの蓄積時間は、MSTのLow期間で決まります。MSTの立ち下がりから、マスタークロックパルス 78～90周期後の立ち下がり蓄積を開始し、MSTの立ち上がりから、マスタークロックパルス 78～90周期後の立ち下がり蓄積を終了します [図3-3 (P.14)]。蓄積時間は式（1-3）で表されます。

センサ内部でMCLKを12分周したCLKを発生します。このCLKに同期した信号で、蓄積の開始と終了を制御します。このため蓄積の開始／終了タイミングには「マスタークロックパルス 78～90周期後」という幅があります。

$$\begin{aligned} \text{蓄積開始タイミング} &= \text{int} \{ (L9 + 6) / 12 \} \times 12 + 84.5 \\ \text{蓄積終了タイミング} &= \text{int} \{ (L9 + \text{tPWL}(\text{MST}) + 6) / 12 \} \times 12 + 84.5 \\ \text{蓄積時間} &= \{ \text{int} \{ (L9 + \text{tPWL}(\text{MST}) + 6) / 12 \} - \text{int} \{ (L9 + 6) / 12 \} \} \times 12 / f(\text{MCLK}) [\text{s}] \dots \dots \dots (1-3) \end{aligned}$$

ブランキング期間

(1) インターナルスタートパルスモード

インターナルスタートパルスモードのブランキング期間は、Blanking[7:0]で設定します。Blanking[7:0]の初期値は0です。フレーム周期は式（1-4）で表されます。

$$\begin{aligned} \text{フレーム周期} &= \{ (2 + \text{Blanking}) \times (\text{WinW} + 6) + 6 \} \times 12 / f(\text{MCLK}) [\text{s}] \dots \dots \dots (1-4) \end{aligned}$$

画素読み出し期間よりも長い蓄積時間にしたい場合は、適切なブランキング期間に設定してください。

(2) エクスターナルスタートパルスモード

エクスターナルスタートパルスモードのブランキング期間はMSTで決まります。読み出し終了後から次のVsyncの立ち下がりまでがブランキング期間となります [図3-3]。

以下からP.10までの設定は、インターナルスタートパルスモードとエクスターナルスタートパルスモードで共通です。

部分読み出し領域

部分読み出し領域は、1画素単位にてWinSY、WinSX、WinWで設定します。各フレームで設定できる読み出し領域は1つだけです。

(1) WinSY

Y方向の読み出し開始画素は、WinSYで設定します (WinSY + 1画素目から読み出す)。初期設定はWinSY=0です。

(2) WinSX

X方向の読み出し開始画素は、WinSXで設定します (WinSX + 1画素目から読み出す)。初期設定はWinSX=0です。

(3) WinW

読み出し画素数はWinWで設定します (X方向・Y方向とも読み出し画素数はWinW + 1)。初期設定はWinW=255 (S15366-256)、511 (S15366-512)です。

WinSY + WinWまたはWinSX + WinWが有効画素数 [256 (S15366-256), 512 (S15366-512)]を超えないようにしてください。有効画素数を超えた場合は、ダミーデータが出力されます。

» A/D変換電圧範囲

A/D変換器の変換電圧範囲は、ADC[7:0]で設定します。初期設定はADC[7:0]=132 (ADC[7:4]=8, ADC[3:0]=4)です。ADC[7:0]とA/D変換器の上限電圧・下限電圧の関係を表1-5に示します。

[表1-5] ADC[7:0]—A/D変換器の上限電圧 (VRT)、下限電圧 (VRB)

ADC[7:4]	VRT (V)	ADC[3:0]	VRB (V)
0	1.85	0	0.8
1	1.9	1	0.85
2	1.95	2	0.9
3	2	3	0.95
4	2.05	4	1
5	2.1	5	1.05
6	2.15	6	1.1
7	2.2	7	1.15
8	2.25	8	1.2
9	2.3	9	1.25
10	2.35	10	1.3
11	2.4	11	1.35
12	2.45	12	1.4
13	2.5	13	1.45
14	2.55	14	1.5
15	2.6	15	1.55

» ゲイン

チャージアンプの帰還容量は、Gain[7:6]で調整します。ゲインは、チャージアンプの帰還容量の逆数に比例します。Gain[7:6]とゲインの関係を表1-6に示します。

[表1-6] Gain[7:6]—ゲイン1

10進数	2進数		チャージアンプ 帰還容量 (pF)	備考
	Gain[7]	Gain[6]		
0	0	0	0.2	
1	0	1	0.4	
2	1	0	0.6	
3	1	1	0.8	初期設定

読み出し回路のゲインはGain[5:2]で設定します。Gain[5:2]とゲインの関係を表1-7に示します。

[表1-7] Gain[5:2]—ゲイン2

10進数	2進数				ゲイン	備考
	Gain[5]	Gain[4]	Gain[3]	Gain[2]		
0	0	0	0	0	1.000	初期設定
1	0	0	0	1	0.500	
2	0	0	1	0	0.333	
3	0	0	1	1	0.250	
4	0	1	0	0	0.200	
5	0	1	0	1	0.167	
6	0	1	1	0	0.143	
7	0	1	1	1	0.125	
8	1	0	0	0	0.111	
9	1	0	0	1	0.100	
10	1	0	1	0	0.091	
11	1	0	1	1	0.083	
12	1	1	0	0	0.077	
13	1	1	0	1	0.071	
14	1	1	1	0	0.067	
15	1	1	1	1	0.063	

» ビニング

ビニングの画素数はGain[1:0]で設定します。Gain[1:0]とビニング画素数の関係を表1-8に示します。ビニング画素数に比例して感度が上昇します。ビニングと部分読み出しを設定すると、X方向は「WinSX + 1」画素目から読み出しを開始して、Y方向は「WinSY + 1」画素目から読み出しを開始します。(ビニング画素数 × WinW) + (WinSXまたはWinSY)が有効画素数 [256 (S15366-256), 512 (S15366-512)]を超えないようにしてください。有効画素数を超えた場合は、ダミーデータが出力されます。

[表1-8] Gain[1:0]ービニング画素数

10進数	2進数		ビニング画素数	備考
	Gain[1]	Gain[0]		
0	0	0	1	初期設定
1	0	1	2	
2	1	0	4	
3	1	1	8	

2. 重心演算

2-1 重心演算設定

» 画素数

重心演算回路が重心演算に使う画素数は、Calc_area[1:0]で設定します [表2-1]。重心演算回路は、X方向・Y方向それぞれの最大出力画素を中心としてCalc_area[1:0]で設定した画素数の出力データを用いて重心演算を行います。たとえばCalc_area[1]=1、Calc_area[0]=0に設定して、X軸の100画素目が最大出力の場合、91~109画素目 (19画素)を重心演算に使います。ただし、スポット光が受光部端にあり、最大出力画素から最外有効画素までが (重心演算用画素数 - 1) ÷ 2画素以下の場合、正しく演算できません。たとえば、重心演算画素数を19に設定した場合、最大出力画素が1~9画素目、または248~256画素目 (S15366-256)、504~512画素目 (S15366-512)にあると、正しく演算できません。

重心演算用の画素は、スポット光の直径よりも大きくする必要があります。なお、背景光の影響を軽減するために、できるだけ少ない画素数に設定することを推奨します。

[表2-1] Calc_area[1:0]ー重心演算に使う画素数

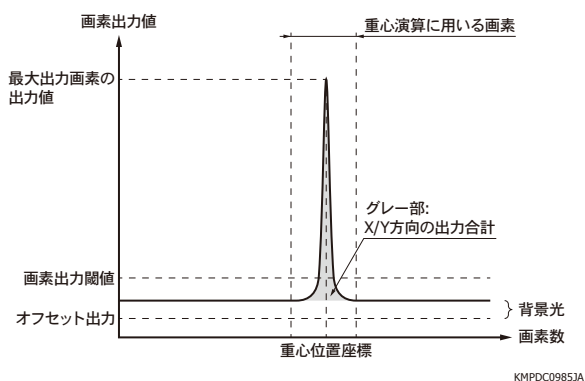
10進数	2進数		重心演算用の画素数	備考
	Calc_area[1]	Calc_area[0]		
1	0	0	5	初期設定
2	0	1	9	
3	1	0	19	
4	1	1	29	

» 画素出力閾値

重心演算に使う画素出力 (8-bitデジタル値)の閾値は、Max_th[7:0]で設定します。重心演算回路は、画素出力閾値よりも小さい出力を無視します。

画素出力閾値は、スポット光が照射している画素の出力よりも十分に小さくする必要があります。なお、背景光による光出力よりも大きい画素出力閾値に設定することを推奨します [図2-1]。

[図2-1] 画素出力閾値、出力合計



2-2 重心演算結果

重心演算結果として、重心位置座標、重心演算用の画素の出力合計、最大出力画素の出力、フレームカウンタが得られます。複数の画素の出力が同じ場合、画素No.が一番小さい画素を中心に重心演算が行われます。

» 重心位置座標

重心位置座標は、スポット光が照射された画素No.から1を引いた値になります。重心位置座標は、X方向はMaxpos_X_int、Maxpos_X_dec[7:0]、Y方向はMaxpos_Y_int、Maxpos_Y_dec[7:0]に保存されます。重心位置座標は固定小数点であり、Maxpos_X_int、Maxpos_Y_intは8-bit (S15366-256)または9-bit (S15366-512)の整数、Maxpos_X_dec[7:0]、Maxpos_Y_dec[7:0]は8-bitの小数です。なお、インデックスマークを左下にした場合、X方向は左の座標が0、Y方向は下の座標が0です。

» 重心演算用の画素の出力合計

重心演算用の画素のX/Y方向を合わせた出力合計は、Out_xy_sum[15:0]に保存されます(「2-1 重心演算設定/画素数」参照)。

» 最大出力画素の出力

最大出力画素の出力は、X/Y方向それぞれMaxval_X[7:0]、Maxval_Y[7:0]に保存されます。光量が多く画素出力が飽和した場合、重心演算結果の精度が低下する可能性があります。飽和しないように光量とゲインを調整する必要があります。

» フレームカウンタ

フレームカウンタはFrame_cnt[3:0]に保存されます。フレームカウンタは、フレームごとに1ずつ増加します。重心演算結果とともにフレームカウンタを取得することによ

て、重心演算結果を各フレームで取得していることを確認できます。フレームカウンタは0~15を繰り返します。SPI_RSTBをLowにすることによって、フレームカウンタを初期値の0にすることができます。

» 重心演算方法

まず最初のフレームで得られたプロファイルから最大出力画素の位置を検出します。その位置を中心とした重心演算範囲の画素出力から0次モーメントと1次モーメントを求めて、重心位置を算出します。重心演算結果はレジスタに保存します。重心演算方法の手順を以下に示します。

[表2-2] 重心演算のパラメータ

項目	記号	値
画素No.	n	0~255
画素出力	Dn	0~255
平滑化画素出力	Dn'	0~255
部分読み出し開始画素No.	WinSX, WinSY	0~255
部分読み出し画素数	WinW	0~255
重心演算範囲	Calc_area[1:0]	[00]=5, [01]=9, [10]=19, [11]=29
画素出力閾値	Max_th	0~255

- ①重心演算範囲の全画素について、3画素 (n - 1, n, n + 1)ごとの出力 (Dn-1, Dn, Dn+1)を平滑化します [式 (2-1)]。

$$D'n = \frac{D_{n-1} + 2D_n + D_{n+1}}{4} \dots\dots\dots(2-1)$$

Dn' : 平滑化後の出力
n : 画素No. (WinS* + 1 ~ WinS* + WinW - 1)
WinS* : WinSX (水平方向)またはWinSY (垂直方向)

- ②平滑化後の出力 D'nが最大の画素 (最大出力画素) の位置 (nmax)を検出します。最大出力画素 (画素No. n)は、以下A~Dの条件をすべて満たす必要があります。

A: 画素No. (n - 1)の出力よりも大きく、画素No. (n + 1)の出力以上

$$D'_{n-1} < D'n \leq D'_{n+1} \dots\dots\dots(2-2)$$

B: 最大画素閾値以上の出力

$$D'n \geq \text{Max_th} \dots\dots\dots(2-3)$$

C: 以前の最大出力画素よりも出力が大きい

D: nが (2-4)式の範囲内にある

$$\text{WinS}^* + (\text{Calc_area} - 1)/2 + 1 \leq n \leq \text{WinS}^* + \text{WinW} - (\text{Calc_area} - 1)/2 - 1 \dots\dots\dots(2-4)$$

- ③最大出力画素 (②で検出)を中心とした重心演算範囲 (Calc_area)を設定します。重心演算範囲の1画素外側の両端 [nmax - (Calc_area - 1)/2 - 1]画素と [nmax + (Calc_area - 1)/2 + 1]画素の出力を比較します。大きい方の値をオフセットとして、重心演算範囲の各画素出力から差分して、その値の全画素の和 (0

次モーメント)を求めます (平滑化前の画素出力とオフセット値を用いる)。

- ④重心演算範囲の各画素出力からオフセットを差分した値の最大出力画素の位置 (nmax)を0とし、その両端の画素の位置を-1および+1、その外側の画素の位置を-2および+2・・・とした重みを掛けて、その値の総和を1次モーメントとします (平滑化前の画素出力とオフセット値を用いる)。

- ⑤最大出力画素の位置 (nmax)、0次モーメント、1次モーメントから重心位置を算出します。

$$\text{重心位置} = \text{nmax} + \frac{\text{1次モーメント}}{\text{0次モーメント}} \dots\dots\dots(2-5)$$

- ⑥ビニング画素数・部分読み出し開始位置を用いて、重心位置を絶対値座標 (整数: 8-bit, 小数: 8-bit)へ変換します。

3. タイミングチャート

3-1 デジタル出力信号タイミング

フレームデータの出力信号は、フレームデータ信号 Dout[7:0]、同期信号 Vsync、Hsync、PCLKで構成されます [図3-1]。

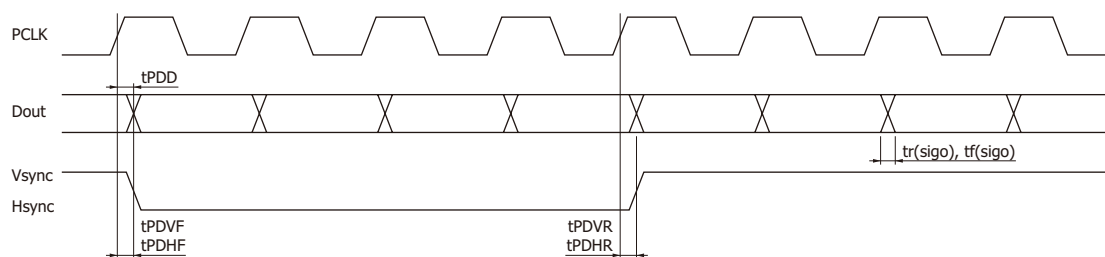
3-2 インターナルスタートパルスモードのタイミングチャート

インターナルスタートパルスモードのタイミングチャートを図3-2に示します。SPI updateはSPIレジスタに書き込んだ設定に更新するタイミング、CoG result updateは重心演算結果の更新タイミング、End of integrationは蓄積時間の終了タイミングです。

3-3 エクスターナルスタートパルスモードのタイミングチャート

エクスターナルスタートパルスモードのタイミングチャートを図3-3に示します。Start of integrationは蓄積時間の開始タイミングです。

[図3-1] デジタル出力信号タイミング



KMPDC0986EA

(Ta=25 °C, Vdd(A)=Vdd(D)=3.3 V, f(MCLK)=20 MHz max.)

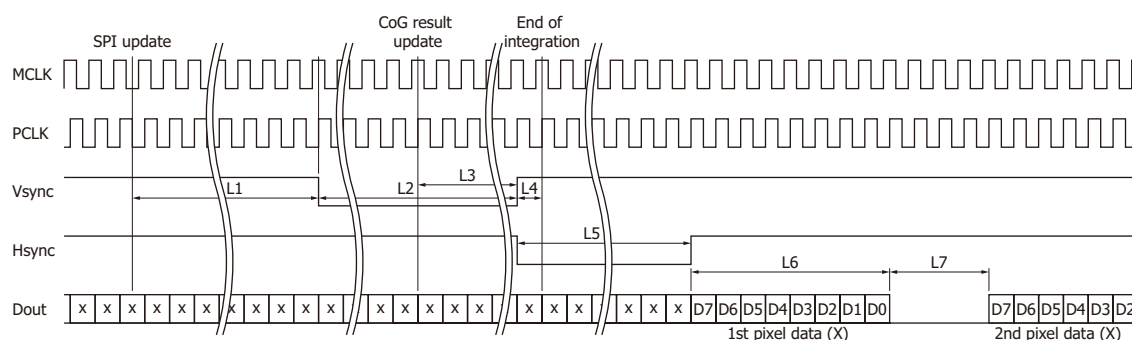
項目	記号	Min.	Typ.	Max.	単位
ビデオデータレート	VR	f(MCLK)/12			Hz
デジタル出力電圧	High	Vsigo(H)	Vdd(D) - 0.25	Vdd(D)	V
	Low	Vsigo(L)	-	0	V
デジタル出力信号上昇時間*8 *9	tr(sigo)	-	10	12	ns
デジタル出力信号下降時間*8 *9	tf(sigo)	-	10	12	ns
ビデオ出力同期信号ービデオ出力遅延時間	tPDD	-	-	7	ns
ビデオ出力同期信号ー X/Y方向同期信号遅延時間	上昇時間	tPDHR	-	7	ns
	下降時間	tPDHF	-	7	ns
ビデオ出力同期信号ー フレーム同期信号遅延時間	上昇時間	tPDVR	-	7	ns
	下降時間	tPDVF	-	7	ns

*8: Dout, SPI_MISO, Vsync, Hsync, PCLK

*9: 出力端子に10 pFの容量を接続した状態で、出力電圧が10%から90%の間で上昇／下降する時間

【図3-2】 インターナルスタートパルスモードのタイミングチャート

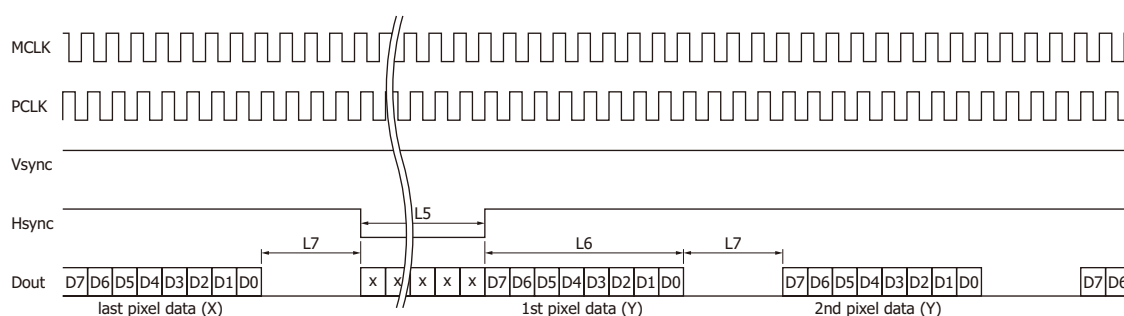
(a) フレームデータ出力開始時



注) Doutのx: ダミーデータが出力する期間

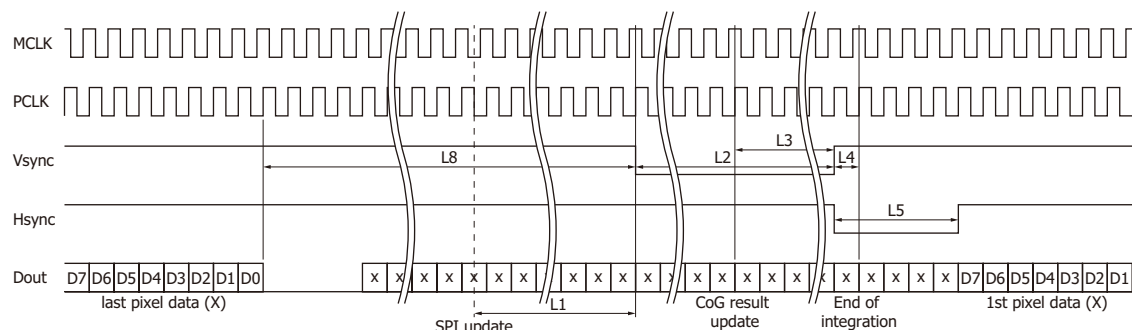
KMPDC0987EA

(b) X方向データ出力終了からY方向データ出力開始までの期間



KMPDC0988EA

(c) Y方向データ出力終了から次フレームのX方向データ出力開始までの期間



注) Doutのx: ダミーデータが出力する期間

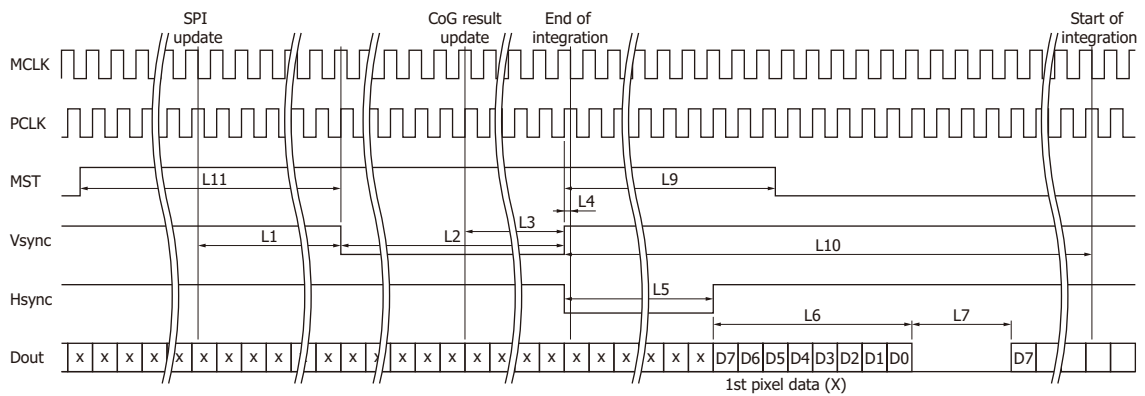
KMPDC0989EA

パラメータ	PCLK数 (cycles)	説明
L1	23.5	SPIレジスタの更新タイミングからVsync立ち下がりまでの期間
L2	36	VsyncのLow期間
L3	10	重心演算結果の更新タイミングからVsync立ち上がりまでの期間
L4	1未満	Vsync立ち上がりから蓄積終了までの期間
L5	60	HsyncのLow期間
L6	8	1画素分のDout出力期間
L7	4	Doutブランキング期間
L8*10	$(6 + \text{WinW}) \times \text{Blanking} \times 12 + 40$	Dout出力終了タイミングからVsync立ち下がりまでの期間

*10: 「1-4センサ駆動条件／蓄積時間」を参照してください。

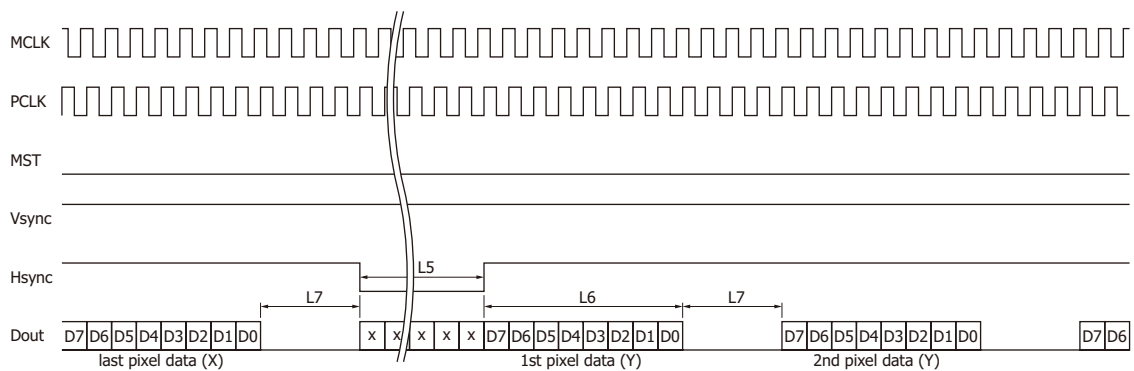
[図3-3] エクスターナルスタートパルスモードのタイミングチャート

(a) フレームデータ出力開始時



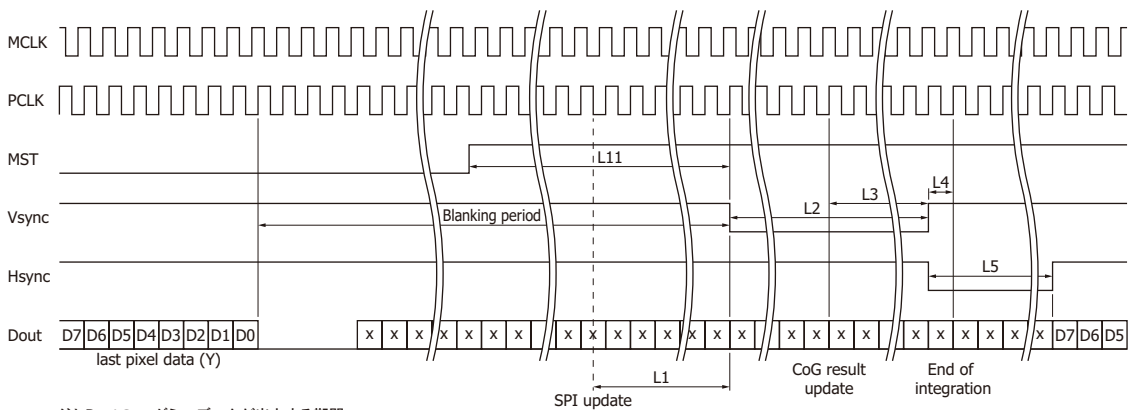
KMPDC0990EA

(b) X方向データ出力終了からY方向データ出力開始までの期間



KMPDC0991EA

(c) Y方向データ出力終了から次フレームのX方向データ出力開始までの期間



注) Doutのx: ダミーデータが出力する期間

KMPDC0992EA

パラメータ	PCLK数 (cycles)	説明
L1	23.5	SPIレジスタの更新タイミングからVsync立ち上がりまでの期間
L2	36	VsyncのLow期間
L3	10	重心演算結果の更新タイミングからVsync立ち上がりまでの期間
L4	1未満	Vsync立ち上がりから蓄積終了までの期間
L5	60	HsyncのLow期間
L6	8	1画素分のDout出力期間
L7	4	Doutブランキング期間
L9	MSTの設定値により 決まる任意の値	Vsync立ち上がりからMST立ち下がりまでの期間
L10*11	$\{ \text{int}(L9 + 6) / 12 \} \times 12 + 84.5$	Vsync立ち上がりから蓄積開始までの期間
L11*11	42~54	MST立ち上がりからVsync立ち下がりまでの期間

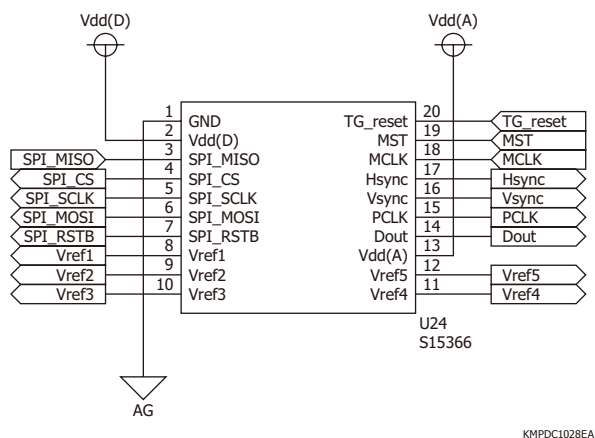
*11: 「1-4センサ駆動条件／蓄積時間」を参照してください。

4. 接続回路

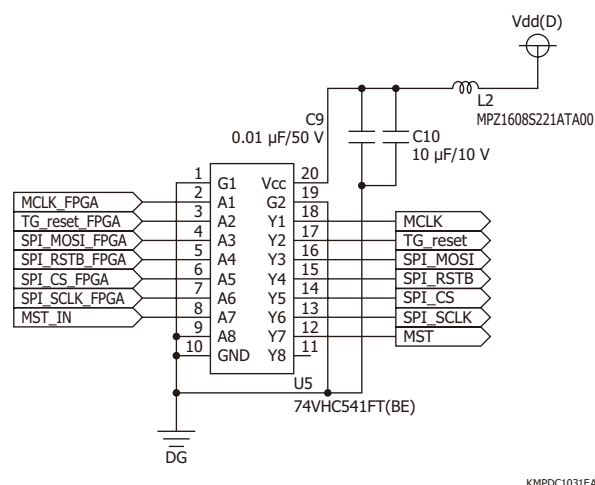
接続回路例を図4-1に示します。デジタルバッファを介して、デジタル端子に信号の入出力をしてください。また、電源電圧端子、バイアス電圧端子にはコンデンサを付けてください。S15366-512の場合は、サブパッド16個をすべてグラウンドに接続してください。

【図4-1】 接続回路例

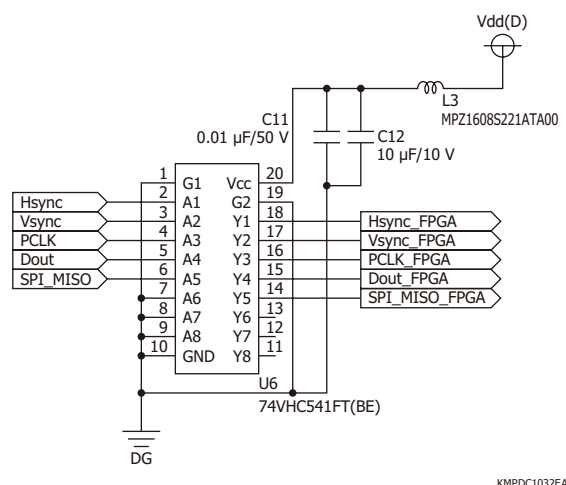
(a) S15366シリーズ



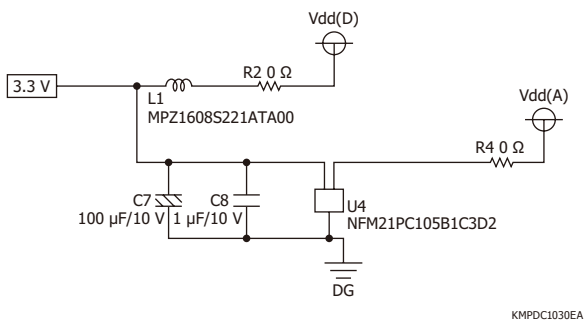
(b) デジタルバッファ [S15366シリーズへの入力用]



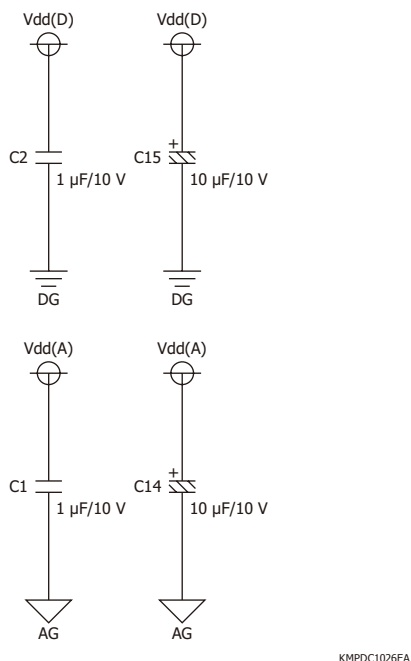
[S15366シリーズからの出力用]



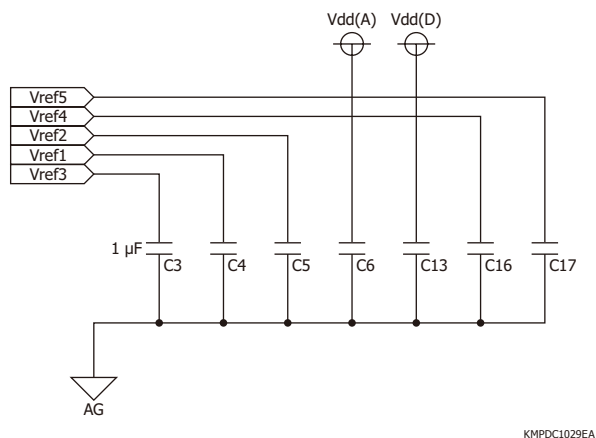
(c) 電源周辺回路



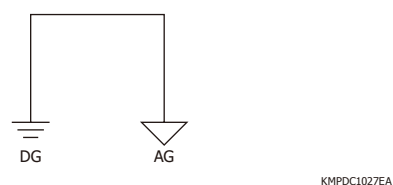
(d) 電源用パスコン



(e) Vref用パスコン



(f) グランド



本資料の記載内容は、令和6年8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