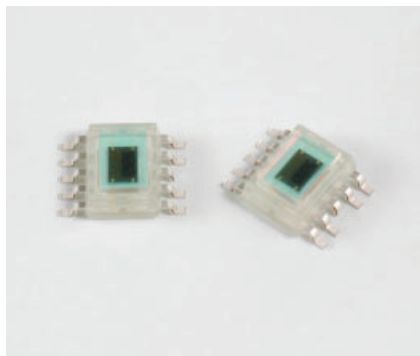


# デジタルカラーセンサ

参考資料



S11059-02DT

## I<sup>2</sup>C対応カラーセンサ

S11059-02DTは、I<sup>2</sup>C (アイ・スクウェア・シー: inter-integrated circuit)インターフェースに対応したカラーセンサです。Red ( $\lambda_p=615$  nm)、Green ( $\lambda_p=530$  nm)、Blue ( $\lambda_p=460$  nm)と赤外 ( $\lambda_p=855$  nm)のそれぞれに感度を持ち、検出結果は各色16ビットのデジタル値で出力されます。各色のフォトダイオードを順番に自動的に切り替えて測定します。感度と積分時間の設定が可能で、広範囲の測光が可能です。

### 特長

- I<sup>2</sup>Cインターフェース対応
- Red/Green/Blue/赤外の連続測光
- 2段階の感度切り替え機能 (感度比 1 : 10)
- 積分時間の設定による感度調節が可能 (1~65535倍)
- 低電圧 (2.5 Vまたは3.3 V)動作
- 低消費電流: 75  $\mu$ A typ.
- 赤外カットフィルタ内蔵
- 広いダイナミックレンジ (Lowゲイン: 1~10 kLx)

### 用途

- 携帯電話・ノートパソコンなどの液晶バックライト調光
- 大画面テレビなどの省エネセンサ
- 各種光量検出および色度調整

### 絶対最大定格

項目	記号	条件	定格値	単位
電源電圧	Vdd	Ta=25 °C	-0.3 ~ +6	V
負荷電流	I <sub>o</sub>	Ta=25 °C	±10	mA
許容損失	P	Ta=25 °C	300	mW
動作温度	T <sub>opr</sub>		-25 ~ +80	°C
保存温度	T <sub>stg</sub>		-40 ~ +85	°C
リフローはんだ条件*1	T <sub>sol</sub>		ピーク温度 240 °C, 1回 (P.9参照)	-

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。

\*1: 吸湿条件、リフロー条件: JEDEC J-STD-020D LEVEL5a

### 推奨動作条件

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位
電源電圧	Vdd		2.25	-	3.63	V
I <sup>2</sup> Cバスプルアップ電圧*2	V <sub>bus</sub>	R <sub>p</sub> =2.2 k $\Omega$	2.25	-	3.63	V
バス容量 (SDA, SCL)	C <sub>bus</sub>		-	-	400	pF

注) Vdd=V<sub>bus</sub>にして使用してください。VddとV<sub>bus</sub>が等しくない場合、正常な動作を保証できません。

\*2: プルアップ抵抗はC<sub>bus</sub>容量値とV<sub>bus</sub>電圧値によって定まります。

## ■ 電気的および光学的特性

- センサ部 [指定のない場合はTa=25 °C, Vdd=Vbus=3.3 V, A光源 (初期設定: Lowゲイン, 積分時間: 546 ms/ch)]\*3

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位		
感度波長範囲*4	λ	Blue		400 ~ 540		nm		
		Green		455 ~ 630				
		Red		575 ~ 660				
		赤外、700 nm以上		785 ~ 885				
最大感度波長	λp	Blue	-	460	-	nm		
		Green	-	530	-			
		Red	-	615	-			
		赤外、700 nm以上	-	855	-			
消費電流	動作モード	Idd	E=0 lx (暗状態)、出力電流を除く	30	75	150	μA	
	待機モード	Idds		0.1	1.0	3.0		
暗カウント	Sd	E=0 lx (暗状態)	-	-	5	counts		
ゲイン比率	rg	Highゲイン/Lowゲイン	-	10	-	-		
受光感度	Lowゲイン	Sbl	Blue	初期設定	2.4	4.4	6.4	counts/lx
		Sgl	Green		4.6	8.3	12.0	
		Srl	Red		6.2	11.2	16.3	
		Sirl	赤外		-	3.0	-	
		Sbl	Blue	初期設定*5	3.3	4.4	5.5	
		Sgl	Green		6.2	8.3	10.4	
		Srl	Red		8.4	11.2	14.0	
		Sirl	赤外		-	3.0	-	
Red/Blue感度比	Lowゲイン	Srl/Sbl	初期設定 同一チップ	1.9	2.6	3.2	-	
Red/Green感度比		Srl/Sgl		1.0	1.4	1.7		
Blue/Green感度比		Sbl/Sgl		0.4	0.6	0.7		
受光感度	Highゲイン	Sbh	Blue	積分時間 546 ms/ch	24.0	44.8	62.5	counts/lx
		Sgh	Green		46.5	85.0	123.5	
		Srh	Red		64.0	117.0	170.0	
		Sirh	赤外		-	30.0	-	
		Sbh	Blue	積分時間 546 ms/ch*5	33.5	45.0	56.5	
		Sgh	Green		63.5	85.0	106.5	
		Srh	Red		88.0	117.0	146.5	
		Sirh	赤外		-	30.0	-	
Red/Blue感度比	Highゲイン	Srh/Sbh	積分時間 546 ms/ch 同一チップ	1.9	2.6	3.3	-	
Red/Green感度比		Srh/Sgh		1.0	1.4	1.8		
Blue/Green感度比		Sbh/Sgh		0.4	0.6	0.7		

\*3: フィルタ上面以外からの光入射がないように遮光してください。

\*4: 相対感度=10%以上

\*5: 積分時間を測定し、補正した場合。「感度ばらつき補正方法」参照。積分時間の測定精度は0.36%。

- I
- <sup>2</sup>
- C部 (指定のない場合はTa=25 °C, Vdd=3.3 V)

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位
I <sup>2</sup> Cアドレス	ADDR	7ビット		0x2A (0101010)		
I <sup>2</sup> Cクロック周波数	fclk		1	-	400	kHz
SDA, SCL出力電圧	Highレベル	Voh	Rp=2.2 kΩ	0.7Vbus	-	V
	Lowレベル	Vol	Rp=2.2 kΩ	0	0.4	V
入出力端子容量	Ci		-	-	20	pF
SDA/SCL出力下降時間*6	tf	Rp=2.2 kΩ, Cp=400 pF	-	-	250	ns

注) I<sup>2</sup>Cインターフェース (SDA, SCL)のタイミングは、“The I<sup>2</sup>C-bus specification version 2.1” に準拠

\*6: SCL/SDA出力の上昇時間は、Cbus × Rpの時定数によって定まります。

## レジスタマップ

Adrs	機能	bit								
		7	6	5	4	3	2	1	0	
00	コントロール	ADCリセット 1: リセット 0: 動作開始	スリープ機能 1: 待機モード 0: 動作モード	スリープ機能 モニタ	-	ゲイン選択 1: Highゲイン 0: Lowゲイン	積分モード 1: マニュアル設定モード 0: 固定時間モード	積分時間設定 (00) 87.5 $\mu$ s, (01) 1.4 ms (10) 22.4 ms, (11) 179.2 ms		
01	マニュアルタイミング レジスタ	積分時間マニュアル設定レジスタ (上位バイト)								
02	レジスタ	積分時間マニュアル設定レジスタ (下位バイト)								
03	センサのデータ用レジスタ (Red)	出力データ (Red, 上位バイト)								
04		出力データ (Red, 下位バイト)								
05	センサのデータ用レジスタ (Green)	出力データ (Green, 上位バイト)								
06		出力データ (Green, 下位バイト)								
07	センサのデータ用レジスタ (Blue)	出力データ (Blue, 上位バイト)								
08		出力データ (Blue, 下位バイト)								
09	センサのデータ用レジスタ (赤外)	出力データ (赤外, 上位バイト)								
0A		出力データ (赤外, 下位バイト)								

Adrs 00 bit 7: ビットを1にすることで、ADC部がリセットされます。レジスタデータはリセットされません。0にすることで動作が開始します。

Adrs 00 bit 6: ビットを1にすることで、待機モードへ移行します。ADC部は動作を停止します。レジスタデータはリセットされません。動作開始には“0”としてください。

Adrs 00 bit 5: 自動スリープ機能をモニタします。1の場合は、待機モードになっていることを示します。読み出し専用です。

Adrs 00 bit 3: 1の場合はHighゲイン、0の場合はLowゲインとなります。HighゲインとLowゲインで使うフォトダイオードの面積比は10:1です。このためゲイン比率は10倍になります。

Adrs 00 bit 2: ビットを1にするとマニュアル設定モードとなり、0とすると固定時間モードとなります。マニュアル設定モードでは一度測定した後、自動的に待機モードに移行します。固定時間モードでは測定は継続的に繰り返されます。

Adrs 00 bit 1,0: 固定時間モードでの1色あたりの積分時間を選択します。“00”では87.5  $\mu$ s、“01”は1.4 ms、“10”は22.4 ms、“11”は179.2 msとなります。マニュアル設定モードでは、この時間の2倍が基準となるため、“00”では175  $\mu$ s、“01”では2.8 ms、“10”では44.8 ms、“11”では358.4 msとなり、この定数倍の設定が可能です。

Adrs 01 & 02: マニュアル設定モードのみで有効な定数倍の時間設定。最小0x0000、最大0xFFFF (65535)まで設定できます。積分時間設定 (Tint)でセットした積分時間を何倍まで長くするかを設定します。たとえば1色あたりの積分時間を546 msに設定したい場合、Tint=“00”で175  $\mu$ sに設定し、このレジスタをN=3120 (0xC30)倍に設定します。

モード	マニュアルタイミングレジスタ (Adrs 01 & 02)	積分時間設定 (Tint)			
		00	01	10	11
固定時間モード	無効	87.5 $\mu$ s	1.4 ms	22.4 ms	179.2 ms
マニュアル設定モード	N	175 $\times$ N $\mu$ s	2.8 $\times$ N ms	44.8 $\times$ N ms	358.4 $\times$ N ms

Adrs 03 ~ 0A: センサの測定結果は、このレジスタに保存されます。これらの値は次の読み出しまで保存されています。

初期設定 [Lowゲイン, マニュアル設定モード, Tint=00 (175  $\mu$ s), 積分時間 546 ms/ch]

Adrs	機能	bit								Hex
		7	6	5	4	3	2	1	0	
00	コントロール	1	1	1	-	0	1	0	0	0xE4
01	マニュアルタイミング レジスタ	0	0	0	0	1	1	0	0	0x0C
02	レジスタ	0	0	1	1	0	0	0	0	0x30

## ■ プログラム例

条件1: 初期設定 [マニュアル設定モード, Lowゲイン, Tint=00 (175 μs), 積分時間 546 ms/ch (マニュアルタイミングレジスタに0x0C30がセット)]

## ■ コマンド

Action		Data body								Ack	Remark
Address call (0x2A)	S	0	1	0	1	0	1	0	W	A	7ビットアドレス
Register call (0x00)		0	0	0	0	0	0	0	0	A	コントロールバイトを指定
Register write (0x84)		1	0	0	0	0	1	0	0	A	ADCリセット、スリープ解除
Address call (0x2A)	Sr	0	1	0	1	0	1	0	W	A	再起動、アドレス
Register call (0x00)		0	0	0	0	0	0	0	0	A	コントロールバイトを指定
Register write (0x04)		0	0	0	0	0	1	0	0	A	P ADCリセット解除、バスリリース
積分時間よりも長く待機します。(>2184 ms)											
Address call (0x2A)	S	0	1	0	1	0	1	0	W	A	7ビットアドレス
Register call (0x03)		0	0	0	0	0	0	1	1	A	出力データバイトを指定
Address call (0x2A)	Sr	0	1	0	1	0	1	0	R	A	リードモードに変更
Data read out (R: 上位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	赤データ出力
Data read out (R: 下位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	
Data read out (G: 上位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	緑データ出力
Data read out (G: 下位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	
Data read out (B: 上位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	青データ出力
Data read out (B: 下位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	
Data read out (赤外: 上位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	赤外データ出力
Data read out (赤外: 下位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	

S=Start condition, Sr=Restart condition, A=Acknowledge, A=Acknowledge by host, P=Stop condition, R=Read mode (1), W=Write mode (0),  $\bar{A}$ =not acknowledge

## ■ フォーマット

S	0x2A (7ビット)	W	A	0x00	A	0x84	A
---	-------------	---	---	------	---	------	---

Sr	0x2A (7ビット)	W	A	0x00	A	0x04	A	P
----	-------------	---	---	------	---	------	---	---

待機

S	0x2A (7ビット)	W	A	0x03	A	Sr	0x2A (7ビット)	R	A
---	-------------	---	---	------	---	----	-------------	---	---

Sensor data	A	Sensor data	A
-------------	---	-------------	---

Sensor data	A	Sensor data	A
-------------	---	-------------	---

Sensor data	A	Sensor data	A
-------------	---	-------------	---

Sensor data	A	Sensor data	$\bar{A}$	P
-------------	---	-------------	-----------	---

from master to slave

from slave to master

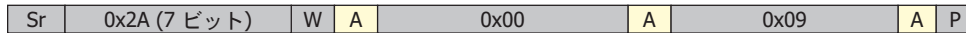
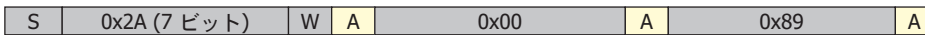
条件2 [固定時間モード, Highゲイン, Tint=01 (1.4 ms), 積分時間 1.4 ms/ch]

■ コマンド

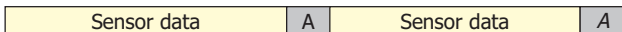
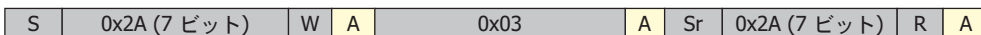
Action		Data body								Ack	Remark	
Address call (0x2A)	S	0	1	0	1	0	1	0	0	W	A	7ビットアドレス
Register call (0x00)		0	0	0	0	0	0	0	0	A	A	コントロールバイトを指定
Register write (0x89)		1	0	0	0	1	0	0	1	A	A	ADCリセット、スリープ解除
Address call (0x2A)	Sr	0	1	0	1	0	1	0	0	W	A	7ビットアドレス
Register call (0x00)		0	0	0	0	0	0	0	0	A	A	コントロールバイトを指定
Register write (0x09)		0	0	0	0	1	0	0	1	A	P	ADCリセット解除、バスリリース
積分時間よりも長く待機します。待機中に測定が行われます。(> 5.6 ms) 測定は継続的に繰り返されます。												
Address call (0x2A)	S	0	1	0	1	0	1	0	0	W	A	7ビットアドレス
Register call (0x03)		0	0	0	0	0	0	1	1	A	A	出力データバイトを指定
Address call (0x2A)	Sr	0	1	0	1	0	1	0	0	R	A	リードモードに変更
Data read out (R: 上位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	A	赤データ出力
Data read out (R: 下位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	A	
Data read out (G: 上位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	A	緑データ出力
Data read out (G: 下位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	A	
Data read out (B: 上位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	A	青データ出力
Data read out (B: 下位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	A	
Data read out (赤外: 上位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	A	A	赤外データ出力
Data read out (赤外: 下位バイト)		X	X	X	X	X	X	X	X	$\bar{A}$	P	

S=Start condition, Sr=Restart condition, A=Acknowledge, A=Acknowledge by host, P=Stop condition, R=Read mode(1), W=Write mode(0),  $\bar{A}$ =not acknowledge

■ フォーマット

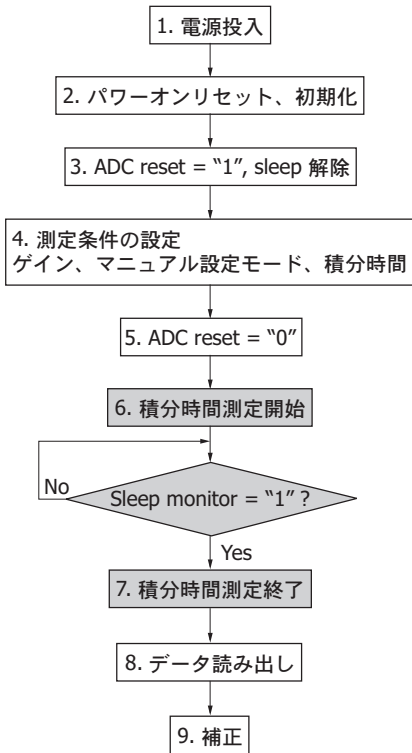


待機



from master to slave      from slave to master

感度ばらつき補正方法



積分時間を測定し、補正係数を求めることで感度ばらつきを軽減できます。

■ 積分時間の測定

積分時間の測定時は、必ずマニュアル設定モードにしてください。ADC reset="0"にするとマイコン側で積分時間の測定を開始します。Sleep monitor (Adrs00 bit5)="1"を確認することで積分時間 Tmeasが測定できます。

■ 補正方法

補正係数と補正後の感度は以下の式で表されます。

$$K = \frac{Tset}{Tmeas}$$

$$S' = S \cdot K$$

- K : 補正係数
- Tset : 積分時間 (設定)
- Tmeas: 積分時間 (測定)
- S : 受光感度 (測定)
- S' : 受光感度 (補正)

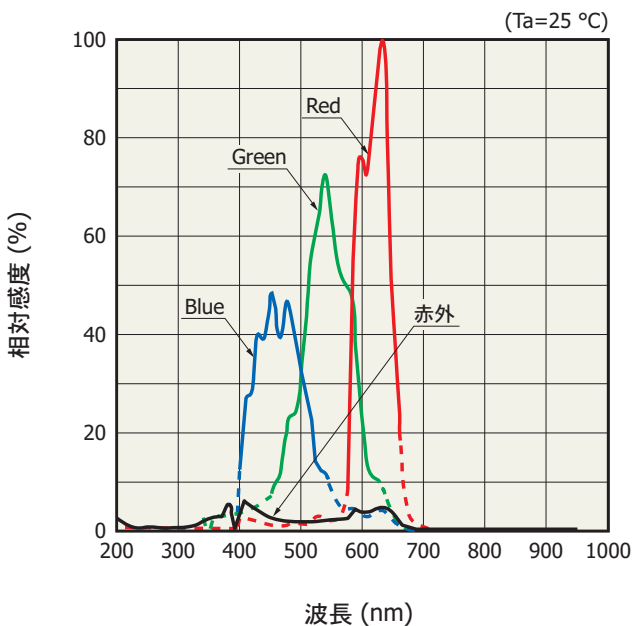
補正係数 Kを使用することにより、感度ばらつきを軽減することができます。

■ 積分時間の測定精度

ループ遅延時間 (Tunit)はTmeasの最小分解能です。Tunitを7.8 msとすれば初期設定における積分時間 (Tset)は546 ms × 4 = 2184 msとなるため、積分時間の測定精度は以下の式で表されます。

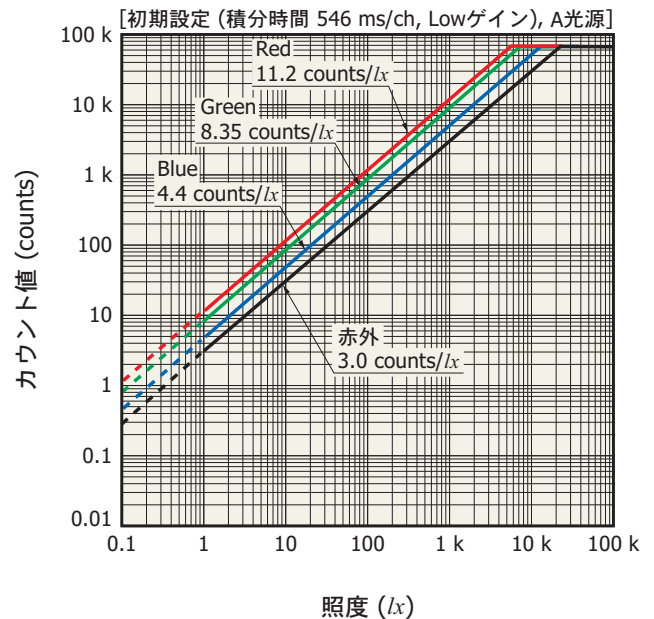
$$\frac{Tunit}{Tset} \times 100 = \frac{7.8}{2184} \times 100 = 0.36\%$$

分光感度特性 (代表例)



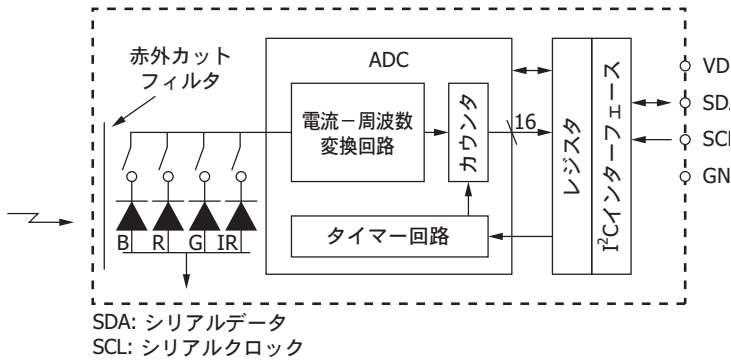
KPIC80169JA

カウント値－照度 (代表例)



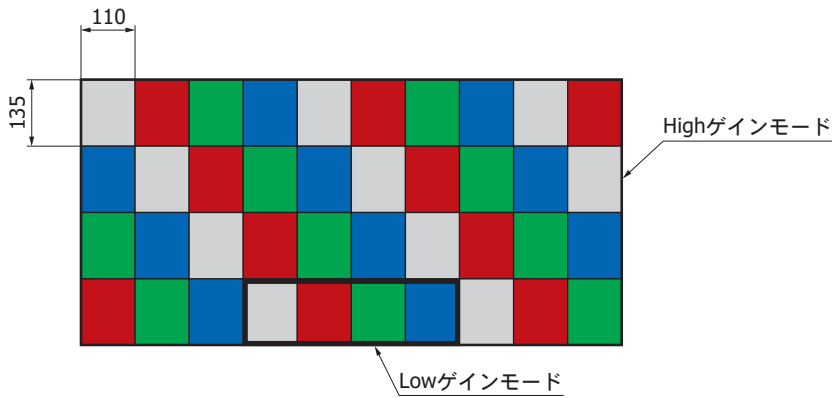
KPIC80170JA

■ ブロック図



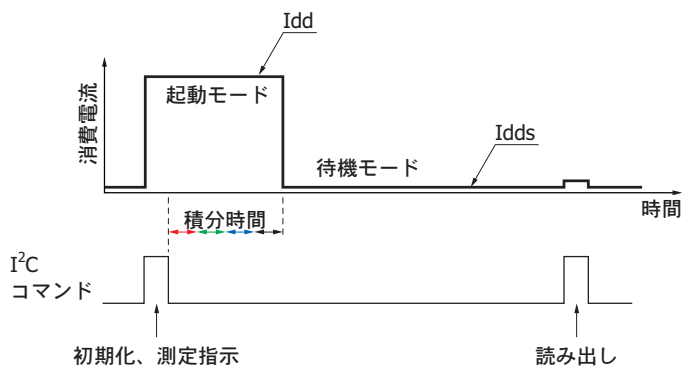
KPIC00152JB

■ 受光部拡大図 (単位: μm)



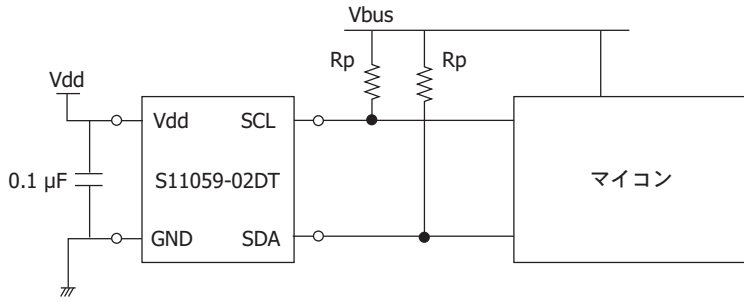
KPIC001533A

■ スリープ機能のタイミングチャート



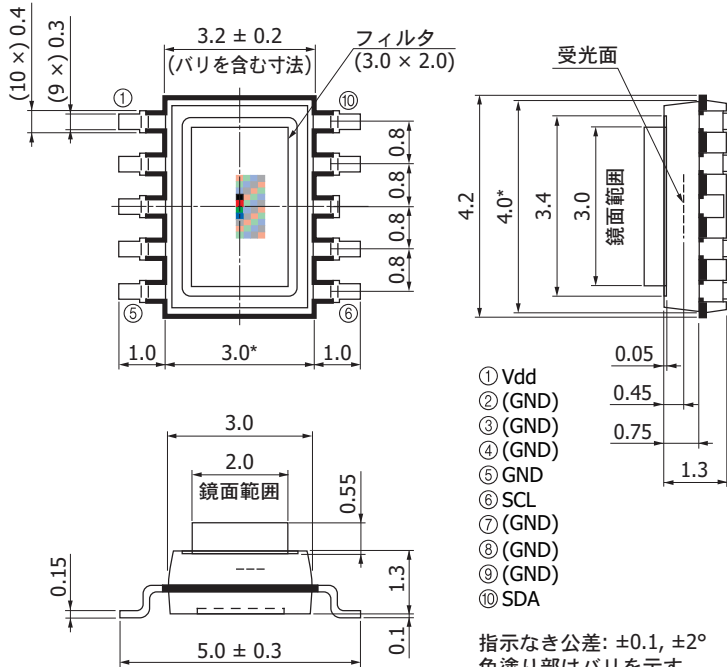
KPIC001583A

接続例



KPIC01853A

外形寸法図 (単位: mm)



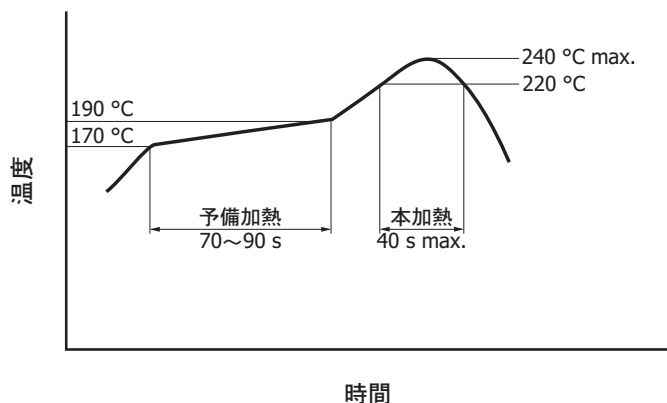
- ① Vdd
- ② (GND)
- ③ (GND)
- ④ (GND)
- ⑤ GND
- ⑥ SCL
- ⑦ (GND)
- ⑧ (GND)
- ⑨ (GND)
- ⑩ SDA

指示なき公差:  $\pm 0.1, \pm 2^\circ$   
 色塗り部はバリを示す  
 チップ位置精度: \*印を基準として  
 $X, Y \leq \pm 0.2, \theta \leq \pm 2^\circ$   
 標準梱包形態: リール (2000個/巻)

KPICA0090JB









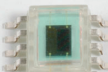
### リフローはんだ付けの推奨温度プロファイル (代表例)



KPICB01643B

- ・開封後は、5~25 °C、湿度 60%以下の環境下において24時間以内に使用してください。
- ・リフローはんだ付けは、使用する基板、リフロー炉によってデバイスに与えるストレスが異なります。リフロー条件の設定時には、信頼性に問題がないことを確認してください。また、急激な昇温・冷却はトラブルの原因となりますので、4 °C/秒未満に条件を設定してください。

### RGBカラーセンサのラインアップ

型名	種類	受光面サイズ (mm)	パッケージ (mm)	最大感度波長 (nm)	受光感度				写真		
					Low		High				
S9032-02	フォトダイオード	φ2.0	4 × 4.8 × 1.8 <sup>t</sup> 6ピン (フィルタ 0.75 <sup>t</sup> )	B 460	B	0.18 (A/W) [λ=460 nm]					
				G 540	G	0.23 (A/W) [λ=540 nm]					
				R 620	R	0.16 (A/W) [λ=620 nm]					
S9702	フォトダイオード	1.0 × 1.0	3 × 4 × 1.3 <sup>t</sup> 4ピン (フィルタ 0.75 <sup>t</sup> )	B 460	B	0.18 (A/W) [λ=460 nm]					
				G 540	G	0.23 (A/W) [λ=540 nm]					
				R 620	R	0.16 (A/W) [λ=620 nm]					
S10917-35GT	フォトダイオード	1.0 × 1.0	3 × 1.6 × 1.0 <sup>t</sup> COB (オンチップフィルタ)	B 460	B	0.2 (A/W) [λ=460 nm]					
				G 540	G	0.23 (A/W) [λ=540 nm]					
				R 620	R	0.17 (A/W) [λ=620 nm]					
S10942-01CT	フォトダイオード	1.0 × 1.0	3 × 1.6 × 1.0 <sup>t</sup> COB (オンチップフィルタ)	*	B	0.21 (A/W) [λ=460 nm]					
				*	G	0.25 (A/W) [λ=540 nm]					
				*	R	0.45 (A/W) [λ=640 nm]					
S9706	デジタルフォトIC	1.2 × 1.2	4 × 4.8 × 1.8 <sup>t</sup> 6ピン (フィルタ 0.75 <sup>t</sup> )	B 465	Low	B	0.21 (LSB/lx)	High	B	1.9 (LSB/lx)	
				G 540		G	0.45 (LSB/lx)		G	4.1 (LSB/lx)	
				R 615		R	0.64 (LSB/lx)		R	5.8 (LSB/lx)	
S11012-01CR	デジタルフォトIC	1.2 × 1.2	3.43 × 3.8 × 1.6 <sup>t</sup> COB (オンチップフィルタ)	*	Low	B	0.3 (LSB/lx)	High	B	2.6 (LSB/lx)	
				*		G	0.6 (LSB/lx)		G	5.3 (LSB/lx)	
				*		R	1.4 (LSB/lx)		R	12.9 (LSB/lx)	
S11059-02DT	i°C対応カラーセンサ	0.54 × 1.1	3 × 4.2 × 1.3 <sup>t</sup> 10ピン (オンチップフィルタ)	B 460	Low	B	4.4 (count/lx)	High	B	44.8 (count/lx)	
				G 530		G	8.3 (count/lx)		G	85.0 (count/lx)	
				R 615		R	11.2 (count/lx)		R	117.0 (count/lx)	
				IR 855		IR	3.0 (count/lx)		IR	30.0 (count/lx)	

\* 各製品のデータシートの分光感度特性を参照してください。