



赤外線光角度センサー

データシート

ADPD2140

特長

- 2軸光角度測定
- 入射光の入射角に対する線形応答
- 可視光ブロッキング光学フィルタ内蔵
- 光学系不要、正確なアライメント不要
- 低接合容量： $V_R = 0.2V$ でチャンネルあたり 12.7pF
- 低い逆暗電流： $V_R = 0.2V$ で 1.74pA（4 つすべてのチャンネルを並列接続）
- 8ピン、2mm×3mm、0.65mm高 LFCSP

アプリケーション

- 携帯機器でのジェスチャによるユーザー・インターフェース制御
- 物体の位置追跡
- 工業用／オートメーション・モニタリング
- 角度センシング
- 近接センシング
- 物体の距離測定（三角測距）

概要

ADPD2140 は、赤外線入射光の入射角を測定する光学センサーです。ADPD2140 の応答から計算される入射光の角度は、 $\pm 35^\circ$ の画角内で $\pm 5^\circ$ まで線形です。ADPD2140 の放射感度領域は 0.31mm^2 です。ADPD2140 は接合容量と暗電流が低いため、ADPD1080 測光用フロント・エンドとの最適な統合が可能です。ADPD2140 を発光ダイオード(LED) などの同期赤外線光源と共に使用すると、ジェスチャ

認識のために手の動きを検出できます。ADPD2140 には4つのフォトダイオード・チャンネルが必要です。そのため、ADPD2140 はADPD1080BCPZと併せて使用してください。小型で透明の2mm×3mm、8ピンLFCSPパッケージを採用したADPD2140は、 $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ の動作温度範囲で仕様規定されています。

機能ブロック図

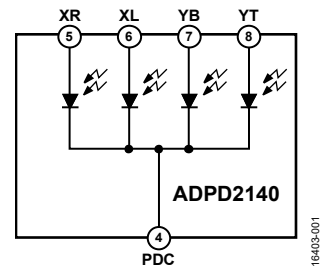


図 1.

Rev. 0

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

©2018 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

アナログ・デバイセズ株式会社

本社／〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル 10F
電話 03 (5402) 8200
大阪営業所／〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー 10F
電話 06 (6350) 6868
名古屋営業所／〒451-6038 愛知県名古屋市西区牛島町 6-1 名古屋ルーセントタワー 40F
電話 052 (569) 6300

目次

特長.....	1	代表的な性能特性.....	6
アプリケーション.....	1	動作原理.....	7
機能ブロック図.....	1	角度応答.....	7
概要.....	1	代表的な接続図.....	7
改訂履歴.....	2	アプリケーション情報.....	8
仕様.....	3	ジェスチャ認識.....	8
絶対最大定格.....	4	物体の三角測距.....	8
熱抵抗.....	4	評価用ボードの回路図とレイアウト.....	10
ハンダ付けプロファイル.....	4	外形寸法.....	12
ESDに関する注意.....	4	オーダー・ガイド.....	12
ピン配置およびピン機能の説明.....	5		

改訂履歴

8/2018-Revision 0: 初版

仕様

特に指定がない限り、記載されたすべての仕様は、4つすべてのフォトダイオード・チャンネルを合計した値です。

表 1.

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
ELECTRICAL SPECIFICATIONS						
Forward Voltage	V_F	Forward current (I_F) = 10 mA		0.75		V
Reverse Dark Current	I_D	Reverse voltage (V_R) = 0.2 V, $T_A = 20^\circ\text{C}$		1.74		pA
Junction Capacitance per Channel	C_D	$V_R = 0.2$ V, frequency = 100 kHz		12.7		pF
Rise Time	t_R	Load resistance (R_L) = 50 Ω , $\lambda = 880$ nm		227		ns
Fall Time	t_F	$R_L = 50$ Ω , $\lambda = 880$ nm		228		ns
OPTICAL SPECIFICATIONS						
Radiant Sensitive Area	A_D			0.31		mm ²
Angle of Half Sensitivity	ϕ			± 60		Degrees
Wavelength of Peak Sensitivity	λ_P			850		nm
Spectral Bandwidth	$\lambda_{10\%}$			800 to 1080		nm
Spectral Responsivity	S_{880}	$\lambda = 880$ nm		0.43		A/W
	S_{940}	$\lambda = 940$ nm		0.32		A/W
Angular Slope	M			0.00631		Ratio/ $^\circ$
Angular Zero Crossing Offset	Z			± 5		Degrees
Angular Field of View	FOV	Linearity within $\pm 5^\circ$		± 35		Degrees
TEMPERATURE RANGE						
Operating			-40		+85	$^\circ\text{C}$
Storage			-40		+125	$^\circ\text{C}$

絶対最大定格

表 2.

Parameter	Rating
Voltage (Any Channel)	
Forward	1 V
Reverse	8 V
Power Dissipation	8 mW
Junction Temperature	110°C
Solder Reflow Temperature (<10 sec)	260°C
Electrostatic Discharge (ESD)	
Human Body Model (HBM)	2000 V
Charged Device Model (CDM)	1250 V

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格のみを指定するものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間にわたり絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

熱抵抗

熱性能は、プリント回路基板（PCB）の設計と動作環境に直接関連しています。PCB の熱設計には、細心の注意を払う必要があります。

表 3.熱抵抗¹

Package Type	θ_{JA}	θ_{JC}	Unit
CP-8-17	52.45	11.55	°C/W

¹ テスト条件：熱抵抗のシミュレーション値は、4 つのサーマル・ビアを備えた JEDEC 2S2P サーマル・テスト・ボードに基づいています。JEDEC JESD-51 を参照してください。

ハンダ付けプロファイル

図 2 と表 4 に、推奨されるハンダ処理プロファイルの詳細を示します。

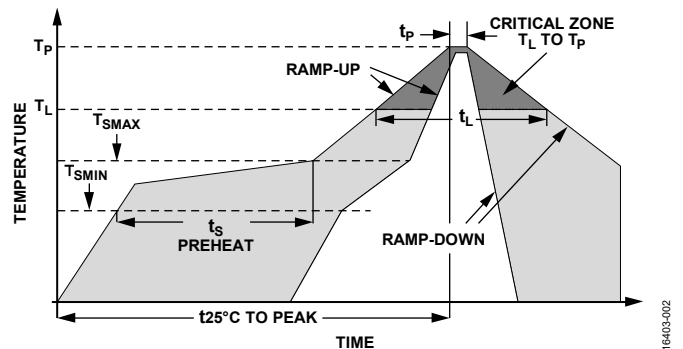


図 2.推奨のハンダ付けプロファイル

表 4.推奨されるハンダ付けプロファイル値¹

Profile Feature	Condition (Pb Free)
Average Ramp Rate (T_L to T_P)	2°C/sec maximum
Preheat	
Minimum Temperature (T_{SMIN})	150°C
Maximum Temperature (T_{SMAX})	200°C
Time (T_{SMIN} to T_{SMAX}) (t_s)	60 sec to 120 sec
T_{SMAX} to T_L Ramp-Up Rate	2°C/sec maximum
Liquidus Temperature (T_L)	217°C
Time Maintained Above T_L (t_L)	60 sec to 150 sec
Peak Temperature (T_P)	260°C + (0°C/-5°C)
Time Within 5°C of Actual Peak Temperature (t_P)	20 sec to 30 sec
Ramp Down Rate	3°C/sec maximum
Time from 25°C to Peak Temperature ($t_{25°C TO PEAK}$)	8 minutes maximum

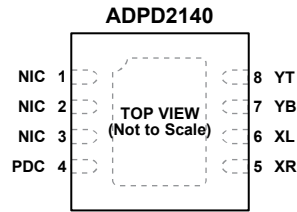
¹ JEDEC 規格 J-STD-020D.1 に基づく値。

ESD に関する注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能の説明



NOTES
 1. NIC = NOT INTERNALLY CONNECTED.
 2. EXPOSED PAD. ALWAYS CONNECT THE EXPOSED PAD TO PDC.
 DO NOT CONNECT THE EXPOSED PAD TO GROUND UNLESS PDC
 IS ALSO CONNECTED TO GROUND.

16403-003

図 3. ピン配置

表 5. ピン機能の説明

ピン番号	記号	タイプ	説明
1	NIC	内部では未接続	内部では未接続。このピンはフロート状態のままにしておきます。
2	NIC	内部では未接続	内部では未接続。このピンはフロート状態のままにしておきます。
3	NIC	内部では未接続	内部では未接続。このピンはフロート状態のままにしておきます。
4	PDC	アナログ入力	フォトダイオードのコモン・カソード (PDC)。
5	XR	アナログ出力	フォトダイオードの XR アノード。
6	XL	アナログ出力	フォトダイオードの XL アノード。
7	YB	アナログ出力	フォトダイオードの YB アノード。
8	YT	アナログ出力	フォトダイオードの YT アノード。
	EPAD	該当せず	露出パッド。露出パッドは常に PDC に接続します。PDC がグラウンドに接続されていない場合は、露出パッドをグラウンドに接続しないでください。

代表的な性能特性

特に指定がない限り、記載されたすべての性能特性は、4つすべてのフォトダイオード・チャンネルを合計した値です。

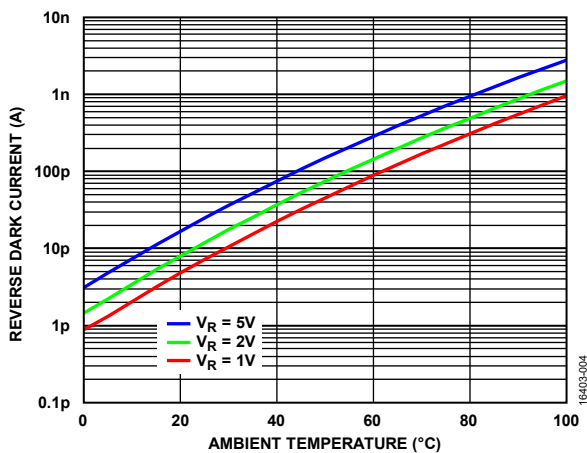


図 4. 逆電圧 (V_R) に対する逆暗電流と周囲温度の関係

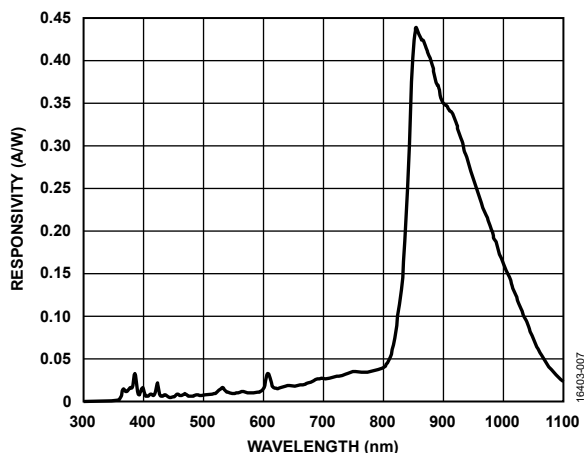


図 7. 応答性と波長の関係 (角度 = 0°)

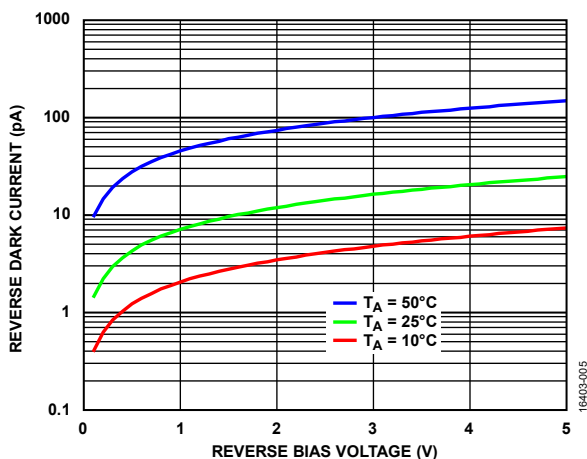


図 5. 温度変化に対する逆暗電流と逆バイアス電圧の関係

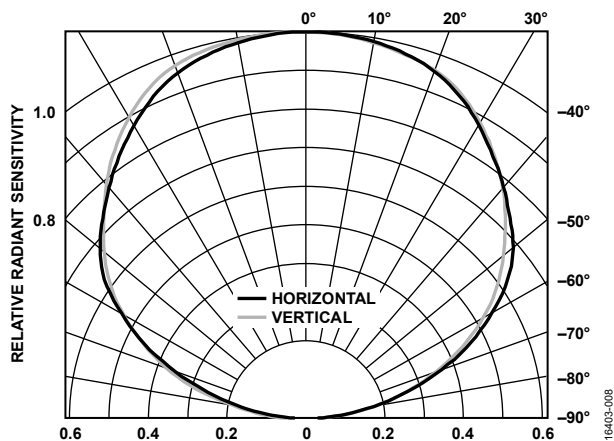


図 8. 相対放射感度と角度変位の関係

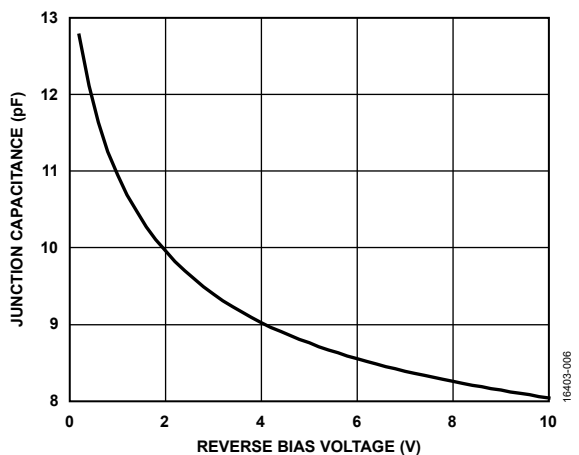


図 6. 接合容量と逆バイアス電圧の関係 (チャンネルごと)

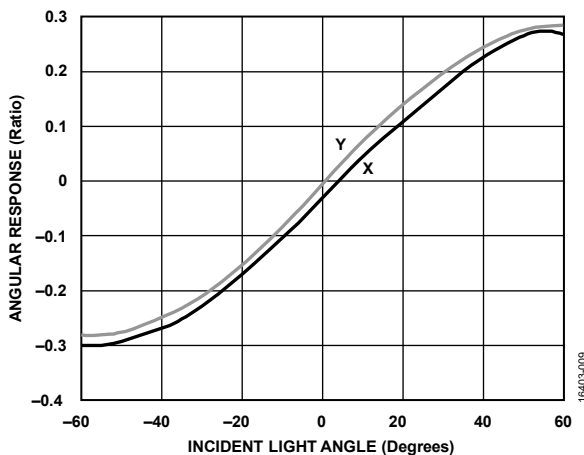


図 9. 角度応答と光の入射角の関係

動作原理

角度応答

ADPD2140 は、赤外線入射光の入射角の直線的な測定ができる、p 型、真性、n 型 (PIN) フォトダイオード・アレイで構成されています。ADPD2140 には 4 つの個別チャンネルがあり、各チャンネルが 1 つのフォトダイオードに対応します。

ADPD2140 により、x 方向と y 方向の 2 軸光角度測定が可能です。センサーを基準として x 方向と x 方向の角度を計算するには、4 つのフォトダイオード・チャンネル (XL、XR、YT、YB) と以下の式を使用します。

$$x = (x_L - x_R) / (x_L + x_R) \quad (1)$$

$$y = (y_T - y_B) / (y_T + y_B) \quad (2)$$

得られる量 (x および y) は、定数項 M を介して角度に関連付けられる比率です。水平方向と垂直方向の角度を計算するには、x と y を定数項 M で割ります (表 1 を参照)。ADPD2140 で測定される角度は、図 9 に示すように ±35° の画角内で ±5° まで線形であり、±5° にゼロ・クロッシング・オフセットがあります。式 1 と式 2 を使用する場合の指向性を図 10 に示します。この図は x 方向と y 方向の正の角度を示しています。

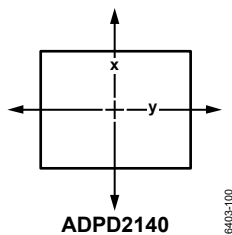


図 10. 指向性応答

ADPD2140 は、通常は LED または近赤外波長で動作するレーザー・エミッタと組み合わせて使用されます。ADPD2140 は外部レンズ不要の光角度測定を実現します。外部レンズは動作のために必要ではなく、推奨されません。

ADPD2140 に内蔵された可視光ブロッキング光学フィルタは、太陽光や室内照明などの望ましくない可視周辺光信号の除去機能を内蔵しています。図 7 に、ADPD2140 と内蔵の光学フィルタを合わせた応答性を示します。

ADPD2140 は接合容量と暗電流が低いため、ADPD1080 測光用フロント・エンドとの最適な統合が可能です。この全機能内蔵型ソリューションは、追加の周辺光除去、低消費電力動作、ADPD2140 のアナログ信号の A/D 変換機能を提供します。

代表的な接続図

図 11 に、ADPD2140 と ADPD1080 測光用フロント・エンドの接続を示します。最大 8 つのフォトダイオード入力チャンネルを持つ ADPD1080 は、ADPD2140 とインターフェースするアナログ・フロント・エンドの推奨製品です。このように構成した ADPD2140 および ADPD1080 ソリューションは、同期 LED パルスを使用した物体からの反射光の角度検出と、周辺光測定モードでの周辺光または他の非同期光源の入射角測定を実行できます。参考までに、ADPD2140 の通常動作に最適な逆バイアス電圧は 0.2V です。

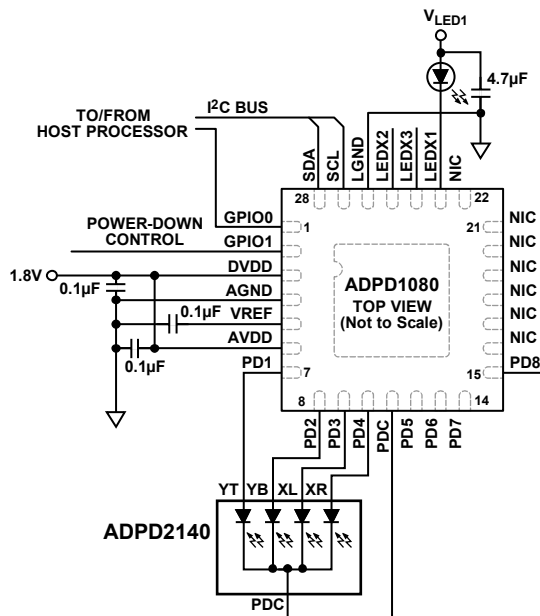


図 11. ADPD2140 と ADPD1080 の代表的な接続図

アプリケーション情報

ジェスチャ認識

ADPD2140 独自の角度応答と ADPD1080 の高性能周辺光除去を組み合わせると、堅牢で効果的なジェスチャ認識の実装が可能となります。以下のアルゴリズムは、ADPD2140 の 4 つのチャンネルから得られるデータに基づいて、上、下、左、右、クリックの手振りを認識する例です。

- ADPD2140 と ADPD1080 を使用してジェスチャ認識を実行する前に、ADPD1080 のクロックを補正します。32kHz クロックと 32MHz クロックの校正方法については、ADPD1080 のデータシートを参照してください。
- ADPD1080 の動作モードをサンプル・モードに設定するために、レジスタ 0x10 のビット [1:0] に 0x2 を書き込みます。
- デバイスによって測定されたデータを収集します。先入れ先出し (FIFO) と割り込みを使ってレジスタからデータを読み出す方法については、ADPD1080 のデータシートを参照してください。データは、データ・レジスタから直接読み出すか、またはレジスタ 0x60 の 128 バイト FIFO のビット [15:0] から読み出すことができます。
- ADPD1080 の 4 つの出力チャンネルのデータを使用して、光の入射角を計算します。x_L、x_R、y_T、y_B のデータを収集した後、以下の式によって角度と強度を計算します。
 水平方向の角度 : $x = (x_L - x_R) / (x_L + x_R)$
 垂直方向の角度 : $y = (y_T - y_B) / (y_T + y_B)$
 強度 : $L = x_L + x_R + y_T + y_B$
- ジェスチャ・イベントを検出する前に、各チャンネルから ADPD1080 のオフセットをデジタル方式で差し引く必要があります。これらのオフセットはフォトダイオードの暗電流によるものではなく、ADPD1080 の内蔵 A/D コンバータ (ADC) によって設定されます。レジスタ 0x18、レジスタ 0x19、レジスタ 0x1A、およびレジスタ 0x1B にはタイム・スロット A の ADC オフセットが格納され、レジスタ 0x1C、レジスタ 0x1D、レジスタ 0x1E、およびレジスタ 0x1F にはタイム・スロット B の ADC オフセットが格納されます。すべてのオフセットの公称値は 0x2000 です。これらのオフセットを変更するには、各チャンネルの 16 ビット出力を ADC コードで測定し、その値を ADC オフセット・レジスタ SLOTx_CHx_OFFSET 内の既存の 16 ビット数値 (公称値は 0x2000) に加算します。次に、この結果を ADC オフセット・レジスタに書き込みます。オフセットが正しく差し引かれていれば、センサーの視野に物体がない場合の強度の測定値 L はゼロ・コードに近づきます。
- ジェスチャ・イベントの開始は、強度データが、予め設定された閾値を超えた時として定義できます。公称値では、この閾値は 1000 コードに設定する必要があります。ただし、この閾値はアプリケーションに合わせて調整できます。
- ジェスチャ・イベントの終了は、強度が予め設定された閾値を下回ってからのサンプル数が、所定のサンプルの最小数 (公称値は 5 サンプル) を超えた時として定義できます。
- ジェスチャ・イベントの開始点と終了点を使用して、ジェスチャが上、右、左、下、またはクリックのどれであったかを決定します。このプロセスの詳細は、以下の擬似コードを参照してください。

```
event = False
intensityThreshold = 1000 (should be
adjustable by the user)
clickThreshold = 0.07 (should be adjustable
by the user)
```

```
if event = True:
    i += 1
    if i >= 5 and L < intensityThreshold:
        event = False
        gestureStopX = x
gestureStopY = y
m = (gestureStartY -
gestureStopY) / (gestureStartX - gestureStopX +
1e-6)
d = sqrt((gestureStartX - gestureStopX)^2 +
(gestureStartY - gestureStopY)^2)
if d < clickThreshold:
    gesture = 'CLICK'
else:
    if abs(m) > 1:
        if gestureStartY >
gestureStopY:
            gesture = 'UP'
        else:
            gesture = 'DOWN'
    elif abs(m) < 1:
        if gestureStartX >
gestureStopX:
            gesture = 'LEFT'
        else:
            gesture = 'RIGHT'
    else:
        if L > intensityThreshold:
            i = 0
            event = True
            gestureStartX = x
gestureStartY = y
```

物体の三角測距

1 つの ADPD2140 で物体または光源の x 座標と y 座標を測定できますが、2 つの ADPD2140 を離して配置すると、三角測距を使用して z 方向の距離を計算できます。上付き文字の A と B は、ADPD2140 のタイム・スロット A とタイム・スロット B で測定される ADPD2140 センサーを示します。三角測距による距離 z は次のように計算されます。

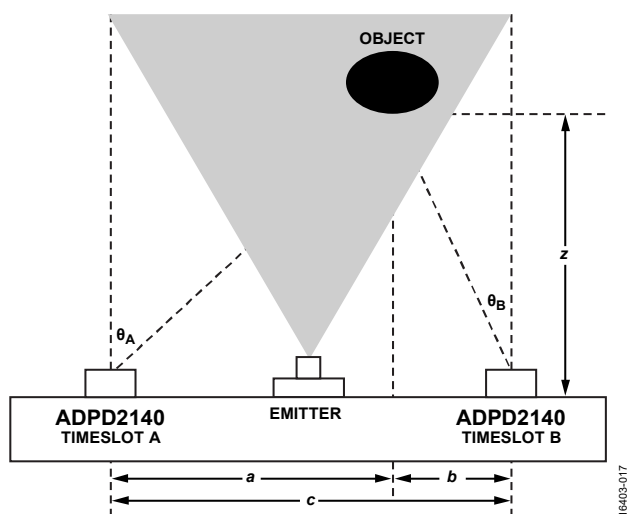
sign(y^A) = sign(y^B)の場合、

$$z = \frac{C}{\sqrt{(y^A - y^B)^2}}$$

sign(y^A) ≠ sign(y^B)の場合、

$$z = \frac{C}{\sqrt{(y^A + y^B)^2}}$$

C は、2 つの角度ダイオード間のベースライン距離に依存する、経験的に決定される比例定数です。この定数を使用して、x および y の測定値をラジアン単位の角度に変換できます。参考までに、2 つの角度ダイオード間のベースライン距離 (c) は、[EVAL-ADPD2140Z](#) 評価用ボード上の 1 インチに相当します。この量により、最終的な距離測定出力の単位が設定されます。図 12 に、ADPD2140 を使用した標準的な三角測距の動作を示します。



16403-017

図 12.ADPD2140 を使用した三角測距

評価用ボードの回路図とレイアウト

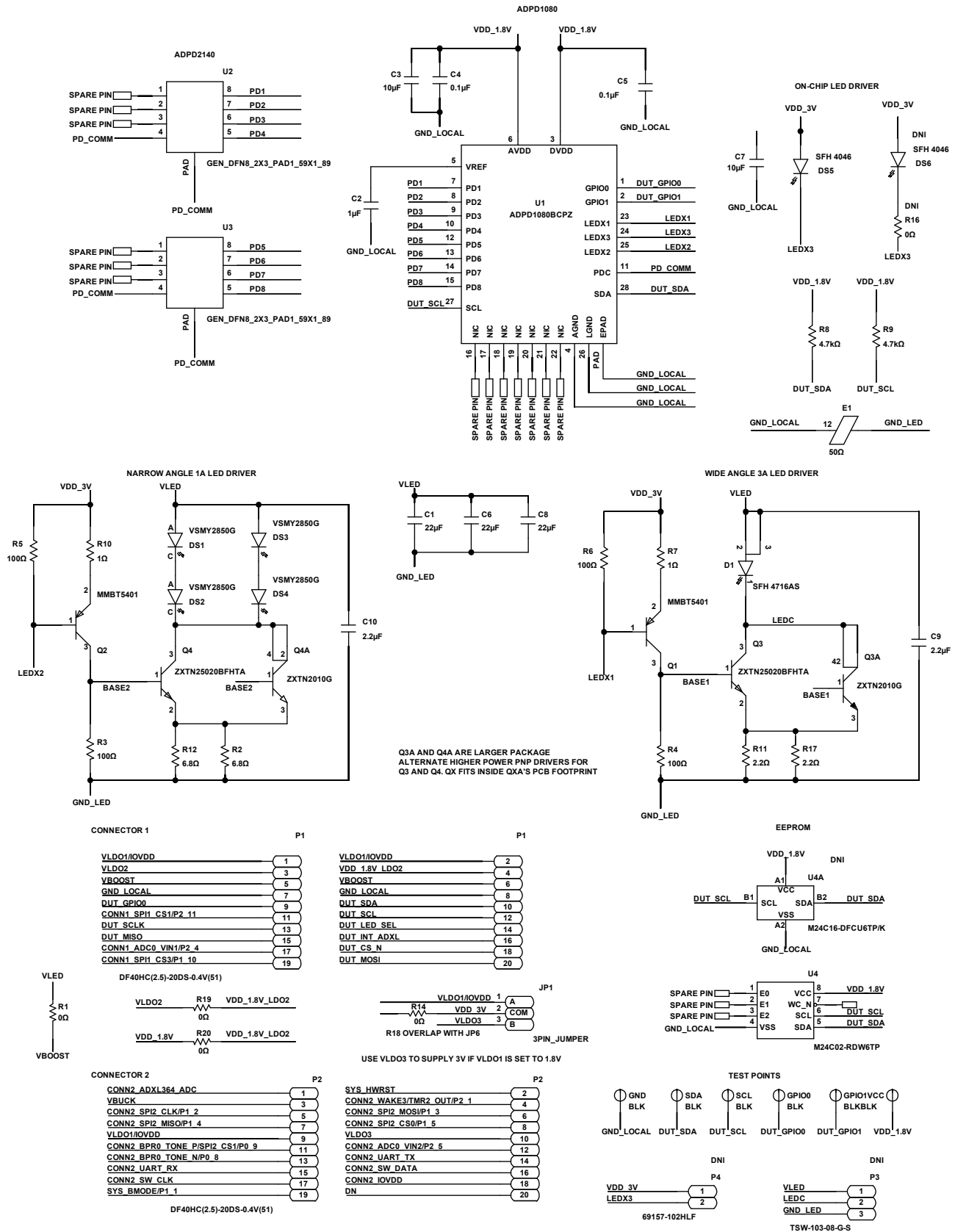


図 13. EVAL-ADPD2140Z 評価用ボードの回路図

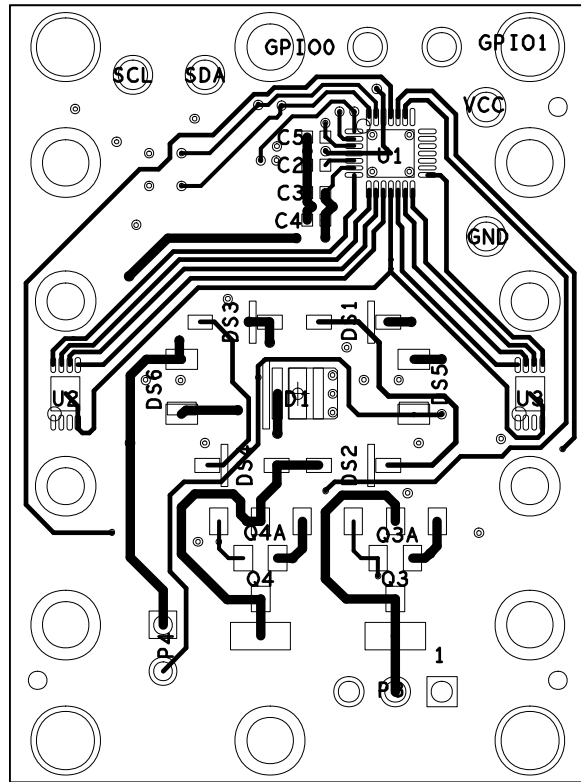


図 14. EVAL-ADPD2140Z 評価用ボードのレイアウト

外形寸法

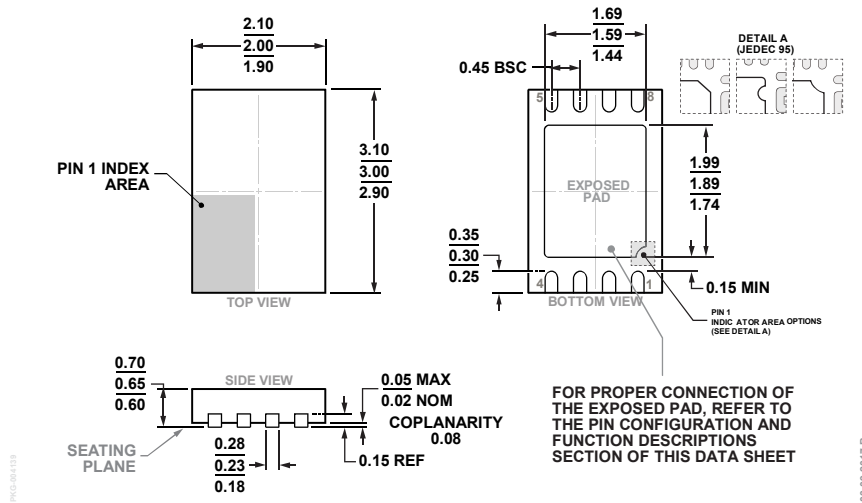


図 15.8 ピン・リードフレーム・チップスケール・パッケージ [LFCSP]
 2 mm × 3 mm ボディ、0.65 mm パッケージ高
 (CP-8-17)
 寸法単位：mm

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	Package Description	Package Option
ADPD2140BCPZN-R7	-40°C to +85°C	8-Lead Lead Frame Chip Scale Package [LFCSP]	CP-8-17
ADPD2140BCPZN-RL	-40°C to +85°C	8-Lead Lead Frame Chip Scale Package [LFCSP]	CP-8-17
EVAL-ADPD2140Z		ADPD2140 Evaluation Board	

¹Z = RoHS 準拠製品