

ACPL-K43U

動作温度範囲の広い 1 MBd R² Coupler™ デジタル・フォトカプラ

概要

Broadcom® ACPL-K43U は産業用途で使用する目的で設計され、ストレッチ SO-8 パッケージに収められた、高温対応、高い CMR を特長とするシングルチャネル・デジタル・フォトカプラです。

このデジタル・フォトカプラは、LED と 受光 IC との間に絶縁層を挿入することにより、入出力間に電氣的絶縁を実現しています。フォトダイオードのバイアスと出力トランジスタのコレクタを分離することにより、ベース-コレクタ間容量を減らし、従来のフォトトランジスタ・カプラと比べおよそ 100 倍の高速化を実現しています。

Broadcom R²Coupler™ 製品は、高温対応が求められる産業用途において重要な、安全な信号分離を実現する強化絶縁と信頼性を提供します。

特長

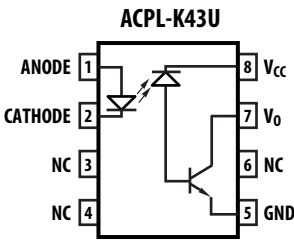
- 産業用途向けの高温対応と信頼性を備えた低速デジタル・インターフェース
- $I_F = 0.8 \text{ mA}$ または 1.5 mA でのステータス・フィードバック用の超低駆動
- $V_{CM} = 1500\text{V}$ での $30 \text{ kV}/\mu\text{s}$ (標準) 高い同相除去
- コンパクトで自動実装可能なストレッチ SO8 パッケージ
- 広い動作温度範囲: $-40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$
- データレート: 1 MBd
- 低伝達遅延: $1 \mu\text{s}$ 最大 @ $I_F = 10 \text{ mA}$
- 安全規格認証:
 - UL 1577 認証、 $5 \text{ kV}_{RMS}/1 \text{ 分間}$
 - CSA 認定
 - IEC/EN/DIN EN 60747-5-5

応用例

- DC-DC コンバータおよびモータ・インバータの IPM 駆動部
- ステータス・フィードバックおよびウェイクアップ信号分離
- CANBus および SPI 通信インターフェース
- 高温デジタル/アナログ信号分離

注意! この製品を取り扱う際は、静電気放電による損傷や劣化を防ぐため、一般的な静電気対策を講じることをお勧めします。このデータ・シートに記載された製品は、軍事または航空宇宙用途および環境で使用しないでください。

内部ブロック図



真理値表

LED	V _O
ON	LOW
OFF	HIGH

注：ピン 5 - 8 間に 0.1 μF のバイパス・コンデンサを接続します。

オーダ情報

型名	オプション (RoHS 指令準拠)	パッケージ	表面実装	テープ & リール	UL 5000 V _{rms} /1 分定格	IEC/EN/DIN EN 60747-5-5	梱包単位
ACPL-K43U	-060E	ストレッチ SO-8	X	—	X	X	80 個/チューブ
	-560E		X	X	X	X	1000 個/リール

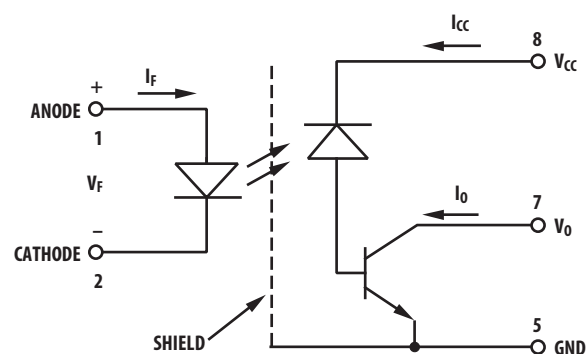
ご注文の際は、型名欄から選択した製品型名とオプション欄のご希望のオプションとを組み合わせで発注してください。

例 1：ACPL-K43U-560E は、RoHS 指令準拠、IEC/EN/DIN EN 60747-5-5 安全規格認証、テープ & リール梱包、SSO-8 表面実装パッケージの製品です。

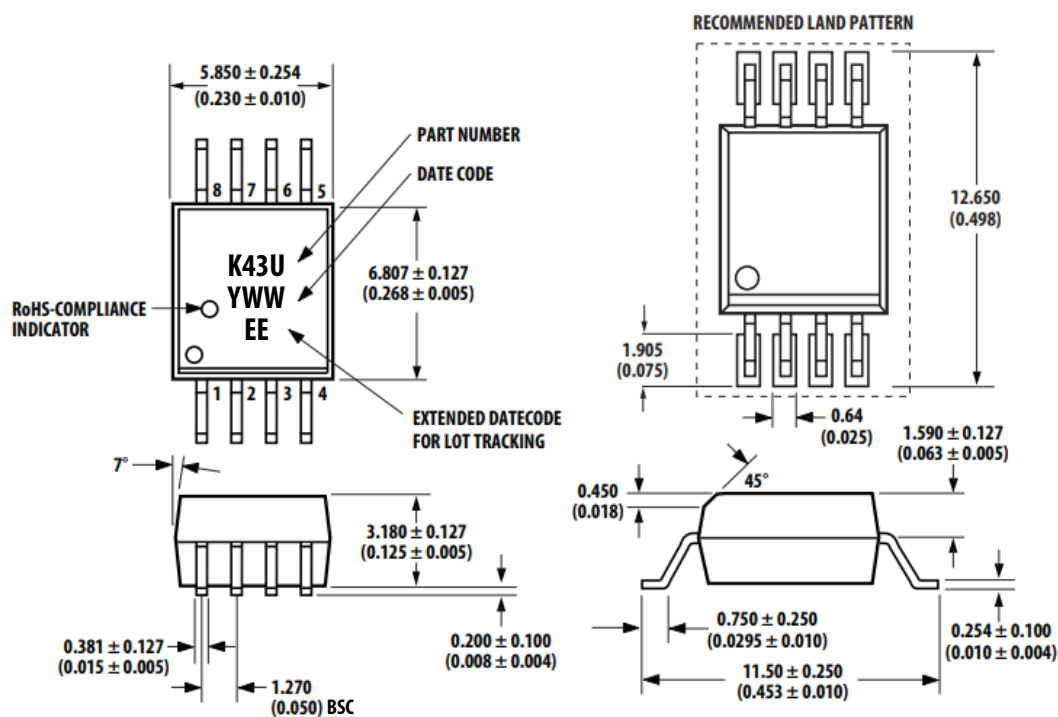
オプションのデータ・シートもご用意しています。詳細は、Broadcom の正規販売代理店までお問い合わせください。

回路図

ACPL-K43U



パッケージ寸法図（ストレッチ S08）



推奨鉛フリー IR プロファイル

JEDEC 規格 J-STD-020（最新版）に準拠したリフロー条件を推奨。

注： 非ハロゲン化物系フラックスを使用してください。

安全規格

The ACPL-K43U is approved by the following organizations.

UL	UL 1577, component recognition program up to $V_{ISO} = 5 \text{ kV}_{RMS}$
CSA	CSA Component Acceptance Notice #5
IEC/EN/DIN EN 60747-5-5	IEC 60747-5-5 EN 60747-5-5 DIN EN 60747-5-5

絶縁と安全に関連する仕様

Parameter	Symbol	ACPL-K43U	Units	Conditions
Minimum External Air Gap (Clearance)	L(101)	8	mm	Measured from input terminals to output terminals, shortest distance through air.
Minimum External Tracking (Creepage)	L(102)	8	mm	Measured from input terminals to output terminals, shortest distance path along body.
Minimum Internal Plastic Gap (Internal Clearance)	—	0.08	mm	Through insulation distance conductor to conductor, usually the straight line distance thickness between the emitter and detector.
Tracking Resistance (Comparative Tracking Index)	CTI	175	V	DIN IEC 112/VDE 0303 Part 1
Isolation Group (DIN VDE0109)	—	IIIa	—	Material Group (DIN VDE 0109)

IEC/EN/DIN EN 60747-5-5 絶縁関連特性

Description	Symbol	Characteristic	Units
Installation classification per DIN VDE 0110/1.89, Table 1			
for rated mains voltage $\leq 150V_{rms}$	—	I-IV	—
for rated mains voltage $\leq 300 V_{rms}$	—	I-IV	—
for rated mains voltage $\leq 450 V_{rms}$	—	I-IV	—
for rated mains voltage $\leq 600 V_{rms}$	—	I-IV	—
for rated mains voltage $\leq 1000 V_{rms}$	—	I-III	—
Climatic Classification	—	55/100/21	—
Pollution Degree (DIN VDE 0110/1.89)	—	2	—
Maximum Working Insulation Voltage	V_{IORM}	1140	V_{peak}
Input to Output Test Voltage, Method b $V_{IORM} \times 1.875 = V_{PR}$, 100% Production Test with $t_m = 1$ second, Partial discharge < 5 pC	V_{PR}	2137	V_{peak}
Input to Output Test Voltage, Method a $V_{IORM} \times 1.6 = V_{PR}$, Type and Sample Test, $t_m = 10$ seconds, Partial discharge < 5 pC	V_{PR}	1824	V_{peak}
Highest Allowable Overvoltage (Transient Overvoltage $t_{ini} = 60$ seconds)	V_{IOTM}	8000	V_{peak}
Safety Limiting Values (Maximum values allowed in the event of a failure)			
Case Temperature	T_S	175	°C
Input Current	$I_{S, INPUT}$	230	mA
Output Power	$P_{S, OUTPUT}$	600	mW
Insulation Resistance at T_S , $V_{IO} = 500V$	R_S	$>10^9$	Ω

絶対最大定格

Parameter		Symbol	Min.	Max.	Units
Storage Temperature		T _{STG}	−55	150	°C
Operating Ambient Temperature		T _A	−40	125	°C
Average Forward Input Current		I _{F(avg)}	—	20	mA
Peak Forward Input Current (50% duty cycle, 1-ms pulse width)		I _{F(peak)}	—	40	mA
Peak Transient Input Current (≤ 1-μs pulse width, 300 ps)		I _{F(trans)}	—	100	mA
Reversed Input Voltage		V _R	—	5	V
Input Power Dissipation (per channel)		P _{IN}	—	30	mW
Output Power Dissipation		P _O	—	100	mW
Average Output Current		I _O	—	8	mA
Peak Output Current		I _{O(pk)}	—	16	mA
Supply Voltage		V _{CC}	−0.5	30	V
Output Voltage		V _O	−0.5	20	V
Lead Soldering Cycle	Temperature	—	—	260	°C
	Time	—	—	10	s

推奨動作条件

Parameter		Symbol	Min.	Max.	Units
Supply Voltage		V _{CC}	—	20	V
Operating Temperature		T _A	−40	125	°C

電気特性仕様 (DC)

Over recommended operating conditions, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 125°C , unless otherwise specified.

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions		Figure	Note
Current Transfer Ratio	CTR	32	65	100	%	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	$V_{CC} = 4.5\text{V}, V_O = 0.4\text{V}, I_F = 10\text{ mA}$	1, 2, 4	a
		24	65	—					
		33	160	—			$V_{CC} = 4.5\text{V}, V_O = 0.4\text{V}, I_F = 1.5\text{ mA}$		
		25	165	—			$V_{CC} = 4.5\text{V}, V_O = 0.4\text{V}, I_F = 0.8\text{ mA}$		
Logic Low Output Voltage	V_{OL}	—	0.1	0.5	V		$V_{CC} = 4.5\text{V}, I_O = 2.4\text{ mA}, I_F = 10\text{ mA}$	—	
		—	0.1	—			$V_{CC} = 4.5\text{V}, I_O = 0.5\text{ mA}, I_F = 1.5\text{ mA}$	—	
		—	0.1	—			$V_{CC} = 4.5\text{V}, I_O = 0.2\text{ mA}, I_F = 0.8\text{ mA}$	—	
Logic High Output Current	I_{OH}	—	3×10^{-5}	0.5	μA	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	$V_O = V_{CC} = 5.5\text{V}, I_F = 0\text{ mA}$	13, 14	
		—	8×10^{-5}	5			$V_O = V_{CC} = 20\text{V}, I_F = 0\text{ mA}$		
Logic Low Supply Current (per Channel)	I_{CCL}	—	85	200	μA		$I_F = 10\text{ mA}, V_O = \text{open}, V_{CC} = 20\text{V}$	—	
		—	15	—			$I_F = 1.5\text{ mA}, V_O = \text{open}, V_{CC} = 20\text{V}$	—	
Logic High Supply Current (per Channel)	I_{CCH}	—	0.02	1	μA	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	$I_F = 0\text{ mA}, V_O = \text{open}, V_{CC} = 20\text{V}$	—	
		—	—	2.5					
Input Forward Voltage	V_F	1.45	1.55	1.75	V	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	$I_F = 10\text{ mA}$	3	
		1.25	1.55	1.85				—	
Input Reversed Breakdown Voltage	BV_R	5	—	—	V		$I_R = 10\text{ }\mu\text{A}$	—	
Temperature Coefficient of Forward Voltage	$\Delta V_F / \Delta T_A$	—	-1.5	—	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$		$I_F = 10\text{ mA}$	—	
		—	-1.8	—			$I_F = 1.5\text{ mA}$		
Input Capacitance	C_{IN}	—	90	—	pF		$F = 1\text{ MHz}, V_F = 0$	—	

a. Current transfer ratio in percent is defined as the ratio of output collector current, I_O , to the forward LED input current, I_F , times 100.

スイッチング特性仕様 (AC)

Over recommended operating conditions, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 125°C , $V_{CC} = 5.0\text{V}$ unless otherwise specified.

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units	Test Conditions			Figure	Note
Propagation Delay Time to Logic Low at Output	t_{PHL}	0.07	0.15	0.8	μs	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	$I_F = 10\text{ mA}$, $R_L = 1.9\text{ k}\Omega$	Pulse: $f = 10\text{ kHz}$, Duty cycle = 50%, $C_L = 15\text{ pF}$, $V_{\text{THHL}} = 1.5\text{V}$	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15	a, b
		0.06	—	1.0						
		—	0.7	5			$I_F = 1.5\text{ mA}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$			
		—	1	10			$I_F = 0.8\text{ mA}$, $R_L = 27\text{ k}\Omega$			
Propagation Delay Time to Logic High at Output	t_{PLH}	0.15	0.5	0.8	μs	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	$I_F = 10\text{ mA}$, $R_L = 1.9\text{ k}\Omega$	Pulse: $f = 10\text{ kHz}$, Duty cycle = 50%, $C_L = 15\text{ pF}$, $V_{\text{THHL}} = 2.0\text{V}$	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15	a, b
		0.03	—	1.0						
		—	0.9	5			$I_F = 1.5\text{ mA}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$			
		—	2	10			$I_F = 0.8\text{ mA}$, $R_L = 27\text{ k}\Omega$			
Pulse Width Distortion	PWD	—	0.35	0.45	μs	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	$I_F = 10\text{ mA}$, $R_L = 1.9\text{ k}\Omega$	Pulse: $f = 10\text{ kHz}$, Duty cycle = 50%, $C_L = 15\text{ pF}$, $V_{\text{THHL}} = 1.5\text{V}$, $V_{\text{THLH}} = 2.0\text{V}$		a, b, c
		—	—	0.85						
Propagation Delay Difference Between Any 2 Parts	PDD	—	0.35	0.5	μs	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	$I_F = 10\text{ mA}$, $R_L = 1.9\text{ k}\Omega$	Pulse: $f = 10\text{ kHz}$, Duty cycle = 50%, $C_L = 15\text{ pF}$, $V_{\text{THHL}} = 1.5\text{V}$, $V_{\text{THLH}} = 2.0\text{V}$		a, b, d
		—	—	0.9						
Common Mode Transient Immunity at Logic High Output	$\text{ICM}_{\text{H}} $	15	30	—	$\text{kV}/\mu\text{s}$		$I_F = 0\text{ mA}$, $R_L = 1.9\text{ k}\Omega$	$V_{\text{CM}} = 1500\text{V}_{\text{p-p}}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	16	e
Common Mode Transient Immunity at Logic Low Output	$\text{ICM}_{\text{L}} $	15	30	—	$\text{kV}/\mu\text{s}$		$I_F = 10\text{ mA}$, $R_L = 1.9\text{ k}\Omega$			
Common Mode Transient Immunity at Logic High Output	$\text{ICM}_{\text{H}} $	—	5	—	$\text{kV}/\mu\text{s}$		$I_F = 0\text{ mA}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$	$V_{\text{CM}} = 1500\text{V}_{\text{p-p}}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	16	e
Common Mode Transient Immunity at Logic Low Output	$\text{ICM}_{\text{L}} $	—	5	—	$\text{kV}/\mu\text{s}$		$I_F = 1.5\text{ mA}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$			

- Use of a 0.1-F bypass capacitor connected between pins 5 and 8 is recommended.
- The 1.9-k load represents one TTL unit load of 1.6 mA and the 5.6-k pull-up resistor.
- Pulse Width Distortion (PWD) is defined as $|t_{\text{PHL}} - t_{\text{PLH}}|$ for any given device.
- The difference between t_{PLH} and t_{PHL} between any two parts under the same test condition.
- Common transient immunity in a Logic High level is the maximum tolerable (positive) dV_{CM}/dt on the rising edge of the common mode pulse, V_{CM} , to assure that the output will remain in a Logic High state (that is, $V_O > 2.0\text{V}$). Common mode transient immunity in a Logic Low level is the maximum tolerable (negative) dV_{CM}/dt on the falling edge of the common mode pulse signal, V_{CM} to assure that the output will remain in a Logic Low state (that is, $V_O < 0.8\text{V}$).

パッケージ特性

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions	Figure	Note
Input-Output Momentary Withstand Voltage ^a	V _{ISO}	5000	—	—	V _{RMS}	RH ≤ 50%, t = 1 minute, T _A = 25°C	—	b, c
Input-Output Resistance	R _{I-O}	—	10 ¹⁴	—	Ω	V _{I-O} = 500 V _{dc}	—	b
Input-Output Capacitance	C _{I-O}	—	0.6	—	pF	f = 1 MHz, V _{I-O} = 0 V _{dc}	—	b

- The Input-Output Momentary Withstand Voltage is a dielectric voltage rating that should not be interpreted as an input-output continuous voltage rating.
- The device is considered a two terminal device: pins 1, 2, 3, and 4 shorted together, and pins 5, 6, 7, and 8 are shorted together.
- In accordance with UL 1577, each optocoupler is proof-tested by applying an insulation test voltage ≥ 6000 V_{RMS} for 1 second.

図 1 : DC and Pulsed Transfer Characteristics

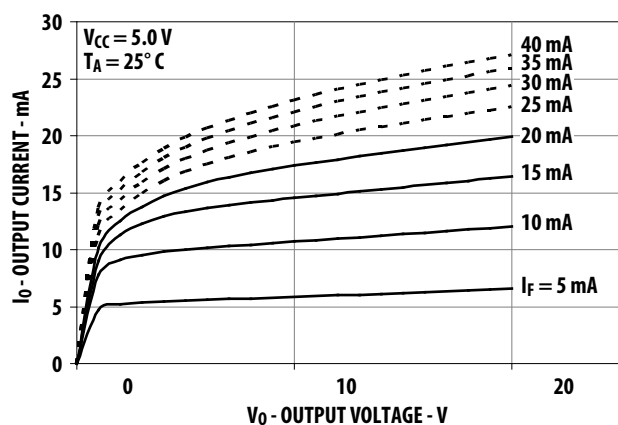


図 2 : Current Transfer Ratio vs. Input Current.

$V_O = 0.4\text{ V}$, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

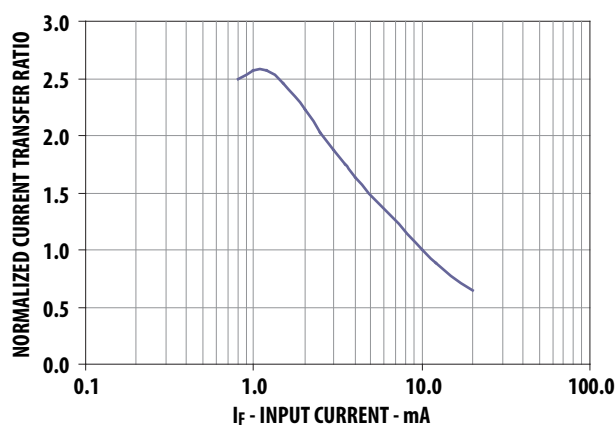


図 3 : Input Current vs. Forward Voltage

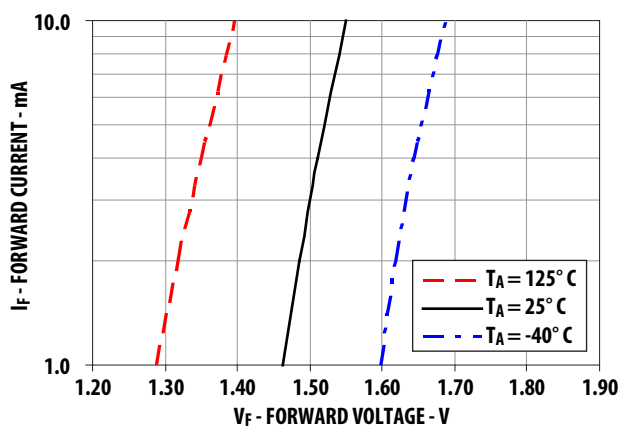


図 4 : Current Transfer Ratio vs. Temperature

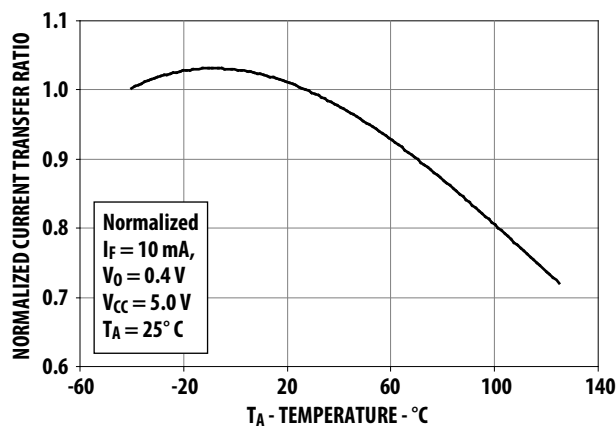


図 5 : Propagation Delay Time vs. Temperature.

$I_F = 10\text{ mA}$, $R_L = 1.9\text{ k}\Omega$, $C_L = 15\text{ pF}$.

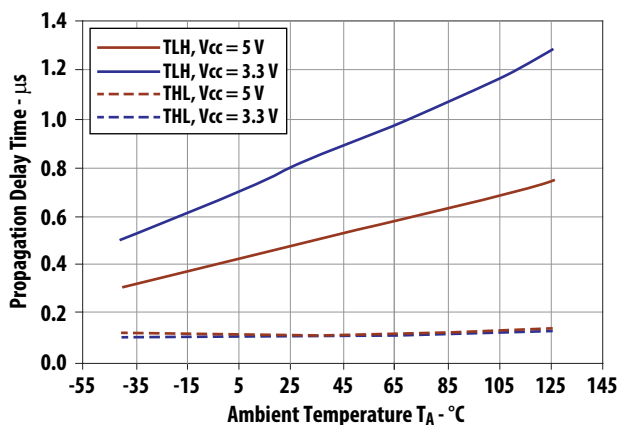


図 6 : Propagation Delay Time vs. Temperature.

$I_F = 10\text{ mA}$, $R_L = 20\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$.

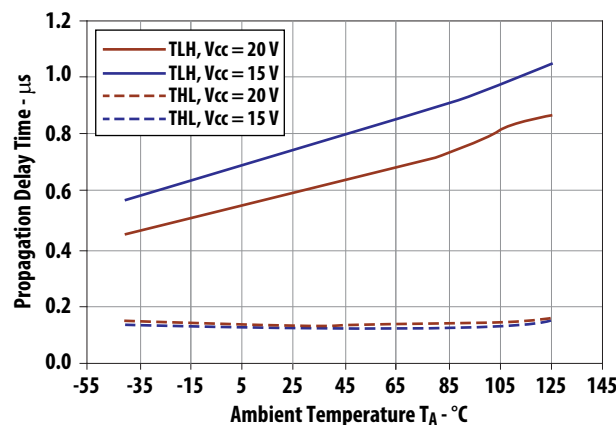


図 7 : Propagation Delay Time vs. Load Resistance

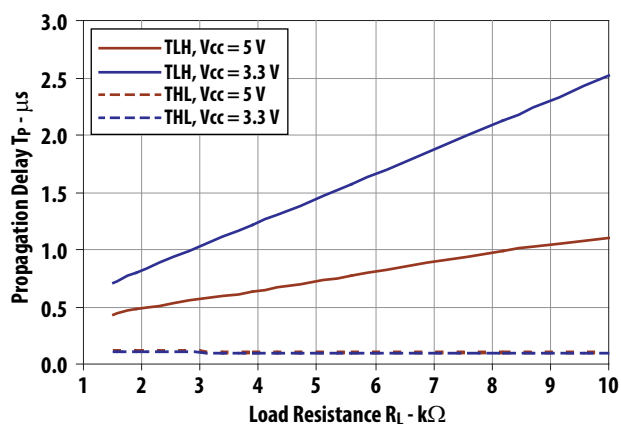


図 8 : Propagation Delay Time vs. Load Resistance

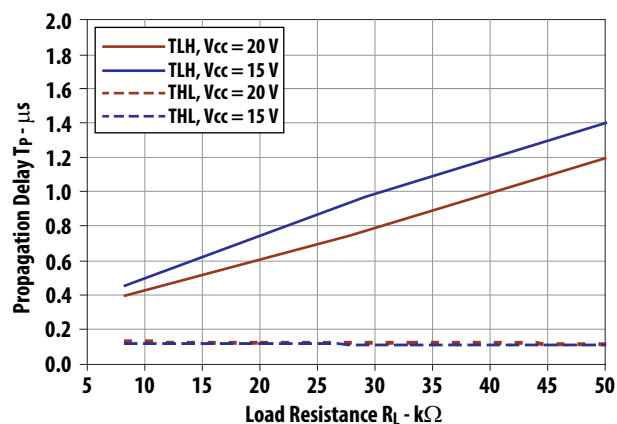
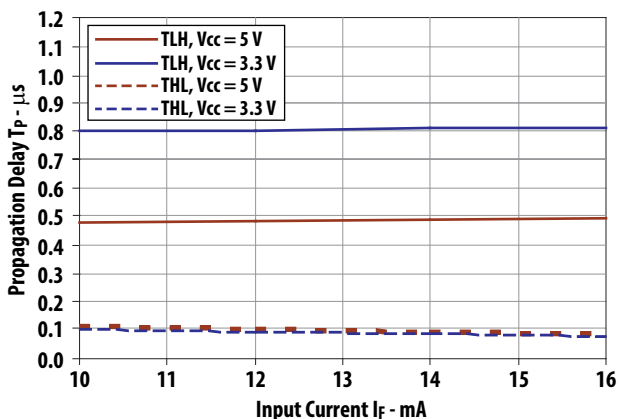
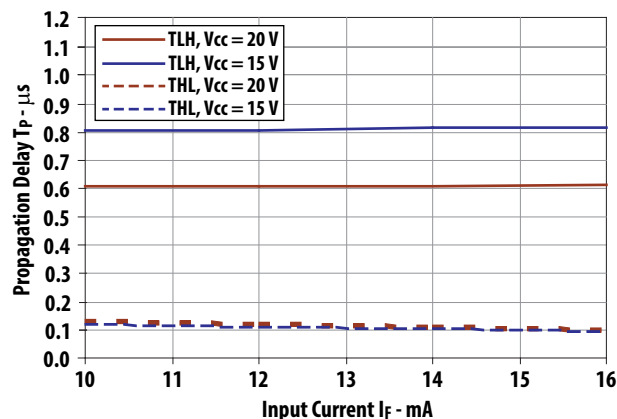
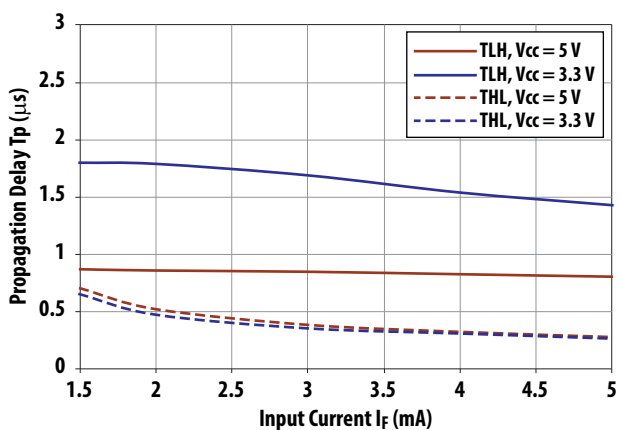
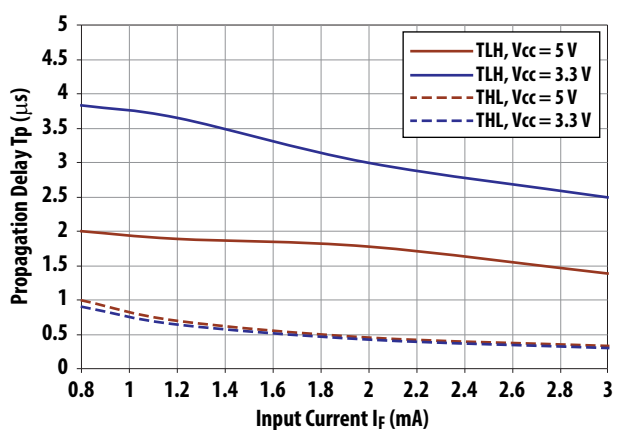
図 9 : Propagation Delay Time vs. Input Current.
 $R_L = 1.9 \text{ k}\Omega$, $C_L = 15 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.図 10 : Propagation Delay Time vs. Input Current.
 $R_L = 20 \text{ k}\Omega$, $C_L = 15 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.図 11 : Propagation Delay Time vs. Input Current.
 $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 15 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.図 12 : Propagation Delay Time vs. Input Current.
 $R_L = 27 \text{ k}\Omega$, $C_L = 15 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

図 13 : Logic High Output Current vs Supply Voltage

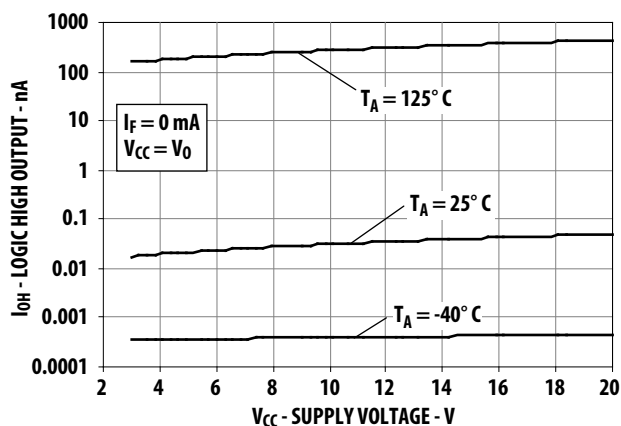


図 14 : Logic High Output Current vs Temperature

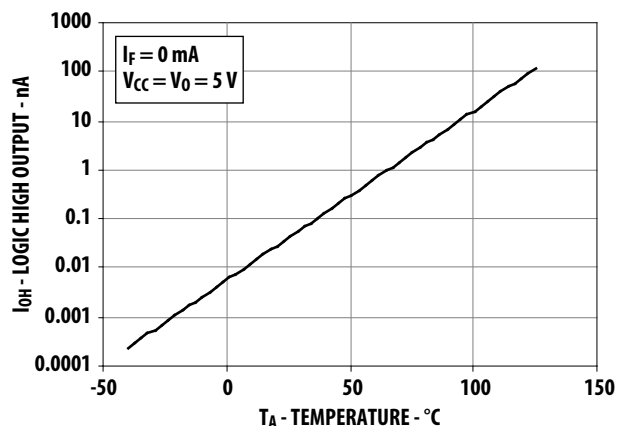


図 15 : Switching Test Circuit

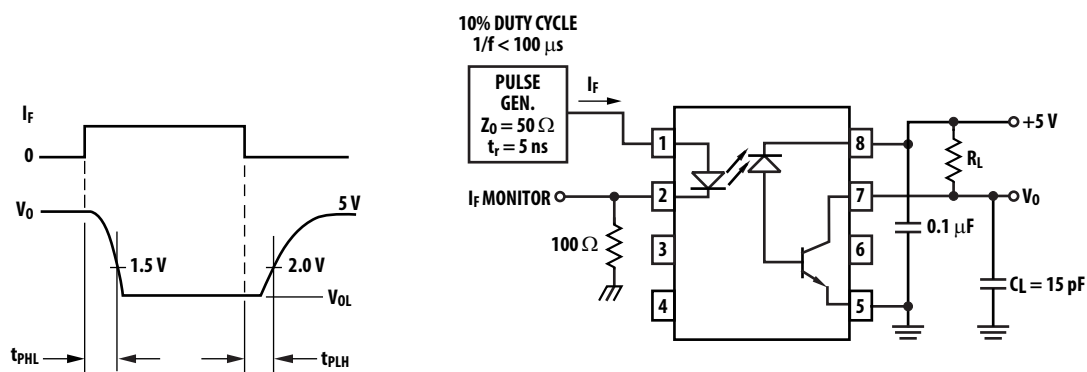
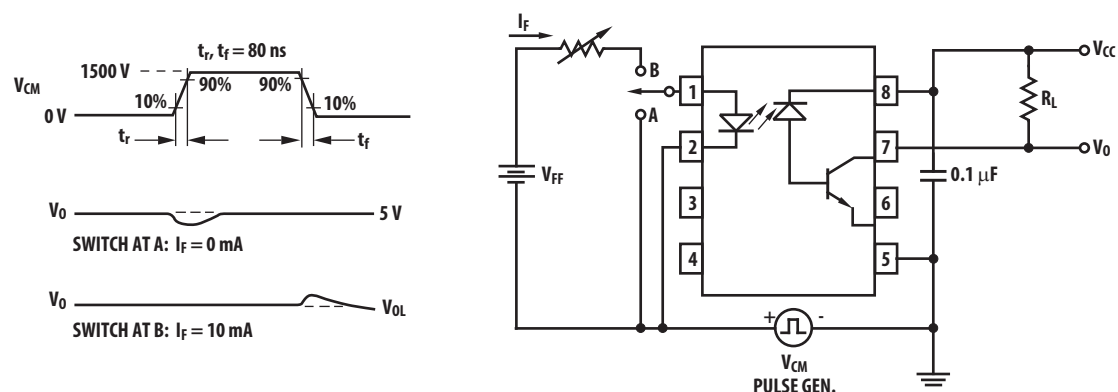


図 16 : Test Circuit for Transient Immunity and Typical Waveforms

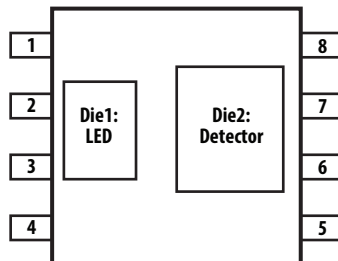


ACPL-K43U の熱抵抗モデル

図 17 に測定用の ACPL-K43U の図を示します。最初に 1 つのダイを加熱し、熱平衡に達した後すべてのダイの温度を記録します。その後、2 番目のダイを加熱し、すべてのダイの温度を記録します。周囲温度、ダイ接合部温度および消費電力が既知の場合は、熱抵抗を計算することができます。熱抵抗の計算は、行列形式で求めることができます。この場合、2 つの熱源があるため、2 × 2 行列になります。

$$\begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} P_1 \\ P_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \Delta T_1 \\ \Delta T_2 \end{vmatrix}$$

図 17 : Diagram of ACPL-K43U for Measurement



R_{11} : ダイ1 の加熱によるダイ1 の熱抵抗 (°C/W)
 R_{12} : ダイ2 の加熱によるダイ1 の熱抵抗 (°C/W)
 R_{21} : ダイ1 の加熱によるダイ2 の熱抵抗 (°C/W)
 R_{22} : ダイ2 の加熱によるダイ2 の熱抵抗 (°C/W)

P_1 : ダイ1 の消費電力 (W)
 P_2 : ダイ2 の消費電力 (W)

T_1 : すべてのダイからの熱によるダイ1 の接合部温度 (°C)
 T_2 : すべてのダイからの熱によるダイ2 の接合部温度 (°C)
 T_a : 周囲温度 (°C)
 ΔT_1 : ダイ1 接合部と周囲との温度差 (°C)
 ΔT_2 : ダイ2 接合部と周囲との温度差 (°C)

$$\begin{aligned} T_1 &= (R_{11} \times P_1 + R_{12} \times P_2) + T_a \\ T_2 &= (R_{21} \times P_1 + R_{22} \times P_2) + T_a \end{aligned}$$

低 K 基板での測定データ：

$R_{11} = 160^\circ\text{C/W}$, $R_{12} = R_{21} = 74^\circ\text{C/W}$, $R_{22} = 115^\circ\text{C/W}$

Copyright © 2023 Broadcom. All Rights Reserved. 用語「Broadcom」は、Broadcom Inc. および/またはその子会社を指します。詳細については、[jp.broadcom.com](https://www.broadcom.com/jp) をご覧ください。本書に記載された商標、商標名、サービス・マーク、ロゴはすべて、各社が所有権を有しています。

Broadcom は、信頼性、機能または設計を改善するために、本書の製品またはデータを通知なしに変更する権利を留保します。Broadcom によって提供される情報の正確さと信頼性には細心の注意を払っています。しかしながら、Broadcom は、この情報の適用または使用、あるいは本書に記載された製品または回路の適用または使用から生じるいかなる責任も負わず、特許権や他の権利によるいかなるライセンスも譲渡しません。