



# 高リニアリティ・アナログ・フォトカプラ

HCNR200  
HCNR201

## 特長

- 高リニアリティ : 0.01%
- 低ゲインドリフト : - 65ppm/ $K_3 (I_{PD2}/I_{PD1})$  伝達ゲイン
- HCNR200 :  $\pm 15\%$
- HCNR201 :  $\pm 5\%$
- 広帯域 : DC ~ 1MHz
- 世界の安全規格に適合
- UL1577 (5kV<sub>RMS</sub>/1分間)
- CSA 承認
- BSI BS415/7002/EN413
- VDE 0884/06.92
- $V_{IORM} = 1414V_{peak}$  (オプション # 050)
- 8ピン 400mil ワイドパッケージ
- 柔軟な回路設計

## 応用

- アナログアイソレーション方式の低価格化
- テレコム : モデム, PBX
- 工業プロセス制御 :
  - トランスジューサーのアイソレーション
  - サーモカプラのアイソレーション
  - 電流ループ, 4mA ~ 20mAのアイソレーション
  - スイッチング電源のフィードバック, フィードフォワード
  - モーター電源電圧のモニター
  - メディカル

## 概説

HCNR200/201 アナログ・フォトカプラは、2つの特性がそろったフォトダイオードと、これらの光源として使用する高パフォーマンスA1GaAs LEDで構成されます。入力側のフォトダイオードは、LEDの発光出力の安定化を図る目的でモニタとして使用することができます。この結果、LEDの非線形特性やドリフト特性を事実上、取り除くことができます。一方、出力側のフォトダイオードでは、LEDの発光出力に線形対応する光電流が生成されます。2つのフォトダイオードの特性を良くそろえていることと、最先端のパッケージによって、このフォトカプラは優れた線形特性と安定したゲインを実現します。

HCNR200/201は、優れた安定性、線形性、広帯域といった特性と、かつ低コストという条件を伴う多様なアプリケーションを対象として、アナログ信号を分離する場合に利用できます。また、柔軟性にも優れているので、アプリケーション回路の設計に応じて、ユニポーラ/バイポーラ、AC/DC、反転/非反転形式など、さまざまなモードで動作することができます。

HCNR200/201は、数多くのアナログ分離のアプリケーションで卓越したソリューションを提供します。

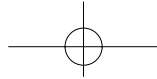
## 発注方法

### 例

HCNR-20X #XXX

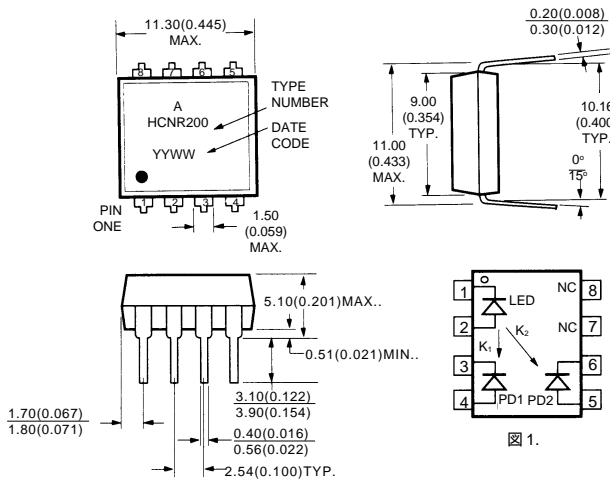
- オプションなし = スルーホールリード, 42個単位チューブ
- 050 = VDE0884  $V_{IORM} = 1414V_{peak}$  オプション, 42個単位チューブ
- 300 = ガルウィング・リード・オプション, 42個単位チューブ
- 500 = ガルウィング・リード, テープ&リールオプション, 750個単位リール





# HCNR200/HCNR201

## パッケージ寸法図



## 安全規格について

HCNR200/201の特長は400milのワイドボディー、8ピンDIPのパッケージにあります。このパッケージは特に世界的な安全規格の取得を目的に設計されています。HCNR200/201は以下の機関により承認を得ています。

### UL

UL1577, 部品承認ファイル E55361 により承認済み。

### VDE

VDE0884/06.92 により承認済み。

(オプション #050 のみ)

図 1.

単位は mm(inch)

## 絶対最大定格

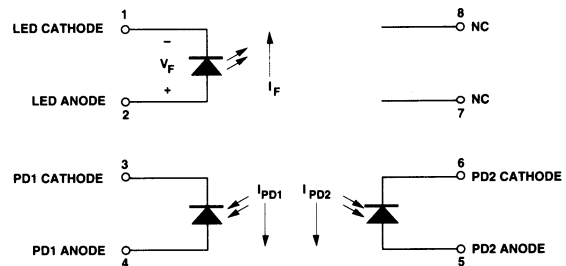
各値は、絶対最大体系 IEC134 に順ずる

- 保存温度 ..... - 55 ~ + 125
- 動作温度 ( $T_A$ ) ..... - 55 ~ + 100
- 接合部温度 ( $T_J$ ) ..... + 125
- 半田付け温度 (リードが細くなる点より上で) ..... 260 , 10 秒
- 平均入力順電流 -  $I_F$  ..... 25mA
- ピーク入力順電流 -  $I_F$  (最大パルス幅 50nS) ..... 40mA
- 入力逆電圧 -  $V_R$  ( $I_R = 100\mu A$ , ピン 1-2) ..... 2.5 V
- 入力許容損失 (ディレーティング 2.2mW/ 85 の時) ..... 60mW @ 85
- 出力フォトダイオード逆電圧 (ピン 6-5) ..... 30V
- 入力フォトダイオード逆電圧 (ピン 3-4) ..... 30V

## 推奨動作条件

- 保存温度 ..... - 40 ~ + 85
- 動作温度 ( $T_A$ ) ..... - 40 ~ + 85
- 平均入力順電流 -  $I_F$  ..... 1 ~ 20mA
- ピーク入力順電流 -  $I_F$  (50% デューティーサイクル, パルス幅 1mS) ..... 35mA
- 出力フォトダイオード逆電圧 (ピン 6-5) ..... 0 ~ 15V
- 入力フォトダイオード逆電圧 (ピン 3-4) ..... 0 ~ 15V

## 内部回路図



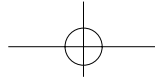
## 絶縁関連特性

項目	記号	値	単位	条件
最小外部空間距離 (クリアランス)	L (101)	9.6	mm	入出力端子間で測定
最小外部沿面距離 (クリパージ)	L (102)	10.0	mm	入出力端子間で測定
最小内部空間距離 (クリアランス)		1.0	mm	内部入出力導体間で測定
最小内部沿面距離 (クリパージ)		4.0	mm	内部入出力導体間で測定
沿面抵抗	CTI	200	V	DIN IEC 112/VDE 0303 Part1
絶縁グループ		IIIa		材料グループ / DIN VDE 0110

電気的特性 (特に指定のない限り,  $T_A = 25$ )

項目	記号	型名	Min	Typ.	Max.	単位	テスト条件	注	図
伝達ゲイン	$K_3$	HCNR200	0.85	1.00	1.15		$5nA < I_{PD} < 50\mu A, 0V < V_{PD} < 15V$	2	2,3
		HCNR201	0.95	1.00	1.05		$5nA < I_{PD} < 50\mu A, 0V < V_{PD} < 15V$	2,3	
		HCNR201	0.93	1.00	1.07		$-40 < T_A < 85$ $5nA < I_{PD} < 50\mu A, 0V < V_{PD} < 15V$	2,3	
伝達ゲイン温度係数	$\Delta K_3/\Delta T_A$			- 65		ppm/	$-40 < T_A < 85$ $5nA < I_{PD} < 50\mu A, 0V < V_{PD} < 15V$		2,3
DC 非直線性 (最小二乗法)	$NL_{BF}$	HCNR200		0.01	0.25	%	$5nA < I_{PD} < 50\mu A, 0V < V_{PD} < 15V$	4	4,5,6
		HCNR201		0.01	0.05	%	$5nA < I_{PD} < 50\mu A, 0V < V_{PD} < 15V$	3,4	
		HCNR201		0.01	0.07	%	$-40 < T_A < 85$ $5nA < I_{PD} < 50\mu A, 0V < V_{PD} < 15V$	3,4	
DC 非直線性 (エンドフィット法)	$NL_{EF}$			0.016		%	$5nA < I_{PD} < 50\mu A, 0V < V_{PD} < 15V$	5	
入力フォトダイオード 電流伝達比 ( $I_{PD}/I_F$ )	$K_1$	HCNR200	0.25	0.5	0.75	%	$I_F = 10mA$ $0V < V_{PD} < 15V$	3	7
		HCNR201	0.36	0.48	0.72				
$K_1$ 特度係数	$\Delta K_1/\Delta T_A$			- 0.3		%/	$-40 < T_A < 85$ , $I_F = 10mA$ $0V < V_{PD} < 15V$		7
フォトダイオードリーク電流	$I_{LK}$			0.5	25	nA	$I_F = 0mA, 0V < V_{PD} < 15V$		8
フォトダイオード逆電圧	$BV_{RPD}$		30	150		V	$I_R = 100\mu A$		
フォトダイオード容量	$C_{PD}$			22		pF	$V_{PD} = 0V$		
LED 順電圧	$V_F$		1.3	1.6	1.85	V	$I_F = 10mA$		9, 10
			1.2	1.6	1.95		$I_F = 10mA, -40 < T_A < 85$		
LED 逆電圧	$BV_R$		2.5	9		V	$I_F = 100\mu A$		
順電圧温度係数	$\Delta K_F/\Delta T_A$			- 1.7		mV/	$I_F = 10mA$		
LED 接合容量	$C_{LED}$			80		pF	$f = 1MHz, V_F = 0V$		
熱抵抗 LED フォトダイオード	$\theta_{JA(LED)}$ $\theta_{JA(PD)}$			210 160		/W		6	
入出力間絶縁端圧	$V_{ISO}$		5000			$V_{RMS}$	RH 50%, $t = 1min.$	7,8	
入出力間抵抗	$R_{1-1}$		$10^{12}$	$10^{13}$		$\Omega$	$V_{IO} = 500VDC$	7	
			$10^{11}$			$\Omega$	$T_A = 100, V_{IO} = 5000VDC$	7	
入出力間容量	$C_{1-1}$			0.4	0.6	pF	$f = 1MHz$	7	
LED 帯域	f-3dB			9		MHz	$I_F = 10mA$		
アプリケーション回路帯域: 高速 高精度				1.5		MHz		9	16
				10		kHz		9	17
アプリケーション回路: IMMR 高速				95		dB	freq = 60Hz	9,10	16

6



# HCSR200/HCSR201

注:

1. 本特性は、初期特性を示したものです。
2.  $K_3$  は  $I_{PD2}$  と  $I_{PD1}$  の最小二乗法によって得られた傾きから算出。具体的に  $5\mu A$  から  $50\mu A$  の範囲を 11 等分した各点から求めています。これは、 $I_F = 10mA$  時の  $I_{PD2}/I_{PD1}$  と一致します。
3.  $K_1, K_3$  の特性の偏差の少ないもの、低非直線性のものの選別品もあります。
4.  $N_{LBF}$  は、 $I_{PD2}$  対  $I_{PD1}$  のグラフに最小二乗法によって得られた直線を引きの最大の偏差を百分率で示した値、具体的に  $5\mu A$  から  $50\mu A$  の範囲の範囲を 11 等分した各点から測定を行っております。
5.  $N_{LEF}$  は、 $I_{PD2}$  対  $I_{PD1}$  グラフの  $5\mu A$  から  $50\mu A$  の範囲で最小値と最大値を結ぶ直線からの最大の偏差を百分率で示した値。
6. 3.25 インチ x 3.5 インチ PC ボードで、本体中心の上面より 1/4 インチ以内の無風状態で測定。
7. 2 端子素子 (1-4 ピンショート, 5-8 ピンショート) として測定します。
8. UL 1577 に基づき、各フォトカプラは  $6000V_{rms}$  1 秒の絶縁試験 (リーク電流  $I_{L0} = 5\mu A$ ) を行っています。VDE0884 (method b) を 100% 出荷テスト (オプション #050) のみ。
9. 性能は、回路設計や使用部品で左右されます。
10. IMRR は図 16 の回路で 60Hz の時の同相除去比を dB で示した値。

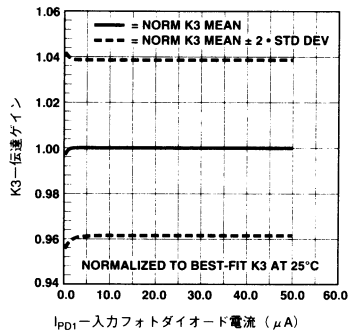


図2. 標準的 $K_3$ 特性対入力 $PD_1$ 特性

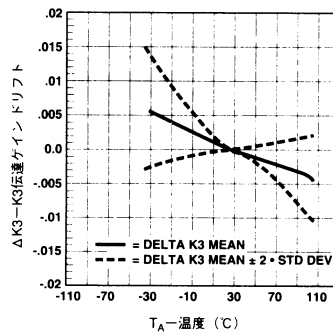


図3.  $K_3$ ドリフト対温度

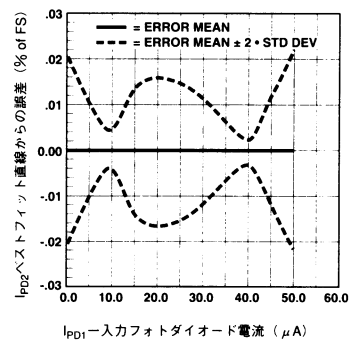


図4.  $I_{PD2}$ 誤差対入力 $PD_1$   
(注 4参照)

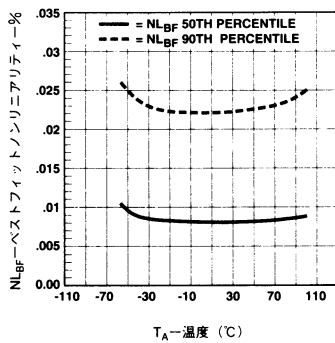


図5.  $N_{LBF}$ 対温度

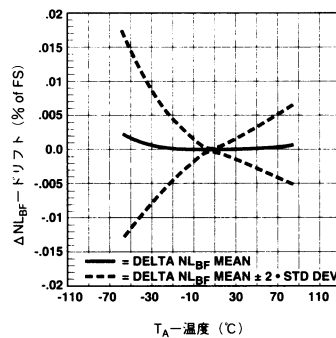


図6.  $N_{LF}$ ドリフト対温度

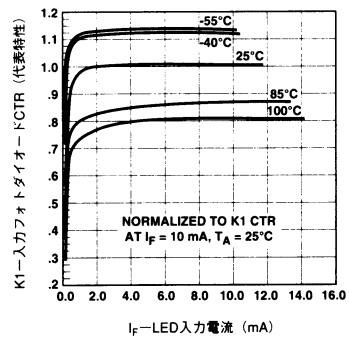


図7. 入力フォトダイオードCTR対LED入力電流

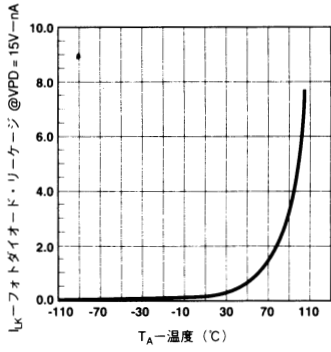


図8. フォトダイオードリーケージ (代表値) 対温度

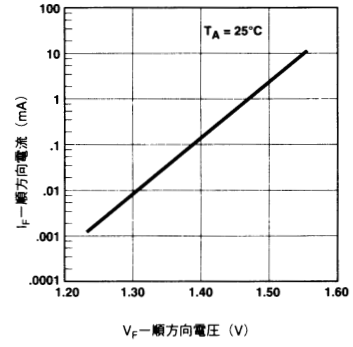


図9. LED入力電流対順方向電圧

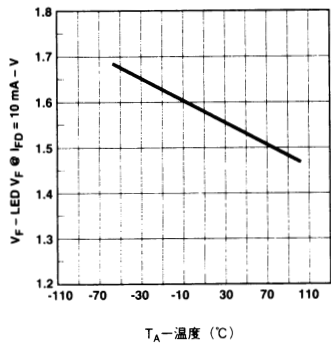


図10. LED順方向電圧対温度

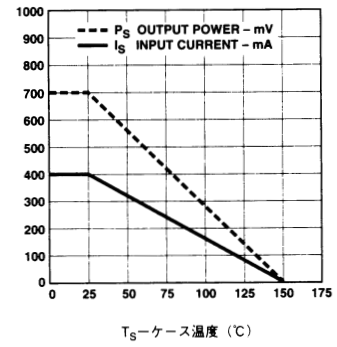
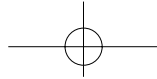


図11. VDE0884における温度ディレーティングカーブ (故障時の安全限界)



### 動作原理

図1に、線形性のよいフォトカプラの構成を示します。フォトカプラは基本的に、LED1つと、フォトダイオード2つで構成されています。LEDと一方のフォトダイオード(PD1)が入力側のリードフレームに配置され、もう一方のフォトダイオード(PD2)が出力側のリードフレームに配置されています。フォトカプラのパッケージは、各フォトダイオードがそれぞれLEDから同量の光を受光できるように設計されています。入力側リードフレームにあるフォトダイオードは、LEDの発光出力のモニタ用として使用されます。帰環増幅器のフィードバックにPD1の電流を使用することで、LEDの発光出力が調整され非線形性を補正することができます。一方、出力側のフォトダイオードはこのLEDからの光を電流に変換します。この電流は別の増幅器によって電圧に変換することもできます。

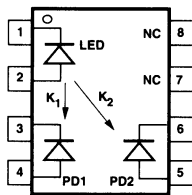


図1.

図12.aに、HCNR200フォトカプラを使用した単純な分離増幅器を実現する基本的な回路を示します。この場合、フォトカプラ以外に、2つのオペアンプと2つの抵抗が必要になります。本回路は、説明しやすくするために簡略化されていますが、実際の回路は図12.bの様になります。図12.aからは、基本回路の動作、特に回路の入力系統の動作は明確にはわかりません。簡単に説明すると、増幅器A1がLED電流( $I_F$ )を調整します。これにより、PD1の電流( $I_{PD1}$ )が、“+”の入力端子の電圧を0Vに保持しようとするのです。例えば、入力電圧を上げると、A1の“+”入力端子における電圧が0V以上に上昇します。さらにA1がこの電圧上昇を増幅することにより、 $I_F$ と $I_{PD1}$ が上昇します。 $I_{PD1}$ の接続が、この電圧を下げる様な形式になっているので、 $I_{PD1}$ 電流は演算増幅器の“+”端子をグランド電位に戻します。A1は、この“+”端子が0Vに戻るまで、引き続き $I_F$ を上昇させます。A1が完全な演算増幅器であることを前提とすると、A1の入力には電流は送られません。したがって、R1を通過する電流はすべてPD1に送られることとなります。A1の“+”入力端子は0Vに保持されるので、R1、および $I_{PD1}$ に流れる電流は $V_{IN} / R1$ に等しくなります。

基本的に、増幅器A1はLEDに流す電流 $I_F$ を以下の関係になる様に動作します。

$$I_{PD1} = V_{IN} / R1$$

$I_{PD1}$ は、入力電圧 $V_{IN}$ とR1の値だけに依存し、LEDの発光出力特性とは無関係であることに注目してください。LEDの発光出力特性が温度によって変化しても、増幅器A1はLEDの $I_F$ を調整して補正を行い、フォトダイオード電流を一定にたもちます。また $I_{PD1}$ は $V_{IN}$ に正比例するので、入力電圧とフォトダイオード電流の間に線形関係を成り立たせる事が特長です。

出力側のフォトダイオードの出力電流も、入力側のフォトダイオードの出力と同様な線形の関係になります。すなわち、 $I_{PD1}$ をフィードバックすることによってLED発光出力の安定化と線形化を図ることができ、このLEDの発光は両方のフォトダイオードに均等に照射されるので、 $I_{PD2}$ も同様に安定化と、線形化されます。

パッケージの物理的構造が、2つのフォトダイオードにそれぞれ照射される相対的な光量を決定し、これにより、フォトダイオード電流の比率が決まります。これらの検討の結果、長時間の使用や温度の変化に対して非常に安定した動作が保証されるようになります。フォトダイオードの電流比率は、Kを定数として次のように表すことができます。

$$K = I_{PD2} / I_{PD1}$$

増幅器A2と抵抗R2で構成する電流-電圧変換回路によって $I_{PD2}$ を電圧 $V_{OUT}$ に戻します。 $V_{OUT}$ は以下の様に計算されます。

$$V_{OUT} = I_{PD2} * R2$$

上記の等式3つを組み合わせることにより、出力電圧と入力電圧の関係を表す次の一般式を導くことができます。

$$V_{OUT} / V_{IN} = K * (R2 / R1)$$

したがって、 $V_{IN}$ と $V_{OUT}$ の関係はLEDの発光出力特性からは無関係の一定の線形になります。基本分離増幅器のゲインは、単にR1に対するR2の比率を変えることによって調整することができます。パラメータKは、( $K_3$ として電気的特性に記載)フォトカプラのゲインと考えられます。詳細については、後で説明します。

図12.aの回路は、回路の基本動作を表すために簡略化して示したものです。実際の回路では回路の入力系統を安定させたり、LED電流を制限したり、また回路パフォーマンスの最適化を図ったりするためにその他の部品を使用する場合があります、その1例を図12.bに示してあります。応用回路の例については、後で紹介いたします。

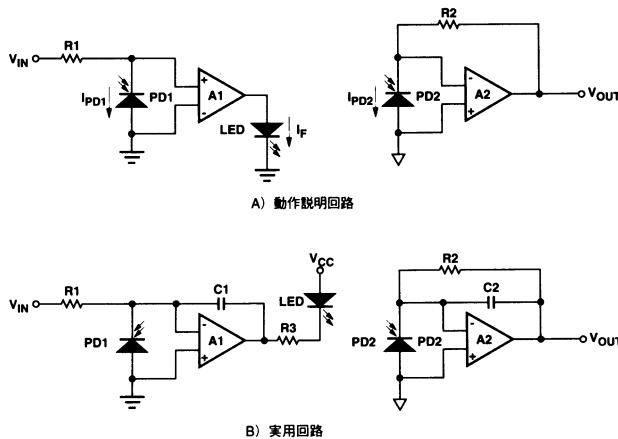
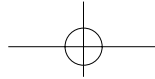


図12. 基本絶縁アンプ

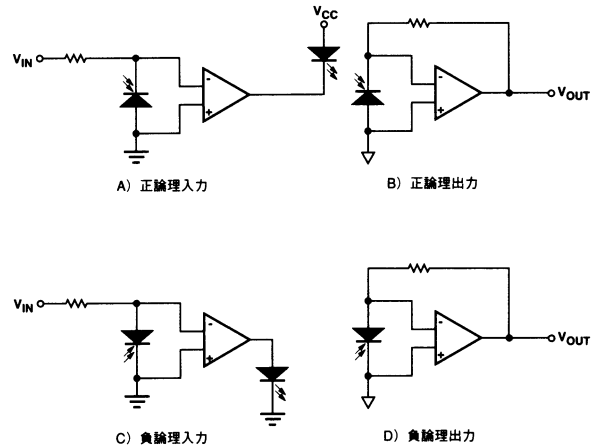


図13. ユニポーラ動作回路

回路設計の柔軟性

HCNR200はLEDと2つのフォトダイオードは設計者が容易にアクセスできるように配置されているので、きわめて柔軟な回路設計が可能になります。これにより、市販の分離回路では難しいようなパフォーマンスのトレードオフ（例えば、帯域幅や精度とコストの最適化）を実現できるようになります。アナログ分離回路は、ユニポーラ/バイポーラ信号、正負の入出力電圧を任意に組み合わせた回路を応用することで自由な設計ができます。以下に、HCNR200の設計上の柔軟性を表す簡単な回路図を示します。

図12aの回路は正の入力電圧と負の出力電圧を使用した非反転型の回路として設計したものです。フォトダイオードの極性と演算増幅器の接続を変更することにより、これ以外の回路も構成することができます。図13は、基本回路を変更して、正負の入出力端子を入れ替える例を示したものです。入力と出力の回路の正負の端子を組み替えることにより、反転型と非反転型の回路が構成できるようになります。

上に説明した構成はすべてユニポーラの回路です。この場合には、正負の両方にシングする信号には対応できません。HCNR200では、バイポーラの分離増幅器を構成することも可能になります。図14に、バイポーラの動作が可能となる方法を2つ示します。

図14aの回路では、信号をオフセットするための2つの電流源が必要になります。電流源 $I_{OS1}$ により、本回路をバイポーラ動作にする為にオフセットがかけられます。2つ目の電流源 $I_{OS2}$ では全体のオフセットがゼロになるように逆極性のオフセットが印加されます。

図14bの回路ではフォトカプラを2つ使用する必要があります。最初のフォトカプラでは正の電圧変動、または、2つ目のフォトカプラでは負の電圧変動をそれぞれ処理します。出力側のフォトダイオードは、バイポーラ信号を出力するように、極性が互いに反対になる様に接続します。

最初の回路には、必要なフォトカプラが1つだけという利点がありますが、回路のオフセット・パフォーマンスは $I_{OS1}$ と $I_{OS2}$ のマッチングいかんによって異なり、フォトカプラのゲインにも影響されます。またフォトカプラのゲインが変化すると、回路のオフセットが直接影響を受けます。

一方、2つ目の回路のオフセット・パフォーマンスには、これより安定性が向上します。これは、フォトカプラ内のゲインや電流源のミスマッチに伴う問題が無いからです。

ただし、2つ目の回路ではフォトカプラが2つ、さらに正負の各信号に対応した個別のゲイン調整が必要になります。特定のアプリケーション条件に応じて、最適の回路を選択することができます。

図12a、図14は機能を説明する為に簡単な回路を用いましたが、次に代表的なバイポーラの回路の動作例を説明します。図15は、回路設計上の柔軟性を示す最後の例として、HCNR200フォトカプラを使用した4~20mAアナログ電流ループレシーバを実現する簡単な回路図を示します。この回路の優れた点は、入力系統がループ電流によって全面的に駆動されるので、電源部が必要なくなっていることにあります。図15aの入力と出力の回路は、入力側にR3とD1を追加してある点を除き、図13a、図13bの負入力と正出力の各回路と



同じものです。D1は入力部のアンプに対する電源電圧を調整するものです。また、R3はR1と併用することにより、ループ電流を20mAから入力回路に応じたレベルに低下させるための分流器として動作します。(50mA以下)

$$I_{PD1} = I_{LOOP} * R3 / (R1 + R3)$$

上の式を図12aの式と組み合わせることにより、出力電圧とループ電流の関係を表す式を導くことができます。

この回路で、入力部のアンプは両方の入力端子が同じ電圧になる様にLEDの電流を調整します。ループ電流はR1とR3で分流されます。I<sub>PD1</sub>はR1の電流と等しく、次の式で表すことができます。

$$V_{OUT}/I_{LOOP} = K * R2 * R3 / (R1 + R3)$$

この場合も、LEDの特性には影響を受けないことがわかります。

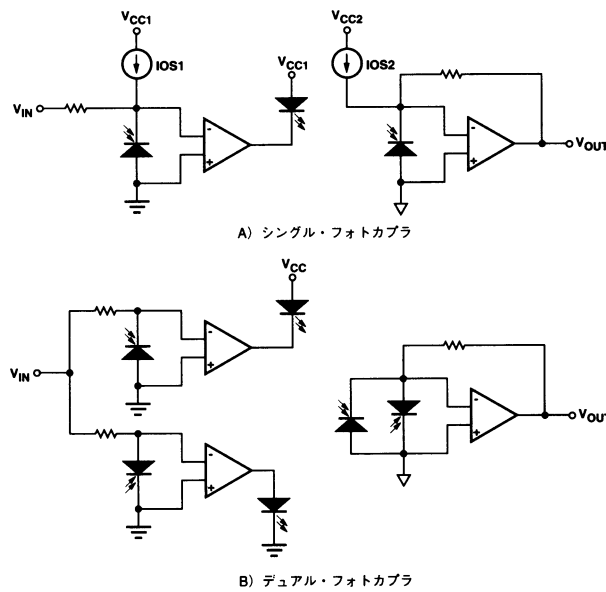


図14. バイポーラ動作回路

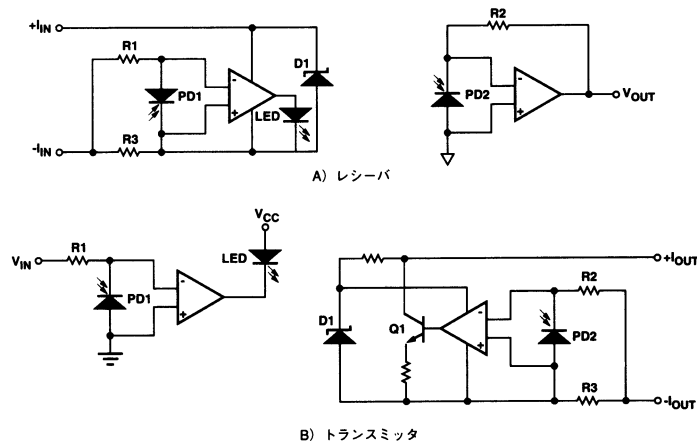
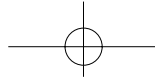


図15. 4~20mA電流ループ回路





## アプリケーション回路の例

図16に示す回路は、高速でローコストなスイッチング電源の帰環パスで利用できるように設計したものです。このアプリケーションでは、良好な帯域幅と、低コスト、安定したゲインなどの条件を満足し、特に高精度が要求されない場合に適します。この回路は、設計者が精度と、帯域幅およびコストの改善という条件をどのようにトレードオフできるかを示す好例と言えます。この回路は安定したゲイン特性を持ち約1.5MHz程度の帯域幅がある一方、外付けの部分はほとんど必要ありません。

図16の回路は一見、図12aの回路と基本的な変わりないように思われます。増幅器A2はQ1, Q2, R3およびR4で、また増幅器A1はQ3, Q4, R5, R6およびR7でそれぞれ構成されます。また、増幅器A1とA2のパフォーマンスの違いを除き、いずれの回路も同じように動作します。ゲインが低いほど、大きな入力電流、高いオフセット電圧は、精度には影響しますが動作そのものには変わりはありません。基本回路の動作が同じなので、回路自体のゲインは同様に安定しています。演算増幅器の代わりに、ディスクリート・トランジスタを使用することにより、精度を多少犠牲にしても、良好な帯域幅と安定したゲインを低コストで実現できるようになります。

回路について詳しく見てみます。R1は次の式に基づいて公称入力動作電圧で約7~10mAのLED電流が得られるように選んだものです。

$$I_F = (V_{IN}/R1) / K_1$$

ここでフォトカブラの標準的な $K_1$  (すなわち $I_{PD1}/I_F$ )は約0.5%となります。またR2は、次の式に基づいて必要な出力電圧が得られるように選択したものです。

$$V_{OUT}/V_{IN} = R2/R1$$

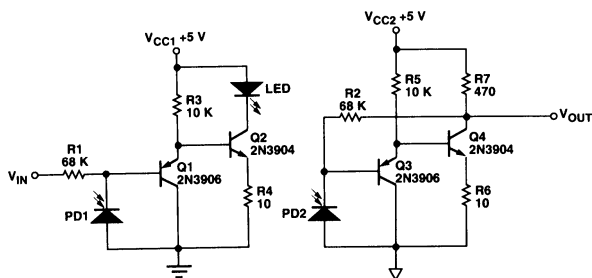


図16. ローコスト高速アナログ絶縁アンプ

R4とR6の目的は、ローカル・ループ・ゲインを低減することにより、入力回路と出力回路の動的反応(すなわち安定性)を改善することにあります。R3とR5は、Q2とQ4のベースを十分な電流で駆動できる値を選択しています。またR7は、Q4がQ2と同じコレクタ電流で動作するように選択しました。

図17の回路は、妥当なコストで高い精度を確保するためのものです。精度に優れ、かつ広いダイナミック・レンジに対応した回路は、入力バイアス電流とオフセット電圧がきわめて小さい低コストのオペアンプを使用して実現できます。ただし、この特性はフォトカブラのパフォーマンスによって制限の入力/出力電圧で動作するように設計されています。

この回路も基本的には、他の回路と同じように動作します。主な違いは、補正用のコンデンサが2つ、またLED駆動回路が1つ追加されている点です。前述した高速の回路では、入力回路と出力回路のローカル・ループ・ゲインを低減することによって、入力/出力回路の安定化を図っています。ループ・ゲインを下げると、回路の精度も低下するので、補正用のコンデンサとしてC1とC2を使用することにより、回路の安定性を確保しています。これらのコンデンサにより、回路の帯域幅が約10kHz程度まで制限されますが、この方法で帯域幅をさらに下げることが可能になるので回路の出力ノイズの抑制に効果を上げることができます。

追加したLED駆動回路(Q1とR3~R6)は、入力電圧を高帯域にわたって高い精度で保持する効果があります。これらの部品を使用しない場合は、入力電圧とLED電流が低くなった場合、LEDドライバのトランスコンダクタンスが低下することになり、これによって、入力回路のループ・ゲインが低くなり、回路の精度の帯域幅が低下する結果になります。D1は、LEDへの電源が完全遮断された時、過度な逆電圧がLEDに印加されるのを防止します。

回路のオフセット調整は必要ありません。ゲインは、単にR2に組み込まれた50kΩポテンショメータを変更することにより、調整することができます。この回路では、OP-97タイプの演算増幅器であれば、どれでも使用できます。例えば、LT1097や、AD705はいずれもpAレベルのバイアス電流、μVレベルのオフセット電圧という特性の良い、低価格の増幅器としてお勧めできます。回路の演算増幅器の入力端子と、フォトダイオードはケルビン方式で接続することにより、回路の精度が確保できます。

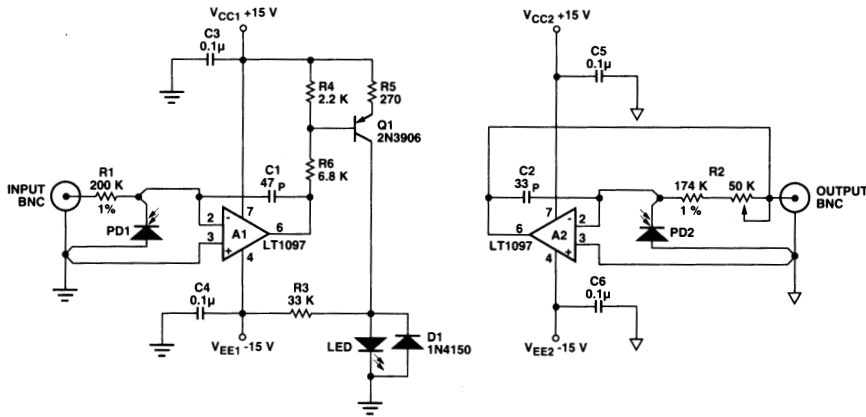
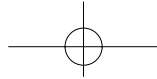


図17 . 高精度アナログ絶縁アンプ

図18は、図14bを実際の応用に発展させたものです。この回路は2つのフォトカプラ OC1、OC2を使用しています。OC1は正の極性を、OC2は負の部分を受け持ちます。D1とD2は正負のアンプを正確に動作させて、クロスオーバー歪みを低減させるために用いられています。例えば入力信号が正の場合、OC1がオンし、OC2がオフになります。しかし、D2により負のアンプは動作状態を維持できるので、入力信号が負に移った直後からOC2が即座にオンになれるようにすることで、クロスオーバー歪みを低減させています。バランスコントロールR1は、正負の入力に対して相対的なゲインを調整します。R7は、本アンプの最終的なゲインを調整しています。C1 - C3はアンプを安定動作させるために、補正用として使用しています。最後の図19はバイポーラ信号の絶縁を1つの

フォトカプラで実現し、さらに2つの信号を出力させています。1つは入力信号を拡大したアナログを出力と、極性を示すデジタル信号です。この回路は特にA/Dコンバータとの使用に適しています。この使用での利点は、非常に優れた直線性とオフセットの安定性で、これは1点のみのゲイン調整と、オフセットバランスが不必要な回路構成から良くわかります。

バイポーラ動作で優れた直線性を実現させるには、正負の極性のゲインを厳密に一致させる必要があります。本回路では入力抵抗を1つにすること、1つのフォトカプラで正負の入力のゲインを同一にさせることが可能になり、より優れた直線性を実現しています。これは、前に説明しました正負独立のフォトカプラ方式では極めて難しいことです。

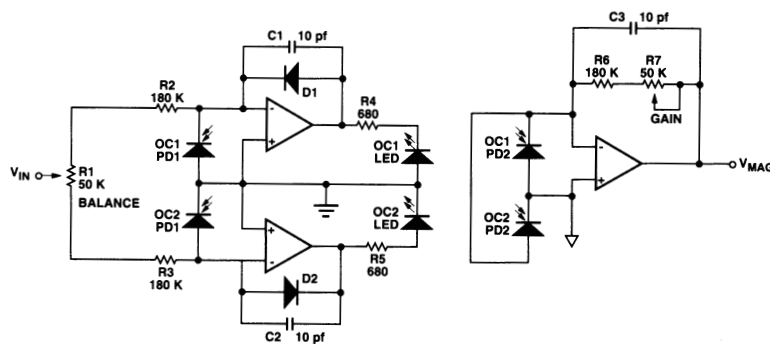


図18 . バイポーラ絶縁アンプ

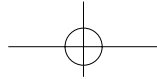


図19は、前に説明した回路にしていますが、あくまでも1つのフォトカプラしか使用していないことです。フォトダイオードは1方向にしか電流を伝達しませんが、D1、D2は一定方向にしか電流を流さない性質を利用して、入力フォトダイオードPD1をバイポーラ動作させる為に使用しています。通常、ダイオードの順方向電圧の影響で直線性や精度で問題が発生しますが、次段に追加されているアンプとその周辺回路によってこの影響から逃れています。

ダイオードD3、D4は2つの異なる機能を果たします。入力極性に応じたアンプのみを正しく動作させること。またD1、D2の順方向電圧をキャンセルし、PDIに帰還する信号を供給することです。入力信号の極性の探知には、コンパ

レーターやオペアンプが使われ、また当社の6N139のローコスト・デジタル・フォトカプラも適しております。この回路では、入力の極性に依りてPD2の極性変化させるように、6N139の出力をCMOSスイッチ等で駆動することにより、バイポーラ出力に対応することが可能になります。

SPICE マクロ・モデル

図20は、一定ゲインの高線形オプトカプラに利用できるSPICEマクロの暫定モデルを示したものです。このマクロ・モデルは、HCSR200が持つ主な特性を細部にわたって反映したものです。このモデルにより、HCSR200フォトカプラを使用した設計作業や内容理解が一段と容易になるものと思われ

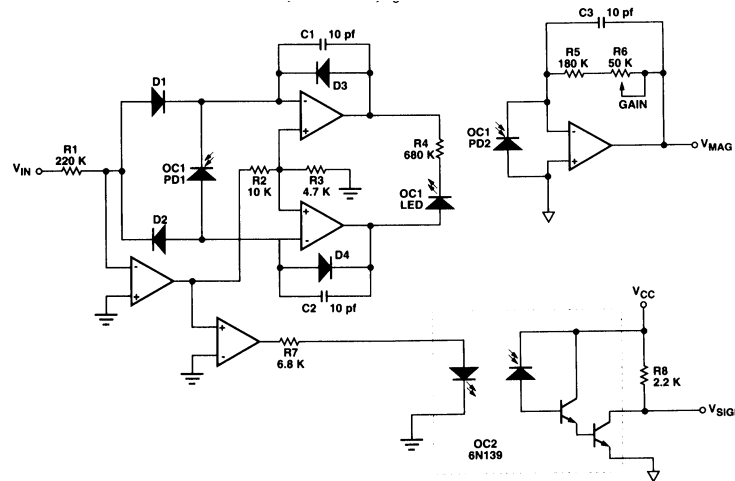


図19. 信号量/極性別伝送型絶縁アンプ

```

* HCSR200 Linear Optocoupler SPICE Model
*      LED Cathode
*      | LED Anode
*      | | PD1 Cathode
*      | | | PD1 Anode
*      | | | | PD2 Anode
*      | | | | | PD2 Cathode
*      | | | | | |
.SUBCKT HCSR200 1 2 3 4 5 6

* LED circuit
QLED1 8 2 7 QCPL .5
QLED2 9 2 7 QCPL .5
VLED 7 1 DC .685
VPD1 8 1 DC 2
VPD2 9 1 DC 2

* Input photodiode circuit
DPD1 4 3 DPHOTO
FPD1 3 4 VPD1 -1
CPD1 4 3 8P

* Output photodiode circuit
DPD2 5 6 DPHOTO
FPD2 6 5 VPD2 -1
CPD2 5 6 8P

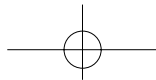
* Photodiode model
.MODEL DPHOTO D(IS=4.5E-12 RS=150 N=1.3 XTI=4 EG=1.11
+ CJO=14P M=1.96 VJ=1.9)

* LED/Optical-coupling transistor model
.model QCPL NPN(IS=2.214E-19 BF=10m NF=1.010 IKF=11.00m ISE=1.167P
+ NE=1.737 RB=3.469 VAF=100 TF=1.77U CJE=80P)

.ENDS

```

図20. スパイスモデル



## フォトカプラ製品取り扱い注意事項

### 洗浄について

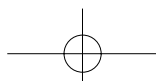
- ・塩素系フラックス及び塩素系の洗浄剤のご使用は避けてください。
- ・一部の洗浄剤には高温下において塩素原子等が分離するものがありますので、洗浄剤の管理についても十分注意を払う必要があります。
- ・超音波洗浄につきましては、その条件等によっては、ワイヤーボンディングへの影響を始め、フォトカプラに悪影響を及ぼす可能性が考えられますので、必ず十分に安全性をご確認の上、実施されるようお願いいたします。

### 環境規制について

フォトカプラを始め当社半導体部品には、オゾン層破壊規制物質、並びに特定臭素系難燃材料（PBBO<sub>s</sub>、PBB<sub>s</sub>）は使用されていません。

### 難燃性グレードについて

全ての当社フォトカプラは難燃性グレード“UL94V-0”です。



## 当社半導体部品のご使用にあたって

### 仕様及び仕様書に関して

- ・本仕様は製品改善および技術改良等により予告なく変更する場合があります。ご使用の際には最新の仕様を問い合わせの上、用途のご確認をお願いいたします。
- ・本仕様記載内容を無断で転載または複製することは禁じられております。
- ・本仕様内でご紹介している応用例(アプリケーション)は当社製品がご使用できる代表的なものです。ご使用において第三者の知的財産権などの保証または実施権の許諾に対して問題が発生した場合、当社はその責任を負いかねます。
- ・仕様書はメーカーとユーザー間で交わされる製品に関する使用条件や誤使用防止事項を言及するものです。仕様書の条件外で保存、使用された場合に動作不良、機械不良が発生しても当社は責任を負いかねます。ただし、当社は納品後1年以内に当社の責任に帰すべき理由で、不良或いは故障が発生した場合、無償で製品を交換いたします。
- ・仕様書の製品が製造上および政策上の理由で満足できない場合には変更の権利を当社が有し、その交渉は当社の要求によりすみやかに行われることとさせていただきます。なお、基本的に変更は3ヶ月前、廃止は1年前にご連絡致しますが、例外もございますので予めご了承ください。

### ご使用用途に関して

- ・当社の製品は、一般的な電子機器(コンピュータ、OA機器、通信機器、AV機器、家電製品、アミューズメント機器、計測機器、一般産業機器など)の一部に組み込まれて使用されるものです。極めて高い信頼性と安全性が要求される用途(輸送機器、航空・宇宙機器、海底中継器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器などの財産・環境もしくは生命に悪影響を及ぼす可能性を持つ用途)を意図し、設計も製造もされているものではありません。それゆえ、本製品の安全性、品質および性能に関しては、仕様書(又は、カタログ)に記載してあること以外は明示的にも黙示的にも一切の保証をするものではありません。

### 回路設計上のお願い

- ・当社は品質、信頼性の向上に努力しておりますが、一般的に半導体製品の誤動作や、故障の発生は避けられません。本製品の使用に附随し、或いはこれに関連する誤動作、故障、寿命により、他人の生命又は財産に被害や悪影響を及ぼし、或いは本製品を取り付けまたは使用した設備、施設または機械器具に故障が生じ一般公衆に被害を起こしても、当社はその内容、程度を問わず、一切の責任を負いかねます。  
お客様の責任において、装置の安全設計をお願いいたします。