

OPA2675 アクティブ・オフライン制御機能搭載、デュアル、大出力電流のオペアンプ

1 特長

- 広帯域動作: 340MHz ($G = 4V/V$)
- ユニティ・ゲイン安定: 730 MHz ($G = 1V/V$)
- 大きい出力電流: ± 1000 mA
- TDMA のためのアクティブ・オフライン・モード
- 電力モードを変更可能:
 - 完全バイアス・モード: 16.5mA/チャンネル
 - 75% バイアス・モード: 12.5mA/チャンネル
 - 50% バイアス・モード: 8.5mA/チャンネル
 - オフライン・モード: 2.4mA/チャンネル
- バイポーラ電源電圧範囲: ± 2.5 V $\sim$ ± 6.5 V
- 単一電源電圧範囲: 4.5 V $\sim$ 13V
- 高いスルーレート: 3500V/ μ s
- 過熱保護回路
- 出力電流制限 (± 1.3 A)

2 アプリケーション

- 電力線モデム
- マッチングされた I/Q チャンネル・アンプ
- ブロードバンド・ビデオ・ライン・ドライバ
- ARB ライン・ドライバ
- 高容量性負荷ドライバ
- 超音波ピエゾ・ドライバ

3 概要

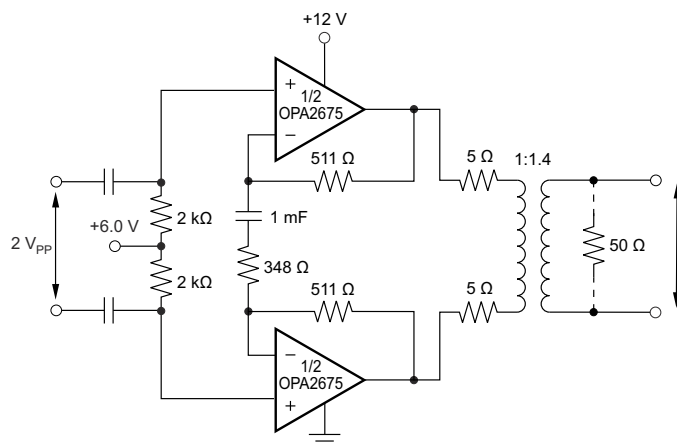
OPA2675 は、電力線モデム・ドライバや試験および測定アプリケーションに必要な大きい出力電流と小さい歪みを実現します。OPA2675 は、4.5 V to 13 V の範囲の電源で動作し、1 チャンネルあたり 16.5mA という小さな静止電流で非常に大きな 1000 mA の出力電流を供給できます。OPA2675 は、850 mA で規定される最小出力電流ドライブ (25°C のとき) により、最も要求の厳しい電力線モデム要件に対応できます。

システムの消費電力を最小化するため、電力制御機能が搭載されています。2 本のロジック制御経路を使用して、4 種類の静止電力設定 (フルパワー、75% バイアス・パワー、50% バイアス・パワー、およびアクティブ・オフライン制御によるオフライン・モード) に対して、出力ピンに大きな信号が出現したときに高インピーダンスを提供します。OPA2675 の 2 つのチャンネルは、個別のオペアンプとして独立して使用することも、差動入力から差動出力への大電流ライン・ドライバとして構成することもできます。

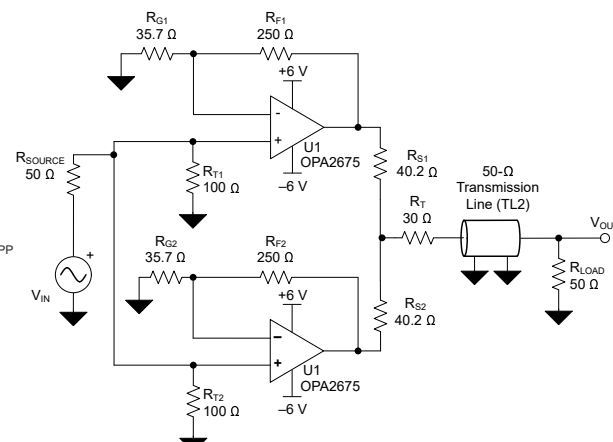
パッケージ情報⁽¹⁾⁽³⁾

部品番号	パッケージ	パッケージ・サイズ ⁽²⁾
OPA2675	RGV (VQFN, 16)	4.00mm $\times$ 4.00mm

- 利用可能なすべてのパッケージについては、データシートの末尾にある注文情報を参照してください。
- パッケージ・サイズ (長さ $\times$ 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。
- デバイス比較表を参照してください。



単一電源 PLC ライン・ドライバ



50Ω ライン・ドライバ



目次

1 特長.....	1	7.13 代表的特性: $V_S = \pm 6V$ 、50% バイアス.....	18
2 アプリケーション.....	1	8 詳細説明.....	19
3 概要.....	1	8.1 概要.....	19
4 改訂履歴.....	2	8.2 機能ブロック図.....	19
5 デバイス・ファミリの比較表.....	3	8.3 機能説明.....	19
6 ピン構成および機能.....	4	8.4 デバイスの機能モード.....	25
7 仕様.....	5	9 アプリケーションと実装.....	26
7.1 絶対最大定格.....	5	9.1 アプリケーション情報.....	26
7.2 ESD 定格.....	5	9.2 代表的なアプリケーション.....	26
7.3 推奨動作条件.....	5	9.3 電源に関する推奨事項.....	28
7.4 熱に関する情報.....	6	9.4 レイアウト.....	28
7.5 電気的特性: 完全バイアスおよびオフライン・モード $V_S = \pm 6V$	6	10 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	31
7.6 電気的特性: 75% バイアス・モード $V_S = \pm 6V$	8	10.1 デバイスのサポート.....	31
7.7 電気的特性: 50% バイアス・モード $V_S = \pm 6V$	9	10.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	31
7.8 電気的特性: 差動出力 $V_S = 12V$	9	10.3 サポート・リソース.....	31
7.9 電気的特性: $V_S = 5V$	9	10.4 商標.....	31
7.10 代表的特性: $V_S = \pm 6V$ 、完全バイアス.....	11	10.5 静電気放電に関する注意事項.....	31
7.11 代表的特性: $V_S = \pm 6V$ 差動、完全バイアス.....	15	10.6 用語集.....	31
7.12 代表的特性: $V_S = \pm 6V$ 、75% バイアス.....	17	11 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	31

4 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision B (September 2022) to Revision C (May 2023)	Page
• 精度のため、図 7-15、「開ループ・トランスインピーダンスのゲインおよび位相」を変更	11
• 「アプリケーション情報」セクションに項目を追加.....	26

Changes from Revision A (September 2022) to Revision B (September 2022)	Page
• データシートのステータスを以下のように変更: 「事前情報」から「量産データ」へ	1

5 デバイス・ファミリの比較表

シングル	デュアル	トリプル	注
OPA691	OPA2691	OPA3691	シングル +12V 対応
—	TSH6042	—	±15V 対応
—	OPA2677	—	シングル +12V 対応
—	OPA2674	—	シングル +12V 対応、出力電流制限
—	OPA2675	—	シングル +12V 対応、出力電流制限

6 ピン構成および機能

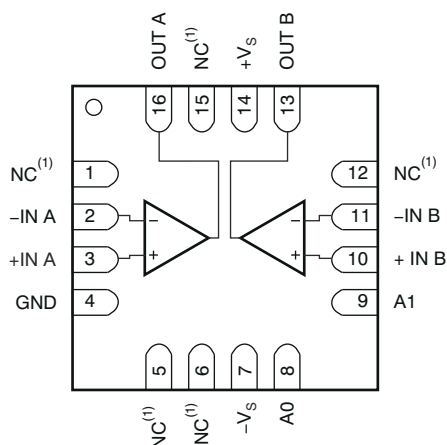


図 6-1. RGV パッケージ、
16 ピン VQFN
(上面図)

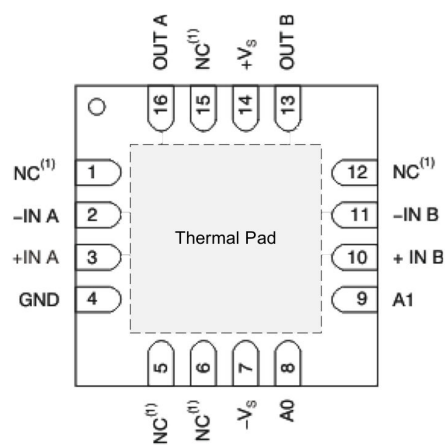


図 6-2. RGV パッケージ、
16 ピン VQFN
(底面図)

表 6-1. ピンの機能

ピン		種類	説明
名称	番号		
A0	8	入力	バイアス・モード制御
A1	9	入力	バイアス・モード制御
GND	4	電源	グランド
-IN A	2	入力	アンプ A の反転入力
+IN A	3	入力	アンプ A の非反転入力
-IN B	11	入力	アンプ B の反転入力
+IN B	10	入力	アンプ B の非反転入力
NC	1、5、6、12、15	—	接続しないでください。内部に接続されていません。熱拡散プレーンへの接続としては通常 GND を推奨します。
OUT A	16	出力	アンプ A の出力
OUT B	13	出力	アンプ B の出力
-Vs	7	電源	負電源接続
+Vs	14	電源	正電源接続
サーマル・パッド		—	ダイ・サブストレートと Vs ₋ に電氣的に接続されています。性能を最大限に高めるため、PCB 上で Vs ₋ に接続します。

7 仕様

7.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) ⁽¹⁾

		最小値	最大値	単位
電圧	電源電圧、 $V_S = (V_{S+}) - (V_{S-})$ ⁽²⁾		14	V
	バイアス制御ピンの電圧、GND 基準	0	$V_{S-} + 14$	
	すべてのピン (V_{S+} 、 V_{S-} 、バイアス制御ピンを除く)	$V_{S-} - 0.5$	$V_{S+} + 0.5$	
	GND ピン	$V_{S-} - 0.5$	$V_{S+} + 0.5$	
	出力ピン: オフライン・モード		± 4.5	
	反転入力ピン: オフライン・モード		± 1.1	
	差動入力電圧 (各アンプ)		± 2	
電流	すべての入力ピン、電流制限値		± 10	mA
	連続消費電力	「熱に関する情報」を参照		
温度	連続動作時の接合部温度 ⁽³⁾		139	°C
	最大接合部温度、 T_J (条件にかかわらず) ⁽⁵⁾		150	
	保存、 T_{stg}	-65	150	

- (1) 「絶対最大定格」の範囲を超える動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。絶対最大定格は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを暗に示すものではありません。「絶対最大定格」の範囲内で、一時的に「推奨動作条件」の範囲を超えた動作をさせる場合、必ずしもデバイスが損傷を受けるものではありませんが、完全には機能しない可能性があります。この方法でデバイスを動作させると、デバイスの信頼性、機能性、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を短縮する可能性があります。
- (2) 「破壊試験」を参照してください。
- (3) 連続動作時の接合部温度の最大値は、パッケージの制約によって制限されます。この温度を超えて動作させると、デバイスの信頼性を低下させ寿命を縮める可能性があります。本デバイスは、約 180°C の接合部温度でデバイスをシャットダウンし、約 160°C で復帰させる過熱保護機能を備えています。

7.2 ESD 定格

			値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 に準拠、すべてのピン ⁽¹⁾	± 2000	V
		デバイス帯電モデル (CDM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 に準拠、すべてのピン ⁽²⁾	± 1500	

- (1) JEDEC のドキュメント JEP155 には、500V HBM であれば標準的な ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると記載されています。
- (2) JEDEC のドキュメント JEP157 には、250V CDM であれば標準的な ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると記載されています。

7.3 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

		最小値	公称値	最大値	単位
V_S	電源電圧、デュアル電源	± 2.5		± 6.5	V
V_S	電源電圧、単一電源	4.5		13	
GND	GND ピン電圧	V_{S-}		$V_{S+} - 2.5$	
T_A	動作時周囲温度	-40	25	85	°C
	サーマル・シャットダウン ⁽¹⁾		180		

- (1) OPA2675 は、約 180°C の接合部温度でシャットダウンし、約 160°C で復帰する過熱保護機能を備えています。

7.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		OPA2675	単位
		RGV (VQFN)	
		16 ピン	
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	43	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	43	°C/W
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	18	°C/W
Ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	1.1	°C/W
Υ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	18	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	接合部からケース (底面) への熱抵抗	2.5	°C/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[半導体および IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーション・レポートを参照してください。

7.5 電気的特性：完全バイアスおよびオフライン・モード $V_S = \pm 6V$

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $A_0 = A_1 = 0$ (フルパワー)、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ 、 $C_L = 1pF$ のとき。

パラメータ		テスト条件	最小値	代表値	最大値	単位
AC 特性 ⁽¹⁾						
SSBW	小信号帯域幅	$G = 1V/V$ 、 $R_F = 511\Omega$ 、 $V_O = 0.5V_{PP}$		730		MHz
		$G = 2V/V$ 、 $R_F = 475\Omega$ 、 $V_O = 0.5V_{PP}$		450		
		$G = 4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $V_O = 0.5V_{PP}$		340		
		$G = 8V/V$ 、 $R_F = 250\Omega$ 、 $V_O = 0.5V_{PP}$		340		
	$G = 1V/V$ でのピーク	$G = 1V/V$ 、 $R_F = 511\Omega$		1.5		dB
	$G = 4V/V$ でのピーク	$G = 4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$		0.1		
LSBW	大信号帯域幅	$G = 9V/V$ 、 $R_F = 250\Omega$ 、 $V_O = 9V_{PP}$		230		MHz
	大信号帯域幅	$G = 8V/V$ 、 $R_F = 250\Omega$ 、 $V_O = 5V_{PP}$		330		
SR	スルーレート (20%~80%)	$V_O = 5V$ ステップ		3500		V/ μs
	立ち上がり / 立ち下がり時間 (10%~90%)	$V_O = 2V$ ステップ		1.2		ns
HD	2 次高調波歪み	$V_O = 2V_{PP}$ 、20MHz、 $R_L = 50\Omega$		-70		dBc
	3 次高調波歪み			-73		
e_n	入力電圧ノイズ	$f \geq 1\text{MHz}$ 、入力換算		2.4		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
i_{n+}	非反転入力電流ノイズ			3		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
i_{n-}	反転入力電流ノイズ			15		
	チャネル間クロストーク	$f \geq 1\text{MHz}$ 、入力換算		-85		dBc

7.5 電気的特性：完全バイアスおよびオフライン・モード $V_S = \pm 6V$ (continued)

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $A_0 = A_1 = 0$ (フルパワー)、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ 、 $C_L = 1pF$ のとき。

パラメータ		テスト条件	最小値	代表値	最大値	単位
DC 特性						
Z _{OL}	開ループ・トランスインピーダンス・ゲイン		400	680		kΩ
		T _A = -40℃～85℃	340			
	入力オフセット電圧 (各アンプ)			±1.5	±5	mV
		T _A = -40℃～85℃			±5.5	
	入力オフセット電圧の不整合	アンプ A から B		±0.5	±2.2	
		T _A = -40℃～85℃			±2.5	
	入力オフセット電圧ドリフト	T _A = -40℃～85℃		±3		μV/℃
	非反転入力バイアス電流			±5	±25	μA
	非反転入力バイアス電流	T _A = -40℃～85℃			±28	
	反転入力バイアス電流			±6	±30	
	反転入力バイアス電流	T _A = -40℃～85℃			±55	
入力特性						
CMIR	同相入力範囲		±3.5	±3.6		V
		T _A = -40℃～85℃	±3.2			
CMRR	同相除去比		62	64		dB
		T _A = -40℃～85℃	59			
	非反転入力抵抗			3 1.5		MΩ pF
	反転入力抵抗		10		40	Ω
	シャットダウン絶縁、オフライン・モード	1MHz での入出力間絶縁		85		dB
出力特性						
V _O	出力電圧スイング ⁽²⁾	無負荷	±4.8	±4.9		V
		無負荷、T _A = -40℃～85℃	±4.7			
V _O	出力電圧スイング ⁽²⁾	R _L = 25Ω	±4.5	±4.7		V
		R _L = 25Ω、T _A = -40℃～85℃	±4.4			
I _O	出力電流 (ソースとシンク) ⁽²⁾	R _L = 2Ω	±850	±1000		mA
		R _L = 2Ω、T _A = -40℃～85℃	±700			
	短絡出力電流	ソースとシンク		±1300		mA
Z _{OUT}	閉ループ出力インピーダンス	f = 100kHz		0.4		mΩ
Z _O	開ループ出力インピーダンス	f = 100kHz、オフライン・モード		25 4.5		kΩ pF

7.5 電気的特性：完全バイアスおよびオフライン・モード $V_S = \pm 6V$ (continued)

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $A_0 = A_1 = 0$ (フルパワー)、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ 、 $C_L = 1pF$ のとき。

パラメータ		テスト条件	最小値	代表値	最大値	単位
電源						
I _Q	静止電流、両チャンネル合計	完全バイアス (A ₀ = 0、A ₁ = 0)		33	42	mA
		完全バイアス、T _A = -40℃～85℃			46	
		オフライン・モード (A ₀ = 1、A ₁ = 1)		5.5	7.2	
		オフライン・モード、T _A = -40℃～85℃			9	
+PSRR	正の電源電圧変動除去比	T _A = -40℃～85℃	57	60		dB
-PSRR	負の電源電圧変動除去比		47	55		
バイアス制御						
	バイアス制御ピンのロジック・スレッシュヨ ルド	ロジック 1、GND に対して	2			V
		ロジック 0、GND に対して			0.8	
	バイアス制御ピンの電流	A ₀ 、A ₁ = 0.5V ⁽³⁾ 、T _A = -40℃～85℃			30	μA
		A ₀ 、A ₁ = 3.3V、T _A = -40℃～85℃			150	

- (1) AC 特性の最小限度および最大限度は、設計によって設定されます。
 (2) 出力電圧と出力電流の特性との関係については、[図 8-4](#) を参照してください。
 (3) 電流はピンに流れます。

7.6 電気的特性：75% バイアス・モード $V_S = \pm 6V$

$T_A = +25^\circ C$ 、 $A_0 = 1$ 、 $A_1 = 0$ (75% バイアス)、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ 、 $C_L = 1pF$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	代表値	最大値	単位
AC 特性						
SSBW	小信号帯域幅	$G = 4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $V_O = 0.5V_{PP}$		310		MHz
LSBW	大信号帯域幅	$V_O = 4V_{PP}$		160		
SR	スルーレート (20% と 80% の間)	$V_O = 5V$ ステップ		3000		V/ μs
HD2	第 2 次高調波歪み	$V_O = 2V_{PP}$ 、20MHz、 $R_L = 50\Omega$		-69		dBc
HD3	第 3 次高調波歪み			-72		
e_n	入力電圧ノイズ	$f \geq 1MHz$ 、入力換算		2.6		nV/ $\sqrt{Hz}$
	入力オフセット電圧 (各アンプ)			± 1.5	± 5	mV
		$T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$			± 5.5	
I_O	出力電流 (ソースおよびシンク)	$R_L = 4\Omega$	± 700	± 750		mA
		$R_L = 4\Omega$ 、 $T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$	± 630			
	短絡出力電流	ソースおよびシンク		± 1200		
電源						
I_Q	静止電流、両方のチャンネルの合計			25	31	mA
		$T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$			34	

7.7 電気的特性：50% バイアス・モード $V_S = \pm 6V$

$T_A = +25^\circ\text{C}$, $A_0 = 0$, $A_1 = 1$ (50% バイアス), $G = +4V/V$, $R_F = 402\Omega$, $R_L = 100\Omega$, $C_L = 1pF$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	代表値	最大値	単位
AC 特性						
SSBW	小信号帯域幅	$G = 4V/V$, $R_F = 402\Omega$, $V_O = 0.5V_{PP}$		260		MHz
LSBW	大信号帯域幅	$V_O = 4V_{PP}$		140		
SR	スルーレート (20% と 80% の間)	$V_O = 5V$ ステップ		2700		V/ μs
HD2	第 2 次高調波歪み	$V_O = 2V_{PP}$, 20MHz, $R_L = 50\Omega$		-66		dBc
HD3	第 3 次高調波歪み			-70		
e_n	入力電圧ノイズ	$f \geq 1\text{MHz}$, 入力換算		3.2		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	入力オフセット電圧 (各アンプ)			± 1.5	± 5	mV
		$T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$			± 5.5	
I_O	出力電流 (ソースおよびシンク)	$R_L = 4\Omega$	± 700	± 750		mA
		$R_L = 4\Omega$, $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$	± 600			
	短絡出力電流	ソースおよびシンク		± 1300		
電源						
I_Q	静止電流、両方のチャネルの合計			17	21	mA
		$T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$			23	

7.8 電気的特性：差動出力 $V_S = 12V$

$T_A = +25^\circ\text{C}$, $A_0 = A_1 = 0$ (フルパワー), $G_{DIFF} = +16V/V$, $R_{Load\ DIFF} = 40\Omega$, $C_{DIFFERENTIAL} = 3pF$, $C_{COMMONMODE} = 1pF$

パラメータ		テスト条件	最小値	代表値	最大値	単位
AC 特性						
SSBW	小信号帯域幅	$V_O = 0.5V_{PP\ DIFF}$		220		MHz
LSBW	大信号帯域幅	$V_O = 4V_{PP\ DIFF}$		230		
	0.1dB 帯域幅平坦性	$V_O = 4V_{PP\ DIFF}$		50		
HD2	第 2 次高調波歪み	$V_O = 4V_{PP\ DIFF}$, 20MHz		-65		dBc
HD3	第 3 次高調波歪み			-65		
e_n	差動入力電圧ノイズ	$f \geq 1\text{MHz}$, 入力換算		3.6		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$

7.9 電気的特性： $V_S = 5V$

$T_A = +25^\circ\text{C}$, $A_0 = A_1 = 0$ (フルパワー), $G = +4V/V$, $R_F = 402\Omega$, $R_L = 100\Omega$, $V_{S+} = 5V$, $V_{S-} = 0V$, $C_L = 1pF$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	代表値	最大値	単位
AC 特性						
SSBW	小信号帯域幅	$A_V = 1V/V$, $R_F = 511k\Omega$, $V_O = 0.1V_{PP}$		360		MHz
		$A_V = 2V/V$, $R_F = 475k\Omega$, $V_O = 0.1V_{PP}$		340		
		$A_V = 4V/V$, $R_F = 402k\Omega$, $V_O = 0.1V_{PP}$		260		
		$A_V = 8V/V$, $R_F = 250k\Omega$, $V_O = 0.1V_{PP}$		260		
LSBW	大信号帯域幅	$V_O = 2V_{PP}$		220		MHz
	0.1dB 帯域幅平坦性	$V_O = 2V_{PP}$		110		
SR	スルーレート (20% と 80% の間)	$V_O = 2V$ ステップ		1100		V/ μs
	立ち上がり / 立ち下がり時間、10% と 90% の間	$V_O = 2V$ ステップ		0.9		ns

7.9 電気的特性 : $V_S = 5V$ (continued)

$T_A = +25^\circ\text{C}$, $A_0 = A_1 = 0$ (フルパワー), $G = +4V/V$, $R_F = 402\Omega$, $R_L = 100\Omega$, $V_{S+} = 5V$, $V_{S-} = 0V$, $C_L = 1pF$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	代表値	最大値	単位
HD2	第 2 次高調波歪み	V _O = 1.8V _{PP} 、5MHz、R _L = 100Ω	-73			dBc
HD3	第 3 次高調波歪み		-66			
e _n	入力電圧ノイズ	f ≧ 1MHz、入力換算	2.62			nV/√Hz
DC 特性						
Z _{OL}	開ループ・トランスインピーダンス・ゲイン		400	550		kΩ
Z _{OL}	開ループ・トランスインピーダンス・ゲイン	T _A = -40℃～85℃	340			kΩ
	入力オフセット電圧 (各アンプ)		±1.5		±5	mV
		T _A = -40℃～85℃			±5.5	
	入力オフセット電圧ドリフト	T _A = -40℃～85℃	±2			μV/℃
入力特性						
	同相入力範囲		±0.55	±0.6		V
		T _A = -40℃～85℃	±0.4			
CMRR	同相除去比		55	57		dB
		T _A = -40℃～85℃	52			
出力特性						
V _O	出力電圧スイング	R _L = 25Ω	±1.4	±1.5		V
V _O	出力電圧スイング	R _L = 25Ω、T _A = -40℃～85℃	±1.35			V
I _O	出力電流 (ソースおよびシンク)	R _L = 2Ω	370	460		mA
		R _L = 2Ω、T _A = -40℃～85℃	315			
	短絡出力電流	ソースおよびシンク	950			
電源						
I _Q	静止電流	完全バイアス (A0 = 0、A1 = 0)	31		38	mA
		完全バイアス (A0 = 0、A1 = 0) T _A = -40℃～85℃			40	
		75% バイアス (A0 = 0、A1 = 1)	23		29	
		75% バイアス (A0 = 0、A1 = 1) T _A = -40℃～85℃			31	
		50% バイアス (A0 = 1、A1 = 0)	16		20	
		50% バイアス (A0 = 1、A1 = 0) T _A = -40℃～85℃			21	
		オフライン・モード	4.6		6.8	
		オフライン・モード、T _A = -40℃～85℃			8.2	

7.10 代表的特性 : $V_S = \pm 6V$ 、完全バイアス

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ のとき。

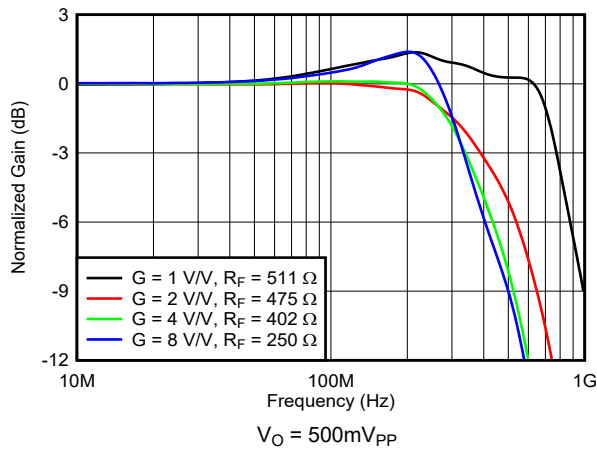


図 7-1. 小信号周波数応答

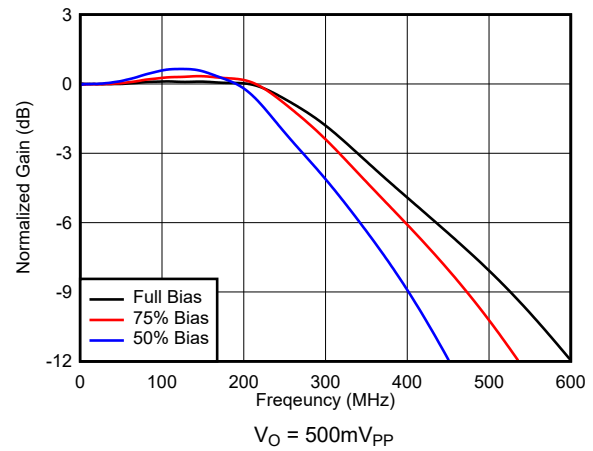


図 7-2. 電力設定に対する小信号周波数応答

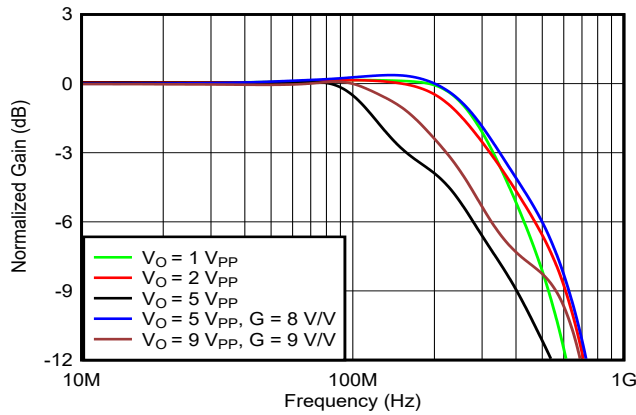


図 7-3. 大信号周波数応答

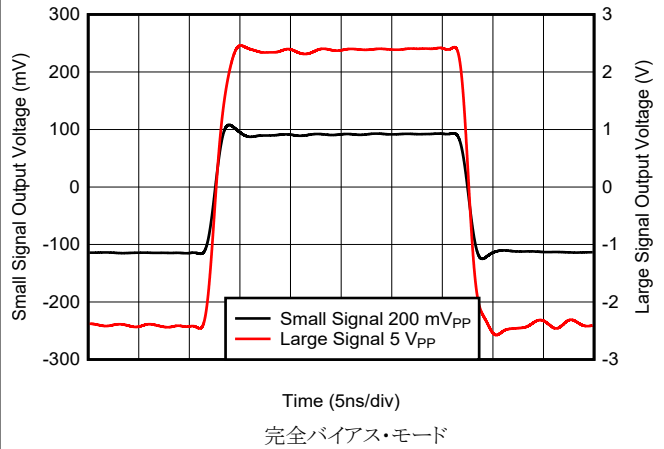


図 7-4. 小信号および大信号パルス応答

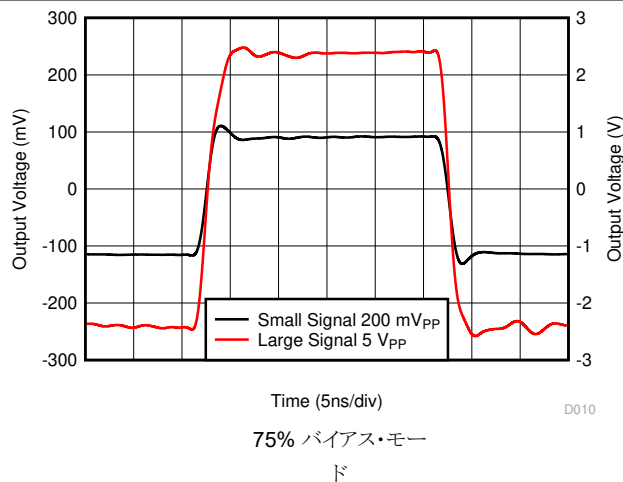


図 7-5. 小信号および大信号パルス応答

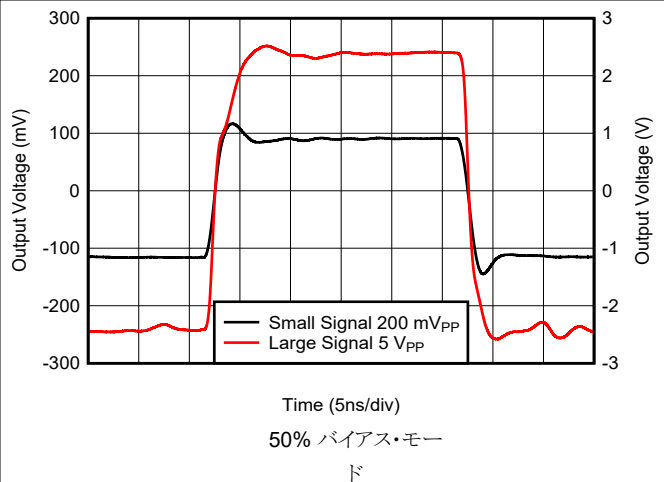


図 7-6. 小信号および大信号パルス応答

7.10 代表的特性 : $V_S = \pm 6V$ 、完全バイアス (continued)

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ のとき。

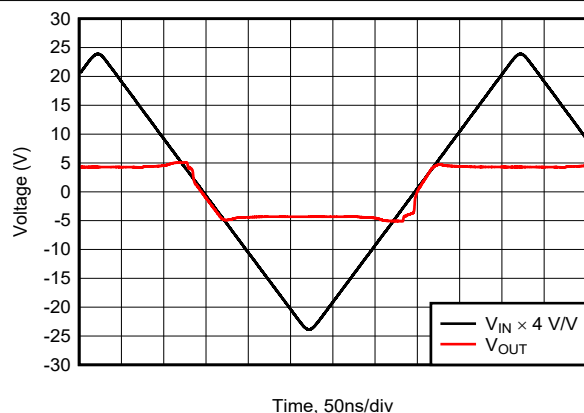


図 7-7. オーバードライブ復帰時間

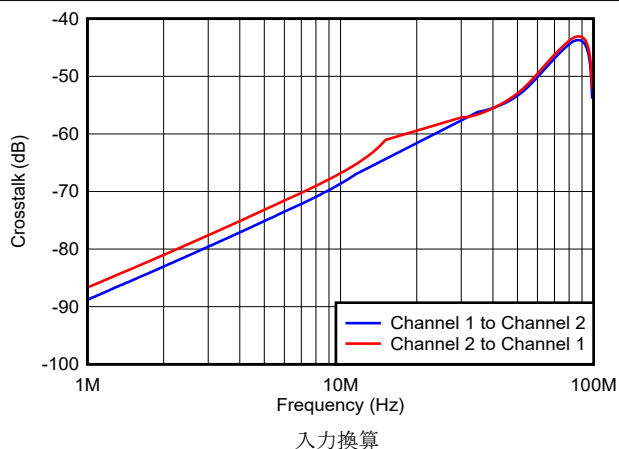


図 7-8. チャネル間クロストーク

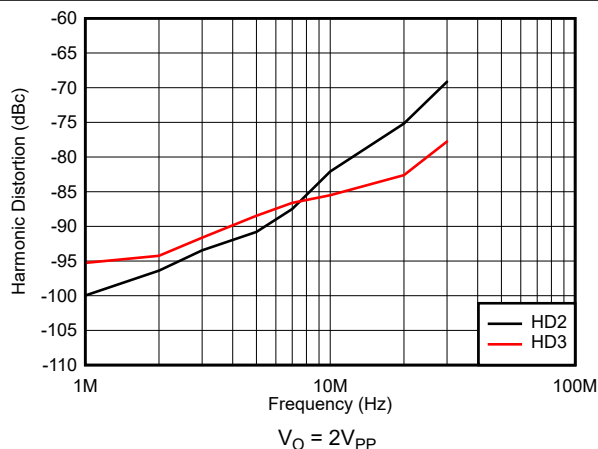


図 7-9. 高調波歪みと周波数との関係

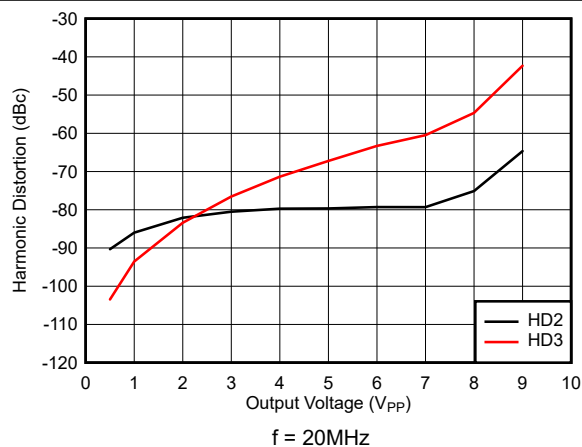


図 7-10. 高調波歪みと出力電圧との関係

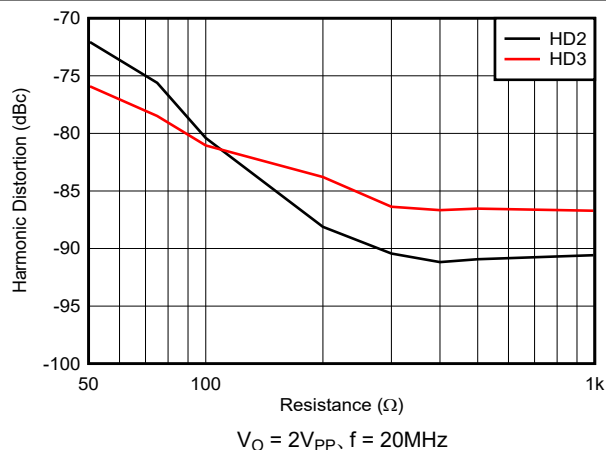


図 7-11. 高調波歪みと負荷抵抗との関係

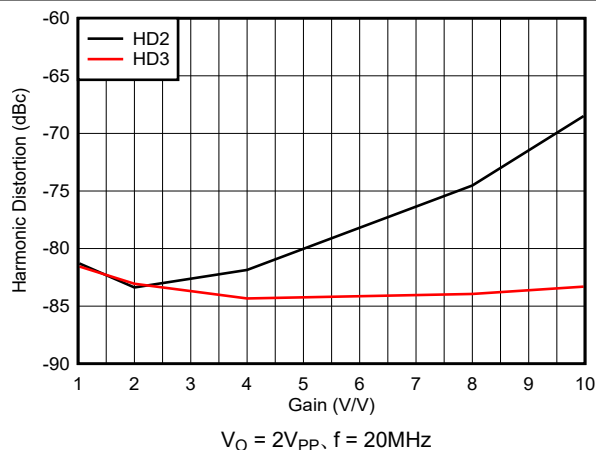


図 7-12. 高調波歪みと非反転ゲインとの関係

7.10 代表的特性 : $V_S = \pm 6V$ 、完全バイアス (continued)

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ のとき。

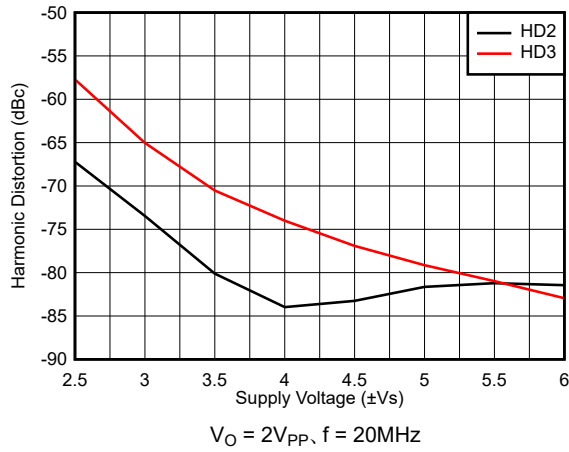


図 7-13. 高調波歪みと電源電圧との関係

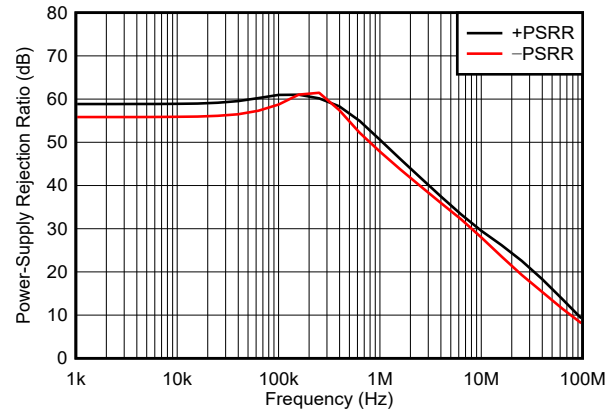


図 7-14. CMRR および PSRR と周波数との関係

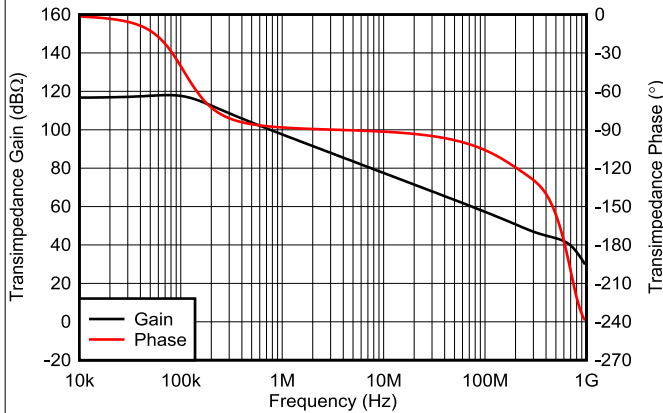


図 7-15. 開ループ・トランスインピーダンスのゲインおよび位相

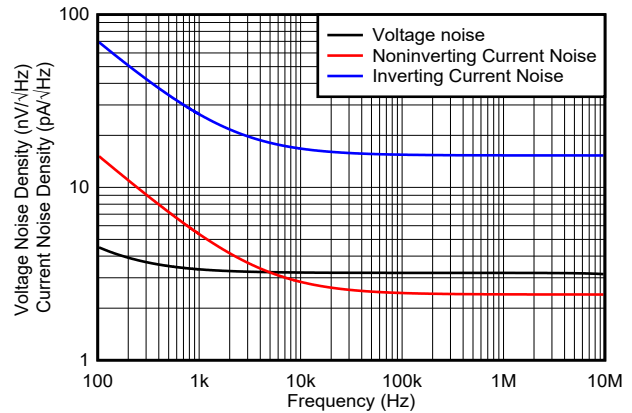


図 7-16. 入力電圧および電流ノイズ密度

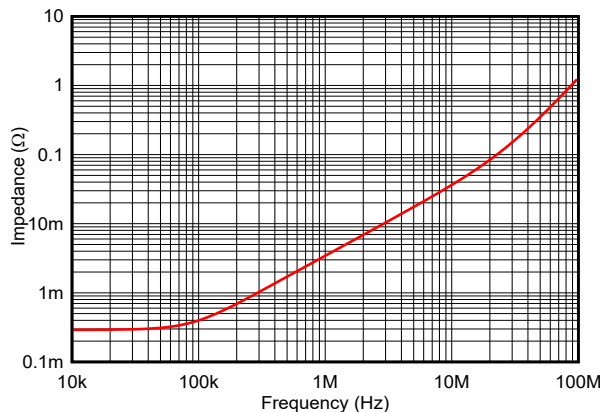


図 7-17. 開ループ出力インピーダンスと周波数との関係

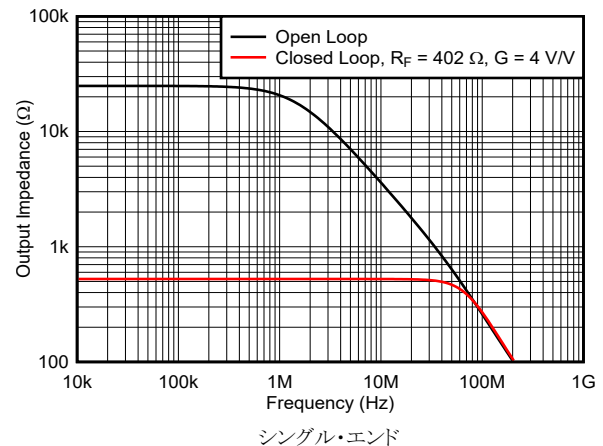


図 7-18. アクティブ・オフライン・インピーダンスと周波数との関係

7.10 代表的特性 : $V_S = \pm 6V$ 、完全バイアス (continued)

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ のとき。

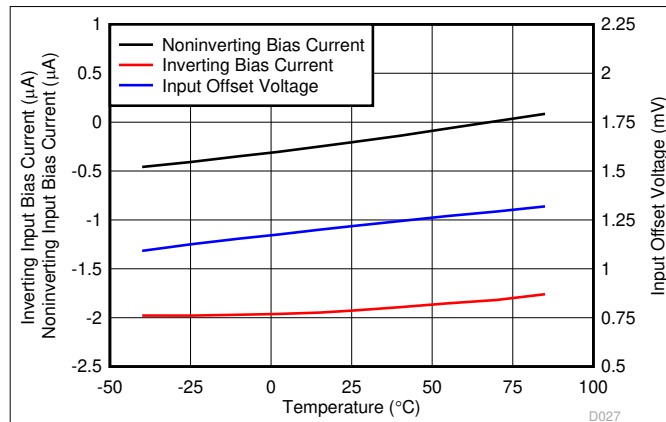


図 7-19. 温度に対する代表的な DC ドリフト

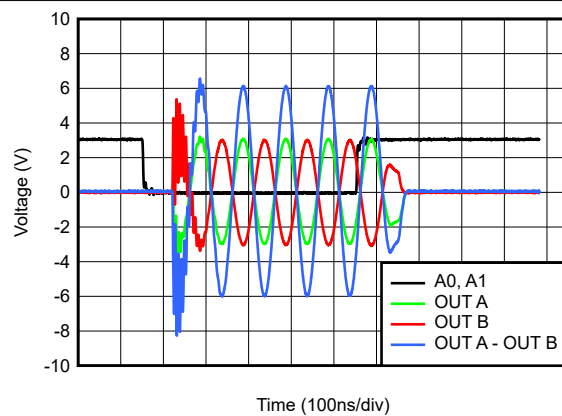


図 7-20. 完全バイアス・モードからオフライン・モードへの遷移時間

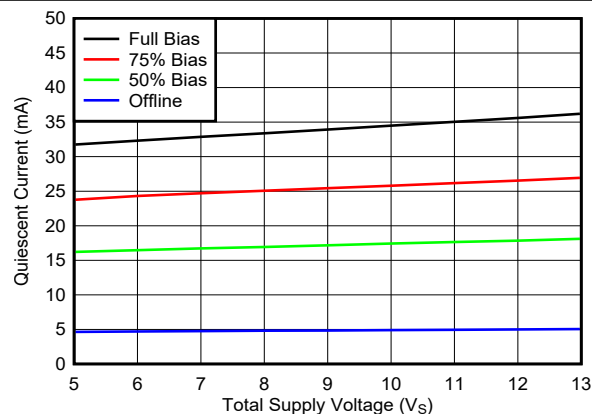


図 7-21. 電源電流と電源電圧との関係

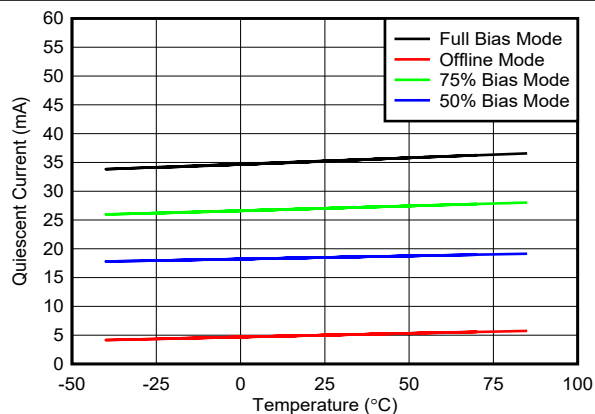


図 7-22. 電源電流と温度との関係

7.11 代表的特性 : $V_S = \pm 6V$ 差動、完全バイアス

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $R_F = 511\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ 差動、 $G_{\text{DIFF}} = +4V/V$ 、 $G_{\text{CM}} = +1V/V$ のとき。

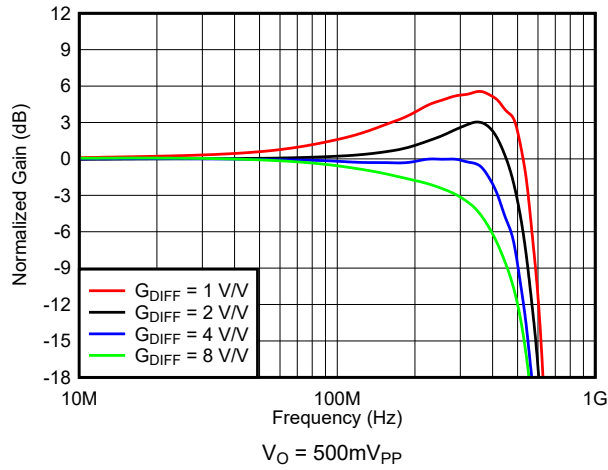


図 7-23. 小信号周波数応答

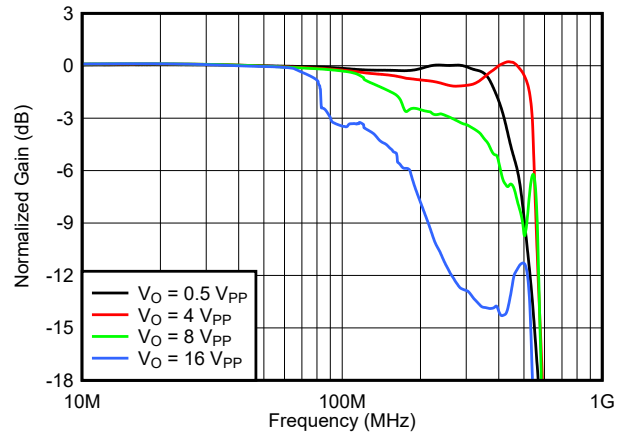


図 7-24. 大信号周波数応答

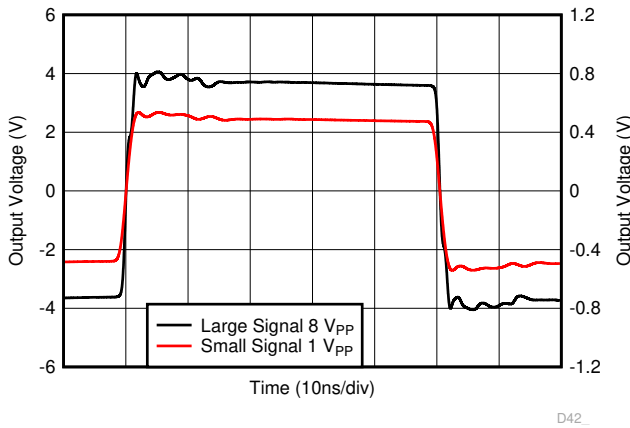


図 7-25. 小信号および大信号パルス応答

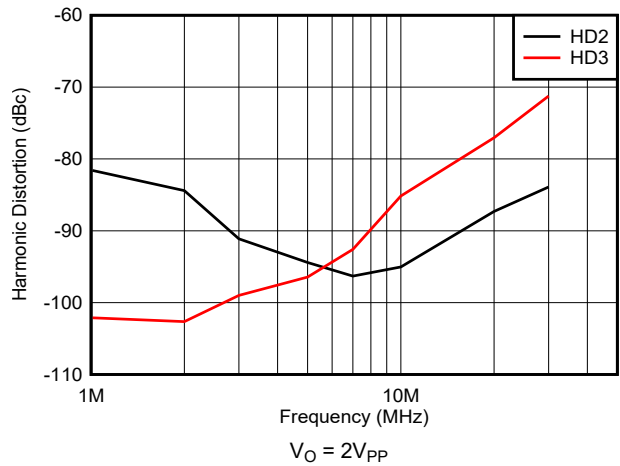


図 7-26. 高調波歪みと周波数との関係

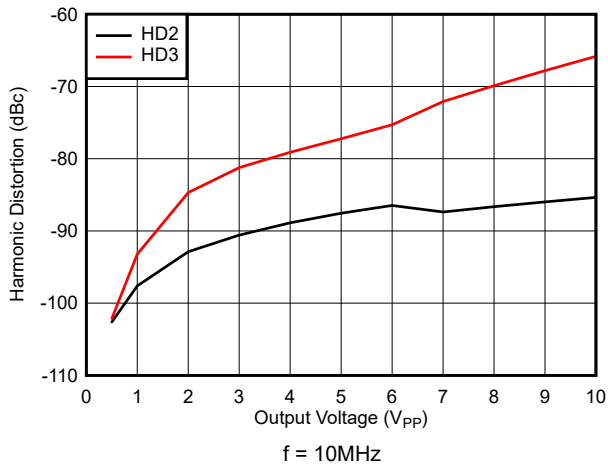


図 7-27. 高調波歪みと出力電圧との関係

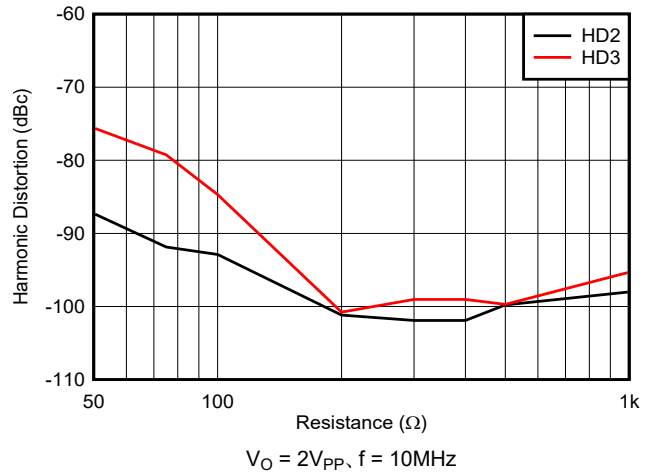


図 7-28. 高調波歪みと負荷抵抗との関係

7.11 代表的特性 : $V_S = \pm 6V$ 差動、完全バイアス (continued)

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $R_F = 511\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ 差動、 $G_{DIFF} = +4V/V$ 、 $G_{CM} = +1V/V$ のとき。

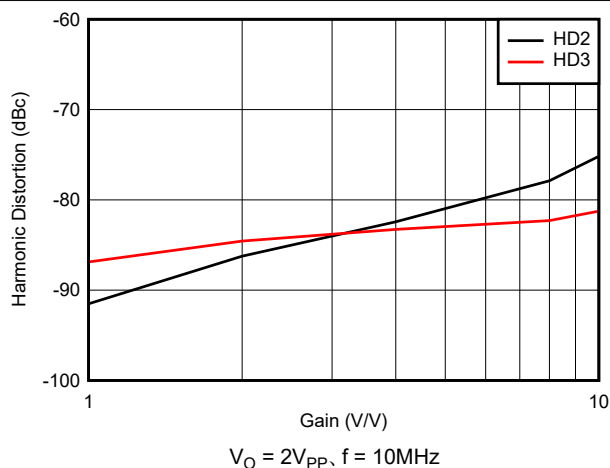


図 7-29. 高調波歪みと非反転ゲインとの関係

7.12 代表的特性 : $V_S = \pm 6V$ 、75% バイアス

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ のとき。

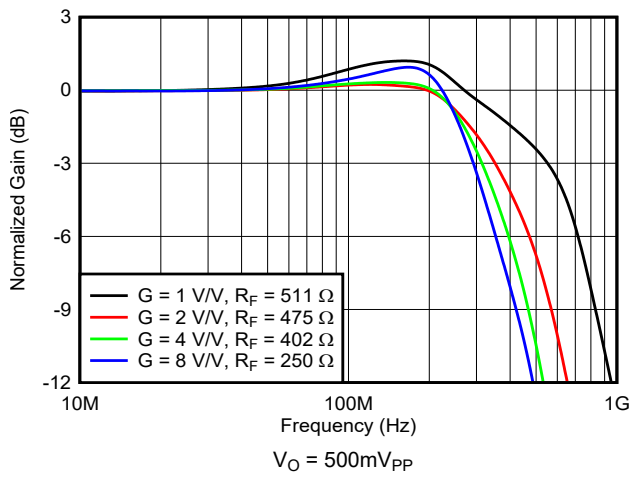


図 7-30. 小信号周波数応答

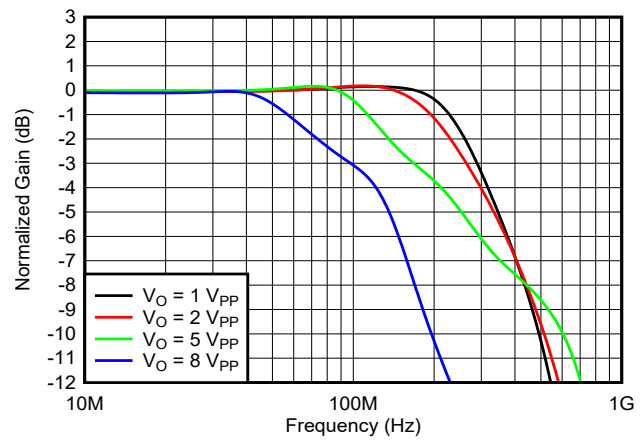


図 7-31. 大信号周波数応答

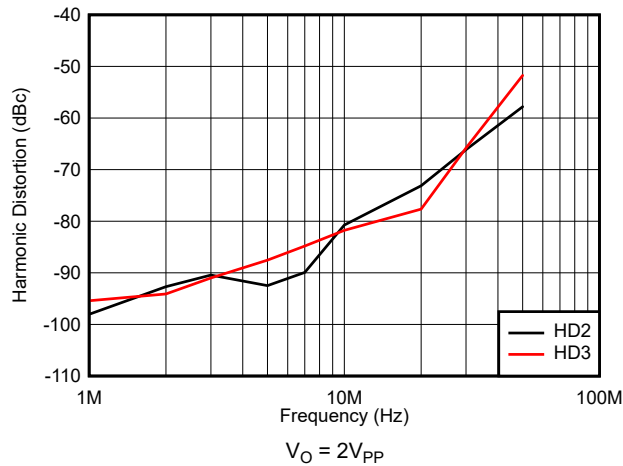


図 7-32. 高調波歪みと周波数との関係

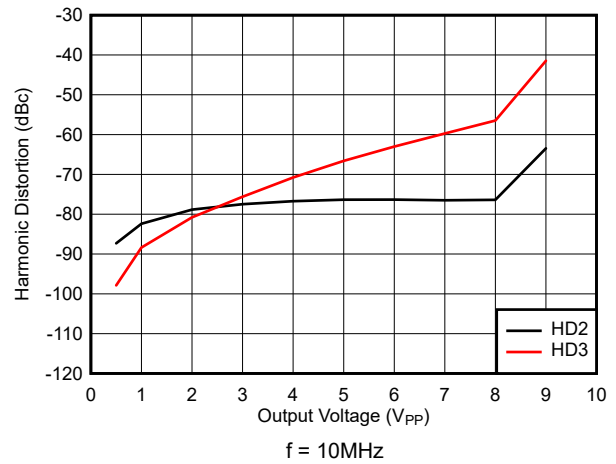


図 7-33. 高調波歪みと出力電圧との関係

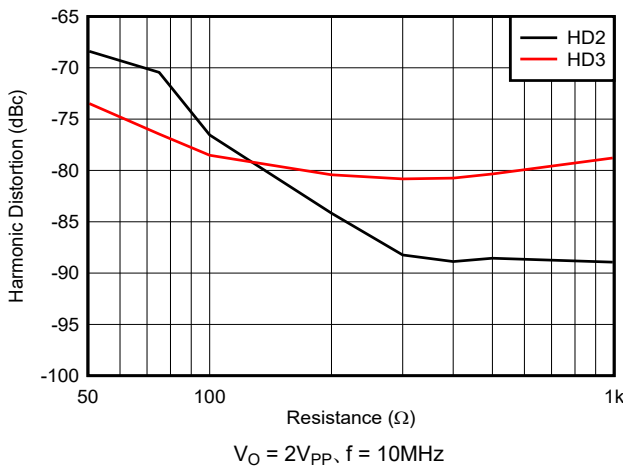


図 7-34. 高調波歪みと負荷抵抗との関係

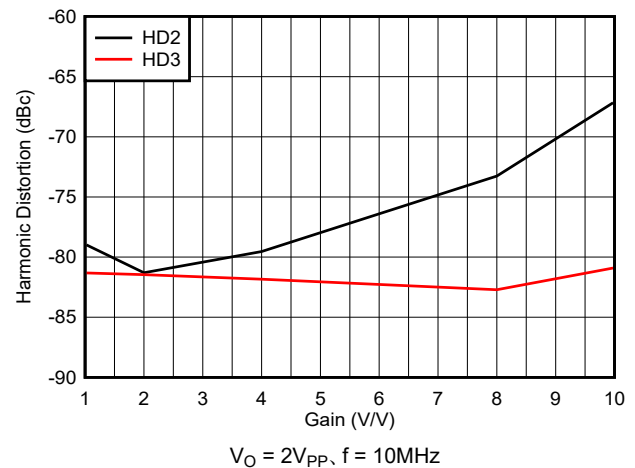


図 7-35. 高調波歪みと非反転ゲインとの関係

7.13 代表的特性 : $V_S = \pm 6V$ 、50% バイアス

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $G = +4V/V$ 、 $R_F = 402\Omega$ 、 $R_L = 100\Omega$ のとき。

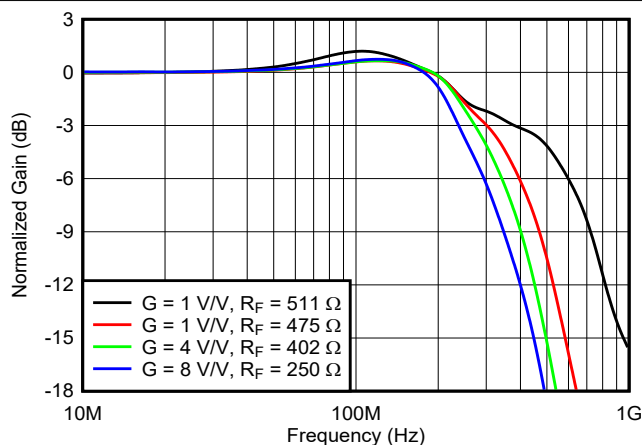


図 7-36. 小信号周波数応答

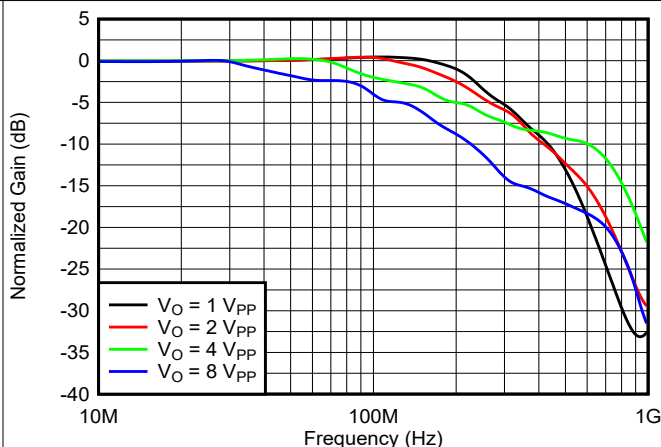


図 7-37. 大信号周波数応答

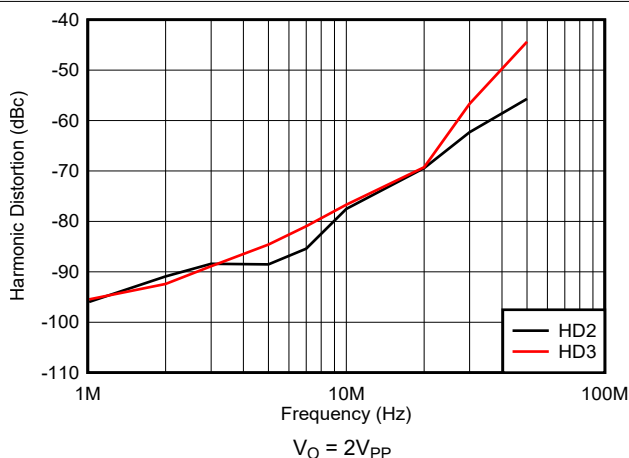


図 7-38. 高調波歪みと周波数との関係

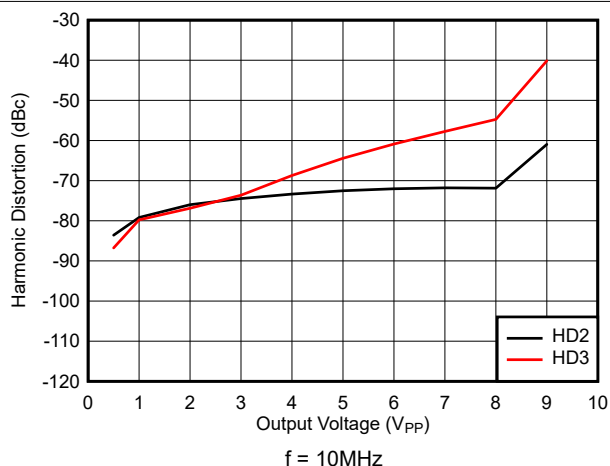


図 7-39. 高調波歪みと出力電圧との関係

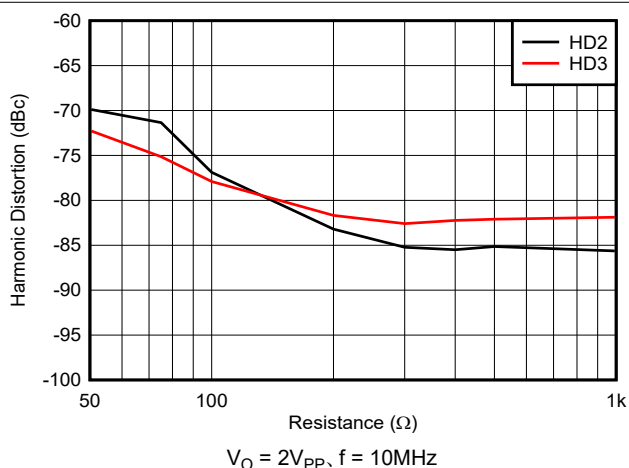


図 7-40. 高調波歪みと負荷抵抗との関係

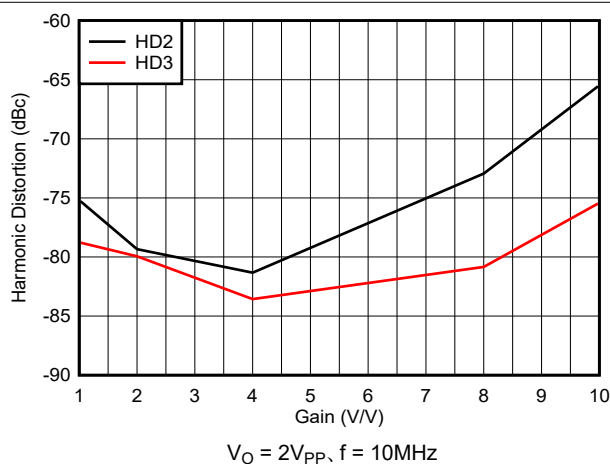


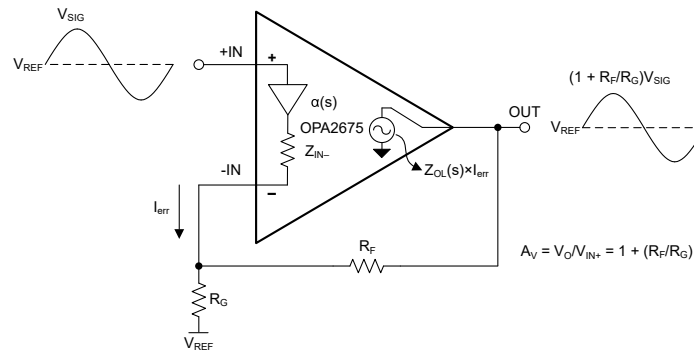
図 7-41. 高調波歪みと非反転ゲインとの関係

8 詳細説明

8.1 概要

OPA2675 は、広帯域幅と共に大電流駆動が求められるアプリケーションのために $\pm 2.5\text{ V}$ to $\pm 6.5\text{ V}$ の広い電源電圧範囲で動作するように設計された高速大電流出力の電流帰還型アンプ (CFA) です。OPA2675 は、高出力インピーダンス状態で動作できるようにオフライン・モードを備えているため、バス・トポロジで接続した際にもネットワークに負荷をかけません。図 3-1 に、OPA2675 の 2 つのチャンネルを 2 つの独立したアンプとして使い、または差動入力 / 差動出力構成で接続する方法を示します。

8.2 機能ブロック図



8.3 機能説明

OPA2675 は、非常に直線性の高い大電力出力段により、非常に優れた AC 性能を提供します。OPA2675 は室温で 16mA/チャンネルの静止電流しか必要とせず、どちらの電源レールからも 1.1V 以内までスイングし、850 mA を上回る電流を供給します。この低出力ヘッドルーム要件と、電源電圧に依存しないバイアス特性により、優れたデュアル ($\pm 6\text{V}$) 電源動作が得られます。OPA2675 は 450MHz を超える帯域幅を持っており、12V 単一電源を使って 100Ω 負荷を 2V_{pp} 出力で駆動できます。

電圧帰還型オペアンプに対する電流帰還型オペアンプの主な利点は、AC 性能 (帯域幅と歪み) が信号ゲインの影響をあまり受けないことです。図 8-1 に、 $\pm 6\text{V}$ の「電気的特性」と「代表的特性」のテスト回路として使われたデュアル電源回路構成 (DC 結合、ゲイン +4V/V) を示します。「電気的特性」に記載されている電圧スイングは、入力および出力ピンで直接測定されています。AC 性能の測定時、OPA2675 の出力は、整合された 50Ω 負荷で終端されます。そのため、OPA2675 から見た総実効負荷は $100\Omega \parallel 402\Omega = 80\Omega$ です。

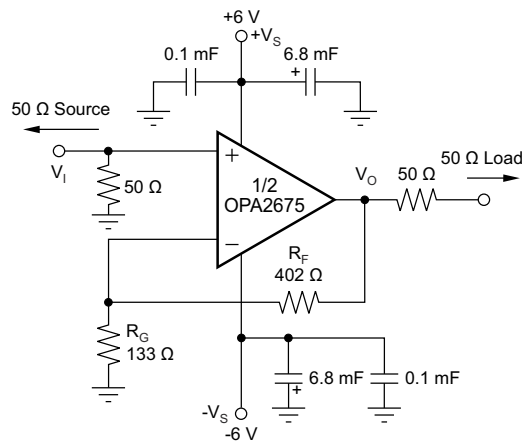


図 8-1. DC 結合、G = +4V/V、バイポーラ電源

8.3.1 取り扱い時の注意事項

8.3.1.1 帯域幅を最適化するための抵抗値の設定

OPA2675 などの電流帰還型オペアンプは、外付け抵抗の値を適切に調整すれば、信号ゲイン設定全体にわたってほぼ一定の帯域幅を保持できます。これを「**代表的特性**」に示します。小信号帯域幅は、ゲインが増加してもわずかに減少するだけです。これらの特性曲線は、ゲイン設定ごとに帰還抵抗が変化していることも示しています。電流帰還型オペアンプの回路の反転側における R_F の絶対値は、周波数応答補償要素として扱うことができ、 R_F と R_G の比は信号ゲインを設定します。

図 8-2 に、OPA2675 の小信号周波数応答解析回路を示します。

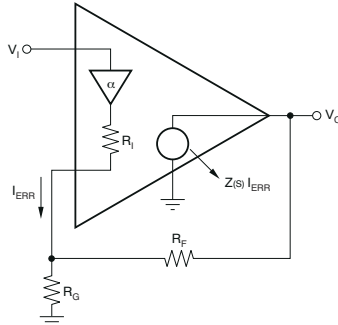


図 8-2. 電流帰還伝達関数解析回路

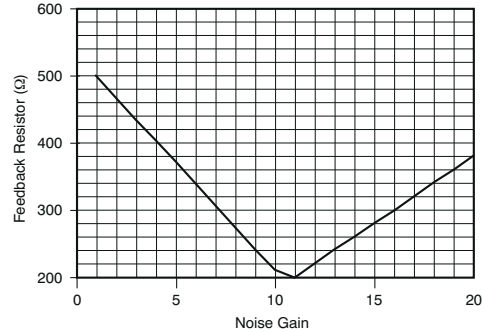


図 8-3. 帰還抵抗とノイズ・ゲインとの関係

この電流帰還型オペアンプ・モデルの主要要素は次のとおりです。

α =非反転入力から反転入力へのバッファ・ゲイン

R_i =バッファの出力インピーダンス

I_{ERR} =帰還誤差電流信号

$Z(s)=I_{ERR}$ から V_O までの周波数依存の開ループ・トランスインピーダンス・ゲイン

$$NG = \text{Noise Gain} = 1 + \frac{R_F}{R_G} \quad (1)$$

電流帰還型オペアンプは、反転ノードの誤差電流を検出し (電圧帰還型オペアンプの差動入力誤差電圧とは対照的に)、これを内部の周波数依存のトランスインピーダンス・ゲインを介して出力に渡します。「**代表的特性**」に、この開ループ・トランスインピーダンス応答が示されています。これは、電圧帰還型オペアンプの開ループ電圧ゲイン曲線に類似しています。CFA の動作理論をさらに理解するには、「**TI プレジジョン・ラボ**」で提供されているトレーニング・ビデオを参照してください。

図 8-3 に示す R_F とゲインとの関係の値は、「**代表的特性**」を作るために使用された値とほぼ等しく、帯域幅の最適化が必要な設計のよい出発点となります。

8.3.1.2 出力電流と電圧

OPA2675 は、低コストのデュアル・モノリシック・オペアンプとしては比類のない出力電圧および電流能力を提供します。25°C の無負荷条件では、出力電圧は通常、いずれかの電源レールに対して 1.1V よりも近い電圧でスイングします。テストされた (+25°C) スイング制限は、いずれかのレールの 1.2V 以内です。OPA2675 は、室温で 1000 mA の周囲にソース電流とシンク電流を供給できます。図 8-4 と 図 8-5 は、さまざまな温度における OPA2675 の電流出力と、その電流出力での負荷条件下における最大電圧スイングの関係を示しています。

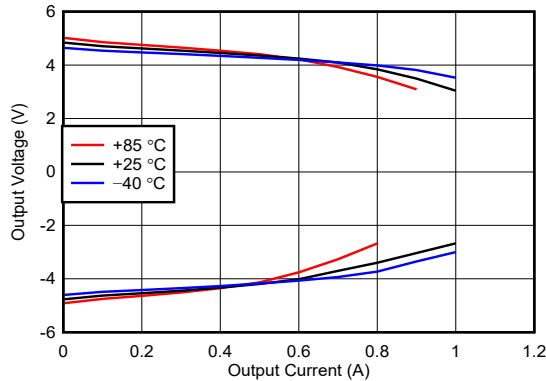


図 8-4. 出力ヘッドルームと出力電流との関係

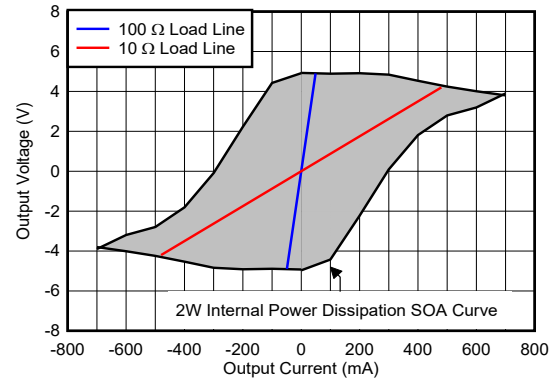


図 8-5. 出力電圧と電流の制限

前述の仕様については、電圧制限と電流制限を別々に考慮してください。多くのアプリケーションでは、電圧と電流の積（または $V \cdot I$ 積）が回路の動作により関係します。図 8-5 は、ゼロ電圧出力電流制限とゼロ電流出力電圧制限をそれぞれ X 軸と Y 軸に示しています。4 つの象限は、OPA2675 の出力駆動能力をより詳細に示しています。グラフが、最大内部消費電力 2W（この場合は 1 チャンネルのみ）の安全動作領域で囲まれていることに注意してください。抵抗負荷ラインをプロットに重ね合わせると、OPA2675 は、出力能力や 2W の消費電力制限を超えることなく、10Ω に $\pm 4V$ 、25Ω に $\pm 4.5V$ を駆動できることがわかります。

8.3.1.3 容量性負荷の駆動

オペアンプにとって最も要求が厳しいものでありながら、非常に一般的である負荷条件の 1 つは容量性負荷です。容量性負荷は多くの場合、A/D コンバータ (ADC) の入力であり、ADC の直線性を改善するために推奨される追加の外部容量も含まれます。OPA2675 などの高速、高開ループ・ゲインのアンプは、容量性負荷が出力ピンに直接配置されると、安定性の低下や閉ループ応答のピークの影響を非常に受けやすくなります。アンプの開ループ出力抵抗を考慮すると、この容量性負荷によって信号路に追加の極が生じ、位相マージンが減少する可能性があります。

主な検討事項が周波数応答の平坦性、パルス応答の忠実度、および歪みである場合、最も単純で効果的な解決策は、アンプの出力と容量性負荷の間に直列絶縁抵抗 (R_{ISO}) を挿入して、容量性負荷 (C_L) を帰還ループから分離することです。この構成を図 8-6 に示します。このアプローチでは、ループ応答から極を除去するのではなく、極をシフトし、より高い周波数でゼロを追加します。追加のゼロは、容量性負荷の極からの位相遅れをキャンセルするように機能するため、位相マージンが増加して安定性が向上します。図 8-7 に「推奨 R_{ISO} と C_L との関係」を示し、図 8-8 に最適化された R_{ISO} 値による周波数応答を示します。

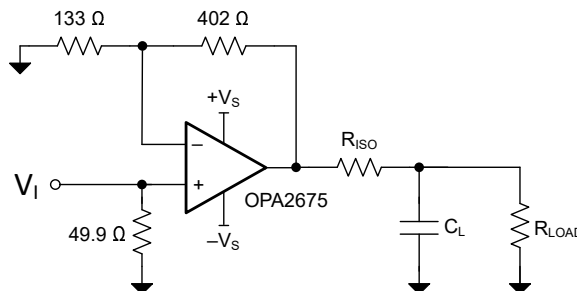


図 8-6. 出力直列絶縁抵抗を使用した大きな容量性負荷の駆動

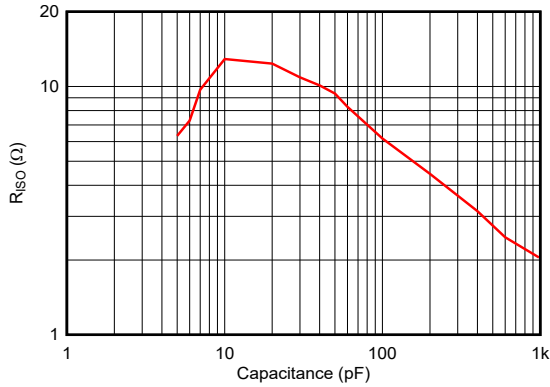
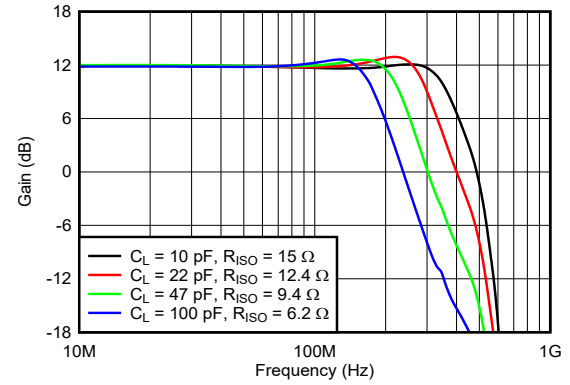
図 8-7. 推奨 R_{ISO} と容量性負荷との関係

図 8-8. 周波数応答と容量性負荷との関係

8.3.1.4 ライン・ドライバのヘッドルーム・モデル

ドライバ設計の第 1 段階は、目標仕様からピーク・ツー・ピーク出力電圧を計算することです。この計算には、次の式を使用します。

$$P_L = 10 \times \log \frac{V_{RMS}^2}{(1mW) \times R_L} \quad (2)$$

ここで、 P_L は負荷の電力、 V_{RMS} は負荷の電圧、 R_L は負荷インピーダンスであり、この式は次のように計算されます。

$$V_{RMS} = \sqrt{(1mW) \times R_L \times 10^{\frac{P_L}{10}}} \quad (3)$$

$$V_P = \text{CrestFactor} \times V_{RMS} = CF \times V_{RMS} \quad (4)$$

ここで、 V_P は負荷でのピーク電圧、 CF は波高率です。

$$V_{LPP} = 2 \times CF \times V_{RMS} \quad (5)$$

ここで、 V_{LPP} は負荷でのピーク・ツー・ピーク電圧です。

式 2～式 5 を整理すると、波高率、負荷インピーダンス、負荷の電力の関数として、負荷において必要なピーク・ツー・ピーク電圧を表現できます。つまり、

$$V_{LPP} = 2 \times CF \times \sqrt{(1mW) \times R_L \times 10^{\frac{P_L}{10}}} \quad (6)$$

この V_{LPP} は通常、ライン・インピーダンスの公称値を求めるために計算され、固定の設計目標とすることができます。

ドライバ設計の次の段階は、ライン上の V_{PP} とトランスの巻線比の関数としての個々のアンプの出力電圧および電流を計算することです。巻線比が変化すると、許容される最小電源電圧も変化します。アンプのピーク電流は次の式で与えられます。

$$\pm I_P = \frac{1}{2} \times \frac{2 \times V_{LPP}}{n} \times \frac{1}{4R_M} \quad (7)$$

ここで、 V_{LPP} は式 6 で定義され、 R_M は式 8 で定義されます。

$$R_M = \frac{Z_{LINE}}{2n^2} \quad (8)$$

図 8-9 において、総合的な負荷が $4R_M$ であり、 V_{LPP} を使って計算したピーク・ツー・ピークの半分がピーク電流であることに注意することで、ピーク電流は計算されます。

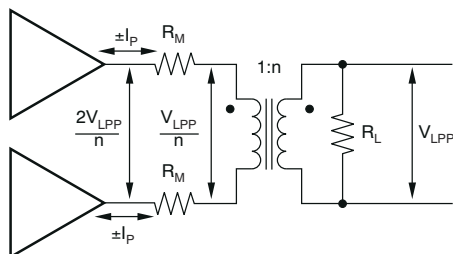


図 8-9. ドライバのピーク出力モデル

必要な出力電圧および電流と設定された巻線比との関係を使うと、出力段のヘッドルーム・モデルによって、必要な電源電圧と巻線比との関係を求めることができます。

このヘッドルーム・モデル (図 8-10 を参照) は、以下の式で記述できます。

まず、各アンプで利用可能な出力電圧は次の式で表されます。

$$V_{OPP} = V_{CC} - (V_1 + V_2) - I_P \times (R_1 + R_2) \quad (9)$$

また、必要な単一電源電圧は次の式で表されます。

$$V_{CC} = V_{OPP} + (V_1 + V_2) + I_P \times (R_1 + R_2) \quad (10)$$

一連の電力および負荷要件に対する最小電源電圧は式 10 で与えられます。ここで、 V_1 、 V_2 、 R_1 、 R_2 は OPA2675 の内部に存在します。

表 8-1 に、OPA2675 を +12V で動作させるための V_1 、 V_2 、 R_1 、 R_2 を示します。

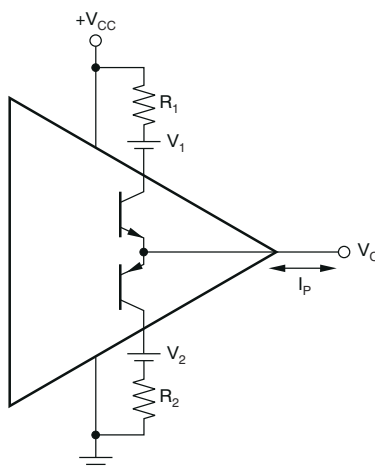


図 8-10. ライン・ドライバのヘッドルーム・モデル

表 8-1. ライン・ドライバのヘッドルーム・モデルの値

V_1	R_1	V_2	R_2
0.9V	2Ω	0.9V	2Ω

8.3.1.5 ノイズ性能

一般に、広帯域の電流帰還型オペアンプは、同等の電圧帰還型オペアンプよりも出力ノイズが大きくなります。OPA2675 は、電圧ノイズ項と電流ノイズ項の間のバランスが優れているため、低出力ノイズを実現します。低い入力電圧ノイズは、より高い非反転入力電流ノイズ (3pA/√Hz) と引き換えにして、実現しています。非反転ノードからの AC ソース・インピーダンスが 100Ω ($R_S = 100\Omega$) 未満である限り、この電流ノイズは合計出力ノイズに大きく影響しません。オペアンプの入力電圧ノイズと 2 つの入力電流ノイズ項を組み合わせることで、さまざまな動作条件下で低出力ノイズが得られます。すべてのノイズ項を含むオペアンプのノイズ解析モデルを 図 8-11 に示します。このモデルでは、電圧ノイズと電流ノイズの単位は nV/√Hz または pA/√Hz です。

合計出力スポット・ノイズ電圧は、寄与するすべての出力ノイズ電圧の 2 乗和の平方根として計算できます。式 11 に、図 8-11 で与えられた項を使用した出力ノイズ電圧の一般的な形式を示します。

$$E_O = \sqrt{\left[E_{NI}^2 + (I_{BN}R_S)^2 + 4kTR_S \right] \times NG + (I_{BI}R_F)^2 + 4kTR_F NG} \quad (11)$$

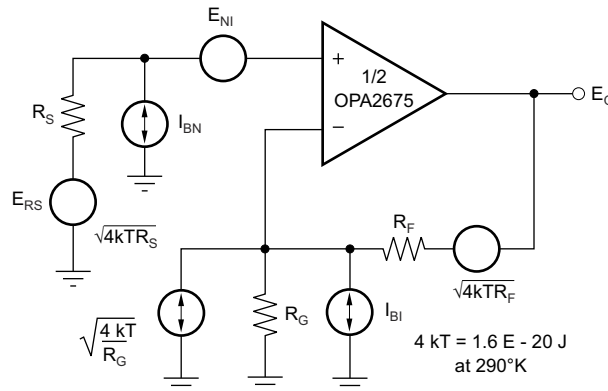


図 8-11. オペアンプのノイズ解析モデル、G = 4V/V

この式をノイズ・ゲイン [$NG = (1 + R_F / R_G)$] で割ると、式 12 に示すように、非反転入力における等価入力換算スポット・ノイズ電圧が得られます。

$$E_I = \sqrt{E_{NI}^2 + (I_{BN} \times R_S)^2 + 4kTR_S + \frac{(I_{BI} \times R_F)^2 + 4kTR_F}{NG^2}} \quad (12)$$

これら 2 つの式を 図 8-11 の OPA2675 回路と部品の値で評価すると、合計出力スポット・ノイズ電圧は 13.2nV/√Hz、合計等価入力スポット・ノイズ電圧は 3.3nV/√Hz となります。この合計入力換算スポット・ノイズ電圧は、オペアンプの電圧ノイズのみの仕様である 2.4nV/√Hz よりも高くなります。この結果は、この場合、反転電流ノイズと帰還抵抗 402Ω の積によって出力に追加されるノイズによるものです。高ゲイン構成で帰還抵抗を小さくすると (前述のように)、式 12 で与えられる合計入力換算電圧ノイズは、オペアンプのみのときの 2.4nV/√Hz に近づきます。たとえば、 $R_F = 250\Omega$ を使用して +8V/V のゲインにすると、合計入力換算ノイズは 2.8nV/√Hz になります。

8.4 デバイスの機能モード

OPA2675 は、A0 および A1 ピンで設定される 4 つの機能モードを備えています。表 8-2 に、デバイス・モード・ピン設定の真理値表と、それに関連した各モードの説明を示します。

表 8-2. A0 と A1 の論理表

A0	A1	機能	説明
0	0	完全バイアス・モード (100%)	両方のアンプがオンであり、歪みが最小限です。
1	0	中バイアス・モード (75%)	両方のアンプがオンであり、節電効果があり、歪み性能が低下します。
0	1	低バイアス・モード (50%)	両方のアンプがオンであり、節電効果が強化され、全ての性能が低下します。
1	1	オフライン・モード	両方のアンプがオフであり、出力は高インピーダンスです。

OPA2675 は、A0 と A1 を互いに接続することで、1 つの制御ビットのみを使って完全バイアス・モードとオフライン・モードを切り替えることができます。中バイアス・モードまたは低バイアス・モードと、オフライン・モードとの切り替えがアプリケーションのために必要な場合、A0 ピンと A1 ピンのどちらかをグランドに接続し、他方を制御ピンに接続します。

オフライン・モードでは、OPA2675 の出力ピンは高出力インピーダンスになります。ただし、帰還抵抗 R_F (図 8-12 を参照) が存在するため、OPA2675 に接続された負荷から見たインピーダンスは高インピーダンス $\parallel R_F$ であり、実質的には R_F に等しくなります。オフライン・モード時に出力ピンと反転入力ピンに印加できる最大電圧については、「絶対最大定格」に記載しています。図 8-12 は、反転入力ピンに現れる電圧が、出力ピンの電圧を抵抗分割した値になることを示しています。出力ピンと反転入力ピンの上限値がどちらも確実に満たされるようにします。

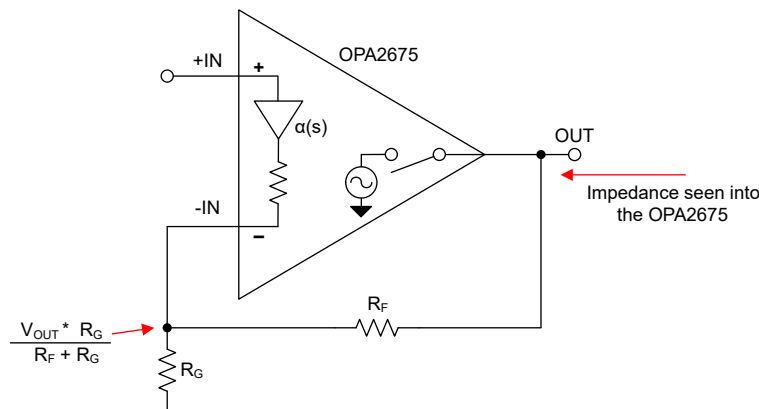


図 8-12. OPA2675 オフライン・モード

9 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

9.1 アプリケーション情報

OPA2675 は、 $\pm 3.5\text{V} \sim \pm 6.5\text{V}$ の広い電源電圧範囲で動作する高速大電流出力の電流帰還型アンプ (CFA) です。このデバイスは、大きい駆動電流と広い帯域幅を必要とするアプリケーションのために設計されています。OPA2675 の 2 つのチャネルは、2 つの独立したアンプとして使用することも、差動入力 / 差動出力構成に接続することもできます。

9.2 代表的なアプリケーション

9.2.1 高速アクティブ・フィルタ

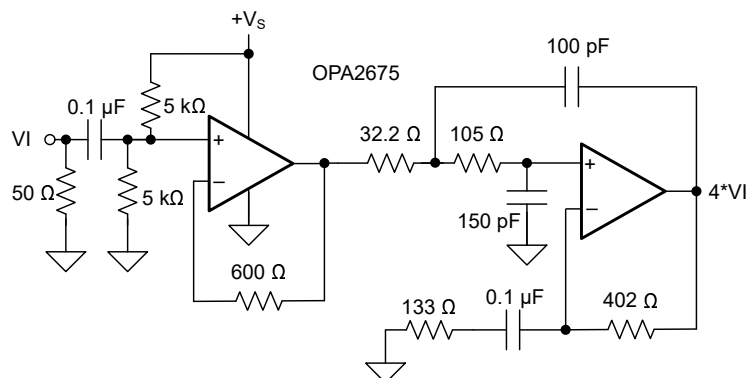


図 9-1. バッファ付き単一電源アクティブ・フィルタ

9.2.1.1 設計要件

広帯域の電流帰還型オペアンプは、受動 RC 回路網内の固定ゲイン・ブロックとしてアンプを使う高速アクティブ・フィルタを実装するための素子として理想的です。ゲインに対して帯域幅が比較的一定であるため、アンプのゲインを変化させても、実際のフィルタ極はそれほど変化しません。図 9-1 に、単一電源のバッファ付きフィルタ・アプリケーションの例を示します。この例では、OPA2675 のチャネルの 1 つを使って DC 動作点を設定し、信号源と 2 段目のフィルタとの間のインピーダンス分離を行っています。この段は、20MHz の最大限に平坦なバターワース周波数応答と +4V/V の AC ゲインを持つように構成されています。

9.2.1.2 詳細な設計手順

この場合、 51Ω の入力マッチング抵抗はオプションです。入力信号は、 $+10V$ 電源から抵抗デバイダを介して生成される $5V$ DC リファレンス電圧に AC 結合されます。この最初の段は、安定性のために 600Ω の帰還抵抗が必要な信号に対する $+1V/V$ のゲインの電圧バッファとして機能します。この最初の段は、この高周波フィルタの入力に必要な低入力抵抗を簡単に駆動します。2 段目は、 $5V$ の動作ポイントを出力ピンに伝送する $+1V/V$ の DC ゲインと $+4V/V$ の AC ゲインに設定されます。帰還抵抗は、アンプ自体の帯域幅を最適化するように調整されています。図 9-1 と 図 9-2 に示すように、この構成の OPA2675 は、 $400MHz$ を超える小信号帯域幅を提供します。コンデンサの値は、できるだけ低く、アンプの寄生入力容量を無効にするのに十分な値が選択されています。抵抗値は、OPA2675 の各チャネルにおける約 $1ns$ の伝搬遅延を考慮しながら、目的のフィルタ周波数応答が得られるようにわずかに調整されました。

9.2.1.3 アプリケーション曲線

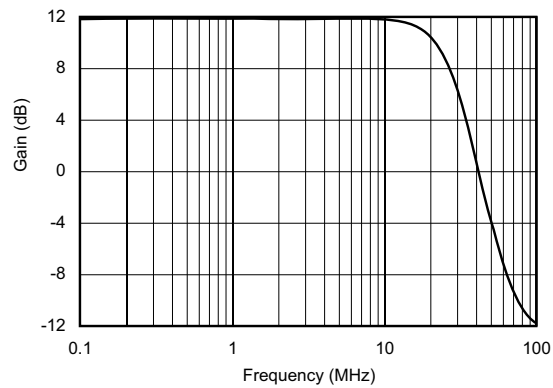


図 9-2. バッファ付き単一電源アクティブ・フィルタ：ゲインと周波数との関係

9.3 電源に関する推奨事項

9.3.1 熱解析

OPA2675 の高出力電力能力により、極端な動作条件下ではヒートシンクまたは強制エアフローが必要になることがあります。望ましい最大接合部温度から、許容される最大内部消費電力を設定します。これについては、次の段落で説明します。最大接合部温度 150°C を超えないようにしてください。

動作時の接合部温度 (T_J) は次の式で与えられます。

$$T_J = T_A + P_D \times \theta_{JA} \quad (13)$$

合計内部消費電力 (P_D) は、静止電力 (P_{DQ}) と、負荷電力を供給するための出力段での追加消費電力 (P_{DL}) の合計です。静止電力は、規定の無負荷時消費電流とデバイス全体の合計電源電圧の積です。 P_{DL} は、必要な出力信号と負荷に依存します。ただし、接地された抵抗負荷の場合、出力がいずれかの電源電圧の 1/2 に固定されているとき (等しいバイポーラ電源の場合)、 P_{DL} は最大になります。この条件では、

$$P_{DL} = V_S^2 / (4 \times R_L) \quad (14)$$

ここで、 R_L には帰還回路負荷が含まれます。

式 14 は、OPA2675 の出力段で消費される電力であり、これにより内部消費電力が決定されます。

ワーストケースの例として、図 8-1 の回路で OPA2675 VQFN-16 を使用し、規定の最大周囲温度 85°C で動作させ、両方の出力が接地された 20Ω 負荷を 2.5V に駆動する場合の最大 T_J を計算します。

$$P_D = 12V \times 33mA + 2 \times [5^2 / (4 \times [20\Omega \parallel 535\Omega])] = 1.05W \quad (15)$$

$$T_J = +85^\circ C + (1.05 \times 45^\circ C/W) = 132.2^\circ C \quad (16)$$

「出力電流および電圧」の出力 V-I プロットには、これらの条件下での最大内部消費電力 2W の境界が含まれています。

9.3.2 入力および ESD 保護

OPA2675 は、高速相補型バイポーラ・プロセスを使って製造されています。「絶対最大定格」に、内部接合部ブレイクダウン電圧を示します。すべてのデバイス・ピンは、電源との間に接続された内部ダイオードを使った限定的な ESD 保護を備えています (図 9-3 を参照)。

これらのダイオードは、電源電圧を上回る入力オーバードライブ電圧に対してもある程度の保護を提供します。これらの保護ダイオードは 10mA (標準値) の連続電流に耐えます。より大きな電流が流れる可能性がある場合 (たとえば、OPA2675 を駆動する ±15V 電源部品を含むシステムの場合)、2 つの入力に電流制限用直列抵抗を追加します。

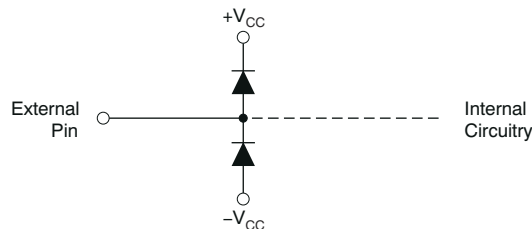


図 9-3. ESD ステアリング・ダイオード

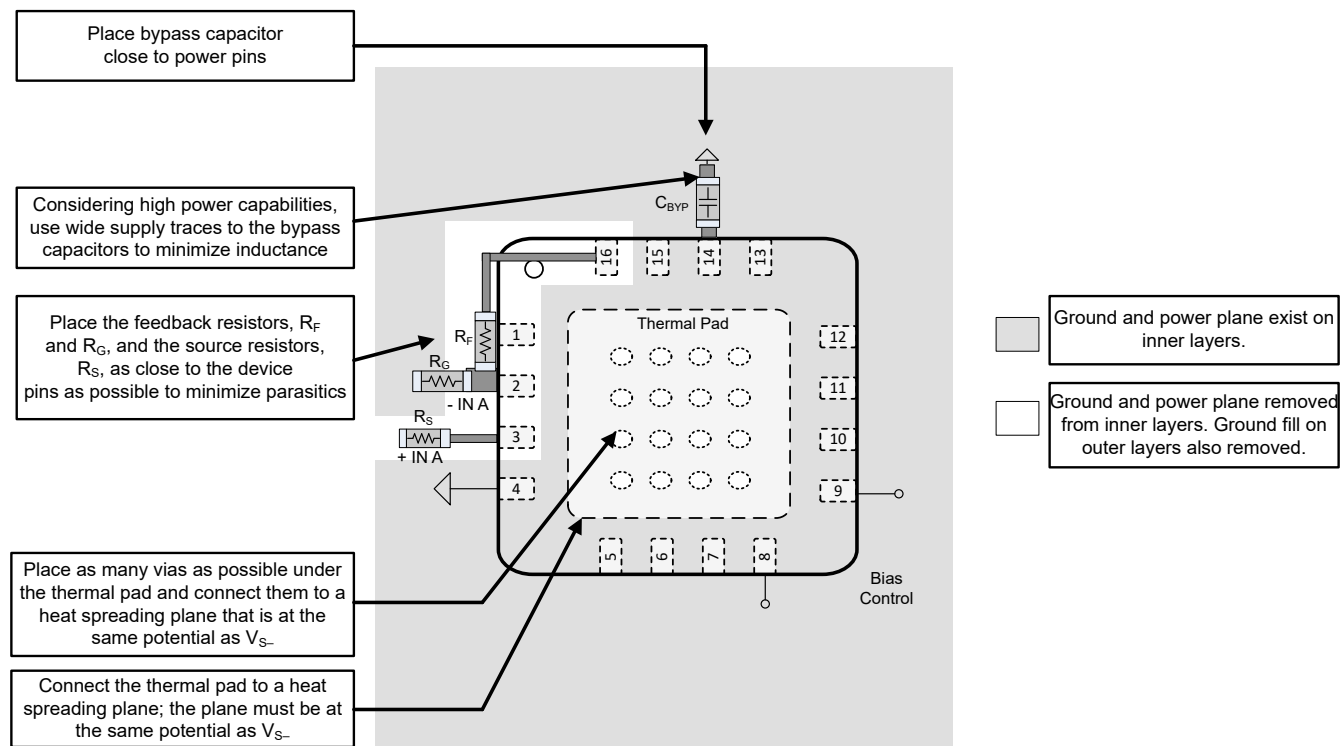
9.4 レイアウト

9.4.1 レイアウトのガイドライン

OPA2675 などの高い周波数のアンプを使用して最適な性能を実現するには、基板レイアウトの寄生素子と外部部品の種類に細心の注意を払う必要があります。

- a) すべての信号 I/O ピンの AC グランドに対する寄生容量を最小化します。出力ピンと反転入力ピンの寄生容量は不安定性の原因になることがあります。非反転入力では、寄生容量がソース・インピーダンスの影響を受けて、意図しない帯域制限を引き起こす可能性があります。不要な容量を減らすため、信号 I/O ピンの周囲のすべてのグランドおよび電源プレーンとの間を広げます。その他に、グランドおよび電源プレーンが基板上のその他の場所で決して途切れないようにします。
- b) 電源ピンから高周波デカップリング・コンデンサ ($0.1\mu\text{F}$) までの距離を最小限 (0.25 インチ (6.35mm) 未満) にします。電源接続 (VQFN パッケージの場合、ピン 7 および 14) を常に低 ESR のコンデンサでデカップリングします。グランドおよび電源プレーンを信号 I/O ピンに近付けてレイアウトしないでください。ピンとデカップリング・コンデンサ間のインダクタンスを最小にするため、電源パターンおよびグランド・パターンは狭くならないようにします。2 つの電源間 (バイポーラ動作の場合) にオプションの電源デカップリング・コンデンサを接続すると、第 2 次高調波歪み性能が向上します。
- c) 外付け部品を慎重に選択および配置することで、OPA2675 の高周波性能が維持されます。リアクタンスが非常に小さい抵抗を使用します。表面実装抵抗、金属皮膜と炭素化合物を使ったアキシアル・リード型抵抗を使うと、優れた高周波性能を実現できます。リード線と PCB パターンの長さをできるだけ短くします。出力ピンと反転入力ピンは寄生容量の影響を最も受けやすいですが、帰還抵抗と直列出力抵抗 (ある場合) は、出力ピンにできるだけ近付けて配置します。両面部品実装が可能な場合、出力ピンと反転入力ピンの間に接続する帰還抵抗を、基板の裏側でパッケージの直下に配置します。
- d) 周波数応答は、前述のように主に帰還抵抗値によって決定されます。帰還抵抗値を大きくすると帯域幅が狭くなり、小さくすると周波数応答のピークが大きくなります。「[代表的特性](#)」($\pm 6\text{V}$ 電源、 $+4\text{V/V}$ ゲイン) で使われている 402Ω の帰還抵抗は、設計の出発点として最適です。電流帰還型オペアンプには、ユニティ・ゲイン・フォロワ構成であっても、安定性を制御するために帰還抵抗が必要であることに注意します。ユニティ・ゲイン・フォロワ・アプリケーションの場合、直接短絡するのではなく、 511Ω の帰還抵抗を使います。
- e) 基板上のその他の広帯域デバイスとは、短い直接配線を使って、またはオンボード伝送ラインを通して接続できます。短い接続の場合、パターンと隣のデバイスの入力を集中容量性負荷と見なします。比較的幅の広いパターン ($50\text{mil} \sim 100\text{mil}$ ($1.27\text{mm} \sim 2.54\text{mm}$)) を使い、できればそれらの周囲のグランドおよび電源プレーンとの間を広げます。[図 8-7](#) のグラフから、全体の容量性負荷を見積り、 R_{ISO} を設定します。OPA2675 は 2pF (公称値) の寄生負荷で動作するように補償されているため、寄生負荷容量 (5pF 未満) が小さい場合、 R_{ISO} が不要なこともあります。
- 長いパターンが必要であり、二重終端伝送ラインに固有の 6dB の信号損失が許容される場合、マイクロストリップまたはストリップライン手法を使って整合インピーダンス伝送ラインを実装します (マイクロストリップおよびストリップライン・レイアウト手法については、ECL 設計ハンドブックを参照)。
- OPA2675 は高電圧大電流で負荷を駆動できるため、複数の送信先デバイスを、それぞれに個別の直列およびシャント終端を持つ別個の伝送ラインとして扱うことができます。二重終端伝送ラインの 6dB の減衰が許容できない場合、長いパターンをソース端でのみ直列終端することができます。

9.4.2 レイアウト例



「レイアウトに関する推奨事項」は、チャンネル A についてのみ示してあります。チャンネル B についても同様の推奨事項に従ってください。

図 9-4. 推奨レイアウト

10 デバイスおよびドキュメントのサポート

10.1 デバイスのサポート

10.1.1 開発サポート

10.1.1.1 TINA-TI™ シミュレーション・ソフトウェア (無償ダウンロード)

TINA-TI™ シミュレーション・ソフトウェアは、SPICE エンジンに基づいた単純かつ強力な、使いやすい回路シミュレーション・プログラムです。TINA-TI シミュレーション・ソフトウェアは、TINA™ ソフトウェアのすべての機能を持つ無償バージョンで、パッシブ・モデルとアクティブ・モデルに加えて、マクロモデルのライブラリがプリロードされています。TINA-TI シミュレーション・ソフトウェアには、SPICE の標準的な DC 解析、過渡解析、周波数ドメイン解析などの全機能に加え、追加の設計機能が搭載されています。

TINA-TI シミュレーション・ソフトウェアは[設計ツールとシミュレーション Web ページ](#)から無料でダウンロードでき、ユーザーが結果をさまざまな方法でフォーマットできる、広範な後処理機能を備えています。仮想計測器により、入力波形を選択し、回路ノード、電圧、および波形をプローブして、動的なクイック・スタート・ツールを作成できます。

注

これらのファイルを使用するには、TINA ソフトウェアまたは TINA-TI ソフトウェアがインストールされている必要があります。[TINA-TI™ ソフトウェア・フォルダ](#)から、無償の TINA-TI シミュレーション・ソフトウェアをダウンロードしてください。

10.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、[ti.com](#) のデバイス製品フォルダを開いてください。「更新の通知を受け取る」をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取れます。変更の詳細については、修正されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

10.3 サポート・リソース

[TI E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、該当する貢献者により、現状のまま提供されるものです。これらは TI の仕様を構成するものではなく、必ずしも TI の見解を反映したものではありません。TI の[使用条件](#)を参照してください。

10.4 商標

TINA-TI™ and TI E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

TINA™ is a trademark of DesignSoft, Inc.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

10.5 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

10.6 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

11 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスについて利用可能な最新のデータです。このデータは予告なく変更されることがあり、ドキュメントが改訂される場合もあります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
OPA2675RGVR	Active	Production	VQFN (RGV) 16	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	OPA 2675
OPA2675RGVR.B	Active	Production	VQFN (RGV) 16	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	OPA 2675

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

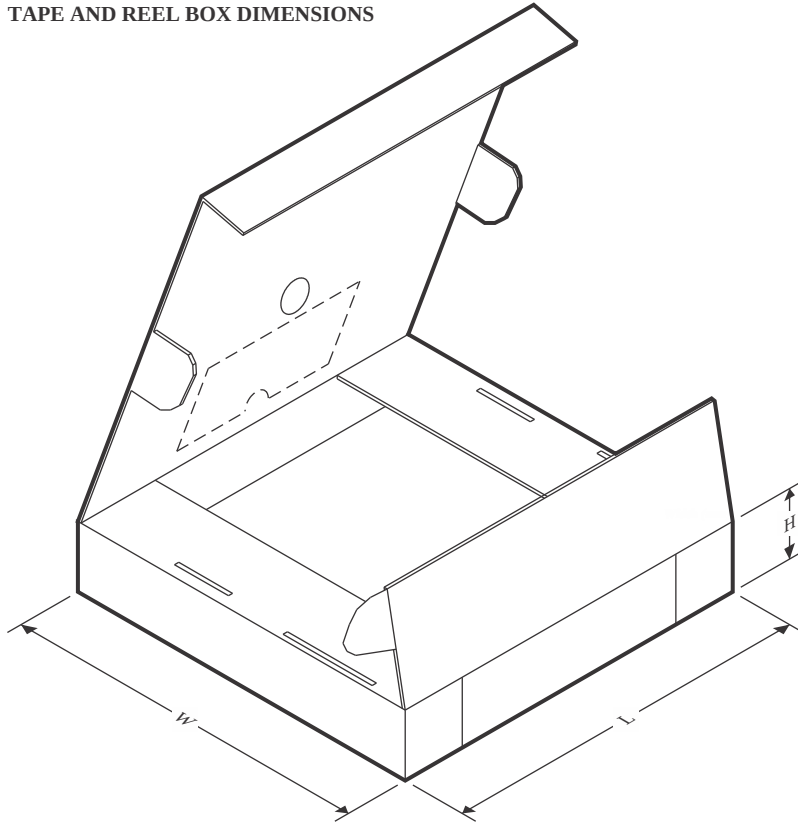
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
OPA2675RGVR	VQFN	RGV	16	2500	330.0	12.4	4.25	4.25	1.15	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
OPA2675RGVR	VQFN	RGV	16	2500	360.0	360.0	36.0

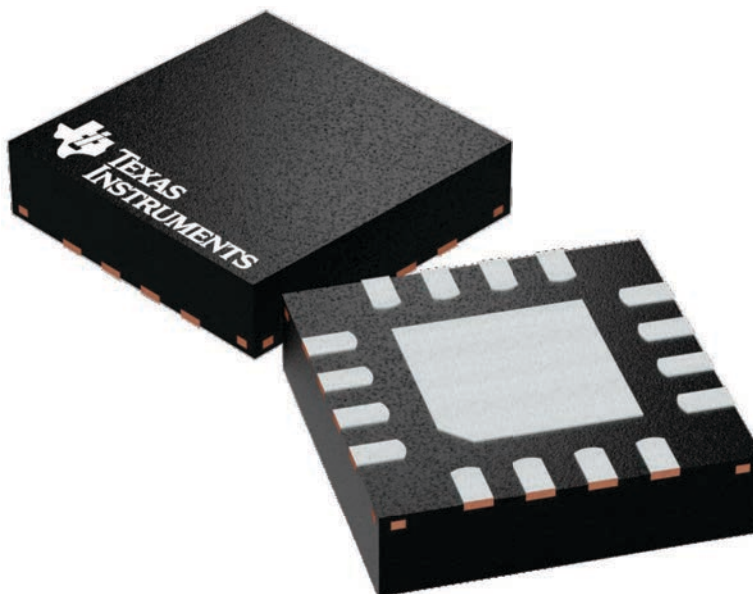
GENERIC PACKAGE VIEW

RGV 16

VQFN - 1 mm max height

4 x 4, 0.65 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



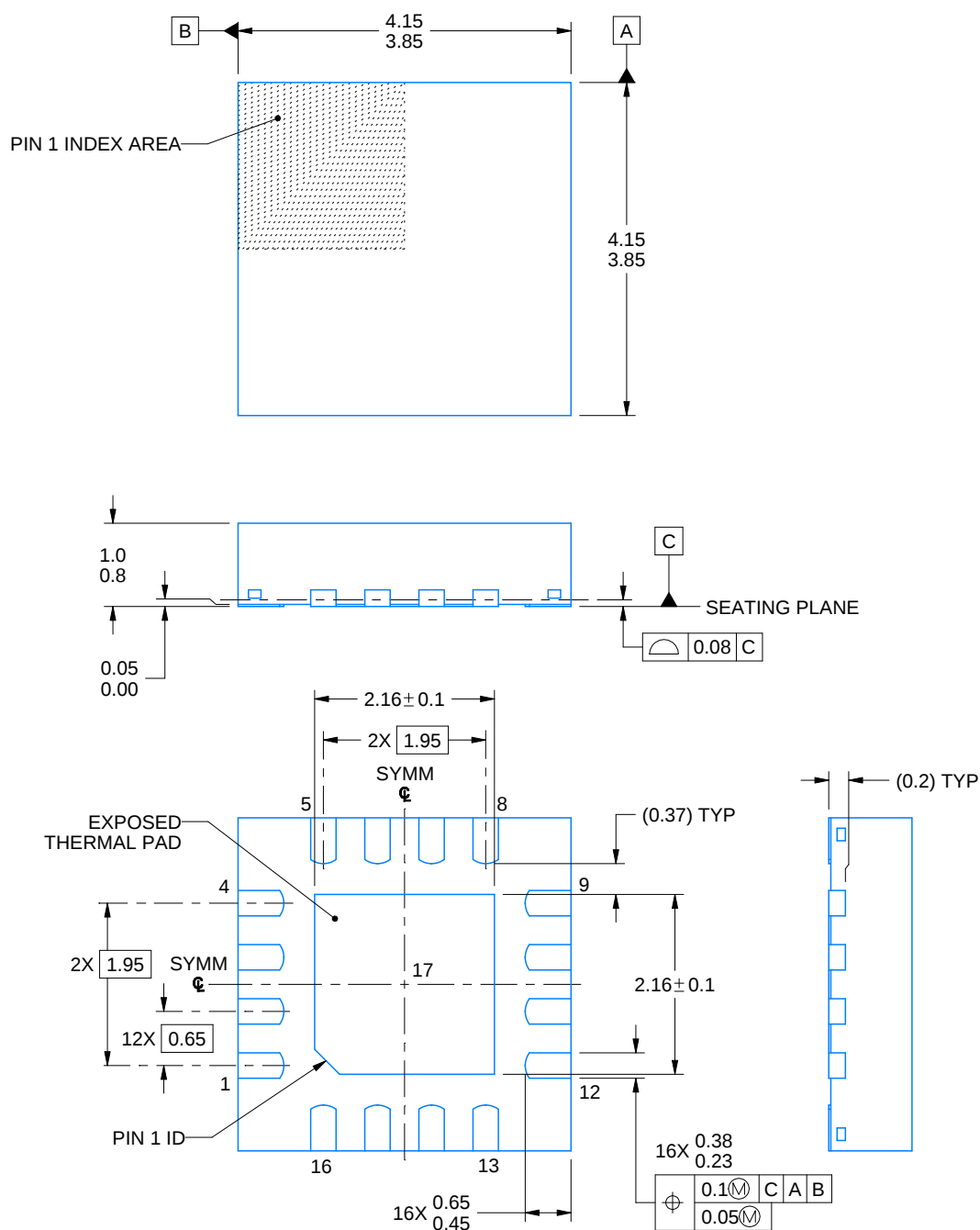
Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.

4224748/A



VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



4219037/A 06/2019

NOTES:

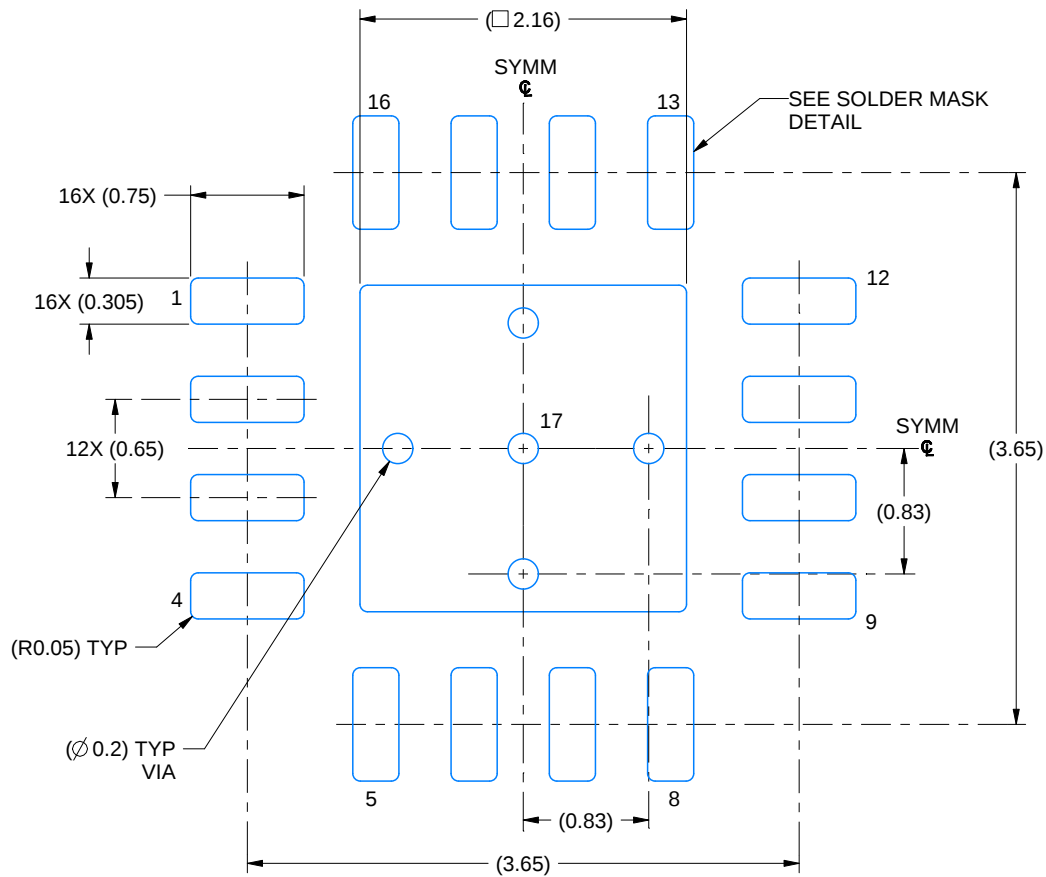
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

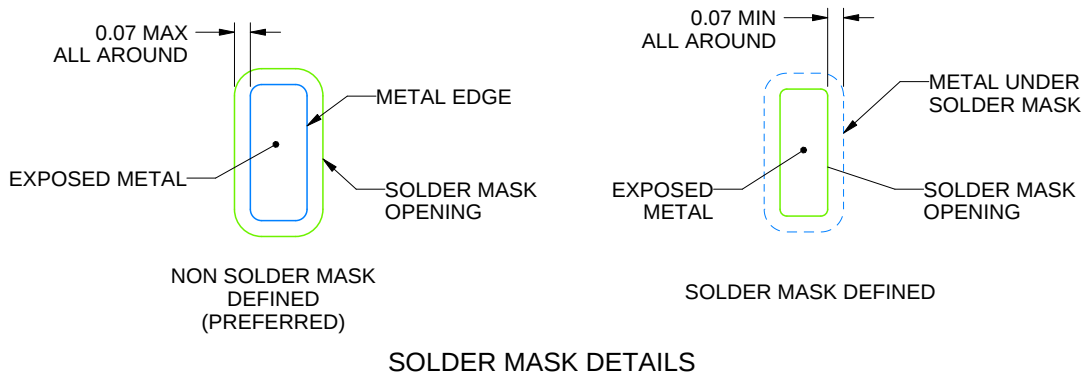
RGV0016A

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 20X



4219037/A 06/2019

NOTES: (continued)

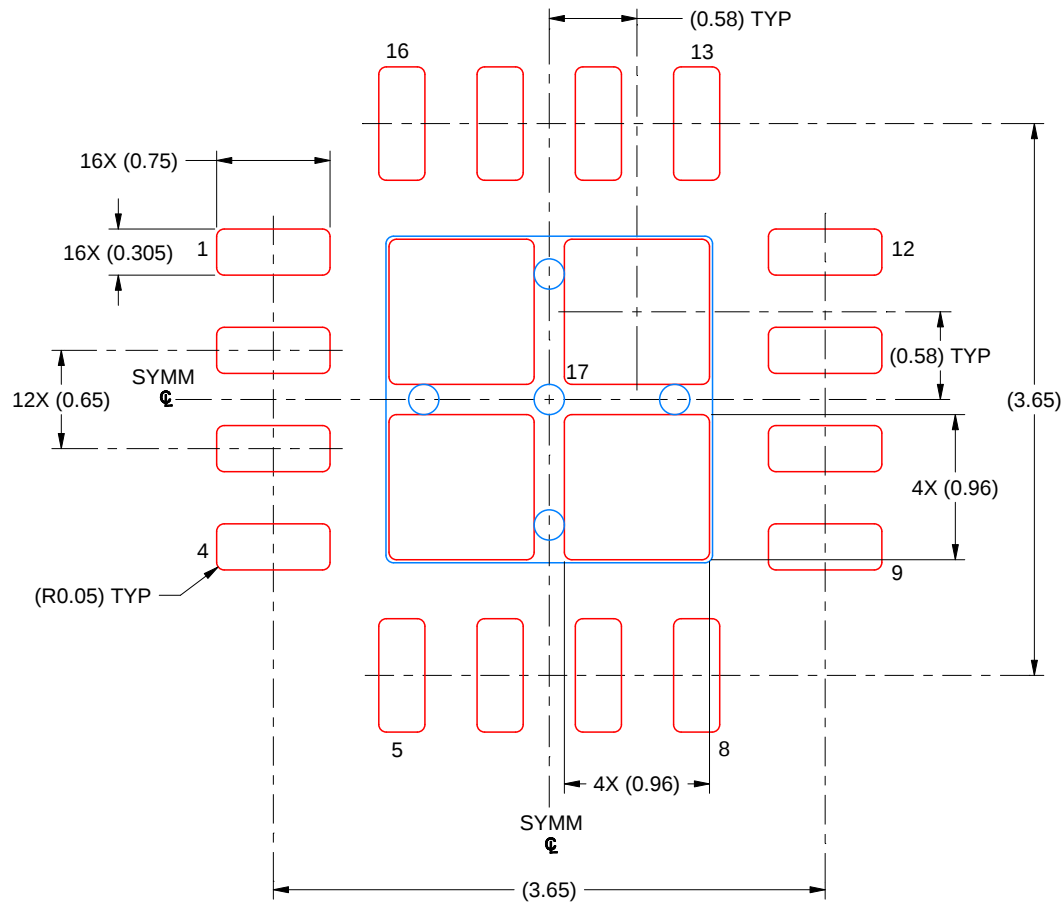
- This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
- Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RGV0016A

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 MM THICK STENCIL
SCALE: 20X

EXPOSED PAD 17
79% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE

4219037/A 06/2019

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月