

## TLE202xM Excalibur、高速、低消費電力、高精度オペアンプ

### 1 特長

- 消費電流: 300 $\mu$ A、最大値
- 高いユニティゲイン帯域幅: 2MHz
- 高いスルーレート: 0.65V/ $\mu$ s
- 軍用温度範囲全体にわたる電源電流の変化:  $V_S = \pm 15V$  で 10 $\mu$ A
- 5V 単一電源と  $\pm 15V$  の両方で動作が規定されています
- 位相反転防止
- 高いオープンループゲイン: 6.5V/ $\mu$ V (136dB)
- 低いオフセット電圧: 100 $\mu$ V、最大値
- 時間によるオフセット電圧ドリフト: 0.005 $\mu$ V/mo
- 低い入力バイアス電流: 50nA、最大値
- 低いノイズ電圧: 19nV/ $\sqrt{Hz}$

### 2 説明

TLE2021xM、TLE2022xM、TLE2024xM (TLE202xM) デバイスは、テキサス インストルメンツの新しい Excalibur プロセスを使用した、高精度、高速、低消費電力のオペアンプです。これらのデバイスは、OP21 の最良の機能と、高度に改善されたスルー レートとユニティ ゲイン帯域幅を組み合わせています。

相補的バイポーラ Excalibur プロセスでは、絶縁された垂直 PnP トランジスタを使用することで、類似のデバイスに比べてユニティ ゲイン帯域幅とスルー レートが大幅に向上します。

このプロセスにバイアス回路を追加すると、時間と温度の両方で非常に安定したパラメータが得られます。したがっ

て、高精度デバイスは、温度変化や経年使用においても、高精度デバイスとしての性能を維持します。

この優れた DC 性能と、負のレールを含む同相入力電圧範囲を兼ね備えた本デバイスは、単電源または分割電源構成の低レベルの信号コンディショニング アプリケーションに最適です。さらに、これらのデバイスには位相反転防止回路が搭載されているため、いずれかの入力に負の電源レールを下回っても、出力状態の予期しない変化を解消します。

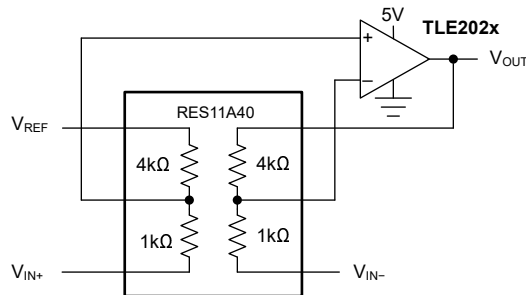
高密度システム アプリケーション向けのセラミック DIP バージョンやチップキャリア バージョンなど、さまざまなオプションが利用可能です。

M 接尾辞デバイスは、 $-55^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$  の軍用温度範囲全体で動作が規定されています。

#### 製品情報

部品番号 (1)	チャンネル数	パッケージ (2)
TLE2021xM	シングル	FK (LCCC、20)
		JG (CDIP、8)
TLE2022xM	デュアル	FK (LCCC、20)
		JG (CDIP、8)
TLE2024xM	クワッド	FK (LCCC、20)
		J (CDIP、14)

- セクション 3 を参照してください。
- 詳細については、セクション 11 を参照してください。



RES11A を使った差動アンプの回路



## 目次

1 特長.....	1	5.14 TLE2024xM の電气的特性、 $V_{CC} = \pm 15V$ .....	12
2 説明.....	1	5.15 TLE2024M の動作特性、 $V_{CC} = \pm 15V$ .....	12
3 製品比較表.....	2	5.16 代表的特性.....	14
4 ピン構成および機能.....	3	6 パラメータ測定情報.....	27
5 仕様.....	5	6.1 標準値.....	28
5.1 絶対最大定格.....	5	7 詳細説明.....	29
5.2 損失定格.....	5	7.1 機能ブロック図.....	29
5.3 推奨動作条件.....	5	8 アプリケーションと実装.....	30
5.4 TLE2021xM の電气的特性、 $V_{CC} = 5V$ .....	6	8.1 アプリケーション情報.....	30
5.5 TLE2021M の動作特性、 $V_{CC} = 5V$ .....	6	9 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	33
5.6 TLE2021xM の電气的特性、 $V_{CC} = \pm 15V$ .....	7	9.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	33
5.7 TLE2021M の動作特性、 $V_{CC} = \pm 15V$ .....	7	9.2 サポート・リソース.....	33
5.8 TLE2022xM の電气的特性、 $V_{CC} = 5V$ .....	8	9.3 商標.....	33
5.9 TLE2022M の動作特性、 $V_{CC} = 5V$ .....	8	9.4 静電気放電に関する注意事項.....	33
5.10 TLE2022xM の電气的特性、 $V_{CC} = \pm 15V$ .....	9	9.5 用語集.....	33
5.11 TLE2022M の動作特性、 $V_{CC} = \pm 15V$ .....	9	10 改訂履歴.....	33
5.12 TLE2024xM の電气的特性、 $V_{CC} = 5V$ .....	11	11 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	33
5.13 TLE2024M の動作特性、 $V_{CC} = 5V$ .....	11		

## 3 製品比較表

表 3-1. TLE2021xM 使用可能なオプション

$T_A$	パッケージ デバイス		
	25°C での $V_{IO}$ の最大値	チップ キャリア (FK)	セラミック DIP (JG)
-55°C ~ +125°C	100V $\mu$ V 500 $\mu$ V	TLE2021BMFK TLE2021MFK	TLE2021BMJG TLE2021MJG

表 3-2. TLE2022xM 使用可能なオプション

$T_A$	パッケージ デバイス		
	25°C での $V_{IO}$ の最大値	チップ キャリア (FK)	セラミック DIP (JG)
-55°C ~ +125°C	150 $\mu$ V 300 $\mu$ V 500 $\mu$ V	— TLE2022AMFK TLE2022MFK	TLE2022BMJG TLE2022AMJG TLE2022MJG

表 3-3. TLE2024xM 使用可能なオプション

$T_A$	パッケージ デバイス		
	25°C での $V_{IO}$ の最大値	チップ キャリア (FK)	セラミック DIP (J)
-55°C ~ +125°C	500 $\mu$ V 750 $\mu$ V 1000 $\mu$ V	TLE2024BMFK TLE2024AMFK TLE2024MFK	TLE2024BMJ TLE2024AMJ TLE2024MJ

## 4 ピン構成および機能

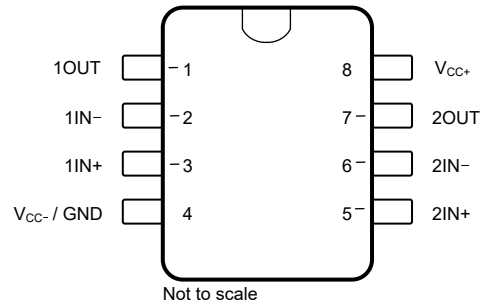
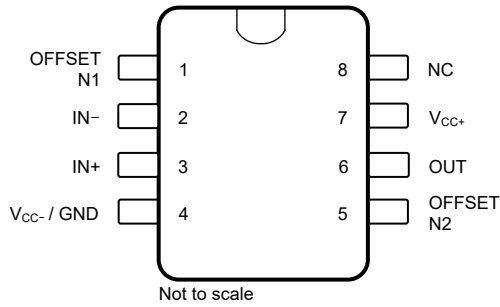


図 4-1. TLE2021xM : JG パッケージ、8 ピン CDIP (上面図)      図 4-2. TLE2022xM : JG パッケージ、8 ピン CDIP (上面図)

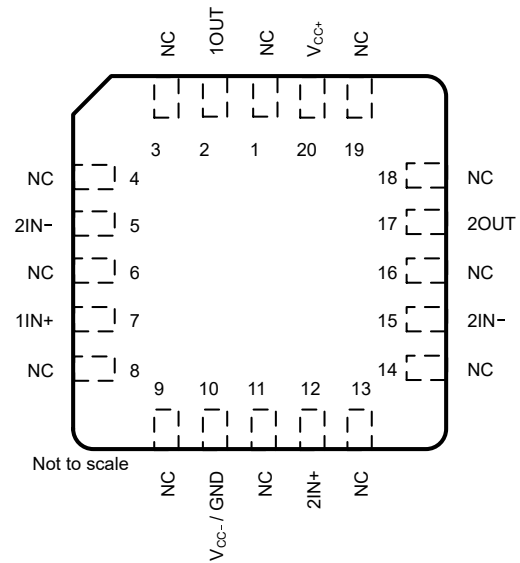
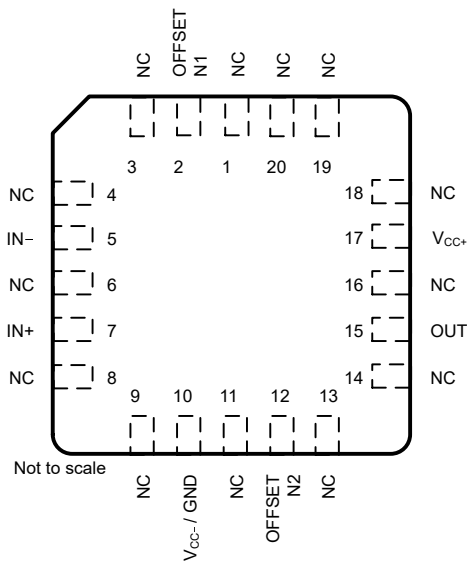


図 4-3. TLE2021xM : FK パッケージ、20 ピン LCCC (上面図)      図 4-4. TLE2022xM : FK パッケージ、20 ピン LCCC (上面図)

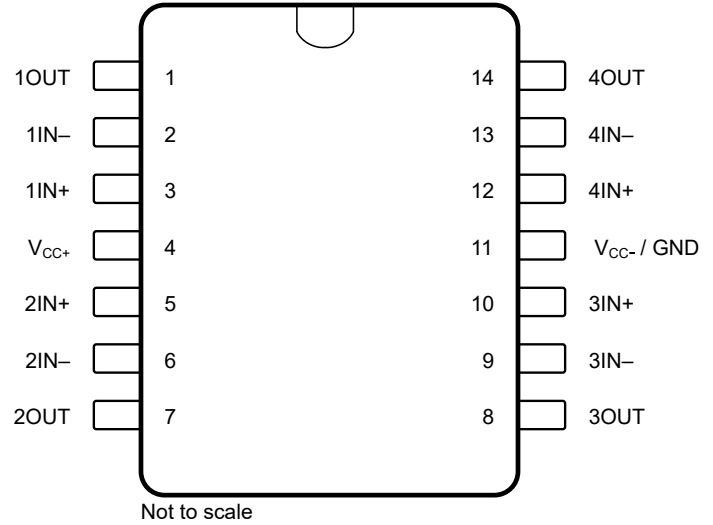
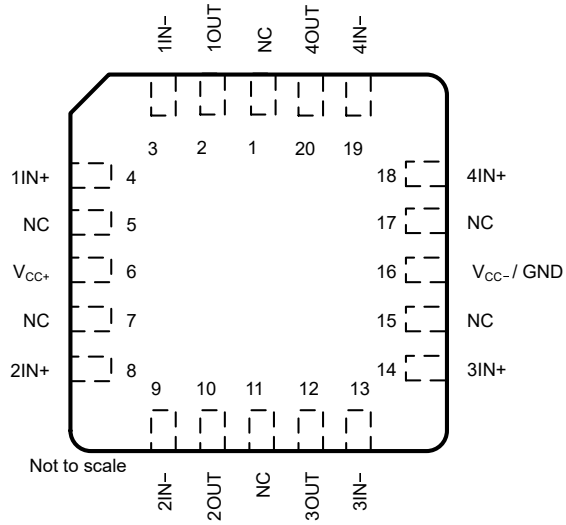


図 4-5. TLE2024xM : FK パッケージ、20 ピン LCCC (上面図)      図 4-6. TLE2024xM : J パッケージ、14 ピン CDIP (上面図)

## 5 仕様

### 5.1 絶対最大定格

自由空気での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)<sup>(1)</sup>

		値	単位
電源電圧、 $V_{CC+}$ <sup>(2)</sup>		20	V
電源電圧、 $V_{CC-}$ <sup>(2)</sup>		-20	V
差動入力電圧、 $V_{ID}$ <sup>(3)</sup>		$\pm 0.6$	V
入力電圧範囲、 $V_I$ (任意の入力) <sup>(2)</sup>		$\pm V_{CC}$	
入力電流、 $I_I$ (各入力)		$\pm 1$	mA
出力電流、 $I_O$ (各出力):	TLE2021	$\pm 20$	mA
	TLE2022	$\pm 30$	
	TLE2024	$\pm 40$	
$V_{CC+}$ への総電流		80	mA
$V_{CC-}$ からの合計電流		80	mA
25°C 以下での短絡電流の時間 <sup>(4)</sup>		制限なし	
連続総許容損失		消費定格を参照してください	
自由気流での動作温度範囲、 $T_A$		-55~125	°C
保管温度範囲、 $T_{stg}$		-65~150	°C
60 秒間のケース温度、 $T_C$ :FK パッケージ		260	°C
リード温度:ケースから 1.6mm (1/16 インチ) 離れた点で 60 秒間:JG パッケージ		300	°C

- (1) 絶対最大定格を上回るストレスが加わった場合、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。これらは、ストレス定格のみを示すものであり、これらの条件や「推奨動作条件」に示されたその他の条件と等しい、またはそれを超える条件で本デバイスが正しく動作することを意味するものではありません。絶対最大定格の状態が長時間続くと、デバイスの信頼性に影響を与える可能性があります。
- (2) 差動電圧を除くすべての電圧値は、 $V_{CC+}$  と  $V_{CC-}$  の中点を基準にしています。
- (3) 差動電圧は、 $I_{IN-}$  を基準とする  $I_{IN-}$  です。制限抵抗を使用しない限り、約  $\pm 600\text{mV}$  を超える差動入力電圧が入力間に印加されると、過剰な電流が流れます。
- (4) 出力は、どちらの電源にも短絡できます。温度、電源電圧、またはその両方が最大消費電力定格を超えないように制限します。

### 5.2 損失定格

パッケージ	$T_A \leq 25^\circ\text{C}$ の電力定格	$T_A = 25^\circ\text{C}$ を超える場合のデレーティング係数	$T_A = 70^\circ\text{C}$ の電力定格	$T_A = 85^\circ\text{C}$ の電力定格	$T_A = 125^\circ\text{C}$ の電力定格
FK	1375mW	11.0 mW/°C	880mW	715mW	275mW
J-14	1375mW	11.0 mW/°C	880mW	715mW	275mW
JG-8	1050mW	8.4 mW/°C	672mW	546mW	210mW

### 5.3 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)

	接尾辞 M		単位
	最小値	最大値	
電源電圧、 $V_{CC}$	$\pm 2$	$\pm 20$	V
同相入力電圧、 $V_{IC}$	$V_{CC} = \pm 5\text{V}$	0	3.2
	$V_{CC} \pm \pm 15\text{V}$	-15	13.2
自由気流での動作温度 ( $T_A$ )	-55	125	°C

## 5.4 TLE2021xM の電気的特性、V<sub>CC</sub> = 5V

指定された自由空気温度で、および V<sub>CC</sub> = 5V (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	T <sub>A</sub> (1)	TLE2021M			TLE2021BM			単位
			最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値	
V <sub>IO</sub>	入力オフセット電圧	25°C		120	600		80	200	μV
		フルレンジ			1100			300	
α <sub>VIO</sub>	入力オフセット電圧の温度係数	フルレンジ		2			2		μV/°C
	入力オフセット電圧の長期ドリフト (2)	25°C		0.005			0.005		μV/mo
I <sub>IO</sub>	入力オフセット電流	25°C		0.2	6		0.2	6	nA
		フルレンジ			10			10	
I <sub>B</sub>	入力バイアス電流	25°C		25	70		25	70	nA
		フルレンジ			90			90	
V <sub>ICR</sub>	同相入力電圧範囲	25°C	0~3.5	-0.3~4		0~3.5	-0.3~4		V
		フルレンジ	0~3.2			0~3.2			
V <sub>OH</sub>	High レベル出力電圧	25°C	4	4.3		4	4.3		V
		フルレンジ	3.8			3.8			
V <sub>OL</sub>	Low レベル出力電圧	25°C		0.7	0.8		0.7	0.8	V
		フルレンジ			0.95			0.95	
A <sub>VD</sub>	大信号差動電圧増幅	25°C	0.3	1.5		0.3	1.5		V/μV
		フルレンジ	0.1			0.1			
CMRR	同相除去比	25°C	85	110		85	110		dB
		フルレンジ	80			80			
k <sub>SVR</sub>	電源除去比 (ΔV <sub>CC</sub> /ΔV <sub>IO</sub> )	25°C	105	120		105	120		dB
		フルレンジ	100			100			
I <sub>CC</sub>	電源電流	25°C		170	230		170	230	μA
		フルレンジ			230			230	
ΔI <sub>CC</sub>	動作温度範囲全体にわたる電源電流の変化	フルレンジ		9			9		μA

(1) フルレンジは -55°C ~ +125°C です。

(2) 標準値は、T<sub>A</sub> = 150°C での 168 時間の動作寿命テストを通して観測された入力オフセット電圧のシフトに基づいており、アレニウス式を使用して T<sub>A</sub> = 25°C に外挿し、活性化エネルギーを 0.96eV と仮定しています。

## 5.5 TLE2021M の動作特性、V<sub>CC</sub> = 5V

特に記述のない限り、T<sub>A</sub> = 25°C、V<sub>CC</sub> = 5V

パラメータ	テスト条件	T <sub>A</sub>	接尾辞 M			単位
			最小値	標準値	最大値	
SR	ユニティゲインでのスルーレート	V <sub>O</sub> = 1V ~ 3V、 <a href="#">図 6-1</a> を参照	25°C		0.5	V/μs
V <sub>n</sub>	等価入力ノイズ電圧 ( <a href="#">図 6-2</a> を参照)	f = 10Hz	25°C		21	nV/√Hz
		f = 1kHz	25°C		17	
V <sub>N(PP)</sub>	ピークツーピークの等価入力ノイズ電圧	f = 0.1Hz~1Hz	25°C		0.16	μV
		f = 0.1Hz~10Hz	25°C		0.47	
I <sub>n</sub>	等価入力ノイズ電流		25°C		0.9	pA/√Hz
B <sub>f</sub>	ユニティゲイン帯域幅	<a href="#">図 6-3</a> を参照	25°C		1.2	MHz
φ <sub>m</sub>	ユニティゲインでの位相マージン	<a href="#">図 6-3</a> を参照	25°C		42°	

## 5.6 TLE2021xM の電氣的特性、 $V_{CC} = \pm 15V$

指定された自由空気温度で、および  $V_{CC} = \pm 15V$  (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	$T_A$ (1)	TLE2021M			TLE2021BM			単位
			最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値	
$V_{IO}$	入力オフセット電圧	25°C		120	500		40	100	$\mu V$
		フルレンジ			1000			200	
$\alpha_{VIO}$	入力オフセット電圧の温度係数	フルレンジ		2			2	$\mu V/^\circ C$	
	入力オフセット電圧の長期ドリフト (2)	25°C		0.006			0.006	$\mu V/mo$	
$I_{IO}$	入力オフセット電流	25°C		0.2	6		0.2	6	nA
		フルレンジ			10			10	
$I_{IB}$	入力バイアス電流	25°C		25	70		25	70	nA
		フルレンジ			90			90	
$V_{ICR}$	同相入力電圧範囲	25°C	-15 ~ 13.5	-15.3 ~ 14		-15 ~ 13.5	-15.3 ~ 14		V
		フルレンジ		-15 ~ 13.2			-15 ~ 13.2		
$V_{OM+}$	最大正ピーク出力 電圧スイング	25°C		14	14.3		14	14.3	V
		フルレンジ			13.8			13.8	
$V_{OM-}$	最大負ピーク出力 電圧スイング	25°C		-13.7	-14.1		-13.7	-14.1	V
		フルレンジ			-13.6			-13.6	
$A_{VD}$	大信号差動 電圧増幅	25°C		1	6.5		1	6.5	V/ $\mu V$
		フルレンジ			0.5			0.5	
CMRR	同相 除去比	25°C		100	115		100	115	dB
		フルレンジ			96			96	
$k_{SVR}$	電源 除去比 ( $\Delta V_{CC}/\Delta V_{IO}$ )	25°C		105	120		105	120	dB
		フルレンジ			100			100	
$I_{CC}$	電源電流	25°C		200	300		200	300	$\mu A$
		フルレンジ			300			300	
$\Delta I_{CC}$	動作温度範囲全体にわたる 電源電流の変化	フルレンジ		10			10	$\mu A$	

(1) フルレンジは  $-55^\circ C \sim +125^\circ C$  です。

(2) 標準値は、 $T_A = 150^\circ C$  での 168 時間の動作寿命テストを通して観測された入力オフセット電圧のシフトに基づいており、アレニウス式を使用して  $T_A = 25^\circ C$  に外挿し、活性化エネルギーを  $0.96eV$  と仮定しています。

## 5.7 TLE2021M の動作特性、 $V_{CC} = \pm 15V$

指定された自由空気温度で、および  $V_{CC} = \pm 15V$  (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	$T_A$ (1)	接尾辞 M			単位
			最小値	標準値	最大値	
SR	ユニティゲインでのスルーレート	25°C		0.45	0.65	V/ $\mu s$
		フルレンジ		0.42		
$V_n$	等価入力ノイズ電圧 (図 6-2 を参照)	f = 10Hz			19	nV/Hz
		f = 1kHz			15	
$V_{N(PP)}$	ピークツーピークの等価入力ノイズ電圧	f = 0.1Hz~1Hz			0.16	$\mu V$
		f = 0.1Hz~10Hz			0.47	
$I_n$	等価入力ノイズ電流	25°C			0.9	pA/Hz
$B_1$	ユニティゲイン帯域幅	25°C			1.2	MHz
$\phi_m$	ユニティゲインでの位相マージン	25°C			46°	

(1) フルレンジは  $-55^\circ C \sim +125^\circ C$  です。

## 5.8 TLE2022xM の電氣的特性、V<sub>CC</sub> = 5V

指定された自由空気温度で、および V<sub>CC</sub> = 5V (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	T <sub>A</sub> (1)	TLE2022M			TLE2022AM			TLE2022BM			単位	
			最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値		
V <sub>IO</sub>	入力オフセット電圧	25°C			600			400			250	μV	
		フルレンジ			800			550			400		
α <sub>VIO</sub>	入力オフセット電圧の温度係数	フルレンジ		2			2			2	μV/°C		
	入力オフセット電圧の長期ドリフト (2)	V <sub>IC</sub> = 0, R <sub>S</sub> = 50Ω	25°C		0.005		0.005			0.005	μV/mo		
I <sub>IO</sub>	入力オフセット電流	25°C		0.5	6		0.4	6		0.3	6	nA	
		フルレンジ			10			10			10		
I <sub>B</sub>	入力バイアス電流	25°C		35	70		33	70		30	70	nA	
		フルレンジ			90			90			90		
V <sub>ICR</sub>	同相入力電圧範囲	R <sub>S</sub> = 50Ω	25°C	0~3.5	-0.3~4		0~3.5	-0.3~4		0~3.5	-0.3~4	V	
		フルレンジ		0~3.2			0~3.2			0~3.2			
V <sub>OH</sub>	High レベル出力電圧	R <sub>L</sub> = 10kΩ	25°C	4	4.3		4	4.3		4	4.3	V	
フルレンジ			3.8			3.8			3.8				
V <sub>OL</sub>	Low レベル出力電圧	25°C		0.7	0.8		0.7	0.8		0.7	0.8	V	
		フルレンジ			0.95			0.95			0.95		
A <sub>VD</sub>	大信号差動電圧増幅	V <sub>O</sub> = 1.4V ~ 4V, R <sub>L</sub> = 10kΩ	25°C	0.3	1.5		0.4	1.5		0.5	1.5	V/μV	
		フルレンジ		0.1			0.1			0.1			
CMRR	同相除去比	V <sub>IC</sub> = V <sub>ICR</sub> 最小, R <sub>S</sub> = 50Ω	25°C	85	100		87	102		90	105	dB	
		フルレンジ		80			82			85			
k <sub>SVR</sub>	電源除去比 (ΔV <sub>CC</sub> /ΔV <sub>IO</sub> )	V <sub>CC</sub> = 5V ~ 30V	25°C	100	115		103	118		105	120	dB	
		フルレンジ		95			98			100			
I <sub>CC</sub>	電源電流	V <sub>O</sub> = 2.5V, 無負荷	25°C		450	600		450	600		450	600	μA
			フルレンジ			600			600			600	
ΔI <sub>CC</sub>	動作温度範囲全体にわたる消費電流の変化	フルレンジ		37			37			37	μA		

(1) フルレンジは -55°C ~ +125°C です。

(2) 標準値は、T<sub>A</sub> = 150°C での 168 時間の動作寿命テストを通して観測された入力オフセット電圧のシフトに基づいており、アレニウス式を使用して T<sub>A</sub> = 25°C に外挿し、活性化エネルギーを 0.96eV と仮定しています。

## 5.9 TLE2022M の動作特性、V<sub>CC</sub> = 5V

特に記述のない限り、T<sub>A</sub> = 25°C、V<sub>CC</sub> = 5V

パラメータ	テスト条件	T <sub>A</sub>	接尾辞 M			単位
			最小値	標準値	最大値	
SR	ユニティゲインでのスルーレート	V <sub>O</sub> = 1V ~ 3V, 図 6-1 を参照	25°C		0.5	V/μs
V <sub>n</sub>	等価入力ノイズ電圧 (図 6-2 を参照)	f = 10Hz	25°C		21	nV/√Hz
		f = 1kHz	25°C		17	
V <sub>N(PP)</sub>	ピークツーピークの等価入力ノイズ電圧	f = 0.1Hz ~ 1Hz	25°C		0.16	μV
		f = 0.1Hz ~ 10Hz	25°C		0.47	
I <sub>n</sub>	等価入力ノイズ電流		25°C		0.1	pA/√Hz
B <sub>f</sub>	ユニティゲイン帯域幅	図 6-3 を参照	25°C		1.7	MHz
φ <sub>m</sub>	ユニティゲインでの位相マージン	図 6-3 を参照	25°C		47°	

## 5.10 TLE2022xM の電氣的特性、 $V_{CC} = \pm 15V$

指定された自由空気温度で、および  $V_{CC} = \pm 15V$  (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	$T_A$ (1)	TLE2022M			TLE2022AM			TLE2022BM			単位	
			最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値		
$V_{IO}$	入力オフセット電圧	25°C		150	500		120	300		70	150	$\mu V$	
		フルレンジ			700		450			300			
$\alpha_{VIO}$	入力オフセット電圧の温度係数	フルレンジ		2			2			2		$\mu V/^\circ C$	
	入力オフセット電圧の長期ドリフト (2)	$V_{IC} = 0$ , $R_S = 50\Omega$	25°C		0.006		0.006			0.006		$\mu V/mo$	
$I_{IO}$	入力オフセット電流	25°C		0.5	6		0.4	6		0.3	6	nA	
		フルレンジ			10		10			10			
$I_{IB}$	入力バイアス電流	25°C		35	70		33	70		30	70	nA	
		フルレンジ			90		90			90			
$V_{ICR}$	同相入力電圧範囲	$R_S = 50\Omega$	25°C	-15 ~ 13.5	-15.3 ~ 14		-15 ~ 13.5	-15.3 ~ 14		-15 ~ 13.5	-15.3 ~ 14	V	
		フルレンジ		-15 ~ 13.2			-15 ~ 13.2			-15 ~ 13.2			
$V_{OM+}$	最大正ピーク出力電圧スイング	$R_L = 10k\Omega$	25°C	14	14.3		14	14.3		14	14.3	V	
			フルレンジ		13.9			13.9			13.9		
$V_{OM-}$	最大負ピーク出力電圧スイング	$R_L = 10k\Omega$	25°C	-13.7	-14.1		-13.7	-14.1		-13.7	-14.1	V	
			フルレンジ		-13.6			-13.6			-13.6		
$A_{VD}$	大信号差動電圧増幅	$V_O = \pm 10V$ , $R_L = 10k\Omega$	25°C	0.8	4		1	7		1.5	10	V/ $\mu V$	
			フルレンジ		0.8			1			1.5		
CMRR	同相除去比	$V_{IC} = V_{ICR}$ 最小, $R_S = 50\Omega$	25°C	95	106		97	109		100	112	dB	
			フルレンジ		91			93			96		
$k_{SVR}$	電源除去比 ( $\Delta V_{CC}/\Delta V_{IO}$ )	$V_{CC} = \pm 2.5V \sim \pm 15V$	25°C	100	115		103	118		105	120	dB	
			フルレンジ		95			98			100		
$I_{CC}$	電源電流	$V_O = 0$ , 無負荷	25°C		550	700		550	700		550	700	$\mu A$
			フルレンジ			700		700			700		
$\Delta I_{CC}$	動作温度範囲全体にわたる消費電流の変化		フルレンジ		60			60		60		$\mu A$	

(1) フルレンジは  $-55^\circ C \sim +125^\circ C$  です。

(2) 標準値は、 $T_A = 150^\circ C$  での 168 時間の動作寿命テストを通して観測された入力オフセット電圧のシフトに基づいており、アレニウス式を使用して  $T_A = 25^\circ C$  に外挿し、活性化エネルギーを  $0.96eV$  と仮定しています。

## 5.11 TLE2022M の動作特性、 $V_{CC} = \pm 15V$

指定された自由空気温度で、および  $V_{CC} = \pm 15V$  (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	$T_A$ (1)	接尾辞 M			単位
			最小値	標準値	最大値	
SR	ユニティゲインでのスルーレート	$V_O = 1V \sim 3V$ , 図 6-1 を参照	25°C	0.45	0.65	V/ $\mu s$
			フルレンジ	0.4		
$V_n$	等価入力ノイズ電圧 (図 6-2 を参照)	$f = 10Hz$	25°C		19	nV/Hz
		$f = 1kHz$	25°C		15	
$V_{N(PP)}$	ピークツーピークの等価入力ノイズ電圧	$f = 0.1Hz \sim 1Hz$	25°C		0.16	$\mu V$
		$f = 0.1Hz \sim 10Hz$	25°C		0.47	
$I_n$	等価入力ノイズ電流		25°C		0.1	pA/Hz
$B_1$	ユニティゲイン帯域幅	図 6-3 を参照	25°C		2.8	MHz

指定された自由空気温度で、および  $V_{CC} = \pm 15V$  (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	$T_A^{(1)}$	接尾辞 M			単位
				最小値	標準値	最大値	
$\phi_m$	ユニティゲインでの位相マージン	図 6-3 を参照	25°C		52°		

(1) フルレンジは -55°C~+125°Cです。

## 5.12 TLE2024xM の電氣的特性、 $V_{CC} = 5V$

指定された自由空気温度で、および  $V_{CC} = 5V$  (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	$T_A$ (1)	TLE2024M			TLE2024AM			TLE2024BM			単位	
			最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値		
$V_{IO}$	入力オフセット電圧	25°C			1100			850			600	$\mu V$	
		フルレンジ			1300			1050			800		
$\alpha_{VIO}$	入力オフセット電圧の温度係数	フルレンジ		2			2			2	$\mu V/^\circ C$		
	入力オフセット電圧の長期ドリフト (2)	$V_{IC} = 0, R_S = 50\Omega$	25°C	0.005			0.005			0.005	$\mu V/mo$		
$I_{IO}$	入力オフセット電流	$R_S = 50\Omega$	25°C	0.6	6		0.5	6		0.4	6	nA	
			フルレンジ			10			10				10
$I_{IB}$	入力バイアス電流	$R_S = 50\Omega$	25°C	45	70		40	70		35	70	nA	
			フルレンジ			90			90				90
$V_{ICR}$	同相入力電圧範囲	$R_S = 50\Omega$	25°C	0~3.5	-0.3~4		0~3.5	-0.3~4		0~3.5	-0.3~4	V	
			フルレンジ			0~3.2			0~3.2				0~3.2
$V_{OH}$	High レベル出力電圧	$R_L = 10k\Omega$	25°C	3.9	4.2		3.9	4.2		4	4.3	V	
$V_{OL}$	Low レベル出力電圧		フルレンジ			3.7			3.7		3.8		
$A_{VD}$	大信号差動電圧増幅	$V_O = 1.4V \sim 4V, R_L = 10k\Omega$	25°C	0.2	1.5		0.3	1.5		0.4	1.5	V/ $\mu V$	
			フルレンジ			0.1			0.1				0.1
CMRR	同相除去比	$V_{IC} = V_{ICR}$ 最小、 $R_S = 50\Omega$	25°C	80	90		82	92		85	95	dB	
			フルレンジ			80			82				85
$k_{SVR}$	電源除去比 ( $\Delta V_{CC}/\Delta V_{IO}$ )	$V_{CC} = 5V \sim 30V$	25°C	98	112		100	115		103	117	dB	
			フルレンジ			93			95				98
$I_{CC}$	電源電流	$V_O = 2.5V$ , 無負荷	25°C		800	1200		800	1200		800	1200	$\mu A$
			フルレンジ			1200			1200			1200	
$\Delta I_{CC}$	動作温度範囲全体にわたる消費電流の変化		フルレンジ		50			50		50	$\mu A$		

(1) フルレンジは  $-55^\circ C \sim +125^\circ C$  です。

(2) 標準値は、 $T_A = 150^\circ C$  での 168 時間の動作寿命テストを通して観測された入力オフセット電圧のシフトに基づいており、アレニウス式を使用して  $T_A = 25^\circ C$  に外挿し、活性化エネルギーを  $0.96eV$  と仮定しています。

## 5.13 TLE2024M の動作特性、 $V_{CC} = 5V$

特に記述のない限り、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $V_{CC} = 5V$

パラメータ	テスト条件	$T_A$	接尾辞 M			単位
			最小値	標準値	最大値	
SR	ユニティゲインでのスルーレート	$V_O = 1V \sim 3V$ , 図 6-1 を参照	25°C		0.5	V/ $\mu s$
$V_n$	等価入力ノイズ電圧 (図 6-2 を参照)	f = 10Hz	25°C		21	nV/Hz
			25°C		17	
$V_{N(PP)}$	ピークツーピークの等価入力ノイズ電圧	f = 0.1Hz~1Hz	25°C		0.16	$\mu V$
		f = 0.1Hz~10Hz	25°C		0.47	
$I_n$	等価入力ノイズ電流		25°C		0.1	pA/Hz
$B_1$	ユニティゲイン帯域幅	図 6-3 を参照	25°C		1.7	MHz
$\phi_m$	ユニティゲインでの位相マージン	図 6-3 を参照	25°C		47°	

### 5.14 TLE2024xM の電气的特性、 $V_{CC} = \pm 15V$

指定された自由空気温度で、および  $V_{CC} = \pm 15V$  (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	$T_A$ (1)	TLE2024M			TLE2024AM			TLE2024BM			単位	
			最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値	最小値	標準値	最大値		
$V_{IO}$	入力オフセット電圧	フルレンジ	25°C		1000		750		500		$\mu V$		
			フルレンジ		1200		950		700				
$\alpha_{VIO}$	入力オフセット電圧の温度係数	フルレンジ		2			2		2		$\mu V/^\circ C$		
	入力オフセット電圧の長期ドリフト (2)	$V_{IC} = 0$ , $R_S = 50\Omega$	25°C		0.006		0.006		0.006		$\mu V/mo$		
$I_{IO}$	入力オフセット電流		25°C		0.6	6		0.5	6		0.4	6	nA
$I_{IB}$	入力バイアス電流	フルレンジ	25°C		50	70		45	70		40	70	nA
			フルレンジ		90		90		90		90		
$V_{ICR}$	同相入力電圧範囲	$R_S = 50\Omega$	25°C	-15 ~ 13.5	-15.3 ~ 14		-15 ~ 13.5	-15.3 ~ 14		-15 ~ 13.5	-15.3 ~ 14	V	
			フルレンジ	-15 ~ 13.2		-15 ~ 13.2		-15 ~ 13.2					
$V_{OM+}$	最大正ピーク出力電圧スイング	$R_L = 10k\Omega$	25°C	13.8	14.1		13.9	14.2		14	14.3	V	
			フルレンジ	13.7		13.7		13.8					
$V_{OM-}$	最大負ピーク出力電圧スイング	$R_L = 10k\Omega$	25°C	-13.7	-14.1		-13.7	-14.1		-13.7	-14.1	V	
			フルレンジ	-13.6		-13.6		-13.6					
$A_{VD}$	大信号差動電圧増幅	$V_O = \pm 10V$ , $R_L = 10k\Omega$	25°C	0.4	2		0.8	4		1	7	$V/\mu V$	
			フルレンジ	0.4		0.8		1					
CMRR	同相除去比	$V_{IC} = V_{ICR}$ 最小, $R_S = 50\Omega$	25°C	92	102		94	105		97	108	dB	
			フルレンジ	88		90		93					
$k_{SVR}$	電源除去比 ( $\Delta V_{CC}/\Delta V_{IO}$ )	$V_{CC} = \pm 2.5V \sim \pm 15V$	25°C	98	112		100	115		103	117	dB	
			フルレンジ	93		95		98					
$I_{CC}$	電源電流	$V_O = 0$ , 無負荷	25°C		1050	1400		1050	1400		1050	1400	$\mu A$
			フルレンジ		1400		1400		1400				
$\Delta I_{CC}$	動作温度範囲全体にわたる消費電流の変化	フルレンジ		85		85		85		$\mu A$			

(1) フルレンジは  $-55^\circ C \sim +125^\circ C$  です。

(2) 標準値は、 $T_A = 150^\circ C$  での 168 時間の動作寿命テストを通して観測された入力オフセット電圧のシフトに基づいており、アレニウス式を使用して  $T_A = 25^\circ C$  に外挿し、活性化エネルギーを  $0.96eV$  と仮定しています。

### 5.15 TLE2024M の動作特性、 $V_{CC} = \pm 15V$

指定された自由空気温度で、および  $V_{CC} = \pm 15V$  (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	$T_A$ (1)	接尾辞 M			単位
			最小値	標準値	最大値	
SR	ユニティゲインでのスルーレート	$V_O = 1V \sim 3V$ , 図 6-1 を参照	25°C	0.45	0.7	$V/\mu s$
			フルレンジ	0.42		
$V_n$	等価入力ノイズ電圧 (図 6-2 を参照)	$f = 10Hz$	25°C		19	$nV/\sqrt{Hz}$
		$f = 1kHz$	25°C		15	
$V_{N(PP)}$	ピークツーピークの等価入力ノイズ電圧	$f = 0.1Hz \sim 1Hz$	25°C		0.16	$\mu V$
		$f = 0.1Hz \sim 10Hz$	25°C		0.47	
$I_n$	等価入力ノイズ電流	25°C		0.1	$pA/\sqrt{Hz}$	
$B_1$	ユニティゲイン帯域幅	25°C		2.8	MHz	

指定された自由空気温度で、および  $V_{CC} = \pm 15V$  (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	$T_A$ <sup>(1)</sup>	接尾辞 M			単位
				最小値	標準値	最大値	
$\phi_m$	ユニティゲインでの位相マージン	<a href="#">図 6-3</a> を参照	25°C		52°		

(1) フルレンジは -55°C~+125°Cです。

## 5.16 代表的特性

表 5-1. グラフ一覧

		図
$V_{IO}$	入力オフセット電圧	ディストリビューション 4-1 ~ 4-3
$I_{IB}$	入力バイアス電流	同相モード入力電圧と 自由気流温度との関係 4-4 ~ 4-9
$I_I$	入力電流	と差動入力電圧の関係 4-10
$V_{OM}$	最大ピーク出力電圧	と出力電流と 自由気流温度との関係 4-11 ~ 4-14
$V_{OH}$	High レベル出力電圧	High レベル出力電流 と自由気流温度との関係 4-15 ~ 4-17
$V_{OL}$	Low レベル出力電圧	Low レベル出力電流 と自由気流温度との関係 4-18, 4-19
$V_{O(PP)}$	最大ピークツーピーク出力電圧	周波数との関係 4-20, 4-21
$A_{VD}$	大信号の差動電圧増幅および位相シフト	周波数との関係 4-22
	大信号差動電圧増幅	自由気流での周囲温度との関係 4-23 ~ 4-25
$I_{OS}$	短絡出力電流	と供給電圧と 自由気流温度の関係 4-26 ~ 4-33
$I_{CC}$	電源電流	と供給電圧と 自由気流温度の関係 4-34 ~ 4-39
CMRR	同相除去比	周波数との関係 4-40 ~ 4-42
SR	スルー レート	自由気流での周囲温度との関係 4-43 ~ 4-45
	ボルテージフォロワの小信号パルス応答	4-46, 4-47
	ボルテージフォロワの大信号パルス応答	4-48 ~ 4-53
$V_{N(PP)}$	ピークツーピークの等価入力ノイズ電圧	0.1Hz ~ 1Hz 0.1Hz ~ 10Hz 4-54, 4-55
$V_n$	等価入力ノイズ電圧	周波数との関係 4-56
$B_1$	ユニティ ゲイン帯域幅	と供給電圧と 自由気流温度の関係 4-57 ~ 4-60
$\Phi_m$	位相マージン	と電源電圧と 負荷容量と 外気温度との関係 4-61 ~ 4-66
	位相シフト	周波数との関係 4-22

### 5.16 代表的特性 (続き)

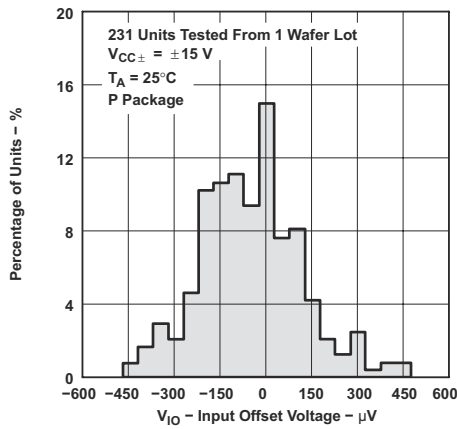


図 5-1. TLE2021xM 入力オフセット電圧の分布

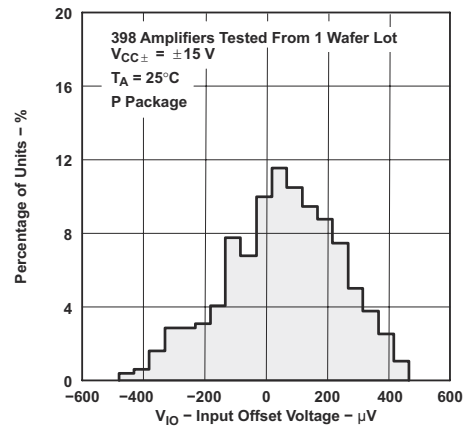


図 5-2. TLE2022xM 入力オフセット電圧の分布

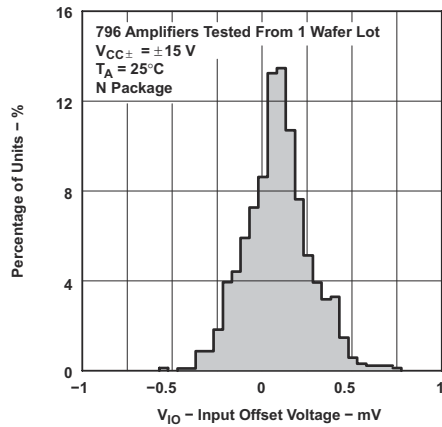


図 5-3. TLE2024xM 入力オフセット電圧の分布

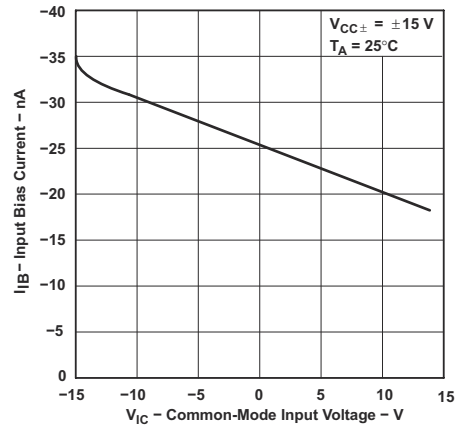


図 5-4. TLE2021xM 入力バイアス電流と同相入力電圧との関係

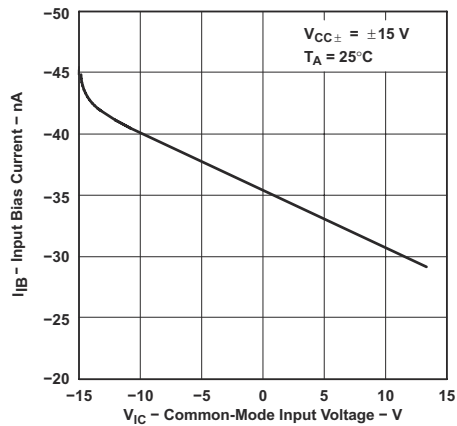


図 5-5. TLE2022xM 入力バイアス電流と同相入力電圧との関係

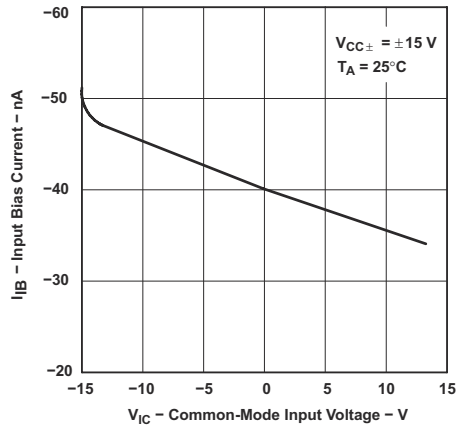
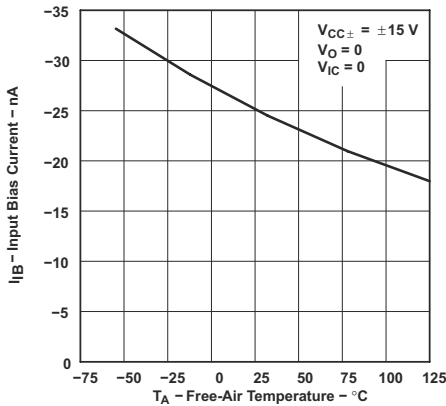


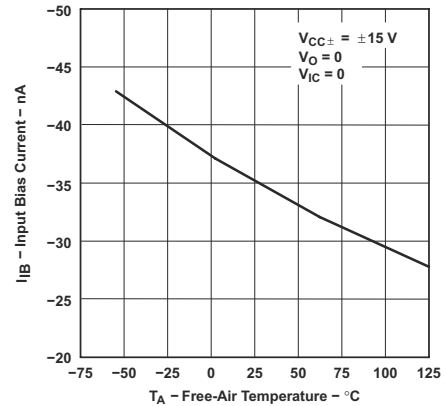
図 5-6. TLE2024xM 入力バイアス電流と同相入力電圧との関係

## 5.16 代表的特性 (続き)



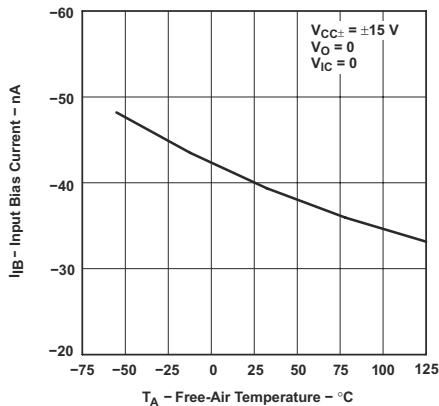
高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-7. TLE2021xM 入力バイアス電流と自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-8. TLE2022xM 入力バイアス電流と自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-9. TLE2024xM 入力バイアス電流と自由気流温度との関係

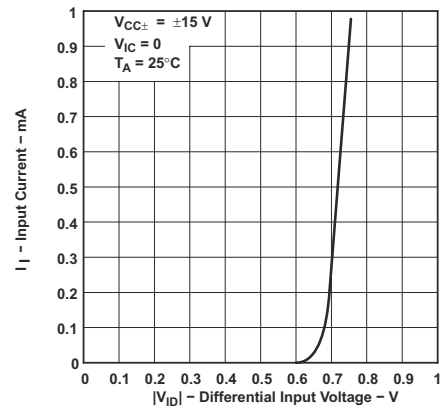


図 5-10. 入力電流と差動入力電圧との関係

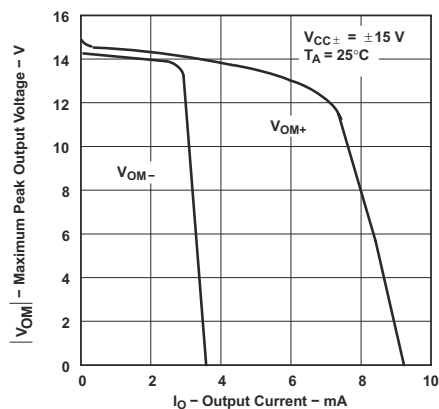


図 5-11. TLE2021xM 最大負ピーク出力電圧と出力電流との関係

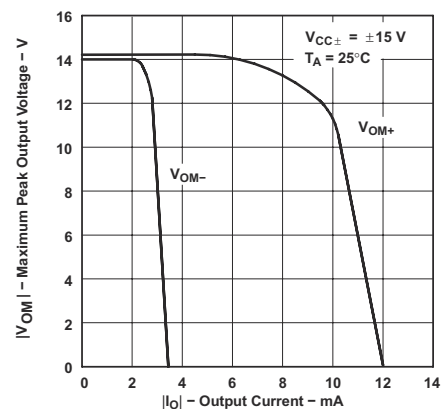


図 5-12. TLE2022xM 最大負ピーク出力電圧と出力電流との関係

### 5.16 代表的特性 (続き)

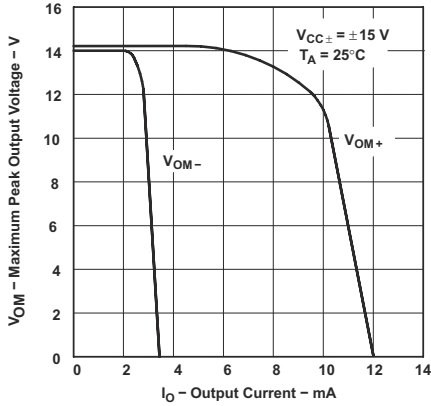
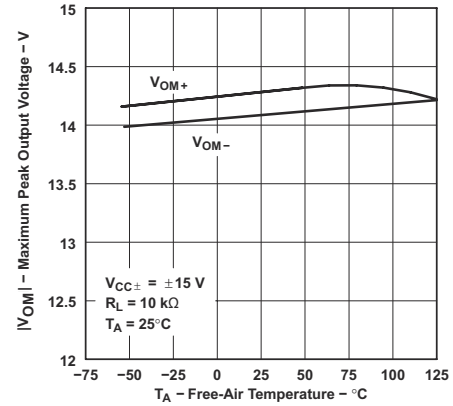


図 5-13. TLE2024xM 最大負ピーク出力電圧と出力電流との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-14. 最大ピーク出力電圧と自由気流温度との関係

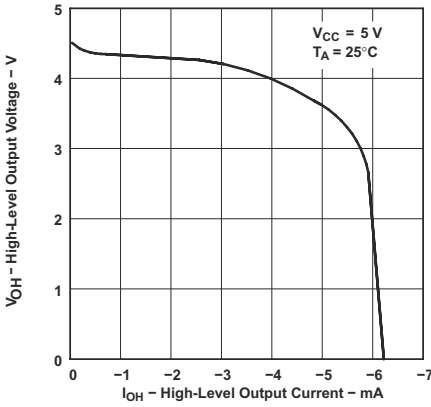


図 5-15. TLE2021xM High レベル出力電圧と High レベル出力電流との関係

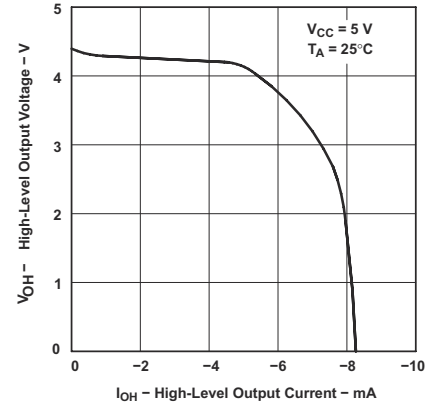
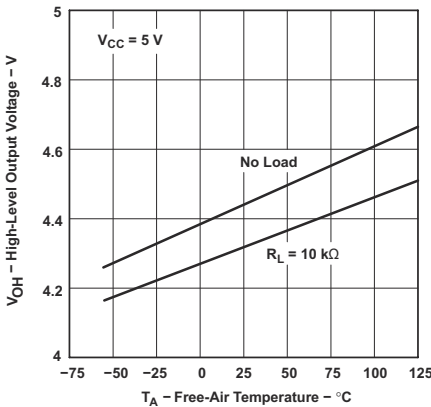


図 5-16. TLE2022xM および TLE2024xM の High レベル出力電圧と High レベル出力電流との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-17. High レベル出力電圧と自由気流温度との関係

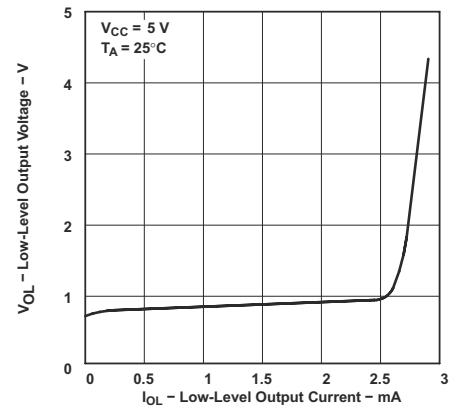
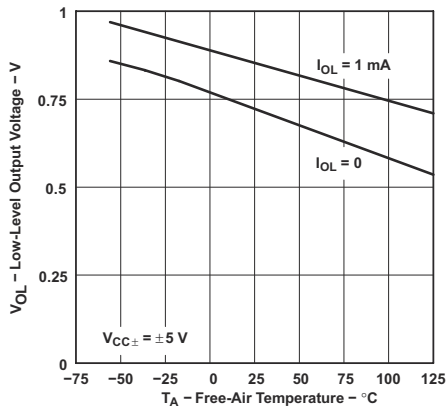


図 5-18. Low レベル出力電圧と Low レベル出力電流との関係

## 5.16 代表的特性 (続き)



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-19. Low レベル出力電圧と自由気流温度との関係

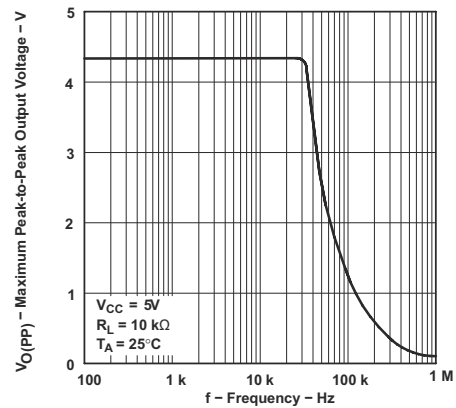


図 5-20. 最大ピークツーピーク出力電圧と周波数との関係

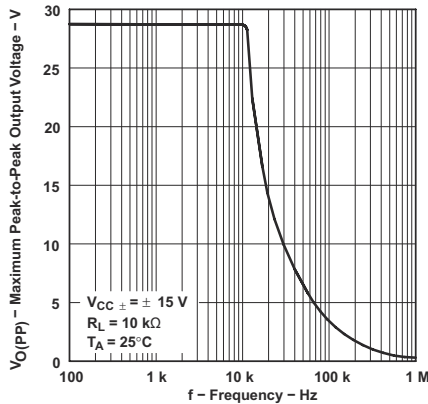


図 5-21. 最大ピークツーピーク出力電圧と周波数との関係

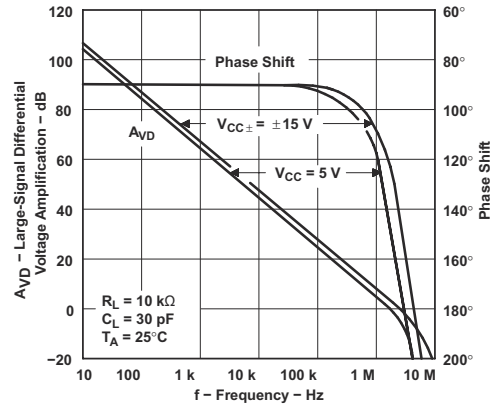
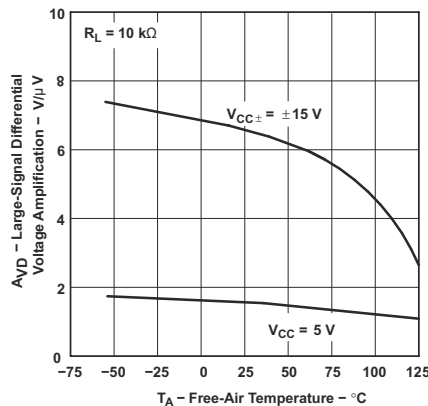
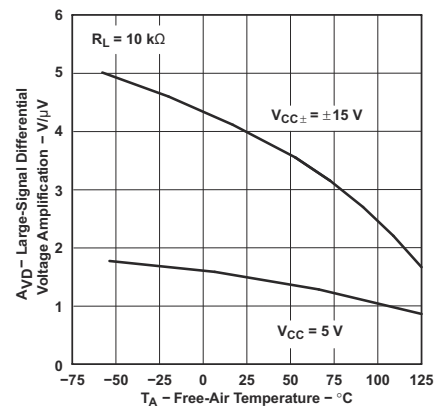


図 5-22. 大信号の差動電圧増幅および位相シフトと周波数との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

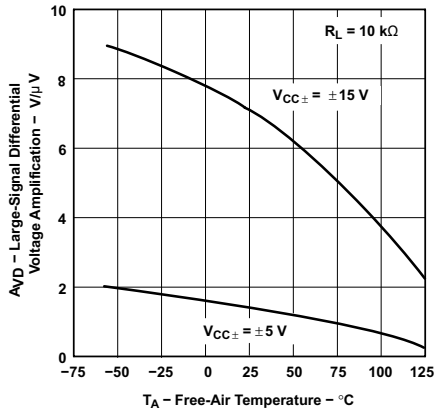
図 5-23. TLE2021xM 大スケールの差動電圧増幅と自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-24. TLE2022xM 大信号の差動電圧増幅と自由気流温度との関係

### 5.16 代表的特性 (続き)



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-25. TLE2024xM 大スケールの差動電圧増幅と自由気流温度との関係

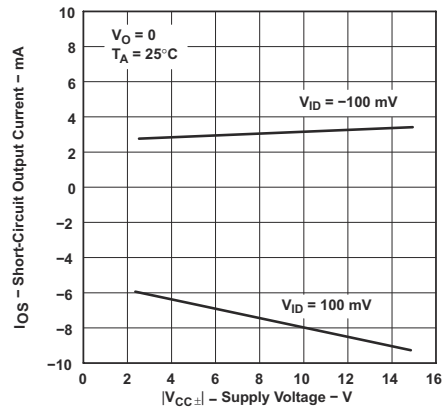


図 5-26. TLE2021xM 短絡出力電流と電源電圧との関係

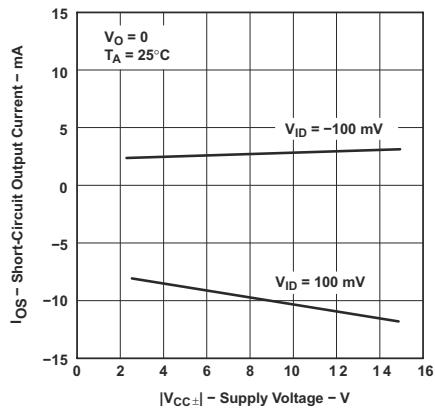


図 5-27. TLE2022xM および TLE2024xM 短絡出力電流と電源電圧との関係

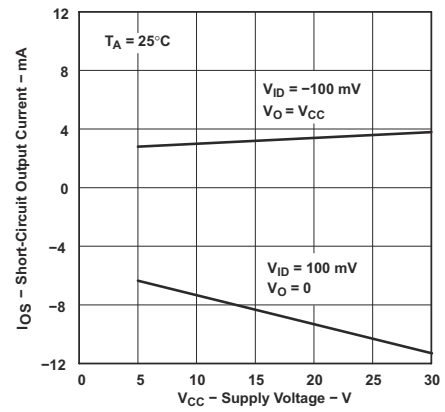


図 5-28. TLE2021xM 短絡出力電流と電源電圧との関係

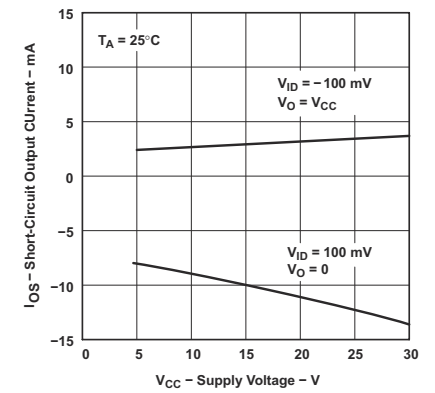
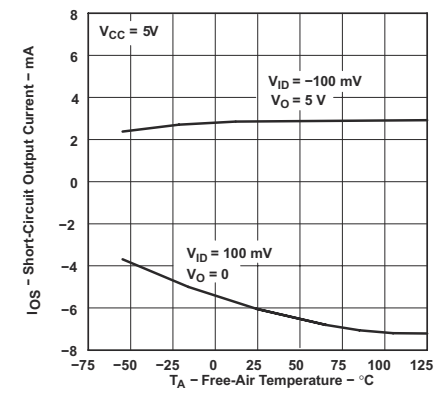


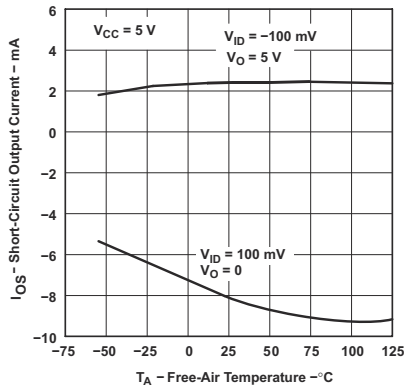
図 5-29. TLE2022xM および TLE2024xM 短絡出力電流と電源電圧との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

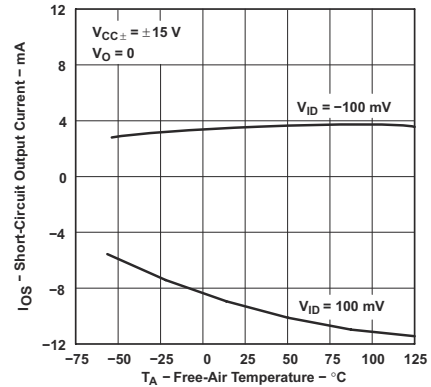
図 5-30. TLE2021xM 短絡出力電流と自由気流温度との関係

## 5.16 代表的特性 (続き)



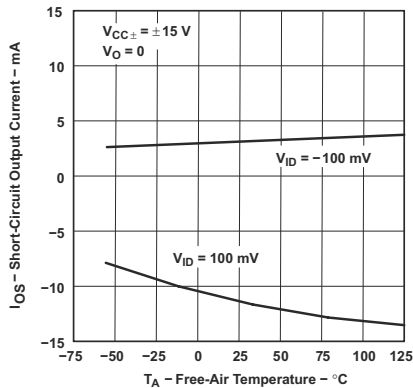
高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-31. TLE2022xM および TLE2024xM 短絡出力電流と自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-32. TLE2021xM 短絡出力電流と自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-33. TLE2022xM および TLE2024xM 短絡出力電流と自由気流温度との関係

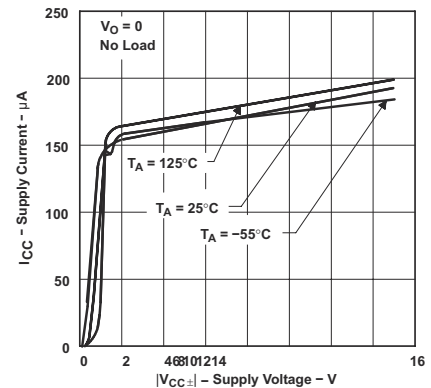


図 5-34. TLE2021xM 電源電流と電源電圧との関係

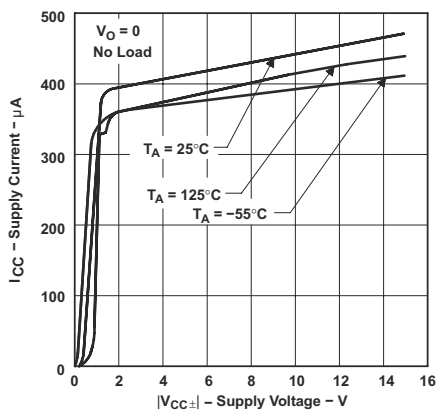


図 5-35. TLE2022xM 電源電流と電源電圧との関係

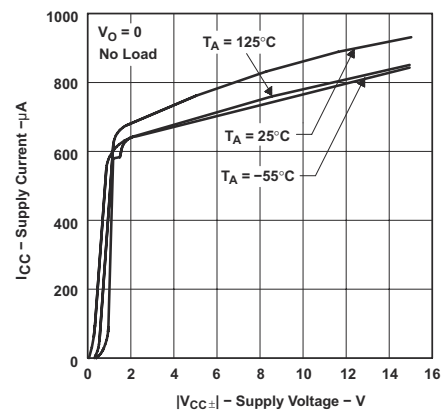
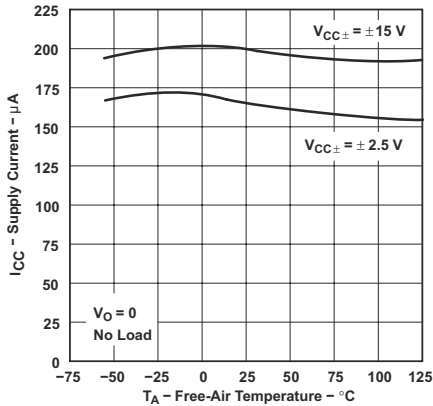


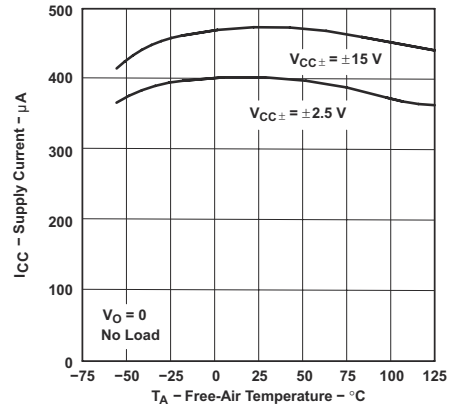
図 5-36. TLE2024xM 電源電流と電源電圧との関係

### 5.16 代表的特性 (続き)



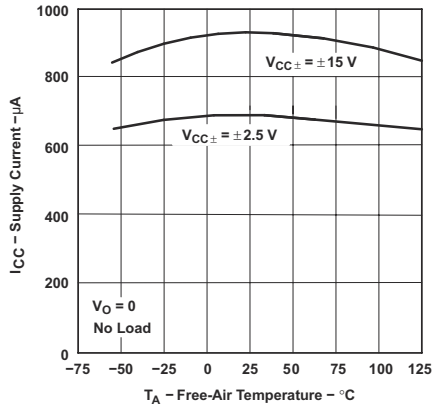
高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-37. TLE2021xM 電源電流と自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-38. TLE2022xM 電源電流と自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-39. TLE2024xM 電源電流と自由気流温度との関係

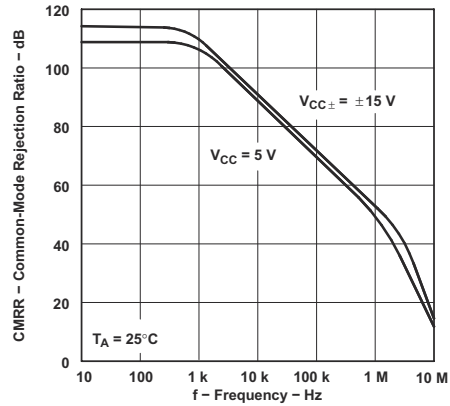


図 5-40. TLE2021xM 同相信号除去比と周波数との関係

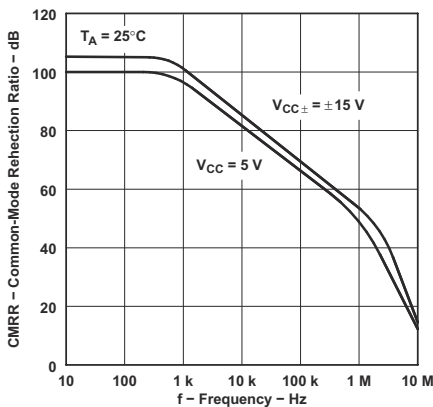


図 5-41. TLE2022xM 同相信号除去比と周波数との関係

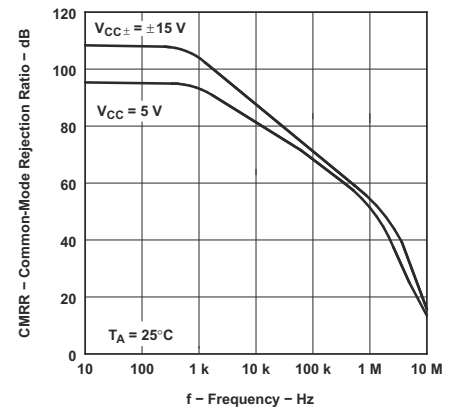
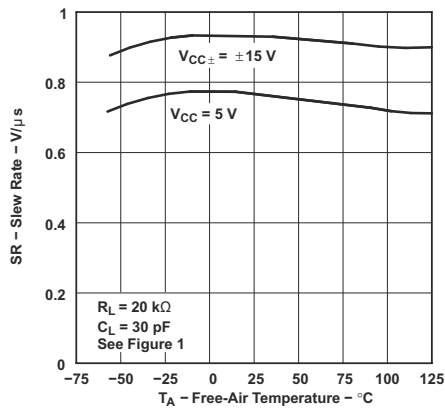


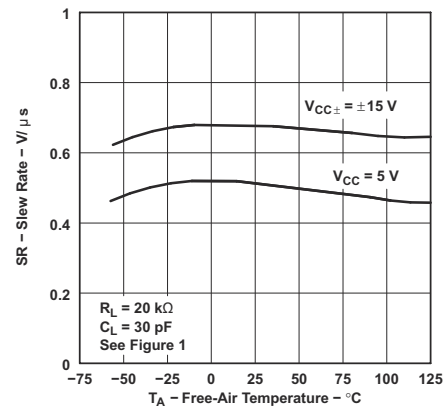
図 5-42. TLE2024xM 同相信号除去比と周波数との関係

## 5.16 代表的特性 (続き)



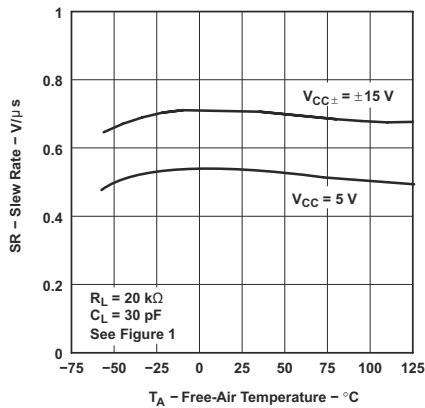
高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-43. TLE2021xM スルー レートと自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-44. TLE2022xM スルー レートと自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-45. TLE2024xM スルー レートと自由気流温度との関係

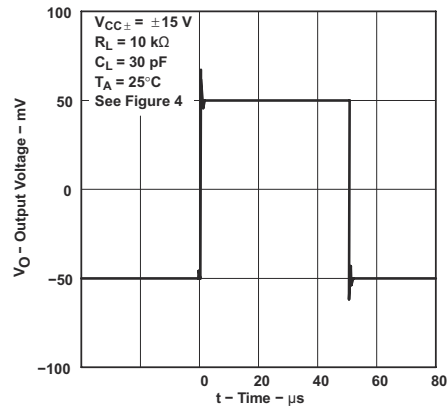


図 5-46. ボルテージフォロワの小信号パルス応答

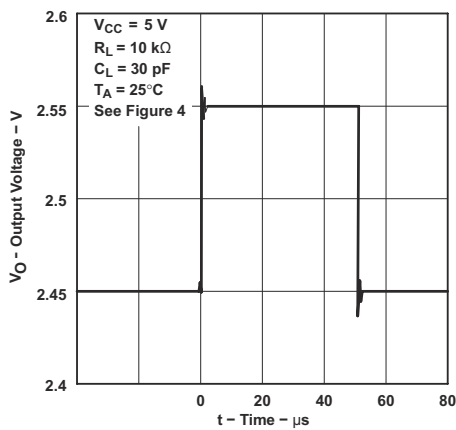


図 5-47. ボルテージフォロワの小信号パルス応答

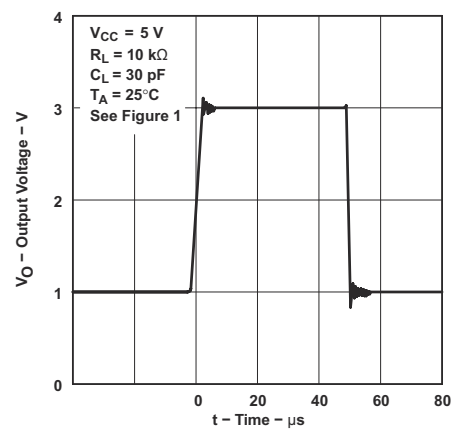


図 5-48. TLE2021xM ボルテージフォロワの大信号パルス応答

### 5.16 代表的特性 (続き)

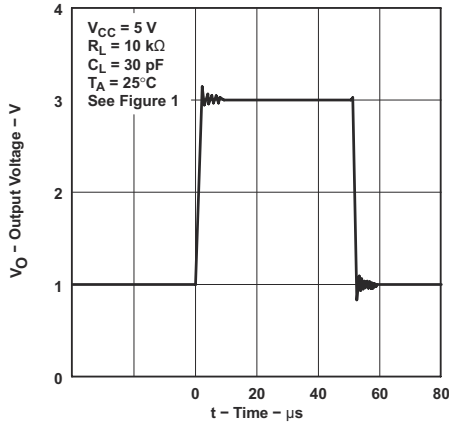


図 5-49. TLE2022xM ボルテージフォロワの大信号パルス応答

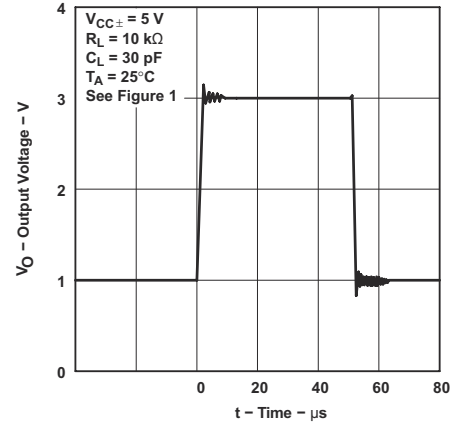


図 5-50. TLE2024xM ボルテージフォロワの大スケールパルス応答

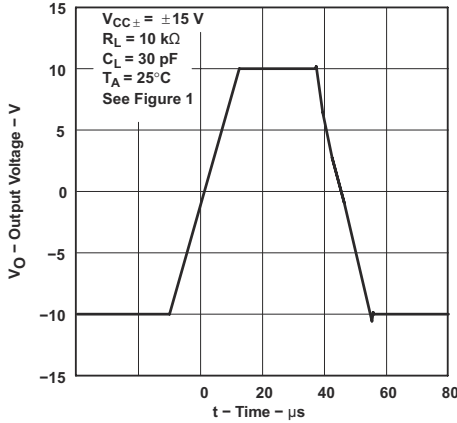


図 5-51. TLE2021xM ボルテージフォロワの大信号パルス応答

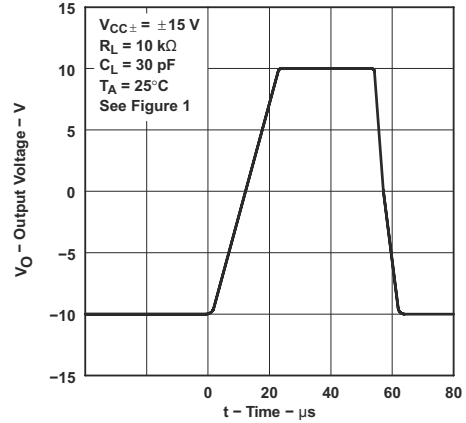


図 5-52. TLE2022xM ボルテージフォロワの大信号パルス応答

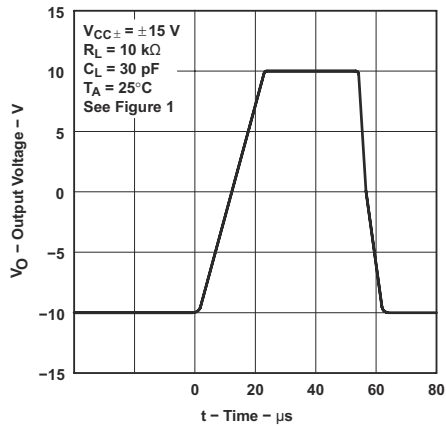


図 5-53. TLE2024xM ボルテージフォロワの大信号パルス応答

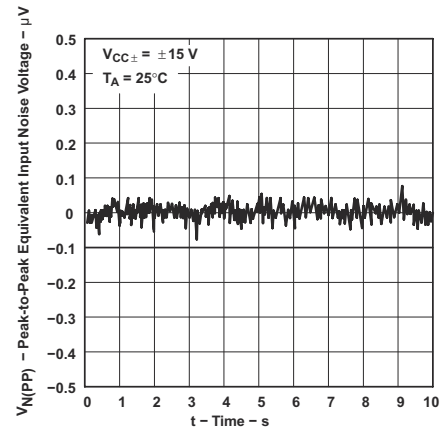


図 5-54. 0.1Hz ~ 1Hz のピークツーピーク等価入力ノイズ電圧

## 5.16 代表的特性 (続き)

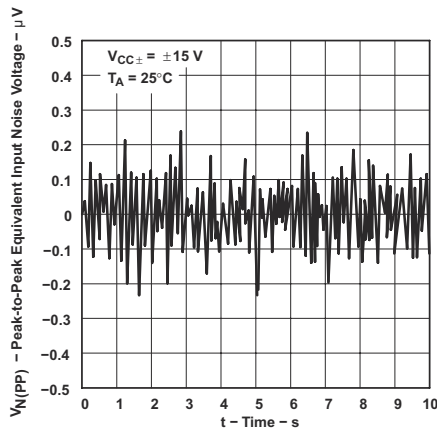


図 5-55. 0.1Hz ~ 10Hz のピークツーピーク等価入力ノイズ電圧

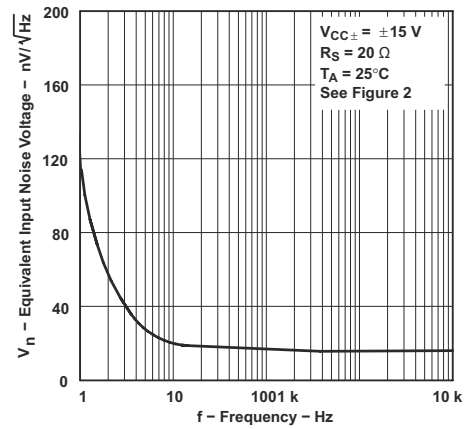


図 5-56. 等価入力ノイズ電圧と周波数との関係

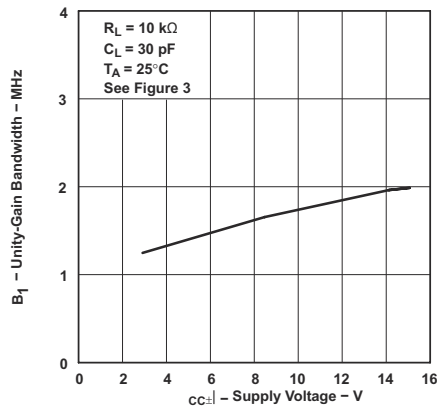


図 5-57. TLE2021xM のユニティ ゲイン帯域幅と電源電圧との関係

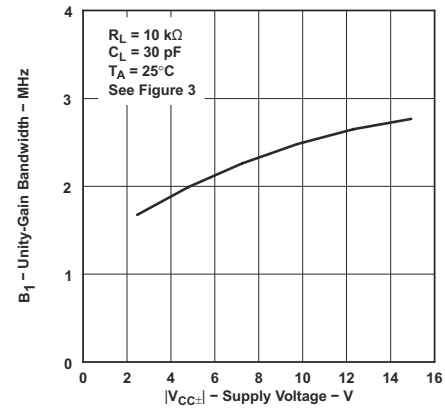
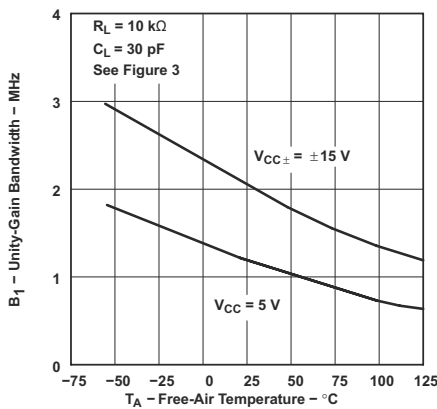
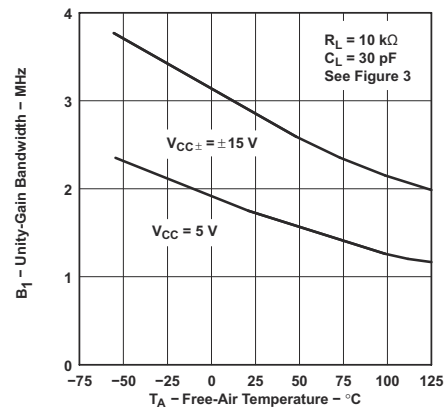


図 5-58. TLE2022xM および TLE2024xM のユニティ ゲイン帯域幅と電源電圧との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-59. TLE2021xM のユニティ ゲイン帯域幅と自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-60. TLE2022xM および TLE2024xM のユニティ ゲイン帯域幅と自由気流温度との関係

### 5.16 代表的特性 (続き)

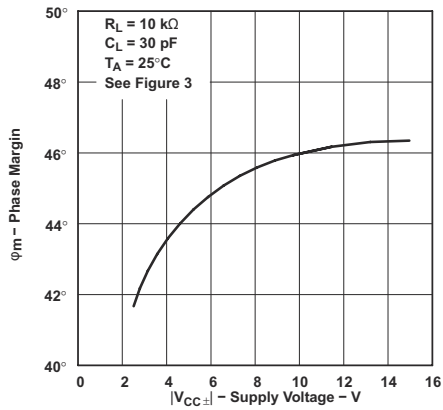


図 5-61. TLE2021xM の位相マージンと電源電圧との関係

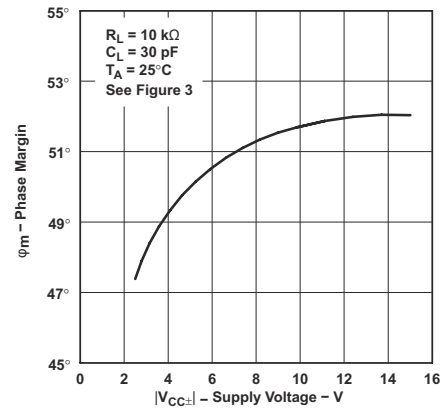


図 5-62. TLE2022xM および TLE2024xM の位相マージンと電源電圧との関係

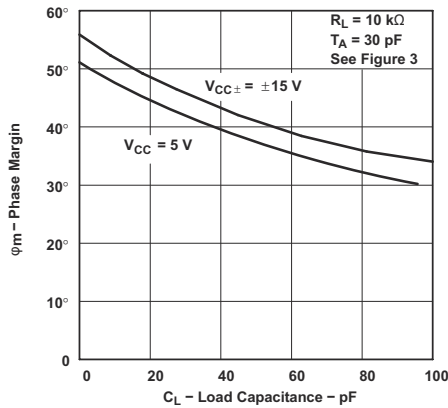


図 5-63. TLE2021xM 位相マージンと負荷容量との関係

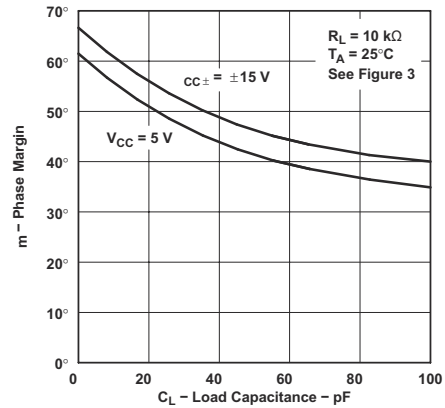
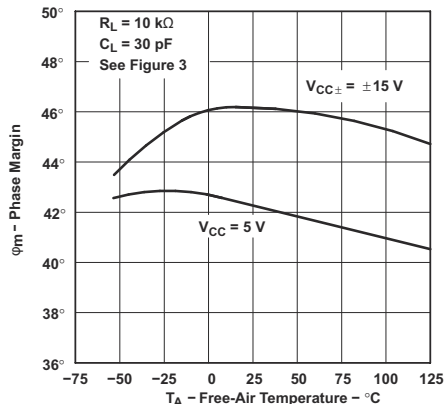


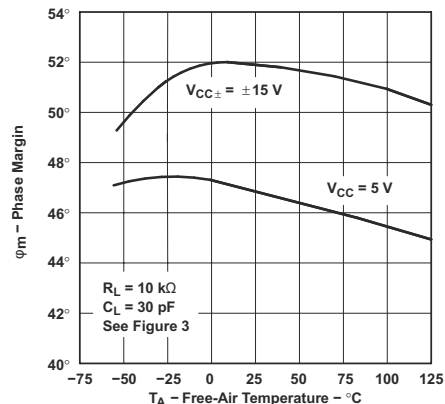
図 5-64. TLE2022xM および TLE2024xM の位相マージンと負荷容量との関係

## 5.16 代表的特性 (続き)



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

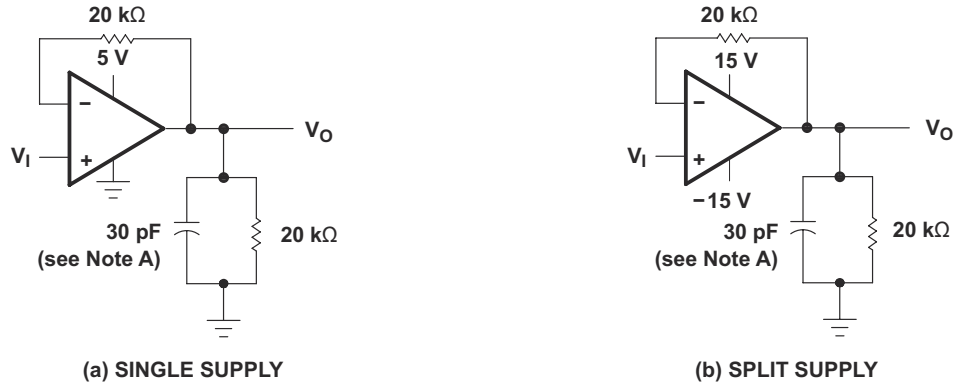
図 5-65. TLE2021xM 位相マージンと自由気流温度との関係



高温時および低温時のデータは、各種デバイスの定格自由気流の動作時温度範囲内でのみ適用されます。

図 5-66. TLE2022xM および TLE2024xM 位相マージンと自由気流温度との関係

## 6 パラメータ測定情報



A.  $C_L$  には治具の容量が含まれます。

図 6-1. スルー レート テスト回路

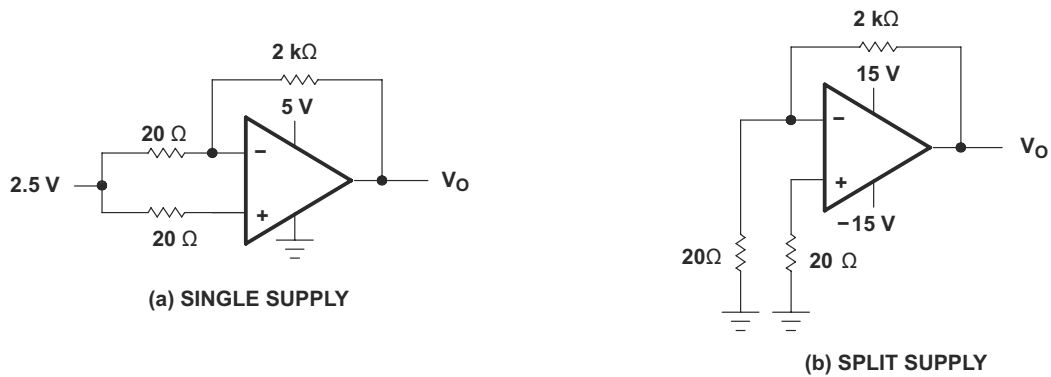
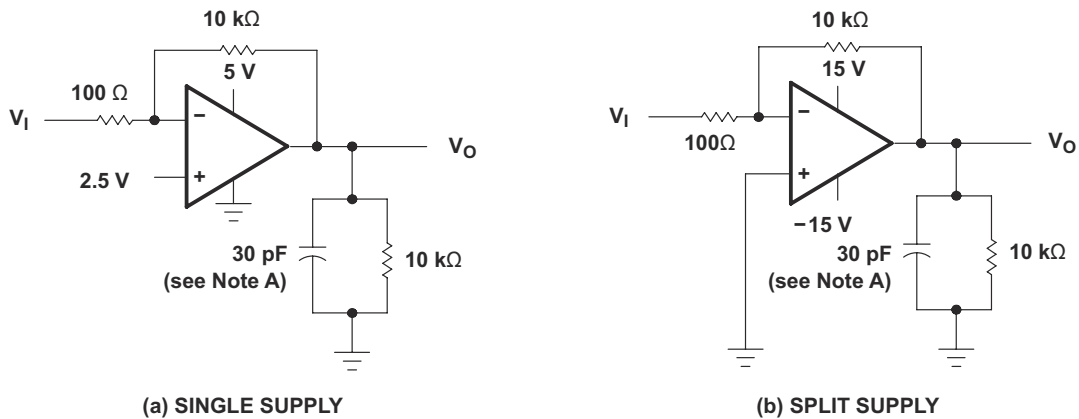
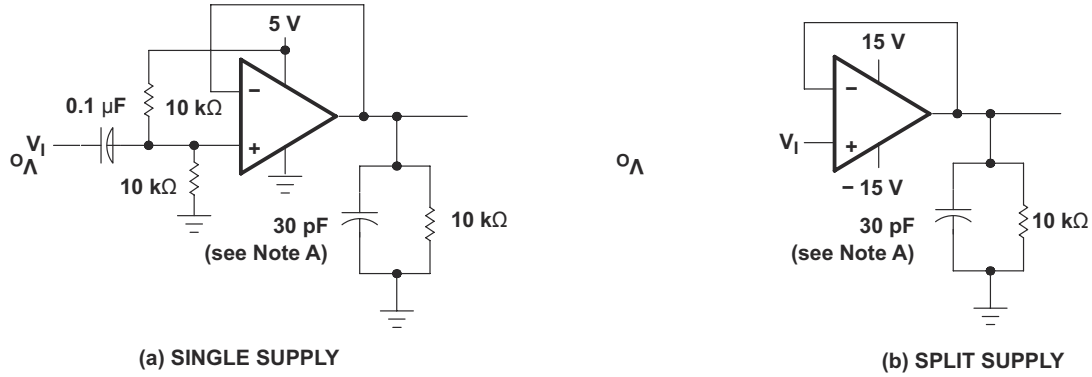


図 6-2. ノイズ電圧テスト回路



A.  $C_L$  には治具の容量が含まれます。

図 6-3. ユニティゲイン帯域幅および位相マージンテスト回路



A.  $C_L$  には治具の容量が含まれます。

図 6-4. 小信号パルス応答テスト回路

### 6.1 標準値

このデータシートに記載されている標準値は、デバイスパラメータ性能の平均値 (50% ポイント) を表しています。

## 7 詳細説明

### 7.1 機能ブロック図

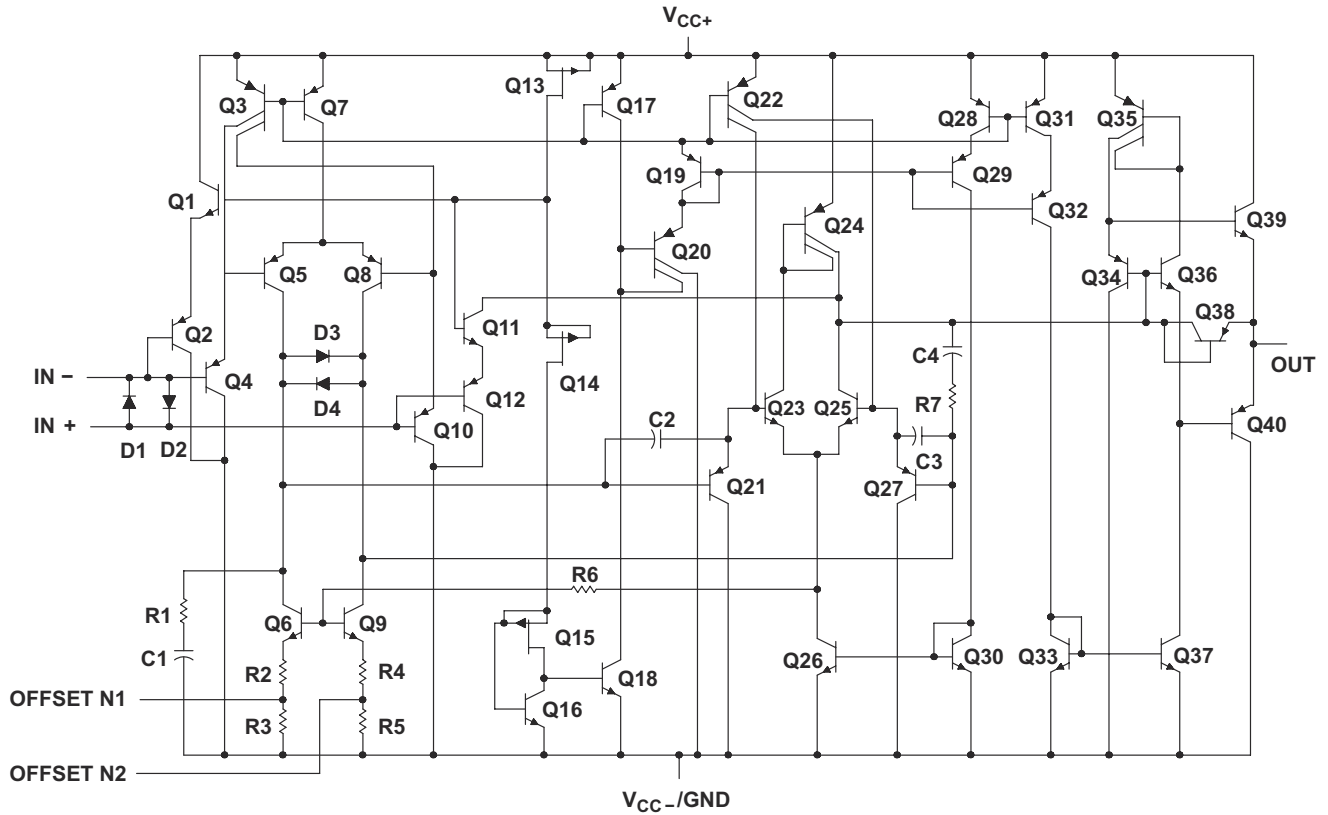


図 7-1. 等価回路図 (各アンプ)

表 7-1. 実際のデバイス コンポーネント数

部品	TLE2021	TLE2022	TLE2024
トランジスタ	40	80	160
抵抗	7	14	28
ダイオード	4	8	16
コンデンサ	4	8	16

## 8 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となります。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。

### 8.1 アプリケーション情報

#### 8.1.1 電圧フォロワアプリケーション

TLE202xM 回路には、入力トランジスタの両端の電圧を制限するための入力保護ダイオードが含まれていますが、これらのダイオードが順方向バイアスされた場合に電流を制限する機能は回路には組み込まれていません。この状況は、本デバイスが電圧フォロワ構成で動作し、高速な大信号パルスで駆動される場合に発生することがあります。デバイスの劣化を防止するため、帰還抵抗を使用して電流を最大 1mA に制限します。この帰還抵抗は、デバイスの入力容量と極を形成します。帰還抵抗の値が 10kΩ より大きい場合、この極によってアンプ位相マージンが低下します。図 8-1 は、この問題を軽減するため、帰還抵抗と並列にコンデンサ (20pF ~ 50pF) を追加することを示しています。

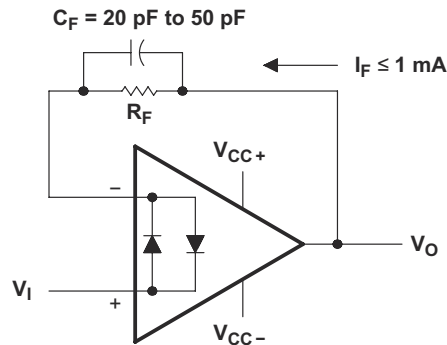


図 8-1. 電圧フォロワ

#### 8.1.2 入力オフセット電圧調整

TLE202xM シリーズには、入力オフセット電圧をさらに低減する外部ヌルピンがあります。図 8-2 に、この機能が必要な場合の回路の接続方法をに示します。外部ヌルが不要な場合は、ヌルピンを取り外したままにします。

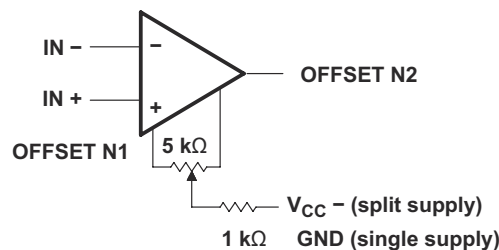


図 8-2. 入力オフセット電圧の Null 回路

### 8.1.3 マクロモデル情報

マクロモデル情報は、PSpice™ で使用されるモデル生成ソフトウェアである Microsim Parts™ を使用して取得されました。ボイル マクロモデル<sup>1</sup>(図 8-3、図 8-4、および 図 8-5 のサブ回路を参照) は、TLE202x の代表的な電気特性と動作特性を使用して 25°C で生成されました。この情報を使用すると、次の主要パラメータの出力シミュレーションを公差 20% (ほとんどの場合) で生成できます。

- 最大正出力電圧スイング
- 最大負出力電圧スイング
- スルー レート
- 静止電力消費
- 入力バイアス電流
- 開ループ電圧増幅
- ユニティゲイン周波数
- 同相除去比
- 位相マージン
- DC 出力抵抗
- AC 出力抵抗
- 短絡出力電流制限

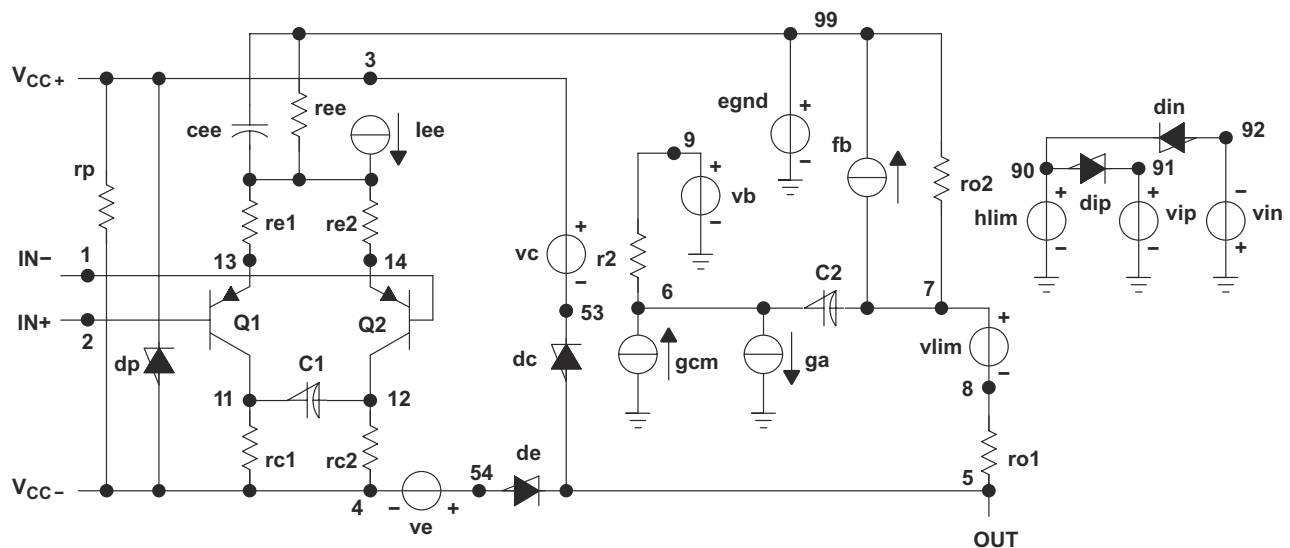


図 8-3. ボイル サブサーキット

<sup>1</sup> G.R. Boyle, B.M. Cohn, D.O. Pederson, J.E. Solomon, 『IC オペアンプのマクロモデリング』、IEEE Journal of Solid-State Circuits, SC-9, 353 (1974)。

```
.SUBCKT TLE2021 1 2 3 4 5
*
c111126.244E      ! 12
c26713.4E         ! 12
c387010.64E       ! 9
cpsr858615.9E     ! 9
dcm+8182dx
dcm! 8381dx
dc553dx
de545dx
dlp9091dx
dln9290dx
dp43dx
ecmr8499(2 99) 1
egnd990poly(2) (3,0) (4,0) 0 .5 .5
epsr850poly(1) (3,4)      ! 60E! 6 2.0E! 6
ense892poly(1) (88,0) 120E      ! 6 1
fb799poly(6) vb vc ve vlp vln vpsr 0 547.3E6
+ ! 50E7 50E7 50E7 ! 50E7 547E6
ga6011 12 188.5E      ! 6
gcm0610 99 335.2E     ! 12
gpsr8586(85,86) 100E   ! 6
grc1411(4,11) 1.885E  ! 4
grc2412(4,12) 1.885E  ! 4
gre11310(13,10) 6.82E ! 4
gre21410(14,10) 6.82E ! 4
hlim900vlim 1k

hcmr801poly(2) vcm+ vcm      ! 0 1E2 1E2
irp34185E      ! 6
iee310dc 15.67E      ! 6
iio202E        ! 9
i18801E        ! 21
q1118913 qx
q2128014 qx
R269100.0E3
rcm 84811K
ree109914.76E6
m18702.55E8
rn2878811.67E3
ro18562
ro279963
vcm+829913.3
vcm! 8399      ! 14.6
vb90dc 0
vc353dc 1.300
ve544dc 1.500
vlim78dc 0
vlp910dc 3.600
vln092dc 3.600
vpsr086dc 0
.model dx d(is=800.0E! 18)
.model qx pnp(is=800.0E! 18 bf=270)
.ends
```

図 8-4. TLE2021xM 用ボイル マクロモデル

```
.SUBCKT TLE2022 1 2 3 4 5
*
c11112 6.814E      ! 12
c26720.00E         ! 12
dc553 dx
de545 dx
dlp9091 dx
dln9290 dx
dp43 dx
egnd 990poly(2) (3,0) (4,0) 0 .5 .5
fb799poly(5) vb vc ve vlp vln 0
+ 45.47E6      ! 50E6 50E6 50E6 ! 50E6
ga 6011 12 377.9E      ! 6
gcm 0610 99 7.84E      ! 10
iee310 DC 18.07E      ! 6
hlim 900 vlim 1k
q1112 13 qx
q2121 14 qx
r269 100.0E3

rc1411 2.842E3
rc2412 2.842E3
ge11310 (10,13) 31.299E      ! 3
ge21410 (10,14) 31.299E      ! 3
ree1099 11.07E6
ro185 250
ro2799 250
rp34 137.2E3
vb90 dc 0
vc353 dc 1.300
ve544 dc 1.500
vlim78 dc 0
vlp910 dc 3
vln092 dc 3
.model dx d(is=800.0E      ! 18)
.model qx pnp(is=800.0E      ! 18 bf=257.1)
.ends
```

図 8-5. TLE2022xM 用ボイル マクロモデル

## 9 デバイスおよびドキュメントのサポート

テキサス・インスツルメンツでは、幅広い開発ツールを提供しています。デバイスの性能の評価、コードの生成、ソリューションの開発を行うためのツールとソフトウェアを以下で紹介いたします。

### 9.1 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、[www.tij.co.jp](http://www.tij.co.jp) のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] 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ることができます。変更の詳細については、改訂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。

### 9.2 サポート・リソース

[テキサス・インスツルメンツ 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、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

### 9.3 商標

PSpice™ and Microsim Parts™ are trademarks of Cadence Design Systems, Inc..

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

### 9.4 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。

### 9.5 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。

## 10 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 D (November 2010) to Revision E (July 2025)	Page
旧式 Y 接尾辞デバイスおよび関連する内容をデータシートから削除.....	1
DB、PW パッケージおよび関連する内容をデータシートから削除.....	1
D、DW、N、P デバイスおよび関連する内容を SLVSD7 に移動.....	1
ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新.....	1
「説明」にアプリケーション回路を追加.....	1

## 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、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。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。

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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むいかなる保証も、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

**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)
<a href="#">5962-9088101MPA</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088101MPA TLE2021M
<a href="#">5962-9088102M2A</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088102M2A TLE2022MFKB
<a href="#">5962-9088102MPA</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088102MPA TLE2022M
<a href="#">5962-9088103M2A</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088103M2A TLE2024MFKB
<a href="#">5962-9088103MCA</a>	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088103MC A TLE2024MJB
<a href="#">5962-9088104Q2A</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088104Q2A TLE2021 AMFKB
<a href="#">5962-9088104QPA</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088104QPA TLE2021AM
<a href="#">5962-9088105Q2A</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088105Q2A TLE2022A MFKB
<a href="#">5962-9088105QPA</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088105QPA TLE2022AM
<a href="#">5962-9088106Q2A</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088106Q2A TLE2024A MFKB
<a href="#">5962-9088106QCA</a>	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088106QC A TLE2024AMJB

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)
<a href="#">5962-9088107Q2A</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088107Q2A TLE2021 BMFKB
<a href="#">5962-9088107QPA</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088107QPA TLE2021BM
<a href="#">5962-9088108Q2A</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088108Q2A TLE2022B MFKB
<a href="#">5962-9088108QPA</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088108QPA TLE2022BM
<a href="#">5962-9088109Q2A</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088109Q2A TLE2024 BMFKB
<a href="#">5962-9088109QCA</a>	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088109QC A TLE2024BMJB
<a href="#">TLE2021AMFKB</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088104Q2A TLE2021 AMFKB
TLE2021AMFKB.A	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088104Q2A TLE2021 AMFKB
<a href="#">TLE2021AMJGB</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088104QPA TLE2021AM
TLE2021AMJGB.A	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088104QPA TLE2021AM
<a href="#">TLE2021BMFKB</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-	5962-9088107Q2A TLE2021 BMFKB

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)
TLE2021BMFKB.A	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088107Q2A TLE2021 BMFKB
<a href="#">TLE2021BMJG</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	TLE2021 BMJG
TLE2021BMJG.A	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	TLE2021 BMJG
<a href="#">TLE2021BMJGB</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-	9088107QPA TLE2021BM
TLE2021BMJGB.A	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088107QPA TLE2021BM
<a href="#">TLE2021MJG</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	TLE2021MJG
TLE2021MJG.A	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	TLE2021MJG
<a href="#">TLE2021MJGB</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088101MPA TLE2021M
TLE2021MJGB.A	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088101MPA TLE2021M
<a href="#">TLE2022AMFKB</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088105Q2A TLE2022A MFKB
TLE2022AMFKB.A	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088105Q2A TLE2022A MFKB
<a href="#">TLE2022AMJGB</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088105QPA TLE2022AM
TLE2022AMJGB.A	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088105QPA TLE2022AM
<a href="#">TLE2022BMFKB</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088108Q2A TLE2022B MFKB

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)
TLE2022BMFKB.A	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088108Q2A TLE2022B MFKB
<a href="#">TLE2022BMJGB</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088108QPA TLE2022BM
TLE2022BMJGB.A	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088108QPA TLE2022BM
<a href="#">TLE2022MFKB</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088102M2A TLE2022MFKB
TLE2022MFKB.A	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088102M2A TLE2022MFKB
<a href="#">TLE2022MJG</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	TLE2022MJG
TLE2022MJG.A	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	TLE2022MJG
<a href="#">TLE2022MJGB</a>	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088102MPA TLE2022M
TLE2022MJGB.A	Active	Production	CDIP (JG)   8	50   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	9088102MPA TLE2022M
<a href="#">TLE2024AMFKB</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088106Q2A TLE2024A MFKB
TLE2024AMFKB.A	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962- 9088106Q2A TLE2024A MFKB
<a href="#">TLE2024AMJB</a>	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088106QC A TLE2024AMJB
TLE2024AMJB.A	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088106QC A TLE2024AMJB

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)
<a href="#">TLE2024BMFKB</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088109Q2A TLE2024 BMFKB
TLE2024BMFKB.A	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088109Q2A TLE2024 BMFKB
<a href="#">TLE2024BMJ</a>	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	TLE2024BMJ
TLE2024BMJ.A	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	TLE2024BMJ
<a href="#">TLE2024BMJB</a>	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088109QC A TLE2024BMJB
TLE2024BMJB.A	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088109QC A TLE2024BMJB
<a href="#">TLE2024MFKB</a>	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088103M2A TLE2024MFKB
TLE2024MFKB.A	Active	Production	LCCC (FK)   20	55   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088103M2A TLE2024MFKB
<a href="#">TLE2024MJB</a>	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088103MC A TLE2024MJB
TLE2024MJB.A	Active	Production	CDIP (J)   14	25   TUBE	No	SNPB	N/A for Pkg Type	-55 to 125	5962-9088103MC A TLE2024MJB

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

<sup>(2)</sup> **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.

<sup>(3)</sup> **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.

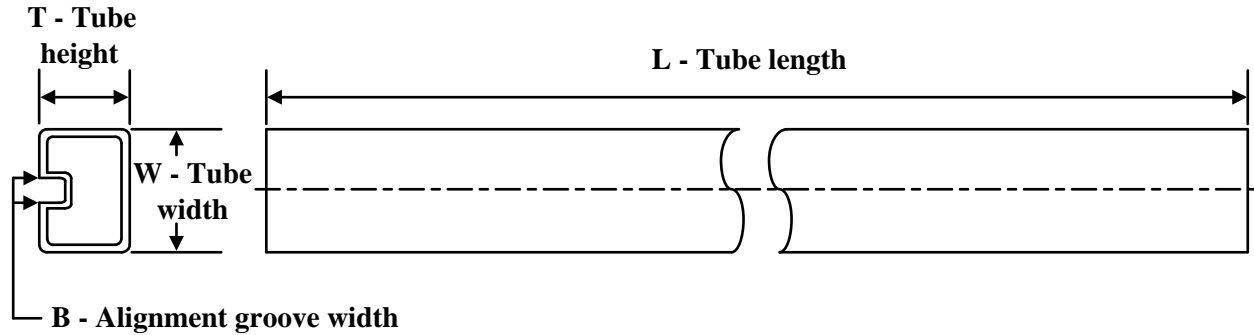
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

**OTHER QUALIFIED VERSIONS OF TLE2021AM, TLE2024AM, TLE2024M :**

- Catalog : [TLE2021A](#), [TLE2024A](#), [TLE2024](#)
- Automotive : [TLE2021A-Q1](#), [TLE2024-Q1](#)
- Enhanced Product : [TLE2021A-EP](#), [TLE2024A-EP](#), [TLE2024-EP](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product
- Automotive - Q100 devices qualified for high-reliability automotive applications targeting zero defects
- Enhanced Product - Supports Defense, Aerospace and Medical Applications

**TUBE**


\*All dimensions are nominal

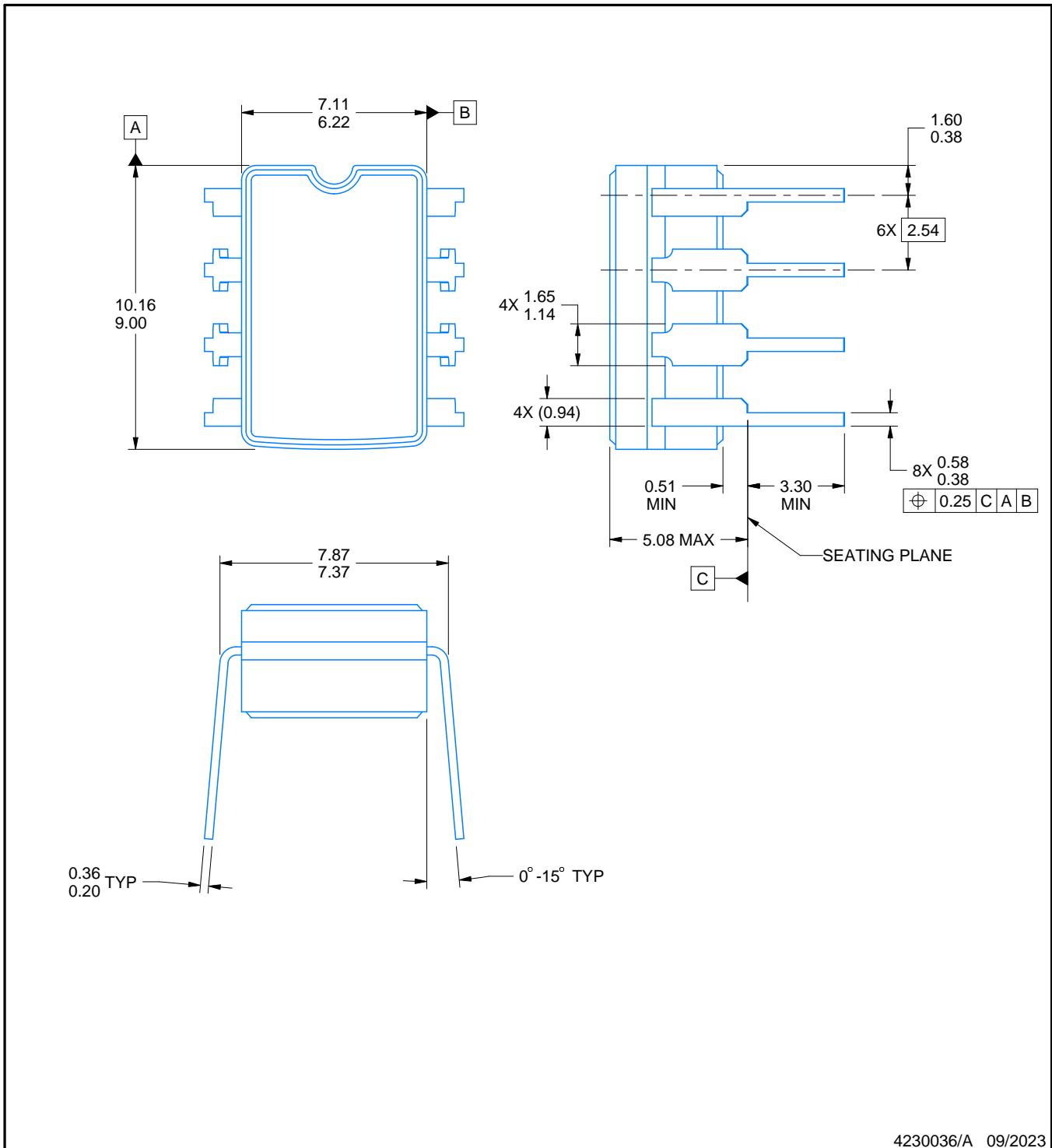
Device	Package Name	Package Type	Pins	SPQ	L (mm)	W (mm)	T (μm)	B (mm)
5962-9088102M2A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
5962-9088103M2A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
5962-9088104Q2A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
5962-9088105Q2A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
5962-9088106Q2A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
5962-9088107Q2A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
5962-9088108Q2A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
5962-9088109Q2A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2021AMFKB	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2021AMFKB.A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2021BMFKB	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2021BMFKB.A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2022AMFKB	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2022AMFKB.A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2022BMFKB	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2022BMFKB.A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2022MFKB	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2022MFKB.A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2024AMFKB	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2024AMFKB.A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2024BMFKB	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2024BMFKB.A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2024MFKB	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA
TLE2024MFKB.A	FK	LCCC	20	55	506.98	12.06	2030	NA

# PACKAGE OUTLINE

## JG0008A

### CDIP - 5.08 mm max height

CERAMIC DUAL IN-LINE PACKAGE



#### 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. This package can be hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
4. Index point is provided on cap for terminal identification.
5. Falls within MIL STD 1835 GDIP1-T8



## GENERIC PACKAGE VIEW

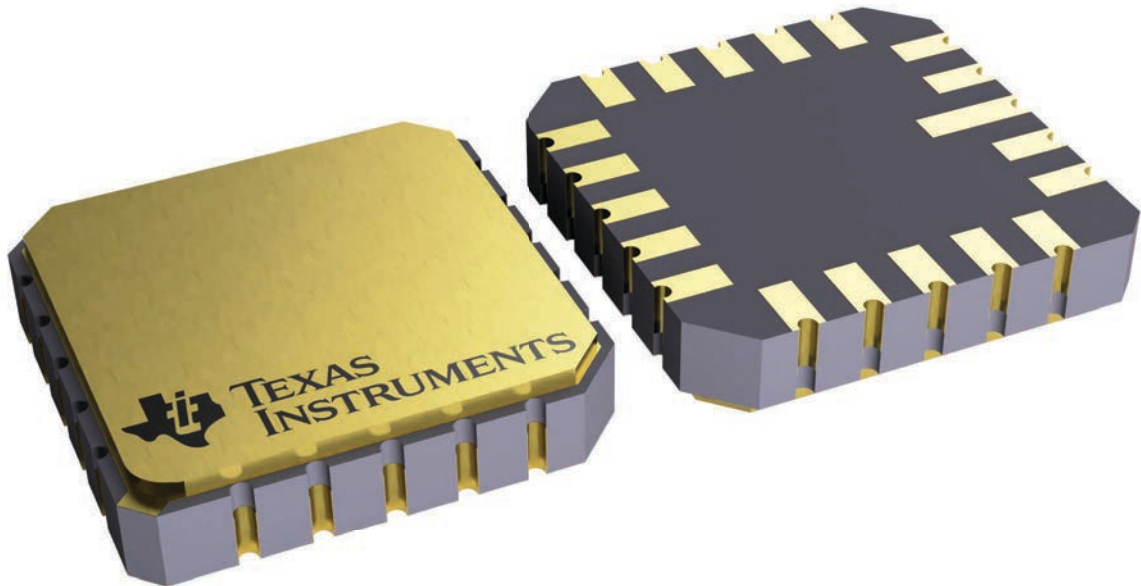
**FK 20**

**LCCC - 2.03 mm max height**

8.89 x 8.89, 1.27 mm pitch

LEADLESS CERAMIC CHIP CARRIER

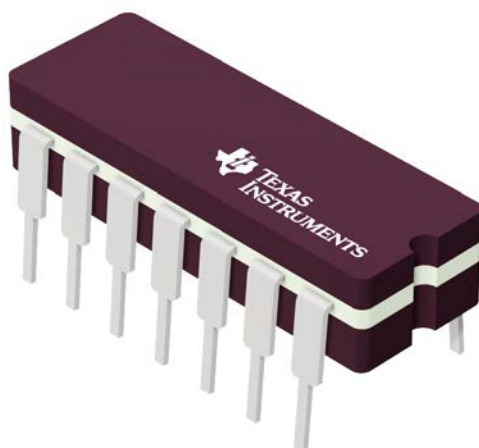
This image is a representation of the package family, actual package may vary.  
Refer to the product data sheet for package details.



4229370VA\

J 14

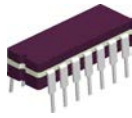
**GENERIC PACKAGE VIEW**  
**CDIP - 5.08 mm max height**  
CERAMIC DUAL IN LINE PACKAGE



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

4040083-5/G

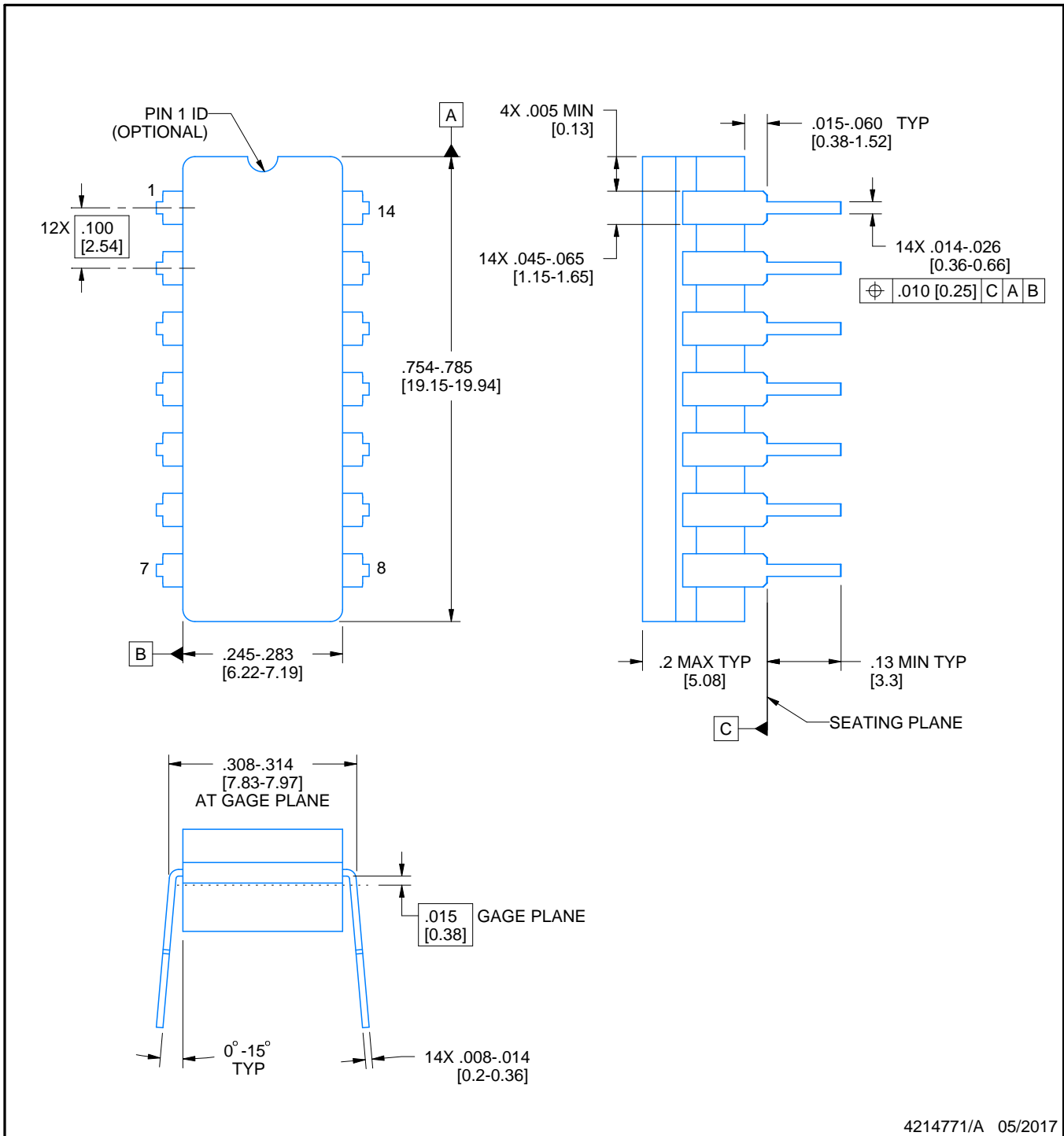
J0014A



# PACKAGE OUTLINE

CDIP - 5.08 mm max height

CERAMIC DUAL IN LINE PACKAGE



4214771/A 05/2017

**NOTES:**

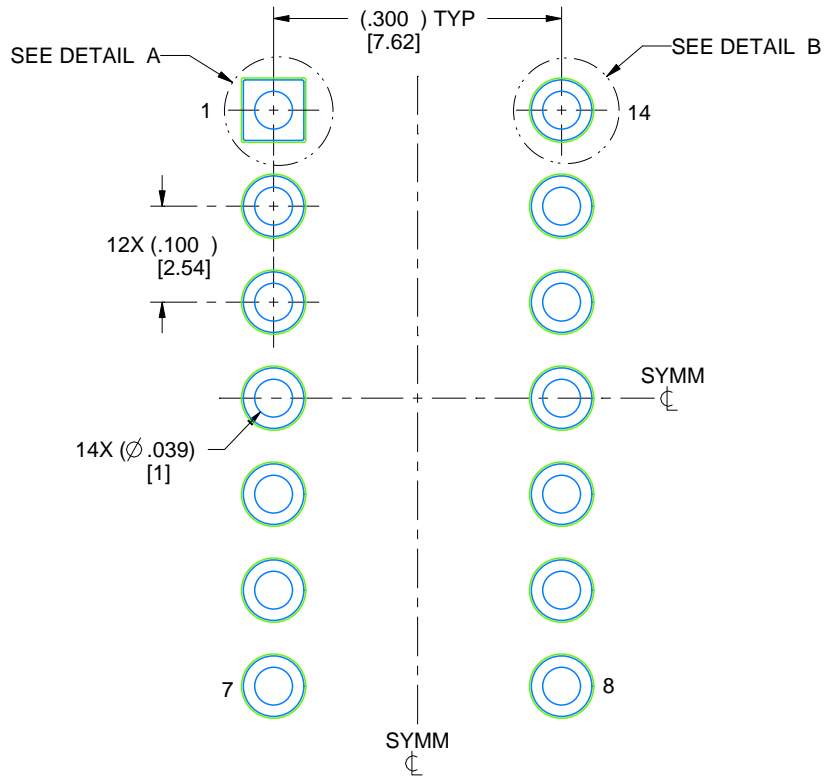
1. All controlling linear dimensions are in inches. Dimensions in brackets are in millimeters. Any dimension in brackets or parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This package is hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
4. Index point is provided on cap for terminal identification only and on press ceramic glass frit seal only.
5. Falls within MIL-STD-1835 and GDIP1-T14.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

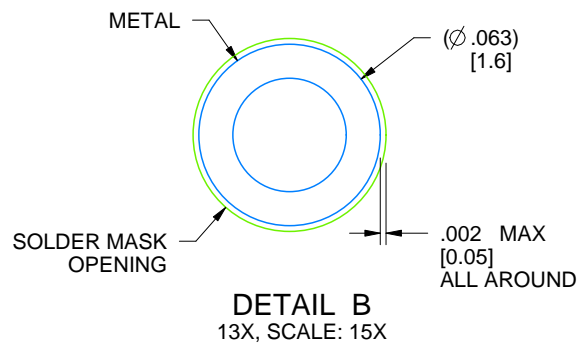
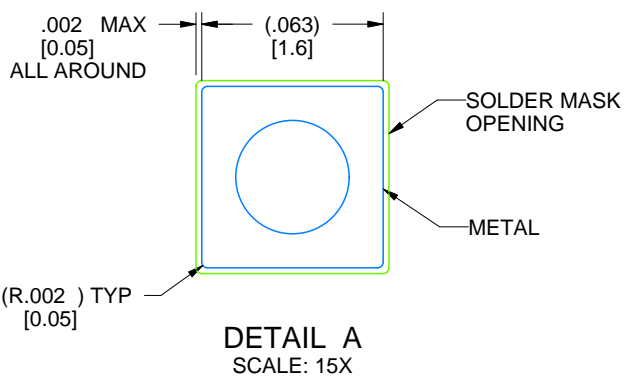
J0014A

CDIP - 5.08 mm max height

CERAMIC DUAL IN LINE PACKAGE



LAND PATTERN EXAMPLE  
NON-SOLDER MASK DEFINED  
SCALE: 5X



4214771/A 05/2017

## 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むいかなる保証も、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、

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](#) 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