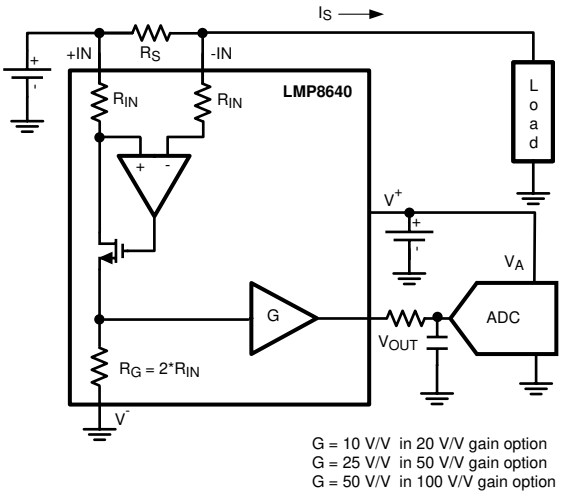
LMP8640-Q1/HV-Q1 高精度、高電圧電流センス アンプ

1 特長

- 車載アプリケーション用に AEC-Q100 認定済み:
  - 温度グレード 1:-40°C ～ +125°C、T_A
- 機能安全対応
  - 機能安全システムの設計に役立つ資料を利用可能
- 広い同相電圧範囲
  - LMP8640-Q1:-2V～42V
  - LMP8640HV-Q1:-2V～76V
- 電源電圧範囲:2.7V～12V
- ゲイン オプション:20V/V、50V/V、100V/V
- 最大ゲイン誤差:0.25%
- 低オフセット電圧:900µV
- 入力バイアス電流:13µA
- PSRR:85dB
- CMRR (2.1V ～ 42V):103dB
- 温度範囲:-40°C ～ 125°C
- 6 ピン薄型 SOT-23 パッケージ

2 アプリケーション

- ポンプ
- ボディ モーター
- 先進運転支援システム (ADAS)
- 照明器具



代表的なアプリケーション

3 説明

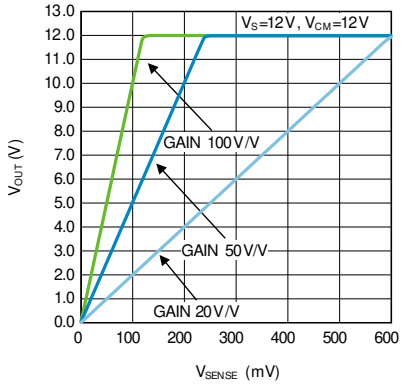
LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 は、2.7V ～ 12V の電源電圧範囲で、高い入力コモン モード電圧が存在する場合でも、センス抵抗の両端にかかる微小な差動電圧を検出する高精度電流センス アンプです。

LMP8640-Q1 は -2V ～ 42V の同相電圧範囲の入力信号を受け付けます。LMP8640HV-Q1 は -2V ～ 76V の同相電圧範囲の入力信号を受け付けます。LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 は、温度範囲全体で精度を必要とするアプリケーションに適した固定ゲインを備えています。LMP8640-Q1 と LMP8640HV-Q1 は 20V/V、50V/V、100V/V という 3 つの異なる固定ゲインを備え、最小 0.25% のゲイン誤差を実現します。出力はバッファされており、低出力インピーダンスを実現します。このハイサイド電流センス アンプは、DC またはバッテリ駆動システムの電流センシングおよび監視に理想的であり、全温度範囲にわたって AC および DC の仕様が非常に優れ、電流センス ループの誤差を最小限に抑えます。LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 は車載アプリケーション向けの LMP8640 の バージョンです。LMP8640x-Q1 は、SOT-23-6 パッケージで供給されます。

パッケージ情報

型番(1)	パッケージ	パッケージ サイズ(2)
LMP8640-Q1	DDC (SOT23、6)	2.9mm x 2.8mm
LMP8640HV-Q1		

(1) 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。
(2) パッケージ サイズ (長さ×幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。



最出力電流と入力電圧との関係

このリソースの元の言語は英語です。翻訳は概要を便宜的に提供するもので、自動化ツール (機械翻訳) を使用していることがあり、TI では翻訳の正確性および妥当性につきましては一切保証いたしません。実際の設計などの前には、ti.com で必ず最新の英語版をご参照くださいますようお願いいたします。

目次

1 特長.....1
2 アプリケーション.....1
3 説明.....1
4 デバイスの比較.....3
5 ピン構成および機能.....3
6 仕様.....4
6.1 絶対最大定格.....4
6.2 ESD 定格.....4
6.3 推奨動作条件.....4
6.4 熱に関する情報.....4
6.5 電気的特性 2.7V.....5
6.6 電気的特性 5V.....6
6.7 電気的特性 12V.....8
6.8 代表的特性.....9
7 詳細説明.....13
7.1 概要.....13
7.2 機能ブロック図.....13
7.3 機能説明.....13
7.4 デバイスの機能モード.....16
8 アプリケーションと実装.....17
8.1 使用上の注意.....17
8.2 代表的なアプリケーション.....17
8.3 推奨事項および禁止事項.....19
8.4 電源に関する推奨事項.....19
8.5 レイアウト.....19
9 デバイスおよびドキュメントのサポート.....22
9.1 デバイス サポート.....22
9.2 ドキュメントのサポート.....22
9.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....22
9.4 サポート・リソース.....22
9.5 商標.....22
9.6 静電気放電に関する注意事項.....22
9.7 用語集.....22
10 改訂履歴.....22
11 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....23

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 デバイスの比較

表 4-1. デバイスの比較

型番	ゲイン	認証	最大コモン モード電圧
LMP8640-Q1-T	x20	自動車用 AEC-Q100、グレード 1	-2V ～ +42V
LMP8640-Q1-F	x50	自動車用 AEC-Q100、グレード 1	-2V ～ +42V
LMP8640-Q1-H	x100	自動車用 AEC-Q100、グレード 1	-2V ～ +42V
LMP8640HV-Q1-T	x20	自動車用 AEC-Q100、グレード 1	-2V ～ +76V
LMP8640HV-Q1-F	x50	自動車用 AEC-Q100、グレード 1	-2V ～ +76V
LMP8640HV-Q1-H	x100	自動車用 AEC-Q100、グレード 1	-2V ～ +76V

5 ピン構成および機能

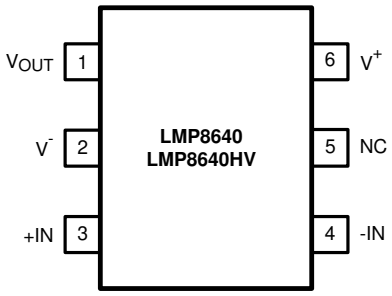


図 5-1. 6 ピン SOT-23DDC0006A パッケージ(上面図)

表 5-1. ピンの機能

ピン		タイプ	説明
番号	名称		
1	V_{OUT}	出力	出力
2	V^-	電源	負電源電圧
3	+IN	入力	正入力
4	–IN	入力	負入力
5	NC	-	内部接続なし
6	V^+	電源	正電源電圧

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 仕様

6.1 絶対最大定格

(1)(2)		最小値	最大値	単位
電源電圧 ($V_S = V^+ – V^–$)		-0.3	13.2	V
差動電圧 +IN- (-IN)		-6	6	V
ピン +IN、-IN の電圧	LMP8640HV-Q1	-6	80	V
	LMP8640-Q1	-6	60	V
V_{OUT} ピンの電圧		V^-	V^+	V
T_J	接合部温度 (3)	-40	150	°C
T_{stg}	保存温度	-65	150	°C

(1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、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」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用した場合、デバイスは完全に機能するとは限らず、このことがデバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。
(2) はんだ付け仕様については、www.ti.com および http://www.ti.com/lit/SNOA549 の製品フォルダを参照してください。
(3) 高温での最大消費電力はディレーティングする必要があり、$T_{J(MAX)}$、θ_{JA}、および周囲温度 T_A により決定されます。最大許容消費電力は、$P_{DMAX} = (T_{J(MAX)} - T_A)/\theta_{JA}$ または絶対最大定格で指定された数値のいずれか低い方になります。

6.2 ESD 定格

			値	単位
$V_{(ESD)}$ 静電放電	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 に準拠(1)	すべてのピン	±2000	V
	荷電デバイス モデル (CDM)、AEC Q100-011 準拠	すべてのピン	±1000	

(1) AEC Q100-002 は、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 仕様に従って HBM ストレス試験を実施することを示しています。

6.3 推奨動作条件

	最小値	最大値	単位
電源電圧 ($V_S = V^+ – V^–$)	2.7	12	V
動作時の接合部温度範囲	-40	125	°C

6.4 熱に関する情報

熱評価基準(1)		LMP8640-Q1 LMP8640HV-Q1 THIN SOT-23 6 ピン	単位
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	151.5	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	92.4	
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	55.9	
ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	41.1	
ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	55.8	

(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 ノートを参照してください。spra953

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 電気的特性 2.7V

特に指定のない限り、すべての限界値は T_A = 25°C、V_S= V^+ – V^-、V_{SENSE}= +IN-(-IN)、V^+ = 2.7V、V^- = 0V、−2V < V_{CM} < 76V、R_L = 10MΩ の条件下で検証されています。(1)

パラメータ		テスト条件	最小値(3)	標準値(2)	最大値(3)	単位
V_{OS}	入力オフセット電圧	V_{CM} = 2.1V	-900		900	µV
		V_{CM} = 2.1V、過熱	-1160		1160	
TCV_{OS}	入力オフセット電圧ドリフト(4) (6)	V_{CM} = 2.1V			2.6	µV/°C
I_B	入力バイアス電流(7)	V_{CM} = 2.1V、V_{SENSE} = 0V		12	20	µA
		V_{CM} = 2.1V、過熱、V_{SENSE} = 0V			27	
e_{ni}	入力電圧ノイズ (6)	f > 10kHz		117		nV/√Hz
ゲイン A_V	ゲイン LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T			20		V/V
	ゲイン LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F			50		
	ゲイン LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H			100		
	ゲイン誤差	V_{CM} = 2.1V	-0.25%		0.25%	
		V_{CM} = 2.1V、過熱	-0.51%		0.51%	
	温度範囲全体での精度(6)	V_{CM} = 2.1V、過熱			26.2	ppm/°C
PSRR	電源除去比	V_{CM} = 2.1V、2.7V < V^+ < 12V、	85			dB
CMRR	同相除去比	LMP8640HV-Q1 2.1V < V_{CM} < 42V LMP8640-Q1 2.1V < V_{CM}< 42V	103			dB
		LMP8640HV-Q1 2.1V < V_{CM} < 76V	95			
		-2V <V_{CM} < 2V、	60			
BW	固定ゲイン LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T (6)	DC V_{SENSE} = 67.5mV、 C_L = 30pF、R_L = 1MΩ		950		kHz
	固定ゲイン LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F (6)	DC V_{SENSE} =27mV C_L = 30pF、R_L = 1MΩ		450		
	固定ゲイン LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H (6)	DC V_{SENSE} = 13.5mV、 C_L = 30pF、R_L = 1MΩ		230		
SR	スルー レート (5)(6)	V_{CM} =5V、C_L = 30pF、R_L = 1MΩ、 LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T V_{SENSE} =100mVpp、 LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F V_{SENSE} =40mVpp、 LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H V_{SENSE} =20mVpp、		1.4		V/µs
R_{IN}	差動モード入力インピーダンス(6)			4		kΩ
I_S	電源電流	V_{CM} = 2.1V		420	600	µA
		V_{CM} = 2.1V、過熱			800	
		V_{CM} = -2V		2000	2500	
		V_{CM} = -2V、過熱			2750	
V_{OUT}	最大出力電圧	V_{CM} = 2.1V	2.65			V
	最小出力電圧	LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T V_{CM} = 2.1V			18.2	mV
		LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F V_{CM} = 2.1V			40	
		LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H V_{CM} = 2.1V			80	

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

特に指定のない限り、すべての限界値は T_A = 25°C、V_S= V^+ – V^-、V_{SENSE}= +IN-(-IN)、V^+ = 2.7V、V^- = 0V、−2V < V_{CM} < 76V、R_L = 10MΩ の条件下で検証されています。(1)

パラメータ		テスト条件	最小値(3)	標準値(2)	最大値(3)	単位
C_{LOAD}	最大出力キャパシタンス負荷(6)			30		pF

(1) 電気的特性の値は、記載温度における工場出荷試験条件にのみ適用されます。工場試験条件で生ずる自己発熱は、T_J = T_A となる程度にきわめてわずかです。「電気的特性」には、自己発熱により T_J > T_A となる条件下で保証されるパラメータ性能値は指定されていません。「絶対最大定格」に記載されている接合部温度上限を超えるとデバイスに物理的または電気的な恒久的損傷を与えるおそれがあります。
(2) 標準値は、特性評価時に最も出現しやすいパラメータの基準値を表します。実際の標準値は、経時的に変化するとともに、アプリケーションや構成にも依存します。これらの標準値はテストされた値ではなく、出荷済みの製品材料に対する保証値ではありません。
(3) 許容限界値は、25°C において 100% の生産検査を経て決定されています。動作温度範囲外の許容限界値については、統計的品質管理 (SQC) 手法を用いた相関分析を通じて検証されています。
(4) オフセット電圧の温度ドリフトは、最高温度と最低温度での V_{OS} の変化を、合計の温度変化の値で乗算して計算されます。
(5) 記載されている数値は立ち上がりと立ち下がりのスルーレートの平均で、90% から 10% までの変化について測定されます。
(6) このパラメータは設計または特性で検証される値であり、実製品のテストは行っていません。
(7) 正のバイアス電流は、デバイスに流れ込む電流に対応します。仕様には、トポロジ フィードバック動作による、約 Vsense/4KΩ の正入力に依存する入力信号依存電流は含まれていません。

6.6 電気的特性 5V

特に指定のない限り、すべての限界値は T_A = 25°C、V_S= V^+ – V^-、V_{SENSE}= +IN-(-IN)、V^+ = 5V、V^- = 0V、−2V < V_{CM} < 76V、R_L = 10MΩ の条件下で検証されています。(1)

パラメータ		テスト条件	最小値(3)	標準値(2)	最大値(3)	単位
V_{OS}	入力オフセット電圧	V_{CM} = 2.1V	-900		900	μV
		V_{CM} = 2.1V、過熱	-1160		1160	
TCV_{OS}	入力オフセット電圧ドリフト(4) (6)	V_{CM} = 2.1V			2.6	μV/°C
I_B	入力バイアス電流(7)	V_{CM} = 2.1V、V_{SENSE} = 0V		13	21	μA
		V_{CM} = 2.1 V、過熱、V_{SENSE} = 0V			28	
e_{ni}	入力電圧ノイズ (6)	f > 10kHz		117		nV/√Hz
ゲイン A_V	ゲイン LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T			20		V/V
	ゲイン LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F			50		
	ゲイン LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H			100		
	ゲイン誤差	V_{CM} = 2.1V	-0.25%		0.25%	
		V_{CM} = 2.1V、過熱	-0.51%		0.51%	
	温度範囲全体での精度(6)	−40°C ～ 125°C、V_{CM}=2.1 V			26.2	ppm/°C
PSRR	電源除去比	V_{CM} = 2.1V、2.7V < V^+ < 12V、	85			dB
CMRR	同相除去比	LMP8640HV-Q1 2.1V < V_{CM} < 42V LMP8640-Q1 2.1V < V_{CM}< 42V	103			dB
		LMP8640HV-Q1 2.1V < V_{CM} < 76V	95			
		-2V < V_{CM} < 2V、	60			
BW	固定ゲイン LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T (6)	DC V_{SENSE} = 67.5mV 、C_L = 30pF、R_L = 1MΩ		950		kHz
	固定ゲイン LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F(6)	DC V_{SENSE} = 27mV 、C_L = 30pF、R_L = 1MΩ		450		
	固定ゲイン LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H(6)	DC V_{SENSE} = 13.5mV、 C_L = 30pF、R_L= 1MΩ		230		

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

特に指定のない限り、すべての限界値は T_A = 25°C、V_S= V^+ – V^-、V_{SENSE}= +IN-(-IN)、V^+ = 5V、V^- = 0V、−2V < V_{CM} < 76V、R_L = 10MΩ の条件下で検証されています。(1)

パラメータ		テスト条件	最小値(3)	標準値 (2)	最大値 (3)	単位
SR	スルー レート (5)(6)	V_{CM} =5V、C_L = 30pF、R_L = 1MΩ、 LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T V_{SENSE} = 200mVpp、 LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F V_{SENSE} = 80mVpp、 LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H V_{SENSE} = 40mVpp、		1.6		V/µs
R_{IN}	差動モード入力インピーダンス(6)			4		kΩ
I_S	電源電流	V_{CM} = 2.1V		500	722	µA
		V_{CM} = 2.1V、過熱			922	
		V_{CM} = -2V		2050	2500	
		V_{CM} = -2V、過熱			2750	
V_{OUT}	最大出力電圧	V_{CM} = 2.1V	4.95			V
	最小出力電圧	LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T V_{CM} = 2.1V			18.2	mV
		LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F V_{CM} = 2.1V			40	
		LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H V_{CM} = 2.1V			80	
C_{LOAD}	最大出力キャパシタンス負荷(6)			30		pF

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.7 電気的特性 12V

特に指定のない限り、すべての限界値は T_A = 25°C、V_S= V^+ – V^-、V_{SENSE}= +IN-(-IN)、V^+ = 12V、V^- = 0V、−2V < V_{CM} < 76V、R_L = 10MΩ の条件下で検証されています。(1)

パラメータ		テスト条件	最小値(3)	標準値(2)	最大値(3)	単位
V_{OS}	入力オフセット電圧	V_{CM} = 2.1V	-900		900	µV
		V_{CM} = 2.1V、過熱	-1160		1160	
TCV_{OS}	入力オフセット電圧ドリフト(4) (6)	V_{CM} = 2.1V			2.6	µV/°C
I_B	入力バイアス電流(7)	V_{CM} = 2.1V、V_{SENSE} = 0V		13	22	µA
		V_{CM} = 2.1V、過熱、V_{SENSE} = 0V			28	
e_{ni}	入力電圧ノイズ (6)	f > 10kHz		117		nV/√Hz
ゲイン A_V	ゲイン LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T			20		V/V
	ゲイン LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F			50		
	ゲイン LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F			100		
	ゲイン誤差	V_{CM} = 2.1V	-0.25%		0.25%	
		V_{CM} = 2.1V、過熱	-0.51%		0.51%	
	温度範囲全体での精度(6)	−40°C ～ 125°C、V_{CM}= 2.1V			26.2	ppm/°C
PSRR	電源除去比	V_{CM} = 2.1V、2.7V < V^+ < 12V、	85			dB
CMRR	同相除去比	LMP8640HV-Q1 2.1V < V_{CM} < 42V LMP8640-Q1 2.1V < V_{CM}< 42V	103			dB
		LMP8640HV-Q1 2.1V < V_{CM} < 76V	95			
		-2V < V_{CM} < 2V、	60			
BW	固定ゲイン LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T(6)	DC V_{SENSE} = 67.5mV、 C_L = 30pF、R_L = 1MΩ		950		kHz
	固定ゲイン LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F (6)	DC V_{SENSE} =27mV C_L = 30pF、R_L = 1MΩ		450		
	固定ゲイン LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H(6)	DC V_{SENSE} = 13.5mV、 C_L = 30pF、R_L = 1MΩ		230		
SR	スルー レート (5)(6)	V_{CM} =5V、C_L = 30pF、R_L = 1MΩ、 LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T V_{SENSE} =100mVpp、 LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F V_{SENSE} =40mVpp、 LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H V_{SENSE} =20mVpp、		1.8		V/µs
R_{IN}	差動モード入力インピーダンス(6)			4		kΩ
I_S	電源電流	V_{CM} = 2.1V		720	1050	µA
		V_{CM} = 2.1V、過熱			1250	
		V_{CM} = -2V		2300	2800	
		V_{CM} = -2V、過熱			3000	
V_{OUT}	最大出力電圧	V_{CM} = 2.1V	11.85			V
	最小出力電圧	LMP8640-Q1-T LMP8640HV-Q1-T V_{CM} = 2.1V			18.2	mV
		LMP8640-Q1-F LMP8640HV-Q1-F V_{CM} = 2.1V			40	
		LMP8640-Q1-H LMP8640HV-Q1-H V_{CM} = 2.1V			80	
C_{LOAD}	最大出力キャパシタンス負荷(6)			30		pF

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 代表的特性

特に記述のない限り、T_A = 25°C、V_S=V^+-V^-、V_{SENSE}= +IN - (-IN), R_L = 10mΩ です。

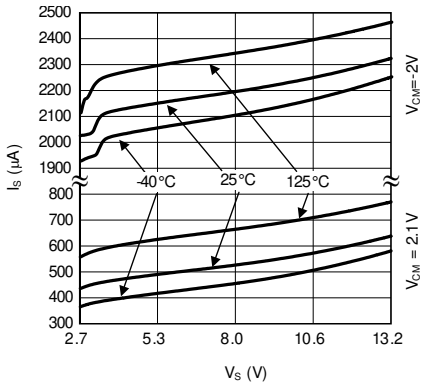


図 6-1. 消費電流と電源電圧の関係

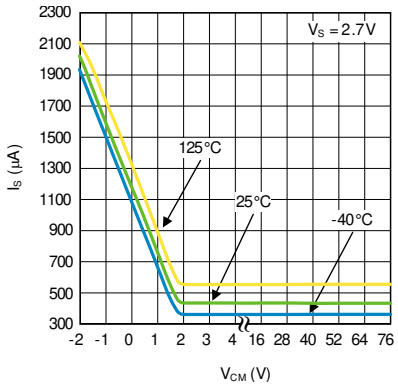


図 6-2. 供給電流と V_{CM} の関係

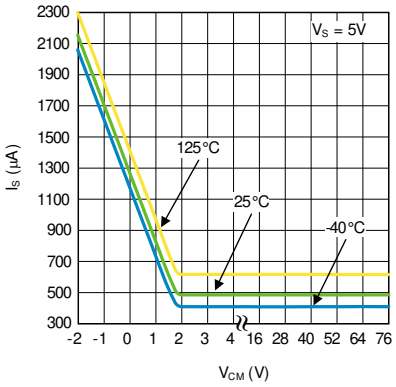


図 6-3. 供給電流と V_{CM} の関係

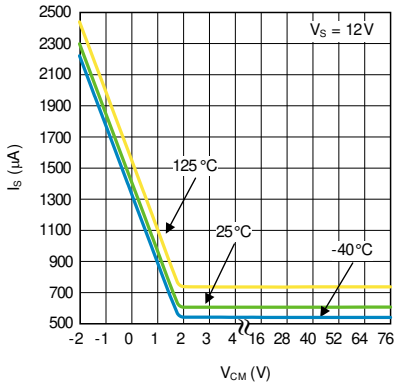


図 6-4. 供給電流と V_{CM} の関係

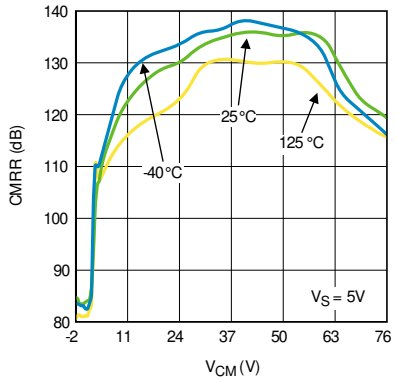


図 6-5. CMRR と V_{CM} との関係 (ゲイン 20V/V)

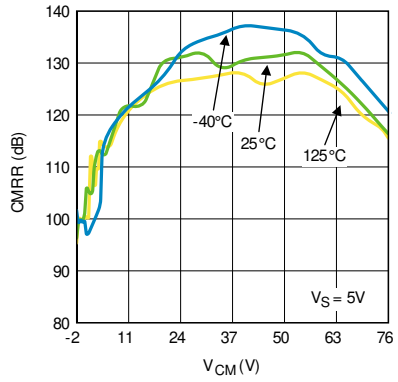


図 6-6. CMRR と V_{CM} との関係 (ゲイン 50V/V)

6.8 代表的特性 (続き)

特に記述のない限り、T_A = 25°C、V_S=V^+-V^-、V_{SENSE}= +IN - (-IN), R_L = 10mΩ です。

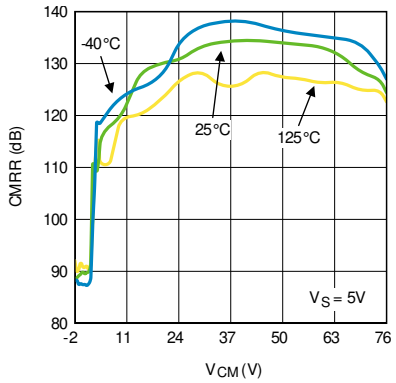


図 6-7. CMRR と V_{CM} との関係 (ゲイン 100V/V)

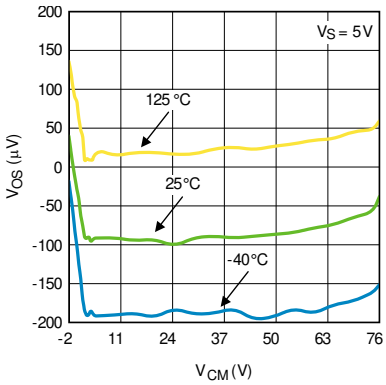


図 6-8. 入力電圧オフセットと V_{CM} との関係

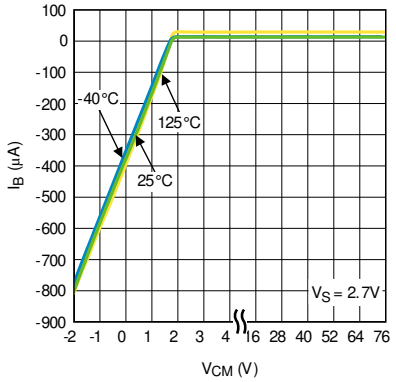


図 6-9. Ibias と V_{CM} の関係

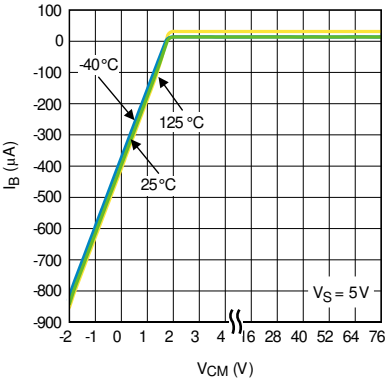


図 6-10. Ibias と V_{CM} の関係

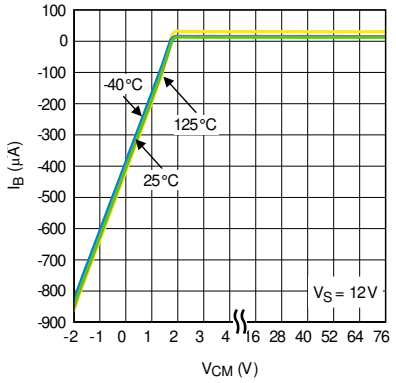


図 6-11. Ibias と V_{CM} の関係

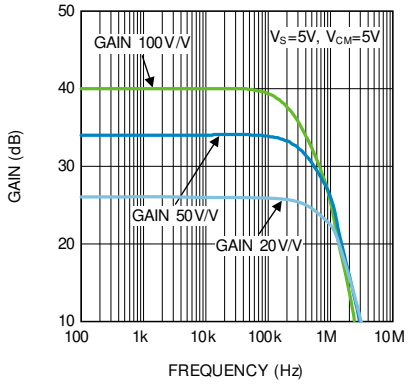


図 6-12. ゲインと周波数との関係

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 代表的特性 (続き)

特に記述のない限り、T_A = 25°C、V_S=V^+-V^-、V_{SENSE}= +IN - (-IN), R_L = 10mΩ です。

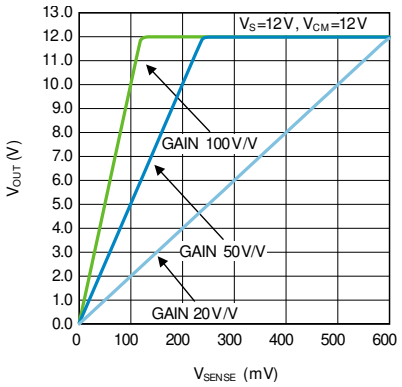


図 6-13. 出力電圧と V_{SENSE} の関係

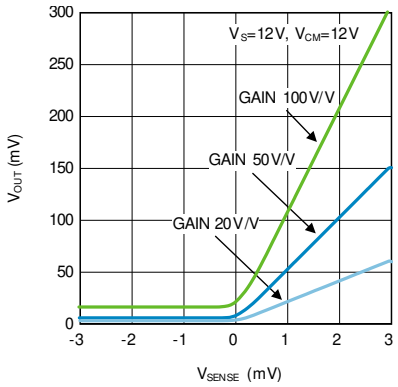


図 6-14. 出力電圧と V_{SENSE} の関係 (ほぼ 0V に拡大)

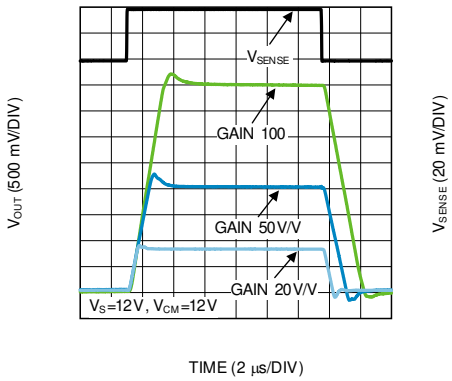


図 6-15. 大ステップ応答

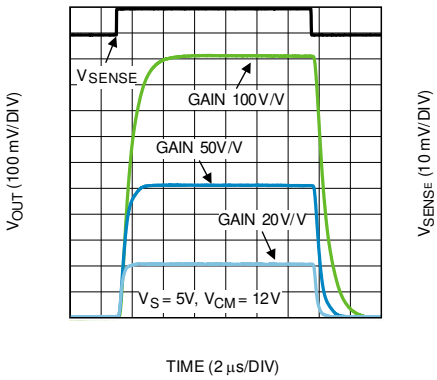


図 6-16. 小ステップ応答

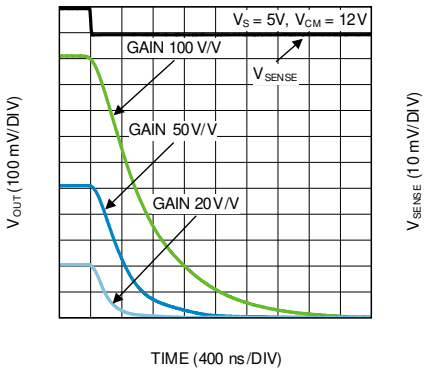


図 6-17. セトリング タイム (立ち下がり)

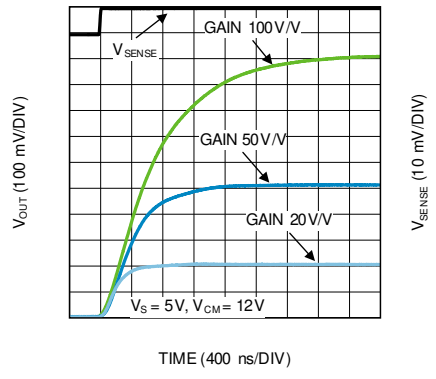


図 6-18. セトリング タイム (立ち上がり)

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 代表的特性 (続き)

特に記述のない限り、T_A = 25°C、V_S=V^+-V^-、V_{SENSE}= +IN - (-IN), R_L = 10mΩ です。

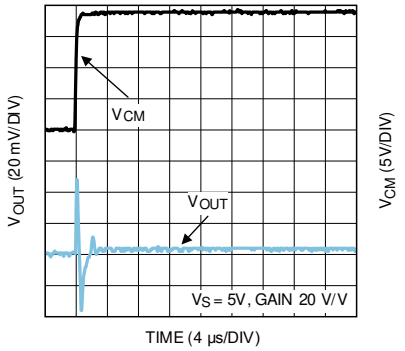


図 6-19. コモン モード ステップ応答 (立ち上がり)

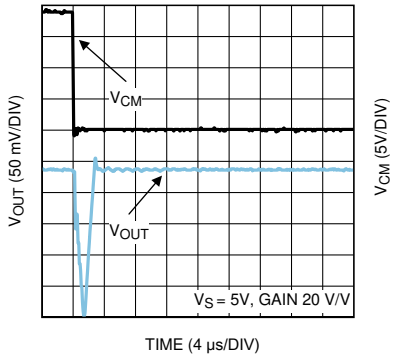


図 6-20. コモン モード ステップ応答 (立ち下がり)

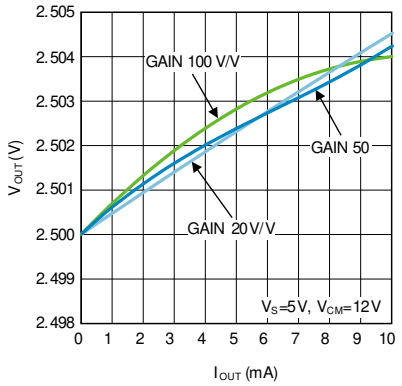


図 6-21. 負荷レギュレーション (シンク)

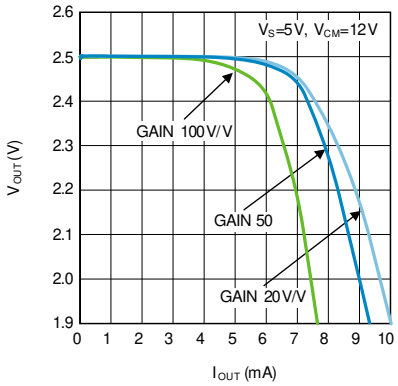


図 6-22. 負荷レギュレーション (ソース)

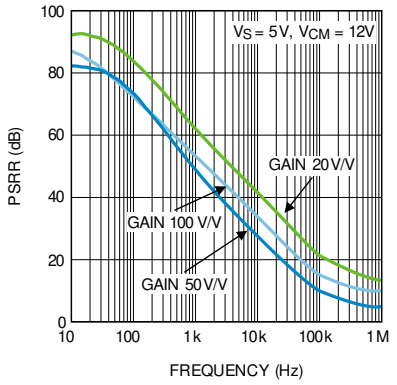


図 6-23. AC PSRR と周波数との関係

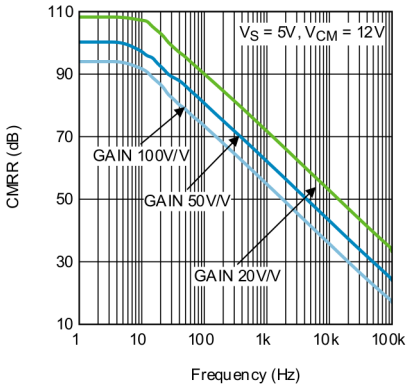


図 6-24. AC CMRR と周波数との関係

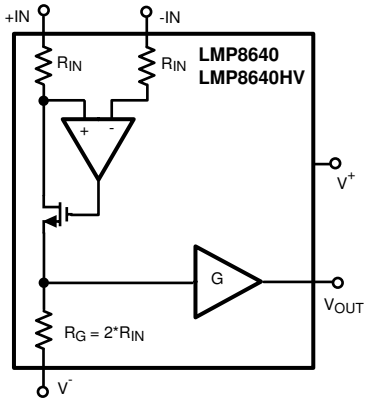
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 詳細説明

7.1 概要

LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 は、単一電源で動作するハイサイド電流センス アンプです。これらは 20V/V、50V/V、または 100V/V の固定ゲインを備え、コモン モード電圧範囲は -2V ～ 42V (LMP8640-Q1) または -2V ～ 76V (LMP8640HV-Q1) に対応しており、バッファ付き電圧出力を提供します。

7.2 機能ブロック図



7.3 機能説明

図 7-1 に示すように、検出抵抗 R_S を流れる電流によって、R_S 全体で V_{SENSE} と等しい電圧降下が発生します。- IN ピンの電圧は、V_{SENSE} 電圧に比例する量の +IN 未満になります。

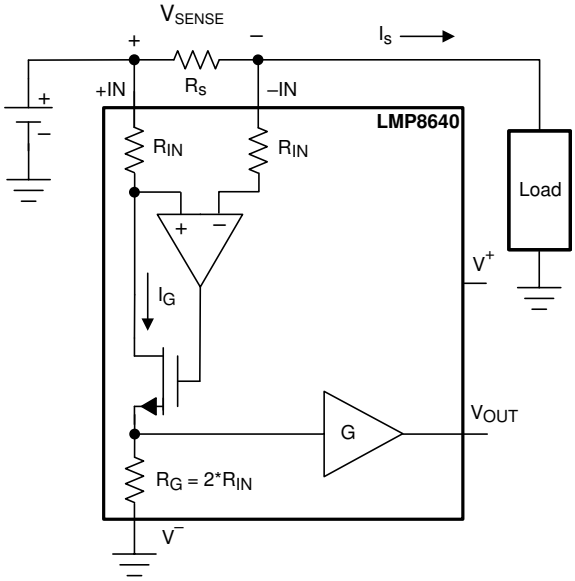


図 7-1. シンプルな電流モニタ

エラー アンプのバイアス電流が小さいため、R_{IN-} による電圧降下はほとんど発生しないため、内部エラー アンプの負入力は基本的に — IN 入力と同じ電位になります。R_{IN} 抵抗はそれぞれ 4kΩ です。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

エラー アンプは入力間でこの電圧誤差を検出し、MOSFET のゲートを駆動してより多くの電流を流し、サーボ アンプの正入力が負入力と一致するまで、R_{IN+} の両端の電圧降下を増加させます。この時点で、R_{IN+} の両端の電圧降下は V_{SENSE} と一致します。

I_G、(I_S に比例する電流) は、次の関係に基づいて流れます。

$$I_G = V_{SENSE}/R_{IN} = R_S \times I_S/R_{IN} \quad (1)$$

また、I_G は内部ゲイン抵抗 R_G を経由して、次のような電圧降下を発生させます。

$$V_{RG} = I_G \times R_G = (V_{SENSE}/R_{IN}) \times R_G = ((R_S \times I_S)/ R_{IN}) \times R_G \quad (2)$$

$$V_{OUT} = 2 \times (R_S \times I_S) \times G, \quad (3)$$

ここで、選択したゲイン オプションに応じて、G = 10V/V、25V/V、50V/V。

次に、R_G の電圧を出力ゲイン段でゲイン で増幅し、x20、X50、x100 の最終的な総合ゲインを生成します。出力段は低インピーダンス駆動を備えているため、LMP8640-Q1 と LMP8640HV-Q1 を他の IC (ADC、マルチプレクサ、µC など) と簡単に接続できます。外部バッファは不要です。

7.3.1 センス抵抗の選定

シャント抵抗 R_S として選択される値は、アプリケーションによって異なります。シャント抵抗は電流検出システムで重要な役割を果たすため、注意して選択する必要があります。シャント抵抗を選択するには、小信号精度、消費電力、シャント両端での電圧損失に関するトレードオフを考慮する必要があります。

小さな電流を検出するアプリケーションでは、比例出力電圧の誤差を最小限に抑えるため、より大きな R_S 値を選択します。抵抗値が大きいと、電流検出アンプの入力での信号対雑音比 (SNR) が向上するため、出力の精度が向上します。

同様に、大電流が検出されると、R_S での電力損失が大幅になるため、R_S の値は小さくなります。この条件では、R_s 抵抗の電力定格を考慮に入れる必要があります。LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 は入力オフセットが低いため、小型のセンス抵抗を使用して消費電力を低減し、良好な入力ダイナミックレンジを提供します。入力ダイナミック レンジは、測定可能な最大信号と、検出可能な最小信号との比です。通常は入力オフセットが主な制限因子です。

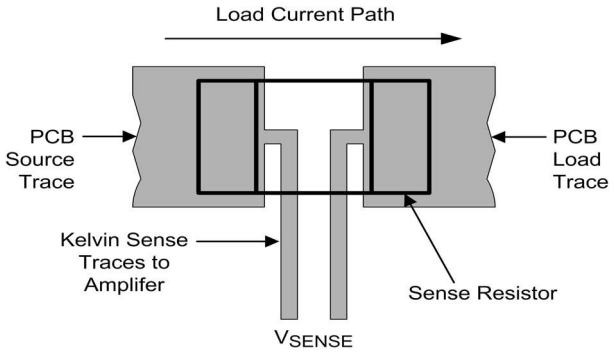


図 7-2. 2 端子抵抗へのケルビン (4 線式) 接続の例

アンプの入力は、「ケルビン」または「4 線式」接続手法を使用して、センス抵抗のパッドに直接接続する必要があります。入力パターンのパスは、コネクタとビアも含めて同一にします。これにより誤差が等しくなり、キャンセルされます。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.3.1.1 抵抗の電力定格と熱に関する問題

検出抵抗によって消費される電力は、で計算できます。

$$P_D = I_{MAX}^2 \times R_S \quad (4)$$

ここで、

- P_D は、抵抗による消費電力 (ワット) です
- I_{MAX} は最大負荷電流 (アンペア) です
- R_S はセンス抵抗の値 (オーム) です。

この抵抗の定格は、予想最大電力 (P_D) より大きく、温度ディレーティングのマージンを確保する必要があります。抵抗メーカにより提供される電力ディレーティング曲線を必ず遵守してください。

さらに高い温度で抵抗を動作させると、精度に影響を及ぼします。抵抗が加熱されると、一般的に抵抗値が上昇し、測定値に変化が生じます。この熱を除去するために、ヒートシンクを使用するか、抵抗パッドに接続された大きな銅面積を用いて、センス抵抗には可能な限り十分な放熱対策を施す必要があります。電源投入後に測定値がわずかに変動する場合は、通常、センス抵抗の加熱が原因です。

7.3.1.2 PCB パターンをセンス抵抗として使用する

PCB パターンまたは銅領域の既知の領域の抵抗を検出抵抗として使用することは魅力的な戦略ですが、高精度測定を行うためには、この方針は推奨されません。

銅の温度係数は、通常、3300 ～ 4000ppm/°K (0.33% ～ 0.4%/°C) であり、PCB プロセスによって変化することがあります。

一般的な表面実装型検知抵抗器の温度係数 (tempco) は、1°C あたり 50ppm ～ 500ppm の範囲にあり、銅配線に比べて測定の一貫性と精度が高くなります。0.1 ～ 50ppm の範囲の特殊な低温度係数抵抗器も入手可能ですが、コストははるかに高くなります。

7.3.2 センス ライン入力

センス ラインは、図 7-2 に示すように、メインの電流パスと共有されていない抵抗上のポイントに接続する必要があります。ドリフトを最小限に抑えるため、アンプには検出抵抗を内蔵することがある熱を発生するデバイスから離して取り付ける必要があります。パターンは、センス抵抗のパッドからアンプの入力ピンのパッドまでの連続した銅箔パターンであり、同じ銅箔の層に存在し、ビアまたはコネクタをできるだけ少なくするのが理想的です。センス抵抗で大きい熱勾配が発生する場合、これはセンス抵抗の周囲で重要になる場合があります。センス ラインのビアは、連続的なメッキされた銅から形成する必要があり、コネクタを通る配線は避ける必要があります。センス ラインを延ばすことは、アンプを過酷な環境に配置するよりも優れています。

ノイズの混入や熱誤差を最小限に抑えるため、入力パターンは高速差動信号ペアと同様に扱い、同じ銅層上の入力ピンへ直結するように、互いに密接に配線する必要があります。入力トレースは「インピーダンス整合」されている必要はありませんが、ビア、間隔、および等長に関する同じ整合ルールに従う必要があります。入力のパターンは、デジタル ライン、スイッチング電源、モーター駆動ラインなどのノイズ源から離す必要があります。これらの入力パターンには高電圧が流れる可能性があるため、他のパターンや層との間に適切な配線クリアランスを確保しなければならないことに留意してください。センス パターンはアンプのバイアス電流のみを流す (室温で入力あたり通常約 12μA) ため、接続する入力パターンは、互いに密接に配線された細いパターンで構いません。これは、配線または必要な間隔の作成に役立ちます。

デバイスのトポロジの性質上、正の入力バイアス電流は V_{SENSE} に応じて変化し、標準的な 12μA のバイアス電流に加えて、V_{SENSE}/4kΩ にほぼ相当する追加の電流が発生することに注意してください。負の入力バイアス電流は帰還パスには存在せず、V_{SENSE} にも変化しません。ソース インピーダンスの高さまたはミスマッチは避ける必要があります。この不均衡により、入力電圧に対して誤差が増大するためです。

7.3.3 直列抵抗がセンスラインに及ぼす影響

入力段では、入力ピンの電圧を電流に変換するために内部で高精度な 4KΩ 抵抗が使用されているため、入力ピンと直列に追加された抵抗は、この抵抗値を変え、ひいては利得を変化させます。

抵抗を入力と直列に追加した場合、その入力のゲインはもう一方の入力のゲインを追従せず、一定のゲイン誤差が発生します。

外付け抵抗は、内部の薄膜抵抗と熱マッチングが同じではないため、外付け抵抗を使用してゲインを変更することは推奨しません。抵抗を追加すると、オフセットと CMRR の仕様が大幅に低下します。合計トレース抵抗は 10Ω 未満にすることを推奨します。

フィルタリングのために抵抗を意図的に追加する場合は、両方の入力に抵抗を均等に追加する必要があり、ゲインがわずかに変化することに注意する必要があります。

7.4 デバイスの機能モード

7.4.1 低同相電圧でのバイアス電流

同相電圧が +2V を下回ると、入力バイアス電流は逆方向に始まり、約 +1.8V でゼロを通過します。これは、図 6-9 から図 6-11 までの「入力バイアス電流」グラフで確認できます。グラフの負の電流は、入力から負荷へと電流が流れることを示しています。これらのグラフは各入力の電流を示しているため、実際の「バイアス」電流はグラフ値の 2 倍になります。この合計電流は、平衡点によっては 1mA までになることがあります。

これは大部分のアプリケーションには影響しませんが、非線形負荷 (LED またはダイオード絶縁負荷など) を持つ MOSFET スイッチング設計が、負荷のリーク電流とバイアス電流が平衡状態になるように、グランドより高い電位に「フローティング」する可能性があります。グランドとの間に小さな抵抗 (負荷電源側) を接続すると、この電流を遮断できます。

7.4.2 電源電圧がない状態での入力電圧の印加

LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 の電源がオフ (V+= 0V) のときに、仕様の完全な入力同相電圧範囲を入力に印加できます。LMP8640-Q1 と LMP8640HV-Q1 の電源がオフになっているとき、R_{IN} 抵抗は MOSFET により内部で切り離され、リーク電流は非常に小さくなります (1µA 未満)。

6V の入力差動制限も適用されるため、2 つの入力は 6V 未満に維持してください。入力とグランドの間にツェナー クランプもありますので、「絶対最大定格」に規定されている入力制限を超えないようにしてください。

7.4.3 ADC の駆動

A/D コンバータの入力段は、抵抗とグランドへの容量を使用してモデル化できます。そのため、電圧源のインピーダンスが低い場合、振幅測定での誤差が発生します。この場合、ADC を駆動するためにバッファが必要です。LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 は、出力バッファを内蔵しており、最大 30pF の容量性負荷、または ADC の入力段を直接駆動できます。ノイズを低減し、電流センス測定の帯域幅を制限するため、LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 の出力に外部ローパス RC フィルタを追加することをお勧めします。

LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 の電源電圧が ADC の電源電圧よりも高い場合、LMP8640-Q1 および LMP8640HV-Q1 出力によって ADC 入力が過駆動されないよう注意する必要があります。

これは、直列抵抗 (ADC を駆動するときに存在する必要があります) と、ADC 電源へのクランプ ダイオードを使用して実現できます。ダイオードは、ADC 入力を安全なレベルにクランプします。計算された最大出力電圧に完全に依存しないでください。通常の条件の領域外での過渡状態やフォルト状態により、出力は予想される電圧を超えてスイングする可能性があります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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。

8.1 使用上の注意

LMP8640-Q1 または LMP8640HV-Q1 は、電流センシング抵抗の両端に発生する電圧を増幅します。

8.2 代表的なアプリケーション

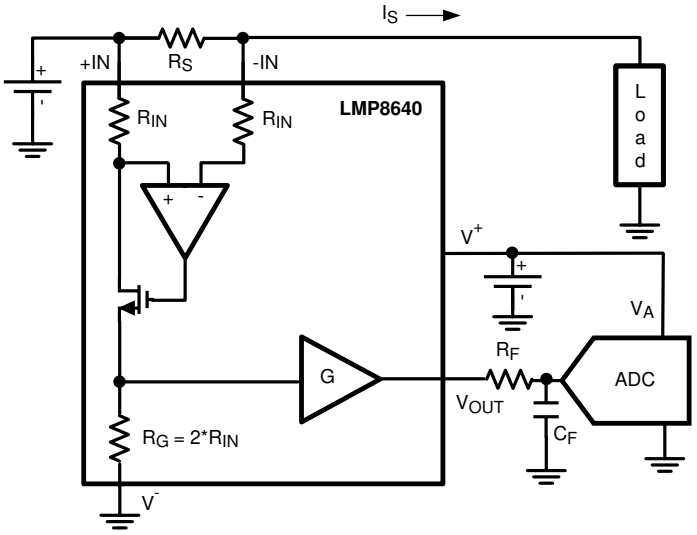


図 8-1. 代表的なアプリケーションの例

8.2.1 設計要件

この例では、負荷 (ピーク電流 10A) に流入する電流を 10mA の分解能と 0.5% の精度で測定するための電流モニタ アプリケーションが必要です。

10 ビット A/D コンバータは、最大入力電圧 4.1V を受け付けます。シャント抵抗にあまり多くの電力を消費しないようにするには、この抵抗は 10mΩ 未満である必要があります。以下の 表 8-1 には、その他の設計条件をまとめます。

表 8-1. 設計要件の例

作業条件	値	
	最小値	最大値
電源電圧	5V	5.5V
同相電圧	48V	70V
温度	0°C	70°C
信号帯域幅	50kHz	

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.2.2 設計手順

8.2.2.1 最初のステップ – LMP8640-Q1 または LMP8640HV-Q1 の選択

アプリケーションに必要なコモン モード電圧は、適切な選択肢が LMP8640HV-Q1 (高同相電圧は tp 76V) であることを意味します。

8.2.2.2 2 番目のステップ — ゲイン オプションの選択

3 つのゲイン オプション (20V/V、50V/V、100V/V) から選択できます。ADC の最大入力電圧 (4.1V) を考慮すると、シャント抵抗の両端の最大センス電圧は、次の式で評価されます。

$$V_{SENSE} = (MAX\ Vin\ ADC) / Gain \quad (5)$$

したがって、最大 V_{SENSE} はそれぞれ 205mV、82mV、41mV です。次に、監視対象の最大電流を考慮して、シャント抵抗を評価します。

$$R_S = (max\ V_{SENSE}) / I_MAX \quad (6)$$

各ゲイン オプションについて、最大シャント抵抗はそれぞれ 20.5mΩ、8.2mΩ、4.1mΩ です。

プロジェクトの制約の 1 つでは RS < 10mΩ が必要なため、20.5mΩ は破棄されるため、50V/V および 100V/V のゲインのオプションが引き続き機能しています。

8.2.2.3 3 番目のステップ – シャント抵抗の選択

ここでは、ゲイン、オフセット、CMRR、PSRR の較正を考慮して誤差バジェットを計算することが、シャント抵抗の選択に役立ちます。次の表では、「電気的特性」表の 5V 電源での値を考慮して、各誤差ソースの寄与を計算しています。

表 8-2. 分解能の計算

誤差発生源	R_S = 4.1mΩ	R_S = 8.1mΩ
CMRR は VCM の中電圧範囲で較正されています	77.9µV	77.9µV
PSRR は 5V で較正済み	8.9µV	8.9µV
合計誤差 (寄与の 2 乗和)	78µV	78µV
分解能 (合計エラー/R_S)	19.2mA	9.6mA

表 8-3. 精度の計算

誤差発生源	R_S = 4.1mΩ	R_S = 8.1mΩ
Tc Vos	182µV	182µV
ノイズ	216µV	216µV
ゲイン ドリフト	75.2µV	151µV
合計誤差 (寄与の 2 乗和)	293µV	320µV
精度 100× (Max_V_{SENSE}/合計誤差)	0.7%	0.4%

上記の表から、8.2mΩ シャント抵抗がプロジェクトの制約を満たすことができることは明らかです。シャントの消費電力は、10A 時に 820mW です。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.2.3 アプリケーション曲線

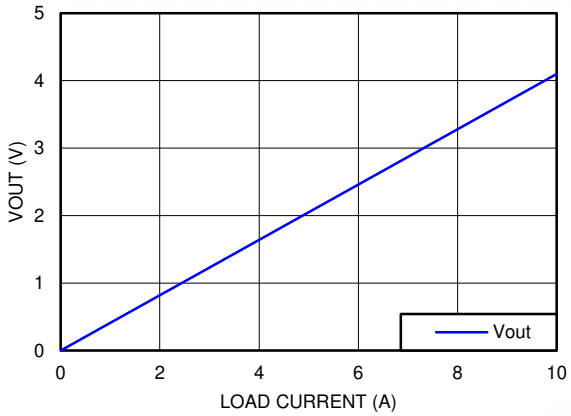


図 8-2. 8.2-mΩ 抵抗を使用したアプリケーション例の結果

8.3 推奨事項および禁止事項

電源を適切にバイパスします。

容量性負荷、ケーブル、長いトレース、マルチプレクサ、ADC 入力を駆動する場合は、出力に直列抵抗を追加してください。

入力同相範囲を超過しないようにしてください。

8.4 電源に関する推奨事項

このデバイスの入力回路は、その電源電圧 V^+ を超える同相電圧の信号を正確に測定できます。たとえば、対電源端子に 5V の電圧を印加できますが、監視対象の負荷電源電圧 (同相電圧) は最大 +76V です。安定性のため、電源バイパス コンデンサが必要で、本デバイスの電源端子およびグランド端子にできるだけ近づけて配置する必要があります。この電源バイパス コンデンサの標準値は V^+ ピンに近い 0.1µF です。コンデンサの定格は、予測される最大印加電圧の 2 倍以上とする必要があります。ノイズが多い、またはインピーダンスが高い電源を使ったアプリケーションでは、デカップリング コンデンサの追加による電源ノイズの除去が必要な場合があります。

8.5 レイアウト

8.5.1 レイアウトのガイドライン

- センス抵抗への接続には、4 線式 (ケルビン) 接続を使用してください。直接の大電流パス内にないポイントで抵抗に接続します (図 8-3 を参照)。
- センストレース パスの一部を負荷電流と共有しないでください。
- パターンは周囲のパターンやプレーンよりも高い電圧 (最大 76V) になる可能性があるため、入力配線の周囲に適切な空間距離と間隔を維持します。
- センス抵抗パッドからの入力パターンは、同じパスに追従し、厳密に互いに間隔を設け、理想的には同じ銅層に配置する必要があります。
- 入力トレースで使用するビアは、熱電対の発生を避けるため、連続的なめっき銅で使用する必要があります。
- ジャンパとコネクタを経由して入力を配線することは避けてください。最良のコネクタでも、熱誤差 (「熱電対」) が発生します。「熱電対」を回避できない場合は、各入力パターンに同じ数の「熱電対」を持つ必要があります。
- 熱を発生するデバイスからアンプを離して配置します。入力ピン上の銅はんだリード接合部は熱電対を形成します。銅の質量は、両方の入力ピンで等しくする必要があります。
- 入力ピン間の温度勾配を避けます。入力ピンは、熱源と等しい距離を持つ必要があります。
- LMP8640 は、可能な限り最も温度が安定している領域に配置し、高速な空気の流れから離して配置します。入力配線を注意深く延長することは、アンプを理想的未満の環境に配置するよりも優れています。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

- センス抵抗値は温度に応じてわずかに変化するため、熱を放散できるように、センス抵抗の銅のパターン面積をできるだけ多くしてください。レイアウトのガイドラインの詳細については、抵抗メーカのデータ シートまたはアプリケーション ノートも参照してください。
- 電源バイパス コンデンサは、電源端子およびグランド端子にできるだけ近くに配置する必要があります。このバイパス コンデンサの推奨値は 0.1µF です。ノイズが多い、またはインピーダンスが高い電源を補償するため、デカップリング容量を増やすこともできます。

8.5.2 レイアウト例

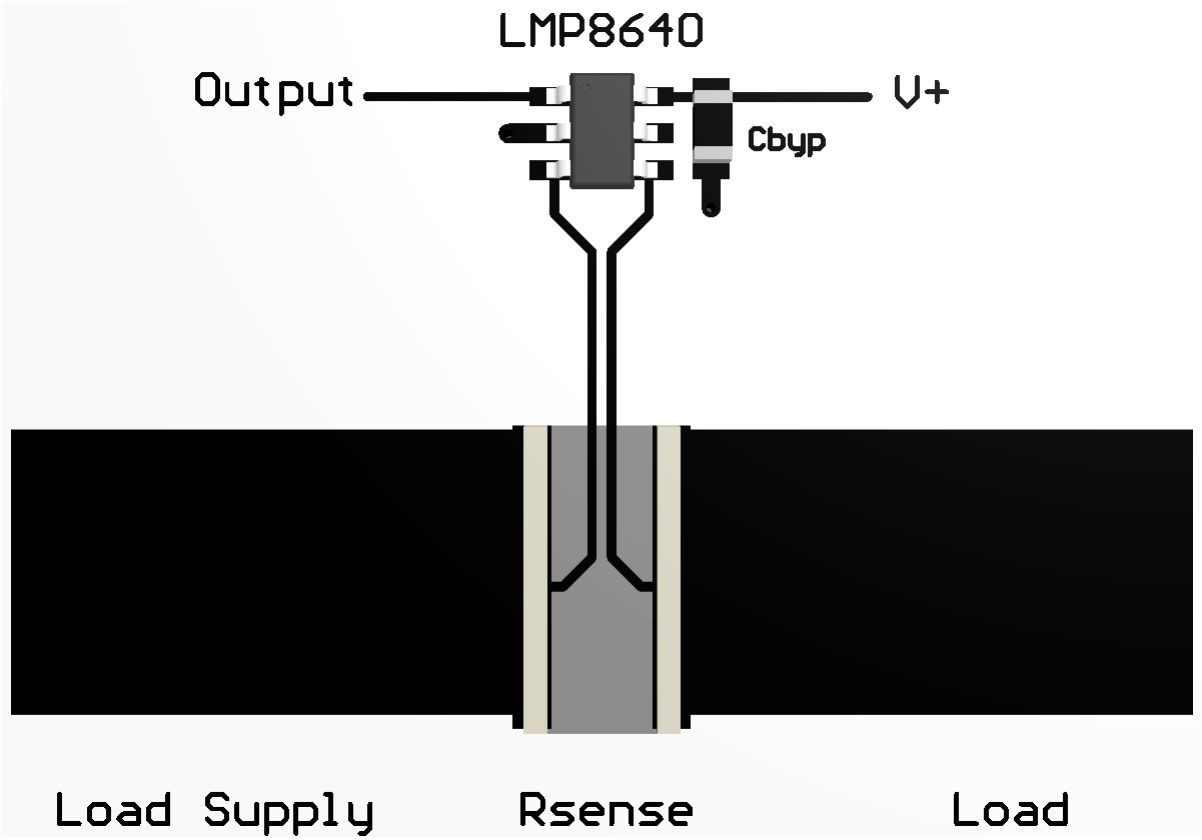


図 8-3. レイアウト例 — 2 端子抵抗にケルビン接続

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

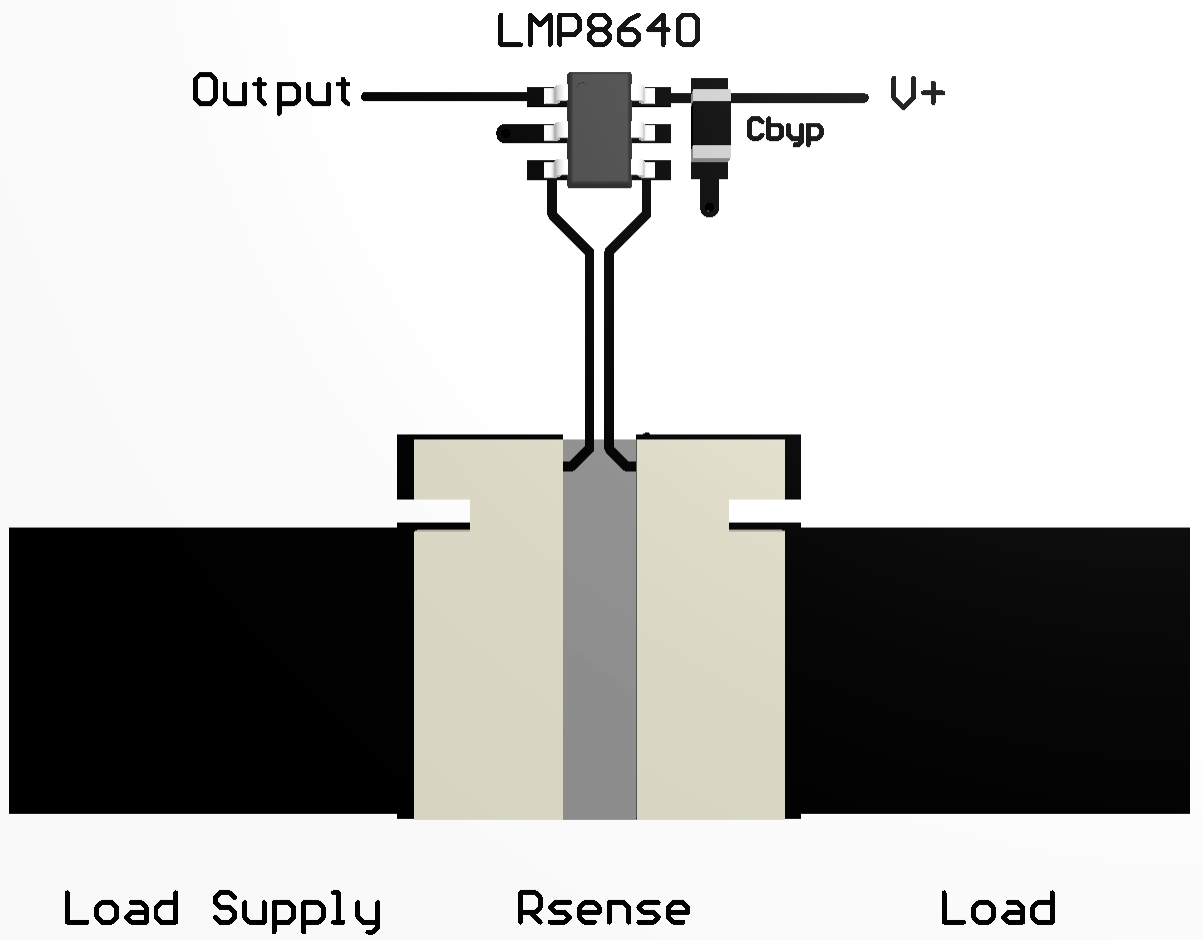


図 8-4. レイアウト例 — 4 線式 (ケルビン) 抵抗の接続

9 デバイスおよびドキュメントのサポート

9.1 デバイス サポート

9.1.1 開発サポート

- LMP8640HV-F 用評価ボード、http://www.ti.com/tool/lmp8640hv-feval
- LMP8640HV-H 用評価ボード、http://www.ti.com/tool/lmp8640hv-heval
- LMP8640HV-T 用評価ボード、http://www.ti.com/tool/lmp8640hv-teval
- TINA-TI SPICE ベースのアナログ シミュレーション プログラム、http://www.ti.com/tool/tina-ti

9.2 ドキュメントのサポート

9.2.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス インスツルメンツ、AN-1975 LMP8640 / LMP8645 評価ボード ユーザー ガイド
- テキサス インスツルメンツ、『ハンダ付けの絶対最大定格』アプリケーション ノート

9.3 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 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。

9.4 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、設計で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。

9.5 商標

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。

9.6 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。

9.7 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。

日付	改訂	注
October 2026	*	初版。車載用デバイスを SBOSB28G から、スタンドアロンのデータ シートに移動

LMP8640-Q1 デバイスを、SBOSB28「G」リビジョンのデータシートから現在のスタンドアロンのデータ シートに移動。SBOSB28「G」リビジョンからこのドキュメントへの変更は次のとおりです。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

- 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。
- 新しい LMP8640HV-Q1 デバイスをデータ シートに追加
- 特長 セクションに機能安全対応のドキュメントへのリンクを追加。
- 「ESD 定格」表を追加し、保存温度パラメータを 絶対最大定格 表に移動。
- ESD 定格 から、マシンモデルの ESD 定格を削除。
- 熱に関する情報は、熱に関する情報 で更新されます。
- 電気的特性 2.7V 表の差動モード入力インピーダンスを 4kΩ に変更。
- 電気的特性 5V 表の差動モード入力インピーダンスを 4kΩ に変更。
- 電気的特性 12V 表の差動モード入力インピーダンスを 4kΩ に変更。

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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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 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