

Product Overview

GEO / LEO プラットフォーム向け、電圧およびハイサイド電流検出用 $\pm 150V$ 同相モード差動アンプ



数十年にわたり、航空宇宙および防衛分野のエンジニアは、耐放射線特性の設計において、実用的な統合型の代替品が存在しなかったため、ディスクリート部品による設計に依存してきました。GEO や LEO システム向けの**バッテリー管理システム**など、堅牢な耐放射線特性の設計を行うエンジニアにとって、**INA1H94-SP** および **INA1H94-SEP** は、そうしたギャップを埋めることに役立ちます。また、重量や部品表 (BOM) 規模の削減、精度の向上にも寄与します。

宇宙関連市場における高電圧化のトレンド

宇宙産業が宇宙旅行の商業化を推し進めるにつれて、より多くの機体が日々宇宙へと打ち上げられています。衛星、ローバー、探査機を含むこうした宇宙機すべてに、太陽電池が搭載されています。バッテリーパックを構成するために用いられるバッテリートポロジには、さまざまな種類があります。どのバッテリー技術を採用するかを検討する際、エンジニアはエネルギー密度、サイクル寿命、自己放電レートなど、さまざまな性能仕様を評価する必要があります。こうした仕様はすべて重要です。なぜなら、バッテリーの健全性を把握する上で、各バッテリーセルの電圧を監視することが不可欠だからです。最も一般的なバッテリーパックのトポロジであるリチウムイオン電池は、市販の **3.6V** 既製バッテリー (COTS) を複数直列に接続して構成されており、**28V ~ 120V** の範囲に対応できます。宇宙ミッションの長期化や宇宙機の打ち上げ重量削減の要求を背景に、バッテリーパックの高電圧化がトレンドになりつつあります。また、このバス電圧の上昇に伴い、モーター制御システム用のインライン電流検出などの用途では、最大 **120V** (追加マージンを含む) までの入力に対応できる耐放射線特性デバイスが必要になります。

統合型差動アンプを選択する理由

統合型差動アンプを使用すると、設計者は電圧および電流検出の優れた手法を検討する機会が得られ、ディスクリート実装に比べて性能上の利点が得られます。統合型差動アンプを使用することで、高価で高精度な抵抗 (一般に許容誤差 $\pm 0.1\%$ 未満) を必要とせず、精度および正確性を向上させることができます。精度以外に、差動アンプは本質的に、優れた同相信号除去比 (CMRR) を維持しつつ、アンプの電源レールを超えて同相電圧範囲を拡張することができます。これは、厳密にマッチングされていないディスクリート抵抗では実現することが困難です。次の表 1 では、INA1H94-SP、INA1H94-SEP、ディスクリート差動アンプの主要パラメータを比較しています。

表 1. 統合型とディスクリートとの電気的性能の比較

	INA1H94-SP	INA1H94-SEP	0.1% 抵抗を使用したディスクリートユニティゲイン差動アンプ
同相電圧	$\pm 150V$		$(V-) \sim (V+) - 1.5V$
同相信号除去比 (最小値)	84dB		約 54dB
抵抗ドリフト (ppm/ $^{\circ}C$) (最大値)	10		約 100
ゲインドリフト (最大値)	0.047%	0.067%	>1%

統合型差動アンプによるサイズ、重量、部品点数の削減

重量を削減できる箇所があれば、それがどこであれ打ち上げコストの削減につながります。耐放射線特性システム向けの従来のアンプ設計は、ミッションの種類に関わらず、一般的に大型で重いセラミックパッケージを使用せざるを得ませんでした。この新しい統合型差動アンプのラインアップは、GEO ミッション向けにはセラミックパッケージで、LEO ミッション向けには宇宙用強化プラスチックパッケージで提供され、既存システムの重量削減に貢献します。図 1 では、SOP-8 宇宙用強化プラスチックパッケージ (INA1H94-SEP)、密閉された HKX-8 パッケージ (INA1H94-SP)、セラミック CDIP-14 パッケージ (LM124AQML-SP) の 4 チャンネルアンプのサイズを比較しています。

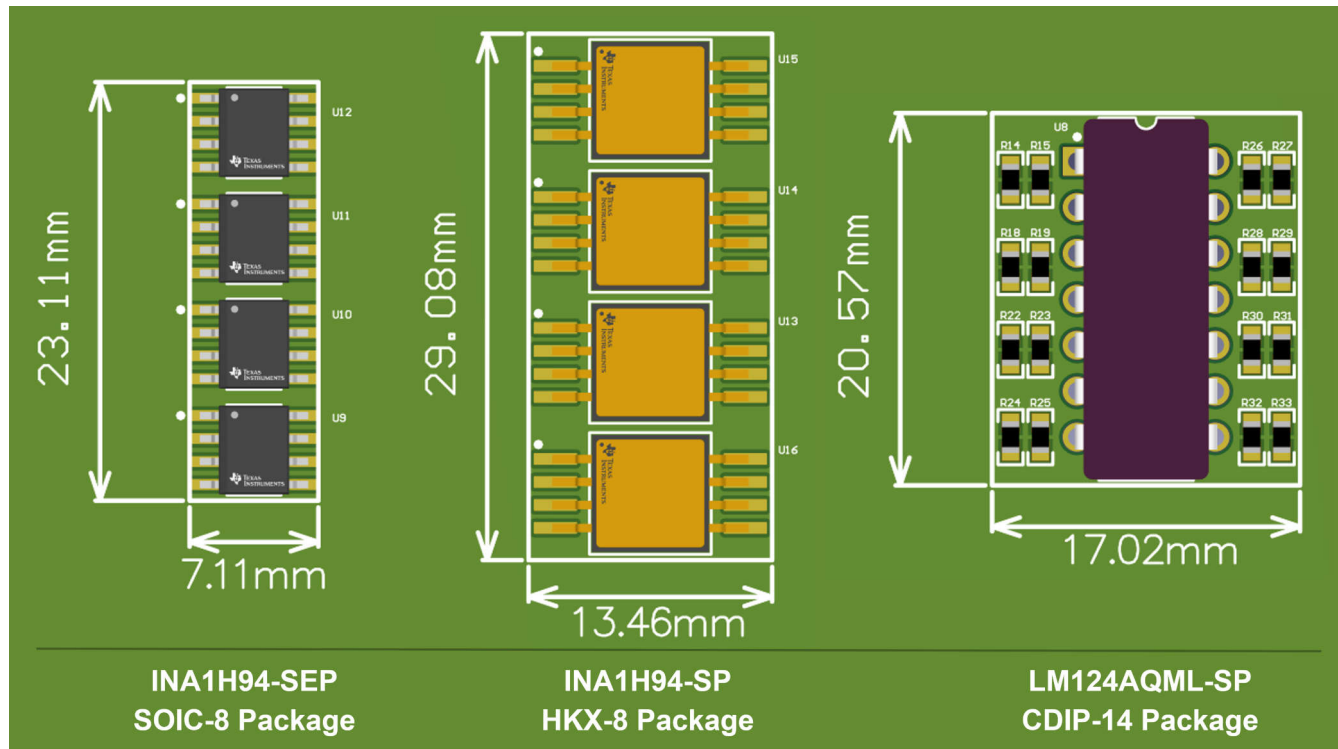


図 1. INA1H94-SEP、INA1H94-SP、LM124AQML-SP のサイズ比較

表 2 では、GEO および LEO ミッション向けに、従来の 4 チャンネルアンプ設計と、4 つの INA1H94 (-SP および -SEP) デバイス (同等の 4 チャンネル監視機能を提供) との間で、サイズ、重量、BOM を公正に比較しています。4 つの個別デバイスを使用するにも関わらず、統合型差動アンプ設計ではサイズ、重量、BOM の点で大きな利点があります。

表 2. 統合型とディスクリートとのサイズ、重量、BOM の比較

	INA1H94-SEP	INA1H94-SP	アンプ + 0603 抵抗
パッケージ概要	SOIC-8	HKX-8	CDIP-14
サイズ (mm ²)	164.3*	391.4*	約 350
質量 (mg)	370*	1,700*	4,850
部品点数	4	4	20 またはそれ以上

直列バッテリースタックの電圧監視

バッテリーパックの健全性の状態を監視するために、各 COTS バッテリーの電圧検出に INA1H94-SP や INA1H94-SEP を使用できます。最も一般的には、エンジニアは分圧器を使用するか、ディスクリートの差動アンプ設計を行います。これらの実装には、それぞれ特有の課題があります。

単一の分圧器を使用してバッテリーの正端子を監視する場合、その特定ノードの出力電圧は分かるものの、基準電圧が不明であるため、バッテリーの電圧に関する情報は得られません。差動アンプを使用すると、各バッテリーの電圧を正確に測定することが可能になりますが、前述のとおり、ディスクリート実装におけるミスマッチにより、同相信号除去比性能が低下する可能性があります。図 2 は、33.6V バッテリーパックの直列バッテリー電圧監視に INA1H94-SP が使用されていることを示しています。

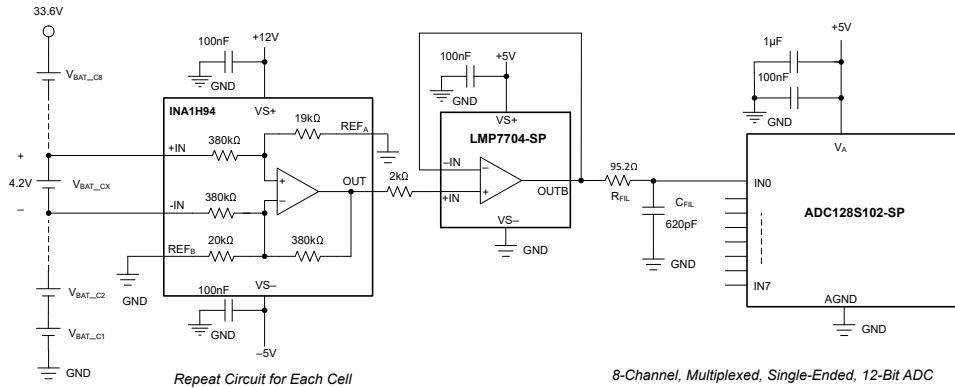


図 2. INA1H94-SP によるシングルセル電圧監視

48V 以上のバッテリーパックの場合、ディスクリート設計では通常、高い同相電圧からオペアンプの入力を保護するために、絶縁機能を備えたデバイスが必要になります。INA1H94-SP および INA1H94-SEP は同相電圧範囲が $\pm 150V$ であるため、絶縁回路を追加することなく、バッテリーパック内の任意のセルに直接インターフェイスできます。ディスクリート設計では、それぞれの抵抗の許容誤差が累積し、全体的なゲイン誤差や温度ドリフトが増加します。標準的な許容誤差 1% の抵抗を使用する場合、ディスクリート構成の差動アンプでは、マッチングされた薄膜抵抗ネットワークを備えた統合型設計と比較し、精度が低下する可能性があります。

ハイサイド電流センシング

システムが 120V バス電圧へと移行する傾向にある中、INA1H94-SP は $\pm 150V$ の広い入力同相電圧範囲を備えているため、負荷のグラウンドへの短絡を検出するためのハイサイド電流検出にも適した実用的なデバイスです。INA1H94-SP は差動ゲインが 1 であるため、小さなセンス抵抗の両端で検出するには、OPA4H199-SP などのオペアンプを使用することを推奨します。この方法により、消費電力を最小限に抑えつつ、図 3 に示す ADC128S102QML-SP などの A/D コンバータ (ADC) のフルスケールレンジに出力をスケーリングできます。

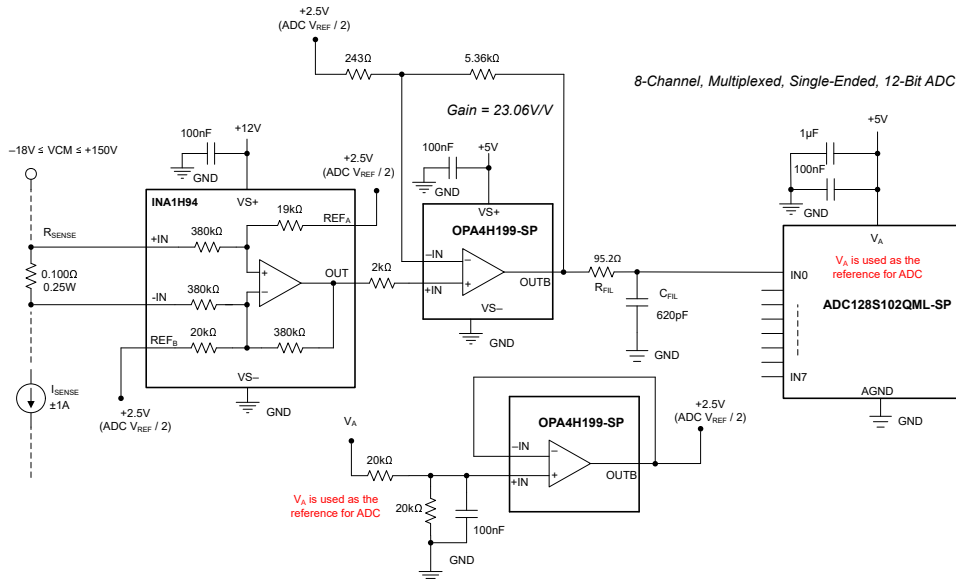


図 3. INA1H94-SP/-SEP によるハイサイド電流検出 (ユニポーラ電源)

図 3 の回路例では、INA1H94 は、+12V (VS+) と GND (VS-) のユニポーラ電源で動作しています。ヘッドルームを確保するため、差動アンプのリファレンス電圧は GND よりも高く設定され、REF_A および REF_B ピンは ADC の中電圧である 2.5V に設定されています。OPA4H199-SP は、約 23.05V/V のゲインとなるように非反転ゲイン構成に設定されています。また、オペアンプのゲイン抵抗ネットワークも、2.5V (ADC の中電圧) を基準としています。この回路は、差動アンプの入力で +150V ~ -18V の同相電圧範囲をサポートし、100mΩ シャント抵抗の両端で ±100mV の入力差動電圧をサポートします。その結果として得られる値により、センス抵抗を流れる ±1A の電流を監視できます。

より広い同相電圧範囲を必要とするシステムでは、図 4 に示すように、負の同相電圧を拡張するためにバイポーラ電源を使用します。

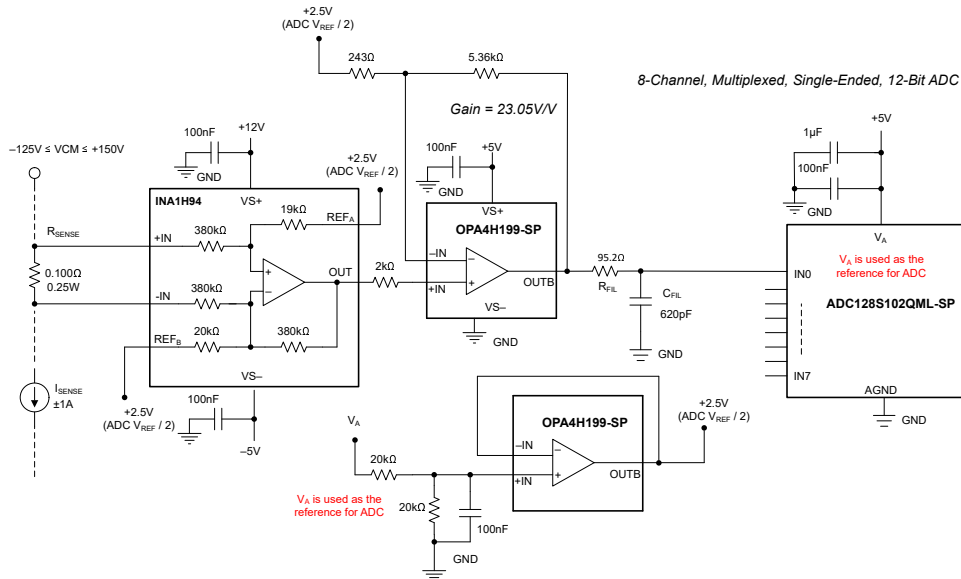


図 4. INA1H94-SP/-SEP によるハイサイド電流検出 (バイポーラ電源)

INA1H94-SP/-SEP は差動アンプであり、入力同相電圧範囲、差動入力電圧範囲、線形出力電圧範囲は、正 (V+) と負 (VS-) の電圧電源、リファレンス電圧の電位 REF_A および REF_B に依存します。システム要件に一致する他の部品値で検証やシミュレーションを行うには、[INA1H94-SP/-SEP 差動アンプ入出力範囲ファインダ ツール](#)を参照して、デバイスの入力同相範囲を確認してください。

表 3 は、負電源レールを追加することで、INA1H94 の同相電圧が -140V まで大幅に拡張されることを示しています。

	ユニポーラ電源	バイポーラ電源
電源電圧	VS+ = +12V、VS- = GND	VS+ = +12V、VS- = -5V
基準電圧	REF _A = REF _B = 2.5	REF _A = REF _B = 2.5
同相範囲	-18V < V _{CM} < +150V	-140V < V _{CM} < +150V
差動入力範囲	±100mV	±100mV
シャント抵抗	100mΩ	100mΩ
入力電流範囲	±1A	±1A
OPA4H199 出力	+0.194 < V _O < 4.806V	+0.194 < V _O < 4.806V

詳細

- テキサス インスツルメンツ、[耐放射線特性バッテリー管理システム](#)、リファレンス デザイン
- テキサス インスツルメンツ、[高精度のマッチング分圧抵抗ペアを使用した差動アンプ回路の CMRR の最適化](#)、アプリケーション ノート

評価基板、ツール、サンプルの注文情報

- [TI.com](#) で入手できるエンジニアリング モデル (INA1H94HKX/EM) を使用して、INA1H94-SP の性能をお試しください。
- [INA1H94-SP/-SEP 入出力電圧範囲ファインダ ツール](#)
- [INA1H94-SP データシート](#)
- [INA1H94-SEP データシート](#)
- [INA1H94-SP 評価基板](#)
- [INA1H94-SP 評価基板ユーザー ガイド](#)

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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