

# Application Brief

## リモートメディカル モニタリング



Anand Udupa

Wearable Bio-Sensing Series

### アプリケーション

リモートメディカル モニタリング (RPM) とは、リモートでアクセスできるセンサを使用して、従来の臨床環境内やそれ以外 (自宅など) で、患者のバイタルサインを監視することを指します。心房細動のような心臓不整脈を検出するための心電図 (ECG) の連続的かつ長期的なモニタリング (通常は数日間) を行う皮膚パッチ (図 1 を参照) の使用などが、その一例です。このようなモニタリング デバイスに必要な機能には、シングルリードまたはマルチリードの ECG、胸部インピーダンス測定を使用した呼吸、体温、血圧、または SpO<sub>2</sub> モニタリングのいずれかの組み合わせが含まれます。AFE4960 デバイスは、リモートメディカル モニタリング アプリケーション向けに比類のないレベルの連携を実現し、シングルチップでの 3 リード ECG システムの構築を可能にします。このデバイスは、2 チャネル ECG、呼吸、自動ペースメーカー検出に対応します。図 2 に、AFE4960 ピンを 3 リード ECG の電極に接続する例を示します。LA、RA、LL、RL とマークされた電極は、左 (Left) 右 (Right) の四肢 (腕 (Arm)、脚 (Leg)) 電極を指します。これらの電極は、臨床用 ECG システムからその表記を取得しますが、RPM デバイスではポジションが異なる場合があります。図 3 に、AFE4960 を使用した 3 リード ECG システムのリファレンス回路図を示します。さらに、AFE4960P は光電式容積脈波 (PPG) 信号チェーンも搭載しており、SpO<sub>2</sub> の高精度測定を実現できます。図 4 に、AFE4960P を使用した 3 リード ECG + SpO<sub>2</sub> システムのリファレンス回路図を示します。AFE4960 および AFE4960P は、低消費電力の小型デバイスです。このような特長により、これらのデバイスはウェアラブルホルターモニタやバイオパッチなど、さまざまな RPM デバイスに最適です。

### AFE4960、AFE4960P

- AFE4960: 2 チャネル ECG、呼吸、心拍検出
- AFE4960P: AFE4960 + PPG 信号チェーン
- パッケージ: 2.6mm × 2.6mm の DSBGA、0.4mm ピッチ
- 供給電圧: RX: 1.7V ~ 1.9V、TX: 3V ~ 5.5V (PPG 用)
- インターフェイス: SPI™、I<sup>2</sup>C インターフェイス、先入れ先出し (FIFO)、128 サンプル深度

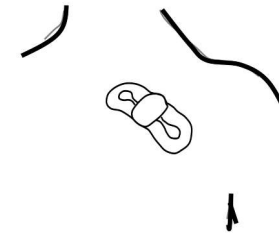


図 1. バイオパッチ、RPM デバイスの例

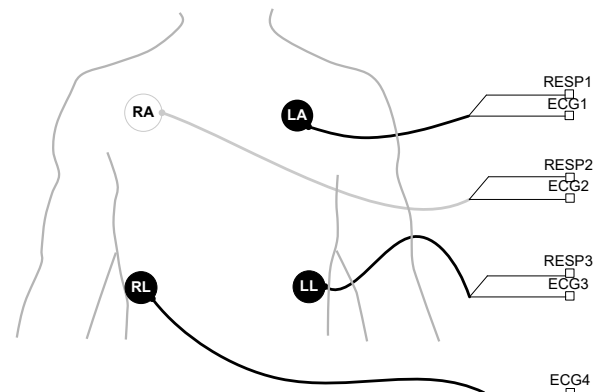


図 2. AFE4960 ピンの 3 リード ECG の電極への接続

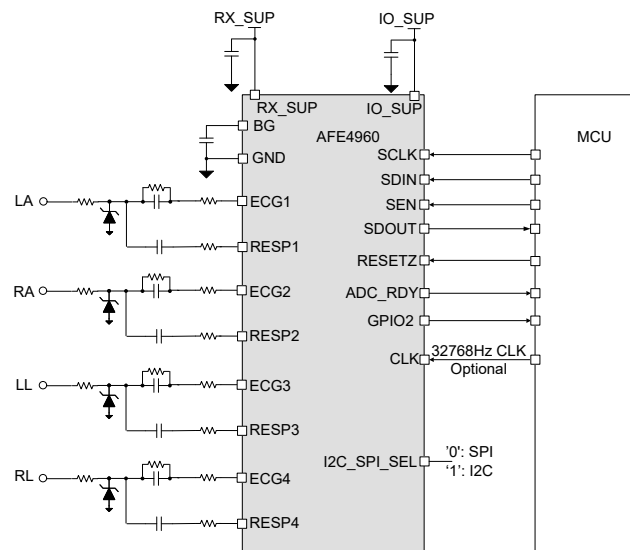


図 3. 3 リード ECG 用に AFE4960 を使用したリファレンス回路図

## 差動

- 高接触インピーダンスを持つ小型電極からの 2 チャンネル ECG 信号アキュイジション: 高入力インピーダンス、および同相信号除去比 (CMRR) を向上させるための右脚駆動 (RLD) 電極を備えています
- 内蔵ローパスフィルタ (LPF) により高周波ノイズをフィルタリング
- AC、DC リード検出、リード インピーダンス測定
- 低ノイズの呼吸シグナル チェーン
- 20 $\mu$ A の追加電流での自動心拍検出
- AFE4960P**: PPG アキュイジションにより SpO<sub>2</sub> が有効になります。PPG 信号と ECG 信号の同期アキュイジションにより、パルス遷移時間 (PTT) ベースの血圧推定が可能になります

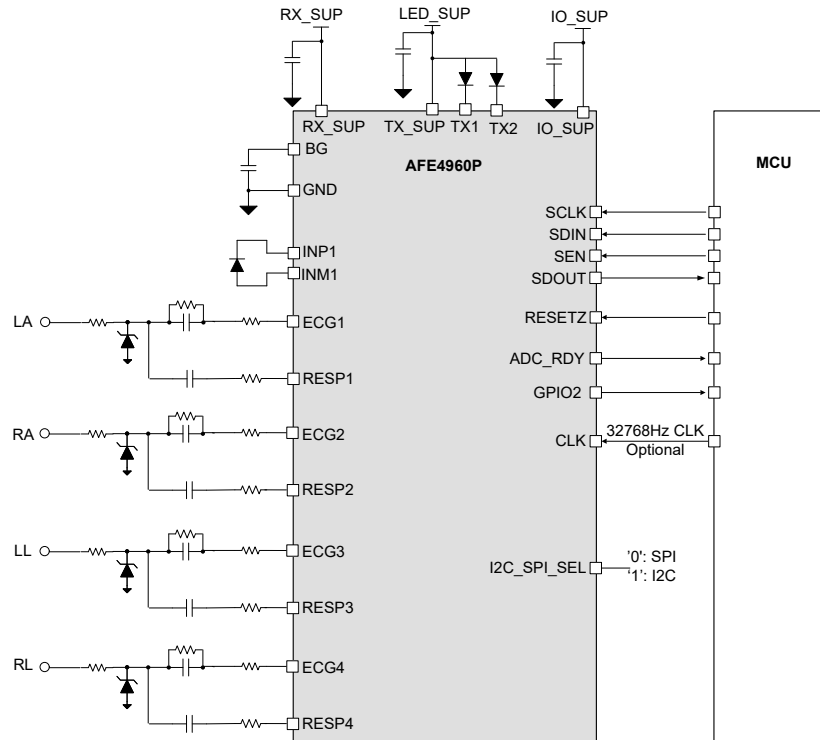


図 4.3 リード ECG + SpO<sub>2</sub> 用に AFE4960P を使用したリファレンス回路図

表 1 に、3 リード ECG + SpO<sub>2</sub> システムの主な仕様を示します。

表 1. 3 リード ECG + SpO<sub>2</sub> システムの主な仕様

パラメータ	AFE4960P	コメント
電極の数   ECG チャンネル	4 電極   2 ECG チャンネル	3 リード ECG でシングル チップ設計を実現
ECG 入力換算ノイズ	5 $\mu$ V <sub>PP</sub>	帯域幅 150Hz
ECG チャンネル CMRR	130dB	RLD 電極をフィードバック ループで駆動
消費電流	チャンネルごとに 222 $\mu$ A	ECG チャンネルごとに 500Hz のサンプリングレート
呼吸インピーダンス精度	40m $\Omega$ <sub>PP</sub>	0.05Hz ~ 2Hz の帯域幅にわたって動作し、2-k $\Omega$ ベースラインの測定にも対応
心拍検出 - 最小振幅   幅	2mV   100 $\mu$ s	なし
PPG 信号チェーンの信号対雑音比	110dB	信号対雑音比が高いため、灌流指標が低い場合でも SpO <sub>2</sub> の高精度監視が可能

図 5 に、3 リード ECG システムの 4 電極との AFE4960 信号チェーン インターフェイスを示します。チャンネル 2 は、2 番目の ECG チャンネルとして、または呼吸インピーダンス チャンネルとして構成できます。チャンネル 2 に接続されているリード線でも、自動心拍検出をイネーブルにできます。

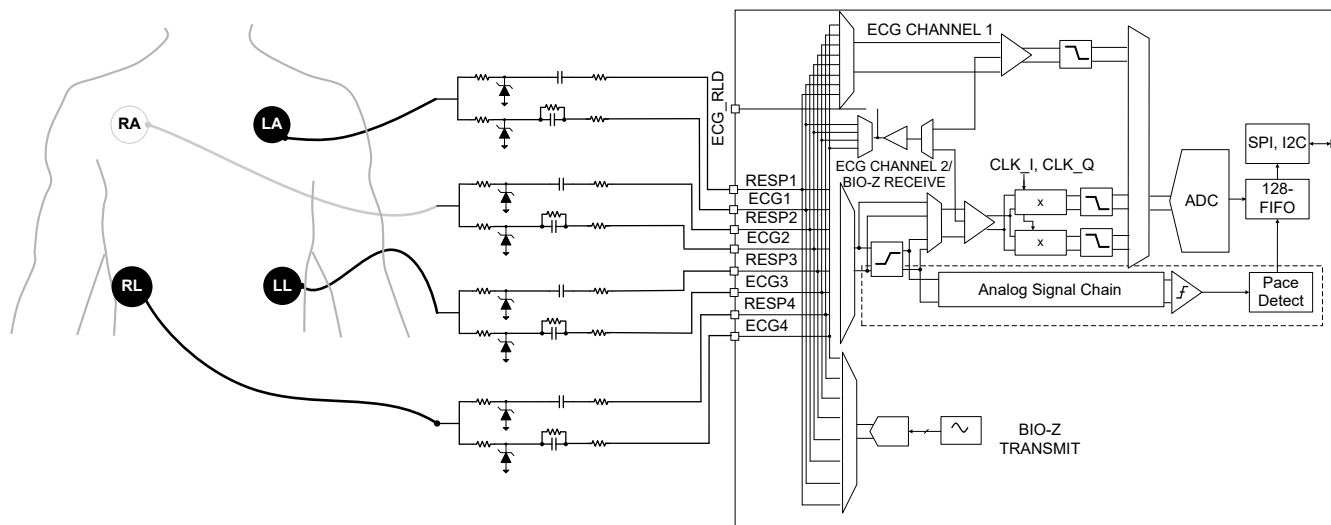


図 5. AFE4960 3 リード ECG システムの 4 電極とのインターフェイス

## 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