

# EVM User's Guide: DEM-FDA-RUN-EVM

## DEM-FDA-RUN-EVM 評価基板



### 説明

DEM-FDA-RUN-EVM は、複数の高速 FDA (完全差動アンプ) をサポートする、RUN パッケージ (WQFN 10 ピン) の評価基板です。この基板は、機能および性能を素早く評価できるよう設計されており、使いやすい SMA コネクタや複数の構成オプション (MFB アクティブフィルタ、FDA への負荷ネットワーク、出力トランス、パワーダウン信号および出力同相電圧の外部駆動など) を備えています。この評価基板は、電源入力にバナナコネクタを用いており、ベンチ電源とのインターフェイスを確立できます。電源電圧範囲は、選択する FDA および受動部品の構成に応じてカスタマイズできます。デフォルトでは、部分的にアセンブルされた評価基板は 2.7V ~ 5.5V の電源電圧で動作するように構成されています。入出力の SMA は 50Ω に整合が取られており、一般的なラボ用機器とのインターフェイスを実現できます。パワーダウン モードを選択するためのジャンパが 1 つ用意されており、電源シーケンスを外部から駆動する場合にはこのジャンパをバイパスできます。

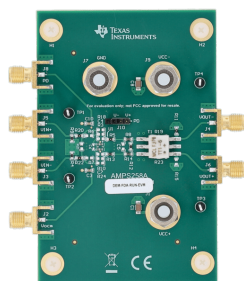


図 1-1. ボードの外観

### 特長

- 高速信号向けに最適化されたレイアウト、寄生成分とノイズを最小化
- 既設パッドと組み合わせて MFB アクティブ フィルタを柔軟に構成可能
- PD および VOVM を抵抗または外部信号によって構成可能
- SMA コネクタを用いて、機器や他の評価基板へ容易に接続可能
- 単一電源動作範囲を回路要件に合わせて構成可能 (例: 2.7V ~ 5.5V)
- 部分的なアセンブルより、幅広い適用とエンドユーザーによる柔軟な構成変更を実現

### アプリケーション

- 16 ビットから 20 ビットまでの差動、SAR および  $\Delta\Sigma$  ドライバ
- 差動アクティブ フィルタ
- モータドライブ
- バッテリ テスタ
- 電力分析

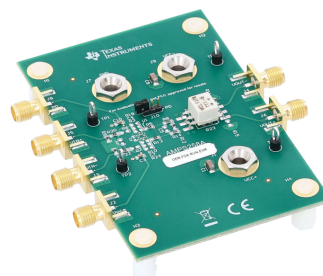


図 1-2. ボードの外観

## 1 評価基板の概要

### 1.1 はじめに

DEM-FDA-RUN-EVM 評価基板は、完全差動アンプ (FDA) の性能を評価するために設計されています。この評価基板は、SMA コネクタやバナナジャック経由で、ベンチ機器に接続できます。この評価基板は、FDA の一般的な TI の電源電圧範囲である 2.7V ~ 5.5V を含む、さまざまな電源構成に対応しています。より高い電源電圧については、受動部品の定格電圧および FDA の絶対最大電源電圧を確認してください。この PCB は高速信号向けに設計されており、観察と評価の目的で、ラボのさまざまなベンチ測定に対応できます。この評価基板の SMA 出力は、以後のデータ コンバータ評価基板に接続して、システム レベルの評価を行うこともできます。

### 1.2 キットの内容

- DEM-FDA-RUN-EVM
- EVM の免責事項と手順書 (はじめにお読みください)

### 1.3 仕様

表 1-1. 仕様

仕様	代表値範囲
電源電圧範囲	例: 2.7V ~ 5V、選択する FDA に応じて構成可能 (未実装)
静止時電流	例: THS4535 の場合 5.4mA (選択する FDA に依存)
出力電圧スイング	例: THS4535 の場合はレール ツー レール出力
出力電流駆動	例: THS4535 の場合 $\pm 45\text{mA}$
入力/出力	シングルエンドまたは差動 (トランス含む)

### 1.4 製品情報

DEM-FDA-RUN-EVM は、RUN パッケージの TI 製 FDA 全般に適用可能ですが、このユーザーガイドでは THS4535 を例として解説します。THS4535 は、最大 2MSPS の完全差動 A/D コンバータ (ADC) を駆動するように特別に設計された 80MHz 完全差動アンプ (FDA) です。THS4535 ファミリーは複数のオプションを提供しており、THS4535 ではトリムされないオフセット (2mV) およびオフセットのドリフト ( $2\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ )、THS4536 ではトリムされたオフセット (50 $\mu\text{V}$ ) およびオフセットのドリフト ( $1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) があります。これらのパラメータと、長期ドリフトを最小化する TI の最先端パッケージング技術により、THS4535 および THS4536 は、DC 精度に加えて最良の信号対雑音比 (SNR) とスプリアス フリー ダイナミックレンジ (SFDR) が求められ、ADC の性能を最大限に引き出す必要があるデータ アクイジション (DAQ) システムにとって優れた選択肢となります。

## 2 ハードウェア

### 2.1 電源要件

DEM-FDA-RUN-EVM は、部分的にアセンブルされた、TI のランパッケージ向け FDA 評価用プラットフォームとして提供されています。そのため、電源要件はここでは厳密には規定されておらず、適切な電源条件を決定するには、使用する FDA デバイスのデータシートを参照する必要があります。

DEM-FDA-RUN-EVM の推奨動作電源電圧は 2.7V ~ 5.5V です。この PCB には、電源用の 3 つのバナナジャックがあり、それぞれ VCC+ (正電源)、VCC- (負電源)、GND (グランド) とラベル表示されています。デバイスを (VCC- および GND を 0V とする) 単一電源構成で使用するか、VCC+ と VCC- の両方に 0V 以外の電圧 (正電圧および負電圧) を印加する分割電源構成で使用するかを選択できます。

誤配線や想定外の回路状態が発生した場合に EVM を過電流から保護するため、電源に適切な電流制限を設定しておくことを推奨します。電流制限値を設定するときは、FDA の静止電流 ( $I_Q$ )、出力電流駆動 ( $I_{out}$ )、および選択した負荷を参照してください。選択した FDA の絶対最大定格に注意してください。

### 2.2 構成

DEM-FDA-RUN-EVM のセットアップには、ベンチ機器およびテスト用ハードウェアへの適切な接続に加え、ジャンパ設定の選択が含まれます。セットアップの基本手順は次のとおりです。

1. VCC+, VCC-, GND とラベルの付いたバナナジャックから電源を接続します。
  - a. 入出力信号がない状態で、FDA の静止電流 ( $I_Q$ ) が適切な値であることを確認します
2. 入出力それぞれの接続方法を決定します
  - a. 外部入力ソースを SMA コネクタ経由で接続します
  - b. 適切な入力終端および入力ネットワークの抵抗値になっていることを確認します
  - c. アンプの負荷ネットワークを決定し、アンプ側およびトランス (または SMA) 側の両方向から見た出力ネットワークのインピーダンスが適切であることを確認します
    - i. 例えば、アンプ側は 1k $\Omega$  程度の負荷を前提としている一方で、トランスや出力側の SMA コネクタには 50 $\Omega$  の終端が必要となる場合があります
  - d. SMA コネクタ経由で出力を接続し、出力終端抵抗 R11 と R15 の値が適切であることを確認します。
  - e. トランス T1 を使用またはバイパスします。
3. FDA 出力とトランス T1 の間の負荷ネットワークが適切であることを確認します。
4. パワーダウン (PD) および出力同相電圧 (VOCM) の制御信号が適切に設定されていることを確認します
  - a. 次のいずれかを実行します。
    - i. SMA 接続をフローティングにし、FDA は制御ピンを内部で設定します
    - ii. パワーダウン制御を行う場合は、ジャンパ J10 を用いて VCC+ または VCC- に接続し、PD 電圧を強制します
    - iii. PD や VOCM に外部信号を印加します
    - iv. PD のデフォルトでは、FDA は「オン」となります (PD はアクティブ Low です)
    - v. VOCM のデフォルトでは、FDA VOCM は電源の中電圧にバイアスされます
5. DEM-FDA-RUN-EVM を用いて、FDA の評価を開始します

### 2.3 FDA 入力ネットワーク構成オプション

DEM-FDA-RUN-EVM の入力接続は、いくつかの重要な要素に依存します。

- シングルエンド入力信号または差動入力信号
- マルチプル フィードバック フィルタ (MFB) 用パッドの構成および使用方法
- 対象のゲインまたは減衰の設定

この評価基板のデフォルト構成は、MFB フィルタ構成は使用せず、差動入力を備えた基本的な FDA 構成となっています。デフォルトのゲインは 1V/V で、バッファまたはユニティ ゲインの設定とも呼ばれます。

変更:

1. 差動入力からシングルエンド入力に変更する場合:
  - a. 使用する入力側の終端抵抗 (**R9** または **R4** のいずれか) を **FDA** データシートの推奨値に設定します
  - b. 未使用側の入力についても、終端抵抗 (**R9** または **R4** のいずれか) を **FDA** データシートの推奨値に従って設定します
  - c. シングルエンド入力時の各種値の検討には、[FDA web calculator \(FDA オンライン計算ツール\)](#) を利用できます。
  - d. 未使用入力パスの終端を考慮する必要があるため、**R9** と **R4** には異なる抵抗値を設定します
2. **MFB** フィルタを設定する場合:
  - a. 必要な方法で **MFB** フィルタの値を計算します
  - b. **MFB** フィルタの入力およびゲイン設定用の受動素子として、**R21**、**R20**、**R22**、**C6**、**R6**、**R7** を使用します
  - c. **MFB** フィルタのフィードバックパスの受動素子として、**R3**、**C4**、**R18** と **R10**、**C7**、**R24** を使用します
  - d. 値を確認して、評価を続行します
3. ゲイン設定を変更する場合:
  - a. ゲインは **RG** 抵抗と **RF** 抵抗によって設定されます。例えば、**DEM-FDA-RUN-EVM** では **R3** と **R6** の組み合わせおよびミラーリングした **R10** と **R7** の組み合わせによってアンプのゲインが設定されます。
  - b. **FDA** の場合、関係は次のとおりです。  $A_v (\text{ゲイン}) = R_F / R_G$
  - c. 対象のゲインまたは減衰に合わせて、**RF** または **RG** の値を変更してください

## 2.4 アクティブ MFB フィルタ

マルチプル フィードバック (**MFB**) トポロジのフィルタに関する考え方については、このセクションで扱う範囲以上に、より詳しく解説されているものがあります。ただし、ここでは次のようないくつかの参考資料を挙げておきます。

- [差動 ADC 向けのアクティブ フィルタ設計](#)
- [ADC インターフェイス アプリケーションにおける MFB フィルタ用の設計法](#)
- **THS4551** データシート内の「アプリケーション」セクションに記載のフィルタ例

**DEM-FDA-RUN-EVM** において **MFB** フィルタを実装する際に、変更する必要がある部品の一覧は次のとおりです。

- **R20** および **R22**: ゲイン設定 (**RG**) 抵抗になるゼロ  $\Omega$  抵抗
- **R21** および **C6**: フィルタ用の受動素子であり、抵抗またはコンデンサのいずれとしても使用可能
- **R6** および **R7**: **MFB** 用の直列フィルタ抵抗 (またはコンデンサ) になる **RG** 抵抗
- **R18**、**C4**、**R3**、**R24**、**C7**、**R24**: **MFB** セットアップ用の帰還部品 (帰還抵抗 **RF** および帰還コンデンサ **CF** を含む)

オペアンプ **MFB** フィルタを **FDA MFB** フィルタに置き換える方法については、最初のリンクを参照してください。

## 2.5 制御信号

### パワーダウン (PD):

アンプのパワーダウン機能は、通常動作とは別の状態を提供しながら、アンプに接続された電源を維持することを目的としています。パワーダウン状態の主な構成要素は次のとおりです。

1. 制御信号: パワーダウン状態の設定および切り替え方法
  - a. 多くの場合、パワーダウンのロジックは通常とは極性が逆になっており、低い電圧 (ロジック 0) でデバイスがパワーダウン状態になり、高い電圧 (ロジック 1) で通常の増幅動作が維持されます。
  - b. パワーダウン制御信号には、スレッショルド電圧が規定されています。PD ピン電圧を規定電圧より高くまたは低く設定することで、予期される制御が可能になります。その中間電圧範囲では、動作は厳密には既知とはいえません。制御信号を未規定の電圧範囲に維持しないことが推奨されます。この範囲では、適切なパワーダウン動作が保証されません。
  - c. PD ピンが「フローティング」、つまり未接続の状態の場合に適用されるデフォルト動作が用意されていることもよくあります。スレッショルド電圧、制御電圧、ピンのデフォルト動作に関する情報については、アンプのデータシートを参照してください。
2. 静止電流: パワーダウン状態においてアンプが消費する電流
  - a. パワーダウン機能を使用する主な利点の 1 つは、静止電流と呼ばれる動作電流を低減できることです。
  - b. 静止電流  $I_q$  は、アンプのアクティブモードの動作電流と比較して、しばしば 10 倍または 100 倍に低減されます。DEM-FDA-RUN-EVM の場合、 $I_q$  は 4.7mA ~ 20 $\mu$ A に低下します。
3. 出力インピーダンス: パワーダウン時にアンプ出力段の抵抗が変化します
  - a. アンプのパワーダウン動作として、出力段をハイ インピーダンス状態にする仕様になっていることは一般的です。これにより、アクティブモード時 (パワーダウン状態ではない) に想定されるアンプ出力段の低インピーダンスが変化します。出力段が電流のシンクやソースを行わなくなるため、出力インピーダンスの変化は接続回路に影響を及ぼします。
  - b. **注記:** 出力段がハイ インピーダンスになっても、帰還回路 (完全差動アンプの両側に 1 つ) を介して、帰還抵抗 (RF) には依然として電流が流れます。アンプをハイインピーダンス設定で運用することが望まれるアプリケーションやシステムにおいて、これは非常に重要なポイントとなります。
4. **パワー サイクルに関する注記:** その他のエネルギー管理目的で電源電圧を完全に取り去った場合、パワーダウン機能による各種制御機能は使用できません。このアンプには、出力段をハイ インピーダンス状態に設定するための内部電流源やプルアップ抵抗は備わっていません。代わりに、アンプの出力段は低インピーダンス状態のまま維持されます。
5. DEM-FDA-RUN-EVM は、さまざまな PD 構成に対応できるように、回路と制御用のジャンパを搭載しています。外部信号制御用に、SMA コネクタに接続するためのインピーダンス整合 (50 $\Omega$ ) 配線パターンもあります。

### 出力同相電圧制御 (VOCM):

出力同相電圧制御信号は VOCM と呼ばれ、完全差動アンプ (FDA) アーキテクチャにおける重要な内部機能のひとつです。内部エラーアンプは、検出された出力同相電圧を VOCM ピンに設定された制御信号と比較します。結果として行われる補正により、FDA の動作がシフトされ、適切な出力同相電圧が設定されます。この動作は、完全差動 A/D コンバータの入力を駆動するうえで重要な役割を果たします。VOCM 機能の主な要素は次のとおりです。

1. VOCM にはデフォルト動作があり、内部のプルアップ抵抗により、VOCM は中電圧 (正電源と負電源の中間電位) に設定されます。このデフォルト バイアスは、アンプの単一電源、分割電源 (正負対称) 構成、分割電源 (非対称) 構成のいずれにおいても有効に動作します。
2. VOCM ピンは、デフォルト動作を優先する (上書きする) 制御信号を受け入れます。VOCM ピンは、静的 (定常状態) の DC 電圧を設定することができます。この電圧は通常、接続されるデータコンバータの VCM (同相電圧) 出力ピンです。さらに、出力同相モードを調整する必要がある場合は、VOCM ピンを時間的に変化する信号で駆動することもできます。
3. DEM-FDA-RUN-EVM には、さまざまな VOCM 条件に対応できるように、適切な部品配置と未実装のパッドがあります。外部信号制御用に、SMA コネクタに接続するためのインピーダンス整合 (50 $\Omega$ ) 配線パターンもあります。



## 2.6 テスト ポイントおよびジャンパ

テスト ポイントの概要:

- グランド用テスト ポイント: 合計 4 個、TP1/TP2/TP3/TP4 とラベル付け

ジャンパの概要:

- PD 制御ジャンパ: 1 個、PD とラベル付け、V+ および V- に接続

## 2.7 ベスト プラクティス

本書では各セクションごとに重要なポイントと推奨事項を示してきましたが、全体を通した推奨事項として、次の点が挙げられます。

- FDA が DEM-FDA-RUN-EVM に正しく接続されていることを、半田付けおよびリワークの状態も含めて確認します
- テスト前に FDA の  $I_q$  (動作電流) を確認します
- 入力および出力接続の意図した構成になっていることを確認します
  - 入力ネットワーク: シングルエンド/差動、適切な終端抵抗 (RT) が設定されていること (パターンは 50Ω のインピーダンス整合)
  - 出力ネットワーク: トランスの使用有無、シングルエンド/差動、未使用の出力 SMA に対する適切な終端抵抗 (RT)、出力側で使用するアッテネータやフィルタの有無
- 両方のフィードバックパスで RF と RG の値が一致していることを確認します。FDA は、意図したとおりに動作するためには、対称型の帰還回路が必要です。
- FDA は両方の出力を動作させる必要があります。アプリケーション (システム) 回路でトランスまたはインピーダンス ネットワークを使用する場合を除き、FDA の両方の出力を使用することを前提としてください。FDA の片側出力だけを使用する構成とした場合、たとえ接続自体が正しくても、性能低下や堅牢性の低下を招き、エンジニアによるデバッグを困難にする要因となります。
- 慎重に進める: DEM-FDA-RUN-EVM を設定する前に、シミュレーションまたは計算で値を確認してください。

## 3 ハードウェア設計ファイル

## 3.1 回路図

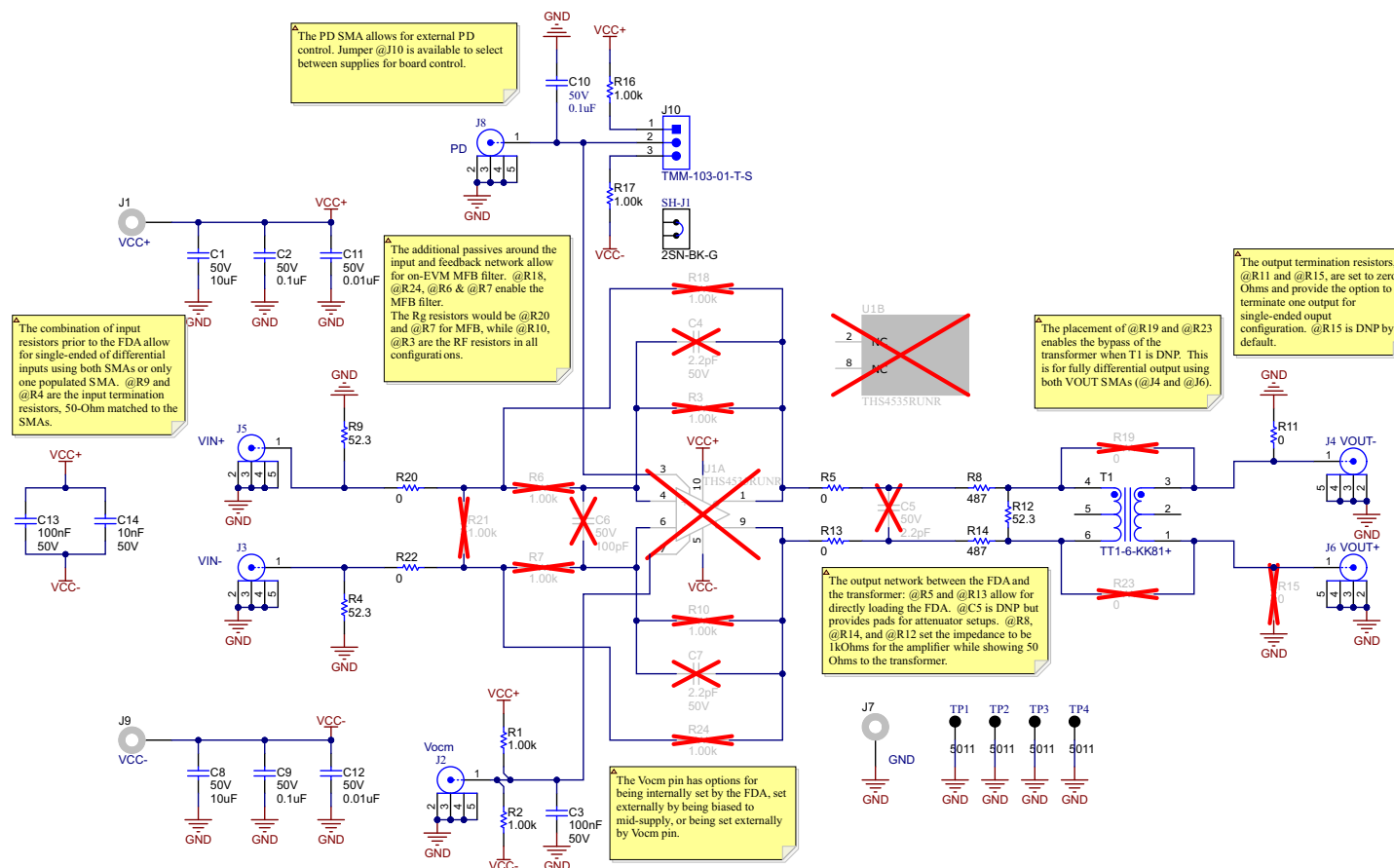


図 3-1. DEM-FDA-RUN-EVM の回路図

## 3.2 PCB のレイアウト

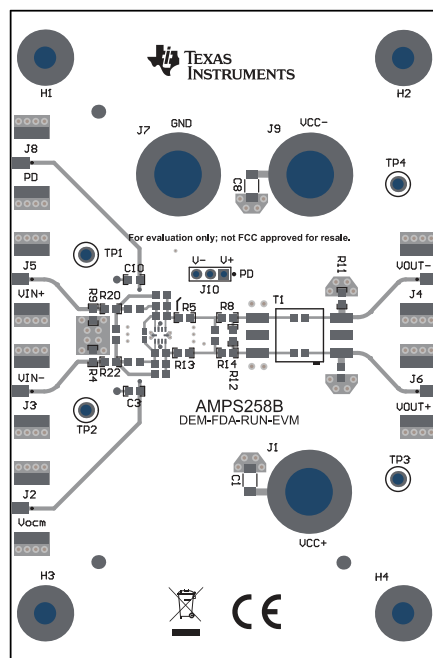


図 3-2. DEM-FDA-RUN-EVM 最上層

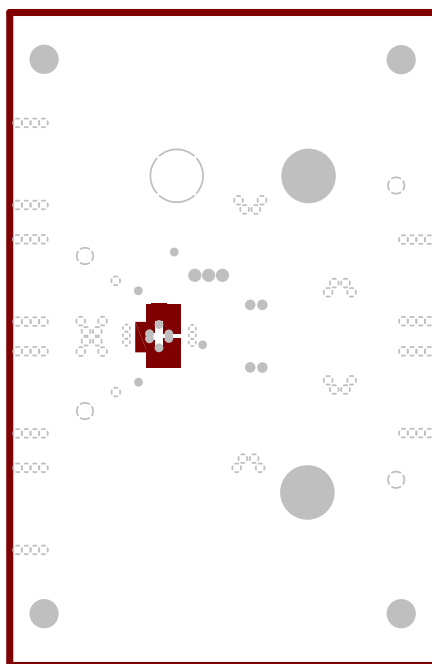


図 3-3. DEM-FDA-RUN-EVM GND プレーン



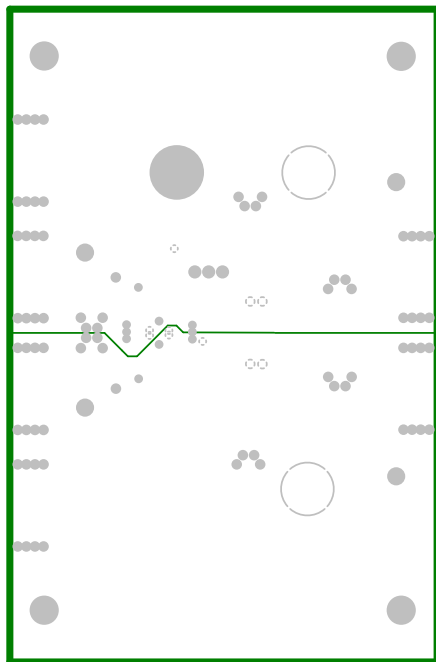


図 3-4. DEM-FDA-RUN-EVM 分割電源プレーン

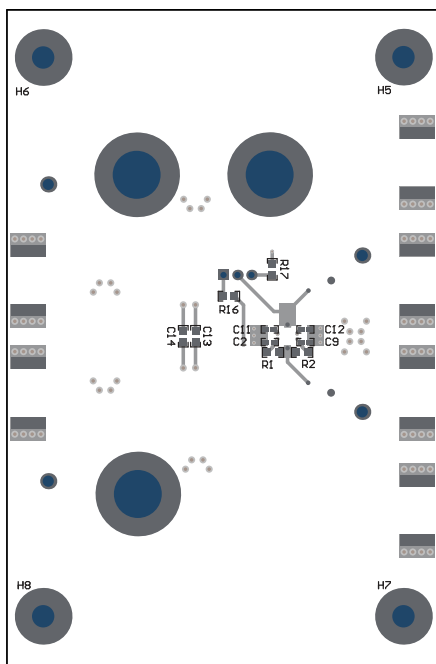


図 3-5. DEM-FDA-RUN-EVM 最下層

### 3.3 部品表 (BOM)

表 3-1. 部品表

記号	数量	値	説明	パッケージ記号	部品番号	メーカー
C1, C8	2	10uF	コンデンサ、セラミック、10uF、50V、±10%、X7T、1206_190	1206_190	GCM31CD71H106K	MuRata
C2, C9	2	0.1uF	コンデンサ、セラミック、0.1uF、50V、±10%、X7R、0402	0402	C1005X7R1H104K050BB	TDK
C3, C10, C13	3	0.1uF	コンデンサ、セラミック、0.1uF、50V、±10%、X7R、0603	0603	C1608X7R1H104K080AA	TDK
C11, C12	2	0.01uF	コンデンサ、セラミック、0.01uF、50V、±10%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0402	0402	CGA2B3X7R1H103K050BB	TDK
C14	1	0.01uF	コンデンサ、セラミック、0.01uF、50V、±10%、X7R、0603	0603	C1608X7R1H103K080AA	TDK
H1, H2, H3, H4	4		小ねじ、丸、#4-40 x 1/4、ナイロン、十字穴付きなべ	ねじ	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5, H6, H7, H8	4		スタンドオフ、六角、0.5 インチ L#4-40 ナイロン	スタンドオフ	1902C	Keystone
J1, J7, J9	3		標準バナナ ジャック、非絶縁、15A	バナナ ジャック	108-0740-001	Cinch の接続
J2, J3, J4, J5, J6, J8	6		SMA ジャック 50Ω エッジ MNT、SMT	SMA ジャック 50Ω エッジ MNT、SMT	901-10309	Amphenol-Tuchel Electronics (アンフェノール・トゥーヘル エレクトロニクス)
J10	1		ヘッダ、2mm、3×1、錫、TH	ヘッダ、2mm、3×1	TMM-103-01-T-S	Samtec
R1, R2, R16, R17	4	1.00k	RES、1.00k、1%、0.1W、0603	0603	RC0603FR-071KL	Yageo
R4, R9, R12	3	52.3	RES、52.3、1%、0.1W、0603	0603	RC0603FR-0752R3L	Yageo
R5, R11, R13, R20, R22	5	0	RES、0、1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	RMCF0603ZT0R00	Stackpole Electronics Inc
R8, R14	2	487	RES、487、0.5%、0.1W、0603	0603	RT0603DRE07487RL	Yageo America
SH-J1	1	1x2	ジャント、2mm、金メッキ、黒	2mm ジャント、クロウズドトップ	2SN-BK-G	Samtec
T1	1		RF トランス、50Ω、0.004 ~ 300MHz、SMT	7.62 × 6.86mm	TT1-6-KK81+	Minicircuits
TP1, TP2, TP3, TP4	4		テスト ポイント、多目的、黒色、TH	黒色 多目的テストポイント	5011	Keystone Electronics
C4, C5, C7	0	2.2pF	コンデンサ、セラミック、2.2pF、50V、± 11%、C0G/NP0、0603	0603	06035A2R2CAT2A	AVX
C6	0	100pF	コンデンサ、セラミック、100pF、50V、±5%、C0G/NP0、AEC-Q200 グレード 1、0402	0402	CGA2B2C0G1H101J050BA	TDK

**表 3-1. 部品表 (続き)**

記号	数量	値	説明	パッケージ記号	部品番号	メーカー
FID1、FID2、FID3	0		フィデューシャル マーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし	該当なし
R3、R6、R7、R10、 R18、R21、R24	0	1.00k	RES、1.00k、1%、0.1W、0603	0603	RC0603FR-071KL	Yageo
R15、R19、R23	0	0	RES、0、1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	RMCF0603ZT0R00	Stackpole Electronics Inc
U1	0		高精度、80MHz、完全差動アンプ	WQFN10	THS4535RUNR	テキサス インスツルメ ンツ

## 4 追加情報

### 4.1 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、TI は一切の責任を拒否します。

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

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

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

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月