



# DIGITAL-TO-ANALOG CONVERTER IC

## 本号の内容

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| ダイナミック・パワー・コントロール付き DAC                         | 1  |
| 電力を節約するループ駆動型 DAC                               | 2  |
| 画期的な 1ppm DAC                                   | 2  |
| 基地局の送信アーキテクチャにおける IF DAC ソリューション                | 3  |
| 低消費電力と省スペースを実現する新しい DDS ファミリー                   | 4  |
| 低ジッタのマルチ出力クロック発生器                               | 4  |
| Data Conversion Knowledge Resource              | 5  |
| DAC バッファに適した低消費電力高精度オペアンプ                       | 5  |
| セクション・ガイド                                       | 6  |
| シングル・パッケージでビット-RF 変換を可能にする RF DAC               | 8  |
| ワイヤレス通信機器向けのミックスド・シグナル・フロントエンド IC               | 10 |
| WLCSP パッケージを採用したオクタル denseDAC®                  | 11 |
| 多機能で使いやすく高精度な DAC を小型パッケージ化                     | 11 |
| 迅速なプロトタイプングと評価を可能にする新しいシステム・デモンストレーション・プラットフォーム | 12 |

特に指定のない限り、このソリューション・ブリテンに記載した製品はすべて生産中です。製品のご注文については、アナログ・デバイスもしくは当社代理店にお問い合わせください。

データシート、サンプル、  
その他のリソースは  
当社のウェブサイトをご覧ください。



## ダイナミック・パワー・コントロール付き DAC により、マルチチャンネルの産業用制御アプリケーションにおける最適な温度管理を実現

工場プロセス制御用端末の集積度が高くなるにつれて、システムの電力損失が増大し、温度上昇によって装置の性能、信頼性、安全性が損なわれる事態が生じています。

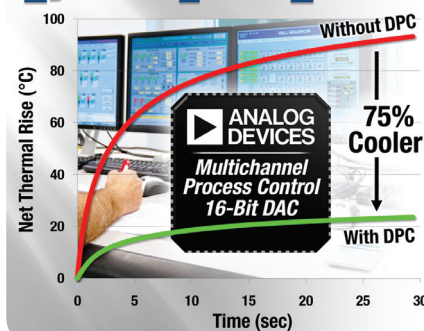
### Solution

AD5755 は、4 個の高精度 16 ビット・プログラマブル電圧出力 DAC または 4 ~ 20mA 電流出力 DAC によるオンチップのダイナミック・パワー・コントロール機能を備えた、全機能内蔵型のマルチチャンネル制御 IC です。この IC のダイナミック・パワー・コントロール機能は、連続的に負荷インピーダンスを検知し、負荷に必要な電力を供給すると同時に、システムのほかの部分の電力損失を最小限に抑えます。これによって、高密度のマルチチャンネル・システムにおける自己発熱と温度上昇が他の制御技術に比べて 75% 低減され、全体で 80% の節電が可能になります。AD5755 は、0.05% の最大総合未調整誤差と  $\pm 0.006\%$  の最大相対精度で完全に仕様規定された性能を提供し、システム・キャリブレーションは不要です。AD5755 は、標準の産業用電圧／電流出力範囲に対応しており、標準 HART プロトコルモデムと共にご利用いただけます。このデバイスとその特長をご紹介しますビデオを [www.analog.com/jp/AD5755](http://www.analog.com/jp/AD5755) でご覧いただけます。

### AD5755 の特長

- 16 ビット分解能と単調増加性を備えたクワッド DAC
- 温度管理用のダイナミック・パワー・コントロール
- 内部リファレンスを内蔵
- 診断とリアルタイム障害解析
- 9mm×9mm の 64 ピン LFCSP

### First Data Converter with Dynamic Power Control



### 集積型、工業用マルチチャンネル DAC

| 製品番号     | チャンネル数 | 分解能 (ビット) | 出力タイプ   | HART 準拠 |
|----------|--------|-----------|---------|---------|
| AD5755   | 4      | 16        | V または I |         |
| AD5755-1 | 4      | 16        | V または I | ●       |
| AD5735   | 4      | 12        | V または I |         |
| AD5757   | 4      | 16        | I       | ●       |
| AD5737   | 4      | 12        | I       | ●       |

## 産業用遠隔制御アプリケーションの節電を実現するループ駆動型DAC

スマート・トランスミッタは、4～20mAのループから駆動されるため、限られたパワー・バジェットで動作させる必要があります。そのため、リモート・システムの測定を正確かつ効率的に監視し、送信するシステムの開発が必須の課題となります。

### Solution

こうした課題を解決するためには、電力効率が高く、高精度で、極限まで小型化された4～20mAのループ駆動型通信ソリューションが必要です。AD5421は、高精度のコンバータ技術を組み込んだオンボードのプログラマブル・パワー・マネージメント回路を集積し、使用できるシステムの電力を増強することによって、特にこの種の課題に対処するように設計されています。全機能内蔵型のトランスミッタ・ソリューションとして開発されたAD5421は、電圧レギュレーション回路を備えた、高精度、16ビットのループ駆動型デジタル/4～20mAトランスミッタです。オンチップ・レギュレータは、AD5421とスマート・トランスミッタ内の周辺部品に電力を供給するように設計されており、ユーザ・プログラマブルな1.8～12Vの出力電圧を生成します。AD5421の無信号時消費電流はわずか250 $\mu$ Aであるため、システムのパワー・バジェットの節約に寄与し、高精度、高電力のセンサー電子部品を使用することができます。さらに28ピンTSSOPまたは32ピンLFCSP (5mm $\times$ 5mm)の完全なシングルチップ・ソリューションであるため、基板上の部品全体の数量を低減し、ほかのソリューションと比べフットプリントを55%も削減できます。AD5421によって高い直線性と低いドリフト性能が実現するため、高性能で機能豊富な設計を開発することができます。AD5421は標準のHARTプロトコル回路と共に使用する事が出来、NAMUR規格準拠の出力範囲を提供します。AD5421 DACとその特長をご紹介しますビデオを[www.analog.com/AD5421Overview](http://www.analog.com/AD5421Overview) (英語) でご覧いただけます。

#### AD5421の特長

- 16ビット分解能と単調増加性
- 出力範囲: 4～20mA, 3.8～21mA, 3.2～24mA
- オンチップの故障警告: FAULTピンまたはALARM電流を使用
- オンチップの2.5Vリファレンス (最大4ppm/°C)

#### アプリケーション

- スマート・トランスミッタ
- 4～20mAのループ駆動型トランスミッタ

#### 関連製品

- 低消費電力高精度アナログ・マイクロコントローラ: ADuC7060
- 低ノイズ、低消費電力、 $\Sigma\Delta$ ADC: AD7794

## 1ppm精度の画期的D/Aコンバータ

MRIシステムや高精度計測器など、さまざまなアプリケーションの分野において、キャリブレーションや常時監視を必要としない保証仕様を備えた、より高精度かつシンプルで低価格なDACの開発が長い間待ち望まれていました。

### Solution

AD5791は、真の1ppm分解能と精度を備えた業界初のシングル・チップDACであり、競合コンバータ製品に比べ4倍の精度と4倍の分解能を実現します。20ビットのAD5791の相対精度の仕様は $\pm 1$ ppm INL (max) です。また、 $\pm 1$ ppm DNL (max) 仕様の単調性動作が保証されます。AD5791の低周波ノイズは0.025ppm、ノイズ・スペクトル密度は7.5nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 、セトリング時間は1 $\mu$ s、出力ドリフトは0.05ppm/°Cです。さらに、寿命期間のドリフトは1ppm未満です。AD5791 DAC内蔵のパワーオン・リセット回路により、DACは0V出力でパワーアップし、既知の出力インピーダンス状態になります。低ノイズ、低ドリフト、高速リフレッシュ・レートといった特性により、コスト増をまねくキャリブレーション・サイクルをなくし、システム応答時間を短縮することで動作可能時間を最大化して、試験コストを低減します。AD5791の特長をご紹介しますビデオを[www.analog.com/AD5791Overview](http://www.analog.com/AD5791Overview) (英語) でご覧いただけます。1ppmシステムの設計の詳細については、[Analog Dialogue Vol.44 No.4](#)に掲載の技術論文をご覧ください。

#### AD5791の特長

- 20ビット分解能
- 1ppmの直線性 (調整なし)
- 20ピンTSSOPパッケージ

#### 関連製品

- AD8675とAD8676: 36V、高精度、2.8nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 、レールtoレール出力オペアンプ

#### 参考回路

Circuits  
from the Lab™  
Reference Circuits  
実用回路集

AD5791 DACを用いた20ビット、リニア、低ノイズ、高精度、バイポーラの $\pm 10$ V DC電圧源。  
全文は、[www.analog.com/jp/CN0181](http://www.analog.com/jp/CN0181)をご覧ください。



## 基地局の送信アーキテクチャにおけるIF DACソリューション

W-CDMA、CDMA2000、TD-SCDMA、GSM、WiMAX 基地局の送信アプリケーションでは、送信シグナル・チェーン・アーキテクチャでのI/Q 中間周波数 (IF) を合成する目的で高性能DACがよく用いられます。サービス・プロバイダは、より高い性能と機能統合をより小さなスペースで実現することを常に要求しています。したがって、業務に最適な部品を選ぶことが、システム設計者の重要な役目となります。最適な部品を選ぶには、広範な品揃えが不可欠です。

### Solution

高速データ変換市場をリードするアナログ・デバイセズは、独自性の高いさまざまなTxDAC® IF送信用DACソリューションを取り揃えています。設計者は、帯域幅、動的性能、消費電力、パッケージ・サイズ、データ・インターフェース、集積度など、重要なシステム要件をすべて満たす、最適な製品を選択することができます。送信アーキテクチャと通信条件について万全の知見を備えるアナログ・デバイセズは、どんなアプリケーション・ニーズにもマッチするIF DAC製品群を取り揃えています。以下のような主要製品があります。

#### AD9148—クワッド、16ビット、1GSPS、TxDAC+送信用DAC

- 2×、4×、8×のインターポレーションで複雑な変調方式に対応するオンチップ32ビットNCO
- ノイズ・スペクトル密度：-158dBm/Hz
- 3次IMD = 85dBc
- ACLR = 78dBc
- 12mm×12mmのフリップチップ・パッケージ技術

#### AD9146—16ビット、1.2GSPS、TxDAC+送信用DAC

- ノイズ仕様：-164dBm/Hz
- 精密なNCO変調制御による2/4×インターポレータ
- IMD = 81dBc @ 100MHz
- シングル・キャリアW-CDMA ACLR = 82dBc @ 122.88MHz IF
- 7mm×7mm LFCSP

#### AD9125—デュアル、16ビット、1GSPS、TxDAC+送信用DAC

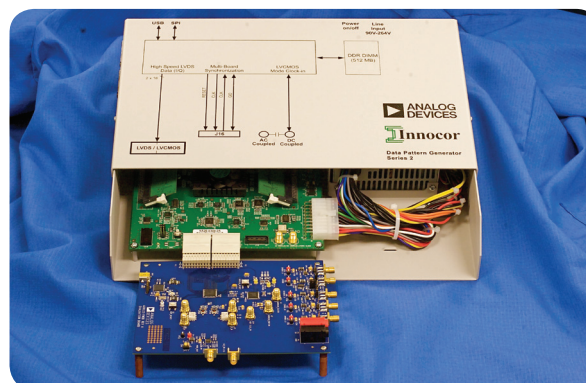
- シングル・キャリアW-CDMA ACLR = 80dBc @ 122.88MHz IF
- 新しい2/4/8×インターポレータ／複素変調器により、DAC帯域幅のどこにでもキャリアを配置可能
- サイドバンド抑圧のためのゲインおよび位相調整
- マルチチップ同期インターフェース
- 10mm×10mmの放熱パッド付きLFCSP

#### AD9117とAD9717—20mAと4mAの $I_{OUT}$ を提供する14ビット、125MSPS、TxDAC+送信用DAC

- NSD @ 10MHz出力、125MSPS：-157dBc/Hz
- デバイス設定とステータス・レジスタ読み出し用のSPIインターフェース
- 最大速度で動作した場合のPDISSは220mW
- 6mm×6mm LFCSP

### DPGを用いることで高速DAC評価が容易に

アナログ・デバイセズは、DACの機能を評価し、完全な複素IFシグナル・チェーンにおけるその性能をテストするために、独自のハードウェア／ソフトウェア・ツール群を提供しています。アナログ・デバイセズの評価用ボードは、クロック生成と直交変調器をDACソリューションに統合することで、実世界のシグナル・チェーン性能を再現します。データ・パターン・ジェネレータのハードとソフトを使用すれば、複数のCWトーン、マルチキャリアW-CDMAまたはLTE、あるいは顧客が生成したその他の波形によって、DAC入力データ・ポートを励起することができます。詳細については、[www.analog.com/jp/dpg](http://www.analog.com/jp/dpg)をご覧ください。



送信システムの評価用プラットフォーム

## 産業用／通信用アプリケーションの低消費電力と省スペースを実現する新しいダイレクト・デジタル・シンセシス (DDS) ファミリー

ワイヤレス基地局やテスト／計測機器といった大型の通信／計測システムでは、ここ10年あまりの間に、DDS技術の応用が進んだことにより、周波数同調の細密化、周波数ホッピング／セトリング時間の高速化など、さまざまな性能改善が実現しました。最近では、低消費電力デバイスの分野でも、基板面積や消費電力の面で妥協することなくDDS技術を製品に取り入れるための研究開発が進められています。

### Solution ○

AD9838は、ワイヤレス／ハンドヘルド／センサー機器向けに特化して設計された、全機能内蔵型、低消費電力、小型パッケージのDDSです。AD9838は、16MHzのマスター・クロック向けに消費電力を11mW未満に抑えた初めてのDDSであり、100mHz以下の細分性かつ、ナノ秒台でセトリングします。低消費電力の内蔵DACにより、28ビットという微細な周波数同調と高いSFDRを実現し、対象帯域の安定した信号を短時間で正確に生成します。さまざまな通信および変調機能を集積しているので、シングル・トーン、2FSK、2PSK、QPSK、周波数掃引機能、さらに振幅変調の信号発生が可能です。これにより通信システムの設計を簡素化でき、開発リスクやコストの低減が可能になります。

#### AD9838の特長

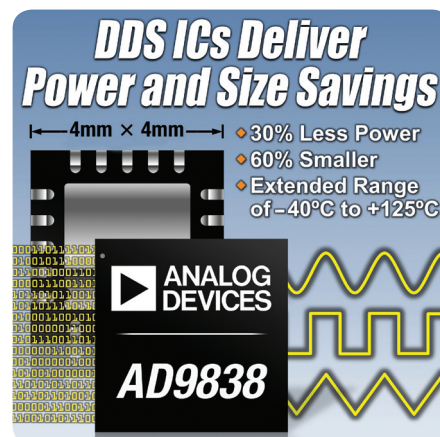
- 狭帯域SFDR > 66dB
- 低い動作電力：11mW
- 16MHzのクロック速度に対応
- サイン波／矩形波／三角波出力
- 4mm×4mmの20ピンLFCSP

#### 関連製品

- 電圧帰還型アンプ：AD8038、AD8065
- 電流出力DAC：AD5543、AD5443

#### アプリケーション

- 工業用センサーの励起アプリケーション
- インピーダンス分光法
- バッテリー駆動の診断／通信機器



## 低RMSジッタ (200fs未満) のオンチップ・シリアルPLLを備えたマルチ出力クロック分配機能によりデータ・コンバータのSNR性能を改善

クロック信号は、高速、高性能DACの性能を制限する大きな原因になることがよくあります。高速データ・コンバータが定格の性能仕様を実現するには、立上がりの速い低ジッタのサンプリング・クロックが必要です。リファレンスにクロック信号を必要とするデジタル・チップが多数組み込まれている複雑な大規模システムの場合、クロック・ツリー全体で低ノイズ／低ジッタの優れたクロック信号を維持することが大きな課題になります。

AD9523は、ロング・ターム・エボリューション (LTE) のデータ変換段やマルチキャリアGSM基地局設計、医用計測器、ATE、その他の無線トランシーバ・システムのクロッキング条件に対応しています。デバイスは外部VCXOに依存して、ジッタ・クリーンアップPLLの発振器源となることで、データ・コンバータの許容できるSNR性能を実現するために必要な厳しい低位相ノイズ条件に対応します。再生されたシステム・リファレンス・クロックとVCXOにデバイスを接続すると、1MHz～1GHzの範囲で14個の低ノイズ出力を生成し、さらに入力PLL (PLL1) から1個の専用バッファ出力を生成します。

アナログ・デバイスではこれ以外にもLVPECLファンアウト・バッファで75fs程度のジッタ値と9ps (ピコ秒) 程度のスキューを備えた、広範なディスクリートのクロック・バッファ製品群を開発しています。これらのバッファをデータ・コンバータの近くに配置すれば、クロック信号を回復させることができます。1個か2個のDACで特にシャープなエッジが必要な場合は、ADCLK905、ADCLK907、ADCLK914、ADCLK925、ADCLK944のクロック・バッファによって、クロック信号のノイズにほとんど影響がない、きわめて高速のエッジが得られます。

#### AD9523の特長

- 出力周波数：< 1MHz～1GHz
- 絶対出力ジッタ：< 200fs (@122.88MHz)
- 積分範囲：12kHz～20MHz
- 14×出力：設定可能なLVPECL、LVDS、HSTL、LVCMOS
- 分配位相ノイズ・フロア：-160dBc/Hz

## データ・コンバージョンの関連情報

アナログ／ミックスド・シグナル回路の設計は通常、純粋なデジタル回路の設計よりも困難を伴います。特に高性能アナログ／デジタルまたはデジタル／アナログ変換段の設計は、最も困難な課題の一つと言えます。データ変換段には、設計の成否に直接的な影響を与える、アナログに関連した回路に特有の重要な留意点が多く存在します。

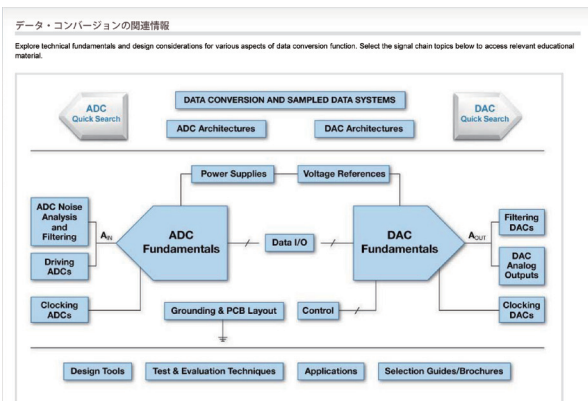
この課題の解決に役立てるため、アナログ・デバイセズは、新しくデータ・コンバージョンの関連情報のページを立ち上げました。これは、検索のしやすさに留意し、変換段設計のあらゆる局面に焦点を合わせて深く掘り下げた技術情報を掲載したライブラリです。このライブラリは、データ変換においてアナログ・デバイセズが45年間にわたる先駆的な活動を通じて蓄積した、設計とアプリケーションに関する工学知識の粋を集めたものです。設計者がまさに必要とする情報が集められており、このテーマに関して実際に著作を執筆した当社の専門家から学ぶことができるのです。

たとえば、「ADCのノイズ解析とフィルタリング」カテゴリの17項目の中には、アナログ・デバイセズの著名なデータ・コンバータ技師であるWalt Kesterによって執筆された次の2つの記事が掲載されています。

- 「The Good, the Bad, and the Ugly Aspects of ADC Input Noise—Is No Noise Good Noise? (ADC入力ノイズの良い面、悪い面、醜い面—ノイズがないのは良いノイズ?)」
- 「Understand SINAD, ENOB, SNR, THD, THD + N, and SFDR so You Don't Get Lost in the Noise Floor (SINAD、有効ビット数、S/N比、THD、THD+N、SFDRを理解すれば、もうノイズ・フロアで迷子になることはありません)」

このライブラリの豊富で多様なコンテンツは、アナログ・デバイセズのえり抜きのセミナー・ノート、チュートリアル、「アナログ・ダイアログ」記事やウェブキャストから抜粋したものです。

[www.analog.com/jp/TheKnowledgeResource](http://www.analog.com/jp/TheKnowledgeResource) のご利用をお待ちしています。



データ・コンバージョンの関連情報のページは、技術コンテンツのライブラリがデータ変換の機能ごとに分類されており、閲覧しやすくなっています。

**ENGINEER**<sup>BETA</sup>  
**ZONE** Answers. Right. Now.

成長を続けるオンライン設計コミュニティ ([ez.analog.com](http://ez.analog.com)) (英語) に参加すれば、最も難しいデータ変換設計に関する質問に対し、リアルタイムで答えを得ることができます。

## DACバッファ：低消費電力、高精度、レールtoレール入出力アンプ

D/Aコンバータの出力は、低インピーダンス負荷を駆動したり、電流出力を電圧出力に変換したりするためのバッファが必要となる設計が行われる場合があります。この機能は多種多様な製品で必要になるため、製品ごとに異なる電源電圧や出力の設定に合わせて複数のオペアンプを選択するのは時間のかかる作業です。

### Solution ○

ADA4096-2は、3～30V (±1.5～±15V) の公称電源電圧に準拠した電源電圧で動作し、レールtoレールの入出力機能を持ち、多種多様なアプリケーションで活用できる柔軟なオペアンプです。低い入力バイアス電流、入力オフセット電圧、温度ドリフトの仕様によって、電圧オフセットが1LSB未満の10～14ビットDACに最適です。一例として、300μVのLSB重みを持つ14ビットのDAC、AD5640に対応します。低インピーダンスで高容量の負荷を駆動する際の安定性も、DACドライバとしてのADA4096-2の特長の一つです。

#### ADA4096-2の特長

- 広い電源電圧：3～30V (公称値)
- レールtoレール入出力
- 単電源および両電源電圧アプリケーションで使用可能
- 低いオフセット電圧と温度ドリフト：35μVと1μV/°C (typ)
- 低い入力バイアス電流：3nA (typ)
- 低い電源電流：60μA／アンプ (typ)
- 広いユニティ・ゲイン帯域幅：
  - 800kHz (typ) @V<sub>SY</sub>=30V
  - 50kHz (typ) @V<sub>SY</sub>=10V
  - 475kHz (typ) @V<sub>SY</sub>=3V
- 電源電圧±32Vに対する入力過電圧保護

## セクション・ガイド

### 集積型、工業用シングル・チャンネル DAC

| 製品番号   | チャンネル数 | 分解能 (ビット) | 出力タイプ (V、I、VまたはI) | 電流範囲 (mA)          | 電圧範囲 (V)        | パッケージ               |
|--------|--------|-----------|-------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| AD5421 | 1      | 16        | I                 | 4~20、3.8~21、3.2~24 | N/A             | 28ピンTSSOP           |
| AD5420 | 1      | 16        | I                 | 4~20、0~20、0~24     | N/A             | 40ピンLFCSP、24ピンTSSOP |
| AD5410 | 1      | 12        | I                 | 4~20、0~20、0~24     | N/A             | 40ピンLFCSP、24ピンTSSOP |
| AD5422 | 1      | 16        | VまたはI             | 4~20、0~20、0~24     | 0~5、0~10、±5、±10 | 40ピンLFCSP、24ピンTSSOP |
| AD5412 | 1      | 12        | VまたはI             | 4~20、0~20、0~24     | 0~5、0~10、±5、±10 | 40ピンLFCSP、24ピンTSSOP |

### 集積型、工業用マルチチャンネル DAC

| 製品番号      | チャンネル数 | 分解能 (ビット) | 出力タイプ (V、I、VまたはI) | 電流範囲 (mA)      | 電圧範囲 (V)               | パッケージ     |
|-----------|--------|-----------|-------------------|----------------|------------------------|-----------|
| AD5755    | 4      | 16        | VまたはI             | 4~20、0~20、0~24 | 0~5、0~10、±5、±10、±6、±12 | 64ピンLFCSP |
| AD5755-1* | 4      | 16        | VまたはI             | 4~20、0~20、0~24 | 0~5、0~10、±5、±10、±6、±12 | 64ピンLFCSP |
| AD5735    | 4      | 12        | VまたはI             | 4~20、0~20、0~24 | 0~5、0~10、±5、±10、±6、±12 | 64ピンLFCSP |
| AD5757*   | 4      | 16        | I                 | 4~20、0~20、0~24 | N/A                    | 64ピンLFCSP |
| AD5737*   | 4      | 12        | I                 | 4~20、0~20、0~24 | N/A                    | 64ピンLFCSP |

\* HART準拠

### 高精度 DAC

| 製品番号    | 分解能 (ビット) | INL | 出力レンジ                                                                                     | ノイズ・スペクトル密度 (nV/√Hz) | 温度ドリフト (ppm/°C) | セトリング時間 (μs) | パッケージ                             |
|---------|-----------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------|--------------|-----------------------------------|
| AD5791  | 20        | 1   | $V_{REFN} \sim V_{REFP}$<br>( $V_{REFP} = 5V \sim 14V$ 、<br>( $V_{REFN} = -14V \sim 0V$ ) | 7.5                  | 0.04            | 1            | 20ピンTSSOP                         |
| AD5781  | 18        | 1   | $\pm V_{REF}$ 、 $0 \sim V_{REF}$ 、<br>( $V_{REFP/N} = 5V \sim 14V$ )                      | 7.5                  | 0.04            | 1            | 20ピンTSSOP                         |
| AD5541A | 16        | 1   | $0 \sim V_{REF}$<br>( $V_{REF} = 2V \sim 5.5V$ )                                          | 11.8                 | ±0.1            | 1            | 10ピンLFCSP、8ピンLFCSP、<br>10ピンMSOP   |
| AD5542A | 16        | 1   | $0 \sim V_{REF}$ 、 $\pm V_{REF}$<br>( $V_{REF} = 2V \sim 5.5V$ )                          | 11.8                 | ±0.2            | 1            | 16ピンLFCSP、10ピンLFCSP、<br>16ピンTSSOP |
| AD5512A | 12        | 1   | $0 \sim V_{REF}$ 、 $\pm V_{REF}$<br>( $V_{REF} = 2V \sim 5.5V$ )                          | 11.8                 | ±0.2            | 1            | 16ピンLFCSP、10ピンLFCSP、<br>16ピンTSSOP |

### 送信用 IF DAC

| 製品番号                            | 分解能 (ビット)  | 最大更新レート  | DACチャンネル | インターフェース | 最大出力信号帯域幅 (MHz) | 最大出力周波数 (MHz) | 消費電力 (W) |
|---------------------------------|------------|----------|----------|----------|-----------------|---------------|----------|
| AD9122                          | 16         | 1.23GSPS | 2        | LVDS     | 500             | 614           | 1.1      |
| AD9146                          | 16         | 1.23GSPS | 2        | LVDS     | 307.5           | 615           | 1.2      |
| AD9125                          | 16         | 1GSPS    | 2        | CMOS     | 250             | 500           | 1.1      |
| AD9148                          | 16         | 1GSPS    | 4        | LVDS     | 310             | 500           | 3        |
| AD9783/AD9781/<br>AD9780        | 16/14/12   | 500MSPS  | 2        | LVDS     | 250             | 500           | 462.3mW  |
| AD9717/AD9716/<br>AD9715/AD9714 | 14/12/10/8 | 125MSPS  | 2        | CMOS     | 62.5            | 62.5          | 86mW     |
| AD9117/AD9116/<br>AD9115/AD9114 | 14/12/10/8 | 125MSPS  | 2        | CMOS     | 62.5            | 62.5          | 232mW    |

### RF DAC

| 製品番号    | 分解能 (ビット) | 最大更新レート (GSPS) | マルチチップ同期 | インターフェース | 最大出力信号帯域幅 (MHz) | 最大出力周波数 (MHz) | 消費電力 (W) |
|---------|-----------|----------------|----------|----------|-----------------|---------------|----------|
| AD9739A | 14        | 2.5            | なし       | LVDS     | 1250            | 3000          | 960mW    |
| AD9739  | 14        | 2.5            | あり       | LVDS     | 1250            | 3000          | 1.16     |
| AD9789  | 14        | 2.4            | なし       | CMOS     | 150             | 3000          | 1.7      |

## セクション・ガイド (続き)

### denseDAC 高チャンネル数 DAC

| 製品番号    | 分解能 (ビット) | インターフェース         | リファレンス (V) | チャンネル | パッケージ               |
|---------|-----------|------------------|------------|-------|---------------------|
| AD5668  | 16        | SPI              | 1.25       | 8     | 16ピンWLCSP           |
| AD5668  | 16        | SPI              | 1.25/2.5   | 8     | 16ピンLFCSP/16ピンTSSOP |
| AD5648  | 14        | SPI              | 1.25/2.5   | 8     | 16ピンTSSOP           |
| AD5628  | 12        | SPI              | 1.25/2.5   | 8     | 16ピンLFCSP/16ピンTSSOP |
| AD5628  | 12        | SPI              | 1.25       | 8     | 16ピンWLCSP           |
| AD5669R | 16        | I <sup>2</sup> C | 1.25/2.5   | 8     | 16ピンLFCSP/16ピンTSSOP |
| AD5629R | 12        | I <sup>2</sup> C | 1.25/2.5   | 8     | 16ピンLFCSP/16ピンTSSOP |

### 出力バッファ・アンプ

| 製品番号      | 公称 V <sub>SY</sub> 範囲 (V) | V <sub>OS</sub> (max) @ 25°C | TCV <sub>OS</sub> (typ) | ユニティ・ゲイン 帯域幅 (typ) | I <sub>SY</sub> (max) @ 25°C (μA) | I <sub>B</sub> (max) @ 25°C | RRIO |
|-----------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------|
| ADA4096-2 | 3~30                      | 300μV                        | 1.0μV/°C                | 800kHz             | 75                                | 10nA                        | あり   |
| ADA4091-2 | 3~30                      | 250μV                        | 3.0μV/°C                | 1.27MHz            | 250                               | 60nA                        | あり   |
| ADA4084-2 | 3~30                      | 100μV                        | 0.2μV/°C                | 8.3MHz             | 750                               | 450nA                       | あり   |
| AD8622    | 3~30                      | 125μV                        | 0.5μV/°C                | 560kHz             | 250                               | 200pA                       | RR0  |
| AD8606    | 3~5                       | 65μV                         | 1.0μV/°C                | 10MHz              | 1.2mA                             | 1pA                         | あり   |
| ADA4665-2 | 5~16                      | 4mV                          | 3.0μV/°C                | 1.2MHz             | 400                               | 1pA                         | あり   |

### クロック発生器

| 製品番号     | 説明                    | 入力数 | 出力数 | 最大 f <sub>OUT</sub> (GHz) | 出力ロジック                | ランダム・ジッタ (fs) |
|----------|-----------------------|-----|-----|---------------------------|-----------------------|---------------|
| AD9523-1 | 低ジッタ、デュアル・ループ・クロック発生器 | 2   | 14  | 1                         | CMOS、HSTL、LVDS、LVPECL | 187           |
| AD9523   | 低ジッタ、デュアル・ループ・クロック発生器 | 2   | 14  | 1                         | CMOS、HSTL、LVDS、LVPECL | 225           |
| AD9516-0 | マルチ出力クロック発生器          | 2   | 14  | 2.25                      | CMOS、LVDS、LVPECL      | 400           |
| AD9520-1 | マルチ出力クロック発生器          | 1   | 12  | 2.65                      | CMOS、LVPECL           | 225           |
| AD9524   | 低ジッタ、デュアル・ループ・クロック発生器 | 2   | 14  | 1                         | CMOS、HSTL、LVDS、LVPECL | 225           |

### クロック・バッファとクロック分配器

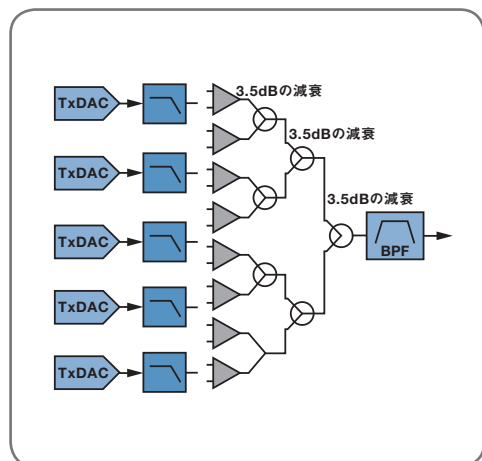
| 製品番号                                            | 入力／出力               | 入力／出力ロジスティクス                   |               | トグル・レート                     | RMSジッタ (ps) | 代表的な出力間スキュー (ps) |
|-------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|-----------------------------|-------------|------------------|
|                                                 |                     | 入力                             | 出力            |                             |             |                  |
| AD9512/AD9513/<br>AD9514/AD9515                 | 1対2/3/5             | 差動                             | LVDS/CMOS     | 800MHz LVDS/<br>250MHz CMOS | 0.3         | —                |
| ADCLK905/<br>ADCLK907                           | 1対1<br>デュアル1対1      | 差動                             | LVPECL        | 7.5GHz                      | 0.06        | —                |
| ADCLK925                                        | 1対2                 | 差動                             | LVPECL        | 7.5GHz                      | 0.06        | 9                |
| ADCLK944                                        | 1対4                 | 差動                             | LVPECL        | 7GHz                        | 0.05        | 9                |
| ADCLK946/<br>ADCLK948/<br>ADCLK950/<br>ADCLK954 | 1または2対<br>6/8/10/12 | LVPECL/CML/<br>CMOS/LVDS       | LVPECL        | 4.8GHz                      | 0.075       | 9                |
| ADCLK914                                        | 1対1                 | LVPECL/CML/<br>CMOS/LVTTL/LVDS | HVDS          | 7.5GHz                      | 0.11        | —                |
| ADCLK846/<br>ADCLK854                           | 1または2対6/8           | LVPECL/LVDS/<br>HSTL/CML/CMOS  | LVDS/<br>CMOS | 1.2GHz LVDS/<br>250MHz CMOS | 0.1         | 65               |
| ADN4670                                         | 1または2対10            | 差動                             | LVDS          | 1.1GHz                      | 0.1         | 30               |

## 2.7GHzを下回る広帯域または狭帯域の波形を合成する際に、独自の技術によりビット-RFのダイレクト・コンバージョンをシングル・パッケージで実現するRF DAC

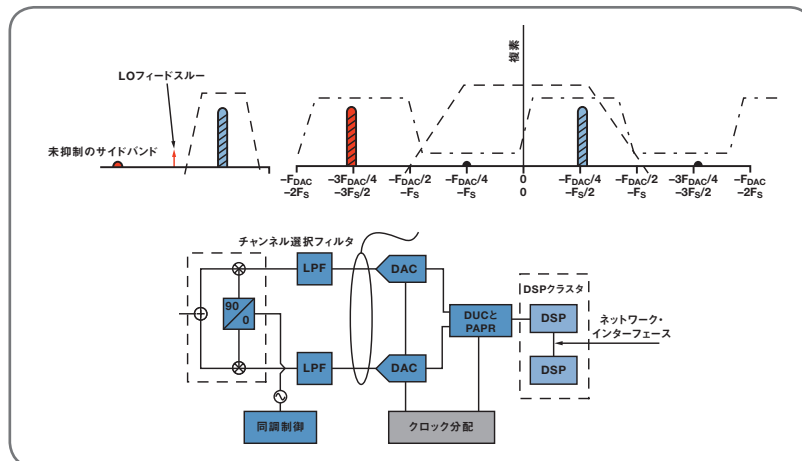
有線／無線通信アプリケーションにおいて、マルチキャリア・トランスミッタが標準になりつつあります。複数のキャリアを変調および結合して送信出力を形成するには、下記の「一般的なマルチキャリア送信シグナル・チェーン」に示すように、複雑なアナログ信号処理や電力効率の悪いコンバイナを実装する必要があります。

### Solution ○

無線通信システムにおけるこの課題に対する一般的なソリューションは、ディスクリートのデュアル DAC と直交変調機能を利用して、300MHzを上回る信号を生成することです。このソリューションは、柔軟ではあるものの、特定のクロックと電源回路を必要とします。下の「複素IF送信シグナル・チェーン」から分かるように、未抑制のサイドバンドやLOフィードスルーといったアナログ欠陥を補正するために、厳密なRFフィルタリングが要求されます。RFシステムの技術者には、このようなアーキテクチャ制限と、小型で低消費電力のソリューションが求められるインフラストラクチャ機器に求められる要件のトレンドを勘案し、市場ニーズに合ったソリューションを実現することが求められています。



一般的なマルチキャリア送信シグナル・チェーン



複素IF送信シグナル・チェーン

### AD9739—14ビット、2.5GSPSのRF DAC、マルチチップ同期機能付き

- DOCSIS 3.0の性能
  - 8本のQAMキャリア@400MHz IF: -71dBc
  - 16本のQAMキャリア@400MHz IF: -68dBc
  - 32本のQAMキャリア@400MHz IF: -65dBc
  - 72本のQAMキャリア@600MHz IF: -61dBc
- RF合成に対応: FSミックス、RZモード
- デュアル・ポートLVDSデータ・インターフェース、100Ωのオンチップ終端付き
- 12mm×12mm、160ピンCSP\_BGA

### AD9739A—14ビット、2.5GSPSのRF DAC

- ダイレクトRF合成@2.5GSPS
- 更新レート: ベースバンド・モードではDC~1.25GHz、ミックス・モードでは1.25~3.0GHz
- 業界最高レベルのシングル／マルチキャリアIFまたはRF合成
- デュアル・ポートLVDSデータ・インターフェース、最大1.25GSPSで動作
- ソース同期DDRクロッキング
- AD9739とピン互換
- プログラマブルな出力電流: 8.7~31.7mA
- 低消費電力: 1.1W@2.5GSPS
- 12mm×12mm、160ピンCSP\_BGA

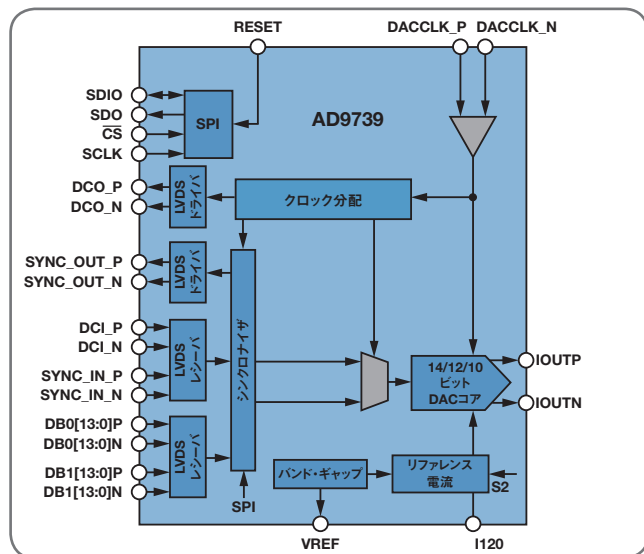
### AD9789—14ビット、2.4GSPSのRF DAC、4チャンネルの信号処理回路付き

- オンチップでバイパス可能な4つのQAMエンコーダ、SRRCフィルタ付き
- 16~512倍インターポレーション、レート・コンバータ、モジュレータ
- DOCSIS 3.0の性能: 4本のQAMキャリア
- 全帯域(47MHz~1GHz)でのACLR
  - -75dBc@ $f_{OUT}=200\text{MHz}$
  - -72dBc@ $f_{OUT}=800\text{MHz}$ (ノイズ)
  - -67dBc@ $f_{OUT}=800\text{MHz}$ (高調波)
- 柔軟なデータ・インターフェース: 4/8/16/32ビット幅(パリティ付き)
- 12mm×12mm、164ピンCSP\_BGA

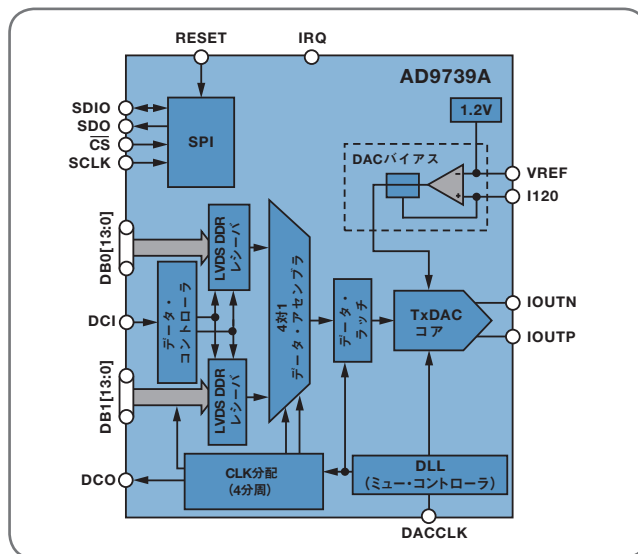
## RF DACソリューション

高速データ変換の市場をリードするアナログ・デバイセズは、独自の技術により、2.7GHzを下回るRF周波数に対する帯域幅と送信アーキテクチャの課題を解決します。アナログ・デバイセズのRF DAC技術は、1GHzまでの変調信号帯域幅を合成できるだけでなく、その独自のミックス・モード・サンプリング機能により2次ナイキスト領域を使用することで2.7GHzまでの周波数のビット-RF変換をシングル・パッケージで実現することができます。アナログ・デバイセズでは、このようなビット-RF機能を備えたRF DACを3種類用意しています。

AD9739とAD9739Aは、最大2.5GSPSのサンプリング・レートを実現する、高性能、高周波数の14ビットDACです。これらのデバイスは、ベースバンド・モードにおいてナイキストまでの周波数でマルチキャリア生成が可能であり、独自のミックス・モード機能を利用すれば、2次と3次のナイキスト領域で最大2.7GHzのキャリアを生成できます。また、1.25GHzの最大ベースバンド信号合成帯域幅を実現するために、デュアル・ポートLVDSインターフェースを内蔵しており、既存のFPGA/ASIC技術とのインターフェースを簡単に実現することができます。AD9739Aとは異なり、AD9739は、マルチチップ同期機能を備えており、複数の送信チャンネルの同期をとることができます（下のブロック図を参照）。最大サンプリング・レートでの消費電力を1.1Wに抑えたRF DAC ICデバイスのAD9739とAD9739Aは、マルチキャリア送信システムにおいて最大1GHzの帯域幅と2.5GHz未満の出力周波数を合成するための、最低消費電力で最小パッケージ・サイズのソリューションを提供します。すべての帯域幅機能と出力周波数機能がシングル・チップに集積されているため、ディスクリートのマルチチャンネル/マルチステージ設計が不要になります。



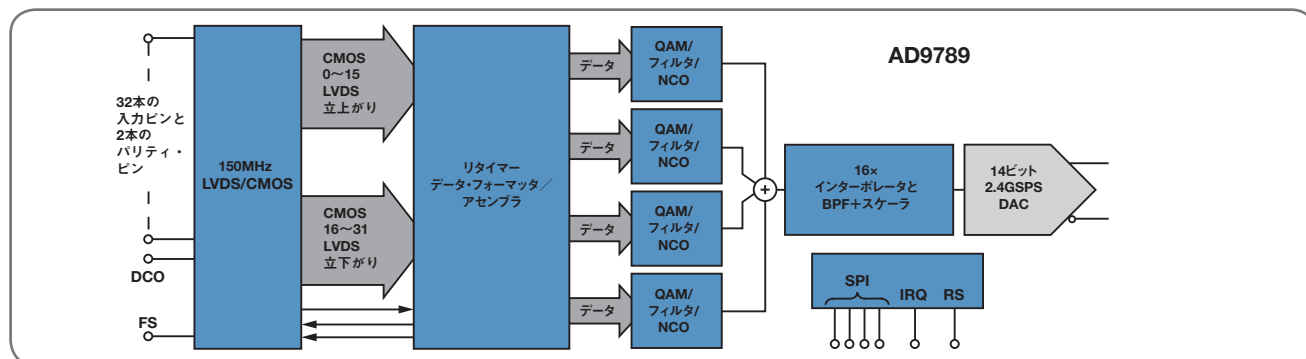
AD9739のブロック図



AD9739Aのブロック図

AD9789は、柔軟に活用できるQAMエンコーダ/インターポレータ/アップコンバータと、高性能な2400MSPS、14ビットRF用DACを組み合わせた製品です。柔軟性の高いデジタル・インターフェースは最大4チャンネルの複素データを受け入れることができ、QAMエンコーダはすべての標準に対するSRRCフィルタ係数を備えた16、32、64、128、256のコンスタレーション数に対応します。またオンチップのレート・コンバータで、固定のDACクロックでも広範なボーレートに対応できます。デジタル・アップコンバータにより0～0.5×fDACのチャンネル周波数を設定できるため、4つの隣接するチャンネルを合成したうえで、DCからfDAC/2までの間であれば、どの周波数でも信号を生成できます（下のAD9789のブロック図を参照）

最大レートでの消費電力を1.6Wに抑えたAD9789は、2.5GHzを下回る出力周波数に対して最大4チャンネルを個別に変調および合成するために必要なマルチキャリア送信システムに、最高集積度のソリューションを提供します。AD9789では、変調機能と出力周波数機能がシングル・チップに集積されているため、マルチチャンネル/マルチステージ設計が不要になります。



AD9789のブロック図

## デュアル送信用DACとワイドバンドADCを組み合わせることでワイヤレス通信機器の消費電力と回路基板スペースを低減するミックスド・シグナル・フロントエンドIC

フェムトセルおよびピコセル基地局や携帯無線など、コストとスペースの制約条件が厳しい無線機器では、ボード・スペースとシステム冷却要件を低減するために、送受信の信号パスに高い集積度が求められます。

### Solution

アナログ・デバイスが開発したミックスド・シグナル・フロントエンドIC (MxFE® デバイス) は、ソリューションの実現に必要な高い性能を備えた送信用DACと受信用ADCをシングル・チップに集積すると同時に、マルチキャリア・アプリケーションに合わせたダイナミック・レンジを確保しています。AD9963 (12ビット) およびピン互換のAD9961 (10ビット) のMxFE デバイスは、競合デバイスに比べて消費電力が40%低く、プリント回路基板面積が25%小さく、最大10dB良好なACLR (隣接チャンネル漏洩電力比) 性能を可能にします。

#### AD9963とAD9961の特長

- デュアルチャンネル、10ビット (AD9961) と12ビット (AD9963)、1×、2×、4×、8×のインターポレーションを設定できる170MSPSのD/AコンバータTxパス
- ACLR = 74dBc (12ビット)
- デュアルチャンネル、10/12ビット、100MSPSのA/DコンバータRxパスはバイパス可能な2×デシメーション・ローパス・フィルタを内蔵
- S/N比 = 67dB (12ビット)、 $F_N = 30.1\text{MHz}$
- 5チャンネルのアナログ補助入力/出力 (2個の12ビットDAC、2個の10ビットDAC、1個の12ビットADC)
- 1.8Vの単電源動作、最大サンプル・レートで425mW未満
- 全二重と半二重のデータ・インターフェースに対応
- 小型の72ピンLFCSP無鉛パッケージ

#### アプリケーション

- 無線インフラストラクチャ
- ピコセルおよびフェムトセル基地局
- 医療用計測機器
- 超音波AFE
- 携帯型計測器
- 信号発生器、信号アナライザ

#### フェムトセル基地局における関連製品

- ADF4602 : 3G マルチバンド・トランシーバ
- ADL5501 : RMS パワー・ディテクタ
- RF アンプ : ADL5320、ADL5542、ADL5601



## 超小型2.645mm×2.645mmパッケージのオクタル16/12ビットdenseDACデバイス

アナログ・デバイスズのdenseDAC® D/Aコンバータ製品群には、小型パッケージ、低消費電力、低価格を実現した多チャンネルDACが揃っています。AD5668/AD5628 denseDACデバイスは、リファレンスを内蔵したオクタル16/12ビットSPIレールtoレールDACで、4mm×4mmの16ピンLFCSPや16ピンTSSOPだけでなく、2.645mm×2.645mmの16ピンWLCSPパッケージ版も用意されています。AD5668/AD5628を使用すれば、スペースの制約のために性能を犠牲にする必要がなくなります。これらのデバイスでは、5ppm/°Cの温度係数を持つ1.25Vの内蔵リファレンスと8チャンネルのバッファ付き電圧出力DACが超小型パッケージで実現されています。これらのDACは、光トランシーバ、基地局、計測器などのアプリケーションに最適です。AD5668/AD5628のDNL仕様は±1LSB (max) であり、クローズド・ループ・システムの性能要件を満たしています。関連製品AD5669R/AD5629Rは、SPIの代わりにI²Cインターフェースを備えています。

### SDPを使用して高精度DACを簡単に評価

AD5668は、低価格かつ再使用が可能で、汎用性の高い、システム・デモンストレーション・プラットフォーム (SDP) を使用して評価することができます。このプラットフォームは、増え続けるアナログ・デバイスズの高精度ICと互換性があります。

#### AD5668/AD5628の特長

- 2.645mm×2.645mmの超小型WLCSPパッケージ
- 8チャンネルDAC
- 1.25V、5ppm/°Cのリファレンス電圧を内蔵
- 動作電源：2.7～5.5V
- 設計により単調増加性を保証
- パワーダウン時の消費電流：400nA @ 5V、200nA @ 3V



#### アプリケーション

- 光トランシーバ
- 基地局パワーアンプ制御
- プロセス制御
- バッテリー駆動の携帯型計測器

## 多機能で使いやすく高精度なDACビルディング・ブロック・コンポーネントを小型パッケージ化

計測や通信などの広範なアプリケーションで、コア・ビルディング・ブロック・コンポーネントとしての使用に必要な、真の16ビット精度を実現する、多機能で使いやすいDACが必要とされています。

### Solution

この種の課題には、コア・ビルディング・ブロックDACデバイス・ファミリーのAD5541A (16ビット)、AD5542A (16ビット)、AD5512A (12ビット) を用います。単電源で動作するこれらのシングル・チャンネル、バッファ無しタイプの高性能電圧出力DACは、高精度が要求されるさまざまなアプリケーションに適合します。これらのDACは、完全な16ビット分解能と精度、低ノイズ性能 (11.8nV/√Hz)、低ドリフト (0.05ppm/°C)、低グリッチ・インパルス (1.1nV/秒) を提供します。このファミリーは、-40～+125°Cの広い温度範囲で仕様規定され、5kVのHBM ESDに分類されるため、どんな環境においてもきわめて耐久性の高いソリューションを実現できます。低オフセット誤差で1μsのセトリング時間を達成するため、高速のオープン・ループ制御に最適です。AD5512A/AD5542Aは、内蔵の帰還抵抗を介して±VREFの出力振幅を生成するバイポーラ動作モードに加え、レイアウト感度を抑えるためにリファレンス・ピンとアナログ・グラウンド・ピン用のケルビン・センス接続にも対応します。

#### AD5541A/AD5542A/AD5512Aの特長

- 分解能：16ビットと12ビット
- ノイズ・スペクトル密度：11.8nV/√Hz
- セトリング時間：1μs
- 消費電力：0.375mW @ 3V
- 50MHzのSPI/QSPITM/MICROWIRE®/DSP互換インターフェース

#### 関連製品

- AD8628/AD820：単電源RRIOアンプ
- ADR421：低ノイズ2.5Vリファレンス

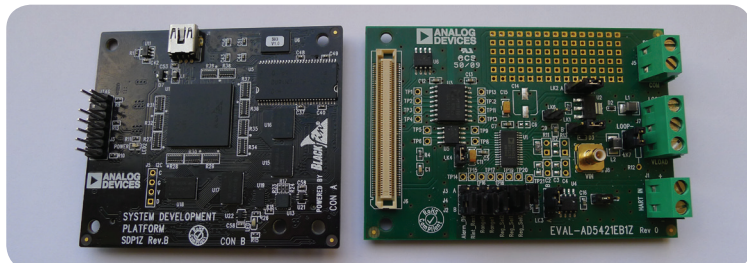
#### 参考回路

Circuits  
from the Lab®  
Reference Circuits  
実用回路集

AD5542A/AD5541Aを使用し、全消費電力を5mW未満に抑えた高精度、16ビット、電圧レベル設定。  
全文は、[www.analog.com/jp/CN0191](http://www.analog.com/jp/CN0191)をご覧ください。

# 迅速なプロトタイピングと評価を可能にする新しいシステム・デモンストレーション・プラットフォーム

システムの設計は、さまざまな異なる要素を理解しなければならない複雑な問題かもしれません。しかし、ソリューションのサブセクションのプロトタイプを作成し、迅速に実証することができれば、プロセスが簡素化するばかりでなく、さらに重要なこととして、設計者が対処しなければならないリスクを減らすことができます。アナログ・デバイセズのシステム・デモンストレーション・プラットフォーム (SDP) は、コントローラ・ボード、インターポーザ・ボード、ドーター・ボードで構成されており、アナログ・デバイセズの部品と参考回路を容易に評価できるシステムを実現します。このSDPを使用することにより、システム設計者は中心となる要素を再利用できるため、最終的なシステム実装の前段階で、設計に含まれるサブセクションの評価と実証を行うことができます。プラットフォームを事前に使用することで理解が深まり、新しいカテゴリの部品も、すでに慣れ親しんだ環境下で容易に評価することができます。



SDP-Bコントローラ・ボードはAD5421 DAC評価用ボードに接続されます。

## SDP 互換の DAC 評価用ボードの実例

- AD5421: シリアル入力、ループ給電の4 ~ 20mA、16ビットDAC
- AD5791/AD5781: 1ppm 20ビット、 $\pm 1$ LSB INL、電圧出力DAC
- AD5755-1: クワッド・チャンネル、16ビット、シリアル入力、4 ~ 20mA & 電圧出力DAC、ダイナミック・パワー制御、HART接続
- AD9737: 低消費電力、8.5mW、2.3 ~ 5.5V、プログラマブル波形発生器
- AD9838: 11mW 電力、2.3 ~ 5.5V、コンプリートDDS

SDPの詳細、および互換性のある製品と回路の一覧については、[www.analog.com/jp/sdp](http://www.analog.com/jp/sdp)をご覧ください。



**技術サポート：世界で活躍している当社の経験豊富なアプリケーション・エンジニアが対応します。**

アナログ・テック・サポート

[www.analog.com/jp/techsupport](http://www.analog.com/jp/techsupport)

アナログ技術者のための掲示板サイト

『アナログ電子回路コミュニティ』

[www.bbs-reedjp.com/ADI/](http://www.bbs-reedjp.com/ADI/)

PC は、フィリップス・セミコンダクターズ社  
(現在の NXP セミコンダクターズ) が開発した  
情報通信プロトコルです。

©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
本紙記載の商標および登録商標は、  
各社の所有物に属します。  
Printed in JAPAN  
SB10244-15-1/12



## アナログ・デバイセズ株式会社

本 社 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル  
大阪営業所 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー

お問い合わせは… [www.analog.com/jp/contact](http://www.analog.com/jp/contact)