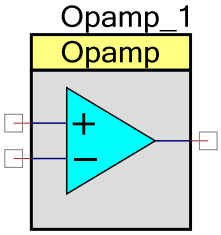
オペアンプ (Opamp)

1.70

特長



- 電圧フォロワまたはオペアンプ構成
- ユニティゲイン帯域幅 > 3.0MHz
- 入力オフセット電圧最大 2.0mV
- レールツーレール入出力
- 低抵抗でピンに直接接続される出力
- 出力電流 25mA
- プログラム可能なパワーおよび帯域幅
- 電圧フォロア用の内部接続によるピンの節約

概要

オペアンプコンポーネントは、低電圧、低消費電力のオペアンプを提供します。また内部接続を使い電圧フォロアも構成できます。入力および出力は、内部回路ノードへ、直接端子へ、あるいは内部および外部を組み合わせて接続できます。オペアンプは、高入力インピーダンスセンサとのインターフェース、電圧 DAC の出力バッファリング、最大 25mA の駆動、標準的なトポロジのアクティブフィルタ構築に適しています。

入出力の接続

このセクションでは、オペアンプのさまざまな入出力接続について説明します。I/O 項目のアスタリスク (*) はその I/O が、説明に挙げられた条件において、回路シンボルに表示されない場合があることを示します。

非反転 – アナログ

オペアンプが電圧フォロアモードに設定されている場合、この I/O は入力端子になります。オペアンプがオペアンプモードに設定されている場合、この I/O は標準オペアンプ非反転入力として機能します。

反転 – アナログ *

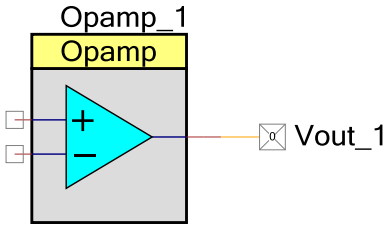
オペアンプコンポーネントがオペアンプモードに設定されている場合、この I /O は通常の反転入力となります。オペアンプが電圧フォロワモードに設定されている場合、オペアンプ反転入力は内部で出力に接続され、この I/O は利用できません。

Vout – アナログ

出力は直接ピンに接続されています。25mA を駆動し、アナログ配線構造を経由して内部の負荷にも接続できます。内部配線に使用する場合であっても、出力はピンに接続されたままになります。

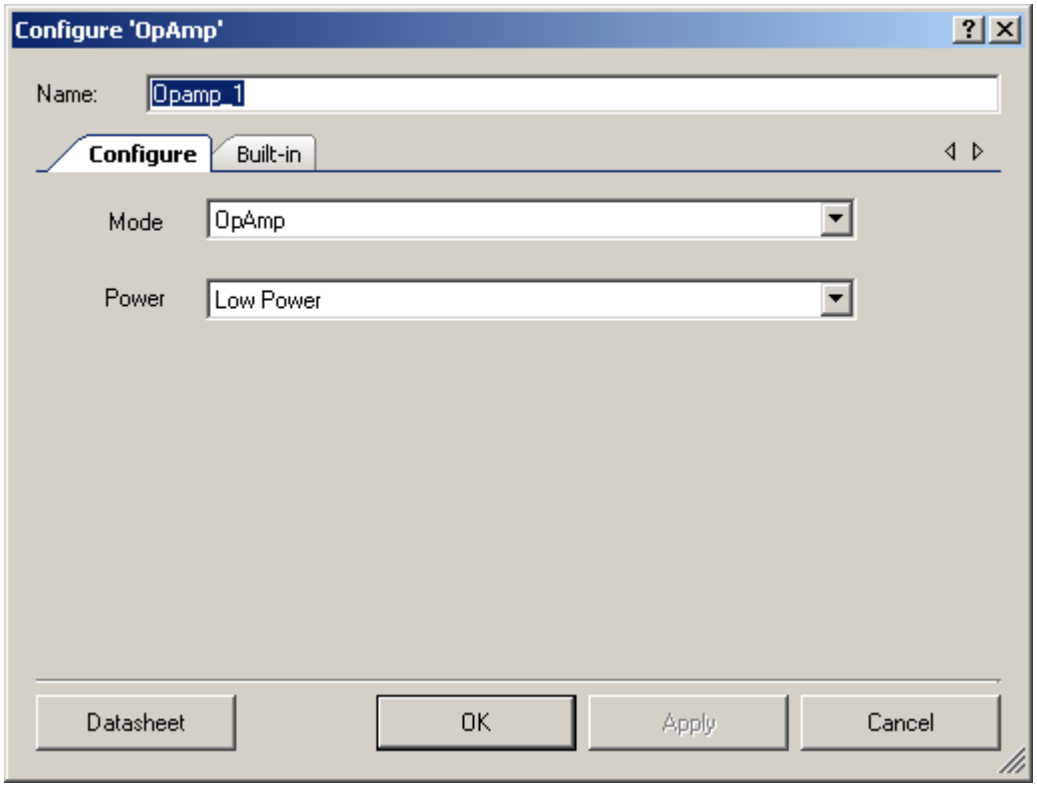
回路図マクロ情報

コンポーネントカタログ内の初期設定の Opamp は、回路図マクロであり、初期設定の Opamp コンポーネントを使用しています。この Opamp コンポーネントは Vout_1 と名づけられたアナログピンコンポーネントに接続されています。



コンポーネントパラメータ

オペアンプコンポーネントを回路図の上にドラッグし、ダブルクリックして **Configure** ダイアログを開きます。

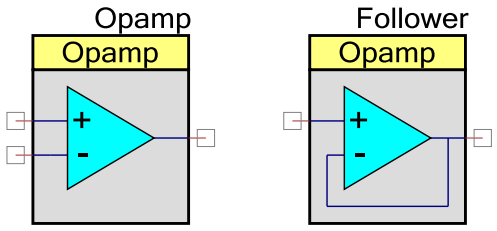


オペアンプには次のパラメータがあります。

Mode

このパラメータは、**OpAmp** と **Follower** の 2 つの構成から選べます。**OpAmp** は初期設定の構成です。このモードでは、3 つのすべての端子を配線することができます。電圧フォロワモードでは、反転入力端子が内部で出力に接続され、電圧フォロアを構成します。

図 1. 構成オプション



Power

オペアンプは幅広い動作電流で作動します。動作電流が大きくなれば、オペアンプの帯域幅も増加します。**Power** パラメータによってパワーレベルを選択することができます。

- **High Power** と **Med Power** モードでは、出力は AB 級となり、大電流の直接駆動が可能になります。
- **Low Power** モードでは、出力は A 級となり、駆動電流が制限されます。
- **Low Power Over Compensated** (LPOC) モードでは、出力は A 級となります。

  PSoC 3 製品版シリコンでは、LPOC モードが低パワートランスインピーダンス アンプ (TIA) 用に使用されます。このモードには Low Power と同じ駆動能力がありますが、さまざまな種類のフォトセンサや他の電流出力センサで見られるように、通常の入力容量よりも高い回路トポロジに対する追加補償も含みます。

  medium または high パワー設定を使用すると、より広帯域の TIA が実装できます。この場合、容量的に負荷された信号源の補償はオペアンプ一般の通りに扱います。

注 上記の LPOC モードの説明は、PSoC 3 製品版シリコンのみに適用されます。PSoC 3 ES2 シリコンでは、LPOC モードはサポートされません。High パワーモードを代わりに使用してください。PSoC 3 ES2 シリコンでは、High パワー設定にすると、非反転端子に 1.024V Vref が有効になります。この Vref が必要な オペアンプを使用するデザインには、この High パワーモードの設定を使用するオペアンプを最低 1 個含めなければなりません。PSoC 5 シリコンは、High パワーモードのみをサポートします。

配置

各オペアンプは特定の GPIO に直接接続されています。

	非反転入力	反転入力	出力
opamp_0	P0[2]	P0[3]	P0[1]
opamp_1	P3[5]	P3[4]	P3[6]
opamp_2	P0[4]	P0[5]	P0[0]
opamp_3	P3[3]	P3[2]	P3[7]

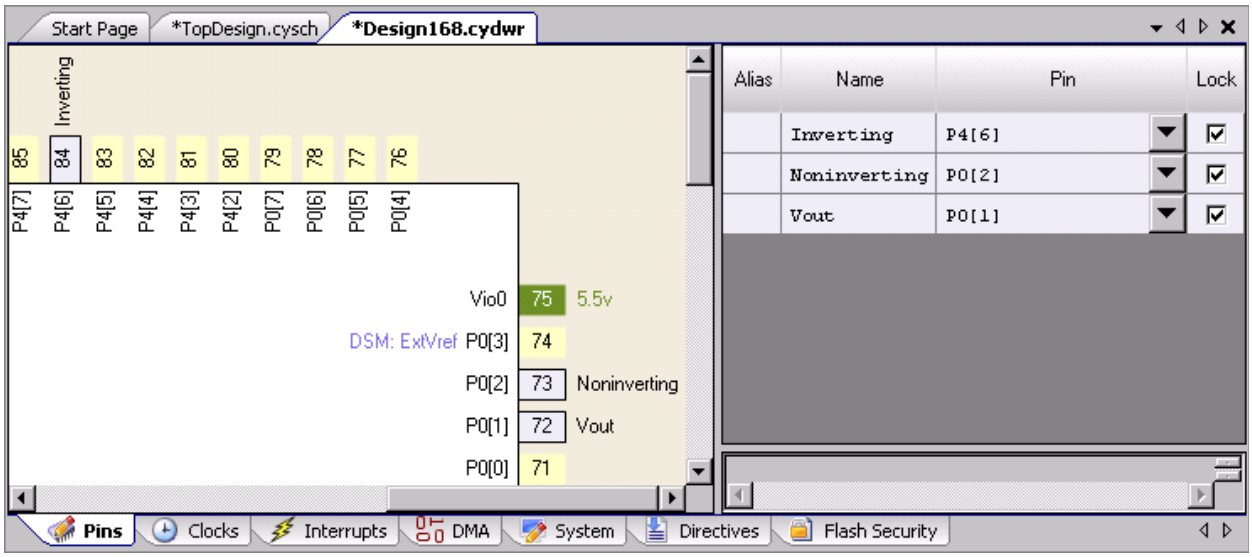
特定のピンの物理的接続については、使用している部品のデバイスデータシートを参照してください。

入力信号は、専用入力ピンの他、アナロググローバル配線バスを使用することができます。直接接続を使用する場合、内部配線リソースの使用が減り、配線抵抗と静電容量が低くなります。各オペアンプに結び付けられた出力ピンは、オペアンプが有効である時はオペアンプによって駆動されます。

Ports P0[3] および P3[2] は、ADC に供給するバンドギャップリファレンスのバイパスコンデンサの接続用、レファレンス出力用、または外部リファレンスの入力用にも使用されます。これらのリファレンス接続が使用される場合、オペアンプ反転入力への配線は、アナロググローバル配線バスを介してする必要があります。

図 2 は、Design-Wide Resources Pin Editor を使用した オペアンプの接続例を示します。

図 2. 配置の例



リソース

オペアンプコンポーネントはインスタンス当たり 1 つのオペアンプリソースを使用します。Opamp モードで外付けコンポーネントを使用した場合 (すなわちアナロググローバル経由で配線しない場合)、配線リソースを使用しません。

アナログブロック	デジタルブロック					API メモリ(バイト)		ピン(外部入出力当たり)
	データパス	マクロセル	ステータスレジスタ	コントロールレジスタ	Counter7	フラッシュ	RAM	
1 Opamp 固定ブロック	該当せず	該当せず	該当せず	該当せず	該当せず	202	2	3

アプリケーションプログラミングインタフェース

アプリケーションプログラミングインターフェース (API) ルーチンにより、ソフトウェアを使用してコンポーネントを設定できます。次の表は、各関数へのインターフェースとその説明を示しています。続くセクションでは、各関数について詳しく説明します。

初期設定では、PSoC Creator は、ユーザの回路図に最初に配置されたコンポーネントのインスタンス名として "Opamp_1"を割り当てます。インスタンスの名称は、識別子の文法ルールに従って固有の名前に変更できます。インスタンス名は、すべてのグローバル関数名、変数名、定数名の接頭辞になります。便宜上、次の表では "Opamp"というインスタンス名を使用します。

関数	機能
Opamp_Start()	オペアンプをオンにし、パワーレベルをパラメータの選択値に設定します。

関数	機能
Opamp_Stop()	オペアンプを無効にします (電源遮断)。
Opamp_SetPower()	パワーレベルを設定します。
Opamp_Sleep()	動作を停止し、ユーザ構成を保存します。
Opamp_Wakeup()	ユーザ構成を復元し、有効にします。
Opamp_Init()	初期化、もしくは初期設定のオペアンプ設定を復元します。
Opamp_Enable()	オペアンプを有効にします。
Opamp_SaveConfig()	空の関数。将来使用するために予約されています。
Opamp_RestoreConfig()	空の関数。将来使用するために予約されています。

グローバル変数

変数	説明
Opamp_initVar	オペアンプの初期化が済んでいるかを示します。変数は、0 に初期化され、最初に Opamp_Start() が呼び出されると 1 にセットされます。これにより、Opamp_Start() ルーチンを最初に呼び出した後で、再初期化を行うことなく、コンポーネントを再起動できます。 コンポーネントの再初期化が必要な場合、Opamp_Init() 関数を Opamp_Start() 関数または Opamp_Enable() 関数の前に呼び出します。

void Opamp_Start(void)

説明: オペアンプをオンにし、パワーレベルをパラメータの選択値に設定します。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: なし

void Opamp_Stop(void)

説明: オペアンプをオフにし、最低のパワー状態にします。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: なし

void Opamp_SetPower(uint8 power)

説明: パワーレベルを設定します。

注 High パワーモードのみが PSoC 5 シリコンでサポートされます。

パラメータ: uint8 power: パワーレベルを LPOC、Low、Medium、High の4つの設定のうち1つに設定します。

パラメータ	パワー設定
Opamp_LPOCPOWER	最小パワー、TIA 用に補正
Opamp_LOWPOWER	最小パワー、小帯域幅
Opamp_MEDPOWER	
Opamp_HIGHPOWER	帯域幅最大

返り値: なし

注意事項: なし

void Opamp_Sleep(void)

説明: これは、コンポーネントのスリープを準備するのに推奨されるルーチンです。Opamp_Sleep() ルーチンは現在のコンポーネントの状態を保存します。次にOpamp_Stop() 関数を呼び出し、さらに Opamp_SaveConfig() を呼び出し、ハードウェアの構成を保存します。

CyPmSleep() または CyPmHibernate() 関数を呼び出す前に、Opamp_Sleep() 関数を呼び出します。電源管理関数については、PSoC Creator *System Reference Guide* を参照してください。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: なし

void Opamp_Wakeup(void)

説明: これは、コンポーネントを Opamp_Sleep() が呼び出された時の状態に復元するための、推奨されるルーチンです。Opamp_Wakeup() 関数は、設定を復元するために Opamp_RestoreConfig() 関数を呼び出します。Opamp_Sleep() 関数が呼び出される前にコンポーネントが有効であった場合、Opamp_Wakeup() 関数もコンポーネントを再度有効にします。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: あらかじめ Opamp_Sleep() または Opamp_SaveConfig() 関数を呼び出すことなく Opamp_Wakeup() 関数を呼び出すと、予期しない動作をする可能性があります。

void Opamp_Init(void)

説明: Configure ダイアログの設定に従って、コンポーネントを初期化または復元します。Opamp_Start() ルーチンがこの関数を呼び出し、これがコンポーネントの動作を開始する好ましい方法であるため、Opamp_Init() を呼び出す必要はありません。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: 全レジスタは、Configure ダイアログの設定に従って、値が設定されます。

void Opamp_Enable(void)

説明: ハードウェアの使用を開始し、コンポーネントの動作を開始します。Opamp_Start() ルーチンがこの関数を呼び出し、これがコンポーネントの動作を開始する好ましい方法であるため、Opamp_Enable() を呼び出す必要はありません。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: initVar 変数が既にセットされている場合、この関数は Opamp_Enable() 関数しか呼び出しません。

void Opamp_SaveConfig(void)

説明: 空の関数。将来使用するために予約されています。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: なし

void Opamp_RestoreConfig(void)

説明: 空の関数。将来使用するために予約されています。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: なし

ファームウェアソースコードのサンプル

PSoC Creator は、Find Example Project ダイアログに、回路図およびサンプルコードを含む多くのサンプルプロジェクトを提供しています。コンポーネント特有のサンプルを見るには、Component Catalog または回路図に置いたコンポーネントインスタンスからダイアログを開きます。一般的なサンプルについては、Start Page または **File** メニューからダイアログを開きます。必要に応じてダイアログにある **Filter Options** を使用し、選択できるプロジェクトのリストを絞り込みます。

詳しくは、PSoC Creator ヘルプの Find Example Project を参照してください。

PSoC 3 DC/ AC 電気的特性

以下の値は特性データに基づいています。明記していない限り、仕様は、–40°C ≤ T_A ≤ 85°C および T_J ≤ 100°C の条件で有効です。下表に別途記述がない限り、すべての Typ 値は、T_A = 25°C、V_{DDA} = 5.0V、パワー = High、出力はアナロググランド V_{SSA} 基準の条件です。

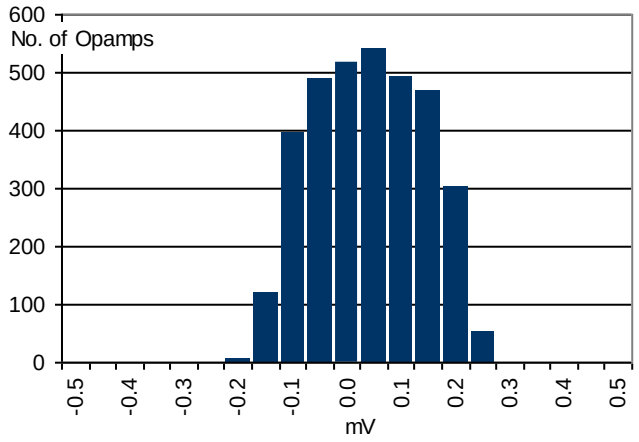
5.0V/3.3V DC 電気的特性

記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
V_I	入力電圧範囲		V_{SSA}	–	V_{DDA}	V
V_{IOFF}	入力オフセット電圧	温度 = –40°C ～ +70°C	–	0.5	2	mV
TCVos	入力オフセット電圧の温度ドリフト	パワーモード = high	–	±12	±30	µV/°C
Avol	オープンループ利得	パワーモード = high	90	–	–	dB
Ge1	利得誤差、電圧フォロワモード	負荷抵抗 = 1 kΩ	–	–	±0.1	%
R_{IN}	入力抵抗	正の利得、非反転入力	–	–	–	MΩ
C_{IN}	入力容量	ピンからの配線	–	–	18	pF
V_O	出力電圧範囲	1mA、吐き出しまたは吸い込み、パワーモード = high	V_{SSA} + 0.05	–	V_{DDA} – 0.05	V
		100K～V_{DDA}/2、G = 1	–	–	–	V
I_{OUT}	出力電流、吐き出しまたは吸い込み	V_{SSA} + 500mV ≤ V_{OUT} ≤ V_{DDA} –500mV、V_{DDA} > 2.7V	25	–	–	mA
		V_{SSA} + 500mV ≤ Vout ≤ V_{DDA} –500mV、1.7V = V_{DDA} ≤ 2.7V	16	–	–	mA
I_{DD}	無信号時電流	パワーモード = min	–	200	270	µA
		パワーモード = low	–	250	400	µA

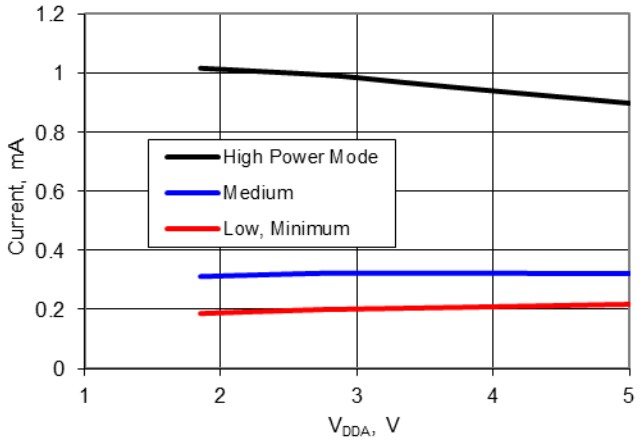
記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
		パワーモード = med	–	330	950	µA
		パワーモード = high	–	1160	2500	µA
CMRR	同相信号除去比		80	–	–	dB
PSRR	電源電圧変動除去比	$V_{DDA} \geq 2.7V$	85	–	–	dB
		$V_{DDA} \leq 2.7V$	70	-	-	

図

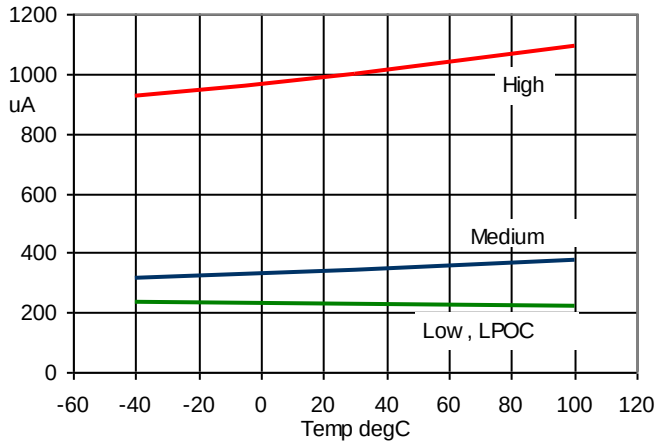
入力オフセット電圧ヒストグラム
T = 25°C、V_{DDA} = 5.0V



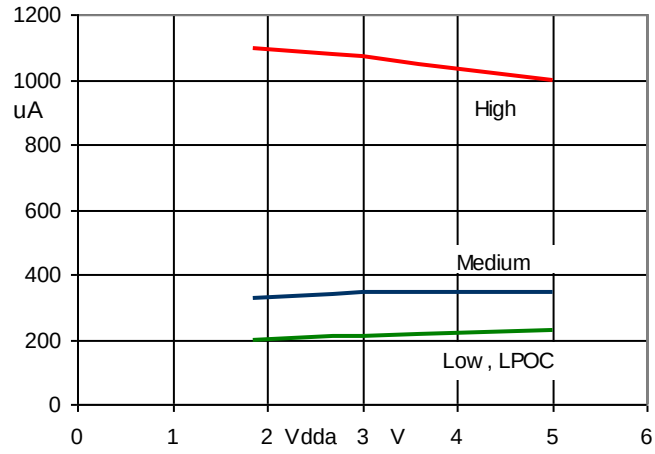
動作電流－V_{DDA}、パワーモード



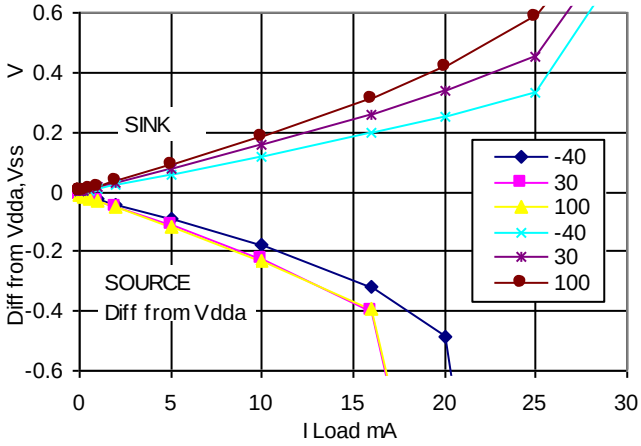
動作電流－温度、V_{DD} = 5.0V



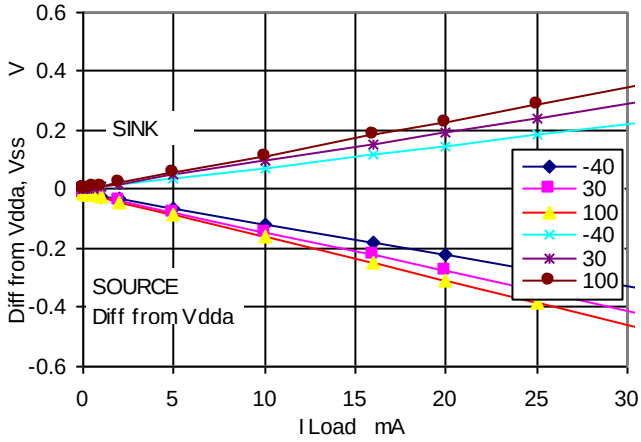
動作電流－電圧 T = 25°C



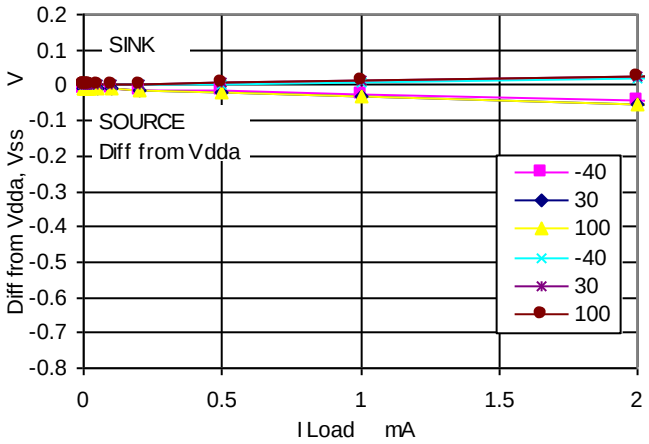
出力電圧ー負荷電流、
V_{DDA} = 1.71V、パワー = High



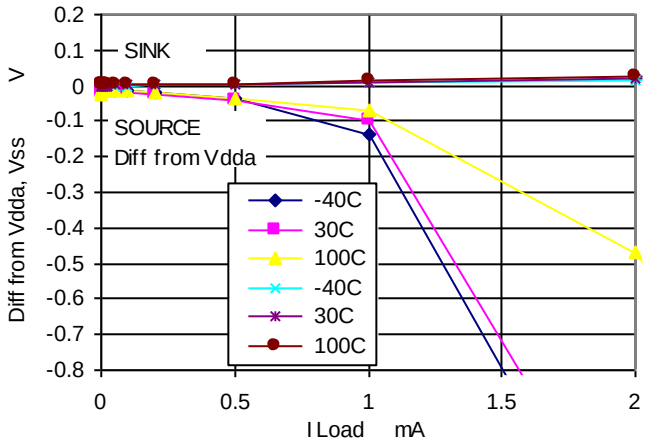
出力電圧ー負荷電流、
V_{DDA} = 5.0V、パワー = High



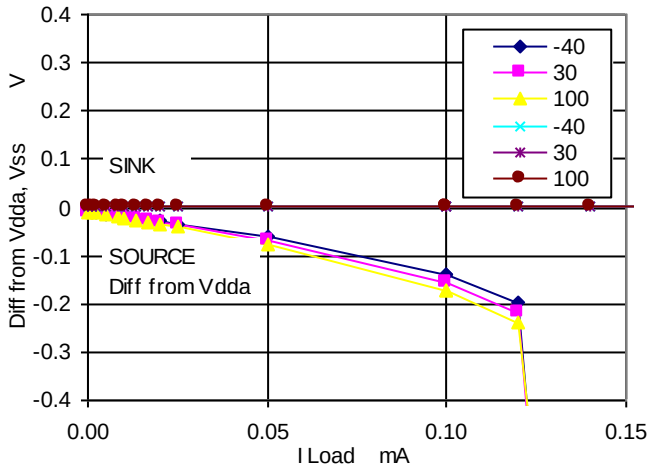
出力電圧ー負荷電流、
V_{DDA} = 2.7V、パワー = Med



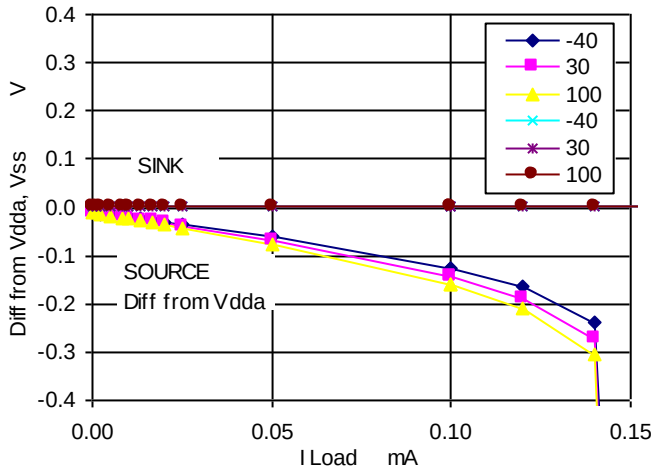
出力電圧ー負荷電流
V_{DDA} = 5.0V、パワー = Med



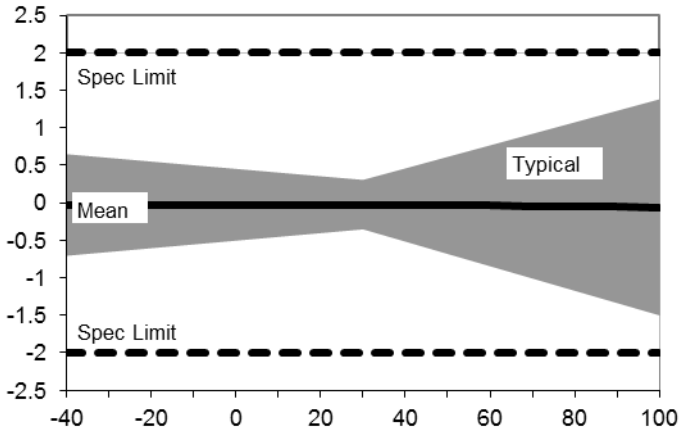
出力電圧ー負荷電流、
V_{DDA} = 2.7V、パワー = Low



出力電圧ー負荷電流、
V_{DDA} = 5.0V、パワー = Low



入力オフセット電圧ー温度
パワー = High、V_{DDA} = 5.0V



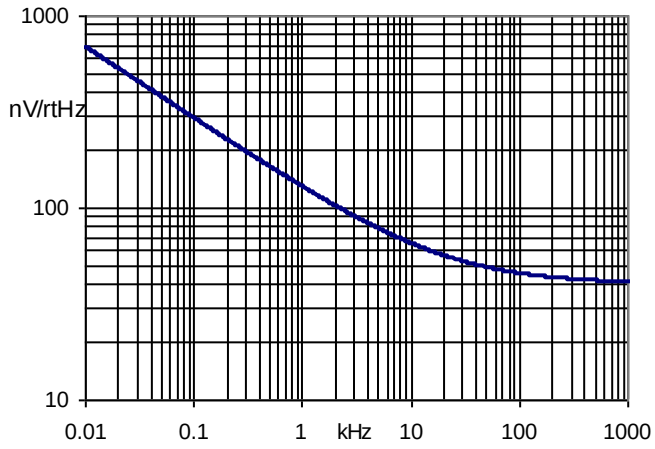
5.0V/3.3V AC 電気的特性

記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
GBW	利得帯域幅積	パワーモード = minimum、100mVpk-pk、15pF 負荷	1	5.4	–	MHz
		パワーモード = low、100mVpk-pk、15pF 負荷	2	5.1	–	MHz
		パワーモード = medium、100mVpk-pk、15pF 負荷	1	3.5	–	MHz
		パワーモード = high、100mVpk-pk、200pF 負荷	3	8	–	MHz

記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
SR	スルーレート	パワーモード = low、15pF 負荷	1.1	2.4	–	V/µs
		パワーモード = medium、15pF 負荷	0.9	1.4	–	V/µs
		パワーモード = high、200pF 負荷	3	4.3	–	V/µs
e_n	入力雑音密度	パワーモード = high、V_{DDA} = 5V、100kHz にて	–	45	–	nV/sqrtHz

図

入力電圧雑音密度
T = 25°C、V_{DDA} = 5.0V、パワー = high



PSoC 5 DC/ AC 電気的特性

以下の値は特性データに基づいています。明記していない限り、仕様は、–40 °C ≤ T_A ≤ 85 °C および T_J ≤ 100 °C の条件で有効です。下表に別途記述がない限り、すべての Typ 値は、T_A = 25°C、V_{DDA} = 5.0V、パワー = High、出力はアナロググランド V_{SSA} 基準の条件です。

5.0V/3.3V DC 電気的特性

記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
V_I	入力電圧範囲		V_{SSA}	–	V_{DDA}	V
V_{OS}	入力オフセット電圧	動作温度 > 70 °C	–	–	3	mV
		動作温度 –40 °C～70 °C	–	–	2	mV

記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
TCVos	入力オフセット電圧の温度ドリフト		–	±12	±30	µV/°C
Ge1	利得誤差、電圧フォロワモード	負荷抵抗 = 1 kΩ	–	–	±0.1	%
C_{IN}	入力容量	ピンからの配線	–	–	18	pF
V_O	出力電圧範囲	1mA、吐き出しまたは吸い込み	V_{SSA} + 0.05	–	V_{DDA} – 0.05	V
I_{OUT}	出力電流、吐き出しまたは吸い込み	V_{SSA} + 500mV ≤ Vout ≤ V_{DDA} –500mV	10	–	–	mA
I_{DD}	無信号時電流	V_{SSA} + 50mV ≤ V_{OUT} ≤ V_{DDA} –500mV	–	1	2.5	mA
CMRR	同相信号除去比		80	–	–	dB
PSRR	電源電圧変動除去比		75	–	–	dB

5.0 V/3.3 V AC 電気的特性

記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
GBW	利得帯域幅積	200pF 負荷	3	–	–	MHz
SR	スルーレート	200pF 負荷	3	–	–	V/µs
e_n	入力雑音密度	V_{DDA} = 5V、100kHzにて	–	45	–	nV/sqrtHz

コンポーネントの変更

ここでは、過去のバージョンからコンポーネントに加えられた主な変更を示します。

バージョン	変更の説明	変更の理由 / 影響
1.70.a	PSoC 5 DC および AC 特性を追加	
1.70	PSoC 3 製品版の低パワーモード DRC エラーを削除	低パワーモードは PSoC 3 製品版でサポート
	実装された DRC エラーのため、PSoC 5 の高パワーモードのみが許容される	PSoC 5 では、高パワーモードのみをサポート
	Opamp_SetPower() API のエディットにより、PSoC 5 では高 パワーモードのみが許容される	

バージョン	変更の説明	変更の理由 / 影響
	デバッグ ウィンドウのサポートを追加	新機能を追加
1.60	GUI Configuration Editor を追加	使いやすくするために、ドロップダウンから 2 つのパラメータを設定できるように GUI を追加
	データシートに特性データを追加	
	データシートのマイナーな編集と更新	
1.50	Sleep/Wakeup (スリープ/ウェイクアップ) と Init/Enable (初期化/イネーブル) API を追加しました。	低パワーモードをサポートし、ほとんどのコンポーネントの初期化とイネーブル化の制御を分離する共通インターフェースを提供するため。

Copyright © 2005-2012 Cypress Semiconductor Corporation 本文書に記載される情報は、予告なく変更される場合があります。Cypress Semiconductor Corporation は、サイプレス製品に組み込まれた回路以外のいかなる回路を使用することに対しても一切の責任を負いません。特許又はその他の権限下で、ライセンスを譲渡又は暗示することもありません。サイプレス製品は、サイプレスとの書面による合意に基づくものでない限り、医療、生命維持、救命、重要な管理、又は安全の用途のために仕様することを保証するものではなく、また使用することを意図したものでもありません。さらにサイプレスは、誤動作や故障によって使用者に重大な傷害をもたらすことを合理的に予想される、生命維持システムの重要なコンポーネンツとしてサイプレス製品を使用することを許可していません。生命維持システムの用途にサイプレス製品を供することは、製造者がそのような使用におけるあらゆるリスクを負うことを意味し、その結果サイプレスはあらゆる責任を免除されることを意味します。

PSoC Designer™ 及び Programmable System-on-Chip™は、Cypress Semiconductor Corp.の商標、PSoC®は同社の登録商標です。本文書で言及するその他全ての商標又は登録商標は各社の所有物です。

全てのソースコード(ソフトウェア及び/又はファームウェア)は Cypress Semiconductor Corporation (以下「サイプレス」)が所有し、全世界(米国及びその他の国)の特許権保護、米国の著作権法並びに国際協定の条項により保護され、かつそれらに従います。サイプレスが本書面によるライセンシーに付与するライセンスは、個人的、非独占的かつ譲渡不能のライセンスであって、適用される契約で指定されたサイプレスの集積回路と併用されるライセンシーの製品のみをサポートするカスタムソフトウェア及び/又はカスタムファームウェアを作成する目的に限って、サイプレスのソースコードの派生著作物を複製、使用、変更、そして作成するためのライセンス、並びにサイプレスのソースコード及び派生著作物をコンパイルするためのライセンスです。上記で指定された場合を除き、サイプレスの書面による明示的な許可なくして本ソースコードを複製、変更、変換、コンパイル、又は表示することは全て禁止されます。

免責条項:サイプレスは、明示的又は黙示的を問わず、本資料に関するいかなる種類の保証も行いません。これには、商品性又は特定目的への適合性の黙示的な保証が含まれますが、これに限定されません。サイプレスは、本文書に記載される資料に対して今後予告なく変更を加える権利を留保します。サイプレスは、本文書に記載されるいかなる製品又は回路を適用又は使用したことによって生ずるいかなる責任も負いません。サイプレスは、誤動作や故障によって使用者に重大な傷害をもたらすことが合理的に予想される生命維持システムの重要なコンポーネンツとしてサイプレス製品を使用することを許可していません。生命維持システムの用途にサイプレス製品を供することは、製造者がそのような使用におけるあらゆるリスクを負うことを意味し、その結果サイプレスはあらゆる責任を免除されることを意味します。

ソフトウェアの使用は、適用されるサイプレスソフトウェアライセンス契約によって制限され、かつ制約される場合があります。