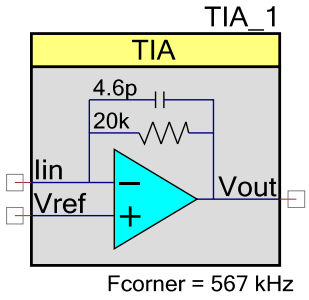
トランスインピーダンスアンプ (TIA)
1.80

特長



- 選択可能な変換利得
- 選択可能なコーナー周波数
- 容量性入力信号源の補償
- 調整可能な駆動電力設定
- 選択可能な入力基準電圧

概要

トランスインピーダンスアンプ (TIA) コンポーネントは、抵抗利得とユーザが選択する帯域幅を持つ、オペアンプベースの電流電圧変換アンプを提供します。これは SC/CT ブロックから作られます。

TIA は外部電流を電圧に変換するために使用されます。一般的な用途としては、フォトダイオードなど電流出力型センサの測定があります。TIA の変換利得は抵抗値として表されます。選択可能な範囲は 20kΩ から 1.0MΩ です。フォトダイオードなどの電流出力センサは、かなりの出力容量を持つことがよくあります。このため、安定性を保証するために、TIA に帰還容量が必要です。TIA には、この要求を満たし、広帯域雑音を減らすために帯域幅を制限するプログラム可能な帰還コンデンサがあります。

入出力の接続

ここでは、TIA 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。

Iin – アナログ

Iin は入力信号端子です。これはグローバル入力からの電流の合計であり、電流出力 DAC からの信号が含まれる場合があります。

注 この端子名は `Iin` (大文字の `i`) であり、`lin` (小文字の `l`) ではありません。

Vref – アナログ

Vref は基準信号の入力端子です。この基準は、内部リファレンス、内部 VDAC 出力、または外部信号の場合があります。

Vout – アナログ

Vout は出力信号端子です。Vout は、次の式で求めることができます。ここで、R_{FB} は帰還抵抗です:

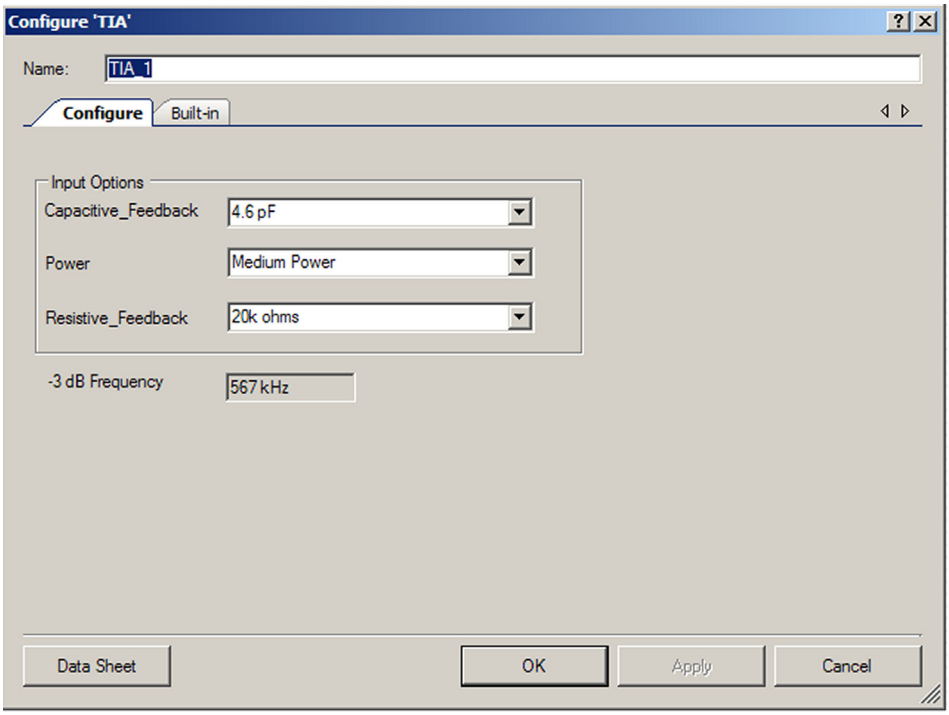
$$Vout = Vref – Iin \times R_{FB}$$

正の電流(信号源から)は、Vref に関して負の出力電圧になります。

負の電流(信号源へ)は、Vref に関して正の出力電圧になります。

コンポーネントパラメータ

TIA 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。



Capacitive_Feedback

これは TIA の帰還容量を設定します。帰還容量は **None** (なし)、**1.3 pF**、**3.3 pF**、または **4.6 pF** (初期値)に設定できます。TIA の –3dB 周波数は、帰還抵抗と帰還容量の積によって計算されます。

Power

TIA の駆動電力の初期値を設定します。駆動電力は、TIA が入力信号の変化に応答する速度を決定します。**Minimum Power** (最小)、**Low Power** (低)、**Medium Power** (中、初期値)、**High Power** (高)の 4 つの電力設定があります。**Minimum Power** 設定は、最も遅い応答時間になり、**High Power** 設定は最も速い応答時間になります。**Minimum** および **Low Power** 設定は駆動電流が小さいため、低い帰還抵抗には適しません。

Resistive_Feedback

これは TIA の帰還抵抗を設定します。帰還抵抗は、次の値から選択できます (単位はオーム): 20k (初期値)、30k、40k、80k、120k、250k、500k、1000k。

-3 dB Frequency

このコンボボックスは、計算された帯域幅を表示します。この値は、**Resistor_Feedback** の値、**Capacitive_Feedback** の値および **Power** 設定によって異なります。

リソース

TIA は 1 つの SC/CT ブロックを使用します。一般的に、Vref 入力は、基準電圧源、VDAC 出力、または GPIO 経由で外部から供給される電圧に配線されます。

	デジタルブロック					API メモリ(バイト)		
アナログブロック	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	ピン(外部入出力ごと)
1 SC/CT Fixed HW block	該当せず	該当せず	該当せず	該当せず	該当せず	352	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"TIA_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"TIA"というインスタンス名を使用します。

関数	機能
TIA_Start()	TIA の電源を入れます。
TIA_Stop()	TIA の電源を切ります。
TIA_SetPower()	駆動電力を 4つのレベルのいずれかに設定します。
TIA_SetResFB()	帰還抵抗を 8つの値のいずれかに設定します。
TIA_SetCapFB()	帰還容量を 4つの値のいずれかに設定します。
TIA_Sleep()	動作を停止し、ユーザ設定を保存します。
TIA_Wakeup()	ユーザー設定を復元し、有効にします。
TIA_Init()	初期化または TIA の初期設定を復元します。
TIA_Enable()	TIA を有効にします。
TIA_SaveConfig()	空の関数。将来使用するために予約されています。
TIA_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
TIA_initVar	TIA 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 TIA_Start() が呼び出されると 1 にセットされます。これにより、TIA_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には、TIA_Start() または TIA_Enable() 関数の前に、TIA_Init() 関数を呼び出します。

void TIA_Start(void)

説明: コンポーネントの初期化に必要な処理を実行し、アンプに電源を供給します。最初にこのルーチンが実行される時は、帰還抵抗、帰還容量、駆動電力が各々の初期値に設定されます。TIA_Stop() 呼び出しの後に TIA の再起動のためにこの関数を呼び出すと、現在のコンポーネントパラメータ設定が保持されます。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: なし

void TIA_Stop(void)

説明: TIA の電源を切り、出力を無効にします。

注 PSoC 3 ES2 および PSoC 5 シリコンでこの API を使用することは推奨されません。これらのデバイスは、電源が切れている場合、アナログリソースへの接続が不安定になる欠陥があります。不安定な状態とは、そのリソースを使用しているコンポーネントが停止した際に、サイレントな欠陥 (例:アナログコンポーネントの予期しない動作不良) という形で現れます。このシリコンを使用する場合、設計に含まれる全てのアナログコンポーネントは(例えば TIA_Start() など、それぞれの _Start() API を呼び出して)常に電源が入っている必要があります 。TIA_Stop() API を呼び出さないでください。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: 帰還抵抗、帰還容量、駆動電力の設定には影響しません

void TIA_SetPower(uint8 power)

説明: 駆動電力を minimum、low、medium または high のいずれかに設定します。

パラメータ: uint8 power: 有効な駆動電力設定については、次の表を参照してください。

パラメータ	電力設定
TIA_MINPOWER	最低の駆動電力と最も遅い応答時間
TIA_LOWPOWER	低駆動電力と速度
TIA_MEDPOWER	中駆動電力と速度
TIA_HIGHPOWER	最高の駆動電力と最も速い応答時間

返り値: なし

注意事項: なし

(void) TIA_SetResFB(uint8 res_feedback)

説明: アンプの帰還抵抗を設定します。

パラメータ: uint8 res_feedback: 有効な帰還抵抗設定については、次の表を参照してください。

パラメータ	利得設定
TIA_RES_FEEDBACK_20K	帰還抵抗 = 20k
TIA_RES_FEEDBACK_30K	帰還抵抗 = 30k
TIA_RES_FEEDBACK_40K	帰還抵抗 = 40k
TIA_RES_FEEDBACK_80K	帰還抵抗 = 80k
TIA_RES_FEEDBACK_120K	帰還抵抗 = 120k
TIA_RES_FEEDBACK_250K	帰還抵抗 = 250k
TIA_RES_FEEDBACK_500K	帰還抵抗 = 500k
TIA_RES_FEEDBACK_1000K	帰還抵抗 = 1000k

返り値: なし

注意事項: なし

(void) TIA_SetCapFB(uint8 cap_feedback)

説明: アンプの帰還容量を設定します。

パラメータ: uint8 cap_feedback: 有効な帰還容量設定については、次の表を参照してください。

パラメータ	利得設定
TIA_CAP_FEEDBACK_NONE	帰還容量なし
TIA_CAP_FEEDBACK_1_3PF	帰還容量 = 1.3pF
TIA_CAP_FEEDBACK_3_3PF	帰還容量 = 3.3pF
TIA_CAP_FEEDBACK_4_6PF	帰還容量 = 4.3pF

返り値: なし

注意事項: なし

void TIA_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 API です。TIA_Sleep() 関数は、現在のコンポーネントの状態を保存します。続いて TIA_Stop() 関数を呼び出し、TIA_SaveConfig() を呼び出してハードウェア設定を保存します。

CyPmSleep() および CyPmHibernate() 関数を呼び出す前に、TIA_Sleep() 関数を呼び出してください。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 TIA_Wakeup(void)

説明: これは、コンポーネントを TIA_Sleep() が呼び出されたときの状態に復元するのに推奨されるルーチンです。TIA_Wakeup() 関数は、設定を復元するために TIA_RestoreConfig() 関数を呼び出します。TIA_Sleep() 関数が呼び出される前にコンポーネントが有効になっている場合、TIA_Wakeup() 関数もコンポーネントを再び有効にします。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: あらかじめ TIA_Sleep() または TIA_SaveConfig() 関数を呼び出すことなく TIA_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 TIA_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。TIA_Start() ルーチンが TIA_Init() 関数を呼び出すので、この関数を呼び出す必要はありません。これはコンポーネントの動作を開始する際に推奨される方法です。

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 TIA_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。TIA_Start() ルーチンが TIA_Enable() 関数を呼び出すので、この関数を呼び出す必要はありません。これはコンポーネントの動作を開始する際に推奨される方法です。

パラメータ: なし

返り値: なし

注意事項: なし

void TIA_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 TIA_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

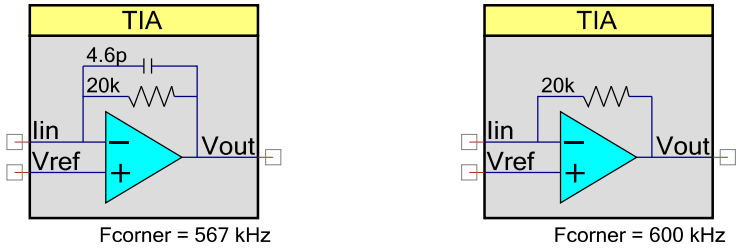
PSoC Creator は、Find Example Project ダイアログに、回路図およびサンプルコードを含む多くのサンプルプロジェクトを提供しています。コンポーネント特有のサンプルを見るには、Component Catalog または回路図に置いたコンポーネントインスタンスからダイアログを開きます。一般的なサンプルについては、Start Page または **File** メニューからダイアログを開きます。必要に応じてダイアログにある **Filter Options** を使用し、選択できるプロジェクトのリストを絞り込みます。

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

機能の詳細

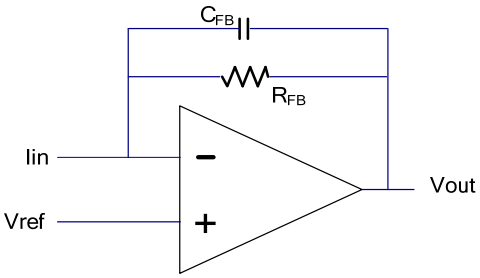
TIA は汎用 SC/CT ブロックから構成されます。トポロジーは、出力から反転入力へ、選択可能な帰還抵抗を持ったオペアンプです。オプションとして、選択可能な帰還容量を出力と反転入力の間に接続することもできます。図 1 に、考えられる 2 つの TIA の構成を示します。

図 1. TIA の構成



出力電圧は、R_{FB} 帰還抵抗を調節することによって制御されます (図 2 を参照)。R_{FB} は、パラメータ ダイアログまたは TIA_SetResFB() API 関数を使用して 20k から 1000k オームの 8 つの値のいずれかに設定できます。

図 2. TIA 回路図



DC 出力レベルは、電流を Iin 端子に加えることにより調節できます。(端子への) 正の電流 は出力を負にし、(端子から吸い込まれる) 負の電流は出力を正にします。電流源は内部 DAC の場合もあります。

アンプの帯域幅は、帰還抵抗 R_{FB} と R_{FB} に並列に接続されるコンデンサの相互作用によって決定されます。帰還容量 C_{FB} は、パラメータ ダイアログまたは TIA_SetCapFB() API 関数を使用して、4 つの値のいずれかに設定できます。

アンプの –3dB 周波数は:

$$Freq - 3dB = 1/(2\pi R_{FB} C_{FB})$$

PSoC 3 DC/ AC 電気的特性

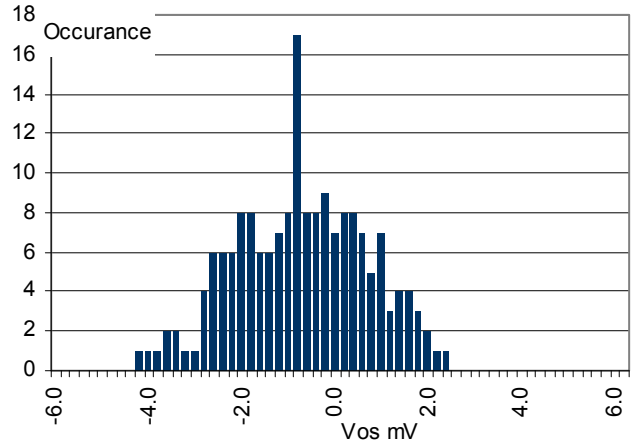
以下の値は、期待される性能を示しており、初期特性データを基にしています。下の表で別途指定されている場合を除き、すべての T_A = 25°C、V_{DDA} = 5.0V、High Power 、オペアンプバイアス LOW、出力の基準電位は 1.024V です。

TIA DC仕様

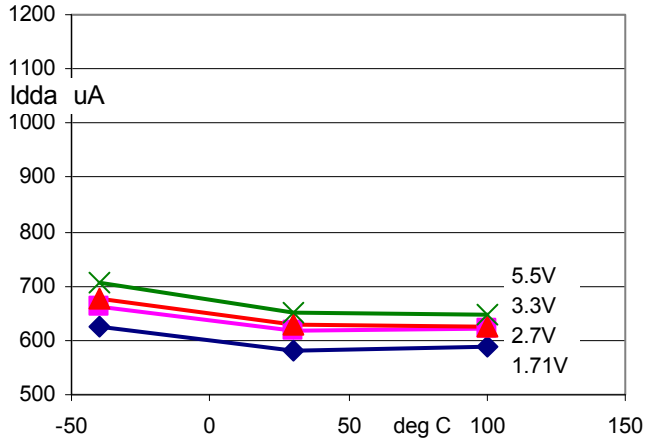
記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
V_{IOFF}	入力オフセット電圧		–	3.5	10	mV
Rconv	変換抵抗	R = 20k、40pF 負荷	15	–	27	kΩ
		R = 30k、40pF 負荷	22.5	–	40.5	kΩ
		R = 40k、40pF 負荷	30	–	54	kΩ
		R = 80k、40pF 負荷	60	–	108	kΩ
		R = 120k、40pF 負荷	90	–	162	kΩ
		R = 250k、40pF 負荷	187	–	338	kΩ
		R = 500k、40pF 負荷	375	–	675	kΩ
		R = 1M、40pF 負荷	750	–	1350	kΩ
	無信号時電流		–	0.9	2.0	mA

図

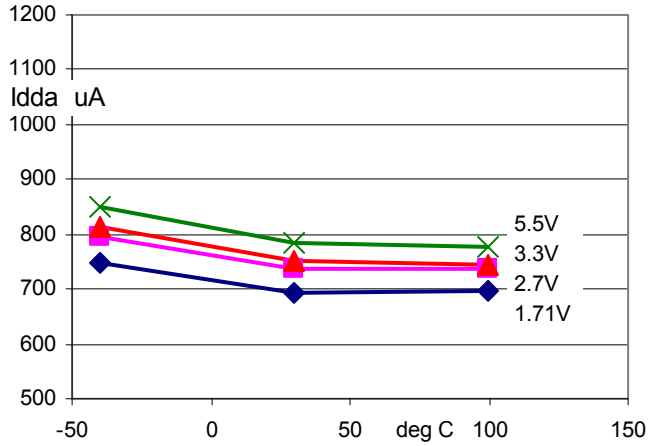
オフセット電圧のヒストグラム



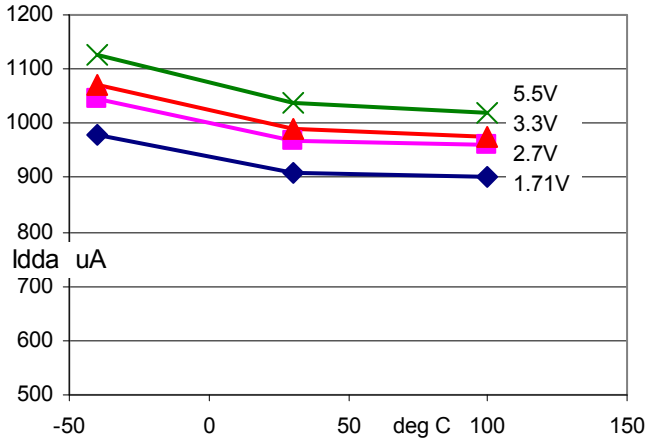
標準動作電流ー温度、電力 = Minimum



標準動作電流－温度、電力 = Low



標準動作電流－温度、電力 = High

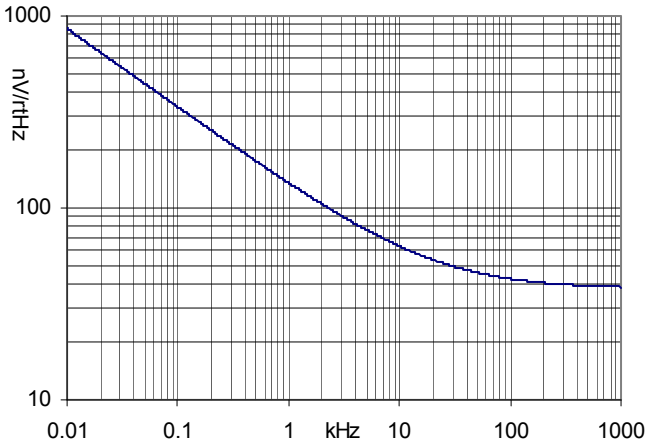


TIA AC仕様

記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
BW	入力帯域幅(–3dB)	R = 200k、20pF 負荷	1600	–	–	kHz
		R = 120k、20pF 負荷	240	–	–	kHz
		R = 1M、20pF 負荷	25	–	–	kHz
		R = 20k、40pF 負荷	1500	–	–	kHz
		R = 120k、40pF 負荷	240	–	–	kHz
		R = 1M、40pF 負荷	25	–	–	kHz

図

雑音電圧、V_{DDA} = 5.0V、Power = High



PSoC 5 DC/ AC 電気的特性

以下の値は、期待される性能を示しており、初期特性データを基にしています。下の表で別途指定されている場合を除き、すべての T_A = 25°C、V_{DDA} = 5.0V、High Power 、オペアンプバイアス LOW、出力の基準電位は 1.024V です。

注 特性表は、今後のシリコン特性評価結果に従って更新されます。

TIA DC仕様

記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
V_{IOFF}	入力オフセット電圧		–	–	20	mV
R_{CONV}	変換抵抗	R = 20k、40pF 負荷	–25	–	+35	%
		R = 30k、40pF 負荷	–25	–	+35	%
		R = 40k、40pF 負荷	–25	–	+35	%
		R = 80k、40pF 負荷	–25	–	+35	%
		R = 120k、40pF 負荷	–25	–	+35	%
		R = 250k、40pF 負荷	–25	–	+35	%
		R = 500k、40pF 負荷	–25	–	+35	%
		R = 1M、40pF 負荷	–25	–	+35	%
	無信号時電流		–	1.1	2	mA

TIA AC仕様

記号	項目	条件	Min	Typ	Max	単位
BW	入力帯域幅(–3dB)	R = 20k、40pF 負荷	1000	–	–	kHz
		R = 120k、40pF 負荷	230	–	–	kHz
		R = 1M、40pF 負荷	23	–	–	kHz

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
1.80	V_{DDA} が 2.7V 未満の場合にチャージ ポンプを有効にするため、ソースファイルを変更	チャージ ポンプは 2.7V 未満で有効にされる必要がある

バージョン	変更の説明	変更の理由 / 影響
	PSoC 5 の DC および AC 電気特性データをデータシートに追加	
1.70	TIA_Stop() API を PSoC 5 用に変更	PSoC 5 でコンポーネントが停止された場合に、独立したアナログ信号に影響を与えないようにするため変更が必要
	デバッガ ツール ウィンドウのサポートを追加	
	抵抗 defines の下位互換性を追加	TIA_1_10 に下位互換性を与えるため。
1.60	[Configure] ダイアログが更新されました。	専用のインターフェースが作成されました。Bandwidth (帯域幅) 表示をサポートするために、計算された帯域幅がカスタマイザに追加されました。
	Min-vdda パラメータを削除	min Vdda のパラメータが不要になりました。コンポーネントは電圧設定を自動認識して、ブロック内部スイッチ ポンプを設定します。
	TIA コンポーネント記号を更新	Resistive Feedback、Capacitive Feedback、Fcorner 値を反映するように、TIA コンポーネント記号が更新されました。
	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。	ローパワー・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。
	TIA パラメータ プルダウン値は昇順で再整列されます。	TIA パラメータ プルダウン値は昇順ではありません。80k オームの後に 1000k オームがきます。値を再整列しました。
	マイナス記号が '+' 記号の横棒と同じ長さになるように変更されました。	マイナス記号が業界標準を満たすように更新されました。
	PSoC 3 Production シリコンおよび PSoC 5 ES2 シリコン以降のチャージ ポンプ クロックが正常に有効化されるように、条件文が更新されました。	チャージ ポンプ クロックが正しく有効化されていなかったので、SC ブロックが機能していませんでした。

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。