

オートノマスアナログでオーディオおよびボイス向けの低電力シグナルチェーンが可能に

概要

アナログMEMS マイクロフォンは、低コストで低電力消費なため、オーディオおよびボイスアプリケーションで広く使用されています。ただし、アナログ出力のマイクロフォンは外付けの信号調整、音響活動検出および、アナログデジタル変換回路が必要です。シグナルチェーンを統合したマイクロコントローラーでは、シグナルチェーンを構成するブロックの音響活動検出と電源サイクルが、通常CPUで行われます。したがって、CPUとサポート回路(レギュレーター、高周波クロックなど)は、これらの機能を実行するために定期的にウェイクアップする必要があります。これにより、システム全体の消費電力が増加します。常時オン状態でのオーディオシグナルチェーンの低消費電力化の必要性によって、アナログシグナルチェーンの制御方法が進化してきました。オートノマスアナログと呼ばれるこれらの進化した技術は、PSOC™ Edge デバイスに実装されています。オートノマスアナログは、低消費電力で、再構成が可能、ミックスドシグナル、コンディショニングおよびセンシング技術、応答システムを備えており、CPUから独立して動作します。

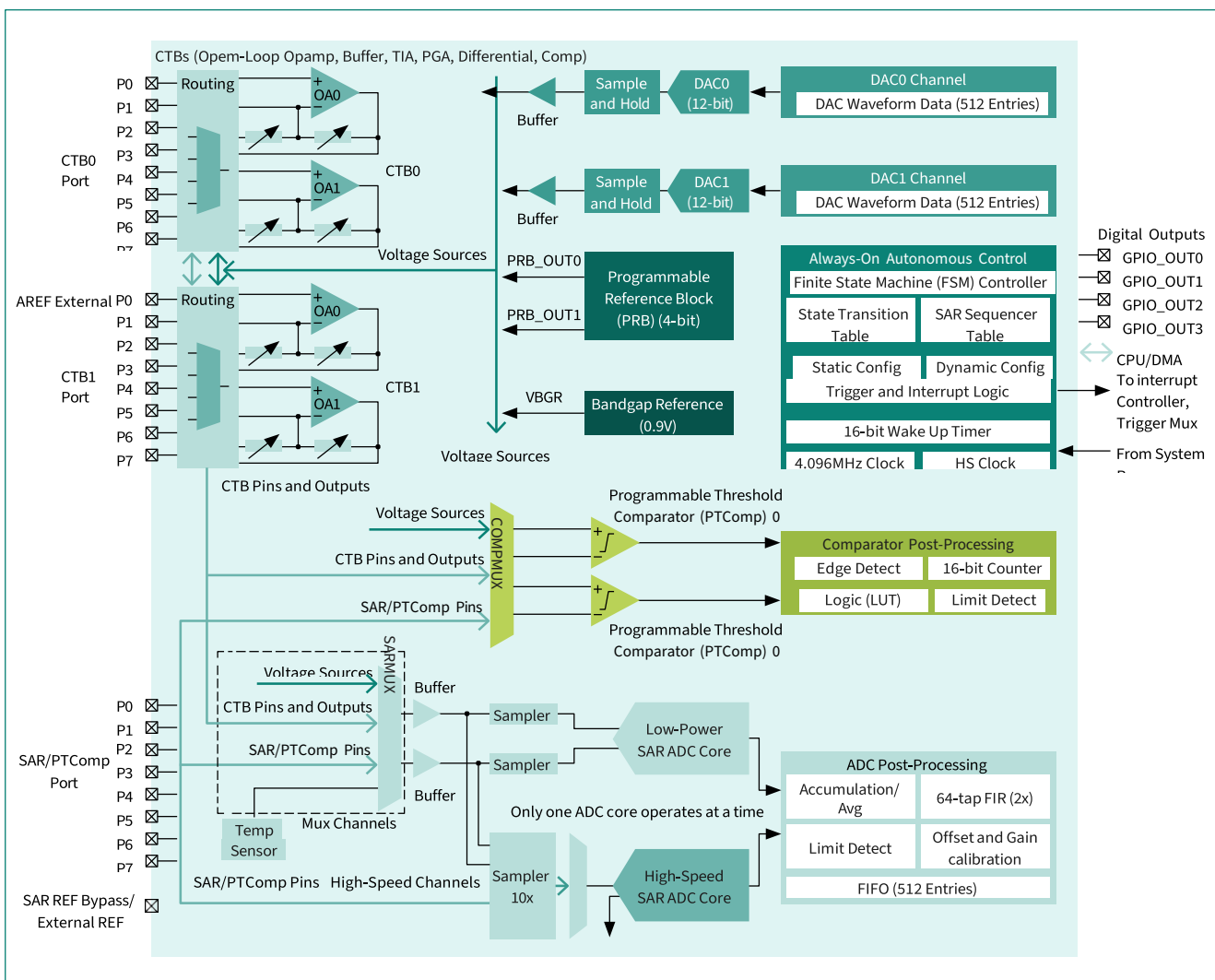


図1 オートノマスアナログ

オートノマスアナログ機能には、さまざまなアナログフロントエンド機能、DAC、ADC、コンパレータ、プログラマブルリファレンスブロック (PRB)、デジタルポストプロセッサなどを実行できるプログラム可能なオペアンブ (CTB)、が統合されています。これらのブロックは、オートノマスコントローラーと呼ばれるCPUに依存しないステートマシンによって制御されます。オートノマスコントローラーのアーキテクチャは、使い勝手の良いプログラム可能な状態遷移表を中心に構築されており、ユーザーが定義した設定に基づいてアナログ部品を動的に構成しています。ソフトウェアの余分な負荷を最小限に抑えます。電力を節約するため、オートノマスコントローラーはデバイスのディープスリープモードで動作します。これにより、システムはアナログ部品を監視し、通常の電力消費のうちの僅かな電力で、データの収集と前処理を実行します。

目次

概要.....	1
1 オートノマスアナログによるオーディオ / ボイス シグナルチェーン	4
2 音響活動検出.....	4
3 データ収集	4
4 発話開始検出.....	5
5 拡張性.....	5

1 オートノマスアナログによるオーディオ / ボイス シグナルチェーン

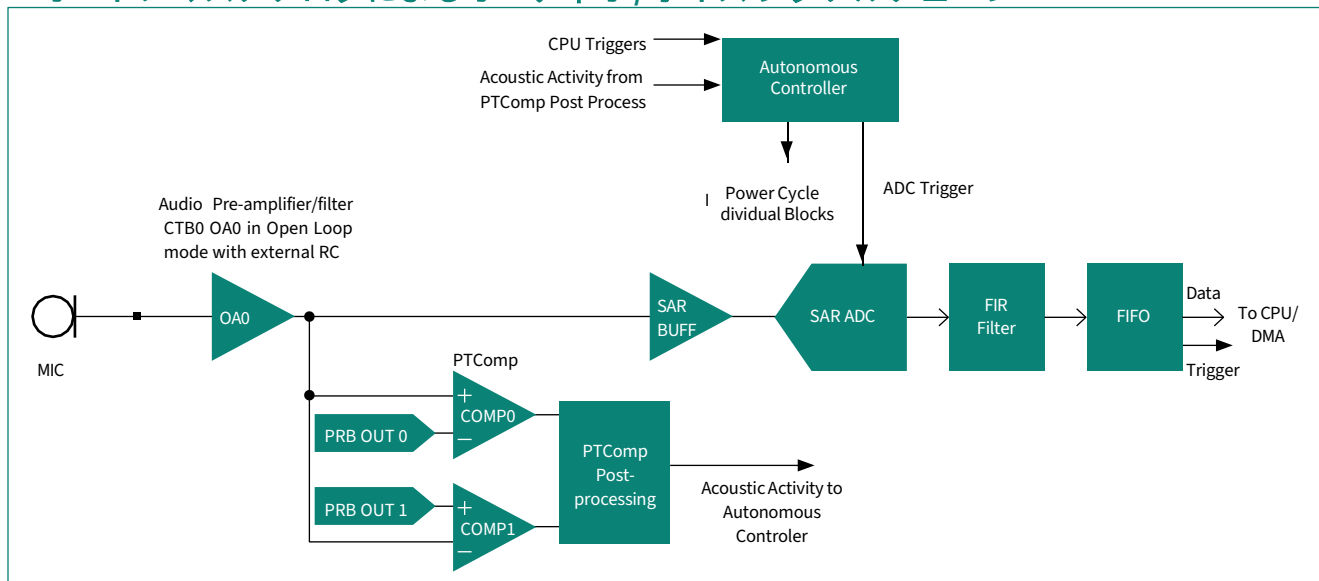


図2 オーディオ / ボイス シグナルチェーン

図2は、オートノマスアナログを使用して実装した音響活動検出を伴う、一般的なアナログMEMSマイクロフォンのシグナルチェーンを示しています。プログラム可能なオペアンプの一つが、マイク出力のプリアンプおよびフィルターを形成します。音響活動検出は、二つのプログラム可能な閾値コンパレータ (PTComp) とにてデジタルポスト処理によって実行されます。

2 音響活動検出

音響活動検出によって、マイクロフォンのアナログ信号の振幅と周波数帯域が分析されます。信号が適切にバイアスをかけられた電圧値まで増幅した後、信号はプログラム可能な閾値コンパレータの入力の一つに送られます。もう一方のコンパレータの入力は、プログラム可能なリファレンスブロック (PRB) に接続されます。

信号の振幅を分析するために、PRBをマイクロフォンのバイアス電圧よりわずかに高い、もしくは低い閾値に設定します。コンパレータは、信号が閾値より高くなるか低くなるかを検出するように設定できます。デジタルポストプロセッサは、コンパレータの出力が特定の時間枠で高くなるサイクル数をカウントします。サイクル数のカウントがある値より高ければ、マイクロフォン信号は次のステージをトリガーするのに十分なエネルギーを持っています。

周波数帯域を分析するには、PRBをマイクロフォンのバイアス電圧に最も近い閾値に設定します。コンパレータは、マイクロフォンが閾値を超えるサイクルを検出するように設定できます。その後、デジタルポストプロセッサが特定の時間枠におけるクロス数をカウントします。この手法は一般にゼロクロス率評価と呼ばれます。カウント数がある値より小さければ、それは信号の周波数が低いことを意味し、ボイス周波数帯域内にある可能性があります。これが次の段階のトリガーとなります。

振幅とゼロクロス率評価の二つの方法は、ボイス信号にボイスシグネチャーがあるかどうかを判断するために併用できます。その場合、SAR ADCがマイクロフォン信号のサンプリングを開始できるように、信号がオートノマスコントローラーに送られます。この段階で、プログラム可能な閾値コンパレータを停止します。

3 データ収集

オートノマスコントローラーは、音響活動検出からトリガーを受け取ると、ADCを有効にし、サンプリングを開始します。または機械学習アプリケーションでは、一般的なサンプルレートは16kspsです。必要なサンプルレートは、デバイスのディープスリープモードでADCが到達できる最大200kspsよりもはるかに低くなります。

このシナリオでは、電力を節約するためにADCを二つの連続するサンプルの間でパワーサイクルさせる必要があります。一般的なマイクロコントローラーでは、CPUがこの目的に使用されるため、デバイスは1秒間に16,000回、アクティブモードに入る必要があります(アクティブレギュレータや高周波クロックなどもオンにします)。オートノマスアナログでは、オートノマスコントローラーがそれぞれのアナログブロックのパワーサイクリングを実行します。オートノマスコントローラーはディープスリープモードでADCをパワーサイクルするので、最大512サンプルを保存できるFIFOがほぼ一杯になり、CPUまたはDMAによって読み出す準備ができるまで、デバイスはアクティブモードに入る必要がありません。閾値コンパレータ(PTComp)とその後の処理、データ収集モードへの切り替え、ADCサンプリング/パワーサイクリングなど、シーケンス全体は、アクティブモードに切り替えてCPUを関与させることなく、すべてディープスリープモードで行われます。

4 発話開始検出

ADC FIFOからデータが読み出されると、CPUは発話開始検出(SOD)のような高度なデジタル信号処理を行うことができます。このアルゴリズムは、音響活動検出を改良したものです。変化する「静止」ノイズレベルに適応し、「ノイズのみ」の期間をモニターして「発話に似た」信号を識別できます。このアルゴリズムでは、動作の終了は指定されず、あらかじめ指定された「無音」の後に発話の始まりが指定されるだけです。発話が始まったことを検知すると、CPUは次のステージを実行します。一般的にリスニング機能の一部として、言語検知アルゴリズムを起動します。

5 拡張性

オーディオだけでなく、オートノマスアナログは豊富な機能を持つプログラム可能なブロックを使って、他の多くのシグナルチェーンを統合できます。ウェアラブルヘルスアプリケーション向けの追加のアナログマイクロフォンやシグナルチェーンも簡単に統合できます。図3はオートノマスアナログで実装されたオーディオと光電容積脈波受信(PPG-RX)シグナルチェーンの組み合わせを示しています。

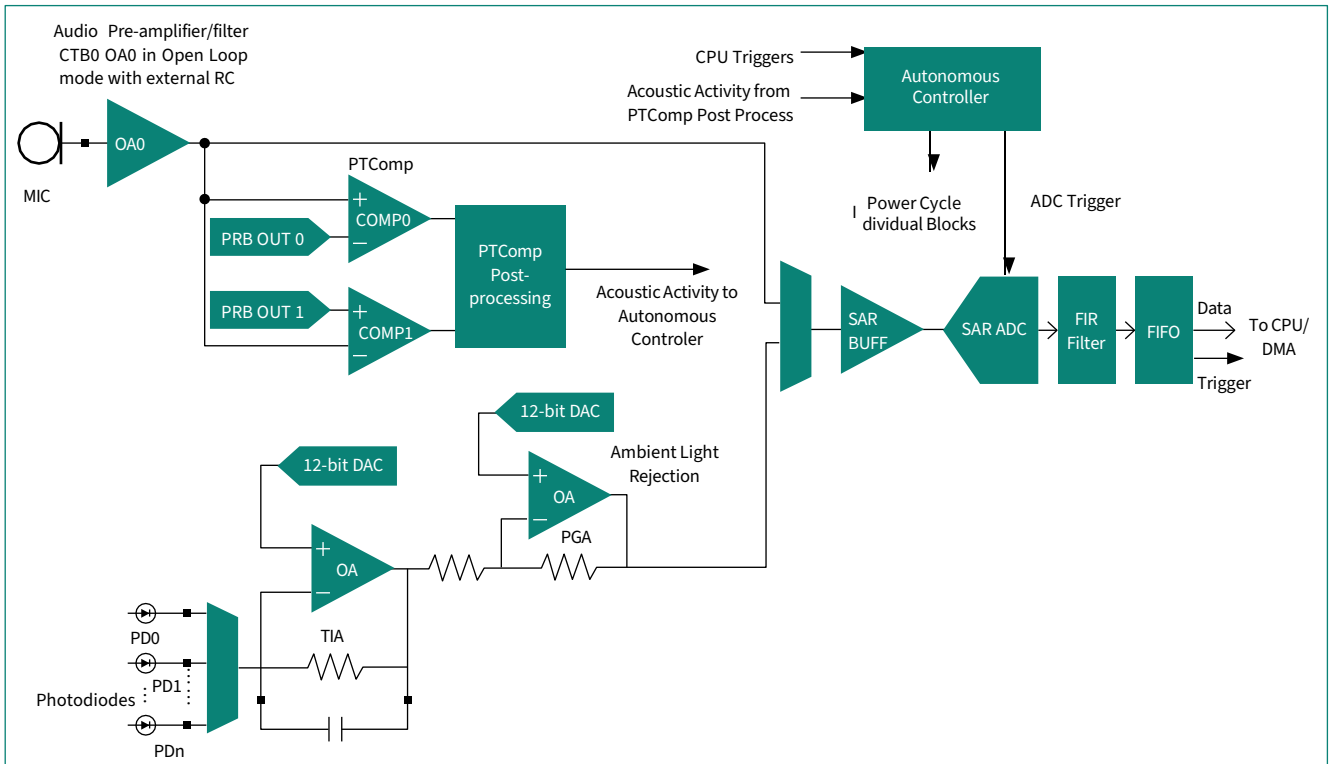


図3 光電容積脈波受信(PPG-RX)を備えたオーディオ

PPG-RXは二つの追加プログラマブルオペアンプを使用します。一つは、トランスインピーダンスアンプ(TIA)として、もう一つはプログラマブルゲインアンプ(PGA)として使用します。二つの12ビットDACがバイアスおよび環境光除去に使用されます。オーディオシグナルチェーンと同様に、オートノマスアナログはLEDドライバーに信号を送り、フォトダイオードフロントエンドをパワーサイクルし、データを取得、ディープスリープモードで周囲の光を拒絶することができます。

Published by
Infineon Technologies AG
Am Campeon 1-15, 85579 Neubiberg
Germany

© 2023 Infineon Technologies AG.
All rights reserved.

Public

Date: 10/2023



Stay connected!



Scan QR code and explore offering
www.infineon.com

Please note!

This Document is for information purposes only and any information given herein shall in no event be regarded as a warranty, guarantee or description of any functionality, conditions and/or quality of our products or any suitability for a particular purpose. With regard to the technical specifications of our products, we kindly ask you to refer to the relevant product data sheets provided by us. Our customers and their technical departments are required to evaluate the suitability of our products for the intended application.

We reserve the right to change this document and/or the information given herein at any time.

Additional information

For further information on technologies, our products, the application of our products, delivery terms and conditions and/or prices, please contact your nearest Infineon Technologies office (www.infineon.com).

Warnings

Due to technical requirements, our products may contain dangerous substances. For information on the types in question, please contact your nearest Infineon Technologies office.

Except as otherwise explicitly approved by us in a written document signed by authorized representatives of Infineon Technologies, our products may not be used in any life-endangering applications, including but not limited to medical, nuclear, military, life-critical or any other applications where a failure of the product or any consequences of the use thereof can result in personal injury.