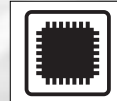


CMOSアナログICの 実用設計

吉田晴彦

第 1 回

アナログIC開発者が知っておくべき「設計手順と勘所」



デバイスの記事



ビギナーズ

CMOSアナログICの実際の設計ドキュメントが雑誌記事として掲載されることは、今回が初めてではないと思われる。SoC(system on chip)開発現場の不具合の原因として、「機能、論理エラー」が43%と一番多いが、「アナログ回路の不良」は20%と2番目に多いという。アナログIC開発者が知っておかなくてはならないICの設計手順、回路設計、レイアウト設計、特性評価などについて、最終製品になるまでを具体的に紹介していく。

(編集部)

0. これから開発するPWM制御ICとは

学生や若手エンジニアの教材となるようなCMOS(complementary metal oxide semiconductor)アナログIC「PWM01」の開発を、インパルス、新日本無線、CQ出版社の3社(写真1)により行うこととなりました。この開発過程



写真1 プロジェクト・メンバー

CMOSアナログICの技術者育成を目的に教科書や教材の作成を目指す。

を盛り込み、CMOSアナログICの開発事例を紹介していきます。なお、このIC(PWM01)は現在開発中なので、現時点では読者からの質問にお答えできないことをご承知おきください。

まず、アナログIC開発者が知っておくべき「設計手順と勘所」、「レイアウト手順と勘所」、「評価、およびIC設計者に必要な能力」などを中心に、一般的なアナログICの仕様検討から製造ラインに量産移管されるまでの製品開発の流れについて説明します。その後、実際にPWM01の開発を行い、回路設計やレイアウト設計、特性評価などの開発過程を説明していきます。

製作するPWM01は、アナログ方式のPWM制御フルブリッジ・インバータ、コンバータ用コントローラICです。図1に示すように、アナログICの基本回路であるOPアンプ、コンパレータ、発振器、基準電圧源、レギュレータなどから構成されます。

スイッチング・アンプを作成するときは、フルブリッジ&ドライバ(full bridge & driver)の出力からフィードバックをかける手法が一般的です。しかし、PWM01の構成ではLCフィルタの出力からフィードバックをかけることができるので、出力(負荷)側から見ると、より安定なフィードバックを施すことができます。回路は複雑になりますが、LCフィルタによって発生するひずみ、出力インピーダンス、高域周波数特性などの変動を抑制し、ロバスト性の高いスイッチング・パワー・アンプが実現できます。

また、状態フィードバック制御^{注1}とPI制御^{注2}による高精度で安定な制御、3値(ダブル・キャリア)三角波PWM

KeyWord

CMOSアナログIC, PWM01, インバータ, コンバータ, 状態フィードバック制御, PI制御, ES, CS, 熱抵抗, 開発仕様書, 開発スケジュール, SPICE, 回路接続情報, ブレッド・ボード, キット・パーツ

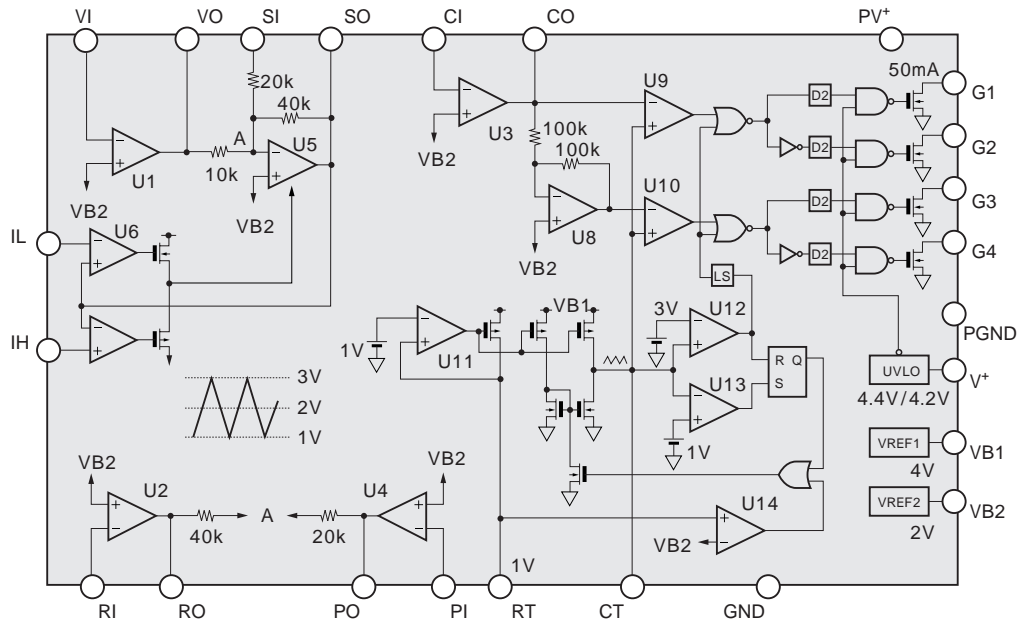


図1
アナログ方式のPWM制御フルブリッジ・インバータ、コンバータ用コントローラIC PWM01の等価回路

PWM制御のコントローラ・アナログICの基本回路であるOPアンプ、コンパレータ、発振器、基準電圧源、レギュレータなどから構成される。

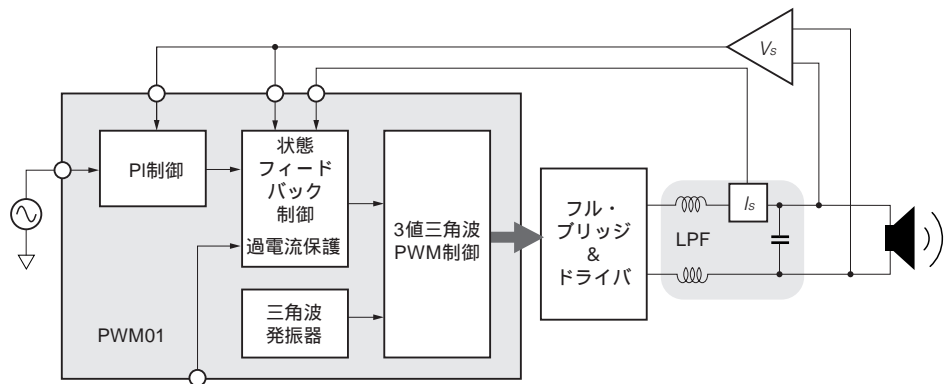


図2
オーディオ用D級パワー・アンプの構成例

PWM01は、状態フィードバック制御とPI制御による高精度で安定な制御、3値三角波PWM制御、定電圧垂下特性の過電流保護などの特徴がある。ここでは、オーディオD級パワー・アンプの応用例を示す。

制御、定電流垂下特性の過電流保護などの特徴があり、工業用スイッチング・パワー・アンプ、AC-DC電源装置、UPS(uninterruptible power supply)、バイポーラ電源、オーディオ用D級パワー・アンプ(図2)などへの応用が可能です。

1. アナログIC開発における開発フロー

新しいICが企画され、それが実際に設計、製造され、製

品として市場に出ていくまでには、どのような手順で開発が進められていくのでしょうか。

一般的なアナログICの開発フローを図3に示します。ICの開発には、市場や顧客の要求に基づいての仕様検討から、製品開発が完了し製造ラインに量産移管されるまでの過程があります。この開発フローの中でIC設計者が主に携わるのは、灰色部分の仕様検討・開発計画立案、回路設計、レイアウト設計、および試作ICの特性評価です。

特性評価は「先行評価」と「総合特性評価」に分けて行います。先行評価を行う理由は、総合特性評価を行うためには最終製品形態であるモールド・パッケージへの組み立てを行う必要があり、その組み立てに1~2週間程度の期間を要するため、先行してウェハ状態、もしくはセラミック・パッケージに試作チップを搭載し、評価(写真2)を行

注1: 状態フィードバック制御とは、電気回路などの制御対象の内部状態(電流、電圧など)を検出しフィードバックすることで、負荷の変動などによって生じる特性の変化を最小化し、制御ループを安定にすること。
注2: PI制御とは、P制御(比例制御)とI制御(積分制御)を併用したフィードバック制御のこと。比例動作だけでは偏差をなくすことができないため、積分動作を加え偏差(ゲイン誤差、オフセット電圧など)が最小になるように制御する。