

CMOSアナログICの 実用設計

吉田晴彦

第 5 回

CMOS アナログ IC PWM01 の回路設計 (1)



第 1 回から第 4 回にわたってアナログ IC 開発者が知っておくべき「回路設計手順と勘所」, 「レイアウト設計手順と勘所」および「マスク製作工程」, 「ウェハ・プロセス(前工程)」と「パッケージング(後工程)」, 「特性評価のしかた」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した。

今回より実際の CMOS アナログ IC (PWM01) の開発について, 具体的に回路設計やレイアウト設計, 特性評価などの過程を説明していきます。 (筆者)

開発する CMOS アナログ IC PWM01 は, アナログ方式の PWM (pulse width modulation) 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。

表 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, レギュレータなどの回路ブロックから構成されます。

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 (ダブル・キャリア) 三角波 PWM 制御, 定電流垂下特性の過電流保護機能などの特徴があります。アプリケーションとしては, 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 D 級パワー・アンプなどがあります。

表 1 PWM01 の回路ブロック

回路ブロック	
1	基準電圧源
2	基準電流源
3	電圧レギュレータ (VB1)
4	電圧レギュレータ (VB2)
5	OP アンプ ($G_B = 5\text{MHz}$)
6	OP アンプ ($G_B = 1\text{MHz}$)
7	加算器 + リミッタ・アンプ
8	反転アンプ
9	発振器
10	PWM コンパレータ
11	低電圧誤動作防止回路
12	出力段

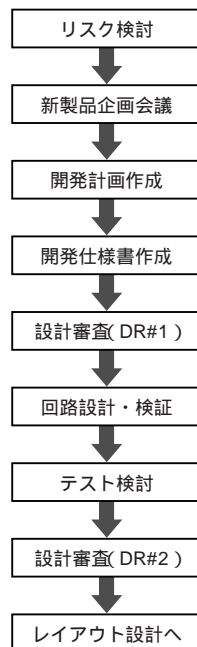


図 1 回路設計フロー

リスクの洗い出しからレイアウト設計前までの流れを示す。回路設計着手前とレイアウト設計着手前に設計審査が行われ, 不具合や新たなリスクが発生すれば上流ステップへ手戻りすることもある。

CMOS アナログ IC の仕様検討から回路設計までの流れ

それでは, 実際に PWM01 の開発を進めていきます。図 1 は仕様検討から回路設計までの流れを示したものです。

最初に製品開発を進めるに当たり, リスクの抽出とそのリスクにどう備えるかを関連部門が参集し検討します。検討内容の一部を表 2 に示します。また, 過去のトラブル事例やフィールド情報からのフィードバックおよび原価試算, 開発計画の検証なども行います。

新製品企画会議 (写真 2) では, 商品企画部門が企画を提案します。表 3 のような審議内容に対し, 事業部長や関連部門の部課長が製品開発の可否判断を行います。開発が承

Keyword インバータ, コンバータ, 新製品企画会議, シミュレーション検証, 回路 TEG, MOS トランジスタ, トランスコンダクタンス, ドレインコンダクタンス, チャネル長変調パラメータ

表2 リスクの洗い出し

PWM01の開発に伴うリスクの洗い出しを行う。ここでのリスクの洗い出し検討の精度が開発期間(手戻り回数)を大きく左右するので、どのようなリスクが予測されるのかを十分に検証し対応策の事前検討を行い、仕様検討や開発計画を立案する。PWM01は教材を目的とした製品なので、実績のあるプロセス、パッケージを使用している。回路もなるべく標準的な回路構成とし、実績のある回路を多く使用している。従って、大きなリスクはない結果となっているが、状態フィードバック技術を用いたPWMアンプのアプリケーションとしては実績がないためTEGチップを作成し実機評価(写真1)を行っている。

分類	回答部門	項目	懸念事項など	判定
仕様	指定なし	要求仕様の完成度は?(未決定の項目は?)	客先確認済み	問題なし
	指定なし	機能の完成度は?(未決定の項目は?)	問題なし	問題なし
	指定なし	動作範囲は?(温度, 電圧)	問題なし	問題なし
	指定なし	電気的特性で注意すべき点は?(精度, ばらつきなど)	問題なし	問題なし
	指定なし	本ICでの仕様外, 常識的動作で注意すべき点は?	問題なし	問題なし
	指定なし	標準値のみの項目はないか?	なし	問題なし
	指定なし	将来, 温度, 電圧範囲等の拡大要求の可能性はないか?	なし	問題なし
	指定なし	パッド, 端子配置の完成度は?	問題なし	問題なし
	指定なし	使用パッケージは?	DMP-24	問題なし
	指定なし	測定回路, 測定条件は明確か?	決定済み	問題なし
	商品企画	車載の可能性は?	なし	問題なし
	商品企画	特殊マークの有無は?	PWM01としてマーキングを行う	問題なし
	指定なし	小型パッケージの文字数制限で表示文字の要求はあるか?	なし	問題なし
	商品企画	会社ロゴ指定に要求はあるか?	なし	問題なし
	指定なし	各種法令違反の危険性は?(PL法, 特許)	なし	問題なし
	商品企画	ターゲット・ユーザ以外への販売はあるか? (ターゲット・ユーザ以外にも売れるのか?)	ターゲットのみ, 技術書の添付用製品	問題なし
	設計	出力電流の仕様でパッケージの熱抵抗は十分か?	十分	問題なし
	設計	テスト・モードは明確になっているか?	テスト・モードなし	問題なし
	商品企画	温度範囲での保証項目はないか?	なし	問題なし
	設計	使用上の禁止事項, 制限事項はないか?	なし	問題なし
商品企画	パンプの有無(仕様)は?	なし	問題なし	
技術	パッケージや包装材の新規採用予定はないか?	なし	問題なし	
商品企画	アプリケーションは判明しているか?	技術書の添付用製品(教材)	問題なし	
回路	設計	PDK(process design kit)は整備されているか?	既存プロセス使用, 整備済み	問題なし
	設計	新規回路はあるか?	OPアンプ部, TEGで確認済み	問題なし
	指定なし	ESD(electrostatic discharge)への懸念は?	実績あり(NJU7600など)	問題なし
	設計	ESDに関し開発部門の関与の必要性は?	なし	問題なし
	設計	類似品の試作実績は?	NJU7600など	問題なし
	設計	チップ・サイズの精度は?	約95%	問題なし
	設計	特許抵触の可能性は?	なし	問題なし
	設計	新規セルを使用?	TEGでの確認済み	問題なし
	設計	既存セルの新規組み合わせ?	TEGでの確認済み	問題なし
設計	過去の失敗事例に当てはまる特性, 回路はないか?	なし	問題なし	
プロセス	指定なし	使用プロセスは?	1.6 μm/12V 耐圧CMOS オプション: VND, POM(2k), AL2, PID	問題なし
	指定なし	ばらつき大のパラメータは?	考慮済み, 問題なし	問題なし
	プロセス	類似品の試作実績は?	NJU7600など多数あり	問題なし
	プロセス	プロセスDRは?	済み	問題なし
	設計	オプション等追加要素はないか?	VND, POM(実績あり)	問題なし
	指定なし	新規外注先は使用しないか?	社内プロセス	問題なし
テスト	技術	トリミングはあるか?(レーザ, ZAP有無)	あり(73カ所)	問題なし
	技術	OTP(one time program)はあるか?(EEPROM)	なし	問題なし
	技術	新機能の確認: 今までの製品にない新機能はあるか?	なし, テスト打ち合わせで調整	問題なし
	技術	特殊仕様の確認: 評価上特別に考慮することはあるか?	なし	問題なし
	技術	特殊仕様の確認: T仕様, Z仕様はあるか?	車載なし	問題なし