

デジタルアシスト・アナログ技術

パネル討論

群馬大学大学院 電気電子工学専攻

小林春夫

k_haruo@el.gunma-u.ac.jp

デジタルアシストの定義

- 「**微細**」と「**CMOS**」の2つの条件
- 4つの回路領域全てを使用
- 回路、設計手法、検証手法、テストをデジタル的に行う

More Moore
のアナログ

	時間 連続	時間 離散
振幅 連続	領域1 アナログ	領域2 スイッチドキャパシタ サンプリング回路
振幅 離散	領域3 TDC、PWM	領域4 デジタル

領域1: バイポーラ、化合物が得意
領域2, 3, 4: CMOSが得意

デジタルアシストの必然

微細CMOSでアナログ高性能化

- 微細CMOSでは、低電源電圧、トランジスタ利得小、特性バラツキ大 で従来のアナログ回路では動作が難しい
- 小チップ面積、低消費電力、高性能化
- 設計容易化
- プロセス・ポータビリティ、スケーラビリティ
- 初回の試作で動作
- 半導体プロセス開発と並行して回路設計可能
- 他のデジタル回路と集積化可能

デジタルアシストの体系化が必要

- ADC自己校正技術の理論的基礎は未解決

ADC内部回路の誤差

→ ADC内回路自体を用いて測定

測定自体に誤差

測定内容も制限

どの条件で、なぜ自己校正で精度がでるのか？

結果としてADC精度確保。

個別技術では解決、一般論では未解決。

- ADCでの冗長性を用いたデジタル誤差補正

パイプラインADC, 逐次比較近似ADC 等

→ 統一理論が必要

デジタルアシストの思想の発展形

● 生物に学ぶ

自己校正		生体システム
冗長性、故障耐性	→	適応、学習、診断
自己診断・テスト・修復		自然治癒、回復

- 将来の微細CMOS SOC アーキテクチャは生物のシステムにも学ぶ必要あり。

● 生物と工学システムは異なるが。。。

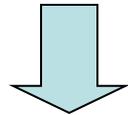
鳥と飛行機、馬と自動車、脳とコンピュータ
ニューラルネットワークは普及が限定

技術論：デジタルアシストはSOC向け？ それとも先端アナログ/RFとして必達？

- 微細CMOS SOC 向け
- アナログ、RF回路だけでなく
パワー系回路(デジタル電源等)でも
必要な考え方(必須ではないが)

外資系半導体メーカーの多くは
パワーマネージメントに注力。

高耐圧・パワーデバイスに加え**微細CMOS**を集積化



デジタル制御(デジタルアシスト)が理由の一つ

教育論: アナログ回路を志す学生にとって

習得すべき知識領域が広がる？
基本は変わらない？

- システム的な考え方、システム全体を理解・設計できる能力、信号処理技術の知識が必須になる。
- いわゆる「アナログ回路」しかわからないのは（現状でも）通用しない。
しかし「アナログ回路」がわからないのも通用しない。

「木」も「森」も見ること、理解できることが必要

デジタルアシストの普及・発展は 市場駆動か、技術駆動か？

- 両方と思う。微細CMOS SOCでは必須
- 市場駆動：
発展途上国向け製品では
低コスト化・大量生産が必須。
その手段として微細化が重要。
- 技術駆動：
微細化によるアナログRFを含むSOCの
性能向上のストーリーを容易に描ける。

デジタルアシストはアナログ回路設計を容易化するのか、難易度を高めるか？

- 微細CMOS SOCでは容易化する。
枯れたプロセスで小規模アナログICを設計する場合は有効性小.
- 「アナログ回路設計」というより「システム全体の設計」という発想をしその設計を容易にする設計手法を確立すべき。
(解は存在すると思う)
- アナログ自動合成を可能にする(?)
アナログ部もデジタル手法でMatlab, Verilog 記述で回路設計、レイアウト設計、検証、テスト設計を行う.

デジタルアシストでは解決できない アナログ特性劣化要因とチャレンジ？

- **ピュアなアナログ回路領域は必ず残る.**
 - 基準電圧発生回路
 - 発振回路（完全デジタルPLL 回路DCOの
LC発振回路など）
 - 低雑音アンプ
 - パワーアンプ 等（の回路の一部）
- **これらは差別化部分になりえる**
- 「全てをデジタルで置き換える」ことはできない

デジタルアシストは新しい技術なのか？ これまでもあったがカテゴライズされて目立った？

- デジタルは偉大な技術
- アナログ回路の一部をデジタルで置き換えることができれば、アナログには戻らない。
- 電子計測器では「校正」の技術が以前からあり、それがチップ内に入ってきたとの見方もできる。
- パワーアンプのデジタル・プレデステーション技術

まとめ

- デジタルアシストは
「微細」と「CMOS」がキーワード
 **More Moore のアナログ**
- デジタルアシストの個別技術の開発に加え
体系化・理論構築が必要

パネル討論での印象に残った内容

- TI社の(デジタルアシストを多用した) Digital Radio Processor の動機はテストコストを下げるため。
デジタル化をすることでBISTを入れやすくなり(RF BIST)
デジタルATEでテスト可能となった。
非常に数が出るチップなのでこの考え方は重要。

パネル討論での印象に残った内容

- デジタルアシストではジッタ、熱雑音は対応できない。
ADCの性能限界はジッタできまる。
(不確定性原理から 標準偏差 0.025ps)
- 多数個、多数回で統計的に平均化すれば精度を向上させえるのではないか。
- そのようにするとパワー効率が下がる。