

車載向けIP – 内製か外部調達か

シノプシス ソリューションズ・グループ ワールドワイド・フィールド・アプリケーション担当グループ・ディレクタ Jai Durgam

半導体IPの設計は容易ではありません。IPブロックはどのようなSoC環境でも正しく動作する必要がある上、それを実証することも求められます。そのためにはIPブロックの定義、設計、試験を万全の体制で進めなければなりません。これまではIPを組み合わせるだけで複雑な機能を実現できていましたが、プロセス・ルールの縮小に伴い、プロセス依存性がIPインプリメンテーションに与える影響が大きくなり、IPそのものが複雑化しているという問題もあります。

車載環境で使用するIPはさらに大きな困難に直面します。複雑化する機能および機能安全の要件を満たすことが求められると同時に、実際の製品に使用するためには品質と安全に関する認証も取得する必要があります。

機能安全の要件

自動車業界は、機能安全規格のISO 26262への準拠がこれまで以上に求められています。ISO 26262は直接・間接を問わず人体が受ける物理的な損傷や健康障害といった、許容できないリスクの発生確率を減少させることを目的とした規格です。ISO 26262への準拠は今のところ義務化されていませんが、準拠していない製品が事故を引き起こすと自動車メーカーは法的に厳しい立場に立たされる可能性があります。

ISO 26262は、ハードウェアまたはソフトウェアのシステムティック故障、およびハードウェアのランダム故障によって生じるハザードに対処します。ISO 26262に基づいた設計は、故障や不具合が発生した場合にどのような事態が予想されるかを定義した安全コンセプトを作成することから始まります。そのベースとなるのは事前のリスク解析といくつかの安全目標であり、これら目標のそれぞれに機能安全に関する要求事項を割り当てます。これらの要求事項を技術的な安全要件に変換したものをハードウェア / ソフトウェア分割などのシステム・アーキテクチャ設計に使用します。

ISO 26262には、リスクの過酷度、発生頻度、回避可能性に基づいて分類した各種リスクへの必要な対処を定義したASIL (Automotive Safety Integrity Level) という概念があります。ASILは最も厳しいASIL DからASIL Aまでの4段階が規定されています。

ISO 26262を採用すると、ASILの要求事項をSoCレベルに分解し、各ブロックに機能安全の目標を割り当てることができます。これにより、SoC設計者はあらゆるアプリケーションにおいて最も厳しいASIL Dの要求事項を確実に満たすことが可能になります。

したがって、ASIL認証に対応したIPを開発するには、開発部門に安全重視の文化を根付かせ、安全マネージャがブロックに対する安全目標を定義してこれらの目標を設計要件に組み入れてから設計工程を開始するよう徹底することが必要です。

検証はさらに複雑な工程であり、代表的なものとしてコード・カバレッジ解析のほか、デザインに故障を注入してモジュール・レベルでの影響をチェックするボトムアップ型のFMEA (Failure Modeling and Effects Analysis) プロセスなどが必要となります。この故障モデリングの結果を検証およびバリデーション工程に引き渡し、IPブロックの安全マニュアルに反映させる必要があります。

試験

車載向けIPを提供するには、安全を意識してIPブロックを開発するだけでなく、実際のシステムでの使用を想定してIPの認証試験を実施することも必要です。

AEC-Q100^{*1}では、車載向けSoCを認証するための各種ストレス試験が規格化されています。IPレベルでAEC-Q100試験に合格しておけば、そのIPを組み込んだSoCレベルでのAEC-Q100認証に必要な時間とリスクが軽減されることが期待されます。

故障シミュレーションおよびテスト・グレーディング (AEC-Q100-007) 要件のようにRTLのIPに適用できる試験もありますが、AEC-Q100の試験の多くはIPのインプリメント時に実施します。

インプリメント済みIPは、HBMおよびMMでの静電気放電 (ESD)、ラッチアップ、メモリーの読み書き速度とデータ保持特性、初期不良率 (ELFR) など多くの試験に合格する必要があります。この試験にはいくつかの温度グレードがありますが、先端プロセスを使用したSoCの場合、高温ではエレクトロマイグレーションなどの問題が発生することがあるため高温グレードの試験は困難を伴います。

故障がもたらす潜在的なコストの大きさを考えれば、IPにこうした厳しい試験を課すのは当然のことと言えます。しかしAEC-Q100の一連の試験の場合、ブロックやテクノロジーの複雑さによっては数十万ドルの費用がかかることもあり、そのコストは決して無視できません。

品質の向上

業務を文書化するのは当然のことのように考えられていますが、チームや企業の文化・優先度によっては必ずしもそうとは限りません。自動車業界では品質が特に優先され、その品質目標を達成する1つの手段として品質マネジメント規格のISO/TS 16949^{*2} 技術仕様があります。ISO/TS 16949により、製品開発プロセスに潜むリスクを洗い出すことができます。

ISO/TS 16949の要求事項を満たしたIPを開発するには、所定のポリシー、プロセス、リソースを確立する必要があります。これは通常、次の4段階で行います。

- **定義フェーズ:**ブロック要件を定義し、品質目標を決定し、実施計画を立てる
- **実践フェーズ:**工程管理を実施し、データを収集する
- **分析フェーズ:**目標と結果の食い違いを分析し、効果的な対策を提案する
- **標準化フェーズ:**ここまでの経験を要約し、手順を標準化する

このプロセスで確立される一連の手順を踏めば、文書化を通じて開発プロセスの正確性を向上させることができます。この戦略は、デザイン・インプリメンテーションの品質向上に寄与します。

より複雑なコア

スマートフォン向けIPを開発している企業の多くが新たな成長の活路として車載市場に関心を寄せているのは事実ですが、一般的な消費者市場向けIPと車載向けIPでは設計のあり方が大きく異なります。

たとえばシノプシスのARC EMプロセッサ・コアは超低消費電力に向けた最適化がなされており、3段パイプラインと高効率DSP、8つの拡張スリープ・モードを備え、オプションでFPU、MPU、トレース、キャッシュを追加することもできます。このプロセッサは柔軟な構成が可能で、非常に多くの汎用アプリケーションに適合します。

一方、車載アプリケーション分野ではISO 26262準拠デザインに向けたSEP (Safety Enhancement Package) 付属のARC EMコアを提供しています。ARC EM SEPコアは、バリティおよびECCのサポート、ユーザー・プログラムブルなウォッチドッグ・タイマー、ロックステップ動作と監視機能、メモリー保護ユニットなどのハードウェア安全機能を追加しています。このコアには最も厳しいASIL D認証を取得したMetaWare Compilerが付属しており、ISO 26262準拠ソフトウェアの開発が可能です。また、関連する詳細な安全文書も含まれます。

本稿はTECH DESIGN FORUM (<http://www.techdesignforums.com/practice/technique/make-buy-automotive-ip/>)に掲載されたものです。

詳細情報

- ※1 **ウェブページ:** AEC Technical Committee, AEC Documents <http://www.aecouncil.com/AECDocuments.html>
- ※2 **ウェブページ:** ISO/TS 16949 Automotive Quality Management <http://www.bsigroup.com/en-GB/iso-ts-16949-automotive/>
- ※3 **ウェブページ:** Synopsys speeds automotive SoC qualification with IP launch <http://www.techdesignforums.com/blog/2015/06/08/automotive-qualification-semiconductor-ip/> (TECH DESIGN FORUM, Luke Collins, June 8, 2015)

- **ウェブページ:** シノプシスの車載用IP <http://www.synopsys.com/IP/market-segments/automotive>

著者紹介

Jai Durgam : 2005年シノプシス入社。現在はソリューションズ・グループのワールドワイド・フィールド・アプリケーション担当グループ・ディレクタとして、インターフェイスIP、プロセッサ、ファウンデーションIP、バーチャル・プロトタイプ製品を手がける。最近ではシノプシスのソリューションズ・グループで車載市場戦略の推進にも当たる。以前はシノプシスのインド法人でアプリケーション・コンサルティング・グループのシニア・ディレクタとして活躍。半導体設計 / EDA業界で27年を超える経験があり、Scintera Networks社、Silicon Image社、National Semiconductor社で幹部職として勤務。RECティルチ (インド) にて工学の学士号、オレゴン州立大学コーバリス校にて計算機工学の修士号を取得。

このように車載向けIPは機能が非常に複雑化している上に、厳格な認証手順が必要なため、通常のIPに比べ市場投入までに長い時間がかかります。

文化

車載市場の要件を満たしたIPを開発するには、安全意識、説明責任、標準に基づいた試験条件、認証手順、レビュー・プロセスなどを重んじる文化を育むことが必要です。また、これらの価値を日々の業務に反映できるような文化を根付かせることも重要です。先ごろ、ある顧客企業がシノプシスのラボに一週間の見学を訪れ、シノプシスが主張どおりの基準を満たしていることを実際にご確認いただく機会がありました。

シノプシスは車載市場に広がる大きなチャンスに着目し、ASIL Bの要求事項に適合したIP群を開発しています ([関連記事](#)※3)。その第一弾として、DesignWare Ethernet AVB、LPDDR4、Embedded Memory IP、MIPI CSI-2およびDSI、HDMI、PCI Express、USB、Mobile Storageなどをラインナップしています。

このIPにはISO 26262認証済みのセーフティ・プラン、マニュアル、ガイドライン、FMEDAレポートなどのセーフティ・レポートを含む安全パッケージが完備されており、車載向けSoCがISO 26262に準拠していることを容易に実証していただけます。

このIPを開発するため、シノプシスは市場ニーズの理解、およびこれらニーズを満たすために必要なインフラストラクチャ、手順、関係の構築に大規模な投資を行ってきました。こうした投資を十分に償却できるだけの用途を見込めない企業は、車載向けIPを内製すべきか外部調達すべきかを今一度熟考されることをお勧めします。