



**車載 ADAS/インフォテインメント向け
CISPR25 Class5 テスト済
電圧監視機能付き、8 系統電源パワーツリー
リファレンスデザインのご紹介**

はじめに

近年、自動車の事故防止対策や自動運転化が進むにつれて高度な安全要求レベル（ASIL）に対応した先進運転支援システム（ADAS）の必要性が高まっている。自動運転とは、人による自動車運転の 4 要素（耳や目による「認知」、脳での「予測」及び「判断」、ハンドルやアクセルによる「操作」）を運転者にかわり自動車に搭載されたユニットが行う運転であり、安全に自動運転を行うためには、正確なセンシング、及びタイムリーな表示と制御を行う事が必要になる。このため、ハードウェアにおいてはカメラやセンサの搭載数が増加傾向にあり、状況を正確に知らせるためにインフォテインメントの多機能化も要求されている。

このとき、安全機能を実現するためのユニットには、内部の動作状態を監視し、ユニット故障による機能喪失にもケアしておく事も必要になる。それには、各ユニット内部の動作状態を監視するための電子回路も必要になるため、電子回路は複雑化し、ユニットやシステムの設計には、より大きな時間が割かれるようになってきている。

市場から求められる、リファレンスデザイン

搭載ユニットの増加、電子回路で実現しなければならない機能の増加に伴って、ADAS/インフォテインメント周辺ユニットの電子回路には、下記のような複雑な設計が求められている。

- カメラやセンサの増加にともなって、搭載される電子部品も増加し、供給する電源レールも複雑になっているため、コスト面、サイズ面、特性面で最適な組み合わせが必要
- 航続距離を犠牲にできないため、高効率な電源供給システムが必要
- 機能設計以外の設計要素（CISPR25 Class5 のノイズ規格など）が存在するため、製品単体だけではなく、車載ユニット全体で設計する事が必要
- ユニットやシステムとして安全機能を向上させるため、電源レールをモニタリングし、電子回路の故障を検知し CPU へ伝達する機能が必要

ロームは、このような市場要求に対応するために、ユニット設計に必要とされる設計要素を満足するリファレンスデザインの開発を行い、デザインデータの公開を開始している。

リファレンスデザイン「REFRPT001」の概要

今回、紹介する[リファレンスデザイン「REFRPT001」](#)の概要は以下である。

- [ADAS/インフォテインメント](#)機能に必要な電源レールをカバーする 8 系統の電源機能を搭載
- プライマリ^(*)DC/DC コンバータ IC には、バッテリーのクランキング時など、設定出力電圧よりも入力電圧が低くなった状態から復帰した際にも安定して電源供給できる「BD9P シリーズ」を採用
- セカンダリ^(*)DC/DC コンバータ IC には、業界トップクラスの小型・高効率を実現した「BD9S シリーズ」を採用
- 8 系統全ての出力電圧モニタリングと IC 自身の自己診断機能で、機能安全レベルの向上に貢献する電源監視 IC「BD39040MUF-C」を採用
- システムレベルで検証済

- 標準的な電気的特性をテスト済
- EMCテスト済（入力フィルタレスで CISPR25 Class5 相当をクリア）
- 熱テスト済（高効率 DC/DC コンバータ IC を分散配置し、発熱を分散）
- 搭載 IC およびディスクリート部品は、車載 AEC-Q100、AEC-Q101 グレードに対応
- 主要 IC においては、機能安全の「FS supportive^(*)2)」カテゴリ対応製品

リファレンスデザイン「REFRPT001」のリファレンスボード「REFRPT001-EVK-001」外観図（図 1）とブロック図（図 2）を以下に示す。2 系統のプライマリ DC/DC コンバータ「BD9P シリーズ」から、それぞれ 4 系統出力に分岐し、SoC や MCU、CAN デバイスへ電源供給する事を想定している。また、8 系統の出力全ての電源レールを電源監視 IC で監視しているため、機能安全システムのレベル向上に貢献することができる。

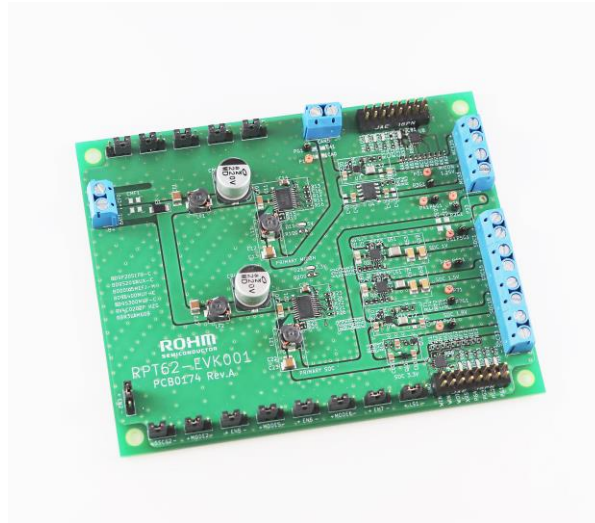


図 1. リファレンスボード「REFRPT001-EVK-001」の外観図

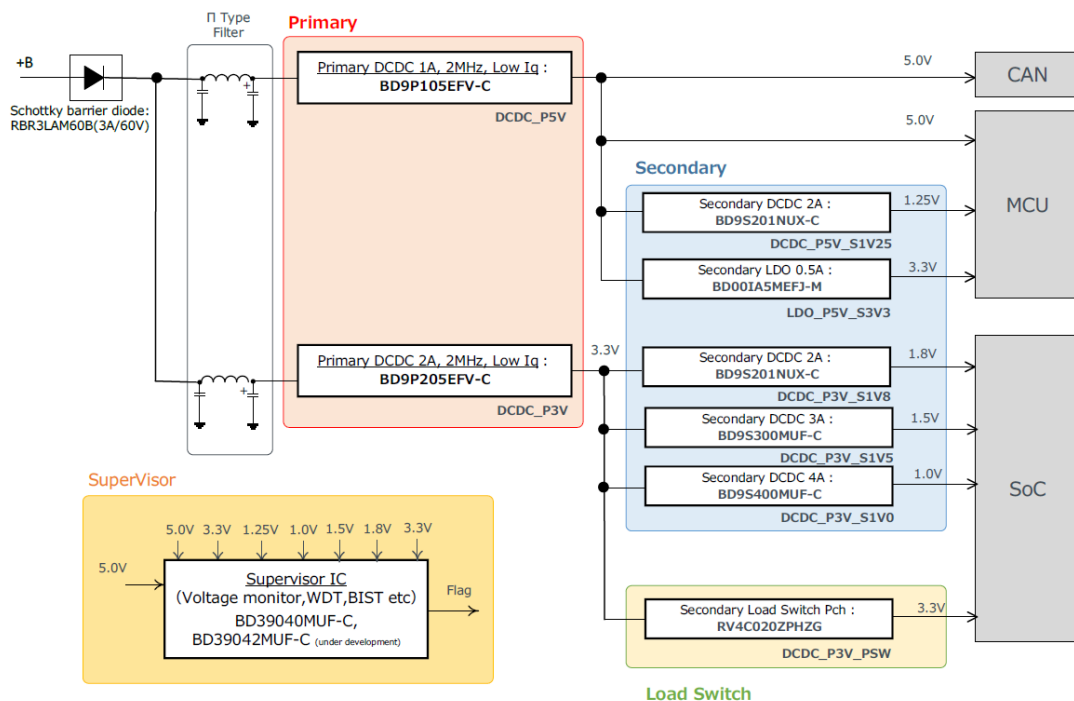


図 2. リファレンスデザイン「REFRPT001」のブロック図

次に、評価データとして公開している EMC テスト結果を示す。リファレンスボード全体を動作させても、入力フィルタなしで EMC 放射ノイズ（アンテナ垂直）（図 3）、放射ノイズ（アンテナ水平）（図 4）、伝導ノイズ（図 5）の全てで CISPR25 Class5 をクリアしていることがわかる。ノイズ特性をマージンアップするための入力フィルタ実装パターンもあらかじめ基板に用意しているため、ユニット全体の修正工数に大きく影響する EMC 問題に対しても追加対策が可能となっている。

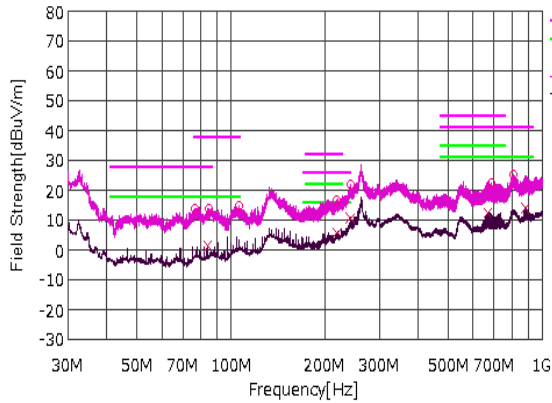


図 3. 放射ノイズ（アンテナ垂直）

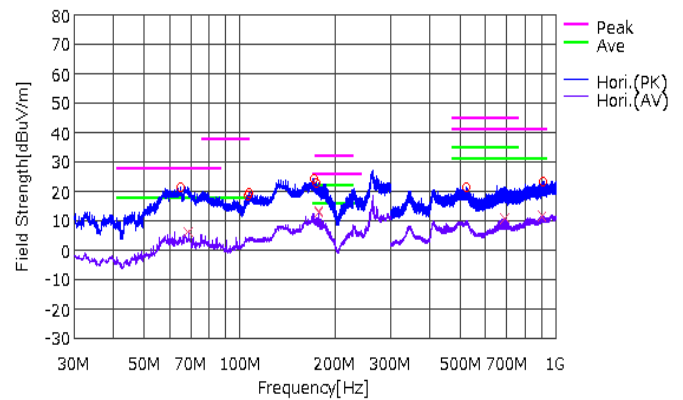


図 4. 放射ノイズ（アンテナ水平）

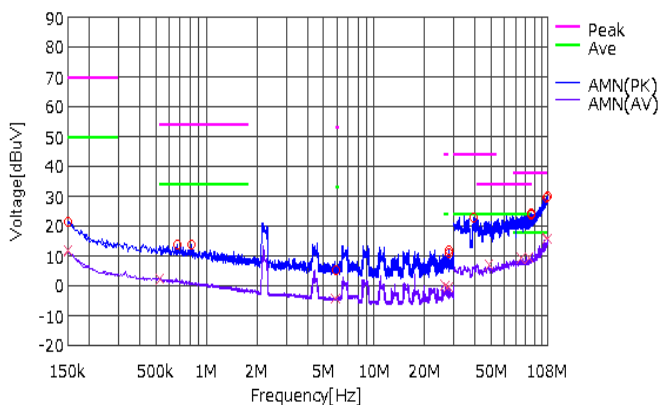


図 5. 伝導ノイズ

設計をフルサポートするコンテンツおよびツール

これら[リファレンスデザイン「REFRPT001」](#)では、設計をサポートする開発ツール（コンテンツおよびツール）として、次のようなデータをホームページ上に公開している。

- リファレンスブロック図 / リファレンス回路図 / 部品表（BOM）
- PCB 情報 / ガーバーデータ
- テストレポート（電気的特性、EMC 特性、熱特性）
- 無償 Web シミュレーションツール（リファレンスデザインの一部回路）
- 搭載製品の SPICE モデル
- 搭載製品の CAD ツール用シンボル&フットプリント
- 搭載製品の熱シミュレーション用熱モデル

また、上記にあるように、本リファレンスデザインの一部回路は、[ROHM Solution Simulator](#)^(*)でシミュレーションする事も可能である。ROHM Solution Simulator は無償の Web シミュレーションツールであり、周辺回路も含めた標準回路を用意しているため、シミュレーション用回路やモデルを準備することなく、手軽にシミュレーションを行う事ができる。次にシミュレーションの一例を紹介する。

図 6 は、バッテリー入力から、プライマリ DC/DC コンバータ IC「BD9P105」の後段にセカンダリ DC/DC コンバータ IC「BD9S201」と LDO「BD00IA5M」を備えた 2 系統電源ツリーのシミュレーション例である。（シミュレーション回路は[こちら](#)。My ROHM 登録が必要。）

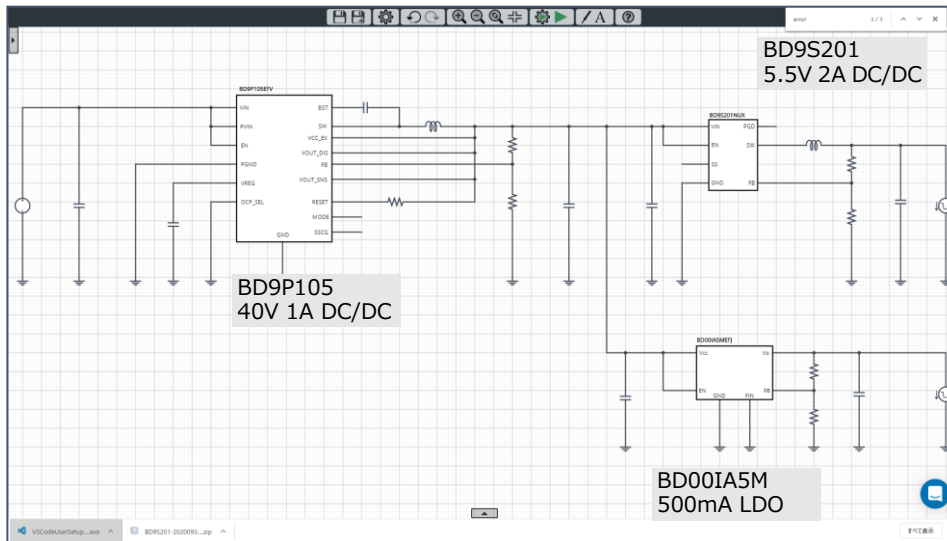


図 6. 2 系統電源ツリーのシミュレーション回路(1)

図 7 は、バッテリー入力からプライマリ DC/DC コンバータ IC「BD9P205」の後段に各種セカンダリ DC/DC コンバータ IC を備えた 3 系統電源ツリーのシミュレーション例である。（シミュレーション回路は[こちら](#)。My ROHM 登録が必要。）

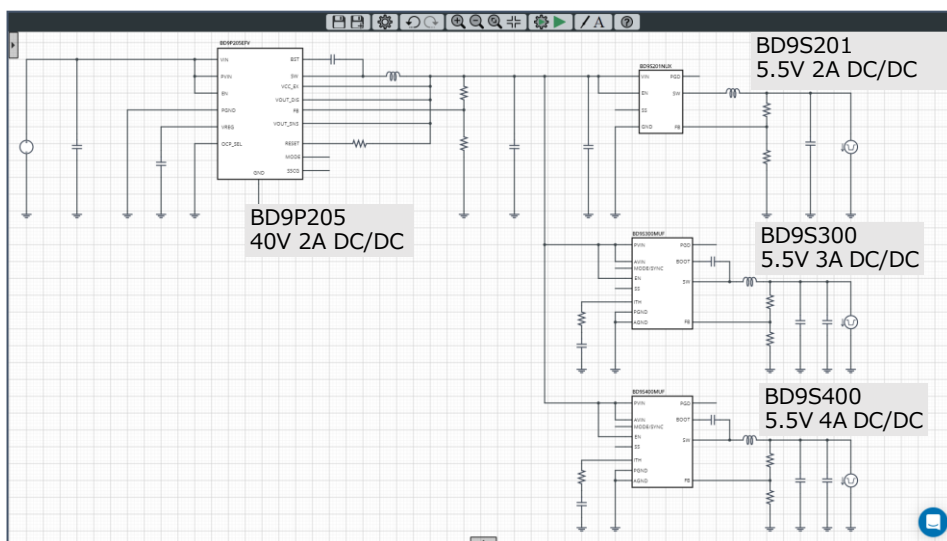


図 7. 3 系統電源ツリーのシミュレーション回路(2)

これらリファレンスデザインの開発ツールおよびシミュレーションを、ADAS/インフォテインメント周辺ユニットの設

計に活用する事で、部品選定の手間を省き、また回路検証も確実に行えるので、ユニットの設計工数を大幅に削減する事ができる。

特徴的なリファレンスデザインを支える先端技術搭載製品

今回の特徴的なリファレンスデザインは、先端技術・機能を搭載した製品によって構成されている。

- [BD9P シリーズ](#) (Nano Pulse Control™技術搭載製品(*4))
 - 42V 耐圧、車載プライマリ DC/DC コンバータ IC シリーズ (表 1)
 - バッテリのクランキング直後にも安定して電源を供給できる高速応答性能
 - スペクトラム拡散機能により低 EMI (低ノイズ)
 - 機能安全の「FS supportive」カテゴリ対応製品

Part No.	Input Voltage	Output Voltage	Maximum Output Current	Package	AEC -Q100	Functional Safety	Reference Design
BD9P105MUF-C	3.5V to 40.0V (maximum absolute 42V)	0.8V to 8.5V	1.0A	VQFN20FV4040 (4.0 x 4.0 x 1.0mm)	✓	FS Supportive	-
BD9P135MUF-C		3.3V(typ)			✓	FS Supportive	-
BD9P155MUF-C		5.0V(typ)			✓	FS Supportive	-
BD9P205MUF-C		0.8V to 8.5V	2.0A		✓	FS Supportive	-
BD9P235MUF-C		3.3V(typ)			✓	FS Supportive	-
BD9P255MUF-C		5.0V(typ)			✓	FS Supportive	-
BD9P105EFV-C	3.5V to 40.0V (maximum absolute 42V)	0.8V to 8.5V	1.0A	HTSSOP-B20 (6.5 x 6.4 x 1.0mm)	✓	FS Supportive	✓
BD9P135EFV-C		3.3V(typ)			✓	FS Supportive	-
BD9P155EFV-C		5.0V(typ)			✓	FS Supportive	-
BD9P205EFV-C		0.8V to 8.5V	2.0A		✓	FS Supportive	✓
BD9P235EFV-C		3.3V(typ)			✓	FS Supportive	-
BD9P255EFV-C		5.0V(typ)			✓	FS Supportive	-

表 1. プライマリ DC/DC コンバータ IC「BD9P シリーズ」ラインアップ

- [BD9S シリーズ](#)
 - 車載セカンダリ DC/DC コンバータ IC シリーズ (表 2)
 - システムの高信頼化に貢献する出力電圧監視機能搭載、ソフトスタート時間も設定可能
 - 業界トップクラスの高効率動作
 - 2.2MHz(typ.)スイッチング周波数で AM 帯への干渉なし
 - 機能安全の「FS supportive」カテゴリ対応製品

Part No.	Input Voltage	Output Voltage(typ)	Maximum Output Current	Package	AEC -Q100	Functional Safety	Reference Design
BD9S200MUF-C	2.7V to 5.5V	0.8V to Vin x 0.8V	2.0A	VQFN16FV3030 (3.0 x 3.0 x 1.0mm)	✓	FS Supportive	-
BD9S300MUF-C			3.0A		✓	FS Supportive	✓
BD9S400MUF-C			4.0A		✓	FS Supportive	✓
BD9S000NUX-C	2.7V to 5.5V	0.8V to Vin	0.6A	VSON008X2020 (2.0 x 2.0 x 0.6mm)	✓	FS Supportive	-
BD9S100NUX-C			1.0A		✓	FS Supportive	-
BD9S110NUX-C		1.2V	1.0A		✓	FS Supportive	-
BD9S111NUX-C		1.8V	1.0A		✓	FS Supportive	-
BD9S201NUX-C		0.8V to Vin	2.0A		✓	FS Supportive	✓

表 2. セカンダリ DC/DC コンバータ IC「BD9S シリーズ」ラインアップ

● [BD39040MUF-C](#)

- 機能安全対応をサポートする、自己診断機能（BIST）内蔵の電源監視 IC（図 8）
- 可変ウォッチドッグタイマー（ウインドウタイプ）、過電圧監視、減電圧監視、リセット機能を搭載
- システムの電源レール監視だけでなく、潜在故障を検知する自己診断機能（BIST）搭載
- 内部基準電圧、発信回路を多重化し、故障確率を大幅に低減
- 機能安全の「FS supportive」カテゴリ対応製品
- システムへの後付けが容易な小型 3mm x 3mm パッケージ



図 8. 電源監視 IC「BD39040MUF-C」の特長

● [RBR3LAM60BTF](#)

車載グレード（AEC-Q101 準拠）の高信頼性、60V ショットキーバリアダイオード。本リファレンスデザインでは、バッテリー入力の逆流防止ダイオードとして使用している。ダイオードの順方向電圧（Vf）による電圧降下をできるだけ小さくするために、低 Vf の RBR シリーズを採用した。

● [RV4C020ZPHZG](#)

車載グレード（AEC-Q101 準拠）の高信頼性、1.5V 駆動低オン抵抗の Pch MOSFET。下面電極パッケージだが、実装信頼性の高いウェットブルフランク形状により実装後の視認が容易。本リファレンスデザインでは、3.3V システムを分岐させるロードスイッチとして採用している。

おわりに

ロームは、今後も先端的な製品の開発と、それらをアプリケーションに適用するためのリファレンスデザインの開発を進め、お客様が開発するシステムの省エネ、小型化、低発熱化、設計工数削減、機能安全レベルの向上に貢献していく。それらを持続し、継続的に行っていく事が、自動車社会に安全と安心をもたらし、世界中の人々へ豊かな暮らしをもたらすと考えている。

【用語集】

(*1) プライマリ、セカンダリ

多段の電源系統においては、バッテリー等の電力源から見て 1 段目の変換回路をプライマリと呼び、プライマリの出力に接続される 2 段目の変換回路をセカンダリと呼ぶ。

(*2) FS supportive

ユニットで機能安全を実現するにあたり、ロームでは、機能安全に対して提供可能な帳票類を製品ごとに分類しており、部品レベルで機能安全をサポートしている。

詳しくは、<https://www.rohm.co.jp/functional-safety> をご参照。

(*3) ROHM Solution Simulator

ロームの公式 Web サイト上で動作する無償のシミュレーションツール。SiC パワーデバイスとゲート駆動 IC を組み合わせた回路など、セット回路に近いソリューション回路でのシミュレーションにより、設計および回路検証工数を大幅に削減する。

詳しくは、<https://www.rohm.co.jp/solution-simulator> をご参照。

(*4) Nano Pulse Control™

ロームが独自開発した、革新的電源技術である Nano シリーズの一つ。超高速パルス制御により、電源 IC において、極めて大きな降圧比を安全に実現し、システムにおける BOM コスト低減に貢献する。

詳しくは、<https://www.rohm.co.jp/support/nano> をご参照。

※Nano Pulse Control™は、ローム株式会社の商標または登録商標です。

【参考文献】

*ローム公式 Web：出力監視機能搭載、超小型車載降圧 DC/DC コンバータ「BD9S シリーズ」を開発

https://www.rohm.co.jp/news-detail?news-title=2018-06-26_news_bd9s&defaultGroupId=false

*ローム公式 Web：自己診断機能内蔵 電源監視 IC「BD39040MUF-C」を開発

https://www.rohm.co.jp/news-detail?news-title=2019-05-28_news_monitoring-ic-with-bist&defaultGroupId=false

*政府広報オンライン：「ついに日本で走り出す！自動運転“レベル 3”の車が走行可能に」

<https://www.gov-online.go.jp/useful/article/202004/1.html>

本資料に記載されている内容はロームの製品（以下「ローム製品」といいます）のご紹介を目的としています。ローム製品のご使用にあたりましては、別途最新の仕様書およびデータシートを必ずご確認ください。本資料に記載されております情報は、何ら保証なく提供されるものです。万が一、当該情報の誤りまたは使用に起因する損害がお客様または第三者に生じた場合においても、ロームは一切の責任を負うものではありません。本資料に記載されておりますローム製品に関する代表的動作および応用回路例は、一例を示したものであり、これらに関する第三者の知的財産権およびその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。ロームは、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。本資料に記載されております製品および技術のうち、「外国為替及び外国貿易法」その他の輸出規制に該当する製品または技術を輸出する場合、または国外に提供する場合には、同法に基づく許可が必要です。本資料の記載内容は 2020年 10月 現在のものであり、予告なく変更することがあります。