



車載セカンダリ降圧スイッチング・レギュレータ 「BD9Sシリーズ」

1. はじめに

近年、自動車の電装化が進み、カーナビゲーション・カーオーディオといった車載インフォテインメントに加えて、先進運転支援システム（Advanced Driver Assistance System 以下 ADAS）が自動車の必須オプションとなってきた。車載センサやカメラによる衝突防止・車線維持支援といった自動車のさらなる安全走行を実現する電子機器の開発は、現在、最も注目されている分野であり、それらの高機能化を影で支えているのが電源 IC だ。

ADAS 機器や車載機器の高機能化に伴い、SoC（System-on-a-chip）は膨大な処理能力が求められ、消費電力も増加傾向にある。必然的にこれらに用いられる電源 IC にも大電流化が求められ、従来広く使用されてきたリアレギュレータでは電源電圧生成時の発熱等が熱設計上無視できなくなることから、より電力変換効率の高いスイッチング・レギュレータへの移行が進んでいる。しかし、スイッチング・レギュレータのようなスイッチング素子を車載電装部品として使用する場合、スイッチング周波数が AM ラジオ帯域（526.5kHz～1620.0kHz）に干渉し、ノイズとなって音を乱してしまうことや、出力制御にコイルを使用する必要があり、基板実装面積が大きくなってしまったといった新たな課題が生じる。また従来同様、車載製品では信頼性の確保も重要だ。

このような車載機器の高機能化に伴い生じる技術的な課題に対し、スイッチング・レギュレータ側に求められる特性を以下の通りまとめる。

- ① AM ラジオ帯域へのノイズ干渉がない高周波スイッチング動作
- ② 周辺アプリケーションを含む実装面積の削減
- ③ 大電流対応と発熱の低減
- ④ 充実した保護機能と信頼性の向上

ロームは、これらの課題に対応した、高効率・高周波の電流モード降圧スイッチング・レギュレータ「BD9S シリーズ」を開発・製品化し、サンプル出荷を開始した。（図 1）

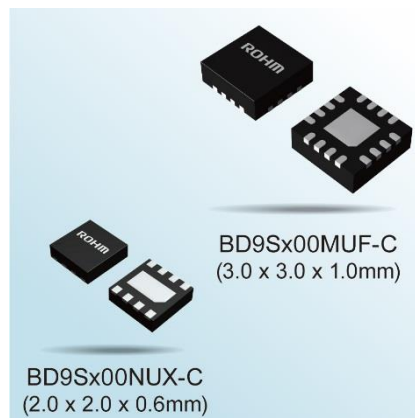


図 1：車載セカンダリ降圧スイッチング・レギュレータ「BD9S シリーズ」

以下に ADAS など車載機器向けの要求事象に対する本製品によるロームのアプローチを紹介する。

2. 市場要求事項とロームのソリューション

(1) 電流モード制御による高周波スイッチング

一般的なスイッチング・レギュレータはスイッチング周波数の設定可能範囲が 1MHz 以下程度であり、車載機器にて使用する際はスイッチング周波数を AM ラジオ帯域以下に落としての使用に限定されていた。しかしこれでは、用いられるコイルとしてサイズの大きいものが必要となるため、実装面積削減の観点から、昨今スイッチ

ング周波数の高周波化が求められている。

この要求に対し、本製品はスイッチング・レギュレータの高い電力変換効率性を維持しつつ、2.2MHz と高速なスイッチング周波数を実現した。

特に高周波スイッチングを実現するにあたり、スイッチング・レギュレータの制御方式は電圧モードと電流モード、コンスタント・オン・タイムモードの大きく3つに分類されるが、本製品は以下の2つの理由により制御方式に電流モードを採用している。

1 つ目が出力にセラミックコンデンサ等の低 ESR 品を使用した際に、位相特性に優れているという点だ。スイッチング周波数を高くした場合、出力に電解コンデンサを用いると、サイズが大きくなることや低温時の容量低下に加え、ESR の増加に伴う損失が無視できなくなってしまう。そのため、小型かつ低 ESR のセラミックコンデンサを使用する必要がある。電圧モードの製品は ESR が小さくなると高周波領域における位相余裕の確保が難しくなるのに対し、電流モードの製品は簡単な位相補償で安定動作行えるというメリットがある。

2 つ目はスイッチング周波数の変動が小さいことだ。電流モードの製品は、内蔵する発振回路によって生成した一定周期のクロックでスイッチング制御を行うため、スイッチング周波数を固定することが出来る。これは負荷電流の大きさに応じてスイッチング周波数が変動するコンスタント・オン・タイムモードの製品に比べ、発生するノイズの周波数成分が把握しやすく、対策もとりやすいというメリットがある。

一方、電流モードの製品はスイッチング周期ごとに出力パワー MOSFET に流れる電流情報を取り込み、PWM 制御を行うため、その制御にかかる時間を極力短くする必要があることから、一般的に高周波は困難とされていた。

これに対しロームは、出力電流の検出回路と出力パワー MOSFET 駆動回路にかかる伝播遅延を見直し、シミュレーションおよび実機評価にて遅延時間が最適となるよう設計を行うことで、1 サイクルのパルス制御時間を最短 70ns と、従来品に対し約 50% の高速化に成功した。この高速電流モード制御の実現により、AM ラジオ帯域への干渉を回避した 2.2MHz の高速スイッチングにおいても安定した動作を可能とした。

(2)周辺アプリケーションを含む実装面積の削減

センサやカメラモジュール、無線通信モジュールなどの ADAS 機器においては特にモジュールの小型化が進んでおり、電源 IC の基板実装面積に占める割合が重要視されている。従来の低周波設定のスイッチング・レギュレータでは、使用するコイルのインダクタンス値が大きく、また高い電流能力が必要な場合はサイズの大きいコイルを使用する必要があった。今回の新製品では、スイッチング周波数の高周波化により、インダクタンス値が 1 μ H と小さい小型のコイルを選定できることや、出力コンデンサを 2012 や 3216 サイズのセラミックコンデンサで対応できること、出力パワー MOSFET や位相補償用部品の内蔵化を 2mm 角や 3mm 角と小型なパッケージで実現したことにより、これら周辺アプリケーションを含めた実装面積を従来品に対し 60% 削減した。

(図 2)

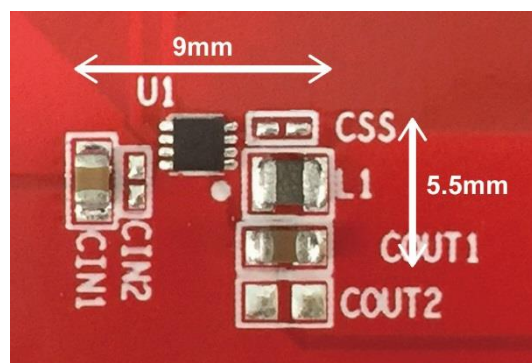


図 2 : BD9S シリーズの基板実装面積イメージ

さらに出力電圧を固定化し、出力電圧設定用抵抗も内蔵した製品群を現在開発中である。また、3 mm 角の VQFN16FV3030 パッケージについてはウェットブル・フランクに対応しており、QFN パッケージの課題の一つとされていた半田実装時の視認性が向上している。(図 3)

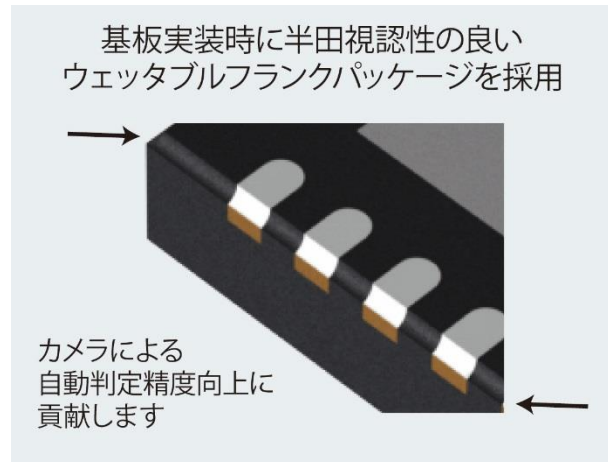


図 3：ウェットブル・フランクパッケージ端子イメージ

(3)大電流対応と発熱の低減

本製品の特長として、業界最小クラスとなる低 ON 抵抗の出力パワー MOSFET(High side FET : 35mΩ、Low side FET : 35mΩ)を内蔵している。これにより、2A 以上の大きな負荷電流供給時においても高い電力変換効率を維持でき、発熱も低く抑えることができる。(図 4)

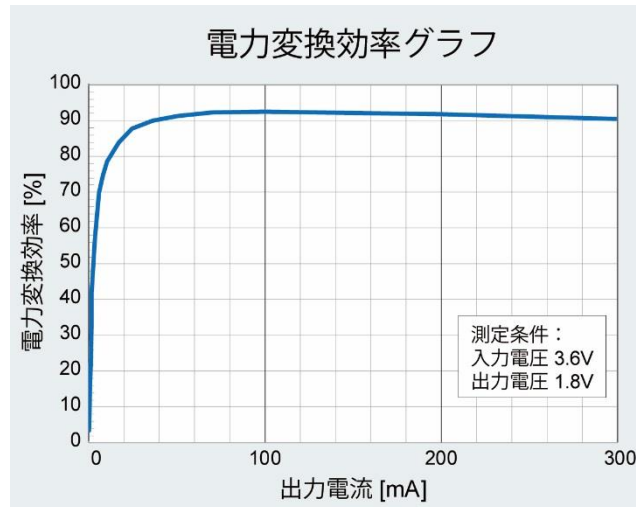


図 4：電力変換効率グラフ

現在の出力電流の仕様としては 2A クラスのものが主流であるが、機器の高機能化が進むにつれて、3A、4A クラスのニーズはますます拡大すると考えられる。これに対し BD9S シリーズでは、出力電流定格 2A、3A、4A 品をピンコンパチブルでラインアップ。セット設計途中におこりうる出力電流仕様の変更にも柔軟に対応でき、セット設計者の評価工数削減が期待できる。(表)

品番	入力電圧範囲	出力電圧	最大出力電流	出力電圧精度	動作周波数	動作温度範囲	パッケージ
BD9S400MUF-C	2.7V~5.5V	0.8V~Vin x 0.8V	4.0A	±1.5%	2.2MHz ±0.2MHz	-40℃~125℃	VQFN16FV3030 (3.0 x 3.0 x 1.0mm)
BD9S300MUF-C			3.0A				
BD9S200MUF-C			2.0A				
BD9S100NUX-C		0.8V~Vin	1.0A				VSON008X2020 (2.0 x 2.0 x 0.6mm)
BD9S000NUX-C			0.6A				
**BD9S110NUX-C			1.0A				
**BD9S111NUX-C		1.2V	1.0A				
		1.8V	1.0A				

**BD9S110NUX-C と BD9S111NUX-C は開発中です。

表：BD9S シリーズのラインアップ

(4) 充実した保護機能と信頼性の向上

本製品は充実した保護機能を備えている。①出力天絡・短絡時の異常電圧に対する保護(SCP/OVP)、②異常発熱時のサーマルシャットダウン保護(TSD)、③出力短絡などの異常電流に対する過電流保護機能(OCP)といった各種保護機能により、各端子の天絡・地絡、隣接ピンショート時にデバイスの破壊がない安全性の高い IC となっている。これに加えて、自身の出力電圧が正常範囲内にあることを監視するパワーグッド機能を搭載。出力電圧が設定範囲を外れた場合にエラーフラグをマイコンに通知することができるなど、システムの安全性向上をサポートする。

また、BD9S シリーズは車載向けシリーズ製品として開発するにあたり、車載用 IC の国際標準規格 AEC-Q100 Grade1 に対応している。既にロームは自動車産業向けの品質マネジメントシステム IATF16949 も取得しており、車載向けの開発に求められる高い品質や温度条件を始め、厳しい環境下での使用における信頼性評価基準を十分クリアしている。もっとも、このことは 10 年以上続く自動車への納入実績が、何よりも証明している。

3. 今後の展望

今後も、ADAS など車載機器の多様化・高機能化は進み、使用される電源 IC の大電流化や実装面積削減といった要求はより一層高くなると考えられる。ロームはそれらの市場要求に対し、今回の製品以外にも、バッテリー電圧の入力に対応した高耐圧スイッチング・レギュレータやリアレギュレータである LDO、複合パワーマネジメント IC といった様々な電源ソリューションを提案していけるよう、顧客目線に立った製品開発を続け、高品質かつ高信頼性が求められる車載向けデバイスのラインアップを強化していく。

(2018 年 10 月 4 日 電波新聞 第 2 部 電波ハイテクノロジー 掲載)

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 2018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。

