

# 「シンプルデジタル」モジュール導入により 複雑な電源設計を排除

ルネサス エレクトロニクス株式会社  
シニアアプリケーションエンジニア Vidisha Gupta  
シニアアプリケーションエンジニア Ashish Razdan

2018年10月

---

## 概要

このドキュメントでは、ルネサス社「シンプルデジタル」電源モジュールファミリの紹介と、これを使った電源ソリューション設計の利点と使いやすさについて説明します。

## はじめに

降圧（バック）レギュレータは、産業・インフラシステムのさまざまな用途で、システム電源バスから個々のPOL（Point-Of-Load）への電力変換に使用されます。最新のFPGAやASICの負荷電流が増加するに伴い、POLへの供給電圧の低下の可能性も高くなります。これらに対応する降圧コンバータは、そういった厳しい電圧レギュレーションやノイズ性能を保証していく必要があります。

電源設計者にとって大きな課題は、BOMコストを削減しサイズを最小限に抑えながら、最大限の効率とピーク性能を提供するという困難な要求を満たすことです。コントローラ、同期MOSFET、インダクタ、位相補償回路網、保護回路などを1つのコンパクトなパッケージに統合した電源モジュールは、このような要求を実現できます。このような電源モジュールは、すぐに使用できる高信頼性のソリューションとなり、数個の入出力コンデンサを付加するだけで電源設計を終えることができます。

市場で調達できる電源モジュールにはアナログ方式とデジタル方式の両方があり、設計エンジニアはまずのどちらの方式で進めるかというジレンマに直面することになります。ここでの設計目標は、機能性とコスト効率の適切なバランスを達成することとします。

---

デジタル電源モジュールは高度なデジタル制御技術を使用し、システムに柔軟性とインテリジェンスを提供します。PMBus™、I2C、SPIなどのデジタルインターフェイスを介して、リアルタイムのテレメトリや障害検出を行うことで、システム性能を大幅に向上させることができます。これによりデバッグが容易になり、タイムリーな調整作業が可能になります。複数の電源レールで構成されたより大きくより複雑なシステムでは、不揮発性メモリに異なるコンフィギュレーションを保存し読み出しを行うオプションが使用できます。これを使うことにより、はるかに高速にシステム構築と柔軟な管理が可能になります。

アナログ電源は、デジタル制御電源が登場する以前から使用実績がある信頼できる電源ソリューションなので、現在でも使いやすさと設計の容易さというメリットがあります。設計者は、デジタル制御で必要とされるファームウェアや通信プロトコルのノウハウを持つ必要はありません。一方、アナログ電源の利点は逆に柔軟性の制約をもたらします。例えば、フィードバック位相補償ループは、物理的に構成部品を変更しない限り異なる条件に対して最適化をすることができません。

コストと複雑さを増すことなく、アナログ型とデジタル型の両方のメリットを組合わせたソリューションが求められる場合もあります。この「シンプルデジタル」ファミリ製品は、従来型アナログ電源のメリットとデジタル電源モジュールの高機能性という2つの領域にまたがるソリューションを提供できます。

## シンプルデジタル：シンプルなソリューション

シンプルデジタル電源モジュールファミリは、アナログ領域とデジタル領域のギャップを埋める役割を果たします。シンプルデジタル電源モジュールは、アナログ電力モジュール部品に沿った設計手順を提供し、さらにリアルタイム動作中の設定変更やテレメトリを行うためのデジタル PMBus インターフェイスも内蔵しています。

また本モジュールは、複雑なファームウェア設計をしなくても、デジタル制御アーキテクチャの利点と柔軟性を完備しています。従来のアナログ電源製品のようなピンストラップだけで設定ができます。ピンストラップ抵抗による設定変更により、簡易設計のソリューションを提供します。

---

シンプルデジタル電源モジュール製品は、業界標準の **PMBus** インターフェイスを介したリアルタイムなシステム監視と制御機能による、これまでにない容易な設計を提供するユニークなソリューションとなりました。出力電圧・出力電流・障害ステータス・熱管理などの電源テレメトリが十分サポートされているため、信頼性とシステム稼働時間が向上します。これまでは機能調整・変更のために受動部品（抵抗やコンデンサ）を取りかえる必要がありましたが、本モジュールは **PMBus** インターフェイスを利用して設計検証ができるので、開発時間と実装コストを大幅に削減できます。

## 取扱いが簡単

シンプルデジタル電源モジュールは、従来のアナログコントローラの遅延時間とランプ時間の設定に使用される **RC** 時定数を使いません。内蔵のデジタル制御フレームワークで位相補償不要の設計が可能のため、安定性のための制御ループを構成する外部コンデンサを必要としません。これにより、複雑な計算や安定性解析が不要になります。また、アナログ電源に比べて部品点数が大幅に削減され、高集積でコスト効率の高いソリューションになります。

アナログ電源製品の欠点の1つが、動作時のシステム監視ができないことです。精巧で複雑なシステムで複数の電圧と電流を管理することは、非常に困難でコストがかかる可能性があり、プリント基板上の貴重な実装エリアを追加部品（電圧監視回路、電流シャントモニタなど）に振分ける必要が出てきます。シンプルデジタル電源モジュールは、デジタルコントローラのテレメトリオプションを活用し、重要なデータを監視して早期の障害検出を可能にし、より堅牢で信頼性の高いソリューションが開発可能となります。温度モニタリングは、ボード上のホットスポットを特定し、システムの全体的な熱管理を改善することにより、熱的障害に対して保護することができます。

デジタルコントローラは、オンボードの不揮発性メモリに各パラメータを保存することにより、電源の設定をプログラムする柔軟性を提供します。同時に、外部抵抗を変更することで、いくつかの重要な機能設定をサポートしています。従来のデジタルコントローラでは、システム設計者が大半の設定パラメータをプログラミングで **NVM** に格納する必要があります。シンプルデジタル電源モジュールは、電源モジュールを設定するための抵抗ピンストラップの選択を包括的に提供することにより、デジタルプログラミングを不要にすることができます。シス

---

テム設計者は、出力電圧、周波数、入力 UVLO、ランプ時間、ソフトスタート/ストップ、電圧トラッキング、外部クロック同期、位相拡散などの高度な機能のプログラムは、それぞれ決まった抵抗を選択するだけで対応できます。

シンプルデジタル電源用の PMBus インターフェイスは、ハードウェア（抵抗やコンデンサ）変更するといった不便さを伴うことなく、出力電圧、スイッチング周波数、ランプ時間、およびソフトスタート/ストップのさまざまな組み合わせを厳密にテストすることにより、開発段階で大きな利点をもたらします。これにより、テストに必要な時間が大幅に短縮されると同時に、設計検証の質が向上します。低電圧ロックアウト（**UVLO**）入力、過大/過小電圧出力、および過電流などのフォルト保護制限は、PMBus インターフェイスを介して簡単に調整することができ、短時間で複数のテストケースの組み合わせを検証することができます。フォルトロギングを行うための NVM アクセスは、フォルトイベント後にキャプチャされたデータを読み取ることにより、システムのトラブルシューティングをより簡単に行うことができます。

## 各種 POL 用ソリューション

ルネサスでは、幅広い入力電圧範囲と負荷電流範囲のインフラシステムのニーズに対応する、シンプルデジタル POL 電源モジュールの豊富で包括的なポートフォリオを提供しています。

ピンストラップ設定の降圧型 PMBus 対応 DC/DC 電源モジュールは、特に 25A~70A 負荷レンジの FPGA、DSP、およびマイクロコントローラ周辺の各種パワートレインアーキテクチャに適しています。これらは、マルチレール・アプリケーションにフル・デジタル・モジュールが提供するものと同等の高電力密度を提供します。耐熱強化された HDA パッケージ技術により、エアフローやヒートシンク追加の必要性がなくなり、システムのコストとサイズが大幅に削減されます。RAA210xxx ファミリは、ルネサスのデジタル・パワー・テクノロジーの設定と制御を簡素化すると同時に、ピン互換の ISL827xM ファミリを介してフル PMBus コンフィギュレーションへのアップグレード・パスを提供します。

独自の ChargeMode™ 制御アーキテクチャは、高速な過渡応答を提供し、このクラスで高い変換効率を実現します。1クロック・サイクル毎に負荷ステップ変位に過渡応答することで、出力に必要な容量が削減され、コストと基板スペースの節約につながります。マルチレートサンプリング技術により、エラーサンプリングの瞬間と PWM が生成される瞬間の余分な遅延が大幅

に低減されます。シンプルデジタル制御技術は、業界標準のPMBusインターフェイスを介したリアルタイムのシステム監視機能と制御機能により、かつてないほどの簡単な設計が可能となりました。出力電圧、出力電流、フォルト状態のモニタリングなど、完全な電源テレメトリをサポートし、信頼性とシステム稼働時間の向上を実現します。

RAA210925は、特にFPGA、DSP、マイクロコントローラ周辺のさまざまな電源アーキテクチャのサポートを大幅に強化できるデュアルチャンネル・モジュールです。RAA210925は、ルネサスのシングルチャンネル製品で、チャンネル当たり最大25A、マルチレール用途向けの高出力密度応用を補完します。

表：ルネサス既存のフル機能型デジタル ISL827XM シリーズモジュールとシンプルデジタルファミリのマッピング

	ISL827xM Full Digital Family	RAA210xxx Simple Digital Family
<b>Pin-to-Pin Compatibility</b>	ISL8277M: 25A ISL8278M: 33A ISL8272M: 50A ISL8273M: 80A ISL8274M: Dual Channel 30A	RAA210825: 25A RAA210833: 33A RAA210850: 50A RAA210870: 70A  RAA210925: Dual Channel 25A
<b>Vin (V)</b>	4.5-14	4.5-14
<b>Vout(V)</b>	0.6-5	0.6-5
<b>Fsw (kHz)</b>	296-1067	296-1067
<b>モジュール設定のためのデジタル PMBus プログラマビリティ</b>	すべての PMBus コマンドをサポート。モジュール設定を保存するための NVM アクセス。	ピンストラップ抵抗を介したモジュール設定をサポート。デジタルプログラマビリティは、PMBus コマンドのサブセットを使用し動作中の設定変更をサポート。モジュール設定を保存するための NVM アクセスは不可。
<b>パワーナビゲータサポート</b>	Yes	Yes
<b>SYNC 機能</b>	Yes	Yes
<b>電流シェアリングマルチモジュール</b>	Yes	No
<b>DDC ピン (デバイス間通信)</b>	Yes	No

---

ルネサスのすべてのデジタル電源モジュールは、PowerNavigator™GUIによってサポートされています。このGUIは、PMBusをサポートするための使いやすいツールです。ピンストラップ抵抗/PMBus、テストおよびデバッグを介して動作パラメータを設定することにより、電力設計者の設計フローが非常に簡単になります。PowerCompass™やISIMのようなサポートされているその他の補助ツールは、設計の早い段階でシステム要件を分析し、高度な分析を行い、顧客の回路の出発点を生成するための強力かつ総合的な手段を提供します。PowerCompassには、一般的なASICやFPGA製品のためのテンプレートが組み込まれています。これにより、完全なシステムレベルのアプリケーション回路図とBOMを簡単に構築できます。そして、ハイブリッドソリューションのシステム効率と消費電力予測を提供可能です。詳しい手順やビデオチュートリアルは、オンラインで入手可能で、ユーザーはこれらのツールを簡単に使い始めることができます。

## 結論

シンプルデジタル電源モジュールは、PMBus インターフェイスを使用してテレメトリとコンフィグレーション機能を提供することにより、デジタル制御電源の固有の利点を引出します。デジタルインターフェイスは、FPGA、ASIC、DSP、およびマイクロコントローラに必要なパワーレインアーキテクチャをサポートする出力電圧、電流、および温度のリアルタイムモニタリング機能をサポートします。ソフトウェアで実装された位相補償回路を必要としない設計は、エイジングによる部品特性のばらつき感度を排除し、優れた過渡性能を提供します。フォルトロギングは、迅速なトラブルシューティングと補正のための強力なツールを提供します。部品数を最小限に抑えることで、電力密度の高いフットプリントと信頼性の高いソリューションが実現します。

ピンストラップ抵抗を使用してモジュールを設定する簡略化されたアプローチは、煩雑なプログラミング作業を排除できます。ルネサスの ChargeMode 制御アーキテクチャは、1 スイッチングサイクル毎に過渡負荷変位に対応することで出力コンデンサ数を削減し、コストと基板スペースを節約します。高集積ソリューションである RAA210xxx パワーモジュールは、ごく少数の外付け部品で動作します。高度な HDA パッケージ技術は、換気やヒートシンクを必要とせずに、広い温度範囲で優れた熱性能を発揮します。PowerNavigator、PowerCompass、

---

SIMPLIS モデルを含むオンライン設計支援ツールは、市場投入までの時間を短縮し、迅速なパートナーの開発と最適化につなげます。

©2018 ルネサスエレクトロニクスアメリカ社 (REA) が全著作権を所有。すべての商標および商号は、それぞれの所有者のもので  
す。REA は、ここに記載されている情報は、与えられたときに正確であったと考えていますが、その品質や使用に関してはリスク  
はないと考えています。すべての情報は、商品性、特定の目的への適合性、非侵害性などを問わず、明示的、黙示的、法的、また  
は取引、使用方法、または貿易実務から生じるいかなる保証もなく、現状のまま提供されます。REA は、たとえそのような損害の  
可能性について知らされていたとしても、ここに記載された情報の使用または信頼に起因する直接的、間接的、特別、派生的、付  
随的、またはその他の損害について一切の責任を負うものではありません。REA は、予告なしに製品を中止したり、製品の設計ま  
たは仕様またはその他の情報を変更する権利を留保します。すべてのコンテンツは、米国および国際著作権法によって保護されて  
います。ルネサスエレクトロニクス社の事前の書面による許可なく、本資料のいかなる部分も複製、転載することはできません。  
お客様またはユーザーは、この資料のいずれかの公的または商業目的での修正、配布、公開、送信、または派生物の作成を許可さ  
れていません。