

LogiCoA™電源ソリューション

スイッチング電源設計を革新するアナログ・デジタル融合制御

概要

DSP(Digital Signal Processor)等のデジタルコントローラを使用したスイッチング電源回路の制御（以下、フルデジタル制御）は 20 年以上前に実用化されていますが、「大電力・高機能のスイッチング電源」、「高速応答が必要な DC/DC コンバータ」と言った分野以外では普及が進んでいません。特に、300W 未満(小～中電力クラス)の市販のスイッチング電源装置のほとんどがアナログコントローラで制御されています。

これは、DSP のような高速・高機能なプロセッサは「消費電力が大きい」、また、「価格が高い」ことから、電力の小さなスイッチング電源回路に DSP を用いた場合には、「効率悪化」、「コスト UP」と言った課題が顕著になってしまうためです。

ロームでは、この課題を解決するために「アナログ制御」と「デジタル制御」の長所を引き出し、短所を補うことができる「アナログ・デジタル融合制御」(LogiCoA™コントロール)をスイッチング電源設計に適用することを提案致します。また、「アナログ・デジタル融合制御に最適な電源制御用マイコン ML62Q20xx グループ」を中心とした、LogiCoA™電源ソリューションを提供させて頂くことで、スイッチング電源の設計を革新したいと考えております。LogiCoA™コントロールを適用することで、アナログ制御と同等の消費電力を保ちながら、デジタル特有の優れた機能を持ったスイッチング電源を設計することが可能になります。

※「LogiCoA™」は、ローム株式会社の商標または登録商標です。

【LogiCoA™電源ソリューション】

- ①アナログ・デジタル融合制御に最適な電源制御用マイコン ML62Q20xx グループ
- ②電源制御マイコン用オペレーティングシステム（マルチタスク・リアルタイム制御、状態遷移制御、通信機能等を標準実装）
- ③通信用 GUI、及び、通信用 GUI 開発環境
- ④設計リファレンス(電源回路方式毎に最適化された実用レベルの制御プログラム、回路図、評価用ボード)
- ⑤小型・高効率のスイッチング電源を実現するための電子部品(パワー半導体、ゲートドライバ、電流検出用シャント抵抗、etc)

本書では、アナログ・デジタル融合制御を用いたスイッチング電源設計、新規に開発を行ったスイッチング電源制御用マイコン、及び、本マイコンで制御可能なトポロジ例について解説を行います。

内容

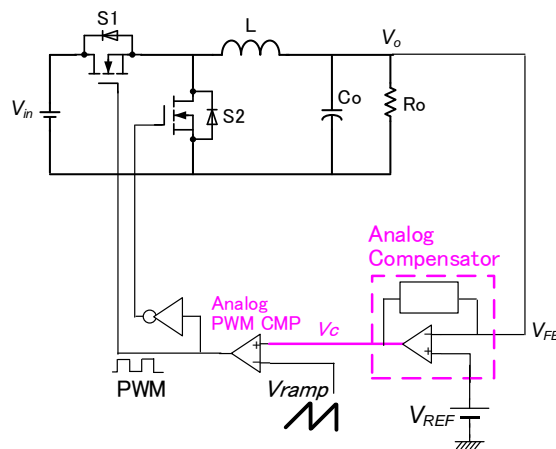
1. スwitchング電源制御方式の比較	2
2. LogiCoA™マイコンを用いたアナログ・デジタル融合制御スイッチング電源の特徴	4
3. LogiCoA™マイコンの概要	6
4. LogiCoA™マイコンで制御可能なトポロジ例	7
5. 関連ドキュメント	10

1. スイッチング電源制御方式の比較

以下では、「アナログ・デジタル融合制御」の特徴を明らかにするために、同期整流降圧 DCDC コンバータ（以下、バックコンバータ）回路を例に、「アナログ制御」、「フルデジタル制御」との比較を示します。

(a)アナログ制御

Figure 1-1 にアナログ制御のバックコンバータ回路を示します。アナログ制御のバックコンバータは下記のように制御されています。



市販されている多くのスイッチング電源はアナログコントロールICによる制御

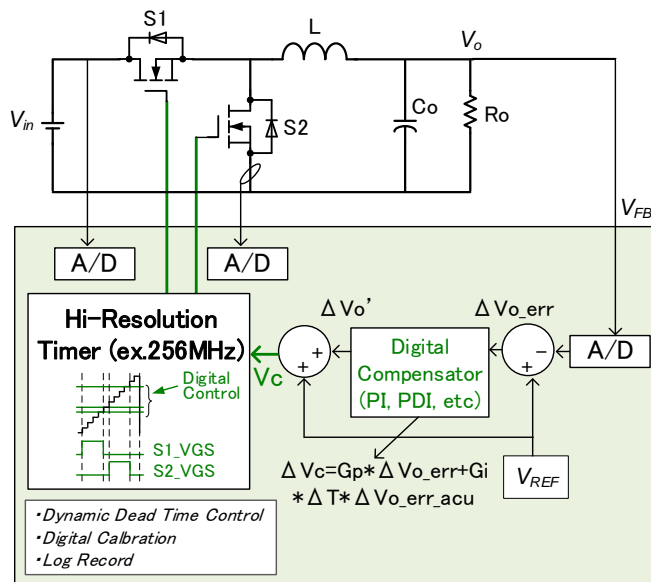
Figure 1-1. アナログ制御のバックコンバータ回路

- ①「アナログ補償回路」を用いて、スイッチング電源の出力電圧「Vo」と基準電圧「Vref」を比較することで、制御信号「Vc」を生成します。出力電圧「Vo」が基準電圧「Vref」よりも低い場合は制御電圧「Vc」が上昇し、出力電圧「Vo」が基準電圧「Vref」よりも高い場合は制御信号「Vc」が低下します。
- ②「PWM コンパレータ」を用いて、制御信号「Vc」とランプ信号「Vramp」を比較することで、スイッチング素子「S1」の駆動信号 (ON duty) を生成します。制御電圧「Vc」が高い場合は ON duty が広がり、制御電圧「Vc」が低い場合は ON duty が狭くなります。
- ③スイッチング素子「S1」の反転信号を生成する回路を使用して、同期整流素子「S2」の駆動信号を生成します。同期整流素子「S2」の駆動信号は、スイッチング素子「S1」の駆動信号に対してデッドタイムを設ける回路が必要になります。
- ④「アナログ補償回路」と「アナログ PWM 回路」によって、スイッチング電源の出力電圧「Vo」が基準電圧「Vref」と同じ電圧になるように制御されます。

「アナログ制御」のスイッチング電源は、低消費電力、低コストのスイッチング電源制御回路を実現することができます。ただし、出力電圧設定値、デッドタイム設定値、保護回路設定値等の多くが固定値となるため、部品のばらつきの影響を大きく受ける回路となってしまいます。従って、回路の安全性を保つためには、使用する部品の定格に大きなマージンを持たせた設計が必要となるため、余分なコストと体積が必要になります。

(b)フルデジタル制御

Figure 1-2 にフルデジタル制御のバックコンバータ回路を示します。フルデジタル制御のバックコンバータは下記のように制御されています。



Micro Controller/DSP (ex. CPU fCLK=64MHz)

Figure 1-2. フルデジタル制御のバックコンバータ回路

- ①「DSP」が「A/D コンバータ」を用いてスイッチング電源の出力電圧「Vo」を取得し、DSP 内で設定された基準値「Vref」との比較・演算が行われます。
- ②「DSP」からの指示を受けて「高分解能タイマ (ex.256MHz)」がスイッチング素子「S1」の駆動用信号 (ON duty) を生成します。出力電圧「Vo」が基準値「Vref」よりも低い場合は ON duty が広がるように、「Vo」が基準値「Vref」よりも高い場合は ON duty が狭くなるように制御が行われます。
- ③同様に、「DSP」からの指示を受けて「高分解能タイマ」が同期整流素子「S2」の駆動用信号を生成します。同期整流素子「S2」の駆動信号は、スイッチング素子「S1」の駆動信号に対してデッドタイムを設けるように設定されます。
- ④「DSP」の演算によって、スイッチング電源の出力電圧「Vo」が基準値「Vref」と同じ電圧になるように制御されます。ソフトウェアにより基準値「Vref」を変更することで、スイッチング電源の出力電圧「Vo」を変更することができます。

「フルデジタル制御」のスイッチング電源は、高機能な制御回路を実現することができます。例えば、出力電圧設定値、デッドタイム設定値、保護回路設定値等の多くがソフトウェアにより制御変更できるため、部品のばらつきをソフトウェアによって吸収させることが可能となります。従って、使用する部品の定格に対して最適な設計を行うことが可能です(アナログ制御のような大きなマージンが不要)。また、出力電圧制御を DSP による演算で実現しているため、出力電圧の応答特性を最適化することが可能となり、高速応答を実現することができます。更には、デッドタイム等の制御値を動的に最適化することができるため、スイッチング電源の効率を最適化することも可能です。加えて、通信機能やログ記録機能といった高度機能も実現することができます。しかしながら、デジタルプロセッサの消費電力が大きく、また、高コストになってしまう課題があります。

(c)アナログ・デジタル融合制御

Figure 1-3 にアナログ・デジタル制御のバックコンバータ回路を示します。アナログ・デジタル制御のバックコンバータは下記のように制御されています。

- ①アナログ制御と同様に、「アナログ補償回路」を用いて、スイッチング電源の出力電圧「Vo」と、基準電圧「Vref」を比較することで、制御信号「Vc」を生成します。ただし、基準電圧「Vref」は、アナログ制御と異なり、「マイコン」内の「D/A コンバータ」で制御されています。
- ②「マイコン」内の「PWM コンパレータ」を用いて、制御信号「Vc」とランプ信号「Vramp」を比較することで、スイッチング素子「S1」の駆動信号(ON duty)を生成します。ただし、ランプ信号「Vramp」の周期は、アナログ制御と異なり、「マイコン」内の「タイマ (ex.64MHz)」で制御されています。
- ③「PWM コンパレータ」の立下りエッジをトリガとして、「マイコン」内の「タイマ」をスタートすることで同期整流素子「S2」の駆動信号を生成します。同期整流素子「S2」の駆動信号は、「タイマ」の設定によりデッドタイムを生成していますので、「CPU」からの指示でデッドタイムを変更することができます。
- ④「アナログ補償回路」と「アナログ PWM 回路」によって、スイッチング電源の出力電圧「Vo」が基準電圧「Vref」と同じ電圧になるように制御されます。基準電圧「Vref」は、「マイコン」内の「D/A コンバータ」で制御されていますので、ソフトウェアによって出力電圧「Vo」を変更することができます。

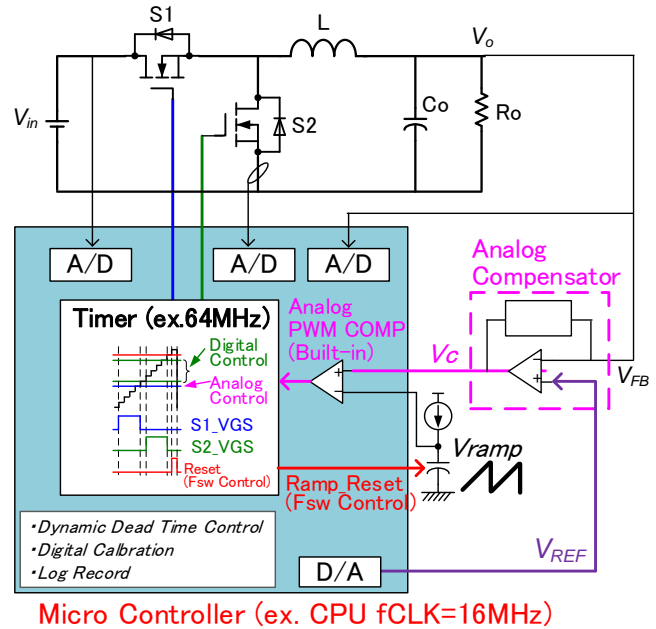


Figure 1-3. アナログ・デジタル融合制御のバックコンバータ回路

「アナログ・デジタル融合制御」のスイッチング電源は、出力電圧制御に「アナログ補償器」を使用したことで DSP が不要となり、低コスト、且つ、低消費電力のマイコンを使用することが可能となります。マイコンを使用していることで、フルデジタル制御と同様に、出力電圧設定値、デッドタイム設定値、保護回路設定値等の多くがソフトウェアにより変更することができますので、部品のばらつきをソフトウェアによって吸収させることが可能となります。従って、フルデジタル制御と同様に、使用する部品の定格に対して最適な設計を行うことが可能です(アナログ制御のような大きなマージンが不要)。また、デッドタイム等の動的最適化、通信機能やログ記録機能といった高度機能も実現することができます。

出力電圧制御に「アナログ補償器」を使用したことで、出力電圧の応答特性は「フルデジタル制御」に劣りますが、一般的なスイッチング電源装置としては十分な応答特性を実現することができますので、大きなデメリットとはなりません。Table 1-1 に各制御の特徴を示します。

Table 1-1. スイッチング電源制御回路の特徴比較

アナログ制御	フルデジタル制御	アナログ・デジタル融合制御
<ul style="list-style-type: none"> ●消費電力小 (ex. Icc=3~5mA) ●アナログ補償器 (出力電圧設定はアナログ) ●アナログ PWM 制御 (分解能=無限大) ●固定デッドタイム制御(最適化が困難) ●低付加価値 	<ul style="list-style-type: none"> ●高速 CPU/DSP が必要 (ex.fCLK=64~200MHz) ●高速タイマが必要 (ex. fCLK=256MHz) ●消費電力大 (ex. Icc=100~150mA) ●デジタル補償器 (高速応答) ●デジタル PWM 制御 (分解能= ex. 3.9ns) ●動的デッドタイム制御(全域を最適化) ●高付加価値(通信機能、ログ記録等) 	<ul style="list-style-type: none"> ●低速 CPU で制御可能 (ex. fCLK=16MHz) ●低速タイマで制御可能 (ex. fCLK=64MHz) ●消費電力小 (ex. Icc=3~10mA) ●アナログ補償器 (出力電圧設定はデジタル) ●アナログ・デジタル融合 PWM 制御 (分解能=無限大、SW 素子のオンはタイマで制御) ●動的デッドタイム制御 (全域を最適化) ●高付加価値(通信機能、ログ記録等)

2. LogiCoA™マイコンを用いたアナログ・デジタル融合制御スイッチング電源の特徴

Figure 2-1 にアナログ・デジタル融合制御に最適化されたマイコンである ML62Q20xx グループ（以下、LogiCoA™マイコン）を用いて設計されたスイッチング電源の特徴を記します。

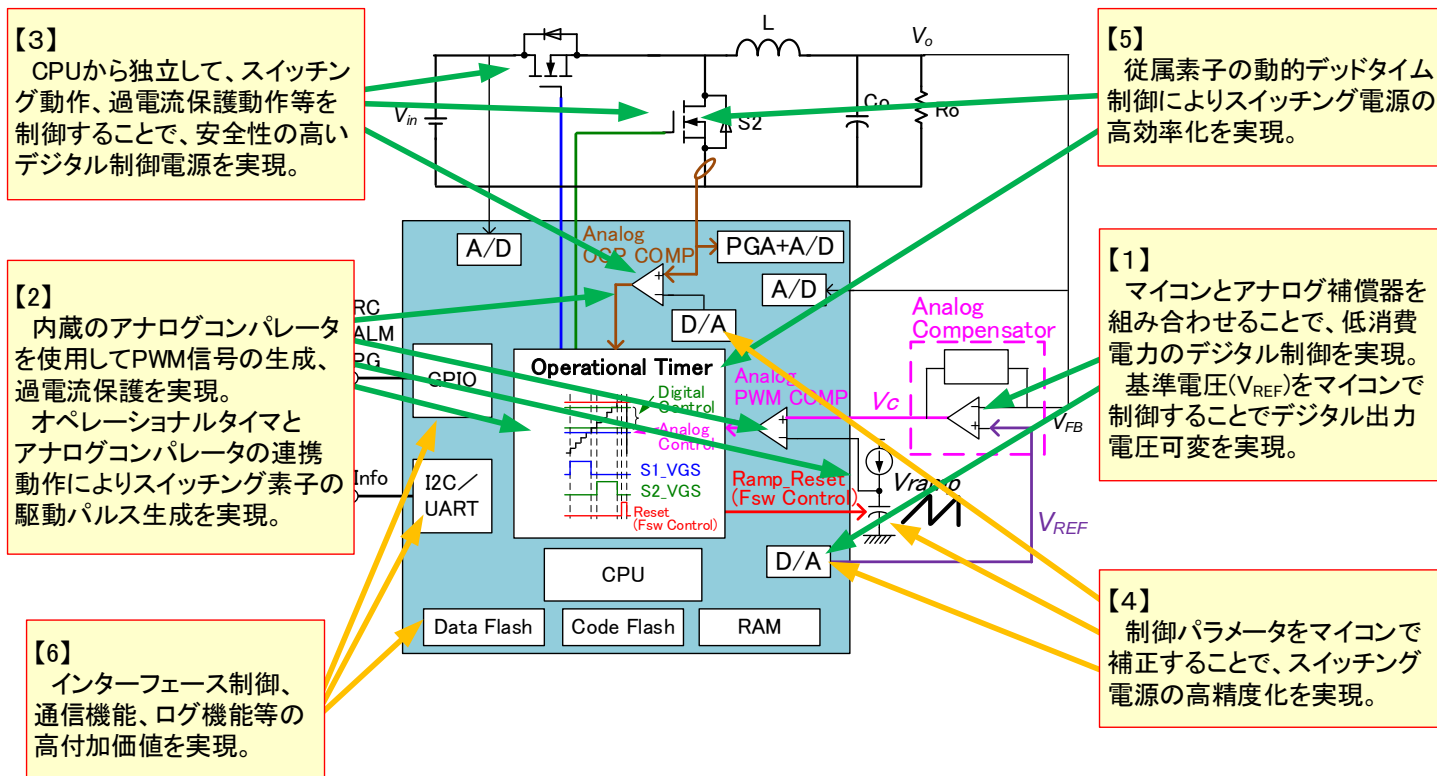


Figure 2-1. LogiCoA™マイコンを用いたアナログ・デジタル融合制御電源の特徴

(1)アナログ補償器と低消費電力マイコンを用いたデジタル制御、デジタル出力電圧設定を実現

出力電圧制御にアナログ補償器を使用し、LogiCoA™マイコン（CPU クロック;16MHz、タイマクロック;64MHz）と組み合わせて、スイッチング電源の制御回路を構成します。DSP 等の高消費電力素子を使用しないため制御回路の低消費電力化を図ることができます。

また、出力電圧制御はアナログ補償器で行いますが、アナログ補償器に与える基準電圧 V_{REF} は LogiCoA™マイコン内の D/A コンバータで生成していますので、スイッチング電源の出力電圧設定値は LogiCoA™マイコンから制御することができます。

(2)内蔵のアナログコンパレータとオペレーショナルタイマの連携によりスイッチング素子駆動パルス生成、過電流保護を実現

LogiCoA™マイコンには、パワー半導体のゲート駆動信号を生成するために最適化されたオペレーショナルタイマ（10 出力、最大 10 個のパワー半導体を制御）、及び、PWM 信号の生成や過電流保護回路に使用できるアナログコンパレータ(3チャンネル)、及び、基準電圧信号として使用することができる D/A コンバータ（2チャンネル）を内蔵しています。オペレーショナルタイマは、「タイマ間連携動作」、「タイマ-コンパレータ間連携動作」、「タイマ-外部信号間連携動作」、「位相追従動作」を自由に設定できるように構成されているため、様々な電源回路トポロジ(Buck、Boost、BuckBoost、フォワード、ブリッジ、他励フライバック、疑似共振フライバック、電流臨界モード PFC、インターリーブ PFC、etc)の制御を行うことができます。

PWM 制御信号は、LogiCoA™マイコン内蔵のアナログコンパレータを PWM コンパレータとして動作するように設定します。PWM 信号は、アナログ制御と同様に、三角波を PWM コンパレータに入力することで生成します。三角波は、オペレーショナルタイマを使用して生成することで、スイッチング

素子のオンタイミング（スイッチング周波数）を LogiCoA™マイコンから制御することができます。また、スイッチング素子の ON duty（PWM 信号のパルス幅）は、アナログ制御で決定されますので、スイッチングパルスの分解能は無制限大となります（フルデジタル制御では、スイッチングパルスはタイマの分解能で決定されますので有限の分解能を持ちます）。また、スイッチング素子の最大 duty 制限も LogiCoA™マイコンから制御することができます。

過電流保護は、LogiCoA™マイコン内蔵のアナログコンパレータを過電流保護コンパレータとして動作するように設定します。マイコン内蔵の D/A コンバータを過電流保護コンパレータに接続する設定とすることで、過電流保護の設定値をマイコンから制御することができます。

(3)CPU から独立したスイッチング動作、過電流保護動作により安全性の高いデジタル制御電源を実現

LogiCoA™マイコンのオペレーショナルタイマ、コンパレータ、D/A コンバータ等は、一度設定を行った後は、CPU から独立して動作を継続しますので、万一、CPU が停止したとしても、過電流保護動作等の保護動作は継続して動作しますので、安全性の高いデジタル制御電源を作ることができます。

また、アナログ・デジタル融合制御では、出力電圧制御はアナログ補償器で制御していますので、CPU が停止した場合でも出力電圧は、CPU が停止する直前の値が出力されます。

(4)制御パラメータの補正を行うことによりスイッチング電源の高精度化を実現

LogiCoA™マイコンは、スイッチング電源の様々な制御パラメータをマイコンで制御していますので、「部品ばらつき」による特性変化をソフトウェアで補正することが可能です。

【制御パラメータ例】

- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| ・スイッチング周波数 | ・・・ オペレーショナルタイマの周期設定で制御 |
| ・スイッチング素子の最大 duty 制限 | ・・・ オペレーショナルタイマのパルス幅設定で制御 |
| ・従属素子のデッドタイム | ・・・ オペレーショナルタイマの Rise ポイント設定で制御 |
| ・起動/停止電圧 | ・・・ A/D コンバータで入力電圧を取得することで制御 |
| ・出力電圧設定値 | ・・・ アナログ補償器に与える基準電圧を D/A コンバータで制御 |
| ・過電流保護設定値 | ・・・ コンパレータに与える基準電圧を D/A コンバータで制御 |

(5)従属素子の動的デッドタイム制御によりスイッチング電源の高効率化を実現

LogiCoA™マイコンのオペレーショナルタイマは、スイッチング素子の立下りエッジを検知してタイマのカウント動作をスタートさせる機能を備えています。これにより従属素子（同期整流素子、共振用スイッチ素子等）の動作タイミングを制御することができます。また、タイマのカウントがスタートしてから、タイマ出力がハイレベルになるまでのタイミングを制御する機能も備えていますので、デッドタイムを制御することもできます。また、マイコンは、入力電圧、スイッチング素子の電流、出力電圧等をモニタしており、電源の状態に対して、デッドタイムを動的に最適化することができますので、電源回路の効率を最大限に引き出すことができます。

(6)インターフェース制御、通信機能、ログ機能等の高付加価値を実現

LogiCoA™マイコンは低消費電力マイコンですが、インターフェース制御、通信機能、ログ機能等の高付加価値機能を実現するための十分なパフォーマンスを備えています。また、LogiCoA™マイコン用に、マルチタスク・リアルタイム制御を実現した、スイッチング電源制御用オペレーティングシステム"RMOS"を準備しており、通信機能、ログ機能はオペレーティングシステムの標準機能として実現することができます。

3. LogiCoA™マイコンの概要

Table 3-1 に LogiCoA™マイコンの概要を示します。本マイコンは、アナログ・デジタル融合制御電源を制御するための下記の機能を備えています。

- ①スイッチング電源制御に最適化された多機能タイマ(オペレーショナルタイマ)
 - ・6 タイマ(OTM0~OTM5)、10 出力を実装し、最大 10 個の MOSFET を制御可能 (OTM0,OTM1,OTM4,OTM5 は各 2 出力、OTM2,OTM3 は各 1 出力)
 - ・タイマ間連携、タイマ-コンパレータ間連携(論理積、トリガスタート/ストップ)、外部信号連携機能により、様々なトポロジに対応
 - ・キャプチャ機能と 1/2 位相追従機能により、CPU 制御を介さずに電流臨界モード PFC のインターリーブ動作を制御可能
- ②アナログコンパレータを内蔵 × 3ch
 - ・コンパレータ出力によりタイマ出力を停止させる機能、タイマカウンタのスタート/ストップ機能、タイマ出力との論理積出力機能により、アナログ PWM 制御(電圧モード、ピーク電流モード制御)、過電流保護動作制御(パルス by パルス動作)に対応
 - ・マイコン内部で、D/A コンバータと接続可能
- ③プログラマブルゲインアンプ(電圧信号を最大 32 倍に増幅して A/D で取得)
 - ・電流検出信号等を低損失で取得可能
- ④シリアル通信・データフラッシュ・乗除算器
 - ・電源動作状態ログの記録、各種演算に対応

Table 3-1. LogiCoA™マイコンの主な仕様

		ML62Q2033/5	ML62Q2043/5
CPU		16bit RISC CPU Core(nX-U16/100)、最大 16MHz 動作	
Memory		Code Flash: 16KB or 32KB Data Flash: 4KB (消去単位:128B) RAM: 2KB	
Comparator		3ch(クロック非同期動作)、 応答時間 : Max 100ns	
Timer		16bit timer with PWM/Capture × 6 カウンタ、10 出力 最大 64MHz 動作(分解能 15.625ns)	
A/D コンバータ		12bit SA-ADC : 5ch	
D/A コンバータ		8bit, 2ch	
プログラマブルゲインアンプ		1ch、ゲイン設定 : 4 レベル (×4/×8/×16/×32)	
Serial I/F(通信)		I ² C×1、UART×2	
I/O Port		I : 1、I/O : 15	I : 1、I/O : 19
外部割込		4	
Other		乗除算器、温度センサ、Power ON Reset	
Clock	Low	Internal RC Oscillator : 32.768kHz±1.5%*	
	High	PLL : 64MHz±1.5%*、CPU : 16MHz~125kHz±1.5%* PWM/Capture : 64MHz~500kHz±1.5%*	
消費電流(CPU)		Stop : 80µA、Halt : 90µA、 Active : 3.3mA@16MHz	
動作電圧		4.5V ~ 5.5V	
動作温度		Ta=-40℃ ~ +105℃(Tj=115℃) (絶対最大定格:Tjmax=125℃)	
Package		TSSOP20	WQFN24

*:Ta=-20℃ ~ +85℃

4. LogiCoA™マイコンで制御可能なトポロジ例

以下に LogiCoA™マイコンで制御可能な回路トポロジ例を示します。各トポロジに関しては、リファレンスボードを準備していますので、本書では、制御の概要を記します（リファレンスボードのドキュメントで回路及びソフトウェアの詳細を解説しています）。

(1)フルブリッジ・同期整流コンバータ

Figure 4-1 に LogiCoA™マイコン制御のフルブリッジコンバータ回路を示します。以下に、本回路の動作概要を示します。

・電圧モード PWM

マイコンの OTO0A(オペレーショナルタイマ OTM0 の出力)で三角波を生成します。マイコン内蔵のコンパレータ CMP0 にアナログ補償器からの信号と三角波を入力することで、PWM 制御信号を生成します。

・スイッチング素子制御

OTO1AとOTO1B(オペレーショナルタイマ OTM1 の出力)を duty50%の相補出力、且つ、OTM0 の 1/2 の周波数(三角波信号の 1/2 の周波数)で動作する設定とします。さらに、CMP0 出力(PWM 信号)との論理積を出力する設定とすることで、PWM 信号が OTO1A と OTO1B に振り分けられます。

・同期整流素子制御

OTO2A(オペレーショナルタイマ OTM2 の出力)を OTO1A の立下りエッジに対してスタートする設定、OTO3A(オペレーショナルタイマ OTM3 の出力)を OTO1B の立下りエッジに対してスタートする設定とします。OTO2A 及び OTO3A がスタートしてから H レベルを出力するまでのカウント値を設定することで、スイッチング素子オフから同期整流素子オンまでのデッドタイムを制御します。

OTM4 を OTM1(スイッチング素子のオンを制御するタイマ)と同期動作に設定し、OTM4O(オペレーショナルタイマの内部出力)で OTO2A をオフ、OTM4I で OTO3A をオフする信号を生成します。OTM4O、及び、OTM4I がオフ信号を出力するカウント値を設定することで、同期整流素子オフからスイッチング素子オンまでのデッドタイムを制御します。

・出力電圧設定

OTO5A(オペレーショナルタイマ OTM5 の出力)をフルブリッジコンバータの出力フィルタよりも十分に高い周波数に設定します。OTO5A の出力をフォトカプラ等の絶縁素子を介して、2 次側のアナログ補償器の基準電圧に割り込ませます。OTO5A の duty の設定により、出力電圧設定値を制御することができます。

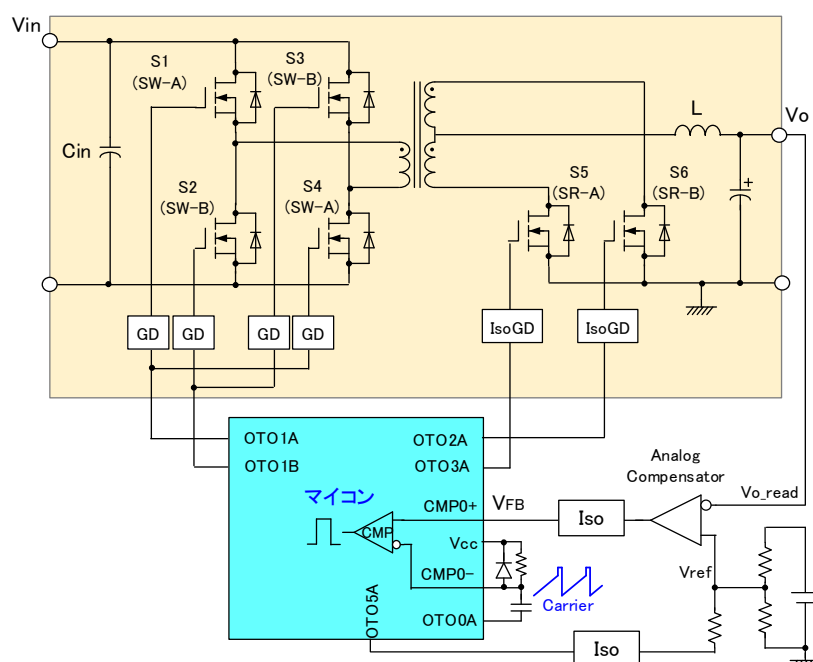


Figure 4-1. LogiCoA™マイコン制御のフルブリッジコンバータ回路

(2)電流臨界モードインターリーブ PFC

Figure 4-2 に LogiCoA™マイコン制御の電流臨界モードインターリーブ PFC コンバータ回路を示します。インターリーブ動作では、LogiCoA™マイコンのオペレーショナルタイマの機能の一つである位相追従機能を使用しています。以下に、本回路の動作概要を示します。

・スイッチング素子 S1 制御 (電流臨界制御)

スイッチング素子 S1 のオン時間を制御するために、OTO0A(オペレーショナルタイマ OTM0 の出力)が H レベルを出力する時間 (タイマのカウント値) を設定します。また、EXTRG0(外部トリガ入力端子)の信号で OTO0A がリスタートする設定とします。

OTO0A がスタートすると S1 がオンし、L1 が励磁され電流が増加します。OTO0A が H レベルを出力している時間が、先のタイマのカウント値に達すると S1 がオフし、L1 の励磁エネルギーが放出され、電流が低下します。

L1 の電流がゼロになると EXTRG0 に信号が入力されます。EXTRG0 に信号が入力されると、OTO0A がリスタートし、再度、S1 がオンします(電流臨界モード動作)。

・スイッチング素子 S2 制御 (電流臨界制御・インターリーブ制御)

S2(スイッチング素子)のオン時間が S1 のオン時間と同じになるように、OTO1A を設定します。また、OTO1A は、OTM2 と EXTRG1 の双方からの信号が入力された時にリスタートするように設定します。OTM2 は、マイコン内部で OTO0A の周期をキャプチャし、キャプチャした周期の 1/2 のタイミングで信号を出力する設定とします。

本設定とすることで、S1 の位相 180°のタイミング、且つ、L2 の電流がゼロになったタイミングで OTO1A がリスタートする動作となり、インターリーブ制御を行うことができます。

・力率制御、出力電圧制御

CPU は、出力電圧 Vo が目標電圧になるように、S1 及び S2 のスイッチング動作のオン時間を設定します。この際、入力電圧 Vac(交流電圧)がゼロクロスタイミングで S1 及び S2 のオン時間の設定値を変更し、入力電圧の 1 周期の期間は、設定値の変更を行わないようにします。本動作により、力率≒1 となる制御を行うことができます。

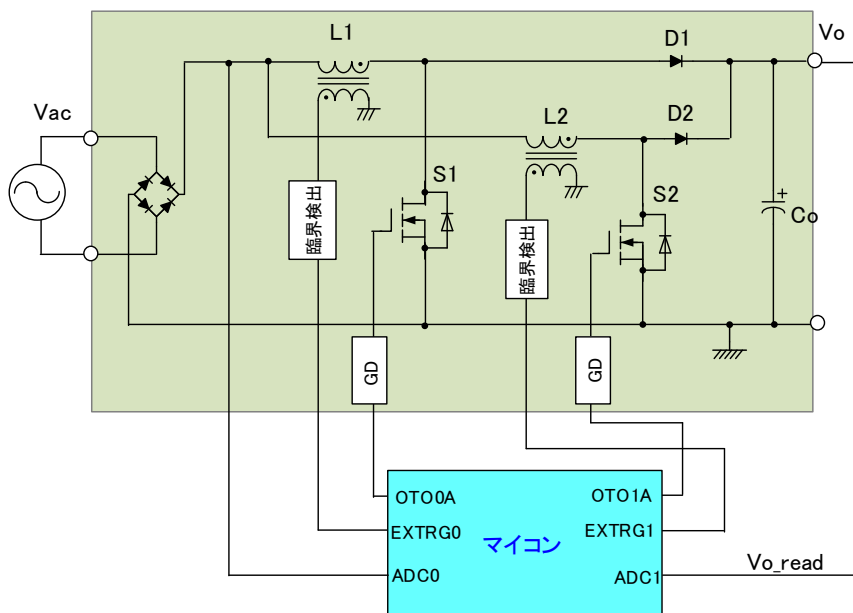


Figure 4-2. LogiCoA™マイコン制御の電流臨界モードインターリーブ PFC

(3)電流臨界モード PFC+疑似共振フライバックコンバータ

LogiCoA™マイコンでは、電源制御マイコン用オペレーティングシステム"RMOS"(Real time Micro Operating System)を使用することで、2つのコンバータを同時に制御することができます。

例えば、Figure 4-3 に LogiCoA™マイコン制御の電流臨界モード PFC コンバータ回路と疑似共振フライバックコンバータ回路を 1 個の LogiCoA™マイコンで制御することができます。以下に、本回路の動作概要を示します。

電流臨界モード PFC の動作は、上記の電流臨界モードインターリーブ PFC のスイッチング素子 S1 側と同じ動作となりますので、以下では、疑似共振フライバックコンバータ部の動作について説明を行います。

・ピーク電流モード PWM

マイコンの OTO2A(オペレーショナルタイマ OTM2 の出力)でスイッチング素子 S2 を駆動します。

OTO2A は CMP0 の信号でオフする設定とし、EXTRG2 の信号でリスタートする設定とします。マイコン内蔵のコンパレータ CMP0 に、アナログ補償器からの信号と S2 の電流検出抵抗の信号を入力します。

OTO2A がスタートすると S2 がオンし、S2 を流れる電流 (トランスの 1 次側の励磁電流)が増加します。S2 の電流検出抵抗の信号電圧がアナログ補償器の信号電圧と一致すると、CMP0 が動作し、OTO2A(S2)をオフします (ピーク電流モード制御)。

・疑似共振動作

S2 がオフすると、トランスの励磁エネルギーが電流として 2 次側に放出されます。トランスの励磁エネルギーがゼロになると、EXTRG2 に信号が入力されます。EXTRG2 に信号が入力されると、OTO2A がリスタートし、再度、S2 がオンします (疑似共振動作)。

・出力電圧設定

OTO5A(オペレーショナルタイマ OTM5 の出力)を疑似共振フライバックコンバータの出力フィルタよりも十分に高い周波数に設定します。OTO5A の出力をフォトプラ等の絶縁素子を介して、2 次側のアナログ補償器の基準電圧に割り込ませます。OTO5A の duty の設定により、出力電圧設定値を制御することができます。

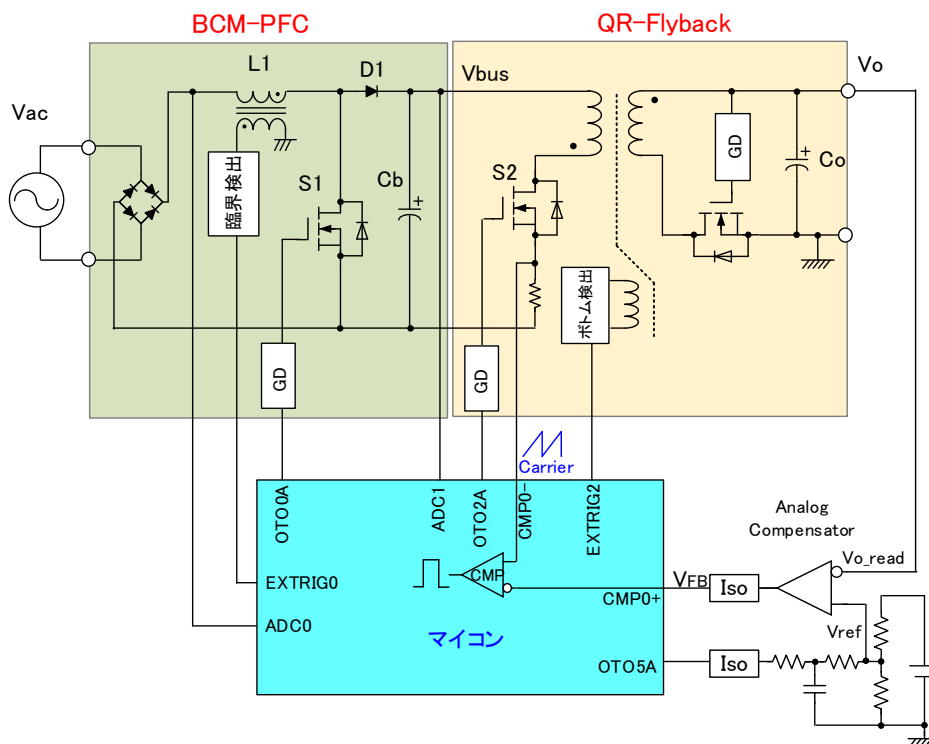


Figure 4-3. LogiCoA™マイコン制御の電流臨界モード PFC+疑似共振フライバックコンバータ

5. 関連ドキュメント

LogiCoA™電源ソリューション関連のドキュメント一覧を示します。

- [1] 66UG089J、Rev.001、同期整流 降圧 DCDC コンバータ 評価ボード LogiCoA001-EVK-001
- [2] 66AN146J、Rev.001、スイッチング電源制御マイコン用オペレーティングシステム “RMOS”
- [3] 66AN148J、Rev.001、RMOS 搭載通信機能および GUI 作成環境解説書
- [4] 66AN152J、Rev.001、アナログ・デジタル融合制御電源 同期整流 降圧 DCDC コンバータ 動作解説書

改訂履歴

Date	Revision Number	Description
2024. 4. 15	001	新規作成

ご 注 意

- 1) 本資料に記載されている内容は、ロームグループ(以下「ローム」という)製品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、別途最新のデータシートもしくは仕様書を必ずご確認ください。
- 2) ローム製品は、一般的な電子機器(AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等)もしくはデータシートに明示した用途への使用を意図して設計・製造されています。したがって、極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、またはその他の重大な損害の発生に関わるような機器または装置(医療機器、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリーを含む車載機器、各種安全装置等)(以下「特定用途」という)にローム製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願いいたします。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途にローム製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。
- 3) 半導体を含む電子部品は、一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、人の生命、身体、財産への危険または損害が生じないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計など安全対策をお願いいたします。
- 4) 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、ローム製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を明示的にも黙示的にも保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。
- 5) ローム製品及び本資料に記載の技術を輸出または国外へ提供するには、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続きを行ってください。
- 6) 本資料に記載された応用回路例などの技術情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及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。また、ロームは、本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有または管理している知的財産権その他の権利の実施、使用または利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。
- 7) 本資料の全部または一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
- 8) 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。ローム製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
- 9) ロームは本資料に記載されている情報に誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様または第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどをご用意しておりますので、お問い合わせください。

ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.co.jp/contactus>