

MB3800 昇圧方式を使用した電源システムの設計について

著者: Atsushi Tsurumaru

関連製品ファミリ: MB3800

関連資料: MB3800 データシート

AN217968 は、サイプレスの 1 ch. パワー・マネジメント IC (PMIC)、MB3800 を利用した、電源システムの部品選定方法を説明します。

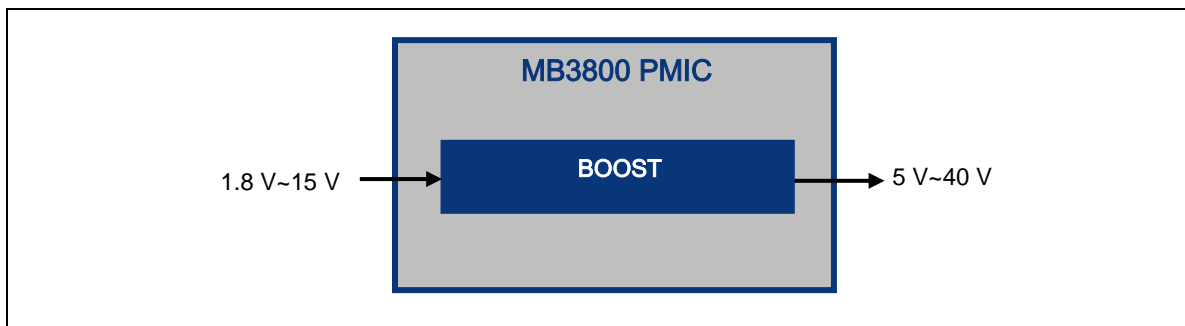
Contents

1. はじめに	1	2.5. NPN スイッチングトランジスタ (Tr)	3
2. 昇圧 DC/DC コンバータ部品選定	2	2.6. フライバックダイオード (Di)	4
2.1. 出力設定抵抗 (R1, R2)	2	2.7. FB コンデンサ (C _{FB})	5
2.2. コイル (L)	3	2.8. SCP コンデンサ (C _{PE})	5
2.3. 入力コンデンサ (C _{IN})	3	改訂履歴 AN217968	7
2.4. 出力コンデンサ (C _{OUT})	3	ワールドワイドな販売と設計サポート	8

1. はじめに

MB3800 は、ソフトスタート機能・短絡検出機能を内蔵した低電圧対応の 1 ch. PMIC です。最低動作電圧が 1.8 V と低く、乾電池駆動の電子機器に最適な電源ソリューションを実現します。出力電圧は外部抵抗によって設定可能です。[図 1](#) に MB3800 を利用した 1 ch. 昇圧 DC/DC コンバータのブロックダイアグラムを示します。MB3800 を利用した電源システムを設計するには、さまざまな注意点を考慮する必要があります。このアプリケーションノートでは、MB3800 を利用した昇圧電源システムの設計における部品選定方法を説明します。

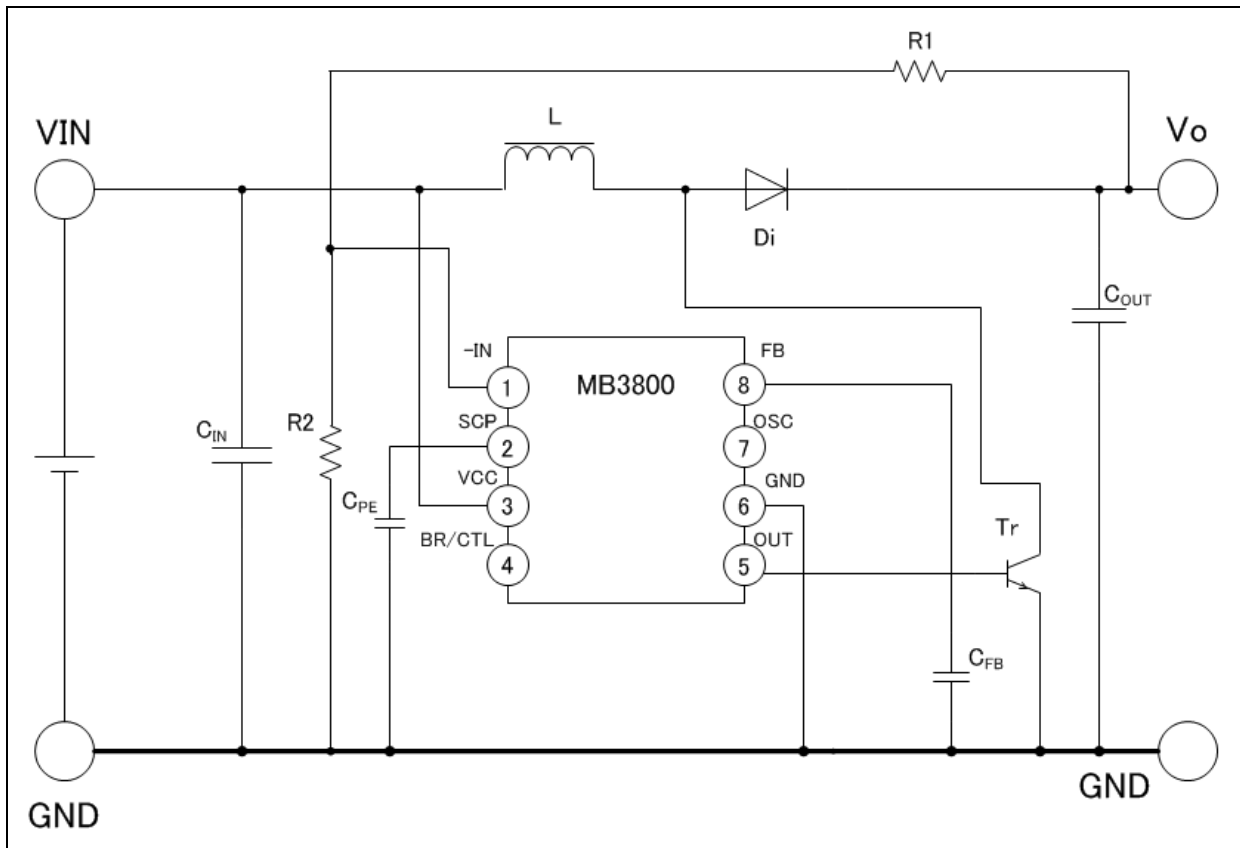
図 1. 電源システムブロックダイアグラム



2. 昇圧 DC/DC コンバータ 部品選定

MB3800 のアプリケーション例として、昇圧回路例を図 2 に示します。この図の各部品選定方法を説明します。

図 2. 昇圧回路接続



2.1. 出力設定抵抗 (R1, R2)

ペアの抵抗分割 (R1, R2) に従い出力電圧 (Vo) を設定します。

式 1

$$V_O = V_T \times \frac{R1 + R2}{R2}$$

補足説明:

R1, R2: 出力電圧設定抵抗 (Ω)

VT: -IN 端子入力スレッシュホールド電圧=0.5 V

VO: 出力設定電圧 (V)

2.2. コイル (L)

コイルに流れる電流が定格値以内であることを判断するために、式 2 を使ってコイルに流れる最大電流値を求める必要があります。

式 2

$$I_{L_MAX} \geq \frac{V_O \times I_{O_MAX}}{V_{IN_MIN}} + \frac{\Delta I_L}{2}, \Delta I_L = \frac{V_{IN_MIN}}{L} \times \frac{V_O - V_{IN_MIN}}{V_O \times f_{OSC}}$$

補足説明:

I_{L_MAX} : コイルの定格電流値 (A)
 I_{O_MAX} : 最大負荷電流 (A)
 ΔI_L : コイルのリップル電流ピークピーク値 (A)
 L : コイルのインダクタ値 (H)
 V_{IN_MIN} : 最小電源電圧 (V)
 V_O : 出力設定電圧 (V)
 f_{OSC} : スイッチング周波数 (Hz)

2.3. 入力コンデンサ (C_{IN})

およそ 10 mΩ 以下と ESR が小さく、スイッチング周波数まで容量値を維持する周波数特性の優れたセラミックコンデンサを使用してください。一般的に容量値は E6 系列から選択されます。20μF 以上を推奨します。入力コンデンサの電圧定格は式 3 を使って算出します。

式 3

$$V_{CIN} > V_{IN}$$

補足説明:

V_{CIN} : 入力コンデンサ耐圧 (V)
 V_{IN} : 電源電圧 (V)

2.4. 出力コンデンサ (C_{OUT})

ESR が小さく、スイッチング周波数まで容量値を維持する周波数特性の優れたセラミックコンデンサを使用してください。一般的に容量値は E6 系列から選択されます。20 μF 以上を推奨します。セラミックコンデンサの選定においては、自身の DC バイアス特性による容量値低下にご注意ください。一般的にはサイズの大きな容量の方が DC バイアス特性は良好です。出力コンデンサの電圧定格は式 4 を使って算出します。

式 4

$$V_{COUT} > V_O$$

補足説明:

V_{COUT} : 出力コンデンサ耐圧 (V)
 V_O : 出力設定電圧 (V)

2.5. NPN スイッチングトランジスタ (Tr)

NPN スイッチングトランジスタのコレクタ電流が定格値以内であることを判断するために、式 5 を使ってトランジスタに流れる最大電流値を求める必要があります。

式 5

$$I_C \geq \frac{V_O \times I_{O_MAX}}{V_{IN_MIN}} + \frac{V_{IN_MIN}}{2L} \times \frac{V_O - V_{IN_MIN}}{V_O \times f_{OSC}}$$

補足説明:

I_C : コレクタ定格電流 (A)
 I_{O_MAX} : 最大負荷電流 (A)
 L : コイルのインダクタ値 (H)
 V_{IN_MIN} : 最小電源電圧 (V)
 V_O : 出力設定電圧 (V)
 f_{OSC} : スイッチング周波数 (Hz)

NPN スイッチングトランジスタのベース電流に供給可能な電流によって、コレクタ電流のピーク値をだせる h_{fe} であるかを判断します。 h_{fe} の値は式 6 を使って算出します。

式 6

$$h_{fe} \geq \frac{1}{I_B} \times \left(\frac{V_O \times I_{O_MAX}}{V_{IN_MIN}} + \frac{V_{IN_MIN}}{2L} \times \frac{V_O - V_{IN_MIN}}{V_O \times f_{OSC}} \right)$$

補足説明:

h_{fe} : NPN スイッチングトランジスタの h_{fe}
 I_B : MB3800 から供給可能ベース電流=0.02A (A)
 I_{O_MAX} : 最大負荷電流 (A)
 L : コイルのインダクタ値 (H)
 V_{IN_MIN} : 最小電源電圧 (V)
 V_O : 出力設定電圧 (V)
 f_{OSC} : スイッチング周波数 (Hz)

Tr の定格電圧値は式 7 を使って算出します。

式 7

$$V_{CEO} > V_O$$

補足説明:

V_{CEO} : Tr コレクター-エミッタ間電圧 (V)
 V_O : 出力設定電圧 (V)

2.6. フライバックダイオード (Di)

フライバックダイオードの電圧定格は、式 8 を使って算出します。

式 8

$$V_R > V_O$$

補足説明:

V_R : 直流逆方向電圧 (V)
 V_O : 出力設定電圧 (V)

ダイオード平均電流 I_{Di} は、式 9 を使って算出します。

式 9

$$I_{Di} \geq I_O$$

補足説明:

I_{Di} : ダイオード平均電流 (A)

I_O : 出力電流 (A)

ダイオードピーク電流 I_{Dip} は、式 10 を使って算出します。

式 10

$$I_{Dip} \geq \frac{V_O \times I_O}{V_{IN_MIN}} + \frac{V_{IN_MIN}}{2L} \times \frac{V_O - V_{IN_MIN}}{V_O \times f_{OSC}}$$

補足説明:

I_{Dip} : ダイオードピーク電流 (A)

V_O : 出力設定電圧 (V)

I_O : 出力電流 (A)

V_{IN_MIN} : 最小電源電圧 (V)

L : コイルのインダクタ値 (H)

f_{OSC} : スイッチング周波数 (Hz)

ダイオードの逆回復時間 ($t_{rr(Di)}$) は、スイッチング Tr のターンオン時間 ($t_{on(Tr)}$) より早い必要があります。Tr のターンオン時間 ($t_{on(Tr)}$) は式 11 を使って算出します。

式 11

$$t_{on(Tr)} > t_{rr(Di)}$$

補足説明:

$t_{on(Tr)}$: スイッチング Tr のターンオン時間 (ns)

$t_{rr(Di)}$: ダイオードの逆回復時間 (ns)

2.7. FB コンデンサ (C_{FB})

ESR が小さく、スイッチング周波数まで容量値を維持する周波数特性の優れたセラミックコンデンサを使用してください。コンデンサの定格電圧は式 12 を使って算出します。

式 12

$$V_{CFB} > V_{IN}$$

補足説明:

V_{IN} : 電源電圧 (V)

V_{CFB} : FB コンデンサ耐圧 (V)

2.8. SCP コンデンサ (C_{PE})

C_{PE} によって、ソフトスタート時間およびショート検出時間が設定可能です。

2.8.1. ソフトスタート

電源投入後、SCP端子 (2ピン) に接続したコンデンサ (C_{PE}) に充電を開始します。PWMコンパレータにより、SCP端子電圧に比例したソフトスタート設定電圧とノコギリ波を比較し、OUT端子 (5ピン) のONデューティを変化させソフトスタート動作をします。ソフトスタート終了後、SCP端子電圧を“L”ソフトスタート設定電圧を“H”に保持し、

出力短絡検出待ち状態となります。
ソフトスタート時間 (t_s) は、式 13 を使って算出します。

式 13

$$t_s \approx 0.35 \times C_{PE}$$

補足説明:

t_s : ソフトスタート時間 (出力 ON デューティ ≈50%までの時間) (s)

C_{PE} : SCP コンデンサ容量 (μF)

SCP コンデンサは、ESR が小さく、スイッチング周波数まで容量値を維持する周波数特性の優れたセラミックコンデンサを使用してください。

SCP コンデンサの定格電圧は、式 14 を使って算出します。

式 14

$$V_{CPE} > V_{IN}$$

補足説明:

V_{IN} : 電源電圧 (V)

V_{CPE} : SCP コンデンサ耐圧 (V)

2.8.2. 短絡保護

短絡保護時間 (t_{PE}) は、式15を使って算出します。

式 15

$$t_{PE} \approx 0.8 \times C_{PE}$$

補足説明:

t_{PE} : 短絡保護時間 (s)

C_{PE} : SCP コンデンサ容量 (μF)

SCP コンデンサは、ESR が小さく、スイッチング周波数まで容量値を維持する周波数特性の優れたセラミックコンデンサを使用してください。

SCP コンデンサの定格電圧は、式 16 を使って算出します。

式 16

$$V_{CPE} > V_{IN}$$

補足説明:

V_{IN} : 電源電圧 (V)

V_{CPE} : SCP コンデンサ耐圧 (V)

改訂履歴 AN217968

文書名: AN217968 – MB3800 昇圧方式を使用した電源システムの設計について

文書番号: 002-18257

版	ECN	変更者	発行日	変更内容
**	5764685	ATTS	06/06/2017	これは英語版 002-17968 Rev. **を翻訳した日本語版 002-18257 Rev. **です。

ワールドワイドな販売と設計サポート

サイプレスは、事業所、ソリューション センター、メーカー代理店、および販売代理店の世界的なネットワークを保持しています。お客様の最寄りのオフィスについては、[サイプレスのロケーション ページ](#)をご覧ください。

Products

ARM® Cortex® Microcontrollers	cypress.com/arm
車載用	cypress.com/automotive
クロック&バッファ	cypress.com/clocks
インターフェース	cypress.com/interface
IoT (モノのインターネット)	cypress.com/iot
メモリ	cypress.com/memory
マイクロコントローラ	cypress.com/mcu
PSoC	cypress.com/psoc
電源用 IC	cypress.com/pmic
タッチ センシング	cypress.com/touch
USB コントローラー	cypress.com/usb
ワイヤレス/RF	cypress.com/wireless

PSoC® ソリューション

[PSoC 1](#) | [PSoC 3](#) | [PSoC 4](#) | [PSoC 5LP](#) | [PSoC 6](#)

サイプレス開発者コミュニティ

[フォーラム](#) | [WICED IOT Forums](#) | [Projects](#) | [ビデオ](#) | [ブログ](#) | [トレーニング](#) | [Components](#)

テクニカルサポート

cypress.com/support

All other trademarks or registered trademarks referenced herein are the property of their respective owners.



Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709

© Cypress Semiconductor Corporation, 2017. 本書面は、Cypress Semiconductor Corporation 及び Spansion LLC を含むその子会社 (以下「Cypress」という。) に帰属する財産である。本書面 (本書面に含まれ又は言及されているあらゆるソフトウェア若しくはファームウェア (以下「本ソフトウェア」という。)) を含む) は、アメリカ合衆国及び世界のその他の国における知的財産法令及び条約に基づき Cypress が所有する。Cypress はこれらの法令及び条約に基づく全ての権利を留保し、本段落で特に記載されているものを除き、その特許権、著作権、商標権又はその他の知的財産権のライセンスを一切許諾しない。本ソフトウェアにライセンス契約書が伴っておらず、かつ Cypress との間で別途本ソフトウェアの使用方法を定める書面による合意がない場合、Cypress は、(1) 本ソフトウェアの著作権に基づき、(a) ソースコード形式で提供されている本ソフトウェアについて、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ、かつ組織内部でのみ、本ソフトウェアの修正及び複製を行うこと、並びに (b) Cypress のハードウェア製品ユニットに用いるためにのみ、(直接又は再販売者及び販売代理店を介して間接のいずれかで) 本ソフトウェアをバイナリーコード形式で外部エンドユーザーに配布すること、並びに (2) 本ソフトウェア (Cypress により提供され、修正がなされていないもの) が抵触する Cypress の特許権のクレームに基づき、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ、本ソフトウェアの作成、利用、配布及び輸入を行うことについての非独占的で譲渡不能な一身専属的ライセンス (サブライセンスの権利を除く) を付与する。本ソフトウェアのその他の使用、複製、修正、変換又はコンパイルを禁止する。

適用される法律により許される範囲内で、Cypress は、本書面又はいかなる本ソフトウェア若しくはこれに伴うハードウェアに関しても、明示又は黙示をとわず、いかなる保証 (商品性及び特定の目的への適合性の黙示の保証を含むがこれらに限られない) も行わない。適用される法律により許される範囲内で、Cypress は、別途通知することなく、本書面を変更する権利を留保する。Cypress は、本書面に記載のある、いかなる製品若しくは回路の適用又は使用から生じる一切の責任を負わない。本書面で提供されたあらゆる情報 (あらゆるサンプルデザイン情報又はプログラムコードを含む) は、参照目的のためのみに提供されたものである。この情報で構成するあらゆるアプリケーション及びその結果としてのあらゆる製品の機能性及び安全性を適切に設計、プログラム、かつテストすることは、本書面のユーザーの責任において行われるものとする。Cypress 製品は、兵器、兵器システム、原子力施設、生命維持装置若しくは生命維持システム、蘇生用の設備及び外科的移植を含むその他の医療機器若しくは医療システム、汚染管理若しくは有害物質管理の運用のために設計され若しくは意図されたシステムの重要な構成部分としての使用、又は装置若しくはシステムの不具合が人身傷害、死亡若しくは物的損害を生じさせるようなその他の使用 (以下「本目的外使用」という。) のためには設計、意図又は承認されていない。重要な構成部分とは、その不具合が装置若しくはシステムの不具合を生じさせるか又はその安全性若しくは実効性に影響すると合理的に予想できるような装置若しくはシステムのあらゆる構成部分をいう。Cypress 製品のあらゆる本目的外使用から生じ、若しくは本目的外使用に関連するいかなる請求、損害又はその他の責任についても、Cypress はその全部又は一部をとわず一切の責任を負わず、かつ Cypress はそれら一切から本書により免除される。Cypress は Cypress 製品の本来目的外使用から生じ又は本目的外使用に関連するあらゆる請求、費用、損害及びその他の責任 (人身傷害又は死亡に基づく請求を含む) から免責補償される。

Cypress, Cypress のロゴ, Spansion, Spansion のロゴ及びこれらの組み合わせ, WICED, PSoC, Capsense, EZ-USB, F-RAM, 及び Traveo は、米国及びその他の国における Cypress の商標又は登録商標である。Cypress のより完全な商標のリストは、cypress.com を参照すること。その他の名称及びブランドは、それぞれの権利者の財産として権利主張がなされている可能性がある。