

ROHM Solution Simulator

入力電圧 5.5V ~ 20V 最大出力電流 150mA 4ch LED Driver

BD18337EFV/BD18347EFV シミュレーションガイド

この資料は ROHM Solution Simulator を用いて BD18337EFV/BD18347EFV のシミュレーションを行うためのガイドです。この資料は BD18347EFV を例に記述していますが、BD18337EFV は LED の直列接続数が 3 段ですので設定を読み替えて下さい。

目次

定数設定とシミュレーション	2
設計パラメータの設定	
二····································	4
1. 出力電流	4
1-1. Energy Sharing 制御	6
1-2. Cold Crank 対応試験	
3. LED	
 4. 入力コンデンサ	

お知らせ・製品の詳細は次の製品情報リンクを参照してください。

▶ 製品情報リンク: <u>BD18337EFV</u>, <u>BD18347EFV</u>

・実機とシミュレーション結果の比較は次のモデリングレポートを参照してください。

▶ モデリングレポート: <u>BD18337EFV</u>, <u>BD18347EFV</u>

BD18337EFV/BD18347EFV シミュレーションガイド

定数設定とシミュレーション

BD18337EFV/BD18347EFV にはいくつかの外付け部品があり、 目標の特性が得られるように定数を決定する必要があります。設計や シミュレーションに必要な項目を Table 1 に示します。

定数を決定していく手順通りに設計項目は並んでいます。

関連部品名列は設計項目のパラメータを変更できる部品名を記載しています。

シミュレータと解析タイプは標準で ROHM Solution Simulator の Time Domain(過渡解析)を使用しますが、その他に併用できる解 析方法を記載しています。

確認箇所と特性の列は波形を表示させる箇所とそれにより確認できる 特性を記載しています。

右端に各項目に該当するページを記載しています。

最後に各項目をシミュレーションしますが、それぞれの部品は各特性に 影響を及ぼしあっているため、全ての部品定数を確定した後、再度シ ミュレーションして設計値を満たすか確認する必要があります。

設計項目 関連部品名 併用解析方法 確認箇所と特性 ページ SystemVision[®]Cloud 1. 出力電流 $R_{SETx (x=1\sim4)}$ $I_{OUTx (x=1\sim4)}$ 4 (NOTE 1) 出力電流 1-1. Energy Sharing 制御 計算式 PTOTAL, PIC, PREXT 6 消費電力 1-2. Cold Crank 対応試験 I_{OUTx (x=1~4)} 11 出力電流 2. 出力コンデンサ C_{OUTx (x=1~4)} C_{OUTx(x=1~4)} 13 出力容量 3. I FD 計算式 Z_{Dx (x=1~4)} 13 LEDのVf 4. 入力コンデンサ CIN1, CIN2 CIN1, CIN2 _ 13 入力容量

Table 1. 実施すべき設計とシミュレーションの項目一覧

(NOTE 1) SystemVision[®]は Mentor Graphics Corp.の登録商標です。

お知らせ Table 1 の手順は、ROHM Solution Simulator を使用したシミュレーション方法であり、他のシミュレータをご使用になられる 場合は別途 SPICE モデルを提供していますので、次のリンクから入手してください。

▶ SPICE モデル: <u>BD18337EFV</u>, <u>BD18347EFV</u>

設計パラメータの設定

回路設計をするに当たり、目標とするパラメータを決定します。Table 2 に一例を示します。ただし、搭載する機器やその機能によって重視する特性が異なるため、適宜変更してください。



項目	值
入力電圧	min 7.2V, nominal 13.2V, max 18V
出力電流	100mA±5%

1. 出力電流

設計する外付け部品: R_{SETx(x=1~4)}

モニターポイント: $I_{OUTx(x=1\sim4)}$



出力電流を計算する

● 出力電流は次式で計算できます。

$$I_{OUTx} = \frac{1800}{R_{SETx}} \quad [A]$$

例えば出力電流を 50mA にする場合は R_{SETx} を 36k Ω にします。

$$I_{OUTx} = \frac{1800}{36k} = 50 \quad [mA]$$

1. 出力電流(つづき)

シミュレーション時間を設定する

● この資料ではシミュレーションタイプとして過渡解析(Time Domain)を使用し、結果を VIN 軸に変換します。そのため、結果が時間軸の影響 を受けないように、15ms かけて VIN を sweep up します。

シミュレーションを実行する

- ▶ ▶をクリックしシミュレーションを実行し、終了するまで待ちます。
 - お知らせ シミュレーション時間は約 30 秒です。時間はサーバーの使用率により変化します。 Advanced Options は "Balanced" を推奨します。

波形を表示しカーソルで電流値を読む

- 1. "Waveform Probe"を回路図の LED1 ヘドラッグ・アンド・ドロップして現れたリストから i(p)を選び、波形を表示します。
- 2. 波形を y 軸方向に拡大し、電流値が安定している事を確認します。
- 3. Waveform Viewer 上で右クリックし、"Add Cursor"を選択します。現れたカーソルを右端に移動し、電流値を表示させ、設計パラメータの 範囲内ある事を確認します。



1-1. Energy Sharing 制御

引き続き同一回路を使用して Energy Sharing 制御について説明します。

Energy Sharing 制御とは

● 電源 VINとICの電源端子間に抵抗 R_{EXT}を挿入し、ICの発熱量を抑える制御方式を言います。

Energy Sharing による電力の分散を計算する

IC を保護するため IC で消費される電力 P_{IC} は許容損失 P_d を超えてはいけません。

 $P_{IC} < P_d$

P_{IC}と P_dは次式で表せます。

許容損失 $P_d = \frac{T_{Jmax} - T_A}{\theta_{JA}} = \frac{150 - 25}{36} = 3.47$ [W]

ICで消費される電力 $P_{IC} = W_{TOTAL} - P_{C_{REXT}} - P_{LED_{TOTAL}}$ [W]

回路全体の電力は次式で計算できます。

 $W_{TOTAL} = VIN \times I_{TOTAL}$ [W]

また、VIN-VINRESピン間に接続されている抵抗 RLTR18および、電流 ILTR18を使って、抵抗で消費される電力は次式で計算できます。

 $P_{C_REXT} = I_{LTR18}^{2} \times R_{LTR18}$

さらに、次の条件を使って LED で消費される電力を計算します。

I_{LEDn}:各 LED に流れる電流 = 50mA V_{OUTn}:各出力電圧 = 4V

LED で消費される電力
$$P_{LED_TOTAL} = \sum_{n=1}^{4} I_{LED_n} \times V_{OUT_n} = 50m \times 4 \times 4 = 0.8$$
 [W]

波形を表示し電力が分散していることを確認する

- 1. "Waveform Probe"を Pc_IC に drag and drop します。
- 2. 現れた window 左下の Probe を VIN に drag and drop し、波形を追加します。



3. 波形を右クリックすると現れる"Math Operation"から、"pc_ic vs vin"を選択すると x 軸を VIN とした波形が作成できます。



4. 視認性を向上させるために Pc_IC の波形を着色しましょう。波形を右クリックして color を赤にします。



5. 波形上で右クリックして、"Plot in Viewer"を選び、Waveform Viewer に波形を表示します。

- 6. 次に Pc_REXT を表示します。
- 7. Pc_IC の時と同様に Pc_REXT に"Waveform Probe"を drag and drop します。
- 8. 現れた window 左下の Probe を VIN に drag and drop し、波形を追加します。



9. 波形を右クリックすると現れる"Math Operation"から、"pc_rext vs vin"を選択すると x 軸を VIN とした波形が作成できます。



10. 視認性を向上させるために Pc_REXT の波形を着色しましょう。波形を右クリックして color を緑にします。



11. 波形上で右クリックして、"Plot in Viewer"を選び、Waveform Viewer に波形を表示します。

- 12. 最後に W_total を表示します。
- 13. Pc_IC の時と同様に W_total に"Waveform Probe"を drag and drop します。
 - Please refer to the Selection of Components W_total Externally Connected and Application Example described in the Datasheet P.10–P.28 when selecting the constants of the components VIN w_total; vin I X 2 4.0 -Power | 2.0 0.0 S 20.0 15.0 Voltage 10.0 -5.0 0.0m 5.0m 10.0m 15.0m Time (s)
- 14. 現れた window 左下の Probe を VIN に drag and drop し、波形を追加します。

15. 波形を右クリックすると現れる"Math Operation"から、"w_total vs vin"を選択すると x 軸を VIN とした波形が作成できます。



16. 視認性を向上させるために W_total の波形を着色しましょう。波形を右クリックして color を青にします。



17. 波形上で右クリックして、"Plot in Viewer"を選び、Waveform Viewer に波形を表示します。

- 18. Waveform Viewer の計算機能を用いて波形の正当性を検証します。
- 19. Waveform Viewer 右上の Waveform Analyzer をクリックして、計算機能を表示します。



20. "Calc"タブを選択し、["w_total vs ic" - "pc_rext vs ic"]という式を作成して、▶をクリックします。



21. さらに、同様にして["w_total vs ic - pc_rext vs ic" - "pc_ic vs ic"]という式を作成して、▶をクリックします。

22. 21. にて現れた波形が、P_{LED_TOTAL} = 0.8[W]となる (6 ページ) ことが確認でき、正当性が検証できます。



1-2. Cold Crank 対応試験

Cold Crank とは

● アメリカの団体 SAE、日本の団体 JIS において Cold Crank 試験とは-18℃の下、放電開始して 30 秒後に電圧が 7.2V を維持できる電流値と規定されています。この値が大きいほど、能力が高いといえます。Cold Crank に対応するには 7.2V まで入力が落ち込んでも、設定電流を維持できる必要があります。

波形を表示し、低電圧での動作を確認する

- 1. "Waveform Probe"を回路図の LED1 に drag and drop し、、i(p)を選択して波形を表示します。
- 2. 現れた波形左下の Probe を VIN に drag and drop し、波形を追加します。
- 3. 波形を右クリックすると現れる"Math Operation"から、"i(p) vs vin"を選択すると x 軸を VIN とした波形が作成できます。
- 4. 電流が安定する VIN の値を読み取ると 5.4V であることが分かるので、Cold Crank にも対応できることが分かります。



次に、過渡的に VIN が 7.2V に低下した場合でも対応できるか検証します。

回路図

設計する外付け部品:-

モニターポイント: IOUTx(x=1~4)



シミュレーションを実行する

● ▶をクリックしシミュレーションを実行し、終了するまで待ちます。

お知らせ シミュレーション時間は約 30 秒です。時間はサーバーの使用率により変化します。 Advanced Options は "Balanced" を推奨します。

波形を表示し電流値を確認する

- 1. "Waveform Probe" を回路図の LED1 に drag and drop して、i(p)を選びます。
- 2. 表示された波形の左下の Probe を VIN に drag and drop し ます。
- 3. VIN が 7.2V に低下している場合でも LED1 に流れる電流が維持されているので、過渡的に変化しても Cold Crank に対応できることが確認できます。



2. 出力コンデンサ

出力コンデンサの選択

● 出力コンデンサには 0.1µF の MLCC(Multi-Layer Ceramic Capacitor)を使用します。ただし、MLCC は DC バイアス特性を有し、電圧 が上昇する程、実容量が低下します。使用に当たりましては、VOUT の最大値を想定し、実容量が 0.047µF 以下にならないよう部品を選択 してください。



3. LED

LED 両端にかかる上限の電位差を計算する

● この資料で紹介している BD18337EFV/BD18347EFV はリニアタイプの LED Driver ですので、入力電圧以上の出力電圧は出すことができません。そのため、次の式を満たす必要があります。

 $\text{VIN} \geq V_{f_{LED}} \times N + V_{DR} + R_{ON} \times (I_{OUT1} + I_{OUT2} + I_{OUT3} + I_{OUT4})$

例として、VIN=20V、N=2(BD18337の場合は3)、VDR=15.8V、RON=1、IOUTx=50mAを代入します。

 $20 \geq V_{f_{LED}} \times 2 + 15.8 + 1 \times 200m$

$$V_{f_{LED}} \le \frac{20 - 16}{2} = 2.0$$
 [V]

詳細手順

4. 入力コンデンサ

入力コンデンサの選択

● いずれのアプリケーションにおいてもバルクコンデンサ:公称容量 4.7µF、とバイパスコンデンサ:公称容量 0.1µF を接続してください。使用するコ ンデンサは MLCC を使用しますが、MLCC は DC バイアス特性を有し、電圧が上昇する程、実容量が低下します。使用に当たりましては、VIN の最大値を想定し、実容量が 2.2µF 以下にならないような入力コンデンサを選択してください。

	ご 注 意
1)	本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
2)	本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ず ご請求のうえ、ご確認ください。
3)	ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する 可能性があります。 万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらない ようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保 をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もローム は負うものではありません。
4)	本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作 や使い方を説明するものです。 したがいまして、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
5)	本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、 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。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。
6)	本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされておりません。
7)	本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡 の上、承諾を得てください。 ・輸送機器 (車載、船舶、鉄道など)、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のため の装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
8)	本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。 ・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
9)	本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
10)	本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したものですが、万が一、当該情報の 誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありま せん。
11)	本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。 お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。 本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
12)	本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「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を 行ってください。
13)	本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



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ご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

http://www.rohm.co.jp/contact/