

R2A20135SP

R19AN0011JJ0200

アプリケーションノート

Rev.2.00

2013.07.24

1. 概要

R2A20135SPは、調光機能付きLED照明用の制御ICです。本ICはLEDに流れる電流を高精度でコントロールできるので、LEDの性能をより効率的に引き出せます。また本ICは調光機能を内蔵しており、トライアック調光、PWM調光、DC調光など多くの調光方式に対応できます。

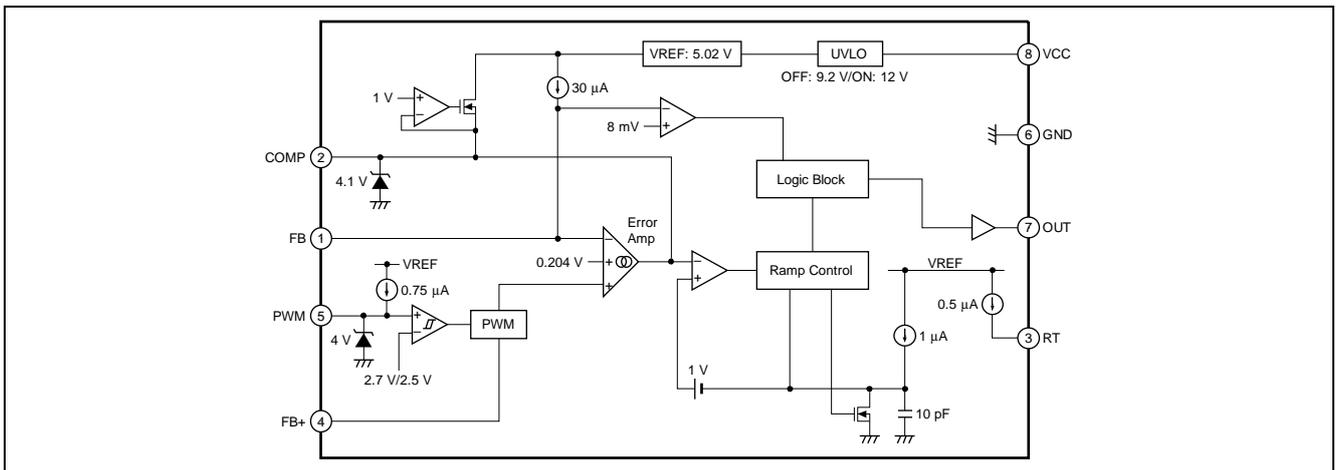
動作モードは目的に応じてゼロ電流検出モードと周波数固定モードのどちらかを選択できます。

オンタイム一定制御により、両スイッチングモード共に力率改善機能を有しますが、ゼロ電流検出方式は耐ノイズ特性に優れ、周波数固定方式は力率、THD特性に優れます。

2. ブロックダイアグラム

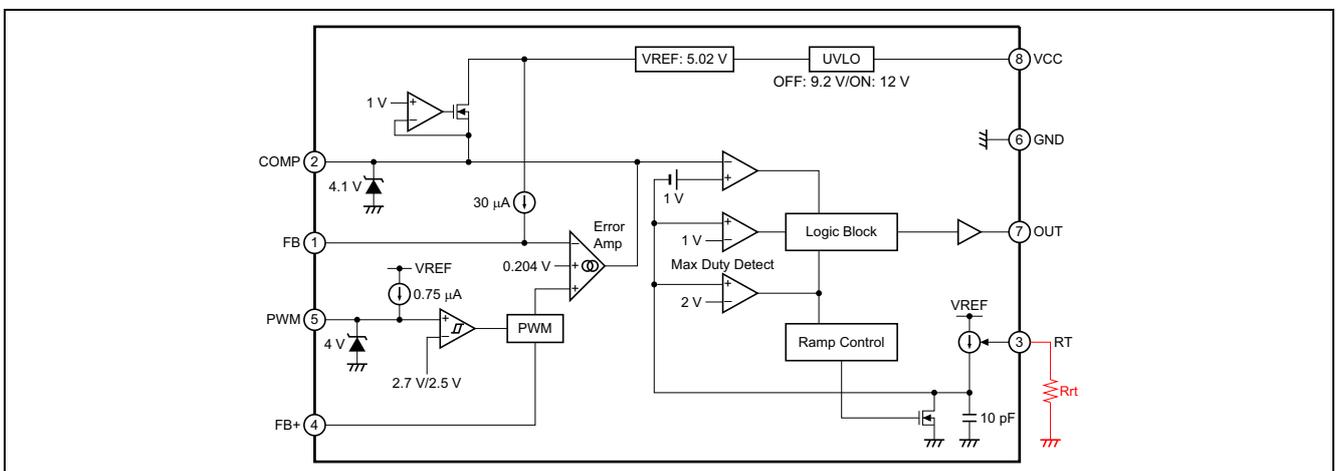
2.1 電流臨界モード (Rrt をオープン)

RT端子をオープンもしくは抵抗を介してVccにプルアップすることで、インダクタに流れる電流がゼロになるのを検出しパワーMOSをオンする電流臨界モードで動作します。



2.2 周波数固定モード (Rrt を GND に接続)

RT端子の外付け抵抗RrtをICのGND端子に接続することで、IC内部発振器をトリガにMOSをオンする固定周波数モードで動作します。また発振器の周波数はRrtで調整可能です。電流不連続モードで動作します。



### 3. IC 各部ブロック説明

#### 3.1 ゼロ電流検出

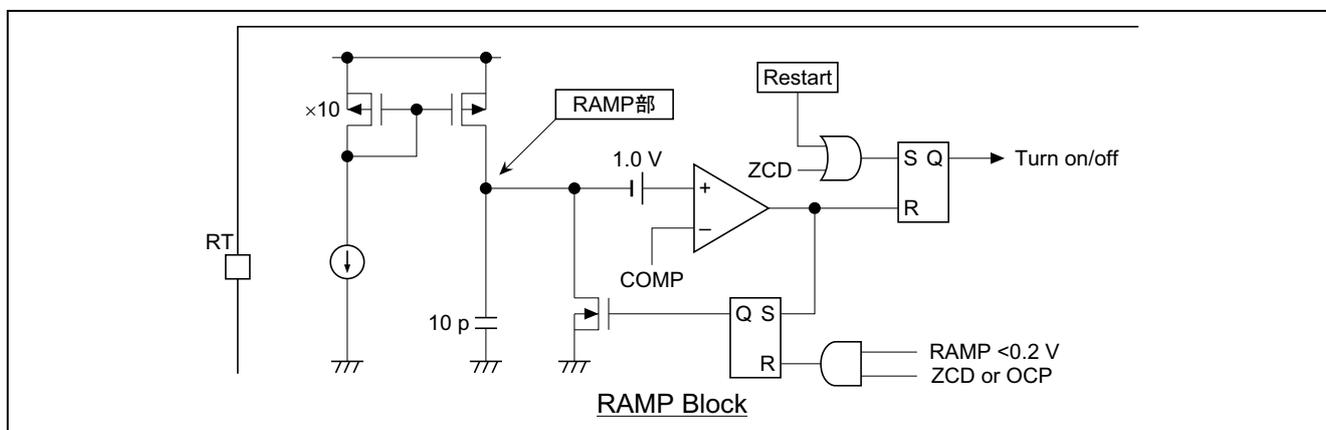
インダクタと直列に接続されたカレントセンス抵抗  $R_{cs}$  で、インダクタ電流を電圧に変換し FB 端子に入力することでインダクタのゼロ電流を検出します。電流臨界モードでは、ゼロ電流を検出するとパワー-MOSFET を ON させます。

ZCD の閾値は、8mV typ.とし、閾値を検出してから MOS のドレイン電圧が低下するための遅延を設けています。Delay 時間は、0.8 $\mu$ s typ.で固定の Delay 時間です。

#### 3.2 RAMP スロープ

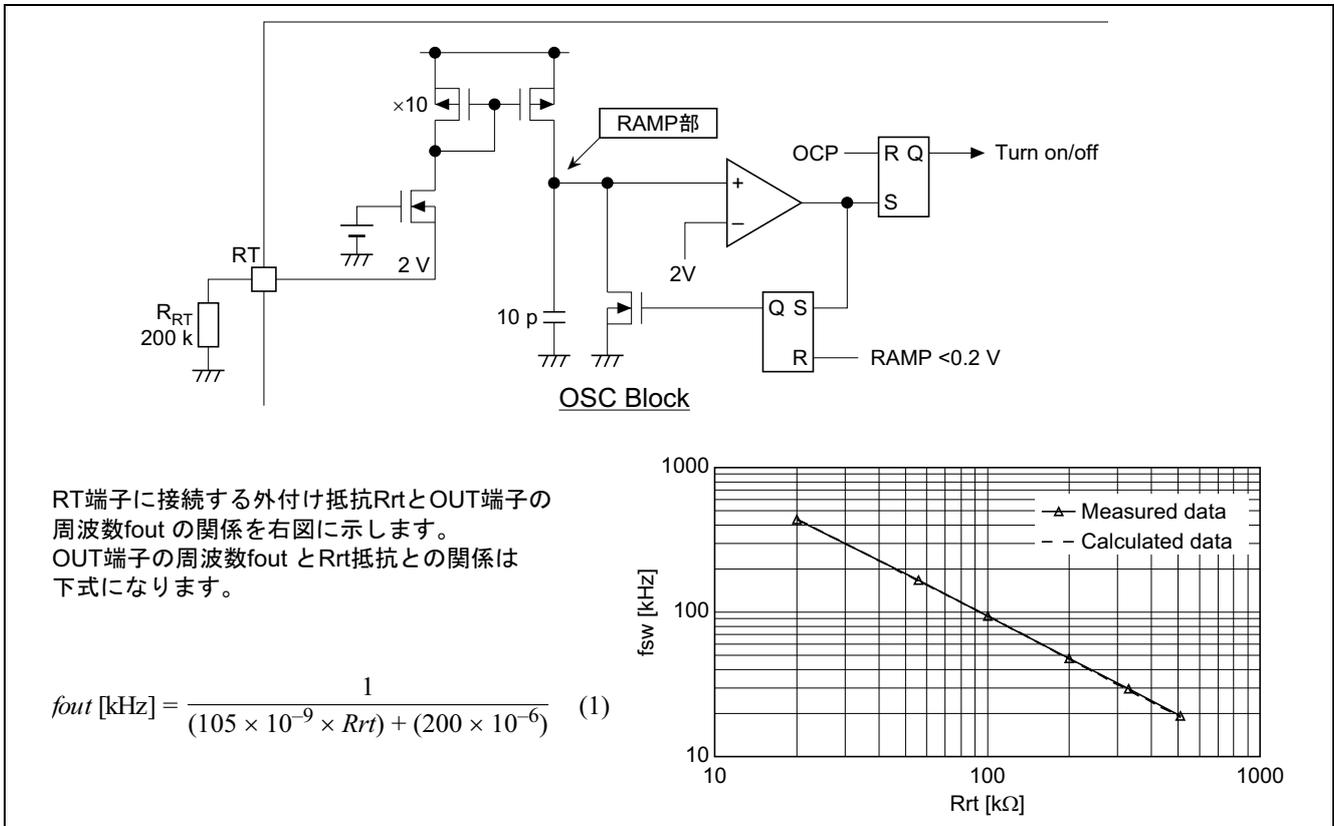
IC に内蔵する RAMP スロープは、内部固定電流と IC 内蔵の 10pF の容量で決まります。IC 内 10pF へのチャージ電流は 1 $\mu$ A です。最大 ON 時間  $t_{onmax}$  は、エラーアンプの出力電圧が 4V typ.の時に決まります。

RAMP 回路は、ZCD 検出回路がインダクタのゼロ電流を検出し、更に RAMP 端子が 0.2V 以下の場合に、RAMP 容量にチャージを始めます。RAMP スロープがエラーアンプの出力電圧に達した場合に RAMP 部の容量をディスチャージします。また、COMP 電圧が 1V 以下の場合、1V typ.のレベルシフトが内部にあるため ON 時間はゼロになります。



### 3.3 内部発振器

R<sub>rt</sub> 抵抗を RT 端子と GND 端子間に接続した場合、固定周波数モードに設定され、内部発信器が動作します。内部発振器はスイッチングのオンタイミングを決定します。最大 ON Duty は、スイッチング周波数 48kHz のとき 50% になります。

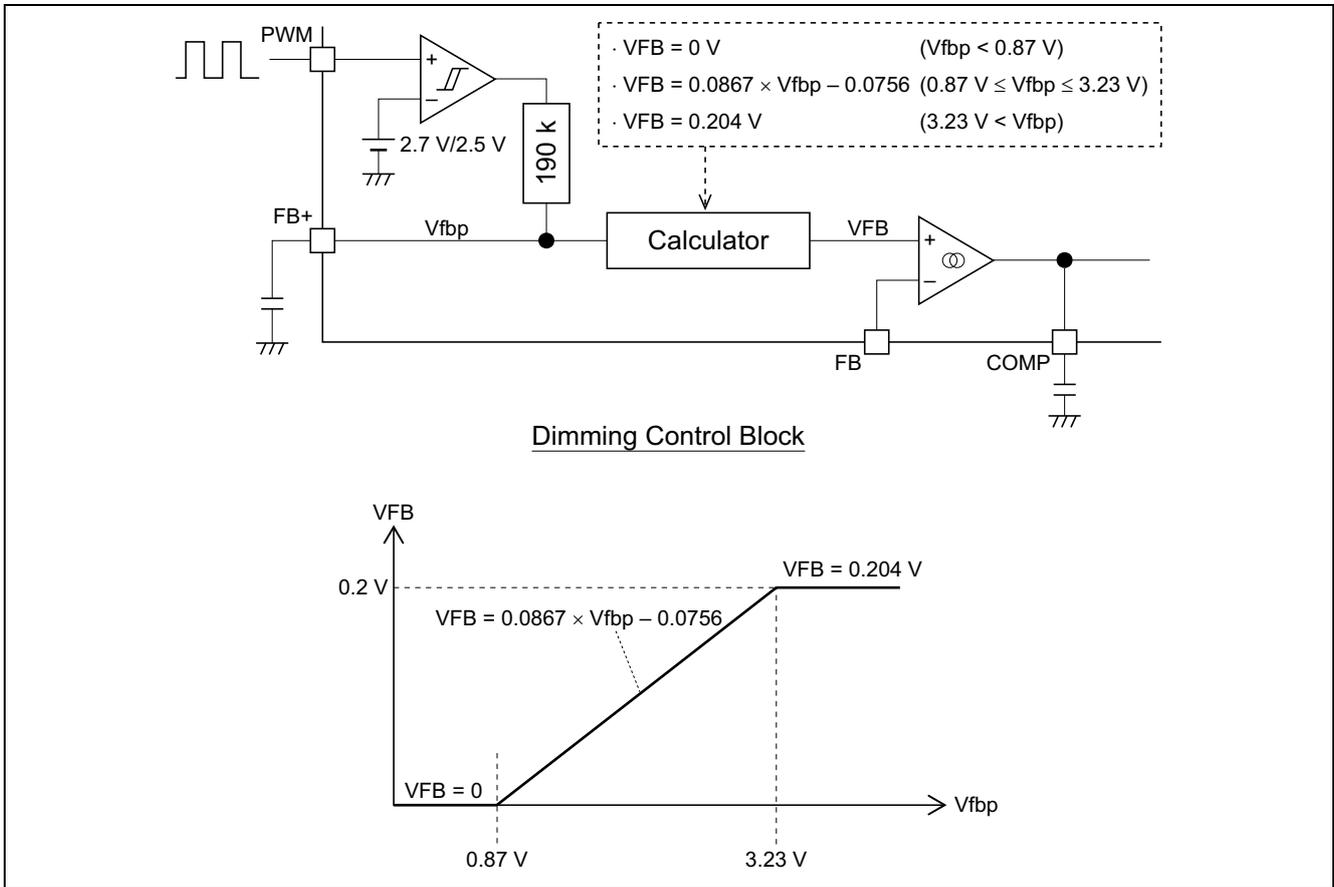


### 3.4 エラーアンプ

エラーアンプは、トランスコンダクタンスアンプです。出力電流は、内部基準電圧と FB 端子の電圧差によって変化します。

### 3.5 調光制御

本 IC は、PWM 端子に入力される信号のオンデューティに応じて、エラーアンプの基準電圧を変動させることで LED の輝度を制御します。PWM 端子に入力されたオンデューティ信号は、FB+端子にて平滑されます。この FB+の電圧情報を基にエラーアンプの基準電圧が決定されます。

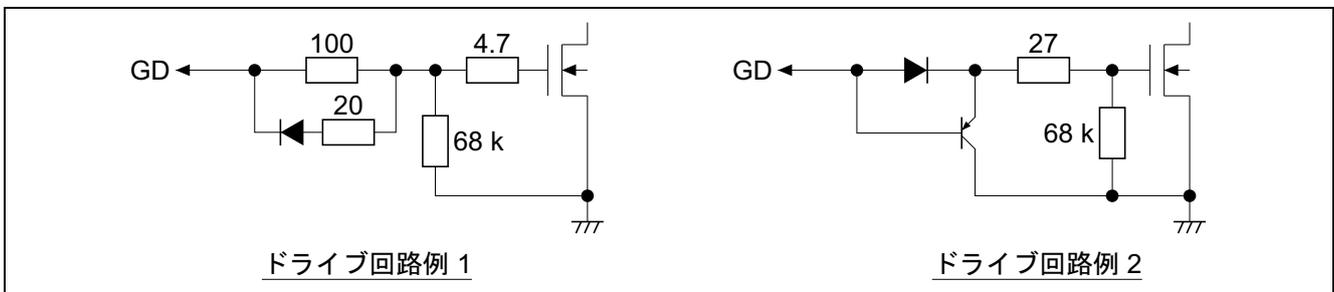


### 3.6 出力段

ドライブ出力段はトータムポール出力です。

ドライブ能力の最大定格は、900mA peak です。

MOSFET を直接ドライブすることは可能ですが、使用する MOSFET の特性に合わせてドライブ回路の部品定数変更でドライブ能力の調整を行ってください。ゼロ電流スイッチングのため、Turn-on より Turn-off のスピードが損失に影響します。下図にドライブ回路の一例を示します。



## 4. 応用回路例

### 4.1 R2A20135 を用いた降圧型/周波数周波モードの動作と定数設定

R2A20135 を用いた降圧型/周波数固定モードの回路図を下記に示します。

#### (1) カレントセンス回路

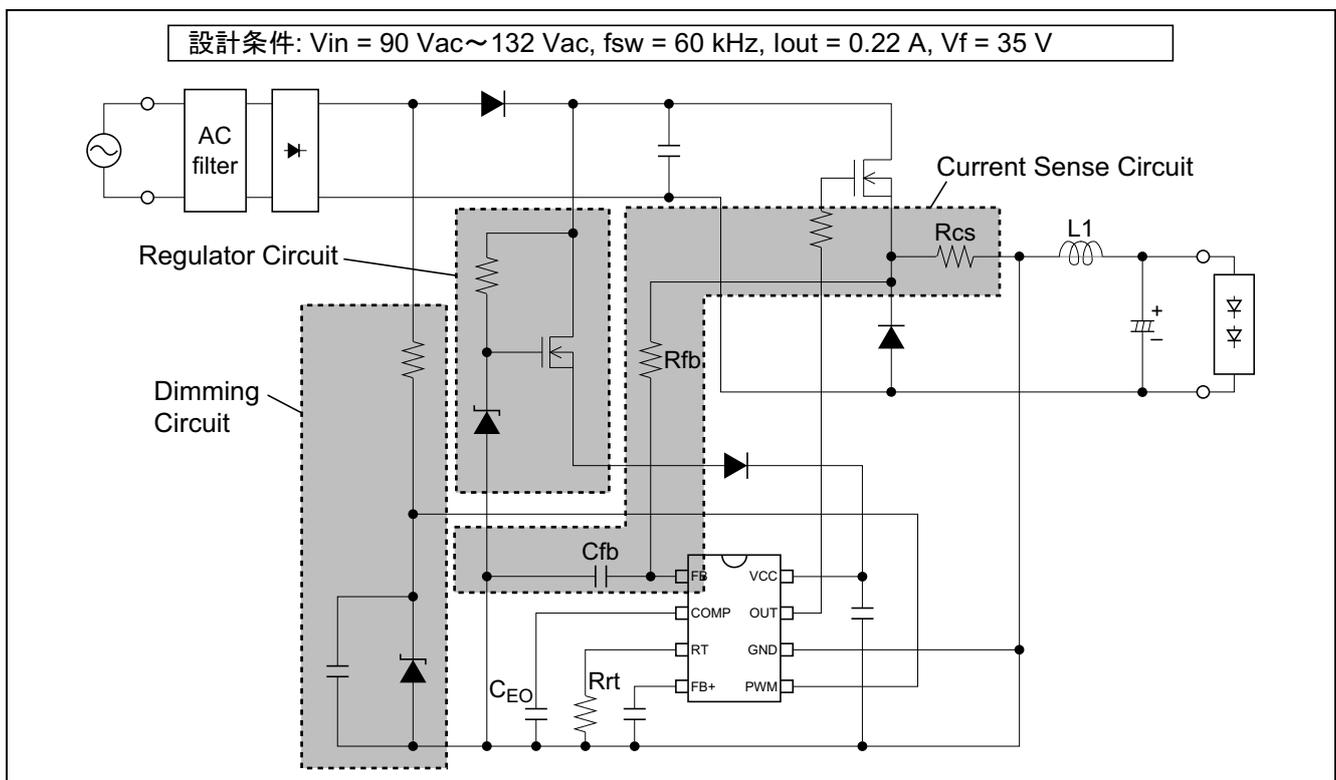
インダクタと直列に接続されたカレントセンス抵抗  $R_{cs}$  でインダクタ電流を電圧に変換し、FB 端子に入力することでインダクタ電流 (出力電流) を制御します。

#### (2) レギュレータ回路

ツェナー電圧と MOS の  $V_{th}$  で決定する電圧が IC に供給されます。

#### (3) 調光回路

調光器のオンデューティを検出し PWM 端子に取り込みます。取り込んだデューティ情報を基に調光時の出力電流を制御します。



### 4.2 主要周辺回路定数の決定

#### <Rcs の選定>

電流検出抵抗  $R_{cs}$  は目標とする出力電流により決定します。エラーアンプの内部基準電圧は 0.204V なので出力電流  $I_{out}$  と  $R_{cs}$  との関係式は、

$$R_{cs} = 0.204 / I_{out}$$

で表されます。設計条件:  $I_{out} = 0.22A$  とする場合の  $R_{cs}$  は、 $R_{cs} = 0.204 / 0.22 = 0.93 [\Omega]$  となります。

#### <Rrt の選定>

RT 端子外付け抵抗  $R_{rt}$  は目標とするスイッチング周波数  $f_{sw}$  により決定します。 $f_{sw}$  の目標値が 60kHz であることから、式(1)より、

$$R_{rt} [k\Omega] = \frac{(1/f_{out}[kHz]) - (200 \times 10^{-6})}{105 \times 10^{-9}} = 157 k\Omega$$

となり、選択可能な抵抗値 150kHz を選定します。

## &lt;Lの選定&gt;

周波数固定モードは電流不連続モードで動作するように設定しなければならないので、L1の最大値は、電流臨界モードとなる値となります。そこで、L1が電流臨界モードとなる値を求めます。降圧回路の場合、入力電圧が出力電圧を下回っている領域では動作できないので、実際に電流が供給される時間割合(導通角)は、

$$1 - 2 \times \text{Arcsin}(35\text{V}/(90\text{V} \times 1.414))/\pi = \text{約 } 82\% \quad (2)$$

となります。したがって動作時間における平均供給電流は、 $220\text{mA}/0.82 = 268\text{mA}$  となります。この時、 $R_{cs}$ に流れるピーク電流は臨界モード動作による三角波のピークで平均電流の2倍 =  $536\text{mA}$  となります。また、力率改善電流波形のため最大値はこの $\sqrt{2}$ 倍程度が見込まれるので  $536\text{mA} \times 1.4 = 0.75\text{A}$  となります。このときのFETのONデューティは  $35\text{V}/(90 \times 1.414) = 0.275$  なので、 $T_{on} = 0.275/62\text{kHz} = 4.4\mu\text{s}$  となります。よって、

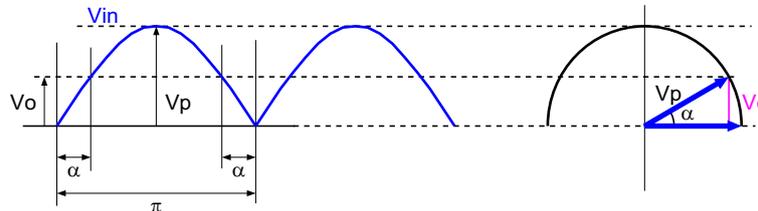
$$L = (V_{in} - V_{out}) \times \Delta T/\Delta I = (127\text{V} - 35\text{V}) \times 4.4\mu\text{s}/0.759\text{A} = 533\mu\text{H}$$

となることから、L1は最大で  $533\mu\text{H}$  となります。以上より  $L_1$  は  $533\mu\text{H}$  より小さなものを選定します。

## 公式の導き

$\pi - 2\alpha$ の期間のみ電流が流れている時間的な割合は、

$$(\pi - 2\alpha)/\pi = 1 - 2\alpha/\pi \quad \dots \text{式}[1]$$



$V_{pk}$ を半径とする単位円で考えると、電流が流れない期間 $\alpha$ は次式で表すことができる

$$\alpha = \arcsin(V_o/V_{pk}) \quad \dots \text{式}[2]$$

式[1]に式[2]を代入すると、

$$1 - 2 \times \arcsin(V_o/V_{pk})/\pi$$

### <帰還アンプのループフィルタの設定>

R2A20135EVB-ND1 の周波数特性を下図に示します。

本制御は、カレントモード（一次遅れ系）なので安定に動作しますが、力率を改善するために、AC 周波数  $f_{LINE} = 50 \sim 60\text{Hz}$  の 2 倍（ $100 \sim 120\text{Hz}$ ）以下でループゲインが  $0\text{dB}$  となるように  $C_{EO}$  を設定することを推奨します。

また、FB 端子に CR フィルタ ( $C_{f1}$ ,  $R_{f1}$ ) を挿入し、CR フィルタの極  $p_0$  を最低スイッチング周波数  $f_{MIN}$  以下とすることで、広い入力電圧範囲で出力電流を一定に保つことができます。

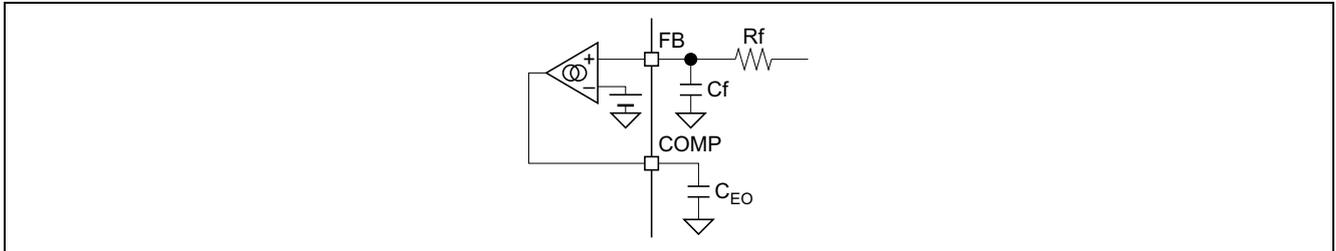


図 4.1 FB, COMP 外付け回路

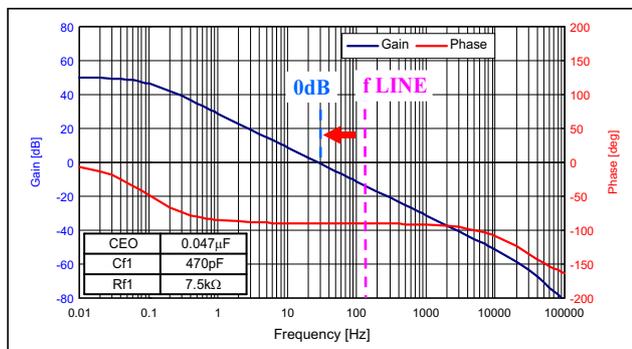


図4.2 R2A20135 EVB-ND1の周波数特性

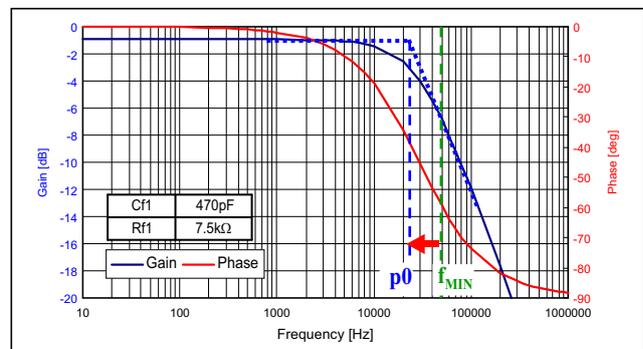


図4.3 FB端子CRフィルタの周波数特性



ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/contact/>

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2012.05.24	—	初版発行
2.00	2013.07.24	1	“2.1 電流臨界モード (R <sub>rt</sub> をオープン)”を修正

## ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。  
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、  
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、  
防災・防犯装置、各種安全装置等  
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じて、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っていません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出入関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続きを行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にご負担して頂きますのでご了承ください。
11. 本資料の全部または一部を当社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禁じます。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサスエレクトロニクス株式会社

営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町 2-6-2（日本ビル）

(03)5201-5307

技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。  
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>