

小型パッケージ DFN4D、300mA 出力 LDO レギュレーター
TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズ電源回路への応用

リファレンスガイド

RD251-RGUIDE-01

東芝デバイス&ストレージ株式会社

目次

1. はじめに	3
1.1. スイッチングレギュレーターと比較した LDO レギュレーター（リニアレギュレーター）のメリット	3
1.2. LDO レギュレーターの内部動作	3
2. TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズの特性と用途	4
3. 使用回路	6
3.1. 使用回路例	6
3.2. 使用部品例	6
4. 回路と基板の設計	7
4.1. 設計で注意すべきポイント	7
4.2. ドロップアウト電圧: V_{DO}	9
4.3. 負荷過渡応答: ΔV_{OUT}	11
4.4. リプル圧縮度: R.R.	13
4.5. その他の電気的特性について	15
4.6. 内蔵回路および機能	17
5. 製品概要	18
5.1. TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズの特徴	18
5.1.1. TCR3EMxxA シリーズ	19
5.1.2. TCR3DMxxA シリーズ	20
5.1.3. TCR3LMxxA シリーズ	21

1. はじめに

LDO (Low Drop Out) レギュレーターは、入力電圧より低い一定の電圧を出力する素子で、入出力電圧差が小さくても動作可能なリアレギュレーターです。小型軽量かつ安定した出力電圧と省電力化が求められるスマートフォンやタブレットなどのモバイル機器をはじめ、さまざまな電子機器で広く利用されています。

1.1. スイッチングレギュレーターと比較した LDO レギュレーター (リアレギュレーター) のメリット

スイッチングレギュレーターと LDO レギュレーターの違いは、スイッチングレギュレーターはスイッチング素子 (MOSFET 等) のオン/オフ時間を制御して一定電圧を出力しているのに対し LDO レギュレーターはスイッチング素子のオン抵抗を制御することで一定電圧を出力しています。この制御方法の違いにより、それぞれ長所・短所があります。表 1.1 にスイッチングレギュレーターと LDO レギュレーターの比較を示します。LDO レギュレーターはスイッチングレギュレーターと比較して、ノイズが小さい・外付け部品が少ない・回路設計が容易・回路規模や面積が小さい、といったメリットがあります。

表 1.1 スイッチングレギュレーターと LDO レギュレーター の比較

電气的特性項目	LDOレギュレーター (リアレギュレーター)	スイッチングレギュレーター
動作 (出力電圧)	降圧	降圧、昇圧、昇降圧、反転
効率	V_{out}/V_{in} で決まる	~95%程度 (一般的に高い)
出力電流	比較的小さい	比較的大きい
ノイズ	小さい	大きい
外付け部品	少ない	多い
設計	簡単	複雑
回路規模、面積	小さい	大きい

1.2. LDO レギュレーターの内部動作

LDO は、制御素子 (MOSFET) のオン抵抗 (R_{ON}) を調整することにより、入力電圧 (V_{IN}) や負荷 (R_L) が変化しても出力電圧 (V_{OUT}) を一定に保っています。内部構成と制御の詳細について説明します。図 1.1 は LDO の基準回路例です。

基準電圧回路 (Reference voltage circuit) で必要な出力電圧が高いか低いかを判定する上で基準となる電圧を作っています。

帰還抵抗 (Feedback resistance) が出力端子と接地 (GND) の間に接続されています。出力電圧 (V_{OUT}) を抵抗 R_1 と R_2 で分圧した電圧 (V_{FB}) をエラーアンプ (Error amplifier) に出力します。

エラーアンプは、基準電圧回路から出力される基準電圧 (V_{REF}) と、帰還抵抗で分圧された帰還電圧 (V_{FB}) を比較して、出力電圧 (V_{OUT}) が設定された電圧になるような制御を行います。

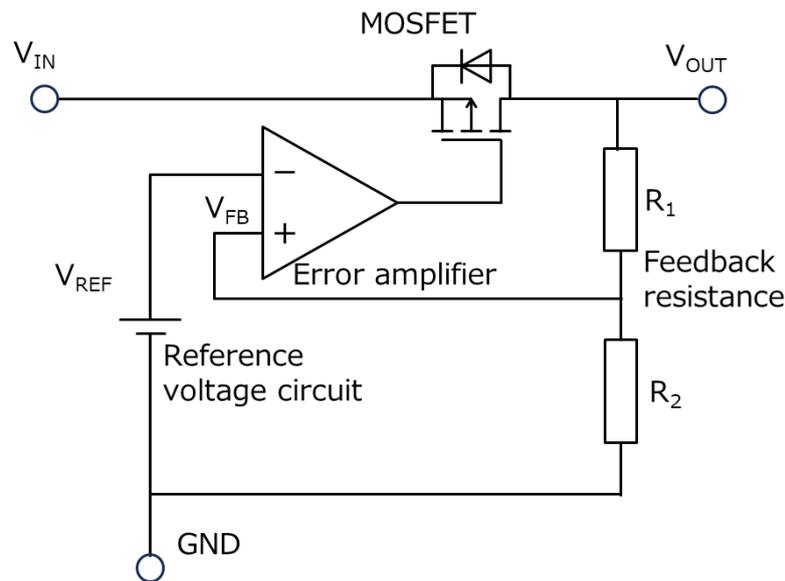


図 1.1 LDO の内部回路

2. TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズの特性と用途

本ガイドで解説する TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズは出力電流が最大 300 mA の LDO レギュレーターで、いずれも小型パッケージ DFN4D (1.0mm x 1.0mm; t 0.37mm (標準)) を採用した製品です。出力電圧は 0.8V ~ 5.0V ([TCR3EMxxA シリーズ](#))、1.0V ~ 4.5V ([TCR3DMxxA シリーズ](#))、0.8V ~ 5.0V ([TCR3LMxxA シリーズ](#)) で、携帯機器などの高密度実装が求められるアプリケーションなどに最適です。TCR3EMxxA シリーズはスタンダードタイプ、TCR3DMxxA シリーズは低ドロップアウト電圧、TCR3LMxxA シリーズは低消費電流 (低バイアス電流) を特長とする製品です。表 2.1 に各製品のドロップアウト電圧およびバイアス電流の比較を示します。

表 2.1 各シリーズのドロップ電圧とバイアス電流比較

製品名	ドロップアウト電圧 (標準) V_{DO}	バイアス電流 (標準) $I_{B(ON)}$
TCR3EMシリーズ (スタンダードタイプ)	309mV @ $V_{OUT} = 1.8V, I_{OUT} = 150mA$	35 μ A @ $I_{OUT} = 0mA, V_{IN} = 5.5V$
	160mV @ $V_{OUT} = 2.5V, I_{OUT} = 150mA$	
	144mV @ $V_{OUT} = 3.3V, I_{OUT} = 150mA$	
TCR3DMxxAシリーズ (低ドロップアウト電圧タイプ)	297mV @ $V_{OUT} = 1.8V, I_{OUT} = 300mA$	86 μ A @ $I_{OUT} = 0mA, V_{IN} = 5.5V$
	216mV @ $V_{OUT} = 2.5V, I_{OUT} = 300mA$	
	175mV @ $V_{OUT} = 3.3V, I_{OUT} = 300mA$	
TCR3LMシリーズ (低消費電流タイプ)	344mV @ $V_{OUT} = 1.8V, I_{OUT} = 200mA$	1.2 μ A @ $V_{CT} = 0mA, I_{IN} = 5.5V$
	252mV @ $V_{OUT} = 2.5V, I_{OUT} = 200mA$	
	177mV @ $V_{OUT} = 3.3V, I_{OUT} = 200mA$	

また、各シリーズは過電流保護回路、過熱保護回路、突入電流抑制回路、オートディスチャージ機能を内蔵しています。TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズの各特性など製品詳細につきましては、データシートをご参照ください。

TCR3EMxxA シリーズ (スタンダードタイプ)

300 mA 出力、小型 DFN4D パッケージ製品のなかではスタンダードな製品で、携帯機器など高密度実装が求められるアプリケーション向けに最適な LDO レギュレーターです。

TCR3DMxxA シリーズ (低ドロップアウト電圧タイプ)

ドロップアウト電圧が小さく高リップル圧縮度の製品です。ドロップアウト電圧は入力電圧と、規定の条件での電圧を出力する入力電圧と出力電圧の間の、最小の入力・出力間の電圧差のことです。入力電圧が低下して出力電圧との間の電圧差がドロップアウト電圧より大きくなると、規定の出力電圧を得ることができなくなります。低ドロップアウト電圧の製品はバッテリー駆動用途においてバッテリーの放電によりバッテリーの電圧が低下しても所望の出力電圧を維持することができます。また低い入力電圧でも大きな電流で出力電圧を得ることが可能になり消費電力の低減により高い電源効率が実現できます。またドロップアウト電圧が小さいことから、おおよそ “ | 入力電圧-出力電圧 | × 出力電流 ” であらわすことができる LDO レギュレーターを動作させたときの製品の消費電力を小さくすることができ、本製品自体の発熱を低く抑えることができる特長を持ちます。このため実装した際に、基板周囲の部品へ発熱の影響を低減することができます。

リップル圧縮度 (Ripple rejection ratio) は入力電圧にリップル電圧成分 (ノイズ) が重畳されたときに出力電圧に現れるリップル電圧を、入力のリップル電圧との比として表した特性です。この値が大きいほど出力リップル成分が小さくなります。また本製品は出力雑音電圧 (V_{NO}) が小さいという特長も持ちます。高リップル圧縮度のため、外部電源であるスイッチングレギュレーター等からの外来ノイズの影響により、動作の不具合などを引き起こすノイズ源になるリップル (スイッチングノイズ) を大きく低減する特性を持ち、ノイズ耐性の弱いセンサーや RF モジュールのなどの電源に最適です。

TCR3LMxxA シリーズ (低消費電流タイプ)

バッテリー駆動の IoT 機器やウェアラブル端末は、高機能化に加えて長時間駆動への要求がますます強くなっています。この要求に応えるために、スタンバイ (スリープ) 期間の平均消費電力を減らすといった工夫が必要です。TCR3LMxxA シリーズは、この要求に応えるべくバイアス電流が小さいことを特長とした製品です。

バイアス電流 ($I_{B(ON)}$) は出力電流が流れていないときに LDO レギュレーターの入力に流れる電流で、LDO レギュレーター自体を動作させるのに必要なものです。LDO レギュレーターの出力は各種センシングやデータ通信などさまざまな機能ブロックの電源として利用されますが、これらの機能は常時動作しているわけではなく、動作していない期間もあります。このときにはバッテリーからはバイアス電流だけが流れることとなりますので、消費電流を減らすうえでこの特性は重要です。

3. 使用回路

3.1. 使用回路例

図 3.1 に LDO レギュレーターの回路例を示します。V_{IN} および V_{OUT} 端子には安定動作のためコンデンサーを接続しています (セラミックコンデンサーの使用が可能です)。

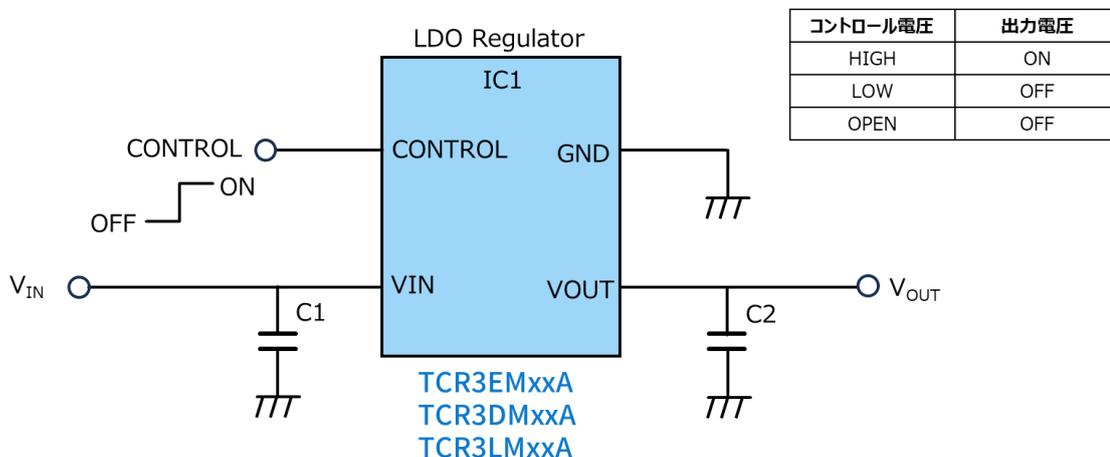


図 3.1 TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズ使用回路例

3.2. 使用部品例

表 3.1 に使用部品例を示します。

表 3.1 部品表

IC1 (LDO)	TCR3EMxxA (*) 出力電流 : 300mA パッケージ : DFN4D 標準寸法 : 1.0 × 1.0mm	TCR3DMxxA (*) 出力電流 : 300mA パッケージ : DFN4D 標準寸法 : 1.0 × 1.0mm	TCR3LMxxA (*) 出力電流 : 300mA パッケージ : DFN4D 標準寸法 : 1.0 × 1.0mm
C1	1.0μF セラミック 6.3V ±20% 標準寸法 : 0.6 × 0.3mm	1.0μF セラミック 6.3V ±20% 標準寸法 : 0.6 × 0.3mm	0.47μF セラミック 6.3V ±20% 標準寸法 : 0.6 × 0.3mm
C2	1.0μF セラミック 6.3V ±20% 標準寸法 : 0.6 × 0.3mm	1.0μF セラミック 6.3V ±20% 標準寸法 : 0.6 × 0.3mm	0.47μF セラミック 6.3V ±20% 標準寸法 : 0.6 × 0.3mm

*回路図、部品表内、で製品名の xx の部分は出力電圧を示す数字が入ります。

ex.) V_{OUT} = 1.2V の場合は TCR3EM12A/TCR3DM12A/TCR3LM12A

4. 回路と基板の設計

4.1. 設計で注意すべきポイント

TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズを使って回路基板を構成する場合に、回路や基板の設計で注意すべきポイントについて以下に説明します。

- 外付けコンデンサーについて

使用するコンデンサーはノイズやリップル除去だけでなく、負荷応答特性や発振など電源としての性能に大きく影響します。また種類によっては容量の変化が大きな温度特性を持つ場合があります。コンデンサーの選定にあたっては、十分に注意する必要があります。安定動作のため TCR3EMxxA/3DMxxA シリーズは V_{IN} 端子には $1.0\mu\text{F}$ 以上、 V_{OUT} 端子にも $1.0\mu\text{F}$ 以上、TCR3LMxxA シリーズは V_{IN} 端子には $0.47\mu\text{F}$ 以上、 V_{OUT} 端子にも $0.47\mu\text{F}$ 以上のコンデンサーをそれぞれ接続してください。

- プリント基板上での実装について

プリント基板のパターンや使用環境などの外部条件により、配線抵抗や配線インダクタンスの影響を受けて発振が発生する可能性があります。

一般的な注意事項として、 V_{IN} 、 V_{OUT} や GND の配線は配線抵抗を下げるため配線領域をできるだけ広く取ってください。入出力電流が流れる経路の引き回しには特に注意してください。

出力コンデンサーが V_{OUT} 端子から離れていると、配線抵抗のインピーダンスや L 成分の影響を受けやすくなります。より安定な電源動作のため、出力コンデンサーは可能な限り V_{OUT} 端子の近くに実装してください。また出力コンデンサーを接続する配線は、できるだけ V_{OUT} 端子に近いところ（可能であれば端子の根元部分）で出力電流を流す配線と分離して、配線の抵抗が共通インピーダンスにならないようにしてください。万一、発振が発生した場合は、実機で出力波形を確認しながらコンデンサーの値や位置を最適化して対策してください。以上に記載した評価基板の例を図 4.1 に、配線パターンの引き回しのイメージを図 4.2 に示しますので、ご参照ください。

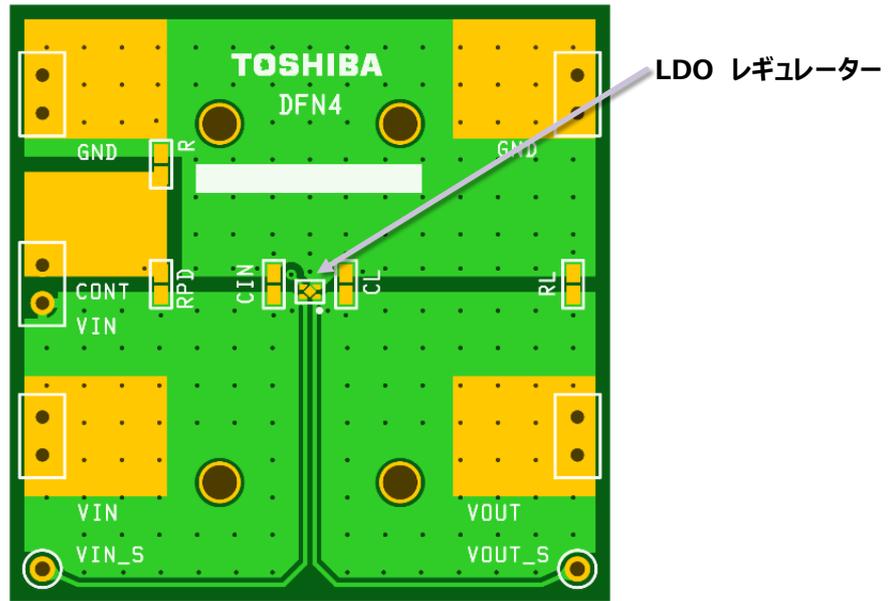


図 4.1 LDO レギュレーター評価基板例 (Top 面)

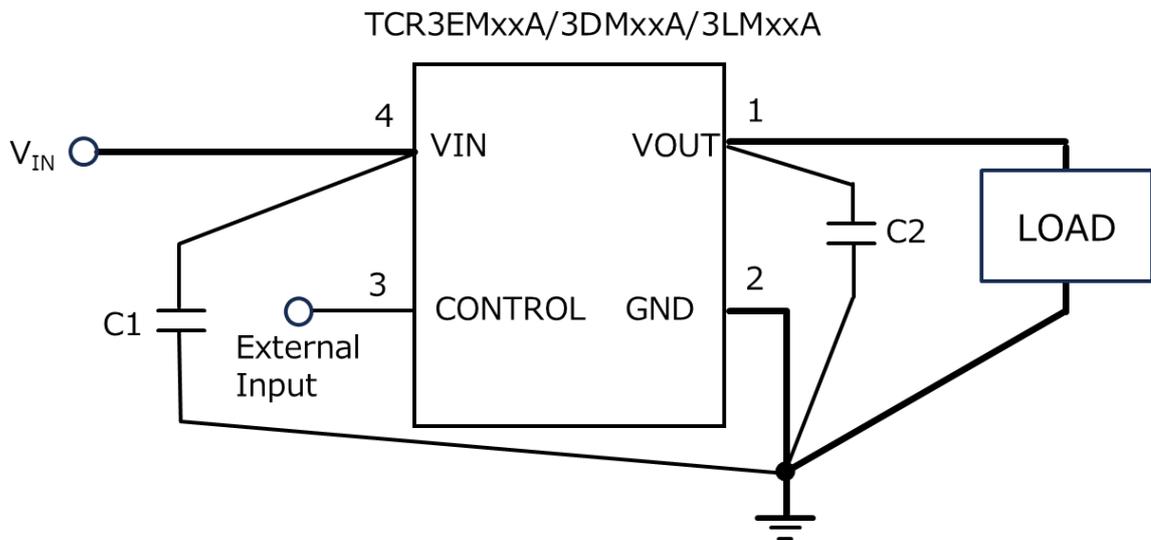


図 4.2 配線パターンの引き回しイメージ

- 許容損失について

実使用状態では予想される最大許容損失に対して、できるだけ余裕を持った基板パターン設計をしてください。また、実際のご使用の際には周囲温度、入力電圧、出力電流等のパラメーターを考慮の上、最大許容損失に対して、適当なデレーティング（一般的には最大値の 70 ~ 80%）を考慮した設計をお願いします。

- 過電流保護回路、過熱保護回路について

TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズはフの字特性の過電流保護回路、および過熱保護回路を内蔵しておりますが、これらはデバイスの動作を常に最大定格内に抑えることを保証するものではありません。ご使用条件によっては製品の劣化、信頼性に影響を与える可能性がありますので、ご注意ください。また、いかなる場合にも本製品が破壊しないことを保証するものでもありません。出力端子と GND 端子が不完全なショートモードに陥った場合など、破壊のおそれがあります。

TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズのご使用にあたっては、上記および当社「[半導体信頼性ハンドブック](#)」やデータシートなどに記載の絶対最大定格をご参照いただき、適切なデレーティングを考慮していかなる場合でも絶対最大定格を超えないようご注意ください。セットにおいてはフェールセーフなどの十分な安全対策を施すことを推奨いたします。

- 出力電圧 V_{OUT} 立ち上がり時間 (TCR3EMxxA シリーズ)

TCR3EMxxA シリーズは突入電流抑制回路により、使用条件、周辺回路、周囲温度によって出力立ち上がり時間が変化しますので、ご使用条件を十分考慮した設計をお願いします。一例として $C_{OUT} = 1.0\mu F$, $T_a = 25^\circ C$ 条件においてはコントロール電圧印可後およそ 200 μs 後には出力電圧が安定します。

- バイアス電流特性について (TCR3LMxxA シリーズ)

TCR3LM シリーズのバイアス電流 $I_{B(ON)}$ は出力電流 I_{OUT} によって制御されます。 I_{OUT} が小さい場合、TCR3LMxxA シリーズは低 $I_{B(ON)}$ で動作しますが、この状態では負荷過渡応答特性が通常時より劣ります。 I_{OUT} による $I_{B(ON)}$ の切り替えは、ヒステリシス特性を持って制御されます。 I_{OUT} が増加して大きな $I_{B(ON)}$ になった場合、良好な負荷過渡応答特性を示します。本特性は I_{OUT} が小さくなり低 $I_{B(ON)}$ に切り替わるまで維持されます。

4.2. ドロップアウト電圧: V_{DO}

ドロップアウト電圧（最小入出力間電圧差）は、LDOレギュレーターが安定した出力電圧を出力するために必要な入力電圧と出力電圧の間の、最小の差の電圧です。出力段にMOSFETを用いたLDOの最小入出力間電圧差は、MOSFETがリニア領域で動作しているときで、このときの最小入出力間電圧差は、LDOレギュレーターが持つオン抵抗特性や出力電流に依存します。データシートでは所定の電圧を出力するために必要な入力電圧と出力電圧の差の最小値として規定されます。この数値が小さいほうが低い入力電圧で所望の出力電圧を得られるため、電圧差で生じる損失による消費電力の低減が可能です。入力と出力の電圧差がドロップアウト電圧より小さくなると、想定通りの出力電圧を得られませんので注意が必要です。

TCR3EMxxA シリーズ : 144mV (標準) @3.3V 出力, $I_{OUT} = 150mA$

TCR3DMxxA シリーズ : 175mV (標準) @3.3V 出力, $I_{OUT} = 300mA$

TCR3LMxxA シリーズ : 177mV (標準) @3.3V 出力, $I_{OUT} = 200mA$

以下に TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズの、ドロップアウト電圧-出力電流特性（参考値）を示します。応用の際にご参照ください。

TCR3EM シリーズ

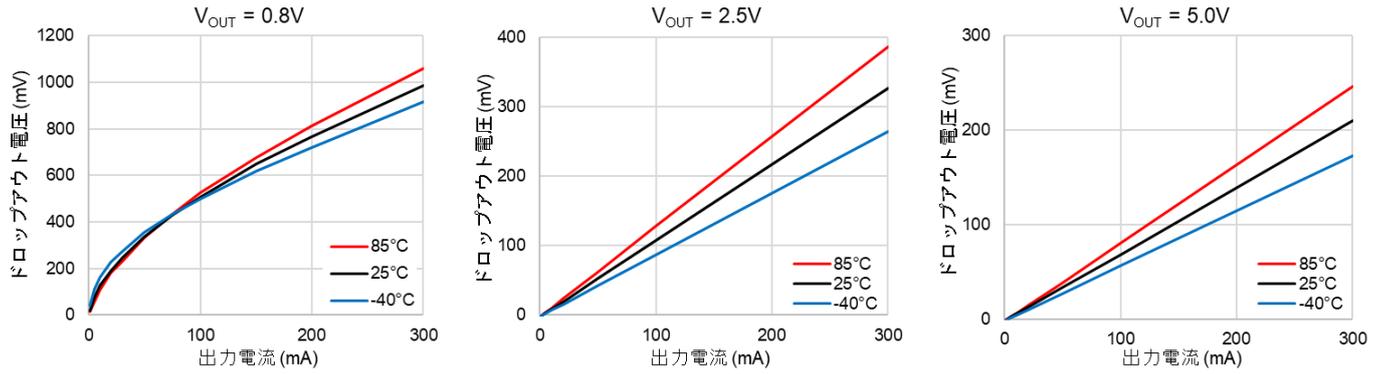


図 4.3 TCR3EMxxA シリーズのドロップアウト電圧特性

TCR3DMxxA シリーズ

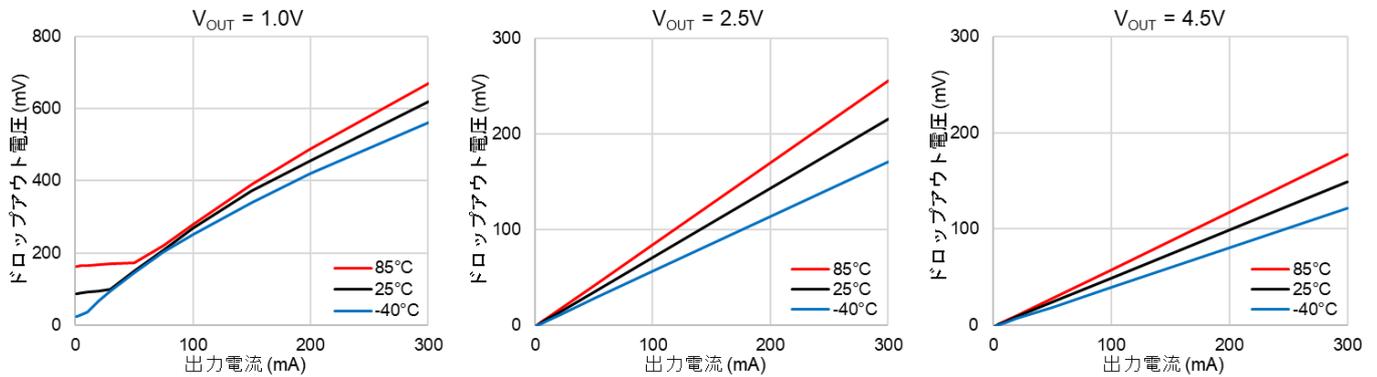


図 4.4 TCR3DMxxA シリーズのドロップアウト電圧特性

TCR3LM シリーズ

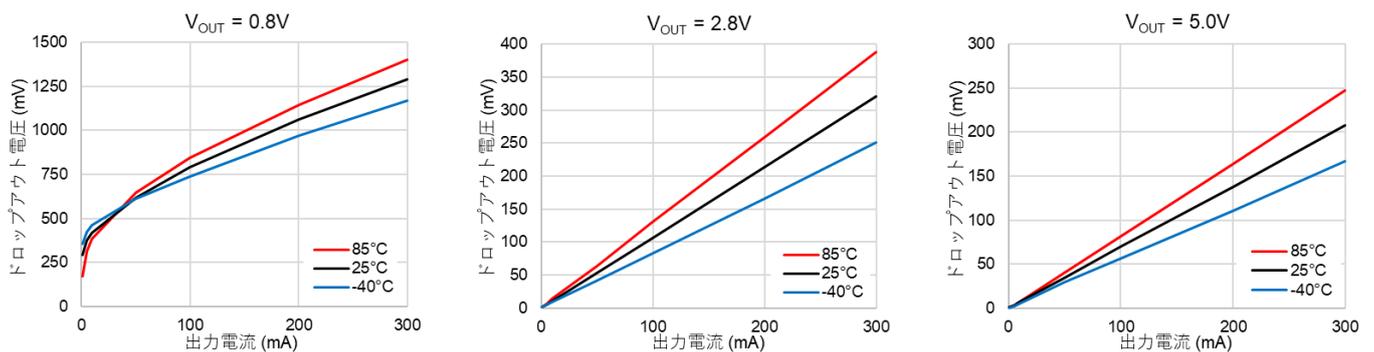


図 4.5 TCR3LMxxA シリーズのドロップアウト電圧特性

4.3. 負荷過渡応答: ΔV_{OUT}

負荷過渡応答特性とは、出力電流が急峻にステップ状に変化したときに出力電圧に発生するアンダーシュートやオーバーシュートの変動量です。負荷応答特性の悪いLDレギュレーターは、出力電流が急峻に変化したときの出力電圧の変動量が大きく、かつ正常な出力電圧に戻るまでの応答時間が長いため、出力に接続されているICや回路の動作に影響を与えるリスクが高くなります。LDレギュレーターの出力に接続される負荷の大きさは一定ではないため、出力電流もそれに依りて変動しますがTCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxAシリーズは、急激な電流変化に対する優れた応答性能を持ち、安定な定電圧動作を行います。

以下に TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズの負荷過渡応答特性 (参考値) を示します。応用の際にご参照ください。

TCR3EMxxA シリーズ

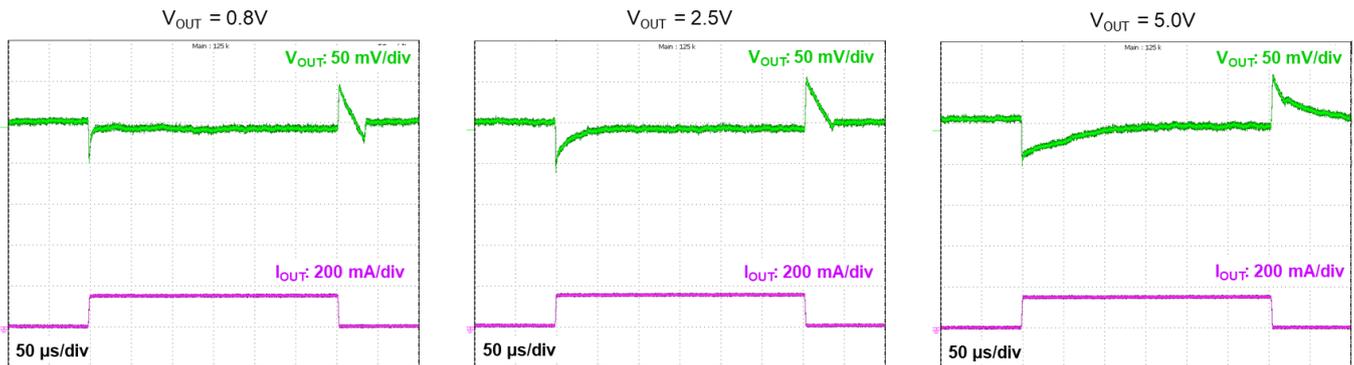
測定条件

@ $C_{IN} = 1.0\mu F$, $C_{OUT} = 1.0\mu F$,

$V_{IN} = 2.5V$ ($V_{OUT} = 0.8V$) or $3.5V$ ($V_{OUT} = 2.5V$) or $5.5V$ ($V_{OUT} = 5.0V$),

$t_r = 1.5\mu s$, $t_f = 1.5\mu s$, $T_a = 25^\circ C$

● $I_{OUT} = 1mA \Leftrightarrow 150mA$



● $I_{OUT} = 1mA \Leftrightarrow 300mA$

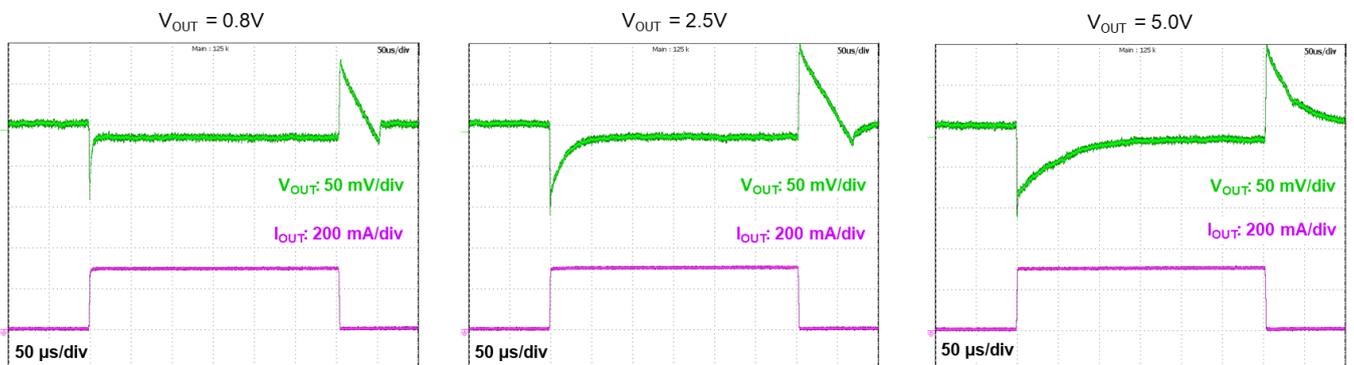


図 4.6 TCR3EMxxA シリーズの負荷過渡応答

TCR3DMxxA シリーズ

測定条件

$$@C_{IN} = 1.0\mu F, C_{OUT} = 1.0\mu F,$$

$$V_{IN} = V_{OUT} + 1.0V, I_{OUT} = 1mA \Leftrightarrow 300mA,$$

$$t_r = 1.0\mu s, t_f = 1.0\mu s, T_a = 25^\circ C$$

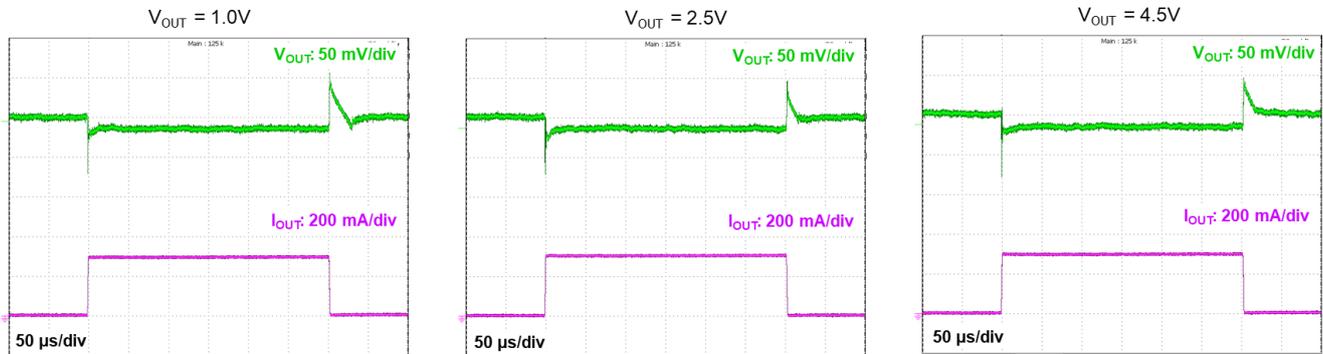


図 4.7 TCR3DMxxA シリーズの負荷過渡応答

TCR3LMxxA シリーズ

測定条件

$$@C_{IN} = 0.47\mu F, C_{OUT} = 0.47\mu F,$$

$$V_{IN} = 2.5V (V_{OUT} = 0.8V) \text{ or } 3.8V (V_{OUT} = 2.8V) \text{ or } 5.5V (V_{OUT} = 5.0V),$$

$$t_r = 1.0\mu s, t_f = 1.0\mu s, T_a = 25^\circ C$$

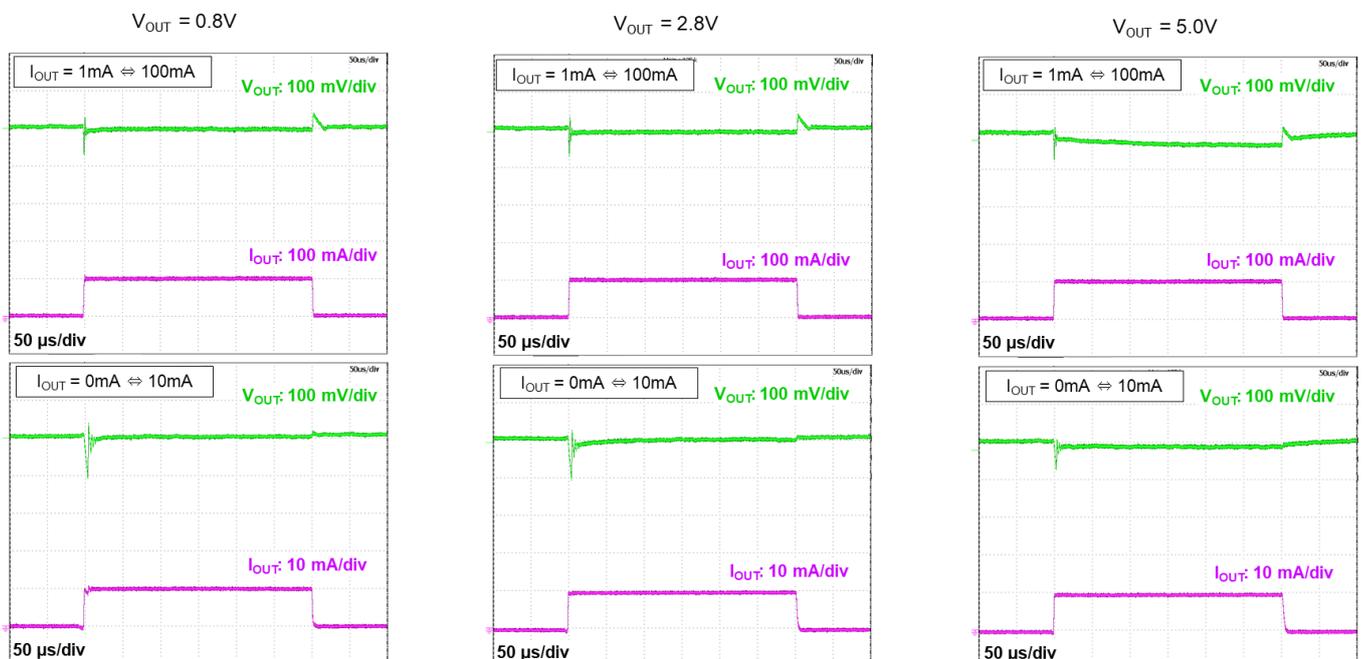


図 4.8 TCR3LMxxA シリーズの負荷過渡応答

4.4. リプル圧縮度: R.R

入力電圧に重畳されたリップル電圧成分と、そのときに出力電圧に現れるリップル電圧成分の比を示すものです。この値が大きいほど出力に現れるリップル成分が小さいことを示しますが、分母と分子を入れ替えてマイナスで表示されることもあり、この場合は小さいほうが良いことになります。

リップル圧縮度 (R.R.) は次の式で求められます。R.R.は周波数特性を持ち、LDOレギュレータの前段にスイッチングレギュレータが接続されている場合R.R.の値が大きいほど入力電圧に重畳されたリップル電圧成分を除去することができるため、ノイズに弱いセンサー回路やアナログ回路の電源にLDOを使用するときの指標となります。

$$R.R = 20 \times \text{Log} \frac{V_{IN \text{ ripple}}}{V_{OUT \text{ ripple}}} \quad (\text{dB})$$

$V_{IN \text{ ripple}}$: 入力電圧 V_{IN} のリップル電圧 (V)

$V_{OUT \text{ ripple}}$: 出力電圧 V_{OUT} のリップル電圧 (V)

以下に、TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズのリップル圧縮度-周波数特性 (参考値) を示します。TCR3EMxxA/3DMxxA シリーズは外付け容量 C_{IN} が無し、 C_{OUT} が $1.0\mu\text{F}$ のときの特性カーブ、TCR3LMxxA シリーズは外付け容量 C_{IN} が無し、 $0.47\mu\text{F}$ のときの特性カーブを記載しています。応用の際にご参照ください。

TCR3EMxxA

測定条件

@ C_{IN} = none、 C_{OUT} = $1.0\mu\text{F}$ 、

V_{IN} = 2.5V (V_{OUT} = 0.8V) or 3.5V (V_{OUT} = 2.5V) or 5.5V (V_{OUT} = 5.0V) 、

$V_{IN \text{ Ripple}}$ = 500mV_{p-p}、 I_{OUT} = 10mA、 T_a = 25°C

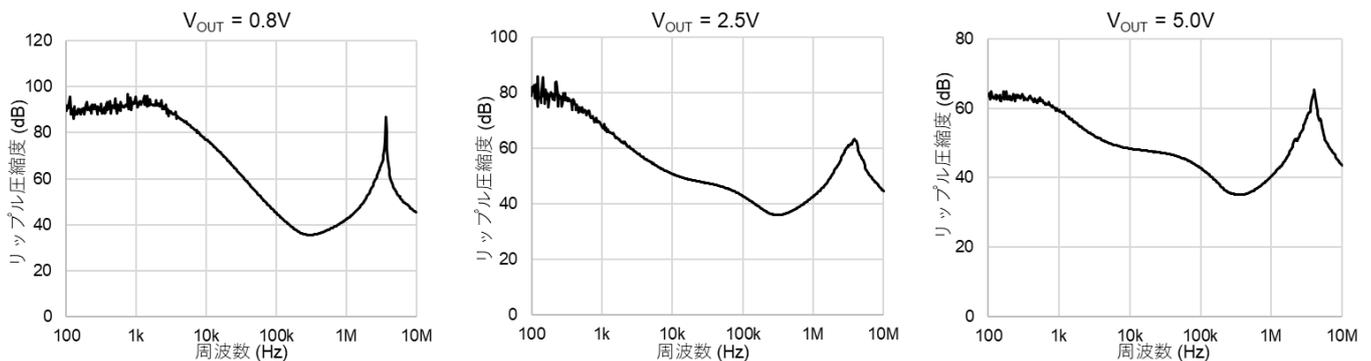


図 4.9 TCREM シリーズのリップル圧縮度 周波数特性

TCR3DMxxA

測定条件

@ C_{IN} = none、 C_{OUT} = 1.0 μ F、

V_{IN} = V_{OUT} + 1.0V、

V_{IN} Ripple = 500mV_{p-p}、 I_{OUT} = 10mA、 T_a = 25°C

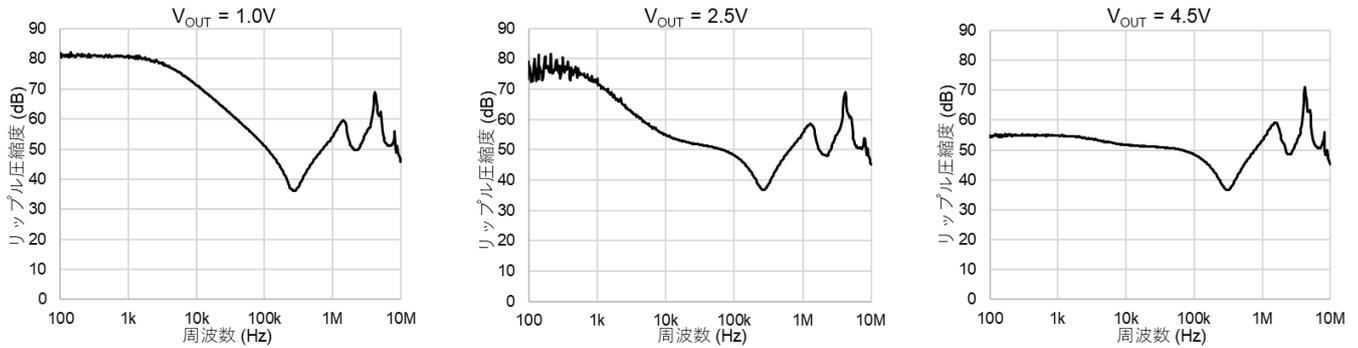


図 4.10 TCR3DMxxA シリーズのリップル圧縮度 周波数特性

TCR3LMxxA

測定条件

@ C_{IN} = none、 C_{OUT} = 0.47 μ F、

V_{IN} = 2.5V (V_{OUT} = 0.8V) or 3.8V (V_{OUT} = 2.8V) or 5.5V (V_{OUT} = 5.0V) 、

V_{IN} Ripple = 200mV_{p-p}、 I_{OUT} = 10mA、 T_a = 25°C

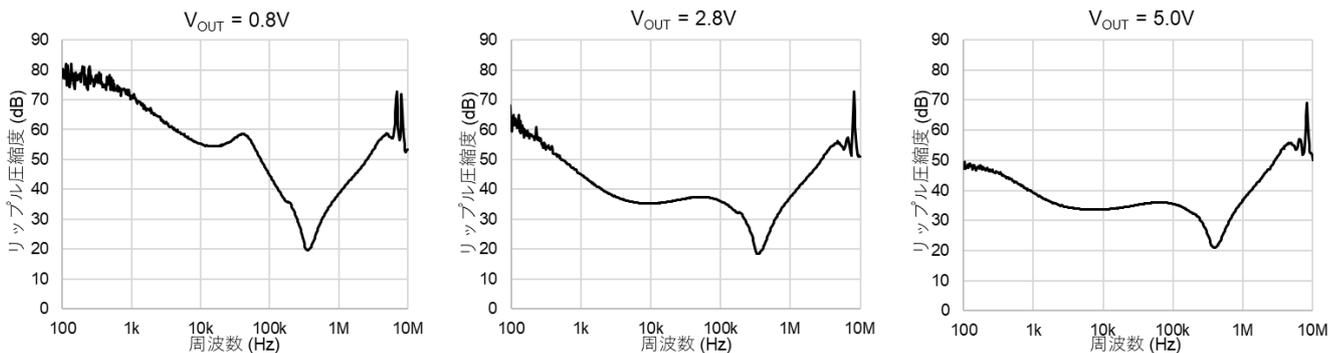


図 4.11 TCR3LM シリーズのリップル圧縮度 周波数特性

4.5. その他の電気的特性について

前項までで説明した 3 項目のほかにも、データシートにはさまざまな電気的特性が記載されています。これらについても以下簡単に解説します。データシートには温度条件が $T_j = 25^\circ\text{C}$ 時の値が記載されていますが、一部 $T_j = -40\sim 85^\circ\text{C}$ での範囲の値を記載している項目もあります。

- 出力電圧精度： V_{OUT}

出力電圧は内部回路素子のばらつきなどの要因により設定値を中央として一定の幅で分布します。この項目は出力電圧のばらつきを示す値で最大と最小で規格化されています。TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズは出力電圧値でラインアップされていますが、電圧精度の規格は出力電圧が 1.8V より小さい場合は電圧値で、1.8V 以上の場合は出力電圧に対する比率で表示されます。
- 入力安定度：Reg·line
入力電圧の範囲内での定常的な出力電圧の変動幅を示す値です。Reg·line の値が小さい LDO レギュレーターであれば V_{IN} が変化しても、 V_{OUT} の変化量が小さく安定した電圧を得ることができます。使用される入力電圧範囲が広い用途の場合、Reg·line が小さい規格の LDO レギュレーターを選択する必要があります。
- 負荷安定度：Reg·load
出力電流（負荷）の範囲内での定常的な出力電圧の変動幅を示す値です。これは定常電圧の変動を示すもので、負荷過渡応答とは異なります。Reg·load の値が小さい LDO レギュレーターであれば、 I_{OUT} が変化しても V_{OUT} の変化量が小さく安定した電圧を得ることができます。出力電流の電流変化が大きい用途の場合、Reg·load が小さい規格の LDO レギュレーターを選択する必要があります。
- バイアス電流： $I_{\text{B(ON)}}$

データシートで規定された測定条件において LDO レギュレーターが動作しているときの内部回路の消費電流で、GND 端子から流れ出る電流からコントロール端子に流れるコントロールプルダウン電流 (I_{CT}) を引いた電流値です。バイアス電流 $I_{\text{B(ON)}}$ は無負荷時 ($I_{\text{OUT}} = 0\text{A}$) で規定されます。
- スタンバイ電流： $I_{\text{B(OFF)}}$

LDO レギュレーターがスタンバイ状態時 ($V_{\text{CT}} = 0\text{V}$ の時) に、GND 端子から流れ出る電流からコントロール端子に流れるコントロールプルダウン電流 (I_{CT}) を引いた電流値です。バッテリー機器に使用される LDO レギュレーターでは、機器が待機状態のときに、このスタンバイ電流がバッテリーから消費されるためバッテリーの寿命を管理するための重要な規格です。
- コントロールプルダウン電流： I_{CT}

コントロール端子を HIGH としたときに、コントロール端子に流れ込む電流値です。
- 出力雑音電圧： V_{NO}

出力電圧に現れる雑音成分の大きさを示す値です。

- 出力制限電流： I_{CL}

過電流保護が動作する出力電流の値を示します。過電流保護回路が動作して出力電圧の標準値 $\times 0.9$ まで出力電圧が低下したときの出力電流を出力制限電流値と規定しています。出力電流が流れる配線は、最低でもこの電流が流れても問題ないような配線幅を確保してください。

- 過熱保護温度： T_{SDH} 、 T_{SDL}

過熱保護は、サーマルシャットダウン（TSD：Thermal Shut Down）とも呼ばれ、規定の接合温度を検出することにより素子保護を行う機能です。周囲温度の急激な上昇やLDOレギュレーターの負荷がショート、 V_{OUT} 端子がGNDにショートしたときなど、デバイス自体が自己発熱の影響で接合温度が上昇したときにLDOレギュレーターの劣化や破壊を防ぐために出力をオフ状態とする接合温度です。過熱保護回路が動作すると出力がオフすることで、消費電力が減少して接合温度が低下します。接合温度が設定値まで低下すると、過熱保護動作は解除されて出力は自動的にオンとなります。過熱保護動作開始温度が T_{SDH} で、過熱保護動作解除温度が T_{SDL} です。

- コントロール端子しきい値電圧： V_{CTH} 、 V_{CTL}

LDOレギュレーターをON、またはOFFさせるためにコントロール端子へ印加する電圧の範囲を示します。LDOレギュレーターがコントロール端子入力電圧（ON）の範囲内では確実にONしていること、コントロール端子入力電圧（OFF）の範囲内で確実にOFFしていることを、それぞれ示すものです。ON/OFF切り替えのしきい値の分布を示すものではありませんので、ご注意ください。コントロール端子に印加するHIGH信号の電圧とLOW信号の電圧は必ずこの電圧の範囲内になるように設定してください。

- 出力ディスチャージオン抵抗： R_{SD}

LDOレギュレーターの出力電圧をオフにしたとき、出力コンデンサーに蓄えられた電荷を放電する抵抗値（ディスチャージオン抵抗）を図4.12に示します。ディスチャージオン抵抗は、LDO内部の V_{OUT} 端子とGND端子に接続された出力コンデンサーの電荷放電用Nch MOSFETのオン抵抗値です。LDOの出力がオン状態からオフ状態に切り替わったとき、出力コンデンサーに蓄えられた電荷を放電用のNch MOSFETがオンして放電を開始します。このディスチャージ用MOSFETが内蔵されていることにより、容量の大きな出力コンデンサーを使用した場合でも放電時間を短くすることができ、システムの電源シーケンスの設定を容易にすることができます。

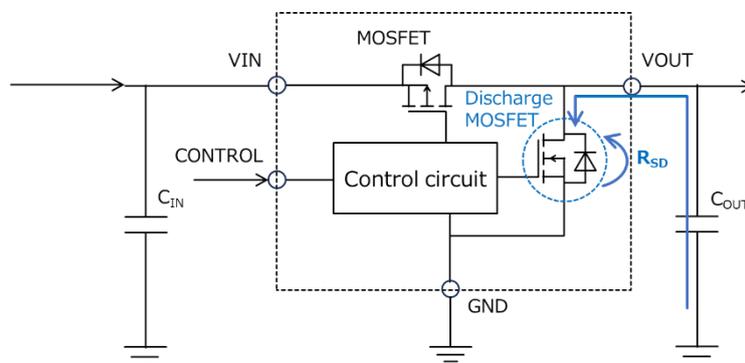


図 4.12 出力ディスチャージ回路

4.6. 内蔵回路および機能

TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズは、以下のような回路または機能を内蔵しています。

- 過電流保護回路

負荷の異常や短絡などで出力電流が制限電流を超えると、出力電圧が低下し始めるとともに出力電流も低下するような保護動作を行い異常発生時の消費電力を抑えます。本製品はフの字特性（フォールドバック）で保護動作を行います。これは、通常動作から制限電流を超えて保護動作に入ったあとの出力の電圧－電流特性の形状が、カタカナの“フ”の字に似ていることから“フの字特性”とも呼ばれます。

過電流状態が解除されると、 V_{OUT} は自動的に正常な電圧に復帰します。

- 過熱保護回路

負荷の不完全な短絡などで大電流が流れ続けて LDO レギュレーターの温度が設定値以上になったような場合、LDO レギュレーターの劣化や破壊を防ぐために出力をオフにする保護動作を行います。

- 突入電流抑制回路

出力がオンしたとき、出力コンデンサの充電電流が流れますが、この電流が大きすぎると過電流保護回路が誤動作して立ち上がり不能になったり、出力電圧にオーバーシュートが発生したりするおそれがあります。これを防ぐために出力電圧をゆっくり上昇させると同時に、突入電流を抑制する機能です。

- オートディスチャージ機能

コントロール端子の制御により出力がオフとなったときに、出力コンデンサの残存電荷を放電する機能です。

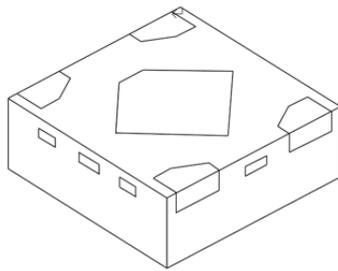
5. 製品概要

5.1. TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズの特徴

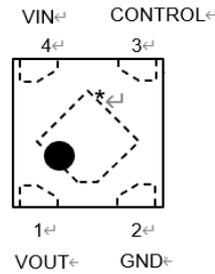
TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズは出力電流が最大 300mA の LDO レギュレーターで、いずれも小型パッケージ DFN4D (1.0mm x 1.0mm; t 0.37mm (標準)) を採用した製品で、携帯機器などの高密度実装が求められるアプリケーションなどに最適です。[TCR3EMxxA シリーズ](#)はスタンダードタイプ、[TCR3DMxxA シリーズ](#)は低ドロップアウト電圧、[TCR3LMxxA シリーズ](#)は低消費電流 (低バイアス電流) を特長とする製品です。

外観と端子配置

DFN4D パッケージ外観



端子配置 (Top view)



*パッケージ裏面の*印の中央電極部は GND または Open 接続

図 5.1 TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズの外観と端子配置

表 5.4 TCR3EMxxA/3DMxxA/3LMxxA シリーズの端子説明

端子番号	端子名称	端子の説明
1	VOUT	出力端子
2	GND	グラウンド端子
3	CONTROL	出力 ON/OFF 制御端子
4	VIN	電源入力端子

5.1.1. TCR3EMxxA シリーズ

[TCR3EMxxA シリーズ](#)の主な特長は以下の通りです。

特長

- 幅広い出力電圧ラインアップです ($V_{OUT} = 1.0 \sim 4.5V$)
- 低ドロップアウト電圧です
 $V_{DO} = 175mV$ (標準) @3.3V 出力, $I_{OUT} = 300mA$
 $V_{DO} = 216mV$ (標準) @2.5V 出力, $I_{OUT} = 300mA$
 $V_{DO} = 297mV$ (標準) @1.8V 出力, $I_{OUT} = 300mA$
- 低出力雑音電圧です ($V_{NO} = 38\mu V_{rms}$ (標準) @ $10Hz \leq f \leq 100kHz$)
- 高リップル圧縮度です (72dB (標準) @2.5V 出力, $I_{OUT} = 10mA$, $f = 1kHz$)
- 高速負荷過渡応答です ($\pm 80mV$ (標準) @2.5V 出力, $I_{OUT} = 1mA \leftrightarrow 300mA$)
- 過電流保護回路内蔵です
- 過熱保護回路内蔵です
- オートディスチャージ機能内蔵です
- コントロール端子はプルダウン接続です
- セラミックコンデンサーを使用可能です ($C_{IN} = 1.0\mu F$, $C_{OUT} = 1.0\mu F$)

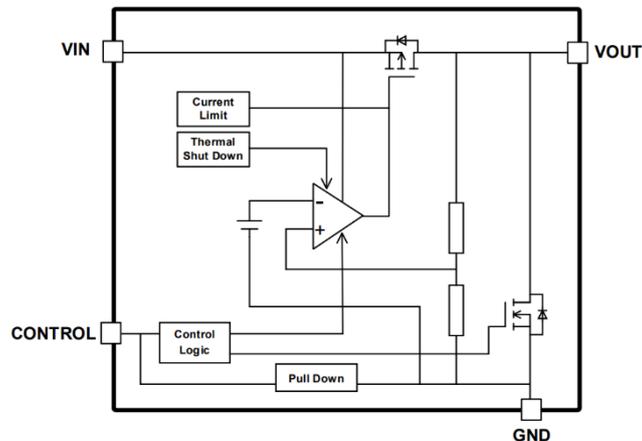


図 5.2 TCR3EMxxA シリーズの内部回路ブロック

5.1.2. TCR3DMxxA シリーズ

[TCR3DMxxA シリーズ](#)の主な特長は以下の通りです。

特長

- 幅広い出力電圧ラインアップです ($V_{OUT} = 1.0 \sim 4.5V$)
- 低ドロップアウト電圧です
 $V_{DO} = 175mV$ (標準) @3.3V 出力, $I_{OUT} = 300mA$
 $V_{DO} = 216mV$ (標準) @2.5V 出力, $I_{OUT} = 300mA$
 $V_{DO} = 297mV$ (標準) @1.8V 出力, $I_{OUT} = 300mA$
- 低出力雑音電圧です ($V_{NO} = 38\mu V_{rms}$ (標準) @ $10Hz \leq f \leq 100kHz$)
- 高リップル圧縮度です (72dB (標準) @2.5 V 出力, $I_{OUT} = 10mA$, $f = 1kHz$)
- 高速負荷過渡応答です ($\pm 80mV$ (標準) @2.5V 出力, $I_{OUT} = 1mA \leftrightarrow 300mA$)
- 過電流保護回路内蔵です
- 過熱保護回路内蔵です
- 突入電流抑制回路内蔵です
- オートディスチャージ機能内蔵です
- コントロール端子はプルダウン接続です
- セラミックコンデンサーを使用可能です ($C_{IN} = 1.0\mu F$, $C_{OUT} = 1.0\mu F$)

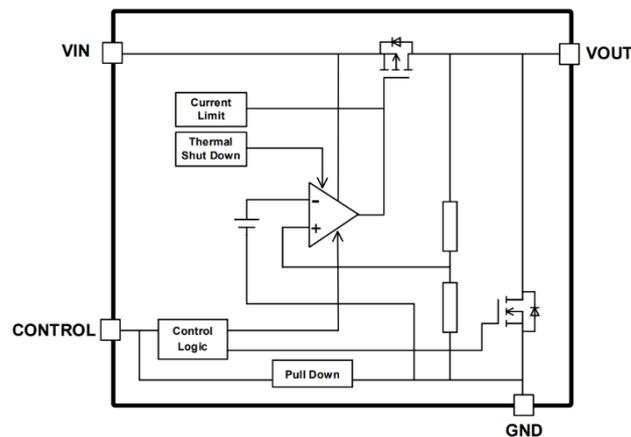


図 5.3 TCR3DMxxA シリーズの内部回路ブロック

5.1.3. TCR3LMxxA シリーズ

[TCR3LMxxA シリーズ](#)の主な特長は以下の通りです。

特長

- 低バイアス電流です ($I_{B(ON)} = 1.2\mu\text{A}$ (標準) @ $I_{OUT} = 0\text{mA}$)
- 高リップル圧縮度です (74dB (標準) @100Hz, 0.8V 出力)
- 高速負荷過渡応答です (-70/+35mV @2.8V 出力, $I_{OUT} = 1\text{mA} \Leftrightarrow 100\text{mA}$)
- 低ドロップアウト電圧です ($V_{DO} = 213\text{mV}$ (標準) @2.8V 出力, $I_{OUT} = 200\text{mA}$)
- 幅広い出力電圧ラインアップです ($V_{OUT} = 0.8 \sim 5.0\text{V}$)
- 過電流保護回路内蔵です
- 過熱保護回路内蔵です
- オートディスチャージ機能内蔵です
- コントロール端子はプルダウン接続です
- セラミックコンデンサーを使用可能です ($C_{IN} = 0.47\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 0.47\mu\text{F}$)

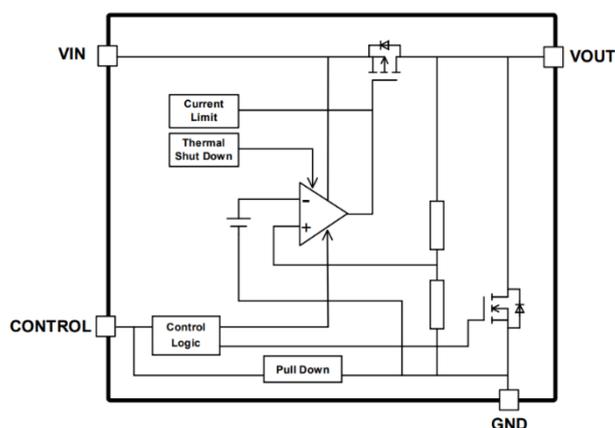


図 5.4 TCR3LMxxA シリーズの内部回路ブロック

ご利用規約

本規約は、お客様と東芝デバイス&ストレージ株式会社（以下「当社」といいます）との間で、当社半導体製品を搭載した機器を設計する際に参考となるドキュメント及びデータ（以下「本リファレンスデザイン」といいます）の使用に関する条件を定めるものです。お客様は本規約を遵守しなければなりません。

第1条 禁止事項

お客様の禁止事項は、以下の通りです。

1. 本リファレンスデザインは、機器設計の参考データとして使用されることを意図しています。信頼性検証など、それ以外の目的には使用しないでください。
2. 本リファレンスデザインを販売、譲渡、貸与等しないでください。
3. 本リファレンスデザインは、高温・多湿・強電磁界などの対環境評価には使用できません。
4. 本リファレンスデザインを、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用しないでください。

第2条 保証制限等

1. 本リファレンスデザインは、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
2. 本リファレンスデザインは参考用のデータです。当社は、データ及び情報の正確性、完全性に関して一切の保証をいたしません。
3. 半導体素子は誤作動したり故障したりすることがあります。本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。また、使用されている半導体素子に関する最新の情報（半導体信頼性ハンドブック、仕様書、データシート、アプリケーションノートなど）をご確認の上、これに従ってください。
4. 本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断して下さい。当社は、適用可否に対する責任を負いません。
5. 本リファレンスデザインは、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証又は実施権の許諾を行うものではありません。
6. 当社は、本リファレンスデザインに関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をせず、また当社は、本リファレンスデザインに関する一切の損害（間接損害、結果的損害、特別損害、付随的損害、逸失利益、機会損失、休業損害、データ喪失等を含むがこれに限らない。）につき一切の責任を負いません。

第3条 契約期間

本リファレンスデザインをダウンロード又は使用することをもって、お客様は本規約に同意したものとみなされます。本規約は予告なしに変更される場合があります。当社は、理由の如何を問わずいつでも本規約を解除することができます。本規約が解除された場合は、お客様は本リファレンスデザインを破棄しなければなりません。さらに当社が要求した場合には、お客様は破棄したことを証する書面を当社に提出しなければなりません。

第4条 輸出管理

お客様は本リファレンスデザインを、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用してはなりません。また、お客様は「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守しなければなりません。

第5条 準拠法

本規約の準拠法は日本法とします。

第6条 管轄裁判所

本リファレンスデザインに関する全ての紛争については、別段の定めがない限り東京地方裁判所を第一審の専属管轄裁判所とします。