

PWM/VFM制御手動切替式 同期整流型DC/DCコンバータ

NO.JA-142-120404

■ 概要

R1234DシリーズはCMOSのPWM/VFM制御手動切替式の同期整流型降圧DC/DCコンバータICです。

DC/DCコンバータは発振回路、PWM/VFMコントロール回路、基準電圧源、誤差増幅回路、低電圧誤動作防止回路 (UVLO)、ソフトスタート回路、ラッチ型保護回路、出力ドライバトランジスタ、等から構成されています。外付け部品としてコイル、抵抗、コンデンサを用いるだけで容易に高効率のDC/DCコンバータを構成できます。DC/DCコンバータの設定電圧はA/BバージョンがIC内部固定式、C/DバージョンがIC外部設定式となっています。

MODE端子によりPWM制御かVFM制御かを外部から切り替えることにより軽負荷時にはVFM制御、高負荷時にはPWM制御として使用することができ、軽負荷時の効率を改善することが可能です。

R1234Dシリーズには突入電流を防止するソフトスタート機能とPWM制御時にのみ機能する毎クロックでのコイルのピーク電流を制限する電流制限回路、出力電流がLx制限電流を超えた状態がある一定時間続くと内蔵ドライバトランジスタをOFF状態でラッチするラッチ型過電流保護回路を内蔵しています。

ラッチ回路の解除はチップイネーブル端子で一度スタンバイ状態にする、もしくは、電源電圧をUVLO検出電圧以下にすることで行えます。

■ 特長

- 消費電流 TYP. 230 μ A (R1234Dxx1A/C)
TYP. 250 μ A (R1234Dxx1B/D)
- 消費電流 (スタンバイ時) TYP. 0 μ A
- 入力電圧範囲 2.4V~5.5V (絶対最大定格 : 6.5V)
- 出力電圧範囲 1.2V~3.3V (R1234Dxx1A/B)
0.8V~ V_{IN} (R1234Dxx1C/D)
- 出力電圧精度 \pm 2.0% (R1234Dxx1A/B)
- 発振周波数 TYP. 500kHz (R1234Dxx1A/C)
TYP. 800kHz (R1234Dxx1B/D)
- 内蔵ドライバON抵抗 Pch 0.4 Ω 、Nch 0.6 Ω (V_{IN} =3V時)
- 制御モード切り替え MODE端子="L" : PWM制御
MODE端子="H" : VFM制御
- 効率 TYP. 90%
- パッケージ SON-8
- ソフトスタート機能内蔵 TYP. 1.5ms
- ラッチ型保護機能を内蔵 TYP. 1.5ms
- 短絡電流制限回路内蔵

■ アプリケーション

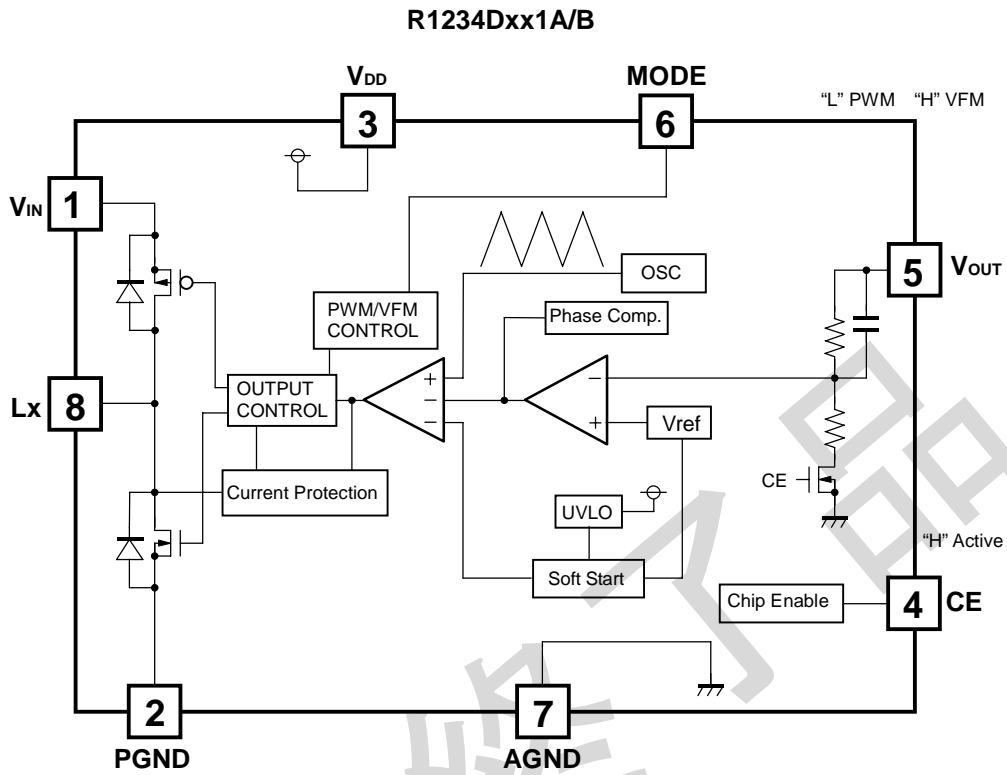
- 携帯用機器の定電圧電源

R1234D

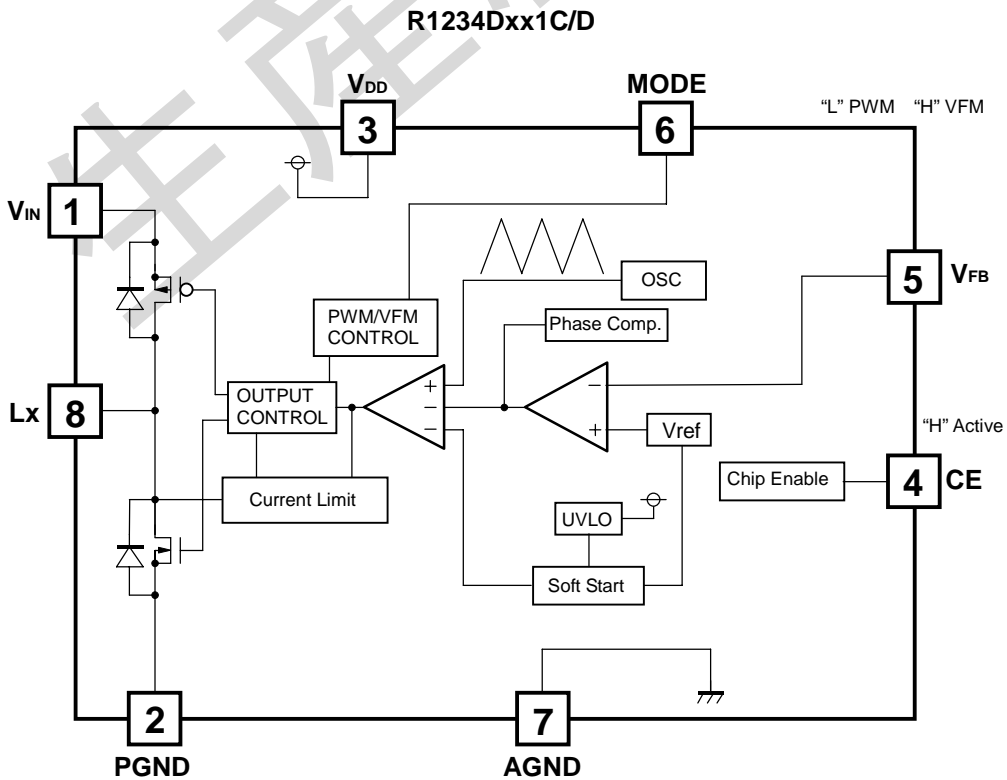
生産終了品

■ ブロック図

出力電圧固定の場合



出力電圧可変の場合



■ セレクションガイド

R1234Dシリーズは、出力電圧、周波数、およびテーピングの方向を用途によって選択指定することができます。

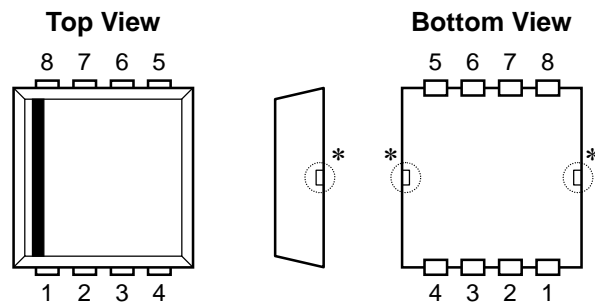
選択指定の方法は、デバイス形式番号を用いて下記のように行います。

R1234Dxx1x-xx-x ←形式番号
 ↑↑↑↑↑↑↑
 a b c d e f

番号	内容
a	パッケージの選択指定に用います。 D: SON-8
b	出力電圧(V _{OUT})の指定に用います。 出力電圧固定(A/B)の場合、出力電圧(V _{OUT})の指定は、1.2V~3.3Vの範囲で0.1V単位にて指定可能です。 出力電圧可変(C/D)の場合、“00”となります。
c	1: 固定
d	周波数と出力電圧(固定型か可変型)の指定に用います。 A: 500kHz, 出力電圧固定型 B: 800kHz, 出力電圧固定型 C: 500kHz, 出力電圧可変型 D: 800kHz, 出力電圧可変型
e	テーピングタイプ TR: 固定 (テーピング仕様参照)
f	端子メッキの指定に用います。 -F: 鉛フリーメッキ


■ 端子接続図

SON-8



■ 端子説明

端子番号	端子名	機能
1	V _{IN}	電源入力端子
2	PGND	パワー-GND 端子
3	V _{DD}	電源入力端子
4	CE	チップイネーブル端子 ("H"アクティブ)
5	V _{OUT} /V _{FB}	出力電圧検出端子/フィードバック端子
6	MODE	PWM/VFM 制御端子 ("L"=PWM、"H"=VFM)
7	AGND	アナログ GND 端子
8	Lx	スイッチング端子 (CMOS 出力)

*)  部分にあるタブ吊りリードは、GNDです。基板設計の際に他の配線ショートしないようご注意ください。

■ 絶対最大定格

記号	項目	定格値	単位
V _{IN}	V _{IN} 端子電圧	6.5	V
V _{DD}	V _{DD} 端子電圧	6.5	V
V _{Lx}	Lx 端子電圧	-0.3~V _{IN} +0.3	V
V _{CE}	CE 端子電圧	-0.3~V _{IN} +0.3	V
V _{MODE}	MODE 端子電圧	-0.3~V _{IN} +0.3	V
V _{OUT}	V _{OUT} 端子電圧	-0.3~V _{IN} +0.3	V
I _{Lx}	Lx 端子出力電流	-0.8	A
P _D	許容損失 (SON-8) (標準実装条件) *1	480	mW
T _{opt}	動作周囲温度	-40~+85	°C
T _{stg}	保存周囲温度	-55~+125	°C

*1) 許容損失、標準実装条件については、後のパッケージ情報に詳しく記述していますので、ご参照下さい。

■ 電気的特性

● R1234Dxx1A (出力電圧 IC 内部固定版の場合)

(T_{opt}=25°C)

記号	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{IN}	動作入力電圧		2.4		5.5	V
V _{OUT}	出力電圧	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V V _{MODE} =0V, I _{OUT} =10mA	設定値 ×0.98	設定値	設定値 ×1.02	V
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta T_{opt}}$	出力電圧温度係数	-40°C ≤ I _{OUT} ≤ 85°C		±150		ppm/°C
f _{osc}	発振周波数(500kHz)	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V	425	500	575	kHz
I _{DD}	消費電流(500kHz)	V _{IN} =V _{CE} =5.5V, V _{OUT} =V _{MODE} =0V		230	300	μA
I _{standby}	スタンバイ電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =V _{OUT} =0V		0	5	μA
R _{ONP}	Pch トランジスタ ON 抵抗	V _{IN} =5.0V	0.2	0.4	0.9	Ω
R _{ONN}	Nch トランジスタ ON 抵抗	V _{IN} =5.0V	0.4	0.6	0.9	Ω
I _{LXleak}	Lx リーク電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{LX} =5.5V or 0V	-5.0	0.0	5.0	μA
I _{VOUTleak}	V _{OUT} リーク電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{OUT} =5.5V or 0V	-0.1	0.0	0.1	μA
I _{CE}	CE 入力電流	V _{IN} =5.5V, V _{MODE} =0V, V _{CE} =5.5V or 0V	-0.1	0.0	0.1	μA
I _{MODE}	MODE 入力電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{MODE} =5.5V or 0V	-0.1		0.1	μA
V _{CEH}	CE 入力電圧 "H"	V _{IN} =5.5V, V _{OUT} =0V	1.5			V
V _{CEL}	CE 入力電圧 "L"	V _{IN} =2.4V, V _{OUT} =0V			0.3	V
V _{MODEH}	MODE 入力電圧 "H"	V _{IN} =V _{CE} =5.5V, V _{OUT} =0V	1.5			V
V _{MODEL}	MODE 入力電圧 "L"	V _{IN} =V _{CE} =2.4V, V _{OUT} =0V			0.3	V
Maxduty	最大デューティ比	V _{MODE} =0V	100			%
t _{start}	ソフトスタート時間	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V, 無負荷	0.5	1.5	2.5	ms
V _{LXlim}	Lx 制限電圧	V _{IN} =V _{CE} =3.0V, V _{MODE} =0V, V _{OUT} =0V	V _{IN} -0.2	V _{IN} -0.35	V _{IN} -0.65	V
t _{prot}	保護遅延時間	V _{IN} =V _{CE} =3.0V, V _{MODE} =0V, V _{OUT} =0V	0.5	1.5	2.5	ms
V _{UVLO1}	UVLO 検出電圧	V _{IN} =V _{CE} =2.5V→1.5V, V _{OUT} =0V	1.8	2.1	2.2	V
V _{UVLO2}	UVLO 復帰電圧	V _{IN} =V _{CE} =1.5V→2.5V, V _{OUT} =0V	1.9	2.2	2.3	V
V _{FMDuty}	VFM デューティ比	V _{IN} =V _{CE} =V _{MODE} =2.4V, V _{OUT} =0V	55	65	85	%

R1234D

生産終了品

● R1234Dxx1B (出力電圧 IC 内部固定版の場合)

(T_{opt}=25°C)

記号	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{IN}	動作入力電圧		2.4		5.5	V
V _{OUT}	出力電圧	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V V _{MODE} =0V, I _{OUT} =10mA	設定値 ×0.98	設定値	設定値 ×1.02	V
ΔV _{OUT} / ΔT _{opt}	出力電圧温度係数	-40°C ≤ I _{OUT} ≤ 85°C		±150		ppm/°C
fosc	発振周波数(800kHz)	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V	680	800	920	kHz
I _{DD}	消費電流(800kHz)	V _{IN} =V _{CE} =5.5V, V _{OUT} =V _{MODE} =0V		250	450	μA
I _{standby}	スタンバイ電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =V _{OUT} =0V		0	5	μA
R _{ONP}	Pch トランジスタ ON 抵抗	V _{IN} =5.0V	0.2	0.4	0.9	Ω
R _{ONN}	Nch トランジスタ ON 抵抗	V _{IN} =5.0V	0.4	0.6	0.9	Ω
I _{LXleak}	Lx リーク電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{LX} =5.5V or 0V	-5.0	0.0	5.0	μA
I _{VOUTleak}	V _{OUT} リーク電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{OUT} =5.5V or 0V	-0.1	0.0	0.1	μA
I _{CE}	CE 入力電流	V _{IN} =5.5V, V _{MODE} =0V, V _{CE} =5.5V or 0V	-0.1	0.0	0.1	μA
I _{MODE}	MODE 入力電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{MODE} =5.5V or 0V	-0.1		0.1	μA
V _{CEH}	CE 入力電圧 "H"	V _{IN} =5.5V, V _{OUT} =0V	1.5			V
V _{CEL}	CE 入力電圧 "L"	V _{IN} =2.4V, V _{OUT} =0V			0.3	V
V _{MODEH}	MODE 入力電圧 "H"	V _{IN} =V _{CE} =5.5V, V _{OUT} =0V	1.5			V
V _{MODEL}	MODE 入力電圧 "L"	V _{IN} =V _{CE} =2.4V, V _{OUT} =0V			0.3	V
Maxduty	最大デューティ比	V _{MODE} =0V	100			%
t _{start}	ソフトスタート時間	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V, 無負荷	0.5	1.5	2.5	ms
V _{LXlim}	Lx 制限電圧	V _{IN} =V _{CE} =3.0V, V _{MODE} =0V, V _{OUT} =0V	V _{IN} -0.2	V _{IN} -0.35	V _{IN} -0.65	V
t _{prot}	保護遅延時間	V _{IN} =V _{CE} =3.0V, V _{MODE} =0V, V _{OUT} =0V	0.5	1.5	2.5	ms
V _{UVLO1}	UVLO 検出電圧	V _{IN} =V _{CE} =2.5V→1.5V, V _{OUT} =0V	1.8	2.1	2.2	V
V _{UVLO2}	UVLO 復帰電圧	V _{IN} =V _{CE} =1.5V→2.5V, V _{OUT} =0V	1.9	2.2	2.3	V
V _{FMDuty}	VFM デューティ比	V _{IN} =V _{CE} =V _{MODE} =2.4V, V _{OUT} =0V	55	65	85	%

● R1234DxxxC (出力電圧 IC 内部可変版の場合)

(T_{opt}=25°C)

記号	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{IN}	動作入力電圧		2.4		5.5	V
V _{FB}	フィードバック電圧	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V V _{MODE} =0V, I _{OUT} =10mA	0.776	0.800	0.824	V
$\frac{\Delta V_{FB}}{\Delta T_{opt}}$	フィードバック電圧 温度係数	-40°C ≤ I _{OUT} ≤ 85°C		±150		ppm/°C
f _{osc}	発振周波数(500kHz)	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V	425	500	575	kHz
I _{DD}	消費電流(500kHz)	V _{IN} =V _{CE} =5.5V, V _{FB} =V _{MODE} =0V		230	300	μA
I _{standby}	スタンバイ電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =V _{FB} =0V		0	5	μA
R _{ONP}	Pch トランジスタ ON 抵抗	V _{IN} =5.0V	0.2	0.4	0.9	Ω
R _{ONN}	Nch トランジスタ ON 抵抗	V _{IN} =5.0V	0.4	0.6	0.9	Ω
I _{LXleak}	Lx リーク電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{LX} =5.5V or 0V	-5.0	0.0	5.0	μA
I _{VFBleak}	V _{FB} リーク電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{FB} =5.5V or 0V	-0.1	0.0	0.1	μA
I _{CE}	CE 入力電流	V _{IN} =5.5V, V _{MODE} =0V, V _{CE} =5.5V or 0V	-0.1	0.0	0.1	μA
I _{MODE}	MODE 入力電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{MODE} =5.5V or 0V	-0.1		0.1	μA
V _{CEH}	CE 入力電圧 "H"	V _{IN} =5.5V, V _{FB} =0V	1.5			V
V _{CEL}	CE 入力電圧 "L"	V _{IN} =2.4V, V _{FB} =0V			0.3	V
V _{MODEH}	MODE 入力電圧 "H"	V _{IN} =V _{CE} =5.5V, V _{FB} =0V	1.5			V
V _{MODEL}	MODE 入力電圧 "L"	V _{IN} =V _{CE} =2.4V, V _{FB} =0V			0.3	V
Maxduty	最大デューティ比	V _{MODE} =0V	100			%
t _{start}	ソフトスタート時間	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V, 無負荷	0.5	1.5	2.5	ms
V _{LXlim}	Lx 制限電圧	V _{IN} =V _{CE} =3.0V, V _{MODE} =0V, V _{FB} =0V	V _{IN} -0.15	V _{IN} -0.35	V _{IN} -0.65	V
t _{prot}	保護遅延時間	V _{IN} =V _{CE} =3.0V, V _{MODE} =0V, V _{FB} =0V	0.5	1.5	2.5	ms
V _{UVLO1}	UVLO 検出電圧	V _{IN} =V _{CE} =2.5V→1.5V, V _{FB} =0V	1.95	2.20	2.45	V
V _{UVLO2}	UVLO 復帰電圧	V _{IN} =V _{CE} =1.5V→2.7V, V _{FB} =0V	2.20	2.40	2.65	V
V _{FMDuty}	VFM デューティ比	V _{IN} =V _{CE} =V _{MODE} =2.4V, V _{FB} =0V	55	65	85	%

R1234D

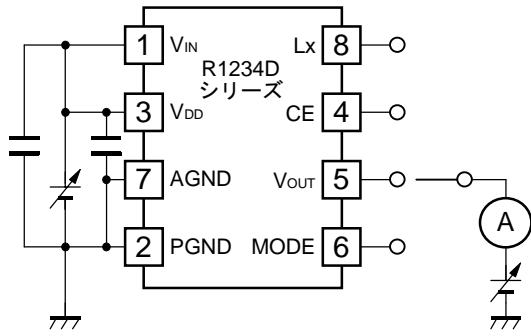
生産終了品

● R1234DxxxD (出力電圧 IC 内部可変版の場合)

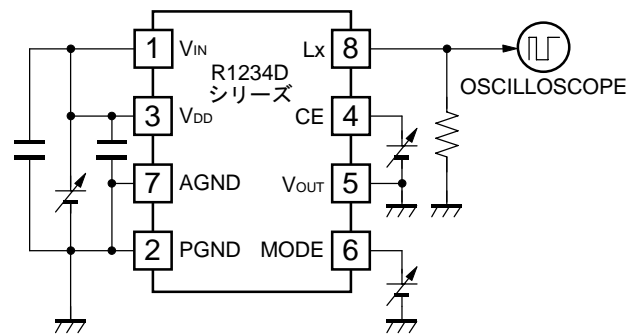
(T_{opt}=25°C)

記号	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{IN}	動作入力電圧		2.4		5.5	V
V _{FB}	フィードバック電圧	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V V _{MODE} =0V, I _{OUT} =10mA	0.776	0.800	0.824	V
ΔV _{FB} / ΔT _{opt}	フィードバック電圧 温度係数	-40°C ≤ I _{OUT} ≤ 85°C		±150		ppm/°C
f _{osc}	発振周波数(800kHz)	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V	680	800	920	kHz
I _{DD}	消費電流(800kHz)	V _{IN} =V _{CE} =5.5V, V _{OUT} =V _{MODE} =0V		250	450	μA
I _{standby}	スタンバイ電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =V _{FB} =0V		0	5	μA
R _{ONP}	Pch トランジスタ ON 抵抗	V _{IN} =5.0V	0.2	0.4	0.9	Ω
R _{ONN}	Nch トランジスタ ON 抵抗	V _{IN} =5.0V	0.4	0.6	0.9	Ω
I _{LXleak}	Lx リーク電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{LX} =5.5V or 0V	-5.0	0.0	5.0	μA
I _{VFBleak}	V _{FB} リーク電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{FB} =5.5V or 0V	-0.1	0.0	0.1	μA
I _{CE}	CE 入力電流	V _{IN} =5.5V, V _{MODE} =0V, V _{CE} =5.5V or 0V	-0.1	0.0	0.1	μA
I _{MODE}	MODE 入力電流	V _{IN} =5.5V, V _{CE} =0V, V _{MODE} =5.5V or 0V	-0.1		0.1	μA
V _{CEH}	CE 入力電圧 "H"	V _{IN} =5.5V, V _{FB} =0V	1.5			V
V _{CEL}	CE 入力電圧 "L"	V _{IN} =2.4V, V _{FB} =0V			0.3	V
V _{MODEH}	MODE 入力電圧 "H"	V _{IN} =V _{CE} =5.5V, V _{FB} =0V	1.5			V
V _{MODEL}	MODE 入力電圧 "L"	V _{IN} =V _{CE} =2.4V, V _{FB} =0V			0.3	V
Maxduty	最大デューティ比	V _{MODE} =0V	100			%
t _{start}	ソフトスタート時間	V _{IN} =V _{CE} =設定電圧+1.5V, 無負荷	0.5	1.5	2.5	ms
V _{LXlim}	Lx 制限電圧	V _{IN} =V _{CE} =3.0V, V _{MODE} =0V, V _{FB} =0V	V _{IN} -0.15	V _{IN} -0.35	V _{IN} -0.65	V
t _{prot}	保護遅延時間	V _{IN} =V _{CE} =3.0V, V _{MODE} =0V, V _{FB} =0V	0.5	1.5	2.5	ms
V _{UVLO1}	UVLO 検出電圧	V _{IN} =V _{CE} =2.5V→1.5V, V _{FB} =0V	1.95	2.20	2.45	V
V _{UVLO2}	UVLO 復帰電圧	V _{IN} =V _{CE} =1.5V→2.7V, V _{FB} =0V	2.20	2.40	2.65	V
V _{FMDuty}	VFM デューティ比	V _{IN} =V _{CE} =V _{MODE} =2.4V, V _{FB} =0V	55	65	85	%

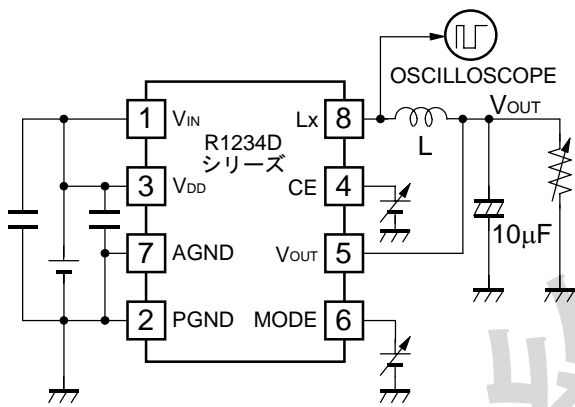
■ 測定回路



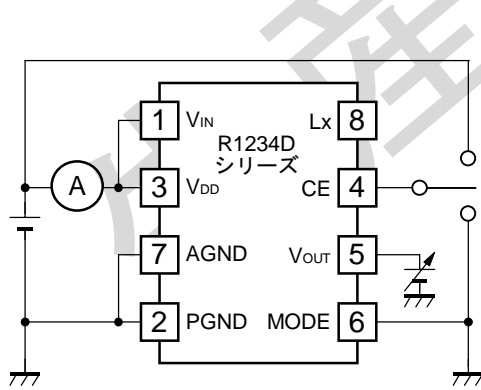
入力、リーク電流測定



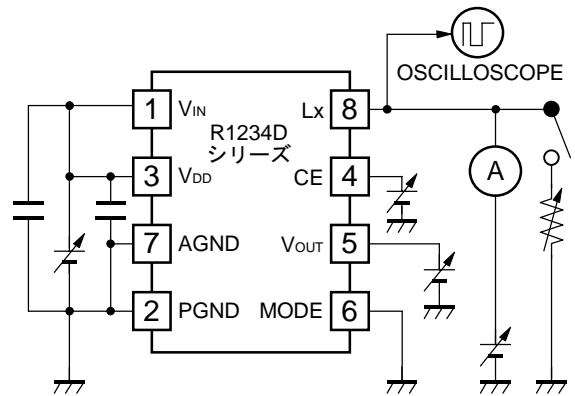
入力電圧、UVLO 電圧測定



出力電圧、発振周波数、ソフトスタート時間測定



消費電流、スタンバイ電流測定

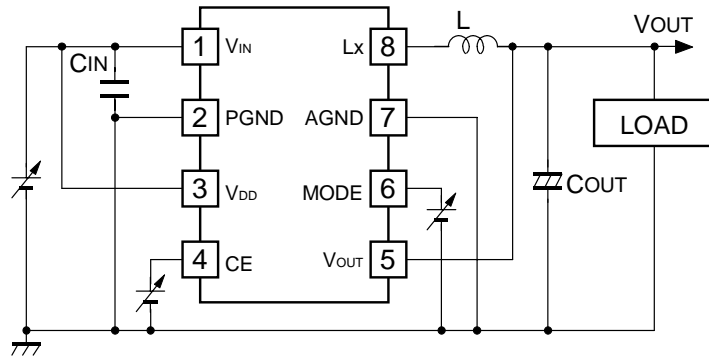


Lx オン抵抗、リミット電圧、保護遅延時間測定

電源、GND間のバイパスコンデンサは、セラミックコンデンサ10µF

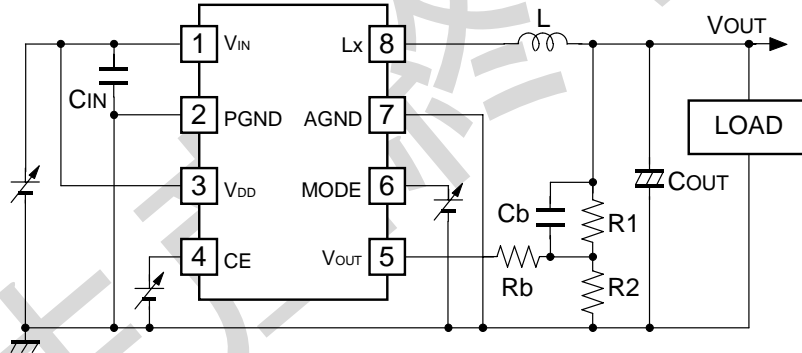
■ 外付け回路例と使用上の注意点

● 出力電圧固定型の場合（PWM モード）



記号	推奨部品
C _{IN}	10μF C3216JB0J106M (TDK)
C _{OUT}	10μF ECSTOJX106R (Panasonic)
L	10μH LQH3C100K54 (MURATA)

● 出力電圧可変の場合（PWM モード）



記号	推奨部品
C _{IN}	10μF C3216JB0J106M (TDK)
C _{OUT}	10μF ECSTOJX106R (Panasonic)
L	10μH LQH3C100K54 (MURATA)

R1, R2, C_bの設定方法、およびC_{OUT}にセラミックコンデンサを使用したい場合は、■電圧設定方法と位相保償の項目を参照してください。

VFMモード（MODE="H"）で使用する場合、Nchドライバは常時OFFとなります。Lx-PGND間にショットキーダイオードを付加して下さい。

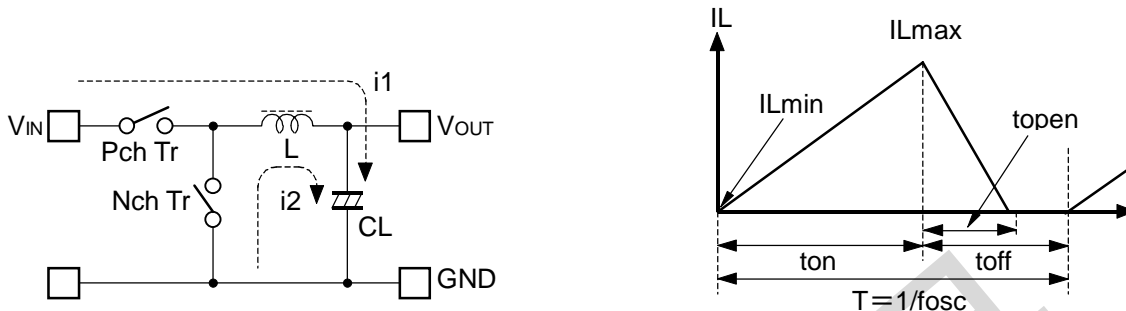
その他、本ICを使用される際、次の点に注意してください。

- 電源入力端子 V_{IN} 、 V_{DD} には同電位を入力してください。また、AGNDとPGNDも同電位にしてください。
- CE、MODE端子の“H”電圧レベルは、入力電源 V_{IN} 、 V_{DD} を超えないようにしてください。
- インダクタ、 C_{IN} 、 C_{OUT} などの外付け部品は、なるべくICの近くに配置し配線を短くして下さい。特に、 C_{IN} は、できるだけ V_{IN} 端子とPGND端子の近くに接続してください。
- スタンバイ時（CE＝“L”）、Lx出力は、Hi-Zとなります。Lx端子のPchトランジスタ、NchトランジスタはともにOFFします。
- 外付け回路の C_{OUT} には、10 μ F以上とし、タンタルコンデンサ等の高周波特性の良いものを使用してください。
- VFMモード時(MODE＝“H”)、保護動作におけるラッチ回路は動作しません。
- 動作中に、PWMモードとVFMモードの切り替えをする場合、軽負荷時にVFMからPWMに切り替えてください。負荷電流が大きい場合、出力電圧が下がることがありますので御注意してください。
- V_{IN} 、PGND、および、 V_{OUT} ラインを十分強化してください。 V_{IN} 、PGND、 V_{OUT} ラインにはスイッチングによる大きな電流が流れます。 V_{IN} 、PGNDラインのインピーダンスが高いとIC内部の電位がスイッチング電流により変動し、動作が不安定になることがあります。

☆本 IC を用いた電源回路の性能は周辺回路に大きく依存します。周辺部品の設定には十分注意してください。特に各部品、基板パターン、および、本 IC について各定格値（電圧、電流、電力）を超えないように周辺回路を設計してください。

■ 降圧 DC/DC コンバータの動作と出力電流

降圧DC/DCコンバータは、LxトランジスタがON時に出力すると同時にコイルにエネルギーを貯め、OFF時にコイルに貯めた電流を放出し、それを平滑化してエネルギー損失を少なく入力電圧より低い出力電圧を供給します。図に従って説明します。



- Step1. PchトランジスタがONし、電流 $IL=i1$ が流れ、Lにエネルギーがチャージされ、CLに電荷がチャージされ出力電流 i_{out} を供給します。このとき、PchトランジスタのONしている時間 (t_{on}) に比例して $IL=i1$ は $IL=IL_{min}=0$ から増加し、 IL_{max} に達します。
- Step2. PchトランジスタがOFFすると、Lは $IL=IL_{max}$ を保とうとするため、NchトランジスタをONし電流 $IL=i2$ を流します。
- Step3. $IL=i2$ は徐々に減少し、 t_{open} 時間後、 $IL=IL_{min}=0$ となってNchトランジスタはOFFします。但し、後述の連続モードの場合、 $IL=IL_{min}=0$ になる前に t_{off} 時間が無くなり、次のサイクルに入ってPchトランジスタがONし、NchトランジスタがOFFします。この場合、 $IL_{min}>0$ が残っているため、 $IL=IL_{min}>0$ から増加して行くことになります。

PWM制御方式の場合、単位時間当たりのスイッチング回数 (f_{osc}) を一定とし、 t_{on} をコントロールすることによって出力電圧を一定に保っています。

● 断続モードと連続モード

降圧動作が一定状態で安定しているとき、コイルに流れる電流の最大値 (IL_{max}) と最小値 (IL_{min}) は上に示したように、PchトランジスタがONしているときとOFFしているときとで同じになります。

この IL_{max} と IL_{min} の差を ΔI とすると、

$$\Delta I = IL_{max} - IL_{min} = V_{OUT} \times t_{open} / L = (V_{IN} - V_{OUT}) \times t_{on} / L \dots\dots\dots \text{式 1}$$

- 但し、 $T = 1/f_{osc} = t_{on} + t_{off}$
 $duty(\%) = t_{on} / T \times 100 = t_{on} \times f_{osc} \times 100$
 $t_{open} \leq t_{off}$

の関係があります。左辺がON時、右辺がOFF時の電流変化量を示します。

出力電流 (i_{out}) が比較的小さいときは、上の図に示すように $t_{open} < t_{off}$ となります。この場合、コイルに t_{on} の間に蓄積されたエネルギーが t_{off} の間に全て開放され、 $IL_{min}=0$ となります。 i_{out} を徐々にとっていくと、ついに $t_{open} = t_{off}$ となり、さらに i_{out} をとると $IL_{min} > 0$ となります。前者を断続モード (非連続モード)、後者を連続モードと呼びます。

連続モードにおいて、 t_{on} について式1を解いて、その解を t_{onc} とすると、

$$t_{onc} = T \times V_{OUT} / V_{IN} \dots \dots \dots \text{式 1}$$

となります。 $t_{on} < t_{onc}$ のときは断続モード、 $t_{on} = t_{onc}$ のときが連続モードとなります。

■ 出力電流と周辺部品の選択

一般的な降圧DC/DCコンバータにおける、出力電流と周辺部品の関係を説明します。

(リップル電流のP-P値を「 I_{RP} 」、 L_x トランジスタのPchトランジスタ、NchトランジスタのON抵抗をそれぞれ「 R_{ONP} 」、「 R_{ONN} 」、インダクタの直流抵抗を「 R_L 」とします。)

まず、 L_x のPchトランジスタがONしている時の時間を「 t_{on} 」とすると

$$V_{IN} = V_{OUT} + (R_{ONP} + R_L) \times I_{OUT} + L_x \times I_{RP} / t_{on} \dots \dots \dots \text{式 1}$$

次に L_x のPchトランジスタがOFF（NchトランジスタがON）している時の時間を「 t_{off} 」とすると

$$L_x \times I_{RP} / t_{off} = R_{ONN} \times I_{OUT} + V_{OUT} + R_L \times I_{OUT} \dots \dots \dots \text{式 2}$$

式1に式2を代入してPchトランジスタのONデューティ $t_{on} / (t_{off} + t_{on}) = D_{ON}$ について解くと、

$$D_{ON} = (V_{OUT} - R_{ONN} \times I_{OUT} + R_L \times I_{OUT}) / (V_{IN} + R_{ONN} \times I_{OUT} - R_{ONP} \times I_{OUT}) \dots \dots \dots \text{式 3}$$

となります。

リップル電流は

$$I_{RP} = (V_{IN} - V_{OUT} - R_{ONP} \times I_{OUT} - R_L \times I_{OUT}) \times D_{ON} / f_{osc} / L \dots \dots \dots \text{式 4}$$

この時、インダクタ、 L_x トランジスタに流れるピーク電流は、

$$I_{Lxmax} = I_{OUT} + I_{RP} / 2 \dots \dots \dots \text{式 5}$$

です。 I_{Lxmax} に注意して入出力条件、周辺部品を決定する必要があります。

★以上の説明は連続モードの理想的な動作の場合の計算です。

■ 電圧設定方法と位相補償

出力電圧可変型についてフィードバック (V_{FB}) 端子電圧が0.8Vになるようにコントロールしています。

出力電圧 V_{OUT} は

$$V_{OUT} : R1 + R2 = V_{FB} : R2$$

となります。よって V_{OUT} 電圧は

$$V_{OUT} = V_{FB} \times (R1 + R2) / R2$$

として $R1, R2$ を変更することによって任意に設定できます。

また、DC/DCコンバータでは出力負荷によって外付部品 L, C により位相が180度遅れることがあります。

これによりシステムの位相余裕が少なくなり安定性が悪くなります。そこで進み位相をもたせ位相余裕をもたせる必要があります。

外付部品 LC により、ポールができます。

$$F_{pole} \sim 1 / (2\pi \sqrt{LC})$$

今 $R1, Cb$ によってゼロ点（位相の戻し）をつくっています。

$$F_{zero} \sim 1 / (2\pi \times R1 \times Cb)$$

以上より、 $R1, R2, Cb$ の値を適当な値に設定して下さい。

また、 $R1$ と $R2$ の抵抗和は、100k Ω 以下として下さい。

例えば、 $L=10\mu H, C_{OUT}=10\mu F$ の場合、ポールの遮断周波数は、16kHz程度です。

ここで、 $R1, R2, Cb$ によるゼロ点の遮断周波数を16kHz程度とするため、 $R1=42k\Omega, Cb=100pF$ とします。 $V_{OUT}=1.5V$ の場合、 $R2=48k\Omega$ となります。

また、 C_{OUT} にセラミックコンデンサを使用したい場合、出力電圧固定型、可変型にかかわらず、ESR抵抗として0.2 Ω 以上の抵抗を付加して下さい。

ただし、出力電圧可変型において、 C_{OUT} にセラミックコンデンサを使用し、なおかつ、ESR抵抗を付加したくない場合、 $R1, R2$ により、位相を大きく戻す必要があります。位相を大きく戻すためには、 $R1$ に対し $R2$ の値を小さくしなければなりません。設定出力電圧が高い方に限られてくることに注意して下さい。

例えば、 $V_{OUT}=1.5V$ の場合、 $R1=42k\Omega, R2=48k\Omega, Cb=100pF$ で、 C_{OUT} にセラミックコンデンサを使用すると、重負荷において発振する可能性があります。ここで、 $R2=12k\Omega$ とし、 $V_{OUT}=3.6V$ とすると、位相の戻しは大きくなり、重負荷でも安定な動作をします。

ここで、 Rb は V_{FB} へのノイズが大きい場合に使用し、そうでない場合は必要としません。

Rb の抵抗値としては、30k Ω 程度を目安にして下さい。

■ 各 부품の説明

● インダクタ

インダクタの選定では、ピーク電流 I_{Lxmax} がインダクタの許容電流を越えないようにしてください。許容電流を越えて電流が流れると磁気飽和が起こり、効率の低下を引き起こします。

L値を小さくしていくとリップル電流は大きくなります。ただし、インダクタの許容電流は大きくなり、直流抵抗が小さくなるので高い出力電流の場合、効率が良くなります。

L値を大きくしていくとリップル電流は小さくなります。ただし、インダクタの許容電流は小さくなり、直流抵抗が大きくなるので高い出力電流の場合、効率が悪くなります。

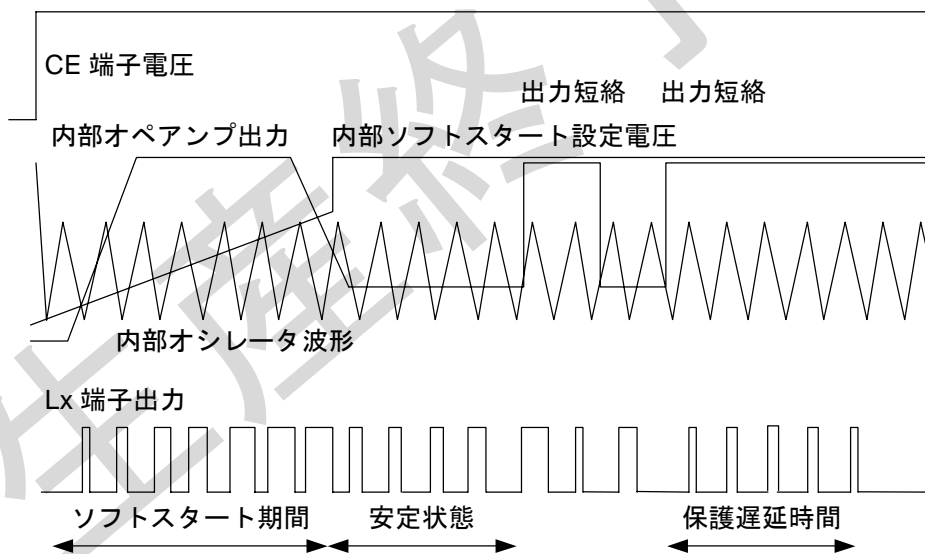
● コンデンサ

入力コンデンサ (C_{IN}) はチップを安定的に動作させる為にESR(Equivalent Series Resistance)の低い少なくとも $10\mu\text{F}$ 程度のセラミックコンデンサを使用されることを推奨いたします。

出力コンデンサ (C_{OUT}) は、出力電圧のリップルを低減し安定させます。

$10\mu\text{F}$ 程度のタンタル電解コンデンサを推奨します。

■ タイミングチャート



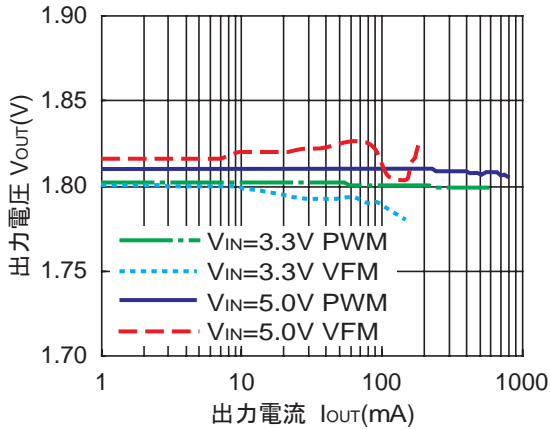
上記にCEを立ち上げてからラッチ保護機能が働くまでのタイムチャートを示しています。ソフトスタート期間では内部ソフトスタート設定電圧が立ちあがる時間の間Lx端子のDutyは徐々に大きくなっていくことで急激な電圧の上昇（オーバーシュート）を防ぎます。その時間の間アンプの出力は”H”状態になり出力電圧が設定値まで上昇した後、アンプの出力は安定な状態のレベルでつりあいます。ここで出力を短絡した時アンプの出力は再び”H”出力になり、この状態が1.5ms (TYP.) 続いた時にラッチ回路が働きLxの出力はOFF側（”Hi-z”出力）でラッチされます。ラッチ回路が働く前（出力短絡してからTYP.1.5ms以内）に、出力短絡を解放すると再びアンプ出力は安定な状態でつり合うようになります。

保護回路の解除はCE端子を一度L入力するか、もしくは、電源電圧をUVLO検出電圧以下にすることで解除できます。

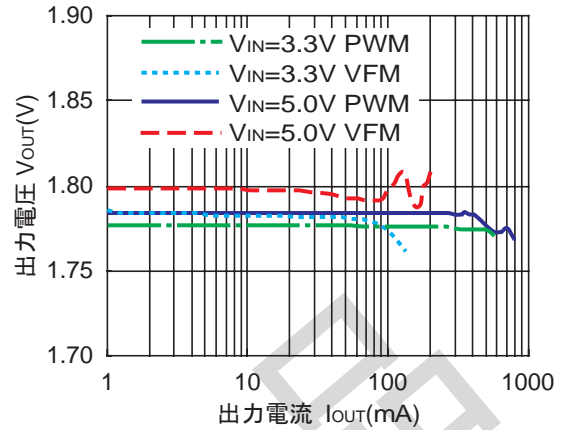
■ 特性例

1) 出力電圧対出力電流特性例

R1234D181A

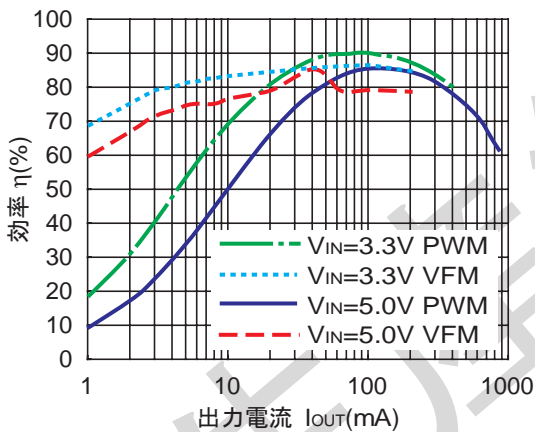


R1234D181B

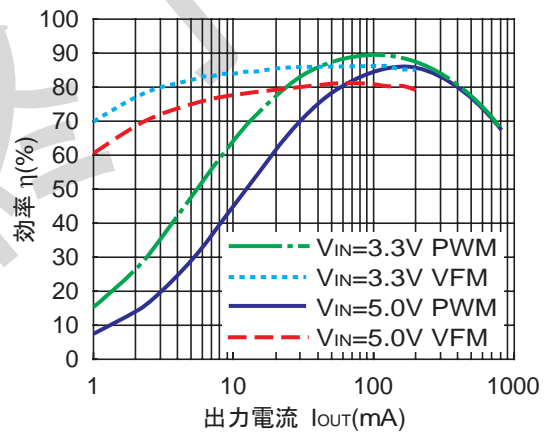


2) 効率対出力電流特性例

R1234D181A



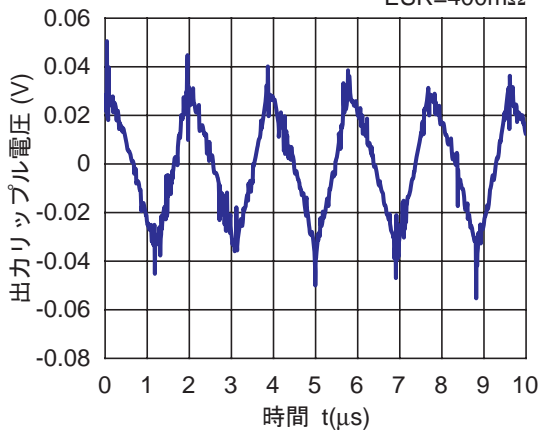
R1234D181B



3) 出力電圧波形例 (COUT=10μF, tantalum, PWM)

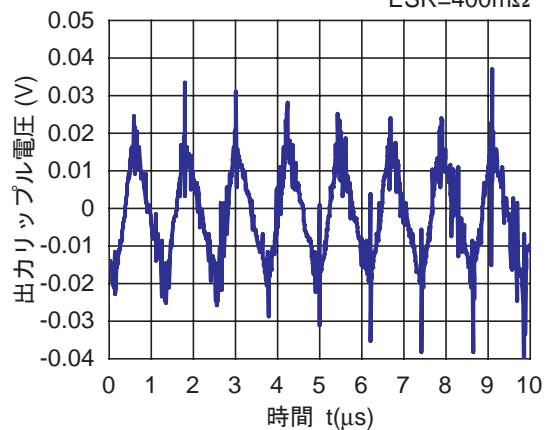
R1234D181A

VIN=5V, Iout=200mA
ESR=400mΩ

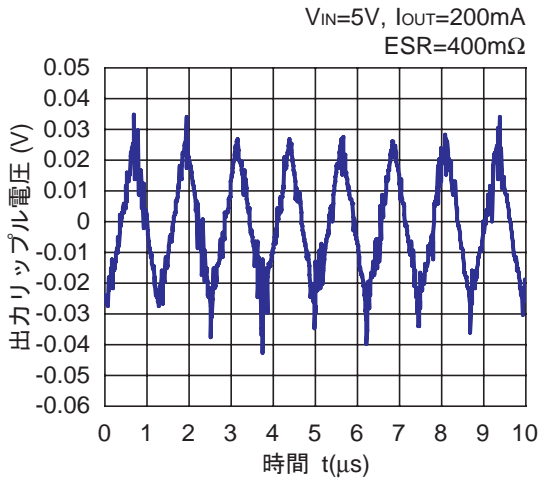


R1234D181B

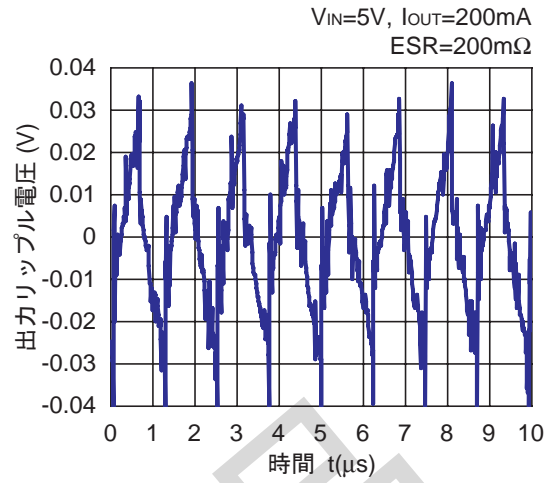
VIN=5V, Iout=10mA
ESR=400mΩ



R1234D181B

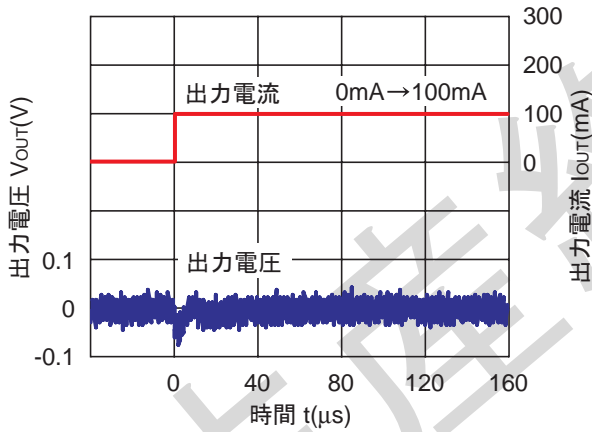


R1234D181B

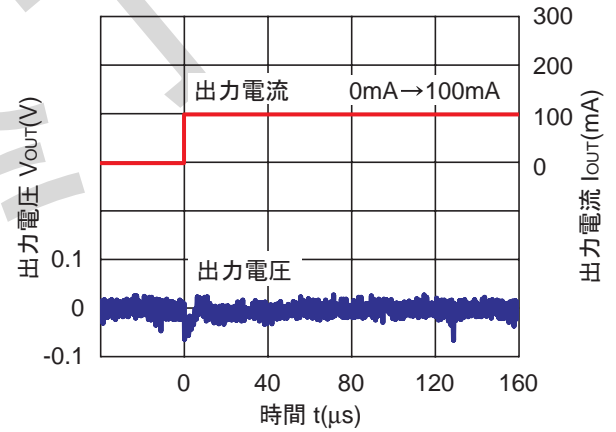


4) 負荷過渡応答特性例 ($V_{IN}=5.0V, PWM$)

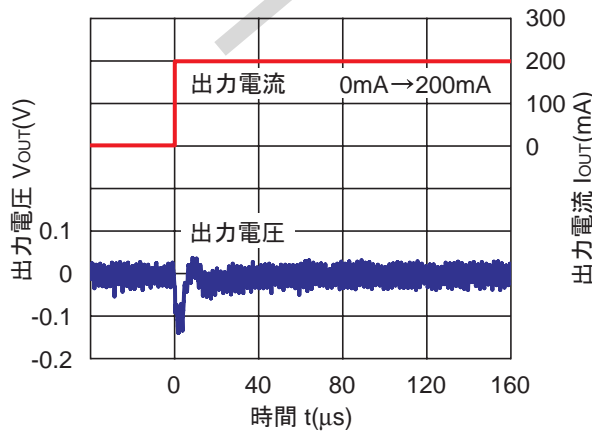
R1234D181A



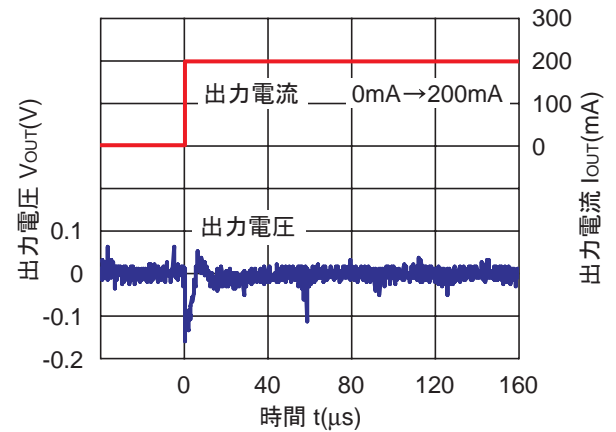
R1234D181B



R1234D181A



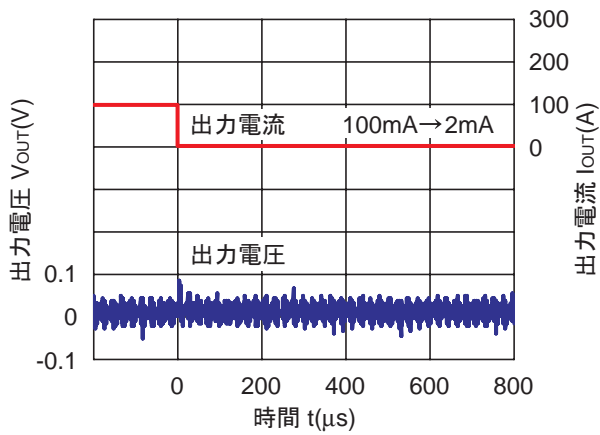
R1234D181B



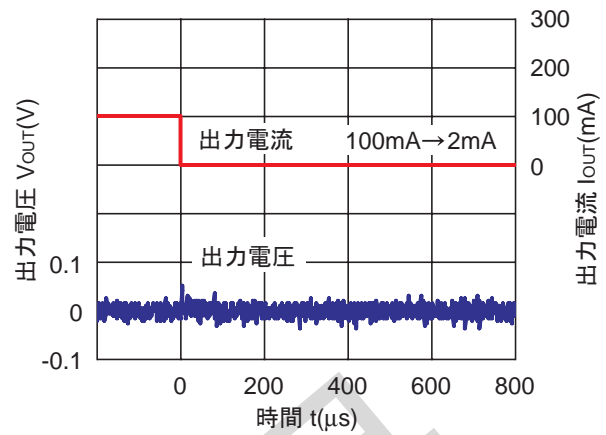
R1234D

生産終了品

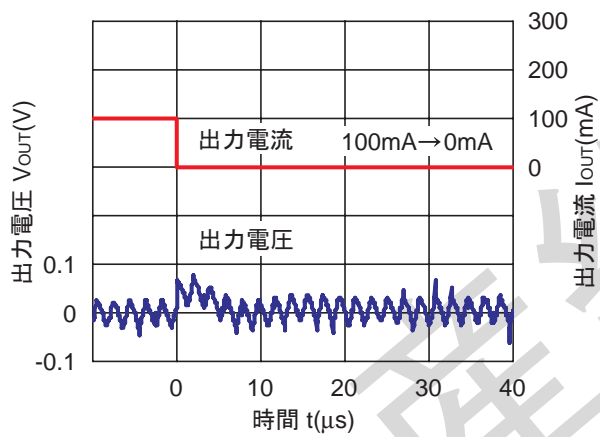
R1234D181A



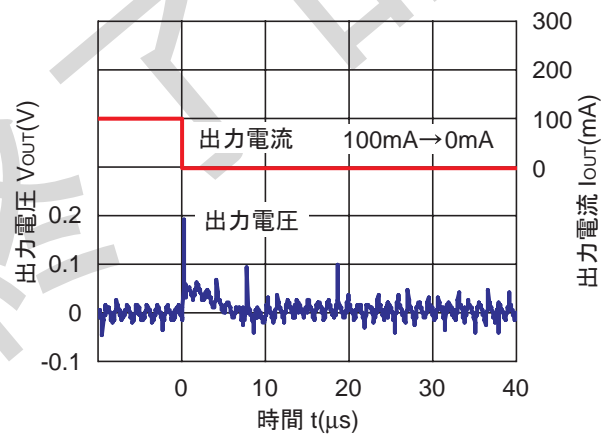
R1234D181B



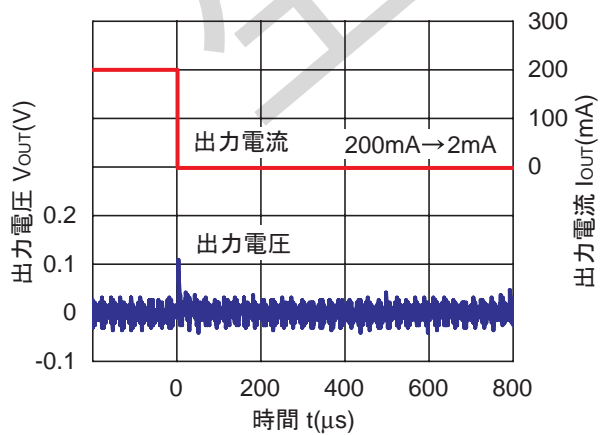
R1234D181A



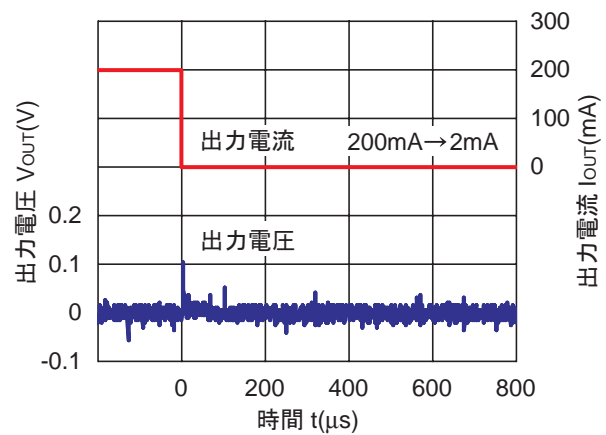
R1234D181B



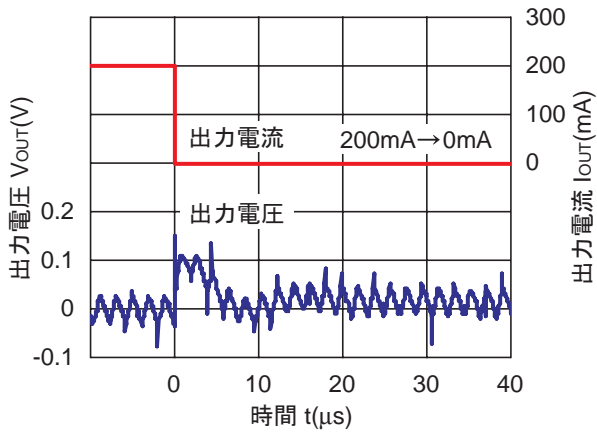
R1234D181A



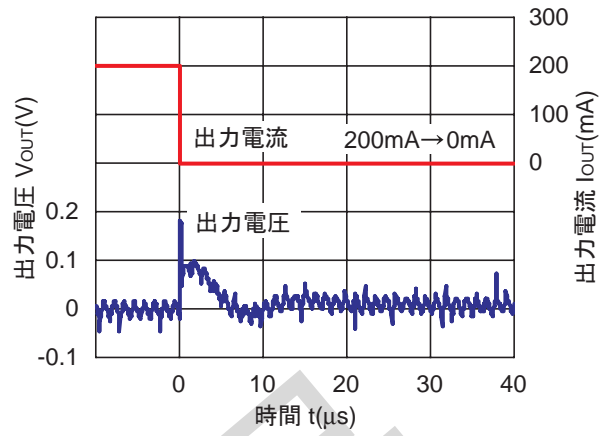
R1234D181B



R1234D181A

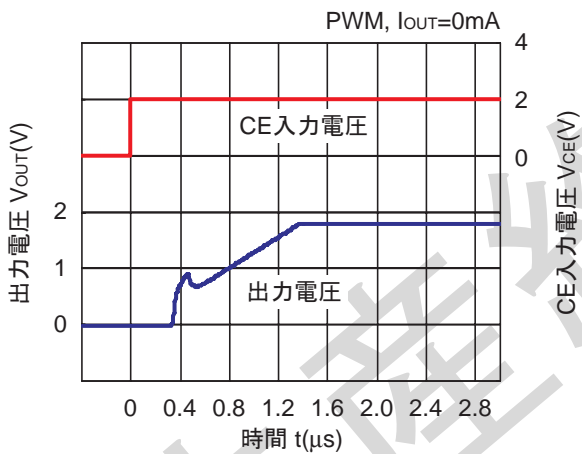


R1234D181A

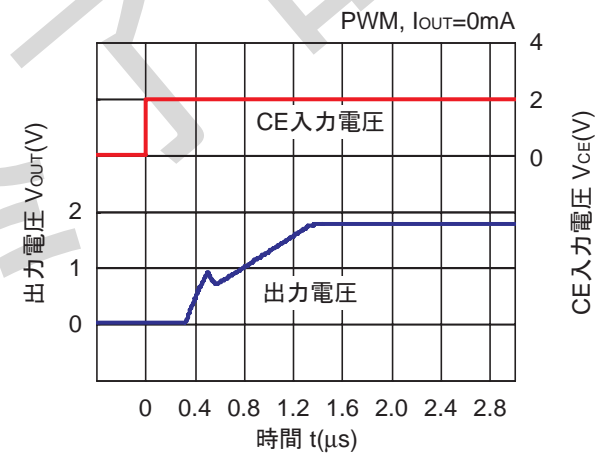


5) CE 応答特性例 (VIN=5.0V)

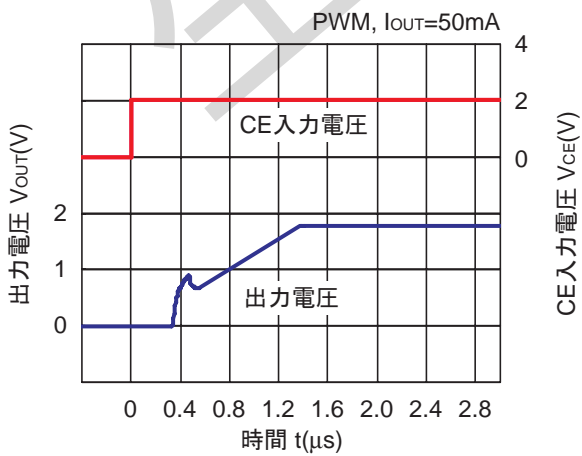
R1234D181A



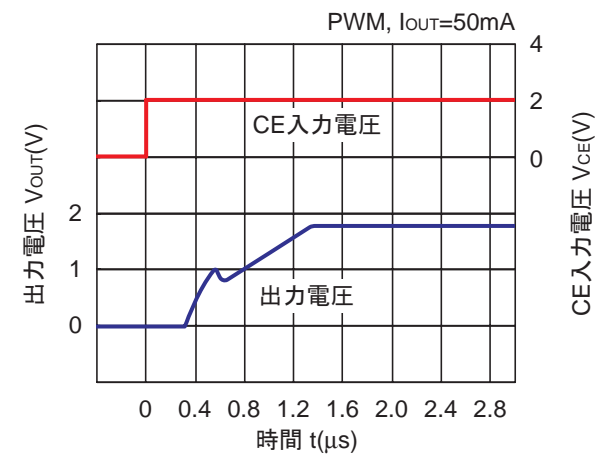
R1234D181B



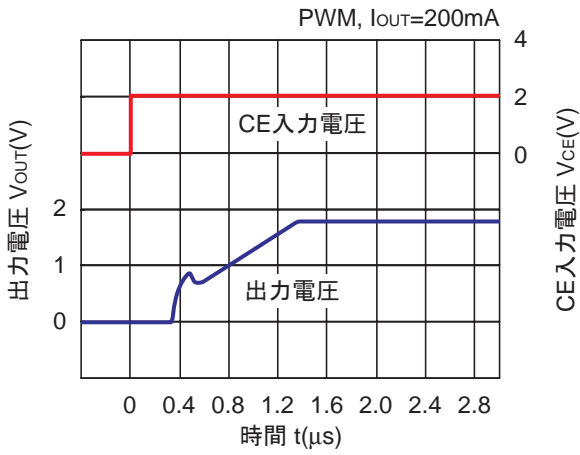
R1234D181A



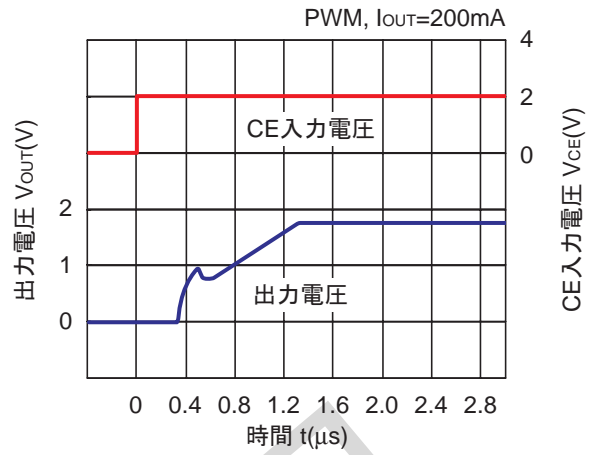
R1234D181B



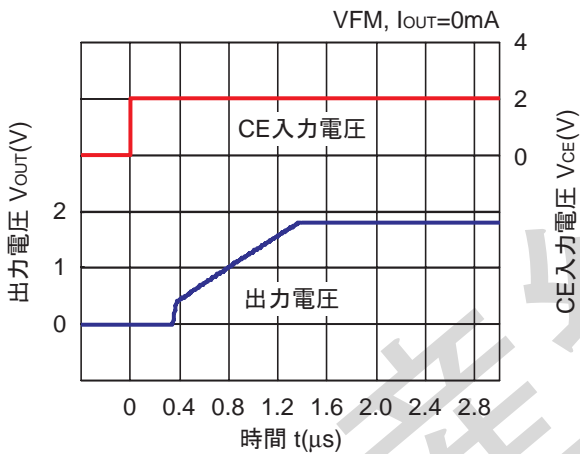
R1234D181A



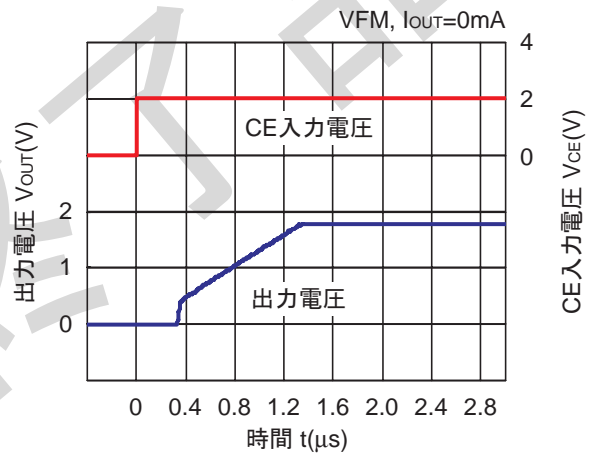
R1234D181B



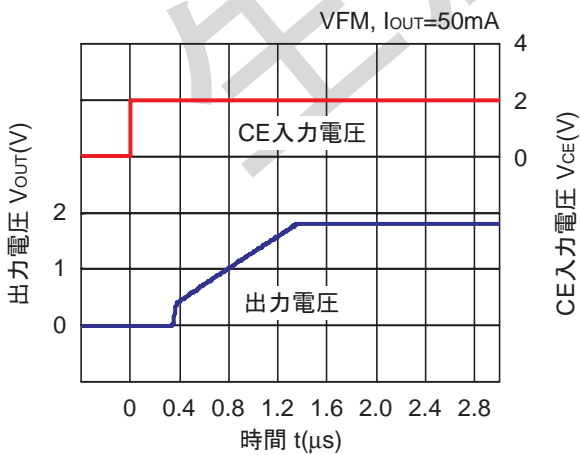
R1234D181A



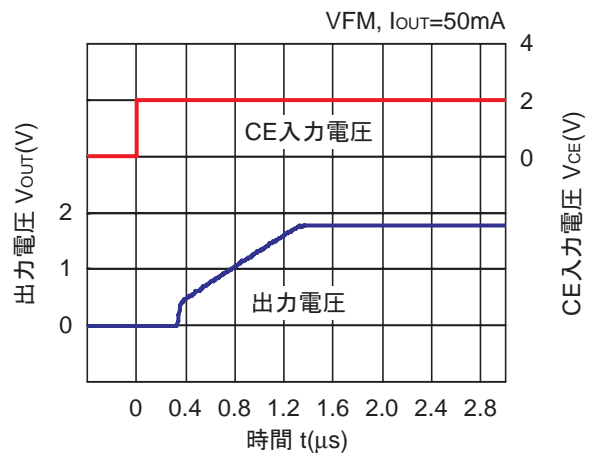
R1234D181B



R1234D181A

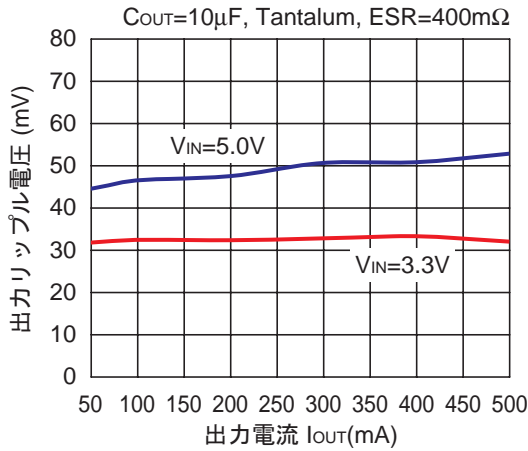


R1234D181B



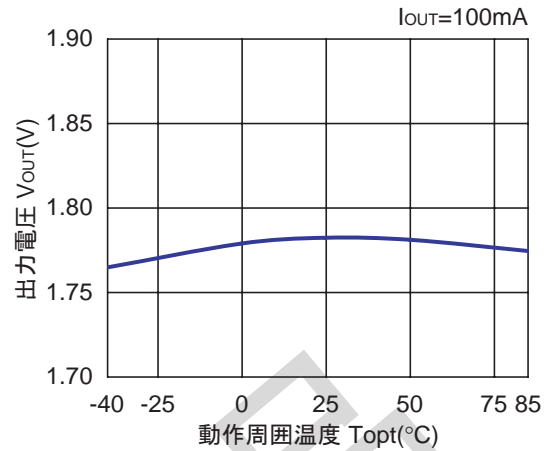
6) 出力リップル電圧対出力電流特性例

R1234D181B



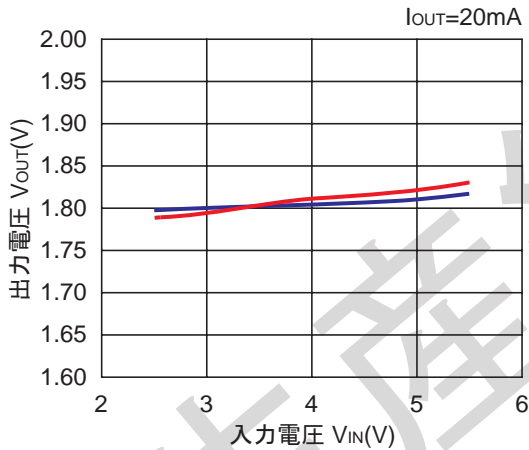
7) 出力電圧対周囲温度特性例

出力電圧固定型 R1234D181B

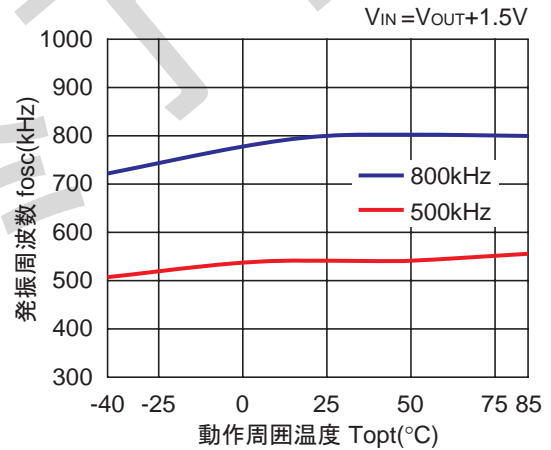


8) 出力電圧対入力電圧特性例

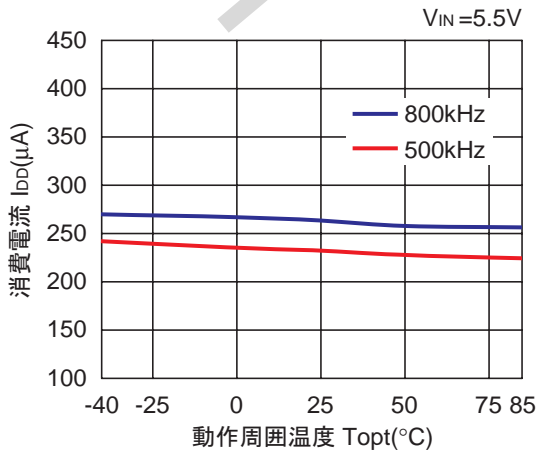
R1234D181B



9) 周波数対周囲温度特性例

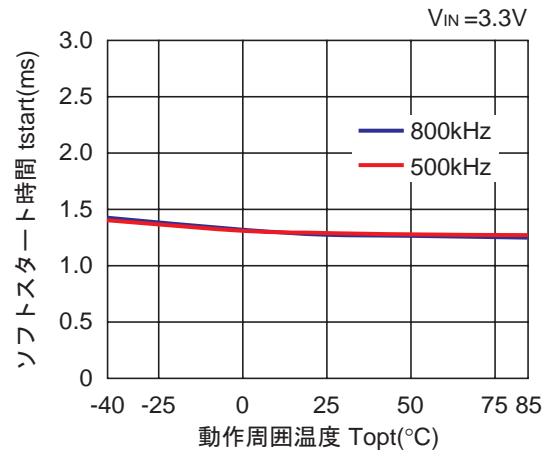


10) 消費電流対周囲温度特性例

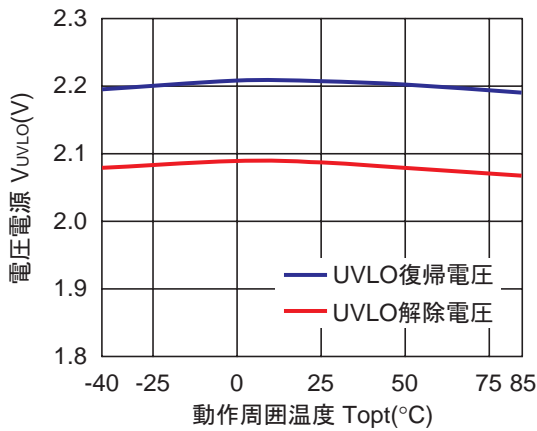


11) ソフトスタート時間対周囲温度特性例

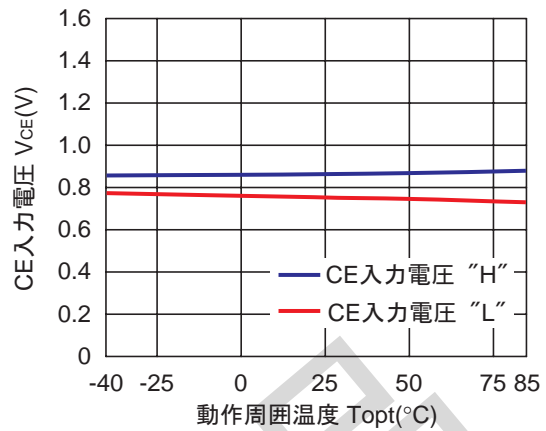
R1234D181B



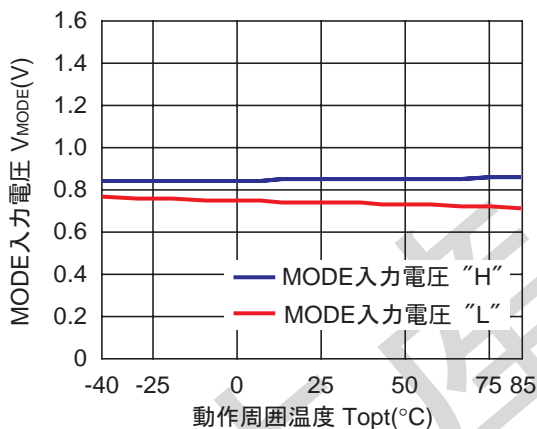
12) UVLO 電圧対周囲温度特性例



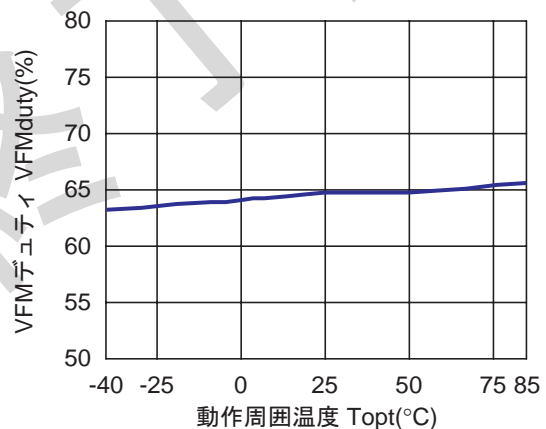
13) CE 入力電圧対周囲温度特性例



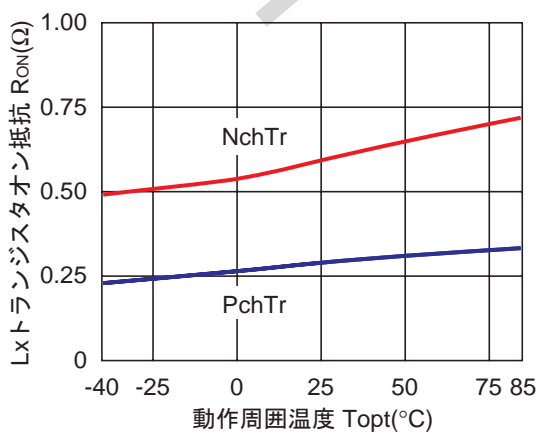
14) MODE 入力電圧対周囲温度特性例



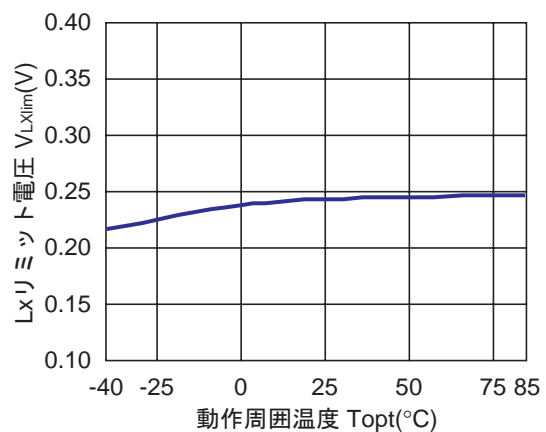
15) VFM 最大デューティ比対周囲温度特性例



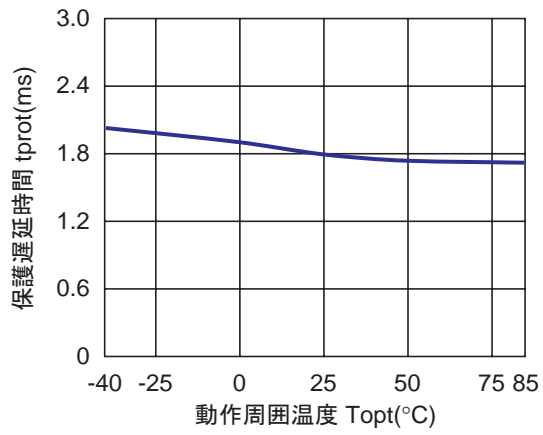
16) Lx トランジスタオン抵抗対周囲温度特性例



17) Lx リミット電圧対周囲温度特性例



18) 保護遅延時間対周囲温度特性例





本ドキュメント掲載の技術情報及び半導体のご使用につきましては以下の点にご注意ください。

1. 本ドキュメントに記載しております製品及び製品仕様は、改良などのため、予告なく変更することがあります。又、製造を中止する場合がありますので、ご採用にあたりましては当社又は販売店に最新の情報をお問合せください。
2. 文書による当社の承諾なしで、本ドキュメントの一部、又は全部をいかなる形でも転載又は複製されることは、堅くお断り申し上げます。
3. 本ドキュメントに記載しております製品及び技術情報のうち、「外国為替及び外国貿易管理法」に該当するものを輸出される場合、又は国外に持ち出される場合は、同法に基づき日本国政府の輸出許可が必要です。
4. 本ドキュメントに記載しております製品及び技術情報は、製品を理解していただくためのものであり、その使用に関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意味するものではありません。
5. 本ドキュメントに記載しております製品は、標準用途として一般的電子機器(事務機、通信機器、計測機器、家電製品、ゲーム機など)に使用されることを意図して設計されております。故障や誤動作が人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす恐れのある特別な品質、信頼性が要求される装置(航空宇宙機器、原子力制御システム、交通機器、輸送機器、燃焼機器、各種安全装置、生命維持装置等)に使用される際には、必ず事前に当社にご相談ください。
6. 当社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生します。故障の結果として人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意ください。誤った使用又は不適切な使用に起因するいかなる損害等についても、当社は責任を負いかねますのでご了承ください。
7. 本ドキュメントに記載しております製品は、耐放射線設計はなされてございません。
8. X線照射により製品の機能・特性に影響を及ぼす場合があるため、評価段階で機能・特性を確認の上でご利用ください。
9. WLCSPパッケージの製品は、遮光状態でご利用ください。光照射環境下(動作、保管中含む)では、機能・特性に影響を及ぼす場合があるためご注意ください。
10. パッケージ捺印は、画像認識装置の仕様によって文字認識に差が生じることがあります。画像認識装置にて文字認識をする場合は、事前に弊社販売店または弊社営業担当者までお問い合わせください。
11. 本ドキュメント記載製品に関する詳細についてのお問合せ、その他お気付きの点がございましたら当社又は販売店までご照会ください。



弊社は地球環境保全の観点から環境負荷物質の低減に取り組んでいます。

2006年4月1日以降、弊社はRoHS指令に適合した製品を提供しています。また、2012年4月1日以降は、ハロゲンフリー製品を提供しています。

RICOH リコー電子デバイス株式会社

弊社デバイスに関する詳しい内容をお知りになりたい方は下記へアクセスしてください。

<http://www.e-devices.ricoh.co.jp/>

本ドキュメント掲載製品に関するお問い合わせは下記宛までお願いします。

- 東日本地区 〒140-8655 東京都品川区東品川3-32-3
03(5479)2854 (直) FAX 03(5479)0502
- 西日本地区 〒563-8501 大阪府池田市姫室町13-1
072(748)6262 (直) FAX 072(753)2120

●お問い合わせ・ご用命は・・・