RICOH

R1293K シリーズ

LCDパネル向け 階調電圧発生回路入り複合電源IC

NO.JA-301-160107

■ 概要

R1293Kは、TFT、液晶パネル用電源に最適化された複合電源ICです。PWM制御の昇圧DC/DCコンバータ部と低飽和レギュレータ部 (LDO)、VCOMアンプ1Ch、および階調電圧発生用GAMMAアンプ6Chの構成になっています。DC/DCコンバータのMOSFET内蔵、出力ノイズ調整機能、スタンバイモードによる低電力動作などの特徴を有しており、特に中・小型LCDパネルの電源に最適です。

■ 特長

DC/DCコンバータ部

- 動作電圧範囲.....V_{IN_DC} 端子 (2.2 V ~ 5.5 V)
- 出力電圧…… 外部抵抗で設定 (~16 V)
- リファレンス電圧 (V_{FB} 電圧)…….. 1.0 V±1.5%
- RT 端子で発振周波数を設定可能…… 300 kHz ~ 1 MHz
- 位相補償を外部で設定
- ソフトスタート機能内蔵……..... Typ. 10ms
  DTC 端子の外部容量によりソフトスタート時間を調整可能
- Maxduty 比…… Typ. 90%
  DTC 端子の外部抵抗により Maxduty 値を調整可能
- UVLO 保護検出電圧…… 1.9 V (Typ.)
- 16V/2A の MOSFET 内蔵…….. ON 抵抗 0.2 Ω (Typ.)
- 過電流制限機能内蔵
- タイマーラッチ保護型の短絡保護機能 (D_{ELAY} 端子の外部容量で時間を設定)
- SEL 端子入力により、ノーマルモードと低ノイズモードの切替可能

LDO 部

- 動作電圧範囲…… V_{IN_LDO} 端子 (2.2 V ~ 5.5 V)
- 出力電圧…… 1.8 V ~ 2.5 V (0.1 V 単位)
- 出力電圧精度…… ±1.0%
- 出力電流…… 350 mA
- リップル除去率…… Typ. 65 dB (f = 1 kHz)
- 短絡電流制限回路内蔵…… Typ. 70 mA

バッファアンプ部

- 動作電圧範囲…… V_{BUFF} 端子(5 V ~ 16 V)
- VCOM 用のバッファアンプ内蔵 (1Ch)…… 最大電流 100 mA
- GAMMA 用のバッファアンプ内蔵 (6Ch)…… 最大電流 10 mA

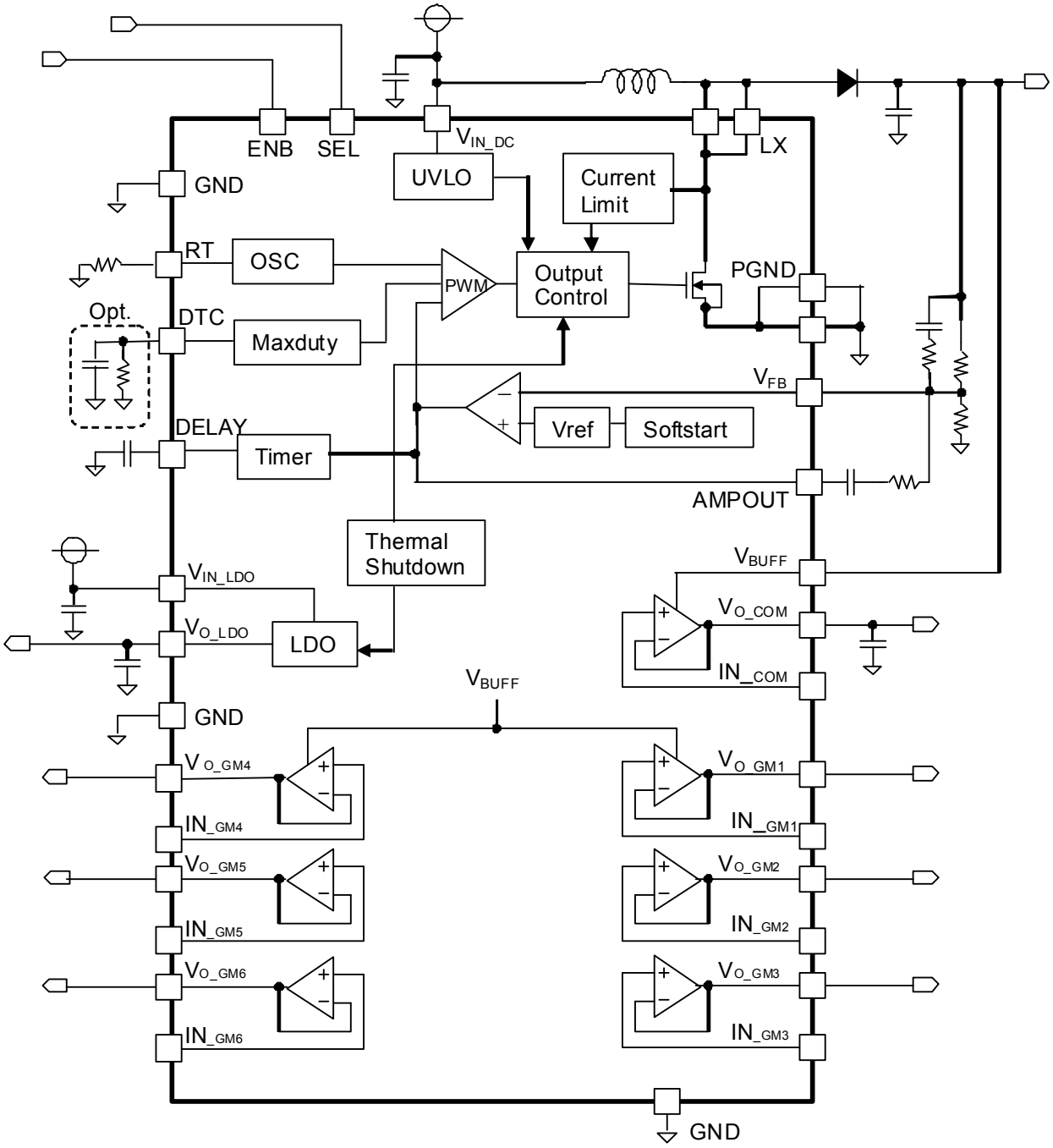
その他

- サーマルシャットダウン保護機能
- スタンバイモード：DC/DC コンバータとバッファアンプを待機状態に設定可能
- パッケージ…….. 4 mm x 4 mm の 32 Pin QFN

■ アプリケーション

- 中型・小型LCDパネル

■ ブロック図



R1293Kブロック図

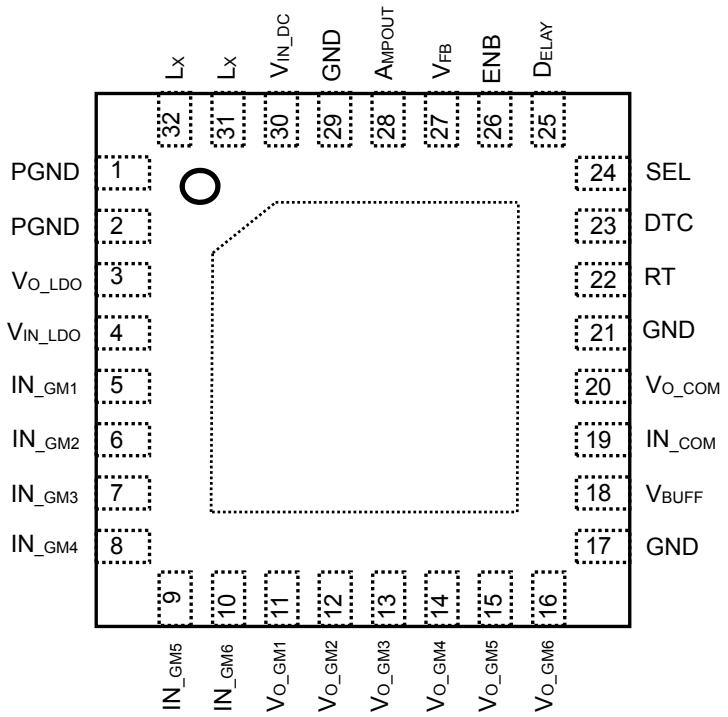
■ セレクションガイド

R1293Kは、LDO電圧を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型式ナンバーを用いて下記のように行います。

セレクションガイド

製品名	パッケージ	1 リール個数	鉛フリー	ハロゲンフリー
R1293Kxx1A-E2	QFN(PLP)0404-32	2,000 個	○	○
xx：LDO 出力電圧（V_{OUT}）の指定に用います。 V_{OUT} の指定は 1.8 V ~ 2.5 V の範囲で 0.1 V 単位にて指定可能です。				

■ 端子接続図



QFN(PLP)0404-32 端子接続図

■ 端子説明

R1293K 端子説明

端子番号	端子名	機能	説明
1	PGND	Power GND 端子	GND 端子とショートして使用して下さい。
2	PGND	Power GND 端子	GND 端子とショートして使用して下さい。
3	V_{O_LDO}	LDO 出力端子	
4	V_{IN_LDO}	LDO 電源端子	2.2V ~ 5.5V の電源を入力して下さい。 V_{IN_DC} 端子とショートして使用して下さい。
5	$IN_{_GM1}$*1	GAMMA1 入力端子	
6	$IN_{_GM2}$*1	GAMMA2 入力端子	
7	$IN_{_GM3}$*1	GAMMA3 入力端子	
8	$IN_{_GM4}$*1	GAMMA4 入力端子	
9	$IN_{_GM5}$*1	GAMMA5 入力端子	
10	$IN_{_GM6}$*1	GAMMA6 入力端子	
11	V_{O_GM1}	GAMMA1 出力端子	
12	V_{O_GM2}	GAMMA2 出力端子	
13	V_{O_GM3}	GAMMA3 出力端子	
14	V_{O_GM4}	GAMMA4 出力端子	
15	V_{O_GM5}	GAMMA5 出力端子	
16	V_{O_GM6}	GAMMA6 出力端子	
17	GND	GND 端子	
18	V_{BUFF}	バッファアンプ電源端子	昇圧 DCDC コンバータの出力電圧を接続してください。
19	$IN_{_COM}$*1	VCOM 入力端子	
20	V_{O_COM}	VCOM 出力端子	
21	GND	GND 端子	
22	RT	発振周波数設定端子	抵抗を配置し DCDC コンバータの動作周波数を設定します。
23	DTC	Maxduty／ソフトスタート時間設定端子	抵抗を配置し DCDC コンバータの Maxduty 制限値を設定します。無い場合は IC 内部で設定される値となります。 容量を配置することで起動時の Maxduty 値を 0 からソフトスタートさせることが可能で、立ち上がり時間を長く設定することが可能です。
24	SEL*1	ノイズ/損失選択端子	L 入力：低ノイズ Mode H 入力：ノーマル Mode

端子番号	端子名	機能	説明
25	DELAY	短絡保護遅延タイマー設定端子	容量を配置し DCDC コンバータ異常動作時のタイマーラッチ保護の遅延時間を設定します。
26	ENB[*1]	チップイネーブル端子 (DCDC/バッファアンプ)	L 入力：アクティブ状態
27	V_{FB}	DCDC フィードバック端子	
28	AMPOUT	DCDC 位相補償端子	
29	GND	GND 端子	
30	V_{IN_DC}	DCDC 電源端子	2.2V ~ 5.5V の電源を入力して下さい。 V_{IN_LDO} 端子とショートして使用して下さい。
31	L_X	DC/DC スイッチング端子	
32	L_X	DC/DC スイッチング端子	

パッケージ裏面のタブの電位は基板電位(GND)です。GND端子と接続する(推奨)か、オープンとしてください。
[*1] $IN_{_GM*}$、$IN_{_COM}$、SEL、ENBはOpenで使用しないで下さい。

■ 絶対最大定格

絶対最大定格 (GND = PGND = 0 V)

記号	項目	定格値	単位
V_{IN_DC}	V_{IN_DC} 端子電圧	-0.3~6.5	V
V_{IN_LDO}	V_{IN_LDO} 端子電圧	-0.3~6.5	V
V_{BUFF}	V_{BUFF} 端子電圧	-0.3~ 24	V
V_{RT}	RT 端子電圧	-0.3~4.0	V
V_{DTC}	DTC 端子電圧	-0.3~4.0	V
V_{FB}	V_{FB} 端子電圧	-0.3~4.0	V
V_{AMP}	AMPOUT 端子電圧	-0.3~4.0	V
V_{DELAY}	DELAY 端子電圧	-0.3~4.0	V
V_{SEL}	SEL 端子電圧	-0.3~6.5	V
V_{ENB}	ENB 端子電圧	-0.3~6.5	V
V_{LX}	L_X 端子電圧	-0.3~ 24	V
V_{O_LDO}	V_{O_LDO} 端子出力電圧	-0.3 ~ V_{IN_LDO}+0.3	V
I_{O_LDO}	V_{O_LDO} 端子出力電流	450	mA
V_{IN_BUFF}	バッファアンプ入力電圧	-0.3 ~ V_{BUFF}+0.3	V
V_{O_BUFF}	バッファアンプ出力電圧	-0.3 ~ V_{BUFF}+0.3	V
P_D	許容損失 (C 基板実装条件)[*1]	1500	mW
Ta	動作周囲温度	-40~+85	°C
Tstg	保存周囲温度	-55~+125	°C
Tj	ジャンクション温度	-40~+125	°C

[*1] 許容損失、C基板実装条件については、パッケージ情報に詳しく記述していますのでご参照ください。

絶対最大定格

絶対最大定格に記載された値を超えた条件下に置くことはデバイスに永久的な破壊をもたらすことがあるばかりか、デバイス及びそれを使用している機器の信頼性及び安全性に悪影響をもたらします。
絶対最大定格値でデバイスが機能動作をすることは保証していません。

動作定格 (電気的特性) について

半導体が使用される応用電子機器は半導体がその動作定格範囲で動作するように設計する必要があります。ノイズ、サージといえどもその範囲を超えると半導体の正常な動作は期待できなくなります。
また動作定格の範囲外で動作させ続けた場合は、その半導体が本来持っている信頼性を維持できなくなります。

■ 電気的特性

特記なき場合 V_{IN_DC} = 3.6 V, Ta = 25°C

R1293K 電気的特性表

記号	項目	条件		Min.	Typ.	Max.	単位
V_{IN}	V_{IN} 電源電圧	V_{IN} = V_{IN_DC} = V_{IN_LDO}		2.2		5.5	V
I_{IN}	V_{IN} 消費電流	V_{IN_DC}=5.5V , V_{FB}=1.1V			300	550	μA
I_{STB}	待機時 V_{IN} 電流	V_{IN_DC}=5.5V			60	90	μA
V_{UVLO1}	UVLO 検出電圧	V_{IN_DC}=2.2V→1.7V		1.8	1.9	2.0	V
V_{UVLO2}	UVLO 復帰電圧	V_{IN_DC}=1.7V→2.2V			2.05	2.15	V
DC/DC CONVERTER							
V_{FB}	V_{FB} 電圧			0.985	1.000	1.015	V
A_V	開ループ電圧利得				90		dB
f_T	単一利得帯域幅	A_V=0dB			1.8		MHz
I_{AMPH}	AMP"H"出力電流	V_{AMP}=1V, V_{FB}=0.9V		0.3	1.4	3.5	mA
I_{AMPL}	AMP"L"出力電流	V_{AMP}=1V, V_{FB}=1.1V		50	90	150	μA
f_{OSC}	発振周波数	V_{DELAY}=V_{FB}=0V, R6=24kΩ		630	700	770	kHz
DTC_duty	最大 Duty 比 (DTC 設定)	R6=24kΩ R5=100kΩ		62	72	82	%
Maxduty	最大 Duty 比	V_{FB}=0V		85	90	95	%
t_{SS}	ソフトスタート時間			3.5	10	16	ms
I_{DLY}	DELAY 端子充電電流	V_{DELAY}=0.8V, V_{FB}=0V		2	4	6	μA
V_{DLY}	DELAY 端子検出電圧	V_{FB}=0V		0.95	1.0	1.05	V
R_{ON}	L_X ON 抵抗				0.2		Ω
I_{LXLIM}	L_X 制限電流	V_{IN_DC}=3.6V		2.0	3.0	3.7	A
V_{OVP1}	OVP 検出電圧	V_{OUT} 立上がり時			21	23	V
V_{OVP2}	OVP 解除電圧	V_{OUT} 立下がり時		18	V_{OVP1}-1		V
V_{SELL}	SEL"L"入力電圧	V_{IN_DC}=2.2V				0.4	V
V_{SELH}	SEL"H"入力電圧	V_{IN_DC}=5.5V		1.5			V
LDO							
V_{O_LDO}	LDO 出力電圧	V_{IN_DC}= V_{O_LDO} +1.0V, I_{O_LDO}=1mA		x 0.99		x 1.01	V
V_{DIF}	入出力電圧差	I_{O_LDO}=250mA	V_{SET}*1＜2.4V		600	700	mV
			V_{SET}≧2.4V		400	500	mV
$\Delta V_{O_LDO}/\Delta V_{IN}$	入力安定度	I_{O_LDO}=30mA V_{O_LDO}+0.5V≦V_{IN_LDO}≦5.5V				0.2	%/V
$\Delta V_{O_LDO}/\Delta I_{OUT}$	負荷安定度	V_{IN_DC}= V_{O_LDO} +1.0V 1mA≦I_{O_LDO}≦250mA				0.4	mV/mA
RR	リップル除去率	f=1kHz,リップル 0.2Vp-p, I_{O_LDO}=30mA			65		dB
I_{LIM_LDO}	LDO 制限電流	V_{IN_DC}= V_{O_LDO} +1.0V		350			mA
I_{SC_LDO}	LDO 短絡電流	V_{IN_DC}= V_{O_LDO} +1.0V			70		mA

特記なき場合 V_{IN_DC} = 3.6 V, Ta = 25°C

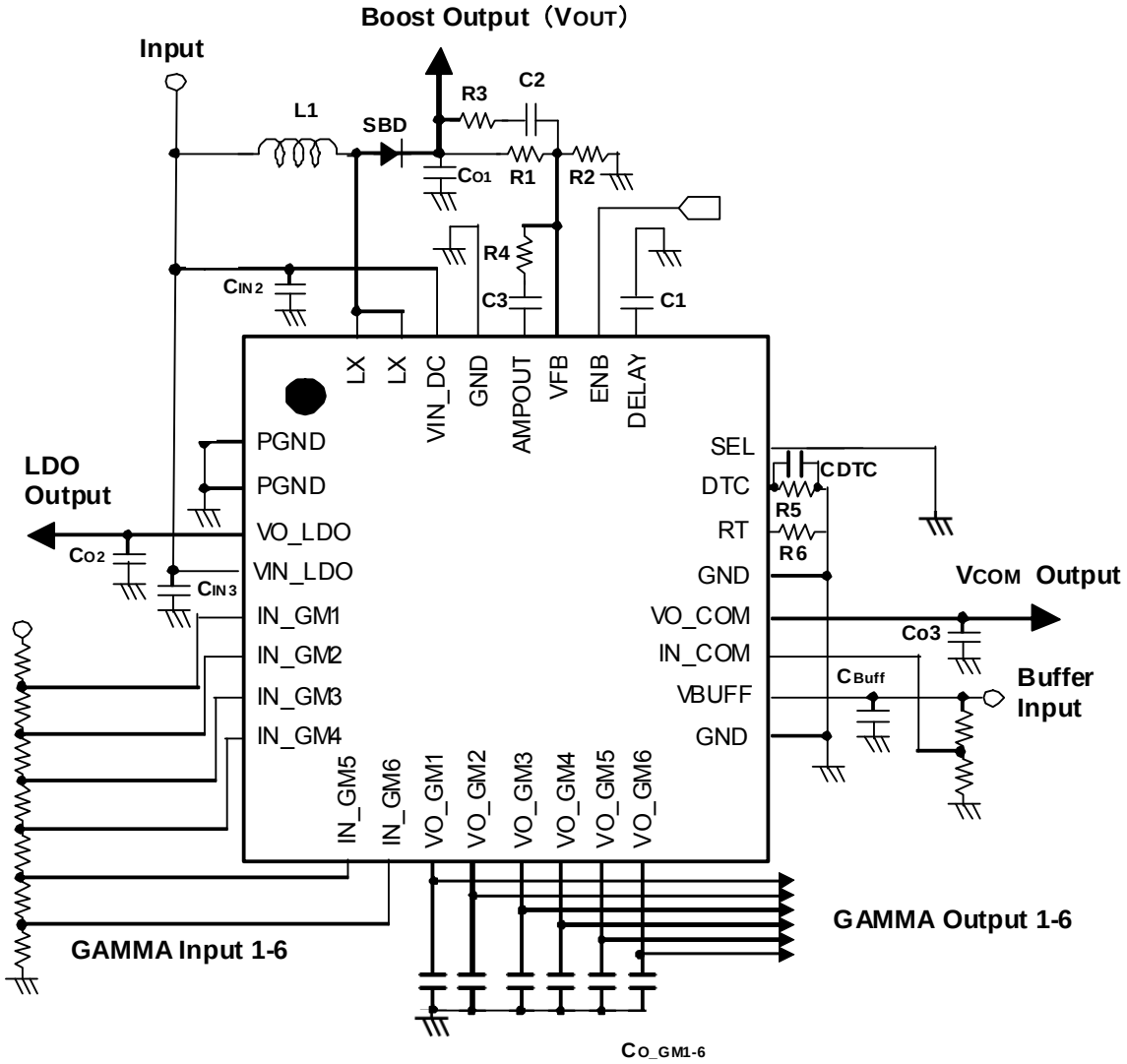
R1293K 電気的特性表

記号	項目	条件	Min.	Typ.	Max.	単位
BUFFER AMP						
V_{BUFF}	アンプ電源電圧		5		16	V
I_{DD_BUFF}	アンプ消費電流	V_{BUFF}=16V, V_I=8V VCOM 1ch + GAMMA 1～6ch		0.6		mA
V_{OS}	オフセット電圧	V_I=V_{BUFF} / 2		1		mV
V_{CM_COM}	VCOM 同相入力電圧範囲	VCOM ch	1.5		V_{BUFF} -1.5	V
V_{CM_GM}	GAMMA 同相入力電圧範囲	GAMMA ch	0		V_{BUFF}	V
I_{O_COM}	VCOM 出力電流	V_{BUFF}=10V, Vi=5V	-100		100	mA
I_{O_GM}	GAMMA 出力電流	V_{BUFF}=10V, Vi=5V	-10		10	mA
ΔV_{O_COM}/ ΔI_{OUT}	VCOM 負荷安定度	V_{BUFF}=10V, Vi=5V -50mA ≦ I_{OUT} ≦ +50mA		0.5	1	mV/mA
ΔV_{O_GM}/ ΔI_{OUT}	GAMMA 負荷安定度	V_{BUFF}=10V, Vi=5V -10mA ≦ I_{OUT} ≦ +10mA		0.5	1	mV/mA
CMRR	入力電圧除去率	f=0.1kHz V_{BUFF}=10V, Vi=5V,リップル 50mVp-p		75		dB
PSRR	電源電圧除去率	f=0.1kHz V_{BUFF}=10V, Vi=5V,リップル 0.2Vp-p		70		dB
V_{OL_COM}	VCOM"L"出力電圧	V_{BUFF}=10V, V_I=1.5V, I_O=+50mA		1.5	1.55	V
V_{OL_GM}	GAMMA "L"出力電圧	V_{BUFF}=10V, V_I=0V, I_O=+5mA		0.1	0.2	V
		V_{BUFF}=10V, V_I=0.2V, I_O=+10mA		0.2	0.25	V
		V_{BUFF}=10V, V_I=1.5V, I_O=+10mA		1.5	1.55	V
V_{OH_COM}	VCOM"H"出力電圧	V_{BUFF}=10V, V_I=8.5V, I_O=-50mA	8.45	8.5		V
V_{OH_GM}	GAMMA "H"出力電圧	V_{BUFF}=10V, V_I=10V, I_O=-5mA	9.8	9.9		V
		V_{BUFF}=10V, V_I=9.8V, I_O=-10mA	9.75	9.8		V
		V_{BUFF}=10V, V_I=8.5V, I_O=-10mA	8.45	8.5		V
CONTROL						
V_{ENBL}	ENB"L"入力電圧	V_{IN_DC}=2.2V			0.4	V
V_{ENBH}	ENB"H"入力電圧	V_{IN_DC}=5.5V	1.5			V
T_{TSD}	サーマルシャット ダウン検出温度	ジャンクション温度		150		°C
T_{TSR}	サーマルシャット ダウン解除温度	ジャンクション温度		100		°C

*1 V_{SET}=LDOの出力設定電圧

全ての製品において、パルス負荷条件 (Tj ≈ Ta =25°C) の下で、開ループ電圧利得(DCDC)、単一利得帯域幅(DCDC)、リップル除去率(LDO)、入力電圧除去率(BufferAMP)、電源電圧除去率(BufferAMP)の項目を除き、全項目テストを実施しています。

■ 基本回路例



R1293K 基本回路例

外付け部品参考例

Vout [V]	Frequency [kHz]	L1	CIN2	CO1	VO_GM [pF]
8～10	300	VLF5014S-4R7M1R7	C1608JB0J106M	GRM21BB31E475KA75B	1000
10～12	300	VLF5014S-4R7M1R7	C1608JB0J106M	GRM21BB31E475KA75B * 2	1000
12～16	300	NR6020T4R7N	C1608JB0J106M	GRM21BB31E475KA75B * 2	1000
8～10	700	NR4018T4R7M	GRM21BB31E475KA75B	GRM21BB31E475KA75B	1000
10～12	700	NR4018T4R7M	GRM21BB31E475KA75B	GRM21BB31E475KA75B * 2	1000
12～16	700	VLF5014S-4R7M1R7	GRM21BB31E475KA75B	GRM21BB31E475KA75B * 2	1000
8～10	1000	NR4018T4R7M	GRM21BB31E475KA75B	GRM21BB31E475KA75B	1000
10～12	1000	NR4018T4R7M	GRM21BB31E475KA75B	GRM21BB31E475KA75B * 2	1000
12～16	1000	VLF5014S-4R7M1R7	GRM21BB31E475KA75B	GRM21BB31E475KA75B * 2	1000

Vout [V]	Frequency [kHz]	CO3	CIN3	CO2
8～10	300	TMK316BJ106MD-TD	CM105B105K10AT	CM105B105K10AT
10～12	300	TMK316BJ106MD-TD	CM105B105K10AT	CM105B105K10AT
12～16	300	TMK316BJ106MD-TD	CM105B105K10AT	CM105B105K10AT
8～10	700	TMK316BJ106MD-TD	CM105B105K10AT	CM105B105K10AT
10～12	700	TMK316BJ106MD-TD	CM105B105K10AT	CM105B105K10AT
12～16	700	TMK316BJ106MD-TD	CM105B105K10AT	CM105B105K10AT
8～10	1000	TMK316BJ106MD-TD	CM105B105K10AT	CM105B105K10AT
10～12	1000	TMK316BJ106MD-TD	CM105B105K10AT	CM105B105K10AT
12～16	1000	TMK316BJ106MD-TD	CM105B105K10AT	CM105B105K10AT

Vout [V]	Frequency [kHz]	R4 [kΩ]	C3 [pF]	R3 [kΩ]	C2 [pF]	R1 [kΩ]	R2 [kΩ]	R6 [kΩ]	R5 [kΩ]	CDTC [uF]	C1 [uF]
8～10	300	3.3	1000	8.2	120	(VOUT-1) * R2	33	62	330	-	0.22
10～12	300	3.3	1000	8.2	120	(VOUT-1) * R2	33	62	330	-	0.22
12～16	300	4.7	1500	10	47	(VOUT-1) * R2	22	62	330	-	0.22
8～10	700	3.3	1000	8.2	120	(VOUT-1) * R2	33	24	130	-	0.22
10～12	700	3.3	1000	8.2	120	(VOUT-1) * R2	33	24	130	-	0.22
12～16	700	4.7	1500	10	47	(VOUT-1) * R2	22	24	130	-	0.22
8～10	1000	3.3	1000	8.2	120	(VOUT-1) * R2	33	16	91	-	0.22
10～12	1000	3.3	1000	8.2	120	(VOUT-1) * R2	33	16	91	-	0.22
12～16	1000	4.7	1500	10	47	(VOUT-1) * R2	22	16	91	-	0.22

■ 使用上の注意点

昇圧コンバータ出力電圧の設定方法

昇圧コンバータの出力電圧 V_{OUT} は V_{FB} 端子電圧が V_{FB} (= 1.0 V) になるように制御します。V_{OUT} は、抵抗 R1、R2 によって次式で示される電圧に設定することができます。V_{OUT} は 5 V ~ 16 V で設定して下さい。また、抵抗 R1、R2 の和が 500 kΩ 以下となるように設定して下さい。

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

昇圧コンバータ位相補償の設定方法

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 L1, C_{O1} によりポールができます。

$F_{pole} \sim 1 / \{2 \times \pi \times \sqrt{(L1 \times C_{O1})}\}$

R4, C3, C2 の抵抗と容量を用いて位相補償とシステムのゲイン (利得) を設定することができます。基本回路例での配置、定数はその一例です。R4, C3 によって Zero 点 (位相の戻し) をつくっています。

$F_{zero} \sim 1/(2 \times \pi \times R4 \times C3)$

この Zero 点の遮断周波数が外付部品 L,C によるポールの遮断周波前後となるように R4, C3 を設定して下さい。例えば、L1 = 10 μH, C_{O1} = 10 μF の場合、ポールの遮断周波数は 16 kHz 程度です。

またゲイン (利得) の設定は R1,R2 の合成抵抗 (RT: RT = R1 x R2 / (R1 + R2)) と R4 の抵抗の比で設定することができます。合成抵抗 (RT) に対して R4 が大きいとゲイン (利得) が高くなります。ゲイン (利得) が高いと応答特性が向上しますが、高すぎると動作の安定性がなくなりますので R4 を適当な値に設定して下さい。R1, C2 によって更に Zero 点 (位相の戻し) をつくっています。

$F_{zero} \sim 1/(2 \times \pi \times R1 \times C2)$

この Zero 点の遮断周波数を外付部品 L,C によるポールの遮断周波数より低周波側に設定します。

フィードバック電圧のノイズ低減について

システムのノイズが大きい場合、出力のノイズがフィードバックにまわり込み動作が不安定になることがあります。その場合は抵抗 R1, R2 の値を低くしてフィードバック端子にはいるノイズ低減を図って下さい。または図中 R3 に 1 kΩ ~ 10 kΩ 程度の抵抗を配置して V_{FB} 端子に入るノイズ低減を図って下さい。

入力電圧

V_{IN_DC} 端子及び V_{IN_LDO} 端子電圧は 2.2 V ~ 5.5 V の入力電圧で使用して下さい。入力電圧-GND 間にはバイパスコンデンサを配置して下さい。V_{BUFF} 端子には DC/DC コンバータ出力を入力して使用してください。

周波数設定 (RT 端子設定)

RT 端子に抵抗を配置することで発振周波数を 300kHz-1MHz の範囲で設定することができます。周波数 F_{OSC} に設定する場合、抵抗 R6 は次式の抵抗値に設定して下さい。

R6 = 19.128 x 10 ^ 9/ Fosc − 3443

設定例) 周波数 700kHz に設定する場合

R6 = 19.128 x 10 ^ 9 / (700 x 10 ^ 3) − 3443 = 23883 ≒ 24kΩ

Maxduty、Maxduty ソフトスタート調整 (DTC 端子設定)

Maxduty は IC 内部で 90% (Typ.) に設定されていますが、DTC 端子に抵抗を配置して更に低い値に設定することができます。周波数設定用抵抗 R6 と DTC 端子抵抗 R5 の値により Maxduty は以下の値に設定されます。Maxduty は内部の設定値と DTC 端子による設定値の内、低い方の値が設定されます。

$$\text{Maxduty(DC)} = \frac{0.3267 \times R5 - 0.6285 \times R6 + 2367}{R6 + 3550}$$

設定例) R6=24kΩ、R5=110kΩの時

Maxduty = (0.3267 x 110000 – 0.6285 x 24000 + 2367) / (24000 + 3550)

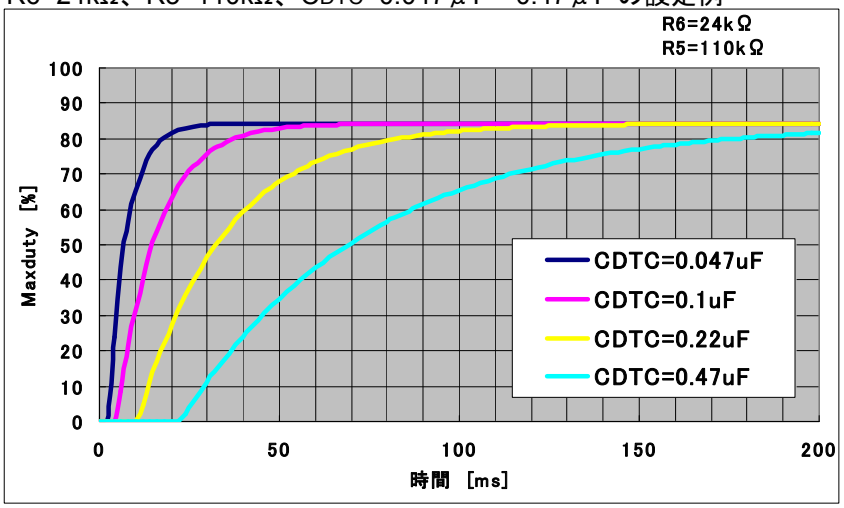
≒ 0.843 ➔ 84.3 %

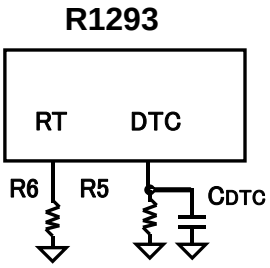
また、DTC 端子に容量 C_{DTC} を配置することにより Maxduty をゆっくりと上昇させていくことができ、ラッシュ電流の抑制を調整することができます。（Maxduty ソフトスタート）

起動後時間 t 経過時の Maxduty 値は、以下の式の値となります。

$$\text{Maxduty (t)} = \frac{0.3267 \times R5 \times [\,1 - EXP(-t / C_{DTC} \times R5\,)\,] - 0.6285 \times R6 + 2367}{R6 + 3550}$$

設定例) R6=24kΩ、R5=110kΩ、C_{DTC}=0.047μF～0.47μF の設定例





RT 端子／DTC 端子設定回路

* Maxduty ソフトスタートを使用する場合は、タイマーラッチ遅延時間を t_{DLY} > 6 x (R5 x C_{DTC}) と設定することを推奨します。ソフトスタート時間に対して十分余裕を持たせて下さい。

過電流保護機能

昇圧コンバータの Nch-Switch の電流を監視し制限します。Nch-Switch は電流が制限電流値になると直ちに Turn-Off します。内部の基準クロックの周期毎に Turn-On し Switch 電流を監視し再度制限電流値になると Turn-Off し、この動作を繰り返します。

短絡保護機能・タイマーラッチ遅延時間の設定方法

昇圧コンバータ出力が低下すると短絡を検出し、DELAY 端子の外部容量の充電を開始します。短絡状態が一定時間継続し DELAY 端子電圧が DELAY 端子検出電圧 (V_{DLY}) まで上昇するとスイッチングが停止し、その状態をラッチしシャットダウンします。

短絡の検出は VFB 端子電圧 (VFB) が所定値の 85%となると検出します。ラッチするまでのタイマーラッチ遅延時間(t_{DLY})は DELAY 端子の外部容量 (C) により次式で示される時間に設定することができます。

$t_{DLY} = C \times V_{DLY} / I_{DLY}$

ラッチの解除は V_{IN_DC} を UVLO 検出電圧以下にした後再度スタートさせる、または ENB を一旦"H"とし再度"L"とすることで解除します。

低電圧誤動作防止機能 (UVLO)

V_{IN_DC} 端子の電圧が UVLO 検出電圧以下になると直ちにスイッチング出力を停止させます。

過熱保護機能 (サーマルシャットダウン)

IC 内部温度が検出温度以上に上昇すると直ちにスイッチング出力を停止すると同時に全てのバッファアンプの出力及び LDO 出力を OFF させ IC はリセット状態となります。温度が低下し解除温度以下まで下がるとリセット状態から通常の再起動動作を行ないます。

スタンバイモード

ENB 端子を High とすると DC/DC コンバータ及びバッファアンプはスタンバイ状態となり出力は Shutdown します。LDO は常時動作し出力電圧を出力します。

SEL 端子モード切替

SEL 端子電圧を Low レベルにすると DC/DC コンバータの内蔵 MOSFET のスイッチング速度が緩やかな Mode に切替わり、外部へのノイズの影響を低減します。SEL 端子電圧は High レベルでは通常の Mode で動作します。

ダイオード、コイル、容量の選択

ダイオード、コイル、容量の選択に注意して下さい。Nch スイッチがスイッチングする際に、コイルの作用によりスパイク状の高い電圧を発生することがありますので、V_{OUT} に接続するコンデンサの耐圧を越えないことを確認して使用することをお勧め致します。ダイオード、コイル共に各部品の定格値 (電圧、電流、電力)を超えないものをご使用下さい。(DC/DC コンバータの動作と出力電流参照)

ダイオードは順方向電圧が低いもの (ショットキーバリアダイオード)、逆電流が小さくスイッチング速度のはやいものを選んで下さい。効率やシステムの安定性に影響しますので上記の点にご注意ください。

■ 出力電流と周辺部品の選択

図 1. 基本回路例

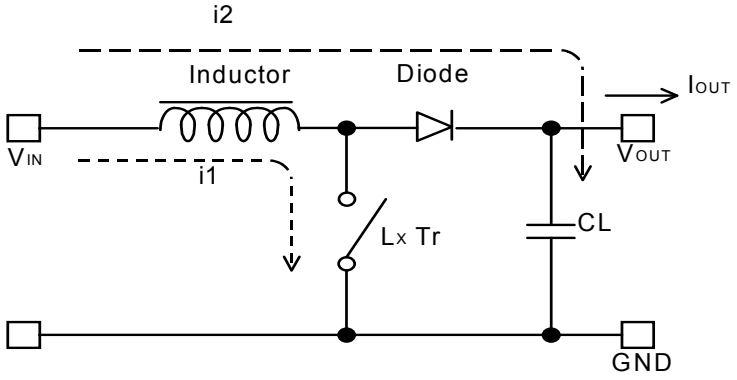
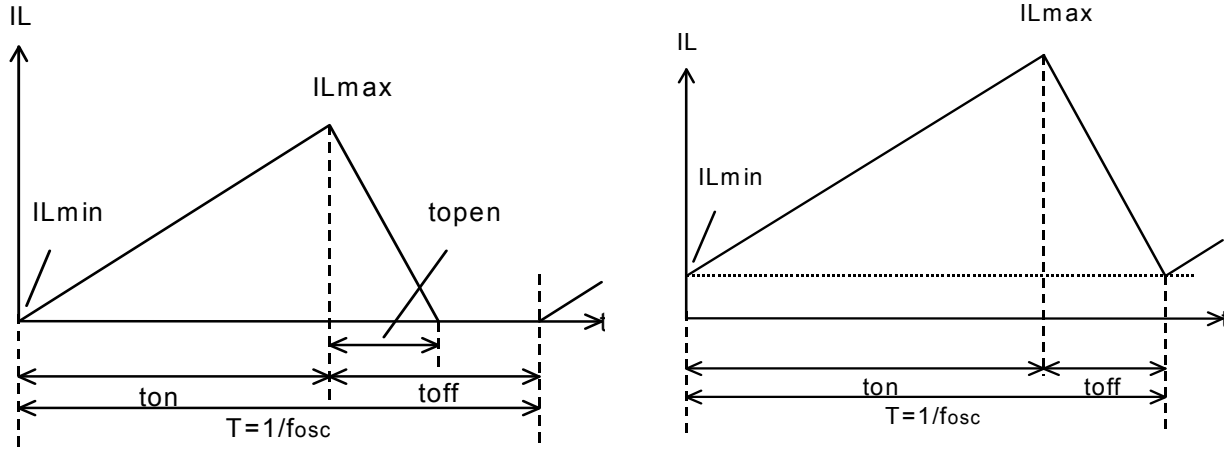


図 2. インダクタ (L) に流れる電流 (IL)



断続モード **連続モード**

PWM制御型昇圧スイッチングレギュレータではコイル電流の連続性により断続モードと連続モードの２つの動作モードがあります。
トランジスタがONの時インダクタLに加わる電圧はV_{IN}となり電流(i1)の増加分は

$\Delta i1 = V_{IN} \times t_{on} / L$ …… 式 1

となります。
昇圧回路ではオフの時間においても電源から電力が供給されます。
この時のインダクタの電流(i2)の減少分は

$\Delta i2 = (V_{OUT} - V_{IN}) \times t_{open} / L$ …… 式 2

となります。
PWM制御方式では$t_{open}=t_{off}$となる時にインダクタの電流は連続的になり、スイッチングレギュレータの動作は連続モードになります。

連続モード時の定常状態では電流の変化分が等しいので、

$V_{IN} \times t_{on} / L = (V_{OUT} - V_{IN}) \times t_{off} / L$ …… 式 3

となり、連続モードではDutyは

$Duty = t_{on} / (t_{on} + t_{off}) = (V_{OUT} - V_{IN}) / V_{OUT}$ …… 式 4

となります。

$t_{open}=t_{off}$ となる時のコイル電流の平均値は

$IL\ (Ave.) = V_{IN} \times t_{on} / (2 \times L)$ …… 式 5

となり、また入力電力と出力電力は等しいとすると

$I_{OUT} = V_{IN}^2 \times t_{on} / (2 \times L \times V_{OUT})$ …… 式 6

となり、I_{OUT}が式6より大きい場合に連続モードになります。

この時のインダクタに流れるピーク電流IL_{max}は

$IL_{max} = I_{OUT} \times V_{OUT} / V_{IN} + V_{IN} \times t_{on} / (2 \times L)$ …… 式 7

$IL_{max} = I_{OUT} \times V_{OUT} / V_{IN} + V_{IN} \times T \times (V_{OUT} - V_{IN}) / (2 \times L \times V_{OUT})$ …… 式 8

となりピーク電流はI_{OUT}に比べて大きな値になります。IL_{max}に注意して入出力条件、周辺部品を決定して下さい。

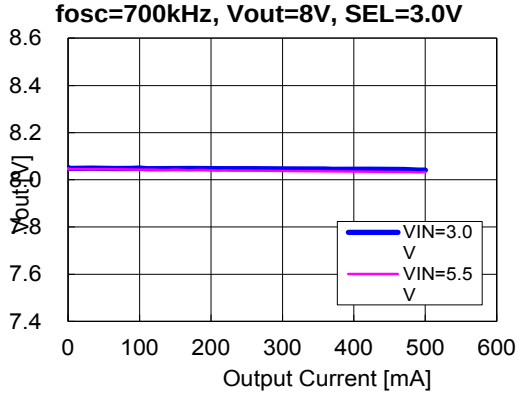
以上の説明は理想的な場合の計算で、外付け部品やL_Xスイッチでのロスが含まれておりません。実際の最大出力電流は上記の50~80%となります。特にILが大きい時やV_{IN}が低い時はスイッチのオン抵抗分だけ電力をロスするので注意が必要です。また、V_{OUT}については、ダイオードのV_F分 (0.8 V程度) を考慮する必要があります。

■ 特性例

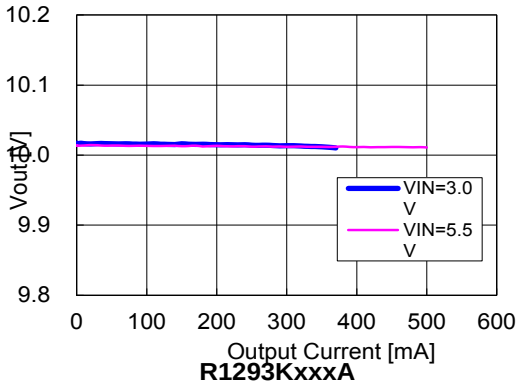
特記なき場合、V_{IN} = V_{IN_DC} = V_{IN_LDO}

1) Vout対出力電流特性例 (DCDC)

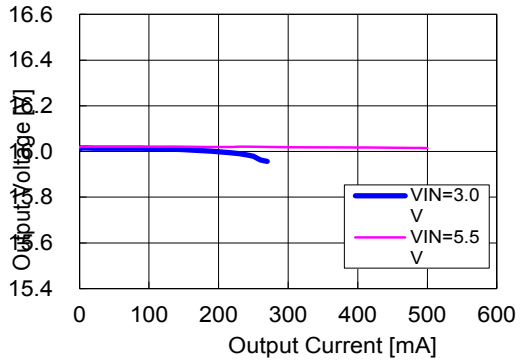
R1293KxxxA
fosc=700kHz, Vout=8V, SEL=3.0V



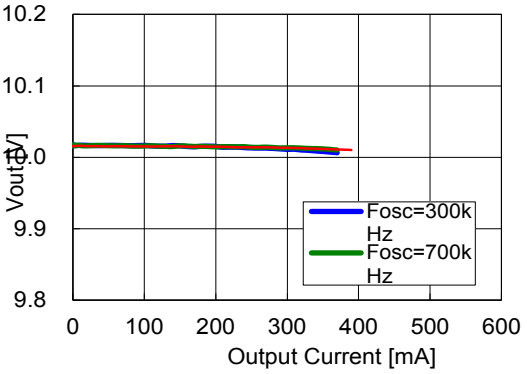
R1293KxxxA
fosc=700kHz, Vout=10V, SEL=3.0V



R1293KxxxA
fosc=700kHz, Vout=16V, SEL=3.0V

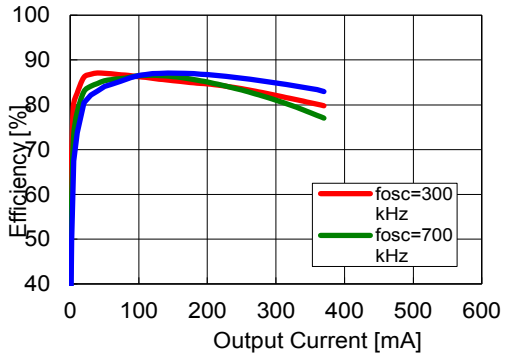


R1293KxxxA
fosc=700kHz, V_{IN}=3.0V, Vout=10V, SEL=3.0V, Ta=25℃

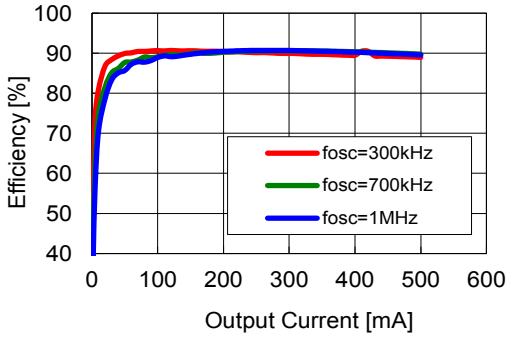


2) 効率対出力電流特性例 (DCDC)

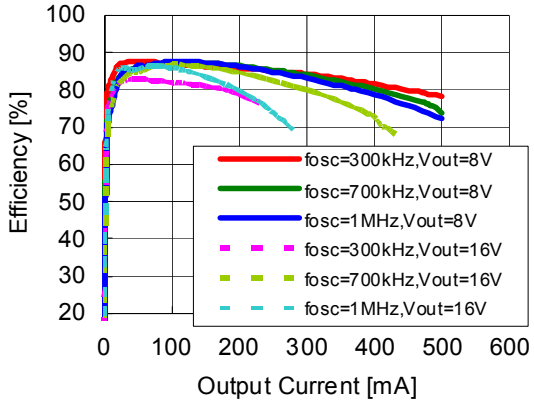
R1293KxxxA
V_{IN}=3.0V, Vout=10V, SEL=3.0V



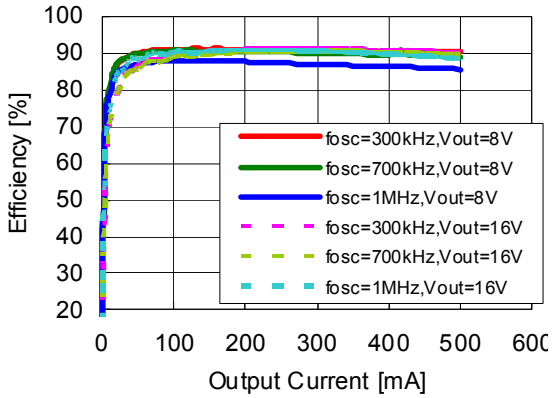
R1293KxxxA
V_{IN}=5.5V, Vout=10V, SEL=5.5V



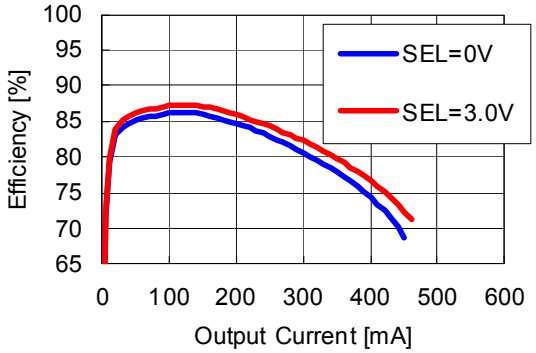
R1293KxxxA
VIN=3.0V, SEL=3.0V, Ta=25℃



R1293KxxxA
VIN=5.5V, SEL=5.5V, Ta=25℃

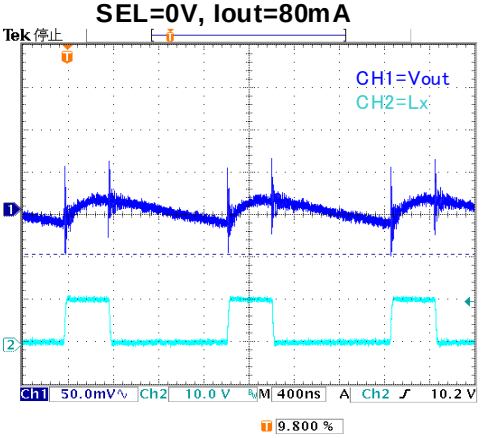


R1293KxxxA
fosc=700kHz,VIN=3.0V, Vout=10V, Ta=25℃

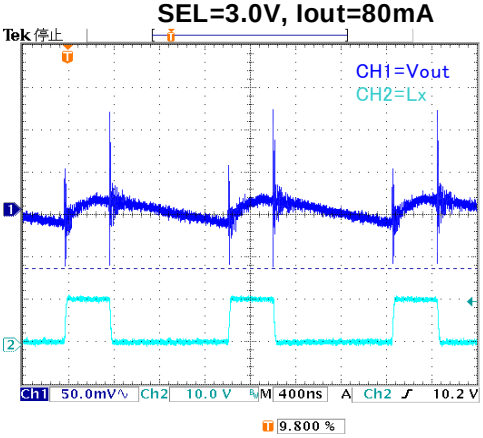


3) Voutノイズ波形

R1293KxxxA
fosc=700kHz, VIN=3.0V, Vout=10V, Ta=25℃
SEL=0V, Iout=80mA

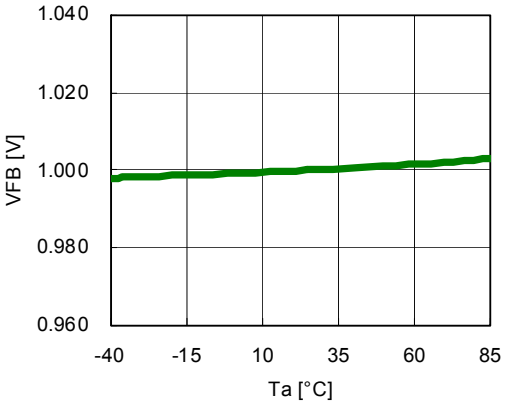


R1293KxxxA
fosc=700kHz, VIN=3.0V, Vout=10V, Ta=25℃
SEL=3.0V, Iout=80mA



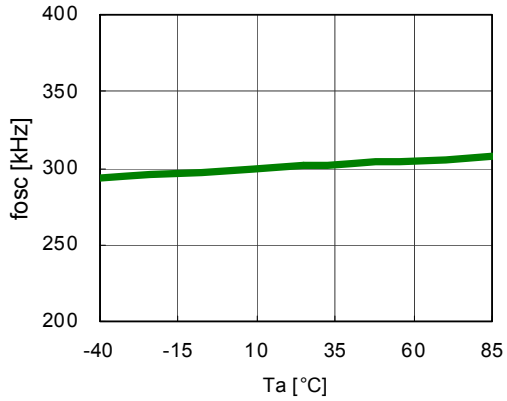
4) VFB電圧対周囲温度特性例

R1293KxxxA
V_{IN}=3.6V

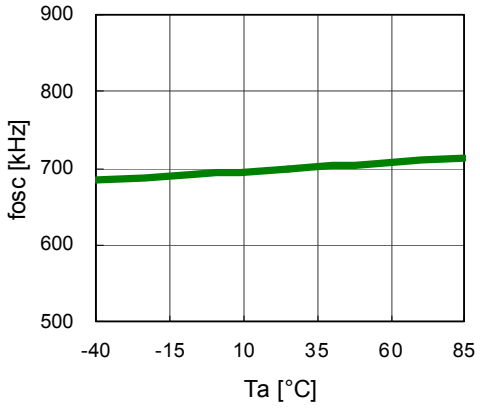


5) 発振周波数対周囲温度特性例

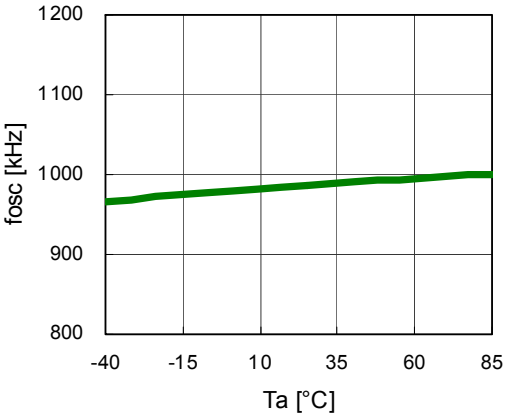
R1293KxxxA
fosc=300kHz, V_{IN}=3.6V, V_{DELAY}=V_{FB}=0V



R1293KxxxA
fosc=700kHz, V_{IN}=3.6V, V_{DELAY}=V_{FB}=0V



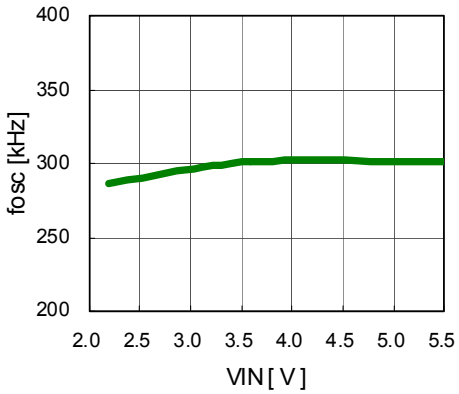
R1293KxxxA
fosc=1MHz, V_{IN}=3.6V, V_{DELAY}=V_{FB}=0V



6) 発振周波数対入力電圧特性例

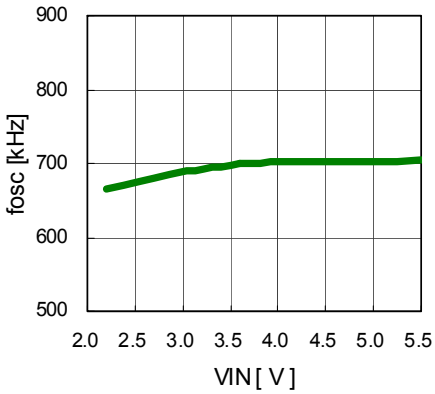
R1293KxxxA

fosc=300kHz, V_{IN}=3.6V, V_{DELAY}=V_{FB}=0V , Ta=25℃



R1293KxxxA

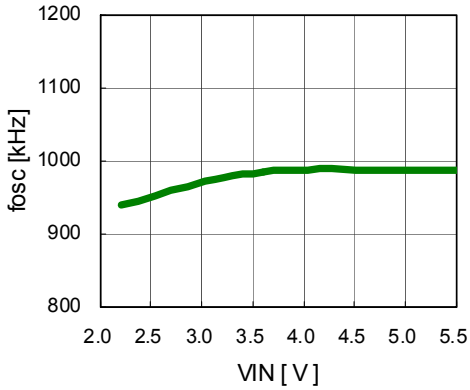
fosc=700kHz, V_{IN}=3.6V, V_{DELAY}=V_{FB}=0V , Ta=25℃



7) 発振周波数対RT抵抗特性例

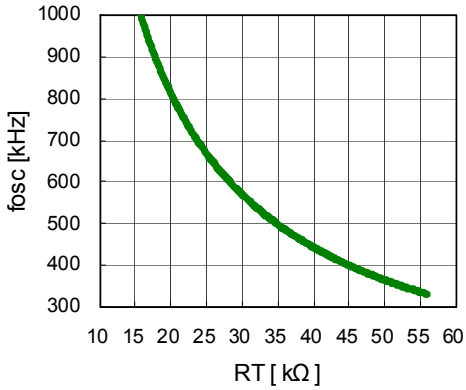
R1293KxxxA

fosc=1MHz, V_{IN}=3.6V, V_{DELAY}=V_{FB}=0V , Ta=25℃



R1293KxxxA

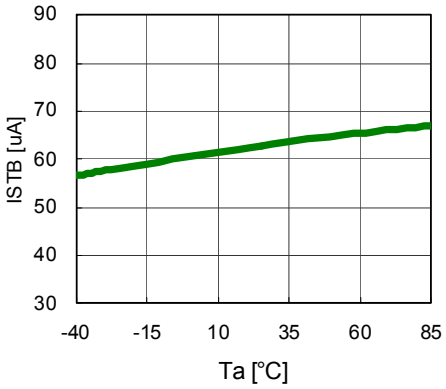
VIN=3.6V, V_{DELAY}=V_{FB}=0V , Ta=25℃



8) 待機時V_{IN}電流対周囲温度特性例

R1293KxxxA

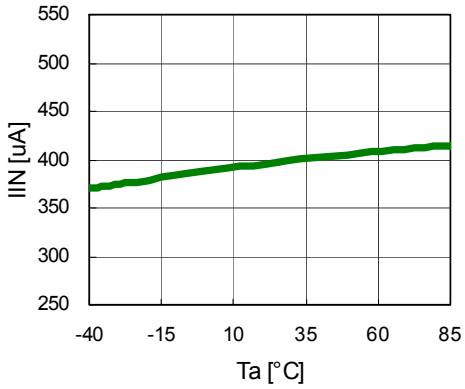
V_{IN}=ENB=5.5V



9) 消費電流対周囲温度特性例

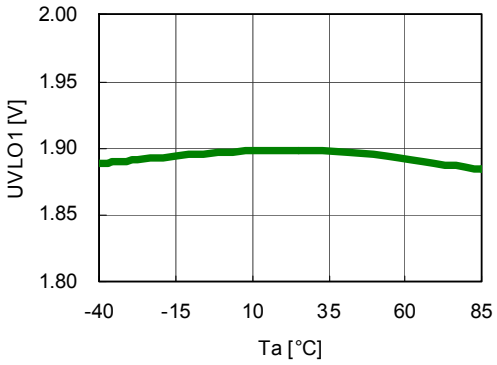
R1293KxxxA

V_{IN}=5.5V, ENB=0V, SEL=0V, VFB=1.1V



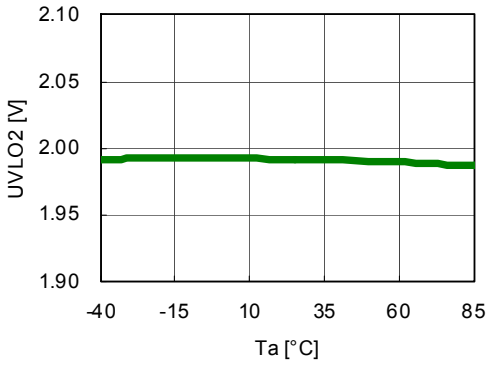
10) UVLO検出電圧対周囲温度特性例

R1293KxxxA
VIN=2.2V → 1.7V



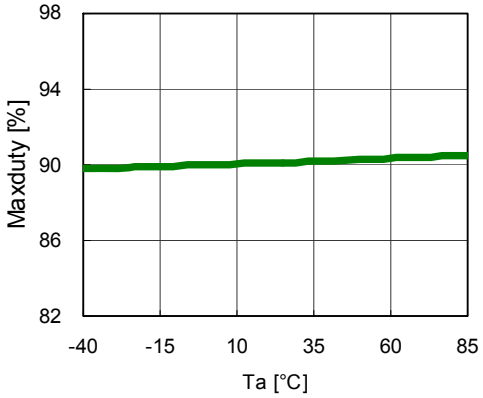
11) UVLO復帰電圧対周囲温度特性例

R1293KxxxA
VIN=1.7V → 2.2V



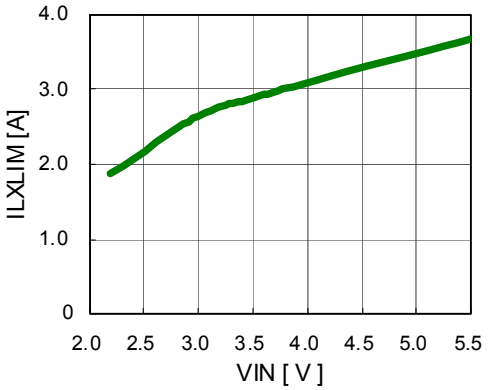
12) Maxduty対周囲温度特性例

R1293KxxxA
VIN=3.6V, VFB=0V



13) Lx制限電流対入力電圧特性例

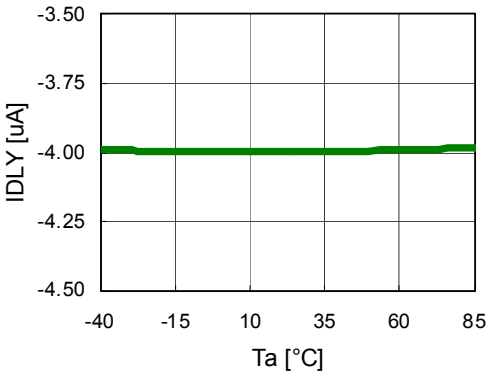
R1293KxxxA
Ta=25℃



14) Delay充電電流対周囲温度特性例

R1293KxxxA

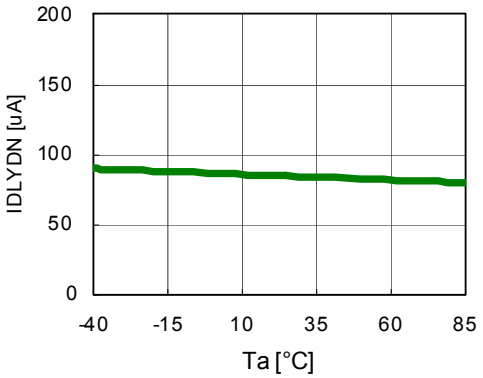
VIN=3.6V, VDELAY=0.8V, VFB=0V



15) Delay放電電流対周囲温度特性例

R1293KxxxA

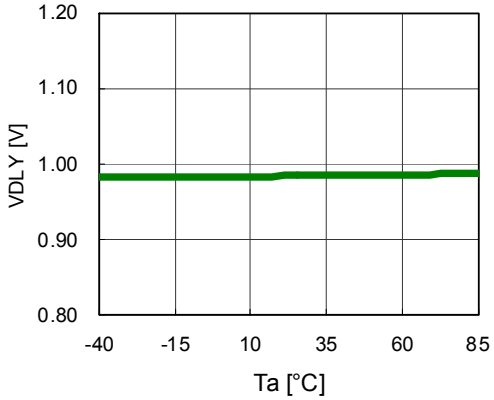
VIN=3.6V, VDELAY=0.1V



16) Delay検出電圧対周囲温度特性例

R1293KxxxA

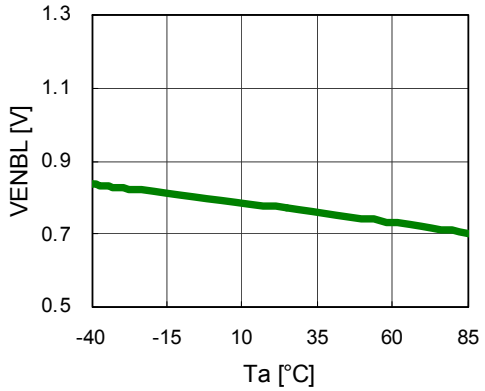
VIN=3.6V, VFB=0V



17) ENB"L"入力電圧対周囲温度特性例

R1293KxxxA

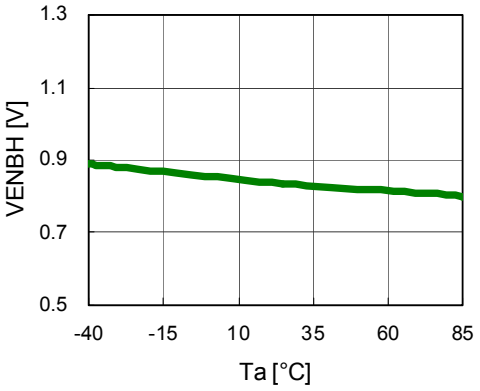
VIN=2.2V



18) ENB"H"入力電圧対周囲温度特性例

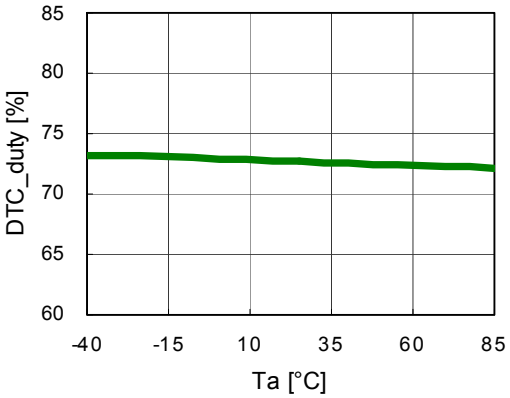
R1293KxxxA

VIN=5.5V



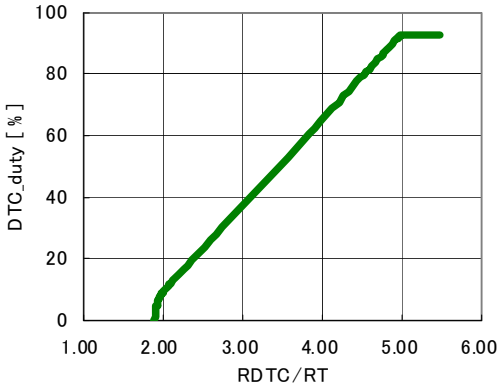
19) DTC_duty対周囲温度特性例

R1293KxxxA
RT=24kΩ, RDTC=100kΩ



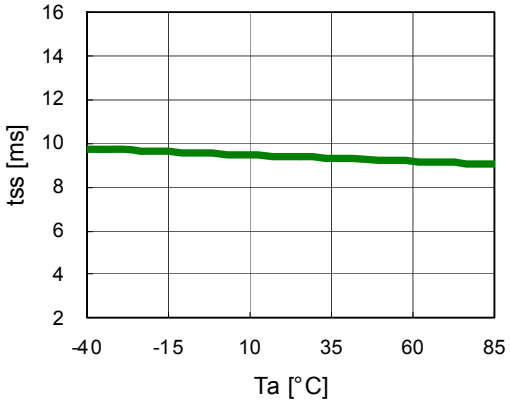
20) DTC_duty対RDTC/RT特性例

R1293KxxxA
VIN=3.6V, RT=24kΩ, Ta=25℃



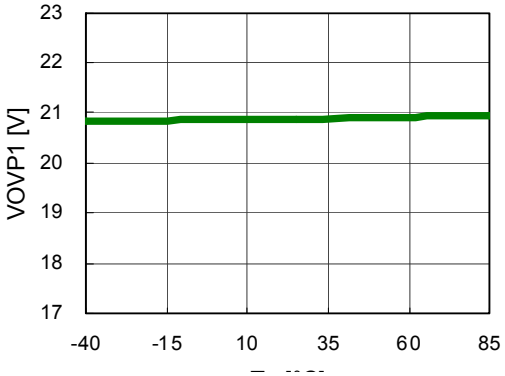
21) ソフトスタート時間対周囲温度特性例

R1293KxxxA
VIN=3.6V



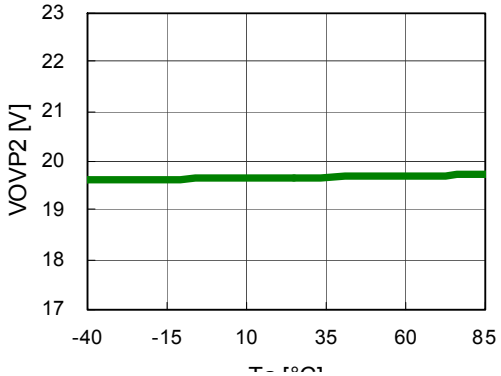
22) OVP検出電圧対周囲温度特性例例

R1293KxxxA
VIN=3.6V, Vout立ち上がり時



23) OVP復帰電圧対周囲温度特性例

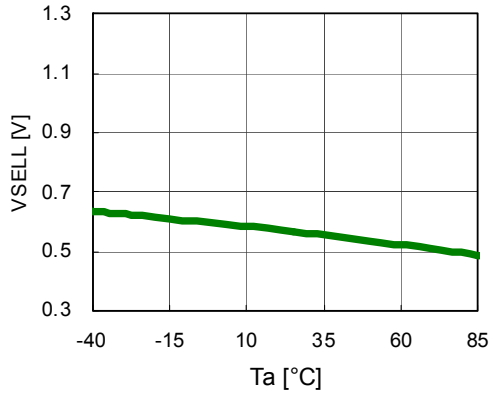
R1293KxxxA
VIN=3.6V, Vout立ち下がり時



24) SEL端子"L"入力電圧対周囲温度特性例

R1293K181A

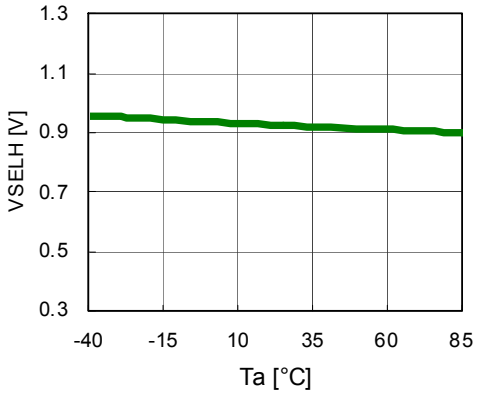
VIN=2.2V



25) SEL端子"H"入力電圧対周囲温度特性例

R1293K251A

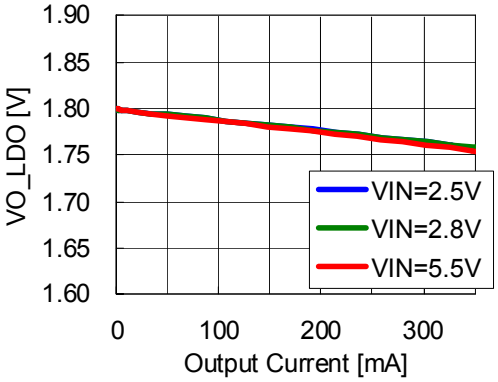
VIN=5.5V



26) VO_LDO対出力電流特性例 (LDO)

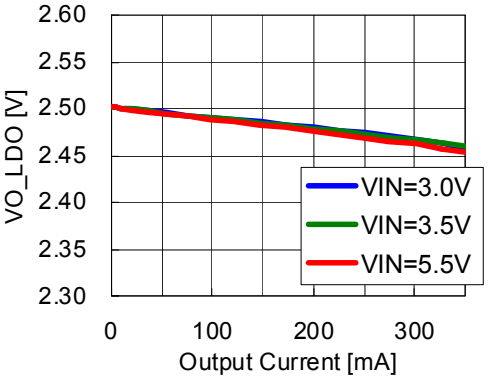
R1293K181A

Ta=25℃



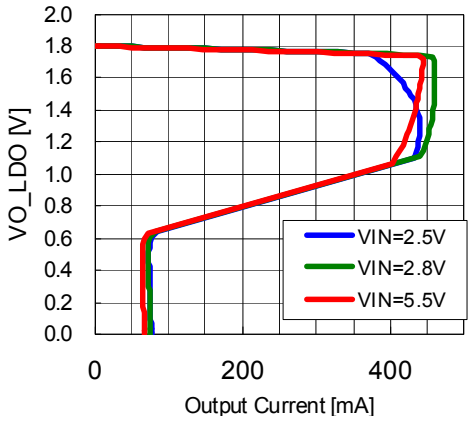
R1293K251A

Ta=25℃



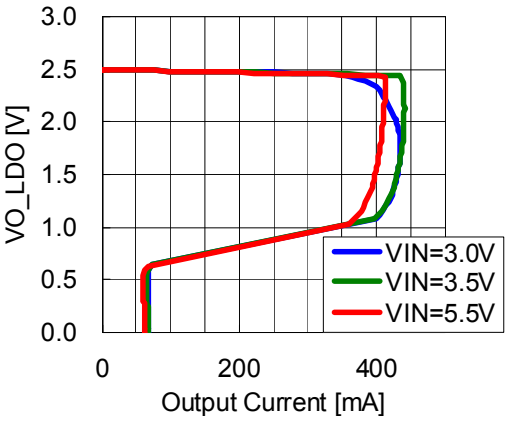
R1293K181A

Ta=25℃



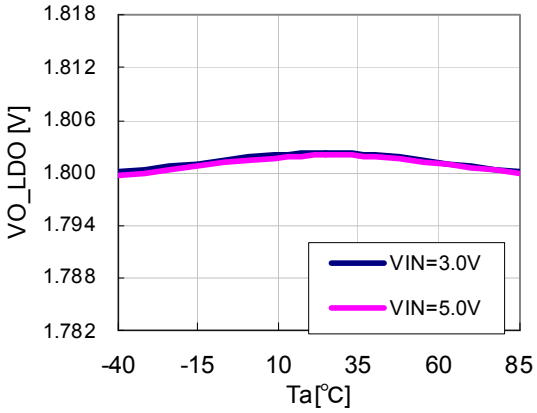
R1293K251A

Ta=25℃

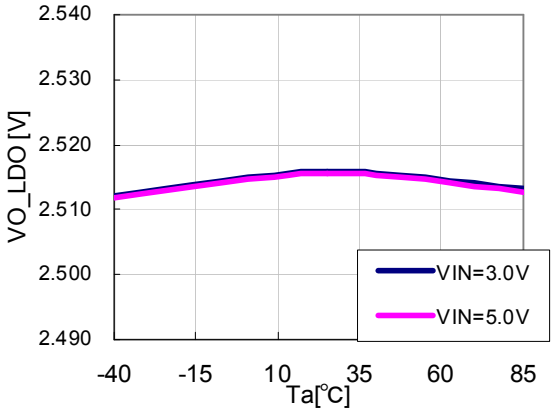


27) V_{O_LDO}対周囲温度特性例 (LDO)

R1293K181A
I_{O_LDO}=1mA

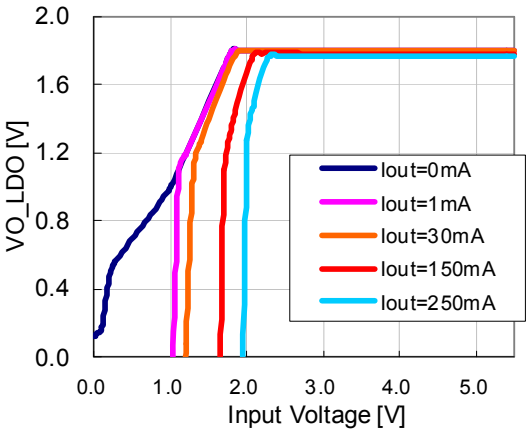


R1293K251A
I_{O_LDO}=1mA

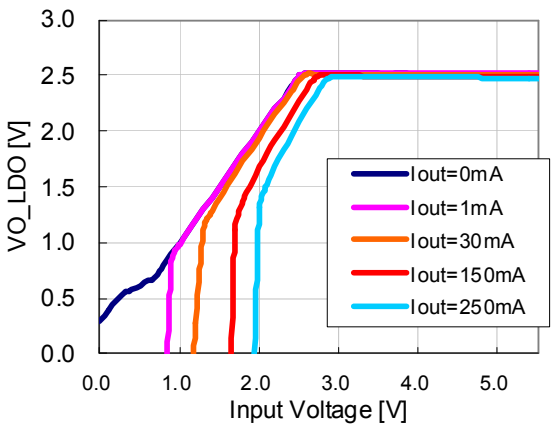


28) V_{O_LDO}対入力電圧特性例

R1293K181A
Ta=25℃

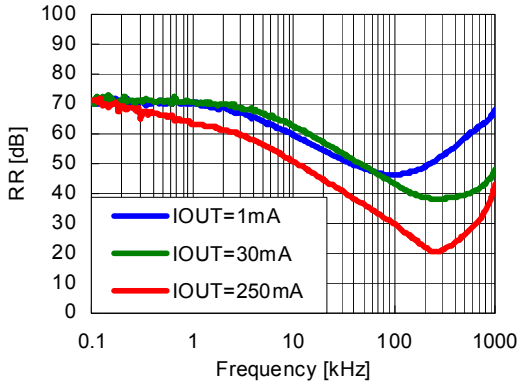


R1293K251A
Ta=25℃

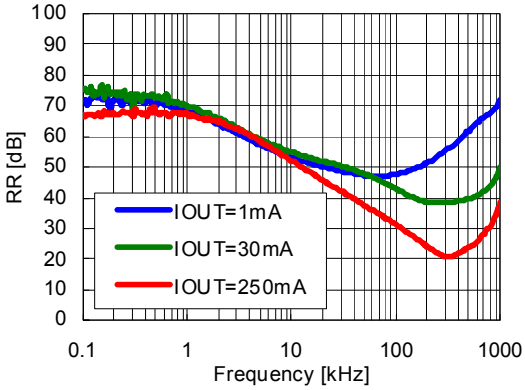


29) LDOリップル除去率対周波数特性例

R1293K181A
V_{IN}=2.8V, リップル 0.2Vp-p, Ta=25℃



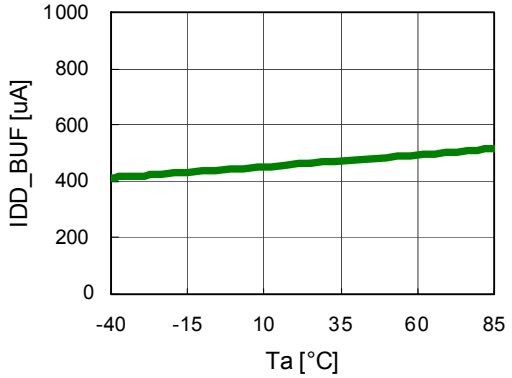
R1293K251A
V_{IN}=3.5V, リップル 0.2Vp-p, Ta=25℃



30) AMP消費電流対周囲温度特性例 (BUFFER AMP)

R1293KxxxA

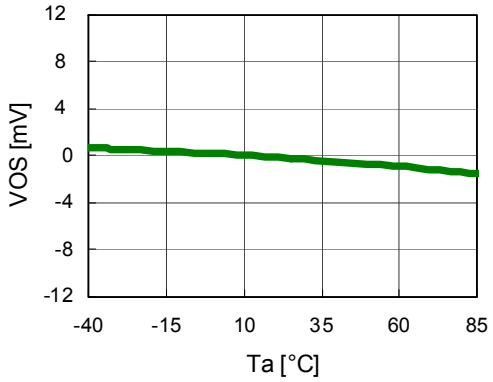
VIN=3.6V, VBUFF=16V, IN_COM=8V, IN_GM*=8V



31) VCOMオフセット電圧対周囲温度特性例

R1293KxxxA

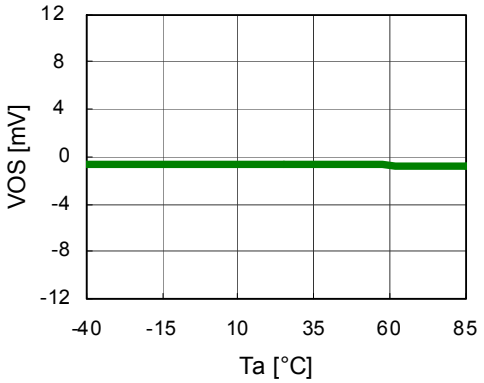
VIN=3.6V, VBUFF=7V, IN_COM=3.5V, IO_COM=0mA



32) GAMMAオフセット電圧対周囲温度特性例

R1293KxxxA

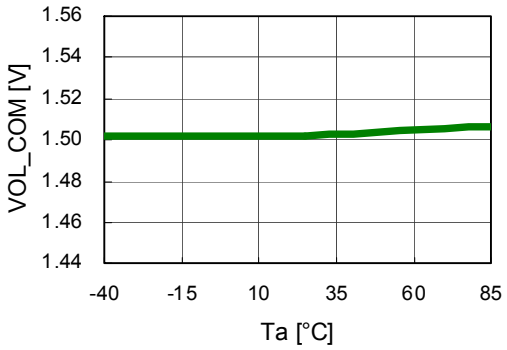
VIN=3.6V, VBUFF=7V, IN_GM*=3.5V, IO_GM*=0mA



33) VCOM出力電圧対周囲温度特性例

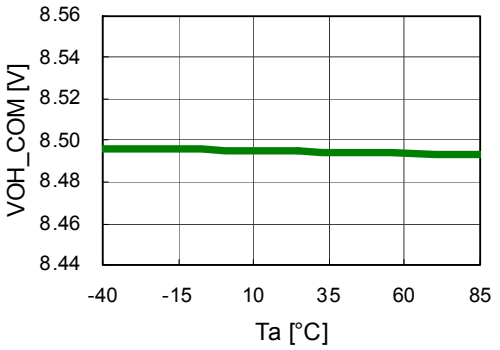
R1293KxxxA

VIN=3.6V, VBUFF=10V, IN_COM=1.5V, IO_COM=+50mA



R1293KxxxA

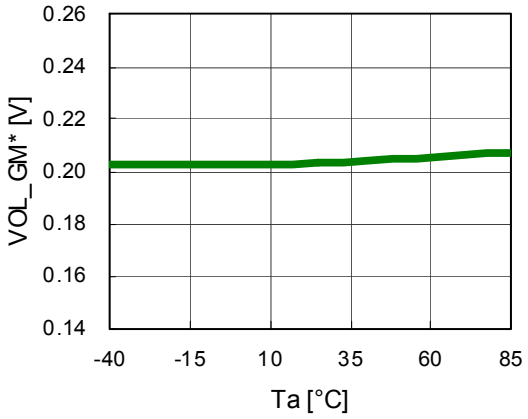
VIN=3.6V, VBUFF=10V, IN_COM=8.5V, IO_COM=-50mA



34) GAMMA出力電圧対周囲温度特性例

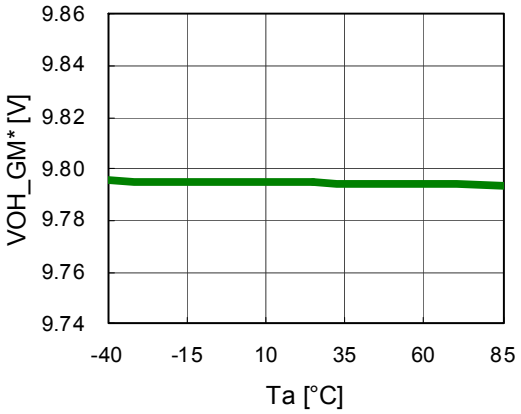
R1293KxxxA

VIN=3.6V, VBUFF=10V, IN_GM*=1.5V, IO_GM*=+10mA



R1293KxxxA

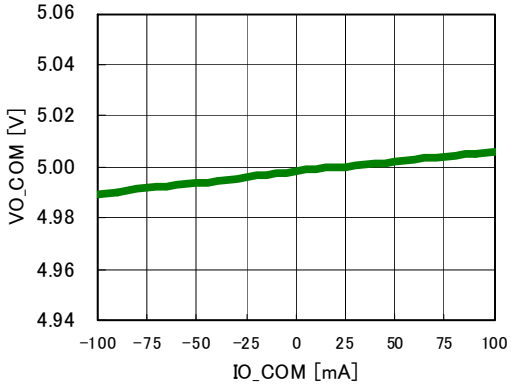
VIN=3.6V, VBUFF=10V, IN_GM*=8.5V, IO_GM*=-10mA



35) VCOM出力電圧対出力電流特性例

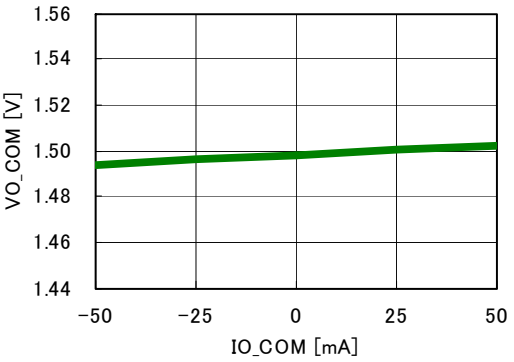
R1293KxxxA

VIN=3.6V, VBUFF=10V, IN_COM=5V, Ta=25℃



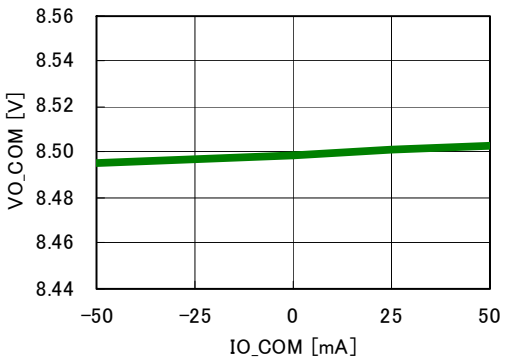
R1293KxxxA

VIN=3.6V, VBUFF=10V, IN_COM=1.5V, Ta=25℃



R1293KxxxA

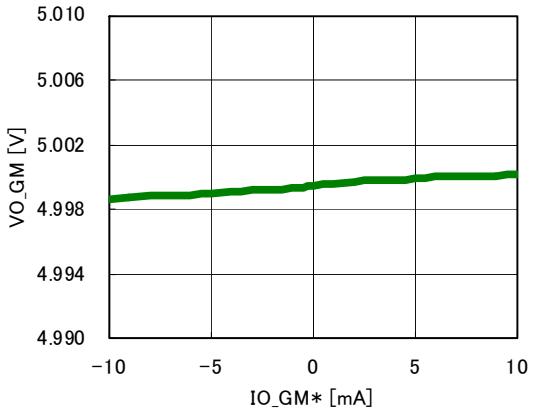
VIN_DC=3.6V, VBUFF=10V, IN_COM=8.5V, Ta=25℃



36) GAMMA出力電圧対出力電流特性例

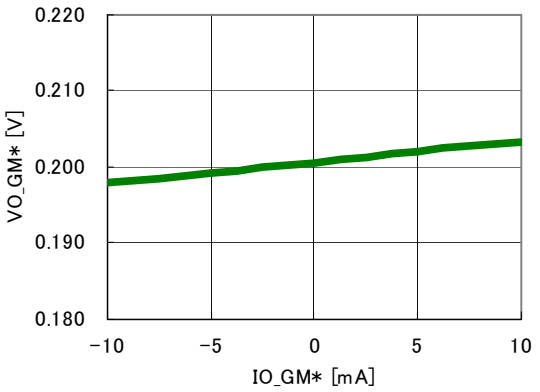
R1293KxxxA

VIN=3.6V, VBUFF=10V, IN_GM*=5V, Ta=25℃



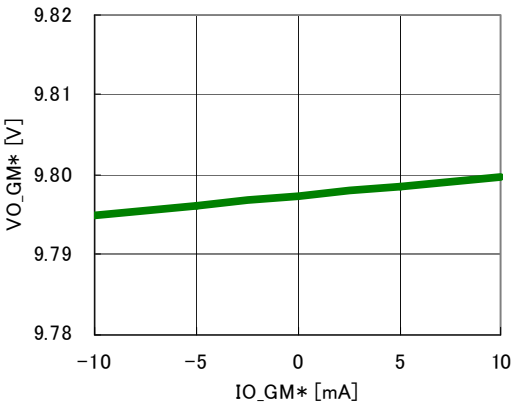
R1293KxxxA

VIN=3.6V, VBUFF=10V, IN_GM*=0.2V, Ta=25℃



R1293KxxxA

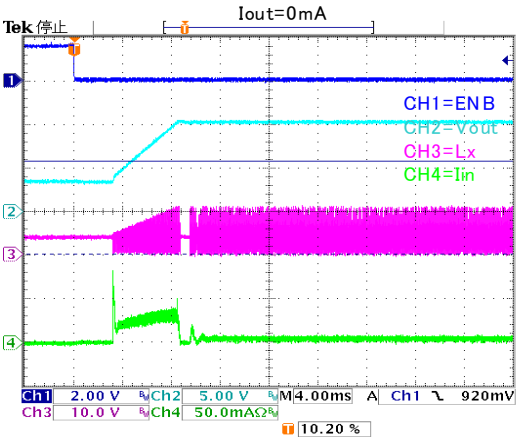
VIN=3.6V, VBUFF=10V, IN_GM*=9.8V, Ta=25℃



37) DCDC立ち上がり・立ち下がり応答特性例

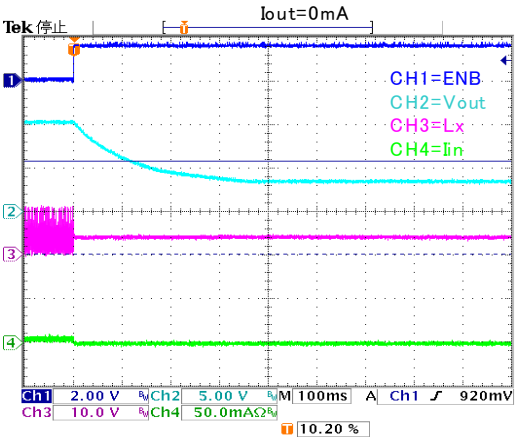
R1293KxxxA

V_{IN}=3.6V, Vout=V_{BUFF}=10V,fosc=700kHz, SEL=0V, Ta=25℃



R1293KxxxA

V_{IN}=3.6V, Vout=V_{BUFF}=10V,fosc=700kHz, SEL=0V, Ta=25℃

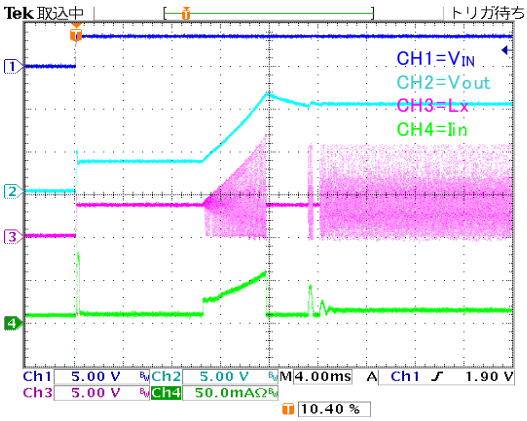


38) DTC設定によるMaxdutyソフトスタート応答特性例

R1293KxxxA

V_{IN}=3.6V, Vout=V_{BUFF}=10V,fosc=700kHz, SEL=0V, Ta=25℃

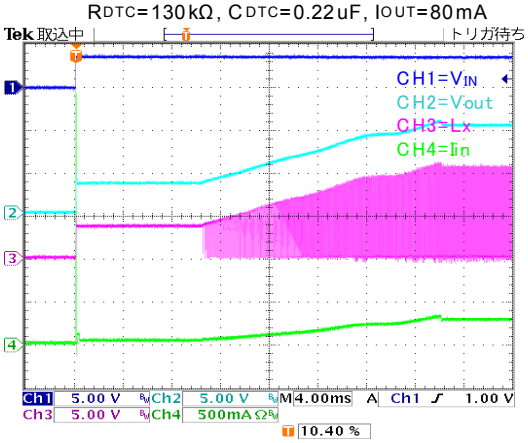
R_{DTC}=130kΩ, C_{DTC}=0.22uF, Iout=0mA



R1293KxxxA

V_{IN}=3.6V, Vout=V_{BUFF}=10V,fosc=700kHz, SEL=0V, Ta=25℃

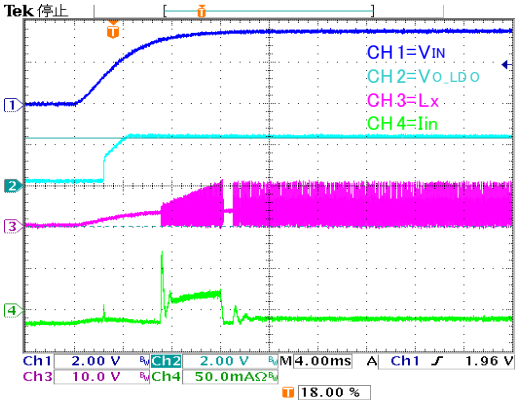
R_{DTC}=130kΩ, C_{DTC}=0.22uF, I_{OUT}=80mA



39) LDO立ち上がり・立ち下がり応答特性例

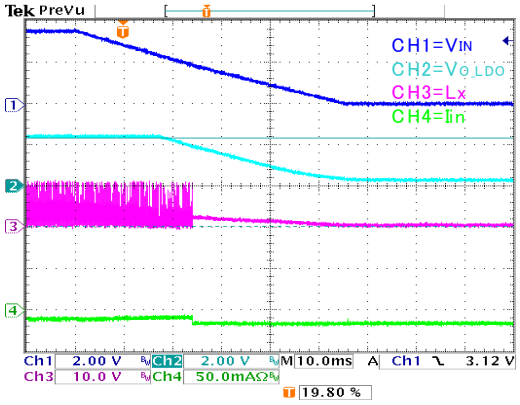
V_{IN}=3.6V,V_{O_LDO}=2.4V,Ta=25℃

I_{O_LDO}=0mA



V_{IN}=3.6V,V_{O_LDO}=2.4V,Ta=25℃

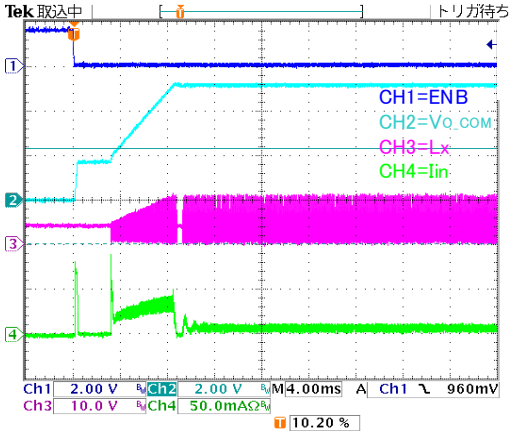
I_{O_LDO}=0mA



40) VCOM立ち上がり・立ち下がり応答特性例

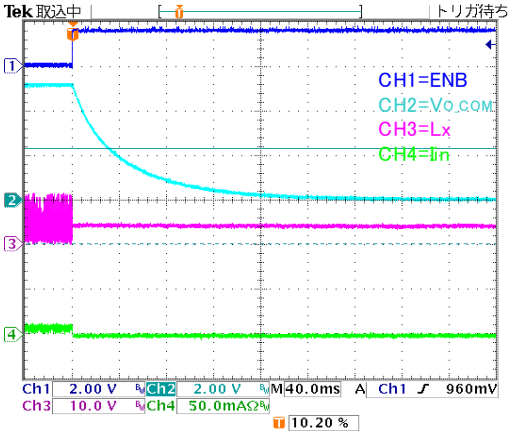
V_{IN}=3.6V, Vout=V_{BUFF}=10V, IN_{COM}=V_{BUFF}/2 V, SEL=0V, Ta=25℃

Iout=1mA



V_{IN}=3.6V, Vout=V_{BUFF}=10V, IN_{COM}=V_{BUFF}/2 V, , SEL=0V, Ta=25℃

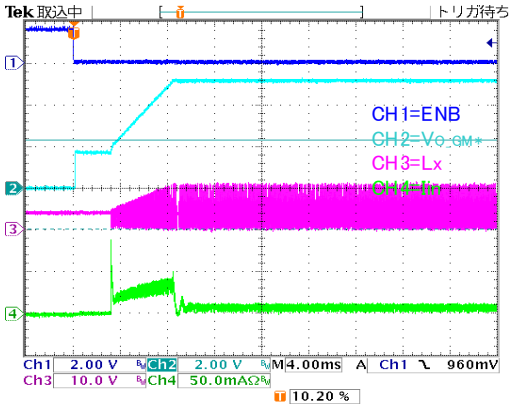
Iout=1mA



41) GAMMA立ち上がり・立ち下がり応答特性例

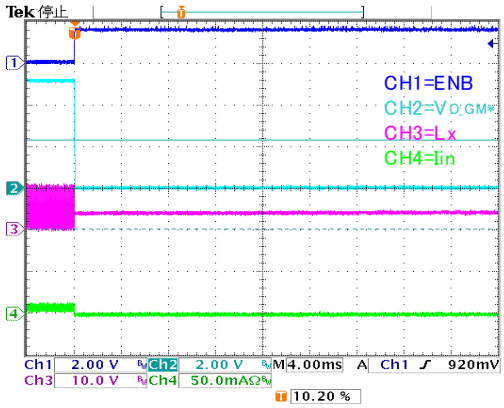
V_{IN}=3.6V, Vout=V_{BUFF}=10V, IN_{GM}=V_{BUFF}/2 V, SEL=0V, Ta=25℃

Iout=1mA



V_{IN}=3.6V, Vout=V_{BUFF}=10V, IN_{GM}=V_{BUFF}/2 V, SEL=0V, Ta=25℃

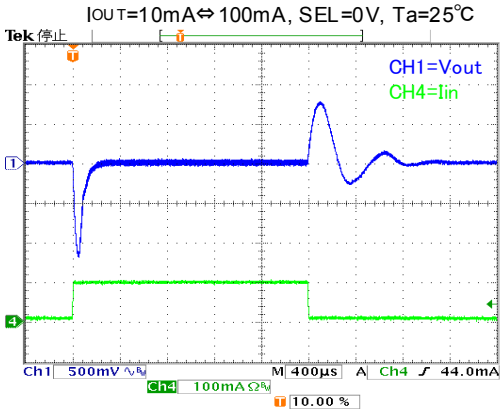
Iout=1mA



42) DCDC負荷過渡応答特性例

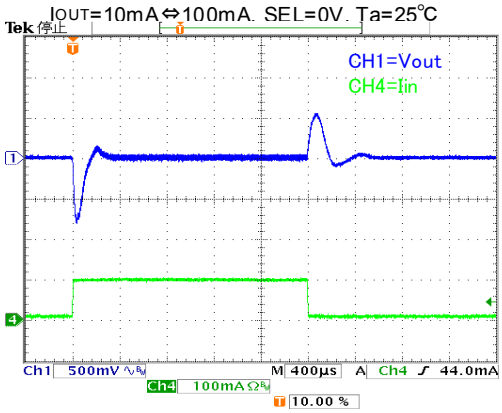
V_{IN}=3.3V, Vout=V_{BUFF}=10V, fosc=700kHz,

I_{OUT}=10mA⇔100mA, SEL=0V, Ta=25℃



V_{IN}=5.0V, Vout=V_{BUFF}=10V, fosc=700kHz,

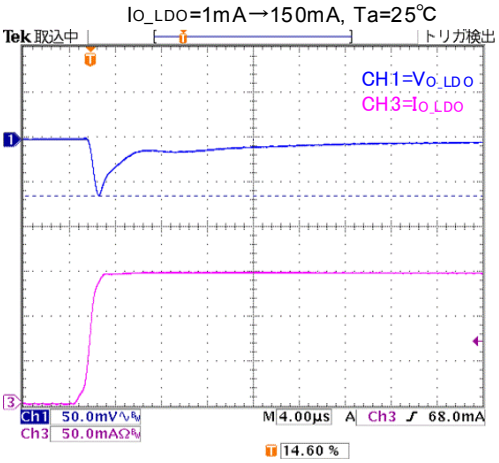
I_{OUT}=10mA⇔100mA, SEL=0V, Ta=25℃



43) LDO負荷過渡応答特性例

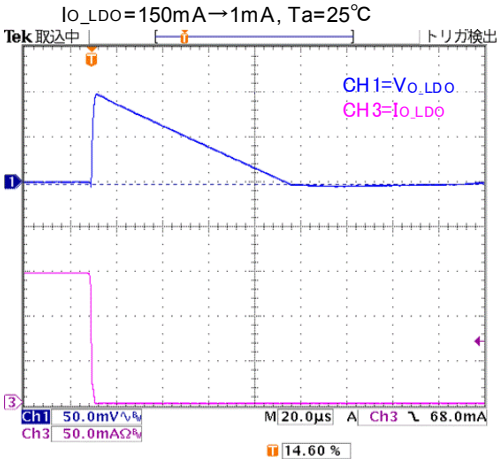
V_{IN}=2.9V, V_{O_LDO}=2.4V

I_{O_LDO}=1mA→150mA, Ta=25℃



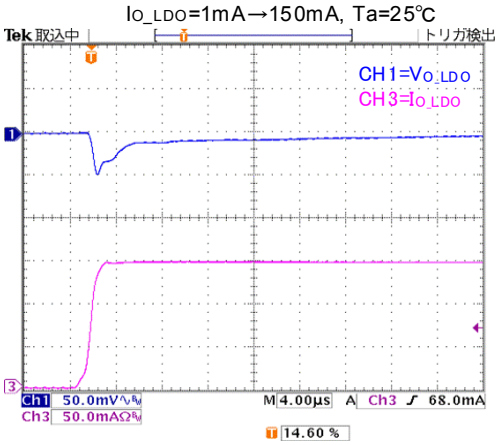
V_{IN}=2.9V, V_{O_LDO}=2.4V

I_{O_LDO}=150mA→1mA, Ta=25℃



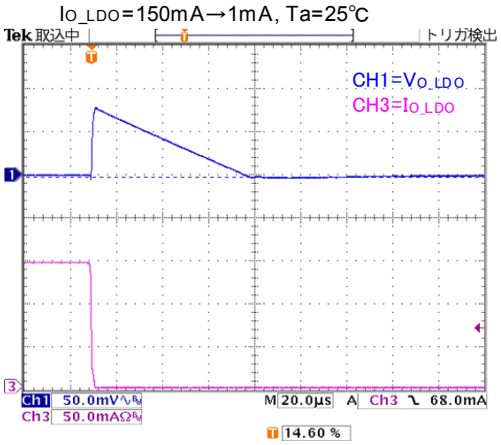
V_{IN}=5.5V, V_{O_LDO}=2.4V

I_{O_LDO}=1mA→150mA, Ta=25℃



V_{IN}=5.5V, V_{O_LDO}=2.4V

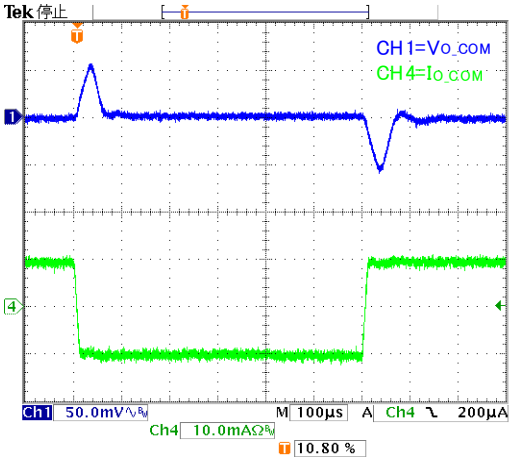
I_{O_LDO}=150mA→1mA, Ta=25℃



44) VCOM負荷過渡応答特性例

V_{IN}=3.6V, V_{BUFF}=10V, IN_COM=V_{BUFF}/2 V,

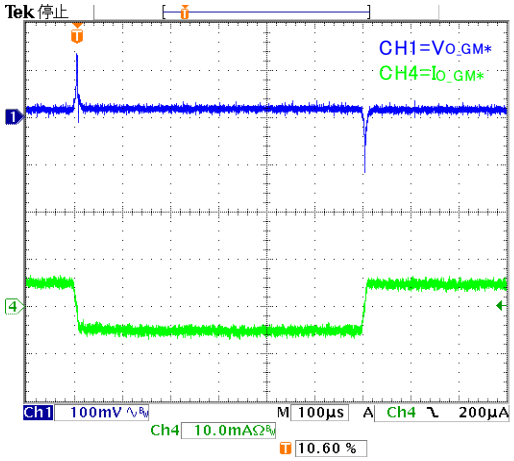
I_{O_COM}=-10mA⇔10mA, Ta=25℃



45) GAMMA負荷過渡応答特性例

V_{IN}=3.6V, V_{BUFF}=10V, IN_GM*=V_{BUFF}/2 V,

I_{O_GM*}=-5mA⇔5mA, Ta=25℃



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もありますので、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留意ください。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おりません。
8. 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。

RoHS Compliant
Halogen Free

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

●お問い合わせ・ご用命は・・・

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せは下記宛てまでお願いします。

●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