

XCL233 シリーズ

JTR28023-001a

超低消費 出力電圧切替え機能付き 150mA コイル一体型降圧 DC/DC コンバータ

☆Green Operation 対応

■概要

XCL233シリーズは、超低消費電流回路およびPFM制御を使用したコイル一体型降圧同期整流DC/DCコンバータです。制御ICとコイルを一体化することで小型化を実現し、外付けに 2個のコンデンサを追加するだけで省スペースでの電源を構成できます。超低消費電流回路とPFM制御方式により軽負荷での高効率を実現しています。

動作電圧は1.8V~6.0V、出力電圧は内部設定によって0.5V~3.6Vで設定可能です。UVLO機能を内蔵しており、 V_{IN} 電圧がUVLO検出電圧以下で内部PchドライバFETとNchドライバFETをオフにします。

また V_{SET} 端子に外部信号を入力することで、出力電圧の2値切替えが可能です。この出力電圧の切替え機能によりMCUの動作モードに応じた最適な出力電圧を選択することで機器全体の消費電力削減に貢献します。

これらの機能により軽負荷での高効率が重視される機器および電池駆動時間を重視する機器に最適です。

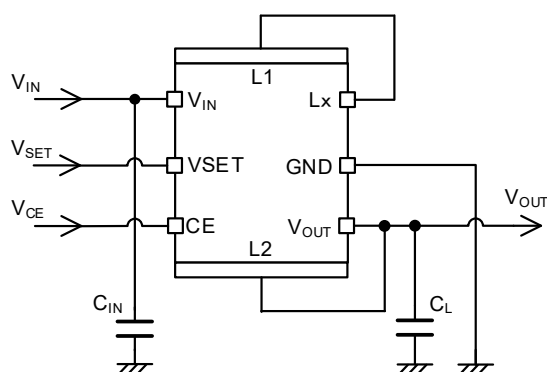
■用途

- スマートメーター
- 低消費 RF
- センサーモジュール
- ウェアラブルデバイス
- エナジーハーベスト
- バックアップ電源回路
- スマートカード
- 1セルのリチウム電池を使用する各種汎用電源

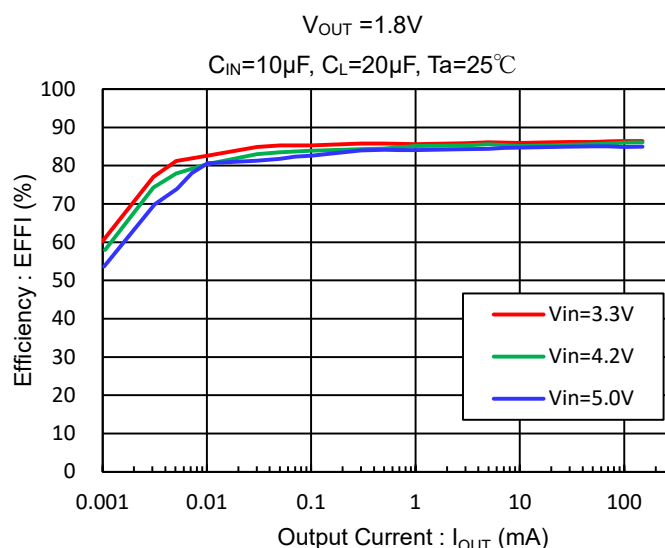
■特長

入力電圧範囲	: 1.8V ~ 6.0V
出力電圧設定範囲	: 0.5V ~ 1.9V (0.05V ステップ) 2.0V ~ 3.6V (0.1V ステップ)
出力電圧精度	: $\pm 20\text{mV}$ ($V_{OUT1,2} \leq 1.0\text{V}$) $\pm 2.0\%$ ($V_{OUT1,2} > 1.0\text{V}$)
出力電流	: 150mA
消費電流	: 200nA@ $V_{OUT}=1.8\text{V}$
制御方式	: PFM 制御
効率	: 86% ($V_{IN}=3.6\text{V}$, $V_{OUT}=1.8\text{V}$, $I_{OUT}=10\text{mA}$)
機能	: 出力電圧切替え機能 CL ディスチャージ (D タイプ) UVLO
保護機能	: 短絡保護
入力、出力コンデンサ	: セラミックコンデンサ対応
動作温度範囲	: $-40 \sim 85^\circ\text{C}$
パッケージ	: CL-2025-03 (2.5 x 2.0 x 1.04 mm)
環境への配慮	: EU RoHS 指令対応、鉛フリー

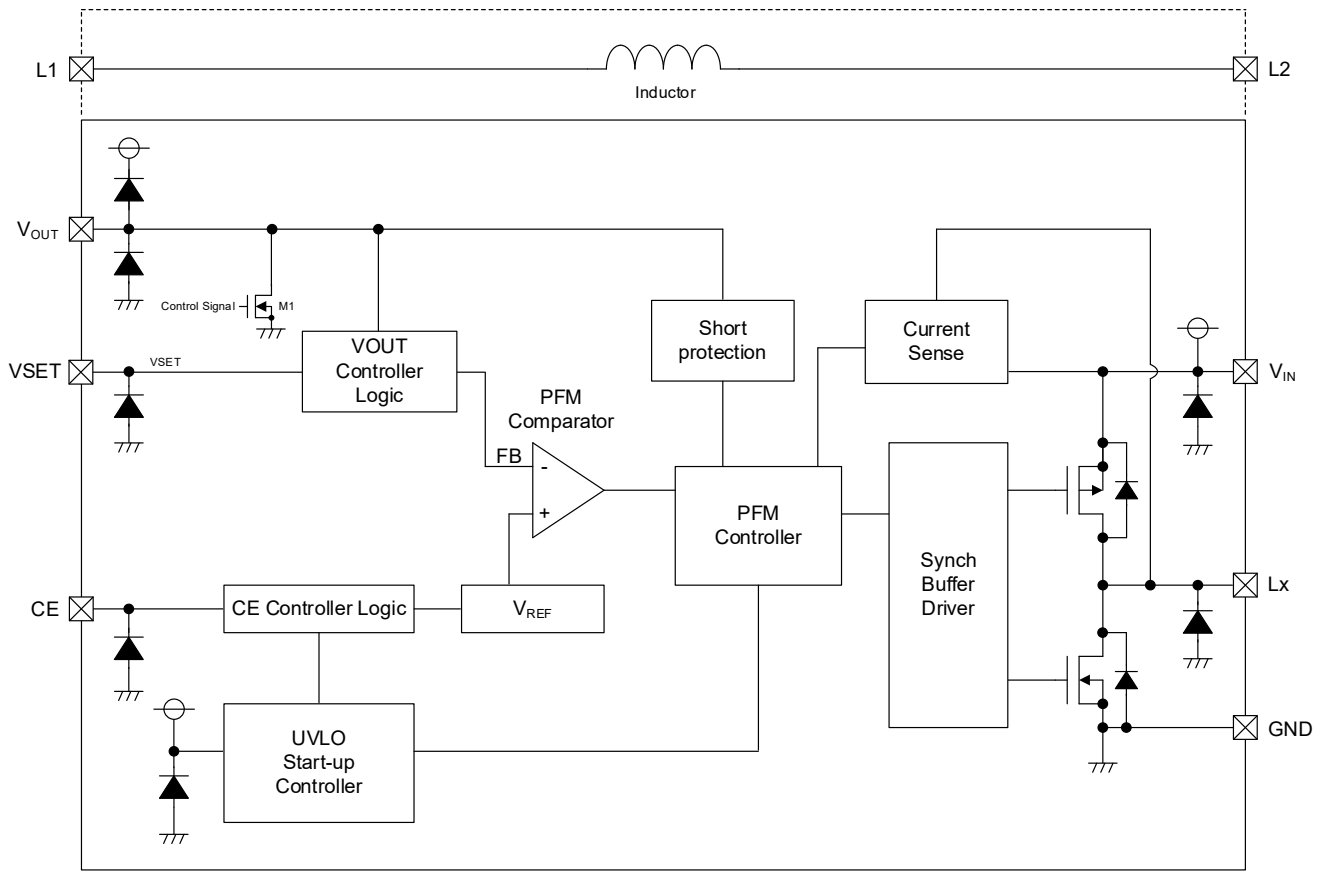
■代表標準回路



■代表特性例



■ ブロック図



* 上記図のダイオードは静電保護素子、寄生ダイオードになります。
BタイプにはCL Discharge機能がありません。

■製品分類

1) 品番ルール

XCL233①②③④⑤⑥⑦

DESIGNATOR	ITEM	SYMBOL	DESCRIPTION
①	Product Type	B	Without C _L Discharge
		D	With C _L Discharge
②③④ (*2)	Output Voltage	Refer to the table	Output Voltage combination V _{OUT1} : 0.50V ~ 3.60V V _{OUT2} : 0.50V ~ 3.60V (V _{OUT1,2} ≤ 1.9V : 0.05V increments, V _{OUT1,2} > 1.9V : 0.1V increments)
⑤⑥⑦ (*1)	Packages (Order Unit)	KR-G	CL-2025-03(*3) (3,000pcs/Reel)

(*1) “-G”は、ハロゲン&アンチモンフリーかつ EU RoHS 対応製品です。

(*2) 標準仕様は V_{OUT1} < V_{OUT2} となります。 その他電圧につきましては弊社営業担当者にお問い合わせください。

(*3) CL-2025-03 は防湿梱包状態で出荷されます。

2) セレクションガイド

FUNCTION	B TYPE		D TYPE	
	V _{OUT1} or V _{OUT2} < 1.2V	V _{OUT1,2} ≥ 1.2V	V _{OUT1} or V _{OUT2} < 1.2V	V _{OUT1,2} ≥ 1.2V
Output Voltage	Output voltage selectable by VSET pin			
Short Protection	-	Yes	-	Yes
C _L Discharge	-		Yes	
Chip Enable	Yes			
UVLO	Yes			

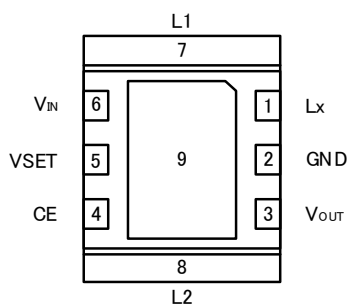
●記号②③④：出力電圧と品番組合せ

出力電圧切替え機能使用時 標準品番

②③④		V _{OUT1} (V)																
		0.50	0.60	0.65	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.50	1.80	1.85	2.00	2.20	2.50	3.00
V _{OUT2} (V)	0.50	-	-	R04	-	R16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.60	N02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.65	N03	001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.70	N04	002	061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.80	N06	004	063	121	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.90	N08	006	065	123	236	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.00	N10	008	067	125	238	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.10	N12	010	069	127	240	349	454	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.20	N14	012	071	129	242	351	456	557	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.30	N16	014	073	131	244	353	458	559	656	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.50	N20	018	077	135	248	357	462	563	660	753	-	-	-	-	-	-	-
	1.80	N26	024	083	141	254	363	468	569	666	759	933	-	-	-	-	-	-
	1.85	N27	025	084	142	255	364	469	570	667	760	934	B67	-	-	-	-	-
	2.00	N30	028	087	145	258	367	472	573	670	763	937	B70	C06	-	-	-	-
	2.20	N34	032	091	149	262	371	476	577	674	767	941	B74	C10	D10	-	-	-
	2.50	N40	038	097	155	268	377	482	583	680	773	947	B80	C16	D16	E35	-	-
3.00	N50	048	107	165	278	387	492	593	690	783	957	B90	C26	D26	E45	F93	-	
3.30	N56	054	113	171	284	393	498	599	696	789	963	B96	C32	D32	E51	F99	K66	

その他電圧につきましては弊社営業担当者にお問い合わせください。

■端子配列



CL-2025-03
< BOTTOM VIEW >

■端子説明

PIN NUMBER	PIN NAME	FUNCTION
1	Lx	Switching
2	GND	Ground
3	V _{OUT}	Output Voltage
4	CE	Chip Enable
5	VSET	Output Voltage Control
6	V _{IN}	Input Voltage
7	L1	Inductor Electrodes
8	L2	Inductor Electrodes
9	EP	Exposed thermal pad. The Exposed pad must be connected to GND(Pin2).

■機能表

PIN NAME	SIGNAL	STATUS
CE	H	Active
	L	Stand-by
	OPEN	Undefined State ^(*)

^(*) CE 端子をオープンで使用しないでください。

PIN NAME	SIGNAL	STATUS
VSET	H	V _{OUT2}
	L	V _{OUT1}
	OPEN	Undefined State ^(*)

^(*) VSET 端子をオープンで使用しないでください。

■絶対最大定格

Ta=25°C

PARAMETER	SYMBOL	RATINGS	UNITS
V _{IN} Pin Voltage	V _{IN}	-0.3 ~ 7.0	V
Lx Pin Voltage	V _{LX}	-0.3 ~ V _{IN} + 0.3 or 7.0 ^{(*)1}	V
V _{OUT} Pin Voltage	V _{OUT}	-0.3 ~ V _{IN} + 0.3 or 7.0 ^{(*)1}	V
CE Pin Voltage	V _{CE}	-0.3 ~ 7.0	V
VSET Pin Voltage	VSET	-0.3 ~ 7.0	V
Power Dissipation	Pd	800 (40mm × 40mm 標準基板) ^{(*)2}	mW
Junction Temperature	T _J	-40 ~ 125	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-55 ~ 125	°C

* 各電圧定格は GND を基準とする。

(*)1 最大値は V_{IN}+0.3V と 7.0V のいずれか低い方になります。

(*)2 基板実装時の許容損失の参考データとなります。実装条件はパッケージインフォメーションをご参照ください。

■推奨動作条件

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
V _{IN} Pin Voltage	V _{IN}	1.8	~	6.0	V
I _{OUT} Current	I _{OUT}	0	~	150	mA
CE Pin Voltage	V _{CE}	0.0	~	6.0	V
VSET Pin Voltage	VSET	0.0	~	6.0	V
Operating Ambient Temperature	T _{opr}	-40	~	85	°C
Junction Temperature	T _J	-40	~	105	°C

各電圧動作条件は GND を基準とする。

■電気的特性

Ta=25°C

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	CIRCUIT		
Output Voltage1 ^(*)	V _{OUT1}	When connected to external components, VSET = 0.0V, I _{OUT} = 30mA	-	<T-1>	-	V	①		
Output Voltage1-2	V _{OUT1-2}	VSET = 0.0V, Voltage which Lx pin changes "H" to "L" level while V _{OUT} is increase. ^{(*)5}	<E-1>	<E-2>	<E-3>	V	②		
Output Voltage2 ^(*)	V _{OUT2}	When connected to external components, VSET = V _{IN} , I _{OUT} = 30mA	-	<T-1>	-	V	①		
Output Voltage2-2	V _{OUT2-2}	VSET = V _{IN} , Voltage which Lx pin changes "H" to "L" level while V _{OUT} is increase. ^{(*)5}	<E-1>	<E-2>	<E-3>	V	②		
Operating Voltage Range	V _{IN}	-	1.8	-	6.0	V	①		
Maximum Output Current	I _{OUTMAX}	When connected to external components ^{(*)2}	150	-	-	mA	①		
UVLO Release Voltage	V _{UVLOR}	V _{OUT} = 0.0V, V _{CE} = VSET = 1.8V Voltage which Lx pin holding "H" level ^{(*)5}	Ta=25°C		-	1.50	1.78	V	②
			Ta=-40~85°C ^{(*)3}						
UVLO Detect Voltage	V _{UVLOD}	V _{OUT} = 0.0V, V _{CE} = VSET = 1.8V Voltage which Lx pin holding "L" level ^{(*)5}	Ta=25°C		1.00	1.40	-	V	②
			Ta=-40~85°C ^{(*)3}						
Quiescent Current	I _q	V _{IN} = V _{CE} = <C-1>, VSET = 0.0V, V _{OUT} = V _{OUT1} × 1.05	-	<E-4>	<E-5>	nA	③		
Stand-by Current	I _{STB}	V _{IN} = 6.0V, V _{CE} = V _{OUT} = 0.0V	-	0.0	0.1	μA	③		
PFM Switching Current	I _{PFM}	When connected to external components, V _{IN} = V _{OUT(T)} + 2.0V, I _{OUT} = 10mA	-	400	600	mA	①		
Lx SW "H" ON Resistance	R _{LXH}	V _{OUT} = 0.0V, V _{IN} = V _{CE} = VSET = 5.0V, I _{LX} = 50mA	-	0.40	0.50	Ω	④		
Lx SW "L" ON Resistance ^{(*)3}	R _{LXL}	V _{IN} = 5.0V	-	0.35	0.45	Ω	-		
Lx SW "H" Leakage Current	I _{LeakH}	V _{IN} = 6.0V, V _{OUT} = V _{CE} = VSET = 0.0V, V _{LX} = 6.0V	-	0.0	0.1	μA	④		
Lx SW "L" Leakage Current	I _{LeakL}	V _{IN} = 6.0V, V _{OUT} = V _{CE} = VSET = 0.0V, V _{LX} = 0.0V	-	0.0	0.1	μA	④		
Output Voltage Temperature Characteristics	$\frac{\Delta V_{OUT}}{V_{OUT} \cdot \Delta T_{opr}}$	I _{OUT} = 30mA -40°C ≤ Topr ≤ 85°C	-	±100	-	ppm/ °C	①		

V_{OUT(T)} = 設定出力電圧, 測定条件: 特に指定無き場合、V_{IN} = 5.0V, V_{CE} = 5.0V

(*)1 V_{OUT1}, V_{OUT2}はリップル電圧を加味した出力電圧の平均値であり、本測定条件で設定出力電圧になるように設定しております。

(*)2 最大出力電流は入出力電位差および使用する周辺部品等の条件に大きく依存します。詳細は動作説明および使用上の注意を参照願います。

(*)3 設計値

(*)4 V_{OUT1} or V_{OUT2} < 1.2V の場合 Short Protection 機能はありません。

(*)5 "H" = V_{IN} - 1.2V ~ V_{IN}, "L" = - 0.1V ~ + 0.1V

■電気的特性

Ta=25°C

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	CIRCUIT	
CE "H" Voltage	V _{CEH}	V _{SET} = V _{IN} , V _{OUT} = 0.0V, Voltage which Lx pin holding "H" level ^{(*)5}	Ta=25°C	1.2	-	6.0	V	②
			Ta=-40~85°C ^{(*)3}					
CE "L" Voltage	V _{CEL}	V _{SET} = V _{IN} , V _{OUT} = 0.0V, Voltage which Lx pin holding "L" level ^{(*)5}	Ta=25°C	GND	-	0.3	V	②
			Ta=-40~85°C ^{(*)3}					
CE "H" Current	I _{CEH}	V _{IN} = 6.0V, V _{OUT} = 0.0V, V _{CE} = 6.0V, V _{SET} = 6.0V	-0.1	0.0	0.1	μA	④	
CE "L" Current	I _{CEL}	V _{IN} = 6.0V, V _{OUT} = 0.0V, V _{CE} = 0.0V, V _{SET} = 6.0V	-0.1	0.0	0.1	μA	④	
VSET "H" Voltage	V _{SETH}	V _{OUT} = (V _{OUT1} + V _{OUT2}) / 2, V _{OUT1} < V _{OUT2} →Voltage which Lx pin holding "H" level ^{(*)5} V _{OUT1} > V _{OUT2} →Voltage which Lx pin holding "L" level ^{(*)5}	Ta=25°C	1.2	-	6.0	②	②
			Ta=-40~85°C ^{(*)3}					
VSET "L" Voltage	V _{SETL}	V _{OUT} = (V _{OUT1} + V _{OUT2}) / 2, V _{OUT1} < V _{OUT2} →Voltage which Lx pin holding "L" level ^{(*)5} V _{OUT1} > V _{OUT2} →Voltage which Lx pin holding "H" level ^{(*)5}	Ta=25°C	GND	-	0.3	②	②
			Ta=-40~85°C ^{(*)3}					
VSET "H" Current	I _{VSETH}	V _{IN} = 6.0V, V _{OUT} = 0.0V, V _{CE} = 6.0V, V _{SET} = 6.0V	-0.1	0.0	0.1	μA	④	
VSET "L" Current	I _{VSETL}	V _{IN} = 6.0V, V _{OUT} = 0.0V, V _{CE} = 6.0V, V _{SET} = 0.0V	-0.1	0.0	0.1	μA	④	
Short Protection Threshold Voltage ^{(*)4}	V _{SHORT}	V _{SET} = 5.0V, Voltage which Lx pin holding "L" level ^{(*)5}	Ta=25°C	0.10	0.54	0.80	②	②
			Ta=-40~85°C ^{(*)3}					
C _L Discharge (Type D)	R _{DCHG}	V _{IN} = 5.0V, V _{CE} = 0.0V, V _{OUT} = 0.1V, V _{SET} = 5.0V	29	45	60	Ω	②	
Inductance Value	L	Test Frequency=1MHz	-	2.2	-	μH		
Inductor Rated Current	I _{DC_L}	ΔT=+40°C Current value that raises the temperature by 40°C with DC current	-	850	-	mA		

V_{OUT(T)} = 設定出力電圧, 測定条件: 特に指定無き場合、V_{IN} = 5.0V, V_{CE} = 5.0V

(*)1 V_{OUT1}, V_{OUT2}はリップル電圧を加味した出力電圧の平均値であり、本測定条件で設定出力電圧になるように設定しております。

(*)2 最大出力電流は入出力電位差および使用する周辺部品等の条件に大きく依存します。詳細は動作説明および使用上の注意を参照願います。

(*)3 設計値

(*)4 V_{OUT1} or V_{OUT2} < 1.2V の場合 Short Protection 機能はありません。

(*)5 "H" = V_{IN} - 1.2V ~ V_{IN}, "L" = - 0.1V ~ 0.1V

■電気的特性

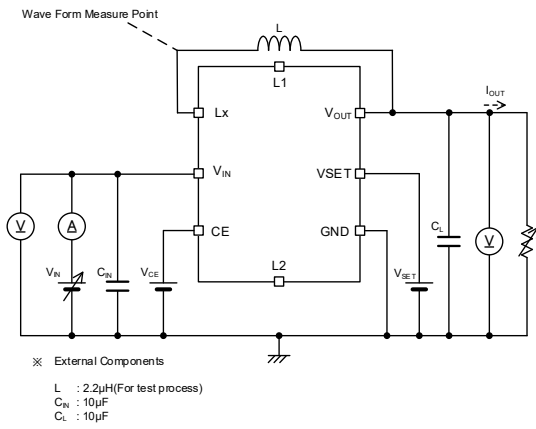
SPEC Table

Nominal Output Voltage $V_{OUT(T)}$	V_{OUT} (V)	V_{OUT1-2} (V)			V_{IN} (V)	I_q (nA)	
	<T-1>	<E-1>	<E-2>	<E-3>	<C-1>	<E-4>	<E-5>
	TYP.	MIN.	TYP.	MAX.	V_{IN}	TYP.	MAX.
0.50	0.500	0.460	0.480	0.500	1.80	200	600
0.60	0.600	0.560	0.580	0.600	1.80	200	600
0.70	0.700	0.660	0.680	0.700	1.80	200	600
0.80	0.800	0.760	0.780	0.800	1.80	200	600
0.90	0.900	0.860	0.880	0.900	1.80	200	600
1.00	1.000	0.960	0.980	1.000	1.80	200	600
1.10	1.100	1.058	1.080	1.102	1.80	200	600
1.20	1.200	1.156	1.180	1.204	1.80	200	600
1.30	1.300	1.254	1.280	1.306	1.80	200	600
1.40	1.400	1.352	1.380	1.408	1.90	200	600
1.50	1.500	1.450	1.480	1.510	2.00	200	600
1.60	1.600	1.548	1.580	1.612	2.10	200	600
1.70	1.700	1.646	1.680	1.714	2.20	200	600
1.80	1.800	1.744	1.780	1.816	2.30	200	600
1.90	1.900	1.842	1.880	1.918	2.40	200	600
2.00	2.000	1.940	1.980	2.020	2.50	210	630
2.10	2.100	2.038	2.080	2.122	2.60	210	630
2.20	2.200	2.136	2.180	2.224	2.70	210	630
2.30	2.300	2.234	2.280	2.326	2.80	210	630
2.40	2.400	2.332	2.380	2.428	2.90	210	630
2.50	2.500	2.430	2.480	2.530	3.00	220	660
2.60	2.600	2.528	2.580	2.632	3.10	220	660
2.70	2.700	2.626	2.680	2.734	3.20	220	660
2.80	2.800	2.724	2.780	2.836	3.30	220	660
2.90	2.900	2.822	2.880	2.938	3.40	230	690
3.00	3.000	2.920	2.980	3.040	3.50	230	690
3.10	3.100	3.018	3.080	3.142	3.60	230	690
3.20	3.200	3.116	3.180	3.244	3.70	240	720
3.30	3.300	3.214	3.280	3.346	3.80	240	720
3.40	3.400	3.312	3.380	3.448	3.90	240	720
3.50	3.500	3.410	3.480	3.550	4.00	250	750
3.60	3.600	3.508	3.580	3.652	4.10	250	750

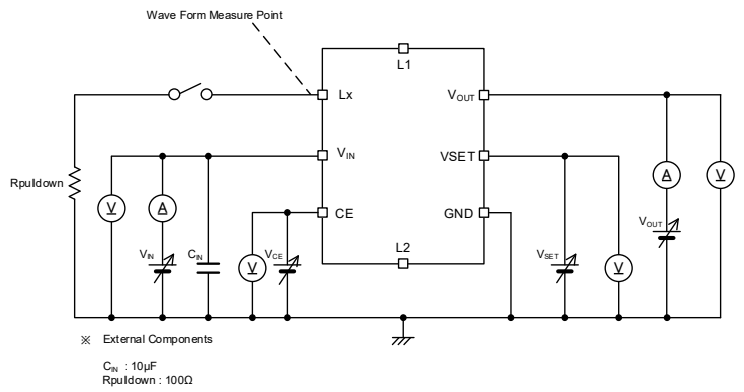
その他電圧につきましては弊社営業担当者にお問い合わせください。

■ 測定回路図

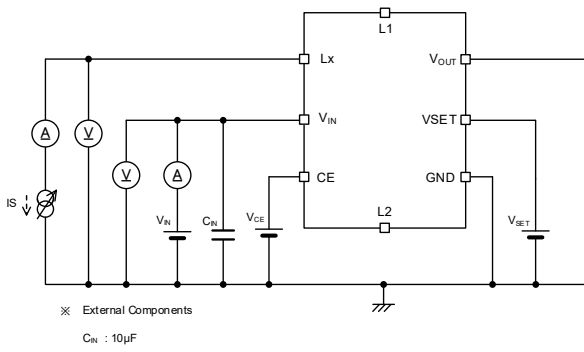
< Test Circuit No.① >



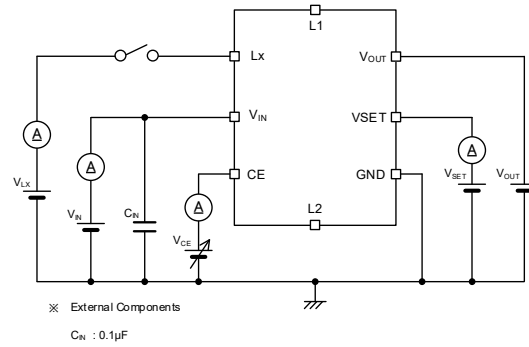
< Test Circuit No.② >



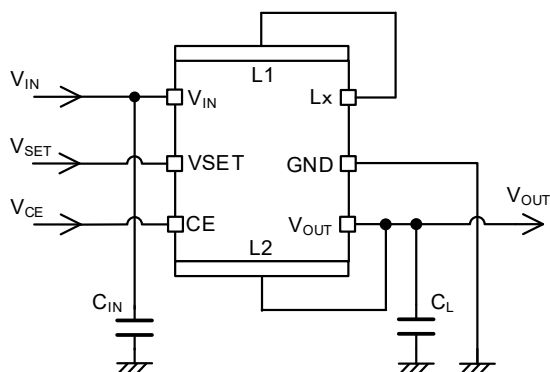
< Test Circuit No.③ >



< Test Circuit No.④ >



■標準回路例



(注意):
コイルは本製品専用になります。
本製品以外の用途で使用しないで下さい。

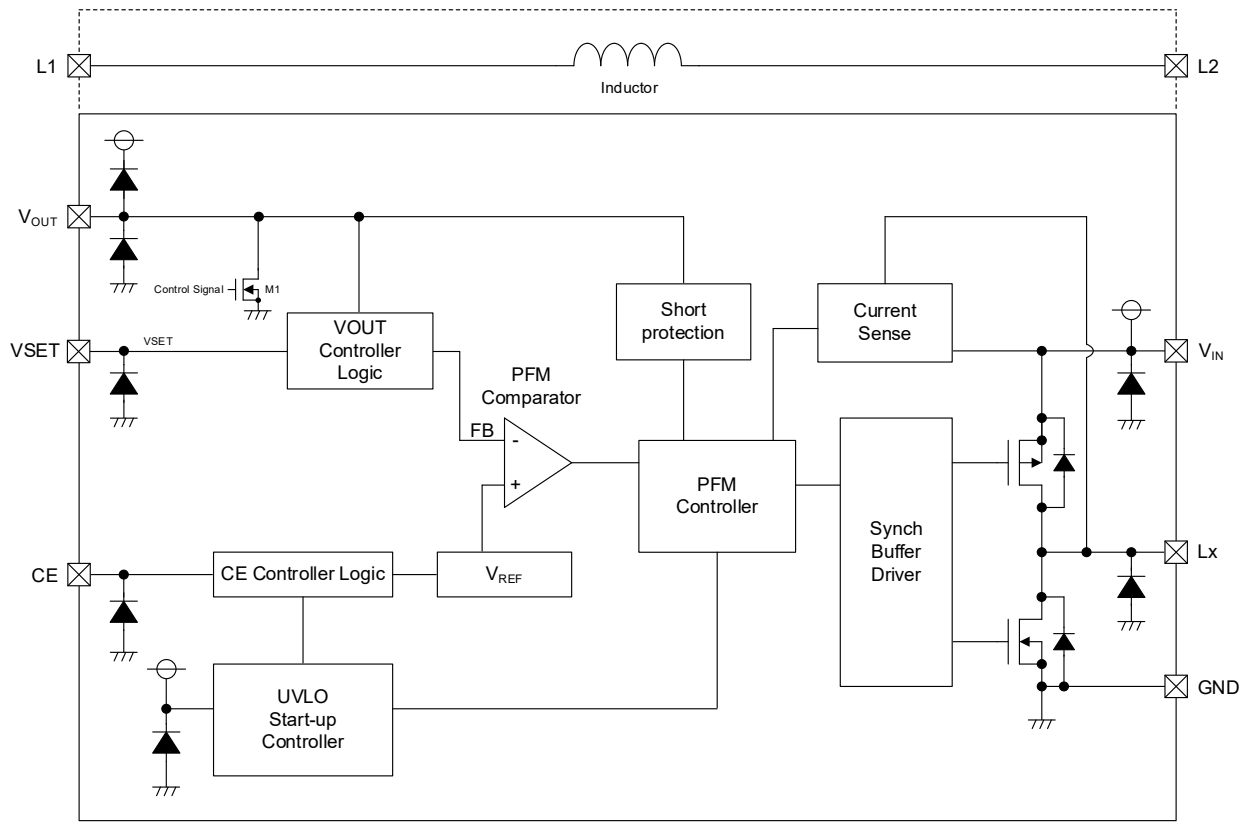
【Typical Examples】

	Manufacturer	Product Number	Value	Size
C _{IN}	Murata	GRM188R61A106ME69	10μF/10V	1.6 x 0.8 x 1.0mm
	Taiyo Yuden	MSASL168BB5106MTNB33		
	TDK	C1608X5R1A106M		
C _L	Murata	GRM188R61A106ME69	10μF/10V	1.6 x 0.8 x 1.0mm
		GRM188R61A226ME15	22μF/10V	
	Taiyo Yuden	MSASL168BB5106MTNB33	10μF/10V	
		MSASL168BB5226MTNA01	22μF/10V	
		MSASJ168BB5226MTNA01	22μF/6.3V	
	TDK	C1608X5R1A106M	10μF/10V	
		C1608X5R1A226M	22μF/10V	

- * セラミックコンデンサの DC バイアス特性、定格電圧などを考慮し部品選定をお願いします。
- * 推奨部品と同等以上の実行容量値を持つセラミックコンデンサを使用してください。
実効容量値が低いコンデンサを使用すると出力電圧が不安定になる場合があります。
- * 出力電圧のリプル電圧を低減したい場合は、出力容量 C_L の容量値を大きくしてください。
出力容量 C_L にタンタルコンデンサ等の ESR が大きいコンデンサを使用すると、リプル電圧が増加します。
電解コンデンサなどの大容量コンデンサを並列に接続すると起動時の突入電流増加や、出力電圧が不安定になる場合があります。

■動作説明

本 IC は、基準電圧源、PFM コンパレータ、Pch ドライバ FET、Nch ドライバ FET、電流センス回路、PFM 制御回路、CE コントロール回路等で構成されています。



< BLOCK DIAGRAM >

制御方式は、カレントリミット PFM 制御を採用することと IC 自身の消費電流を抑制することで軽負荷時の効率を従来の製品と比べて大幅に改善しています。

■動作説明

<通常動作>

本 IC では、出力電流に応じて下記①~③の動作間隔を調整する事で出力電圧の制御を行っています。

実動作での出力電圧の平均値 V_{OUT1} および V_{OUT2} は、 V_{OUT1-2} および V_{OUT2-2} と実動作でのリップル電圧に依存し、下記のように算出できます。そのため入力電圧、出力電圧、周辺部品等の影響によりリップル電圧が変動した場合、出力電圧の平均値が変動します。

$$V_{OUT1} = V_{OUT1-2} + \text{Ripple Voltage} \times 1/2 \quad (\text{VSET} = "L")$$

$$V_{OUT2} = V_{OUT2-2} + \text{Ripple Voltage} \times 1/2 \quad (\text{VSET} = "H")$$

- ① 出力電圧を V_{OUT} Controller logic 回路で分圧したフィードバック電圧(FB 電圧)と基準電圧 V_{REF} を PFM コンパレータで比較します。PFM コンパレータは FB 電圧が基準電圧 V_{REF} より低くなると、Pch ドライバ FET をオンするための信号を PFM Controller 回路に出し、Pch ドライバ FET をオンさせます。

この時のオン時間は次式にて算出できます。

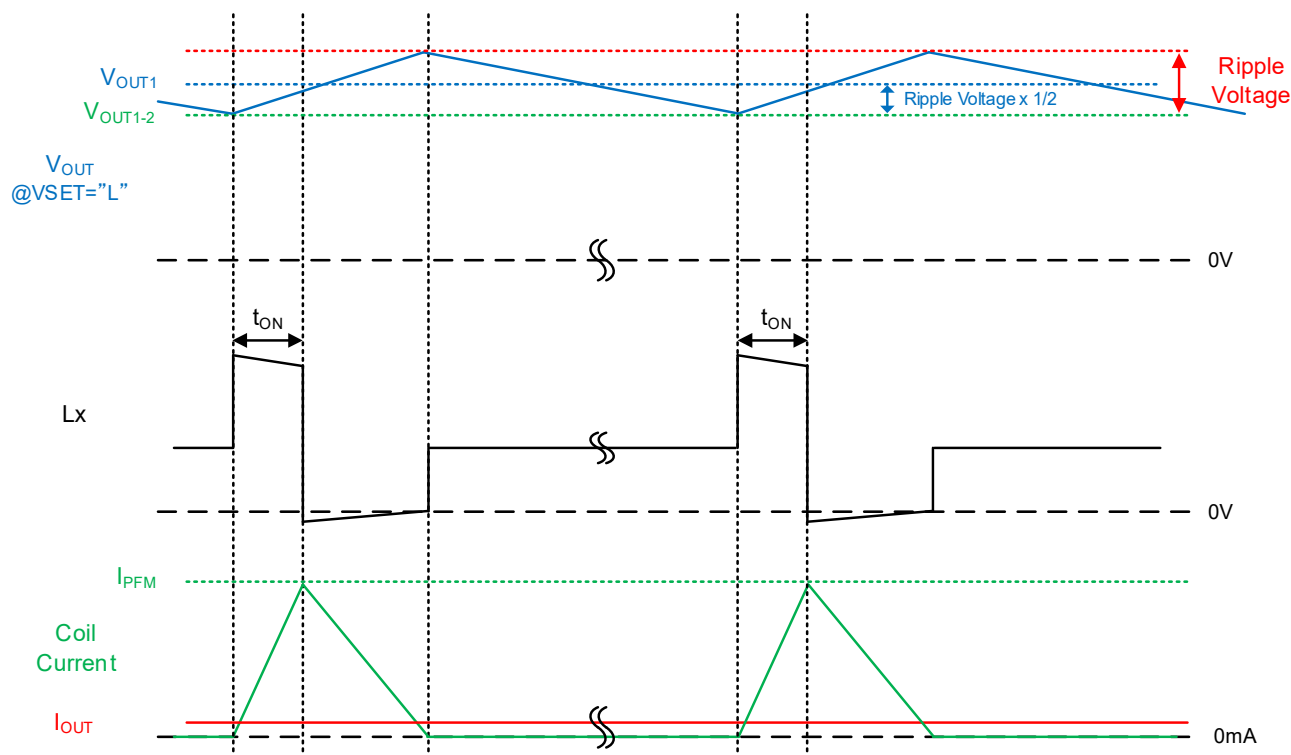
$$t_{ON} = L \times I_{PFM} / (V_{IN} - V_{OUT})$$

- ② Pch ドライバ FET がオンするとコイル電流が増加していき、コイル電流が PFM Switching Current (I_{PFM}) に達するまで Pch ドライバ FET をオンさせます。

コイル電流が I_{PFM} に達すると、Pch ドライバ FET をオフさせた後、Nch ドライバ FET をオンします。

- ③ Nch ドライバ FET がオンした後、コイル電流が低下していきコイル電流が 0mA 付近になると Nch ドライバ FET がオフします。FB 電圧が基準電圧 V_{REF} より低くなるまで、Pch ドライバ FET および Nch ドライバ FET のオフを維持します。

上記①~③のスイッチング動作により、出力電圧の増加に伴い FB 電圧を上昇させますが、コイル電流が 0mA に達する前に、PFM コンパレータが FB 電圧が基準電圧 V_{REF} より低いと判定した場合は、Nch ドライバ FET をオフさせ①に移行します。



■動作説明

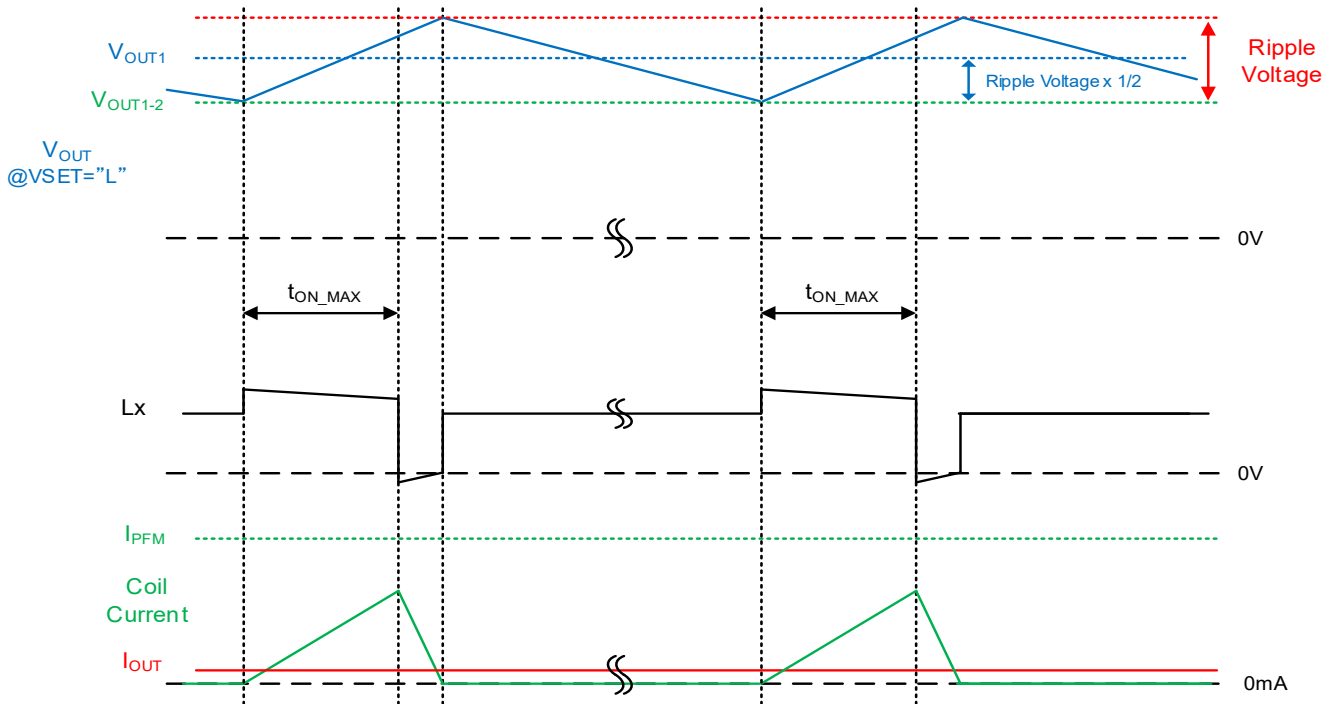
<最大オン時間, 100% Duty 動作>

入出力電位差が少なくなるとコイル電流が I_{PFM} まで到達するのに必要なオン時間が大きくなり、出力電圧のリプル電圧が増加しやすくなります。

そのため入出力電位差が小さい条件では、FB 電圧が基準電圧 V_{REF} より高くなった後に Pch ドライバ FET がオンできる最大オン時間を $3.0\mu s$ (TYP.) に制限することで過度なリプル電圧を抑制します。

さらに入出力電位差が小さくなると FB 電圧が基準電圧 V_{REF} より常時低くなるため、Pch ドライバ FET が常時オン状態である 100% Duty 動作となります。

100% Duty では、通常動作時と比べて IC の消費電流が増加します。



■動作説明

<CE 機能>

CE 端子に"H"電圧(V_{CEH})を入力すると、起動モードにより出力電圧を立ち上げた後、通常動作となります。

CE 端子に"L"電圧(V_{CEL})を入力するとスタンバイ状態となり、消費電流をスタンバイ電流 I_{STB} (TYP. 0.0 μ A)に抑え、PchドライバFETとNchドライバFETをオフします。

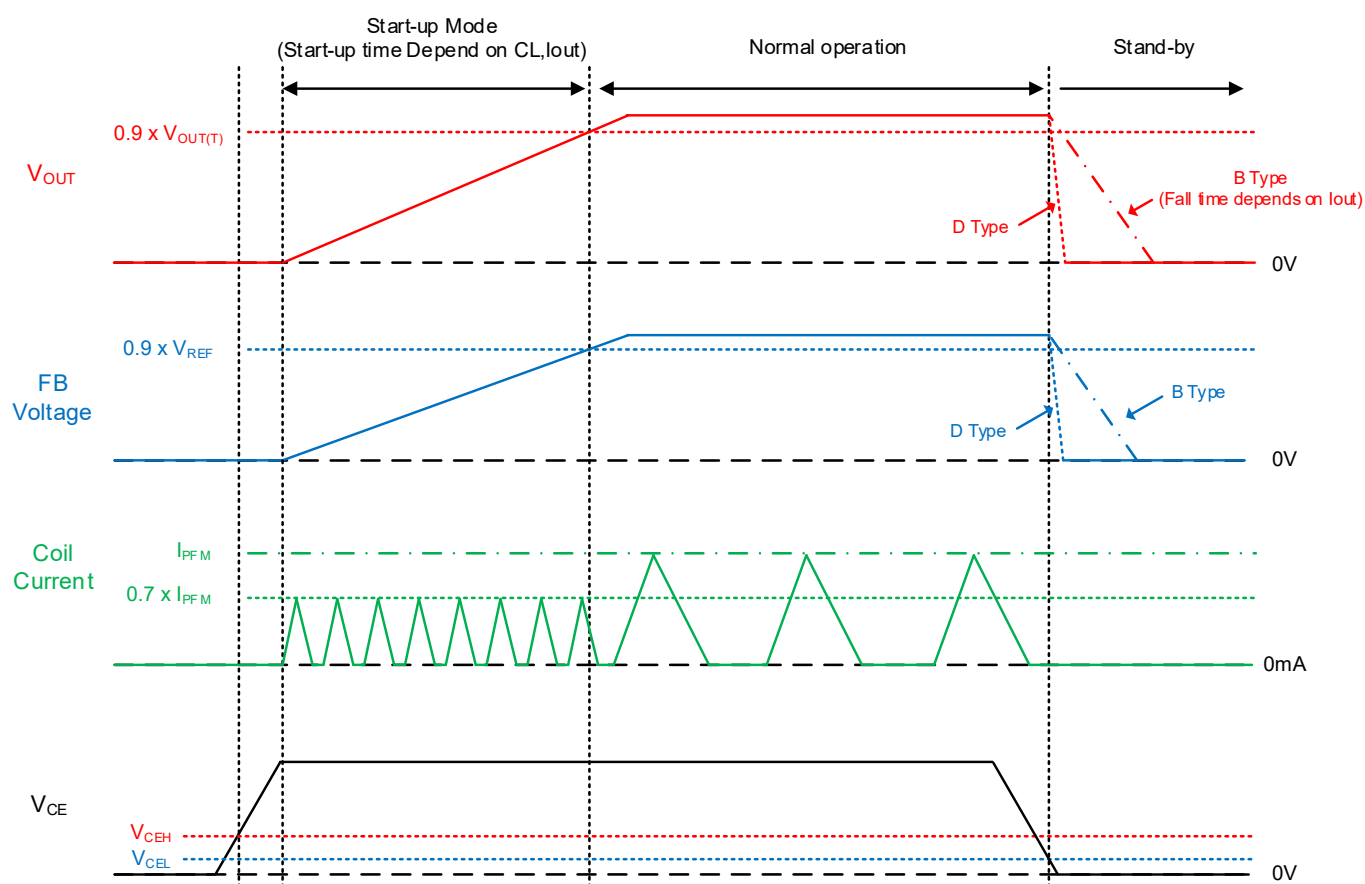
<起動モード>

CE 端子に"H"電圧(V_{CEH})を入力後および UVLO 機能解除後に FB 電圧が $0.9 \times V_{REF}$ に達するまでの間、起動モードが動作します。

起動モード中は通常動作時と異なり、短絡保護機能の動作を停止し IC が誤って動作停止することを防ぎます。

また突入電流を抑制するため、コイルのピーク電流を $0.7 \times I_{PFM}$ に制限することと、NchドライバFETがオンせず NchドライバFETの寄生ダイオードを介してコイル電流が流れます。

また出力電圧の立ち上がり時間は、出力容量の容量値および出力電流に依存します。



<UVLO 機能>

V_{IN} 端子電圧が UVLO 検出電圧(V_{UVLOD})以下になると内部回路の動作不安定による誤パルス出力防止のため、UVLO 機能が動作します。

UVLO 機能中は、PchドライバFETとNchドライバFETをオフし、 V_{OUT} -GND 端子間の Nch FET M1 がオンすることで出力容量の電荷をディスチャージし出力電圧を低下させます。

V_{IN} 端子電圧が UVLO 解除電圧(V_{UVLOR})以上になると UVLO 機能が解除されます。

UVLO 機能が解除された後は、起動モードにより出力電圧が立ち上がり、その後通常動作となります。

また UVLO 機能中は、スタンバイ状態ではなく内部回路が動作しスイッチング動作を停止している状態なので消費電流が増加します。

■動作説明

<短絡保護機能>

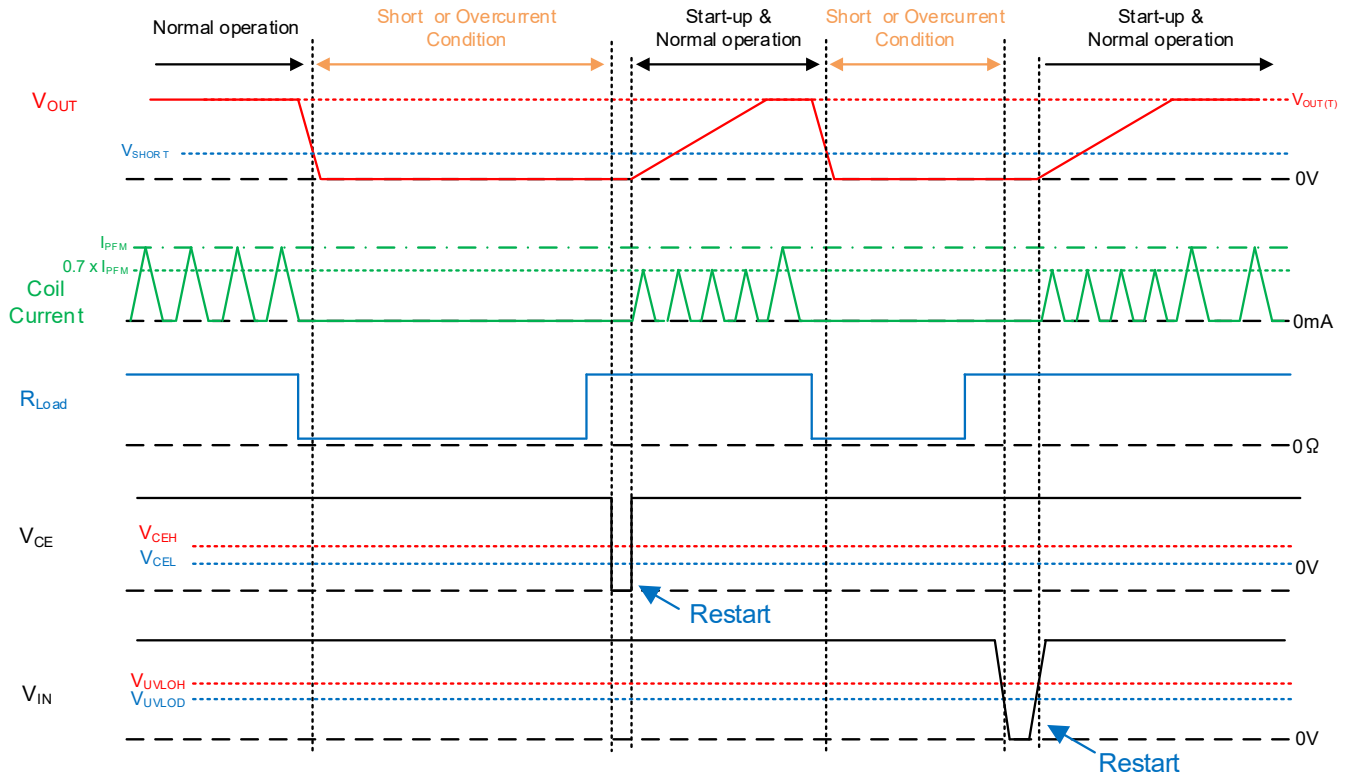
•Case (a) : $V_{OUT1,2} \geq 1.2V$

短絡保護機能は V_{OUT} 端子電圧を監視しており、短絡状態もしくは過電流状態で V_{OUT} 端子電圧が Short Protection Threshold Voltage(V_{SHORT})以下に低下した場合、短絡保護機能が動作します。

短絡保護機能が動作すると、PchドライバFETとNchドライバFETをオフさせた状態を保持します。

短絡保護機能動作後に V_{OUT} 端子電圧が Short Protection Threshold Voltage(V_{SHORT})以上になった場合は通常動作に復帰します。

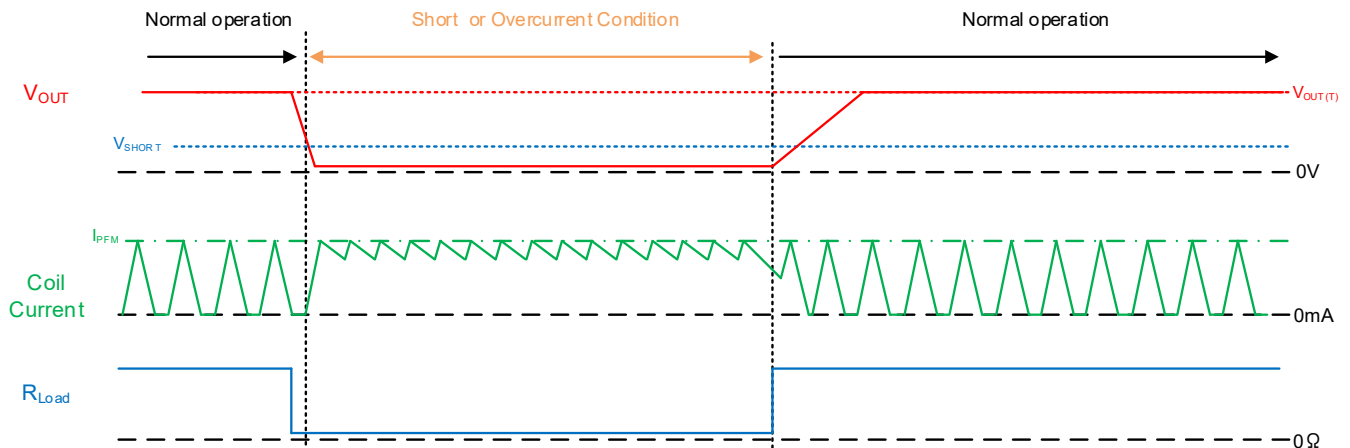
短絡保護機能の解除には、CE 機能にて IC をスタンバイ状態にさせた後に IC を起動するか、入力電圧を UVLO 検出電圧(V_{UVLO})以下にしてから入力電圧を立ち上げる必要があります。



•Case (b) : V_{OUT1} or $V_{OUT2} < 1.2V$

短絡保護機能は V_{OUT1} または V_{OUT2} が 1.2V 未満の品番には搭載されておらず、短絡状態もしくは過電流状態となった場合は、出力電圧が低下しスイッチング動作を継続します。

短絡状態もしくは過度な出力電流が解除されると、速やかに出力電圧が設定出力電圧まで上昇します。



■動作説明

<C_L ディスチャージ機能(D タイプのみ)>

本 IC はオプションにより C_L ディスチャージ機能を選択可能です。

C_L ディスチャージ機能はスタンバイ状態時に V_{OUT}-GND 端子間の Nch FET M1 がオンすることで出力容量の電荷を高速にディスチャージし出力電圧を低下させます。本機能によりスタンバイ状態時に出力容量に電荷が残っていることによるアプリケーションの誤動作を防ぐことが可能です。

放電時間は、この Nch FET M1 を含む C_L 放電抵抗 R_{DCHG} と出力容量の容量値によって決定されます。次式によって出力電圧の放電時間が求められます。

$$V = V_{OUT(T)} \times e^{-t/\tau}$$

$$t \text{ について展開すると } t = \tau \ln(V_{OUT(T)} / V)$$

V : 放電後の出力電圧
V_{OUT(T)} : 設定出力電圧
t : 放電時間
C_L : 出力容量の実効容量値
R_{DCHG} : C_L 放電抵抗の抵抗値
τ : C_L × R_{DCHG}

<出力電圧切替え機能>

VSET 端子に "H" 電圧 (VSET_H) を入力すると設定出力電圧を V_{OUT2} に、"L" 電圧 (VSET_L) を入力すると設定出力電圧を V_{OUT1} として動作します。

通常動作中に VSET 端子電圧の切替えを行った場合、設定出力電圧が変更され、一定期間後に変更後の出力電圧に変化します。

VSET SIGNAL	Output Voltage	Comment
H	V _{OUT2}	-
L	V _{OUT1}	-
H → L	V _{OUT2} → V _{OUT1} (V _{OUT1} < V _{OUT2})	"L" 入力から 30μs 後に出力電圧が V _{OUT1} まで低下開始。 立ち下がり速度は、出力電流に依存。
	V _{OUT2} → V _{OUT1} (V _{OUT1} > V _{OUT2})	"L" 入力から 30μs 後に出力電圧が V _{OUT1} まで上昇開始。 立ち上がり速度は I _{PFM} に依存。
L → H	V _{OUT1} → V _{OUT2} (V _{OUT1} < V _{OUT2})	"H" 入力から 30μs 後に出力電圧が V _{OUT2} まで上昇開始。 立ち上がり速度は I _{PFM} に依存。
	V _{OUT1} → V _{OUT2} (V _{OUT1} > V _{OUT2})	"H" 入力から 30μs 後に出力電圧が V _{OUT2} まで低下開始。 立ち下がり速度は、出力電流に依存。

■使用上の注意

1. 周辺部品及び本 IC の絶対最大定格を超えないように注意してください。
絶対最大定格を超える場合には、劣化または破壊する可能性があります。
また推奨動作範囲外の条件で使用した場合は、IC が正常動作を行わない場合や、劣化を引き起こす可能性があります。
2. DC/DC コンバータの特性は本 IC の特性のみならず周辺部品に大きく依存しますので、各部品の仕様を参考の上、十分注意して部品選定を行ってください。
特に出力容量 C_L の特性には注意し B 特性(JIS 規格)または X7R,X5R(EIA 規格)のセラミックコンデンサを使用してください。
3. CE,VSET 端子はプルアップ抵抗またはプルダウン抵抗を内部接続してないため、オープン状態で使用しないで下さい。
また CE 端子に中間電圧を入力した場合、CE,VSET 端子入力段に貫通電流が流れ消費電流が増加します。
4. 軽負荷もしくはスタンバイ状態時、Pch ドライバ FET のリーク電流により出力電圧が上昇する場合があります。
5. PFM コンバータ回路の内部遅延や入力オフセット等により、スイッチング動作を連続して行うことがあります。スイッチング動作が連続した場合は、出力電圧のリプル電圧が増加やリプル電圧の増加に伴う出力電圧の上昇が発生します。
6. 入出力電位差が小さい条件では、リプル電圧が大きくなり、出力電圧が上昇する場合があります。
7. V_{OUT1} または V_{OUT2} が 1.2V 未満の品番には短絡保護機能が搭載されていないため、入力電圧が高く過度な出力電流の条件においてコイル電流が重畳する場合があります。
8. 起動モード中はコイルのピーク電流を通常動作時より低くするため、起動時に出力電流が大きい条件では出力電圧が立ち上がらない場合があります。
9. 消費電流抑制のため、UVLO の検出動作は Pch ドライバ FET をオンしてから一定期間のみ行います。
そのため、瞬時的に V_{IN} 端子電圧が UVLO 検出電圧(V_{UVLOD})以下に低下した場合、UVLO 機能が動作しない場合があります。
10. 入力電圧が 2.7V 以下、設定出力電圧が 1.0V 以下、周囲温度が 65°C 以上の条件において、効率が大幅に低下することがあります。通常 Nch ドライバ FET がオンした後、コイル電流が 0mA に低下してから Nch ドライバ FET がオフします。本条件ではコイル電流が 0mA に低下する前に、Nch ドライバ FET がオフすることで Nch ドライバ FET での損失が増加し効率が低下します。
11. 本 IC はコイル一体型製品であるため、磁石の近傍などの強磁界の環境に配置しないで下さい。
強磁界の影響により、インダクタンス値の低下、効率の悪化および IC の異常動作を引き起こす可能性があります。
12. 一時的、過渡的な電圧降下及び電圧上昇等の現象について、絶対最大定格を超える場合には、IC を劣化または破壊する可能性があります。
13. 当社では製品の改善、信頼性の向上に努めております。しかしながら、万が一のためにフェールセーフとなる設計およびエージング処理など、装置やシステム上で十分な安全設計をお願いします。

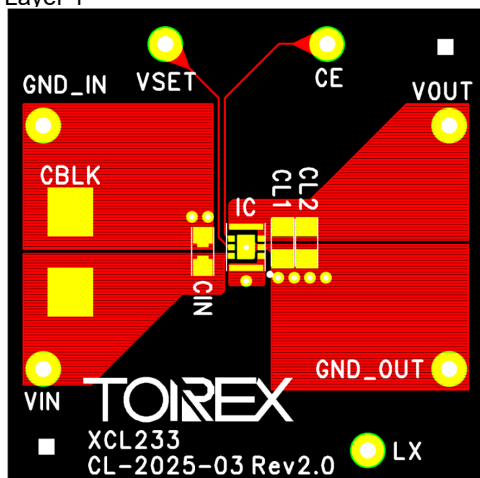
■使用上の注意

14. 基板レイアウト上の注意

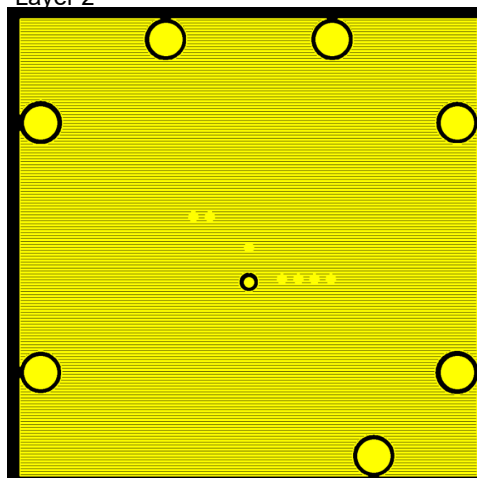
- (1) V_{IN} 端子電圧の変動をできるだけ抑える為に V_{IN} 端子と GND 端子に最短で入力容量 C_{IN} を接続してください。
- (2) 周辺部品はできる限り IC の近くに実装してください。
- (3) 周辺部品は配線のインピーダンスを下げる為、太く短く配線してください。
- (4) スwitching 時の GND 電流による GND 電位の変動は IC の動作を不安定にする場合がありますので GND 配線を十分強化してください。
- (5) 本製品は発熱部品となり、使用条件等により放熱対策が必要になります。
必要に応じて PCB レイアウト等で熱設計を実施してください。

< 参考パターンレイアウト >

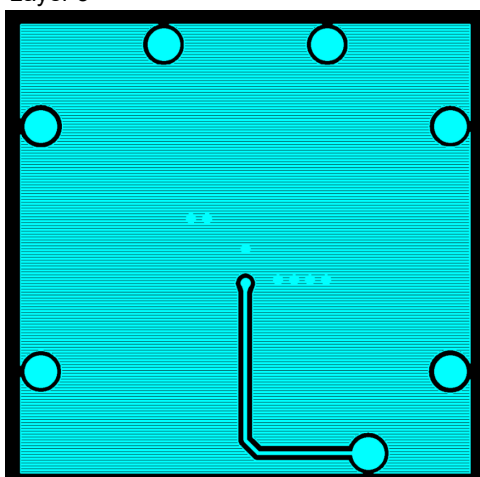
Layer 1



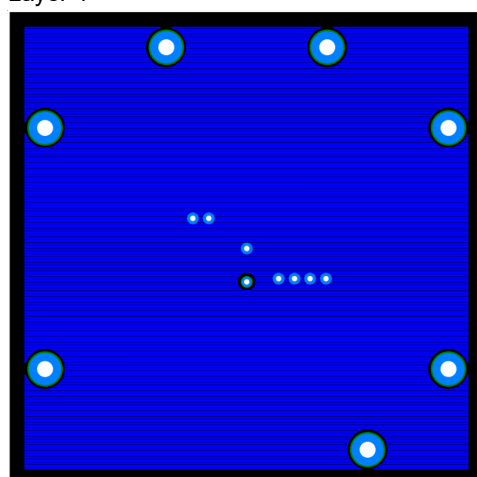
Layer 2



Layer 3



Layer 4



■本製品の取扱いについて

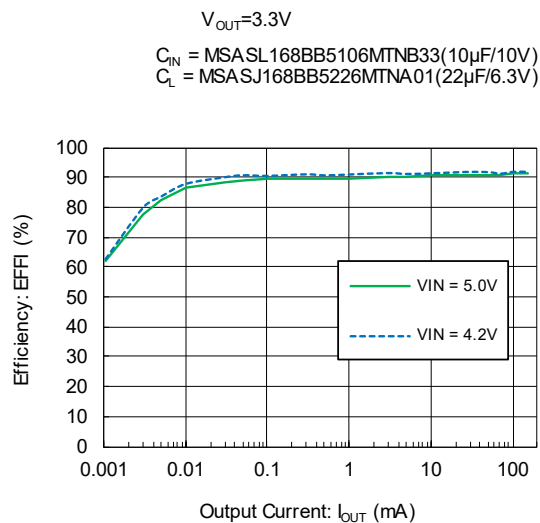
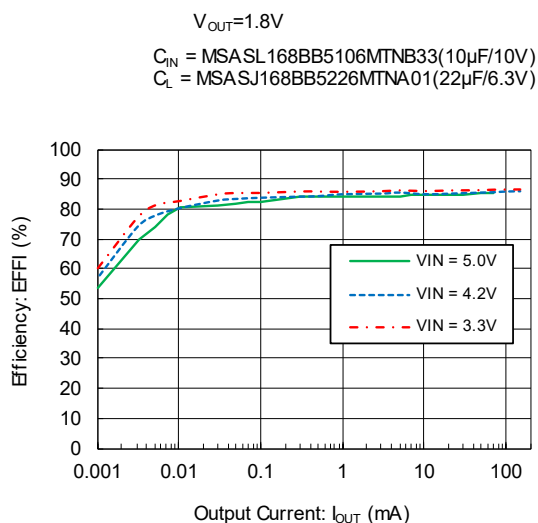
- (1) 本製品に実装されているコイルは、一般的な面実装タイプのチップインダクタ仕様に準拠しており、キズ、フラックスの汚れ等がある場合があります。
- (2) 本製品を以下の環境で使用しないでください。
水または塩水のかかる箇所、結露状態になる箇所、有毒ガス(硫化水素、亜鉛酸、塩素、アンモニア等)が存在する箇所。
- (3) 本製品の溶剤洗浄は行わないようお願い致します。

■実装について

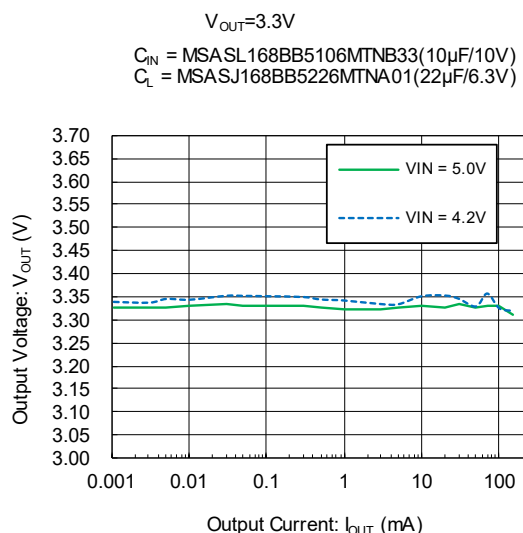
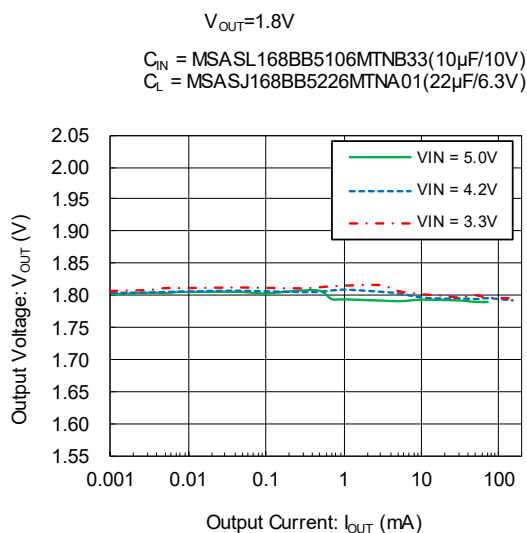
- (1) 実装精度 0.05mm 以内を推奨します。
- (2) 実装はコイル端子を基準として実装をお願いします。

■ 特性例

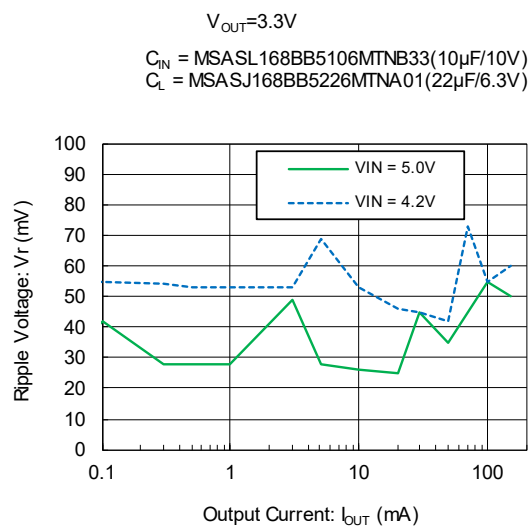
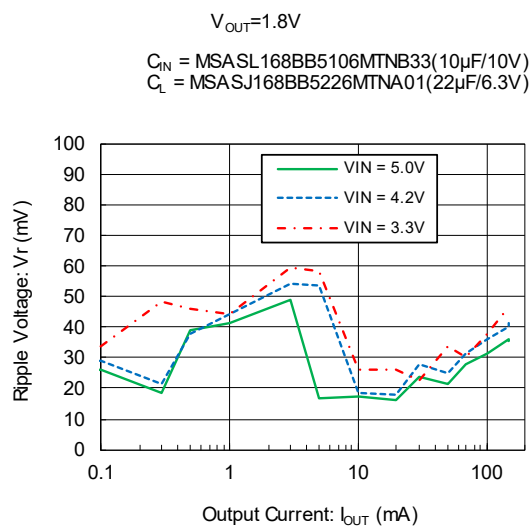
(1) Efficiency vs. Output Current



(2) Output Voltage vs. Output Current



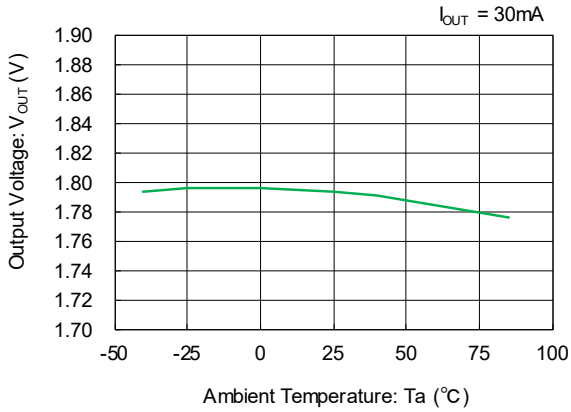
(3) Ripple Voltage vs. Output Current



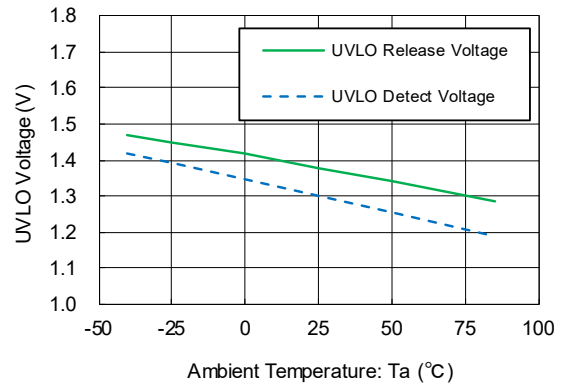
■ 特性例

(4) Output Voltage vs. Ambient

$V_{OUT}=1.8V$

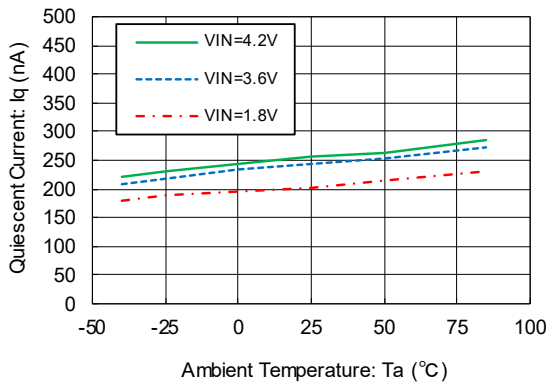


(5) UVLO Voltage vs. Ambient

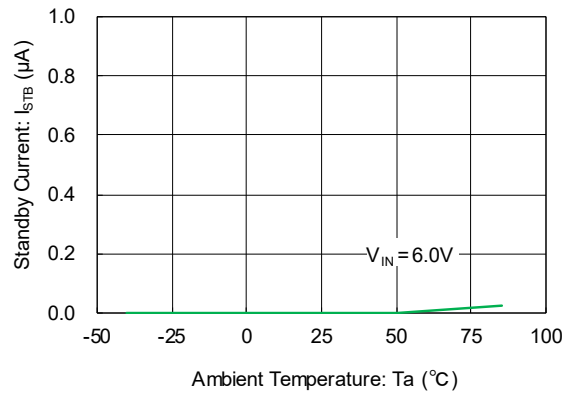


(6) Quiescent Current vs. Ambient Temperature

$V_{OUT}=0.6V$



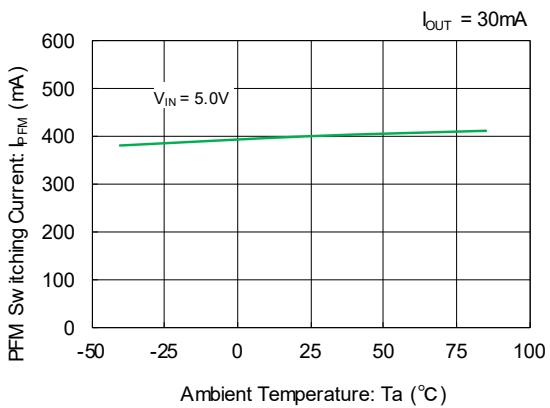
(7) Stand-by Current vs. Ambient Temperature



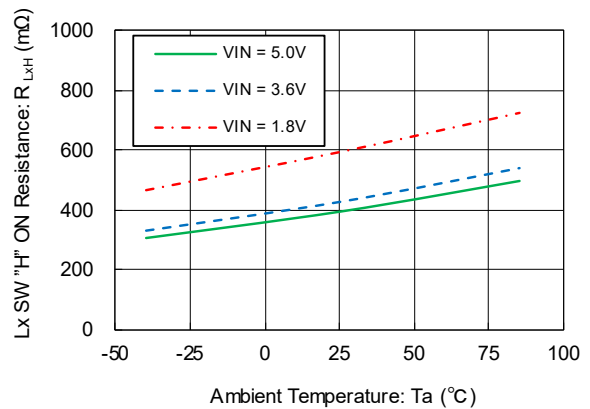
(8) PFM Switching Current vs. Ambient Temperature

$V_{OUT}=0.6V$

$C_{IN} = MSASL168BB5106MTNB33(10\mu F/10V)$
 $C_L = MSASL168BB5226MTNA01(22\mu F/10V) \times 2$

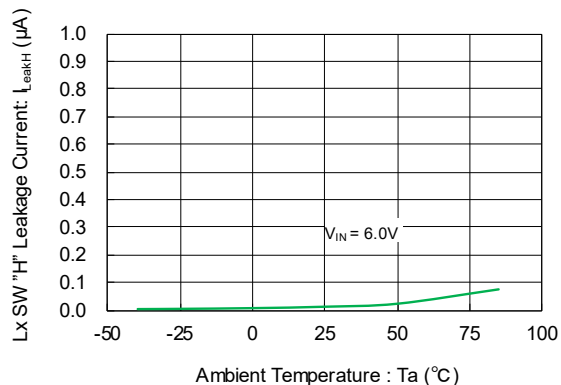
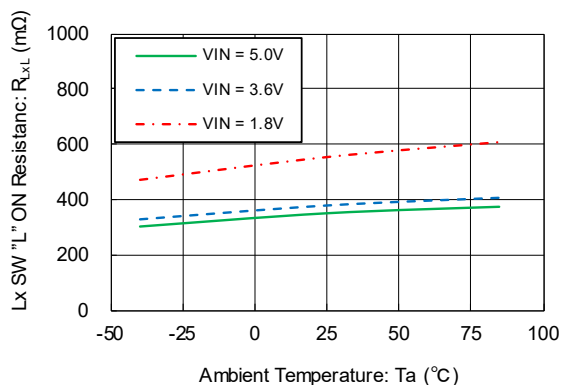


(9) Lx SW "H" ON Resistance vs. Ambient Temperature

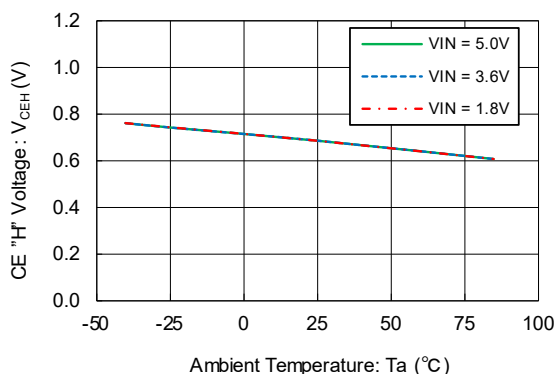
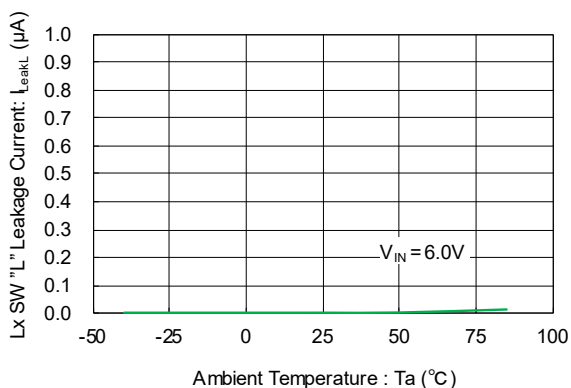


■ 特性例

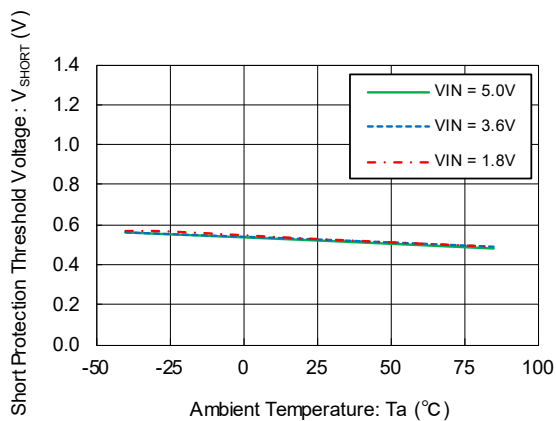
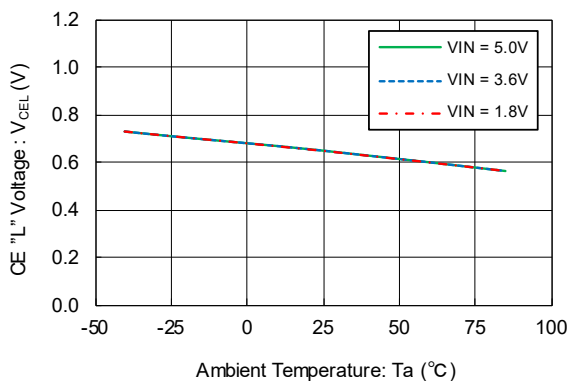
(10) Lx SW "L" ON Resistanc vs. Ambient Temperature (11) Lx SW "H" Leakage Current vs. Ambient Temperature



(12) Lx SW "L" Leakage Current vs. Ambient Temperature (13) CE "H" Voltage vs. Ambient Temperature

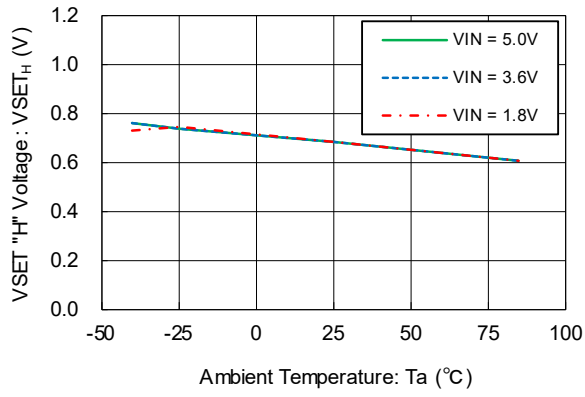


(14) CE "L" Voltage vs. Ambient Temperature (15) Short Protection Threshold vs. Ambient Temperature

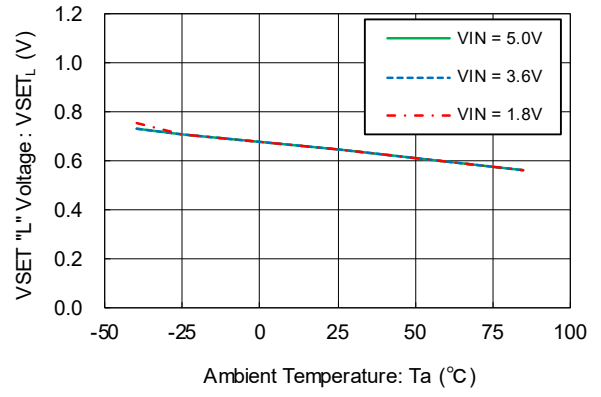


■ 特性例

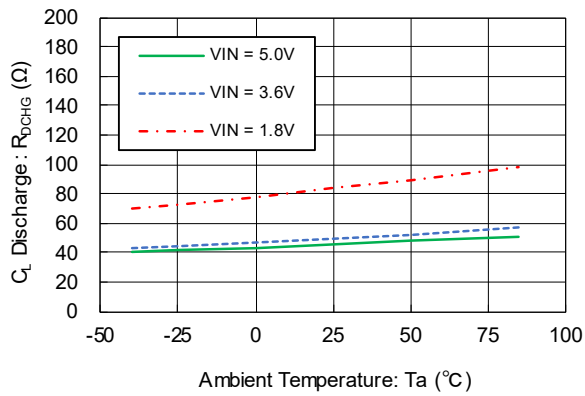
(16) VSET "H" Voltage vs. Ambient Temperature



(17) VSET "L" Voltage vs. Ambient Temperature



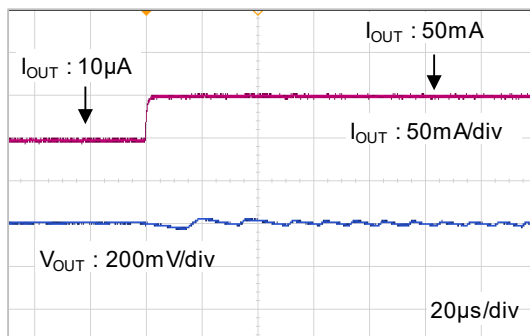
(18) C_L Discharge Resistance vs. Ambient Temperature



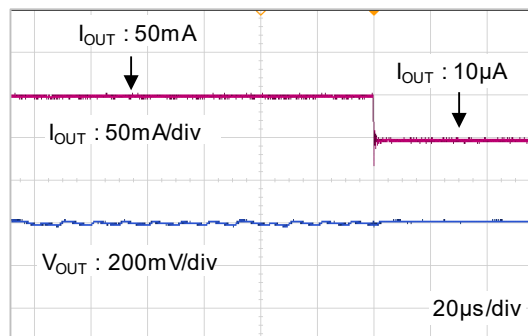
■ 特性例

(19) Load Transient Responses

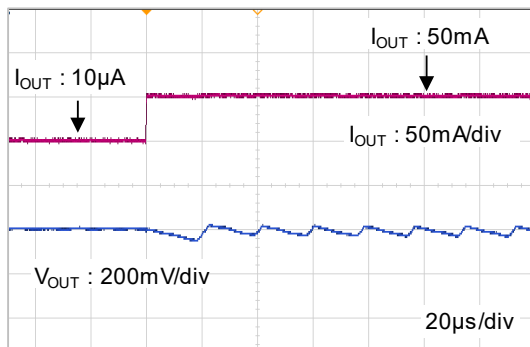
$V_{OUT}=1.8V$
 $V_{IN} = 3.6V, I_{OUT} = 10\mu A \Rightarrow 50mA, tr = 5\mu s$
 $C_{IN} = MSASL168BB5106MTNB33(10\mu F/10V)$
 $C_L = MSASL168BB5226MTNA01(22\mu F/10V) \times 2$



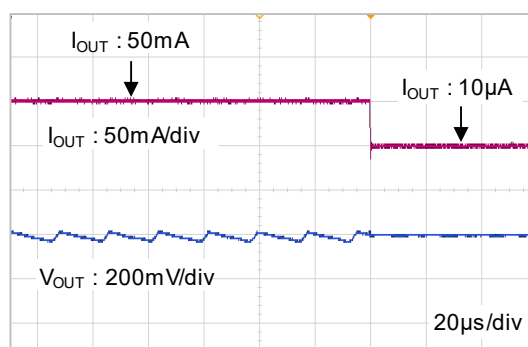
$V_{OUT}=1.8V$
 $V_{IN} = 3.6V, I_{OUT} = 50mA \Rightarrow 10\mu A, tf = 5\mu s$
 $C_{IN} = MSASL168BB5106MTNB33(10\mu F/10V)$
 $C_L = MSASL168BB5226MTNA01(22\mu F/10V) \times 2$



$V_{OUT}=3.0V$
 $V_{IN} = 3.6V, I_{OUT} = 10\mu A \Rightarrow 50mA, tr = 5\mu s$
 $C_{IN} = MSASL168BB5106MTNB33(10\mu F/10V)$
 $C_L = MSASL168BB5226MTNA01(22\mu F/10V) \times 2$



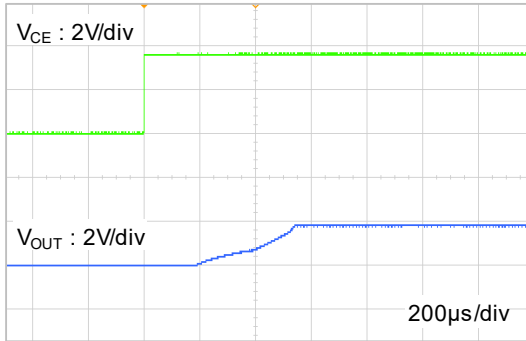
$V_{OUT}=3.0V$
 $V_{IN} = 3.6V, I_{OUT} = 50mA \Rightarrow 10\mu A, tf = 5\mu s$
 $C_{IN} = MSASL168BB5106MTNB33(10\mu F/10V)$
 $C_L = MSASL168BB5226MTNA01(22\mu F/10V) \times 2$



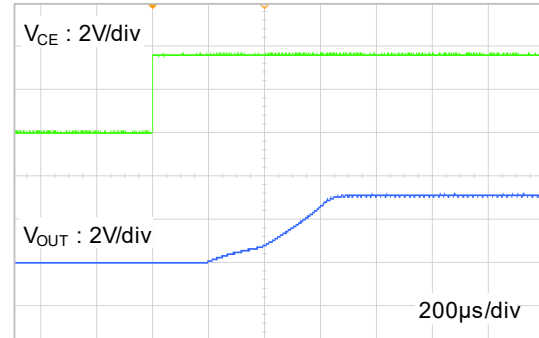
■ 特性例

(20) Startup Mode

$V_{OUT}=1.8V$
 $V_{IN} = 3.6V, V_{CE} = 0.0V \Rightarrow 3.6V, tr = 5\mu s, RL = 36\Omega$
 $C_{IN} = MSASL168BB5106MTNB33(10\mu F/10V)$
 $C_L = MSASL168BB5226MTNA01(22\mu F/10V) \times 2$



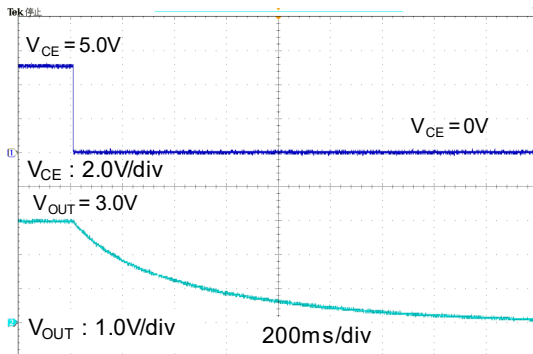
$V_{OUT}=3.0V$
 $V_{IN} = 3.6V, V_{CE} = 0.0V \Rightarrow 3.6V, tr = 5\mu s, RL = 60\Omega$
 $C_{IN} = MSASL168BB5106MTNB33(10\mu F/10V)$
 $C_L = MSASL168BB5226MTNA01(22\mu F/10V) \times 2$



(21) Falling waveform

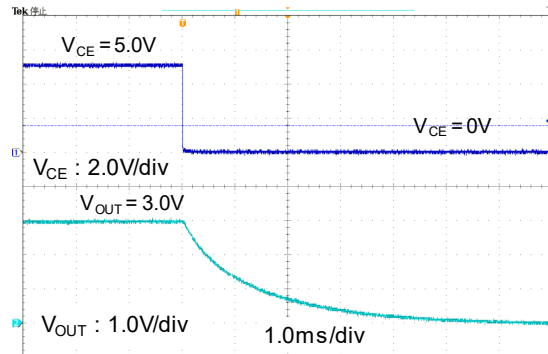
XCL233BB90KR-G(Without C_L Discharge)

$V_{IN} = 5.0V, V_{SET}=5.0V, V_{OUT} = 3.0V, RL = 30k\Omega$
 $V_{CE} = 5.0V \Rightarrow 0V, tf = 5\mu s$
 $C_{IN} = MSASL168BB5106MTNB33(10\mu F/10V)$
 $C_L = MSASL168BB5226MTNA01(22\mu F/10V) \times 2$



XCL233DB90KR-G(With C_L Discharge)

$V_{IN} = 5.0V, V_{SET}=5.0V, V_{OUT} = 3.0V, RL = 30k\Omega$
 $V_{CE} = 5.0V \Rightarrow 0V, tf = 5\mu s$
 $C_{IN} = MSASL168BB5106MTNB33(10\mu F/10V)$
 $C_L = MSASL168BB5226MTNA01(22\mu F/10V) \times 2$

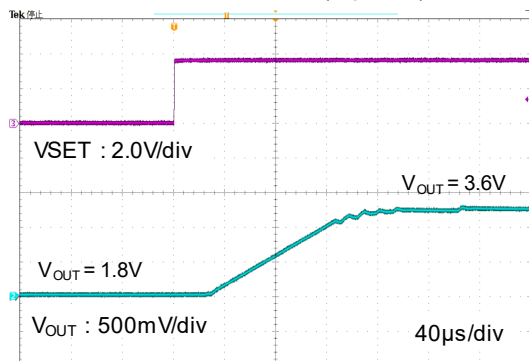


■ 特性例

(22) Output voltage selectable function

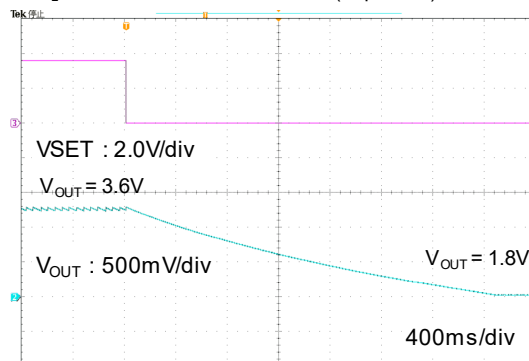
XCL233BB90KR-G

$V_{IN} = 3.6V, V_{OUT} = 1.8V \Rightarrow 3.0V, R_L = 180k\Omega$
 $V_{SET} = 0V \Rightarrow 3.6V, t_r = 5\mu s$
 $C_{IN} = \text{MSASL168BB5106MTNB33}(10\mu F/10V)$
 $C_L = \text{MSASL168BB5226MTNA01}(22\mu F/10V) \times 2$



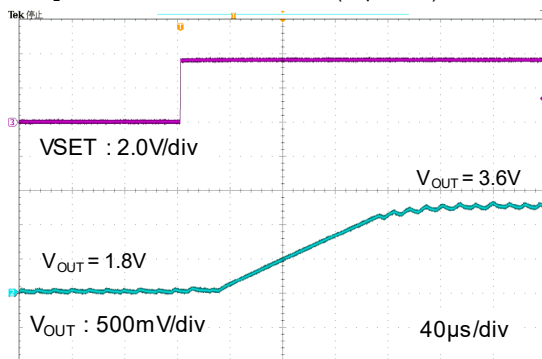
XCL233BB90KR-G

$V_{IN} = 3.6V, V_{OUT} = 3.0V \Rightarrow 1.8V, R_L = 180k\Omega$
 $V_{SET} = 3.6V \Rightarrow 0V, t_f = 5\mu s$
 $C_{IN} = \text{MSASL168BB5106MTNB33}(10\mu F/10V)$
 $C_L = \text{MSASL168BB5226MTNA01}(22\mu F/10V) \times 2$



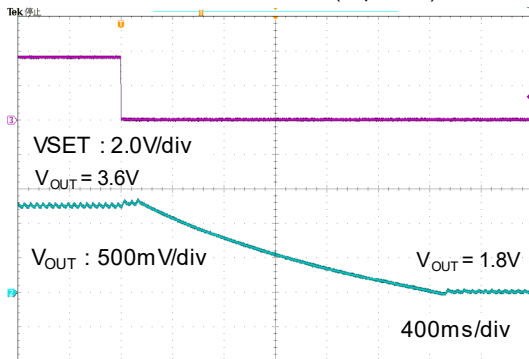
XCL233BB90KR-G

$V_{IN} = 3.6V, V_{OUT} = 1.8V \Rightarrow 3.0V, R_L = 36\Omega$
 $V_{SET} = 0V \Rightarrow 3.6V, t_r = 5\mu s$
 $C_{IN} = \text{MSASL168BB5106MTNB33}(10\mu F/10V)$
 $C_L = \text{MSASL168BB5226MTNA01}(22\mu F/10V) \times 2$



XCL233BB90KR-G

$V_{IN} = 3.6V, V_{OUT} = 3.0V \Rightarrow 1.8V, R_L = 36\Omega$
 $V_{SET} = 3.6V \Rightarrow 0V, t_f = 5\mu s$
 $C_{IN} = \text{MSASL168BB5106MTNB33}(10\mu F/10V)$
 $C_L = \text{MSASL168BB5226MTNA01}(22\mu F/10V) \times 2$



■ パッケージインフォメーション

最新のパッケージ情報については www.torex.co.jp/technical-support/packages/ をご覧ください。

PACKAGE	OUTLINE / LAND PATTERN	THERMAL CHARACTERISTICS
CL-2025-03	CL-2025-03 PKG	CL-2025-03 Power Dissipation

■マーキング

マーク① 製品番号を表す。

シンボル	品名表記例
B	XCL233*****-G

マーク②,③

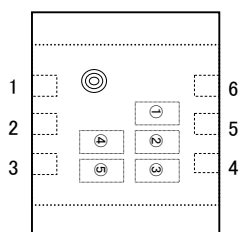
連番は01～09、10～99、A0～A9、B0～B9・・・Z0～Z9、AA～AZ、BA～BZ・・・ZA～ZZ
を順番とする。(但し、G、I、J、O、Q、Wは除く。)

マーク④,⑤

製造ロットを表す。

01～09、0A～0Z、11・・・9Z、A1～A9、AA・・・Z9、ZA～ZZ を繰り返す。
(但し、G、I、J、O、Q、Wは除く。反転文字は使用しない。)

CL-2025-03



1. 本データシートに記載された内容(製品仕様、特性、データ等)は、改善のために予告なしに変更することがあります。製品のご使用にあたっては、その最新情報を当社または当社代理店へお問い合わせください。
2. 本データシートに記載された内容は、製品の代表的動作及び特性を説明するものでありそれらの使用に関連して発生した第三者の知的財産権の侵害などに関し当社は一切その責任を負いません。又その使用に際して当社及び第三者の知的財産権の実施許諾を行うものではありません。
3. 本データシートに記載された製品或いは内容の情報を海外へ持ち出される際には、「外国為替及び外国貿易法」その他適用がある輸出関連法令を遵守し、必要な手続きを行ってください。
4. 本製品は、1)原子力制御機器、2)航空宇宙機器、3)医療機器、4)車両・その他輸送機器、5)各種安全装置及び燃焼制御装置等々のように、その機器が生命、身体、財産等へ重大な損害を及ぼす可能性があるような非常に高い信頼性を要求される用途に使用されることを意図しておりません。これらの用途への使用は当社の事前の書面による承諾なしに使用しないでください。
5. 当社は製品の品質及び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。故障のために生じる人身事故、財産への損害を防ぐためにも設計上のフェールセーフ、冗長設計及び延焼対策にご留意をお願いします。
6. 本データシートに記載された製品には耐放射線設計はなされていません。
7. 保証値を超えた使用、誤った使用、不適切な使用等に起因する損害については、当社では責任を負いかねますので、ご了承ください。
8. 本データシートに記載された内容を当社の事前の書面による承諾なしに転載、複製することは、固くお断りします。

トレックス・セミコンダクター株式会社