

**昇圧 超小型 1.2 MHz PWM 制御、PWM / PFM 切換え制御  
スイッチングレギュレータコントローラ**[www.ablicinc.com](http://www.ablicinc.com)

© ABLIC Inc., 2009-2015

Rev.2.1\_02

S-8365/8366 シリーズは、基準電圧源、発振回路、誤差増幅器、位相補償回路、タイマラッチ式短絡保護回路、PWM 制御回路（S-8365 シリーズ）、PWM / PFM 切換え制御回路（S-8366 シリーズ）等で構成された CMOS 昇圧スイッチングレギュレータコントローラです。

外付けに低オン抵抗の Nch パワーMOS FET を使用することにより、高効率、高出力電流を必要とするアプリケーションに対応します。

S-8365 シリーズは、90%まで Duty 比をリニアに可変できる PWM 制御回路により、高効率で入出力電圧差の大きい電圧条件に対応します。

S-8366 シリーズは、PWM / PFM 切換え制御回路により、軽負荷時には PFM 制御回路に動作が切り換わり、IC の動作電流による効率の低下を防ぎます。

S-8365/8366 シリーズは、出力コンデンサにセラミックコンデンサが使用可能です。さらに、小型の SNT-6A、SOT-23-5、SOT-23-6 パッケージを採用し、高密度実装に対応します。

**■ 特長**

- ・ 低電圧動作 : 1.1 V (1 mA) で立ち上がりを保証 (UVLO 機能なしの場合)
- ・ 入力電圧範囲 : 1.8 V~5.5 V
- ・ 発振周波数 : 1.2 MHz、600 kHz
- ・ 基準電圧 : 0.6 V±2.0%
- ・ ソフトスタート機能 : 7 ms typ.
- ・ 低消費電流 : 静止時 70 μA typ.
- ・ Duty 比 : PWM / PFM 切換え制御回路内蔵 (S-8366 シリーズ)  
28%~85% (1.2 MHz 品)  
28%~90% (600 kHz 品)
- ・ パワーオフ機能 : パワーオフ時消費電流 1.0 μA max.
- ・ 外付け部品 : インダクタ、ダイオード、コンデンサ、トランジスタ
- ・ タイマラッチ式短絡保護回路 : 短絡保護機能あり/なしを製品別で選択可能  
外部コンデンサにて遅延時間の設定可能 (短絡保護機能ありの場合)
- ・ UVLO (低電圧誤動作防止) 機能 : UVLO 機能あり/なしを製品別で選択可能
- ・ 鉛フリー、Sn 100%、ハロゲンフリー<sup>\*1</sup>

\*1. 詳細は「■ 品目コードの構成」を参照してください。

**■ 用途**

- ・ MP3 プレーヤー、デジタルオーディオプレーヤー
- ・ デジタルカメラ、GPS、ワイヤレス送受信機
- ・ その他携帯機器

**■ パッケージ**

- ・ SNT-6A
- ・ SOT-23-5
- ・ SOT-23-6

■ ブロック図

1. UVLO 機能あり、短絡保護機能あり

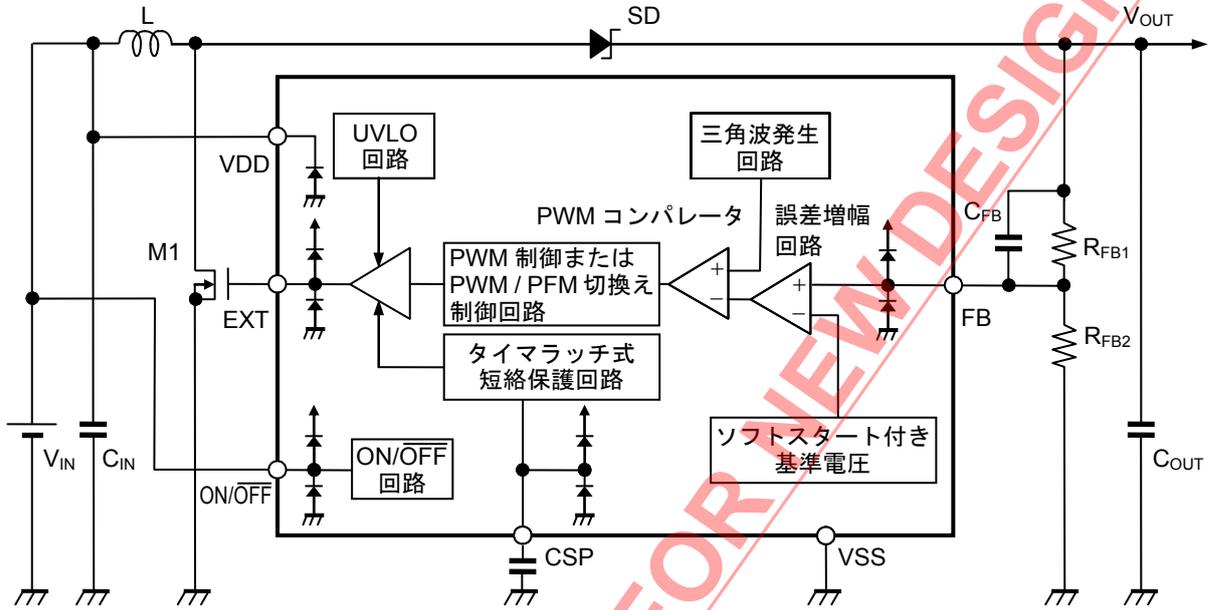


図 1

2. UVLO 機能あり、短絡保護機能なし

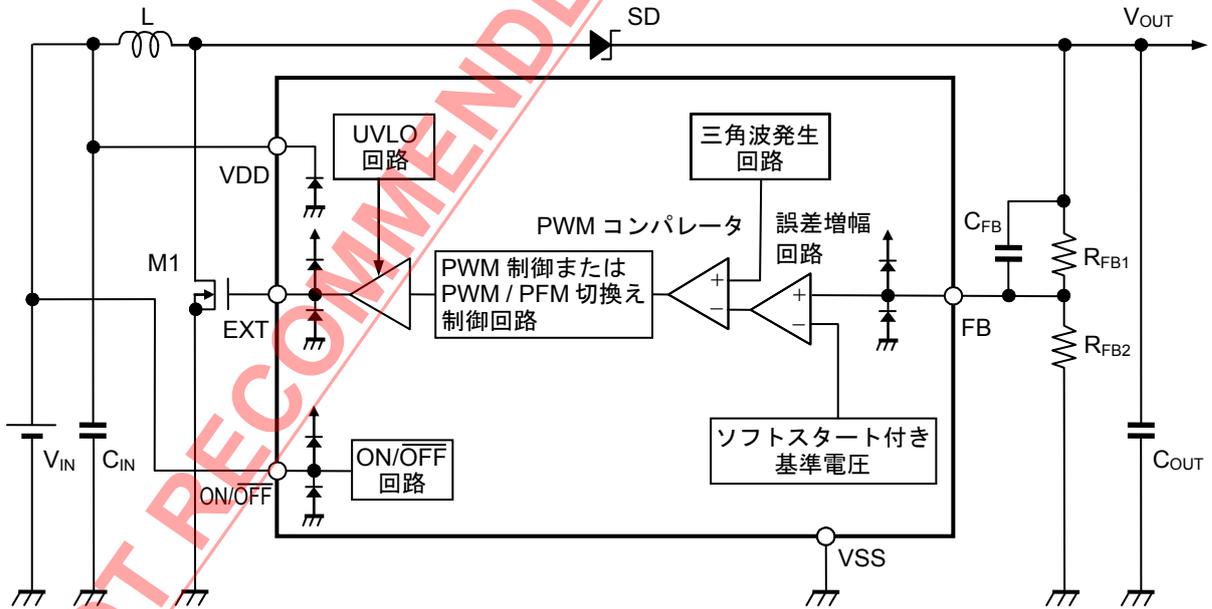


図 2

3. UVLO 機能なし、短絡保護機能なし

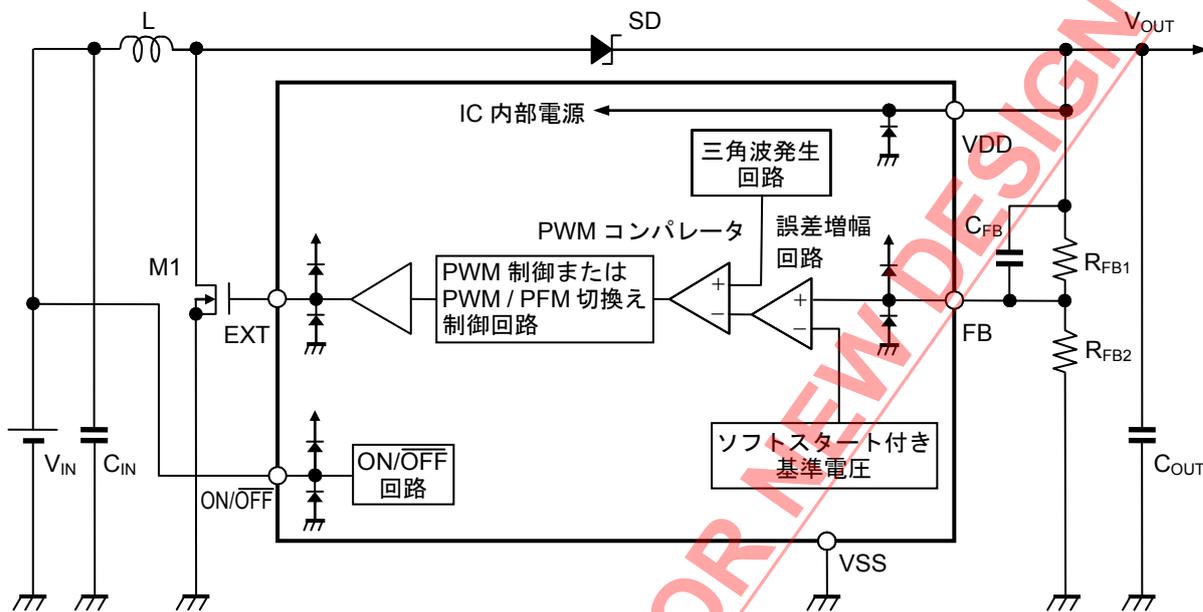


図 3

注意 S-8365/8366 シリーズの出力電圧、発振周波数を安定させるには、 $1.8\text{ V} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{ V}$  の入力電圧が必要です。  
 V<sub>OUT</sub> 出力を V<sub>DD</sub> 端子に接続する場合は、V<sub>OUT</sub> に発生するスパイク電圧も含めて、上記の範囲を満たせる  
 ように入力電圧 (V<sub>OUT</sub>) を設定してください。

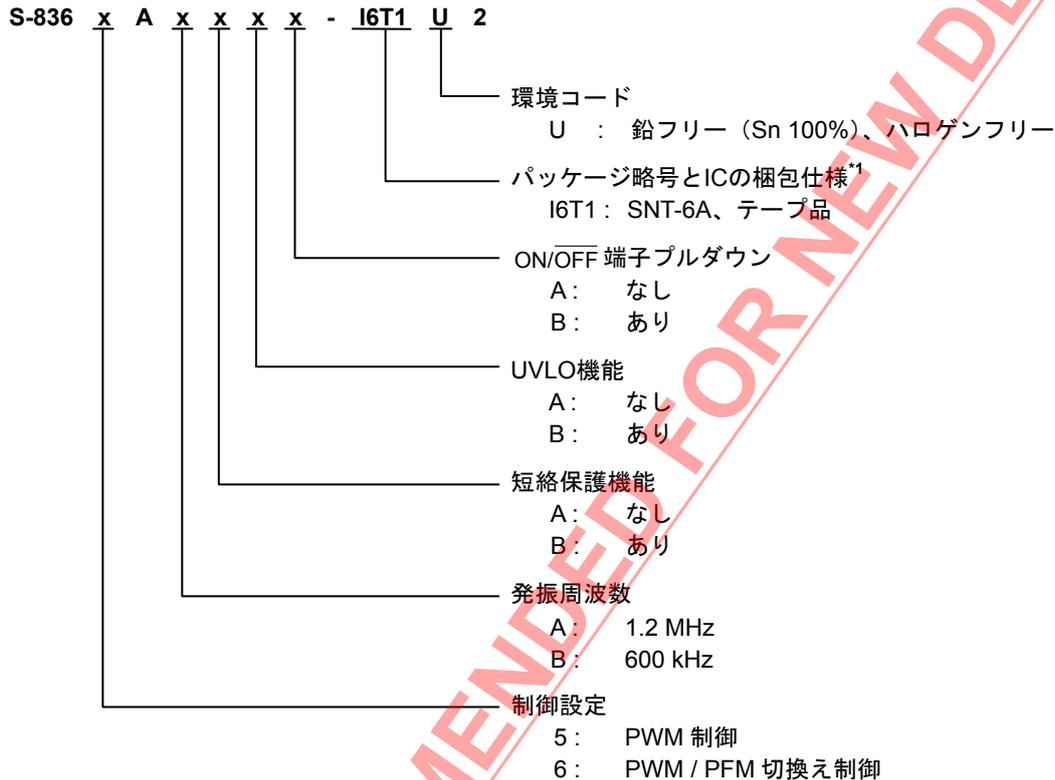
NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

■ 品目コードの構成

S-8365/8366 シリーズは、制御方式、発振周波数、短絡保護機能、UVLO 機能、パッケージ種別を用途により選択指定できます。製品名における文字列が示す内容は「1. 製品名」を、パッケージ図面は「2. パッケージ」を、詳しい製品名は「3. 製品名リスト」を参照してください。

1. 製品名

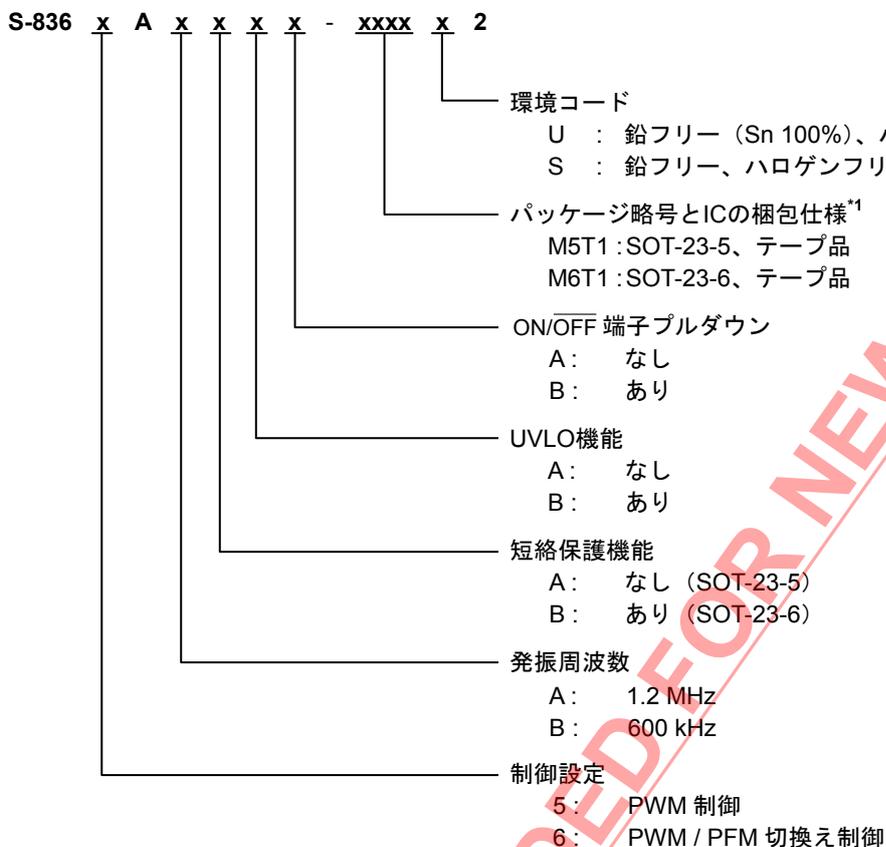
(1) SNT-6A の場合



\*1. テープ図面を参照してください。

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

(2) SOT-23-5、SOT-23-6 の場合



\*1. テープ図面を参照してください。

2. パッケージ

パッケージ名	図面コード			
	パッケージ図面	テープ図面	リール図面	ランド図面
SNT-6A	PG006-A-P-SD	PG006-A-C-SD	PG006-A-R-SD	PG006-A-L-SD
SOT-23-5	MP005-A-P-SD	MP005-A-C-SD	MP005-A-R-SD	—
SOT-23-6	MP006-A-P-SD	MP006-A-C-SD	MP006-A-R-SD	—

3. 製品名リスト

(1) S-8365 シリーズ (PWM 制御)

表 1

SOT-23-5	SOT-23-6	SNT-6A	発振 周波数	短絡保護 機能	UVLO 機能	ON/OFF 端子 プルダウン
—	S-8365AABBA-M6T1y2	S-8365AABBA-I6T1U2	1.2 MHz	あり	あり	なし
S-8365AAABA-M5T1y2	—	S-8365AAABA-I6T1U2	1.2 MHz	なし	あり	なし
S-8365AAAAA-M5T1y2	—	S-8365AAAAA-I6T1U2	1.2 MHz	なし	なし	なし
—	S-8365ABBBA-M6T1y2	S-8365ABBBA-I6T1U2	600 kHz	あり	あり	なし
S-8365ABABA-M5T1y2	—	S-8365ABABA-I6T1U2	600 kHz	なし	あり	なし
S-8365ABAAA-M5T1y2	—	S-8365ABAAA-I6T1U2	600 kHz	なし	なし	なし

- 備考 1. S-8365AxBAA (UVLO 機能なし、短絡保護機能あり) をご希望のときは、弊社営業部までお問い合わせください。  
2. S-8365AxxxB (ON/OFF 端子プルダウンあり) をご希望のときは、弊社営業部までお問い合わせください。  
3. y : S または U  
4. Sn 100%、ハロゲンフリー製品をご希望の場合は、環境コード = U の製品をお選びください。

(2) S-8366 シリーズ (PWM / PFM 切換え制御)

表 2

SOT-23-5	SOT-23-6	SNT-6A	発振 周波数	短絡保護 機能	UVLO 機能	ON/OFF 端子 プルダウン
—	S-8366AABBA-M6T1y2	S-8366AABBA-I6T1U2	1.2 MHz	あり	あり	なし
S-8366AAABA-M5T1y2	—	S-8366AAABA-I6T1U2	1.2 MHz	なし	あり	なし
S-8366AAAAA-M5T1y2	—	S-8366AAAAA-I6T1U2	1.2 MHz	なし	なし	なし
—	S-8366ABBBA-M6T1y2	S-8366ABBBA-I6T1U2	600 kHz	あり	あり	なし
S-8366ABABA-M5T1y2	—	S-8366ABABA-I6T1U2	600 kHz	なし	あり	なし
S-8366ABAAA-M5T1y2	—	S-8366ABAAA-I6T1U2	600 kHz	なし	なし	なし

- 備考 1. S-8366AxBAA (UVLO 機能なし、短絡保護機能あり) をご希望のときは、弊社営業部までお問い合わせください。  
2. S-8366AxxxB (ON/OFF 端子プルダウンあり) をご希望のときは、弊社営業部までお問い合わせください。  
3. y : S または U  
4. Sn 100%、ハロゲンフリー製品をご希望の場合は、環境コード = U の製品をお選びください。

■ ピン配置図

1. SNT-6A

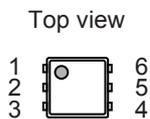


図 4

表 3 短絡保護機能あり

端子番号	端子記号	端子内容
1	EXT	外付けトランジスタ接続端子
2	VSS	GND 端子
3	ON/ $\overline{\text{OFF}}$	パワーオフ端子 “H” : パワーオン (通常動作) “L” : パワーオフ (スタンバイ)
4	FB	出力電圧帰還端子
5	CSP	短絡保護遅延時間設定端子
6	VDD	電源入力端子

表 4 短絡保護機能なし

端子番号	端子記号	端子内容
1	EXT	外付けトランジスタ接続端子
2	VSS	GND 端子
3	ON/ $\overline{\text{OFF}}$	パワーオフ端子 “H” : パワーオン (通常動作) “L” : パワーオフ (スタンバイ)
4	FB	出力電圧帰還端子
5	NC <sup>*1</sup>	無接続
6	VDD	電源入力端子

\*1. NC は電氣的にオープンを示します。  
 そのため、VDD または VSS に接続しても問題ありません。

2. SOT-23-5

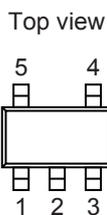


図 5

表 5 短絡保護機能なし

端子番号	端子記号	端子内容
1	ON/ $\overline{\text{OFF}}$	パワーオフ端子 “H” : パワーオン (通常動作) “L” : パワーオフ (スタンバイ)
2	VSS	GND 端子
3	EXT	外付けトランジスタ接続端子
4	VDD	電源入力端子
5	FB	出力電圧帰還端子

3. SOT-23-6

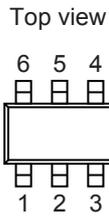


図 6

表 6 短絡保護機能あり

端子番号	端子記号	端子内容
1	VDD	電源入力端子
2	CSP	短絡保護遅延時間設定端子
3	FB	出力電圧帰還端子
4	ON/ $\overline{\text{OFF}}$	パワーオフ端子 “H” : パワーオン (通常動作) “L” : パワーオフ (スタンバイ)
5	VSS	GND 端子
6	EXT	外付けトランジスタ接続端子

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

■ 絶対最大定格

表 7 絶対最大定格

(特記なき場合 : Ta = 25°C、V<sub>SS</sub> = 0 V)

項目	記号	絶対最大定格	単位
VDD 端子電圧	V <sub>DD</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3~V <sub>SS</sub> +6.0	V
FB 端子電圧	V <sub>FB</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3~V <sub>DD</sub> +0.3	V
EXT 端子電圧	V <sub>EXT</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3~V <sub>DD</sub> +0.3	V
ON/OFF 端子電圧	V <sub>ON/OFF</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3~V <sub>DD</sub> +0.3	V
CSP 端子電圧	V <sub>CSP</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3~V <sub>DD</sub> +0.3	V
許容損失	SNT-6A	400 <sup>*1</sup>	mW
	SOT-23-5	600 <sup>*1</sup>	mW
	SOT-23-6	650 <sup>*1</sup>	mW
動作周囲温度	T <sub>opr</sub>	-40~+85	°C
保存温度	T <sub>stg</sub>	-40~+125	°C

\*1. 基板実装時

[実装基板]

- (1) 基板サイズ : 114.3 mm × 76.2 mm × t1.6 mm
- (2) 名称 : JEDEC STANDARD51-7

注意 絶対最大定格とは、どのような条件下でも越えてはならない定格値です。万一この定格値を越えると、製品の劣化などの物理的な損傷を与える可能性があります。

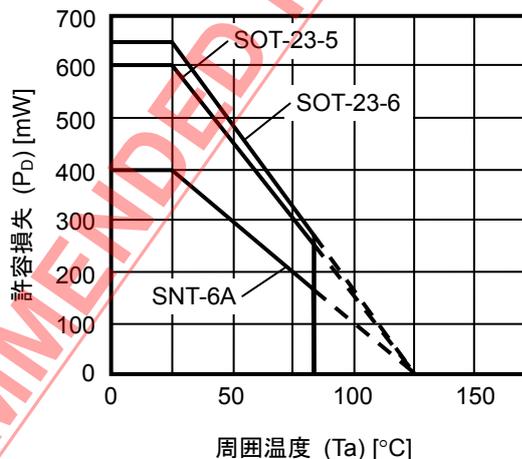


図 7 パッケージ許容損失 (基板実装時)

■ 電気的特性

1. 1.2 MHz 品

表 8 電気的特性

(特記なき場合、 $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 、 $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位	測定回路
入力電圧 <sup>*1</sup>	$V_{DD}$	—	1.8	—	5.5	V	2
動作開始電圧 <sup>*2</sup>	$V_{ST1}$	UVLO 機能なしの場合、 $I_{OUT} = 1\text{ mA}$	—	—	1.1	V	3
発振開始電圧	$V_{ST2}$	UVLO 機能なしの場合、 外付け部品なし	—	—	1.0	V	1
動作保持電圧	$V_{HLD}$	UVLO 機能なしの場合、 $I_{OUT} = 1\text{ mA}$ 、 $V_{DD}$ を徐々に下げて判定	0.8	—	—	V	3
FB 電圧	$V_{FB}$	—	0.588	0.6	0.612	V	1
FB 電圧温度係数	$\frac{\Delta V_{FB}}{\Delta T_a}$	$T_a = -40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	—	$\pm 100$	—	ppm/ $^\circ\text{C}$	1
FB 端子入力電流	$I_{FB}$	$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、FB 端子	-0.1	—	0.1	$\mu\text{A}$	1
動作時消費電流 <sup>*3</sup>	$I_{SS1}$	スイッチング動作時、無負荷 $V_{FB} = V_{FB(S)} \times 0.95$	—	500	—	$\mu\text{A}$	1
静止時消費電流	$I_{SS2}$	スイッチング停止時、 $V_{FB} = V_{FB(S)} \times 1.5$	—	70	120	$\mu\text{A}$	1
パワーオフ時消費電流	$I_{SS3}$	$V_{ON/OFF} = 0\text{ V}$	—	—	1.0	$\mu\text{A}$	1
EXT 端子出力電流	$I_{EXTH}$	$V_{EXT} = V_{DD} - 0.4\text{ V}$	—	-130	-60	mA	1
	$I_{EXTL}$	$V_{EXT} = 0.4\text{ V}$	100	200	—	mA	1
発振周波数	$f_{osc}$	—	1.0	1.2	1.4	MHz	1
最大 Duty 比	Max Duty	$V_{FB} = V_{FB(S)} \times 0.95$	80	85	90	%	1
PWM / PFM 切換え Duty 比 <sup>*4</sup>	PFM Duty	$V_{DD} = V_{OUT(S)} - 0.1\text{ V}$ 、無負荷	20	28	36	%	2
短絡保護遅延時間 <sup>*5</sup>	$t_{PRO}$	短絡保護機能ありの場合、 CSP = 0.1 $\mu\text{F}$ 時	37.5	50	75	ms	1
UVLO 解除電圧	$V_{UVLO+}$	UVLO 機能ありの場合	1.60	1.70	1.78	V	1
UVLO ヒステリシス幅	$V_{UVLOHYS}$	UVLO 機能ありの場合	0.05	0.10	0.15	V	1
高レベル入力電圧	$V_{SH}$	$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	0.75	—	—	V	1
低レベル入力電圧	$V_{SL}$	$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	—	—	0.3	V	1
高レベル入力電流	$I_{SH}$	ON/OFF 端子プルダウンなしの場合、 $V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	-0.1	—	0.1	$\mu\text{A}$	1
		ON/OFF 端子プルダウンありの場合、 $V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	0.2	1.0	2.5	$\mu\text{A}$	1
低レベル入力電流	$I_{SL}$	$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	-0.1	—	0.1	$\mu\text{A}$	1
ソフトスタート時間	$t_{SS}$	—	5	7	10	ms	2

- \*1.  $V_{DD} = 1.1\text{ V}$  から昇圧動作を行います。出力電圧、発振周波数を安定させるために  $1.8\text{ V} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{ V}$  となるように入力電圧を設定してください。
- \*2. 「表 10 外付け部品一覧」に示した外付け部品、および図 10 に示した測定回路での保証値です。動作開始電圧は、ダイオードの順方向電圧によって大きく変動しますので、実機にて十分な評価を行ってください。
- \*3.  $V_{FB(S)}$  は FB 電圧の設定値を示します。
- \*4.  $V_{OUT(S)}$  は出力電圧設定値を示します。 $V_{OUT}$  は実際の出力電圧の typ. 値を示します。 $V_{OUT(S)}$  は  $V_{FB}$  値と出力電圧設定抵抗 ( $R_{FB1}$ 、 $R_{FB2}$ ) の比によって設定できます。詳細は、「■ 外付け部品の選定」を参照してください。
- \*5. 短絡保護時間は外部コンデンサにより設定が可能です。理想的には外部コンデンサにより設定最大値は無限となりますが、コンデンサの放電時間の関係より CSP = 0.47  $\mu\text{F}$  程度を最大値の目安としてください。詳細は、「■ 外付け部品の選定」を参照してください。

2. 600 kHz 品

表 9 電氣的特性

(特記なき場合、 $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 、 $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位	測定回路
入力電圧 <sup>*1</sup>	$V_{DD}$	—	1.8	—	5.5	V	2
動作開始電圧 <sup>*2</sup>	$V_{ST1}$	UVLO 機能なしの場合、 $I_{OUT} = 1\text{ mA}$	—	—	1.0	V	3
発振開始電圧	$V_{ST2}$	UVLO 機能なしの場合、 外付け部品なし	—	—	0.9	V	1
動作保持電圧	$V_{HLD}$	UVLO 機能なしの場合、 $I_{OUT} = 1\text{ mA}$ 、 $V_{DD}$ を徐々に下げて判定	0.8	—	—	V	3
FB 電圧	$V_{FB}$	—	0.588	0.6	0.612	V	1
FB 電圧温度係数	$\frac{\Delta V_{FB}}{\Delta T_a}$	$T_a = -40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	—	$\pm 100$	—	ppm/ $^\circ\text{C}$	1
FB 端子入力電流	$I_{FB}$	$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、FB 端子	-0.1	—	0.1	$\mu\text{A}$	1
動作時消費電流 <sup>*3</sup>	$I_{SS1}$	スイッチング動作時、無負荷 $V_{FB} = V_{FB(S)} \times 0.95$	—	300	—	$\mu\text{A}$	1
静止時消費電流	$I_{SS2}$	スイッチング停止時、 $V_{FB} = V_{FB(S)} \times 1.5$	—	70	120	$\mu\text{A}$	1
パワーオフ時消費電流	$I_{SS3}$	$V_{ON/OFF} = 0\text{ V}$	—	—	1.0	$\mu\text{A}$	1
EXT 端子出力電流	$I_{EXTH}$	$V_{EXT} = V_{DD} - 0.4\text{ V}$	—	-130	-60	mA	1
	$I_{EXTL}$	$V_{EXT} = 0.4\text{ V}$	100	200	—	mA	1
発振周波数	$f_{osc}$	—	510	600	690	kHz	1
最大 Duty 比	Max Duty	$V_{FB} = V_{FB(S)} \times 0.95$	85	90	95	%	1
PWM / PFM 切換え Duty 比 <sup>*4</sup>	PFM Duty	$V_{DD} = V_{OUT(S)} - 0.1\text{ V}$ 、無負荷	20	28	36	%	2
短絡保護遅延時間 <sup>*5</sup>	$t_{PRO}$	短絡保護機能ありの場合、 CSP = 0.1 $\mu\text{F}$ 時	37.5	50	75	ms	1
UVLO 解除電圧	$V_{UVLO+}$	UVLO 機能ありの場合	1.60	1.70	1.78	V	1
UVLO ヒステリシス幅	$V_{UVLOHYS}$	UVLO 機能ありの場合	0.05	0.10	0.15	V	1
高レベル入力電圧	$V_{SH}$	$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	0.75	—	—	V	1
低レベル入力電圧	$V_{SL}$	$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	—	—	0.3	V	1
高レベル入力電流	$I_{SH}$	ON/OFF 端子プルダウンなしの場合、 $V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	-0.1	—	0.1	$\mu\text{A}$	1
		ON/OFF 端子プルダウンありの場合、 $V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	0.2	1.0	2.5	$\mu\text{A}$	1
低レベル入力電流	$I_{SL}$	$V_{DD} = 1.8\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、ON/OFF 端子	-0.1	—	0.1	$\mu\text{A}$	1
ソフトスタート時間	$t_{SS}$	—	5	7	10	ms	2

- \*1.  $V_{DD} = 1.0\text{ V}$  から昇圧動作を行います。出力電圧、発振周波数を安定させるために  $1.8\text{ V} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{ V}$  となるように入力電圧を設定してください。
- \*2. 「表 10 外付け部品一覧」に示した外付け部品、および図 10 に示した測定回路での保証値です。動作開始電圧は、ダイオードの順方向電圧によって大きく変動しますので、実機にて十分な評価を行ってください。
- \*3.  $V_{FB(S)}$  は FB 電圧の設定値を示します。
- \*4.  $V_{OUT(S)}$  は出力電圧設定値を示します。 $V_{OUT}$  は実際の出力電圧の typ. 値を示します。 $V_{OUT(S)}$  は  $V_{FB}$  値と出力電圧設定抵抗 ( $R_{FB1}$ 、 $R_{FB2}$ ) の比によって設定できます。詳細は、「■ 外付け部品の選定」を参照してください。
- \*5. 短絡保護時間は外部コンデンサにより設定が可能です。理想的には外部コンデンサにより設定最大値は無限となりますが、コンデンサの放電時間の関係より CSP = 0.47  $\mu\text{F}$  程度を最大値の目安としてください。詳細は、「■ 外付け部品の選定」を参照してください。

■ 電気的特性測定時の外付け部品一覧

表 10 外付け部品一覧

素子名	記号	定数	製造メーカー	型番
インダクタ	L	2.2 $\mu$ H (1.2 MHz 品)	太陽誘電株式会社	NR6028T
		3.3 $\mu$ H (600 kHz 品)	TDK 株式会社	LTF5022
トランジスタ	M1	—	Vishay Intertechnology, Inc.	Si3460BDV
	Q1	—	株式会社東芝	2SD2652
ダイオード	SD	—	新電元工業株式会社	D1FH3
入力コンデンサ	C <sub>IN</sub>	10 $\mu$ F	TDK 株式会社	C3225X7R1E106MB
出力コンデンサ	C <sub>OUT</sub>	22 $\mu$ F	TDK 株式会社	C4532X7R1E226MB
FB 端子コンデンサ	C <sub>FB</sub>	47 pF	株式会社村田製作所	GRM1882C1H series
CSP 端子コンデンサ	CSP	0.1 $\mu$ F	TDK 株式会社	C1220X7R1E104MB
スピードアップコンデンサ	C <sub>b</sub>	2200 pF	TDK 株式会社	C1005X7R1H222K
ベース抵抗	R <sub>b</sub>	1 k $\Omega$	ローム株式会社	MCR03 series
出力電圧設定抵抗 1	R <sub>FB1</sub>	220 k $\Omega$	ローム株式会社	MCR03 series
出力電圧設定抵抗 2	R <sub>FB2</sub>	30 k $\Omega$	ローム株式会社	MCR03 series

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

■ 測定回路

1.

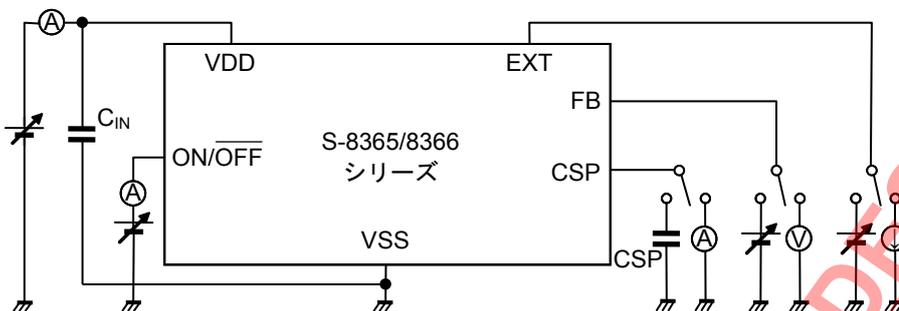


図 8

2.

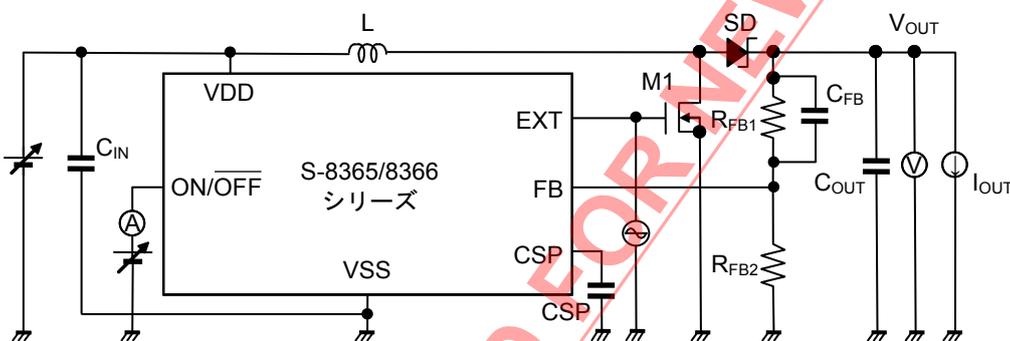


図 9

3.

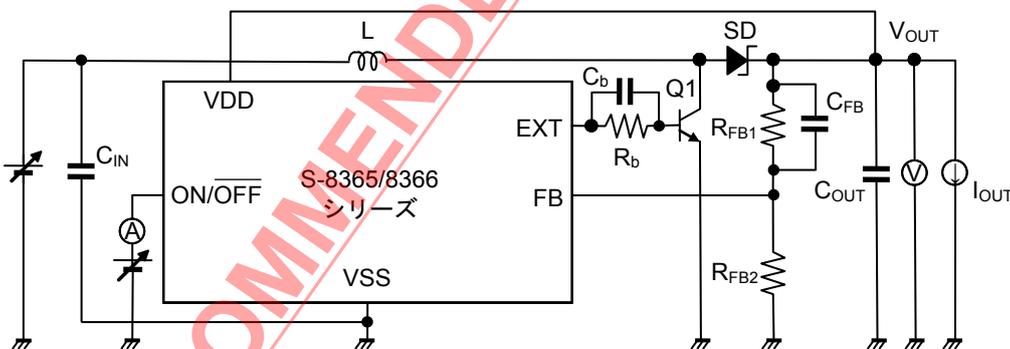


図 10

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

## ■ 動作説明

### 1. スイッチング制御方式

#### 1.1 PWM 制御 (S-8365 シリーズ)

S-8365 シリーズは、パルス幅変調方式 (PWM) のスイッチングレギュレータコントローラです。従来からの PFM 制御方式のスイッチングレギュレータは、出力負荷電流が小さい領域でパルスがスキップされ、出力電圧のリップル周波数が増え、リップル電圧が増大するという欠点がありました。S-8365 シリーズでは、負荷電流に応じてパルス幅が 0%~90% (1.2 MHz 品の場合は 0%~85%) まで変化しますが、スイッチング周波数が一定であるため、スイッチング動作により発生するリップル電圧を容易にフィルタで除去できます。そのため、広い入力電圧および負荷電流範囲で低リップル電源を実現できます。

#### 1.2 PWM / PFM 切換え制御 (S-8366 シリーズ)

S-8366 シリーズは、パルス幅変調方式 (PWM) とパルス周波数変調方式 (PFM) を負荷電流により自動的に切換えるスイッチングレギュレータコントローラです。

出力負荷電流が大きい領域では、パルス幅が 28%~90% (1.2 MHz 品の場合は 28%~85%) まで変化する PWM 制御で動作し、低リップル電源を実現できます。

出力負荷電流が小さい領域では、PFM 制御となりパルス幅が 28%の固定パルスが負荷電流量に応じてスキップされます。これにより発振回路が間欠発振となり、自己消費電流を抑えられるため、出力負荷電流が小さい領域での効率の低下を防止できます。PWM 制御から PFM 制御に切替わるポイントは、外付け素子 (インダクタ、ダイオード、etc.) や入力電圧値、出力電圧値により異なりますが、とくに出力負荷電流 100  $\mu$ A 程度の領域において、高効率を実現できます。

### 2. ソフトスタート機能

S-8365/8366 シリーズは、ソフトスタート回路を内蔵しています。電源投入時または ON/OFF 端子 “H” での起動後、出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) がゆるやかに立ち上がり、ラッシュカレントおよび、出力電圧のオーバーシュートを抑制しています。S-8365/8366 シリーズでは、起動してから  $V_{OUT}$  が出力電圧設定値 ( $V_{OUT(S)}$ ) の 90% になるまでの時間をソフトスタート時間 ( $t_{SS}$ ) としています。ソフトスタートの方式としては、基準電圧調整方式を採用しており、ソフトスタートの開始と同時に基準電圧が 0 V からゆっくり立ち上がります。

FB 端子電圧が基準電圧の立ち上がり追随するように制御することで、ソフトスタート機能としています。基準電圧がいったん立ち上がった後にリセット (基準電圧 = 0 V) される条件は、ON/OFF 端子電圧を “L” にする、電源電圧が UVLO 検出電圧以下になる、短絡保護ラッチ状態になる、のいずれかです。再び昇圧動作に復帰する際は、どの条件においてもソフトスタート機能が実施されます。

### 3. パワーオフ端子

昇圧動作の停止または、起動を行います。

#### 3.1 ON/OFF 端子プルダウンなし

ON/OFF 端子を“L”レベルにすると、EXT 端子の電圧は 0 V 固定となり、外付けトランジスタおよび内部回路はすべての動作を停止し、消費電流を大幅に抑えます。  
なお、ON/OFF 端子は図 11 の構造になっており、内部でプルアップもプルダウンもされていませんので、フローティング状態で使用しないでください。また、0.3 V~0.75 V の間の電圧を印加すると、消費電流が増加しますので印加しないでください。ON/OFF 端子を使用しない場合には、VDD 端子に接続してください。

表 11

ON/OFF 端子	CR 発振回路	出力電圧
“H”	動作	設定値
“L”	停止	$\cong V_{IN}^{*1}$

\*1.  $V_{IN}$  からインダクタの直流抵抗による電圧降下分と、ダイオードの順方向分を引いた電圧。

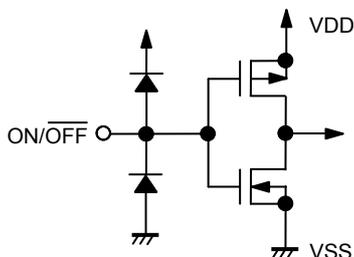


図 11

#### 3.2 ON/OFF 端子プルダウンあり

ON/OFF 端子を“L”レベルにすると、EXT 端子の電圧は 0 V 固定となり、外付けトランジスタおよび内部回路はすべての動作を停止し、消費電流を大幅に抑えます。  
なお、ON/OFF 端子は図 12 の構造になっており、内部でデプレッショントランジスタによりプルダウンされているため、ON/OFF 端子がフローティング状態のときも、すべての回路は動作を停止します。また、0.3 V~0.75 V の間の電圧を印加すると、消費電流が増加しますので印加しないでください。ON/OFF 端子を使用しない場合には、VDD 端子に接続してください。

表 12

ON/OFF 端子	CR 発振回路	出力電圧
“H”	動作	設定値
“L”	停止	$\cong V_{IN}^{*1}$
High-Z	停止	$\cong V_{IN}^{*1}$

\*1.  $V_{IN}$  からインダクタの直流抵抗による電圧降下分と、ダイオードの順方向分を引いた電圧。

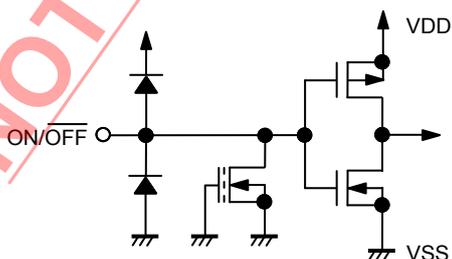


図 12

**4. タイマラッチ式短絡保護機能（短絡保護機能ありの製品）**

S-8365/8366 シリーズは、出力短絡がある設定時間以上保持した場合、スイッチング動作を停止させるタイマラッチ式短絡保護回路を内蔵しています。CSP 端子には短絡保護回路の遅延時間を設定するためのコンデンサ（CSP）を接続します。

出力短絡等の原因で出力電圧が低下することにより S-8365/8366 シリーズは最大 Duty で動作します。最大 Duty 状態に入ると CSP へ定電流充電が開始されます。この状態が短絡保護遅延時間以上保持した場合、CSP 端子電圧が基準電圧を越えてラッチモードとなります。

ラッチモードでは、スイッチング動作は停止していますが、パワーオフ状態とは異なり、内部回路は通常に動作していますので注意してください。また、ラッチモードでも CSP への定電流充電は継続されますので、CSP 端子電圧は、 $V_{DD}$  レベルまで上昇します。

短絡保護のラッチモードのリセットは  $V_{DD}$  を UVLO 検出電圧以下に下げるか、ON/OFF 端子を“L”レベルにすることで行います。

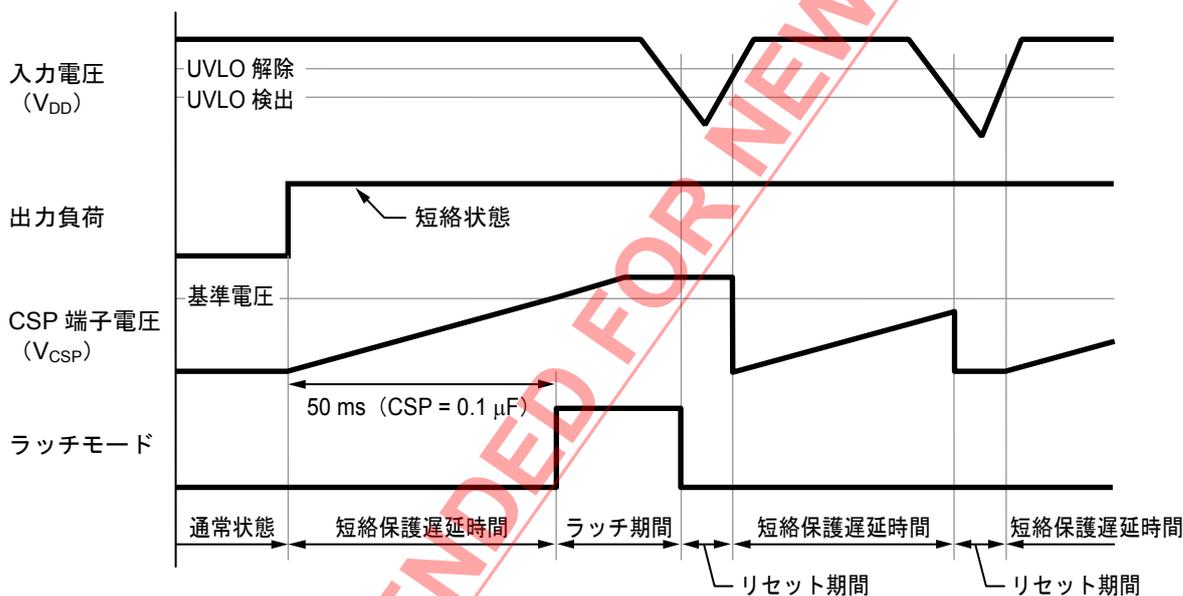


図 13

**5. UVLO 機能（UVLO 機能ありの製品）**

S-8365/8366 シリーズは、電源電圧低下による IC の誤動作を防止するために、UVLO（低電圧誤動作防止）回路を内蔵しています。UVLO 検出状態時にはスイッチング動作を停止し、外付けトランジスタをオフ状態に保持します。また、一度 UVLO 検出状態に入るとソフトスタート機能はリセットされます。

ただし、そのほかの内部回路は通常に動作をしており、パワーオフ状態とは異なりますので注意してください。

## ■ 動作原理

S-8365/8366 シリーズは、昇圧スイッチングレギュレータコントローラです。図 14 に基本回路図を示します。

昇圧スイッチングレギュレータは Nch パワー MOS FET が ON すると入力電圧 (V<sub>IN</sub>) によって電流供給を開始し、同時にインダクタにエネルギーを蓄えます。次に Nch パワー MOS FET が OFF するとインダクタに蓄えられたエネルギーを放出するために、CONT 端子電圧が昇圧され、電流がダイオードを通して V<sub>OUT</sub> 側に放出されます。放出された電流は C<sub>L</sub> に蓄積されることで電圧となり、FB 端子電圧が内部基準電圧と同電位になるまで V<sub>OUT</sub> 電位は上昇します。PWM 制御方式の場合、スイッチング周波数 (f<sub>osc</sub>) は固定であり、各周期における Nch パワー MOS FET の ON 時間と OFF 時間の割合 (ON Duty) によって、V<sub>OUT</sub> 電圧が一定に保たれます。

PWM 制御方式では ON 時間を制御することで V<sub>OUT</sub> 電圧を一定に保っています。

PFM 制御方式の場合では、Nch パワー MOS FET が 28%の固定 Duty で ON します。一度エネルギーを V<sub>OUT</sub> 側へ放出し、V<sub>OUT</sub> 電位が設定値よりも上昇すると、負荷放電によって V<sub>OUT</sub> が設定値を下回るまでの間、Nch パワー MOS FET は OFF 状態を保ちます。V<sub>OUT</sub> が設定値を下回るまでの時間は負荷電流の大きさに依存するため、負荷電流によりスイッチング周波数が変動します。

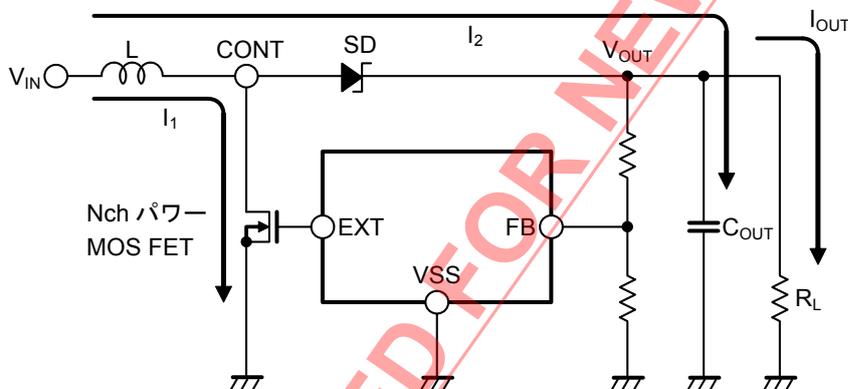


図 14 昇圧型スイッチングレギュレータの基本式の回路

電流連続モードでの ON Duty は以下の式となります。ON Duty が S-8365/8366 シリーズの最大 Duty を越えない範囲で使用してください。また、短絡保護機能ありの場合、最大 Duty の状態が短絡保護遅延時間 (t<sub>PRO</sub>) 以上続くとタイマラッチ状態になりますので注意してください。

最大 Duty は、1.2 MHz 品が 85% typ.、600 KHz 品が 90% typ. です。

$$\text{ON Duty} = \left(1 - \frac{V_{\text{IN}}}{V_{\text{OUT}} + V_{\text{D}}}\right) \times 100 \text{ [\%]}$$

また、ON 時間 (t<sub>ON</sub>) は以下の式から得られます。

$$\begin{aligned} t_{\text{ON}} &= \frac{1}{f_{\text{osc}}} \times \text{ON Duty} \\ &= \frac{1}{f_{\text{osc}}} \times \left(1 - \frac{V_{\text{IN}}}{V_{\text{OUT}} + V_{\text{D}}}\right) \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

\*1. V<sub>D</sub> はダイオードの順方向電圧です。

## 1. 電流連続モード

昇圧動作が一定状態で安定し、 $I_{OUT}$  が充分大きい場合にインダクタへ流れる電流について、以下に説明します。  
Nch パワーMOS FET が ON すると、電流 ( $I_L$ ) が図 14 に示す方向に流れます。このとき、図 15 に示すようにインダクタ電流 ( $I_L$ ) は Nch パワーMOS FET の ON 時間 ( $t_{ON}$ ) に比例して徐々に増加していきます。

$t_{ON}$  内でのインダクタ電流の変化量：

$$\begin{aligned} \Delta I_{L(ON)} &= I_L \text{ max.} - I_L \text{ min.} \\ &= \frac{V_{IN}}{L} \times t_{ON} \end{aligned}$$

Nch パワーMOS FET が OFF すると、前述のように CONT 端子の電圧は  $V_{OUT} + V_D$  に昇圧するため、インダクタの両端電圧は  $V_{OUT} + V_D - V_{IN}$  となります。ただし、ここでは  $V_{OUT} \gg V_D$  と仮定し、 $V_D$  を無視します。

$t_{OFF}$  内でのインダクタ電流の変化量：

$$\Delta I_{L(OFF)} = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{L} \times t_{OFF}$$

各部品での損失がない理想条件において、入力電力と出力電力は等しくなります。

$I_{IN(AV)}$ ：

$$\begin{aligned} P_{IN} &= P_{OUT} \\ I_{IN(AV)} \times V_{IN} &= I_{OUT} \times V_{OUT} \\ \therefore I_{IN(AV)} &= \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times I_{OUT} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

インダクタに流れる電流は、時間変化に応じて変動するリップル電流と直流電流で構成されています。

図 15 から

$$\begin{aligned} I_{IN(AV)} &: \\ I_{IN(AV)} &= I_{IN(DC)} + \frac{\Delta I_L}{2} \\ &= I_{IN(DC)} + \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{2 \times L} \times t_{OFF} \\ &= I_{IN(DC)} + \frac{V_{IN}}{2 \times L} \times t_{ON} \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

ここで、図 15 のように  $I_{IN(DC)} > 0$  で、常にインダクタ電流が流れている動作モードが、連続モードです。  
出力電流 ( $I_{OUT}$ ) が減少していくと、図 16 のように  $I_{IN(DC)} = 0$  となる場所が出てきます。ここが、連続モードの臨界点です。  
直流電流成分 ( $I_{IN(DC)}$ ) は、(2)、(3) の式から、 $I_{OUT}$  に依存することが分かります。

$I_{IN(DC)}$  が 0 になる  $I_{OUT(0)}$  (臨界点)：

$$I_{OUT(0)} = \frac{t_{ON} \times V_{IN}^2}{2 \times L \times V_{OUT}}$$

$t_{ON}$  は (1) の式から得られます。  
さらに出力電流が  $I_{OUT(0)}$  より減少すると、図 17 のようにインダクタに流れる電流が  $t_{OFF}$  期間内でいったん途切れるようになります。このときの動作モードが、非連続モードです。

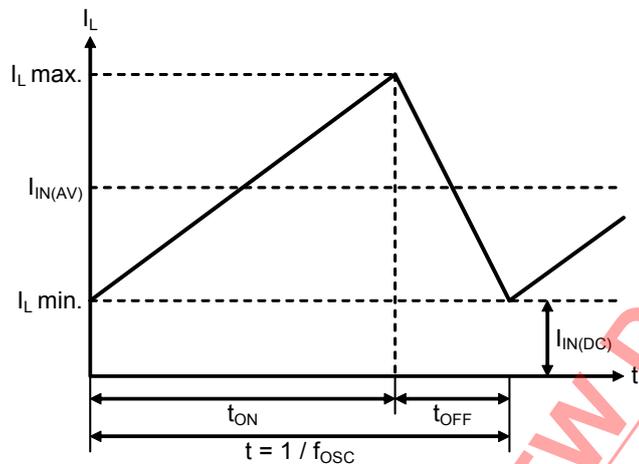


図 15 連続モード（インダクタ電流  $I_L$  の電流サイクル）

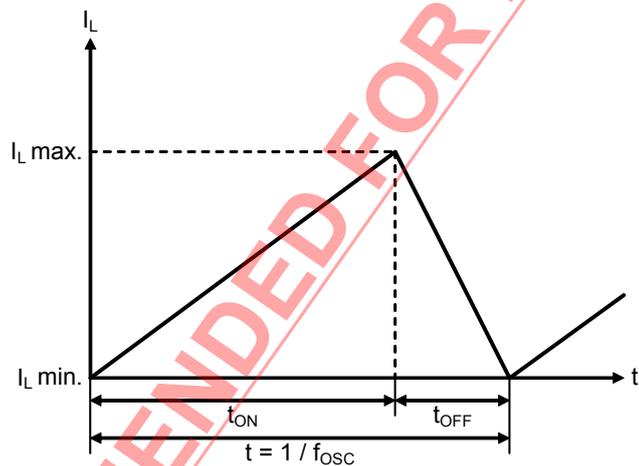


図 16 臨界点（インダクタ電流  $I_L$  の電流サイクル）

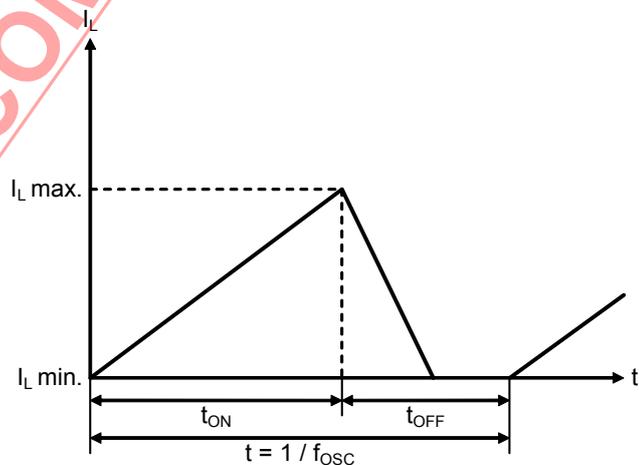


図 17 不連続モード（インダクタ電流  $I_L$  の電流サイクル）

## ■ 外付け部品の選定

### 1. インダクタ

S-8365/8366 シリーズの推奨 L 値は、1.2 MHz 品が 2.2 μH、600 kHz 品が 3.3 μH です。  
インダクタンス値を変更する場合は、以下の点に注意してください。

インダクタンス値 (L 値) は、最大出力電流 (I<sub>OUT</sub>) と効率 (η) に大きく影響します。  
L 値を小さくしていくと、インダクタピーク電流 (I<sub>PK</sub>) は大きくなり、回路の安定性が向上し、安定して取れる I<sub>OUT</sub> は増大します。さらに L 値を小さくすると、外付けトランジスタの電流駆動能力が不足していき、効率が低下し I<sub>OUT</sub> も減少します。

L 値を大きくしていくと、スイッチングトランジスタでの I<sub>PK</sub> による損失が小さくなって、ある L 値で効率が最大となります。さらに L 値を大きくすると、インダクタの直列抵抗による損失が大きくなって効率が低下します。

**注意** インダクタの選定においては、インダクタの許容電流に注意してください。この許容電流を越える電流をインダクタに流すとインダクタは磁気飽和を起し、著しい効率の低下と大電流による IC の破壊を引き起こします。したがって、I<sub>PK</sub> がこの許容電流を越えないようにインダクタを選定してください。非連続モード、連続モードにおける理想状態での I<sub>PK</sub> を次式で示します。

$$I_{PK} = \sqrt{\frac{2 \times I_{OUT} \times (V_{OUT} + V_D^2 - V_{IN})}{f_{OSC} \times L}} \quad (\text{非連続モード})$$

$$I_{PK} = \frac{V_{OUT} + V_D^2}{V_{IN}} \times I_{OUT} + \frac{(V_{OUT} + V_D^2 - V_{IN}) \times V_{IN}}{2 \times (V_{OUT} + V_D^2) \times f_{OSC} \times L} \quad (\text{連続モード})$$

\*1. f<sub>OSC</sub> は発振周波数です。

\*2. V<sub>D</sub> はダイオードの順方向電圧です。0.4 V を目安としてください。

ただし実際は理想状態でないため、上記の計算値以上に電流が流れます。  
実機にて十分な評価を行ってください。

表 13 代表的なインダクター一覧 (小型低背機器向け)

製造メーカー	型番	L 値	直流抵抗	定格電流	サイズ (L×W×H) [mm]
TDK 株式会社	VLF3010ST-2R2M	2.2 μH	0.092 Ω max.	1.1 A max.	2.8×3.0×1.0
	VLF3010ST-3R3M	3.3 μH	0.130 Ω max.	0.88 A max.	2.8×3.0×1.0
	VLS252010-2R2M	2.2 μH	0.190 Ω max.	1.2 A max.	2.5×2.0×1.0
	VLS252010-3R3M	3.3 μH	0.304 Ω max.	1.0 A max.	2.5×2.0×1.0
Coilcraft, Inc.	LPS3008-222ML	2.2 μH	0.175 Ω max.	1.1 A max.	3.0×3.0×0.8
	LPS3008-332ML	3.3 μH	0.285 Ω max.	0.88 A max.	3.0×3.0×0.8
太陽誘電株式会社	NR3010T2R2M	2.2 μH	0.114 Ω max.	1.1 A max.	3.0×3.0×1.0
	NR3010T3R3M	3.3 μH	0.168 Ω max.	0.87 A max.	3.0×3.0×1.0
スミダコーポレーション株式会社	CDRH2D11BNP-2R2N	2.2 μH	0.0955 Ω max.	1.4 A max.	3.0×3.0×1.2
	CDRH2D11BNP-3R3N	3.3 μH	0.154 Ω max.	1.0 A max.	3.0×3.0×1.2

表 14 代表的なインダクター一覧 (大電流、高昇圧倍率向け)

製造メーカー	型番	L 値	直流抵抗	定格電流	サイズ (L×W×H) [mm]
TDK 株式会社	LTF5022T-2R2M	2.2 μH	0.040 Ω max.	3.4 A max.	5.0×5.2×2.2
	LTF5022T-3R3M	3.3 μH	0.060 Ω max.	2.7 A max.	5.0×5.2×2.2
Coilcraft, Inc.	LPS6225-222ML	2.2 μH	0.045 Ω max.	4.1 A max.	6.0×6.0×2.4
	LPS6225-332ML	3.3 μH	0.055 Ω max.	3.6 A max.	6.0×6.0×2.4
太陽誘電株式会社	NR6028T2R2M	2.2 μH	0.020 Ω max.	4.2 A max.	6.0×6.0×2.8

## 2. ダイオード

外付けするダイオードは、以下の条件を満たすものを使用してください。

- ・ 順方向電圧が低い（ショットキーバリアダイオードなど）
- ・ スイッチング速度が速い
- ・ 逆方向耐圧が  $V_{OUT}$  + スパイク電圧以上
- ・ 定格電流が  $I_{PK}$  以上

## 3. 入力側コンデンサ ( $C_{IN}$ )、出力側コンデンサ ( $C_{OUT}$ )

入力側コンデンサ ( $C_{IN}$ ) は、電源インピーダンスを低下させ、また入力電流を平均化し効率を良くすることができます。 $C_{IN}$  は使用する電源インピーダンスによって選定してください。S-8365/8366 シリーズにおいて、容量値は  $10 \mu\text{F}$  を推奨します。

出力側コンデンサ ( $C_{OUT}$ ) は出力電圧を平滑化するために使用しますが、昇圧型では入力から出力への電流供給が断続的になるため、降圧型よりも大きな容量値を必要とします。S-8365/8366 シリーズでは、 $22 \mu\text{F}$  のセラミックコンデンサを推奨しますが、出力電圧が高い場合や負荷電流が大きい場合には、出力容量値をさらに大きくすることを推奨します。出力電圧が低い場合や負荷電流が小さい場合には、 $10 \mu\text{F}$  程度の容量値でも問題ありません。実際の使用状況で十分に評価を行い、決定してください。

入力側、出力側ともにセラミックコンデンサを使用することが可能です。

## 4. 短絡保護遅延時間設定コンデンサ (CSP) (短絡保護機能ありの製品)

S-8365/8366 シリーズでは、短絡保護遅延時間を外付けのコンデンサにより任意の値に設定できます。CSP 端子と VSS 端子の間にコンデンサを接続してください。コンデンサの値は以下の式および図 18 より選択してください。ただし、下記の式および図はコンデンサ値が理想値であり、かつ IC が typ.条件であるときの理論値であり、コンデンサと IC のバラツキは考慮されておりませんので注意してください。

IC のバラツキについては、「■ 電気的特性」の短絡保護遅延時間 ( $t_{PRO}$ ) を参照してください。

$$CSP [\mu\text{F}] \doteq \frac{t_{PRO} [\text{ms}] \times 1.2 \times 10^{-3}}{0.6}$$

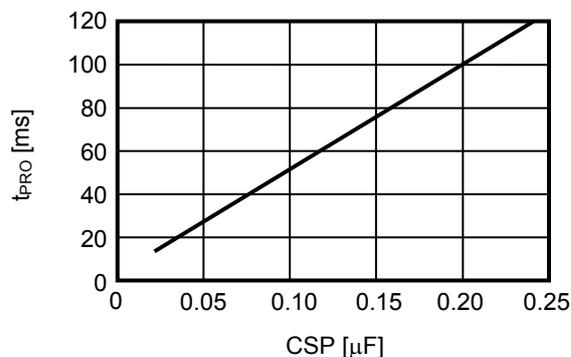


図 18 CSP vs.  $t_{PRO}$

## 5. 外付けトランジスタ

外付けトランジスタとしては、バイポーラ（NPN）型または、エンハンスメント（Nch）MOS FET 型を使用できます。

### 5.1 バイポーラ NPN 型

バイポーラトランジスタを使用して、出力電流を増やす場合の駆動能力は、バイポーラトランジスタの  $h_{FE}$  値と  $R_b$  値が決定します。図 19 に周辺回路を示します。

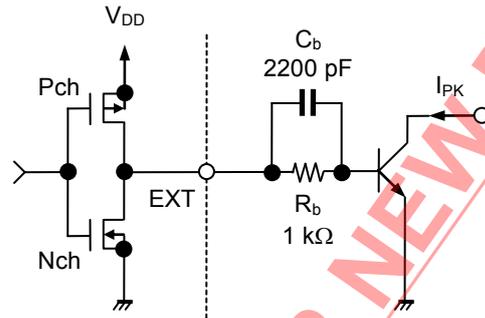


図 19 外付けトランジスタ周辺回路

$R_b$  値は  $1\text{ k}\Omega$  程度を推奨します。実際には、バイポーラトランジスタ  $h_{FE}$  値から必要なベース電流 ( $I_b$ ) を  $I_b = \frac{I_{PK}}{h_{FE}}$

で求め、

$$R_b = \frac{V_{DD} - 0.7}{I_b} - \frac{0.4}{|I_{EXTH}|}$$

より小さい  $R_b$  値を選びます。 $R_b$  値が小さいと出力電流を増やせますが効率が悪化します。また、実際には電流がパルス上に流れたり、配線抵抗等により  $V_{DD}$ 、 $V_{SS}$  などに電圧降下が生じたりするため、実験で最適値を求めてください。

また、図 19 のように  $R_b$  抵抗に並列にスピードアップコンデンサ ( $C_b$ ) を入れると、スイッチング損失が低減され効率がアップします。

$C_b$  値は、 $C_b \leq \frac{1}{2 \times \pi \times R_b \times f_{OSC} \times 0.7}$  を目安に選んでください。

ただし、実際には、使用するバイポーラトランジスタの特性によっても最適な  $C_b$  値は異なりますので、実験で最適値を求めてください。

### 5.2 エンハンスメント MOS FET 型

MOS FET には、Nch パワー MOS FET を使用してください。良好な効率を得るには、ON 抵抗 ( $R_{ON}$ ) が低く、入力容量 ( $C_{ISS}$ ) の小さな MOS FET の使用が理想的ですが、ON 抵抗と入力容量は一般的にトレードオフの関係にあります。ON 抵抗は、比較的低周波スイッチングで出力電流が大きな領域での効率が良くなり、入力容量は高周波スイッチングで出力電流が中～小領域での効率が良くなる傾向にあります。したがって、使用条件で最適となる ON 抵抗と入力容量の MOS FET を選んでください。

MOS FET のゲート電圧には入力電圧 ( $V_{DD}$ ) が供給されるため、ゲート耐圧が入力電圧の使用最大値以上で、ドレイン耐圧が出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) + ダイオードの順方向電圧 ( $V_D$ ) 以上の MOS FET を選定します。

また、UVLO 検出電圧に近いしきい値の MOS FET を使用すると、電源投入時に大きな電流が流れ、最悪の場合、出力電圧が立ち上がらなくなり、タイマラッチ式短絡保護回路がかかる場合があります。したがって、MOS FET のしきい値は、UVLO 検出電圧値より十分低いものを選定してください。

## 6. 出力電圧設定抵抗 (R<sub>FB1</sub>, R<sub>FB2</sub>)、位相補償用コンデンサ (C<sub>FB</sub>)

S-8365/8366 シリーズでは、V<sub>OUT</sub> を外付けの分圧抵抗器により任意の値に設定できます。V<sub>OUT</sub> 端子と VSS 端子の間に分圧抵抗器を接続してください。

ここで、V<sub>FB</sub> = 0.6 V typ. ですので、V<sub>OUT</sub> は以下の式より求めることができます。

$$V_{OUT} = \frac{R_{FB1} + R_{FB2}}{R_{FB2}} \times 0.6$$

R<sub>FB1</sub> と R<sub>FB2</sub> の分圧抵抗器は、ノイズの影響などを最小限にするために、できるだけ IC の近くに接続してください。また、ノイズの影響を気にされる場合は、R<sub>FB1</sub> + R<sub>FB2</sub> < 100 kΩ となるように R<sub>FB1</sub> と R<sub>FB2</sub> の値を調整してください。R<sub>FB1</sub> と並列に接続される C<sub>FB</sub> は、位相補償用のコンデンサとなります。

また、出力電圧設定抵抗 R<sub>FB1</sub> に並列に容量 C<sub>FB</sub> を追加することでゼロ点 (位相の戻し) が設定され、位相余裕が大きくなりフィードバックループの安定性が向上します。ゼロ点による位相の戻り部分のみを効果的に使うために、C<sub>FB</sub> の設定は以下の式を参考に設定してください。

$$C_{FB} \doteq \frac{\sqrt{L \times C_{OUT}}}{3 \times R_{FB1}} \times \frac{V_{OUT}}{V_{DD}}$$

上式はあくまで目安です。

さらに最適な設定について以下に説明します。

ゼロ点による位相の戻り部分のみを効果的に使うために、L と C<sub>OUT</sub> のポール周波数 (f<sub>pole</sub>) での位相遅れに合わせて R<sub>FB1</sub> と C<sub>FB</sub> のゼロ点周波数 (f<sub>zero</sub>) で位相が戻るように設定します。ポール周波数に対し、ゼロ点周波数を多少高周波側に設定するのが一般的です。

L と C<sub>OUT</sub> のポール周波数と R<sub>FB1</sub> と C<sub>FB</sub> によるゼロ点周波数は、下記のようになります。

$$f_{pole} \doteq \frac{1}{2 \times \pi \times \sqrt{L \times C_{OUT}}} \times \frac{V_{DD}}{V_{OUT}}$$

$$f_{zero} \doteq \frac{1}{2 \times \pi \times R_{FB1} \times C_{FB}}$$

また、過渡応答速度はゼロ点周波数を低周波側に設定することで改善することができます。ただし、ゼロ点周波数を低域側に設定しすぎると、高周波数帯域でゲインが高くなり位相余裕度がなくなるため動作が不安定になる可能性があります。実際の使用状況で十分に評価した上で最適値を決定してください。

弊社評価による代表的な定数を表 15 に示します。

表 15 外付け部品定数の代表例

V <sub>OUT(S)</sub> [V]	V <sub>DD</sub> [V]	R <sub>FB1</sub> [kΩ]	R <sub>FB2</sub> [kΩ]	C <sub>FB</sub> [pF]	L [μH]	C <sub>OUT</sub> [μF]
1.8	1.2	30	15	100	3.3	10
1.8	1.2	30	15	82	2.2	10
3.32	1.2	68	15	82	3.3	10
3.32	1.2	68	15	68	2.2	10
5.0	1.8	110	15	68	3.3	22
5.0	1.8	110	15	56	2.2	22
9.0	3.3	210	15	39	3.3	22
9.0	3.3	210	15	33	2.2	22
15.0	3.3	360	15	39	3.3	22
15.0	3.3	360	15	33	2.2	22

■ 標準回路

(1) 短絡保護機能あり (SNT-6A, SOT-23-6)

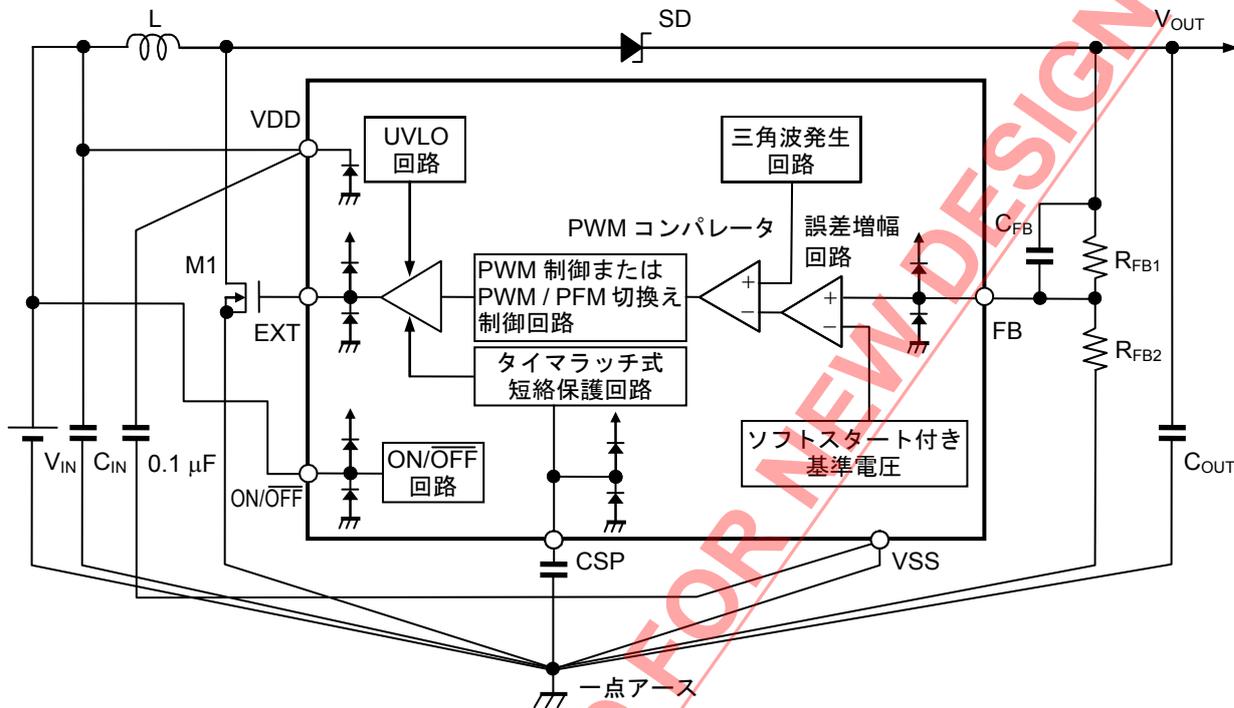


図 20

(2) 短絡保護機能なし (SOT-23-5)

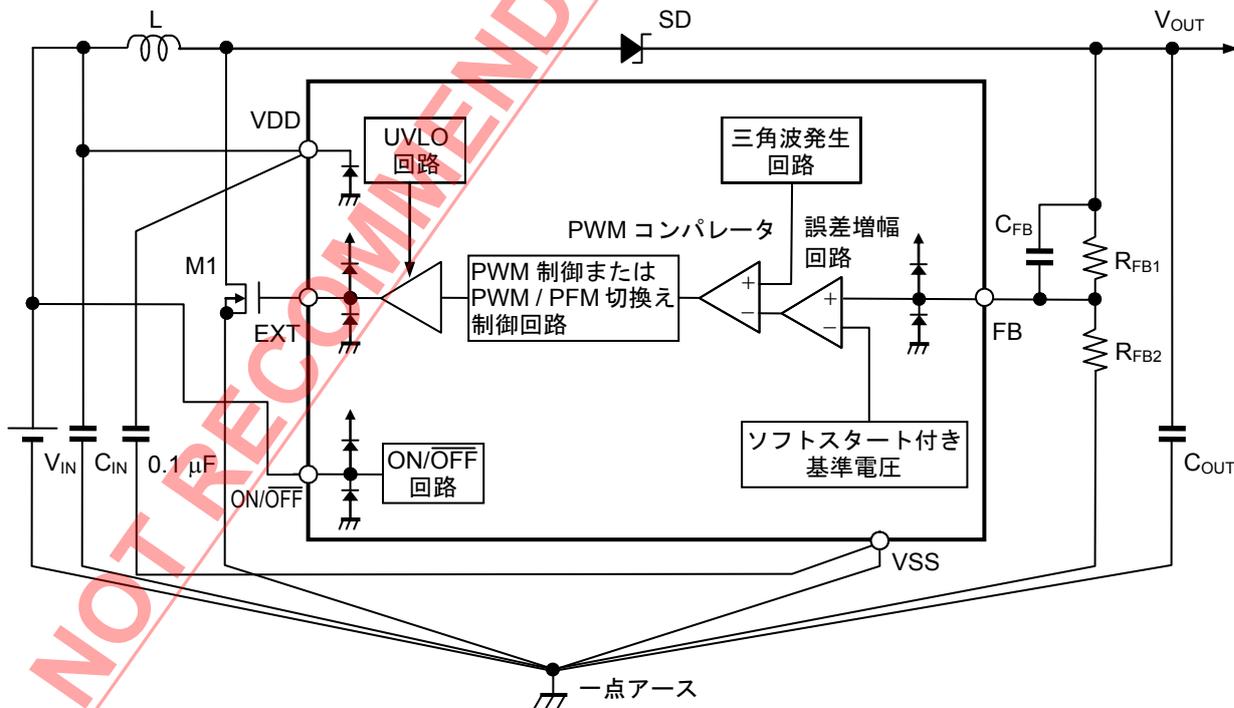


図 21

(3) 低入力電圧 (SOT-23-5)

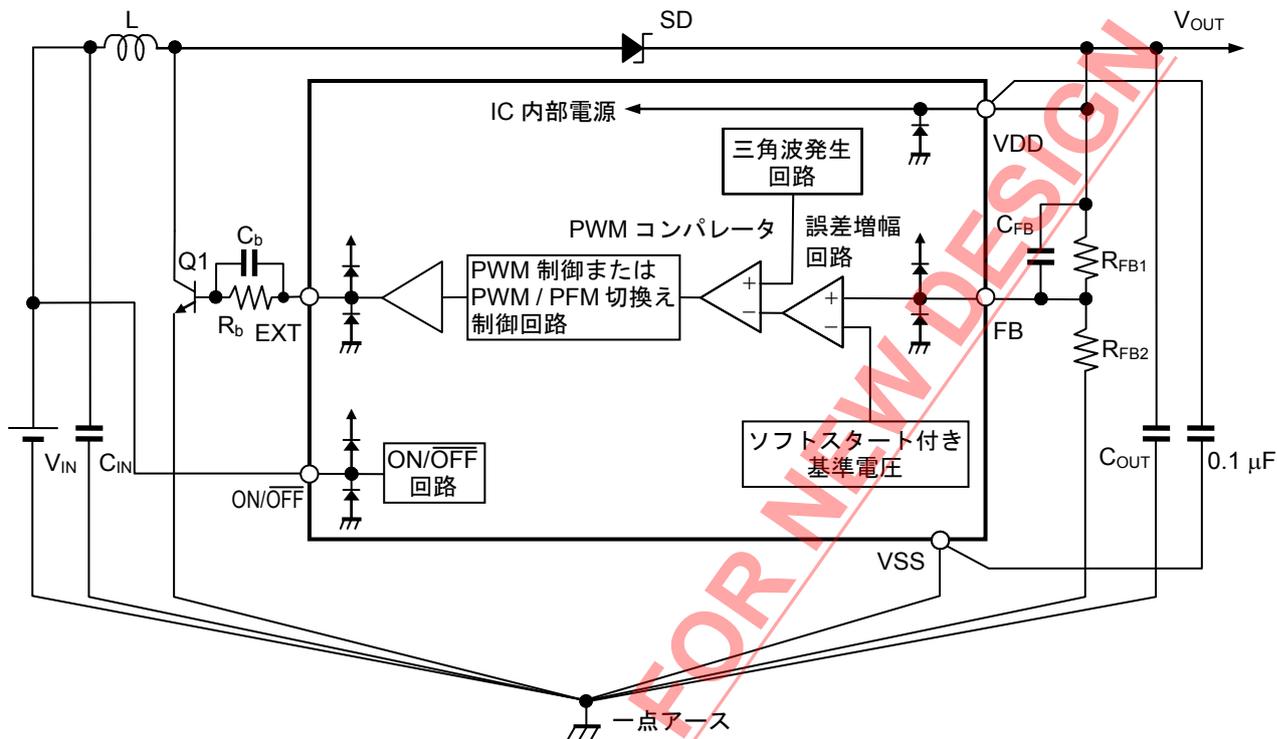


図 22

**注意** 上記接続図および定数は、動作を保証するものではありません。実際のアプリケーションで十分な評価の上、定数を設定してください。

■ 注意事項

- ・ 外付けのコンデンサ、インダクタ等はできるだけICの近くに実装し、一点アースとなるようにしてください。
- ・ スイッチングレギュレータを含むICでは、特有のリプル電圧、スパイクノイズが生じます。また電源投入時にラッシュカレントが流れます。これらは使用するインダクタおよびコンデンサ、電源のインピーダンスにより大きく影響されますので、設計する場合は実機で十分評価をしてください。
- ・ VDD-VSS端子間に接続された0.1μFの容量はバイパスコンデンサです。重負荷で使用するアプリケーションに対し、IC内部の電源を安定化させる機能があるため、安定したスイッチングレギュレータの動作に有効です。バイパスコンデンサはICの近傍に最優先で配置してください。
- ・ 本ICは静電気に対する保護回路が内蔵されていますが、保護回路の性能を越える過大静電気がICに印加されないようにしてください。
- ・ 本ICの許容損失は実装する基板のサイズ、材質などによって大きく変動します。設計する場合は実機で十分評価をしてください。
- ・ 弊社ICを使用して製品を作る場合、その製品での当ICの使い方や製品の仕様また、出荷先の国などによって当ICを含めた製品が特許に抵触した場合、その責任は負いかねます。

■ 応用回路

応用回路は回路の具体例を示すものであり、必ずしも動作を保証するものではありません。

1. 応用回路用外付け部品

表 16 外付け部品の特性

部品	製品型名	メーカー	特性
インダクタ	NR6028T-2R2M	太陽誘電株式会社	2.2 $\mu$ H, DCR <sup>*1</sup> = 0.020 $\Omega$ , I <sub>MAX</sub> <sup>*2</sup> = 4.2 A, L × W × H = 6.0 × 6.0 × 2.8 mm
	LTF5022T-3R3M	TDK 株式会社	3.3 $\mu$ H, DCR <sup>*1</sup> = 0.060 $\Omega$ , I <sub>MAX</sub> <sup>*2</sup> = 2.7 A, L × W × H = 5.0 × 5.2 × 2.2 mm
	VLF3010ST-2R2M		2.2 $\mu$ H, DCR <sup>*1</sup> = 0.114 $\Omega$ , I <sub>MAX</sub> <sup>*2</sup> = 1.1 A, L × W × H = 3.0 × 3.0 × 1.0 mm
	VLF3010ST-3R3M		3.3 $\mu$ H, DCR <sup>*1</sup> = 0.168 $\Omega$ , I <sub>MAX</sub> <sup>*2</sup> = 0.87 A, L × W × H = 3.0 × 3.0 × 1.0 mm
ダイオード	RB070M-30TR	ローム株式会社	V <sub>F</sub> <sup>*3</sup> = 0.44 V, I <sub>F</sub> <sup>*4</sup> = 1.5 A, V <sub>R</sub> <sup>*5</sup> = 30 V L × W × H = 3.5 × 1.6 × 0.9 mm
	RB050LA-30		V <sub>F</sub> <sup>*3</sup> = 0.45 V, I <sub>F</sub> <sup>*4</sup> = 3.0 A, V <sub>R</sub> <sup>*5</sup> = 30 V L × W × H = 4.7 × 2.6 × 1.05 mm
トランジスタ	Si2312BDS	VISHAY INTERTECHNOLOGY, INC.	V <sub>DSS</sub> <sup>*6</sup> = 20 V, V <sub>GSS</sub> <sup>*7</sup> = ±8 V, I <sub>D</sub> <sup>*8</sup> = 5.0 A, Q <sub>G</sub> <sup>*9</sup> = 12 nC max. R <sub>DS(ON)</sub> <sup>*10</sup> = 0.047 $\Omega$ max. (V <sub>GS</sub> <sup>*11</sup> = 2.5 V) L × W × H = 2.9 × 2.64 × 1.12 mm
	2SD2652	ローム株式会社	V <sub>CEO</sub> <sup>*12</sup> = 12 V, V <sub>EBO</sub> <sup>*13</sup> = 6 V, I <sub>C</sub> <sup>*14</sup> = 1.5 A, h <sub>FE</sub> <sup>*15</sup> = 270 min./680 max. (V <sub>CE</sub> /I <sub>C</sub> = 2 V/200 mA) L × W × H = 2.0 × 1.25 × 0.9 mm
コンデンサ	JMK107BJ106MA-T	太陽誘電株式会社	10 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*16</sup> = 6.3 V, X5R, L × W × H = 1.6 × 0.8 × 0.95 mm
	LMK212BJ106KD-T		10 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*16</sup> = 10 V, X5R, L × W × H = 2.0 × 1.25 × 0.95 mm
	EMK316BJ106KF-T		10 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*16</sup> = 16 V, X5R, L × W × H = 3.2 × 1.6 × 1.25 mm
	TMK325B7106MN-T	TDK 株式会社	10 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*16</sup> = 25 V, X7R, L × W × H = 3.2 × 2.5 × 2.1 mm
	C2012X5R1A106KT		10 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*16</sup> = 10 V, X5R, L × W × H = 2.0 × 1.25 × 1.45 mm
	C1005X7R1C104KT		0.1 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*16</sup> = 16 V, X7R, L × W × H = 1.0 × 0.5 × 0.55 mm
	GRM31CR71A106KA		10 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*16</sup> = 10 V, X7R, L × W × H = 3.2 × 1.6 × 1.6 mm
	株式会社村田製作所		

- \* 1. DCR : 直流抵抗
- \* 2. I<sub>MAX</sub> : 最大許容電流
- \* 3. V<sub>F</sub> : 順方向電圧
- \* 4. I<sub>F</sub> : 順方向電流
- \* 5. V<sub>R</sub> : 逆方向電圧
- \* 6. V<sub>DSS</sub> : ドレイン・ソース間電圧 (ゲート・ソース間ショート時)
- \* 7. V<sub>GSS</sub> : ゲート・ソース間電圧 (ドレイン・ソース間ショート時)
- \* 8. I<sub>D</sub> : ドレイン電流
- \* 9. Q<sub>G</sub> : ゲート・チャージ
- \* 10. R<sub>DS(ON)</sub> : ドレイン・ソース間オン抵抗
- \* 11. V<sub>GS</sub> : ゲート・ソース間電圧
- \* 12. V<sub>CEO</sub> : コレクタ・エミッタ間電圧
- \* 13. V<sub>EBO</sub> : エミッタ・ベース間電圧
- \* 14. I<sub>C</sub> : コレクタ電流
- \* 15. h<sub>FE</sub> : 直流電流増幅率
- \* 16. E<sub>DC</sub> : 定格電圧

## 2. LCD 用電源

LCD パネル駆動（9 V、15 V 出力）をターゲットにした回路例とその特性を示します。

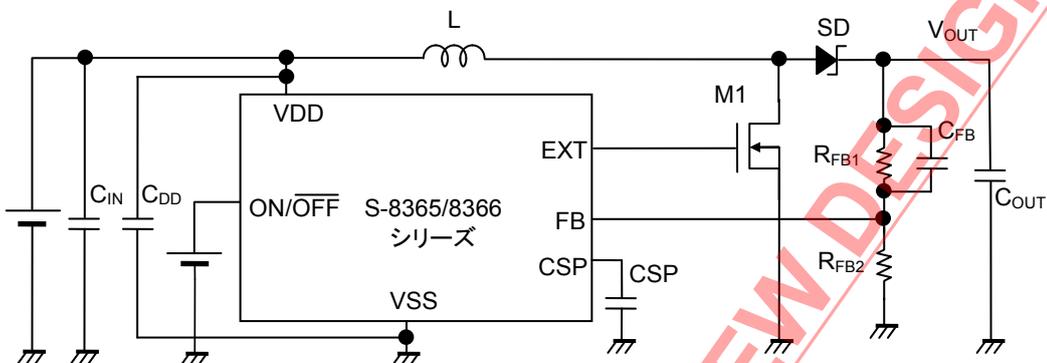


図 23 回路例（LCD パネル駆動用）

表 17 外付け部品例（LCD パネル駆動用）（1 / 2）

条件	出力電圧	IC 型名	L 型名	M1 型名	SD 型名
1	9 V	S-8365AABBA	NR6028T2R2M	Si2312BDS	RB050LA-30
2	9 V	S-8366AABBA	NR6028T2R2M	Si2312BDS	RB050LA-30
3	15 V	S-8365AABBA	NR6028T2R2M	Si2312BDS	RB050LA-30
4	15 V	S-8366AABBA	NR6028T2R2M	Si2312BDS	RB050LA-30

表 17 外付け部品例（LCD パネル駆動用）（2 / 2）

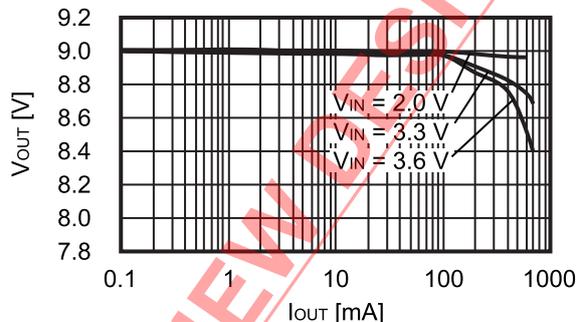
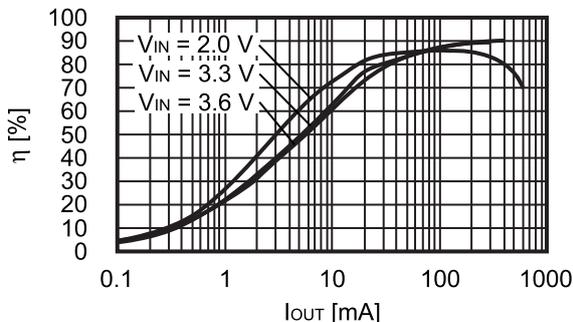
条件	C <sub>IN</sub> 型名	C <sub>OUT</sub> 型名	R <sub>FB1</sub>	R <sub>FB2</sub>	C <sub>FB</sub>	C <sub>DD</sub>
1	LMK212BJ106KG-T	EMK316BJ106KF-T × 2 個	280 kΩ	20 kΩ	22 pF	0.1 μF
2	LMK212BJ106KG-T	EMK316BJ106KF-T × 1 個	280 kΩ	20 kΩ	27 pF	0.1 μF
3	LMK212BJ106KG-T	TMK325B7106MN-T × 2 個	360 kΩ	15 kΩ	27 pF	0.1 μF
4	LMK212BJ106KG-T	TMK325B7106MN-T × 1 個	360 kΩ	15 kΩ	33 pF	0.1 μF

注意 上記接続図は、動作を保証するものではありません。実際のアプリケーションで十分な評価の上、定数を設定してください。

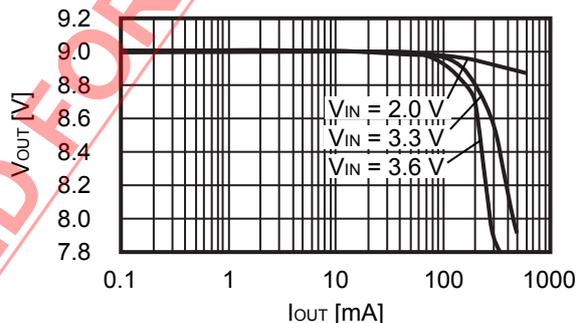
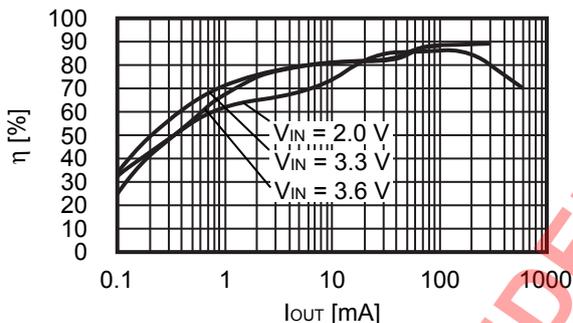
### 3. LCD 用電源の出力特性図

以下に表 17 の条件 1~4 で用いた場合の出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 効率 ( $\eta$ ) 特性と出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) 特性を示します。

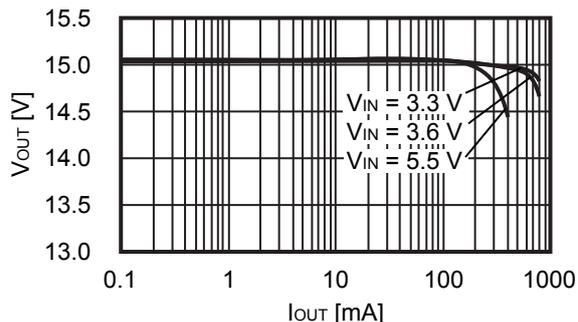
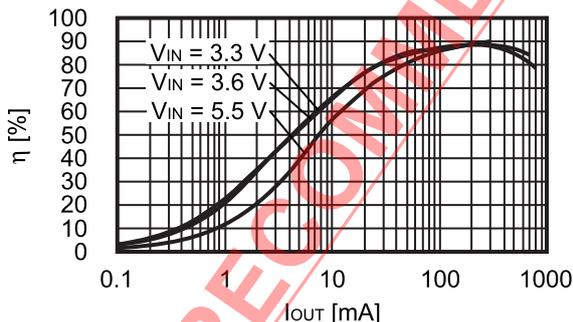
条件 1



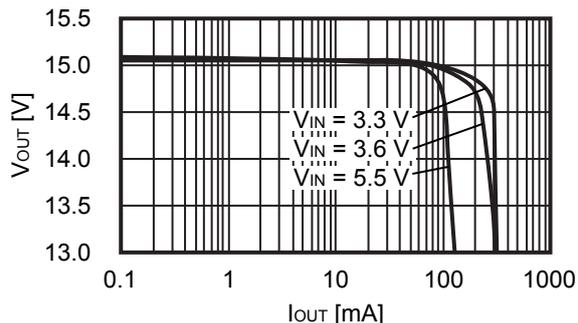
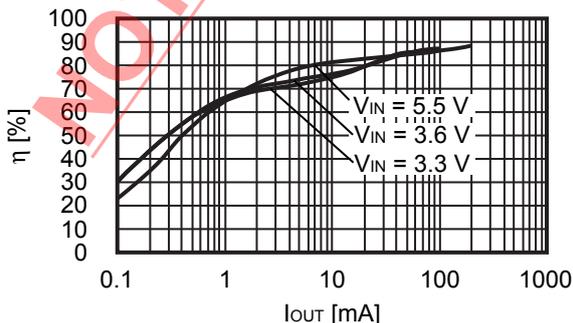
条件 2



条件 3



条件 4



#### 4. 高出力電流電源

乾電池 2 本 (1.8 V) から 3.3 V 出力、 $I_{OUT} = 800 \text{ mA}$  を実現するための回路例とその特性を示します。

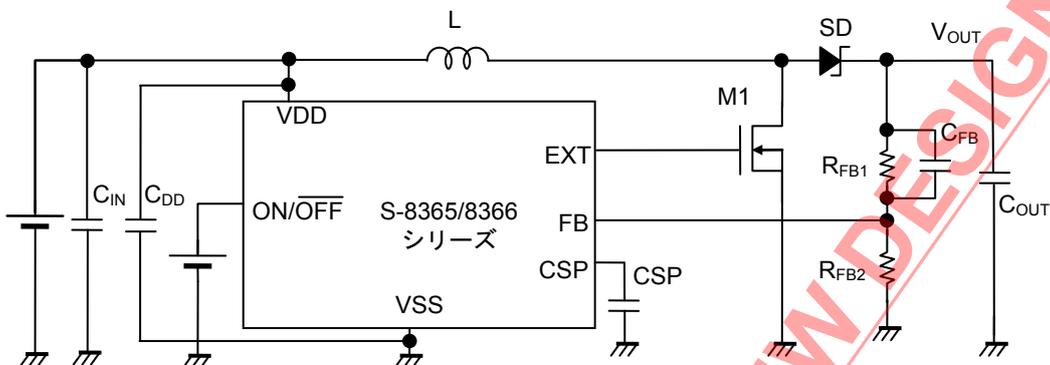


図 24 回路例 (高出力電流電源用)

表 18 外付け部品例 (高出力電流電源用) (1 / 2)

条件	出力電圧	IC 型名	L 型名	M1 型名	SD 型名
1	3.32 V	S-8365AABBA	NR6028T2R2M	Si2312BDS	RB050LA-30
2	3.32 V	S-8365ABBBA	LTF5022-3R3M	Si2312BDS	RB050LA-30
3	3.32 V	S-8366AABBA	NR6028T2R2M	Si2312BDS	RB050LA-30
4	3.32 V	S-8366ABBBA	LTF5022-3R3M	Si2312BDS	RB050LA-30

表 18 外付け部品例 (高出力電流電源用) (2 / 2)

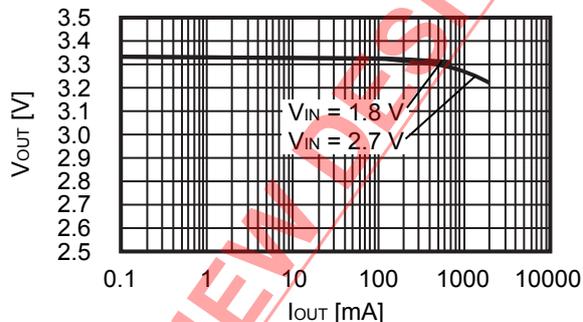
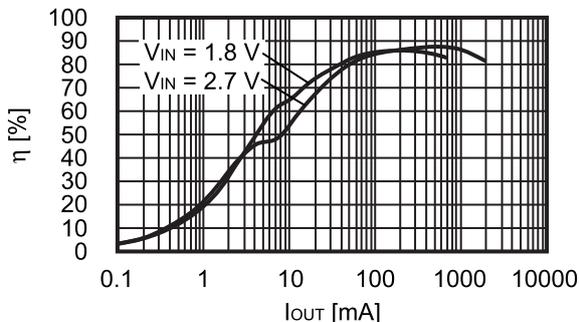
条件	C <sub>IN</sub> 型名	C <sub>OUT</sub> 型名	R <sub>FB1</sub>	R <sub>FB2</sub>	C <sub>FB</sub>	C <sub>DD</sub>
1	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2 個	68 kΩ	15 kΩ	68 pF	0.1 μF
2	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2 個	68 kΩ	15 kΩ	82 pF	0.1 μF
3	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2 個	68 kΩ	15 kΩ	68 pF	0.1 μF
4	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2 個	68 kΩ	15 kΩ	82 pF	0.1 μF

注意 上記接続図は、動作を保証するものではありません。実際のアプリケーションで十分な評価の上、定数を設定してください。

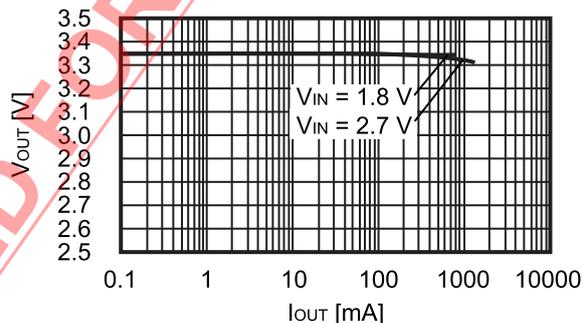
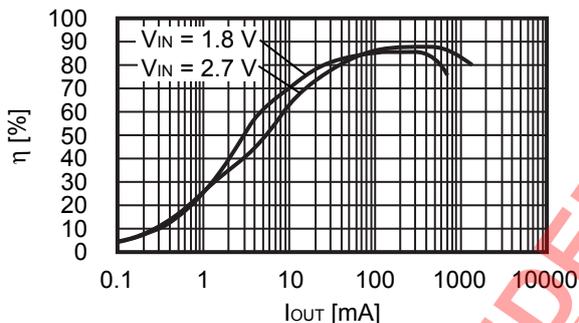
5. 高出力電流電源の出力特性図

以下に表 18 の条件 1~4 で用いた場合の出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 効率 ( $\eta$ ) 特性と出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) 特性を示します。

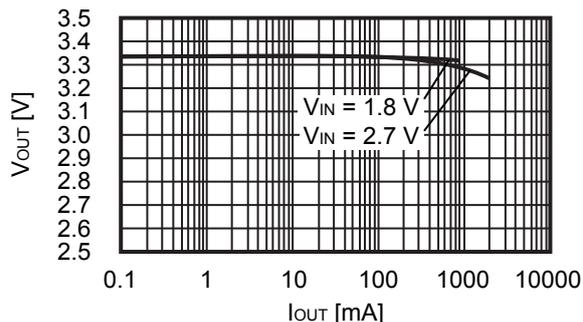
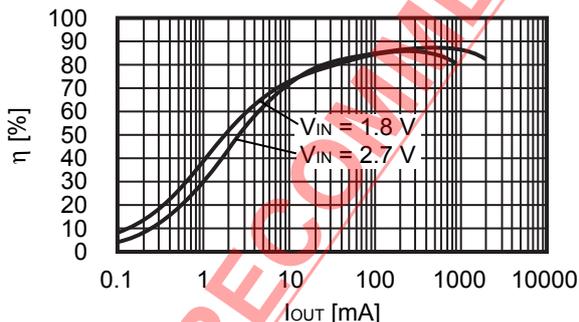
条件 1



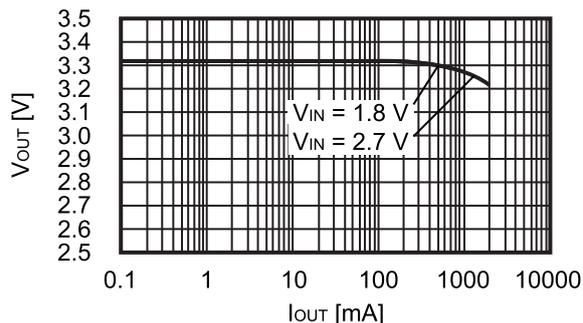
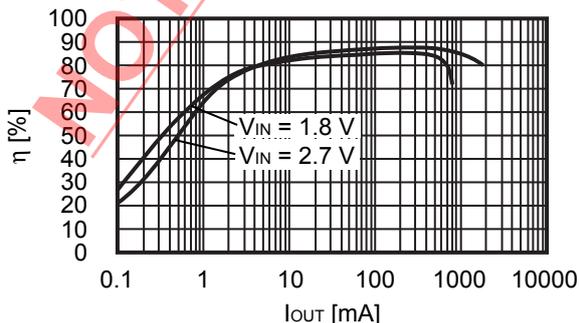
条件 2



条件 3



条件 4



6. 低電源電圧アプリケーション回路

乾電池 1 本 (1.2 V) からの起動を実現する回路例とその特性を示します。

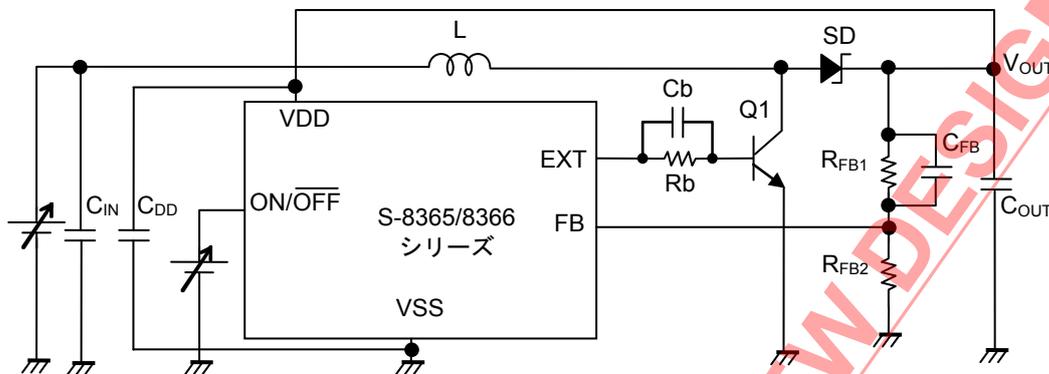


図 25 回路例 (低電源電圧アプリケーション用)

表 19 外付け部品例 (低電源電圧アプリケーション用) (1 / 2)

条件	出力電圧	IC 型名	L 型名	Q1 型名	SD 型名
1	3.32 V	S-8366AAAAA	VLF3010ST-2R2M	2SD2652	RB070M-30TR
2	3.32 V	S-8366ABAAA	VLF3010ST-3R3M	2SD2652	RB070M-30TR

表 19 外付け部品例 (低電源電圧アプリケーション用) (2 / 2)

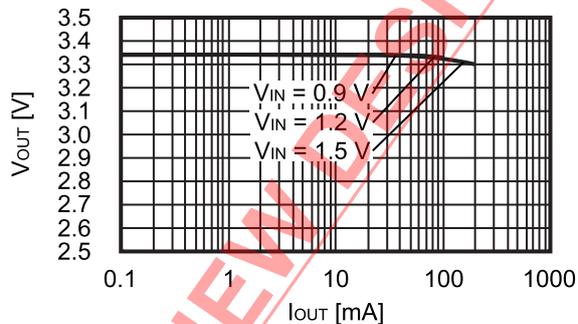
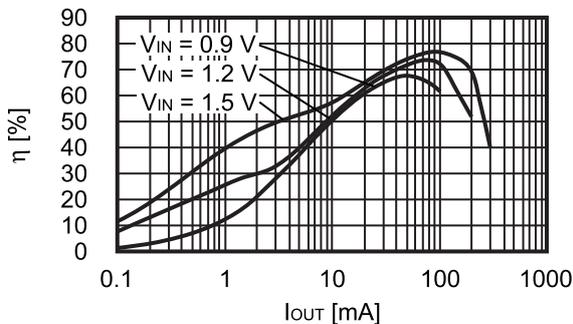
条件	C <sub>IN</sub> 型名	C <sub>OUT</sub> 型名	R <sub>FB1</sub>	R <sub>FB2</sub>	C <sub>FB</sub>	C <sub>DD</sub>
1	JMK107BJ106MA-T	LMK212BJ106KD-T × 1 個	68 kΩ	15 kΩ	68 pF	0.1 μF
2	JMK107BJ106MA-T	LMK212BJ106KD-T × 1 個	68 kΩ	15 kΩ	82 pF	0.1 μF

注意 上記接続図は、動作を保証するものではありません。実際のアプリケーションで十分な評価の上、定数を設定してください。

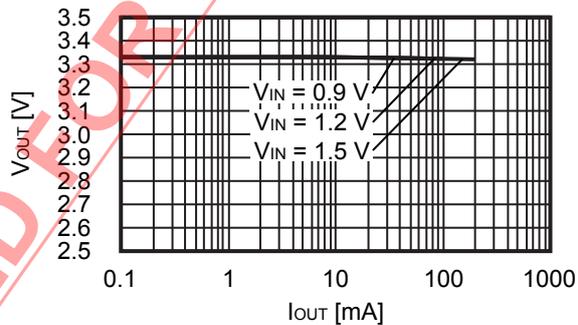
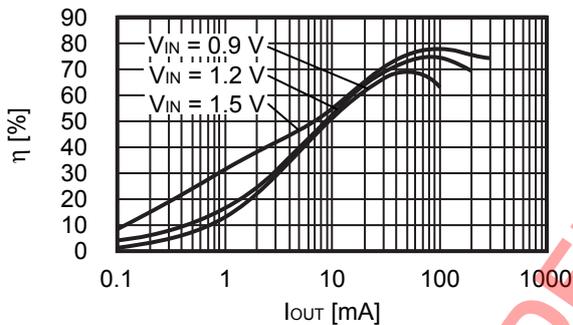
7. 低電源電圧アプリケーション用回路の出力特性図

以下に表 19 の条件 1~2 で用いた場合の出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 効率 ( $\eta$ ) 特性と出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) 特性を示します。

条件 1



条件 2

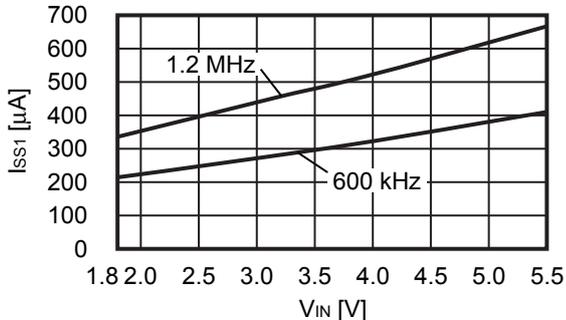


NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

■ 諸特性データ (Typical データ)

1. 主要項目電源依存特性例 (Ta = 25°C)

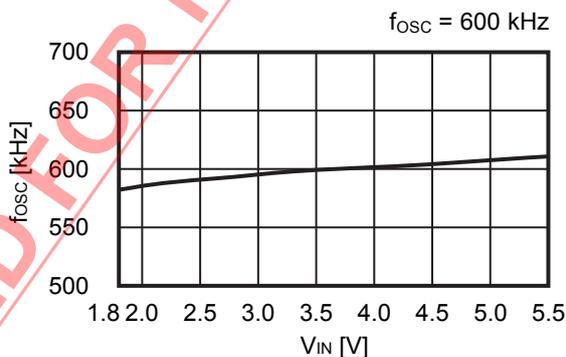
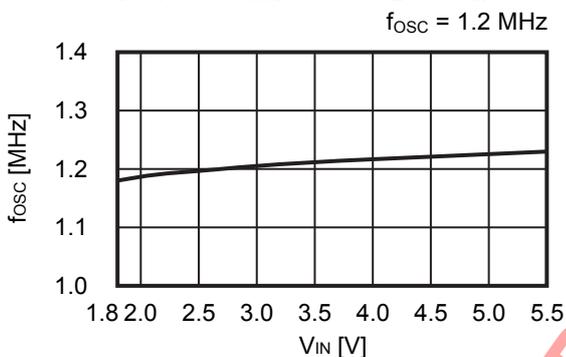
(1) 動作時消費電流 (I<sub>SS1</sub>) - 入力電圧 (V<sub>IN</sub>)



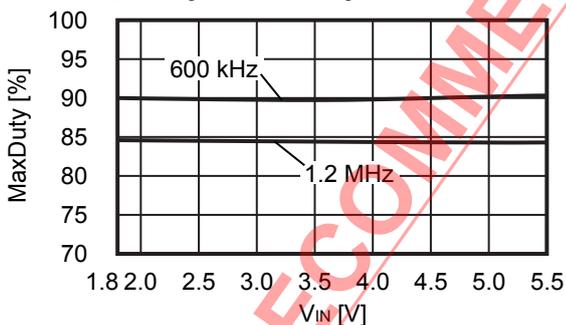
(2) パワーオフ時消費電流 (I<sub>SSS</sub>) - 入力電圧 (V<sub>IN</sub>)



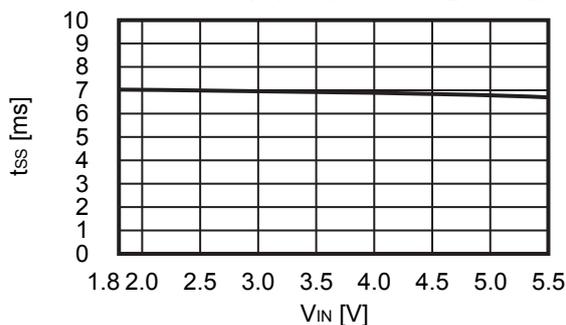
(3) 発振周波数 (f<sub>osc</sub>) - 入力電圧 (V<sub>IN</sub>)



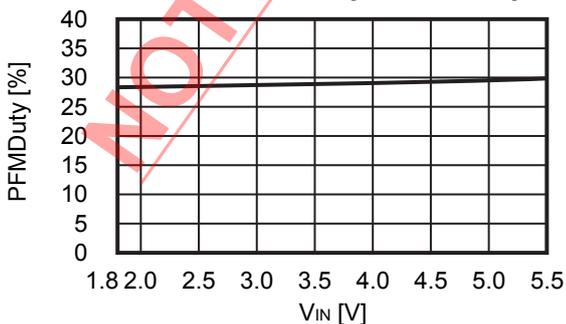
(4) 最大 Duty 比 (MaxDuty) - 入力電圧 (V<sub>IN</sub>)



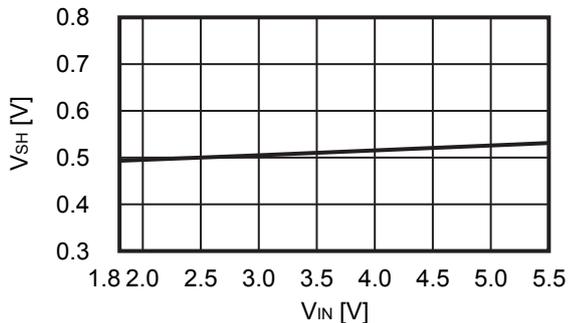
(5) ソフトスタート時間 (t<sub>SS</sub>) - 入力電圧 (V<sub>IN</sub>)



(6) PWM / PFM 切換え Duty 比 (PFMDuty) - 入力電圧 (V<sub>IN</sub>)



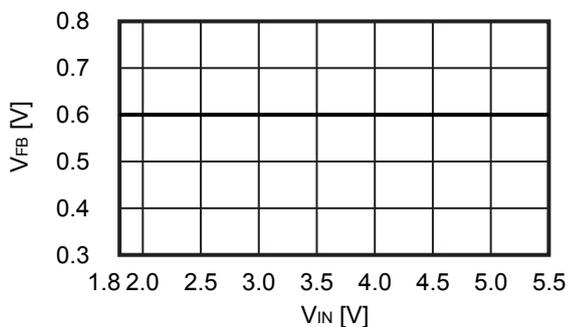
(7) 高レベル入力電圧 ( $V_{SH}$ ) - 入力電圧 ( $V_{IN}$ )



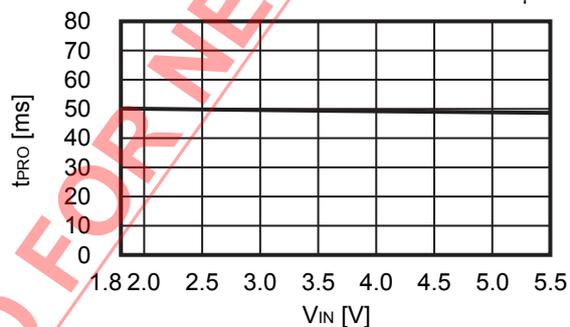
(8) 低レベル入力電圧 ( $V_{SL}$ ) - 入力電圧 ( $V_{IN}$ )



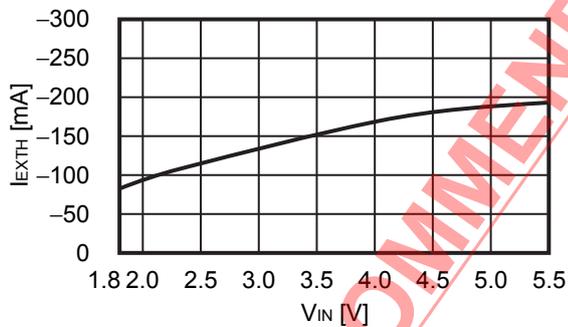
(9) FB 電圧 ( $V_{FB}$ ) - 入力電圧 ( $V_{IN}$ )



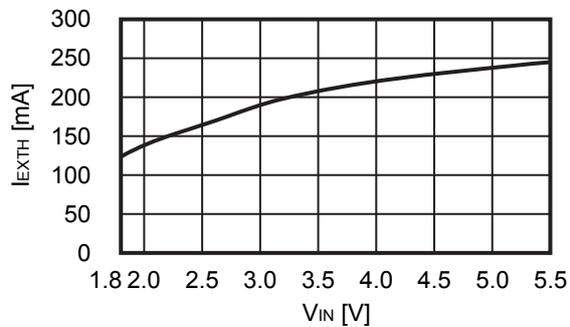
(10) 短絡保護遅延時間 ( $t_{PRO}$ ) - 入力電圧 ( $V_{IN}$ )  
 CSP = 0.1  $\mu$ F



(11) EXT 端子出力電流 "H" ( $I_{EXTH}$ ) - 入力電圧 ( $V_{IN}$ )



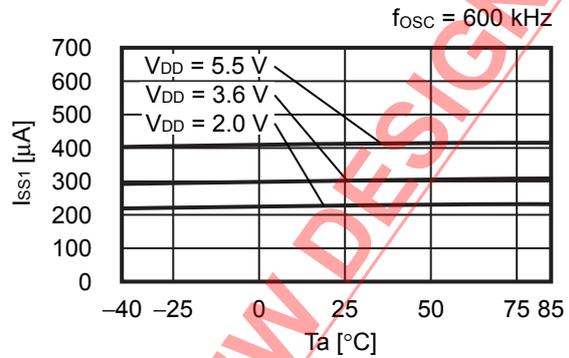
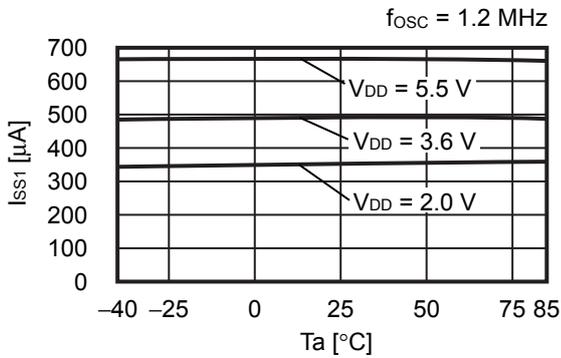
(12) EXT 端子出力電流 "L" ( $I_{EXTL}$ ) - 入力電圧 ( $V_{IN}$ )



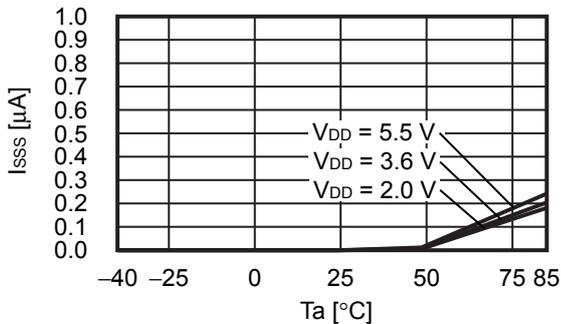
NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

2. 主要項目温度特性例 (Ta = -40°C ~ +85°C)

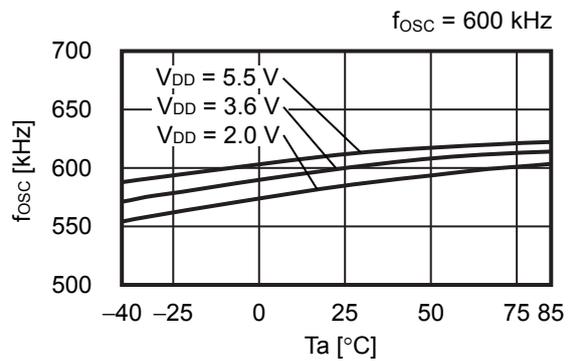
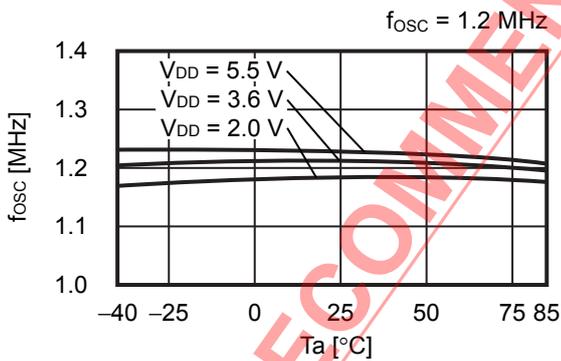
(1) 動作時消費電流 (I<sub>SS1</sub>) - 温度 (Ta)



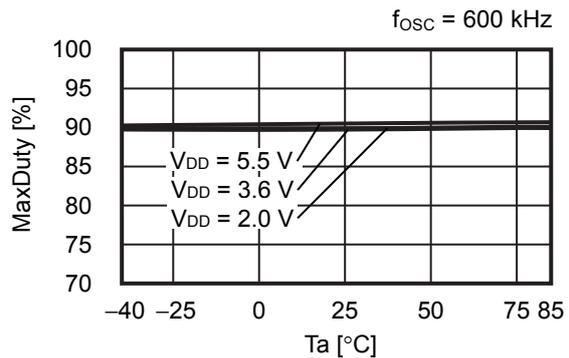
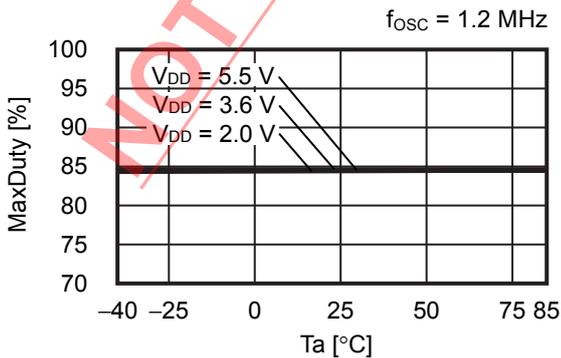
(2) パワーオフ時消費電流 (I<sub>SSS</sub>) - 温度 (Ta)



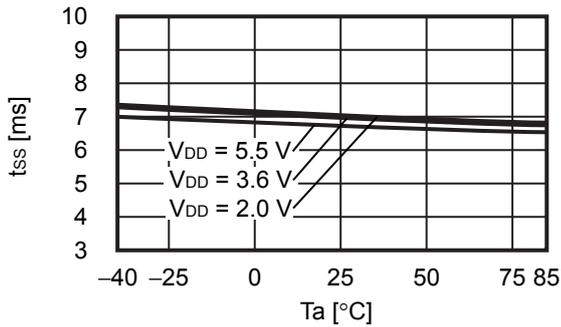
(3) 発振周波数 (f<sub>osc</sub>) - 温度 (Ta)



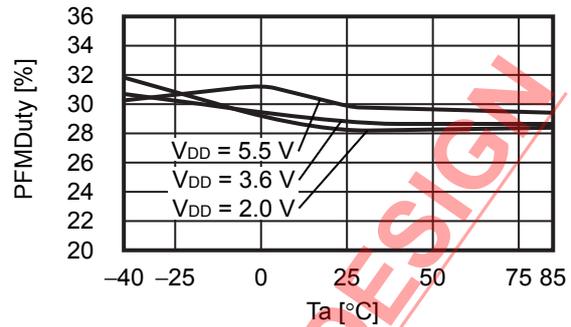
(4) 最大 Duty 比 (MaxDuty) - 温度 (Ta)



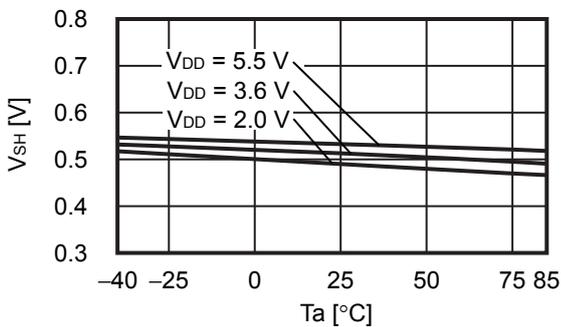
(5) ソフトスタート時間 ( $t_{SS}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



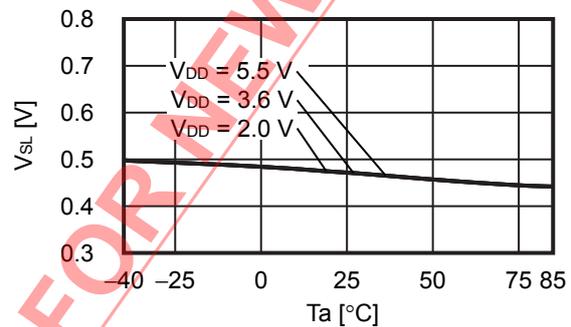
(6) PWM / PFM 切換え Duty 比 (PFMDuty) - 温度 ( $T_a$ )



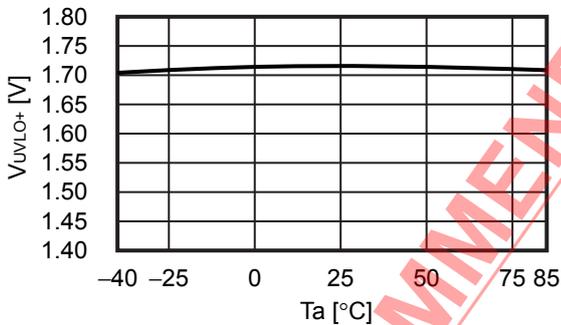
(7) 高レベル入力電圧 ( $V_{SH}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



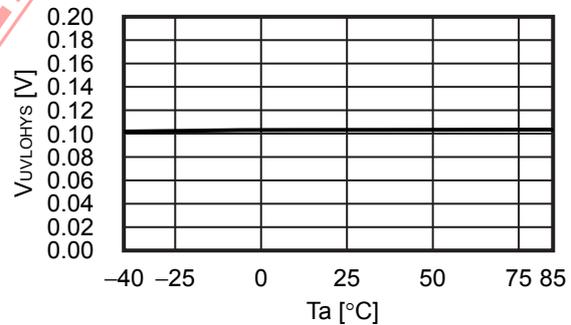
(8) 低レベル入力電圧 ( $V_{SL}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



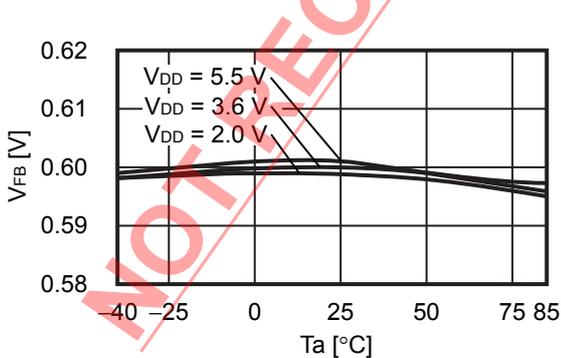
(9) UVLO 解除電圧 ( $V_{UVLO+}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



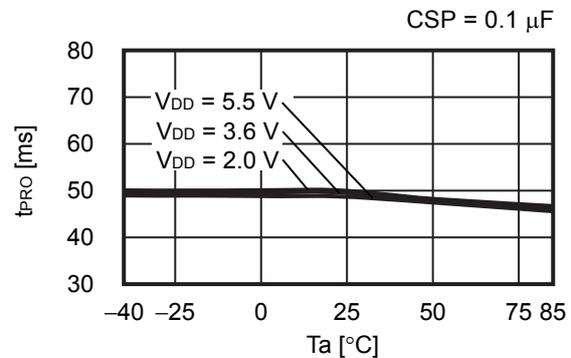
(10) UVLO ヒステリシス幅 ( $V_{UVLOHYS}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



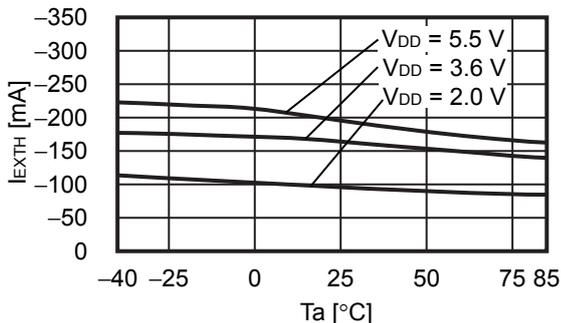
(11) FB 電圧 ( $V_{FB}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



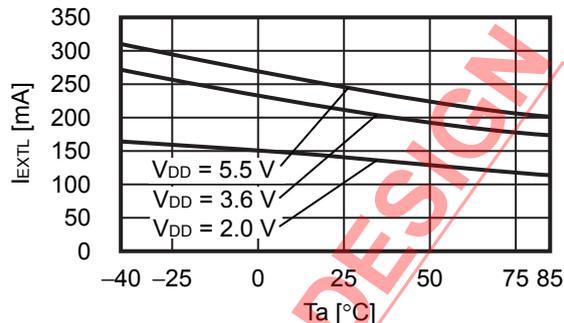
(12) 短絡保護遅延時間 ( $t_{PRO}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



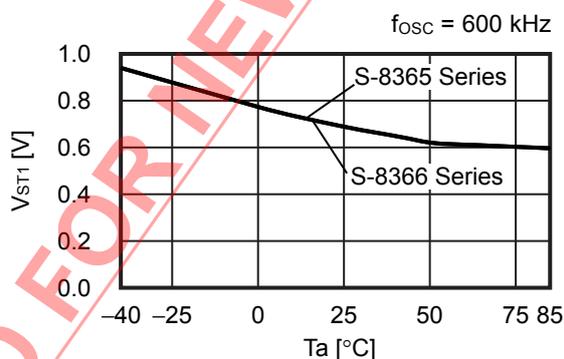
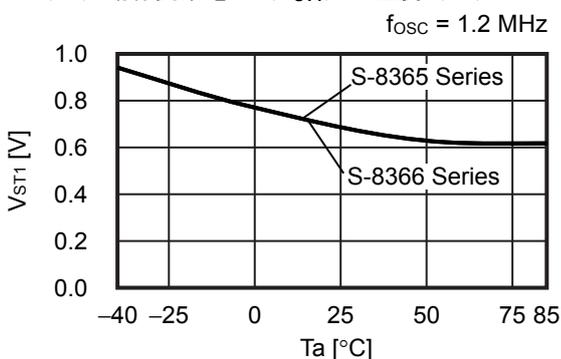
(13) EXT 端子出力電流 “H” ( $I_{EXTH}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



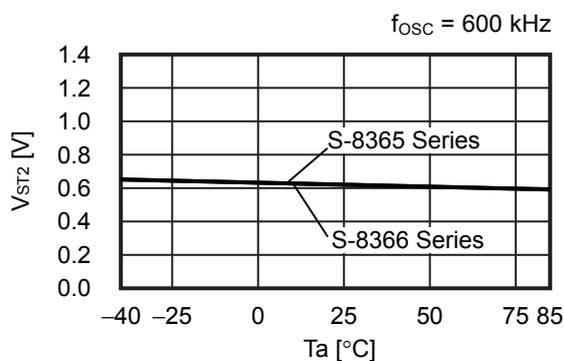
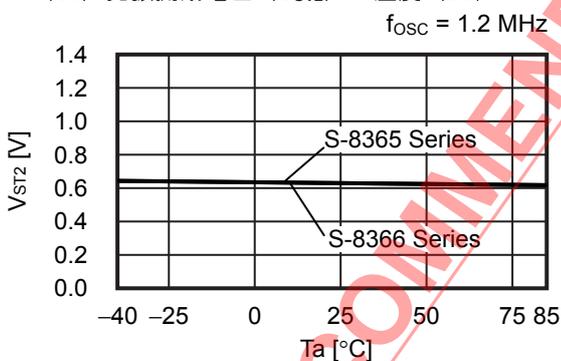
(14) EXT 端子出力電流 “L” ( $I_{EXTL}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



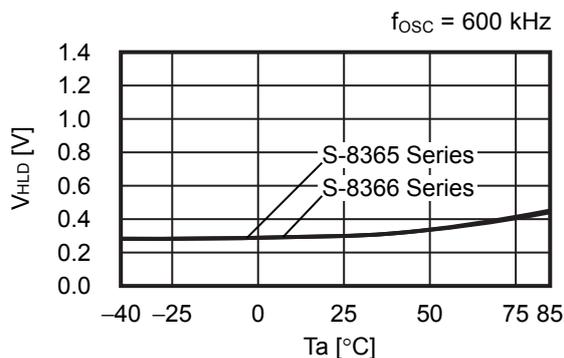
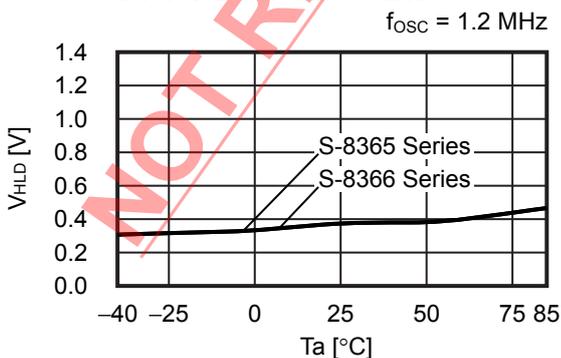
(15) 動作開始電圧 ( $V_{ST1}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



(16) 発振開始電圧 ( $V_{ST2}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



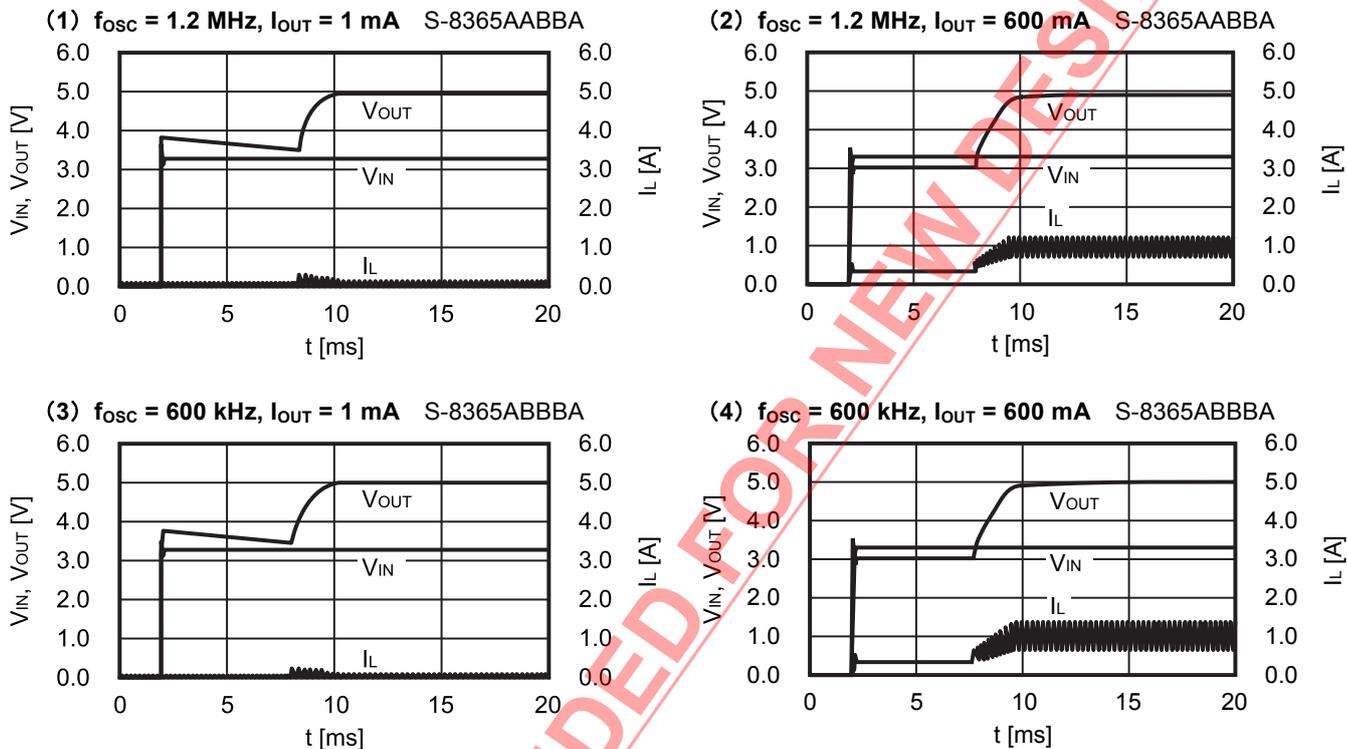
(17) 動作保持電圧 ( $V_{HLD}$ ) - 温度 ( $T_a$ )



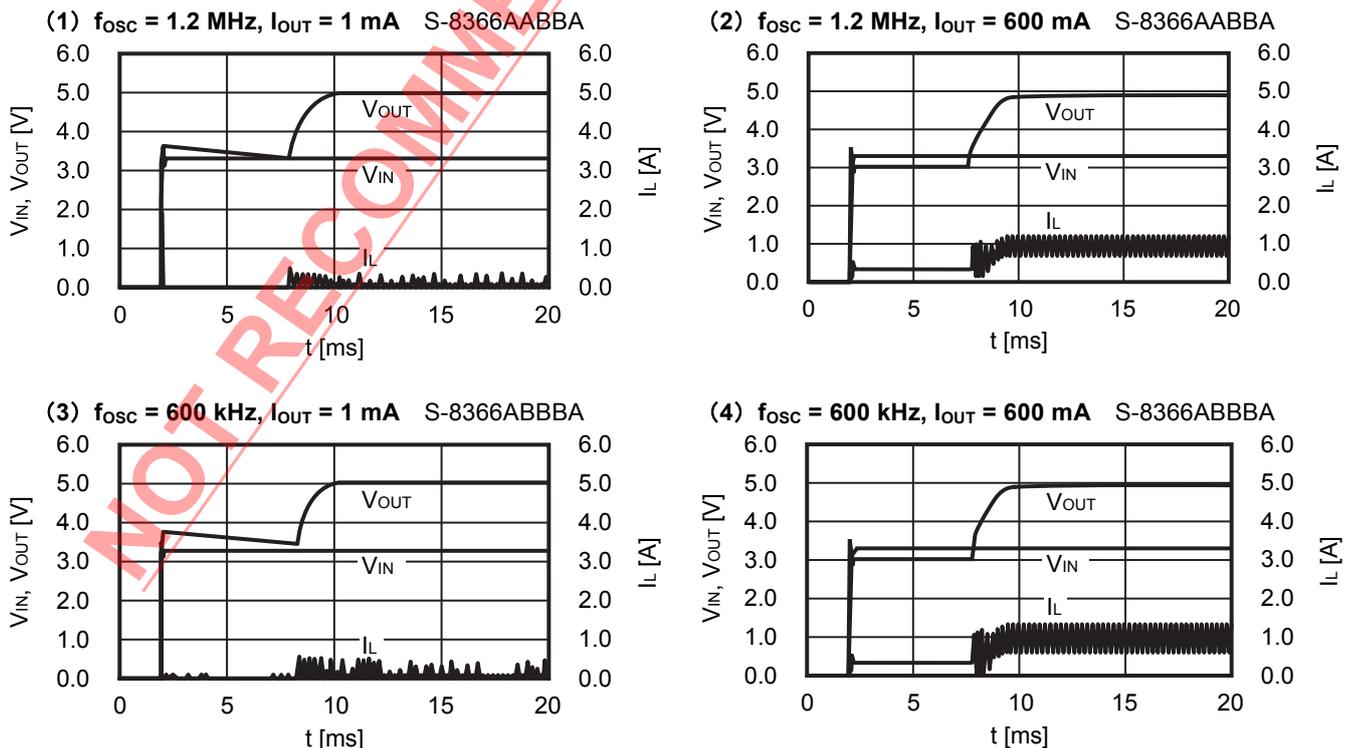
### 3. 過渡応答特性例

特記なき場合、表 10 外付け部品一覧に示す部品を使用しています。

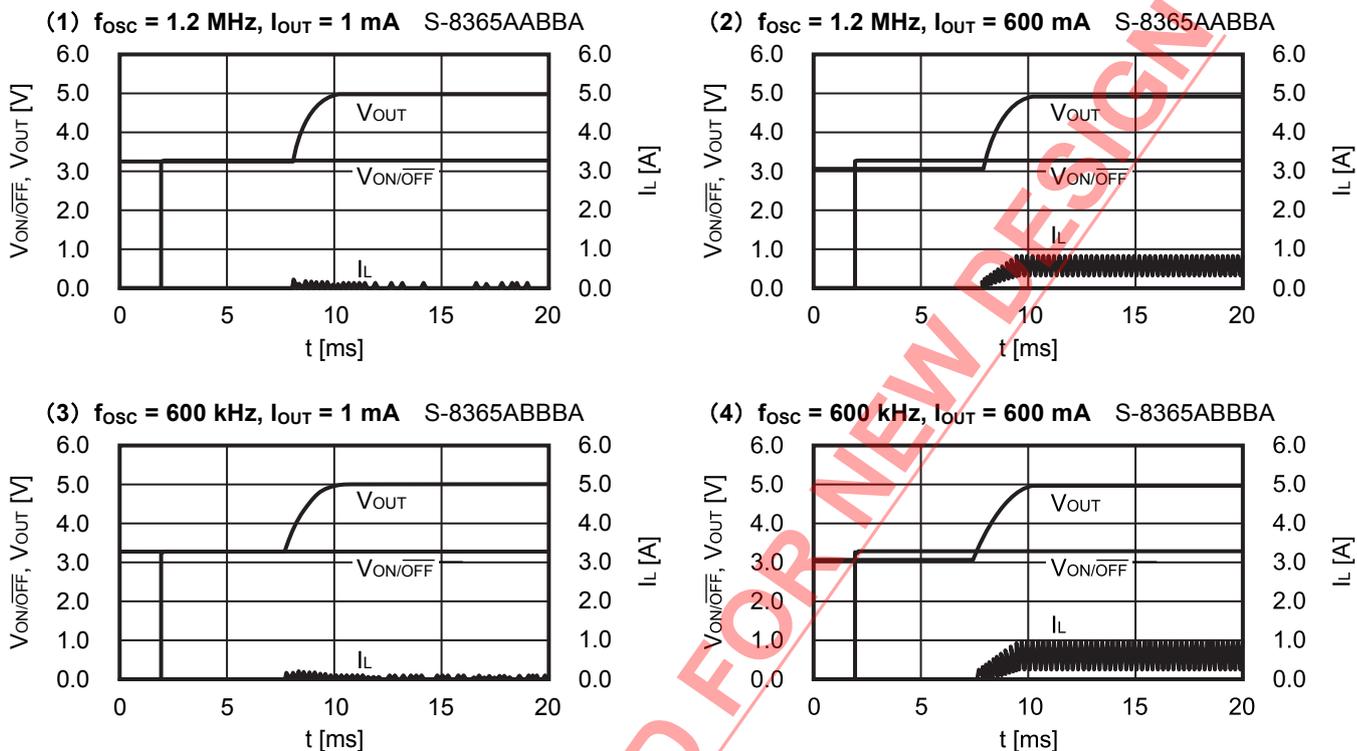
#### 3.1 電源投入時 ( $V_{OUT(S)} = 5.0\text{ V}$ , $V_{IN} = 0\text{ V} \rightarrow 3.3\text{ V}$ , PWM 制御 $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



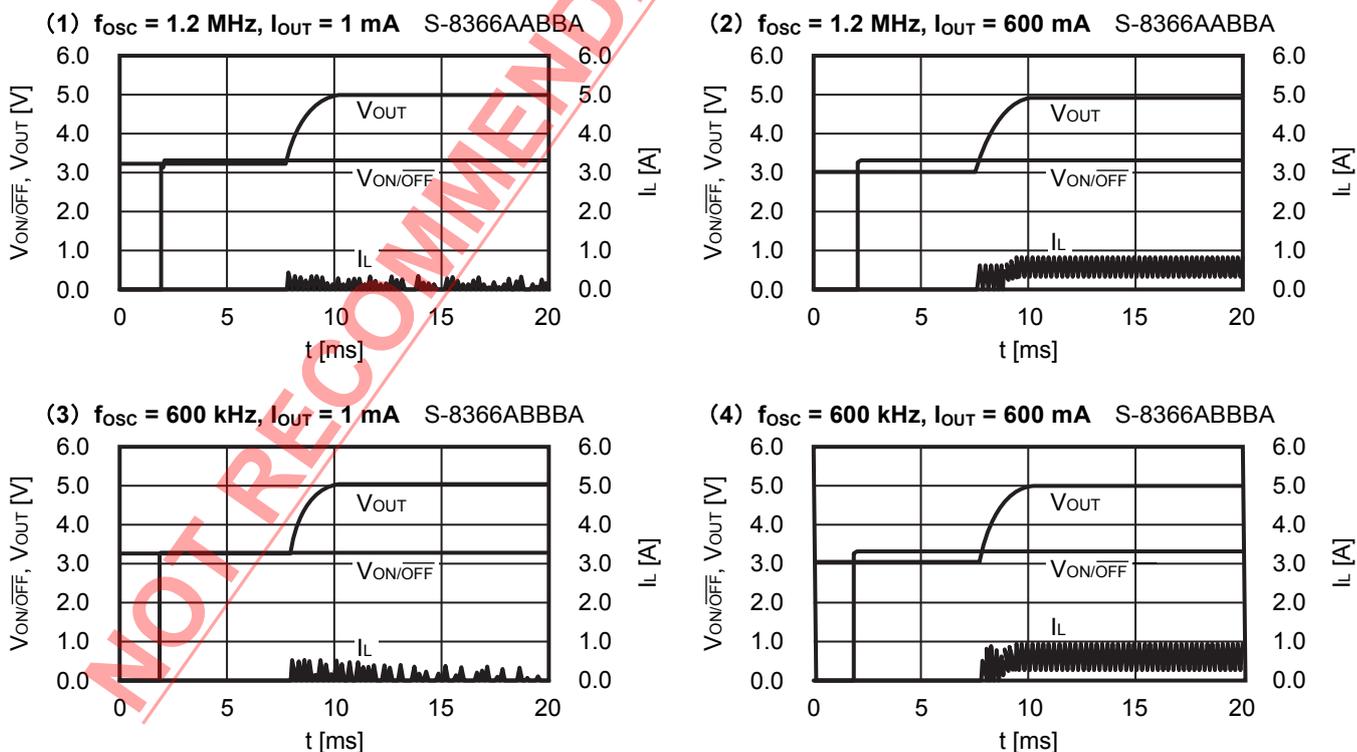
#### 3.2 電源投入時 ( $V_{OUT(S)} = 5.0\text{ V}$ , $V_{IN} = 0\text{ V} \rightarrow 3.3\text{ V}$ , PWM / PFM 切換え制御 $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



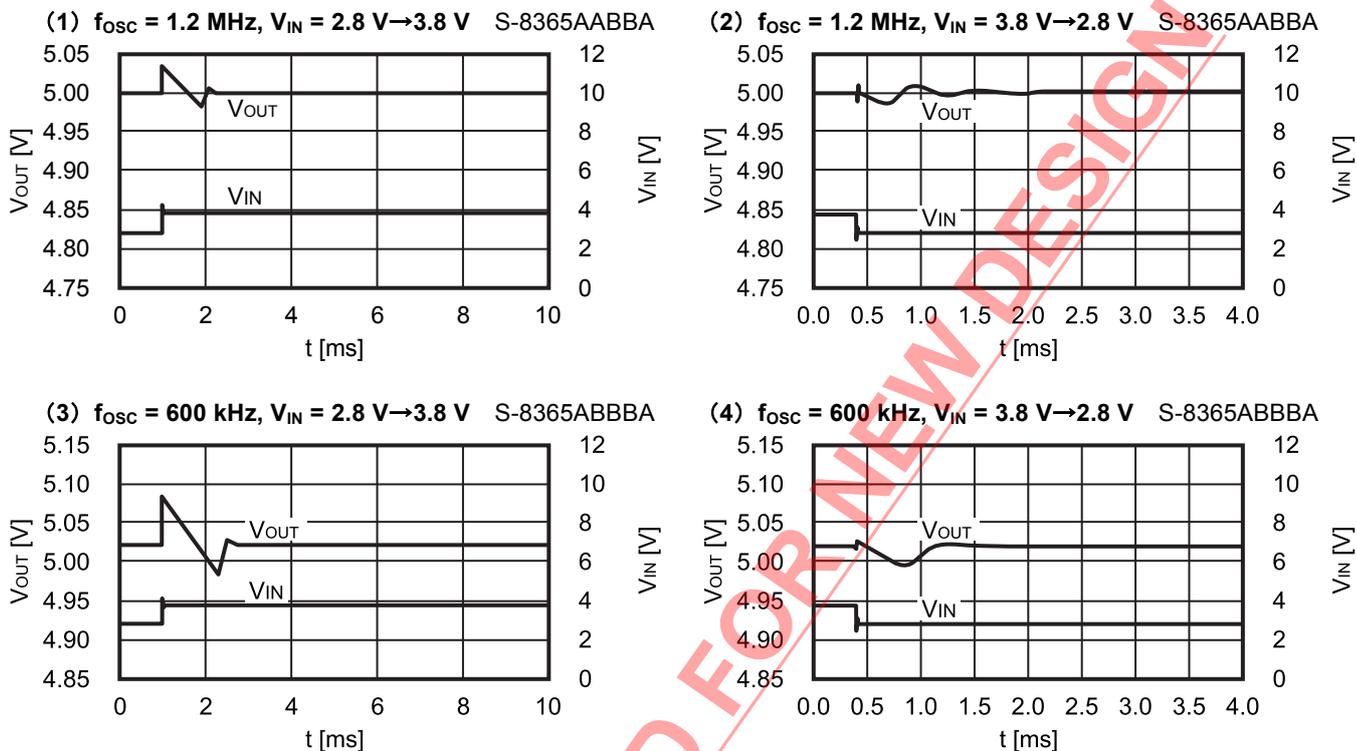
3.3 パワーオフ端子応答 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ ,  $V_{ON/OFF} = 0\text{ V} \rightarrow 3.3\text{ V}$ , PWM 制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



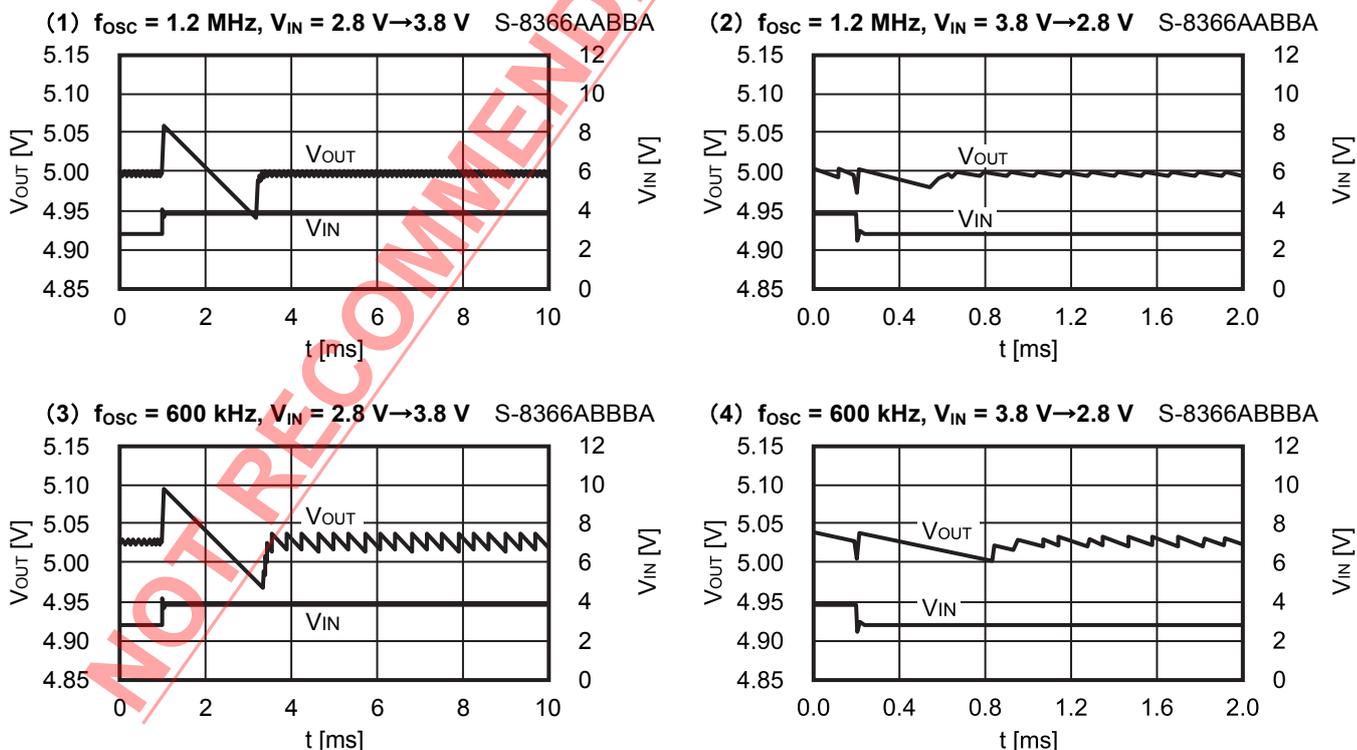
3.4 パワーオフ端子応答 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ ,  $V_{ON/OFF} = 0\text{ V} \rightarrow 3.3\text{ V}$ , PWM / PFM 切換え制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



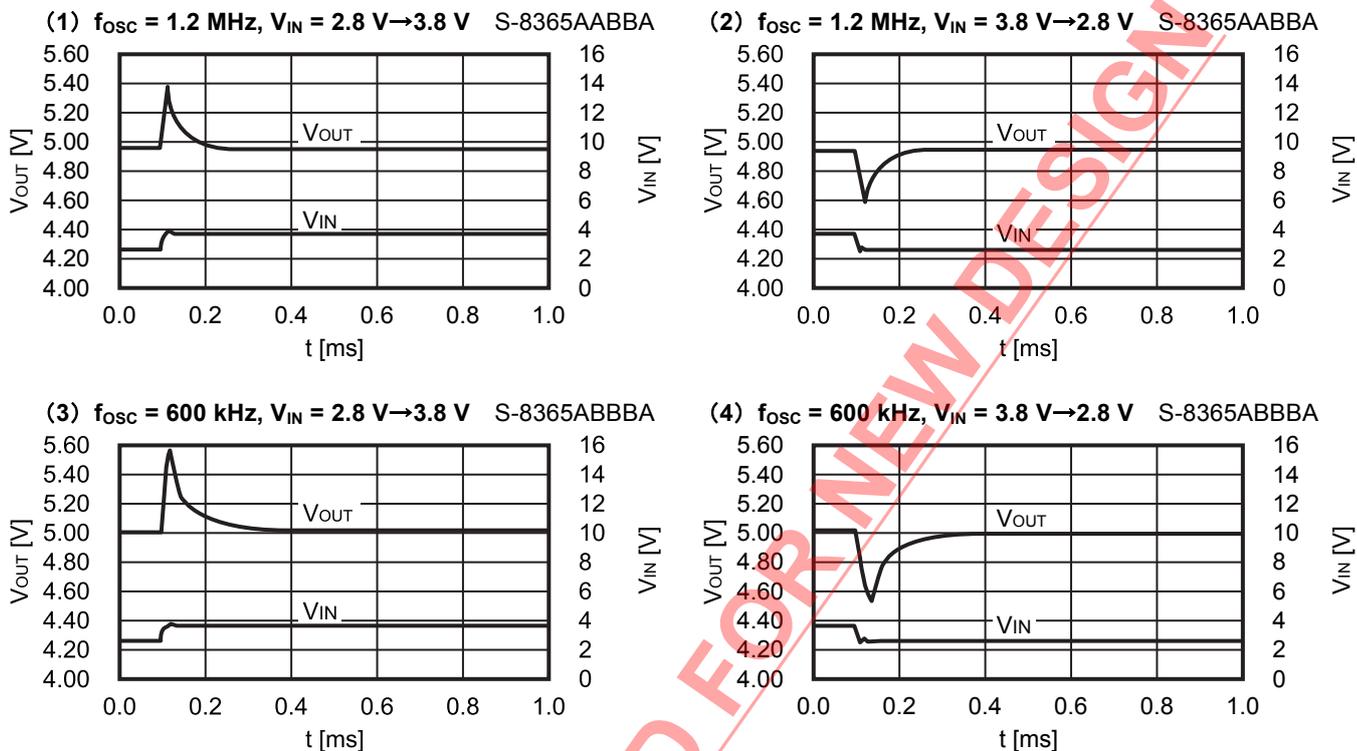
3.5 電源電圧変動 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 1\text{ mA}$ , PWM 制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



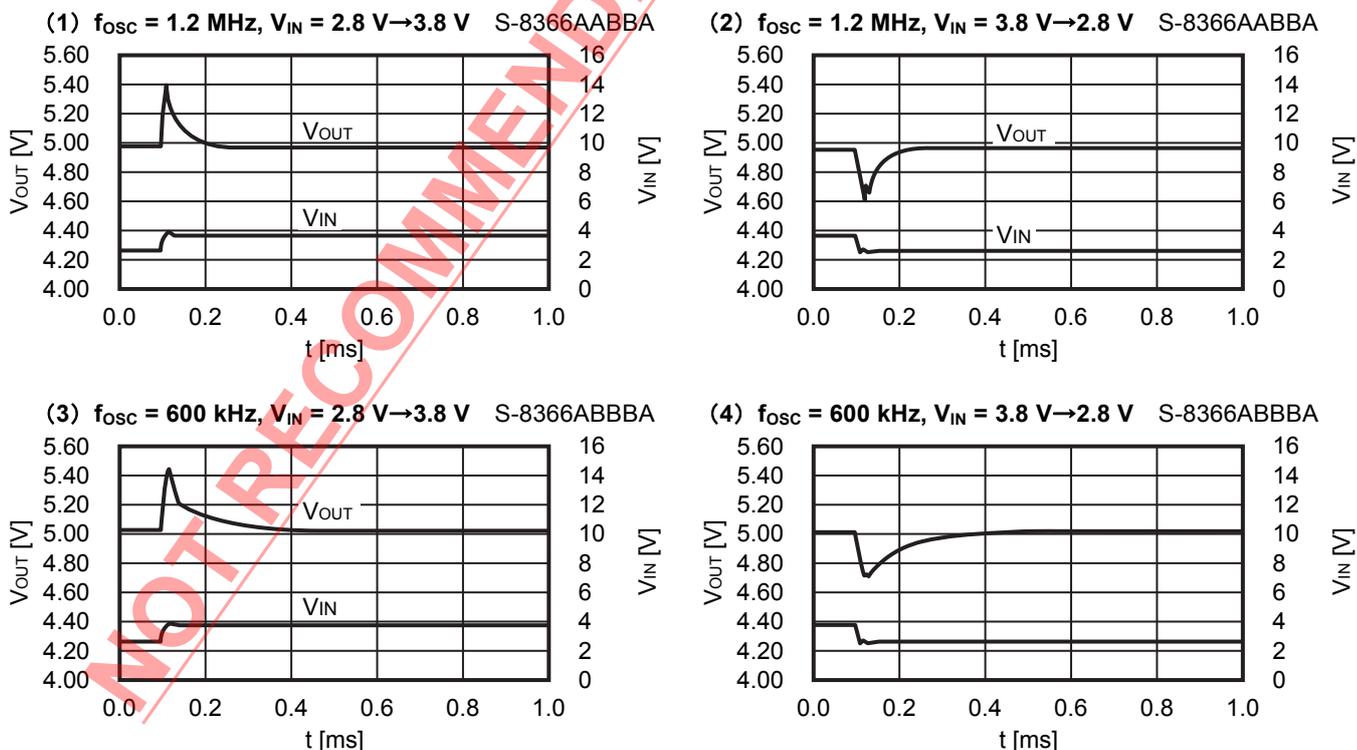
3.6 電源電圧変動 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 1\text{ mA}$ , PWM / PFM 切換え制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



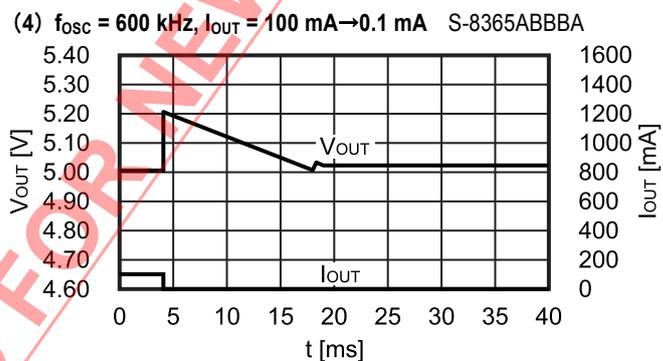
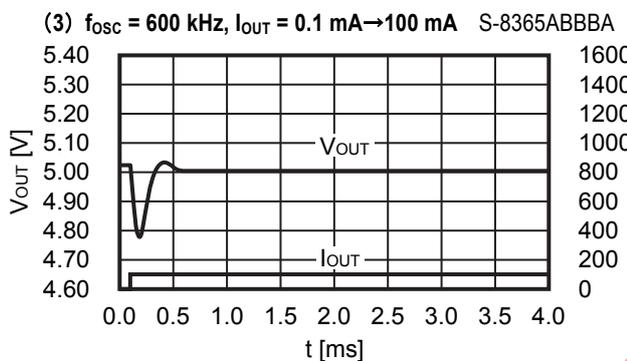
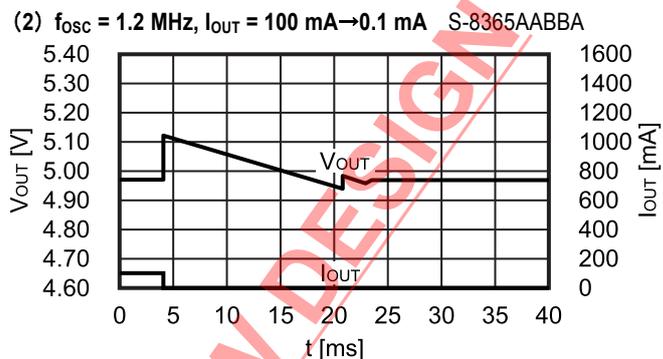
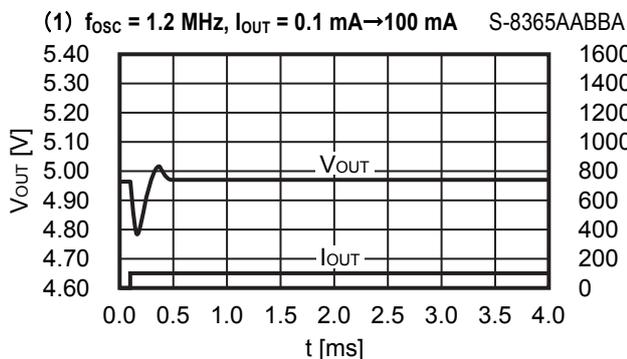
3.7 電源電圧変動 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 500\text{ mA}$ , PWM 制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



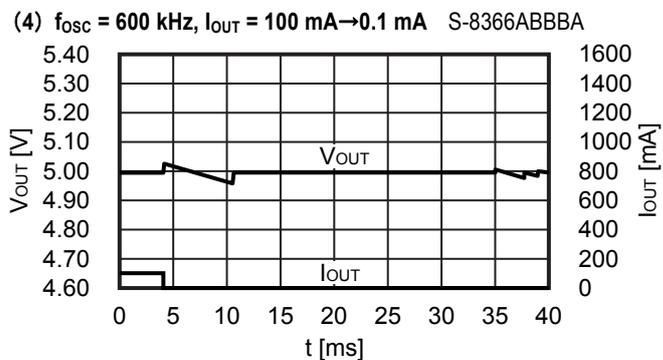
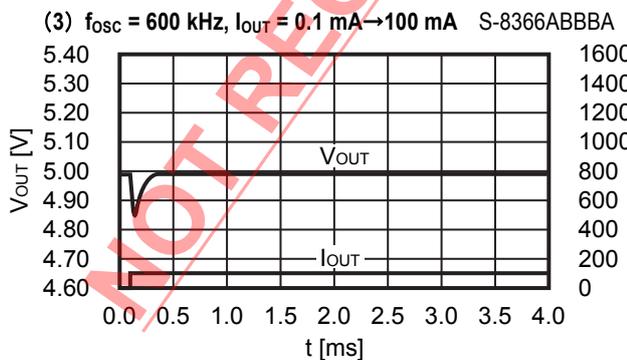
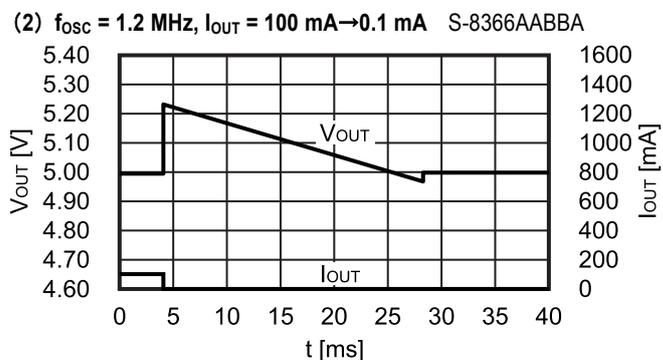
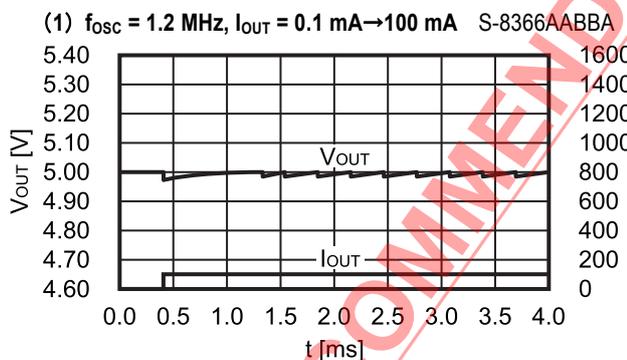
3.8 電源電圧変動 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 500\text{ mA}$ , PWM / PFM 切換え制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



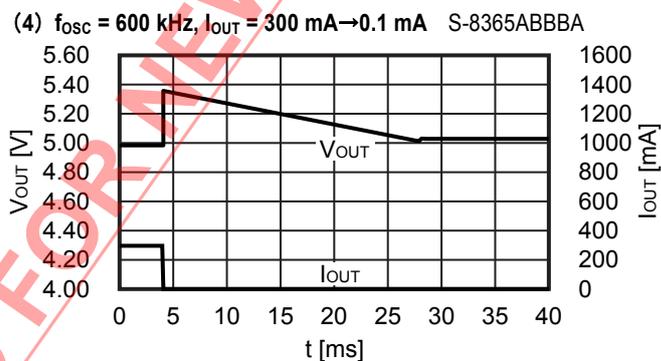
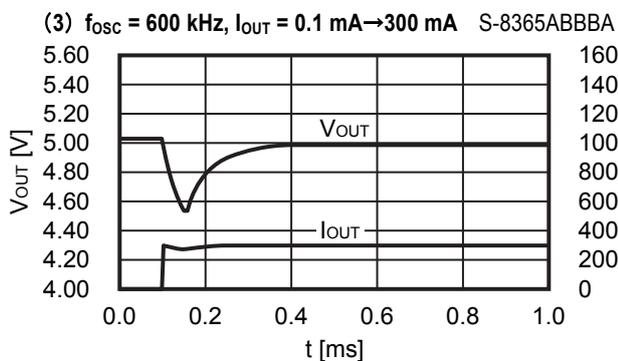
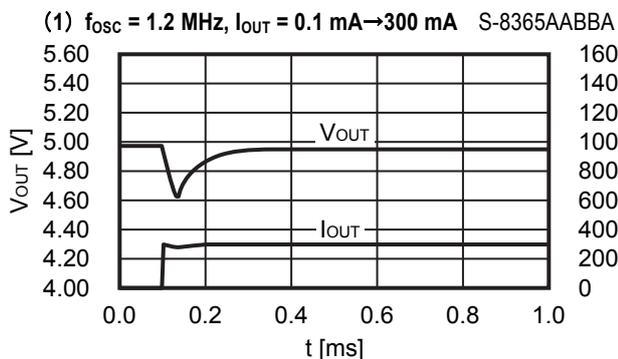
3.9 負荷変動 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 0.1\text{ mA} \rightarrow 100\text{ mA} \rightarrow 0.1\text{ mA}$ , PWM 制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



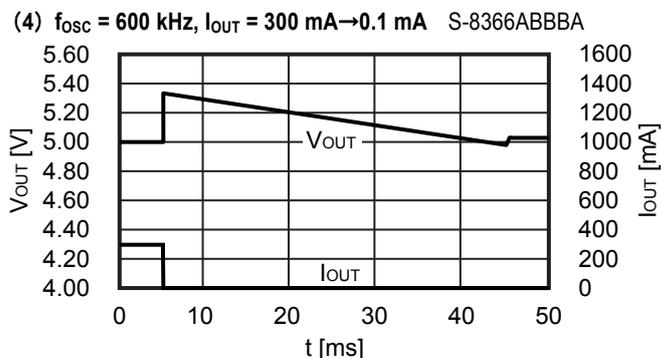
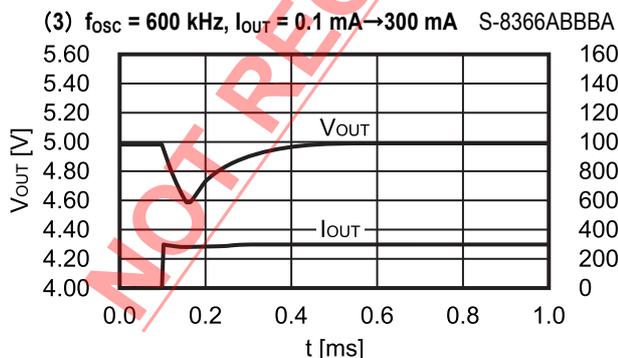
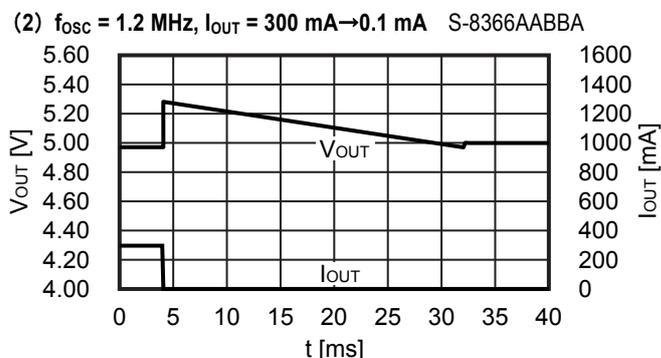
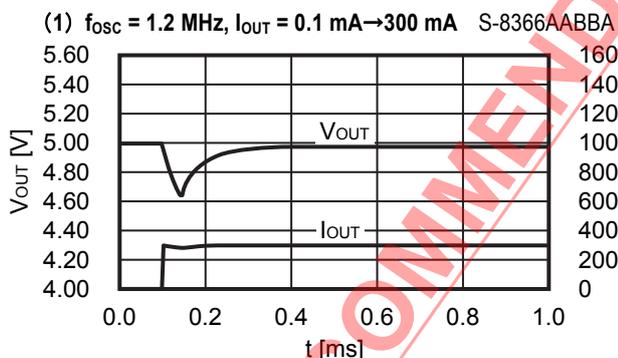
3.10 負荷変動 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 0.1\text{ mA} \rightarrow 100\text{ mA} \rightarrow 0.1\text{ mA}$ , PWM / PFM 切換え制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



3.11 負荷変動 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 0.1\text{ mA} \rightarrow 300\text{ mA} \rightarrow 0.1\text{ mA}$ , PWM 制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



3.12 負荷変動 ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ ,  $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 0.1\text{ mA} \rightarrow 300\text{ mA} \rightarrow 0.1\text{ mA}$ , PWM / PFM 切換え制御  $T_a = 25^\circ\text{C}$ )



■ 参考データ

参考データは具体的に外付け部品を決めるためのものです。したがって、本データは様々な用途に対応できるように推奨できる外付け部品を選び、その特性データを掲載したものです。

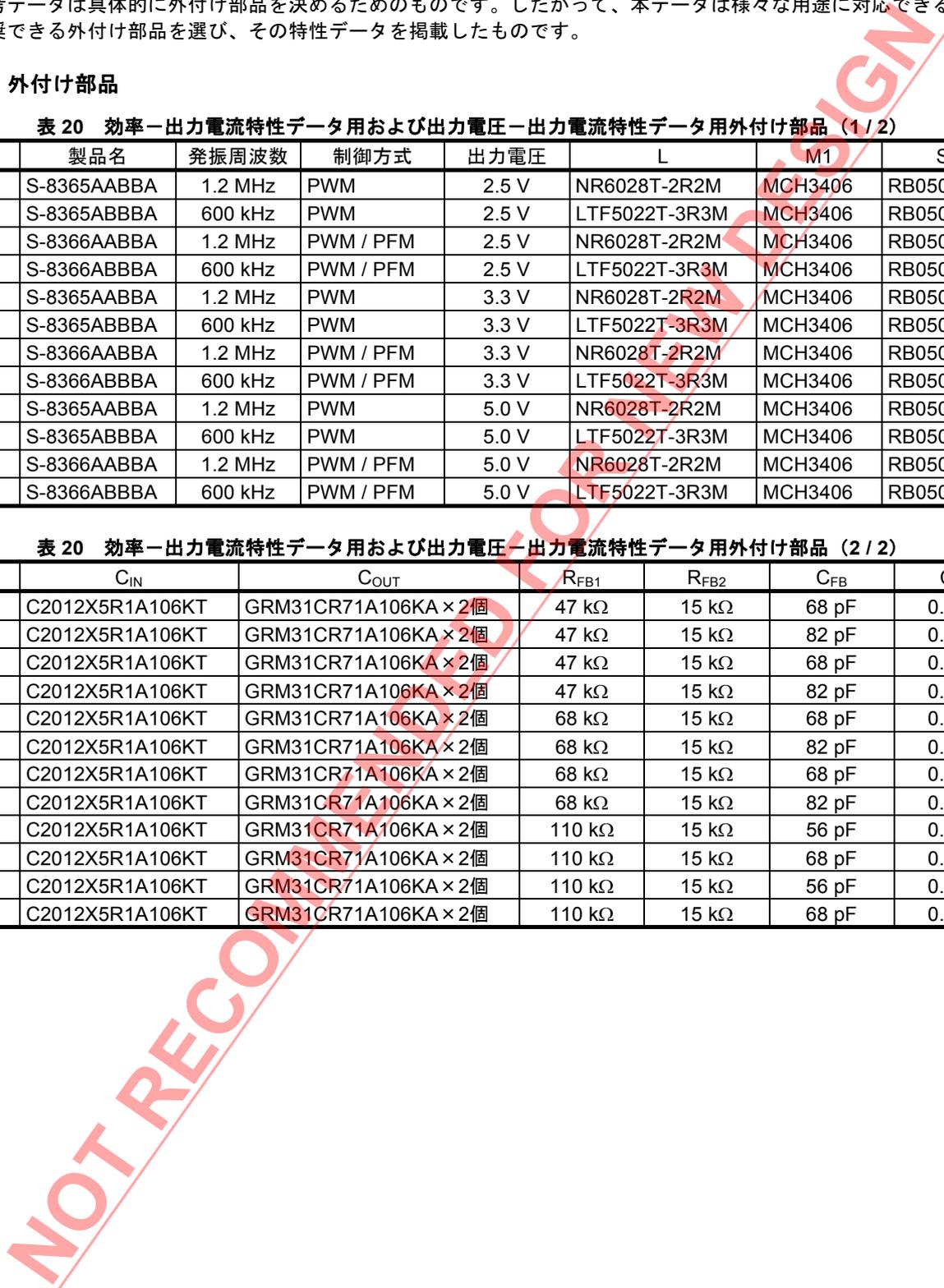
1. 外付け部品

表 20 効率－出力電流特性データ用および出力電圧－出力電流特性データ用外付け部品 (1 / 2)

条件	製品名	発振周波数	制御方式	出力電圧	L	M1	SD
1	S-8365AABBA	1.2 MHz	PWM	2.5 V	NR6028T-2R2M	MCH3406	RB050LA-30
2	S-8365ABBBA	600 kHz	PWM	2.5 V	LTF5022T-3R3M	MCH3406	RB050LA-30
3	S-8366AABBA	1.2 MHz	PWM / PFM	2.5 V	NR6028T-2R2M	MCH3406	RB050LA-30
4	S-8366ABBBA	600 kHz	PWM / PFM	2.5 V	LTF5022T-3R3M	MCH3406	RB050LA-30
5	S-8365AABBA	1.2 MHz	PWM	3.3 V	NR6028T-2R2M	MCH3406	RB050LA-30
6	S-8365ABBBA	600 kHz	PWM	3.3 V	LTF5022T-3R3M	MCH3406	RB050LA-30
7	S-8366AABBA	1.2 MHz	PWM / PFM	3.3 V	NR6028T-2R2M	MCH3406	RB050LA-30
8	S-8366ABBBA	600 kHz	PWM / PFM	3.3 V	LTF5022T-3R3M	MCH3406	RB050LA-30
9	S-8365AABBA	1.2 MHz	PWM	5.0 V	NR6028T-2R2M	MCH3406	RB050LA-30
10	S-8365ABBBA	600 kHz	PWM	5.0 V	LTF5022T-3R3M	MCH3406	RB050LA-30
11	S-8366AABBA	1.2 MHz	PWM / PFM	5.0 V	NR6028T-2R2M	MCH3406	RB050LA-30
12	S-8366ABBBA	600 kHz	PWM / PFM	5.0 V	LTF5022T-3R3M	MCH3406	RB050LA-30

表 20 効率－出力電流特性データ用および出力電圧－出力電流特性データ用外付け部品 (2 / 2)

条件	C <sub>IN</sub>	C <sub>OUT</sub>	R <sub>FB1</sub>	R <sub>FB2</sub>	C <sub>FB</sub>	C <sub>DD</sub>
1	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	47 kΩ	15 kΩ	68 pF	0.1 μF
2	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	47 kΩ	15 kΩ	82 pF	0.1 μF
3	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	47 kΩ	15 kΩ	68 pF	0.1 μF
4	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	47 kΩ	15 kΩ	82 pF	0.1 μF
5	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	68 kΩ	15 kΩ	68 pF	0.1 μF
6	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	68 kΩ	15 kΩ	82 pF	0.1 μF
7	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	68 kΩ	15 kΩ	68 pF	0.1 μF
8	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	68 kΩ	15 kΩ	82 pF	0.1 μF
9	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	110 kΩ	15 kΩ	56 pF	0.1 μF
10	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	110 kΩ	15 kΩ	68 pF	0.1 μF
11	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	110 kΩ	15 kΩ	56 pF	0.1 μF
12	C2012X5R1A106KT	GRM31CR71A106KA × 2個	110 kΩ	15 kΩ	68 pF	0.1 μF



外付け部品の性能は以下のとおりです。

表 21 外付け部品の性能

部品	製品型名	メーカー	特性
インダクタ	NR6028T-2R2M	太陽誘電株式会社	2.2 $\mu$ H, DCR <sup>*1</sup> = 0.020 $\Omega$ , I <sub>MAX</sub> <sup>*2</sup> = 4.2 A, L × W × H = 6.0 × 6.0 × 2.8 mm
	LTF5022T-3R3M	TDK 株式会社	3.3 $\mu$ H, DCR <sup>*1</sup> = 0.060 $\Omega$ , I <sub>MAX</sub> <sup>*2</sup> = 2.7 A, L × W × H = 5.0 × 5.2 × 2.2 mm
ダイオード	RB050LA-30	ローム株式会社	V <sub>F</sub> <sup>*3</sup> = 0.45 V, I <sub>F</sub> <sup>*4</sup> = 3.0 A, V <sub>R</sub> <sup>*5</sup> = 30 V L × W × H = 4.7 × 2.6 × 1.05 mm
トランジスタ	MCH3406	三洋半導体株式会社	V <sub>DSS</sub> <sup>*6</sup> = 20 V, V <sub>GSS</sub> <sup>*7</sup> = ±10 V, I <sub>D</sub> <sup>*8</sup> = 3.0 A, Q <sub>G</sub> <sup>*9</sup> = 8.8 nC typ., R <sub>DS(ON)</sub> <sup>*10</sup> = 0.082 $\Omega$ max. (V <sub>GS</sub> <sup>*11</sup> = 2.5 V) L × W × H = 2.1 × 2.0 × 0.85 mm
コンデンサ	C2012X5R1A106KT	TDK 株式会社	10 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*12</sup> = 10 V, X5R, L × W × H = 2.0 × 1.25 × 1.45 mm
	C1005X7R1C104KT		0.1 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*12</sup> = 16 V, X7R, L × W × H = 1.0 × 0.5 × 0.55 mm
	GRM31CR71A106KA	株式会社村田製作所	10 $\mu$ F, E <sub>DC</sub> <sup>*12</sup> = 10 V, X7R, L × W × H = 3.2 × 1.6 × 1.6 mm

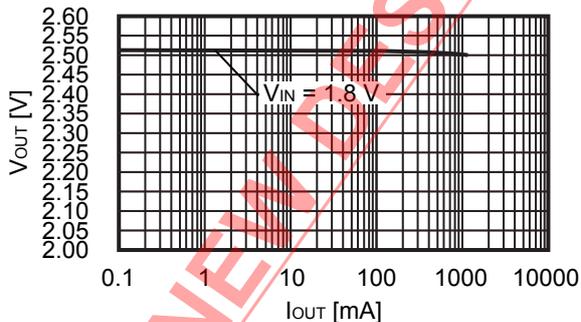
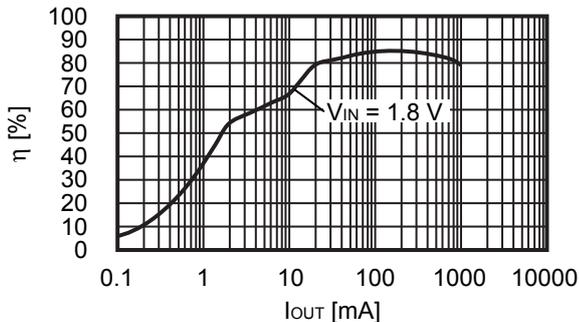
- \* 1. DCR : 直流抵抗
- \* 2. I<sub>MAX</sub> : 最大許容電流
- \* 3. V<sub>F</sub> : 順方向電圧
- \* 4. I<sub>F</sub> : 順方向電流
- \* 5. V<sub>R</sub> : 逆方向電圧
- \* 6. V<sub>DSS</sub> : ドレイン・ソース間電圧 (ゲート・ソース間ショート時)
- \* 7. V<sub>GSS</sub> : ゲート・ソース間電圧 (ドレイン・ソース間ショート時)
- \* 8. I<sub>D</sub> : ドレイン電流
- \* 9. Q<sub>G</sub> : ゲート・チャージ
- \* 10. R<sub>DS(ON)</sub> : ドレイン・ソース間オン抵抗
- \* 11. V<sub>GS</sub> : ゲート・ソース間電圧
- \* 12. E<sub>DC</sub> : 定格電圧

注意 表 21 の特性の各数値は各社の資料を元に掲載していますが、ご使用の際は各社資料を十分ご確認の上使用してください。

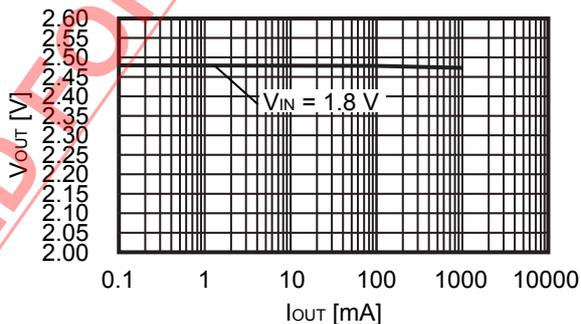
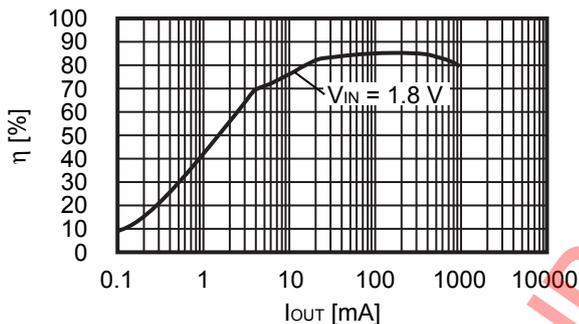
2. 出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 効率 ( $\eta$ ) 特性、出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) 特性

以下に表 20 の条件 1~12 で用いた場合の、実際の出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 効率 ( $\eta$ ) 特性と出力電流 ( $I_{OUT}$ ) - 出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) 特性を示します。

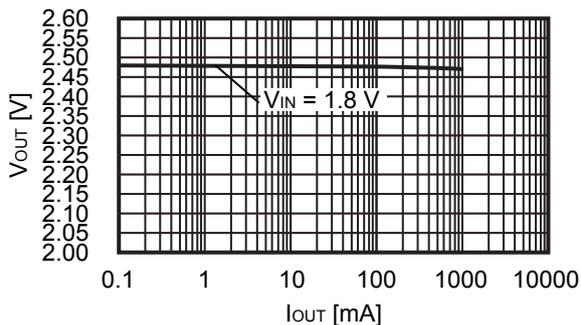
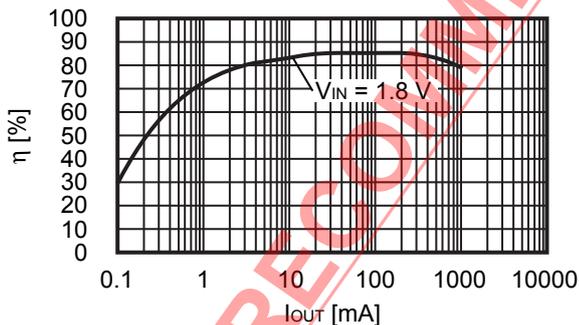
条件 1 S-8365AABBA ( $V_{OUT(S)} = 2.5 V$ )



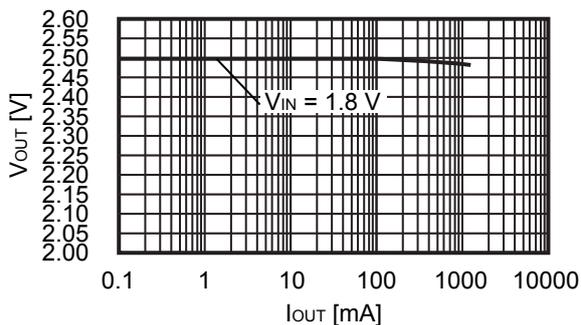
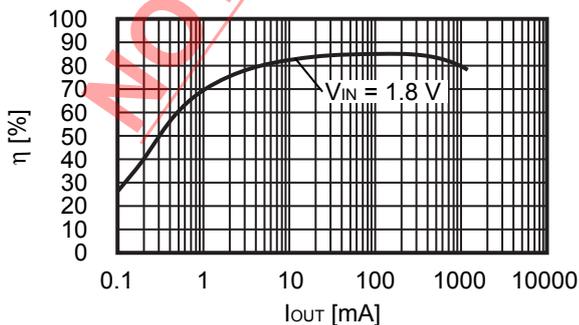
条件 2 S-8365ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 2.5 V$ )



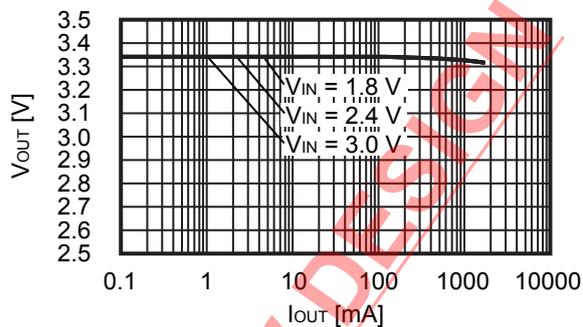
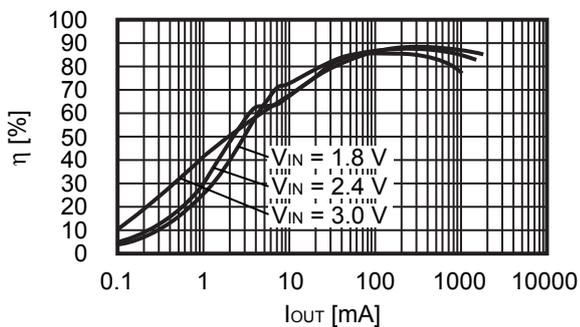
条件 3 S-8366AABBA ( $V_{OUT(S)} = 2.5 V$ )



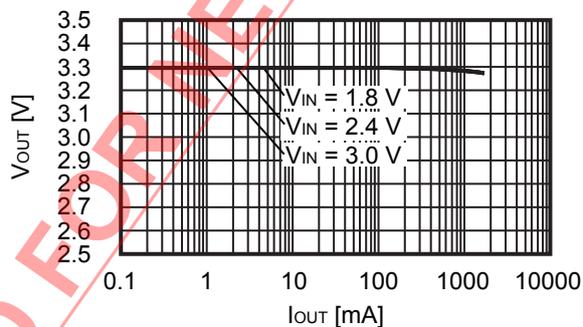
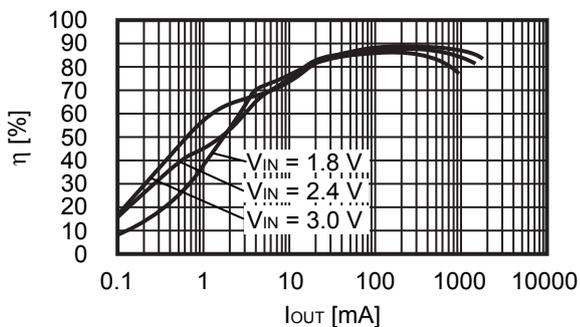
条件 4 S-8366ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 2.5 V$ )



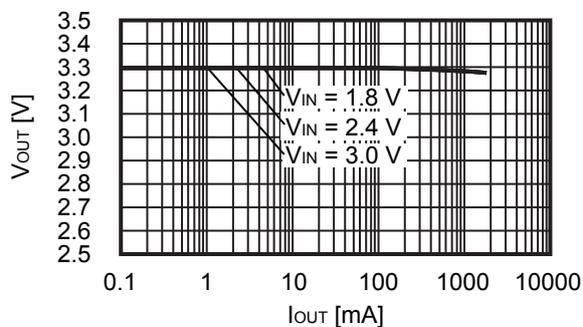
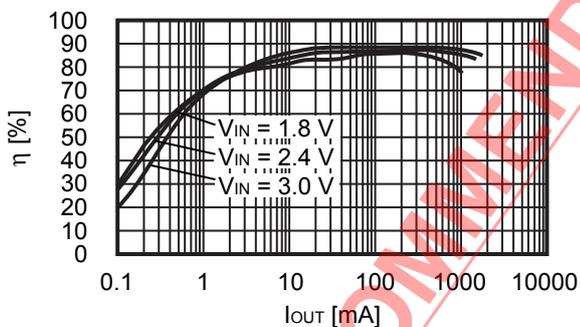
条件 5 S-8365AABBA ( $V_{OUT(S)} = 3.3\text{ V}$ )



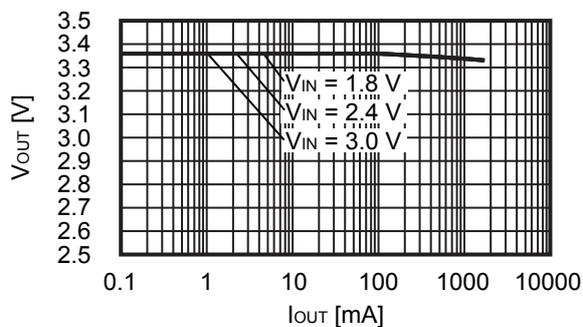
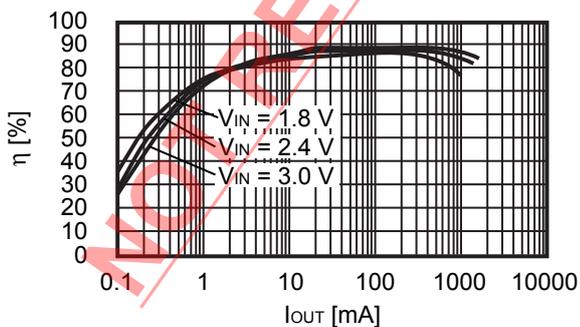
条件 6 S-8365ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 3.3\text{ V}$ )



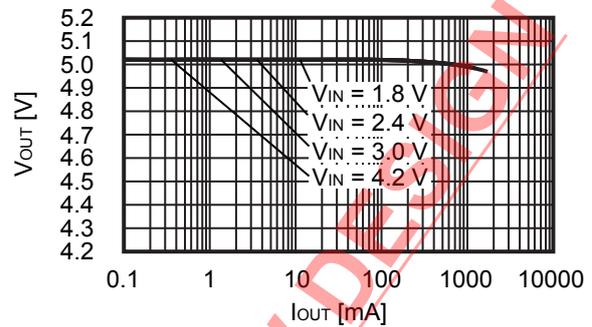
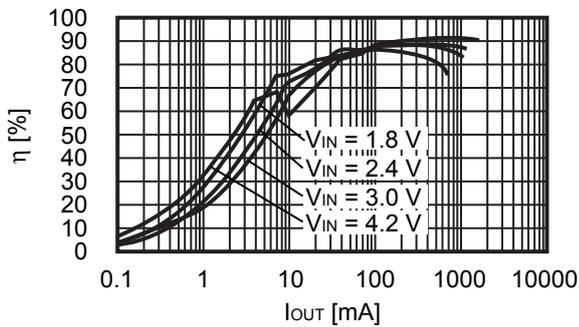
条件 7 S-8366AABBA ( $V_{OUT(S)} = 3.3\text{ V}$ )



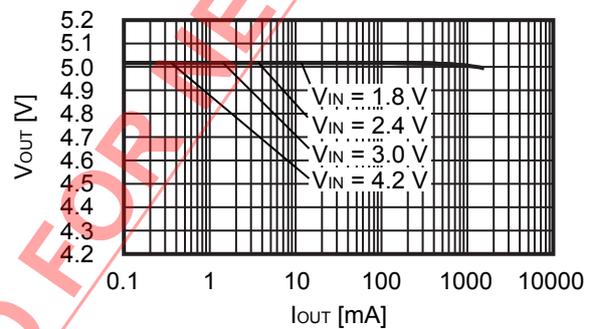
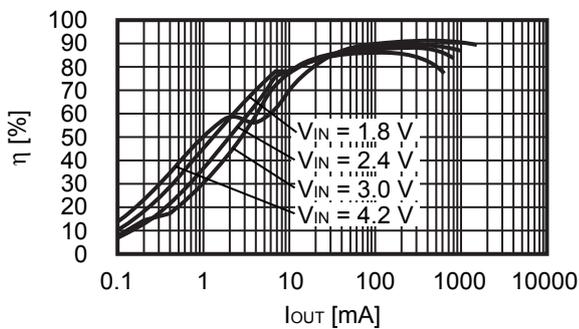
条件 8 S-8366ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 3.3\text{ V}$ )



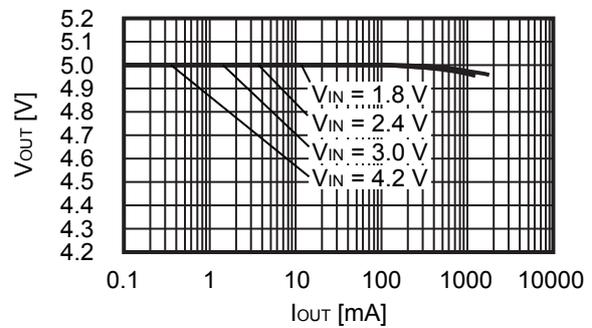
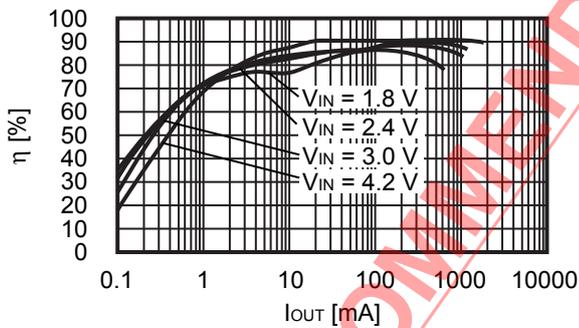
条件 9 S-8365AABBA ( $V_{OUT(S)} = 5.0 V$ )



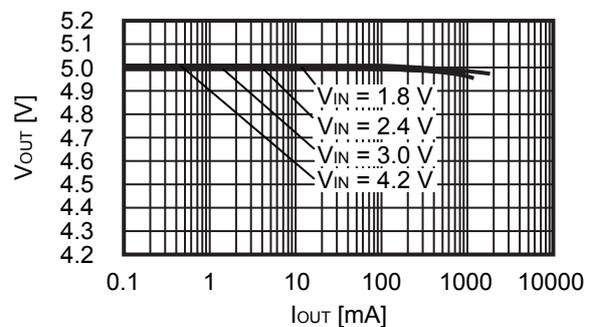
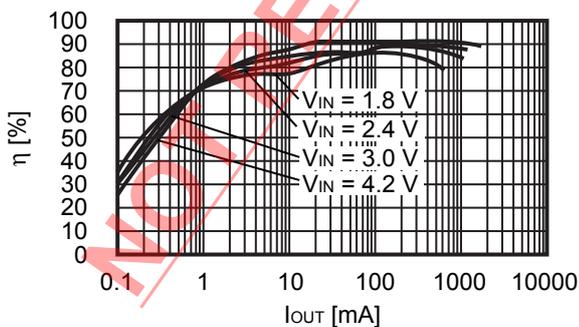
条件 10 S-8365ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 5.0 V$ )



条件 11 S-8366AABBA ( $V_{OUT(S)} = 5.0 V$ )



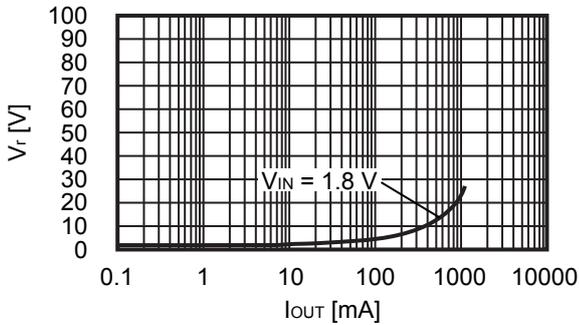
条件 12 S-8366ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 5.0 V$ )



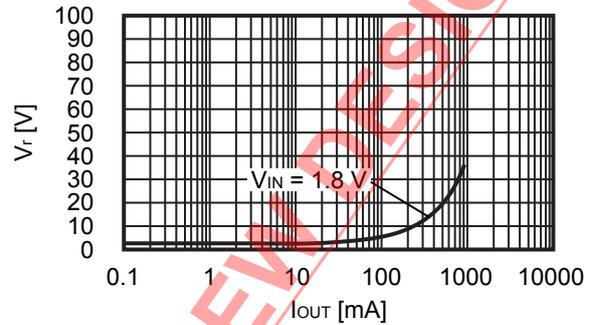
### 3. 出力電流 ( $I_{OUT}$ ) – リップル電圧 ( $V_r$ ) 特性

以下に表 20 の条件 1～12 で用いた場合の、実際の出力電流 ( $I_{OUT}$ ) – リップル電圧 ( $V_r$ ) 特性を示します。

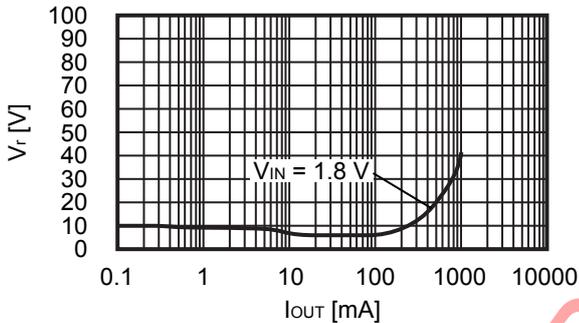
条件 1 S-8365AABBA ( $V_{OUT(S)} = 2.5 V$ )



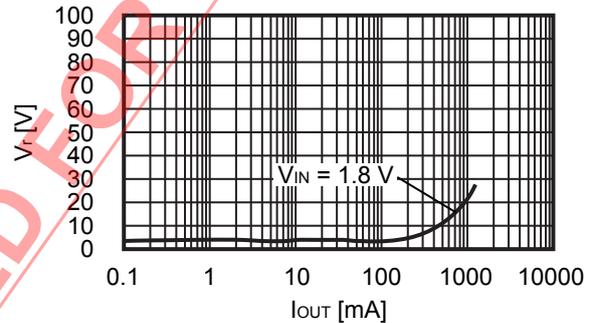
条件 2 S-8365ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 2.5 V$ )



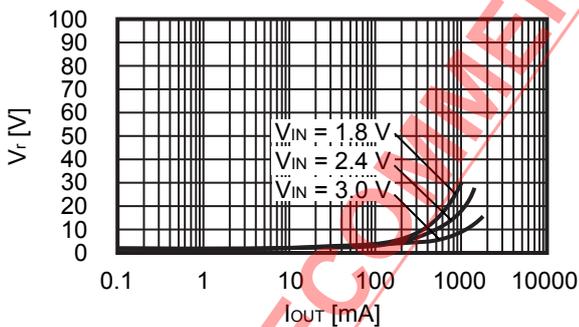
条件 3 S-8366AABBA ( $V_{OUT(S)} = 2.5 V$ )



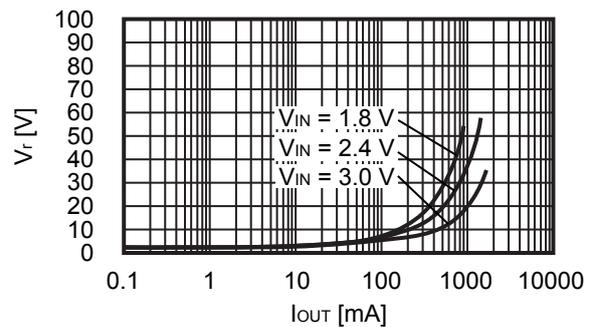
条件 4 S-8366ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 2.5 V$ )



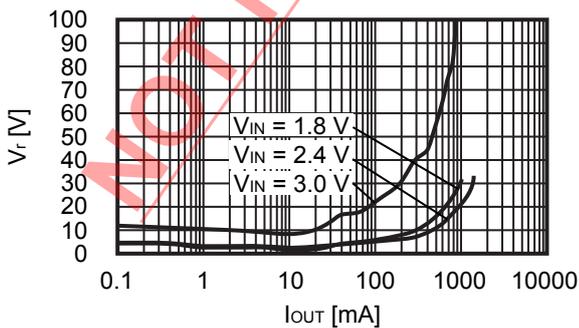
条件 5 S-8365AABBA ( $V_{OUT(S)} = 3.3 V$ )



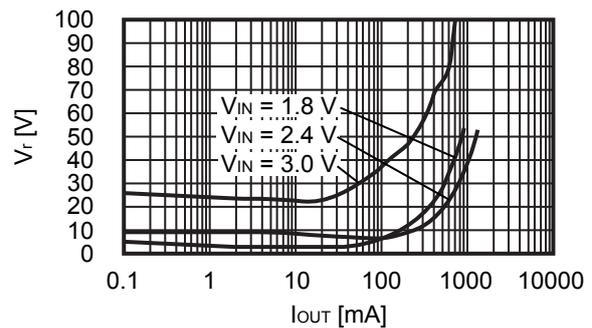
条件 6 S-8365ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 3.3 V$ )



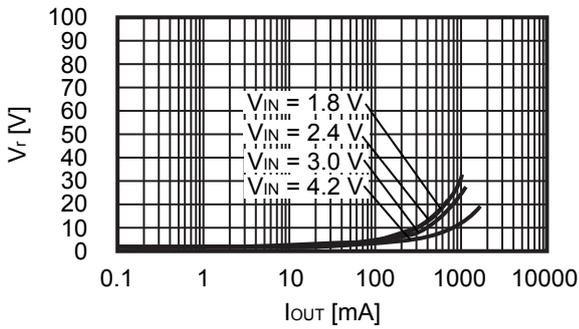
条件 7 S-8366AABBA ( $V_{OUT(S)} = 3.3 V$ )



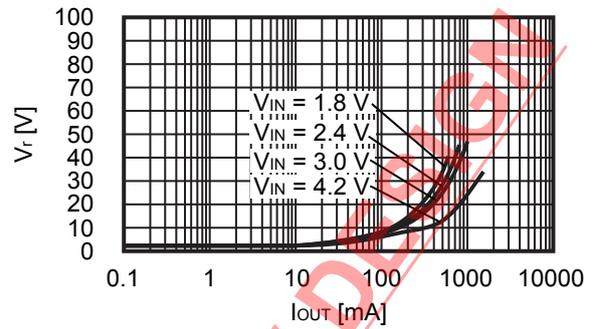
条件 8 S-8366ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 3.3 V$ )



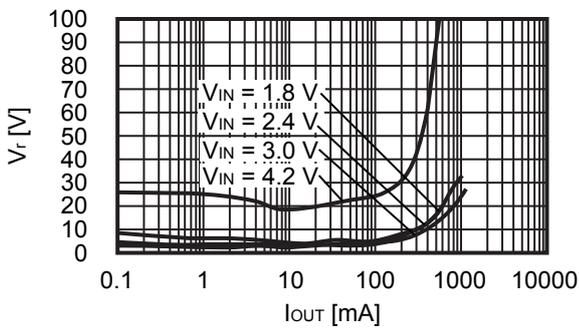
条件 9 S-8365AABBA ( $V_{OUT(S)} = 5.0 \text{ V}$ )



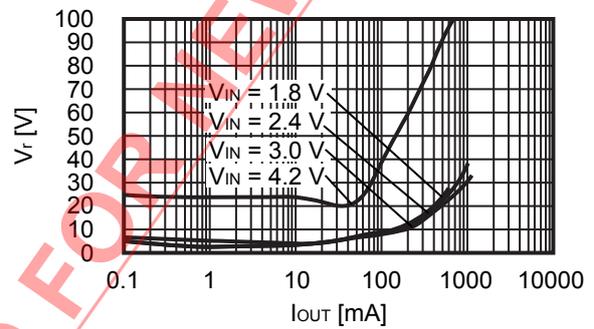
条件 10 S-8365ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 5.0 \text{ V}$ )



条件 11 S-8366AABBA ( $V_{OUT(S)} = 5.0 \text{ V}$ )



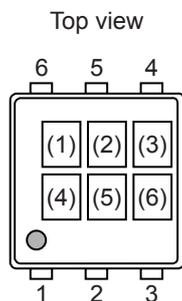
条件 12 S-8366ABBBA ( $V_{OUT(S)} = 5.0 \text{ V}$ )



NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

■ マーキング仕様

1. SNT-6A



(1)~(3) : 製品略号 (製品名と製品略号の対照表を参照)  
 (4)~(6) : ロットナンバー

製品名と製品略号の対照表

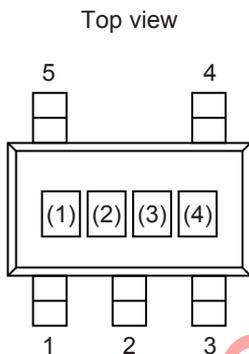
(a) S-8365 シリーズ

製品名	製品略号		
	(1)	(2)	(3)
S-8365AAAAA-I6T1U2	U	Q	A
S-8365AAABA-I6T1U2	U	Q	C
S-8365AABBA-I6T1U2	U	Q	G
S-8365ABAAA-I6T1U2	U	Q	I
S-8365ABABA-I6T1U2	U	Q	K
S-8365ABBBA-I6T1U2	U	Q	O

(b) S-8366 シリーズ

製品名	製品略号		
	(1)	(2)	(3)
S-8366AAAAA-I6T1U2	U	Q	R
S-8366AAABA-I6T1U2	U	Q	T
S-8366AABBA-I6T1U2	U	Q	X
S-8366ABAAA-I6T1U2	U	Q	Z
S-8366ABABA-I6T1U2	U	Q	3
S-8366ABBBA-I6T1U2	U	Q	7

2. SOT-23-5



(1)~(3) : 製品略号 (製品名と製品略号の対照表を参照)  
 (4) : ロットナンバー

製品名と製品略号の対照表

(a) S-8365 シリーズ

製品名	製品略号		
	(1)	(2)	(3)
S-8365AAAAA-M5T1y2	U	Q	A
S-8365AAABA-M5T1y2	U	Q	C
S-8365ABAAA-M5T1y2	U	Q	I
S-8365ABABA-M5T1y2	U	Q	K

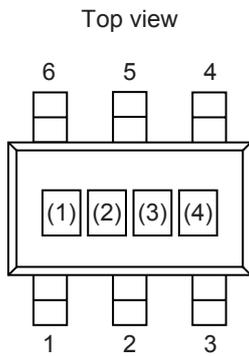
(b) S-8366 シリーズ

製品名	製品略号		
	(1)	(2)	(3)
S-8366AAAAA-M5T1y2	U	Q	R
S-8366AAABA-M5T1y2	U	Q	T
S-8366ABAAA-M5T1y2	U	Q	Z
S-8366ABABA-M5T1y2	U	Q	3

備考1. y: SまたはU

2. Sn 100%、ハロゲンフリー製品をご希望の場合は、環境コード = U の製品をお選びください。

3. SOT-23-6



(1)~(3) : 製品略号 (製品名と製品略号の対照表を参照)  
 (4) : ロットナンバー

製品名と製品略号の対照表

(a) S-8365 シリーズ

製品名	製品略号		
	(1)	(2)	(3)
S-8365AABBA-M6T1y2	U	Q	G
S-8365ABBBA-M6T1y2	U	Q	O

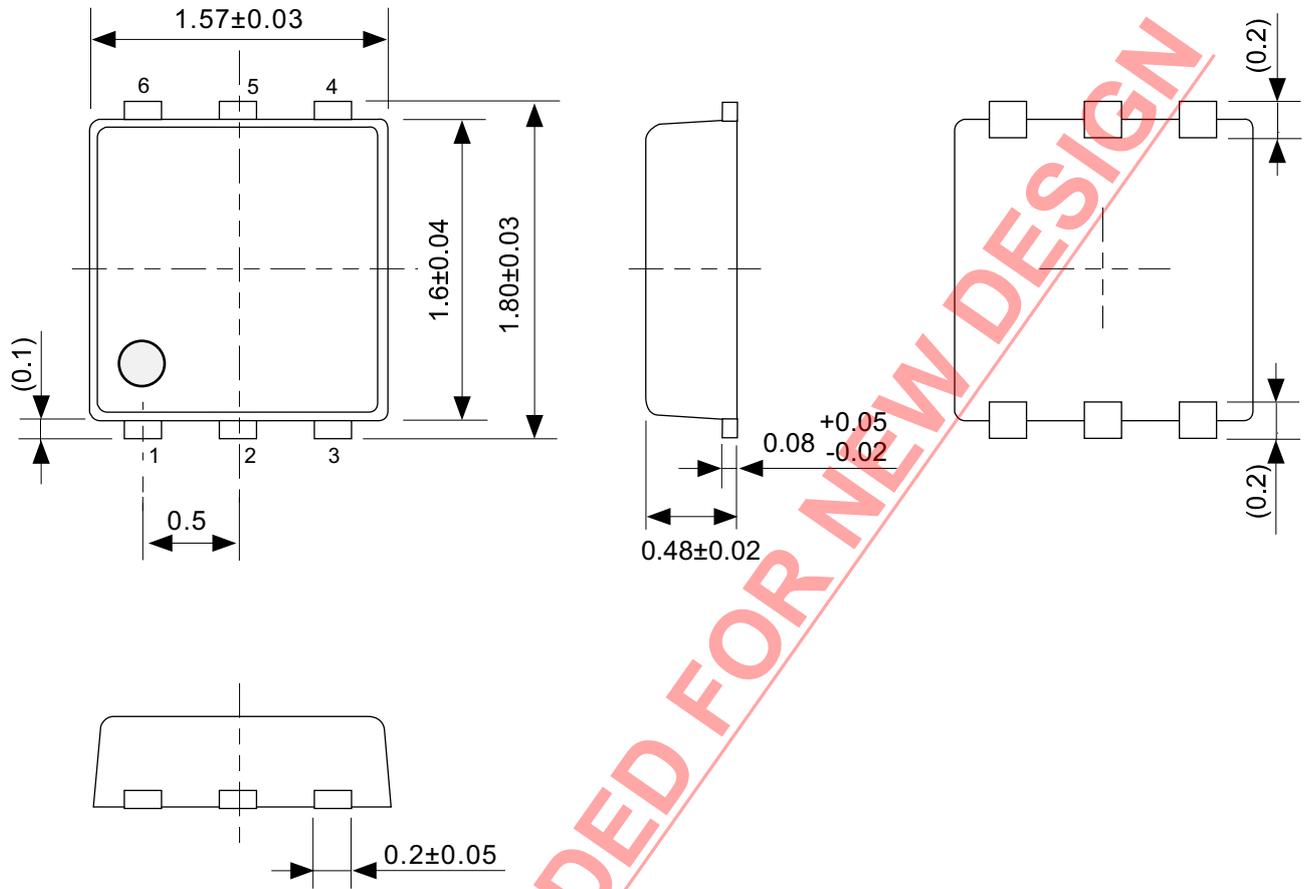
(b) S-8366 シリーズ

製品名	製品略号		
	(1)	(2)	(3)
S-8366AABBA-M6T1y2	U	Q	X
S-8366ABBBA-M6T1y2	U	Q	7

備考1. y : S または U

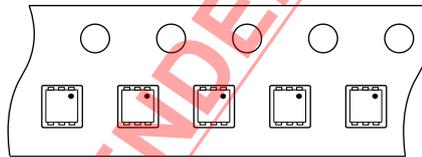
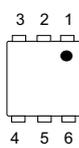
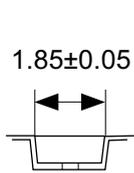
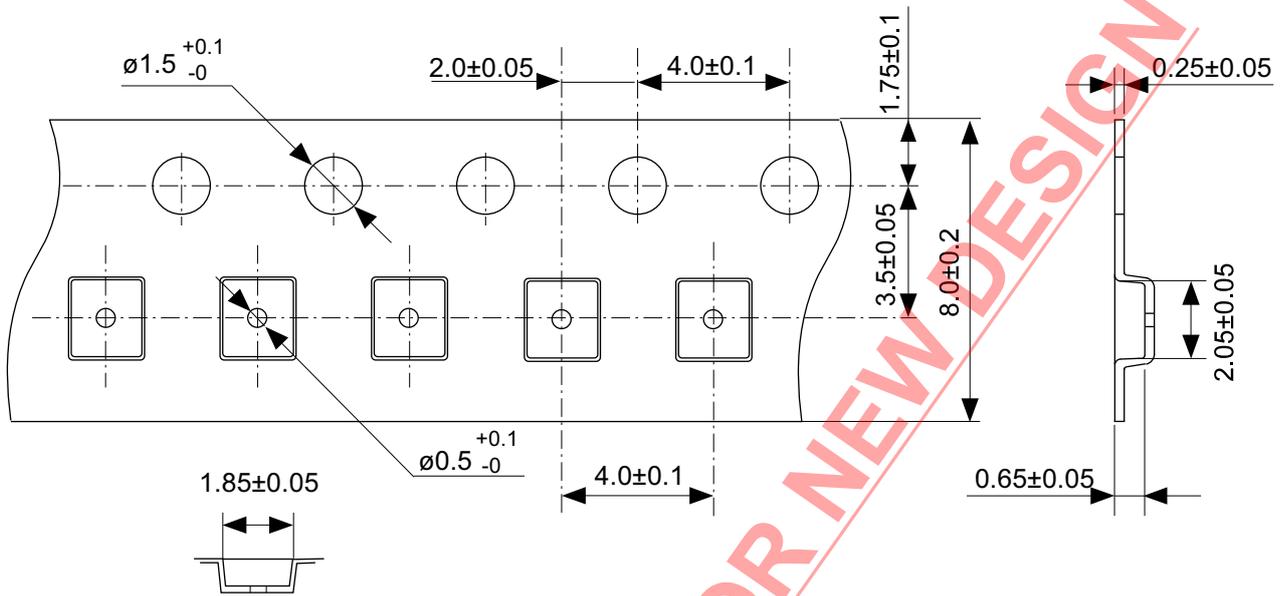
2. Sn 100%、ハロゲンフリー製品をご希望の場合は、環境コード = U の製品をお選びください。

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN!



No. PG006-A-P-SD-2.1

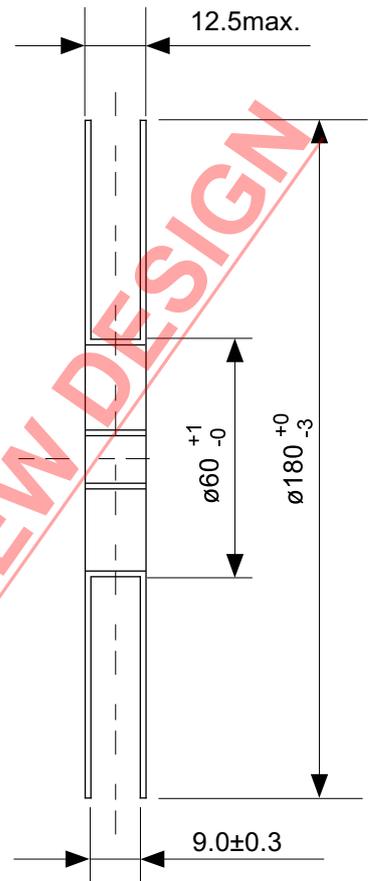
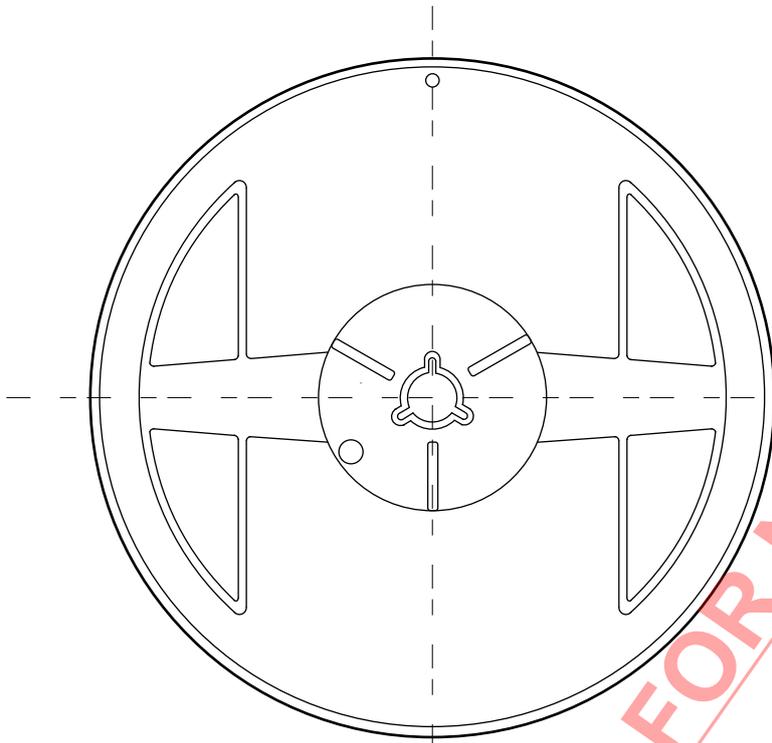
TITLE	SNT-6A-A-PKG Dimensions
No.	PG006-A-P-SD-2.1
ANGLE	
UNIT	mm
<b>ABLIC Inc.</b>	



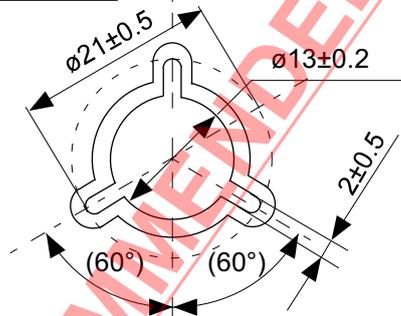
Feed direction

No. PG006-A-C-SD-2.0

TITLE	SNT-6A-A-Carrier Tape
No.	PG006-A-C-SD-2.0
ANGLE	
UNIT	mm
<b>ABLIC Inc.</b>	



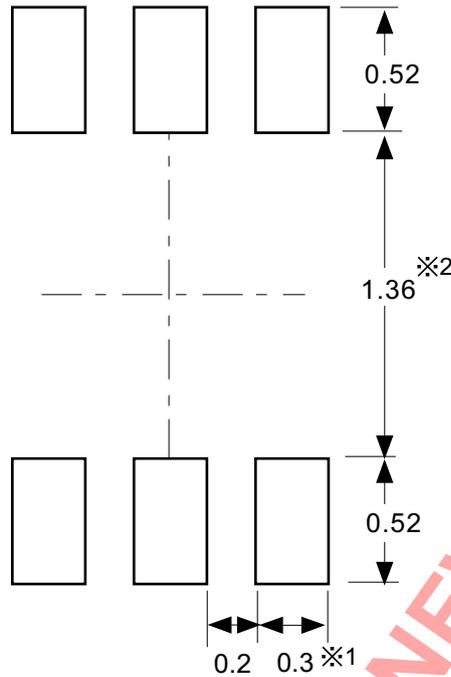
Enlarged drawing in the central part



No. PG006-A-R-SD-1.0

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

TITLE	SNT-6A-A-Reel		
No.	PG006-A-R-SD-1.0		
ANGLE		QTY.	5,000
UNIT	mm		
<b>ABLIC Inc.</b>			



※1. ランドパターンの幅に注意してください (0.25 mm min. / 0.30 mm typ.).  
 ※2. パッケージ中央にランドパターンを広げないでください (1.30 mm ~ 1.40 mm)。

- 注意
1. パッケージのモールド樹脂下にシルク印刷やハンダ印刷などしないでください。
  2. パッケージ下の配線上のソルダーレジストなどの厚みをランドパターン表面から0.03 mm以下にしてください。
  3. マスク開口サイズと開口位置はランドパターンと合わせてください。
  4. 詳細は“SNTパッケージ活用の手引き”を参照してください。

※1. Pay attention to the land pattern width (0.25 mm min. / 0.30 mm typ.).  
 ※2. Do not widen the land pattern to the center of the package ( 1.30 mm ~ 1.40 mm ).

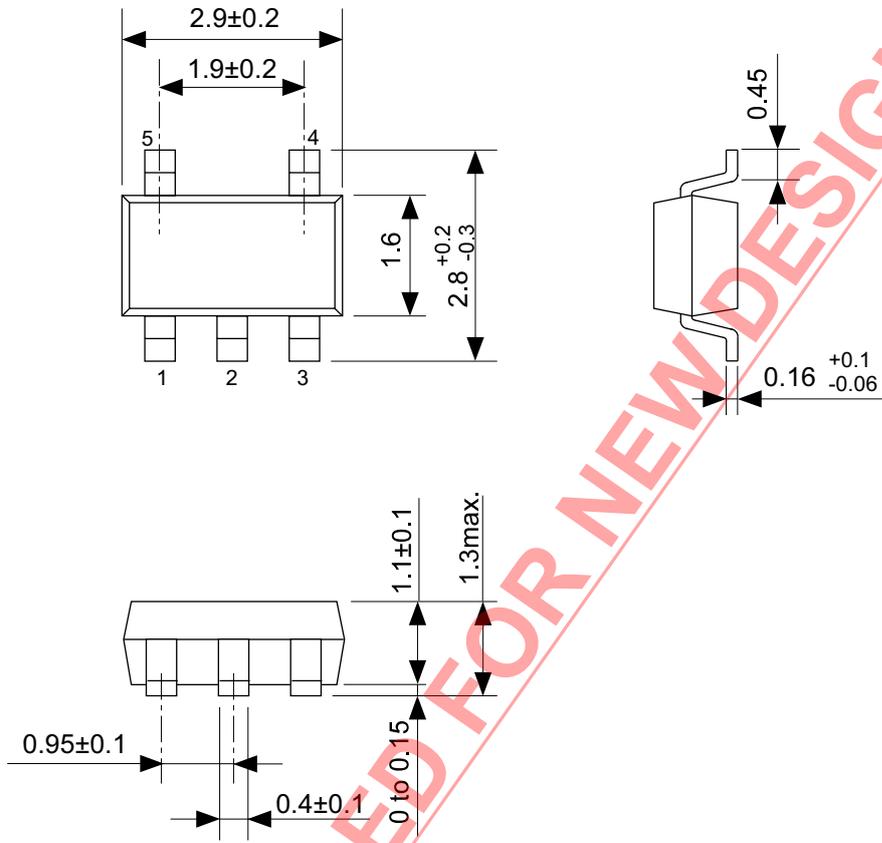
- Caution**
1. Do not do silkscreen printing and solder printing under the mold resin of the package.
  2. The thickness of the solder resist on the wire pattern under the package should be 0.03 mm or less from the land pattern surface.
  3. Match the mask aperture size and aperture position with the land pattern.
  4. Refer to "SNT Package User's Guide" for details.

※1. 请注意焊盘模式的宽度 (0.25 mm min. / 0.30 mm typ.).  
 ※2. 请勿向封装中间扩展焊盘模式 (1.30 mm ~ 1.40 mm)。

- 注意
1. 请勿在树脂型封装的下面印刷丝网、焊锡。
  2. 在封装下、布线上的阻焊膜厚度 (从焊盘模式表面起) 请控制在 0.03 mm 以下。
  3. 钢网的开口尺寸和开口位置请与焊盘模式对齐。
  4. 详细内容请参阅 "SNT 封装的应用指南"。

No. PG006-A-L-SD-4.1

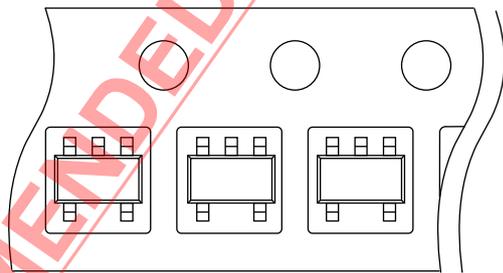
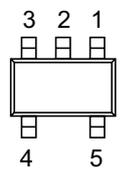
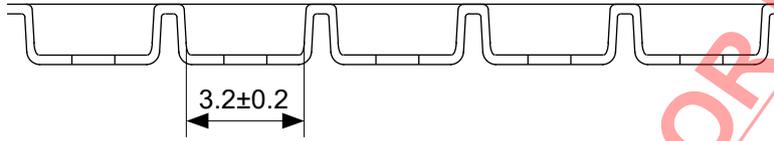
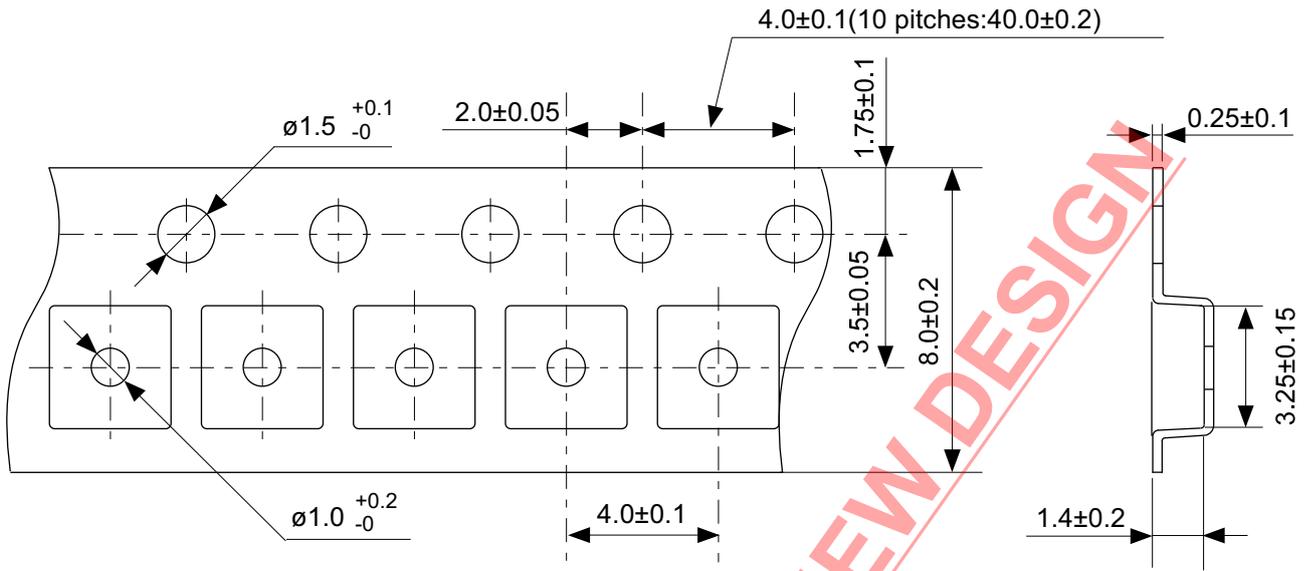
TITLE	SNT-6A-A -Land Recommendation
No.	PG006-A-L-SD-4.1
ANGLE	
UNIT	mm
<b>ABLIC Inc.</b>	



No. MP005-A-P-SD-1.3

TITLE	SOT235-A-PKG Dimensions
No.	MP005-A-P-SD-1.3
ANGLE	
UNIT	mm

**ABLIC Inc.**



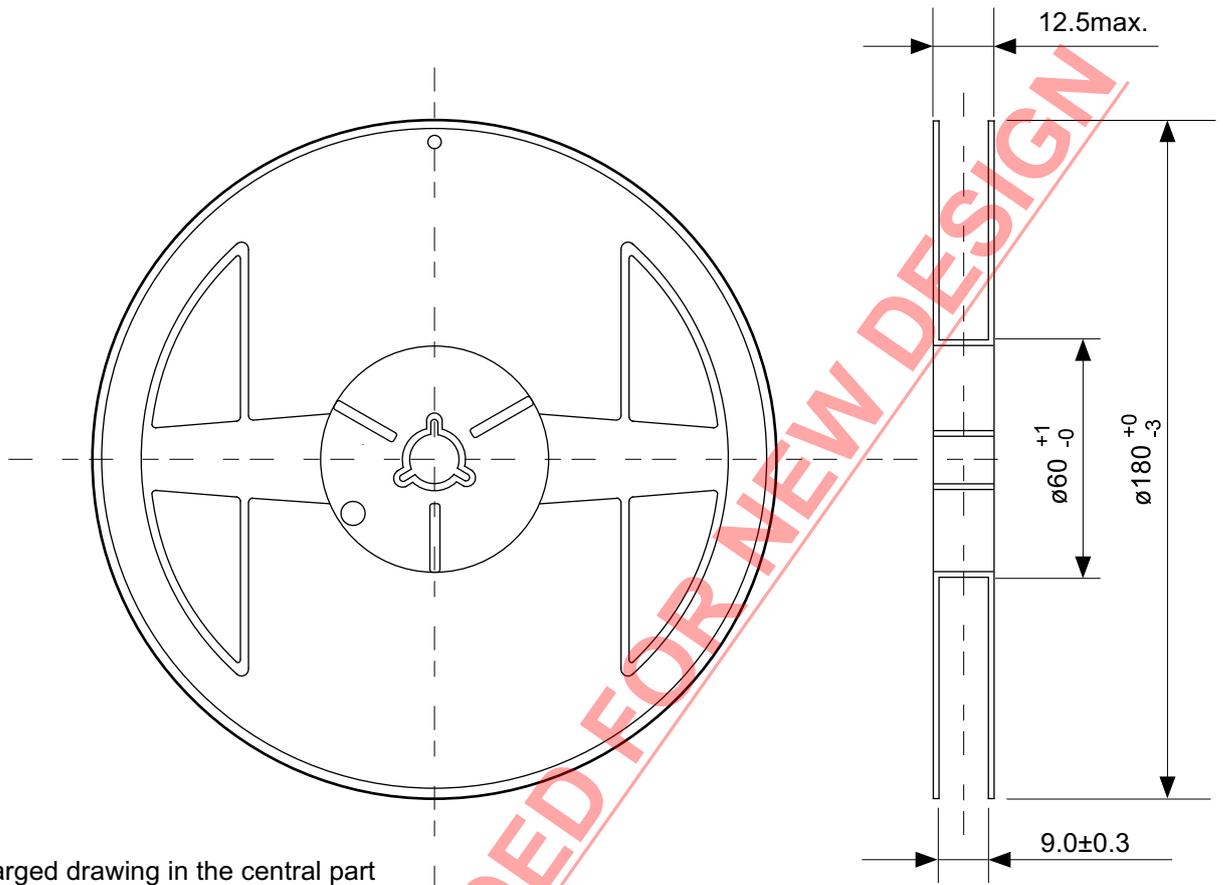
→ Feed direction

No. MP005-A-C-SD-2.1

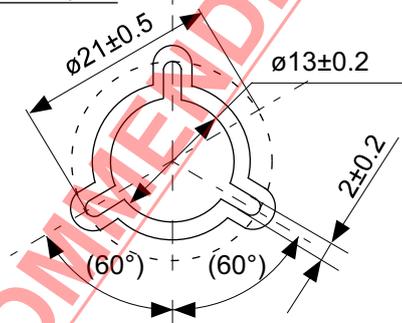
TITLE	SOT235-A-Carrier Tape
No.	MP005-A-C-SD-2.1
ANGLE	
UNIT	mm

**ABLIC Inc.**

**NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN**



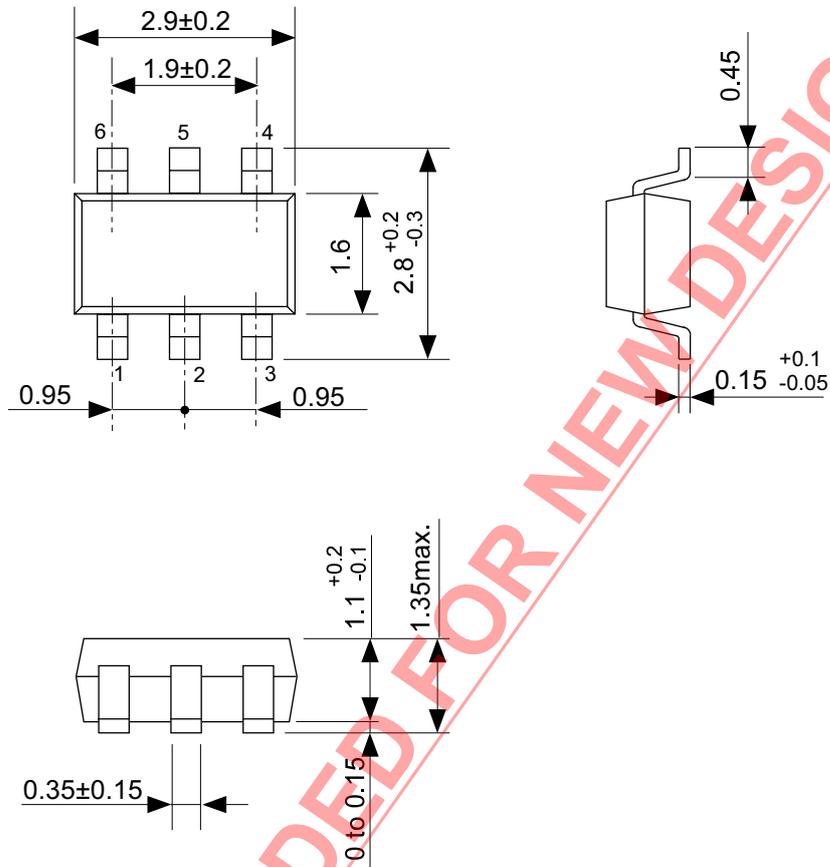
Enlarged drawing in the central part



No. MP005-A-R-SD-1.1

TITLE	SOT235-A-Reel		
No.	MP005-A-R-SD-1.1		
ANGLE		QTY.	3,000
UNIT	mm		
<b>ABLIC Inc.</b>			

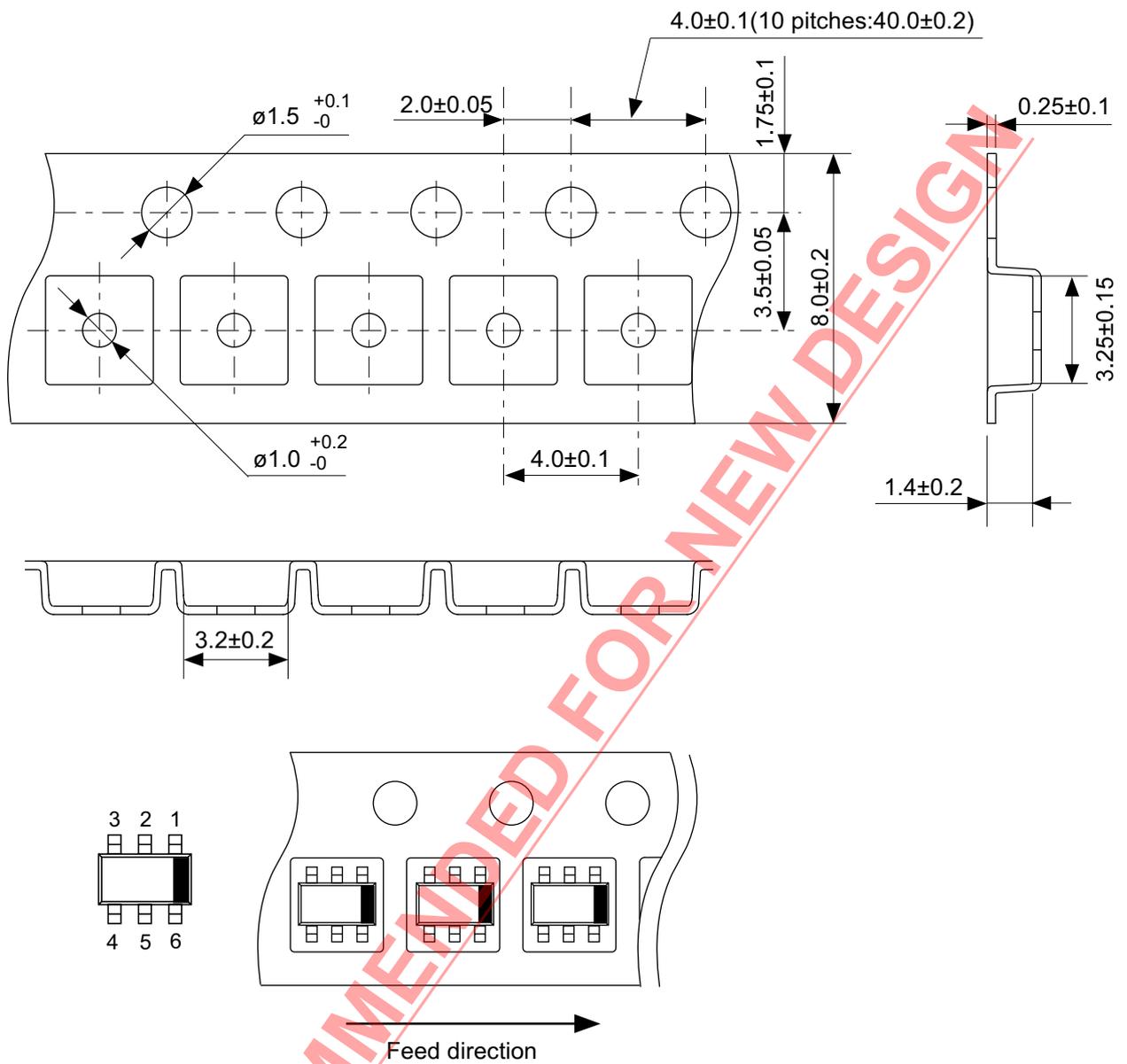
NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN



**NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN**

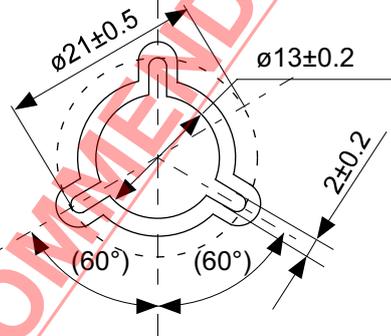
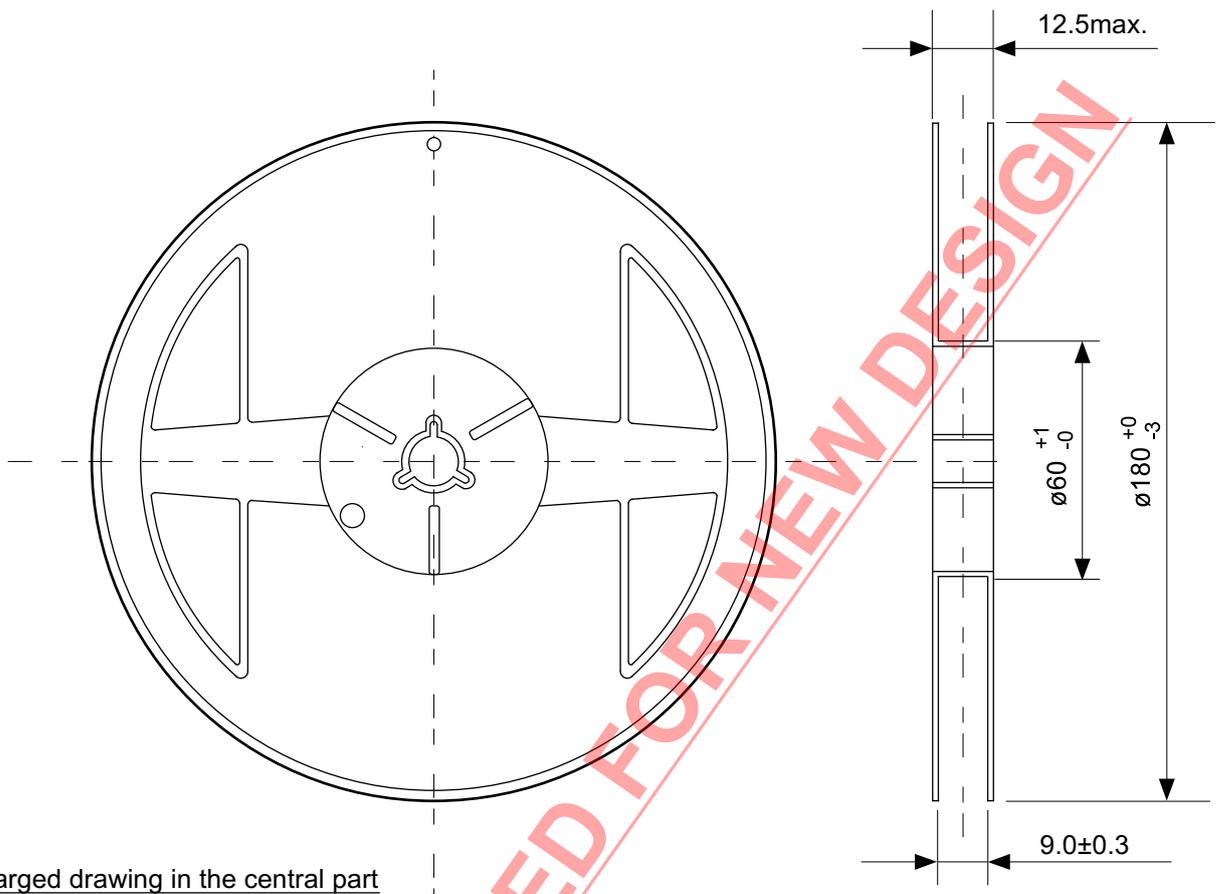
No. MP006-A-P-SD-2.1

TITLE	SOT236-A-PKG Dimensions
No.	MP006-A-P-SD-2.1
ANGLE	
UNIT	mm
<b>ABLIC Inc.</b>	



No. MP006-A-C-SD-3.1

TITLE	SOT236-A-Carrier Tape
No.	MP006-A-C-SD-3.1
ANGLE	
UNIT	mm
<b>ABLIC Inc.</b>	



No. MP006-A-R-SD-2.1

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

TITLE	SOT236-A-Reel		
No.	MP006-A-R-SD-2.1		
ANGLE		QTY	3,000
UNIT	mm		
<b>ABLIC Inc.</b>			

## 免責事項 (取り扱い上の注意)

1. 本資料に記載のすべての情報 (製品データ、仕様、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等) は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。
2. 本資料に記載の回路例、使用方法は参考情報であり、量産設計を保証するものではありません。  
本資料に記載の情報を使用したことによる、本資料に記載の製品 (以下、本製品といいます) に起因しない損害や第三者の知的財産権等の権利に対する侵害に関し、弊社はその責任を負いません。
3. 本資料に記載の内容に記述の誤りがあり、それに起因する損害が生じた場合において、弊社はその責任を負いません。
4. 本資料に記載の範囲内の条件、特に絶対最大定格、動作電圧範囲、電気的特性等に注意して製品を使用してください。  
本資料に記載の範囲外の条件での使用による故障や事故等に関する損害等について、弊社はその責任を負いません。
5. 本製品の使用にあたっては、用途および使用する地域、国に対応する法規制、および用途への適合性、安全性等を確認、試験してください。
6. 本製品を輸出する場合は、外国為替および外国貿易法、その他輸出関連法令を遵守し、関連する必要な手続きを行ってください。
7. 本製品を大量破壊兵器の開発や軍事利用の目的で使用および、提供 (輸出) することは固くお断りします。核兵器、生物兵器、化学兵器およびミサイルの開発、製造、使用もしくは貯蔵、またはその他の軍事用途を目的とする者へ提供 (輸出) した場合、弊社はその責任を負いません。
8. 本製品は、身体、生命および財産に損害を及ぼすおそれのある機器または装置の部品 (医療機器、防災機器、防犯機器、燃焼制御機器、インフラ制御機器、車両機器、交通機器、車載機器、航空機器、宇宙機器、および原子力機器等) として設計されたものではありません。ただし、弊社が車載用等の用途を指定する場合を除きます。上記の機器および装置には、弊社の書面による許可なくして使用しないでください。  
特に、生命維持装置、人体に埋め込んで使用する機器等、直接人命に影響を与える機器には使用できません。  
これらの用途への利用を検討の際には、必ず事前に弊社営業部にご相談ください。  
また、弊社指定の用途以外に使用されたことにより発生した損害等について、弊社はその責任を負いません。
9. 半導体製品はある確率で故障、誤動作する場合があります。  
本製品の故障や誤動作が生じた場合でも人身事故、火災、社会的損害等発生しないように、お客様の責任において冗長設計、延焼対策、誤動作防止等の安全設計をしてください。  
また、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
10. 本製品は、耐放射線設計しておりません。お客様の用途に応じて、お客様の製品設計において放射線対策を行ってください。
11. 本製品は、通常使用における健康への影響はありませんが、化学物質、重金属を含有しているため、口中には入れないようにしてください。また、ウエハ、チップの破断面は鋭利な場合がありますので、素手で接触の際は怪我等に注意してください。
12. 本製品を廃棄する場合には、使用する地域、国に対応する法令を遵守し、適切に処理してください。
13. 本資料は、弊社の著作権、ノウハウに係わる内容も含まれております。  
本資料中の記載内容について、弊社または第三者の知的財産権、その他の権利の実施、使用を許諾または保証するものではありません。本資料の一部または全部を弊社の許可なく転載、複製し、第三者に開示することは固くお断りします。
14. 本資料の内容の詳細については、弊社営業部までお問い合わせください。

2.0-2018.01