

概要

RS5RM シリーズはCMOS プロセスによる電圧検出器 (VD) 付の昇降圧 DC/DC コンバータ IC です。内部はPWM 方式 DC/DC コンバータ、シリーズレギュレータ、電圧検出器からなっており外付け部品として、コイル、ダイオード、コンデンサを用いることにより入力電圧が高い場合にはシリーズレギュレータとして、低い場合には昇圧型 DC/DC コンバータとして動作する出力電圧固定型のレギュレータです。

また、電圧検出器が内蔵されており、DC/DC コンバータ出力電圧等の電位を監視することができます。

さらに、チップイネーブル機能により、内部回路をOFFさせ、スタンバイ時の電流を極力低減することができるのでバッテリーユースに適しています。

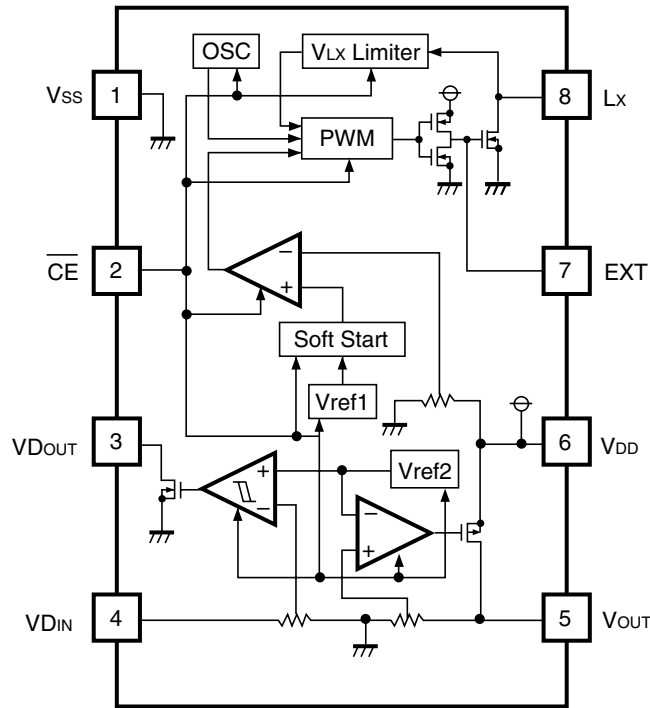
特長

- 無効電流が少ない.....TYP. 55 μ A (RS5RM3624A; V_{IN} = 3.0V、無負荷時)
- スタンバイモードあり.....Istandby = MAX. 1.0 μ A (RS5RMxxxxA)
Istandby = MAX. 10 μ A (RS5RMxxxxB)
- 低電圧動作が可能.....動作電圧 V_{IN} = 1.2V ~ 10V
- 出力電圧精度が高い.....固定電圧出力、 \pm 2.5 %
- 検出電圧精度が高い..... \pm 2.5 %
- 出力電圧を任意に設定可能
- 昇降圧タイプのため電池電圧近傍の電圧を出力可能 (例 ; 3V 電池にて3V 固定出力を得る)
- ソフトスタート機能、ドライバ保護回路内蔵
- 位相補償回路内蔵
- ドライバ外付け端子あり、トランジスタ外付けにより大電流出力を得ることが可能
- 小型パッケージ.....8 ピン SOP (1.27mm ピッチ)

アプリケーション

- カメラ、ビデオカメラ、携帯用オーディオ製品の電源
- ノートパソコン、ワープロ等小型OA機器の電源
- ポケットベル、コードレス電話、携帯電話等携帯用通信機器の電源

ブロック図



セレクションガイド

RS5RM シリーズは、出力電圧、検出電圧、テーピングの方向を用途によって選択指定することができます。選択指定の方法はデバイスの型式ナンバーを用いて下記のように行ないます。

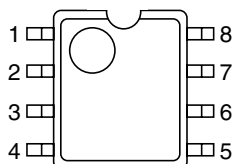
RS5RM - 型式ナンバー
 a b c d

番号	内容
a	出力電圧 (VOUT) の指定に用います。 VOUT の指示は1.5V ~ 6.0V の範囲内で0.1V 単位にて指定可能です。
b	検出電圧 (- VDET) の指定に用います。 - VDET の指示は1.2V ~ 5.0V の範囲内で0.1V 単位にて指定可能です。
c	バージョン記号の指定に用います。 A : CE 端子を VDD レベルにすることにより内部回路をすべて停止させます。 B : CE 端子を VDD レベルにすることにより昇圧型 DC/DC コンバータのみを停止させます。
d	テーピングの指定に用います。(テーピング仕様図参照) T1、T2 で方向を示します。 テーピング方向は T2 が標準仕様です。

例えば、出力電圧5.0V で検出電圧4.5V、Aバージョン、テーピング方向T1の製品の場合、型式ナンバーは RS5RM5045A-T1 となります。

端子接続図

8ピン SOP



端子説明

端子 No.	端子名	機能
1	VSS	グラウンド端子
2	$\overline{\text{CE}}$	チップイネーブル端子
3	VDOUT	電圧検出器出力端子。Nch オープンドレイン出力端子
4	VDIN	電圧検出器の検出入口端子
5	VOUT	レギュレータ出力端子
6	VDD	昇圧出力。ICの電源端子
7	EXT	外付けトランジスタドライブ端子
8	LX	スイッチ出力端子

絶対最大定格

T_{opt}=25、V_{ss}=0V

記号	項目		定格値	単位	
V _{DD}	電源電圧		- 0.3 ~ 12	V	
V _{LX}	出力電圧	Lx 端子電圧	V _{ss} - 0.3 ~ 12	V	
V _{EXT}		EXT 端子電圧	V _{ss} - 0.3 ~ V _{DD} + 0.3	V	
V _{OUT}		V _{OUT} 端子電圧	V _{ss} - 0.3 ~ V _{DD} + 0.3	V	
V _{DOUT}		V _{DOUT} 端子電圧	V _{ss} - 0.3 ~ 12	V	
V _{CE}	入力電圧	\overline{CE} 端子電圧	V _{ss} - 0.3 ~ V _{DD} + 0.3	V	
V _{DIN}		V _{DIN} 端子電圧	Aバージョン	V _{ss} - 0.3 ~ V _{DD} + 0.3	V
			Bバージョン	V _{ss} - 0.3 ~ 12	
I _{LX}	コイル駆動出力電流		Lx 端子電流	250	mA
I _{EXT}			EXT 端子電流	50	mA
P _D	許容損失		300	mW	
T _{opt}	動作周囲温度		- 30 ~ + 80		
T _{stg}	保存温度		- 55 ~ + 125		
T _{solder}	ハンダ付け条件		260 10s (リード部)		

絶対最大定格

絶対最大定格とは、いかなる条件の下でも、瞬時たりとも超過してはならない限界値で、また、どの2つの項目も同時に達してはならない値を定めており、絶対最大定格値を超えて使用した場合、劣化または破壊する可能性があるというもので、絶対最大定格内全てでの動作を保証するものではありません。

電気的特性

RS5RM3624A/B

T_{opt} = 25

記号	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{IN}	動作入力電圧	無負荷	1.2		10	V
V _{DD}	昇圧出力電圧	無負荷	3.99	4.10	4.21	V
V _{oscst}	発振開始電圧	無負荷		0.9	1.2	V
V _{hold}	動作保持電圧	I _{OUT} = 1mA	0.7			V
f _{osc}	発振周波数		40	50	60	kHz
Maxdty	最大デューティ比		65	80	90	%
V _{OL1}	Lx ドライバON 電圧	I _{OL} = 50mA			0.5	V
I _{OH1}	Lx ドライバリーク電流			0.01	10.00	μA
V _{LXlim}	V _{LX} 制限電圧	Lx 端子ON 時		0.9		V
V _{OH}	EXT ドライバPch ON 電圧	I _{EXT} = - 3mA、V _{DD} = 4.1V	3.6			V
V _{OL2}	EXT ドライバNch ON 電圧	I _{EXT} = 5mA、V _{DD} = 4.1V			0.5	V
V _{OUT}	出力電圧	I _{RL} = - 5mA	3.51	3.60	3.69	V
V _{DIF}	入出力電圧差	I _{RL} = - 30mA		0.3		V
$\frac{V_{OUT}}{I_{OUT}}$	負荷安定度	- 30mA I _{RL} 0mA			100	mV
- V _{DET}	VD 検出電圧		2.34	2.40	2.46	V
V _{HYS}	VD 検出電圧ヒステリシス幅		60	120	240	mV
V _{OL3}	VD _{OUT} 出力ON 電圧	I _{OL} = 5mA			0.5	V
I _{OH2}	VD _{OUT} 出力リーク電流			0.01	5.00	μA
I _{VDINH}	VD _{IN} “H” 入力電流	V _{DIN} = V _{DD}			5	μA
I _{VDINL}	VD _{IN} “L” 入力電流	V _{DIN} = V _{SS}	- 0.5		0.5	μA
V _{CEH}	\overline{CE} “H” 入力電圧		V _{DD} - 0.3		V _{DD}	V
V _{CEL}	\overline{CE} “L” 入力電圧		0		0.2V _{DD}	V
I _{CEH}	\overline{CE} “H” 入力電流	\overline{CE} = V _{DD}	- 0.5		0.5	μA
I _{CEL}	\overline{CE} “L” 入力電流	\overline{CE} = V _{SS}	- 0.5		0.5	μA
I _{DD}	消費電流	V _{IN} = 3V、L = 100μH、 C = 22μF、 \overline{CE} = V _{SS} 、 無負荷		55	120	μA
I _{standby}	スタンバイ電流	V _{IN} = 3V、L = 100μH、 C = 22μF、 \overline{CE} = V _{DD} 、 無負荷			1.0 *1	μA
					10.0 *2	μA

* 1) Aバージョンのスタンバイ電流

* 2) Bバージョンのスタンバイ電流

*) 測定回路は基本回路例を参照

RS5RM

RS5RM5045A/B

Topt = 25

記号	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{IN}	動作入力電圧	無負荷	1.2		10	V
V _{DD}	昇圧出力電圧	無負荷	5.36	5.50	5.64	V
V _{oscst}	発振開始電圧	無負荷		0.9	1.2	V
V _{hold}	動作保持電圧	I _{OUT} = 1mA	0.7			V
f _{osc}	発振周波数		40	50	60	kHz
Maxdty	最大デューティ比		65	80	90	%
V _{OL1}	Lx ドライバON 電圧	I _{OL} = 50mA			0.5	V
I _{OH1}	Lx ドライバリーク電流			0.01	10.00	μA
V _{LXlim}	V _{LX} 制限電圧	Lx 端子ON 時		0.9		V
V _{OH}	EXT ドライバPch ON 電圧	I _{EXT} = - 3mA、V _{DD} = 5.5V	5.0			V
V _{OL2}	EXT ドライバNch ON 電圧	I _{EXT} = 5mA、V _{DD} = 5.5V			0.5	V
V _{OUT}	出力電圧	I _{RL} = - 5mA	4.87	5.00	5.13	V
V _{DIF}	入出力電圧差	I _{RL} = - 30mA		0.3		V
$\frac{V_{OUT}}{I_{OUT}}$	負荷安定度	- 30mA I _{RL} 0mA			100	mV
- V _{DET}	VD 検出電圧		4.38	4.50	4.62	V
V _{HYS}	VD 検出電圧ヒステリシス幅		112	225	450	mV
V _{OL3}	VD _{OUT} 出力ON 電圧	I _{OL} = 5mA			0.5	V
I _{OH2}	VD _{OUT} 出力リーク電流			0.01	5.00	μA
I _{VDINH}	VD _{IN} “H” 入力電流	V _{VDIN} = V _{DD}			5	μA
I _{VDINL}	VD _{IN} “L” 入力電流	V _{VDIN} = V _{SS}	- 0.5		0.5	μA
V _{CEH}	\overline{CE} “H” 入力電圧		V _{DD} - 0.3		V _{DD}	V
V _{CEL}	\overline{CE} “L” 入力電圧		0		0.2V _{DD}	V
I _{CEH}	\overline{CE} “H” 入力電流	$\overline{CE} = V_{DD}$	- 0.5		0.5	μA
I _{CEL}	\overline{CE} “L” 入力電流	$\overline{CE} = V_{SS}$	- 0.5		0.5	μA
I _{DD}	消費電流	V _{IN} = 4V、L = 100μH、 C = 22μF、 $\overline{CE} = V_{SS}$ 、 無負荷		70	150	μA
I _{standby}	スタンバイ電流	V _{IN} = 4V、L = 100μH、 C = 22μF、 $\overline{CE} = V_{DD}$ 、 無負荷			1.0*1	μA
					10.0*2	μA

* 1) Aバージョンのスタンバイ電流

* 2) Bバージョンのスタンバイ電流

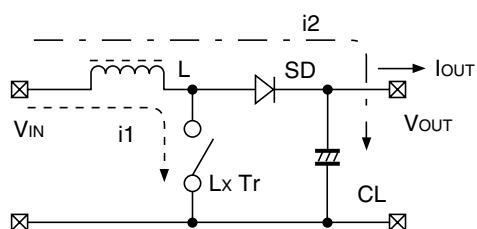
*) 測定回路は基本回路例を参照

昇圧 DC/DC コンバータの動作

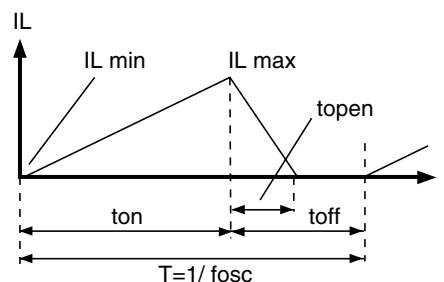
動作説明

昇圧DC/DC コンバータは、Lx トランジスタ (LxTr) がON時にコイルにエネルギーを蓄積し、OFF時にこのエネルギーを入力電源にのせて解放することにより、入力電圧より高い出力電圧を得ています。図に従って説明します。

<基本回路図>



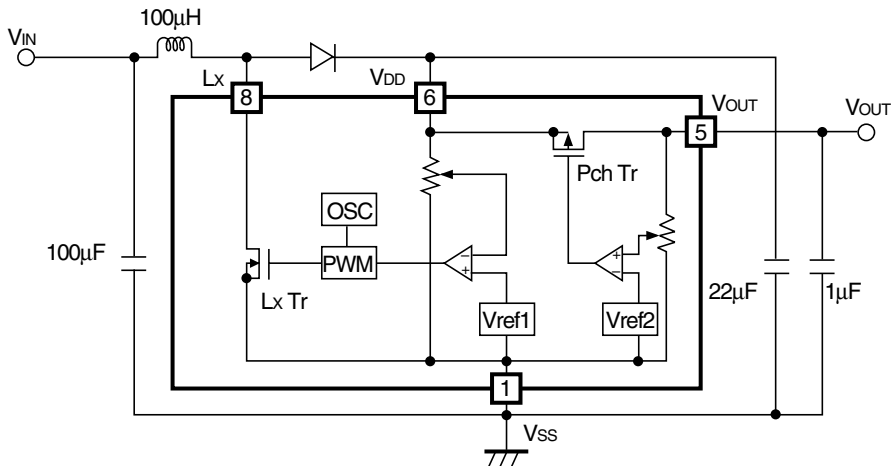
< L に流れる電流 >



- Step.1 LxTr がONし、電流 $I_L = i_1$ が流れ、L にエネルギーがチャージされます。このとき、LxTr のONしている時間 (t_{on}) に比例して $I_L = i_1$ は $I_{Lmin} = 0$ から増加し、 I_{Lmax} に達します。
- Step.2 LxTr がOFFすると、L は $I_L = I_{Lmax}$ を保とうとするため、ショットキー・ダイオード (SD) をONし、 $I_L = i_2$ を流します。
- Step.3 $I_L = i_2$ は徐々に減少し、 t_{open} 時間後、 $I_L = I_{Lmin} = 0$ となってSDはOFFします。但し、連続モードの場合、 $I_L = I_{Lmin} = 0$ になる前に t_{off} 時間がなくなり、次のサイクルに入ってLxTrがONし、SDがOFFします。この場合、 $I_{Lmin} > 0$ が残っているため、 $I_L = i_1 = I_{Lmin} > 0$ から増加していくことになります。

PWM 制御方式の場合、単位時間あたりの昇圧回数 (f_{osc}) を一定とし、 t_{on} をコントロールすることによって出力電圧を一定に保っています。

動作説明



図A.外付け回路を含むRS5RMの簡易図

1.VDD 出力電圧

VDD 出力電圧は、図Bのように二つの動作領域に分けられます。

(1) $V_{IN} - V_f \geq V_{DD0}$ の場合

Bの領域では、LxTrはOFF状態を維持したままなので、発振（昇圧）動作はせずにVDD端子からは、 $V_{IN} - V_f[V]$ がそのまま出力されます。

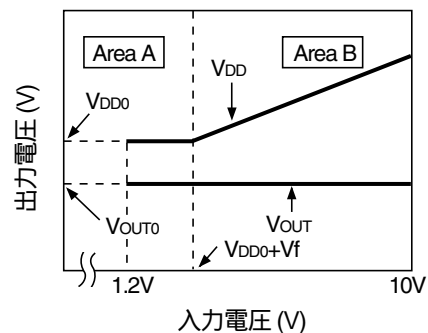
(2) $V_{IN} - V_f < V_{DD0}$ の場合

Aの領域では、前項目で示したような、昇圧型DC/DCコンバータとして動作します。この昇圧動作を図Aを用いて説明しますと、昇圧動作とは、Vref1と分割抵抗を介したVDD出力電圧との差を誤差増幅回路で感知し、PWM回路でLxTrをON TIME制御する（昇圧動作を制御する）ことによりVDD出力電圧を安定化させる動作です。

2.VOUT 出力動作

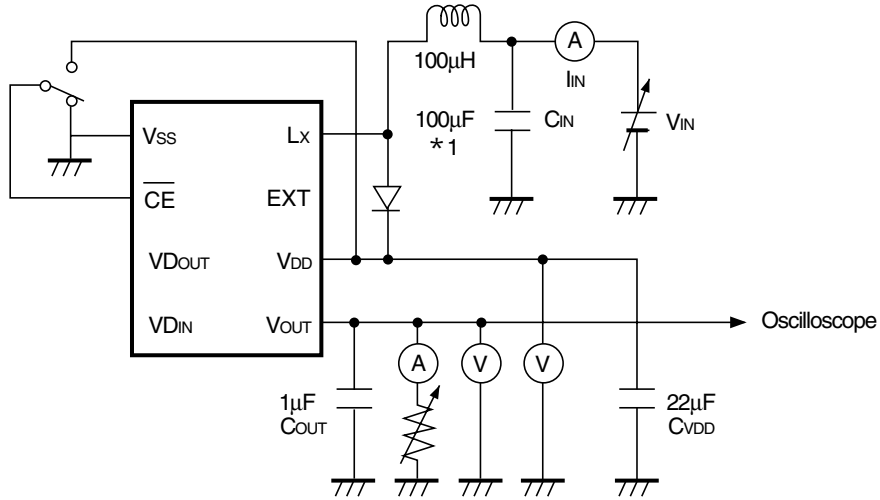
一方、VOUT端子からは、1で述べたVDD出力電圧をシリースレギュレータにより降圧して、一定の電圧を出力しています。この降圧動作を図Aを用いて説明しますと、降圧動作とは、Vref2と分割抵抗を介したVOUT出力電圧との差を誤差増幅回路で感知し、それがPchTrのゲート電圧を変化させることにより（PchTrのON抵抗が変わり）VOUT出力電圧を安定化させる動作です。

- V_{IN} : 入力電圧
- V_{DD0} : VDD 設定電圧
- V_{OUT0} : VOUT 設定電圧 (= $V_{DD0} - 0.5[V]$)
- V_f : ダイオードのON電圧

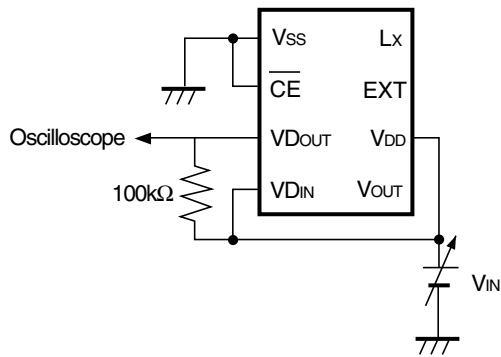


図B.出力電圧対入力電圧特性

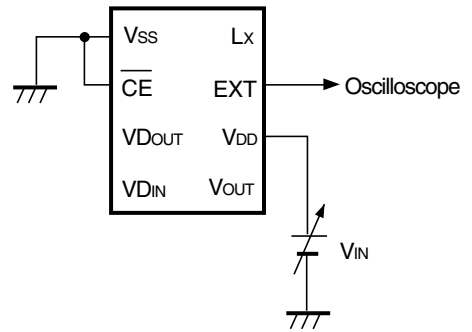
測定回路



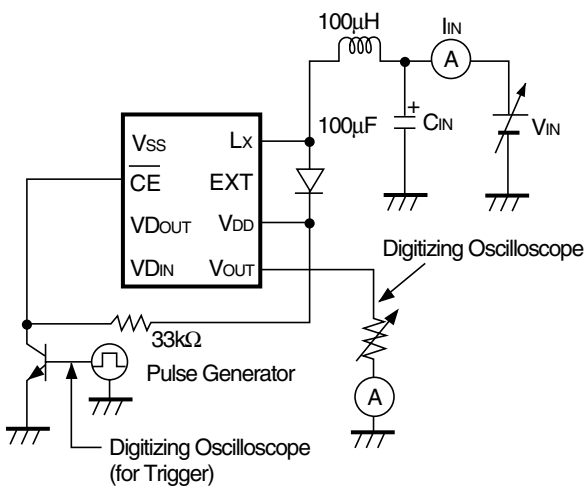
測定回路 1



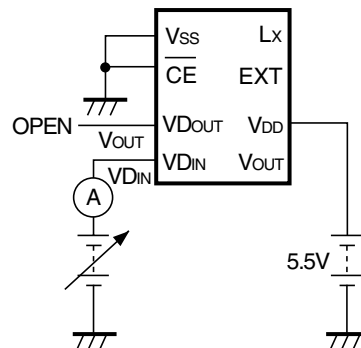
測定回路 2



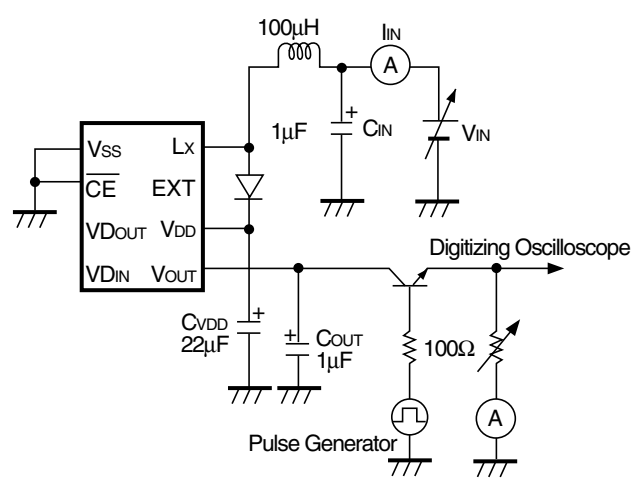
測定回路 3



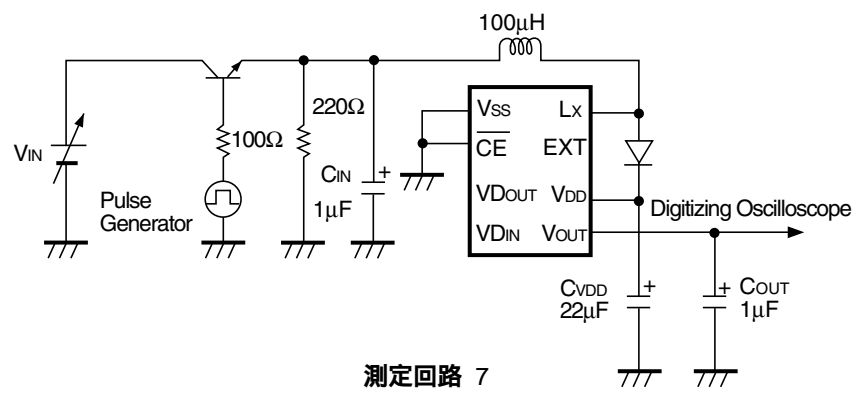
測定回路 4



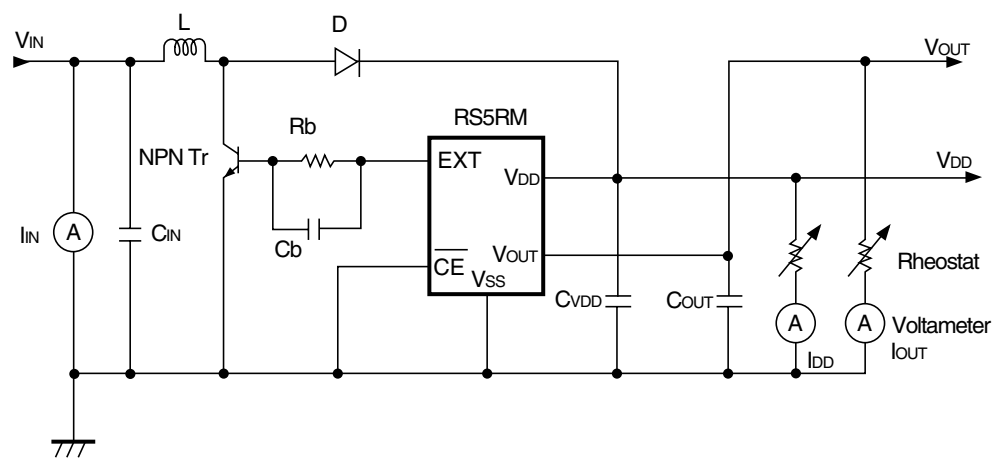
測定回路 5



測定回路 6



測定回路 7



- | | | |
|-----|----------------------------|----------------------|
| 部品例 | L : 47µH (スミダ電機 CD105) | Cb : 0.01µF |
| | D : ショットキーダイオード (日立 HRP22) | CvDD : 220µF (アルミ電解) |
| | CIN : 220µF (アルミ電解) | COUT : 1µF (タンタル) |
| | Rb : 220 | |

測定回路 8

これらの測定回路を用いて、次ページ以降の特性が得られました。

測定回路1：特性例 1) 2) 3) 4) 5) 9) 10) 13) 14) 16)

(ただし、13)、14)の特性例のみ*1のコンデンサを1 μ Fに変更して測定。)

測定回路2：特性例 11) 12)

測定回路3：特性例 7) 8)

効率 は、次式で表わせます。

$$=(V_{OUT} \times I_{OUT}) \div (V_{IN} \times I_{IN})$$

測定回路4：特性例 6)

測定回路5：特性例 15)

測定回路6：特性例 17)

測定回路7：特性例 18)

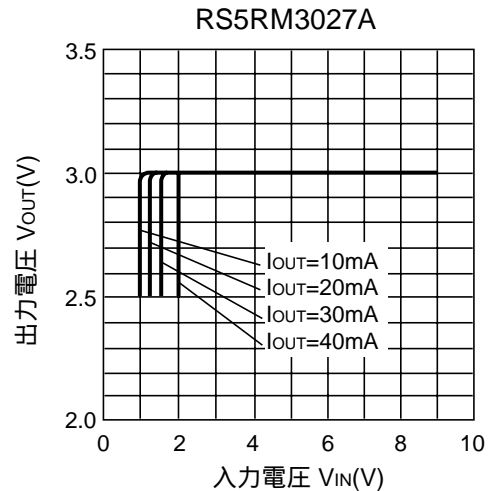
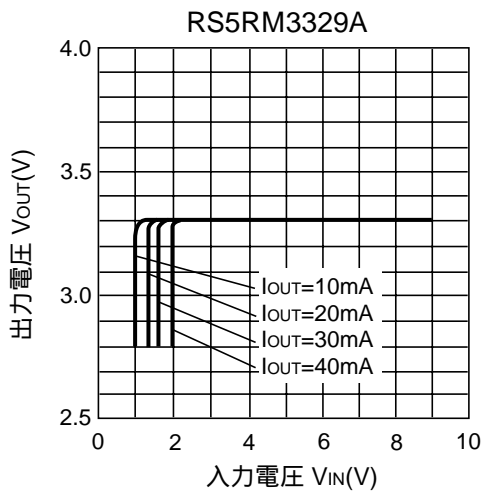
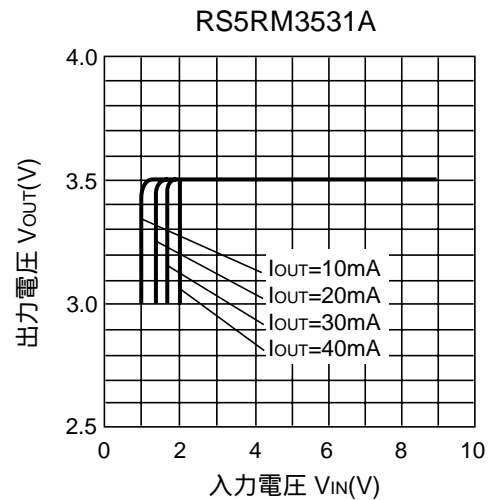
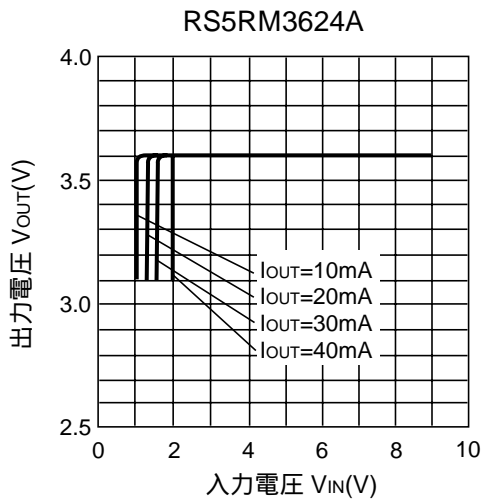
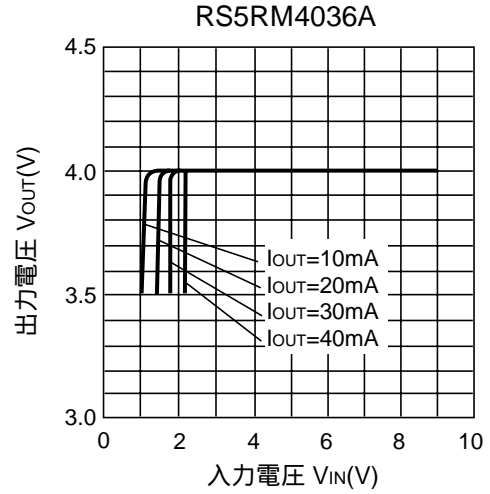
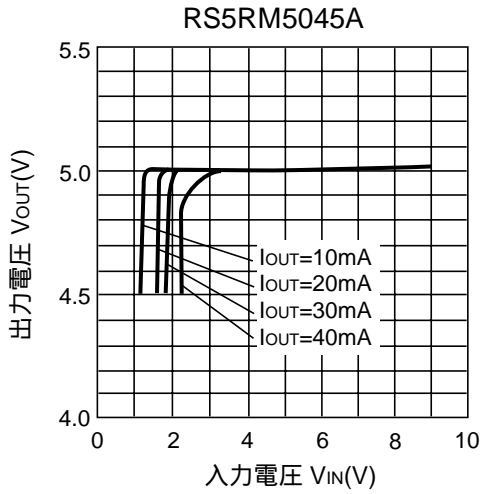
測定回路8：特性例 19) 20)

本ICでは、無負荷時の入力電流を消費電流とします。(CE = V_{SS})

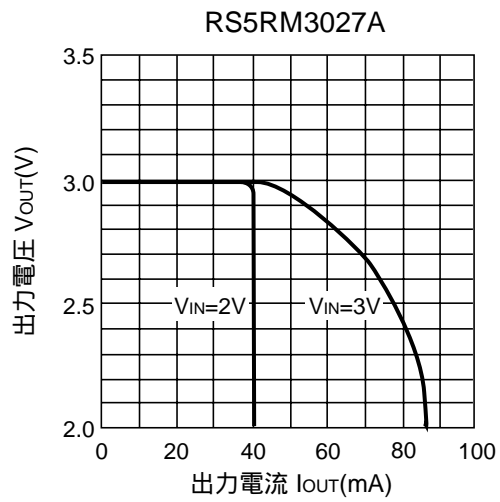
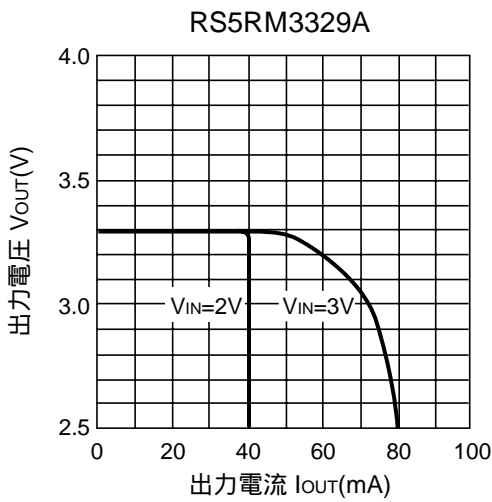
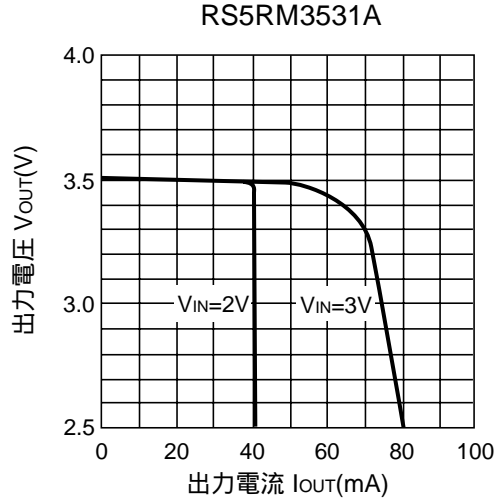
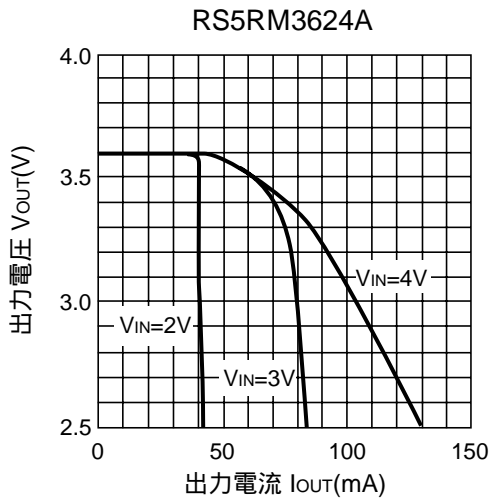
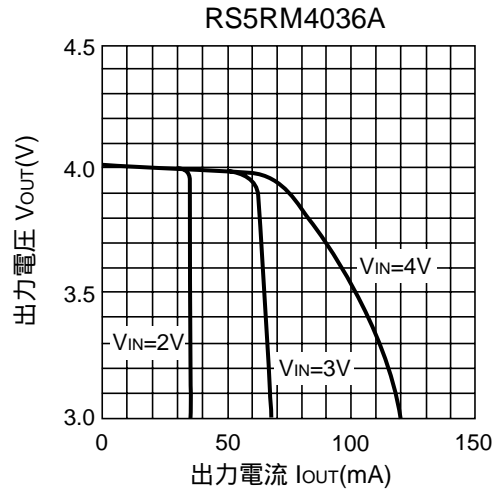
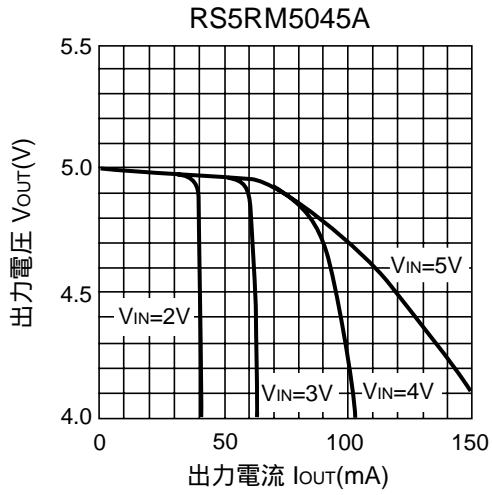
また、CE = V_{DD}時での入力電流(無負荷)をスタンバイ電流とします。

特性例

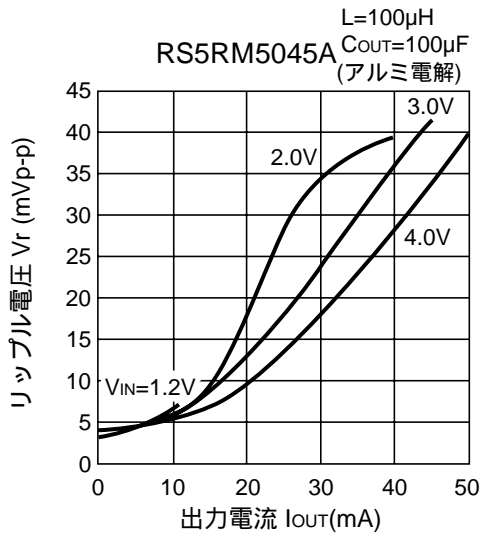
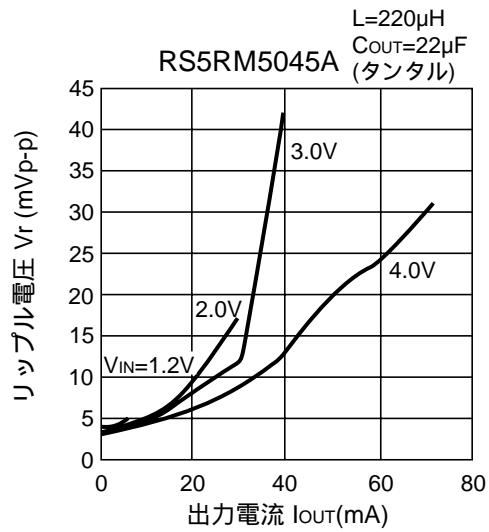
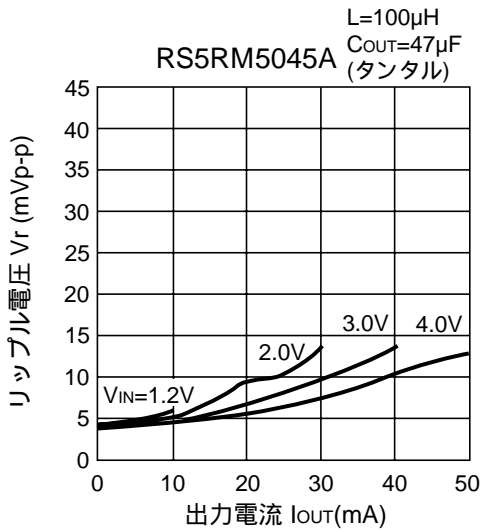
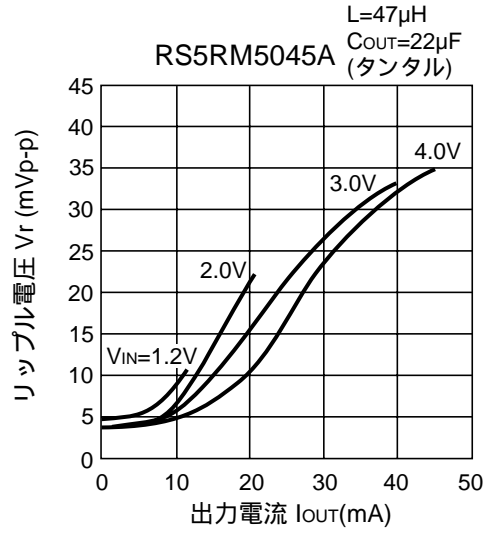
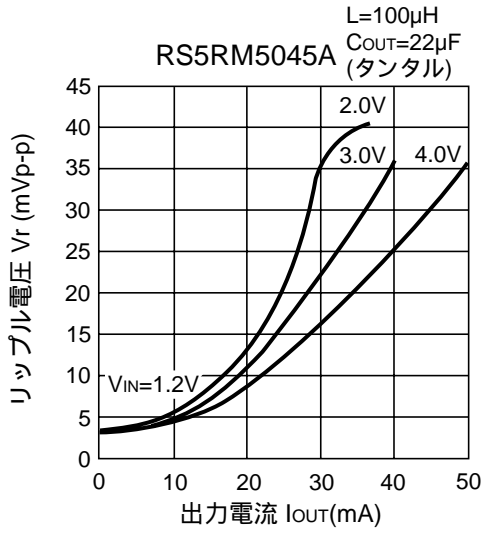
1) 出力電圧対入力電圧特性例 (Topt = 25)

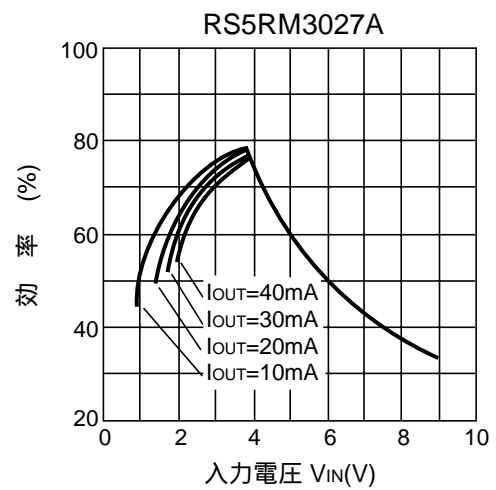
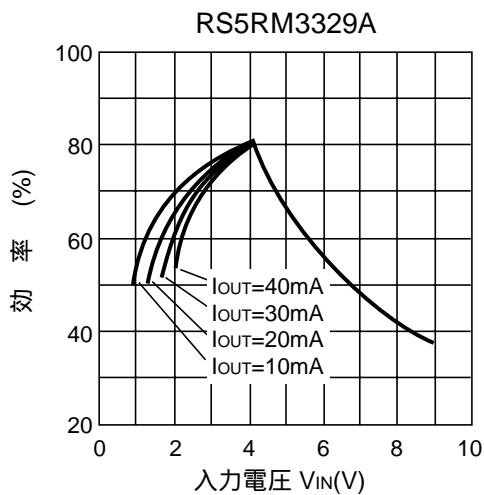
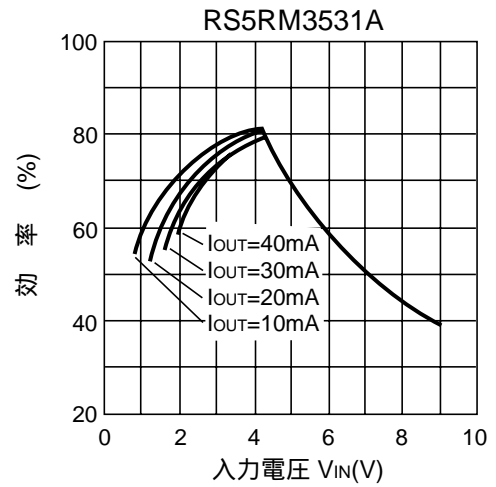
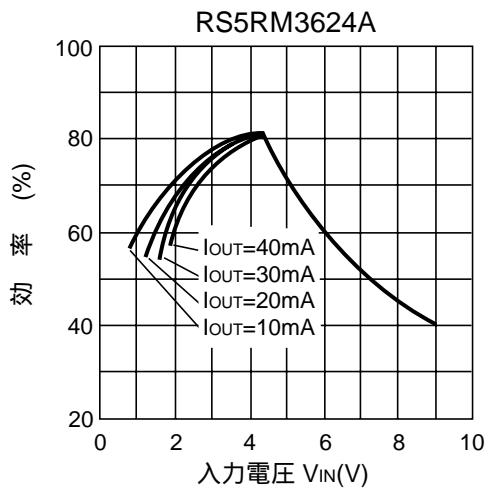
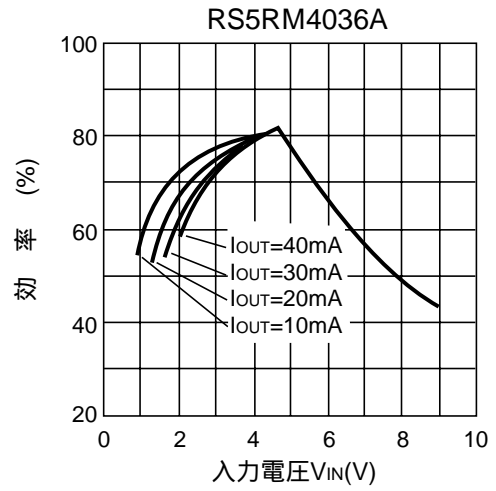
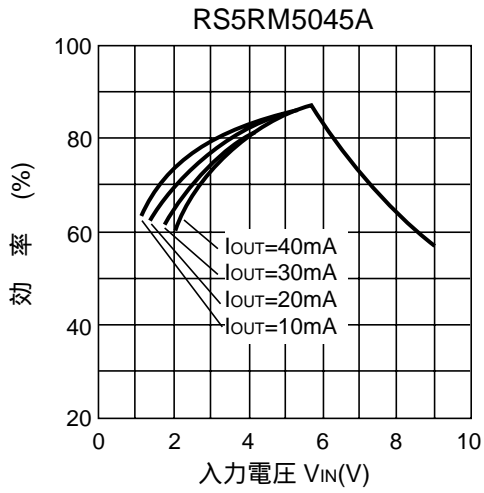


2) 出力電圧対出力電流特性例 (T_{opt} = 25)

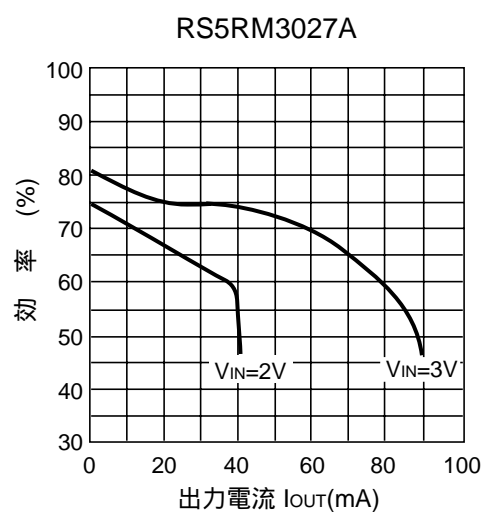
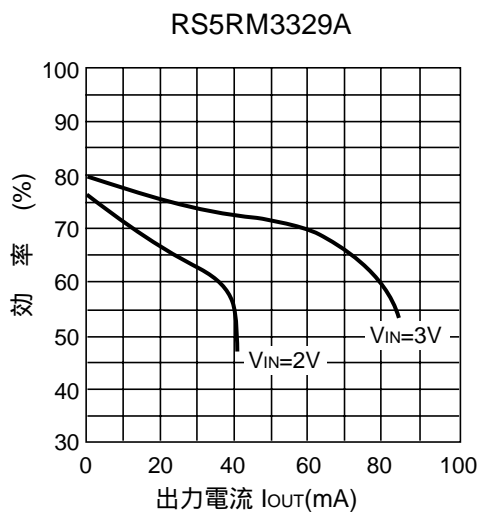
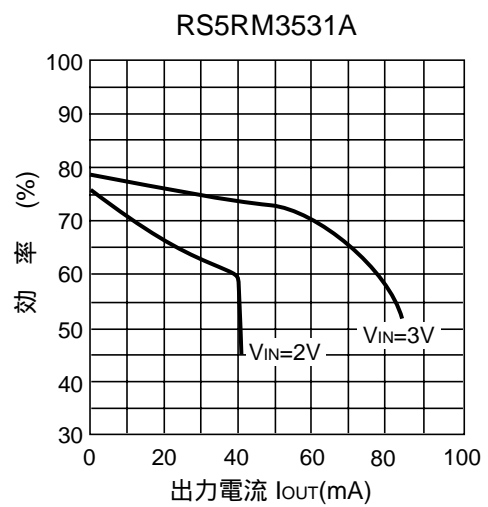
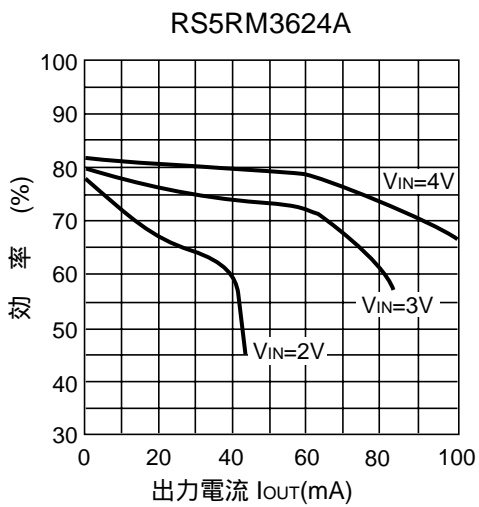
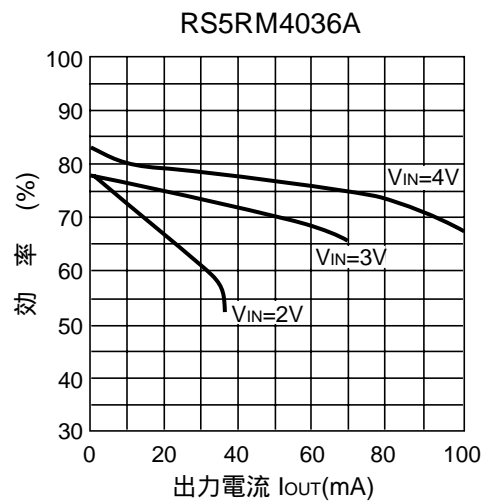
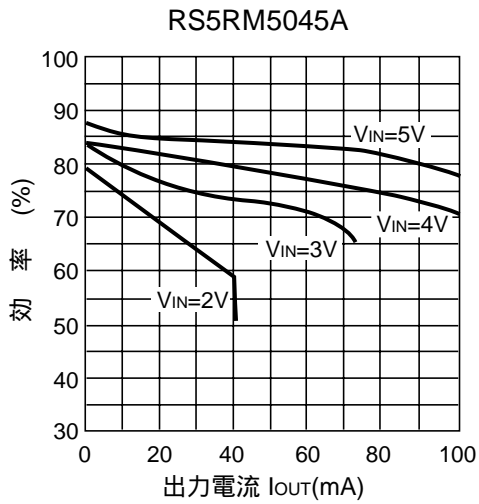


3) リップル電圧対出力電流特性例 (Topt = 25)

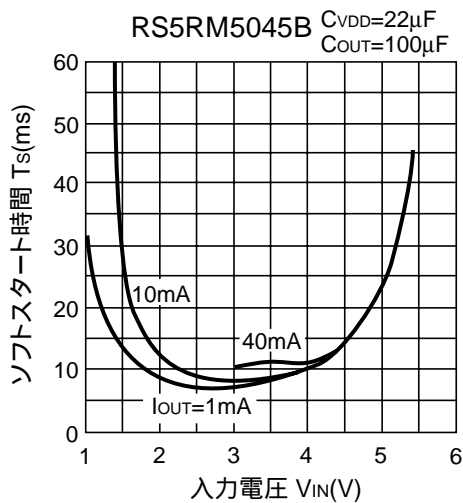
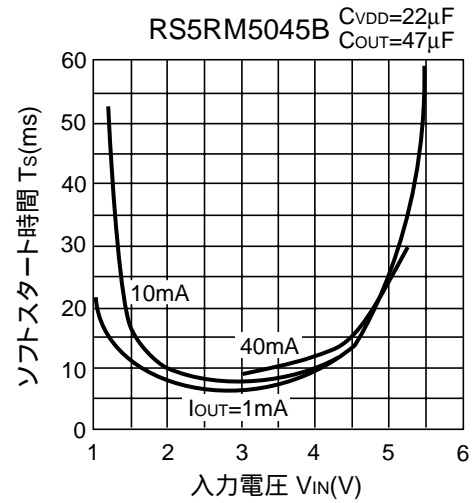
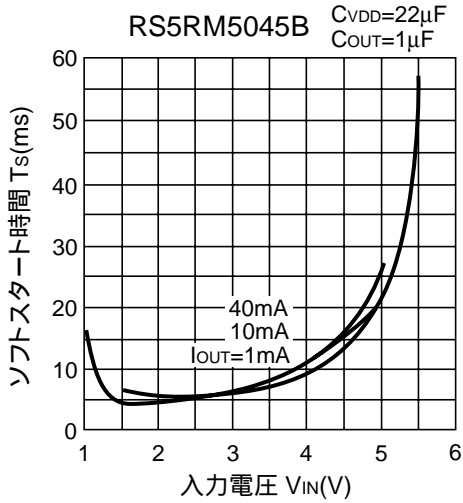


4) 効率対入力電圧特性例 (T_{opt} = 25)

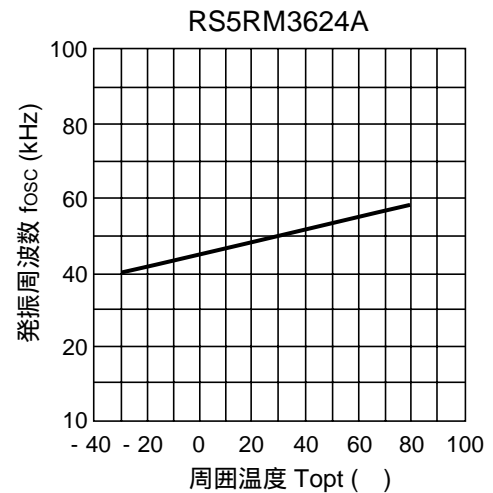
5) 効率対出力電流特性例 (Topt = 25)



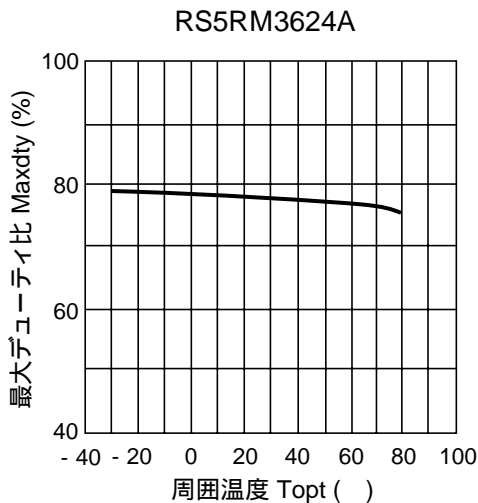
6) ソフトスタート時間対入力電圧特性例 (Topt = 25)



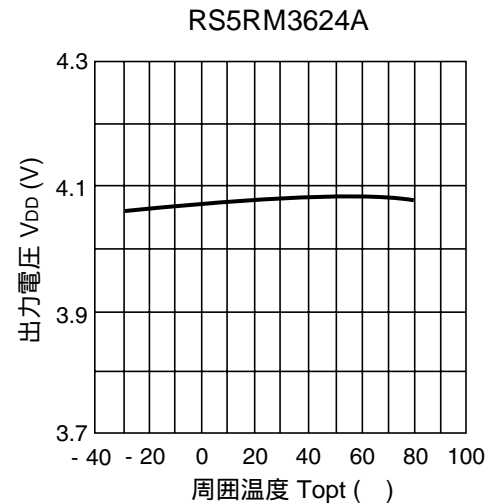
7) 発振周波数対周囲温度特性例



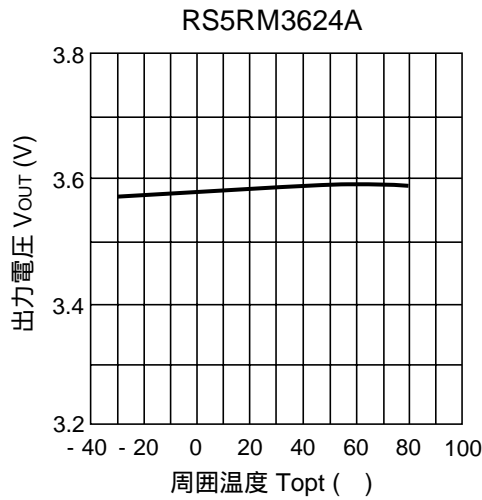
8) 最大デューティ比対周囲温度特性例



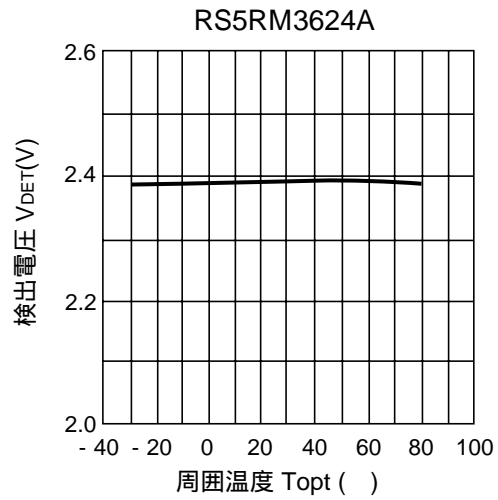
9) 出力電圧 V_{DD} 対周囲温度特性例



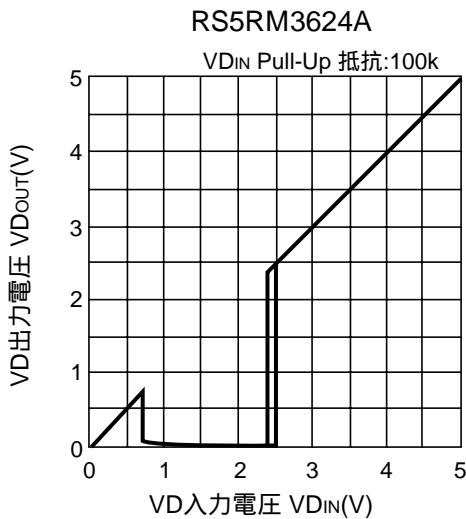
10) 出力電圧 V_{OUT} 対周囲温度特性例



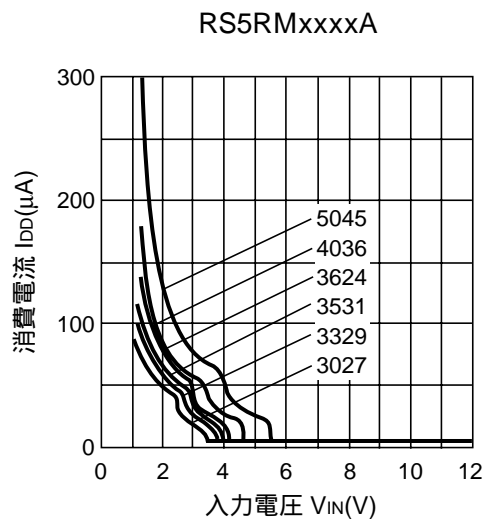
11) 検出電圧対周囲温度特性例



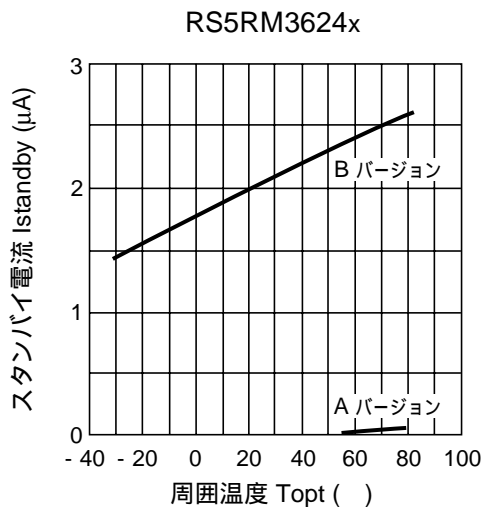
12) VD 出力電圧対VD 入力電圧特性例



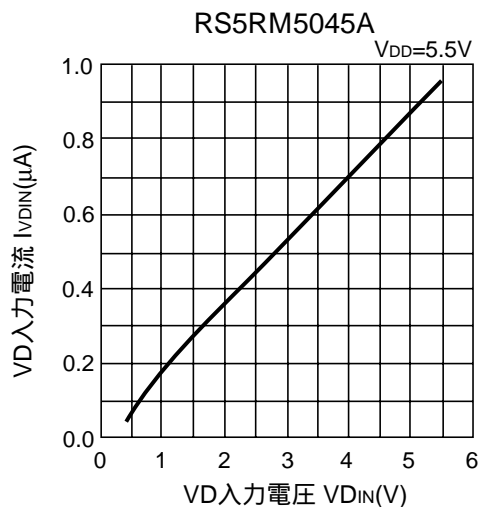
13) 消費電流対入力電圧特性例



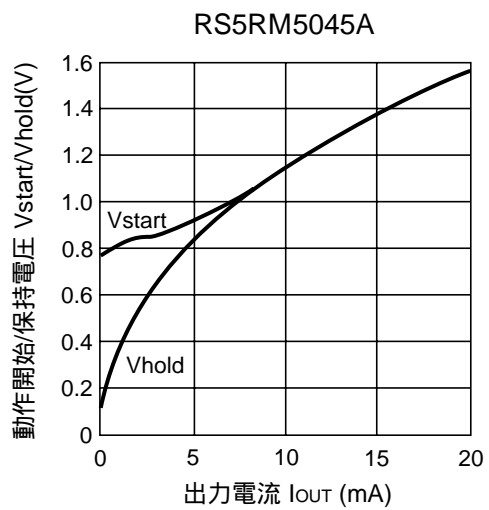
14) スタンバイ電流対周囲温度特性例



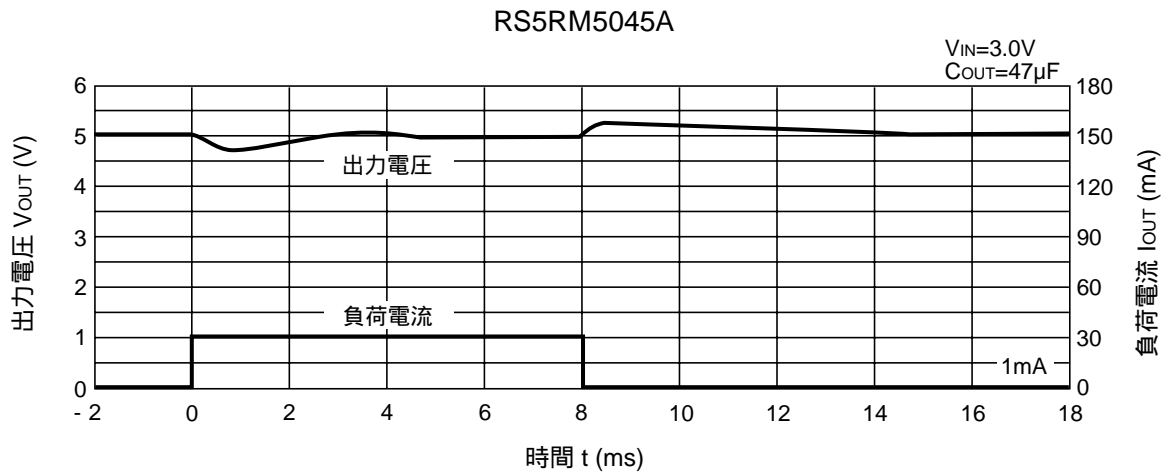
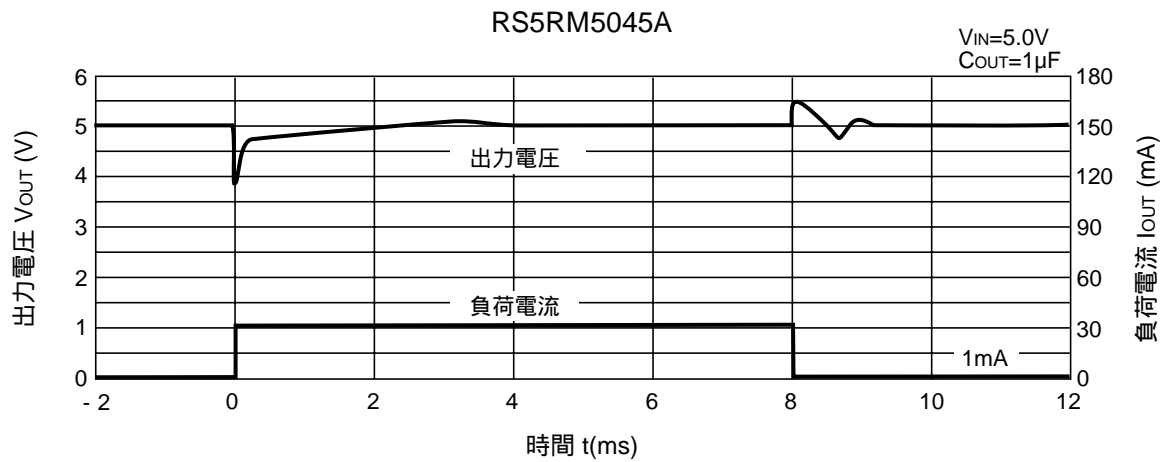
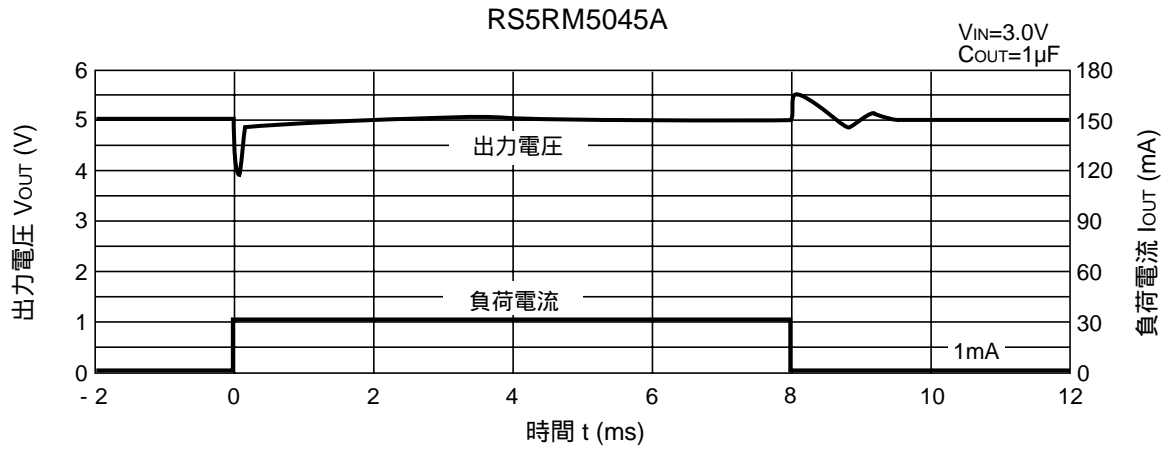
15) VD 入力電流対VD 入力電圧特性例

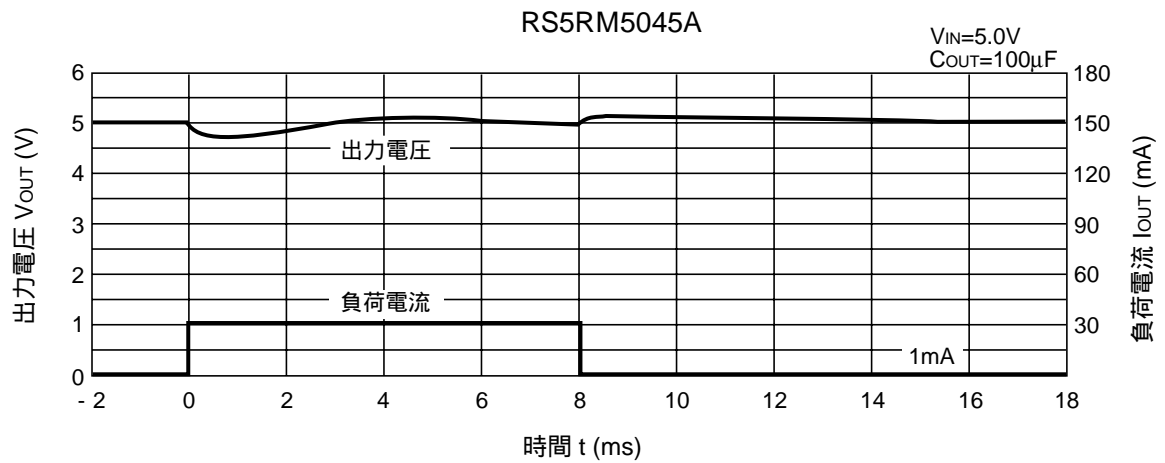
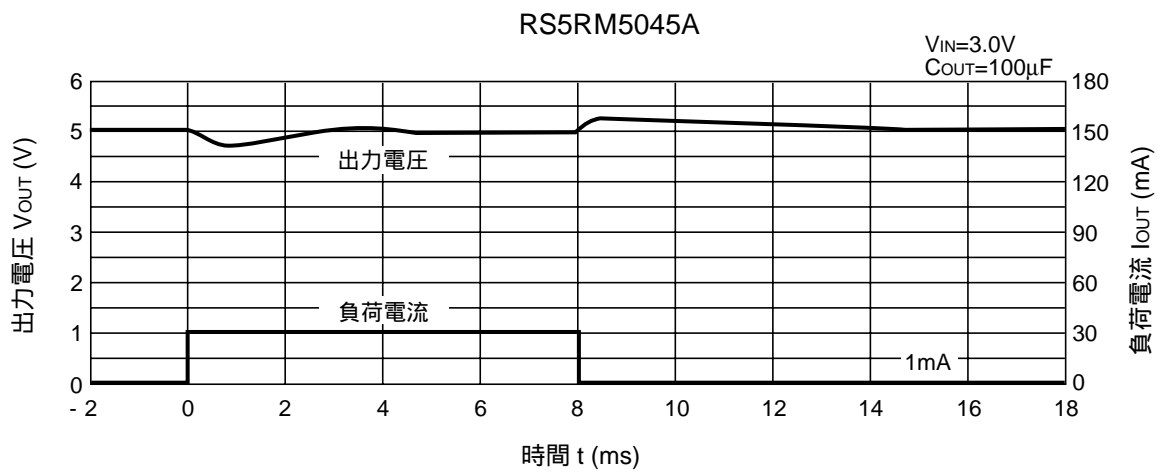
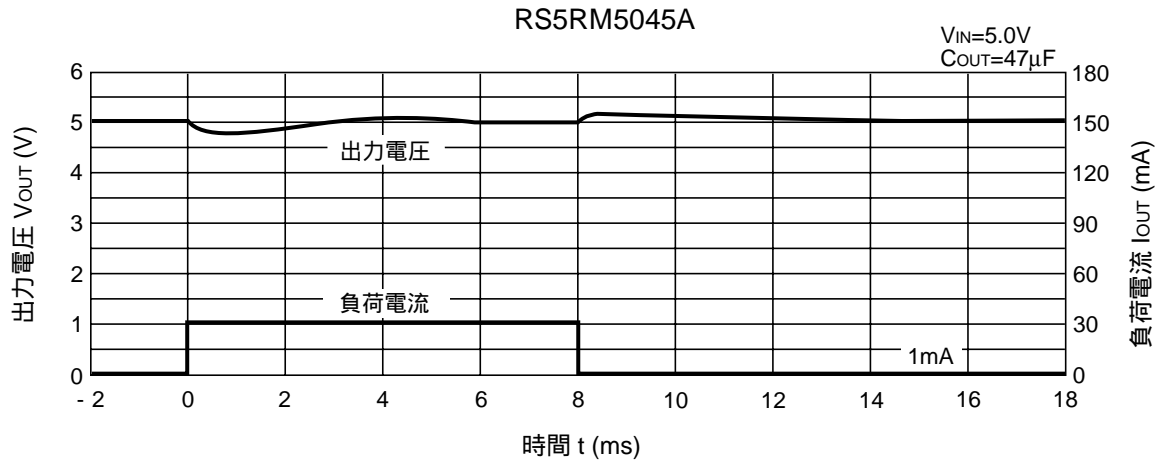


16) 動作開始/保持電圧対出力電流特性例

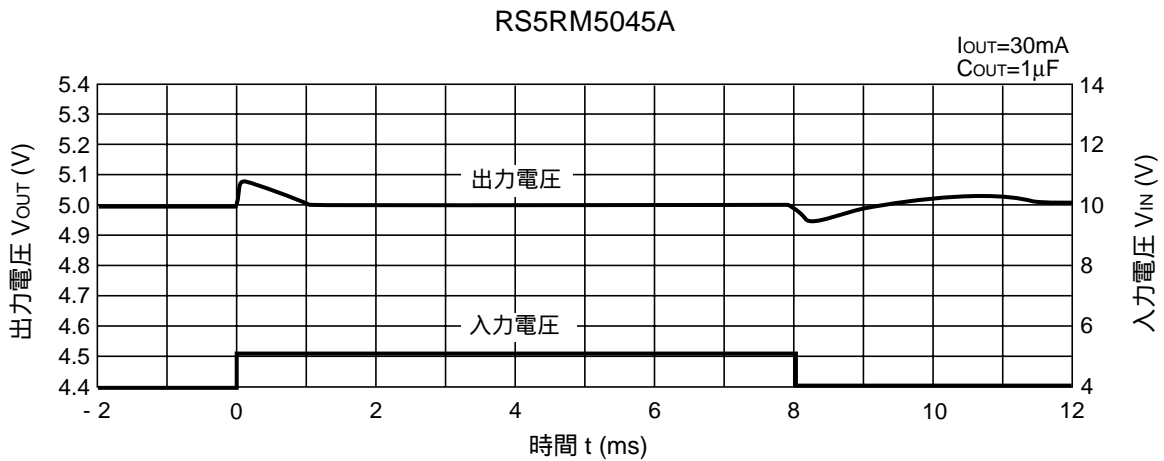
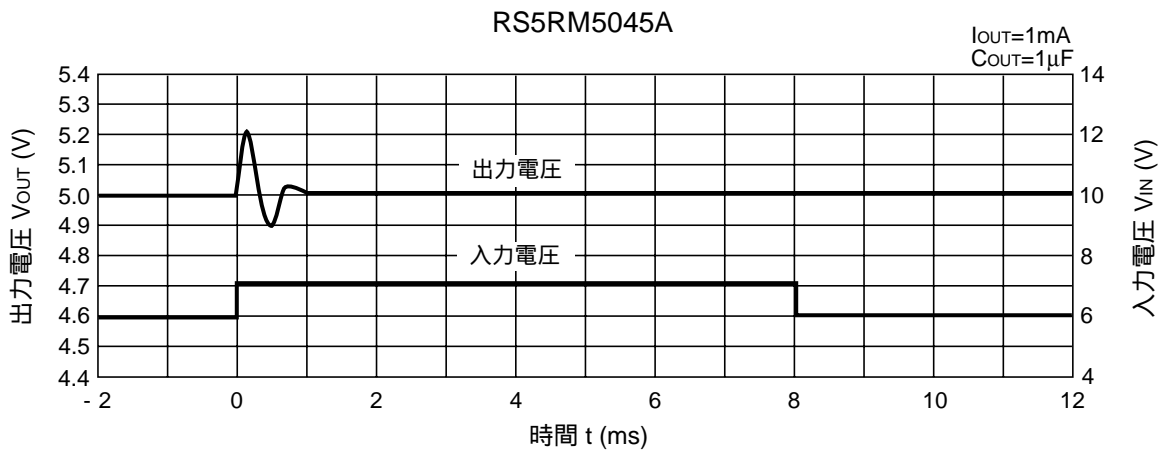
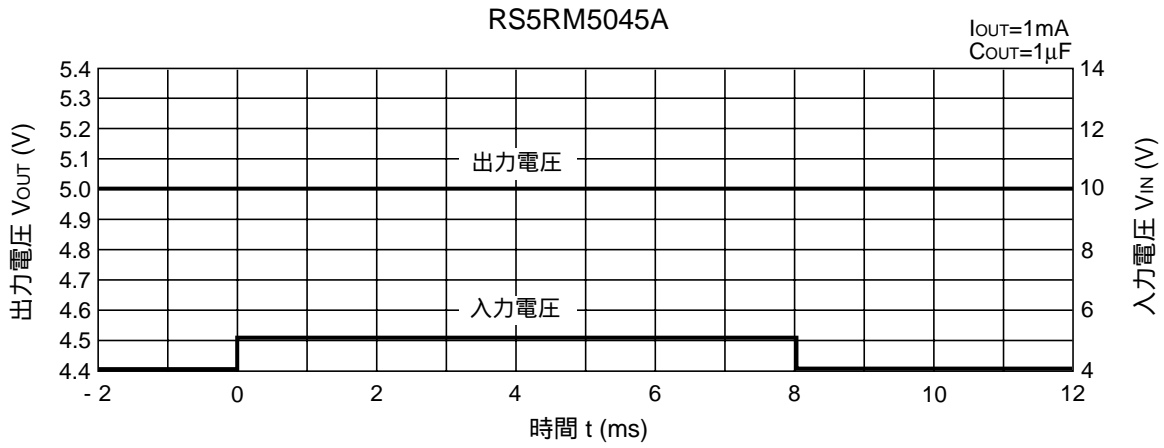


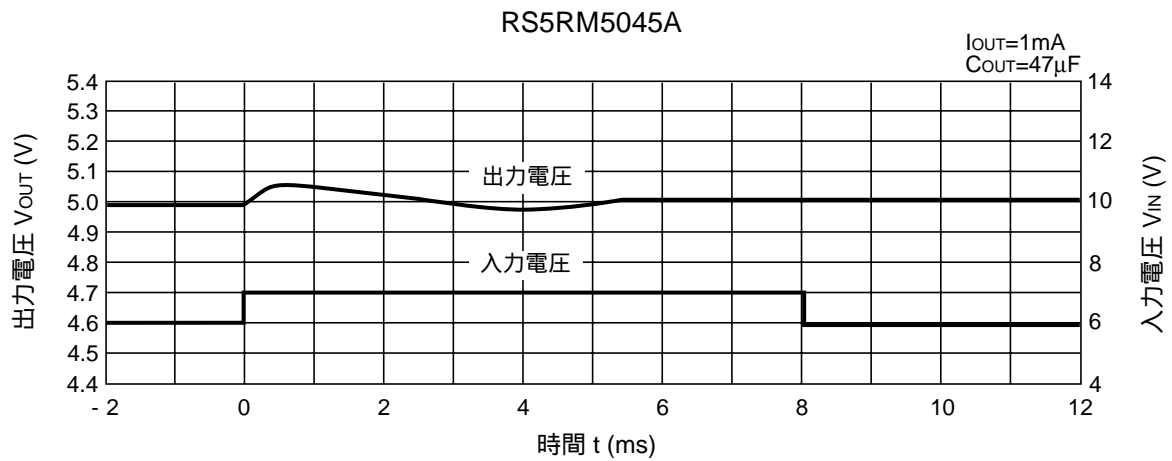
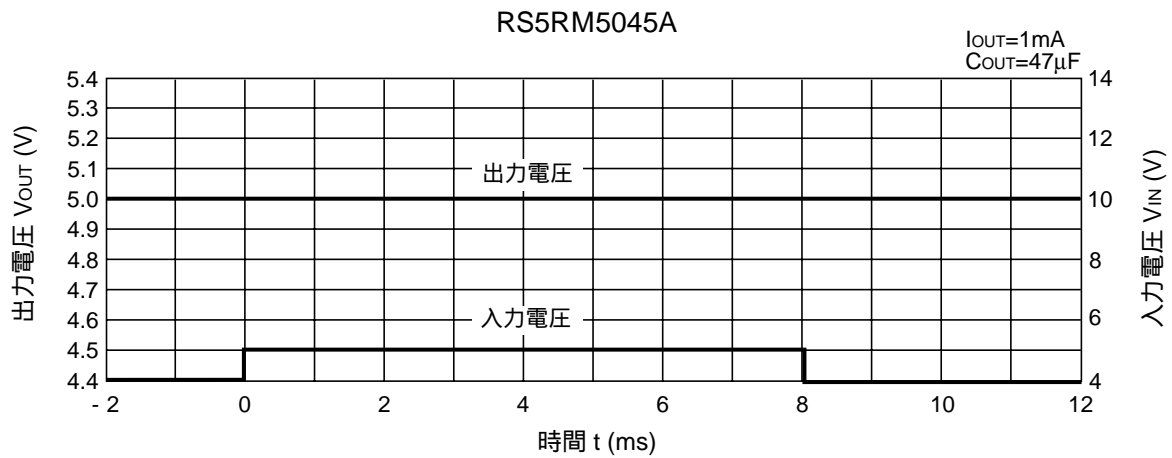
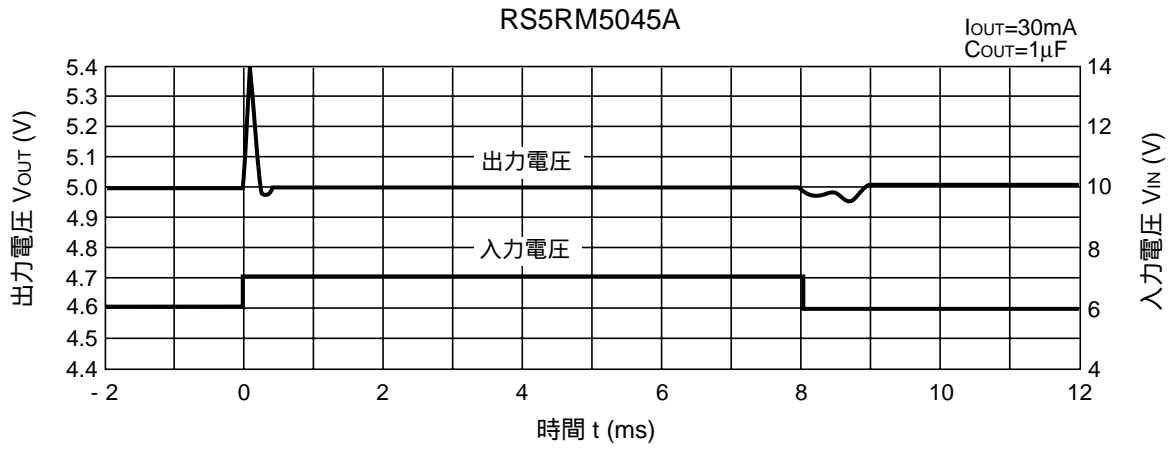
17) 負荷過渡応答特性例

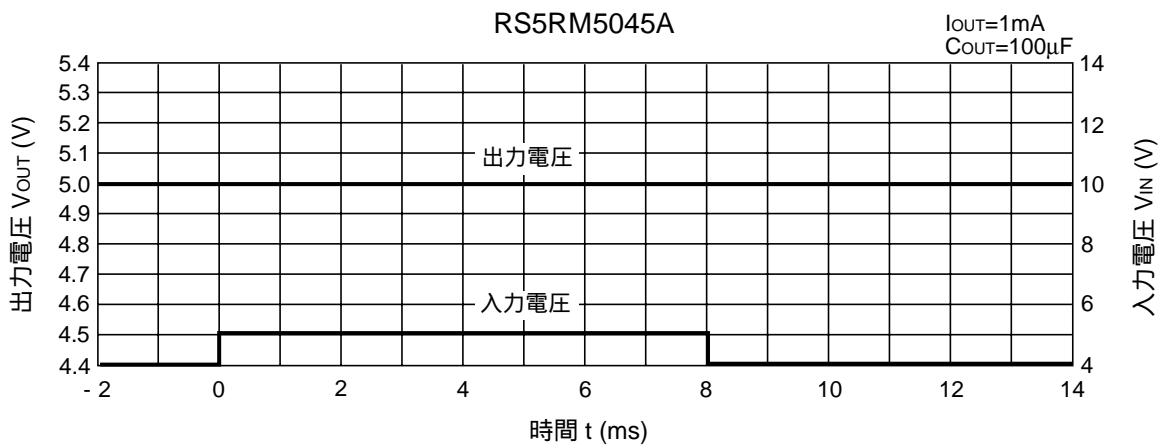
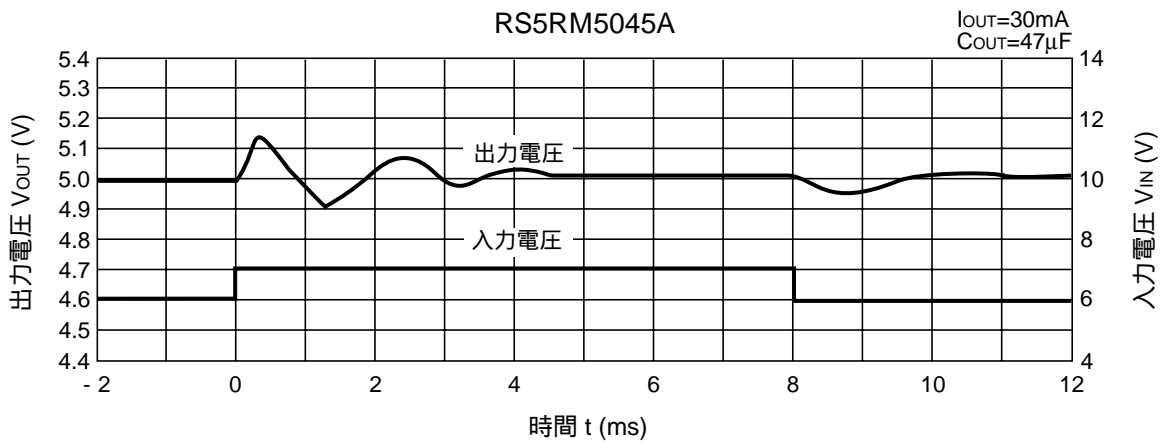
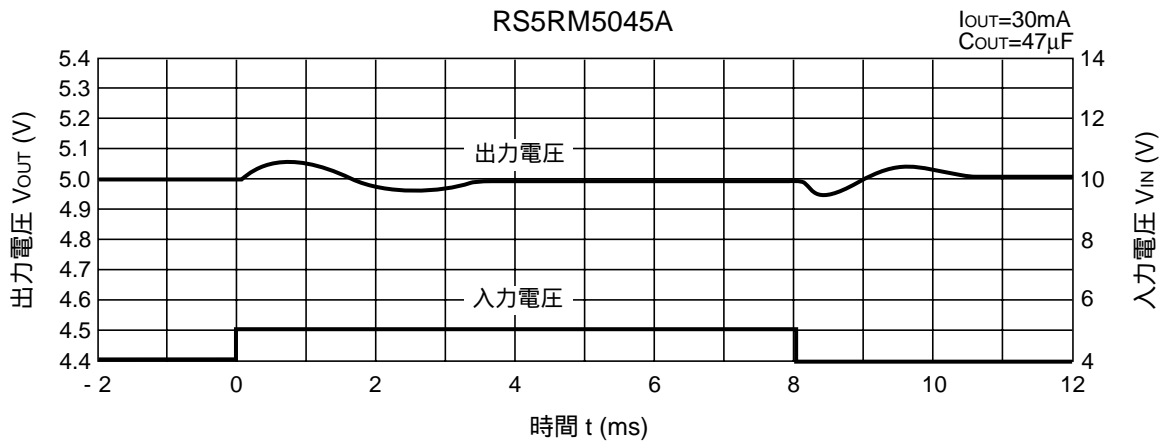


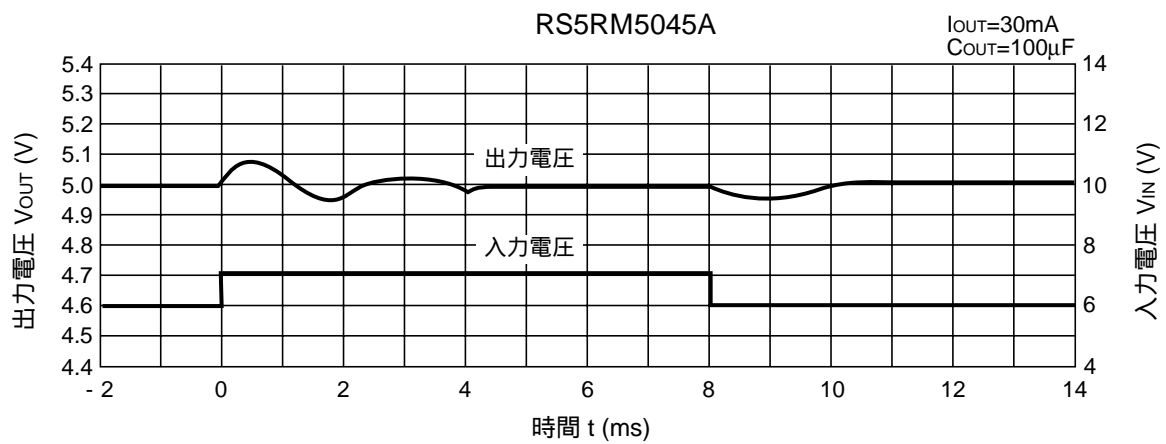
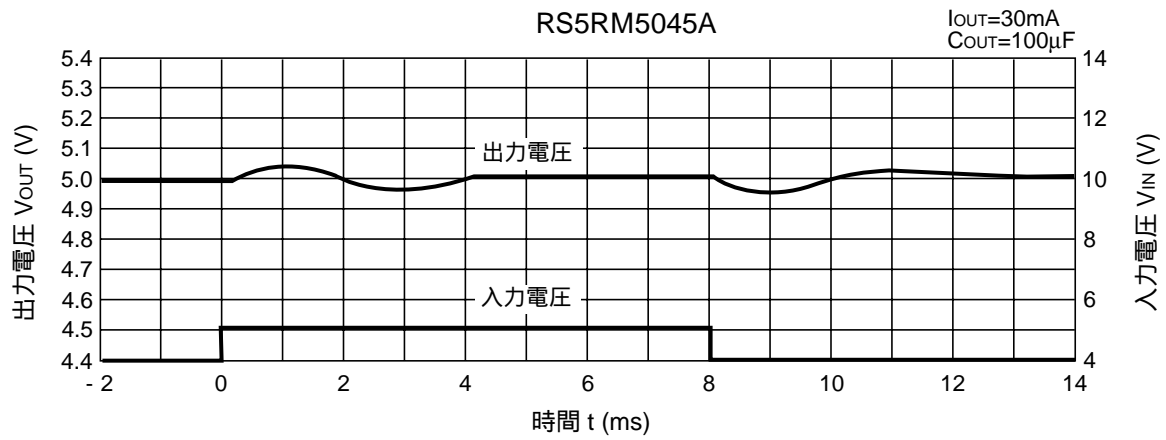
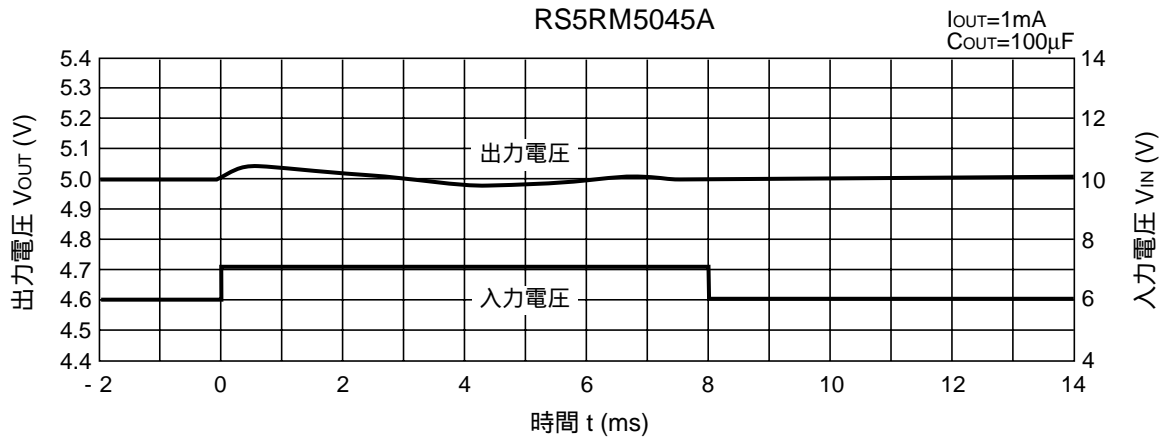


18) 入力過渡応答特性例

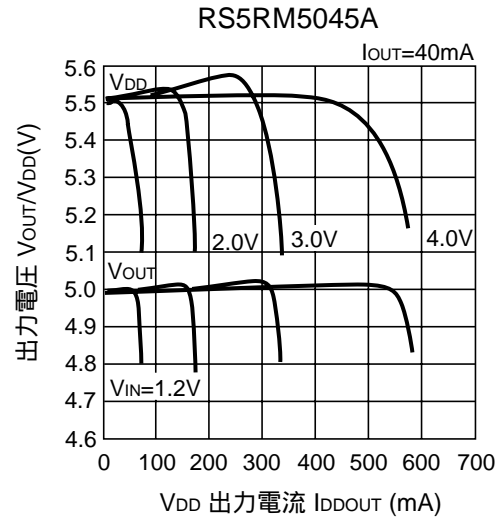
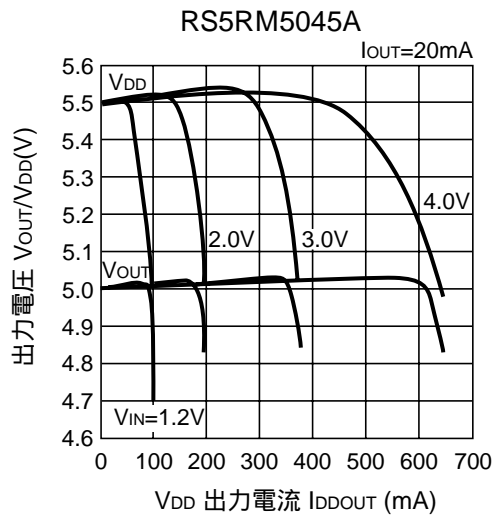




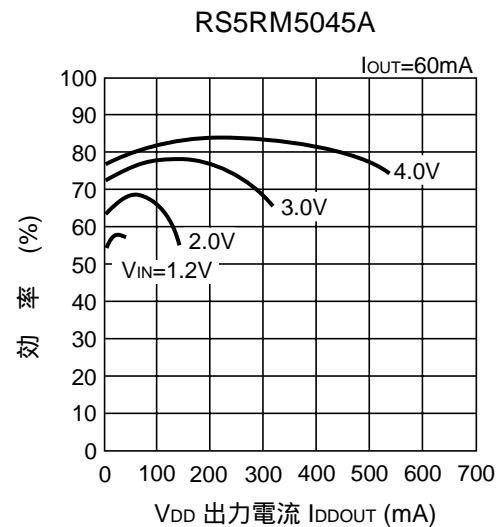
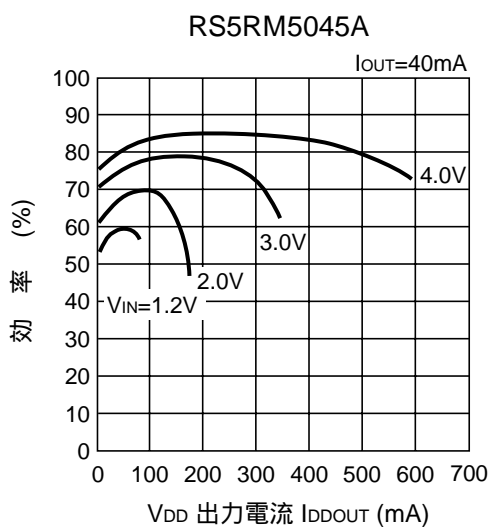
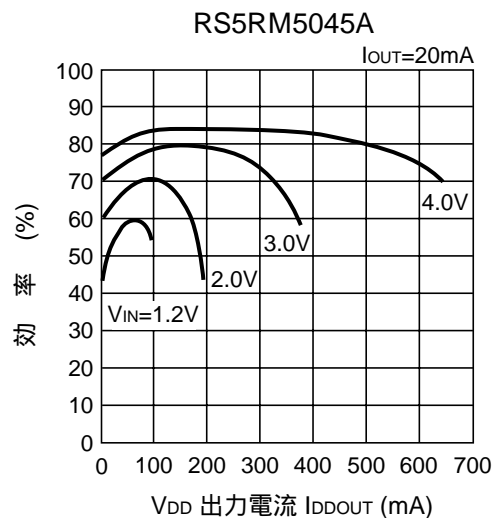
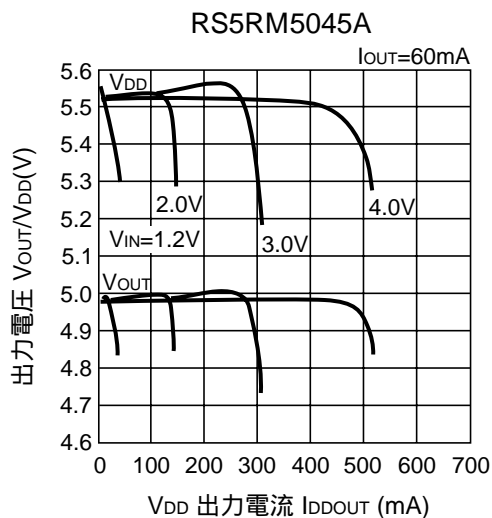




19) 出力電圧対V_{DD} 出力電流特性例

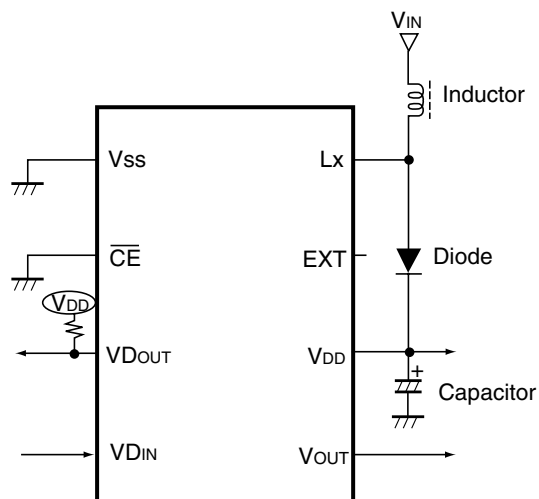


20) 効率対V_{DD} 出力電流特性例



*) 特性例20)の効率 は次式で表わせます。
$$= \frac{(V_{DD} \times I_{DDOUT}) + (V_{OUT} \times I_{OUT})}{V_{IN} \times I_{IN}} \times 100$$

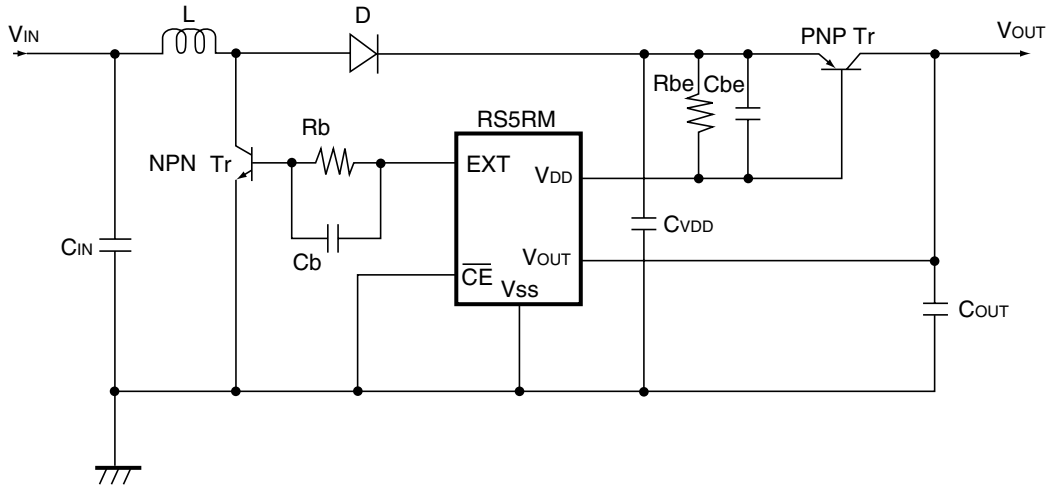
基本回路例



部品例 コイル : 100 μ H (スミダ電機 RCR-664D)
 ダイオード: MA721 (松下電子 ショットキータイプ)
 コンデンサ: 22 μ F (タンタルタイプ)

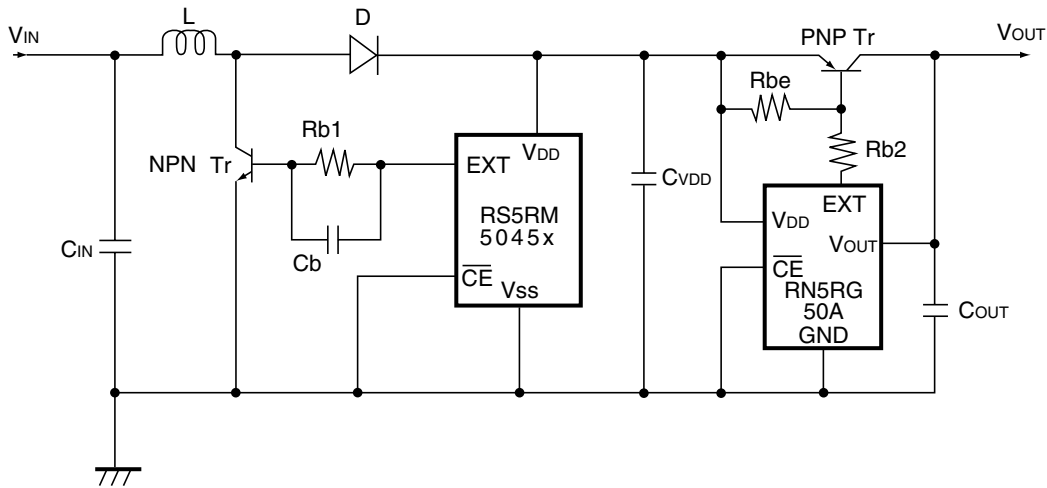
応用回路例

電流ブースト回路1



部品例	L	: 47 μ H (スミダ電機 CD105)	Cb	: 0.01 μ F
	D	: ショットキーダイオード (日立 HRP22)	Cbe	: 0.1 μ F (RS5RM5045x, RS5RM4036x, RS5RM3624x)
	CIN	: 220 μ F (アルミ電解)		100pF (RS5RM3531x, RS5RM3329x, RS5RM3027x)
	CvDD	: 100 μ F (タンタル) / 220 μ F (アルミ電解)	NPN Tr	: 2SD1628
	COUT	: 47 μ F (タンタル)	PNP Tr	: 2SA1213
			Rb	: 220 Ω
			Rbe	: 12 Ω

電流ブースト回路2 (高効率回路)



*) この回路はRS5RM5045xに、リコー製ボルテージレギュレータ RN5RG50Aを追加した高効率ブースト回路例です。

部品例	L	: 47 μ H (スミダ電機 CD105)	Cb	: 0.01 μ F
	D	: ショットキーダイオード (日立 HRP22)	NPN Tr	: 2SD1628
	CIN	: 220 μ F (アルミ電解)	PNP Tr	: 2SA1213
	CvDD	: 33 μ F (タンタル) / 220 μ F (アルミ電解)	Rb1	: 220 Ω
	COUT	: 47 μ F (タンタル)	Rb2	: 330 Ω
			Rbe	: 10k Ω

使用上の注意点

本 IC を使用される際には次の点に注意してください。

外付け部品を極力 IC の近くに置き、配線を短くしてください。特に、 V_{DD} 端子に接続されているコンデンサは最短距離で配線してください。

グランド配線を十分強化してください。 V_{SS} 端子にはスイッチングによる大電流が流れます。

V_{SS} 配線のインピーダンスが高いと IC 内部の電位がスイッチング電流により変動し、動作が不安定になることがあります。

コンデンサの容量は $10\mu\text{F}$ 以下とし、タンタルコンデンサ等の高周波特性の良いものを使用してください。また、 L_x トランジスタが OFF するときに、コイルの作用によりスパイク状の高い電圧を発生することがありますので、コンデンサの耐圧は出力設定電圧の 3 倍以上のものを使用されるようおすすめいたします。

コイルの選択にご注意ください。直流抵抗が小さく、許容電流が十分あり磁気飽和しにくいものを選んでください。また、コイルのインダクタンス値が小さすぎると最大負荷時に I_{LX} が絶対最大定格を超える可能性があります。適正な値を選択してください。

ダイオードにはショットキータイプのスイッチング速度の速いものを選んでください。また、電流容量にご注意ください。

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